

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
ESCUELA DE POSGRADO**



**Planeamiento Estratégico del Sector de las Fuentes No Convencionales de  
Energía Renovable en Colombia**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGÍSTER EN  
ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS GLOBALES**

**OTORGADO POR LA**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**Y**

**MASTER IN BUSINESS ADMINISTRATION**

**OTORGADO POR LA**

**ESCUELA DE ALTA DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN**

**EADA, BARCELONA, ESPAÑA**

**PRESENTADA POR**

**Jorge Alberto Calle Forero**

**Jorge Daniel Hernández Henríquez**

**Diana Astrid Higuera Rincón**

**Alejandro Rojas Patiño**

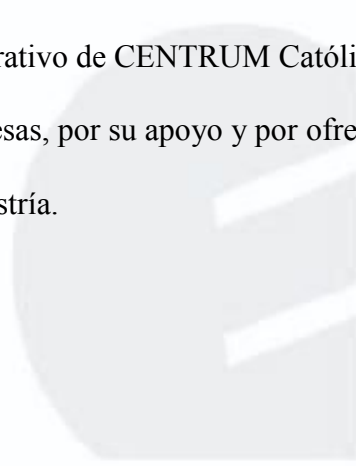
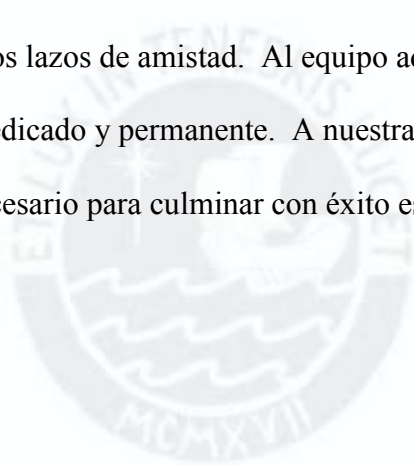
**Carlos Rolando Torres Wilches**

**Asesor: Fernando D'Alessio Ipinza**

**Santiago de Surco, junio de 2017**

## **Agradecimientos**

Expresamos nuestra mayor gratitud ante todo, a nuestras familias por su amor y apoyo incondicional, sin los cuales no habríamos cursado y culminado con éxito esta etapa de desarrollo personal y de aprendizaje profesional. Al Doctor Fernando D'Alessio, director de trabajo de grado, por sus enseñanzas y guía en la elaboración de este documento. Igualmente a todo el cuerpo docente de CENTRUM Católica y EADA, por compartir sus conocimientos y sobre todo sus experiencias en las áreas de liderazgo y gerencia global de los negocios. A todos y cada uno de nuestros compañeros de maestría, con quienes compartimos un proceso académico complejo y arduo, aprendiendo de su valiosa experiencia y con quienes construimos lazos de amistad. Al equipo administrativo de CENTRUM Católica, por su guía y apoyo dedicado y permanente. A nuestras empresas, por su apoyo y por ofrecernos el tiempo necesario para culminar con éxito esta maestría.



## **Dedicatorias**

A Dios, por darme todos los recursos para alcanzar este proyecto de vida; a mi esposa Beatriz y a mi hija Valeria, por su paciencia y apoyo durante este viaje; y a mis padres y hermanos, con quienes siempre he contado.

Carlos Rolando Torres Wilches.

Ante todo a Dios, por permitirme tener los recursos para poder cursar esta maestría; a mi esposa Lina María y a mi hija Mariana, por todo su apoyo y comprensión durante estos meses de sacrificio y de ausencias que finalmente se convierten en un nuevo proyecto de vida; y a mis padres, hermana, Alba Lucy, y a mi primo Germán, por su constante apoyo.

Jorge Daniel Hernández Henríquez.

Mi gratitud especial para con mi esposa y familia, con quienes en conjunto compartimos el proceso de aprendizaje de esta increíble experiencia de estudio y desarrollo profesional. Dedico este título a mi hijo, quien se encuentra en el proceso de formación y pronto llegará a este hogar. Al Universo y los seres de luz, por darme esta oportunidad de continuar el camino para ser cada día mejor.

Jorge Alberto Calle Forero.

A Dios, por regalarme esta enriquecedora experiencia; a John, mi esposo, y a Mariana y Juan Alejandro, mis hijos, por animarme, acompañarme, y apoyarme incondicionalmente en el proceso y culminación de esta maestría. A mis padres, de quienes aprendí el amor al trabajo, a la familia, y al servicio a los demás.

Diana Astrid Higuera Rincón.

De todo corazón dedico este trabajo a todas las personas que me han acompañado en este increíble proceso de aprendizaje; a mi familia, por inspirarme a seguir avanzando; a mi hijo, por sacrificar parte de nuestro tiempo y permitirme estudiar; a mi novia, por toda su ayuda y paciencia; y a Dios, por permitir que todo pase.

Alejandro Rojas Patiño.



## Resumen Ejecutivo

El sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) en Colombia se caracteriza por tener baja participación en la oferta energética nacional representando solamente el 0.11% de la capacidad total instalada; situación que contrasta con el panorama mundial, en el cual diariamente aumenta la capacidad instalada y la generación de energía a través de las FNCER.

Es así que se formula un plan estratégico para que el sector de las FNCER en Colombia se desarrolle a niveles similares a los de países referentes de Centroamérica y Sudamérica, alcanzando una participación en la oferta energética nacional equivalente al 9% de la capacidad de generación instalada para 2029. Para el desarrollo de este plan, se utilizó el Modelo Secuencial de Planeación Estratégica propuesto por D'Alessio (2015).

Mediante la planeación estratégica se identificó que este es un sector que tiene más oportunidades que amenazas siendo estas últimas menos relevantes, debido principalmente al impulso que el Gobierno nacional le ha dado través de la Ley 1715 de 2014. Sin embargo, este impulso no ha sido suficiente para que se implementen proyectos de mediana y gran escala. Asimismo, se pudo comprobar que este es un sector aun débil puesto que los grandes inversionistas aun encuentran barreras de ingreso al sector de las FNCER en Colombia y prefieren ejecutar proyectos en países donde su legislación genera un ambiente más favorable para sus inversiones que el que se ofrece en Colombia.

Analizando el panorama del sector, se plantean estrategias que pretenden modificar y adecuar la actual legislación nacional para tener condiciones más equitativas y atractivas que conlleven a grandes inversiones en proyectos que masifique el uso de este tipo de energía en el país. Asimismo, se proponen estrategias concretas para aumentar progresivamente la capacidad instalada para las FNCER incluyendo gradualmente los diferentes sectores y las zonas no interconectadas del país, llevando desarrollo, empleo, y bienestar en aquellas que

cuenten con los recursos naturales disponibles y aprovechen esta tecnología para lograr el aumento de la capacidad instalada de FNCER en Colombia. Lo anterior, enmarcado en mejorar las competencias técnicas y profesionales en el país y mayores retornos de inversión a futuro.



## **Abstract**

Non-Conventional Renewable Energy (NCRE) sector in Colombia is characterized by low participation in the national energy supply, representing only 0.11% of total installed capacity. This situation contrasts with the world scenario, where daily installed capacity and energy generation through NCRE increase.

In this document, it's formulated a strategic plan for NCRE sector in Colombia to develop at similar levels to those reference countries in Central and South America, reaching a participation in national energy supply equivalent to 9% of the power capacity installed for the year 2029; to create this planning it has used Sequential Model of Strategic Planning proposed by D'Alessio (2015).

This sector has more relevant opportunities than threats, due to the impulse that national government through Law 1715 has wanted to give it, however, this momentum has not been enough and for the implementation of medium- and large-scale projects. Likewise, it's found that this is a still weak sector because the great investors still find entry barriers to NCRE sector in Colombia and prefer to execute projects in countries where legislation has generated an environment more favorable for its investments than the one offered in Colombia.

Analyzing the future of NCRE sector, it's generated some strategies to modify and adapt the current national legislation, which although it wanted to give a boost to the sector, is short and still not attractive and consistent enough to make large investments in projects that massify the use of this energy in the country. Likewise, it's proposed concrete strategies to start small projects in non-interconnected areas of the country, bringing development, employment and welfare in areas that have natural resources available and wish to take advantage of this technology to achieve the increase in installed capacity of NCRE in Colombia.

## Tabla de Contenidos

<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>ix</b>
<b>El Proceso Estratégico: Una Visión General.....</b>	<b>xi</b>
<b>Capítulo I: Situación General del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia.....</b>	<b>1</b>
1.1 Situación General .....	1
1.2 Conclusiones.....	11
<b>Capítulo II: Visión, Misión, Valores, y Código de Ética .....</b>	<b>12</b>
2.1 Antecedentes.....	12
2.2 Visión.....	12
2.3 Misión.....	12
2.4 Valores.....	13
2.5 Código de Ética .....	13
2.6 Conclusiones.....	14
<b>Capítulo III: Evaluación Externa.....</b>	<b>15</b>
3.1 Análisis Tridimensional de las Naciones.....	15
3.1.1 Intereses nacionales. Matriz de Intereses Nacionales (MIN).....	15
3.1.2 Potencial nacional .....	16
3.1.3 Principios cardinales .....	20
3.1.4 Influencia del análisis en el Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia .....	23
3.2 Análisis Competitivo del País.....	24
3.2.1 Condiciones de los factores.....	25
3.2.2 Condiciones de la demanda.....	29



3.2.3 Estrategia, estructura, y rivalidad de las empresas .....	32
3.2.4 Sectores relacionados y de apoyo.....	32
3.2.5 Influencia del análisis en el Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia .....	34
3.3 Análisis del Entorno PESTE.....	34
3.3.1 Fuerzas políticas, gubernamentales, y legales (P).....	34
3.3.2 Fuerzas económicas y financieras (E).....	44
3.3.3 Fuerzas sociales, culturales, y demográficas (S).....	51
3.3.4 Fuerzas tecnológicas y científicas (T).....	56
3.3.5 Fuerzas ecológicas y ambientales (E).....	58
3.4 Matriz Evaluación de Factores Externos (MEFE).....	60
3.5 El Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia y sus Competidores.....	62
3.5.1 Poder de negociación de los proveedores .....	65
3.5.2 Poder de negociación de los compradores .....	67
3.5.3 Amenaza de los sustitutos .....	68
3.5.4 Amenaza de los entrantes .....	69
3.5.5 Rivalidad de los competidores .....	70
3.6 El Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia y sus Referentes.....	73
3.7 Matriz Perfil Competitivo (MPC) y Matriz Perfil Referencial (MPR) .....	75
3.8 Conclusiones.....	79
<b>Capítulo IV: Evaluación Interna.....</b>	<b>81</b>
4.1 Análisis Interno AMOFHIT .....	81
4.1.1 Administración y gerencia (A).....	81

4.1.2 Marketing y ventas (M).....	86
4.1.3 Operaciones y logística. Infraestructura (O) .....	90
4.1.4 Finanzas y contabilidad (F) .....	98
4.1.5 Recursos humanos (H) .....	105
4.1.6 Sistemas de información y comunicaciones (I).....	108
4.1.7 Tecnología e investigación y desarrollo (T).....	111
4.2 Matriz Evaluación de Factores Internos (MEFI).....	113
4.3 Conclusiones.....	114
<b>Capítulo V: Intereses del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía</b>	
<b>Renovable en Colombia y Objetivos a Largo Plazo .....</b>	<b>116</b>
5.1 Intereses del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia .....	116
5.2 Potencial del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia .....	116
5.3 Principios Cardinales del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia .....	120
5.4 Matriz de Intereses del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia .....	125
5.5 Objetivos a Largo Plazo .....	126
5.6 Conclusiones.....	127
<b>Capítulo VI: El Proceso Estratégico .....</b>	
6.1 Matriz Fortalezas Oportunidades Debilidades Amenazas (MFODA).....	128
6.2 Matriz Posición Estratégica y Evaluación de la Acción (MPEYEA).....	130
6.3 Matriz Boston Consulting Group (MBCG) .....	132
6.4 Matriz Interna Externa (MIE).....	132

6.5 Matriz Gran Estrategia (MGE) .....	133
6.6 Matriz de Decisión Estratégica (MDE) .....	133
6.7 Matriz Cuantitativa de Planeamiento Estratégico (MCPE) .....	137
6.8 Matriz de Rumelt (MR) .....	137
6.9 Matriz de Ética (ME) .....	137
6.10 Estrategias Retenidas y de Contingencia .....	137
6.11 Matriz de Estrategias vs. Objetivos a Largo Plazo .....	142
6.12 Matriz de Posibilidades de los Competidores .....	142
6.13 Conclusiones .....	145
<b>Capítulo VII: Implementación Estratégica .....</b>	<b>146</b>
7.1 Objetivos a Corto Plazo .....	146
7.2 Recursos Asignados a los Objetivos a Corto Plazo .....	150
7.3 Políticas de cada Estrategia .....	152
7.4 Estructura de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia ....	152
7.5 Medioambiente, Ecología, y Responsabilidad Social .....	155
7.6 Recursos Humanos y Motivación .....	157
7.7 Gestión del Cambio .....	158
7.8 Conclusiones .....	159
<b>Capítulo VIII: Evaluación Estratégica .....</b>	<b>161</b>
8.1 Perspectivas de Control .....	161
8.1.1 Aprendizaje interno .....	161
8.1.2 Procesos .....	161
8.1.3 Clientes .....	162
8.1.4 Financiera .....	162
8.2 Tablero de Control Balanceado (Balanced Scorecard) .....	162

8.3 Conclusiones.....	164
<b>Capítulo IX: Competitividad de las Fuentes No Convencionales de Energía</b>	
<b>Renovable en Colombia .....</b>	<b>165</b>
9.1 Análisis Competitivo de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia .....	165
9.2 Identificación de las Ventajas Competitivas de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia .....	168
9.3 Identificación y Análisis de los Potenciales Clústeres de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia.....	169
9.4 Identificación de los Aspectos Estratégicos de los Potenciales Clústeres.....	170
9.5 Conclusiones.....	171
<b>Capítulo X: Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>172</b>
10.1 Plan Estratégico Integral.....	172
10.2 Conclusiones Finales .....	172
10.3 Recomendaciones Finales.....	174
10.4 Futuro de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia.....	175
<b>Referencias.....</b>	<b>177</b>

### Lista de Tablas

Tabla 1.	<i>Capacidad Efectiva Neta del SIN al 31 de Diciembre de 2014 y 2015 (MW)</i> .....	4
Tabla 2.	<i>Matriz Intereses Nacionales de Colombia</i> .....	17
Tabla 3.	<i>Consumo Anual de Energía en Colombia</i> .....	30
Tabla 4.	<i>Censo 2005 Colombia por Género</i> .....	52
Tabla 5.	<i>Matriz Evaluación de Factores Externos del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia</i> .....	61
Tabla 6.	<i>Análisis Competitivo del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia</i> .....	63
Tabla 7.	<i>Análisis de Atractividad del Sector FNCER</i> .....	64
Tabla 8.	<i>Matriz Perfil Competitivo del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia</i> .....	77
Tabla 9.	<i>Matriz Perfil Referencial del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia</i> .....	78
Tabla 10.	<i>Capacidad Efectiva Neta del SIN a Diciembre de 2014 y 2015</i> .....	87
Tabla 11.	<i>Potencial Eólico en Colombia</i> .....	96
Tabla 12.	<i>Irradiación Solar en Colombia</i> .....	96
Tabla 13.	<i>Costos Referenciales de Sistemas Eólicos y Solares</i> .....	101
Tabla 14.	<i>Cifras Relevantes Variables de la Operación del SIN</i> .....	103
Tabla 15.	<i>Ocupaciones en Determinados Subsectores de las Energías Renovables según el Segmento de la Cadena de Valor</i> .....	106
Tabla 16.	<i>Matriz Evaluación de Factores Internos (MEFI) para el Sector de FNCER en Colombia</i> .....	113
Tabla 17.	<i>Matriz de Intereses del Sector de las FNCER en Colombia</i> .....	125
Tabla 18.	<i>Matriz Fortalezas Oportunidades Debilidades Amenazas del Sector FNCER</i> ....	129

Tabla 19.	<i>Matriz Posición Estratégica y Evaluación de la Acción del Sector FNCER</i> .....	131
Tabla 20.	<i>Matriz de Decisión Estratégica del Sector FNCER</i> .....	136
Tabla 21.	<i>Matriz Cuantitativa de Planeamiento Estratégico del Sector FNCER</i> .....	138
Tabla 22.	<i>Matriz de Rumelt del Sector FNCER</i> .....	139
Tabla 23.	<i>Matriz de Ética del Sector FNCER</i> .....	140
Tabla 24.	<i>Matriz Estrategias Retenidas y de Contingencia del Sector FNCER</i> .....	141
Tabla 25.	<i>Matriz de Estrategias vs. Objetivos a Largo Plazo del Sector FNCER</i> .....	143
Tabla 26.	<i>Matriz de Posibilidades de los Competidores del Sector FNCER</i> .....	144
Tabla 27.	<i>Objetivos a Corto Plazo del Sector FNCER</i> .....	147
Tabla 28.	<i>Acciones de los Objetivos a Corto Plazo del Sector FNCER</i> .....	148
Tabla 29.	<i>Recursos Asignados a los Objetivos de Corto Plazo del Sector FNCER</i> .....	151
Tabla 30.	<i>Políticas de cada Estrategia del Sector FNCER</i> .....	153
Tabla 31.	<i>Tablero de Control Balanceado del Sector FNCER</i> .....	163
Tabla 32.	<i>Plan Estratégico Integral del Sector FNCER</i> .....	173
Tabla 33.	<i>Situación Actual y Futura del Sector FNCER en Colombia</i> .....	176

## Lista de Figuras

<i>Figura 0.</i>	Modelo Secuencial del Proceso Estratégico. ....	xi
<i>Figura 1.</i>	Mix de tecnologías para la capacidad instalada esperada a 2029 (MW). ....	6
<i>Figura 2.</i>	Acuerdos comerciales vigentes Colombia. ....	21
<i>Figura 3.</i>	Modelo del diamante de la competitividad nacional de Porter. ....	24
<i>Figura 4.</i>	Indicadores económicos: Índice de competitividad global <sup>a</sup> . ....	27
<i>Figura 5.</i>	Mapa de radiación solar de Colombia. ....	29
<i>Figura 6.</i>	Consumo por sectores. ....	30
<i>Figura 7.</i>	Proceso general de generación, transmisión, distribución, y comercialización de energía eléctrica. ....	33
<i>Figura 8.</i>	Antecedentes legales FNCER en Colombia. ....	35
<i>Figura 9.</i>	Producto interno bruto (PIB) 2001-2015. ....	45
<i>Figura 10.</i>	Inflación y meta de inflación. ....	45
<i>Figura 11.</i>	Inversión extranjera directa en Colombia. Flujo anual de IED en Colombia (valores en millones US\$). ....	46
<i>Figura 12.</i>	Distribución % de la IED en Colombia por sectores enero-junio 2016. ....	47
<i>Figura 13.</i>	Devaluación nominal y real. ....	48
<i>Figura 14.</i>	Tasa de desempleo en Colombia: Total nacional. ....	49
<i>Figura 15.</i>	Mapa de densidad de poblacional de Colombia. ....	53
<i>Figura 16.</i>	Plantas de generación energía por tipo de tecnología en Colombia. ....	64
<i>Figura 17.</i>	Ciclo de vida del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia. ....	66
<i>Figura 18.</i>	Capacidad efectiva de generación de Ecuador 2012. ....	71
<i>Figura 19.</i>	Distribución y generación por tecnología. ....	71
<i>Figura 20.</i>	Panorama de interconexiones eléctricas en Centro y Sudamérica. ....	72

<i>Figura 21.</i> Estructura del sector energético en Colombia.....	82
<i>Figura 22.</i> Empresas asociadas a ACOGEN.....	86
<i>Figura 23.</i> Participación del mercado por agente generador.....	88
<i>Figura 24.</i> Composición de la generación y precio spot.....	89
<i>Figura 25.</i> Cadena de producción de un sistema eléctrico típico.....	91
<i>Figura 26.</i> Partes de una turbina eólica.....	92
<i>Figura 27.</i> Principio de funcionamiento de un panel solar.....	94
<i>Figura 28.</i> Ubicaciones conjuntos parques eólicos en el departamento de La Guajira.....	98
<i>Figura 29.</i> Cadena de valor de las energías renovables.....	107
<i>Figura 30.</i> Indicadores del sector del Portal XM.....	108
<i>Figura 31.</i> Diseño conceptual de iSAAC.....	110
<i>Figura 32.</i> Arquitectura de la red de comunicaciones para iSAAC.....	111
<i>Figura 33.</i> Gráfica de la Matriz Posición Estratégica y Evaluación de la Acción del Sector FNCER.....	132
<i>Figura 34.</i> Matriz Boston Consulting Group del Sector FNCER.....	134
<i>Figura 35.</i> Matriz Interna Externa del Sector FNCER.....	134
<i>Figura 36.</i> Matriz Gran Estrategia del Sector FNCER.....	135
<i>Figura 37.</i> Estructura organizacional del Sector FNCER.....	155



## El Proceso Estratégico: Una Visión General

El proceso estratégico se compone de un conjunto de actividades que se desarrollan de manera secuencial con la finalidad de que una organización pueda proyectarse al futuro y alcance la visión establecida. Este consta de tres etapas: (a) formulación, que es la etapa de planeamiento propiamente dicha y en la que se procurará encontrar las estrategias que llevarán a la organización de la situación actual a la situación futura deseada; (b) implementación, en la cual se ejecutarán las estrategias retenidas en la primera etapa, siendo esta la etapa más complicada por lo rigurosa; y (c) evaluación y control, cuyas actividades se efectuarán de manera permanente durante todo el proceso para monitorear las etapas secuenciales y, finalmente, los Objetivos de Largo Plazo (OLP) y los Objetivos de Corto Plazo (OCP). Cabe resaltar que el proceso estratégico se caracteriza por ser interactivo, ya que participan muchas personas en él, e iterativo, en tanto genera una retroalimentación constante. El plan estratégico desarrollado en el presente documento fue elaborado en función al Modelo Secuencial del Proceso Estratégico.

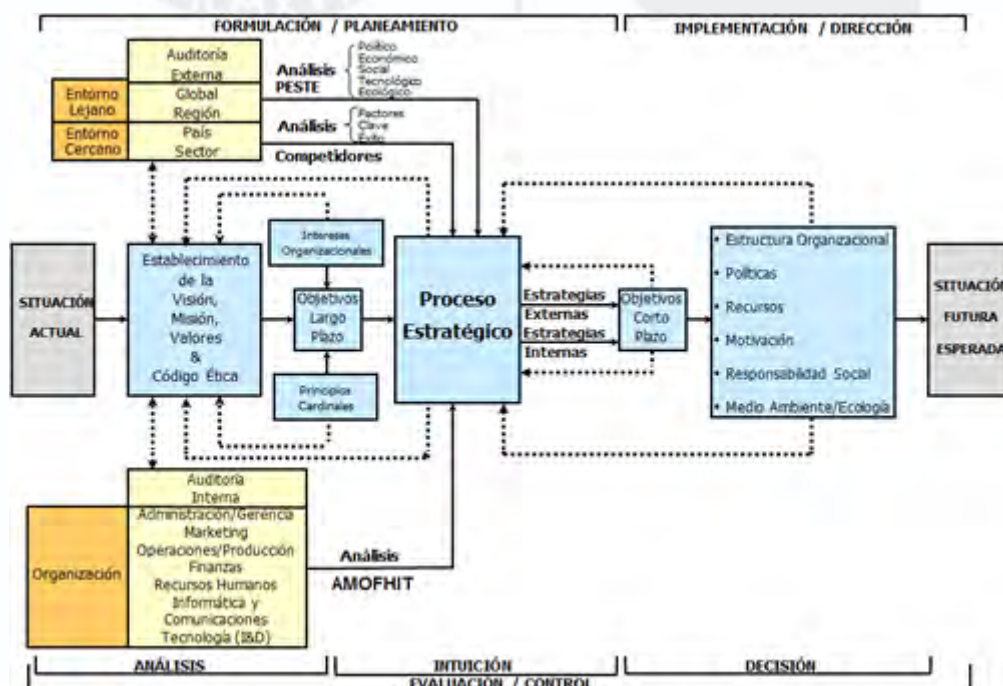


Figura 0. Modelo Secuencial del Proceso Estratégico.

Tomado de “El Proceso Estratégico: Un Enfoque de Gerencia (3a ed.)” por F. A. D’Alessio, 2015. Lima., Perú: Pearson.

El modelo empieza con el análisis de la situación actual, seguida por el establecimiento de la visión, la misión, los valores, y el código de ética; estos cuatro componentes guían y norman el accionar de la organización. Luego, se desarrolla la evaluación externa con la finalidad de determinar la influencia del entorno en la organización que se estudia y analizar la industria global a través del análisis del entorno PESTE (Fuerzas Políticas, Económicas, Sociales, Tecnológicas, y Ecológicas). De dicho análisis se deriva la Matriz de Evaluación de Factores Externos (MEFE), la cual permite conocer el impacto del entorno determinado en base a las oportunidades que podrían beneficiar a la organización, las amenazas que deben evitarse, y cómo la organización está actuando sobre estos factores. Del análisis PESTE y de los Competidores se deriva la evaluación de la Organización con relación a sus Competidores, de la cual se desprenden las matrices de Perfil Competitivo (MPC) y de Perfil de Referencia (MPR). De este modo, la evaluación externa permite identificar las oportunidades y amenazas clave, la situación de los competidores y los factores críticos de éxito en el sector industrial, facilitando a los planeadores el inicio del proceso que los guiará a la formulación de estrategias que permitan sacar ventaja de las oportunidades, evitar y/o reducir el impacto de las amenazas, conocer los factores clave que les permita tener éxito en el sector industrial, y superar a la competencia.

Posteriormente, se desarrolla la evaluación interna, la cual se encuentra orientada a la definición de estrategias que permitan capitalizar las fortalezas y neutralizar las debilidades, de modo que se construyan ventajas competitivas a partir de la identificación de las competencias distintivas. Para ello se lleva a cabo el análisis interno AMOFHIT (Administración y Gerencia, Marketing y Ventas, Operaciones Productivas y de Servicios e Infraestructura, Finanzas y Contabilidad, Recursos Humanos y Cultura, Informática y Comunicaciones, y Tecnología), del cual surge la Matriz de Evaluación de Factores Internos (MEFI). Esta matriz permite evaluar las principales fortalezas y debilidades de las áreas

funcionales de una organización, así como también identificar y evaluar las relaciones entre dichas áreas. Un análisis exhaustivo externo e interno es requerido y es crucial para continuar con mayores probabilidades de éxito el proceso.

En la siguiente etapa del proceso se determinan los Intereses de la Organización, es decir, los fines supremos que la organización intenta alcanzar para tener éxito global en los mercados en los que compete. De ellos se deriva la Matriz de Intereses de la Organización (MIO), y basados en la visión se establecen los OLP. Estos son los resultados que la organización espera alcanzar. Cabe destacar que la “sumatoria” de los OLP llevaría a alcanzar la visión, y de la “sumatoria” de los OCP resultaría el logro de cada OLP.

Las matrices presentadas, MEFE, MEFI, MPC, y MIO, constituyen insumos fundamentales que favorecerán la calidad del proceso estratégico. La fase final de la formulación estratégica viene dada por la elección de estrategias, la cual representa el Proceso Estratégico en sí mismo. En esta etapa se generan estrategias a través del emparejamiento y combinación de las fortalezas, debilidades, oportunidades, amenazas, y los resultados de los análisis previos usando como herramientas cinco matrices: (a) la Matriz de Fortalezas, Oportunidades Debilidades, y Amenazas (MFODA); (b) la Matriz de Posicionamiento Estratégico y Evaluación de la Acción (MPEYEA); (c) la Matriz del Boston Consulting Group (MBCG); (d) la Matriz Interna-Externa (MIE); y (e) la Matriz de la Gran Estrategia (MGE).

De estas matrices resultan una serie de estrategias de integración, intensivas, de diversificación, y defensivas que son escogidas con la Matriz de Decisión Estratégica (MDE), siendo específicas y no alternativas, y cuya atractividad se determina en la Matriz Cuantitativa del Planeamiento Estratégico (MCPE). Por último, se desarrollan las matrices de Rumelt y de Ética, para culminar con las estrategias retenidas y de contingencia. En base a esa selección se elabora la Matriz de Estrategias con relación a los OLP, la cual sirve para

verificar si con las estrategias retenidas se podrán alcanzar los OLP, y la Matriz de Posibilidades de los Competidores que ayuda a determinar qué tanto estos competidores serán capaces de hacerle frente a las estrategias retenidas por la organización. La integración de la intuición con el análisis se hace indispensable durante esta etapa, ya que favorece a la selección de las estrategias.

Después de haber formulado el plan estratégico que permita alcanzar la proyección futura de la organización, se ponen en marcha los lineamientos estratégicos identificados y se efectúan las estrategias retenidas por la organización dando lugar a la Implementación Estratégica. Esta consiste básicamente en convertir los planes estratégicos en acciones y, posteriormente, en resultados. Cabe destacar que una formulación exitosa no garantiza una implementación exitosa. Durante esta etapa se definen los OCP y los recursos asignados a cada uno de ellos, y se establecen las políticas para cada estrategia. Una estructura organizacional nueva es necesaria. El peor error es implementar una estrategia nueva usando una estructura antigua.

Finalmente, la Evaluación Estratégica se lleva a cabo utilizando cuatro perspectivas de control: (a) interna/personas, (b) procesos, (c) clientes, y (d) financiera, en el Tablero de Control Integrado (BSC) para monitorear el logro de los OCP y OLP. A partir de ello, se toman las acciones correctivas pertinentes. Se analiza la competitividad de la organización y se plantean las conclusiones y recomendaciones necesarias para alcanzar la situación futura deseada de la organización. Un Plan Estratégico Integral es necesario para visualizar todo el proceso de un golpe de vista. El Planeamiento Estratégico puede ser desarrollado para una microempresa, empresa, institución, sector industrial, puerto, ciudad, municipalidad, región, país u otros.

## **Capítulo I: Situación General del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia**

Se describe el panorama general del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) en Colombia, e inicialmente se detalla el entorno internacional, luego el entorno nacional tanto el actual como el deseado, y finalmente los mecanismos de impulso a este sector creados por el Gobierno nacional.

### **1.1 Situación General**

Se entiende por FNCER, a aquellas fuentes de energía que se obtienen de medios naturales teóricamente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse por sus mismos medios. Entre las principales fuentes de energías renovables se tienen (Silvas, 2012):

- Energía eólica;
- Energía solar foto voltaica;
- Energía mareomotriz;
- Biomasa; y
- Energía geotérmica.

La tendencia en el ámbito internacional es diversificar la oferta energética para tener una producción más eficiente, con tecnologías más limpias que reduzcan el impacto en el medioambiente causado por los sistemas tradicionales, y que sea menos vulnerable al cambio climático. Por otra parte, los altos costos y la dificultad para renovar y expandir la red de transmisión, hacen que se cambie de la alta producción centralizada a la distribuida de menor tamaño con mayor número de participantes en el mercado. La preocupación de los países desarrollados por el cambio climático y la producción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y la teoría de algunas corrientes que consideran que la producción petrolera está entrando en fase de declive ha hecho que tome fuerza la transición energética, la cual busca que su producción se

genere principalmente a partir de energías renovables y se disminuya la producción mediante combustibles fósiles (Unidad de Planeación Minero Energética [UPME], 2015a).

A partir de la creación del mercado eléctrico colombiano en julio de 1995, se separaron las actividades de generación, transmisión, distribución, y comercialización. Bajo régimen de competencia están 69 comercializadores y 44 agentes generadores, de los cuales los cuatro más grandes atendieron el mercado en 2015 y como monopolios controlados 10 transmisores y 19 distribuidores (Flórez, Gómez, & García, 2016). También participan en este mercado grandes consumidores de electricidad o usuarios no regulados. El ente regulador que establece las reglas aplicables a este mercado es la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). Además de abastecer el mercado interno, Colombia exporta e importa energía con Ecuador y Venezuela a través de interconexiones con esos países. Según Flórez et al. (2016), a partir de enero de 1997 se utilizó un mecanismo de pago para remunerar la disponibilidad de recursos a través del *cargo por capacidad* y en noviembre de 2006 se cambió al *cargo por confiabilidad* con el fin de asegurar la disponibilidad de *energía firme* a largo plazo y en periodos de escasez, independientemente de la tecnología, garantizando ingresos al generador para la inversión, para lo cual se subastan obligaciones de energía firme (OEF) para cubrir la demanda en esos casos.

El mercado se rige por la oferta y la demanda en el cual empresas comercializadoras y grandes consumidores adquieren la energía a través de contratos celebrados con los generadores (i.e., agentes económicos públicos y privados), los cuales están integrados al sistema interconectado (Compañía Expertos en Mercados [XM], 2016a). Los comercializadores y usuarios no regulados celebran contratos de energía con los generadores estableciendo el precio de electricidad sin intervención del Estado; estos pueden vender a los usuarios no regulados a precios libres y a los regulados a precios controlados. Según XM (2016a), el precio de la electricidad se establece entre las partes mencionadas sin intervención

del Gobierno. La energía puede ser transada de dos maneras: (a) mediante contratos bilaterales a largo plazo con otros generadores, comercializadores, o directamente con los grandes consumidores o usuarios no regulados (i.e., aquellos cuya demanda es 100 kW o 55 MWh/mes); o (b) en el mercado de la bolsa de energía o de corto plazo en el que están obligados a participar todos los generadores registrados con reglas de cotización. Los generadores adicionalmente reciben un ingreso del cargo por confiabilidad dependiendo de su aporte a la robustez del sistema y su disponibilidad real.

**Entorno internacional.** Durante 2015 en el ámbito mundial, el 81% de la energía consumida provino de fuentes fósiles y tan solo el 19% provino de fuentes renovables. El desarrollo de las fuentes no convencionales de energía renovables (FNCER) es una necesidad globalmente; puesto que a diferencia de las fuentes fósiles, las cuales están muy relacionadas con coyunturas económicas, geopolíticas, y de una escasa distribución geográfica, las FNCER ya sean de una u otra fuente, se encuentran disponibles en todo el planeta, en menor o mayor proporción, generando una buena alternativa en la producción de energía para el desarrollo socioeconómico de los países (UPME, 2015b). Asimismo, se ha comprobado que con los actuales desarrollos tecnológicos, la calidad de la energía generada de manera alternativa cumple con los estándares eléctricos para interconexión y distribución, más aún la mezcla de generación tradicional y alternativa aumenta la confiabilidad de los sistemas energéticos derrumbando algunos mitos sobre este aspecto técnico.

Existe en Latinoamérica un caso de éxito actual y es el de Uruguay donde se están generando 1.5 GW provenientes de energía eólica, lo que representa el 45% de la capacidad de generación uruguaya. Al ser este un país que carece totalmente de combustibles fósiles, su generación provenía totalmente de hidroeléctricas, dependiendo así de las condiciones climáticas y de interconexiones con países vecinos con ofertas energéticas diversificadas. Para disminuir esta dependencia, en 2007 el Gobierno uruguayo tomó la decisión estratégica

de diversificar su oferta apostando por la energía eólica lo cual ha mitigado ampliamente la dependencia del clima y de los países vecinos (Ferreño, 2016).

**Entorno nacional.** Para finales de 2015, la capacidad efectiva neta del Sistema Interconectado Nacional (SIN) fue 16,420 MW con una participación del 66.6% con hidroelectricidad, 28.42% con centrales térmicas, y 4.98% con las demás tecnologías; y generó 66,548.5 GWh, de los cuales 63.8% fueron hidráulicos, 31% térmicos, y 5.2% de menores y cogeneradores. Entre setiembre y diciembre de 2015 el fenómeno de El Niño fue uno de los más fuertes desde mediados del siglo pasado y causó un déficit hídrico que conllevó a un crecimiento del 12.1% de generación térmica versus 2014 (XM, 2016b). Se presentan algunas cifras estadísticas en la Tabla 1, en la cual se resume la capacidad instalada neta del SIN al 31 de diciembre de 2014 y 2015.

Tabla 1

*Capacidad Efectiva Neta del SIN al 31 de Diciembre de 2014 y 2015 (MW)*

Recursos	2014	2015	Participación (%)	Variación 2014-2015 (%)
Hidráulicos	10,315	10,892	66.60	5.59
Térmicos	4,402	4,743	28.42	7.19
Gas	1,757	1,548		-13.50
Carbón	1,003	1,339		25.09
Fuel-Oil				
Combustóleo	297	299		0.67
ACPM	1,023	1,247		17.96
Jet1	46	46		0.00
Gas-Jet A1	276	264		-4.55
Menores	694.65	698.42	4.48	0.54
Hidráulicos	584.88	608.55		3.89
Térmicos	91.35	71.45		-27.85
Eólica	18.42	18.42		0.00
Cogeneradores	77.3	86.6	0.50	10.74
<b>Total SIN</b>	<b>15,489</b>	<b>16,420</b>	<b>100.00</b>	<b>5.67</b>

*Nota.* Tomado de “Informe de Operación del SIN y Administración del Mercado 2015,” por XM Compañía Expertos en Mercados (XM), 2016b, p. 22. Medellín, Colombia: Autor.

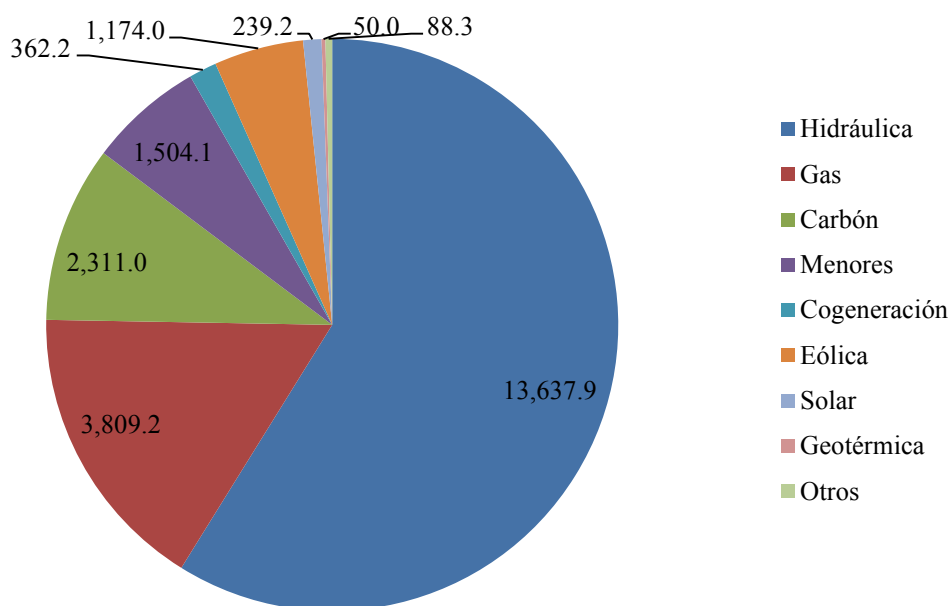


La Tabla 1 muestra que la oferta energética colombiana se concentra en un 95.02% en la generación tradicional por medio de energía hidráulica y térmica siendo así el SIN altamente dependiente de fenómenos climáticos (i.e., fenómeno de El Niño que disminuye las lluvias) y de la volatilidad de los precios de los combustibles fósiles.

***Entorno nacional deseado.*** En un contexto general para 2050, Colombia debe quintuplicar su capacidad de producción y transmisión de energía eléctrica, lo cual genera oportunidades y deja una posibilidad interesante a la implementación de este tipo de energías (i.e., FNCER). Y de igual manera, se pretende que para este año, la oferta de generación eléctrica en Colombia, incluya de manera significativa las FNCER, con el fin de lograr procesos más eficientes, limpios, y sostenibles; para así generar un mayor valor al actualmente producido por las fuentes tradicionales de energía eléctrica (UPME, 2015b).

Como parte del ejercicio de modelamiento prospectivo, se estudiaron y definieron posibles escenarios para la matriz energética de generación del país, con base en la dotación de recursos naturales, el registro de proyectos, y las solicitudes de conexión, encontrando que se requieren entre 4,208 y 6,675 MW de expansión para la próxima década, adicionales a los ya definidos mediante el cargo por confiabilidad; pasando de una capacidad instalada al final de 2014 de 15,626 MW a una capacidad instalada esperada a 2029 de 23,175.9 MW; es decir 7,549.9 MW adicionales, equivalentes a una expansión de 48.32% en el SIN (UPME, 2015c).

En la Figura 1 se muestra el escenario que propone una mezcla óptima de todas las fuentes de energía primaria, tanto convencionales como no convencionales y se sustenta principalmente en generación térmica a partir de carbón con alrededor de 1,000 MW; en generación eólica en el norte de La Guajira del orden de 1,200 MW; en generación hidráulica cercana a los 1,500 MW; en aproximadamente 500 MW para proyectos solares, geotérmicos, y biomasa; y en 700 MW de generación menor (UPME, 2015c). De acuerdo con los datos de los proyectos de expansión esperados, se observa que el mayor crecimiento está dado por el impulso a las energías alternativas con 1,700 MW instalados para 2029.



*Figura 1.* Mix de tecnologías para la capacidad instalada esperada a 2029 (MW). Adaptado de “Plan de Expansión de Referencia: Generación – Transmisión 2015-2029,” por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), 2016c, p. 244. Bogotá, Colombia: Autor.

Con el panorama anteriormente expuesto, la implementación y desarrollo de fuentes alternativas de energía adquiere importante relevancia para que puedan sustituir de manera parcial las fuentes fósiles de energía en las próximas décadas y así satisfacer la demanda doméstica de energía y mitigar la amenaza latente de la importación de fuentes energéticas convencionales como lo son los combustibles fósiles. La implementación de las FNCER en la diversificación de la oferta energética y eléctrica, traería al país grandes beneficios, fundamentados en: (a) la disponibilidad de recursos, (b) la reducción en los costos de inversión asociados al aprovechamiento y avances tecnológicos relacionados con las energías eólicas y solar principalmente, y de igual manera (c) la generación de electricidad y calor a partir de la biomasa y geotérmica (UPME, 2015b).

***Impulso al sector de las energías alternativas en Colombia.*** A partir de: (a) los casos de éxito en diferentes países del mundo; (b) conocer las diferentes maneras en que se motivó a los inversores privados en llevar a cabo proyectos de generación de energía alternativa; (c) el desarrollo actual de las tecnologías de generación; y (d) diferentes estudios de entidades como la UPME donde se demuestra el importante potencial en el norte del país,

especialmente en el departamento de la Guajira, donde existen las condiciones físicas para medianos y grandes proyectos de generación eólica y solar, pudiendo llevar bienestar a esta desolada región del país; en este contexto el Gobierno colombiano creó la ley *Por Medio de la Cual se Regula la Integración de las Energías Renovables no Convencionales al Sistema Energético Nacional* (Ley 1715, 2014), y desde su promulgación se ha estado reglamentando por medio de decretos buscando promover la confianza en el inversionista por medio de prebendas para hacer las inversiones necesarias en proyectos que lleven a diversificar la oferta energética colombiana al escenario ideal.

**Contexto general de la Ley 1715 de 2014.** En un país como Colombia donde la concentración de la riqueza está dada por la conformación de monopolios que son los que han regido la economía y el desarrollo de los diferentes sectores industriales del país, se hace fundamental la implementación de leyes que ayuden e incentiven la investigación y generación de nuevas industrias, como es el caso de las fuentes de energía no convencionales, las cuales están reglamentadas en la mencionada ley.

**Disposiciones generales.** Esta ley ofrece un marco jurídico que tiene como objeto promover la inversión, investigación, y desarrollo de fuentes no convencionales de energía, principalmente las de carácter renovable, buscando integrarlas al mercado eléctrico, participar en zonas no interconectadas, y darle otros usos energéticos en pro del desarrollo económico sostenible y buscando una gestión eficiente de la energía para poder responder a la creciente demanda. Las finalidades de esta ley son (Ley 1715, 2014):

- Orientar las políticas públicas y definir los instrumentos tributarios, contables, y arancelarios para el cumplimiento de la ley;
- Incentivar la penetración de las fuentes no convencionales de energía;
- Establecer mecanismos de cooperación y coordinación entre el sector público, privado, y los usuarios para el desarrollo de las FNCER;

- Establecer el deber a cargo del Estado a través de las entidades del orden nacional, departamental, y municipal;
- Estimular la inversión, la investigación, y el desarrollo para la producción de energía no convencional;
- Establecer criterios y principios que complementen el marco jurídico actual que den estabilidad al desarrollo de FNCER; y
- Fijar bases legales para establecer estrategias nacionales y de cooperación con el objetivo de cumplir esta ley.

Esta ley ha sido declarada como de utilidad pública e interés social; por lo tanto, se considera fundamental para: (a) asegurar la diversificación del abastecimiento energético pleno y oportuno, (b) la competitividad de la economía colombiana, (c) la protección del medioambiente, (d) el uso eficiente de la energía, y (e) la preservación y conservación de los recursos naturales renovables. Por todo lo anterior, tendrá primacía en todo lo referente al ordenamiento del territorio, urbanismo, planificación ambiental, y fomento económico.

**Promoción.** El Gobierno nacional promoverá la generación de la electricidad con FNCER a través de los lineamientos de la política energética, beneficios fiscales, y campañas publicitarias. Adicionalmente promoverá la autogeneración a pequeña y gran escala con mecanismos como (Ley 1715, 2014):

- Entrega de excedentes;
- Sistemas de medición bidireccional;
- Entrega de energía por parte de generadores distribuidos;
- Venta de créditos de energía;
- Programas de divulgación masiva; y
- Programas de divulgación focalizada.

**Incentivos a la inversión en proyectos FNCER.** Como fomento a la investigación, desarrollo, e inversión tanto en la producción como utilización de energía a partir de FNCER,

se definirán incentivos para la generación de energías no convencionales, para quienes están obligados a declarar renta, donde tendrán derecho a reducir el 50% del valor total de la inversión realizada, por los cinco años siguientes al año gravable en que hayan realizado la misma. Todos los equipos, maquinaria, elementos, servicios nacionales o importados que se destinen para la producción y utilización de FNCER estarán excluidos del IVA. Adicional a esto, las inversiones en nuevos proyectos que impliquen importación de maquinaria, equipo, e insumos destinados a la preinversión o inversión en proyectos de FNCER gozarán de exención del pago de derechos arancelarios. De igual forma se aplicará el régimen de depreciación acelerada (Ley 1715, 2014).

***Desarrollo de las FNCER.*** Después de estudiar y analizar las condiciones propias de la naturaleza de la fuente para su reglamentación técnica de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), serán consideradas como FNCER los siguientes recursos (Ley 1715, 2014):

- Biomasa forestal;
- Repoblaciones forestales energéticas;
- Biomasa agrícola;
- Energía de residuos;
- Desarrollo de energía solar;
- Energía eólica;
- Desarrollo de energía geotérmica;
- Desarrollo de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos; y
- Energía de los mares.

***Desarrollo y promoción de la gestión eficiente de la energía.*** Respecto al desarrollo del Programa del Uso Racional y Eficiente de la Energía y Demás Formas de Energía No Convencionales (PROURE), el Ministerio de Minas y Energía (MME), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público

(MHCP) deberán desarrollar una serie de instrumentos técnicos, jurídicos, financieros, de planificación, y campañas de información y concientización (Ley 1715, 2014).

***Desarrollo y promoción de FNCER y gestión eficiente en las zonas no interconectadas.*** El MME promoverá el desarrollo de soluciones híbridas que combinen fuentes locales de generación con fuentes diésel. Cuando sea más eficiente emplear el gas licuado del petróleo (GLP) a cambio del diésel, se dará al uso del GLP las mismas condiciones en términos de subsidios (Ley 1715, 2014).

***Acciones ejemplares del Gobierno nacional y la administración pública.*** El Gobierno nacional adoptará acciones tendientes a la supresión de barreras técnicas, administrativas, y de mercado para el desarrollo de las FNCER y la promoción de la gestión eficiente de la energía (Ley 1715, 2014).

***Ciencia y tecnología.*** Las administraciones públicas fomentarán las actividades de investigación, desarrollo tecnológico, e innovación de interés en los campos de las FNCER; esto se hará dentro del marco de referencia de los sucesivos planes nacionales de desarrollo (Ley 1715, 2014).

***Otras consideraciones relacionadas con aspectos medioambientales.*** Se formularán y adoptarán procedimientos para la realización y evaluación de los estudios de impacto ambiental de los proyectos, así como el impacto energético sobre las instalaciones. De igual forma, los vertimientos y las emisiones establecidas para las instalaciones, en ningún caso podrán ser más rigurosos que los límites establecidos para las fuentes de energía convencionales (Ley 1715, 2014).

***Seguimiento y cumplimiento.*** Para el adecuado cumplimiento de esta ley, se deberá hacer seguimiento y evaluación de los proyectos enfocados a (Ley 1715, 2014):

- Los planes y programas de ahorro para la gestión eficiente de la energía;
- El plan de FNCER;

- La evolución del escenario energético general; y
- La planificación de las redes de transporte de electricidad y de gas natural.

## **1.2 Conclusiones**

El Sector de las FNCER en Colombia se muestra con altas perspectivas y proyecciones de crecimiento en los próximos años; debido a la entrada en vigencia de la Ley 1715 de 2014; además de proveer para el país una fuente relativamente nueva de generación de empleo, puesto que hasta el momento y antes de la entrada en vigencia de esta ley, el sector de las FNCER era incipiente y de bajo desarrollo. Este sector también va a llevar desarrollo y generación de empleo a zonas alejadas del país y que hacen parte de las zonas no interconectadas (ZNI).

El Gobierno colombiano por medio del MME, a través de los Gobiernos departamentales y en asociación con la empresa privada debe fomentar el desarrollo de estas industrias; puesto que el marco de la ley lo contempla y de igual manera existen las herramientas tributarias para la creación de empresas que desarrollen proyectos de este tipo.

Colombia con el alto potencial de producción de FNCER puede convertirse en un actor importante en la generación de este tipo de energías en la región, debido a su extensión territorial, alta luminosidad, zonas con corredores de vientos muy importantes, dos océanos con 3,000 km de costas que tienen una capacidad potencial de producir 30 GW.

## **Capítulo II: Visión, Misión, Valores, y Código de Ética**

Se presentan algunos antecedentes del sector de las FNCER en Colombia, para así poder formular la visión, misión, valores, y código de ética.

### **2.1 Antecedentes**

El sector de las FNCER tendrá un rol estratégico en la generación nacional de energía, debido al apoyo del Gobierno con la creación de condiciones legales y el involucramiento de la empresa privada que permitirán el desarrollo acelerado del sector. Lo anterior acompañará el aumento de la demanda requerida del país para los próximos años que se estima sea del 50% a 2029 y la necesidad de integrar más regiones a la red interconectada nacional. Es así como la misión considera diversificar la oferta energética con FNCER y la visión se orienta al aumento de la participación a 2015.

### **2.2 Visión**

Al 2029 el sector de las FNCER alcanzará una capacidad instalada de 2,200 MW correspondiente al 9% de la capacidad instalada del sistema eléctrico nacional colombiano, diversificando la oferta energética de Colombia para reducir la alta dependencia de la generación hidráulica y térmica, disminuyendo el impacto de los fenómenos climáticos y geopolíticos en el sistema energético del país, entregando energía a las zonas no interconectadas, contribuyendo así al desarrollo social y económico colombiano, buscando sostenibilidad e innovación permanente, que persigan el objetivo global de reducción de la “huella de carbono”. En 2015 la capacidad instalada fue 18.42 MW correspondientes al 0.12% de la capacidad instalada.

### **2.3 Misión**

Generar energía a partir de FNCER en Colombia para aumentar su participación en la oferta de generación energética del país, disminuyendo la dependencia de la generación hidroeléctrica afectada por los fenómenos climáticos y la térmica afectada por fenómenos



geopolíticos y por su aporte a la generación de gases de efecto invernadero, aumentando la confiabilidad del suministro y el uso de nuevas tecnologías con costos de inversión y producción cada vez menores y a corto plazo comparables y cercanos a los costos de tecnologías de generación convencional.

## **2.4 Valores**

Los valores propuestos para el sector en análisis se enmarcan en los enunciados por empresas representativas del sector como Interconexión Eléctrica Sociedad Anónima (ISA) y XM, ajustados a las FNCER (ISA, 2015):

- **Innovación:** Invertir constantemente en tecnologías para generar energías a partir de FNCER con mayor confiabilidad y seguridad;
- **Excelencia:** Generar energía eléctrica de calidad que permita la interconexión con el sistema de transmisión, distribución, y comercialización; y en los servicios a usuarios finales;
- **Responsabilidad social:** Compromiso con la búsqueda del bienestar general de la sociedad con respeto al medioambiente;
- **Honestidad:** Actuar bajo el cumplimiento de las normas y disposiciones legales, rechazando actos de corrupción y considerando las necesidades de los grupos de interés, empleados, proveedores, y clientes;
- **Sentido económico:** Rentabilidad y sostenibilidad financiera a largo plazo para las empresas que inviertan en el sector; y
- **Protección del medioambiente:** Como valor fundamental en la producción de energías renovables para disminuir la huella de carbono.

## **2.5 Código de Ética**

Para esta definición, se tomaron como base los principios del código de ética de empresas del sector (ISA, 2015):

- Respetar y cumplir las leyes y regulaciones vigentes en el país;
- Rechazar y denunciar prácticas corruptas, pagos destinados a grupos armados al margen de la ley o que contribuyan al terrorismo o al lavado de activos;
- Mantener relaciones respetuosas con la sociedad y en especial con comunidades ubicadas en las cercanías a la infraestructura instalada enmarcadas en operaciones que mantengan la seguridad;
- Respeto y promoción de los derechos humanos reconocidos por legislaciones nacionales y globales;
- Promover relaciones honestas y constructivas entre las empresas del sector; y
- Compromiso con la protección al medioambiente como principio fundamental en la generación de energías a partir de las FNCER.

## **2.6 Conclusiones**

En este capítulo se describieron los antecedentes partiendo del apoyo del Gobierno para incentivar la diversificación de la oferta energética y aumentar la participación de las FNCER para fundamentar la visión y misión que guían el planeamiento estratégico; todo ello amparado en valores y código de ética construidos a partir de los que rigen a ISA y XM, compañías representativas del sector.

### Capítulo III: Evaluación Externa

En este capítulo, se analiza el entorno de Colombia, su relación con otros países, y cómo estas relaciones afectan la industria o sector de las FNCER, identificando las posibles fortalezas y amenazas, para tener un mejor entendimiento del entorno en el cual se desarrolla esta industria.

#### 3.1 Análisis Tridimensional de las Naciones

Este análisis permite evaluar la relación del país y el sector de las FNCER con otros países y la situación global, utilizando tres grandes dimensiones que son: los intereses nacionales, los factores del potencial nacional, y los principios cardinales, para reconocer las potenciales oportunidades y amenazas del país y del sector, tal y como lo señaló Hartmann (1978) en *The Relations of Nations* [Las Relaciones de las Naciones].

##### 3.1.1 Intereses nacionales. Matriz de Intereses Nacionales (MIN)

El análisis de esta matriz permite evaluar e identificar intereses con países vecinos y los principales socios económicos. Los intereses a analizar son: de supervivencia o crítico, vital o peligroso, importante o serio, y periférico o molesto (D'Alessio, 2015).

El *Plan de Desarrollo 2014-2018* presenta como objetivo construir una Colombia en paz, equitativa, y educada. A partir de ello, la política exterior del país, el mandato presidencial para trabajar en un posible posconflicto, y los lineamientos de la Presidencia de la República, la Cancillería, el Ministerio de Defensa, el Departamento Nacional de Planeación (DNP), y la Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia (APC Colombia) tiene los siguientes objetivos estratégicos: (a) focalizar y dinamizar la cooperación internacional que recibe Colombia priorizada en construir la paz, el desarrollo rural sostenible, y la conservación y sostenibilidad ambiental; y (b) contribuir a la política exterior con conocimiento de valor y generando beneficios para el desarrollo de Colombia y

los socios en la Cooperación Sur Sur y Triangular a través de estrategias regionales, programas bilaterales, alianzas estratégicas, e integración regional (APC Colombia, 2015). Por otra parte, a países como Reino Unido les interesa la seguridad y prosperidad de Colombia por el potencial del país para la inversión británica en sectores como salud, transporte, defensa, y energía (“Reino Unido Dice,” 2016). Colombia cuenta con alianzas con EE.UU., China, Alemania, Japón, Reino Unido, Francia, Rusia, Brasil, México, Irán, Turquía, e India, entre otros; realiza gestiones bilaterales, triangulares, y multilaterales con Centroamérica y países como Canadá, EE.UU., México, Perú, Ecuador, o Chile, y organizaciones como la OEA para enfrentar amenazas comunes y compartir experiencias y realizar esfuerzos conjuntos en pro de la defensa y seguridad (Ministerio de Defensa Nacional [MINDEFENSA], 2016). Con Venezuela, país vecino, en agosto de 2016, tras la apertura gradual de la frontera, los Gobiernos manifestaron su interés en acuerdos sobre seguridad y lucha contra el contrabando y comercio (“Colombia y Venezuela,” 2016). A partir de lo anterior, y los intereses comerciales del país, se propone la Matriz de Intereses Nacionales (ver Tabla 2).

### **3.1.2 Potencial nacional**

A continuación se desarrollan aspectos como la demografía, economía, geografía, tecnología, historia, organización, y milicia del país.

*Aspecto demográfico.* Según el último censo oficial realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en el año 2005; la población total ajustada en Colombia corresponde a 42'888,594 de habitantes, de los cuales el 51.4% corresponde a mujeres y el 48.6% a hombres. Además, está repartida en 74.3% en población urbana y el 25.7% en población rural, y es la cuarta población más grande del continente americano y la segunda más grande de Sudamérica después de Brasil. Tiene una esperanza de vida media de 69 años para los hombres y de 76.31 años para las mujeres, con una media de esperanza de

vida de 72.56 años para la población en general (DANE, 2006). A 2016, el reloj del DANE (2016a) proyecta una población de 48'747,708 habitantes de los cuales 49.37% corresponde a mujeres y 50.62% a hombres.

Tabla 2

*Matriz Intereses Nacionales de Colombia*

Interés	Intensidad del interés			
	Supervivencia (crítico)	Vital (peligroso)	Mayores (serio)	Periférico (marginal)
1. Construir la paz		CSS (+)		
2. Desarrollo rural sostenible			CSS (+)	
3. Conservación y sostenibilidad ambiental		CSS (+)		
4. Expansión empresarial a mercados externos			Asia (+) Panamá (+) Chile (+) Argentina (+) Brasil (+) México (+) Uruguay (+) Ecuador (+) Guatemala (+) Honduras (+)	Venezuela (+)
5. Aumento del comercio		AP (+) China (+) UE (+)	Asia (+) Centroamérica (+)	
6. Infraestructura de interconexión internacional		Panamá(+) Nicaragua (+) Costa Rica (+) Honduras (+) El Salvador (+) Guatemala (+) Perú (+) Ecuador (+) Chile (+) Bolivia (+)		
7. Seguridad y defensa nacional		EE.UU. (+) China (+) Alemania (+) Japón (+) Reino Unido (+) Francia (+) Rusia (+) Brasil (+) México (+) Irán (+) Turquía (+) India (+) Centroamérica (+) Canadá (+)		

*Nota.* CSS = Cooperación Sur Sur conformada por: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, España, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Portugal, República Dominicana, y Uruguay. AP = Alianza del Pacífico. UE = Unión Europea. (+) Intereses comunes. (-) Intereses opuestos. Adaptado de "El Proceso Estratégico: Un Enfoque de Gerencia (3a ed.)", por F. A. D'Alessio, 2015, p. 95. Lima, Perú: Pearson.

Se estima que la población en Colombia alcance los 50 millones de habitantes a finales de 2018 o comienzos de 2019; para lo cual se realizará en 2017 el primer censo electrónico en Colombia. Con este aumento de la población se prevé un aumento en la demanda en el consumo de energía, según DANE (como se citó en “Colombia se Prepara,” 2016).

**Aspecto geográfico.** Colombia cuenta con 6,342 km de fronteras terrestres y limitando por el oriente con Venezuela 2,219 km, que corresponde a la frontera más grande, y con Brasil 1,645 km; por el sur con Ecuador 586 km y Perú con 1,626 km; y por el noreste con Panamá con 266 km. Tiene fronteras marítimas con Nicaragua, Costa Rica, República Dominicana, Haití, Honduras, y Jamaica (Toda Colombia, s.f.-a), con 3,830 km de línea costera, 1,642 km sobre el mar Caribe, y 3,830 km sobre el Océano Pacífico, siendo esta la más grande (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras [INVEMAR], 2005). Estos accesos a los dos principales océanos y una línea costera tan extensa le permite tener un potencial de energía mareomotriz, con capacidad potencial de producir 30 GW (Centro Virtual de Noticias [CVN], 2014).

**Aspecto económico.** Entre 2015 y lo acumulado de 2016, la economía colombiana ha atravesado fuertes problemas que generaron deterioro en los términos de intercambio, el ingreso nacional, y aumento en el costo de financiación externa y balance comercial. Esto debido principalmente a la caída de los precios del petróleo, el fenómeno de El Niño, y la desaceleración de los principales socios comerciales de Colombia como son Venezuela y Ecuador. En respuesta a estos choques, el gasto se redujo del 6% en 2014 al 3.6% en 2015. El IPC pasó de 3.66% en 2014 a 6.77% en 2015. El déficit de intercambio refleja una importante caída en las exportaciones del país, lo cual para 2016 representa una caída acumulada del 33%. Esto relacionado con las menores ventas externas de crudo y sus derivados (US\$14,646 millones), con menor impacto por la caída del valor exportado de carbón (US\$2,250 millones) y productos industriales (US\$1,403 millones), impactados, por las restricciones al comercio exterior impuestas por Ecuador y Venezuela. El choque en

términos de intercambio fue absorbido principalmente por un fuerte aumento en la tasa de cambio, lo que llevó a una devaluación nominal del 24.17% en 2014 y del 31.64%<sup>3</sup> en 2015. Para 2016 se proyecta una tasa de crecimiento económico del 2.7%, entre un rango del 2.7% al 3.2% (Banco de la República de Colombia, 2016a, 2016b).

**Aspecto tecnológico-científico.** Colombia no es un país industrializado dado que no cuenta con tecnología de punta y tampoco es un país innovador. Básicamente toda la tecnología es importada principalmente de EE.UU., la UE, y Asia. A pesar de ello, Colombia, por medio del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS), DNP, y Ministerio de Comercio proyecta invertir el 1% del PIB para proyectos de ciencia, tecnología, e innovación, a través de las empresas altamente innovadoras (EAI) según *COMPES 3834* de 2015. Igualmente, la Ley 1715 de 2015 contempla el desarrollo e innovación de la industria de las FNCER (COLCIENCIAS, 2016).

**Aspecto histórico-psicológico-sociológico.** Colombia fue fundada en 1810, a partir del virreinato de La Nueva Granada y en 1886 toma su nombre actual de República de Colombia. Es un Estado de derecho descentralizado, participativo, pluralista, y democrático. La Constitución actual vigente de 1991 es una reforma de la Constitución de 1886 (Misión Permanente de Colombia ante las Naciones Unidas, 2015). En Colombia existen varios partidos políticos. Desde su formación, los partidos tradicionales son el Liberal y el Conservador. Otros partidos relevantes más recientes son el Partido de La U, Centro Democrático, Polo Democrático Alternativo, Alianza Verde, y Partido Comunista Colombiano. Asimismo, desde su fundación, Colombia ha participado en diferentes conflictos internos como lo fueron la Patria Boba y la Guerra de los Mil Días, entre otros; además del conflicto armado interno cuyos principales participantes son las guerrillas de las FARC y ELN; grupos con los cuales actualmente se vienen desarrollando procesos de paz; y los paramilitares. A pesar de la desmovilización de los principales grupos paramilitares, este fenómeno aún persiste en el país, asociados a las bandas criminales y al negocio del narcotráfico.

**Aspecto organizacional-administrativo.** Colombia cuenta con tres poderes, el Ejecutivo, el Legislativo, el Judicial, y la Organización electoral (Misión Permanente de Colombia ante Las Naciones Unidas, 2015):

- El Poder Ejecutivo: Encabezado por el Presidente de la República, quien gobierna por un periodo de cuatro años. En el año 2015 se abolió la reelección presidencial. También lo componen el Vicepresidente de la República, los ministros, los directores de departamentos administrativos, gobernadores, alcaldes, y los directores de las empresas del Estado.
- El Poder Legislativo: Conformado por el Congreso de la República, que a su vez está compuesto por el Senado y Cámara, y su función es la de ejercer control político y administrativo al Gobierno.
- El Poder Judicial: Está compuesto por la Corte Constitucional, Corte Suprema de Justicia, Consejo de Estado, Consejo Superior de La Judicatura, Fiscalía General de La Nación, Tribunales, jueces, y la Justicia Penal Militar.
- La Organización Electoral: Que está conformada por el Consejo Nacional Electoral y la Registraduría Nacional, que son entes independientes.

**Aspecto militar.** Las Fuerzas Armadas en Colombia están conformadas por el Ejército Nacional con 246,325 efectivos, la Policía Nacional con 176,557 efectivos, la Armada Nacional con 33,824 efectivos, y la Fuerza Aérea con 13,928 efectivos. Lo que hace que sea el segundo país con la Fuerza Armada más grande del continente en número de hombres o efectivos después de EE.UU. (“Pie de Fuerza,” 2014; “Los Siete Ejércitos,” 2015).

### **3.1.3 Principios cardinales**

A continuación se analizan los cuatro principios cardinales para el sector FNCER, los cuales son: (a) la influencia de terceras partes, (b) los lazos pasados y presentes, (c) el contrabalance de los intereses, y (d) la conservación de los enemigos.

**Influencia de terceras partes.** Colombia, en su estrategia de crecimiento y desarrollo, mantiene relaciones comerciales con varios países con los cuales busca fortalecer el comercio



internacional y promover la IED. La Figura 2 ilustra los acuerdos comerciales vigentes del país.



*Figura 2.* Acuerdos comerciales vigentes Colombia.

CAN = Comunidad Andina. Bolivia, Ecuador y Perú. CARICOM = Acuerdo de Alcance Parcial sobre comercio y cooperación económica y técnica entre la República de Colombia y la Comunidad del Caribe. El acuerdo aplica con los siguientes países: Trinidad y Tobago, Jamaica, Barbados, Guyana, Antigua y Barbuda, Belice, Dominica, Granada, Monserrat, San Cristóbal y Nieves, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas. EFTA = Acuerdo de Libre Comercio entre la República de Colombia y los Estados AELC (Asociación Europea de Libre Comercio: Suiza, Liechtenstein, Noruega, e Islandia). Tomado de “Acuerdos Vigentes,” por el Ministerio de Comercio, Industria, y Turismo (MINCIT), 2016a. Recuperado de <http://www.tlc.gov.co/publicaciones.php?id=5398>

Un ejemplo que ilustra el beneficio de estos acuerdos es el recibido como país miembro de la Alianza del Pacífico, junto con Chile, Perú, y México, al recibir inversión extranjera para 427 proyectos por un valor de más de 20 millones de dólares (“Colombia se Ubica,” 2016). Durante el primer trimestre de 2016, el 58.5% de la IED provino de Canadá (43%), Holanda (9%), y EE.UU. (6%), seguidos por España, Inglaterra, México, Suiza, Alemania, Perú, y Chile con inversión de un dígito (MINCIT, 2016b).

Respecto a las inversiones en el exterior, Colombia es el cuarto inversor en Centroamérica, principalmente en Panamá, seguido por Guatemala, Salvador, Honduras, y Costa Rica (“Inversión Nacional,” 2016). Otras inversiones extranjeras a resaltar son la compra de Aguas Antofagasta en Chile por Empresas Públicas de Medellín (EPM), la compra de la participación latinoamericana de RSA en México, Uruguay, Paraguay, y Argentina por el Grupo Sura, la inversión de ADASA empresa colombo-hondureña en la autopista del Atlántico, la compra del 46% de la concesionaria del Aeropuerto Mariscal Sucre de Ecuador (Corporación Quiport) por Odinsa, la compra de GPA Brasil por Grupo Éxito, entre otras (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2016).

***Lazos pasados y presentes.*** En la región existen sistemas de energía eléctrica interconectados que buscan optimizar recursos, crear redes de mayor capacidad para consolidar el mercado, mejorar la confiabilidad del suministro, y lograr economías de escala que reduzcan los costos de energía. Algunas redes conectadas con Colombia son:

- El Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC), que integra los sistemas eléctricos de Panamá, Nicaragua, Costa Rica, Honduras, El Salvador, y Guatemala. SIEPAC hace parte del Plan Puebla, el cual le integra a México, Belice, y Colombia (Proyecto Mesoamérica [PM], s.f.).
- Sistema de Interconexión Eléctrica Andina (SINEA), que integra a Perú, Ecuador, Chile, Colombia, y Bolivia (PM, s.f.); y
- ISA Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. (ISA), que posee interconexiones entre Venezuela y Colombia, Colombia y Ecuador, y Ecuador y Perú (Business News Américas, s.f.).

**Contrabalance de los intereses.** La concientización sobre la importancia de la FNCER a nivel mundial como respuesta a los cambios climáticos, que busca aumentar la cobertura y disminuir la emisión de gases efecto invernadero, es cada vez mayor. Lo anterior se suma al interés en diversificar la oferta energética para disminuir la dependencia de las fuentes no renovables y mejorar la tecnología. Para 2015, al menos 164 países contaban con metas de energía renovable, un estimado de 145 tienen políticas de apoyo, y 126 tienen algún apoyo financiero para estos proyectos (*Renewable Energy Policy Network for the 21st Century* [REN21], 2016). A nivel internacional, China es el líder en capacidad instalada para generación eólica; por factor de utilización, EE.UU. es el líder en generación eólica con la segunda capacidad instalada; y Alemania se ha caracterizado por el desarrollo de energía solar y eólica (Aguilar & Sánchez, 2016). Colombia, por su parte, respalda este interés general a través de la Ley 1715 de 2014 con políticas que incentivan la implementación de estas tecnologías. Esta es una oportunidad.

**Conservación de los enemigos.** En 2015, la inversión global en FNCER fue de US\$285,900 millones, de los cuales China invirtió el 36%, y entre India y Brasil invirtieron el 18.5%. En Latinoamérica, a excepción de Brasil, los que más invirtieron fueron México (US\$3,900 millones), Chile (US\$3,400 millones), y Uruguay (US\$1,100 millones) (“Los Países de América Latina,” 2016). Latinoamérica dispone de recursos naturales que la hacen interesante para los inversionistas. Sin embargo, a Colombia le falta consolidar su reglamentación e inversión para ser más atractiva para los inversionistas que otros países de la región que están más adelantados en estos aspectos (“Qué le Falta,” 2016). Lo anterior amenaza la maduración del sector.

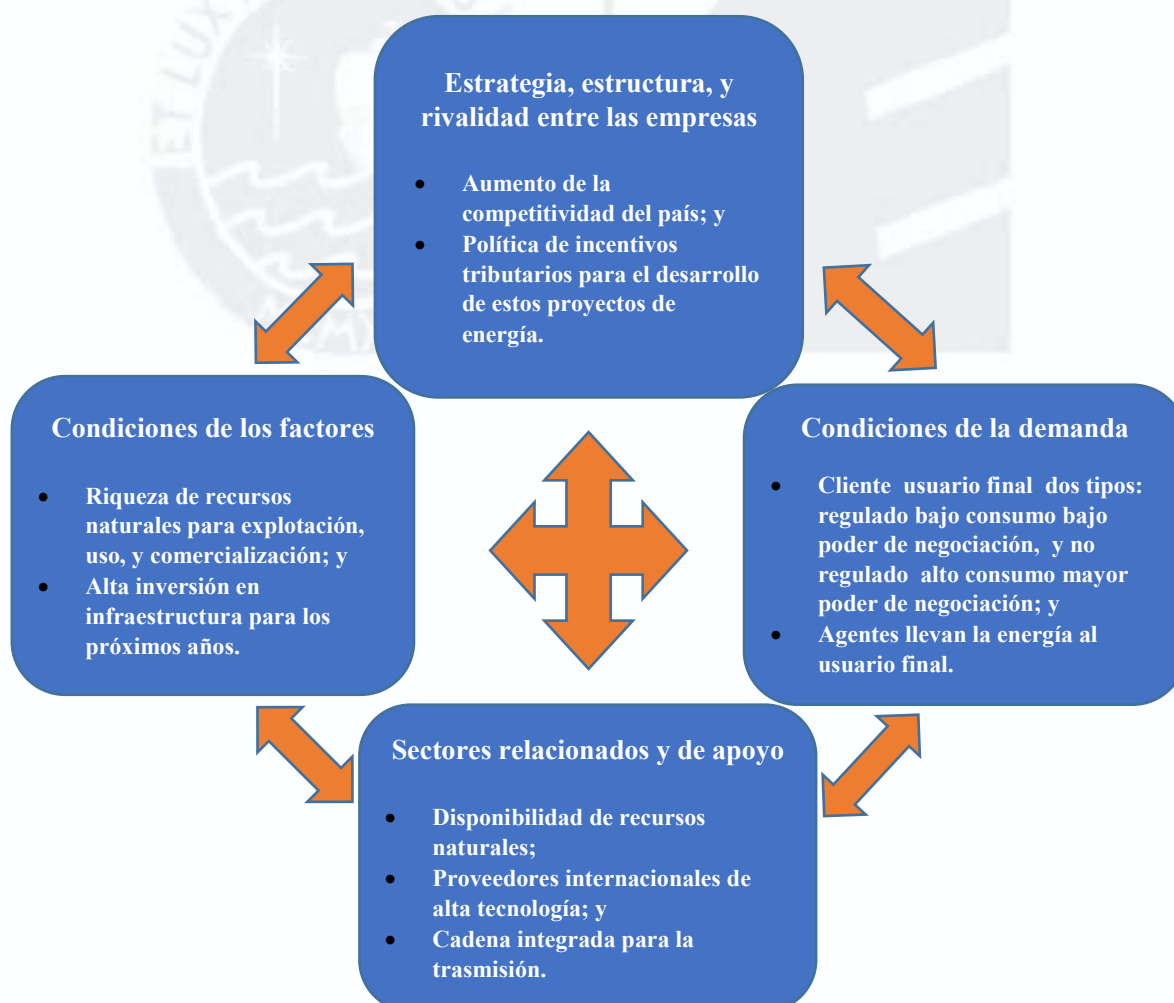
### **3.1.4 Influencia del análisis en el Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia**

En la evaluación de factores e intereses nacionales externos y que influyen de manera directa en el sector de las FNCER, resulta importante identificar oportuna y claramente las oportunidades y amenazas del sector, para así formular las estrategias que permitan la

implementación y el desarrollo del sector o las industrias de las FNCER en Colombia, y participar de manera activa y constante en la venta de energía en la bolsa de energía de Colombia. Es importante evaluar los diferentes factores que influyen y pueden afectar la competitividad del sector, los cuales se resumen en el Análisis PESTE (D'Alessio, 2015).

### 3.2 Análisis Competitivo del País

El desarrollo de este análisis de competitividad del país se basará en el concepto del diamante de la competitividad de las naciones de Porter (como se citó en D'Alessio, 2015), que se muestra en la Figura 3, esquema establecido en 1990 y con el cual se definen las cuatro fortalezas del poder de una nación denominados por el autor como los cuatro ases del póker, que generan o crean ventajas para competir, que van también acompañados de dos factores adicionales que son el Gobierno y el azar.



*Figura 3.* Modelo del diamante de la competitividad nacional de Porter. Adaptado de “El Proceso Estratégico: Un Enfoque de Gerencia (3a ed.)”, por F. A. D'Alessio, 2015, p. 109. Lima, Perú: Pearson.

**Condiciones de los factores.** Se refiere a la situación actual de los factores de producción que involucra los recursos, la infraestructura, y los bienes y servicios para competir en los diferentes sectores (D'Alessio, 2015).

**Condiciones de la demanda.** Hace referencia a la relación de los clientes con el producto y al sector del mercado al que pertenece. Existen tres atributos de la demanda que son: la composición de las necesidades de los compradores, el tamaño y tendencia del crecimiento de la demanda interna, y la manera como las preferencias domésticas de una nación son transmitidas a los mercados extranjeros. Para Porter, una ventaja competitiva está determinada más por la calidad de la demanda interna que por la cantidad (D'Alessio, 2015).

**La estrategia, estructura, y rivalidad de las empresas.** Corresponde al sistema administrativo adoptado por un país bajo el cual se rige la creación, organización, y gestión de empresas; así como la legislación y fomento de la competencia dentro de los diferentes sectores (D'Alessio, 2015).

**Los sectores relacionados y de apoyo.** Se refiere a la presencia de las industrias complementarias que pueden apoyar, acelerar, y hacer competitivo un sector. La cercana localización entre proveedores y la industria redundará en eficiencia, prontitud, y posiblemente en mejores costos (D'Alessio, 2015).

**Azar.** Este es determinante para crear interrupciones que permiten a las empresas saltar a posiciones competitivas (D'Alessio, 2015).

**Gobierno.** La política gubernamental de un país puede influir de manera importante en los cuatro determinantes, bien sea positiva o negativamente. Por ejemplo, los subsidios, impuestos, y educación de un país, son variables que afectan la competitividad de las industrias (D'Alessio, 2015).

### **3.2.1 Condiciones de los factores**

En cuanto a los recursos naturales, Colombia dispone de un alto potencial de recursos energéticos (carbón, principalmente en la Guajira). La explotación petrolífera es una de las

actividades principales de la economía nacional y generadora de gran cantidad de divisas.

Entre los recursos naturales de exportación se encuentran el oro, el níquel, el cobre, la plata, el platino, y las esmeraldas. La larga variedad de pisos térmicos permite que exista una importante producción agrícola y ganadera. La industria forestal y la pesca también son importantes (Colombia.com, s.f.).

En lo referente al sector de las FNCER, la ubicación de Colombia que le permite un clima diferenciado se vuelve un factor fundamental. Colombia se localiza en lo que se denomina la Zona Tórrida, que comprende el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio. Aunque el clima varía con la elevación, las regiones muestran temperaturas anuales que alcanzan un promedio de 24°C a 26.7°C. Cerca de los 455 m s. n. m. y hasta los 2,285 el clima es subtropical y desde los 2,285 hasta los 3,050 es templado (Colombia.com, s.f.-b).

En términos de infraestructura, Colombia tiene importantes oportunidades de desarrollo, la Figura 4 muestra la ubicación dentro de 138 países en variables como carreteras, vías férreas, puertos, y aeropuertos.

En el tema de vías, Colombia trabaja en el proyecto más grande de desarrollo, llamado las 4G, que cuenta con tres olas. En la ola uno están presupuestados nueve proyectos en zonas de la costa, el Pacífico y el centro del país. La segunda ola cuenta con otros nueve proyectos y más de 1,430 km de construcción. La tercera ola se compone de dos proyectos importantes para el desarrollo del noroccidente del país. Con lo anterior se muestra el interés del Gobierno colombiano en acelerar el crecimiento de infraestructura para el país en los próximos años.

Es pertinente considerar el Índice Global de Competitividad (IGC) del Reporte Global de Competitividad (RGC) para los años 2014-2015. Este índice califica a los países analizados de acuerdo con las variables de competitividad. Los resultados de este reporte son

un referente en términos políticos y de inversión. Las empresas grandes consideran este indicador para realizar inversiones o ejecutar estrategias en un país. Los planes de desarrollo de las naciones consideran las variables de este reporte, con el objetivo de mejorar la productividad de los países y su competitividad frente a la región donde se encuentran y su posición global (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2014).



Figura 4. Indicadores económicos: Índice de competitividad global<sup>a</sup>. Tomado de “Portal de la Cámara Colombiana de la Infraestructura,” por la Cámara Colombiana de la Infraestructura, 2016. Recuperado de <http://www.infraestructura.org.co/>  
<sup>a</sup>Puesto dentro de 138 países.

La variable preparación tecnológica ostenta una mejora de 19 posiciones y se convierte en el pilar con mejor variación anual. Asimismo, el pilar de entorno macroeconómico es el de mejor calificación y se ubica en el lugar 29, seguido de tamaño del mercado en la posición 32. Los pilares menos favorables y de menor calificación para Colombia son: instituciones (puesto 111), salud y educación primaria (105), y eficiencia del

mercado de bienes (109). Colombia se mantuvo en la séptima posición en la región, disminuyendo la diferencia con un grupo importante de países. Colombia ganó ventaja con economías grandes como México (-6), Brasil (-1), Panamá (-8), y Perú (-4). Aunque estos países se encuentran adelante en la calificación de Latinoamérica, se ve que Colombia ha disminuido parte de la diferencia (DNP, 2014).

En la calificación global, Suiza se mantiene como el país más competitivo. Las principales posiciones están en EE.UU., y tres economías asiáticas. En Latinoamérica, Chile es el país más competitivo. Los resultados de Colombia en el Índice Global de Competitividad (IGC), que en una escala de 1 a 7 pasó de 4.19 a 4.23, se desplazaron de la posición 69 a la 66 entre 144 países. El aumento se debe a factores de innovación y sofisticación, que pasó del lugar 69 al 64 (DNP, 2014).

El sector de las FNCER tiene la particularidad de ser complementario a la oferta de energía actual, es decir, que puede hacer uso de la infraestructura de interconectividad nacional, lo que le permite una rápida integración, pero en cuanto a la generación de la energía, es importante entender cuáles serían los proveedores en cada una de las alternativas de generación.

Colombia ha logrado en los últimos 30 años cierta experiencia en lo que a las tecnologías solar fotovoltaica y solar térmica se refiere, al igual que en el aprovechamiento energético de biomasa particulares como el bagazo de caña para efectos de cogeneración. De igual forma, la nación dispone de recursos como una irradiación solar promedio de 194 W/m<sup>2</sup> para el territorio nacional, vientos localizados de velocidades medias en el orden de 9 m/s, a 80 m de altura para el caso particular del departamento de La Guajira, y potenciales energéticos del orden de 450,000 TJ por año en residuos de biomasa, los cuales representan potenciales atractivos comparados con los de países ubicados en otras latitudes del planeta (UPME, 2015b). La Figura 5 muestra el mapa de radiación solar del país, actualizado a octubre de 2016.



## Brillo solar de Colombia por horas

Mientras el departamento de La Guajira recibe 8.3 horas de sol al día, Cauca tiene el menor promedio de brillo solar del país con 1,7 horas de luz solar al día.

### Horas de sol al día

- 2-3 horas
- 3-4 horas
- 4-5 horas
- 6-7 horas
- 7-8 horas

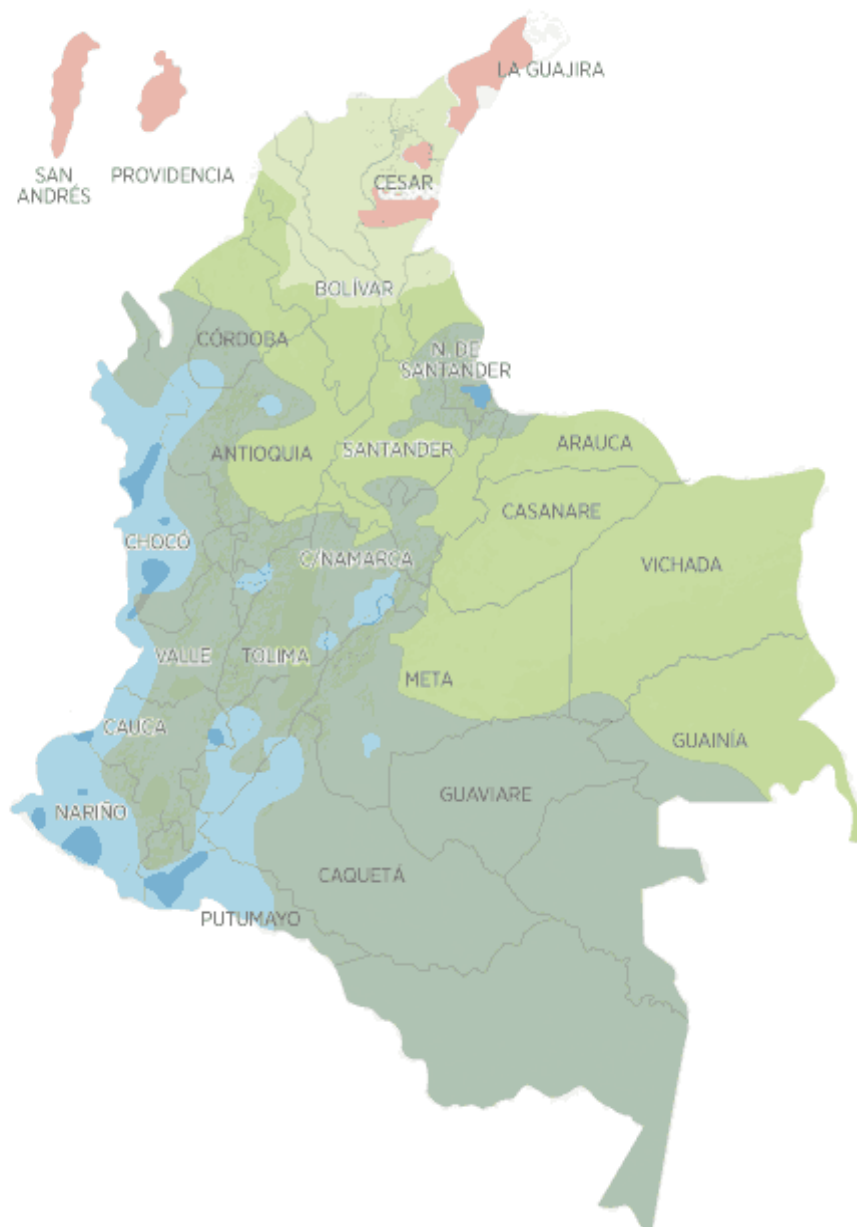


Figura 5. Mapa de radiación solar de Colombia.

Tomado de “Colombia Estrena Mapas Eólicos y de Radiación Solar,” 2015, *El Espectador*. Recuperado de <http://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/colombia-estrena-mapas-eolicos-y-de-radiacion-solar-articulo-595763>

Las condiciones para la integración están dadas, se dispone de los recursos energéticos, geográficos, y tecnológicos para acelerar el desarrollo de las FNCER, los cuales son oportunidades para el sector.

### 3.2.2 Condiciones de la demanda

Colombia depende en un 75% de las hidroeléctricas en términos de generación de energía. En Colombia, la Ley 697 de 2001 promueve el desarrollo de las FNCER en las ZNI, y de igual manera, el *Plan de Acción Indicativo del PROURE 2010-2015* determina una

participación del 20% de las FNCER en la capacidad eléctrica instalada en las ZNI y del 30% para el año 2020. Para el año 2014, según la IPSE, 62 de 144 (44%) de los proyectos presentados de generación de energía corresponden a las FNCER (UPME, 2015b).

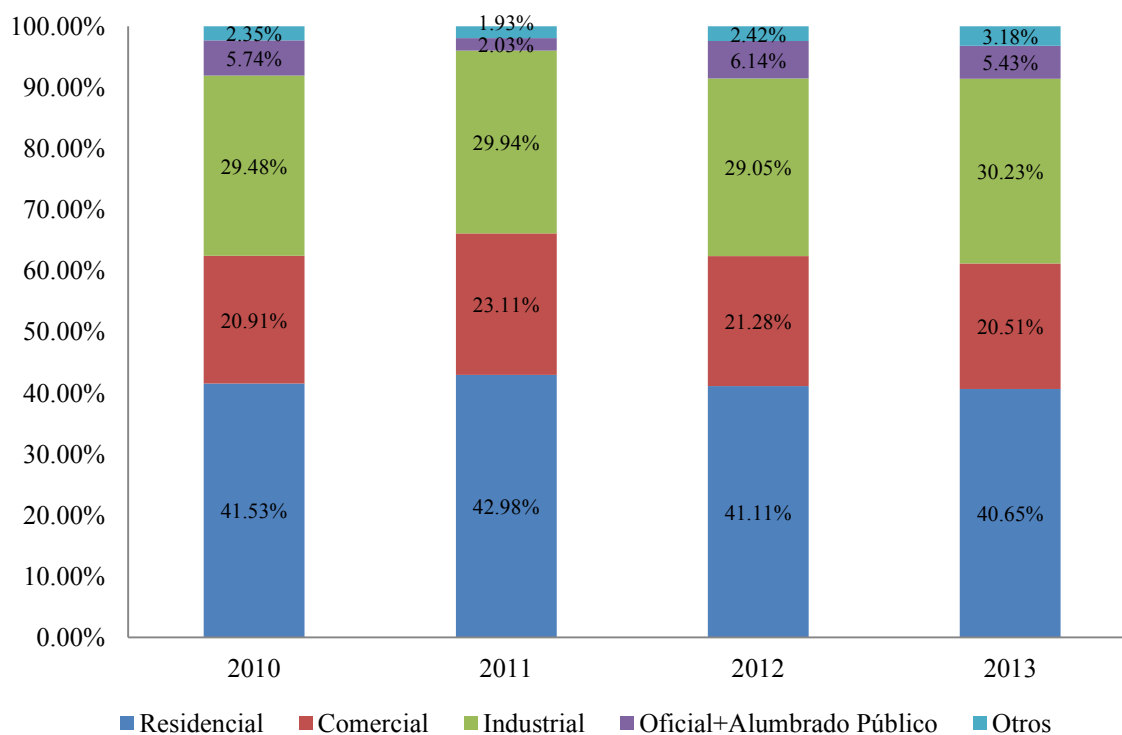
La demanda total de energía en Colombia en 2014 fue de 63,571 GWh, 42,323 GWh (67.18%) en el mercado regulado (usuarios que demandan menos de 55 MWh/mes), y 20,867 GWh (32.82%) en el mercado no regulado (la mayoría son grandes consumidores concentrados en la industria). En la Tabla 3 se muestra el histórico de consumo hasta 2013 y en la Figura 6 se aprecia el peso del consumo por sectores y la baja variación anual.

Tabla 3

*Consumo Anual de Energía en Colombia*

Año	Demanda (GWh)
2010	47,234
2011	45,763
2012	49,624
2013	52,073

*Nota.* Tomado de “Smart Grids Colombia: Visión 2030 – Parte IV,” por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), 2016b, p. 14. Bogotá, Colombia: Autor.



*Figura 6.* Consumo por sectores.

Tomado de “Smart Grids Colombia: Visión 2030 – Parte IV,” por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), 2016b, p. 14. Bogotá, Colombia: Autor.

En cuanto a las principales FNCER, el mayor potencial de crecimiento y de participación en la oferta energética de Colombia está en la energía eólica y la energía solar fotovoltaica. Respecto a la energía eólica, Colombia dispone de una capacidad instalada e interconectada al sistema nacional de 19.5 MW, la cual no ha aumentado desde su instalación en 2003 hasta 2014. Países latinoamericanos de referencia en el desarrollo e implementación de este tipo de energía, han visto una oportunidad de crecimiento y se han convertido en referentes en este tipo de energías en el continente. Entre los principales están Brasil con 5.9 GW, México con 2.3 GW, Chile con 836 MW, Panamá con 220 MW, y Perú con 148 MW de capacidad de generación instalada. La energía eólica es la fuente de mayor aumento en la demanda de energías renovables, puesto que pasó de 48 GW en 2004 a 318 GW en 2013 (UPME, 2015b).

Colombia tiene las condiciones para aumentar la participación en la capacidad de energía eólica, pues tiene un potencial de capacidad de 29,500 MW. En lo referente a la energía solar fotovoltaica, la producción está en el orden del 0.85%-1% de la demanda mundial en 2014. La capacidad mundial instalada en 2013 corresponde a 139 GW; y los principales países productores de fotovoltaica son Alemania con 36 GW, China 19 GW, e Italia con 18 GW (UPME, 2015b).

Colombia tiene un alto potencial en cuanto a la producción de energía solar, en algunas zonas del país con 6.0 KWh/m<sup>2</sup>/d y depende en un 90.02% de la generación de energía de fuentes tradicionales. Se proyecta que para el año 2029 debe producir 23,175.9 MW; es decir, 7,549 MW adicionales a los producidos en 2014. Y es aquí donde las FNCER cobran una importante participación en el futuro de la oferta energética del país (UMPE, 2015b). Sumado a esa situación, se estima que Venezuela va a demandar energía a Colombia, puesto que los dos países están interconectados y este país no es autosuficiente en energía eléctrica (Ramírez, 2016).

### **3.2.3 Estrategia, estructura, y rivalidad de las empresas**

El análisis de competitividad permite visualizar el panorama del país a corto plazo y su visión a largo plazo al demostrar la mejora continua en el escalafón de competitividad. Considerando las variables en las que Colombia superó su calificación frente al año anterior, están alineadas con el desarrollo de este proyecto de FNCER, al ser un proyecto innovador y sofisticado. Las leyes promueven el desarrollo de energías renovables a través de la política de incentivos tributarios (Ley 1715, 2014) para proyectos de nuevas tecnologías innovadoras, enfocadas en el desarrollo de FNCER.

El banco de desarrollo empresarial BANCÓLDEX, cuyo objeto principal es el de financiar las necesidades de capital colombiano, tiene una línea específica para el desarrollo de la energía eficiente y renovable. Bancolombia, el banco más grande del país y uno de los más importantes de Latinoamérica, también ofrece una línea de crédito verde que fomenta la eficiencia energética y las energías renovables. La cooperación internacional del sector bancario se está desarrollando, por ejemplo, Bancolombia y el Japan Bank desarrollan un acuerdo de cooperación que busca financiar en Colombia proyectos de infraestructura, minería, petróleo, y energía renovable (BANCÓLDEX, 2016; Grupo Bancolombia, 2016; “Bancolombia y Japan Bank,” 2013). Es así que la situación desarrollada representa una oportunidad.

### **3.2.4 Sectores relacionados y de apoyo**

El sector de las FNCER complementa la oferta de energía actual, porque puede hacer uso de la infraestructura de interconectividad nacional, lo que le permite una rápida integración desde la generación y aprovechar la infraestructura para la transmisión, distribución, y comercialización. La Figura 7 muestra el proceso general de generación, transmisión, distribución, y comercialización de energía eléctrica.

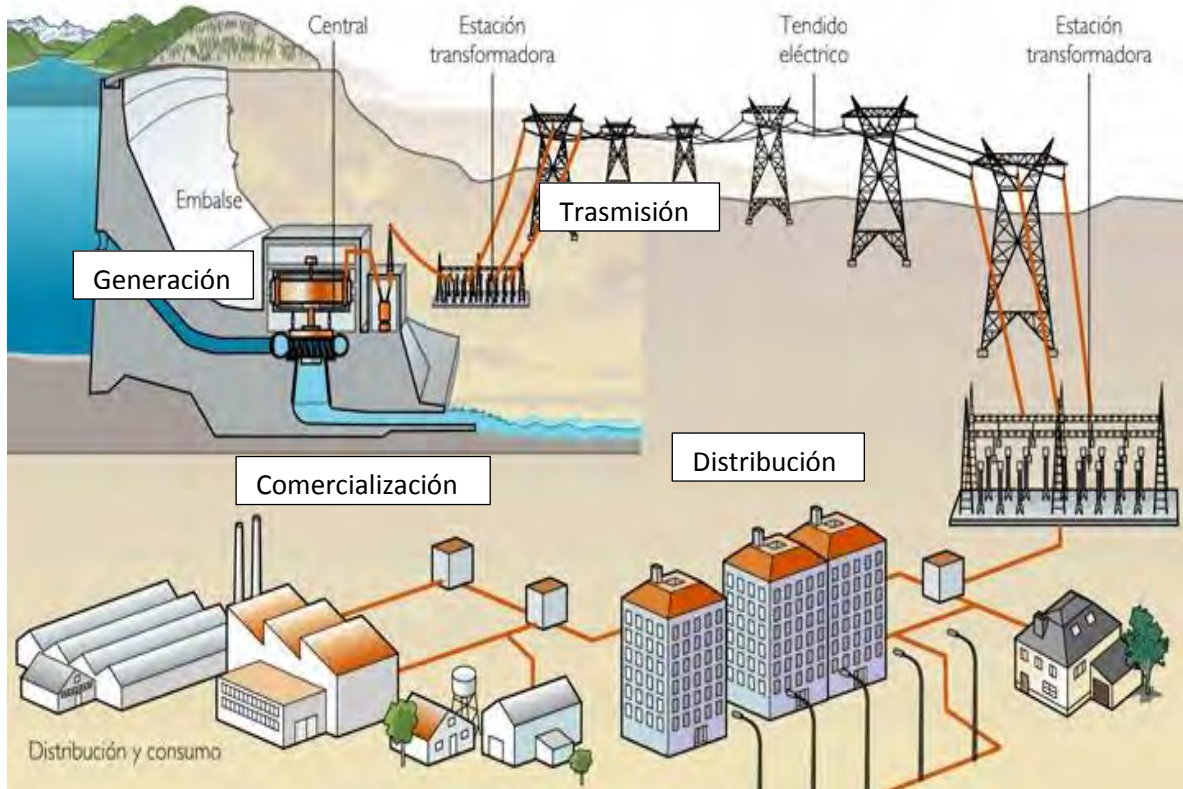


Figura 7. Proceso general de generación, transmisión, distribución, y comercialización de energía eléctrica.

Tomado de “Generación de Energía Eléctrica [Archivo de Imagen],” s.f. Recuperado de [https://www.ecured.cu/Archivo:Generaci%C3%B3n\\_de\\_energía\\_eléctrica.jpeg](https://www.ecured.cu/Archivo:Generaci%C3%B3n_de_energía_eléctrica.jpeg)

Por otra parte, se observan tendencias que apoyan el desarrollo de FNCER. Un ejemplo es la directriz de la compañía Americana Google, la cual está apoyando el suministro de energía limpia al planeta. Google tiene como objetivo abastecerse en un 100% de energías renovables, y tiene un compromiso de invertir US\$2,500 millones en proyectos de energía limpia. Esta inversión permitirá proveer energía renovable a un millón de hogares en los EE.UU. Google es considerado uno de los mayores inversionistas en corporativos en energías renovables. Esta empresa considera que estas iniciativas crean un mejor planeta todos sus habitantes. Este ejemplo, y la tendencia del planeta por ser empresas verdes, son definitivamente una oportunidad para desarrollar proyectos de energías renovables (Google.es, s.f.). Un ejemplo local es la inversión de \$2,000 millones realizada por el Grupo Éxito para instalar una planta fotovoltaica y la intervención de 70 almacenes con proyectos de eficiencia energética (Grupo Éxito, 2015).

### **3.2.5 Influencia del análisis en el Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia**

Las inversiones requeridas para los proyectos de generación de energía, a partir de las FNCER y enlazados al SIN, o proyectos de generación no interconectados en las ZNI y acorde con la participación en la generación de energía, son altas y requieren de un recurso financiero considerable, lo cual resulta ser una barrera para las empresas entrantes. Para los proyectos de generación de energía a gran escala (mayores a 10 MW), aún se deben buscar mayores beneficios económicos que hagan más competitivo el precio de energía generada con FNCER (kW/h) frente a la generada con energías tradicionales en Colombia (hidráulica y térmica). Estos proyectos de generación de energía a gran escala pueden mejorar su viabilidad, siempre y cuando se destinen recursos económicos provenientes del cargo por confiabilidad o de los subsidios pagados por los estratos 5, 6, y el sector industrial. Sin embargo, la demanda creciente en la generación de energía en Colombia para los próximos años es una realidad y con la implementación de la Ley 1715 y los beneficios de índole fiscal, abren las puertas a la implementación y participación de las FNCER en la generación de energía y su participación en el SIN. Con los incentivos actuales contemplados en la ley, los proyectos de autogeneración son viables principalmente en el sector residencial y comercial (UPME, 2015b).

### **3.3 Análisis del Entorno PESTE**

Este análisis permite hacer una auditoría externa donde se pueden identificar tendencias y paralelamente hacer una evaluación de las oportunidades y amenazas en el entorno competitivo del sector. A continuación se realiza el análisis para el sector de las FNCER

#### **3.3.1 Fuerzas políticas, gubernamentales, y legales (P)**

Con el paso del tiempo, la legislación se ha venido ajustando y desarrollando hasta lo que se tiene actualmente. La Figura 8 ilustra la evolución legal desde 2001 hasta 2015.

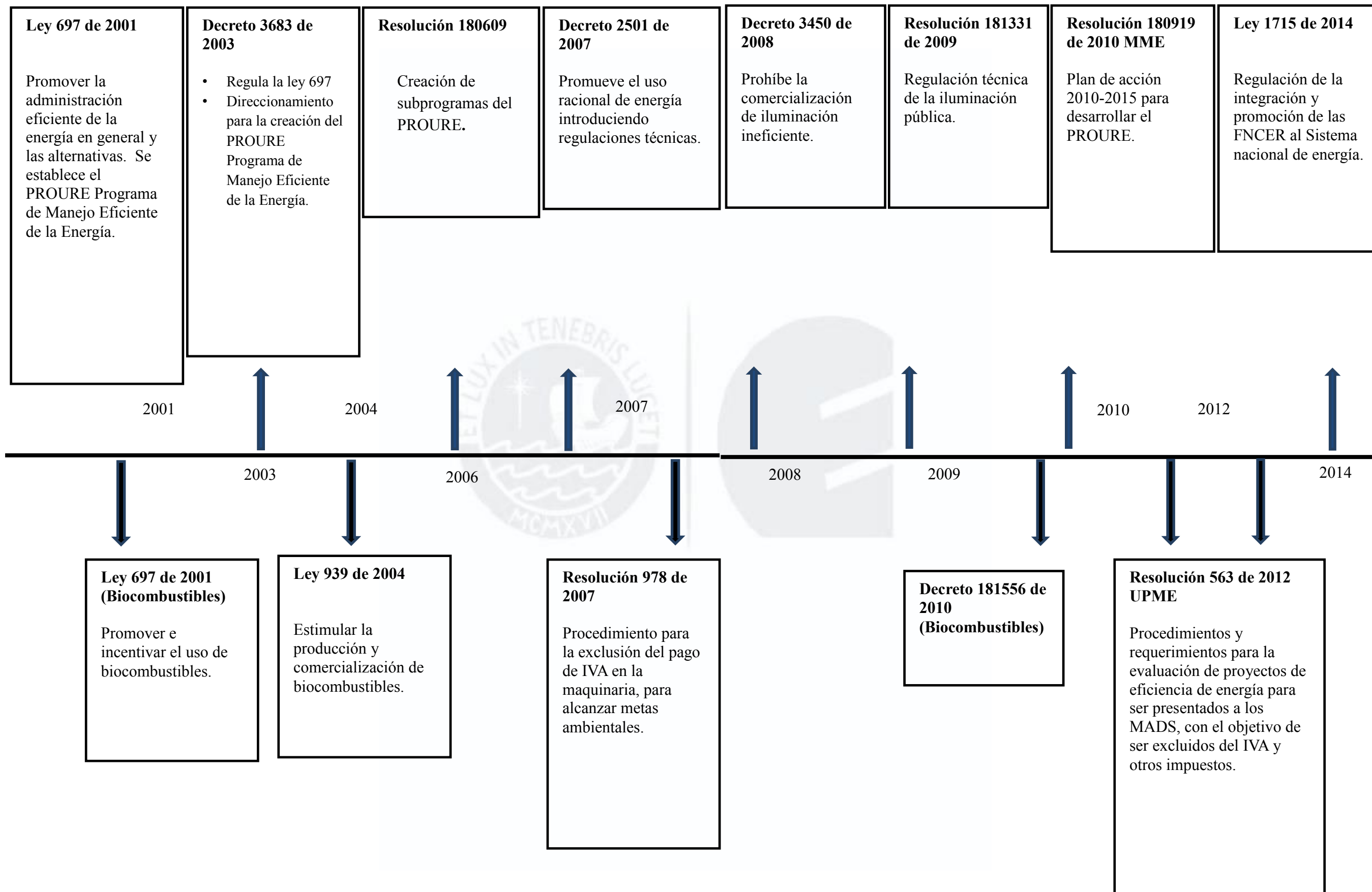


Figura 8. Antecedentes legales FNCER en Colombia.

El Congreso de la República de Colombia, como autoridad competente, elabora y sanciona la ley *Por Medio de la Cual se Regula la Integración de las Energías Renovables No Convencionales al Sistema Energético Nacional* (Ley 1715, 2014). Esta ley es la base legal fundamental para estimular el desarrollo del sector de FNCER en Colombia. Está conformada por 10 capítulos que integran las disposiciones legales, los entes gubernamentales que intervienen, y los incentivos para el desarrollo del sector. A continuación un resumen de la ley:

**Disposiciones generales.** Esta ley ofrece un marco jurídico que tiene como objeto promover la inversión, investigación, y desarrollo de fuentes no convencionales de energía, principalmente las de carácter renovable, buscando integrarlas al mercado eléctrico, participar en zonas no interconectadas, y darle otros usos energéticos en pro del desarrollo económico sostenible, buscando una gestión eficiente de la energía para poder responder a la demanda creciente (Ley 1715, 2014).

Las finalidades de la ley son:

- Orientar las políticas públicas y definir los instrumentos tributarios, contables, y arancelarios para el cumplimiento de la ley;
- Incentivar la penetración de las fuentes no convencionales de energía;
- Establecer mecanismos de cooperación y coordinación entre el sector público, privado, y los usuarios para el desarrollo de FNCER (Fuentes No Convencionales de Energía Renovables);
- Establecer el deber a cargo del Estado a través de las entidades del orden nacional, departamental, y municipal;
- Estimular la inversión, la investigación, y el desarrollo para la producción de energía no convencional;
- Establecer criterios y principios que complementen el marco jurídico actual que den estabilidad al desarrollo de FNCER; y



- Fijar las bases legales para establecer estrategias nacionales y de cooperación con el objetivo de cumplir esta ley.

Esta ley ha sido declarada de utilidad pública e interés social, por lo tanto, se considera fundamental para asegurar la diversificación del abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección del medio ambiente, el uso eficiente de la energía, y la preservación y conservación de los recursos naturales renovables. Por todo lo anterior tendrá primacía en todo lo referente al ordenamiento del territorio, urbanismo, planificación ambiental, y fomento económico. Basados en lo anterior, para darle viabilidad y sostenibilidad a esta ley, el Gobierno nacional ha definido las siguientes competencias administrativas a diferentes entes gubernamentales (Ley 1715, 2014):

- Ministerio de Minas y Energía: Expedirá los lineamientos de política energética en materia de generación con FNCER, estableciendo los reglamentos técnicos para la generación y normatividad para la implementación;
- Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG): Establecer procedimiento para la conexión, operación, respaldo, y comercialización de energía;
- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME): Definir y describir las fuentes de generación que se consideren ENC;
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público: Otorgar subvenciones y otras ayudas para el fomento de investigación y desarrollo, y participar en la elaboración y aprobación de los planes de gestión eficiente de la energía;
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS): Incorporar las políticas ambientales para impulsarlas a nivel nacional, evaluando los beneficios ambientales con respecto a la promoción, fomento, y uso de FNCER;
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales: Establecer un ciclo de evaluación rápido para proyectos relativos a proyectos FNCER; y

- Corporaciones Autónomas Regionales: Apoyar el impulso de proyectos de generación FNCER y establecer ciclos de evaluación rápida de estos proyectos.

Para efectos de un mejor entendimiento de la ley es importante tener claras las siguientes definiciones (Ley 1715, 2014):

- Autogeneración: Aquella actividad realizada por personas naturales o jurídicas que producen energía eléctrica, principalmente para atender sus propias necesidades;
- Autogeneración a gran escala: Autogeneración cuya potencia máxima supera el límite establecido por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME);
- Autogeneración a pequeña escala: Autogeneración cuya potencia máxima no supera el límite establecido por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME);
- Cogeneración: Producción combinada de energía eléctrica y energía térmica que hace parte integrante de una actividad productiva;
- Contador Bidireccional: Contador que acumula la diferencia entre los pulsos recibidos por sus entradas de cuenta ascendente y cuenta descendente;
- Desarrollo Sostenible: Aquel desarrollo que conduce al crecimiento económico, y la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta;
- Eficacia Energética: Es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, que busca ser maximizada a través de buenas prácticas de reconversión tecnológica o sustitución de combustibles;
- Energía de la biomasa: Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que se basa en la degradación espontánea o inducida de cualquier tipo de materia orgánica;
- Energía de los mares: Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que comprende fenómenos naturales marinos;

- Energía de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos: Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que se basa en los cuerpos de agua a pequeña escala;
- Energía eólica: Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste en el movimiento de las masas de aire;
- Energía geotérmica: Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste en el calor que yace del subsuelo terrestre;
- Energía solar: Energía a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste en la radiación electromagnética proveniente del sol;
- Excedente de energía: La energía sobrante una vez cubiertas las necesidades de consumo propias;
- Fuentes convencionales de energía: Son aquellos recursos de energía utilizados de forma intensiva y ampliamente comercializados en el país;
- Fuentes no convencionales de energía (FNCE): Son aquellos recursos de energía disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizados de manera marginal o no son comercializadas ampliamente;
- Generación distribuida: Es la producción de energía eléctrica cerca de los centros de consumo, conectada a un sistema de distribución local;
- Gestión eficiente de la energía: Conjunto de acciones orientadas a asegurar el suministro energético a través de la implementación de medidas de eficiencia energética y respuesta de la demanda;
- Respuesta de la demanda: Consiste en cambios en el consumo de la energía eléctrica por parte del consumidor, con respecto a un patrón usual de consumo;
- Sistema energético Nacional: Conjunto de fuentes de energía, infraestructura, agentes productores, transportadores, distribuidores, comercializadores, y consumidores que dan

lugar al mercado energético en sus diferentes formas como energía eléctrica, combustibles, líquidos, sólidos, gaseosos, u otros; y

- Zonas no interconectadas: Corresponde a los municipios, corregimientos, localidades, y caseríos no conectados al sistema interconectado nacional.

**Promoción.** El Gobierno nacional promoverá la generación de la electricidad con FNCER a través de los lineamientos de la política energética, beneficios fiscales, y campañas publicitarias. Adicionalmente promoverá la autogeneración a pequeña y gran escala con mecanismos como (Ley 1715, 2014):

- Entrega de excedentes;
- Sistemas de medición bidireccional;
- Entrega de energía por parte de generadores distribuidos;
- Venta de créditos de energía;
- Programas de divulgación masiva; y
- Programas de divulgación focalizada.

De igual forma, promoverá la sustitución de generación con diésel en las zonas no interconectadas a través de un servicio exclusivo de energía eléctrica y gas combustible, y esquemas de incentivos a los prestadores del servicio de energía eléctrica en estas zonas. Finalmente, se creará el fondo de energías no convencionales y gestión eficiente de la energía (FENOGE), encargado de financiar programas de FNCER y gestión eficiente de la energía con recursos que pueden ser aportados por la nación o entidades públicas y privadas, así como por organismos de carácter multilateral e internacional. Será reglamentado por el Ministerio de Minas y Energía (Ley 1715, 2014).

**Incentivos a la inversión en proyectos FNCER.** Como fomento a la investigación, desarrollo, e inversión, tanto en la producción como utilización de energía a partir de FNCER, se definirán incentivos para la generación de energías no convencionales para quienes están obligados a declarar renta, donde tendrán derecho a reducir el 50% del valor

total de la inversión realizada, por los cinco años siguientes al año gravable en que hayan realizado la misma. Todos los equipos, maquinaria, elementos, servicios nacionales o importados que se destinen para la producción y utilización de FNCER estarán excluidos del IVA. Adicional a esto, las inversiones en nuevos proyectos que impliquen importación de maquinaria, equipo, e insumos destinados a la preinversión o inversión en proyectos de FNCER tendrán exención del pago de derechos arancelarios. De igual forma se aplicará el régimen de depreciación acelerada (Ley 1715, 2014).

***Desarrollo de las FNCER.*** Serán consideradas como Fuentes No Convencionales de Energía Renovables (FNCER) los siguientes recursos, después de estudiar y analizar las condiciones propias de la naturaleza de la fuente para su reglamentación técnica de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) (Ley 1715, 2014):

- Biomasa forestal;
- Repoblaciones forestales energéticas;
- Biomasa agrícola;
- Energía de residuos;
- Desarrollo de energía solar;
- Energía eólica;
- Desarrollo de energía geotérmica;
- Desarrollo de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos; y
- Energía de los mares.

Este capítulo, además, se habla de la importancia de fomentar la formación del capital humano calificado para el desarrollo de este tipo de proyectos y la relevancia de poner en marcha acciones de cooperación internacional como el desarrollo en conjunto con países limítrofes de proyectos de FNCER, impulsar transferencias de tecnología, cooperación en materia de investigación y desarrollo, y construcción de capacidades para el desarrollo de fuentes no convencionales de energía (Ley 1715, 2014).

***Desarrollo y promoción de la gestión eficiente de la energía.*** Para el desarrollo del Programa del uso racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales PROURE. Los ministerios de Energía, Ambiente y Desarrollo Sostenible, Hacienda y Crédito Público deberán desarrollar una serie de instrumentos técnicos, jurídicos, financieros, de planificación, y campañas de información y concientización. El plan de desarrollo del PROURE (Programa del uso racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales) servirá para concretar las actuaciones, definir el plazo de las mismas, la atribución de responsabilidades de las entidades públicas, y la identificación de las diferentes formas de financiación y necesidades presupuestarias. También se facilitará el intercambio de conocimiento sobre buenas prácticas de eficiencia energética entre los organismos del Sector Público y buenas prácticas a nivel internacional. Por último, la financiación del desarrollo del PROURE se dará con cargo a impuestos, asignación de partidas dentro de los presupuestos públicos, y/o a través de mecanismos fiscales que permitan estimular las actividades de eficiencia energética (Ley 1715, 2014).

***Desarrollo y promoción de FNCER y gestión eficiente en las zonas no interconectadas.*** El ministerio de Minas y Energía promoverá el desarrollo de soluciones híbridas que combinen fuentes locales de generación con fuentes diésel; cuando sea más eficiente emplear el GLP a cambio del diésel, se dará al uso del GLP con las mismas condiciones en términos de subsidios. A través del FENOGE (Fondo de energías no convencionales y gestión eficiente de la energía) se otorgarán créditos blandos para la estructuración e implementación de esquemas empresariales. Con los recursos de este fondo también se hará el monitoreo de las soluciones instaladas en las zonas no interconectadas, así como la transferencia de tecnología y capacitación que garanticen el funcionamiento continuo de los sistemas de energía desarrollados (Ley 1715, 2014).

***Acciones ejemplares del Gobierno nacional y la administración pública.*** El Gobierno nacional adoptará acciones tendientes a la supresión de barreras técnicas,

administrativas, y de mercado para el desarrollo de las FNCE y la promoción de la gestión eficiente de la energía (Ley 1715, 2014).

**Ciencia y tecnología.** Las administraciones públicas fomentarán las actividades de investigación, desarrollo tecnológico, e innovación de interés en los campos de las FNCE; esto se hará dentro del marco de referencia de los sucesivos planes nacionales de desarrollo. Los sistemas de fomento de la investigación, desarrollo, e inversión en el campo de las FNCE o de gestión eficiente de la energía deberán orientarse a (Ley 1715, 2014):

- Conseguir penetración de tecnologías eficientes y limpias, y el empleo de recursos renovables;
- Facilitar y maximizar la penetración de FNCE en el sistema energético nacional;
- Impulsar el desarrollo de tecnologías promisorias;
- Explorar el potencial a mediano y largo plazo de tecnologías limpias; y
- Reducir los costos asociados a la utilización de las FNCE.

Los sistemas de fomento de la investigación, desarrollo, e inversión en el campo de las FNCE o de gestión eficiente de la energía podrán ser de carácter económico y financiero, de esta manera se modelarán las fuentes de financiación que se estimen necesarias para la consecución de los objetivos, diferenciando entre los fondos públicos y privados. Se considerarán los resultados y la experiencia adquirida en planes anteriores y se integrarán las orientaciones que se deriven de la política energética mundial, concretamente a lo que se refiere al desarrollo de tecnologías energéticas (Ley 1715, 2014).

**Otras consideraciones relacionadas con aspectos medioambientales.** Se formularán y adoptarán procedimientos para la realización y evaluación de los estudios de impacto ambiental de los proyectos, así como el impacto energético sobre las instalaciones. De igual forma, los vertimientos y las emisiones establecidas para las instalaciones, en ningún caso podrán ser más rigurosos que los límites establecidos para las fuentes de energía convencionales (Ley 1715, 2014).

**Seguimiento y cumplimiento.** Para el adecuado cumplimiento de esta ley se deberá hacer seguimiento y evaluación de los proyectos enfocados a (Ley 1715, 2014):

- Los planes y programas de ahorro para la gestión eficiente de la energía;
- El plan de FNCE;
- La evolución del contexto energético general; y
- La planificación de las redes de transporte de electricidad y de gas natural.

### **3.3.2 Fuerzas económicas y financieras (E)**

El año 2015 fue un año de desaceleración económica, principalmente por la caída de los precios de las materias primas, como el petróleo. Los resultados finales dieron un crecimiento del 3.1% durante 2015 según el DANE. Este crecimiento superó las expectativas de los analistas. Los sectores que más se desarrollaron fueron: establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias, y servicios a las empresas (este grupo creció 4.3%); comercio, reparación, restaurantes, y hoteles (4.1%); y construcción (de edificaciones y obras civiles) aumentó 3.9%. Para el último trimestre de 2015, la economía colombiana se expandió 3.3%. El sector minero-energético se contrajo 1.4%. El impacto del sector minero se dio en mayor medida por el comportamiento a la baja del petróleo (“PIB: El 2015,” 2016).

La meta de crecimiento del PIB para 2016 ha bajado al 3%, lo cual está acompañado de un incremento en la tasa de desempleo nacional. Un informe de FEDESARROLLO –el centro de pensamiento– provee en 2016 un 2.5%. Considera escenarios como la firma de un acuerdo de paz, la reforma tributaria, y una menor producción de petróleo y carbón (“PIB: El 2015,” 2016).

El rango estará entre el 3% y el 2.5%. Sin embargo, el equipo técnico del Banco de la República proyecta el 2.7% como la tasa de crecimiento económico más probable., en un rango entre 1.5% y 3.2% (Banco de la República de Colombia, 2016c). La Figura 9 muestra el comportamiento histórico anual del PIB desde 2001.



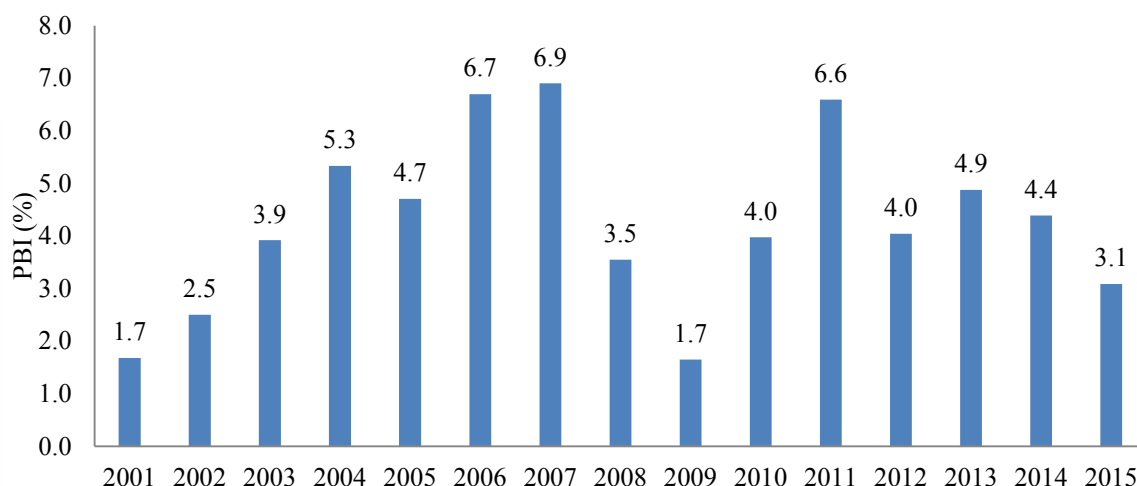


Figura 9. Producto interno bruto (PIB) 2001-2015

Adaptado de “Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República,” por el Banco de la República de Colombia, 2016b, Bogotá, Colombia: Autor; y de “Información Recopilada y Calculada por el Departamento Técnico y de Información Económica del Banco de la República,” por el Banco de la República de Colombia, 2016d, Bogotá, Colombia: Autor.

Las expectativas de inflación aumentaron y se situaron por encima de la meta (3%) de 2016, en la banda del 2% y 4%. En setiembre de 2016 la inflación se situó en 7.27%, reduciéndose por segundo mes. La meta de los analistas a uno y dos años se sitúan en 4.23% y 3.65%, y las que se derivan de los papeles de deuda pública a 2, 3, y 5 años se encuentran alrededor de 3.6% para 2017. Lo anterior se muestra en la Figura 10.

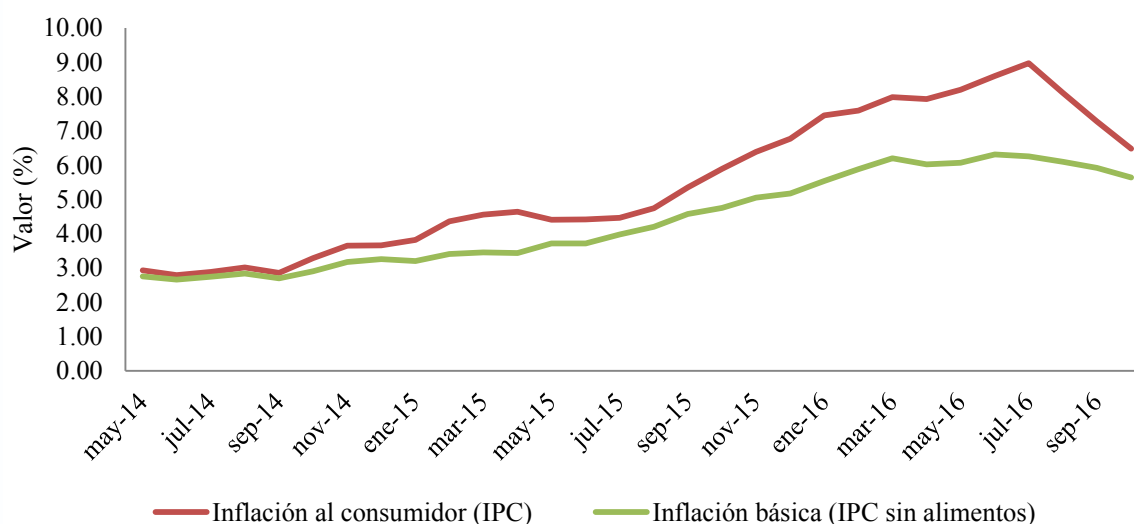
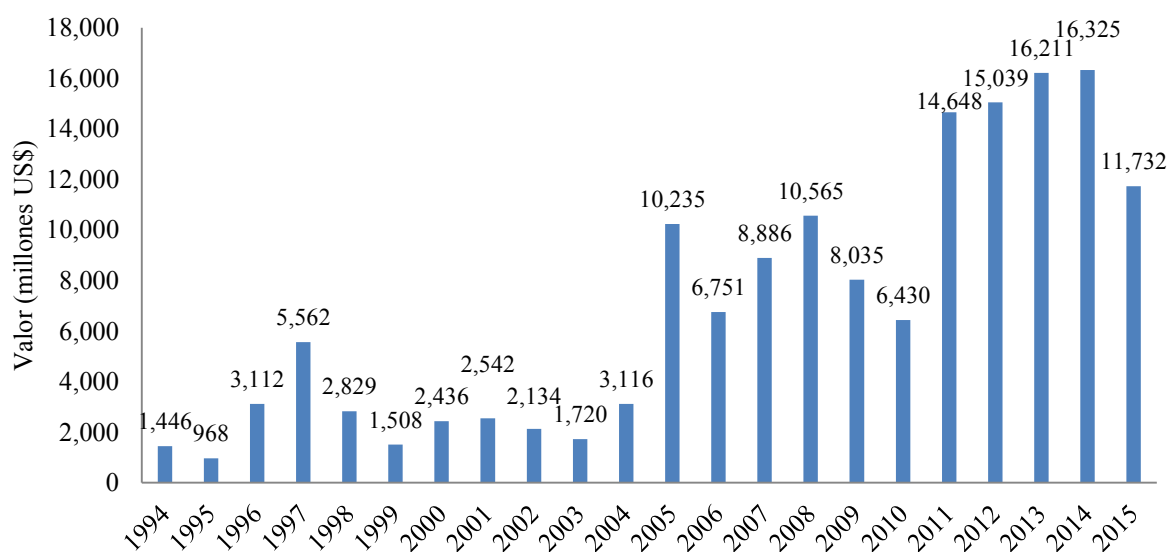


Figura 10. Inflación y meta de inflación.

Adaptado de “Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República,” por el Banco de la República de Colombia, 2016b, Bogotá, Colombia: Autor; y de “Información Recopilada y Calculada por el Departamento Técnico y de Información Económica del Banco de la República,” por el Banco de la República de Colombia, 2016d, Bogotá, Colombia: Autor.

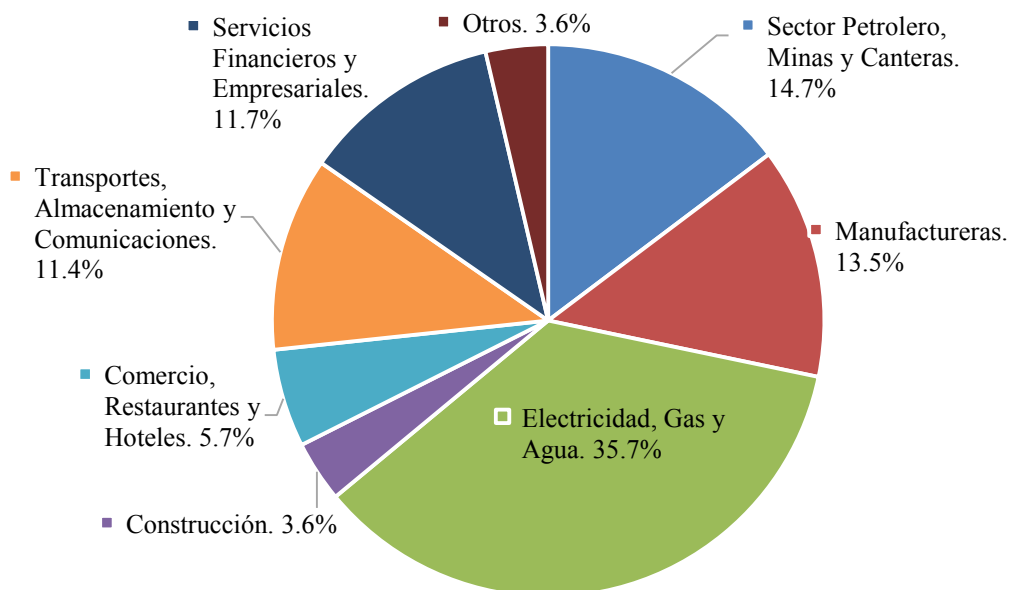
La inversión extranjera directa en 2015 presentó una caída de 25.8% frente al año anterior (US\$12,108 M vs. US\$16,325 M). Dada la menor inversión en el sector energético (-43.0%), y la caída de precios de estos productos, la economía de EE.UU., y su moneda como reserva mundial, generó presión sobre varias economías de la zona del euro. Esto y otros factores llevaron a que en 2015 el peso colombiano se depreciara 37.2% en promedio frente al dólar, marcando una tendencia en varias economías emergentes. La inflación del consumidor ha tenido un impacto importante puesto que se ha incrementado al cierre de 2015 en 6.77%. Los rubros de mayor impacto son: arriendos y servicios de educación y de salud, que afectan el consumo de la canasta familiar (Banco de la República de Colombia, 2016b, 2016d). La Figura 11 muestra el comportamiento de la IED desde 1994 y la caída mencionada en 2015.



*Figura 11.* Inversión extranjera directa en Colombia. Flujo anual de IED en Colombia (valores en millones US\$).

Adaptado de “Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República,” por el Banco de la República de Colombia, 2016b, Bogotá, Colombia: Autor; y de “Información Recopilada y Calculada por el Departamento Técnico y de Información Económica del Banco de la República,” por el Banco de la República de Colombia, 2016d, Bogotá, Colombia: Autor.

Al analizar la IED durante el primer semestre de 2016, es interesante notar que la mayor participación está en el sector de electricidad, agua, y gas. La Figura 12 muestra la participación porcentual para este y otros sectores.

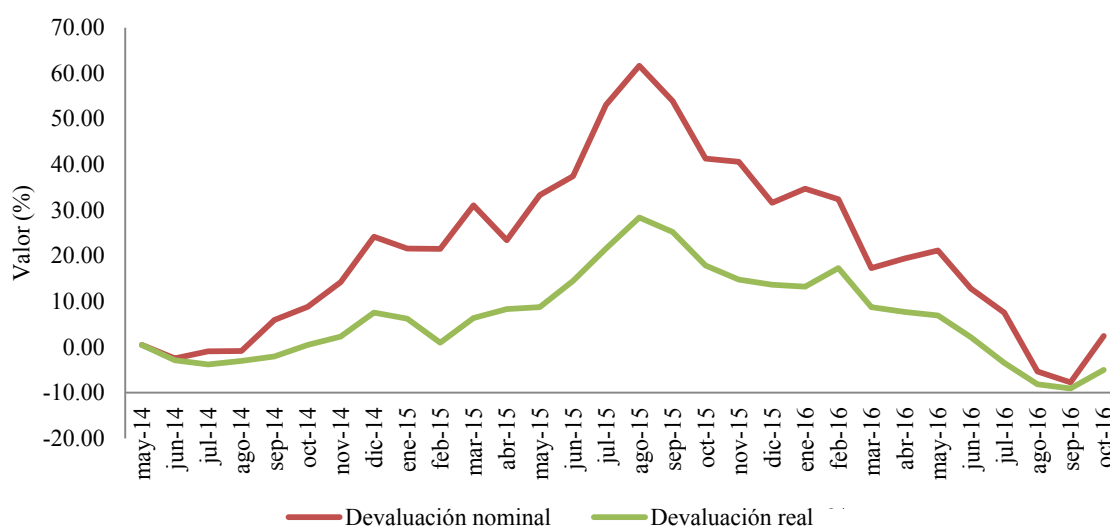


*Figura 12.* Distribución % de la IED en Colombia por sectores enero-junio 2016.

Adaptado de “Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República,” por el Banco de la República de Colombia, 2016b, Bogotá, Colombia: Autor; y de “Información Recopilada y Calculada por el Departamento Técnico y de Información Económica del Banco de la República,” por el Banco de la República de Colombia, 2016d, Bogotá, Colombia: Autor.

El fenómeno de El Niño generó escasez de lluvias, con un impacto en la producción del alimento perecedero generando escasez. Como consecuencia, se generó un incremento de los precios de estos alimentos que en 2015 registraron una variación de 26.03%. La decisión del Banco de la República de incrementar las tasas de interés de 4.50% a 6.50%, (marzo 2016) está enfocada en inducir el descenso de la inflación y el ajuste macroeconómico que se requiere, ante una caída del ingreso nacional. La economía colombiana tuvo una reducción de los ingresos a través de la disminución de los precios de los hidrocarburos y minerales exportados. Según los analistas, esta situación no va a tener un cambio a corto plazo, por lo tanto la capacidad de gasto de la economía se tendrá que reducir de manera permanente. En consecuencia, el gasto fiscal tendrá que moderarse, evidenciando en términos de intercambio un elevado déficit en la cuenta corriente de la balanza de pagos. La caída de los precios del petróleo y de otros productos de la industria minera, afectó la balanza de pagos del país. Al final de 2015, la balanza comercial de bienes obtuvo un déficit de US\$14,026 millones frente a un saldo negativo de US\$4,630 millones en 2014 (Banco de la República de Colombia, 2016b, 2016d).

Para Colombia, la depreciación del peso frente al dólar y la incertidumbre mundial que generaron las grandes economías como China y Japón incrementaron el riesgo generalizado. El menor ingreso externo que percibe la nación debido a los bajos precios de exportación, principalmente por el petróleo, los efectos que esto tiene en las cuentas fiscales y externas, así como el impacto en el crecimiento, son las razones para dicha baja calificación. Standard & Poor's, en febrero de 2016, modificó la deuda de largo plazo, de estable a negativa, ayudando a acentuar la percepción de riesgo del país. Para 2016 se espera una mejora sutil en la demanda externa, debido a un menor deterioro de algunas economías emergentes y un crecimiento para las economías avanzadas. En 2015, el dólar estadounidense siguió una tendencia de apreciación. Se apreció un 9% anual frente a las principales monedas y 18% frente a las monedas de algunos países emergentes al cierre del año. En la región se depreciaron el real brasilero (48.9%), el peso colombiano (32.7%) el peso mexicano (18%), el peso chileno (16.9%), y el sol peruano (13.9%). El impacto del dólar frente al peso colombiano fue superior a otras monedas. La Figura 13 muestra gráficamente el comportamiento histórico de la devaluación real y nominal desde mayo de 2014 (Banco de la República de Colombia, 2016b, 2016d).



*Figura 13.* Devaluación nominal y real.

Adaptado de “Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República,” por el Banco de la República de Colombia, 2016b, Bogotá, Colombia: Autor; y de “Información Recopilada y Calculada por el Departamento Técnico y de Información Económica del Banco de la República,” por el Banco de la República de Colombia, 2016d, Bogotá, Colombia: Autor.

La tasa de desempleo a junio de 2016 fue de 8.9%, con una tasa de participación de 64.6% y una ocupación de 58.8%, según el DANE. En el mismo mes del año pasado, la tasa de desempleo fue 8.2%. La construcción contribuyó a la creación de empleo durante el año 2015. El sector económico que restó al crecimiento de empleo en 2015 fue la minería. La Figura 14 muestra el comportamiento positivo de esta variable macroeconómica entre 2001 y 2015.

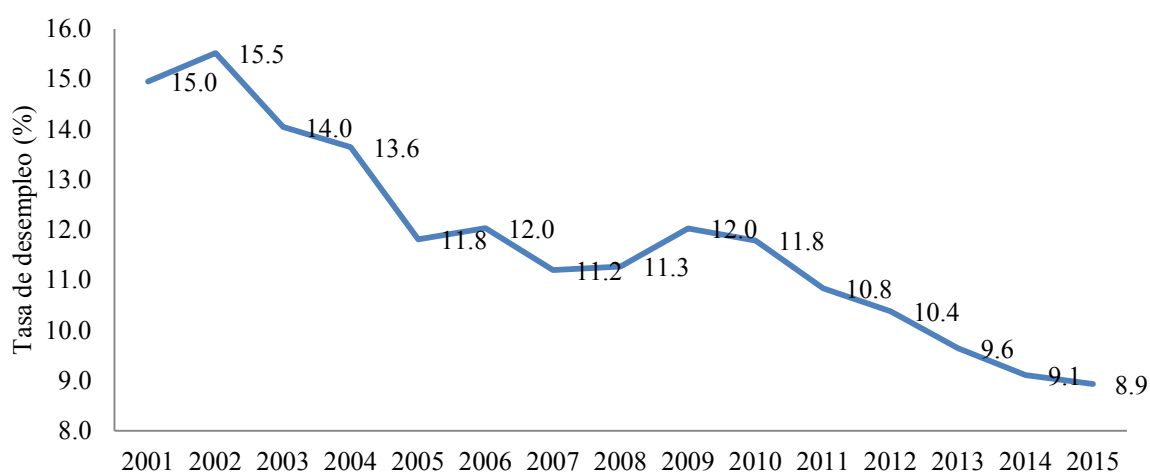


Figura 14. Tasa de desempleo en Colombia: Total nacional.

Adaptado de “Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República,” por el Banco de la República de Colombia, 2016b, Bogotá, Colombia: Autor; y de “Información Recopilada y Calculada por el Departamento Técnico y de Información Económica del Banco de la República,” por el Banco de la República de Colombia, 2016d, Bogotá, Colombia: Autor.

De acuerdo con la revista británica *The Economist*, se creó hace 30 años un índice para comparar el poder adquisitivo de los países. Este se llama Big Mac, en términos del precio de la popular hamburguesa (Mc Donalds), y explica qué tan devaluada está o no la moneda de un país frente al dólar. Colombia obtuvo el puesto número 8. Siendo el salario mínimo legal mensual, \$689,454 COP (US\$225.6); y US\$1.28 la hora ¿Cuánto cuesta una Big Mac? US\$2.43 ¿Cuántas horas se debe trabajar para comprar una? 1.89 horas (“En Cuál País,” 2016).

En julio de 2016, los activos del sistema financiero colombiano obtuvieron un valor de \$1,346.6 billones COP, con un crecimiento real anual de 2.7% (Superintendencia Financiera de Colombia [SFC], 2016). Las inversiones y la cartera de créditos contribuyeron

con el 46.5% y el 29.9% del total del activo, respectivamente (Banco de la República de Colombia, 2016b, 2016d).

Al evaluar los establecimientos de crédito (EC), existe una desaceleración en las modalidades de cartera, en el segundo semestre de 2015 en microcrédito y consumo. Para los indicadores de calidad por riesgo (ICR) y calidad por mora (ICM), se identificó un comportamiento estable para calidad y una mejoría para la mora. La participación de cuenta de ahorro, corriente, y certificados de depósito a término menores a un año disminuyeron. Los certificados de depósito con plazos mayores a un año aumentaron. Al analizar la situación de los establecimientos de crédito (EC), se observó una desaceleración para todas las modalidades de cartera durante el segundo semestre de 2015, principalmente para las de microcrédito y consumo. Frente a la composición del pasivo, se evidenció una menor participación de las cuentas de ahorro, corrientes, y certificados de depósito a término (CDT) menores a un año, mientras que se resalta una mayor participación de los CDT con plazos mayores a un año y de las fuentes de fondeo no tradicionales (principalmente los créditos de bancos y otras obligaciones financieras, y las operaciones del mercado monetario). Los indicadores de solvencia permanecen estables (Banco de la República de Colombia, 2016b, 2016d).

Inicialmente, la cifra meta del Gobierno de Déficit Fiscal era del 2.5% del Producto Interno Bruto (PIB). El ministro de Hacienda, Sr. Cárdenas, explicó que el déficit está atravesado por un choque de 1.4% del PIB correspondiente a los ingresos petroleros del país. Por lo tanto, la meta actual está proyectada para el 3%. Este cálculo, como lo explicó el ministro, se calcula considerando el nivel de crecimiento potencial de la economía (estimado en 4.4 % para 2015 y 2016) y el precio del petróleo a largo plazo. Señaló el ministro que una comisión de expertos proyectó que en 2015 el barril estará en un promedio de US\$81.5 (“Gobierno Subió,” 2015).

El Fondo Monetario Internacional (FMI), en su informe de enero de 2016, veía la economía de EE.UU. creciendo sólida y creando empleos. Europa, por su parte, está acelerando el paso, y Japón es una incertidumbre total; además, los mercados emergentes se encuentran desacelerando, excepto India. Asimismo, los precios de las materias primas cayendo y las condiciones financieras son más restrictivas. En algunos países existen tensiones políticas y geopolíticas, impactando el desarrollo económico de los países y las regiones. China seguirá siendo la prioridad, desacelerando en su transición del modelo de inversión y manufactura al de consumo y servicios. De la misma forma, los conflictos armados continúan siendo desafíos políticos y económicos para las naciones fronterizas y las que albergan refugiados (FMI, 2016).

La Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) es una entidad encargada de la protección de los consumidores, y de regular la sana competencia y el correcto uso de los datos personales. La SIC es parte en la estrategia del Gobierno como fomento de la competitividad y la formalización de la economía, lo cual incluye la vigilancia a las cámaras de comercio. En la visión de esta entidad, se encuentra el ser líder en el control y apoyo a la actividad empresarial y en la defensa de los derechos del consumidor colombiano. Este organismo es fundamental en la generación de una competencia que impulsa el desarrollo de los sectores productivos de la economía colombiana (SIC, 2016).

### **3.3.3 Fuerzas sociales, culturales, y demográficas (S)**

Colombia realizó su último censo oficial entre el 22 de mayo de 2005 y el 22 de mayo de 2006; este censo fue realizado por el DANE y ha sido considerado como uno de los mejores censos realizado en cuanto a planeación, diseño, recolección, y divulgación, según expertos en el tema.

Según el censo de 2005 (DANE, 2006), como se aprecia en la Tabla 4, la población promedio en Colombia es joven y menor de 30 años, la cual representa el 56.9% del censo;

de igual manera, se observa que en su mayoría es de carácter urbano y representa 76% del total de la población. Esta migración de los sectores rurales al urbano en parte se explica por el conflicto armado interno en Colombia, que afecta al país desde la década de los cuarenta, y que se inició con la violencia entre los partidos políticos liberal y conservador, lo que después originó los diferentes grupos guerrilleros, y por la búsqueda de mejores oportunidades laborales y de estudio.

Tabla 4

*Censo 2005 Colombia por Género*

Grupos de edad	Hombre	Mujer	Total
0 a 4	2'106,179	2'002,682	4'108,861
5 a 9	2'197,689	2'098,224	4'295,913
10 a 14	2'214,464	2'124,582	4'339,046
15 a 19	1'975,856	1'957,898	3'933,754
20 a 24	1'783,320	1'858,519	3'641,839
25 a 29	1'590,993	1'689,774	3'280,767
30 a 34	1'401,139	1'516,151	2'917,290
35 a 39	1'392,512	1'526,649	2'919,161
40 a 44	1'304,948	1'427,556	2'732,504
45 a 49	1'088,238	1'203,070	2'291,308
50 a 54	876,301	959,039	1'835,340
55 a 59	692,733	757,925	1'450,658
60 a 64	524,576	580,157	1'104,733
65 a 69	428,876	492,178	921,054
70 a 74	321,765	380,753	702,518
75 a 79	228,608	275,830	504,438
80 a 84	121,846	157,029	278,875
85 y más	86,074	124,251	210,325
Total	20'336,117	21'132,267	41'468,384

*Nota.* Tomado de “Censo General 2005 (Nivel Nacional),” por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2006. Bogotá, Colombia: Autor.

La población en Colombia está concentrada principalmente en la región Andina y Caribe; lo cual ha generado que sean las zonas de mayor crecimiento económico, mayor ingreso, y en donde se ha desarrollado la actividad industrial. Lo anterior se puede observar en la Figura 15.



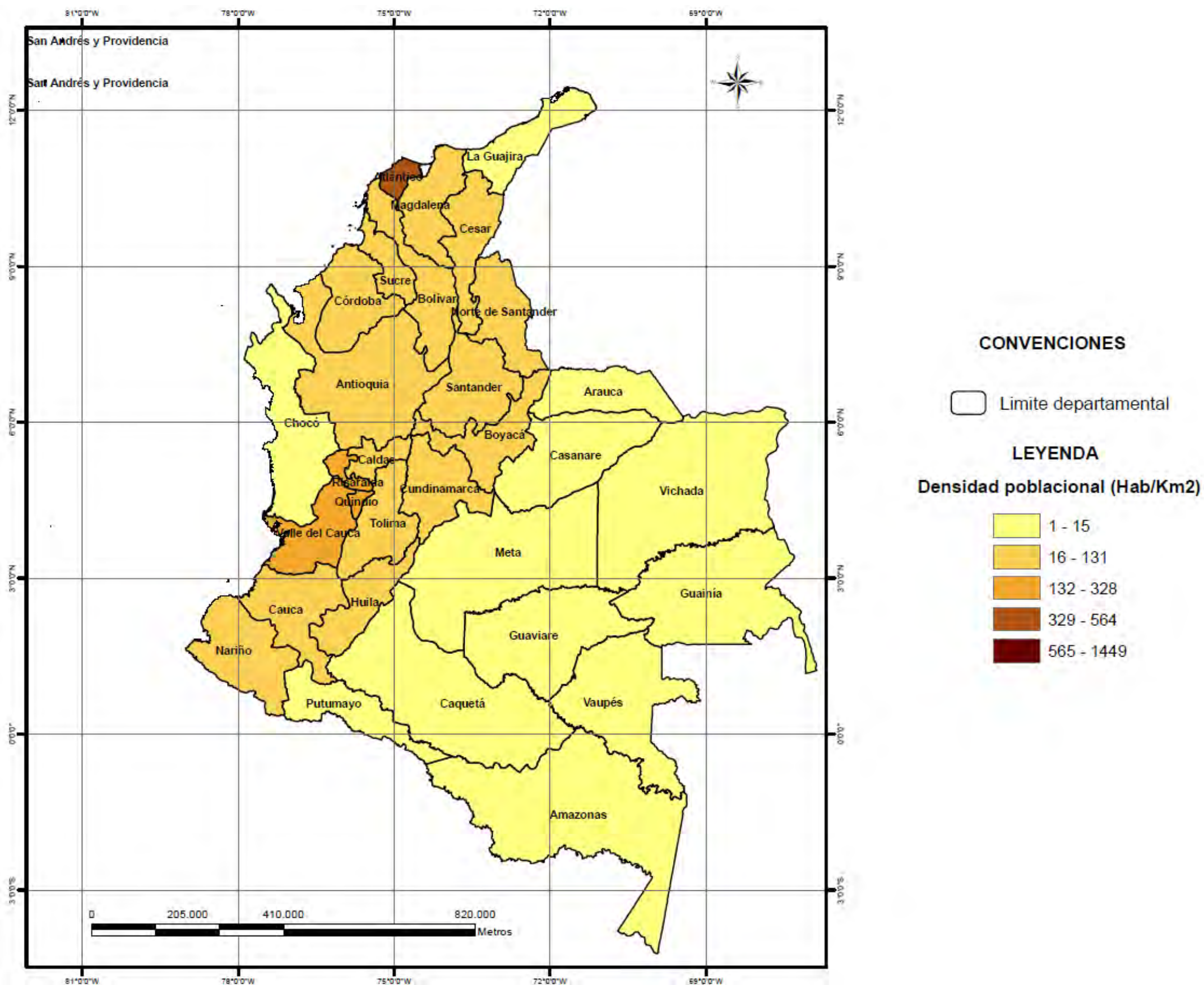


Figura 15. Mapa de densidad de poblacional de Colombia.

Adaptado de “Mapa de Cartografía Básica,” por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), s.f., recuperado de <http://geoportal.igac.gov.co/ssigl2.0/visor/galeria.req?mapaId=7>; y de “Censo General 2005 (Nivel Nacional),” por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2006, Bogotá, Colombia: Autor.

**Nivel de educación.** Según datos del censo oficial de 2005, Colombia presenta una buena cobertura en educación y en la reducción de la tasa de analfabetismo, que pasó del 27.1% en 1964 al 8.4% en 2005, en población mayor de 15 años. La educación y mayor cobertura se realiza en las zonas urbanas y/o cabeceras municipales. En 2016, la tasa de analfabetismo se encuentra en el 5.7% (DANE, 2006).

**Tasa de desempleo.** La tasa actual de desempleo en Colombia, en septiembre de 2016 se ubicó en el 8.5%, representando la tasa más baja en los últimos seis años (DANE, 2016b).

**Índice de pobreza.** Según el coeficiente GINI, Colombia se encuentra como uno de los países más desiguales del mundo y está en 53.5 a 2014. Es el segundo país de Latinoamérica más desigual después de Honduras, y uno de los más desiguales del mundo (Justo, 2016; El Banco Mundial [BM], 2016).

**Cultura e idiosincrasia.** Colombia es un país multicultural, con una gran influencia europea, principalmente de España, esto debido a la conquista y colonización que en su mayoría fue dada desde España. Los grupos poblacionales en Colombia están representados principalmente en cuatro (Censo DANE 2005): sin pertenencia étnica 85.94%, afrocolombianos 10.62%, indígenas 3.43%, y gitanos 0.01%. Esta diversidad étnica y su distribución en el territorio nacional, hacen de Colombia un país muy rico y diverso en cultura y gastronomía, y divide al país en cinco zonas: Atlántico, Llanos Orientales, Región Andina, Pacífico, y Eje Cafetero (Toda Colombia, s.f.-b;).

Es importante anotar que en lo referente a proyectos de infraestructura de gran envergadura. Colombia afronta serios problemas con minorías, generalmente comunidades indígenas que, amparadas en la ley, intentan frenar este tipo de proyectos vía tutela ante los organismos que imparten justicia argumentando que los territorios son sagrados, de tenencia de antepasados, y exclusión; lo cual genera incertidumbre en las empresas inversoras ante estos tipos de proyectos y en especial si existen asentamientos con este tipo de comunidades, puesto que esto conlleva a retrasos y sobrecostos en la implementación de los proyectos de

infraestructura (Clavijo, Vera, & Vera, 2013; Asociación Nacional de Instituciones Financieras [ANIF], 2011).

Esto es una amenaza para el sector FNCER, porque parte de la población de las zonas para desarrollo de estos proyectos, como la Guajira, son comunidades indígenas. Según la ANLA (como se citó en “Nuevos Reclamos,” 2016), ejemplo de esta situación y uno de los más recientes es la suspensión de operaciones de generación de energía de la Hidroeléctrica de El Quimbo en el departamento del Huila, en una sentencia del Tribunal Administrativo del Huila; por vulnerar los derechos de ciertas comunidades asentadas cerca del área de influencia donde se realizó este proyecto.

Sin embargo, esta amenaza puede ser superada por las empresas que decidan hacer inversiones de este tipo en zonas en donde existan asentamientos de etnias indígenas o de grupos minoritarios; siempre y cuando se desarrolle una adecuada estrategia de comunicación y de socialización con las comunidades involucradas y se genere un verdadero plan de responsabilidad social con dichas comunidades, como lo fue el caso del parque eólico Jepirachi en la Alta Guajira, en el cual EPM generó este proyecto al lado e involucrando a la etnia Wayu y demostrando los beneficios del proyecto para dicha comunidad y la región. Otro de los problemas a los que se ven enfrentados estos tipos de proyectos de infraestructura es la burocracia y corrupción, dada en mayor medida por las administraciones regionales y locales; que están en paralelo con los mandatarios de turno (Clavijo et al., 2013; ANIF, 2011).

Esto pone a Colombia en el puesto 83 entre 167 países en el ranking de percepción de corrupción (Datosmacro.com, 2016). Y en las zonas en las que son más viables los proyectos de generación de energía a partir de las FNCER, como lo es el departamento de la Guajira, son las que representan un mayor riesgo de corrupción, esto debido a que son zonas menos desarrolladas, con menos infraestructura, apartadas de los grandes centros de desarrollo del país, y con escasas vías de penetración (Datosmacro.com, 2016; “El Escalafón del Riesgo,” 2016).

### 3.3.4 Fuerzas tecnológicas y científicas (T)

El desarrollo de las tecnologías asociadas a las FNCER ha sorprendido de manera sostenida a los analistas internacionales en materia de la velocidad y la rata con la que sus costos han venido reduciéndose, especialmente en el caso de la energía solar fotovoltaica, donde un panel solar de 140 Watios pico, que en 2004 costaba aproximadamente €840, pasó a costar €84 en 2013. A nivel eficiencia, pasaron de convertir 4.5% de la energía solar en electricidad en 1953, a convertir el 23.5% de la energía solar en electricidad en 2015 (“Evolución de Paneles,” 2013).

Por su parte, la energía eólica, aunque ha mostrado una tendencia similar a la energía solar fotovoltaica, entre los años 2003 a 2008 pasaron de 1,000 US\$/kW a 1,600 US\$/kW, para luego descender en 2013 nuevamente a los niveles de costos experimentados hacia 2004. Sin embargo, se debe resaltar que este caso radica en los avances logrados en términos de eficiencia y sofisticación de los aerogeneradores o turbinas, lo cual permite actualmente obtener mayores salidas de energía por menores costos que hace cinco o 10 años. Entre tanto, las tecnologías asociadas a recursos renovables como la energía geotérmica o la biomasa presentan costos relativamente estables al estar asociados principalmente con tecnologías maduras igualmente utilizadas en el caso de plantas térmicas operadas con combustibles convencionales. Sin embargo, en la medida en que estas tecnologías avanzan, los costos, si bien pueden ser aún altos en el caso de tecnologías relativamente novedosas asociadas a la biomasa, como la gasificación o la pirólisis, a largo plazo tienden hacia su reducción. Dadas estas tendencias en materia de costos y ante el potencial de recursos renovables que se tienen disponibles a nivel nacional, se puede decir que el contexto actual es el adecuado para que las autoridades responsables de la formulación de política en Colombia dediquen esfuerzos al fomento de estas tecnologías, que podrán traer beneficios a mediano y largo plazo al país, a través del establecimiento de lineamientos de política que se traduzcan en un marco normativo y regulatorio favorable para su participación (UPME, 2015b).

La Escuela de Frankfurt (centro colaborador del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) y la consultora Bloomberg New Energy Finance (BNEF) publicaron el informe “Tendencias Globales en la Inversión en Energías Renovables” (*Global Trends in Renewable Energy Investment* 2016). Según ese documento, en 2015 la inversión global en energías limpias –sobre todo solar y eólica– alcanzó los US\$286,000 millones, cantidad que fija una nueva marca histórica de inversión en el sector (la anterior databa de 2011, cuando las renovables atrajeron inversiones por valor de US\$279,000 millones) (“La Inversión en Energías,” 2016).

El estado actual del arte en este campo ha avanzado de manera considerable reduciendo costos y aumentando eficiencias, con grandes inversiones en I+D de países desarrollados como Alemania, EE.UU., Noruega, y la producción china a gran escala han ayudado a bajar los costos de las energías renovables en todo el mundo. En Alemania, los precios de sistemas instalados para energía solar fotovoltaica cayeron 66% de 2006 a mediados de 2012. Será más barato para otros países invertir en energías renovables ahora que el costo ha bajado. Colombia no hace inversión en I+D en este tema y se acoge a los desarrollos provenientes del resto del mundo, lo cual se convierte en una amenaza, puesto que a largo plazo puede tener restricciones en el uso de mejores tecnologías o deberá pagar mayores precios por el uso de patentes (Morris & Pehnt, 2012).

Según el estudio titulado *Renewable Power Generation Costs in 2014* [Costos de Generación de Energía Renovable en 2014], la biomasa, la hidráulica, la geotérmica, y la eólica en tierra son completamente competitivas y pueden ser más baratas que el carbón, el petróleo o el gas natural en algunos casos. La electricidad de instalaciones eólicas terrestres tiene un coste de US\$0.05 / kWh y para las instalaciones convencionales fósiles el intervalo es de 0.045 a US\$0.14 / kWh. Si esta se compara con la electricidad de instalaciones solares fotovoltaicas, el coste de generación es de US\$0.08 / kWh (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2015).

IRENA, con sede en Abu Dhabi (Emiratos Árabes Unidos), publicó un estudio con los costos de generación de energías renovables y son iguales o inferiores a las de los combustibles fósiles tradicionales. Por lo tanto, estas energías deben ser subvencionadas para que puedan estar en los panoramas energéticos internacionales. Se debe considerar que una ventaja es que se tendrán beneficios económicos derivados por las ventajas medioambientales, puesto que estas fuentes energéticas presentan al no ser contaminantes (IMF, Business School, 2015).

### **3.3.5 Fuerzas ecológicas y ambientales (E)**

Colombia dispone de más de 300 ecosistemas diferentes con abundantes especies animales y vegetales, algunas de ellas en peligro de extinción. Los conflictos armados, a pesar del proceso de paz en curso, el cultivo de drogas, y la minería con pocos controles amenazan esta riqueza natural del país (Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional [GIZ], s.f.). El país tiene instituciones a cargo del cuidado de esta riqueza ecológica y de velar por el sostenimiento ambiental e incluso dispone de una política nacional de cambio climático. Según Exportaciones Turismo Inversión Marca País (PROCOLOMBIA), el régimen ambiental colombiano se basa en cuatro aspectos fundamentales: (a) licencia ambiental, requerida para proyectos, obras o actividades que impacten el medio ambiente. Si adicionalmente usa o impacta recursos naturales debe obtener permisos adicionales a la licencia; (b) el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) identifica las zonas en las que las actividades industriales están restringidas o prohibidas para proteger su ecosistema; (c) el Sistema Nacional Ambiental (SINA), compuesto por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), como la autoridad ambiental nacional, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y autoridades ambientales urbanas (AAU) y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA); y (d) para realizar proyectos en territorios catalogados como ancestrales, de comunidades, ROM, raizal, y/o afrocolombianos se requiere consultarles y

presentarles a las comunidades el impacto económico, ambiental, social, y cultural del proyecto (PROCOLOMBIA, 2016).

El Gobierno colombiano, en asociación con el sector privado, desarrolla iniciativas para fomentar nuevos proyectos enfocados la creación de consciencia por el cuidado del planeta y el desarrollo ambiental sostenible. Por ejemplo, a través del programa de Protocolo Verde, el Gobierno y el sector financiero se comprometieron en financiar proyectos que promuevan la utilización de recursos naturales renovables, a través de la Asociación Gremial Financiera Colombiana (ASOBANCARIA) (Gobierno Nacional de Colombia & ASOBANCARIA, s.f.).

Colombia promueve la Política Nacional de Cambio Climático, que busca integrar el desarrollo sectorial en un marco de gestión del cambio climático. La Comisión Global sobre Economía y Clima identifica tres sistemas económicos con alto potencial para invertir: (a) la expansión de ciudades grandes es fundamental para la economía mundial. Sin control genera costos económicos, sociales, y ambientales; (b) lo rural, uso productivo de la tierra para suplir las necesidades de alimentación; y (c) promover el uso de energías renovables en un mundo con visión de un futuro con energía limpia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2016).

Por otra parte, en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21), celebrada en París en diciembre de 2015, Colombia comprometió reducir en un 20% las emisiones de GEI (Gases Efecto Invernadero) respecto a las proyectadas a 2030 (“En el Día de la Tierra,” 2016).

Bajo este panorama, el país dispone de instituciones y políticas comprometidas con el desarrollo sostenible y está involucrado en los planes mundiales sobre el cambio climático, lo cual sustenta una oportunidad para el sector FNCER. Sin embargo, según Luis Camargo,

gerente de Intercolombia (como se citó en Arias, 2016), uno de los inhibidores para los proyectos de infraestructura en Colombia son los problemas en la obtención de licencias ambientales de la ANLA, el cual tiene dos perspectivas. Varios proyectos del sector energético están bloqueados porque no se han aprobado las licencias ambientales, lo cual desde el punto de vista de los empresarios es una ineficiencia por parte de la ANLA.

Por otra parte, la gestión de la ANLA está en polémica porque el objetivo es que esta institución sea independiente del MADS, con presupuesto propio para una gestión transparente, para que haga estudios serios sobre los impactos ambientales de los proyectos, pero esto se ha desdibujado porque la dirección actual está manejando el licenciamiento como un requisito, se ha habilitado un proceso de “licencia exprés” para agilizar el trámite, y ha cambiado las condiciones laborales de los contratistas, lo que les obliga a entregar estudios en poco tiempo. Esta situación con las licencias ambientales es una amenaza para el sector (“ANLA: Una Crisis de Autoridad,” 2016).

### **3.4 Matriz Evaluación de Factores Externos (MEFE)**

La MEFE contempla información de oportunidades y amenazas del sector en las áreas: (a) económica, (b) social, (c) cultural, (d) demográfica, (e) ambiental, (f) política, (g) gubernamental, (h) jurídica, (i) tecnológica, y (j) competitividad (D’Alessio, 2015). En la Tabla 5 se resumen los factores críticos y determinantes para el éxito identificados en el proceso de la auditoría externa sobre el sector. En esta oportunidad se han identificado 13 factores, definidos como siete oportunidades y seis amenazas que impactan al sector de las FNCER. Como resultado de la MEFE, se observa que se logra una puntuación de 2.62, por encima del valor promedio ponderado que es de 2.50, lo que indica que la industria está respondiendo de una buena manera ante las oportunidades y aprovechándolas, principalmente la que se refiere a la posición geográfica y disponibilidad de recursos naturales. Por otro



lado, este valor también demuestra que se están neutralizando las amenazas aunque en esta parte donde más se debe trabajar es en los conflictos sociales, medio ambientales, y la oposición de las comunidades a los nuevos proyectos.

Tabla 5

*Matriz Evaluación de Factores Externos del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia*

Factores determinantes de éxito	Peso	Valor	Ponderación
Oportunidades			
O1. Estabilidad e incentivos jurídicos y fiscales para diversificar la oferta energética.	0.10	3	0.30
O2. Incentivos financieros para invertir en FNCER.	0.08	3	0.24
O3. Posición geográfica y disponibilidad de recursos naturales (i.e., sol y viento).	0.12	4	0.48
O4. Crecimiento de la demanda de energía.	0.05	2	0.10
O5. Tendencia mundial a generar con las FNCER, constante desarrollo tecnológico y compromiso con el cambio climático.	0.10	3	0.30
O6. Mercado organizado y regulado.	0.08	3	0.24
O7. Crecimiento de centros de consumo descentralizados, y prosperidad en zonas deprimidas.	0.07	2	0.14
Subtotal	0.60		1.80
Amenazas			
A1. Conflictos sociales, medioambientales, y oposición de las comunidades.	0.08	1	0.08
A2. Bajos niveles de inversión en investigación y desarrollo.	0.08	3	0.24
A3. Negación de licencias ambientales para la construcción de los proyectos.	0.06	3	0.18
A4. Barreras de entrada por parte de los generadores convencionales que evitan el desarrollo de las nuevas fuentes.	0.08	2	0.16
A5. Desaceleración económica.	0.04	1	0.04
A6. Burocracia y corrupción en las zonas con mayor potencial.	0.06	2	0.12
Subtotal	0.40		0.82
Total	1.00		2.62

*Nota.* 4= La repuesta es superior; 3=La respuesta está por encima del promedio; 2=La respuesta está en el promedio; 1= la respuesta es pobre.

### **3.5 El Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia y sus Competidores**

Las cinco fuerzas de Porter permiten determinar la atractividad del sector y generar estrategias para las industrias. Este proceso es determinante para validar la situación estratégica del sector y su posición competitiva. Las fuerzas que conducen la competitividad en un sector están conformadas por: (a) el poder de negociación de los proveedores, (b) el poder de negociación de los compradores, (c) la amenaza de los productos sustitutos, (d) la amenaza potencial de nuevos competidores entrantes, y (e) la rivalidad existente (D'Alessio, 2015). Para entender la situación del sector, en la Tabla 6 se analizan 10 aspectos sobre la competitividad del Sector FNCER en Colombia, el cual según la etapa de su ciclo de vida tiene un potencial de crecimiento mayor a 21% por la baja participación actual de las FNCER en la oferta energética total. A pesar de las limitaciones para crecer por las características actuales del sector de energía en el país, la diferenciación del producto y el potencial de desarrollo propios del nivel tecnológico de la industria hacen que las FNCER sean un sector competitivo y con perspectiva de crecimiento.

La atractividad de la industria se analiza en la Tabla 7. Se obtiene un puntaje de 94 que indica que la industria es atractiva dado que el valor se encuentra en el rango 75-120, que es el que normalmente se encuentra en este análisis para industrias atractivas.

El sector FNCER en Colombia es oligopólico en generación y comercialización, con barreras importantes de entrada, potencial para diferenciar productos, y disponibilidad de información. Según Flórez et al. (2016), durante 2015 el 71.43% de la demanda de energía en general fue atendida por los cuatro generadores más grandes (i.e., EPM, EMGESA, ISAGEN, y GECELCA), lo cual corresponde a una alta concentración de mercado en pocos competidores. La Figura 16 muestra a nivel geográfico la distribución de las plantas generadoras del país y la tecnología que utiliza cada una, se puede observar concentración en el área central del país congruente con los centros productivos y ciudades principales colombianas.

Tabla 6

*Análisis Competitivo del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia*

1. Tasa de crecimiento potencial de la industria (en términos reales)				
0% - 3%__ __	6% - 9% ____	12% - 15%____	18% - 21%____	
3% - 6%__ __	9% - 12%____	15% - 18%____	>21% __X__	
2. Facilidad de nuevas empresas en la industria				
Ninguna barrera	__ : __ : __ : __ : __ : __ : <b>X</b> : __ : __			Virtualmente imposible de entrar
3. Intensidad de competencia entre empresas				
Extremadamente competitivo	__ : <b>X</b> : __ : __ : __ : __ : __ : __			Casi ninguna competencia
4. Grado de sustitución del producto				
Muchos sustitutos	__ : __ : __ : <b>X</b> : __ : __ : __ : __			Ningún sustituto disponible
5. Grado de dependencia en productos (bienes y servicios) y complementarios o de soporte				
Altamente dependencia	__ : __ : __ : __ : __ : <b>X</b> : __ : __			Virtualmente independiente
6. Poder de negociación de los consumidores				
Consumidores establecen términos	__ : __ : __ : __ : __ : __ : <b>X</b> : __			Productores establecen términos
7. Poder de negociación de los proveedores				
Proveedores establecen términos	__ : __ : __ : __ : <b>X</b> : __ : __ : __			Compradores establecen términos
8. Grado de sofisticación tecnológica en la industria				
Tecnología de alto nivel	__ : <b>X</b> : __ : __ : __ : __ : __ : __			Tecnología muy baja
9. Régimen de innovación en la industria				
Innovación rápida	__ : __ : <b>X</b> : __ : __ : __ : __ : __			Casi ninguna innovación
10. Nivel de capacidad gerencial				
Muchos gerentes muy capaces	__ : __ : <b>X</b> : __ : __ : __ : __ : __			Muy pocos gerentes capaces

Nota. Tomado de "Strategic Management: A Methodological Approach (4th ed.) [Dirección Estratégica: Un Enfoque Metodológico]," por A. Rowe, A., R. Mason, K. Dickel, R. Mann, y M. Mockler, 1994. New York, NY: Addison-Wesley.

Tabla 7

*Análisis de Atractividad del Sector FNCER*

	Factor	Impulsor	Puntaje 0-10
1.	Potencial de crecimiento	Aumentando o disminuyendo	5
2.	Diversidad del mercado	Número de mercados atendidos	3
3.	Rentabilidad	Aumentando, estable, y decrecimiento	3
4.	Vulnerabilidad	Competidores e inflación	8
5.	Concentración	Número de jugadores	8
6.	Ventas	Cíclicas y continuas	8
7.	Especialización	Enfoque, diferenciación, y único	8
8.	Identificación de marca	Facilidad	5
9.	Distribución	Canales y soporte requerido	8
10.	Política de precios	Efectos de aprendizaje, elasticidad, y normas de la industria	6
11.	Posición de costos	Competitividad y bajo y alto costo	3
12.	Servicios	Oportunidad, confiabilidad, y garantías	8
13.	Tecnología	Liderazgo y ser únicos	8
14.	Integración	Vertical, horizontal, y facilidad de control	5
15.	Facilidad de entrada y salida	Barreras	8
		Total	94



Figura 16. Plantas de generación energía por tipo de tecnología en Colombia.

Tomado de "Mapa de Ubicación de Centrales: Centrales de Asociados Mayores a 50 M.W.," por la Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica (ACOLGEN), 2016a.

Recuperado de <http://www.acolgen.org.co/index.php/sectores-de-generacion/mapa-de-centrales>

La competencia en el sector se concentra en lograr producir energía al menor precio posible, manteniendo altos parámetros de calidad como (Flórez et al., 2016):

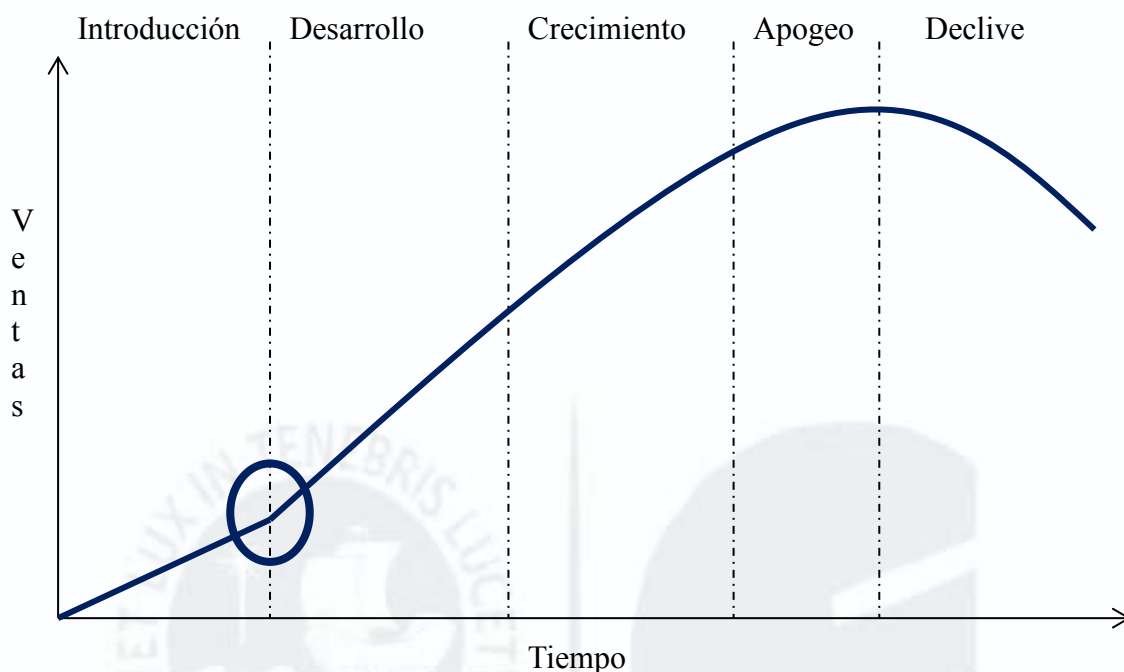
- **Confiabilidad:** Del suministro, la cual se define como la capacidad de los sistemas eléctricos de entregar la energía con los estándares de calidad y en la cantidad requerida por la demanda. Abarca tres atributos propios de estos sistemas: seguridad, firmeza, y suficiencia.
- **Seguridad:** Es un atributo de corto plazo y se refiere a la respuesta del sistema eléctrico frente a contingencias y a cambios repentinos en la demanda. Igualmente, autores como Batlle y Pérez-Arriaga definen la seguridad como la disponibilidad de la capacidad de generación existente de responder, cuando se requiere, para el cubrimiento de la demanda en tiempo real.
- **Firmeza:** Se refiere a la disponibilidad de la generación a corto plazo, resultante del manejo operativo de la capacidad instalada; es un atributo de corto y mediano plazo, que depende de la gestión del programa de mantenimiento, los contratos de combustibles, la gestión de los embalses, entre otros. La firmeza se relaciona con la disponibilidad de las unidades de generación instaladas en los periodos críticos.

Por lo anteriormente expuesto, este es un sector altamente competitivo, con alta dificultad para el ingreso de nuevos competidores por las grandes inversiones, utilización de alta tecnología, y fuerte regulación estatal. A partir de este análisis, se puede afirmar que el sector está en fase de desarrollo (ver Figura 17).

### **3.5.1 Poder de negociación de los proveedores**

El sector de las FNCER dispone de tres grandes grupos de proveedores que están ligados a cada una de las fuentes de generación. Para la generación de energía eólica, están los productores de turbinas. En este caso, el poder del proveedor es alto puesto que cada producción está ligada al proyecto que se quiera abordar porque las características de cada

territorio son diferentes, lo que hace que las adaptaciones tecnológicas sean altamente específicas. Los mayores proveedores de estas turbinas se encuentran en Europa y EE.UU. con fabricantes poderosos como Vestas, Siemens, Gamesa Eólica, GE, y ABB.



*Figura 17.* Ciclo de vida del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia.

Para la generación de energía fotovoltaica, los proveedores a considerar son los de paneles solares. En este caso, las condiciones de poder las da el mercado en la medida que ha aumentado la demanda por la masificación de la tecnología y el número de proveedores pasando de los tres grandes proveedores a nivel mundial (i.e., BP solar, Repsol, y Total) a centenares de proveedores ubicados en su mayoría en Europa y China. Las características de estos productos son más homogéneas y, por lo general, solo varían en la vida útil, el área (tamaño), y el nivel de eficiencia. Finalmente, los proveedores de calderas para la generación por biomasa, tienen un nivel de negociación regulado por el mercado al ser esta una tecnología con más de 150 años de creación y un proceso más que copiable. Lo anterior permite que existan proveedores en todo el mundo, incluso en Colombia y Brasil son fuertes por industrias como la azucarera que les ha permitido tener una especialización.

### 3.5.2 Poder de negociación de los compradores

El modelo de comercialización consiste en comprar energía en el mercado mayorista para venderla a los usuarios finales. En el mercado energético colombiano, existen dos tipos de compradores: usuarios y agentes. Los usuarios, a su vez, son de dos tipos: regulados y no regulados. Los usuarios regulados son personas naturales o jurídicas que consumen menos de 55 MWh mensual como los usuarios comerciales, oficiales, y los residenciales clasificados por estratos socioeconómicos, y algunos industriales que compran energía con tarifas sujetas a las establecidas por la CREG. Los usuarios no regulados son personas naturales o jurídicas, grandes consumidores de energía, como industriales y comerciantes, que demandan más de 55 MWh mensual y negocian libremente los costos de las actividades relacionadas con la generación y comercialización. Los agentes son los que llevan la energía al usuario final (CREG, 2016a).

Los principales mecanismos para transar energía en el mercado mayorista son:

- Mercado Spot o Bolsa de Energía de Colombia: Se transan contratos a corto plazo entre generadores que actúan en representación propia y comercializadores representados por el Centro Nacional de Despacho (CND), mediante el cruce de oferta y demanda. La oferta de energía es horaria y el precio es diario (García, Gaviria, & Salazar, 2011).
- Contratos bilaterales: Se transan contratos a mediano y largo plazo de tipo financiero y buscan reducir la volatilidad del precio de la energía. Los distribuidores pueden cubrir la demanda mediante estos contratos a mediano y largo plazo que se definen mediante competencia en la que participan agentes o generadores que tienen disponibilidad total o parcial de la energía solicitada (García et al., 2011).
- Cargo por confiabilidad: En este mercado se transan las Obligaciones de Energía Firme (OEF) para respaldar la demanda a largo plazo en situaciones de escasez y garantizar al generador estabilidad de ingresos para incentivar la inversión (ISAGEN, s.f.).
- Servicios complementarios: Mercado a corto plazo entre generadores para conciliar las diferencias entre la generación programada y la generación real, y ofrecer servicios

complementarios a la generación según la disponibilidad para aumentar o disminuir la generación. Diariamente se evalúa si es beneficioso ofertar esta diferencia dependiendo del costo de oportunidad de la generación, el precio de oferta de cada planta, y el precio de bolsa. El generador recibe una remuneración por la asignación del servicio, aunque no genere la energía, y por la energía generada (ISAGEN, s.f.).

Bajo este contexto, los usuarios regulados no tienen poder alguno de negociación de precios y están sujetos a las tarifas determinadas por la CREG. El poder de los usuarios no regulados está en su capacidad para transar energía mediante los diferentes mecanismos que ofrece el mercado. En ambos casos, los precios máximos están regulados por la CREG. Sin embargo, según Celedón (2014), en octubre del mismo año un grupo de 21 empresas de diversos sectores industriales crearon un gremio de grandes consumidores de energía (ASOENERGÍA), con el objetivo de representar a los consumidores de energía en temas de política energética en respuesta principalmente a la preocupación por los altos costos. El mercado energético colombiano es organizado y regulado, lo cual genera confianza y oportunidad para las FNCER.

### **3.5.3 Amenaza de los sustitutos**

Para finales de 2015, la capacidad efectiva neta del Sistema Interconectado Nacional (SIN) fue 16,420 MW, con una participación del 66.6% en hidroelectricidad, 28.42% por centrales térmicas, y 4.98% en las demás tecnologías, y generó 66,548.5 GWh, de los cuales 63.8% fueron hidráulicos, 31% térmicos, y 5.2% de menores y cogeneradores. Entre septiembre y diciembre de 2015, el fenómeno de El Niño fue uno de los más fuertes desde mediados del siglo pasado y causó un déficit hídrico que conllevó a un crecimiento del 12.1% de generación térmica frente a 2014 (XM, 2016a). En Colombia, los sustitutos de las FNCER son la generación de energía con fuentes tradicionales como lo son hidroeléctricas y térmicas.

Los recursos no renovables, de los cuales el planeta depende en un 93%, son los combustibles fósiles (i.e., el carbón, el petróleo, y el gas natural), los recursos hídricos, y la energía nuclear. Los combustibles fósiles no son renovables. El suministro está limitado y



podrán agotarse sus existencias en el planeta. Solo en un 7% estaría cubriendo las necesidades a través de las energías renovables. Esta energía no renovable emite a la atmósfera dióxido de carbono, gas que aporta al calentamiento global con el efecto invernadero. La estimación de reservas de combustible para el planeta es de 50 años; con las nuevas tecnologías de explotación como el *fracking*, se habla de reservas de entre 100 y 120 años. La utilización del sol, el viento, la biomasa, la energía generada con el mar y las olas, no contaminan el planeta y son fuentes de energía renovables. En cuanto al uso de la energía mareomotriz, se desconoce el efecto sobre la vida marina (Energías Renovables, 2015).

#### **3.5.4 Amenaza de los entrantes**

Para el sector industrial de las FNCER en Colombia, la amenaza está en la entrada de empresas de países cercanos que van a la vanguardia en la implementación de este tipo de energías en sus países, principalmente en energía eólica y energía solar fotovoltaica, como lo son Brasil y Chile en Sudamérica (ISA, 2016a). A nivel mundial, Alemania es el país que está más avanzado en el desarrollo de las tecnologías y equipos para aprovechar las FNCER y que para 2014 es el país que tiene la mayor capacidad instalada de generación de energía a partir de las FNCER en energía eólica y energía solar fotovoltaica seguido por EE.UU. Otro país que se debe considerar es la China, que es una amenaza latente y que viene desarrollando esta industria a unos precios bajos de producción y de mano de obra, con relación a países europeos y de América.

Es importante destacar a Panamá como una potencial amenaza entrante. Las FNCER eólica y solar en Panamá representan el 7% de la capacidad instalada de 3,012 MW a mayo de 2016. En Panamá, la energía eólica es la de mayor desarrollo con un crecimiento del 259% en el periodo enero-mayo de 2016, comparado con el mismo periodo de 2015. Con el proyecto de interconexión eléctrica Panamá-Colombia, para el cual el Ministerio de Gobierno está en acercamientos con el congreso general de la etnia Guna, con el fin de culminar los estudios de las redes de infraestructura que atravesarían el territorio Guna, en un futuro los dos países estarán interconectados (“Panamá: Más Generación,” 2016).

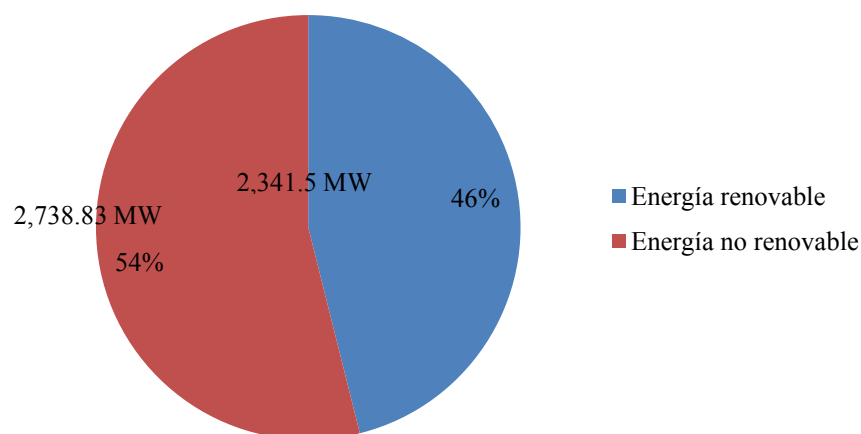
### 3.5.5 Rivalidad de los competidores

Como competencia directa, están los países vecinos que actualmente cuentan con interconexión eléctrica con Colombia y de manera regular transmiten energía en un sentido o en otro. Estos países pueden suplir la demanda de energía de las zonas fronterizas, por ello se considera que estos dos países son posibles competidores. Según CORPOELEC (2016), el primer competidor es Venezuela, con quienes se tiene conexión de una línea de transmisión por el departamento de la Guajira, el sistema eléctrico venezolano asciende a unos 24,000 megavatios (MW) de capacidad instalada y está conformado por un significativo número de infraestructuras, localizadas, en su mayoría, en la región de Guayana, donde funcionan los complejos hidroeléctricos más grandes. Estos ofrecen más del 62% del potencial eléctrico, un 35% de la generación de electricidad proviene de plantas termoeléctricas, y casi un 3% corresponde al sistema de generación distribuida, conformada por grupos electrógenos.

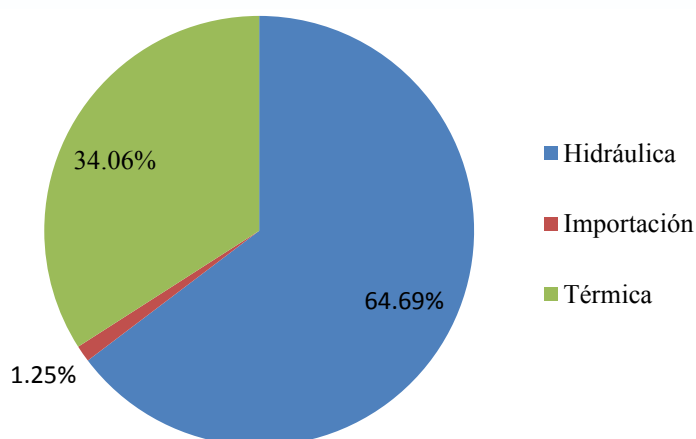
Aunque durante el primer semestre de 2016, el sistema eléctrico venezolano tuvo dificultades para cubrir la demanda de energía interna por la fuerte sequía y, por ende, la disminución del nivel principal de embalse del país (El Gurí), el retorno de las lluvias ha llevado a tener con qué cubrir la demanda interna y de ser necesario vender excedentes al sistema colombiano. Sin embargo, la información que se encuentra en diferentes fuentes consultadas difiere de la oficial del Gobierno venezolano y muestra una reducción importante, tanto en la capacidad instalada como en la demanda de energía; asimismo, la falta de divisas en Venezuela ha dificultado la comercialización y Colombia ha suspendido el suministro.

El siguiente país con quien Colombia tiene interconexión eléctrica es Ecuador, aunque es un sistema que representa menos de la tercera parte del sistema colombiano, este es un sistema que busca la independencia de las interconexiones internacionales y, por el contrario, busca aprovechar sus recursos hídricos para generar por medio de Hidroeléctricas y comercializar sus excedentes de generación con sus interconexiones. Las Figuras 18 y 19 muestran los aspectos generales del sistema eléctrico ecuatoriano.

Al igual que Venezuela, Ecuador compite por el mercado eléctrico de las ciudades colombianas cercanas a la frontera, las cuales pueden tener mejores precios al encontrarse con despachos de los precios más bajos, sin importar en cuál de los dos países se está generando. Un panorama interesante muestra las conexiones internacionales actuales en América del Sur y el potencial de mercado que tienen los generadores de energía. La Figura 20 muestra el detalle de la conexión existente con Venezuela y Ecuador, países con quienes Colombia por momentos vende energía y en otros compra. Se puede observar en estudio la línea de transmisión e interconexión con Panamá, la cual interconectaría directamente Centroamérica y no solo Panamá.



*Figura 18.* Capacidad efectiva de generación de Ecuador 2012. Adaptado de “Visión Sector Eléctrico Ecuatoriano: Beneficios Proyecto Mazar,” por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable de Ecuador, 2012, p. 5. Cuenca, Ecuador: Autor.



*Figura 19.* Distribución y generación por tecnología. Adaptado de “Visión Sector Eléctrico Ecuatoriano: Beneficios Proyecto Mazar,” por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable de Ecuador, 2012, p. 5. Cuenca, Ecuador: Autor.



Figura 20. Panorama de interconexiones eléctricas en Centro y Sudamérica.

Adaptado de "Transporte de Energía Eléctrica," por la Interconexión Eléctrica Sociedad Anónima (ISA), 2016a. Recuperado de <http://www.isa.co/es/isa-y-sus-negocios/Paginas/transporte-de-energia-electrica.aspx>

### 3.6 El Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia y sus Referentes

El sector de las FNCER en Colombia aún es incipiente y el único proyecto con el que cuenta, aparte de los proyectos de autogeneración, es el parque eólico Jepirachi de EPM en la Guajira. Tampoco existe una cifra o dato que indique el número de empleos que genera este sector en Colombia, a diferencia de Alemania y Chile, en donde es un sector importante para la economía del país y en la generación de empleos.

Alemania es el país referente en lo que se refiere al desarrollo e implementación de la producción de energía por medio de las FNCER. Energiewende es el proyecto sectorial más importante desde la posguerra y pretende reemplazar las energías nucleares y de carbón por las FNCER. En 2015, Alemania llegó a producir 43GW de energía a partir de las FNCER de capacidad total instalada. Entre 2010 y 2013 Alemania redujo los precios de la energía hasta un 32% con el uso de las energías eólica y solar principalmente; lo cual es importante para el país, puesto que energía más barata significa menos costos para las empresas, haciéndolas más competitivas en el ámbito mundial. El sector de la FNCER en Alemania ocupaba para 2015 a 370,000 trabajadores, más de los que emplea el sector de producción de energía tradicional, y espera crear entre 100,000 y 150,000 nuevos empleos entre 2020 y 2030. Sumado a esto, el 70% de la población alemana considera de extremadamente importante la implementación de las FNCER, según Energy Transition, The Germany Energiewende (como se citó en EcoInventos, 2016).

Como pilar fundamental de la estrategia de Energiewende, se encuentra la *Ley de Energías Renovables* (EEG), la cual se ha convertido en un instrumento eficaz para promoverlas, esta ley entró en vigor por primera vez en 2000 y desde entonces se ha desarrollado de manera continuada con modificaciones en 2004, 2009, 2012, 2014, y la

última que entrará en vigor el primero de enero de 2017. Básicamente, la ley se creó para promocionar el uso de las FNCER, cambiando la *Ley Eléctrica* de 1990 que estaba diseñada para la generación de energía con fuentes tradicionales. Las siguientes modificaciones se han enfocado en diferentes aspectos como: (a) aumentar la participación de las FCNER en la canasta energética alemana; (b) modificar el método de pago o compensación para los generadores FNCER; (c) disminuir la inversión inicial de capital de los sistemas fotovoltaicos; y (d) debido a la decisión gubernamental de cerrar todas las centrales nucleares de energía antes de 2022, reemplazar esta capacidad de generación con energía FNCER (Instituto Español de Comercio Exterior [ICEX], 2016).

Con todo ello, Alemania, quiere obtener las ventajas y beneficios como el participante que mueve la parte primaria y desarrollar las tecnologías de ingeniería de alto valor con el sello “Hecho en Alemania”, según Energy Transition, The Germany Energiewende (como se citó en EcoInventos, 2016).

Chile ha desarrollado una revolución sobre las energías renovables, de acuerdo con la última versión del *New Energy Finance Climscope*, elaborado por Bloomberg New Energy Finance y el Banco Interamericano de Desarrollo; Chile tiene el tercer lugar en el ranking global, que mide el atractivo de inversión en energías renovables. A la fecha existen 49 proyectos en el SING y el SIC, equivalentes a 4,117 MW, por una inversión total de US\$11.3 billones. De los MW que producirán dichos proyectos, 46% serán de energías renovables, cifra que sube a 67% con el total de los proyectos renovables en curso. En parte, este panorama se explica por tener Chile la mayor radiación solar y la costa más larga del mundo, en la cual se tiene gran disponibilidad de vientos para generación eólica. Sin embargo, tener los recursos naturales disponibles no garantiza su aprovechamiento; en ese sentido Chile ha legislado para que estos recursos se aprovechen y muestra de ello es la Ley 20571 para la

generación distribuida, la cual da derecho a los clientes regulados a generar su propia energía eléctrica mediante medios renovables no convencionales o de cogeneración eficiente, autoconsumirla, y vender sus excedentes de energía a la empresas distribuidoras (Ministerio de Energía de Chile, 2016).

Un reportaje de Bloomberg destaca que el boom de energías renovables en Chile ha logrado reducir las emisiones de dióxido de carbono y no solo ha ayudado a combatir el calentamiento global, sino también a recortar los costos de electricidad más altos de Latinoamérica. Estos resultados son destacables puesto que no ha tenido un subsidio ni costo adicional para el Gobierno chileno, distinto a países como España y Japón. El artículo destaca la posibilidad de que Chile se convierta en exportador de energía. Chile podría considerarse líder en la transición energética en Latinoamérica (“El Boom de Energías,” 2016).

### **3.7 Matriz Perfil Competitivo (MPC) y Matriz Perfil Referencial (MPR)**

A continuación se desarrolla la matriz perfil competitivo (MPC) y la matriz de perfil referencial (MPR).

**MPC.** La matriz de perfil competitivo de las FNCER muestra ventaja frente a la competencia directa venezolana; Colombia con 2.69 frente a Venezuela con 2.03; lo que se puede explicar por la contracción de la economía venezolana, lo cual también ha provocado una caída en la demanda de energía y por ende, la inversión en este sector para 2016 es totalmente público y no atrae inversión extranjera. Frente al Ecuador con 2.87, se observa una ligera desventaja, y esta se puede explicar debido al énfasis ambiental y renovable que ha impulsado su Gobierno por medio de leyes y proyectos FNCER desde 2012, frente a los impulsos promovidos por el Gobierno colombiano desde 2014 con la promulgación de la Ley 1715 y decretos regulatorios en 2016. Frente al sustituto que son los generadores tradicionales de hidroeléctricas y térmicas, se observa una importante desventaja de las FNCER; ello debido al modelo de negocio actual que tiene importantes barreras de entrada

como altas inversiones iniciales y mayores costos de producción para los nuevos competidores FNCER. Finalmente, de llegar a concretarse la interconexión eléctrica con Panamá, este competidor entrante no representaría mayor riesgo para las FNCER colombianas puesto que la capacidad de generación y transmisión estaría limitada a 500 MW y por el contrario, Colombia tendría ventajas por contar con mayor disponibilidad de recursos y un sistema más robusto que el panameño. La Tabla 8 muestra los resultados del análisis de la MPC.

**MPR.** Colombia demuestra un favorable desempeño económico en los últimos años, consecuencia de ello es un aumento en el volumen de la industria, el comercio, y la población, situación que conlleva a un aumento en la demanda de energía, tal y como se ha descrito a lo largo de este documento. Sumado a esto y a pesar de no ser un importante contribuyente mundial en el calentamiento global por las emisiones de gases de carbono; Colombia está comprometida en la disminución en la emisión de este tipo de gases a partir de la implementación de energía mediante las FNCER. A manera de referentes mundiales por la innovación y el adelanto en la implementación de las FNCER en sus países, se tomó a Alemania como el mejor de los referentes y a Chile como referente regional, puesto que sus modelos de desarrollo en esta industria han demostrado ser exitosos. La Tabla 9 muestra la comparación de Colombia frente al referente mundial (Alemania) y al referente regional (Chile).

Sin embargo y a pesar de la sanción de la Ley 1715 de 2014, aún existen vacíos para el desarrollo de grandes proyectos de generación de energía a partir de las FNCER, en cuanto a políticas gubernamentales y la consecución de recursos financieros, que hagan viables estos proyectos a gran escala y con un costo de producción de energía, competitivo con los precios actuales generados principalmente por hidroeléctricas y termoeléctricas. Tal y como está la ley y la reglamentación en Colombia, se favorecen los proyectos de autogeneración para consumo comercial, residencial, y de algunas empresas, los cuales no son suficientes para la venta de energía y su inclusión en el SIN.



Tabla 8

*Matriz Perfil Competitivo del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia*

Factores claves de éxito	Peso	Competencia directa						Sustituto		Entrante	
		FNCER Colombia		Sector Eléctrico de Venezuela		Sector Eléctrico de Ecuador		Sector Eléctrico de Colombia		Sector Eléctrico de Panamá	
		Valor	Ponderación	Valor	Ponderación	Valor	Ponderación	Valor	Ponderación	Valor	Ponderación
1. Disponibilidad y acceso a recursos naturales para la generación de energía eléctrica	0.17	4.00	0.68	4	0.68	4	0.68	4	0.68	3.00	0.51
2. Políticas de responsabilidad social para las zonas donde se desarrollan los proyectos	0.12	2.00	0.24	2	0.24	2	0.24	2	0.24	2.00	0.24
3. Disponibilidad de recursos financieros para proyectos de generación	0.15	3.00	0.45	1	0.15	3	0.45	4	0.60	2.00	0.30
4. Acceso a tecnologías para generación de energía eléctrica	0.10	3.00	0.30	2	0.20	3	0.30	4	0.40	3.00	0.30
5. Condiciones de libre competencia	0.10	3.00	0.30	1	0.10	3	0.30	4	0.40	3.00	0.30
6. Posicionamiento del uso de las FNCER	0.06	1.00	0.06	1	0.06	2	0.12	3	0.18	2.00	0.12
7. Generar energía con costos competitivos y la mayor calidad	0.12	1.00	0.12	2	0.24	2	0.24	4	0.48	1.00	0.12
8. Políticas gubernamentales que fomenten el desarrollo del sector	0.18	3.00	0.54	2	0.36	3	0.54	4	0.72	2.00	0.36
Total	1.00		2.69		2.03		2.87		3.70		2.25

Nota. Valor: 4= Fortaleza mayor; 3=Fortaleza menor; 2=Debilidad menor; 1=Debilidad mayor.

Tabla 9

*Matriz Perfil Referencial del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia*

Factores claves de éxito	Peso	FNCER Colombia		FNCER Alemania		FNCER Chile	
		Valor	Ponderación	Valor	Ponderación	Valor	Ponderación
1. Disponibilidad y acceso a recursos naturales para la generación de energía eléctrica	0.10	4.00	0.40	4.00	0.40	4.00	0.40
2. Políticas de responsabilidad social para las zonas donde se desarrollan los proyectos	0.04	2.00	0.08	4.00	0.16	3.00	0.12
3. Disponibilidad de recursos financieros para proyectos de generación	0.20	3.00	0.60	4.00	0.80	4.00	0.80
4. Acceso a tecnologías para generación de energía eléctrica	0.25	3.00	0.75	4.00	1.00	4.00	1.00
5. Condiciones de libre competencia	0.15	2.00	0.30	4.00	0.60	4.00	0.60
6. Posicionamiento del uso de las FNCER	0.08	1.00	0.08	4.00	0.32	3.00	0.24
7. Generar energía con costos competitivos y la mayor calidad	0.08	1.00	0.08	4.00	0.32	4.00	0.32
8. Políticas gubernamentales que fomenten el desarrollo del sector	0.10	2.00	0.02	4.00	0.40	4.00	0.40
Total	1.00		2.49		4.00		3.88

*Nota.* Valor: 4 Fortaleza mayor, 3 Fortaleza menor, 2 Debilidad menor, 1 Debilidad mayor.

También es importante considerar que en Colombia a diferencia de Alemania y Chile, para su población el uso y/o la generación de energía a partir de las FNCER, no es importante ni relevante, puesto que no se han desarrollado estrategias de comunicación, ni de divulgación sobre los beneficios del uso de las FNCER en el país. Otro aspecto que se debe considerar y que es de alta importancia, es que en las zonas donde son viables estos proyectos a gran escala, son zonas apartadas, de bajo desarrollo y con asentamientos de etnias indígenas, que en un momento determinado pueden poner en riesgo la viabilidad de estos proyectos de infraestructura, si no se hacen las correspondientes socializaciones con los diferentes grupos de interés; situación en la que Alemania y los países del primer mundo están mucho más desarrollados y con políticas claramente establecidas.

### 3.8 Conclusiones

El reto está en que Colombia representados por el MME, y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, creen las políticas necesarias para la implementación y desarrollo del sector de las FNCER y se destinen los recursos económicos necesarios provenientes del cargo por confiabilidad y de los subsidios pagados por los estratos 5 y 6, tal y como se mencionó en la sección 3.2.5; y así hacer viables proyectos de generación de amplia envergadura a partir de las FNCER en Colombia, principalmente a partir de energía eólica y solar foto voltaica, por parte de las grandes empresas generadoras de energía y que actualmente operan en la generación de energía por medio de termoeléctricas e hidroeléctricas como lo son principalmente EPM, EMGESA, ISAGEN, GECELCA, entre otras y que son asociadas por la Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica (ACOLGEN).

Colombia tiene alto potencial en la generación de energía a partir de las FNCER, principalmente eólica y solar foto voltaica, y de presentarse en favorables términos estos escenarios, Colombia debe llegar a reducir los costos de generación de energía, y así hacer a la industria del país más competitiva, con costos de producción más bajos, tal y como lo hizo Alemania. Sumado a esto se debe considerar que el país está interconectado en dos puntos con Venezuela y Ecuador y una tercera posible interconexión con Panamá, y por el potencial de generación de energía que tiene Colombia a partir de las FNCER, tiene el potencial de convertirse en un importante exportador de energía para Venezuela, Ecuador, y Centroamérica a un costo competitivo.

El sector de las FNCER en Colombia se encuentra en su fase de desarrollo y cuenta con apoyo gubernamental y riqueza natural para desarrollar proyectos a pesar de las barreras de entrada generadas por el oligopolio del sector eléctrico y las dificultades actuales para obtener las licencias. Estas fortalezas y amenazas se evidencian en el análisis realizado en este capítulo. En la región se tiene como referente a Chile por sus niveles de inversión y

crecimiento en el sector y en el ámbito mundial Alemania porque además de sus resultados cuenta con un ambicioso plan de implementar las FNCER para reemplazar el total de las fuentes convencionales.

Colombia es un país que ha fortalecido sus relaciones internacionales a través de acuerdos y alianzas estratégicas con diferentes países de América, Europa, y Asia; con lo cual promueve el intercambio comercial y tecnológico. La interconexión del sistema eléctrico en el ámbito regional sugiere la proyección a futuro del sector. Además de los programas del sector financiero que apoyan estos proyectos, la mejora en el índice de competitividad del país lo hace atractivo para la inversión extranjera. Avanzar con el *Plan de Desarrollo 2014-2018* para el logro de sus objetivos de paz, equidad, y educación en un marco de cooperación internacional continuará posicionando el país regional y mundialmente, lo cual facilita ambientes de inversión y negociación.

## Capítulo IV: Evaluación Interna

En este capítulo, se realizará el análisis interno del sector de las FNCER en Colombia. Esta evaluación interna, según D'Alessio (2015), se enfoca en encontrar estrategias para capitalizar las fortalezas y neutralizar las debilidades. Para hacer un correcto análisis interno, se deben auditar varias áreas de la empresa o del sector y estas áreas se conocen como AMOFHIT.

### 4.1 Análisis Interno AMOFHIT

El análisis interno AMOFHIT permite evaluar las principales áreas funcionales de una empresa, sector, institución o país, las cuales son: (A) Administración y Gerencia, (M) Marketing y Ventas & Investigación de Mercado, (O) Operaciones & Logística e Infraestructura, (F) Finanzas y Contabilidad, (H) Recursos Humanos y Cultura, (I) Sistemas de Información y Comunicaciones, y (T) Tecnología & Investigación y Desarrollo.

#### 4.1.1 Administración y gerencia (A)

El permanente objetivo de la administración es aumentar la productividad como vehículo para incrementar las posibilidades de competir con éxito, mientras que la gerencia es la encargada de manejar los aspectos no solo operacionales, sino también estratégicos, así como definir el rumbo y las estrategias de la organización (D'Alessio, 2015).

El sector de las FNCER en Colombia no dispone en la actualidad de un organismo oficial independiente que lo regule y evalúe, y depende del MME y los diferentes órganos que evalúan y regulan el sistema energético en Colombia. Sin embargo, con la entrada en vigencia de la Ley 1715 de 2014, entidades como la UPME, adscrita al MME, tienen un departamento encargado del planeamiento de las FNCER. Las entidades encargadas de la generación de políticas y regulación del sistema energético en Colombia se ilustran en la Figura 21.

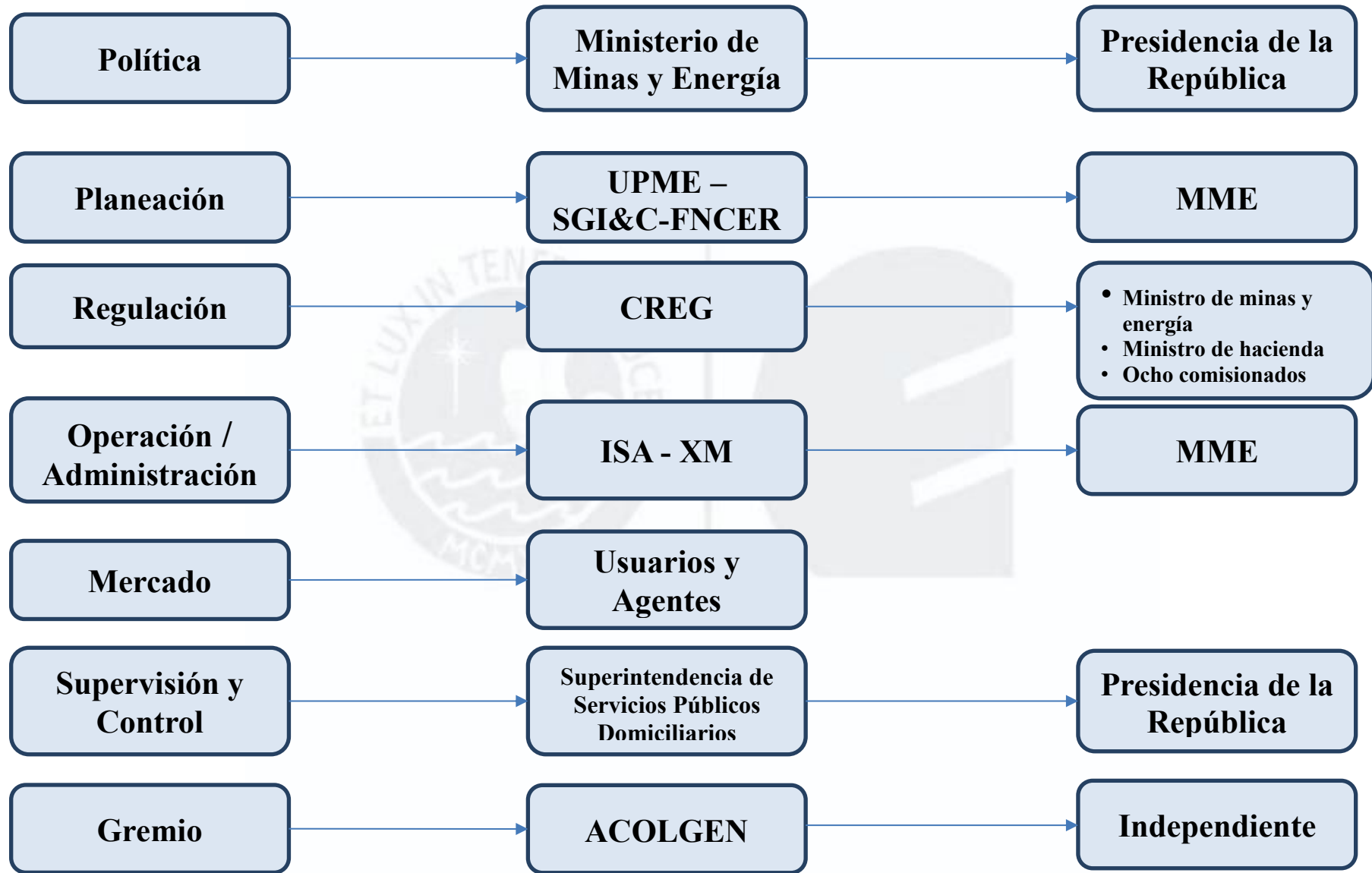


Figura 21. Estructura del sector energético en Colombia.

Estas entidades del sector se encargan de crear las políticas y planear, regular, y vigilar las etapas de los procesos de generación, transmisión, distribución, y comercialización, según se describe a continuación:

**Ministerio de Minas y Energía (MINMINAS).** Entidad pública de carácter nacional del nivel superior ejecutivo central que se encarga de regular y administrar los recursos naturales no renovables (MINMINAS, s.f.). La estructura organizacional del sector eléctrico en Colombia depende del MINMINAS, el cual se encarga de que las estrategias del sector se lleven a cabo y se ejecuten. La estructura organizacional actual definida bajo el Decreto 0381 del 16 de febrero de 2012, es la siguiente: Despacho del Ministro, el cual tiene oficinas adscritas, de asesor jurídico, control interno, planeación y gestión internacional, asuntos ambientales y sociales, y asuntos regulatorios y empresariales. También se encuentran la Comisión de Personal y el Comité de Coordinación del Sistema de Control Interno y Gestión de Calidad. En orden jerárquico se desprenden el Despacho del Viceministro de Minas, el Despacho del Viceministro de Energía y la Secretaria General. Del Despacho del Viceministro de Energía se desprende la Dirección de Energía Eléctrica y la Dirección de Hidrocarburos. Del Despacho del Viceministros de Minas se desprenden las Direcciones de Minería Empresarial y la Formalización de Minería. Bajo la Secretaria General, se encuentran la Subdirección Administrativa y Financiera y la Subdirección de Talento Humano (MINMINAS, 2012).

**Unidad de Planeación Minero Energética (UPME).** Unidad administrativa de orden nacional adscrita al MME, de carácter técnico, que se encarga de planear todo lo relacionado con el sector minero energético en Colombia, gestionar y administrar toda la información del sector, hacer la evaluación de proyectos, y realizar los cálculos para la liquidación de regalías. La UPME tiene una dependencia, el Sistema de Gestión de Información y

Conocimiento en Fuentes No Convencionales de Energías Renovables (SGI&C-FNCER), que es la única entidad encargada de la administración de la información, evaluación, y promoción de proyectos, administración de incentivos, y desarrollo de las FNCER (UPME, 2013).

**Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).** Unidad administrativa dependiente del MME, conformada por el Ministro de Minas y Energía, quien la preside, el Ministro de Hacienda y Crédito Público, el Director del Departamento Nacional de Planeación, y ocho comisionados expertos nombrados por el Presidente de la República. La CREG es una entidad técnica cuyo objetivo es regular los servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica, gas natural, gas licuado, y combustibles líquidos, y también regular los monopolios (CREG, 2013a).

**Interconexión Eléctrica Sociedad Anónima (ISA).** Empresa mixta público privada, cuyo principal accionista es el Estado, encargada del transporte de energía eléctrica, concesiones viales, transporte de telecomunicaciones, y gestión de sistemas de tiempo real (XM) (ISA, 2016b).

**XM.** Es una filial de ISA especializada en la gestión de sistemas en tiempo real encargada del diseño, planeación, optimización, y administración de sistemas transaccionales. En el sector eléctrico tiene a cargo la operación del SIN, la administración del mercado de energía en Colombia, y las transacciones internacionales de energía con Ecuador (XM, 2016c).

**Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD).** Entidad descentralizada de carácter técnico, cuyas funciones son las de inspección, vigilancia, y control a las entidades y empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios. También es la encargada de aplicar las sanciones (SSPD, s.f.).



*Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica (ACOLGEN).*

Organización gremial sin ánimo de lucro, cuya función es promover la libre y sana competencia y el desarrollo del sector eléctrico colombiano, principalmente en la actividad de generación, y tener una participación activa en la formulación de políticas y regulación sectorial. Los principales asociados son Isagen, Celsia, Emgesa, y EPM (ACOLGEN, 2016b).

Esta última, en la actualidad, es la única de las grandes generadoras que tiene en Colombia el único proyecto de FNCER en el Parque Eólico Jepírachi en La Guajira y desarrolló un parque eólico en la región de Coquimbo al norte de Chile (Empresas Públicas de Medellín [EPM], s.f.).

El sector de la energía y de las energías renovables ha desarrollado medios de integración, colaboración, y comunicación. Un indicador destacable para el futuro de un sector y su desarrollo continuo son las agremiaciones. El enfoque de ACOLOGEN es construir mecanismos de mercado para generar la libre competencia, desarrollar el crecimiento sostenible de los asociados, desarrollar el sector energético nacional e internacional, y buscar el funcionamiento eficiente del sector eléctrico colombiano con la participación activa en la formulación de la política pública sectorial. La asociación es el mecanismo de integración de los intereses de los asociados, el Estado y demás agentes del sector. En la Figura 22 se ilustran las empresas asociadas a ACOLOGEN (2016c).

Las agremiaciones y ambientes colaborativos son la evidencia de que la industria energética colombiana se encuentra organizada. Para las FNCER, SER Colombia está liderando a este sector con miembros de alta relevancia a nivel nacional e internacional. Sin embargo, falta que este sector siga fortaleciéndose, siendo importante que las agremiaciones asuman un rol más crítico, con liderazgo y acciones más concretas.



*Figura 22.* Empresas asociadas a ACOLGEN.  
Adaptado de “Nuestros Asociados,” por la Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica (ACOLGEN), 2016c. Recuperado de <http://www.acolgen.org.co/index.php/2013-01-31-06-37-23/nuestros-asociados>

#### 4.1.2 Marketing y ventas (M)

Con el análisis de las 4P quedará más clara la situación del mercado energético global para Colombia y el efecto para las FNCER. Sin embargo, no se va a profundizar en la promoción, puesto que no existe para el sector.

Como contexto general del mercado, es importante entender que para el cierre de 2015, y como resultado de las altas temperaturas generadas por el Fenómeno El Niño, la

demanda de energía en Colombia reflejó un crecimiento en el consumo del mercado regulado de un 5.5%, y en el mercado no regulado de solo el 1.7%. Este bajo crecimiento del mercado no regulado se debió, principalmente, al no repunte de la industria manufacturera en el país y a la contracción del consumo ocasionado esencialmente por la crisis petrolera a nivel mundial (XM, 2016b). Como muestra la Tabla 10, la generación de 2015 se logró utilizando los 16,420 MW de capacidad, mostrando un crecimiento en 931 MW, equivalentes al 6%. Este aumento obedece principalmente a la entrada en operación de las centrales hidroeléctricas El Quimbo 396 MW y Carlos Lleras 78 MW.

Tabla 10

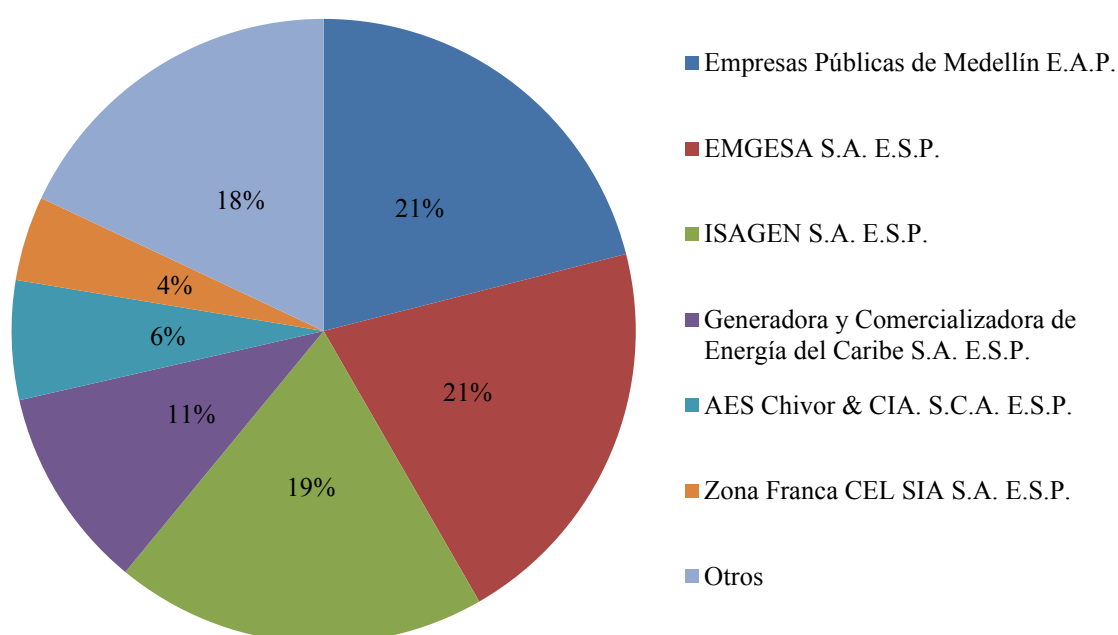
*Capacidad Efectiva Neta del SIN a Diciembre de 2014 y 2015*

Recurso	2014 MW	2015 MW	Participación (%)	Variación (%) 2014-2015
Hidráulicos	10,315	10,892	66.60	5.59
Térmicos	4,402	4,743	28.42	7.19
Gas	1,757	1,548		-13.50
Carbón	1,003	1,339		25.09
Fuel - Oil				
Combustóleo	297	299		0.67
ACPM	1,023	1,247		17.96
Jet1	46	46		0.00
Gas - Jet A1	276	264		-4.55
Menores	694.65	698.42	4.48	0.54
Hidráulicos	584.88	608.55		3.89
Térmicos	91.35	71.45		-27.85
Eólica	18.42	18.42		0.00
Cogeneradores	77.3	86.6	0.50	10.74
<b>Total SIN</b>	<b>15,489</b>	<b>16,420</b>	<b>100.00</b>	<b>5.67</b>

*Nota.* Tomado de “Informe de Operación del SIN y Administración del Mercado 2015,” por XM Compañía Expertos en Mercados (XM), 2016b, p. 22. Medellín, Colombia: Autor.

La Tabla 8 da un mejor entendimiento del sector energético colombiano y la participación de las FNCER en este. Es importante entender la composición del mercado de las diferentes fuentes de generación, donde los generadores menores y los cogeneradores pesan el 4.48%, y de estos la generación por energía eólica pesa menos del 1%.

El mercado energético total colombiano tiene un valor de \$15 billones COP, con una tendencia creciente cercana a los valores del 3.2% promedio anual y donde los principales participantes se reparten el mercado como se muestra en la Figura 23.



*Figura 23.* Participación del mercado por agente generador. Tomado de “Informe de Operación del SIN y Administración del Mercado 2015,” por XM Compañía Expertos en Mercados (XM), 2016b, p. 33. Medellín, Colombia: Autor.

Inicialmente, *el precio* que se va a tomar es el promedio spot que se tranza en la bolsa XM, puesto que este es el que genera mayor impacto para el consumidor final y es la base para la negociación de contratos a largo plazo en el mercado regulado. El comportamiento de este depende de los agentes generadores que participan en el mercado a corto plazo y a ese precio se liquida la energía vendida o comprada por cada uno de ellos (Vélez, 2015). La Figura 24 muestra la variación de los precios frente a la disponibilidad de los diferentes generadores.

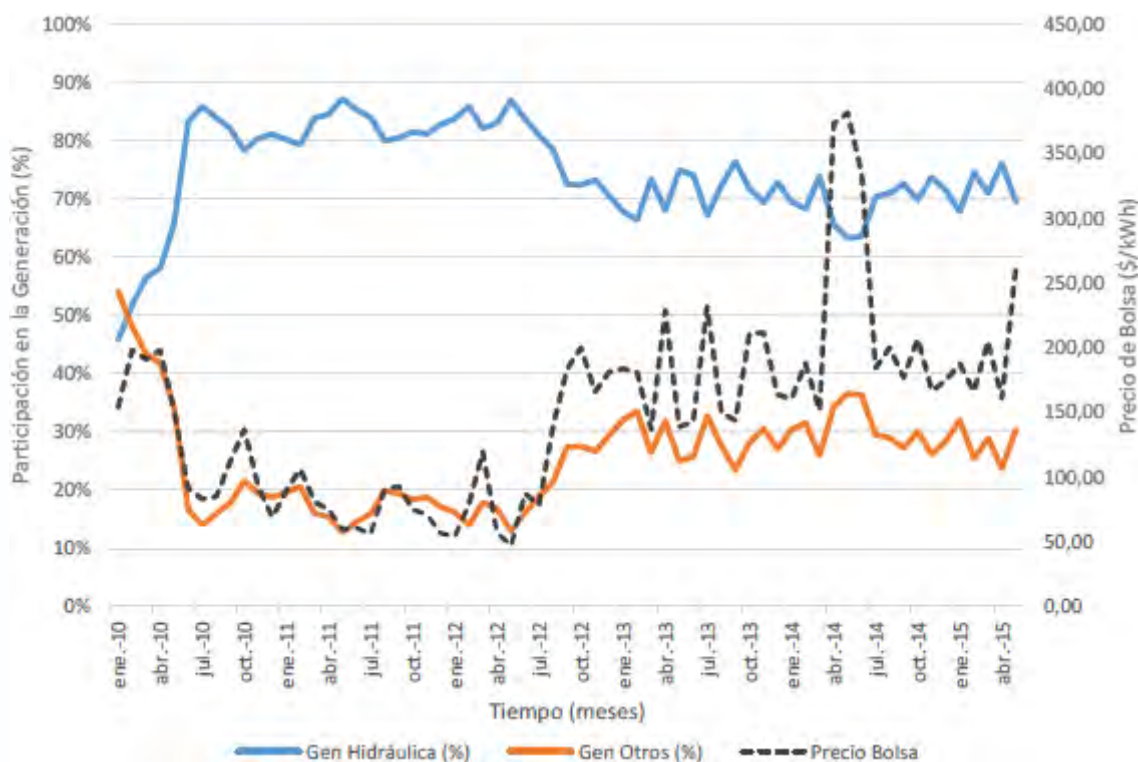


Figura 24. Composición de la generación y precio spot.

Tomado de “El Precio de la Electricidad en Colombia y Comparación con Referentes Internacionales 2012-2015,” por L. G. Vélez, 2015, p. 10. Medellín, Colombia: Asociación Nacional de Empresas Generadoras.

Esta figura grafica la evolución del precio spot en un periodo de 64 meses, donde se parte de un precio entre 150-200 \$COP/KWh, que desciende a niveles debajo de 100 \$COP/KWh por alrededor de 18 meses, ligado a la alta generación hidráulica y que nuevamente se ajusta entre 150 y 200 \$COP/KWh con un pico en el segundo trimestre de 2014, debido a la contracción en generación hidráulica y el aumento por parte de otros generadores (Vélez, 2015).

Para las FNCER, las inversiones iniciales hacen que el costo de generación sea alto y poco competitivo, pero una vez esas inversiones se amortizan, su producción se hace más económica y no está afectada por los riesgos de generación por cambio climático que, aunado al incremento en los costos de los combustibles fósiles, le da una ventaja para competir (UPME, 2015b).

El producto no va a estar enfocado sobre lo que se entrega, puesto que una vez se interconecta todo se vuelve energía y no es allí donde se basa la diferenciación, es en la

generación donde las FNCER son distintas a las convencionales, porque provienen de recursos naturales inagotables y sin costo. Es el caso de la energía eólica, que es la fuente moderna de energía renovable, donde se toma el viento como el recurso a transformar y en Colombia se cuenta con vientos localizados de velocidades medias en el orden de 9 m/s a 80 m de altura. La energía solar, cuyo recurso es el sol y la transformación de energía, con el uso de módulos hechos de materiales semiconductores que se valen del efecto fotovoltaico para generar corriente a partir de los fotones recibidos del sol; en Colombia se cuenta con una irradiación solar que en promedio de  $194 \text{ W/m}^2$ , que permite tener una fuente confiable y permanente de generación. La biomasa sigue siendo la fuente tradicional de energía renovable y la de mayor participación en la canasta energética mundial; en Colombia se cuenta con potenciales energéticos del orden de 450,000 TJ por año en residuos. De esta manera, el producto en sí es una fortaleza puesto que es versátil, ecológico, e inagotable, con tres fuentes diferentes de producción, lo que permite sostenibilidad (UPME, 2015b).

#### **4.1.3 Operaciones y logística. Infraestructura (O)**

La dirección de operaciones considera el diseño, administración, y mejora del sistema productivo que crea y produce los bienes y servicios de una compañía. Esta se encarga de la elaboración de aquello que se considera medular para la empresa, es decir, que el producto o servicio que la empresa vende es su razón de ser; por ello se debe considerar que la estrategia de operaciones esté alineada con las estrategias corporativas y con las necesidades del cliente que se pretende cubrir. A continuación, se desarrollarán aspectos de operación y logística como proceso, capacidad, interconexiones, mano de obra, y calidad para el sector de las FNCER en Colombia.

**Proceso.** En las sociedades actuales la energía eléctrica se ha convertido en una necesidad fundamental para el funcionamiento de las industrias, el comercio, y los hogares; quienes requieren de su disponibilidad las 24 horas del día. Para satisfacer esta necesidad, es necesario contar con la infraestructura adecuada, las empresas e instituciones efectivas, y la

legislación apropiada que establezca la mejor regulación. Para disfrutar de la energía eléctrica, se requieren tres procesos básicos de producción: generación, transmisión, y distribución, finalmente se hace la comercialización y facturación de la energía consumida por los usuarios finales (Intercolombia, s.f.). La Figura 25 muestra toda la cadena de producción de un sistema eléctrico, desde la generación del producto hasta el consumidor final.

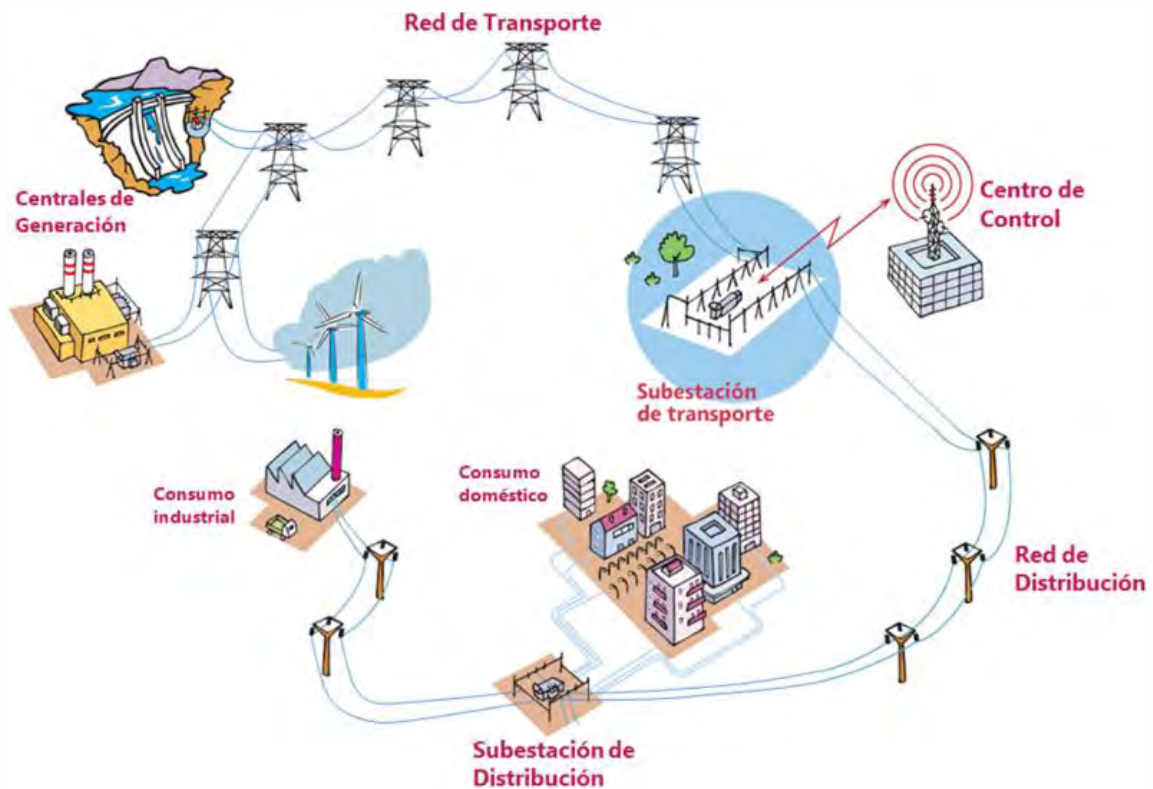


Figura 25. Cadena de producción de un sistema eléctrico típico. Tomado de “Cadena de la Energía Eléctrica,” por Intercolombia, s.f. Recuperado de <http://www.intercolombia.com/Negocio/Paginas/cadena-energia-electrica.aspx>

**Generación de la electricidad.** Para comprender las diferentes formas de generar energía, es necesario conocer los principios técnicos básicos de la generación de energía eléctrica y la diferencia entre las principales fuentes de energía mecánica que será transformada en energía eléctrica. El generador eléctrico consta de un rotor o electroimán en movimiento encargado de producir un campo magnético y un estator o parte estática, donde se encuentra la bobina, en la que se induce o genera una corriente eléctrica. Para poner en movimiento el rotor es necesario impulsarlo con energía mecánica, por medio de un

dispositivo especial acoplado a su eje. Este dispositivo, a su vez, es puesto en movimiento de diversas maneras aprovechando la energía mecánica, por ejemplo, aprovechando las caídas de agua, por medio del vapor o por las corrientes de viento. Para desarrollar en profundidad el tema de las FNCER, se explorarán las diferentes tecnologías y sus dispositivos de generación, como son las turbinas eólicas y los paneles solares (Intercolombia, s.f.).

**Turbina eólica.** Una turbina eólica es un dispositivo mecánico que convierte la energía eólica (viento) en energía eléctrica, esta es una turbomáquina que aprovecha la energía cinética del viento mediante sus aspas, que se concentran en un eje rotor, y que puede ser utilizado para varios fines como moler, bombear, y, principalmente, para generar electricidad mediante un generador eléctrico (Mundo Solar, 2016). La Figura 26 muestra las diferentes partes de una turbina eólica.

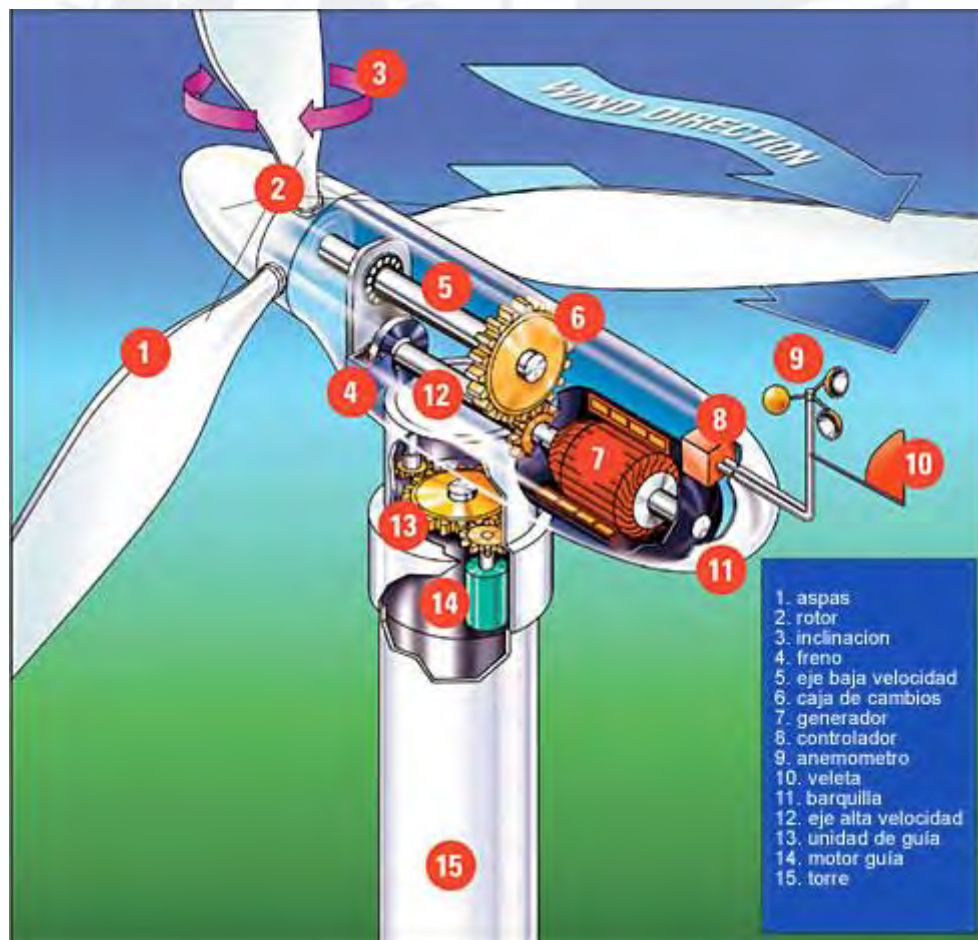


Figura 26. Partes de una turbina eólica.

Tomado de “Turbinas Eólicas [Imagen],” por Mundo Solar, 2016. Recuperado de <http://www.dforcesolar.com/wp-content/uploads/2010/01/partes-turbina-eolica.jpg>

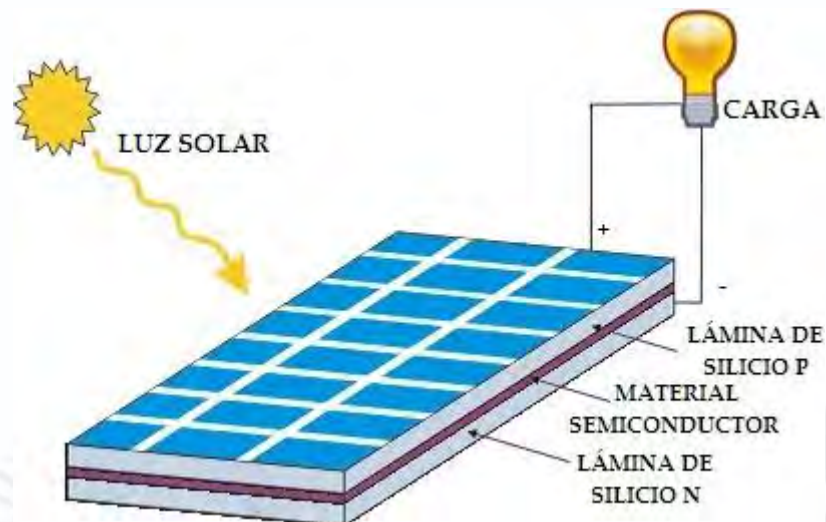


***Ventajas de las turbinas eólicas.*** La principal ventaja de una turbina eólica es la de aprovechar un recurso natural inagotable y sin costo como el viento, para convertir su energía mecánica en energía eléctrica de manera limpia y sostenible. El desarrollo de la tecnología actual de las turbinas eólicas permite aprovechar la velocidad del viento en rangos bajos desde 5 m/s hasta altos de 20 m/s, manteniendo en este amplio rango de velocidad los niveles de calidad de potencia (voltaje y frecuencia) necesarios para alimentar cargas sin causarles daño o generar disturbios eléctricos en un sistema interconectado. Los primeros desarrollos de turbinas eólicas necesitaban velocidades de viento constantes y en un rango de más o menos 2 m/s, lo cual impedía el desarrollo de proyectos con recursos fuera de ese rango (Aguilar & Sánchez, 2016).

***Desventajas de las turbinas eólicas.*** A pesar de que las turbinas eólicas aprovechan un recurso natural inagotable y sin costo como el viento, estos aparatos tecnológicos tienen algunos impactos en el medioambiente, algunos de estos impactos se dan en el espacio en tierra que utilizan (separación de cinco a 10 diámetros de rotor), puesto que las turbinas y la infraestructura que las rodea (incluyendo vías y líneas de transmisión) se deben mantener despejadas, por seguridad, lo cual abarca grandes superficies sin uso comercial. Las instalaciones eólicas costa afuera requieren de grandes cantidades de espacio, impidiendo la realización de una variedad de actividades en el océano, como pesca, actividades recreativas, extracción de arena y grava, la extracción de petróleo y gas, y la navegación. La contaminación visual es inevitable debido al tamaño de las aspas de las turbinas de viento y la gran altura del soporte que sería de al menos 80 msnm. Finalmente, la generación de ruido también impacta la salud de las comunidades alrededor, este nivel varía dependiendo del diseño de la turbina, la topografía, la velocidad y dirección del viento, y la hora del día (Aguilar & Sánchez, 2016).

***Paneles solares.*** Los paneles solares fotovoltaicos se componen de celdas que convierten la luz en electricidad. Dichas celdas se aprovechan del efecto fotovoltaico,

mediante el cual la energía luminosa produce cargas positivas y negativas en dos semiconductores próximos de distinto tipo, por lo que se produce un campo eléctrico con la capacidad de generar corriente (“Qué Es y Cómo,” 2013). La Figura 27 muestra el principio de funcionamiento de un panel solar.



*Figura 27.* Principio de funcionamiento de un panel solar. Tomado de “Explicación Sencilla de ¿Cómo Funciona un Panel o Placa Solar Fotovoltaica? [Mensaje de Blog],” por R. Prieto, 2012. Recuperado de <http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.pe/2012/12/como-funciona-un-panel-solar-fotovoltaico.html>

**Ventajas de los paneles solares.** La más importante ventaja del uso de paneles solares es que la materia prima para la generación de energía es un recurso natural inagotable, sin costo por usarlo, abundante, y de amplia presencia como la radiación solar; además, la conversión de la radiación solar en energía eléctrica no genera contaminación al medioambiente ni durante, ni después del proceso. Asimismo, este es un sistema apto para utilizarse en zonas donde el sistema interconectado nacional no llega, ya sea por las condiciones geográficas o por lo costoso y difícil de su distribución en la zona. La forma como está construido y funciona el panel solar hace que los costos de operación y mantenimiento sean más bajos que los de las plantas de energía convencional y eólica, lo que vuelve viable su implementación. Finalmente, a medida que la tecnología va avanzando, el costo de estos equipos va disminuyendo, en contraste con el costo de los combustibles fósiles que aumenta con el paso del tiempo porque cada vez son más escasos (Espada, 2016).

***Desventajas de los paneles solares.*** La principal desventaja de la generación de energía eléctrica por medio de energía solar se relaciona con el uso de la tierra, el uso del agua, la pérdida del hábitat, y la utilización de materiales peligrosos en la construcción de los paneles. El área total requerida varía dependiendo de la tecnología, la topografía del sitio, y la intensidad del recurso solar. Se estima que para una planta de generación fotovoltaica, el sistema requiere entre 14,000 y 40,500 m<sup>2</sup> por MW. Los paneles fotovoltaicos contienen materiales peligrosos y, aunque bajo condiciones normales están sellados, existe potencial de contaminación ambiental si se dañan o son manipulados o desechados al final de su vida útil en forma incorrecta. En particular, los trabajadores de las industrias manufactureras enfrentan riesgos asociados con la inhalación de polvo de silicón. La película de las celdas fotovoltaicas tiene materiales muy tóxicos y si no se manejan y se desechan adecuadamente, estos materiales pueden causar riesgos ambientales serios o amenazas a la salud pública (Aguilar & Sánchez, 2016).

***Potencial de generación eólica y solar.*** Los valores de la potencial de generación de energía eólica y solar alrededor de Colombia son los siguientes:

***Potencial de generación con energía eólica.*** Desde el punto de vista del recurso eólico en Colombia, el potencial más importante se encuentra localizado en el departamento de La Guajira y gran parte de la región Caribe, aunque también existe potencial en los departamentos de Santander y Norte de Santander y zonas específicas de Risaralda, Tolima, Valle del Cauca, Huila, y Boyacá. El potencial eólico de La Guajira es considerado de los mejores de Sudamérica, con velocidades de viento promedio del orden de 9 m/s (a 80 m de altura), lo que podría significar una capacidad instalable cercana a 18,000 MW eléctricos, comparable con la capacidad total actualmente instalada en el SIN (Aguilar & Sánchez, 2016). La Tabla 11 presenta los potenciales de generación eólica para las diferentes regiones del país.

Tabla 11

*Potencial Eólico en Colombia*

Área	Potencial eólico (MW)
Costa Norte	20,000
Santanderes	5,000
Boyacá	1,000
Risaralda-Tolima	1,000
Huila	2,000
Valle del Cauca	500

*Nota.* Tomado de “Competitividad de la Energía Eólica y Solar en el Mercado de Energía Mayorista (Informe No 107),” por A. Aguilar, y G. Sánchez, 2016, p. 2. Bogotá, Colombia: Superintendencia de Servicios Públicos.

La Tabla 10 muestra que el 67% del potencial eólico se concentra en el departamento de La Guajira, por ello se desarrolla con más profundidad los posibles proyectos de generación eólica en este departamento colombiano.

*Potencial de generación con energía solar fotovoltaica.* Según el Atlas de Radiación Solar de la UPME, existen niveles de radiación solar que pueden llegar a los 6.0 kWh/m<sup>2</sup>/d en La Guajira, gran parte de la Costa Atlántica, y en Arauca, Casanare, Vichada, y Meta. Estos niveles son comparables con los que se presentan en sitios de excelente radiación solar, tales como el desierto de Atacama en Chile, o los Estados de Arizona y Nuevo México en EE.UU. En regiones como la Costa Pacífica colombiana existen niveles que siendo inferiores al promedio nacional, están por encima de los niveles promedio recibidos en Alemania. La Tabla 12 presenta los valores de irradiación solar promedio para diferentes regiones del país.

Tabla 12

*Irradiación Solar en Colombia*

Área	Irradiación promedio (kWh/m <sup>2</sup> /d)
La Guajira	6.0
Costa Atlántica	5.0
Orinoquía	4.5
Región Andina	4.5
Amazonía	4.2
Costa Pacífica	3.5

*Nota.* Tomado de “Competitividad de la Energía Eólica y Solar en el Mercado de Energía Mayorista (Informe No 107),” por A. Aguilar, y G. Sánchez, 2016, p. 11. Bogotá, Colombia: Superintendencia de Servicios Públicos.

De la Tabla 10 se puede concluir que la mayor cantidad de irradiación solar, al igual que el potencial eólico, se encuentra en el departamento de La Guajira con una radiación 6.0 kWh/m<sup>2</sup>/d, valor comparable con los desiertos donde mayor cantidad de radiación solar se registra en el mundo. Como referencia, en la UPME se encuentran registrados nueve proyectos con capacidad de 121 MW solares.

**Interconexiones de las FNCER al SIN.** Como se observó en el numeral anterior, la mayor cantidad de recursos de fuentes de energía limpia se encuentran en el norte del país, exactamente en el departamento de La Guajira, sin embargo, esta cantidad de energía supera ampliamente el consumo energético en este departamento. Como sucede de manera típica con las FNCER, los centros de consumo (Zona Central) están alejados de los centros de generación (Zona Norte), por ello es necesario pensar en cómo conectar estos parques de generación eólica con el Sistema Interconectado Nacional, para que esta energía pueda llegar a los sitios donde se necesita. Los principales proyectos planeados de FNCER se concentran en parques eólicos con potencias sumadas de 3,127 MW en La Guajira (XM, 2016b). La Figura 28 muestra la línea de interconexión que debería hacerse para transmitir la energía generada en La Guajira al resto del país e interconexiones.

La posible línea de transmisión inclusive contempla la posibilidad de conectarse en Alto Voltaje en Corriente Directa (HVDC), lo cual ayudaría a disminuir posibles efectos electromagnéticos no deseados en el Sistema Interconectado Nacional.

**Mano de obra.** A nivel mundial, las FNCER generan una importante cantidad de empleos de calidad, sin embargo, por el poco desarrollo de este sector en Colombia, este dato es incierto, es por ello que se puede suponer que no existe la cantidad de personal necesario para implementar la cantidad de proyectos en estudio que se implementarían desde ahora hasta 2029. Sería necesario traer personal extranjero para las funciones claves de la operación y capacitar personal colombiano fuera del país puesto que la oferta educativa, específicamente en la generación FNCER, es poca y no es de reconocida como de calidad.



*Figura 28.* Ubicaciones conjuntos parques eólicos en el departamento de La Guajira. Tomado de “Informe de Operación del SIN y Administración del Mercado 2015,” por XM Compañía Expertos en Mercados (XM), 2016b, p. 102. Medellín, Colombia: Autor.

**Calidad de la energía generada.** La calidad de energía generada en un parque eólico con la tecnología actual de conversión, es comparable al de las máquinas sincrónicas que operan en una central de generación tradicional, los posibles efectos nocivos en el Sistema Interconectado Nacional disminuirían si la interconexión se hiciera con una línea de corriente directa (HVDC). Con los datos de vientos disponibles y para el nivel de incorporación de tecnología eólica que se ha considerado, no se observa una alteración significativa en los niveles de variabilidad de potencia. Para la integración de proyectos de generación de energía solar con el Sistema Interconectado Nacional no se tendrían problemas, puesto que, al generar en corriente directa y convertir en corriente alterna, es posible regular los parámetros de calidad de energía de manera precisa (XM, 2016b).

#### **4.1.4 Finanzas y contabilidad (F)**

Como se mencionó, la participación de las FNCER en Colombia, dentro del mercado eléctrico tradicional, es mínima, el único proyecto existente es el del Parque Eólico Jepírachi,

en el departamento de La Guajira, el cual entró en operación en 2004. La Ley 1715 (2014) incentiva la inversión en las FNCER, y en la actualidad hay desarrollo en proyectos de autogeneración, especialmente de energía solar fotovoltaica en los sectores comercial e industrial, y soluciones en Zonas no Interconectadas, los cuales, como se describió en el capítulo anterior, tienen diversos beneficios reglamentados por la ley. Dado este contexto, se presenta la información de costos de implementación de proyectos FNCER y las variables financieras relevantes del sector en general para referencia.

En Colombia existen diferentes mecanismos de financiamiento en los ámbitos nacional e internacional que ofrecen condiciones especiales de financiación e inversión para estos proyectos además de los subsidios que se pueden obtener de los recursos de los fondos de apoyo financiero. Algunas opciones son (UPME, 2015b):

- Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE): Creado a través del artículo 10 de la Ley 1715 de 2015 para financiar programas de FNCE y gestión eficiente de la energía, con recursos aportados por la Nación, entidades públicas o privadas, y organismos multilaterales e internacionales;
- Otros fondos estatales como el Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas (FAZNI), el Sistema General de Regalías (SGR), el Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales Interconectadas (FAER), y el Fondo Especial Cuota de Fomento (FECF);
- Entidades con participación del Estado que ofrecen líneas de financiamiento como la Financiera de Desarrollo Territorial (FINDETER), el Banco de Comercio Exterior (BANCÓLDEX), y el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS);
- Algunas fuentes de financiamiento internacional son: el banco alemán Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW y sus filiales (i.e., Banco para el Financiamiento Internacional de

Proyectos y Exportaciones [IPEX] y la Corporación Alemana para la Inversión y el Desarrollo [DEG]), la Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ), la United States Agency for International Development (USAID), la Fundación Interamericana (IAF), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Mundial (BM) a través de el Programa de Asistencia para la Gestión del Sector de Energía (ESMAP), la Corporación Andina de Fomento (CAF), el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que actúa como una de las principales agencias implementadoras del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (FMAM), el Global Energy Efficiency y Renewable Energy Fund (GEERED), la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), entre otros;

- Otros fondos de financiamiento internacional públicos son entidades como el Emerging Energy Latin America Fund, y fondos de capital privado como el Calvert Global Alternative Energy Fund.

Sin embargo, según Aguilar y Sánchez (2016), los cambios en los marcos regulatorios, los mercados distorsionados, y la capacidad institucional de los países en desarrollo, como Colombia, generan diferentes grados de aversión al riesgo para los inversionistas. El tamaño del proyecto y ubicación geográfica determinan los costos de capital, operación, y mantenimiento. Los costos de la energía solar fotovoltaica han caído en promedio 15% anual desde 2013, como resultado del aumento de las implementaciones y el incremento de la competencia. El aumento del tamaño de las turbinas y de los proyectos también han disminuido los costos de la energía eólica, aunque en el caso de instalaciones antiguas los costos de operación son mayores comparados con las de tecnologías recientes. La Tabla 13 muestra cifras referenciales de costos de sistemas eólicos y solares para evaluar la viabilidad económica de un proyecto.



Tabla 13

*Costos Referenciales de Sistemas Eólicos y Solares*

Tecnología	US\$/kW	Costos fijos O&M (US\$/kW-año)	Vida útil (años)
Solar F-V			
1 a 10 MW	2,025	16	33
< 10 kW	3,897	21	33
Eólica			
1 a 10 MW	2,346	33	20
< 10 kW	7,645	40	14

*Nota.* Tomado de “Competitividad de la Energía Eólica y Solar en el Mercado de Energía Mayorista (Informe No 107),” por A. Aguilar, y G. Sánchez, 2016, p. 13. Bogotá, Colombia: Superintendencia de Servicios Públicos.

Para calcular el costo de capital de estos proyectos, los economistas utilizan los *costos nivelados* (i.e., valor presente neto de todos los costos de capital y operación de la unidad generadora durante su vida útil, dividido por los MWh producidos), pero este costo no incluye el costo de la intermitencia ni la incapacidad de ajustarse a los cambios de la demanda, y en este sentido, si las energías convencionales y renovables tienen el mismo costo nivelado, la calidad de energía es inferior, y este costo no sería parámetro de comparación de estas formas de generación. Los costos totales de implementación y transmisión de una planta fósil nueva pueden ser menores dado que los costos de capital de una FNCER son mayores. Por ejemplo, la instalación de una planta eólica cuesta 3.3 veces lo que cuesta un térmico con carbón para generar la misma cantidad de energía. Adicionalmente, si las fuentes de FNCER están alejadas de los centros de carga, genera un costo adicional por transmisión, el cual se podría optimizar si se integraran las FNCER en gran escala a la red (Aguilar & Sánchez, 2016).

**Intercambio comercial.** XM es el ente encargado de la operación del sistema y administración de los intercambios comerciales entre los agentes del mercado mayorista a través de las funciones de Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales (ASIC), Liquidador y Administrador de Cuentas (LAC), y del Centro Nacional de Despacho (CND).

Según XM, para el mercado mayorista colombiano de energía eléctrica las variables financieras y de mercado de mayor interés para los administradores y propietarios de las generadoras son: las transacciones de compras, ventas, evolución de precios en el mercado de energía mayorista (MEM); el transporte de energía eléctrica en el SIN y su remuneración; y la administración financiera del mercado (XM, 2016b).

Como ASIC y LAC, durante 2015 XM administró \$3'909,286 millones COP por concepto de transacciones en la Bolsa Nacional de Energía, \$1'516,468 millones por concepto de cargos por uso del Sistema de Transmisión Nacional (STN) y \$218,201 millones COP por concepto de los fondos: Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales Interconectadas (FAER), Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas no Interconectadas (FAZNI), Fondo de Energía Social (FOES), y Programa de Normalización de Redes Eléctricas (PRONE). Esta asignación de recursos para estos fondos es una fortaleza del sector que se debe aprovechar para desarrollar la FNCER en zonas rurales y no interconectadas (XM, 2016b). En la Tabla 14 se muestran la comparación de las cifras de transacciones y del LAC del SIN en 2014 y 2015, y los recursos que son administrados por XM para el mercado eléctrico.

Es relevante el aumento de precio del 67.8% frente a 2014, explicado por la disminución hídrica generada por el Fenómeno El Niño, el cual generó que el precio de escasez fuera superior al de la bolsa nacional, que a su vez generó la desviación de \$1'321,945 millones COP del Cargo por Confiabilidad (XM, 2016b). La Contraloría General de la Nación (CGN) determinó que la gestión de la CREG y XM en el uso del Cargo por Confiabilidad durante la crisis energética generada por El Niño fue ineficaz y estimó un detrimento patrimonial de \$53,700 millones COP en el Fondo de Subsidios de Energía (“Cargo por Confiabilidad,” 2016).

Tabla 14

*Cifras Relevantes Variables de la Operación del SIN*

Variable	2014	2015	Variación	Crecimiento (%)
Transacciones				
Energía transada en bolsa (GWh)	15,544	16,905	1,361	8.76
Energía transada en contratos (GWh)	69,846	71,564	1,718	2.46
Total energía transada (GWh)	85,390	88,469	3,079	3.61
Desviaciones (GWh)	133	199	67	50.34
Porcentaje de la demanda transada en bolsa (%)	24.15	25.56	0.014	5.84
Porcentaje de la demanda transada en contratos (%)	108.50	108.22	-0.003	-0.26
Valor transado en bolsa nacional (millones US\$)	3'452,384	3'909,286	456,902	13.23
Valor transado en contratos (millones US\$)	9'181,926	10'263,984	1'082,058	11.78
Precio promedio aritmético bolsa nacional (US\$/kWh)	224.99	378.19	153	68.09
Precio promedio ponderado bolsa nacional (US\$/kWh)	225.51	378.51	153	67.85
Precio promedio ponderado contratos (US\$/kWh)	131.46	143.42	12	9.10
Restricciones sin alivios (millones US\$)	285,640	487,683	202,043	70.73
Responsabilidad comercial AGC (millones \$COP)	257,418	391,933	134,515	52.26
Desviaciones (millones US\$)	12,949	61,062	48,113	371.56
Cargos CND y ASIC (millones US\$)	95,291	102,210	6,919	7.26
Total transacciones mercado sin contratos (millones US\$)	4'103,681	4'952,173	848,492	20.68
Total transacciones del mercado (millones US\$)	13'285,608	15'216,156	1'930,548	14.53
Rentas de congestión (millones US\$)	327	88	-238	-72.99
Valor a distribuir cargo por confiabilidad (millones US\$)	1'909,027	2'752,241	843,214	44.17
Desviaciones cargo por confiabilidad (millones US\$)	191	1'321,945	1'321,754	
LAC				
FAZNI (millones US\$)	69,609	77,096	7,487	10.76
FOES (millones US\$)	261	70.584	-191	-73.18
FAER (millones \$COP)	79,668	88,218	8,550	10.73
PRONE (millones \$COP)	54,032	52,816	-1,216	-2.25
Cargos por uso STN <sup>a</sup> (millones US\$)	1'332,605	1'516,468	183,863	13.80
Cargos por uso STR (millones US\$)	1'003,869	1'083,492	79,623	7.93
Cargos por uso SDL (millones US\$)	3'231,165	3'563,861	332,696	10.30

*Nota.* AGC = Automatic generation control: Equipo para hacer regulación secundaria de frecuencia requerido para mantener el balance entre generación y demanda en el rango requerido de frecuencia (60+/-0.2 Hz). Solo participan plantas con rápida velocidad de respuesta (CREG, 2013b); STR = Sistema de transmisión regional; SDL = Sistema de distribución local: Corresponde a los ingresos para las áreas de distribución (ADD) Oriente, Occidente, Sur, y Centro desde enero a noviembre de 2012. Tomado de "Informe de Operación del SIN y Administración del Mercado 2015," por XM Compañía Expertos en Mercados (XM), 2016b, p. 8. Medellín, Colombia: Autor.

<sup>a</sup>El valor de cargos por uso del Sistema de Transmisión Nacional (STN) incluye la contribución al FAER y la contribución PRONE.

La efectividad de este cargo está en duda debido a que no logró soportar la crisis energética y finalmente el incremento de precios socializó las pérdidas de las termoeléctricas; además, la CREG no ha rendido cuentas del recaudo realizado de los aportes de los usuarios (Barguil, 2016). Dado que este cargo se asigna dependiendo de la cantidad de energía firme que puede entregar una planta, en las FNCER debe ser diferente porque dependen de fuentes que no se pueden garantizar constantemente, por lo cual este modelo no apalanca financieramente a las FNCER como a las tradicionales y es necesario plantear otros esquemas para estas. Esto es una debilidad dado que este sector no cuenta con este beneficio para su operación (Monsalve, 2016).

Para garantizar la cobertura de la demanda, mediante resoluciones de la CREG (134 de 2013 modificada con la 098 de 2015), se implementa la regulación para calcular la Capacidad de Respaldo de Operaciones del Mercado (CROM), por el cual se busca que los agentes tengan la capacidad de responder por los riesgos de sus operaciones en el mercado. Por otra parte, mediante la Resolución CREG 158 de 2011, para 2015 el 85% de las transacciones del mercado fueron respaldadas con garantías bancarias por un valor de \$4.5 billones COP y el 15% con prepagado en efectivo del \$817 mil millones COP, los cuales generaron rendimientos a una tasa de DTF  $-0.2$  en la cuenta custodia de cada agente (XM, 2016b).

La CREG tiene por resolución dos indicadores de calidad para evaluar la adecuada gestión financiera del sector: (a) Tiempo de distribución de los recursos con una meta de 3 días hábiles (Resolución CREG 024 de 1995 y Resolución CREG 008 de 2003), cumplido en 2015 con un tiempo promedio de transferencia de 1.35 días; y (b) Oportunidad en la aprobación de las garantías dentro de los plazos definidos en las Resoluciones CREG (019 de 2006, 061 de 2007, 093 de 2007, y 024 de 2013), medido trimestralmente y fue cumplido al 100% en 2015. Contar con el marco institucional para regular y controlar el mercado es una fortaleza del sector eléctrico colombiano, que por defecto las FNCER deben aprovechar (XM, 2016b).

#### 4.1.5 Recursos humanos (H)

En la actualidad, en Colombia no existe una información concreta y actualizada respecto al recurso humano requerido en la industria de las FNCER. Sin embargo, se hace un paralelo con la situación actual de mano de obra con el sector energético.

Según un estudio realizado en 2016 por el Sistema Nacional de información de Educación Superior (SNIES), las carreras de Ingeniería en Colombia son las que presentan un mayor índice de deserción universitaria; lo que conlleva a que exista un déficit de profesionales en el área de Ingeniería y en especial en el campo de la Ingeniería Eléctrica del país. Según la Corporación Centro de Investigación y Desarrollo del Sector Eléctrico (CIDET), en 2015, el sector eléctrico en Colombia ha aumentado la demanda de profesionales en energía eléctrica y afines en un 20% (Lizarazo, 2015).

A nivel mundial existe una demanda creciente en la generación de empleo en el sector de las FNCER. Este sector en 2009 ocupaba a 3 millones de personas y se estima que para 2030 llegue a ocupar 12 millones de personas a nivel mundial. La energía eólica, entre las FNCER, es la que ha mostrado un mayor crecimiento del empleo en los últimos años y la energía solar fotovoltaica genera mayor número de puestos de trabajo por MW producido (Oficina Internacional del Trabajo [OIT], 2012), como se muestra en la Tabla 15.

Existen cuatro elementos principales que se desarrollan dentro de la cadena de valor del sector de las energías renovables (ver Figura 29) y que son donde existen mayores oportunidades para el recurso humano. Estos son: La fabricación y distribución de equipos, el desarrollo de proyectos, la construcción e instalación, y el funcionamiento y mantenimiento. En términos de fabricación y distribución, el comportamiento es similar al de otras industrias de bienes de inversión en capital. Sin embargo, las modalidades de empleo en el desarrollo de proyectos y en la construcción e instalación dependen sobre todo del flujo y tipo de proyectos, y para que exista continuidad laboral se necesita un flujo

constante de proyectos. Se debe notar que las modalidades de empleo en el área del funcionamiento y el mantenimiento son más estables (OIT, 2012).

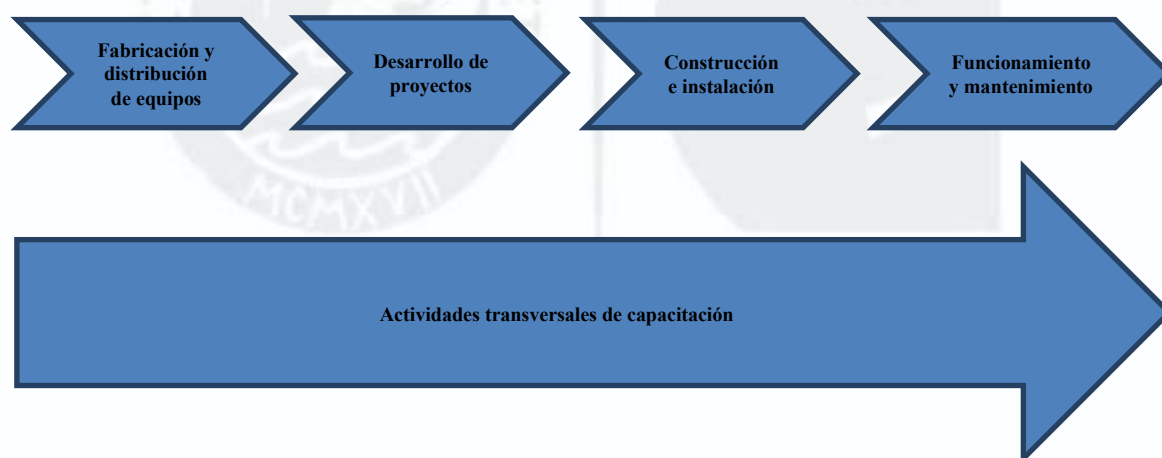
Tabla 15

*Ocupaciones en Determinados Subsectores de las Energías Renovables según el Segmento de la Cadena de Valor*

Elementos de la cadena de valor	Ocupaciones	Grado de especialización
Fabricación y distribución de equipos (Energía eólica)	Ingenieros de investigación y desarrollo (informática, electrónica, medioambiente, mecánica, diseño de energía eólica)	A
	Ingenieros de software	A -M
	Modeladores (prueba de prototipos)	A-M
	Ingenieros industriales	A
	Técnicos industriales	M
	Operadores industriales	B
	Expertos en garantía de calidad	A-M
	Mecánicos industriales	M
	Profesionales de logística	A-M
	Operadores logísticos	B
	Transportistas de equipos	B
	Profesionales de compras	A-M
	Especialistas en marketing	A-M
	Personal de ventas	A-M
Desarrollo de proyectos (Energía solar)	Diseñadores de proyectos (ingenieros)	A
	Arquitectos / pequeños proyectos	A
	Científicos atmosféricos y meteorólogos	A
	Especialistas en evaluación de recursos e instalaciones	A
	Consultor ambiental	A
	Abogados, representantes de programas gubernamentales financiadores de deuda	A
	Promotores / facilitadores	A-M
	Asesores de ordenación territorial	A
	Negociadores y aprovechamiento territorial	A
	Grupos de presión	A
	Mediadores	A
	Representantes ONG ambientales y sociales	A-M
	Responsables en relaciones públicas	A
	Profesionales en compras	A-M
Especialistas en evaluación de recursos	A	

*Nota.* A = Altamente calificados (profesionales/directivos); M = Calificación media (técnicos/obreros calificados/personal de supervisión); B = Baja calificación. Tomado de “La Inversión en Energías Renovables Genera Puestos de Trabajo: La Oferta de Mano de Obra Calificada Debe Responder a Esta Necesidad (Síntesis de Investigación),” por la Oficina Internacional del Trabajo (OIT), 2012, p. 4. Ginebra, Suiza: Autor.

La Alianza Internacional de Energías Renovables (REN Alliance) ha determinado cuáles son las principales ocupaciones de difícil cobertura en varios países miembros, tanto desarrollados como en desarrollo. El análisis del sector a nivel global permite percibir la falta generalizada de ingenieros y técnicos en todos los ámbitos de la industria de las energías renovables. Lo anterior coincide con la marcada tendencia a no optar por los estudios de Ingeniería, generando de esta forma escasez de ingenieros, sobre todo de diseño calificados (i.e., civiles, mecánicos, y eléctricos) con conocimientos específicos en determinadas tecnologías de energías renovables. El análisis también evidencia la carencia de ingenieros eléctricos, informáticos, y mecánicos para el sector de la energía eólica y en los países emergentes un déficit considerable de competencias técnicas y de Ingeniería en el sector de la energía hidroeléctrica (OIT, 2012).



*Figura 29.* Cadena de valor de las energías renovables.

Tomado de “La Inversión en Energías Renovables Genera Puestos de Trabajo: La Oferta de Mano de Obra Calificada Debe Responder a Esta Necesidad (Síntesis de Investigación),” por la Oficina Internacional del Trabajo (OIT), 2012, p. 5. Ginebra, Suiza: Autor.

Según un estudio realizado por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA, 2013), en la Mesa del Sector Eléctrico desarrollada en la ciudad de Cúcuta en 2006, para 2001 se determinó que los cargos ocupados en el sector eléctrico en Colombia estaban divididos de la siguiente manera: Empleado 35.6%, Técnico 31.2%, Obrero 20.0%, Temporal 6.2%, Directivo 4.1%, y Aprendiz 2.9%.

#### 4.1.6 Sistemas de información y comunicaciones (I)

Existe un portal colaborativo de la industria liderado por XM, filial de la empresa ISA en Colombia. Este portal publica información del sector energético sobre la oferta, la demanda, precios, transacciones internacionales, e indicadores, entre otros. También da soporte a clientes y proveedores del sector en línea (XM, 2016d). La Figura 30 muestra el portal consolidado con los indicadores del sector del portal XM.



Figura 30. Indicadores del sector del Portal XM.

Tomado de “Indicadores,” por Información Inteligente, 2016. Recuperado de <http://informacioninteligente10.xm.com.co/pages/default.aspx>

Las agremiaciones, y en especial XM, participan de forma directa en el desarrollo de los sistemas de información y proyectos para el sector. La tendencia en la industria de energía está enfocada en la supervisión y el control, por lo cual, la capacidad y la calidad de los equipos de supervisión en las subestaciones tienen cambio generacional. Las nuevas infraestructuras y arquitecturas de comunicación son un medio confiable en el intercambio de datos desde y hacia las subestaciones con el centro de control. Nuevos métodos en el control y el análisis de los sistemas de potencia, con capacidades regenerativas permitirán mitigar eventos como apagones de la red y ese es el objetivo (Colombia Inteligente, s.f.).



En la actualidad hay propuestas de investigación y desarrollo en el mundo, en especial en EE.UU. y Colombia, que integran las nuevas tecnologías descritas en la nueva generación de los sistemas de supervisión y control conocidos globalmente. Estos nuevos sistemas deben ser probados exhaustivamente antes de ser implementados. La implementación de un prototipo de Sistema Inteligente de Supervisión y Control Avanzado (iSAAC, por sus siglas en inglés) surge como una propuesta a una necesidad de una plataforma de prueba a utilizar nuevas tecnologías en la supervisión y comunicaciones de los sistemas de potencia de gran escala (Colombia Inteligente, s.f.).

El proyecto será desarrollado por XM (empresa filial de ISA) en colaboración con ISA e INTERNEXA. ISA es el dueño de la infraestructura de transmisión eléctrica e INTERNEXA es una filial de ISA que provee los servicios de tecnología de información y comunicación para apoyar la propuesta de arquitectura de la información del sistema iSAAC. Se desarrolló un prototipo llamado el proyecto SIRENA - Sistema de Respaldo Nacional ante Eventos de Gran Magnitud. El diseño conceptual ha establecido las bases para futuras implementaciones de aplicaciones de protección y el control. La implementación del prototipo WAMS (sistema de medida de área amplia) en 12 subestaciones y el software PDC (concentrador de datos de la red) implementado en el centro de control, constituye una plataforma sólida de investigación y desarrollo para las etapas siguientes del proyecto (Colombia Inteligente, s.f.). En la Figura 31 se muestra el diseño conceptual propuesto en el sistema iSAAC para la arquitectura de información del sistema eléctrico colombiano.

Un requisito para que se dé la implementación definitiva es tener una red WAN inteligente de comunicaciones. Se propone una red de datos para que todas las aplicaciones puedan obtener los datos requeridos sin sobrecargar la red (Colombia Inteligente, s.f.). La Figura 32 muestra la arquitectura de la red de comunicación.

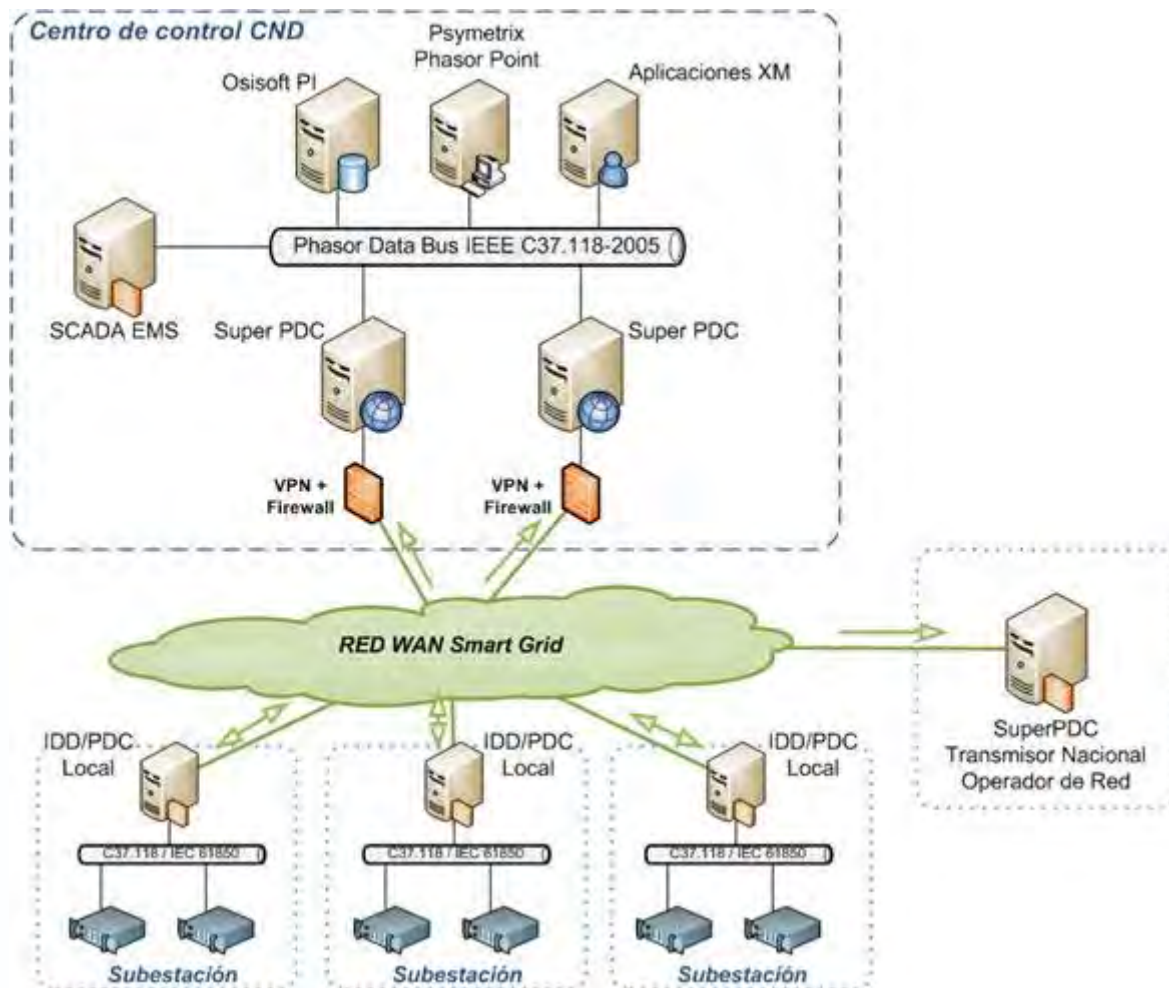


Figura 31. Diseño conceptual de iSAAC.

Tomado de “Intelligent Supervision and Advanced Control System – iSAAC,” por Colombia Inteligente, s.f. Recuperado de <http://www.colombiainteligente.com.co/Proyectos/Pages/iSAAC.aspx>

Uno de los objetivos es crecer a un mayor número de subestaciones las mediciones y la implementación del prototipo de la infraestructura de computación y comunicación. Se pretende soportar las funcionalidades de los dispositivos de diagnóstico inteligente de concentración y agregación de datos; así como la protección, control, y ciberseguridad en cada subestación (Colombia Inteligente, s.f.).

La tecnología tiene un rol importante en el desarrollo de cualquier industria. La implementación del proyecto iSAAC en la red de transmisión permitirá que el país disponga de una red más segura, confiable, y productiva. Con este panorama, se garantiza que el sector pueda continuar con un plan de crecimiento e inversión seguro para cualquier participante del sector, incluyendo las energías FNCER.

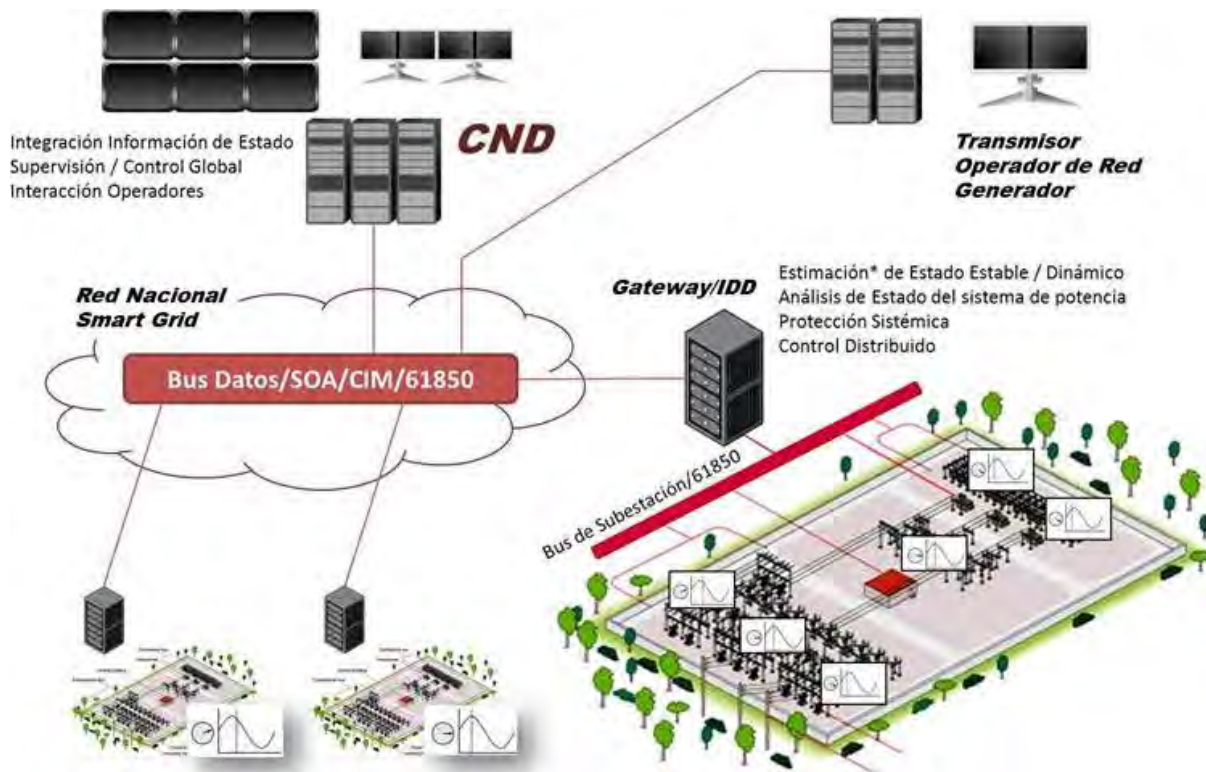


Figura 32. Arquitectura de la red de comunicaciones para iSAAC. Tomado de “Intelligent Supervision and Advanced Control System – iSAAC,” por Colombia Inteligente, s.f. Recuperado de <http://www.colombiainteligente.com.co/Proyectos/Pages/iSAAC.aspx>

#### 4.1.7 Tecnología e investigación y desarrollo (T)

A nivel mundial, la investigación y desarrollo en el sector de las FNCER dispone de una alta cantidad de recursos financieros. Estas investigaciones y desarrollos están lideradas por países desarrollados como Alemania, EE.UU., Dinamarca, y, asimismo, por países como China e India, que invierten importantes cantidades de dinero para tener productos cada vez más eficientes y baratos. Se podría clasificar en dos grandes segmentos las inversiones en I+D en este sector, el primer segmento de inversión es directamente en la tecnología de los productos para generar energía eléctrica a partir de FNCER, es decir, turbinas eólicas, paneles solares o calderas de biomasa. El segundo segmento son las inversiones que se hacen en estudios para aprovechar los recursos naturales renovables en cada país o región, específicamente estas son inversiones para conocer el flujo o velocidad del viento a diferentes alturas, conocer la radiación solar por metro cuadrado, o el poder energético de productos como

bagazo de caña u otro tipo de biomasa. A continuación se desarrollan los dos segmentos donde se concentran las inversiones en I+D para las FNCER:

***Inversión mundial en nueva capacidad e I+D FNCER.*** Todas las inversiones en energías renovables, incluyendo la tecnología en fase inicial y la de I&D, así como el gasto en nueva capacidad, totalizaron \$286 billones COP en 2015, un 3% más que el récord anterior en 2011. Desde 2004, se ha invertido US\$2.3 trillones en energía renovable (no ajustado a la inflación). Es igualmente significativo mencionar que por primera vez, las inversiones en energías renovables de los países en vías de desarrollo (19% más en 2015) superaron a los países desarrollados (8% menos). Estas inversiones ayudan a que en todos los países del mundo los precios de los productos para generar energía limpia sean más accesibles y contribuyan positivamente con el medioambiente del planeta (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [UNEP], 2016).

***Inversión colombiana en nueva capacidad e I+D FNCER.*** La primer y última inversión importante en Colombia en un proyecto de generación masiva FNCER fue el Parque Eólico Jepirachi en año 2004 y al día de hoy no existen registros de compañías en Colombia que hagan I+D en creación y optimización de productos para generar energía eléctrica a partir de las FNCER; cuando se requieren este tipo de equipos se adquieren directamente a los fabricantes internacionales de esta tecnología.

Las inversiones en estudios para conocer los recursos disponibles, como el mapa de radiación solar colombiano o las caracterizaciones de los vientos en las diferentes regiones del país, han sido efectuadas por entidades como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y el Instituto de Hidrología, Metrología y Estudios Ambientales (IDEAM). Dichas inversiones han demostrado su alta utilidad al ratificar el mayor potencial eólico y solar en diferentes partes del país. El contar con este tipo de estudios es un avance para la viabilidad de los futuros proyectos FNCER, puesto que disminuye las inversiones iniciales y acorta los tiempos de implementación. Sin embargo,

estas inversiones son marginales o muy pequeñas para poder desarrollar el sector de las FNCER en Colombia. Adicional se necesita invertir y motivar al sector privado en el desarrollo de planes de estudio y capacitación para el personal que implementaría, operaría y mantendría los proyectos FNCER en Colombia.

#### 4.2 Matriz Evaluación de Factores Internos (MEFI)

En la Tabla 16 se presenta el resultado del análisis en la MEFI.

Tabla 16

##### *Matriz Evaluación de Factores Internos (MEFI) para el Sector de FNCER en Colombia*

Factor determinante de éxito	Peso	Valor	Ponderación
Fortalezas			
F1. Sector eléctrico colombiano estructurado y regulado por un marco institucional (i.e., regulación, planeación).	0.07	3	0.21
F2. Existencia de agremiaciones generando un ambiente colaborativo tanto en generación tradicional y FNCER.	0.06	3	0.18
F3. Implementación de proyectos tecnológicos enfocados en la optimización de la red de generación, transmisión, y distribución de energía.	0.07	3	0.21
F4. Proyectos ambientalmente sostenibles y con beneficios a largo plazo.	0.10	3	0.30
F5. Versatilidad en los proyectos pequeños y de autogeneración y venta de los excedentes al SIN.	0.10	4	0.40
	0.40		1.30
Debilidades			
D1. Falta de acciones concretas de las agremiaciones para promover el desarrollo de las FNCER en Colombia.	0.10	2	0.20
D2. No existe investigación y desarrollo nacional de productos para adaptar las tecnologías a las condiciones propias.	0.08	2	0.16
D3. Falta de promoción y divulgación de las ventajas del uso de las FNCER.	0.05	1	0.05
D4. Escasez de mano de obra calificada para el diseño, operación, y mantenimiento de los proyectos que involucran las FNCER.	0.12	1	0.12
D5. El mercado eléctrico actual compite por precio y confiabilidad donde las FNCER no pueden competir en igualdad de condiciones contra los generadores convencionales.	0.14	1	0.14
D6. El capital inicial para inversiones en proyectos de FNCER es alto.	0.11	1	0.11
	0.60		0.78
Total	1.00		2.08

Nota. 4= Fortaleza mayor, 3= Fortaleza menor, 2= Debilidad menor, 1= Debilidad mayor.

El resultado de la MEFI muestra que actualmente el sector de FNCER es débil. Dado que se analiza un sector, se considera que como país, diversos de los factores identificados son manejables a través del Gobierno y, las entidades del sector pueden generar estrategias macro para superarlos.

### **4.3 Conclusiones**

El sector energético es un sector estructurado y regulado por el Estado colombiano a través de diferentes entidades. En el área de los generadores de energía eléctrica existen agremiaciones independientes que crean ambientes colaborativos que benefician el sector y el país y velan por el buen funcionamiento de este y de entidades que están en la defensa de los usuarios y consumidores para evitar excesos en la prestación del servicio de energía eléctrica, y poner controles a un mercado oligopólico.

Colombia cuenta con un mercado energético estructurado. El mercado de las FNCER será más atractivo para los inversionistas en la medida que se implemente y mantenga la regulación y se realicen los ajustes para que estas fuentes renovables tengan condiciones equivalentes a las existentes para la generación convencional. El manejo del cargo por confiabilidad y la regulación para garantizar la cobertura de la demanda aplicable a energías convencionales para garantizar la generación dejan en desventaja competitiva a las FNCER.

Sin embargo, actualmente Colombia cuenta con fondos para subsidiar proyectos en zonas rurales y ZNI y, el sector financiero tiene líneas de crédito con condiciones especiales para desarrollo de proyectos FNCER con lo cual los inversionistas pueden obtener recursos para implementar estos proyectos.

A pesar de que los costos de energía eólica y solar-FV han disminuido, los costos de implementación de estos proyectos son considerablemente mayores que los convencionales. Sin embargo, en Colombia existen diversos proyectos de autogeneración en sectores comerciales, industriales, y ZNI.

Actualmente en Colombia es evidente el déficit de personal calificado, en especial en el sector de la ingeniería eléctrica y carreras afines; lo que pone en desventaja general a todo el sector eléctrico colombiano en cuanto a generación, transmisión, y distribución se refiere, y esta situación retarda de manera significativa el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías como lo son las FNCER.

El mercado del sector eléctrico colombiano presentó un comportamiento muy estable para los últimos seis años, con crecimientos sostenidos durante este período y con un mix muy inclinado hacia la generación hidroeléctrica. La regulación del precio permite tener un sector controlado, que presenta sus variaciones ligadas más al mix de generación por variaciones climáticas que a cualquier otro evento.

El mercadeo en este tipo de producto no se debe fundamentar en el producto terminado que sería la electricidad, sino en el proceso de generación que es donde existe un diferencial y donde las FNCER tienen la mayor oportunidad de gestión.

El sector energético colombiano está desarrollando proyectos enfocados en mejoras significativas de la red de transmisión con tecnología avanzada en colaboración con EE.UU.

## **Capítulo V: Intereses del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia y Objetivos a Largo Plazo**

### **5.1 Intereses del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia**

Los intereses organizacionales son aquellos aspectos que a una organización le interesan fundamentalmente, y que trata de alcanzarlos a cualquier costo (D'Alessio, 2015). Los intereses del sector de las FNCER en Colombia, están en concordancia con la visión planteada en la Sección 2.2 del presente documento. Se busca aumentar la capacidad instalada y participación en el sistema eléctrico de Colombia con una oferta energética diversa que integre las FNCER, llevar la energía eléctrica a las zonas no interconectadas y en general al ámbito Colombia rural, con una propuesta de generación de energía más amigable con el medioambiente.

### **5.2 Potencial del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia**

A continuación se analiza el potencial del sector de las FNCER en Colombia a partir de los siete dominios: (a) demográfico; (b) geográfico; (c) económico; (d) tecnológico y científico; (e) histórico, psicológico, y sociológico; (f) organizacional y administrativo; y (g) militar.

**Demográfico.** Según el último censo oficial realizado en Colombia en 2005, la población está repartida en: (a) 74.3% en las áreas urbanas y (b) 25.7% en el área rural. En 2005, 1'209,000 personas repartidas en 1,562 localidades en las áreas rurales no cuentan con el servicio de energía eléctrica, proveniente del sistema interconectado nacional (DANE, 2010).

**Geográfico.** Entre las principales zonas no interconectadas (ZNI) en Colombia, se tienen las islas de San Andrés, Providencia, y Santa Catalina; el departamento de Amazonas y su capital Leticia; y los departamentos de Vichada, Vaupés, Choco, Nariño, y Cauca



principalmente en las áreas rurales (CREG, 2016b). Situación similar presenta la mayor parte de las áreas rurales en Colombia, incluso en departamentos interconectados al sistema eléctrico nacional; pero es una realidad más acentuada en los departamentos del oriente y sur del país.

**Económico.** En una economía mundial que se desacelera en regiones como Latinoamérica y Asia, Colombia se podría considerar como una economía exitosa. Aunque el precio del petróleo bajó e impactó en el valor de las exportaciones y la balanza comercial, el crecimiento económico de Colombia estará por encima del promedio de la región; de acuerdo con la CEPAL con excepción de Panamá (5.9%). La economía colombiana sobresale en transformaciones en lo referente a los aspectos económico, político, y social (ANDI, 2015).

La transformación se evidencia con cifras robustas y estructuradas. Se puede apreciar un aumento del PIB de menos de US\$100,000 millones en 2000, a un PIB cercano a US\$300,000 millones en 2015. La inversión extranjera en 2000 fue de US\$2,436 millones y en 2015 se estimó en US\$12,000 millones, aunque con una contracción en petróleo y minería por más de 30% respecto a 2014. Para otros sectores se proyecta un aumento del 10%, sobre todo en el sector de manufactura y en el sector comercio. Es decir, la inversión extranjera se mantiene a niveles del 30% por encima del promedio de Latinoamérica. Seguramente soportado por la calificación de riesgo recibida por las calificadoras internacionales de *estable* (al igual que Chile, México, Perú, Uruguay, y Panamá). Como propuesta sostenible, la Asociación Nacional de Industriales (ANDI) presentó al país el libro *Estrategia para una Nueva Industrialización*, en donde se describen propuestas concretas con el fin impulsar la competitividad del país (ANDI, 2015).

En el análisis sectorial y en específico sobre las energías renovables no convencionales, se hace referencia al nuevo marco legal y regulatorio para proyectos de energías renovables. Existían nuevas oportunidades que podrían ser capitalizables en 2016,

que proveían importantes inversiones en el sector. El desarrollo y el potencial para el país está en los proyectos de energía eólica y solar. El objetivo es fortalecer la mezcla de la oferta energética. Con esta diversificación se mitigan las dificultades de abastecimiento y dependencia de una de las fuentes de abastecimiento energética del país (ANDI, 2015).

**Tecnológico y científico.** Debido al bajo nivel de investigación y desarrollo que presenta Colombia, especialmente en tecnologías de generación y almacenamiento de energía eléctrica utilizadas en el sector de las FNCER, el país se ve obligado a utilizar los bienes y servicios provenientes principalmente de Europa, Asia, y Norteamérica. Existe una relación entre los países que más aprovechan las FNCER con la inversión en investigación y desarrollo en este campo, lo cual genera una doble ganancia para estos países al aprovechar sus recursos naturales y exportar bienes y servicios relacionados con sus implementaciones y experiencias. Colombia cuenta con estudios sobre los recursos disponibles para generación de energía eólica, solar, y biomasa, pero carece de desarrollo y producción de elementos como paneles solares, turbinas eólicas, baterías de iones de litio, calderas para biomasa, y en general elementos tecnológicos usados en parques eólicos o solares. Los incentivos que provee el Gobierno nacional se concentran en disminuir el costo de las importaciones de estos equipos, más no en promover la investigación y desarrollo de los mismos en el país.

**Histórico, psicológico, y sociológico.** En Colombia la prestación del servicio de energía eléctrica se inició a finales del siglo XIX; este hecho fue el resultado de la iniciativa de inversionistas privados, quienes constituyeron las primeras empresas que tenían como finalidad generar, distribuir, y vender electricidad. Del uso inicial de la energía eléctrica para el alumbrado público y comercio se pasó al uso residencial en los estratos más adinerados de la sociedad y posteriormente llegó a talleres, fábricas, y al tranvía. Al no tener la industria privada la intención de acompañar e invertir en el desarrollo del sector, el Estado se convirtió en dueño de las empresas. En 1946 se creó el Instituto de Aprovechamiento de Aguas y Fomento Eléctrico (ELECTRAGUAS) que en 1968 se convirtió en el Instituto Colombiano

de Energía Eléctrica (ICEL). En la década de los cincuenta se empezó a hablar de la interconexión de los sistemas regionales, idea que solo se materializó con la creación de la empresa Interconexión Eléctrica Sociedad Anónima (ISA) en 1967. En diciembre de 1992 el Gobierno nacional reestructuró el MINMINAS, disolvió la Comisión Nacional de Energía y creó tres unidades administrativas especiales: (a) la Comisión de Regulación de Energía (CRE) convertida en 1994 en la actual Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), (b) la Unidad de Información Minero Energética (UIME), y (c) la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). A partir de la política de la nueva Constitución, según la cual el Estado debe cumplir una función más de regulador, controlador, y vigilante que de administrador, se ha vendido buena parte de los activos que se tenían en el sector (CREG, 2016c).

**Organizacional y administrativo.** Como parte del sector energético nacional, las FNCER están reguladas por el marco administrativo y organizacional del sector en Colombia. Se destacan las siguientes entidades participantes en el desarrollo del sector:

*El Sistema de Gestión de Información y Conocimiento en Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (SGIC-FNCER) de la UPME.* Comparte la información disponible sobre potencialidades, proyectos, e iniciativas en este campo para facilitar el intercambio de conocimiento, motivar la cooperación y la unión de esfuerzos y así, promover el desarrollo de estos proyectos (UPME, 2016a).

*Asociación de Energías Renovables de Colombia: SER Colombia.* El objetivo de esta asociación es el desarrollo de la industria de generación de energía eléctrica además de la hidroeléctrica, con eólica, solar, biomasa, geotérmica, y mareomotriz. Esta asociación cuenta con 23 miembros del sector, y será dirigida por Azahara López, quien es la representante del Green Power para Colombia. La asociación busca motivar el mercado eléctrico y su competitividad. Otro objetivo de la asociación es el desarrollo de un marco normativo que contribuya con la generación equitativa de tecnologías de origen renovable. La

independencia del sector es vital para mitigar cortes de energía por causa de efectos climáticos; es por ello que es necesario aumentar la participación que ahora es del 5% de su capacidad instalada en energías renovables. Los miembros de la asociación son: Green Power Colombia, Siemens S.A., Prodiel, Antea Group, General Electric, Sun Edison, Vepica, Esteyco Colombia, Grupo Renovatio, Hybrytec, Ferrostaal de Colombia S.A.S., Ingenostrum, InterPacífico Consultores, Asocaña, Vestas, Green Caribbean, Consultoría Colombiana S.A., Acciona, Promoenergía, Aerco, Star Energy, Green Yellow, y BNB Renewable Energy Holdings (“Crearon Asociación,” 2016).

**Militar.** En 2015 el presupuesto de las Fuerzas Armadas Colombianas fue de \$28.3 billones COP, lo que representa el 13.1% del presupuesto de la Nación. El 95% de este gasto está representado en gastos de operación: Personal \$12.9 billones COP, bienes y servicios \$4.7 billones COP, y pensiones \$5.5 billones COP. Solo el 5% estará destinado para invertir en fortalecer la seguridad y las capacidades estratégicas de las fuerzas militares colombianas (Information & Design Solutions [IDS], 2015).

### **5.3 Principios Cardinales del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia**

En esta sección se analizarán los cuatro principios cardinales para el sector de la FNCER en Colombia.

**Influencia de terceras partes.** En los ámbitos nacional e internacional existen diferentes entidades que apoyan proyectos para mejorar la calidad de vida, promover el desarrollo, proteger el medioambiente, entre otros. Los proyectos de generación con FNCER encajan con diversos de estos objetivos que influyen el desarrollo del sector. Algunos ejemplos son:

- A través del Programa de Energía Limpia para Colombia (CCEP, por sus siglas en inglés) de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés), busca aumentar el acceso a fuentes de energía renovable y apoyar la

mitigación del cambio climático y la estrategia de reducción de emisiones de la Presidencia de EE.UU. con un presupuesto de US\$18.6 millones para cinco años (2012-2017). Para ello, USAID trabaja en asociación con el Gobierno colombiano, comunidades, organizaciones regionales y locales, y con el sector privado en el desarrollo de políticas para promover el uso de estas energías en ZNI. El programa apoya la iniciativa presidencial sobre el cambio climático y aumento de la capacidad y, trabaja en el ámbito nacional en lugares como la región Pacífica, la Guajira, y la Sierra Nevada de Santa Marta donde además beneficia a poblaciones vulnerables indígenas y afrocolombianas (USAID, 2016a). A través de la Alianza del Programa de Energía Limpia para Colombia de la USAID y la UPME, se promueve la identificación y formulación técnico-financiera y la gestión de proyectos en eficiencia energética y en energía renovable en los sectores industrial, transporte, comercial, o de servicios (USAID, 2016b). A mayo de 2016, el programa se ha asociado con más de 100 instituciones públicas y privadas, y ha apalancado más de US\$10.5 millones en proyectos de inversión en energía limpia (USAID, 2016c).

- El Sistema General de Regalías (SGR) financia, entre otros, proyectos que involucren la construcción, ampliación, optimización, rehabilitación, montaje, instalación, y puesta en funcionamiento de infraestructura eléctrica para generación de energía eléctrica en ZNI.
- El Global Energy Efficiency y Renewable Energy Fund (GEERED) es una asociación público-privada que apalanca fondos del sector público para facilitar inversiones del sector privado en proyectos de energías limpias, para mercados o países emergentes.
- El Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) del BID es un fondo que aporta recursos para proyectos y programas de protección al medioambiente y desarrollo de pequeñas y medianas empresas (PYME).
- El Banco Mundial (BM) a través del Programa de Asistencia para la Gestión del Sector de Energía (ESMAP, por sus siglas en inglés) es un fondo financiado por 13 países donantes para ayudar a diferentes países a estructurar un sector energético *limpio*.

- Los fondos estatales apoyan proyectos para la implementación de FNCER.

Estos lazos entre el sector privado, las entidades gubernamentales, y las agencias internacionales son ejemplo de la promoción de proyectos de FNCER para diferentes sectores independientemente al Sistema de Interconexión Nacional (SIN). En contraparte, en el *Plan de Expansión de Referencia Generación – Transmisión 2015-2029* (UPME, 2015c), el escenario con mezcla óptima para la matriz energética de generación del país con mayor capacidad de adaptación ante eventos hidrológicos extremos, bajos costos de generación, menor requerimiento de capital, y menor factor de emisión efecto invernadero, considera la generación de 1,200 MW eólicos y aproximadamente 500 MW para proyectos solares, geotérmicos, y biomasa, y 700 MW de generación menor.

***Lazos pasados y presentes.*** La participación de las FNCER en la matriz energética nacional es menor comparada con la generación a través de energía hidráulica y térmica. Sin embargo, los fenómenos climáticos de los últimos años, la potencial crisis energética identificada a comienzos de 2016, y el compromiso de la presidencia con el COP21 enmarcan una mayor oportunidad para las FNCER. La Ley 1715 de 2014, la creación de agremiaciones como Ser Colombia, y el CCEP muestran el respaldo e interés nacional por el desarrollo de estas energías.

Como se ha mencionado, uno de los impulsores del sector energético en Colombia es el *cargo por confiabilidad*, sobre el cual los interesados e impulsores del sector de FNCER están solicitando modificaciones para que las condiciones sean adecuadas para que las FNCER se beneficien de este cargo. Sin embargo, para los generadores tradicionales como los hidroeléctricos, es una preocupación que el interés por desarrollar las FNCER perjudique a las hidroeléctricas (Monsalve, 2016). Otro aspecto que genera riesgo para los generadores tradicionales en un mercado competitivo es que el costo marginal de la energía eólica y solar es casi cero, porque los costos variables de los recursos de generación son cero, con lo cual al

formar parte del mercado el precio de la energía disminuye. Bajo este escenario, algunos generadores pueden no cubrir sus costos fijos y variables. Sin embargo, la complementariedad de la disponibilidad de precipitaciones hídricas y vientos generaría mayor disponibilidad de energía firme de las plantas operadas en conjunto que aisladamente, con lo cual proyectos de esta asociación operativa se deberían contemplar en la regulación (Aguilar & Sánchez, 2016).

Bajo este escenario, los generadores tradicionales tendrán la opción de participar en este mercado como lo está haciendo EPM, considerando que se estima crecimiento a futuro y los intereses internacionales, nacionales, públicos, y privados están respaldando su progreso.

***Contrabalance de los intereses.*** La CEPAL ha desarrollado un estudio para el desarrollo de las FNCER y Latinoamérica y el Caribe, en el cual hace una mención a las alianzas en el desarrollo de la energía eléctrica, fundamental para el desarrollo humano y el crecimiento económico. Latinoamérica desarrolló la mitad de *public private partnerships* [las asociaciones o alianzas público-privadas] (PPP, por sus siglas en inglés) formadas en todos los países en proceso de desarrollo en las últimas dos décadas. Los altos costos de inversión y mantenimiento, la construcción y complejidad de estos desarrollos, así como los retornos de inversión no esperados, caracterizan los proyectos de energía renovable. Estos son los grandes retos para establecer este tipo de proyectos y la inclusión de esta tecnología en Latinoamérica. Es por ello que es fundamental construir alternativas que mitiguen este reto, en especial el financiamiento. Una alternativa es incluir capitales privados por medio de las PPP (Coviello, Gollán, & Pérez, 2012).

Se desarrollaron unas encuestas mundiales por el *e8* (i.e., Global Sustainable Electricity Partnership) y el grupo UN-Energy, acerca de los obstáculos y los impactos, los beneficios y las perspectivas de los PPP, en proyectos de energías sostenibles (i.e., renovables, eficiencia energética, y tecnologías más limpias). Algunos resultados de la

encuesta muestran, que la planeación y la estrategia nacional en el desarrollo son fundamentales para garantizar y distribuir los recursos financieros de proyectos con emisiones cero, y específicamente de las energías renovables. Las PPP ayudan en la mejora de la calidad ambiental, del acceso a la electricidad y del estímulo del desarrollo local. Se destacan en proyectos de prestación de servicios (PPS), las vigencias de tarifas especiales, garantías de retornos de la inversión, y vigencia de los acuerdos de compra de energía, con mayor nivel de efectividad. Colombia ha tenido un desarrollo incipiente en las energías renovables no convencionales, por tener disposición de recursos hidráulicos y combustibles fósiles. No existen subsidios, solo algunos programas puntuales en donde se observan beneficios en algunos proyectos PPP; por tanto constituye una oportunidad para desarrollar y estructurar proyectos de estas características en donde los sectores público y privado desarrollen estrategias a largo plazo (Coviello et al., 2012).

***Conservación de los enemigos.*** No es conveniente ganar ni perder enemigos, se deben mantener (D'Alessio, 2015). De los países que tienen interconexión eléctrica con Colombia (i.e., Ecuador, Venezuela, y próximamente Panamá), ninguno se puede considerar un enemigo para el sector de la FNCER en Colombia puesto que sus desarrollos y capacidades instaladas son pequeños y; por ende, no cuentan con excedentes de energía generada para comercializarlos en el mercado colombiano. Internamente, el principal enemigo con que cuenta el sector de las FNCER son los generadores tradicionales quienes tienen un modelo de negocio con unas altas barreras de ingreso, las cuales impiden la entrada de nuevos competidores, especialmente competidores con tecnologías verdes que deben hacer altas inversiones iniciales, competir con reglas que les son desfavorables en cualquier escenario y un alto riesgo de incumplimiento de los contratos de generación de energía, puesto que están diseñados para centrales de generación con altas disponibilidades y niveles de firmeza que ninguna generadora eólica o solar puede cumplir.



## 5.4 Matriz de Intereses del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía

### Renovable en Colombia

Los intereses organizacionales (IO) se refieren a los fines a largo plazo que la organización busca lograr para tener éxito en la industria y el mercado en el que compete (D'Alessio, 2015). En la Tabla 17 se muestran estos IO para el sector de las FNCER.

Tabla 17

#### *Matriz de Intereses del Sector de las FNCER en Colombia*

Interés	Intensidad del interés		
	Vital (peligroso)	Mayores (serio)	Periférico (marginal)
1. Diversificar la oferta energética del país para disminuir la dependencia de fuentes no renovables		Generadores tradicionales (+) Gobierno nacional (+) MME (+)	
2. Implementar proyectos FNCER en ZNI	Generadores FNCER (+)	UPME (+) MME (+) Gobierno nacional (+)	Generadores tradicionales (+)
3. Disminuir los precios de energía		Sectores industrial, comercial, transporte, y servicios (+)	Generadores tradicionales (+)
4. Desarrollar proyectos en PPP		Gobierno nacional (+) UPME (+) Generadores tradicionales y FNCER (+) Alianzas internacionales (+)	
5. Establecer para las FNCER tarifas especiales, retornos de inversión, y acuerdos de compra de energía		Gobierno nacional (+) UPME (+) Generadores tradicionales y FNCER (+) Sectores industrial, comercial, transporte, y servicios (+)	
6. Generar conciencia acerca del uso de las FNCER en las empresas o entes no regulados y en los ciudadanos		Gobierno nacional (+) Generadores FNCER (+) Agremiaciones (+)	

*Nota.* (+) Intereses comunes. (-) Intereses opuestos. Adaptado de “El Proceso Estratégico: Un Enfoque de Gerencia (3a ed.)”, por F. A. D'Alessio, 2015, p. 95. Lima, Perú: Pearson.

Existe un alto interés del Gobierno nacional por promover el uso de las FNCER en el país; sin embargo para que los grandes proyectos de generación por medio de FNCER en el

país se concreten, es necesario que hayan nuevas reglas de juego en el negocio de la generación de energía eléctrica puesto que está estructurado para los generadores de energía eléctrica convencional.

### **5.5 Objetivos a Largo Plazo**

A continuación se presentan los objetivos a largo plazo (OLP) con los resultados que se buscan alcanzar para lograr la visión propuesta:

**OLP 1.** Para 2029, tener una capacidad instalada de 1,500 MW para proyectos en el sector comercial, residencial, y ZNI con FNCER. En 2013 el consumo del sector residencial y comercial fue del 61.16%. Asumiendo que esta proporción se mantiene para la capacidad instalada del sistema eléctrico nacional, la capacidad actual para estos sectores corresponde a 10 MW.

**OLP 2.** Para 2029, tener una capacidad instalada de 700 MW para proyectos en el sector industrial para consumir energía FNCER. En 2013 el consumo del sector residencial y comercial fue del 30.23%. Asumiendo que esta proporción se mantiene para la capacidad instalada del sistema eléctrico nacional, la capacidad actual para estos sectores corresponde a 5 MW.

**OLP 3.** Para 2029, contar con cinco programas de especialización profesional en FNCER con instituciones universitarias avaladas por el Ministerio de Educación de Colombia. En 2016 solo existían tres programas académicos que incluían temas de generación FNCER.

**OLP 4.** Para 2029, participar en 300 MW en la oferta de “energía firme” a través de proyectos FNCER. En 2016 no existía participación de las FNCER.

**OLP 5.** Para 2029, los proyectos de FNCER tendrán una TIR de 10%. Sin incentivos y con los costos de implementación actuales, la TIR estimada es del 2% en proyectos de energía eólica con capacidad instalada mayor a 10 MW.

**OLP 6.** Para 2029, emplear por lo menos el 35% del personal operativo proveniente de las zonas donde se desarrollen los proyectos FNCER. En 2016 el único parque eólico en Colombia opera con personal de fuera de la región.

## **5.6 Conclusiones**

El panorama general de las FNCER es positivo puesto que en el país existen los recursos naturales necesarios para generar energía eléctrica, el interés general nacional e internacional para desarrollar estas fuentes de generación de energía, y la preocupación colectiva por la protección del medioambiente y el cambio climático. Asimismo, el Gobierno nacional ha incentivado las inversiones en este sector por medio de la Ley 1715 y es prioritario para el MME diversificar la matriz de generación energética incluyendo en buena medida proyectos basados en FNCER. Sin embargo, es necesario hacer cambios de fondo en el negocio de la generación de energía eléctrica en el país puesto que su modelo está enfocado en generadores de energía convencional cuyas reglas no permiten a los nuevos proyectos FNCER operar en condiciones que les permitan ser viables financieramente e incentiven inversiones en los grandes proyectos que masifiquen el uso de las FNCER en Colombia.

## Capítulo VI: El Proceso Estratégico

En este capítulo se presenta la formulación y elección de estrategias resultado del análisis del sector realizado en los capítulos anteriores y el desarrollo de las matrices del proceso (i.e., MFODA, MPEYEA, MBCG, MIE, y MGE) y de las matrices de decisión (i.e., MDE, MCPE, MR, y ME).

### 6.1 Matriz Fortalezas Oportunidades Debilidades Amenazas (MFODA)

A partir de las matrices de evaluación de factores internos y de evaluación de factores externos se crea la MFODA, en la cual se proponen las estrategias como resultado del análisis de las combinaciones entre fortalezas y oportunidades (FO), debilidades y oportunidades (DO), fortalezas y amenazas (FA), y debilidades y amenazas (DA) (ver Tabla 18).

**Cuadrante FO-Explotar.** Se listan tanto las oportunidades como las fortalezas identificadas para el sector y se plantean estrategias orientadas a acelerar el crecimiento de las FNCER. Se busca ganar participación mediante el desarrollo de mercado con proyectos de pequeña y mediana escala y mediante penetración inicialmente dirigida al mercado no regulado, pero que posteriormente propician la entrada al mercado regulado. El entorno y las condiciones son propicios, como el crecimiento de la demanda, el gremio formalizado, y la intención gubernamental de desarrollar las FNCER.

**Cuadrante FA-Confrontar.** Se proponen estrategias para confrontar las amenazas encontradas a partir de la asociación entre los diferentes generadores FNCER y las comunidades donde exista la disponibilidad de recursos naturales para generar energía eléctrica a partir de las FNCER, con el objetivo de influir directamente para que la reglamentación que expida el Gobierno nacional impulse la correcta explotación y uso de estos recursos naturales generando bienestar y desarrollo en la zona donde se ejecuten estos proyectos. También se propone que para evitar la corrupción en las zonas con recursos naturales disponibles, el Gobierno nacional expida leyes y decretos de aplicación nacional que impidan decisiones precipitadas donde prevalezca el interés particular sobre el bienestar general de la comunidad. En el Cuadrante FA de la Tabla 18 se identifican las tres estrategias de confrontación.

Tabla 18

## Matriz Fortalezas Oportunidades Debilidades Amenazas del Sector FNCER

		Fortalezas	Debilidades
		F1. Sector eléctrico colombiano estructurado y regulado por un marco institucional (i.e., regulación, planeación).	D1. Falta de acciones concretas de las agremiaciones para promover el desarrollo de las FNCER en Colombia.
		F2. Existencia de agremiaciones generando un ambiente colaborativo tanto en generación tradicional y FNCER.	D2. No existe investigación y desarrollo nacional de productos para adaptar las tecnologías a las condiciones propias.
		F3. Implementación de proyectos tecnológicos enfocados en la optimización de la red de generación, transmisión, y distribución de energía.	D3. Falta de promoción y divulgación de las ventajas del uso de las FNCER.
		F4. Proyectos ambientalmente sostenibles y con beneficios a largo plazo.	D4. Escasez de mano de obra calificada para el diseño, operación, y mantenimiento de los proyectos que involucran las FNCER.
		F5. Versatilidad en los proyectos pequeños y de autogeneración y venta de los excedentes al SIN.	D5. El mercado eléctrico actual compite por precio y confiabilidad donde las FNCER no pueden competir en igualdad de condiciones contra los generadores convencionales.
			D6. El capital inicial para inversiones en proyectos de FNCER es alto.
Oportunidades	Estrategias FO	Estrategias DO	
O1. Estabilidad e incentivos jurídicos y fiscales para diversificar la oferta energética.	FO1. Ejecutar proyectos de pequeña capacidad de generación en ZNI, con crecimiento de demanda y que cuenten con disponibilidad de recursos naturales (F3, F4, F5, O2, O3, O4, y O7).	DO1. Incrementar la oferta de la mano de obra calificada en generación FNCER por medio de programas de capacitación (D2, D4, O4, y O5).	
O2. Incentivos financieros para invertir en FNCER.	FO2. Ejecutar proyectos de mediana y alta capacidad de generación en zonas interconectadas (F3, F4, F5, O2, O3, O4, O5, y O6).	DO2. Cambiar la regulación actual para que los generadores FNCER compitan en igualdad de condiciones con los generadores tradicionales con el apoyo del Gobierno colombiano (D1, D5, O1, O2, O4, O5, y O6).	
O3. Posición geográfica y disponibilidad de recursos naturales (i.e., sol y viento).	FO3. Penetrar en el mercado energético colombiano no regulado con generación FNCER (F1, F2, F3, F4, F5, O1, O2, O3, O4, O5, y O6).	DO3. Realizar alianzas con líderes mundiales en tecnología para el desarrollo de proyectos FNCER en Colombia (D1, D2, D5, D6, O1, O2, O4, O5, y O7).	
O4. Crecimiento de la demanda de energía.	FO4. Penetrar en el mercado energético colombiano regulado con generación FNCER (F3, F4, F5, O2, O4, y O5).	DO4. Modificar la regulación actual con las mejores prácticas del sector mediante convenios con países líderes en el desarrollo y uso de energías FNCER (D1, D5, O1, O5, y O6).	
O5. Tendencia mundial a generar con las FNCER, constante desarrollo tecnológico y compromiso con el cambio climático.		DO5. Crear programas para la promoción y divulgación de las ventajas del uso de las FNCER en Colombia (D3, D4, O3, O4, O5, y O7).	
O6. Mercado organizado y regulado.			
O7. Crecimiento de centros de consumo descentralizados, y prosperidad en zonas deprimidas.			
Amenazas	Estrategias FA	Estrategias DA	
A1. Conflictos sociales, medioambientales, y oposición de las comunidades.	FA1. Incrementar la generación de FNCER apoyado en la concientización a las comunidades del aprovechamiento de los recursos naturales disponibles para la generación de energías FNCER (F2, F3, F4, A1, A3, y A6).	DA1. Crear programas de RSE en las zonas sensibles al conflicto social, que faciliten la aceptación y ejecución de proyectos FNCER (D1, D3, A1, A3, y A6).	
A2. Bajos niveles de inversión en investigación y desarrollo.	FA2. Crear procesos, procedimientos, y normatividad para la implementación de proyectos de generación FNCER en asociación con el gremio y antes del Gobierno (F2, F3, F4, A1, A3, y A6).	DA2. Desarrollar proyectos FNCER en zonas donde las comunidades acepten la implementación de este tipo de proyectos (D1, D5, D6, A1, A3, y A6).	
A3. Negación de licencias ambientales para la construcción de los proyectos.	FA3. Crear la reglamentación de leyes y decretos que eviten la corrupción en zonas con potencial para el desarrollo de proyectos FNCER en asociación con el Gobierno central (F1, F2, A4, y A6).	DA3. Crear alianzas público-privadas para invertir en proyectos de generación de energía FNCER (D5, D6, A2, A3, y A4).	
A4. Barreras de entrada por parte de los generadores convencionales que evitan el desarrollo de las nuevas fuentes.		DA4. Crear programas educativos y laborales para integrar a las comunidades de las zonas donde se implementen los proyectos FNCER (D2, D3, D4, A1, y A2).	
A5. Desaceleración económica.			
A6. Burocracia y corrupción en las zonas con mayor potencial.			

**Cuadrante DA-Evitar.** Se proponen estrategias asociadas a la responsabilidad social, educación, y alianzas público-privadas para reducir las debilidades internas identificadas y contrarrestar las amenazas asociadas a conflictos sociales y bajos niveles de investigación y desarrollo en el sector. Se plantea identificar zonas para el desarrollo de las FNCER con menor o ninguna resistencia a la implementación de estos proyectos y con menor propensión a las amenazas identificadas para evitarlas al máximo. En el Cuadrante DA de la Tabla 18 se identifican las combinaciones DA correspondientes a cada estrategia.

**Cuadrante DO-Buscar.** Se proponen estrategias dirigidas a aumentar la mano de obra especializada, técnica, y profesional en el sector de las FNCER; al igual que concientizar sobre los beneficios del uso de estas energías y el de propender con el Gobierno colombiano por cambios en la legislación actual, que promuevan aún más el desarrollo de este sector para mejorar las debilidades internas y sacar provecho de las oportunidades. En el Cuadrante DO de la Tabla 18 se identifican las combinaciones DO correspondientes a cada estrategia.

## **6.2 Matriz Posición Estratégica y Evaluación de la Acción (MPEYEA)**

La Figura 33 muestra el resultado de la Matriz PEYEA, donde el vector claramente se ubica en el cuadrante de las estrategias agresivas, lo cual coincide con el tipo de estrategias planteadas en la Matriz FODA. La industria muestra una fortaleza media (2.89/6); es decir, una industria con alto desarrollo tecnológico, con calidad de producto, y un ciclo de vida en desarrollo, pero con baja participación en el mercado; lo cual indica alto potencial para explotar en este mercado. Asimismo, el vector se ubica con una fortaleza financiera baja (1.32/6); ello debido a que las inversiones iniciales para ingresar al sector son altas y los precios de venta son mayores a los que se comercializan en la bolsa energética colombiana; sin embargo los incentivos contemplados en la Ley 1715 mejoran las perspectivas financieras de los proyectos, lo cual mejora ligeramente la dimensión de la fortaleza financiera. En la Tabla 19 se observan los factores determinantes y los valores para cada uno de ellos.

Tabla 19

*Matriz Posición Estratégica y Evaluación de la Acción del Sector FNCER*

Posición estratégica	Grupo	Factor determinante	Valor		
Interna	Fortaleza financiera (FF)	1. Retorno en la inversión	2		
		2. Apalancamiento	4		
		3. Liquidez	4		
		4. Capital requerido vs. capital disponible	3		
		5. Flujo de caja	2		
		6. Facilidad de salida del mercado	2		
		7. Riesgo involucrado en el negocio	5		
		8. Rotación de inventarios	5		
		9. Economías de escala y de experiencia	4		
				Promedio	3.44
	Ventaja competitiva (VC)	1. Participación en el mercado	1		
		2. Calidad del producto	6		
		3. Ciclo de vida del producto	6		
		4. Ciclo de reemplazo del producto	5		
		5. Lealtad del consumidor	4		
		6. Utilización de la capacidad de los competidores	3		
		7. Conocimiento tecnológico	6		
		8. Integración vertical	4		
		9. Velocidad de introducción de nuevos productos	4		
				Promedio – 6	-1.67
Externa	Estabilidad del entorno (EE)	1. Cambios tecnológicos	5		
		2. Tasa de inflación	3		
		3. Variabilidad de la demanda	5		
		4. Rango de precios de productos competitivos	3		
		5. Barreras de entrada al mercado	5		
		6. Rivalidad/Presión competitiva	2		
		7. Elasticidad de precios de la demanda	5		
		8. Presión de los productos sustitutos	3		
				Promedio – 6	-2.13
			Fuerzas de la industria (FI)	1. Potencial de crecimiento	6
2. Potencial de utilidades	5				
3. Estabilidad financiera	5				
4. Conocimiento tecnológico	6				
5. Utilización de recursos	5				
6. Intensidad de capital	3				
7. Facilidad de entrada al mercado	2				
8. Productividad/Utilización de la capacidad	5				
9. Poder de negociación de los productores	4				
		Promedio	4.56		

Nota. Vector direccional: Eje X = FI + VC = 03; Eje Y = EE + FF = 01

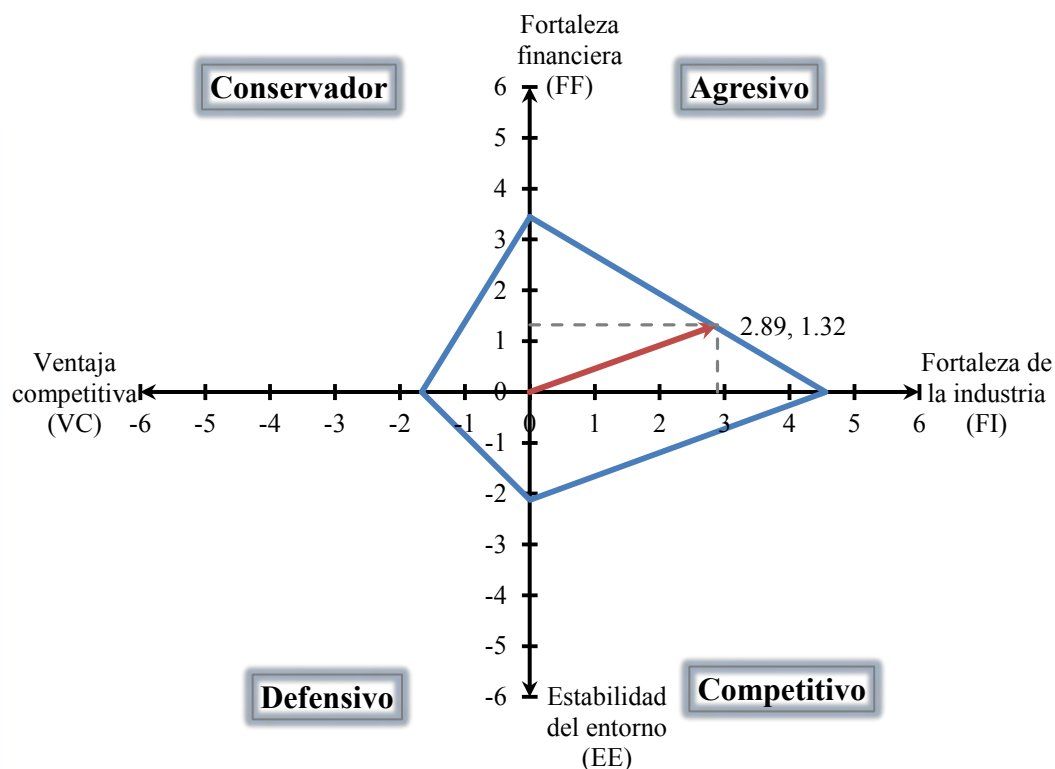


Figura 33. Gráfica de la Matriz Posición Estratégica y Evaluación de la Acción del Sector FNCER.

### 6.3 Matriz Boston Consulting Group (MBCG)

Esta matriz se elaboró tomando las ventas totales del sector eléctrico colombiano donde la participación de las FNCER es menor al 1%. Como se muestra en la Figura 34, la ubicación es en el Cuadrante de Interrogación, y debe ser así porque a 2017 no representa un volumen importante, pero se está desarrollando para que su contribución sea positiva y pueda irse desplazando hacia el Cuadrante Estrella.

### 6.4 Matriz Interna Externa (MIE)

La Figura 35 muestra la ubicación del Sector FNCER con un círculo pequeño cuyo tamaño refleja gráficamente la baja contribución actual en ventas de las FNCER en el sector eléctrico nacional. En el Eje X se obtiene un puntaje de 2.08, el cual indica que el Sector FNCER está en una posición estratégica interna promedio respecto a su capacidad para capitalizar fortalezas y neutralizar debilidades. En el Eje Y se obtiene un puntaje de 2.62, el cual indica que el Sector FNCER está en una posición estratégica externa media respecto a su capacidad para capitalizar las oportunidades y evitar las amenazas. El Sector FNCER se



ubica en la Región 2, Cuadrante V de la MIE, que según la metodología sugiere retener y mantener con inversión selectiva y gerencia para crecer a través de estrategias de penetración en el mercado y desarrollo de productos.

### **6.5 Matriz Gran Estrategia (MGE)**

Al evaluar las variables velocidad de crecimiento del mercado y posición competitiva del sector en dicho mercado, la Figura 36 demuestra que el Sector FNCER se categoriza en el Cuadrante I. El Sector FNCER tiene una posición competitiva fuerte en un mercado de crecimiento rápido. Según la metodología propuesta por D'Alessio (2015), este cuadrante sugiere estrategias externas intensivas y de diversificación concéntrica. Por las características actuales del Sector FNCER en Colombia, se proponen principalmente estrategias de penetración en el mercado en ZNI, sector residencial, comercial, e industrial.

### **6.6 Matriz de Decisión Estratégica (MDE)**

En esta matriz se retienen las estrategias específicas generadas en las matrices FODA, MPEYEA, BCG, MIE, y MGE; y se consolidan en la Matriz de Decisión Estratégica, como se muestra en la Tabla 20. Aquí se evalúan las estrategias que se repiten tres o más veces; sin embargo este criterio puede variar según lo determinen los gestores del proyecto. Las estrategias que tengan un menor número de repeticiones se pueden guardar como “estrategias de contingencia”. En este caso, la MDE desarrollada da como resultado 14 estrategias que cumplen con las condiciones para ser retenidas, como se muestra en la Matriz MDE.

El sector FNCER en Colombia está en desarrollo y las estrategias externas propuestas son intensivas porque es un sector que debe usar las competencias distintivas que definen sus fortalezas y la experiencia acumulada del sector en el ámbito internacional. Dado que el mercado de este sector no está saturado y la demanda de energía es creciente, la mayoría de las estrategias intensivas planteadas son de penetración en el mercado. Por otro lado, en las ZNI, las industrias, y otros sectores como el comercio y la construcción, las FNCER pueden ser exitosas por sus características técnicas y menores costos de generación, lo cual resulta en estrategias intensivas de desarrollo de mercado.

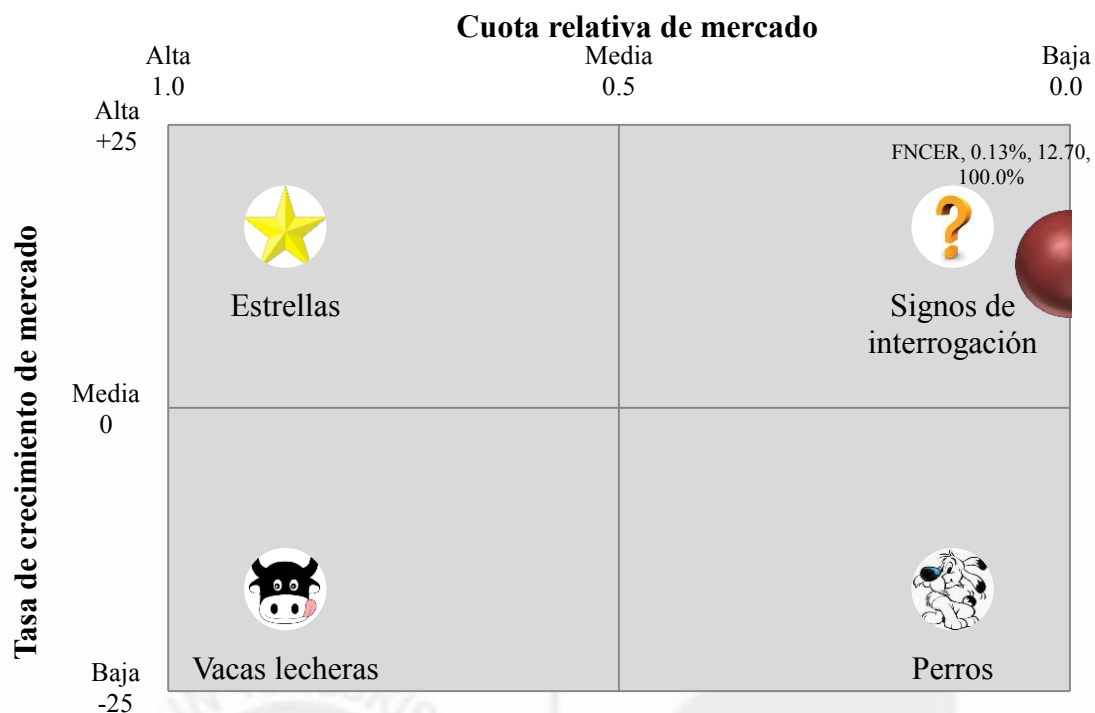


Figura 34. Matriz Boston Consulting Group del Sector FNCER.

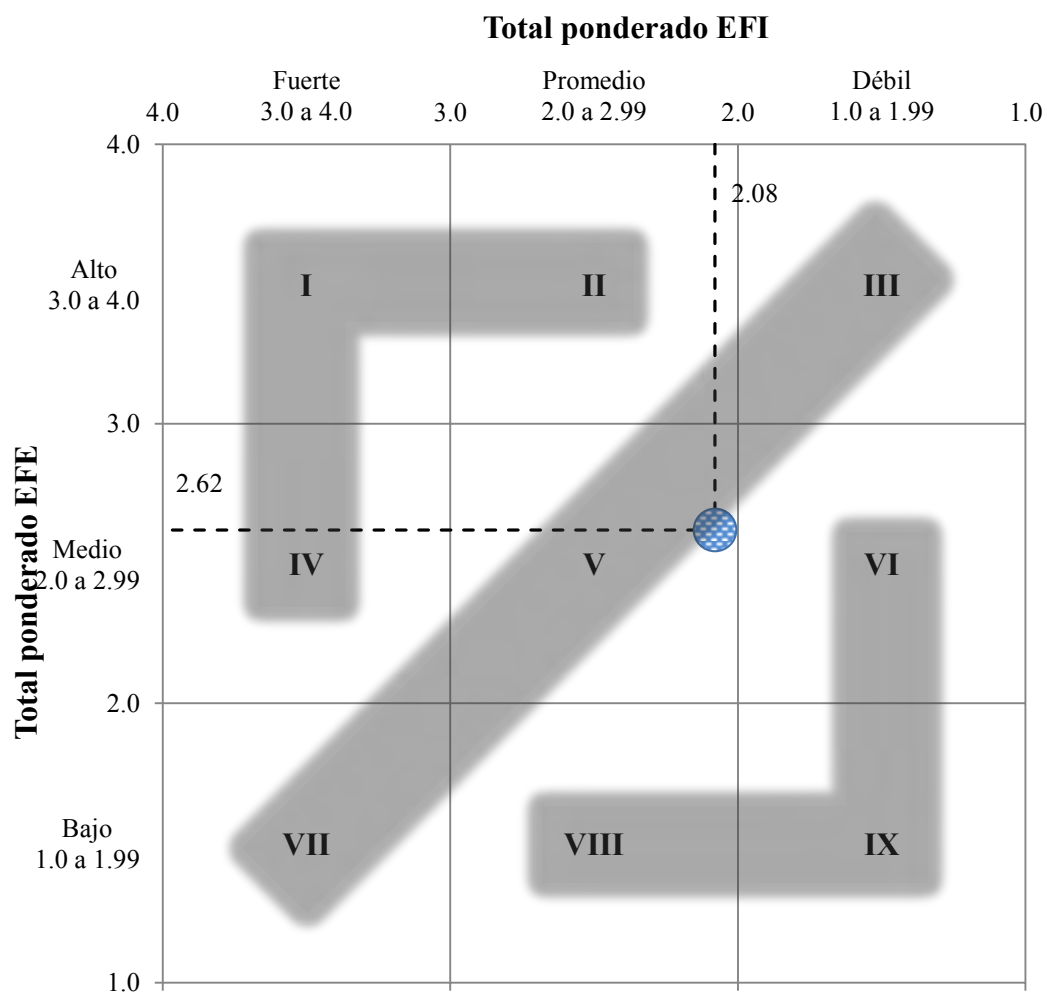


Figura 35. Matriz Interna Externa del Sector FNCER.

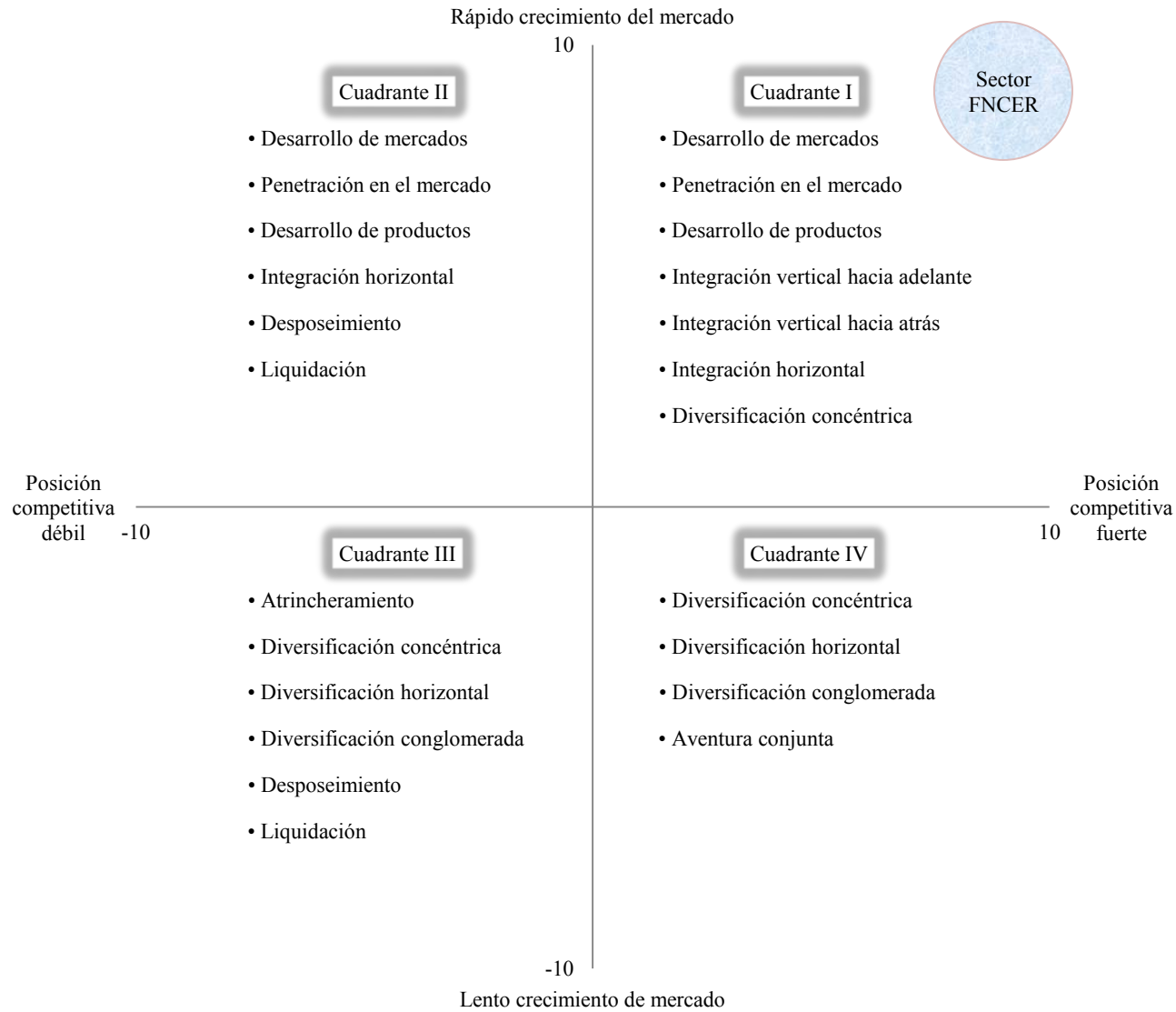


Figura 36. Matriz Gran Estrategia del Sector FNCER.

Tabla 20

## Matriz de Decisión Estratégica del Sector FNCER

Estrategias genéricas competitivas	Estrategias externas alternativas													N°	Estrategias específicas	Matriz						
	Integración			Intensivas			Diversificación			Defensivas						FODA	PEYEA	BCG	IE	GE	Total	
	Integración vertical hacia adelante	Integración vertical hacia atrás	Integración horizontal	Penetración en el mercado	Desarrollo de mercados	Desarrollo de productos	Diversificación concéntrica	Diversificación conglomerada	Diversificación horizontal	Aventura conjunta	Atrincheramiento / reducción	Desposeimiento / desinversión	Liquidación									
Enfoque					X									E1	FO1.	Ejecutar proyectos de pequeña capacidad de generación en ZNI, con crecimiento de demanda y que cuenten con disponibilidad de recursos naturales (F3, F4, F5, O2, O3, O4, y O7).	X	X	X	X	X	5
Enfoque				X										E2	FO2.	Ejecutar proyectos de mediana y alta capacidad de generación en zonas interconectadas (F3, F4, F5, O2, O3, O4, O5, y O6).	X	X	X	X	X	5
Diferenciación				X										E3	FO3.	Penetrar en el mercado energético colombiano no regulado con generación FNCER (F1, F2, F3, F4, F5, O1, O2, O3, O4, O5, y O6).	X	X	X	X	X	5
Diferenciación				X										E4	FO4.	Penetrar en el mercado energético colombiano regulado con generación FNCER (F3, F4, F5, O2, O4, y O5).	X	X	X	X	X	5
Diferenciación					X									E5	FA1.	Incrementar la generación de FNCER apoyado en la concientización a las comunidades del aprovechamiento de los recursos naturales disponibles para la generación de energías FNCER (F2, F3, F4, A1, A3, y A6).	X	X	X	X	X	5
Diferenciación					X									E6	FA2.	Crear procesos, procedimientos, y normatividad para la implementación de proyectos de generación FNCER en asociación con el gremio y entes del Gobierno (F2, F3, F4, A1, A3, y A6).	X	X	X	X	X	5
Diferenciación					X									E7	FA3.	Crear la reglamentación de leyes y decretos que eviten la corrupción en zonas con potencial para el desarrollo de proyectos FNCER en asociación con el Gobierno central (F1, F2, A4, y A6).	X	X	X	X	X	5
Diferenciación					X									E8	DO1.	Incrementar la oferta de la mano de obra calificada en generación FNCER por medio de programas de capacitación (D2, D4, O4, y O5).	X			X	X	3
Diferenciación					X									E9	DO2.	Cambiar la regulación actual para que los generadores FNCER compitan en igualdad de condiciones con los generadores tradicionales con el apoyo del Gobierno colombiano (D1, D5, O1, O2, O4, O5, y O6).	X	X		X		3
Diferenciación					X									E10	DO3.	Realizar alianzas con líderes mundiales en tecnología para el desarrollo de proyectos FNCER en Colombia (D1, D2, D5, D6, O1, O2, O4, O5, y O7).	X	X			X	3
Diferenciación					X									E11	DO4.	Modificar la regulación actual con las mejores prácticas del sector mediante convenios con países líderes en el desarrollo y uso de energías FNCER (D1, D5, O1, O5, y O6).	X	X			X	3
Diferenciación					X									E12	DO5.	Crear programas para la promoción y divulgación de las ventajas del uso de las FNCER en Colombia (D3, D4, O3, O4, O5, y O7).	X	X	X	X	X	5
Diferenciación														E13	DA1.	Crear programas de RSE en las zonas sensibles al conflicto social, que faciliten la aceptación y ejecución de proyectos FNCER (D1, D3, A1, A3, y A6).	X					1
Diferenciación					X									E14	DA2.	Desarrollar proyectos FNCER en zonas donde las comunidades acepten la implementación de este tipo de proyectos (D1, D5, D6, A1, A3, y A6).	X	X	X	X	X	5
Diferenciación					X									E15	DA3.	Crear alianzas público-privadas para invertir en proyectos de generación de energía FNCER (D5, D6, A2, A3, y A4).	X	X	X	X		4
Enfoque														E16	DA4.	Crear programas educativos y laborales para integrar a las comunidades de las zonas donde se implementen los proyectos FNCER (D2, D3, D4, A1, y A2).	X					1

### **6.7 Matriz Cuantitativa de Planeamiento Estratégico (MCPE)**

La MCPE es una herramienta que permite evaluar y decidir objetivamente sobre las posibles estrategias, considerando la identificación previa de los factores críticos de éxito externos e internos (D'Alessio, 2015). Según David (2003), la MCPE requiere de juicios intuitivos y supuestos educados, de parte de los analistas o expertos.

La suma de los puntajes de los TPA debe estar en un rango máximo de ocho y mínimo de dos, teniendo una media de cinco; la suma de dichas calificaciones revela qué estrategias son más atractivas en el conjunto de alternativas. Como resultado de esta matriz (ver Tabla 21), se identificaron 10 estrategias como las más atractivas del total.

### **6.8 Matriz de Rumelt (MR)**

Una vez evaluadas las estrategias retenidas en la MCPE, se filtraron nuevamente en la Matriz de Rumelt, y se evaluaron empleando cuatro criterios que son: (a) consistencia, (b) consonancia, (c) ventaja, y (d) factibilidad; y se encontró que las 10 estrategias que pasaron de la MCPE cumplen los cuatro criterios de Rumelt. El detalle se muestra en la Tabla 22.

### **6.9 Matriz de Ética (ME)**

La Matriz de Ética es el último filtro a desarrollar para filtrar las estrategias, bajo tres aspectos que son: (a) derechos, (b) justicia, y (c) utilitarismo. Si alguna de las estrategias evaluadas no cumple con alguno de estos tres requisitos, no debe retenerse ni ser considerada. Como se puede observar en la Tabla 23, de las 10 estrategias específicas retenidas hasta el momento, todas cumplen con este requisito de la Matriz de Ética.

### **6.10 Estrategias Retenidas y de Contingencia**

A partir de la Matriz de Decisión Estratégica (MDE), Matriz Cuantitativa de Planeamiento Estratégico (MCPE), Matriz de Rumelt (MR), y Matriz de Ética (ME), 10 estrategias calificaron para ser retenidas y seis quedaron como estrategias de contingencia. Se debe anotar que la mayoría de las estrategias retenidas coinciden con los resultados en este análisis, el cual resulta persistente en indicar estrategias intensivas para el Sector FNCER. La Tabla 24 muestra el detalle de las estrategias retenidas y las de contingencia.

Tabla 21

## Matriz Cuantitativa de Planeamiento Estratégico del Sector FNCER

Factores críticos para el éxito	Peso	E1 FO1.		E2 FO2.		E3 FO3.		E4 FO4.		E5 FA1.		E6 FA2.		E7 FA3.		E8 DO1.		E9 DO2.		E10 DO3.		E11 DO4.		E12 DO5.		E14 DA2.		E15 DA3.	
		PA	TPA	PA	TPA	PA	TPA	PA	TPA	PA	TPA	PA	TPA	PA	TPA	PA	TPA	PA	TPA	PA	TPA	PA	TPA	PA	TPA	PA	TPA	PA	TPA
		Ejecutar proyectos de pequeña capacidad de generación en ZNI, con crecimiento de demanda y que cuenten con disponibilidad de recursos naturales (F3, F4, F5, O2, O3, O4, O5, y O6).		Ejecutar proyectos de mediana y alta capacidad de generación en zonas interconectadas (F3, F4, F5, O2, O3, O4, O5, y O6).		Penetrar en el mercado energético colombiano no regulado con generación FNCER (F1, F2, F3, F4, F5, O1, O2, O3, O4, O5, y O6).		Penetrar en el mercado energético colombiano regulado con generación FNCER (F3, F4, F5, O2, O4, y O5).		Incrementar la generación de FNCER apoyado en la concientización a las comunidades del aprovechamiento de los recursos naturales disponibles para la generación de energías FNCER (F2, F3, F4, A1, A3, y A6).		Crear procesos, procedimientos, y normatividad para la implementación de proyectos de generación FNCER en asociación con el gremio y entes del Gobierno (F2, F3, F4, A1, A3, y A6).		Crear la reglamentación de leyes y decretos que eviten la corrupción en zonas con potencial para el desarrollo de proyectos FNCER en asociación con el Gobierno central (F1, F2, A4, y A6).		Incrementar la oferta de la mano de obra calificada en generación FNCER por medio de programas de capacitación (D2, D4, O4, y O5).		Cambiar la regulación actual para que los generadores FNCER compitan en igualdad de condiciones con los generadores tradicionales con el apoyo del Gobierno colombiano (D1, D5, O1, O2, O4, O5, y O6).		Realizar alianzas con líderes mundiales en tecnología para el desarrollo de proyectos FNCER en Colombia (D1, D2, D5, D6, O1, O2, O4, O5, y O7).		Modificar la regulación actual con las mejores prácticas del sector mediante convenios con países líderes en el desarrollo y uso de energías FNCER (D1, D5, O1, O5, y O6).		Crear programas para la promoción y divulgación de las ventajas del uso de las FNCER en Colombia (D3, D4, O3, O4, O5, y O7).		Desarrollar proyectos FNCER en zonas donde las comunidades acepten la implementación de este tipo de proyectos (D1, D5, D6, A1, A3, y A6).		Crear alianzas público-privadas para invertir en proyectos de generación de energía FNCER (D5, D6, A2, A3, y A4).	
Oportunidades																													
O1. Estabilidad e incentivos jurídicos y fiscales para diversificar la oferta energética.	0.10	4	0.40	4	0.40	4	0.40	4	0.40	2	0.20	2	0.20	2	0.20	1	0.10	3	0.30	3	0.30	3	0.30	1	0.10	3	0.30	4	0.40
O2. Incentivos financieros para invertir en FNCER.	0.08	4	0.32	4	0.32	4	0.32	4	0.32	2	0.16	2	0.16	2	0.16	2	0.16	1	0.08	3	0.24	3	0.24	1	0.08	3	0.24	4	0.32
O3. Posición geográfica y disponibilidad de recursos naturales (i.e., sol y viento).	0.12	4	0.48	4	0.48	4	0.48	4	0.48	4	0.48	1	0.12	1	0.12	1	0.12	2	0.24	4	0.48	4	0.48	3	0.36	4	0.48	3	0.36
O4. Crecimiento de la demanda de energía.	0.05	4	0.20	4	0.20	4	0.20	4	0.20	3	0.15	2	0.10	2	0.10	3	0.15	2	0.10	4	0.20	4	0.20	3	0.15	2	0.10	4	0.20
O5. Tendencia mundial a generar con las FNCER, constante desarrollo tecnológico y compromiso con el cambio climático.	0.10	4	0.40	4	0.40	4	0.40	4	0.40	4	0.40	2	0.20	2	0.20	3	0.30	2	0.20	3	0.30	3	0.30	3	0.30	3	0.30	3	0.30
O6. Mercado organizado y regulado.	0.08	3	0.24	3	0.24	3	0.24	3	0.24	2	0.16	3	0.24	4	0.32	2	0.16	3	0.24	3	0.24	3	0.24	2	0.16	2	0.16	4	0.32
O7. Crecimiento de centros de consumo descentralizados, y prosperidad en zonas deprimidas.	0.07	4	0.28	4	0.28	4	0.28	4	0.28	4	0.28	3	0.21	3	0.21	2	0.14	1	0.07	3	0.21	3	0.21	2	0.14	3	0.21	3	0.21
Amenazas																													
A1. Conflictos sociales, medioambientales, y oposición de las comunidades.	0.08	4	0.32	4	0.32	4	0.32	4	0.32	4	0.32	3	0.24	2	0.16	3	0.24	1	0.08	2	0.16	2	0.16	4	0.32	4	0.32	3	0.24
A2. Bajos niveles de inversión en investigación y desarrollo.	0.08	2	0.16	2	0.16	2	0.16	2	0.16	1	0.08	1	0.08	1	0.08	3	0.24	1	0.08	3	0.24	3	0.24	2	0.16	1	0.08	3	0.24
A3. Negación de licencias ambientales para la construcción de los proyectos.	0.06	3	0.18	4	0.24	3	0.18	4	0.24	3	0.18	3	0.18	4	0.24	1	0.06	1	0.06	2	0.12	2	0.12	1	0.06	4	0.24	4	0.24
A4. Barreras de entrada por parte de los generadores convencionales que evitan el desarrollo de las nuevas fuentes.	0.08	1	0.08	1	0.08	1	0.08	1	0.08	2	0.16	4	0.32	2	0.16	2	0.16	4	0.32	1	0.08	1	0.08	1	0.08	2	0.16	4	0.32
A5. Desaceleración económica.	0.04	3	0.12	3	0.12	3	0.12	3	0.12	1	0.04	1	0.04	1	0.04	2	0.08	1	0.04	2	0.08	2	0.08	2	0.08	1	0.04	4	0.16
A6. Burocracia y corrupción en las zonas con mayor potencial.	0.06	4	0.24	4	0.24	4	0.24	4	0.24	2	0.12	4	0.24	4	0.24	1	0.06	4	0.24	3	0.18	3	0.18	1	0.06	4	0.24	4	0.24
Fortalezas																													
F1. Sector eléctrico colombiano estructurado y regulado por un marco institucional (i.e., regulación, planeación).	0.07	4	0.28	4	0.28	4	0.28	4	0.28	2	0.14	3	0.21	1	0.07	1	0.07	4	0.28	3	0.21	3	0.21	1	0.07	2	0.14	2	0.14
F2. Existencia de agremiaciones generando un ambiente colaborativo tanto en generación tradicional y FNCER.	0.06	2	0.12	2	0.12	2	0.12	2	0.12	3	0.18	4	0.24	4	0.24	2	0.12	4	0.24	3	0.18	3	0.18	4	0.24	2	0.12	2	0.12
F3. Implementación de proyectos tecnológicos enfocados en la optimización de la red de generación, transmisión, y distribución de energía.	0.07	2	0.14	2	0.14	2	0.14	2	0.14	1	0.07	1	0.07	1	0.07	2	0.14	3	0.21	3	0.21	3	0.21	2	0.14	2	0.14	3	0.21
F4. Proyectos ambientalmente sostenibles y con beneficios a largo plazo.	0.10	4	0.40	4	0.40	4	0.40	4	0.40	3	0.30	3	0.30	2	0.20	1	0.10	1	0.10	2	0.20	2	0.20	3	0.30	3	0.30	3	0.30
F5. Versatilidad en los proyectos pequeños y de autogeneración y venta de los excedentes al SIN.	0.10	4	0.40	4	0.40	4	0.40	4	0.40	3	0.30	3	0.30	2	0.20	2	0.20	3	0.30	3	0.30	3	0.30	2	0.20	4	0.40	4	0.40
Debilidades																													
D1. Falta de acciones concretas de las agremiaciones para promover el desarrollo de las FNCER en Colombia.	0.10	2	0.20	2	0.20	2	0.20	2	0.20	3	0.30	4	0.40	4	0.40	1	0.10	3	0.30	3	0.30	3	0.30	4	0.40	3	0.30	3	0.30
D2. No existe investigación y desarrollo nacional de productos para adaptar las tecnologías a las condiciones propias.	0.08	2	0.16	2	0.16	2	0.16	2	0.16	1	0.08	2	0.16	2	0.16	2	0.16	2	0.16	3	0.24	3	0.24	1	0.08	1	0.08	1	0.08
D3. Falta de promoción y divulgación de las ventajas del uso de las FNCER.	0.05	2	0.10	2	0.10	2	0.10	2	0.10	4	0.20	3	0.15	1	0.05	1	0.05	2	0.10	2	0.10	2	0.10	4	0.20	2	0.10	2	0.10
D4. Escasez de mano de obra calificada para el diseño, operación, y mantenimiento de los proyectos que involucran las FNCER.	0.12	4	0.48	4	0.48	4	0.48	4	0.48	2	0.24	1	0.12	1	0.12	4	0.48	3	0.36	2	0.24	2	0.24	1	0.12	2	0.24	2	0.24
D5. El mercado eléctrico actual compite por precio y confiabilidad donde las FNCER no pueden competir en igualdad de condiciones contra los generadores convencionales.	0.14	4	0.56	4	0.56	4	0.56	4	0.56	2	0.28	2	0.28	2	0.28	2	0.28	4	0.56	2	0.28	2	0.28	1	0.14	3	0.42	3	0.42
D6. El capital inicial para inversiones en proyectos de FNCER es alto.	0.11	4	0.44	4	0.44	4	0.44	4	0.44	2	0.22	2	0.22	1	0.11	2	0.22	4	0.44	1	0.11	1	0.11	1	0.11	4	0.44	4	0.44
	2.00	6.70		6.76		6.70		6.76		5.04		4.78		4.13		3.89		5.10		5.20		5.20		4.05		5.55		6.30	

Tabla 22

*Matriz de Rumelt del Sector FNCER*

Estrategia específica		Pruebas				
		Consistencia	Consonancia	Factibilidad	Ventaja	Se acepta
E1	FO1. Ejecutar proyectos de pequeña capacidad de generación en ZNI, con crecimiento de demanda y que cuenten con disponibilidad de recursos naturales (F3, F4, F5, O2, O3, O4, y O7).	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E2	FO2. Ejecutar proyectos de mediana y alta capacidad de generación en zonas interconectadas (F3, F4, F5, O2, O3, O4, O5, y O6).	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E3	FO3. Penetrar en el mercado energético colombiano no regulado con generación FNCER (F1, F2, F3, F4, F5, O1, O2, O3, O4, O5, y O6).	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E4	FO4. Penetrar en el mercado energético colombiano regulado con generación FNCER (F3, F4, F5, O2, O4, y O5).	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E5	FA1. Incrementar la generación de FNCER apoyado en la concientización a las comunidades del aprovechamiento de los recursos naturales disponibles para la generación de energías FNCER (F2, F3, F4, A1, A3, y A6).	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E9	DO2. Cambiar la regulación actual para que los generadores FNCER compitan en igualdad de condiciones con los generadores tradicionales con el apoyo del Gobierno colombiano (D1, D5, O1, O2, O4, O5, y O6).	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E10	DO3. Realizar alianzas con líderes mundiales en tecnología para el desarrollo de proyectos FNCER en Colombia (D1, D2, D5, D6, O1, O2, O4, O5, y O7).	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E11	DO4. Modificar la regulación actual con las mejores prácticas del sector mediante convenios con países líderes en el desarrollo y uso de energías FNCER (D1, D5, O1, O5, y O6).	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E14	DA2. Desarrollar proyectos FNCER en zonas donde las comunidades acepten la implementación de este tipo de proyectos (D1, D5, D6, A1, A3, y A6).	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E15	DA3. Crear alianzas público-privadas para invertir en proyectos de generación de energía FNCER (D5, D6, A2, A3, y A4).	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Tabla 23

## Matriz de Ética del Sector FNCER

Estrategia específica	Derechos						Justicia			Utilitarismo			
	Impacto en el derecho a la vida	Impacto en el derecho a la propiedad	Impacto en el derecho al libre pensamiento	Impacto en el derecho a la privacidad	Impacto en el derecho a la libertad de conciencia	Impacto en el derecho a hablar libremente	Impacto en el derecho al debido proceso	Impacto en la distribución	Equidad en la administración	Normas de compensación	Fines y resultados estratégicos	Medios estratégicos empleados	Se acepta
E1 FO1. Ejecutar proyectos de pequeña capacidad de generación en ZNI, con crecimiento de demanda y que cuenten con disponibilidad de recursos naturales (F3, F4, F5, O2, O3, O4, y O7).	P	N	N	N	N	N	N	J	J	J	E	E	Sí
E2 FO2. Ejecutar proyectos de mediana y alta capacidad de generación en zonas interconectadas (F3, F4, F5, O2, O3, O4, O5, y O6).	P	N	N	N	N	N	N	J	J	J	E	E	Sí
E3 FO3. Penetrar en el mercado energético colombiano no regulado con generación FNCER (F1, F2, F3, F4, F5, O1, O2, O3, O4, O5, y O6).	P	N	N	N	N	N	N	J	J	J	E	E	Sí
E4 FO4. Penetrar en el mercado energético colombiano regulado con generación FNCER (F3, F4, F5, O2, O4, y O5).	P	N	N	N	N	N	N	J	J	J	E	E	Sí
E5 FA1. Incrementar la generación de FNCER apoyado en la concientización a las comunidades del aprovechamiento de los recursos naturales disponibles para la generación de energías FNCER (F2, F3, F4, A1, A3, y A6).	P	P	N	N	P	P	P	J	J	J	E	E	Sí
E9 DO2. Cambiar la regulación actual para que los generadores FNCER compitan en igualdad de condiciones con los generadores tradicionales con el apoyo del Gobierno colombiano (D1, D5, O1, O2, O4, O5, y O6).	N	N	N	N	N	N	P	J	J	J	E	E	Sí
E10 DO3. Realizar alianzas con líderes mundiales en tecnología para el desarrollo de proyectos FNCER en Colombia (D1, D2, D5, D6, O1, O2, O4, O5, y O7).	N	N	N	N	N	N	N	J	J	J	E	E	Sí
E11 DO4. Modificar la regulación actual con las mejores prácticas del sector mediante convenios con países líderes en el desarrollo y uso de energías FNCER (D1, D5, O1, O5, y O6).	N	N	N	N	N	P	N	J	J	J	E	E	Sí
E14 DA2. Desarrollar proyectos FNCER en zonas donde las comunidades acepten la implementación de este tipo de proyectos (D1, D5, D6, A1, A3, y A6).	P	N	N	N	N	N	N	J	J	J	E	E	Sí
E15 DA3. Crear alianzas público-privadas para invertir en proyectos de generación de energía FNCER (D5, D6, A2, A3, y A4).	N	N	N	N	N	P	N	J	J	J	E	E	Sí

Nota. Los criterios utilizados para calificar la matriz de ética fueron: P = Promueve, N = Neutral, V = Viola, J = Justo, I = Injusto, E = Excelentes, y PE = Perjudicial.



Tabla 24

## Matriz Estrategias Retenidas y de Contingencia del Sector FNCER

	Estrategia	Estrategia de contingencia			Estrategia retenida
		De 3.r Retenidas Orden (< 3)	De 2.r Orden (MCPE < 5)	De 1.r Orden (No pasa Rumelt)	
E1	FO1.	Ejecutar proyectos de pequeña capacidad de generación en ZNI, con crecimiento de demanda y que cuenten con disponibilidad de recursos naturales (F3, F4, F5, O2, O3, O4, y O7).			X
E2	FO2.	Ejecutar proyectos de mediana y alta capacidad de generación en zonas interconectadas (F3, F4, F5, O2, O3, O4, O5, y O6).			X
E3	FO3.	Penetrar en el mercado energético colombiano no regulado con generación FNCER (F1, F2, F3, F4, F5, O1, O2, O3, O4, O5, y O6).			X
E4	FO4.	Penetrar en el mercado energético colombiano regulado con generación FNCER (F3, F4, F5, O2, O4, y O5).			X
E5	FA1.	Incrementar la generación de FNCER apoyado en la concientización a las comunidades del aprovechamiento de los recursos naturales disponibles para la generación de energías FNCER (F2, F3, F4, A1, A3, y A6).			X
E6	FA2.	Crear procesos, procedimientos, y normatividad para la implementación de proyectos de generación FNCER en asociación con el gremio y antes del Gobierno (F2, F3, F4, A1, A3, y A6).		X	
E7	FA3.	Crear la reglamentación de leyes y decretos que eviten la corrupción en zonas con potencial para el desarrollo de proyectos FNCER en asociación con el Gobierno central (F1, F2, A4, y A6).		X	
E8	DO1.	Incrementar la oferta de la mano de obra calificada en generación FNCER por medio de programas de capacitación (D2, D4, O4, y O5).		X	
E9	DO2.	Cambiar la regulación actual para que los generadores FNCER compitan en igualdad de condiciones con los generadores tradicionales con el apoyo del Gobierno colombiano (D1, D5, O1, O2, O4, O5, y O6).			X
E10	DO3.	Realizar alianzas con líderes mundiales en tecnología para el desarrollo de proyectos FNCER en Colombia (D1, D2, D5, D6, O1, O2, O4, O5, y O7).			X
E11	DO4.	Modificar la regulación actual con las mejores prácticas del sector mediante convenios con países líderes en el desarrollo y uso de energías FNCER (D1, D5, O1, O5, y O6).			X
E12	DO5.	Crear programas para la promoción y divulgación de las ventajas del uso de las FNCER en Colombia (D3, D4, O3, O4, O5, y O7).		X	
E13	DA1.	Crear programas de RSE en las zonas sensibles al conflicto social, que faciliten la aceptación y ejecución de proyectos FNCER (D1, D3, A1, A3, y A6).	X		
E14	DA2.	Desarrollar proyectos FNCER en zonas donde las comunidades acepten la implementación de este tipo de proyectos (D1, D5, D6, A1, A3, y A6).			X
E15	DA3.	Crear alianzas público-privadas para invertir en proyectos de generación de energía FNCER (D5, D6, A2, A3, y A4).			X
E16	DA4.	Crear programas educativos y laborales para integrar a las comunidades de las zonas donde se implementen los proyectos FNCER (D2, D3, D4, A1, y A2).	X		

### **6.11 Matriz de Estrategias vs. Objetivos a Largo Plazo**

En la Tabla 25 se encuentra el resultado de contrastar las estrategias con los objetivos a largo plazo, donde se puede observar cómo cada una de las estrategias generadas están alineadas con los OLP. Es importante resaltar que aunque se evidencian bloques claros en los OLP como los de crecimiento, rentabilidad, y desarrollo humano, el 82% de las estrategias impactan a cuatro o más de los seis OLP definidos.

### **6.12 Matriz de Posibilidades de los Competidores**

En la Tabla 26 se puede observar que de los posibles competidores, que son los sectores eléctricos de Venezuela y Ecuador, el que tiene mayores posibilidades de actuación es Ecuador por tener interconexión eléctrica con Colombia y por tener un sector en desarrollo con la implementación de nuevos proyectos de generación de energía por medio de siete nuevas centrales hidroeléctricas; sin embargo el límite de 200 MW de potencia de la línea de transmisión impide la entrada masiva de energía desde Ecuador hacia Colombia. Por parte de Venezuela, su sector eléctrico se encuentra en contracción y la oferta de energía actual no es suficiente para cubrir la demanda interna del país; por ende no existen excedentes para comercializar por medio de la línea de interconexión entre los dos países. De llegarse a concretar el proyecto de interconexión eléctrica con Panamá, las actuaciones de este país sobre las estrategias planteadas son de bajo impacto; ello debido a que la magnitud de los proyectos de generación en este país es menor frente a la magnitud del sistema eléctrico colombiano. Finalmente, las actuaciones que mayor impacto podrían causar sobre las estrategias son las de los sustitutos (i.e., sector eléctrico colombiano), principalmente por el bloqueo o interferencia que pueden causar en las iniciativas con el Gobierno nacional para cambiar las reglas de juego actuales por unas que favorezcan en mayor dimensión a las FNCER.

Tabla 25

## Matriz de Estrategias vs. Objetivos a Largo Plazo del Sector FNCER

		Visión												
		Al 2029 el sector de las FNCER alcanzará una capacidad instalada de 2,200 MW correspondiente al 7% de la capacidad instalada del sistema eléctrico nacional colombiano, diversificando la oferta energética de Colombia para reducir la alta dependencia de la generación hidráulica y térmica, disminuyendo el impacto de los fenómenos climáticos y geopolíticos en el sistema energético del país, entregando energía a las zonas no interconectadas, contribuyendo así al desarrollo social y económico colombiano, buscando sostenibilidad e innovación permanente, que persigan el objetivo global de reducción de la "huella de carbono". En 2015 la capacidad instalada fue 18.42 MW correspondientes al 0.12% de la capacidad instalada.												
Intereses organizacionales		OLP1	OLP2	OLP3	OLP4	OLP5	OLP6	Total						
1. Diversificar la oferta energética del país para disminuir la dependencia de fuentes no renovables		Para 2029, tener una capacidad instalada de 1,500 MW para proyectos en el sector comercial, residencial, y ZNI con FNCER. En 2013 el consumo del sector residencial y comercial fue del 61.16%. Asumiendo que esta proporción se mantiene para la capacidad instalada del sistema eléctrico nacional, la capacidad actual para estos sectores corresponde a 10 MW.	Para 2029, tener una capacidad instalada de 700 MW para proyectos en el sector industrial para consumir energía FNCER. En 2013 el consumo del sector residencial y comercial fue del 30.23%. Asumiendo que esta proporción se mantiene para la capacidad instalada del sistema eléctrico nacional, la capacidad actual para estos sectores corresponde a 5 MW.	Para 2029, contar con cinco programas de especialización profesional en FNCER con instituciones universitarias avaladas por el Ministerio de Educación de Colombia. En 2016 solo existían tres programas académicos que incluían temas de generación FNCER.	Para 2029, participar en 300 MW en la oferta de "energía firme" a través de proyectos FNCER. En 2016 no existía participación de las FNCER.	Para 2029, los proyectos de FNCER tendrán una TIR de 10%. Sin incentivos y con los costos de implementación actuales, la TIR estimada es del 2% en proyectos de energía eólica con capacidad instalada mayor a 10MW.	Para 2029, emplear por lo menos el 35% del personal operativo proveniente de las zonas donde se desarrollen los proyectos FNCER. En 2016 el único parque eólico en Colombia opera con personal de fuera de la región.							
Estrategia de contingencia								Estrategia retenida						
Estrategia								De 3.r Retenidas Orden (< 3)	De 2.r Orden (MCPE < 5)	De 1.r Orden (No pasa Rumelt)				
E1	FO1. Ejecutar proyectos de pequeña capacidad de generación en ZNI, con crecimiento de demanda y que cuenten con disponibilidad de recursos naturales (F3, F4, F5, O2, O3, O4, y O7).							X	X		X	X	X	5
E2	FO2. Ejecutar proyectos de mediana y alta capacidad de generación en zonas interconectadas (F3, F4, F5, O2, O3, O4, O5, y O6).							X	X	X	X	X	X	6
E3	FO3. Penetrar en el mercado energético colombiano no regulado con generación FNCER (F1, F2, F3, F4, F5, O1, O2, O3, O4, O5, y O6).							X	X	X				2
E4	FO4. Penetrar en el mercado energético colombiano regulado con generación FNCER (F3, F4, F5, O2, O4, y O5).	X	X	X	X	X	X	6						
E5	FA1. Incrementar la generación de FNCER apoyado en la concientización a las comunidades del aprovechamiento de los recursos naturales disponibles para la generación de energías FNCER (F2, F3, F4, A1, A3, y A6).	X				X	X	2						
E6	FA2. Crear procesos, procedimientos, y normatividad para la implementación de proyectos de generación FNCER en asociación con el gremio y entes del Gobierno (F2, F3, F4, A1, A3, y A6).		X	X		X	X	4						
E7	FA3. Crear la reglamentación de leyes y decretos que eviten la corrupción en zonas con potencial para el desarrollo de proyectos FNCER en asociación con el Gobierno central (F1, F2, A4, y A6).		X	X		X	X	4						
E8	DO1. Incrementar la oferta de la mano de obra calificada en generación FNCER por medio de programas de capacitación (D2, D4, O4, y O5).		X	X	X	X	X	6						
E9	DO2. Cambiar la regulación actual para que los generadores FNCER compitan en igualdad de condiciones con los generadores tradicionales con el apoyo del Gobierno colombiano (D1, D5, O1, O2, O4, O5, y O6).	X	X	X		X	X	4						
E10	DO3. Realizar alianzas con líderes mundiales en tecnología para el desarrollo de proyectos FNCER en Colombia (D1, D2, D5, D6, O1, O2, O4, O5, y O7).	X	X	X	X		X	5						
E11	DO4. Modificar la regulación actual con las mejores prácticas del sector mediante convenios con países líderes en el desarrollo y uso de energías FNCER (D1, D5, O1, O5, y O6).	X	X	X	X		X	5						
E12	DO5. Crear programas para la promoción y divulgación de las ventajas del uso de las FNCER en Colombia (D3, D4, O3, O4, O5, y O7).		X	X	X			4						
E13	DA1. Crear programas de RSE en las zonas sensibles al conflicto social, que faciliten la aceptación y ejecución de proyectos FNCER (D1, D3, A1, A3, y A6).	X	X	X	X		X	5						
E14	DA2. Desarrollar proyectos FNCER en zonas donde las comunidades acepten la implementación de este tipo de proyectos (D1, D5, D6, A1, A3, y A6).	X	X	X	X		X	5						
E15	DA3. Crear alianzas público-privadas para invertir en proyectos de generación de energía FNCER (D5, D6, A2, A3, y A4).	X	X	X	X	X	X	5						
E16	DA4. Crear programas educativos y laborales para integrar a las comunidades de las zonas donde se implementen los proyectos FNCER (D2, D3, D4, A1, y A2).	X			X		X	3						

Tabla 26

*Matriz de Posibilidades de los Competidores del Sector FNCER*

Estrategia retenida		Posibilidades de los competidores				
		Competidor 1	Competidor 2	Sustituto 1	Entrante 1	
		Sector Eléctrico de Venezuela	Sector Eléctrico de Ecuador	Sector Eléctrico de Colombia	Sector Eléctrico de Panamá	
E1	FO1.	Ejecutar proyectos de pequeña capacidad de generación en ZNI, con crecimiento de demanda y que cuenten con disponibilidad de recursos naturales (F3, F4, F5, O2, O3, O4, y O7).	Por la situación actual, no permite posibles actuaciones.	Indiferente	Indiferente	Indiferente
E2	FO2.	Ejecutar proyectos de mediana y alta capacidad de generación en zonas interconectadas (F3, F4, F5, O2, O3, O4, O5, y O6).	Por la situación actual, no permite posibles actuaciones.	Posible actuación, por estar interconectado con Colombia	Posible actuación, interesados en este tipo de proyectos	Posible actuación, proyecto de interconexión con Colombia
E3	FO3.	Penetrar en el mercado energético colombiano no regulado con generación FNCER (F1, F2, F3, F4, F5, O1, O2, O3, O4, O5, y O6).	Por la situación actual, no permite posibles actuaciones.	Posible actuación, por estar interconectado con Colombia	Posible actuación, interesados en este tipo de proyectos	Posible actuación, por estar interconectado con Colombia
E4	FO4.	Penetrar en el mercado energético colombiano regulado con generación FNCER (F3, F4, F5, O2, O4, y O5).	Por la situación actual, no permite posibles actuaciones.	Posible actuación, por estar interconectado con Colombia	Posible actuación, interesados en este tipo de proyectos	Posible actuación, por estar interconectado con Colombia
E5	FA1.	Incrementar la generación de FNCER apoyado en la concientización a las comunidades del aprovechamiento de los recursos naturales disponibles para la generación de energías FNCER (F2, F3, F4, A1, A3, y A6).	Por la situación actual, no permite posibles actuaciones.	Indiferente	Indiferente	Indiferente
E9	DO2.	Cambiar la regulación actual para que los generadores FNCER compitan en igualdad de condiciones con los generadores tradicionales con el apoyo del Gobierno colombiano (D1, D5, O1, O2, O4, O5, y O6).	Por la situación actual, no permite posibles actuaciones.	Indiferente	Posible actuación en defensa de sus intereses	Indiferente
E10	DO3.	Realizar alianzas con líderes mundiales en tecnología para el desarrollo de proyectos FNCER en Colombia (D1, D2, D5, D6, O1, O2, O4, O5, y O7).	Por la situación actual, no permite posibles actuaciones.	Indiferente	Indiferente	Indiferente
E11	DO4.	Modificar la regulación actual con las mejores prácticas del sector mediante convenios con países líderes en el desarrollo y uso de energías FNCER (D1, D5, O1, O5, y O6).	Por la situación actual, no permite posibles actuaciones.	Indiferente	Indiferente	Indiferente
E14	DA2.	Desarrollar proyectos FNCER en zonas donde las comunidades acepten la implementación de este tipo de proyectos (D1, D5, D6, A1, A3, y A6).	Por la situación actual, no permite posibles actuaciones.	Indiferente	Indiferente	Indiferente
E15	DA3.	Crear alianzas público-privadas para invertir en proyectos de generación de energía FNCER (D5, D6, A2, A3, y A4).	Por la situación actual, no permite posibles actuaciones.	Indiferente	Indiferente	Indiferente

### 6.13 Conclusiones

El Sector FNCER se presenta principalmente como un sector de oportunidad en el que se debe asegurar su desarrollo y fortalecimiento a futuro. Las amenazas y debilidades son claras y las estrategias propuestas se orientan a evitar las amenazas y revertir las debilidades en el tiempo. Adicionalmente, se identifica que las FNCER pueden aprovechar las fortalezas del sector eléctrico nacional como propias para apalancar su maduración y crecimiento.

Al seguir la metodología del proceso estratégico, se plantearon inicialmente 16 estrategias que según el análisis realizado deben ser principalmente intensivas para desarrollo y penetración en el mercado. El resultado del proceso con cada una de las matrices y en coherencia con la visión propuesta plantea estrategias que deben ser agresivas para un sector a desarrollar en etapa inicial de su ciclo de vida y así ampliar su participación en el mercado energético colombiano. Finalmente, se retienen 10 estrategias las cuales además de orientarse a ganar mercado son agresivas en proponer cambios en la regulación y fortalecer el sector con alianzas que permitan implementar mejores prácticas que aceleren el crecimiento de las FNCER. De las cinco estrategias de contingencia, se decide que las referentes a educación y promoción de las FNCER en el país se deben mantener como parte del Plan Estratégico, porque son el pilar para el crecimiento del sector a largo plazo.

## Capítulo VII: Implementación Estratégica

En este capítulo se presentan los aspectos relacionados con la puesta en marcha del proceso estratégico; para lo cual se demarcan los objetivos a corto plazo dentro de los de a largo plazo para lograr la visión; se identifican las acciones correspondientes, los recursos, y estructura organizacional necesarios para la implementación y las consideraciones para gestionar el cambio, todo enmarcado en las políticas que la guían a partir de los valores del sector. Lo anterior debe efectuarse siempre respetando el medioambiente y con sentido de responsabilidad social.

### 7.1 Objetivos a Corto Plazo

La Tabla 27 detalla los OCP propuestos para cada uno de los OLP sugeridos y la Tabla 28 muestra las acciones para lograr estos OCP.

Los OCP para el OLP1 plantean contar con una capacidad instalada para los sectores residencial y comercial y para las ZNI que aumenta progresivamente en capacidad en MW y cobertura geográfica para lograr la meta del OLP1. Lo anterior, apoyado en acciones básicas de identificación de proyectos, mercadeo, preparación y negociación de propuestas y proyectos, y aprovechamiento de incentivos y fondos estatales que auxilian proyectos en ZNI hasta llegar a la implementación. Finalmente, para calcular las capacidades propuestas, se parte del dato de consumo histórico por sector y se presume un porcentaje de participación con FNCER para el consumo estimado.

Los OCP para el OLP2 plantean contar con una capacidad instalada para el sector industrial que aumenta gradualmente en capacidad en MW, partiendo de sectores con menor consumo como bebidas y comida hasta llegar a los de mayor consumo como son metal y minería. Lo anterior, apoyado en acciones básicas de identificación de las empresas del sector potenciales para la implementación de proyectos FNCER, preparación y presentación de propuestas y proyectos hasta llegar a la implementación de los proyectos aceptados. Se sigue la misma metodología para calcular las capacidades por sector.

Tabla 27

*Objetivos a Corto Plazo del Sector FNCER*

Objetivo a largo plazo (OLP)		Objetivo a corto plazo (OCP)	
OLP1.	Para 2029, tener una capacidad instalada de 1,500 MW para proyectos en el sector comercial, residencial, y ZNI con FNCER. En 2013 el consumo del sector residencial y comercial fue del 61.16%. Asumiendo que esta proporción se mantiene para la capacidad instalada del sistema eléctrico nacional, la capacidad actual para estos sectores corresponde a 10 MW.	OCP 1.1.	Para 2019, tener una capacidad instalada de 250 MW para proyectos FNCER en el sector comercial y residencial
		OCP 1.2.	Para 2021, tener una capacidad instalada de 700 MW para proyectos FNCER en el sector comercial, residencial, y ZNI
		OCP 1.3.	Para 2025, tener una capacidad instalada de 1,200 MW para proyectos FNCER en el sector comercial, residencial, y ZNI
		OCP 1.4.	Para 2029, tener una capacidad instalada de 1,500 MW para proyectos FNCER en el sector comercial, residencial, y ZNI
OLP2.	Para 2029, tener una capacidad instalada de 700 MW para proyectos en el sector industrial para consumir energía FNCER. En 2013 el consumo del sector residencial y comercial fue del 30.23%. Asumiendo que esta proporción se mantiene para la capacidad instalada del sistema eléctrico nacional, la capacidad actual para estos sectores corresponde a 5 MW.	OCP 2.1.	Para 2019, tener una capacidad instalada de 200 MW para proyectos FNCER en el sector industrial
		OCP 2.2.	Para 2021, tener una capacidad instalada de 300 MW para proyectos FNCER en el sector industrial
		OCP 2.3.	Para 2025, tener una capacidad instalada de 500 MW para proyectos FNCER en el sector industrial
		OCP 2.4.	Para 2029, tener una capacidad instalada de 700 MW para proyectos FNCER en el sector industrial
OLP3.	Para 2029, contar con cinco programas de especialización profesional en FNCER con instituciones universitarias avaladas por el Ministerio de Educación de Colombia. En 2016 solo existían tres programas académicos que incluían temas de generación FNCER.	OCP 3.1.	Para 2020, aumentar la población estudiantil en carreras de ingeniería eléctrica, electrónica, y mecánica, en planes conjuntos con el Ministerio de Educación, el Ministerio de Ciencia y Tecnología, el Ministerio de Minas y Energía, y la Asociación Colombiana de Ingenieros
		OCP 3.2.	Para 2022, impactar al 20% de los estudiantes de sexto al décimo semestre de carreras de ingeniería eléctrica, electrónica, y mecánica en tecnologías FNCER
		OCP 3.3.	Para 2023, crear el primer programa técnico en FNCER en asociación con el SENA
		OCP 3.4.	Para 2024, contar con el primer programa de especialización en energías alternativas, en alianza con una de las universidades líderes en ingeniería de Colombia
		OCP 3.5.	Para 2029, contar con programas de especialización en FNCER en cinco universidades líderes en carreras de ingeniería eléctrica, electrónica, y mecánica
OLP4.	Para 2029, participar en 300 MW en la oferta de “energía firme” a través de proyectos FNCER. En 2016 no existía participación de las FNCER.	OCP 4.1.	Para 2019, cambiar la metodología de subasta de contratos a largo plazo incluyendo el factor competitividad en contraposición al factor confiabilidad y abiertos a cualquier tecnología de generación
		OCP 4.2.	Para 2021, participar en la subasta de contratos de generación con FNCER por 100 MW
		OCP 4.3.	Para 2024, participar en la subasta de contratos de generación con FNCER por 100 MW
		OCP 4.4.	Para 2027, participar en la subasta de contratos de generación con FNCER por 100 MW
OLP5.	Para 2029, los proyectos de FNCER tendrán una TIR de 10%. Sin incentivos y con los costos de implementación actuales, la TIR estimada es del 2% en proyectos de energía eólica con capacidad instalada mayor a 10MW.	OCP 5.1.	Para 2021, los proyectos FNCER tendrán una TIR del 3.5%
		OCP 5.2.	Para 2025, los proyectos FNCER tendrán una TIR del 6.5%
		OCP 5.3.	Para 2029, los proyectos FNCER tendrán una TIR del 10%
OLP6.	Para 2029, emplear por lo menos el 35% del personal operativo proveniente de las zonas donde se desarrollen los proyectos FNCER. En 2016 el único parque eólico en Colombia opera con personal de fuera de la región.	OCP 6.1.	Para 2019, garantizar que el 10% del personal operativo provengan de la zona donde se desarrollan los proyectos
		OCP 6.2.	Para 2025, garantizar que el 20% del personal operativo provengan de la zona donde se desarrollan los proyectos
		OCP 6.3.	Para 2029, garantizar que el 35% del personal operativo provengan de la zona donde se desarrollan los proyectos

Tabla 28

*Acciones de los Objetivos a Corto Plazo del Sector FNCER*





La presentación de proyectos y propuestas mencionados en las acciones de los OCP para OLP1 y OLP2, se sustentarán en la disminución de los costos de energía al generar con FNCER comparados con la generación tradicional.

En los OCP para el OLP3, se pretende estimular a los estudiantes de décimo y decimoprimer grado de colegio a estudiar carreras relacionadas con las ingenierías, en especial ingeniería eléctrica, mecánica, y electrónica, puesto que en el país actualmente existe un déficit de estudiantes o aspirantes a estas carreras. Igualmente, se busca crear e implementar programas académicos de especialización en FNCER, en las principales universidades del país que cuenten con programas de ingeniería. También en asociación con el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y el Ministerio de Educación se busca crear el programa técnico en FNCER; y así ir creando la base de mano de obra técnica y especializada para la implementación y desarrollo de los proyectos FNCER en Colombia.

Los OCP para el OLP4 están enfocados en lograr gradualmente la participación en las subastas de energía firme hasta llegar a 300 MW. Actualmente, el cargo por confiabilidad es la base del sistema promoviendo un sistema confiable técnicamente al pagar a los generadores un cargo adicional para que se invierta en ampliación de capacidad y mantenimiento de equipos; sin embargo este enfoque solo en confiabilidad ha provocado que las tarifas de energía en Colombia sean mayores a los de los países vecinos; por lo cual se propone que se incluya el cargo por competitividad; es decir crear un factor que promueva tarifas más bajas para los consumidores, creando así un sistema balanceado, confiable pero con tarifas más competitivas para los industriales puesto que cada día pesa más el costo de la energía en el costo de venta de los productos colombianos.

Los OCP para el OLP5 plantean el mejoramiento de la tasa interna de retorno (TIR) para los proyectos de generación con FNCER en tres fases: (a) la primera, en el inicio de los proyectos que exigen mayores inversiones por los requerimiento de terrenos, maquinaria, en infraestructura aprovechar las alianzas, incentivos, y beneficios gubernamentales; (b) en la segunda, se orienta a optimizar costos de implementación y maximizar los beneficios de

incentivos y de préstamos especiales diseñados para el sector; y (c) la tercera, enfocada a generar volumen de ventas, está última madurada desde la primera fase.

Con los OCP para el OLP6 se pretende llevar progreso y desarrollo a las zonas donde se van a implementar los proyectos FNCER por medio de la generación de empleo directo a personas nativas de las zonas de influencia de los proyectos; ya sean empleos de mano de obra básica, técnica, o profesional que por lo general están en ZNI o en zonas que están interconectadas al SIN pero alejadas de los principales centros de desarrollo del país.

## **7.2 Recursos Asignados a los Objetivos a Corto Plazo**

En la Tabla 29 se detallan los recursos financieros, físicos, humanos, y tecnológicos requeridos para ejecutar las acciones definidas para lograr los objetivos a corto plazo.

**Recursos financieros.** Se destaca el aprovechamiento de los incentivos de la Ley 1715, de los fondos estatales destinados para el desarrollo de proyectos para ZNI y de las líneas de financiación tanto nacionales como internacionales que promueven estos proyectos.

**Recursos físicos.** Es importante aclarar que la construcción de plantas incluye los terrenos, maquinaria, y tecnología requeridos para tener una planta en funcionamiento. Para los objetivos de educación se consideran las aulas y demás recursos propios para capacitar.

**Recursos humanos.** Se enfatiza en los profesionales y personal operativo necesario para cada OCP y se resalta la importancia de la capacitación e integración del personal de la zona para generar mayores oportunidades de empleo además del bienestar generado por la cobertura con energía eléctrica.

**Recursos tecnológicos.** Se consideran los sistemas de información y equipos de cómputo para las labores administrativas y la tecnología propia del tipo de generación de energía para la implementación de proyectos FNCER.

En general, el plan considera que se logre captar recursos tanto del Gobierno central como del sector de los generadores tradicionales, para la inversión en investigación y desarrollo, e igualmente para la educación y formación de personal técnico y profesional especializado en generación de energías FNCER.

Tabla 29

## Recursos Asignados a los Objetivos de Corto Plazo del Sector FNCER

Objetivo a corto plazo (OCP)		Recursos			
		Financieros	Físicos	Humanos	Tecnológicos
OCP 1.1.	Para 2019, tener una capacidad instalada de 250 MW para proyectos FNCER en el sector comercial y residencial	Incentivos-Ley 1715, fondos estatales, financiación bancaria nacional e internacional, y recursos propios	Plantas de generación FNCER e instalaciones de autogeneración	Ingenieros, tecnólogos, gerentes de proyecto, capacitadores, personal de operación y mantenimiento, y profesionales en ventas	Sistema de información del sistema eléctrico colombiano, Internet, computadores, sistemas de comunicación, y tecnología según arquitectura de los proyectos de generación a implementar
OCP 1.2.	Para 2021, tener una capacidad instalada de 700 MW para proyectos FNCER en el sector comercial, residencial, y ZNI	Incentivos-Ley 1715, fondos estatales, financiación bancaria nacional e internacional, y recursos propios	Plantas de generación FNCER e instalaciones de autogeneración	Ingenieros, tecnólogos, gerentes de proyecto, capacitadores, personal de operación y mantenimiento, y profesionales en ventas	Sistema de información del sistema eléctrico colombiano, Internet, computadores, sistemas de comunicación, y tecnología según arquitectura de los proyectos de generación a implementar
OCP 1.3.	Para 2025, tener una capacidad instalada de 1,200 MW para proyectos FNCER en el sector comercial, residencial, y ZNI	Incentivos-Ley 1715, fondos estatales, financiación bancaria nacional e internacional, y recursos propios	Plantas de generación FNCER e instalaciones de autogeneración	Ingenieros, tecnólogos, gerentes de proyecto, capacitadores, personal de operación y mantenimiento, y profesionales en ventas	Sistema de información del sistema eléctrico colombiano, Internet, computadores, sistemas de comunicación, y tecnología según arquitectura de los proyectos de generación a implementar
OCP 1.4.	Para 2029, tener una capacidad instalada de 1,500 MW para proyectos FNCER en el sector comercial, residencial, y ZNI	Incentivos-Ley 1715, fondos estatales, financiación bancaria nacional e internacional, y recursos propios	Plantas de generación FNCER e instalaciones de autogeneración	Ingenieros, tecnólogos, gerentes de proyecto, capacitadores, personal de operación y mantenimiento, y profesionales en ventas	Sistema de información del sistema eléctrico colombiano, Internet, computadores, sistemas de comunicación, y tecnología según arquitectura de los proyectos de generación a implementar
OCP 2.1.	Para 2019, tener una capacidad instalada de 200 MW para proyectos FNCER en el sector industrial	Incentivos-Ley 1715, fondos estatales, financiación bancaria nacional e internacional, y recursos propios	Plantas de generación FNCER e instalaciones de autogeneración	Ingenieros, tecnólogos, gerentes de proyecto, capacitadores, personal de operación y mantenimiento, y profesionales en ventas	Sistema de información del sistema eléctrico colombiano, Internet, computadores, sistemas de comunicación, y tecnología según arquitectura de los proyectos de generación a implementar
OCP 2.2.	Para 2021, tener una capacidad instalada de 300 MW para proyectos FNCER en el sector industrial	Incentivos-Ley 1715, fondos estatales, financiación bancaria nacional e internacional, y recursos propios	Plantas de generación FNCER e instalaciones de autogeneración	Ingenieros, tecnólogos, gerentes de proyecto, capacitadores, personal de operación y mantenimiento, y profesionales en ventas	Sistema de información del sistema eléctrico colombiano, Internet, computadores, sistemas de comunicación, y tecnología según arquitectura de los proyectos de generación a implementar
OCP 2.3.	Para 2025, tener una capacidad instalada de 500 MW para proyectos FNCER en el sector industrial	Incentivos-Ley 1715, fondos estatales, financiación bancaria nacional e internacional, y recursos propios	Plantas de generación FNCER e instalaciones de autogeneración	Ingenieros, tecnólogos, gerentes de proyecto, capacitadores, personal de operación y mantenimiento, y profesionales en ventas	Sistema de información del sistema eléctrico colombiano, Internet, computadores, sistemas de comunicación, y tecnología según arquitectura de los proyectos de generación a implementar
OCP 2.4.	Para 2029, tener una capacidad instalada de 700 MW para proyectos FNCER en el sector industrial	Incentivos-Ley 1715, fondos estatales, financiación bancaria nacional e internacional, y recursos propios	Plantas de generación FNCER e instalaciones de autogeneración	Ingenieros, tecnólogos, gerentes de proyecto, capacitadores, personal de operación y mantenimiento, y profesionales en ventas	Sistema de información del sistema eléctrico colombiano, Internet, computadores, sistemas de comunicación, y tecnología según arquitectura de los proyectos de generación a implementar
OCP 3.1.	Para 2020, aumentar la población estudiantil en carreras de ingeniería eléctrica, electrónica, y mecánica, en planes conjuntos con el Ministerio de Educación, el Ministerio de Ciencia y Tecnología, el Ministerio de Minas y Energía, y la Asociación Colombiana de Ingenieros	Gestionar una partida presupuestal del Ministerio de Educación y del Ministerio de Minas y Energía		Profesionales en carreras de ingeniería.	Producción de medios audiovisuales
OCP 3.2.	Para 2022, impactar al 20% de los estudiantes de sexto al décimo semestre de carreras de ingeniería eléctrica, electrónica, y mecánica en tecnologías FNCER	Partida presupuestal para el desarrollo y fomento de nuevas tecnologías		Conferencistas internacionales y nacionales expertos en FNCER	
OCP 3.3.	Para 2023, crear el primer programa técnico en FNCER en asociación con el SENA	Partida presupuestal del Ministerio de Educación	Aulas y sedes SENA	Profesionales en ingeniería eléctrica, mecánica y electrónica.	Laboratorios de electricidad, electrónica, y mecánica
OCP 3.4.	Para 2024, contar con el primer programa de especialización en energías alternativas, en alianza con una de las universidades líderes en ingeniería de Colombia		Aulas	Profesionales internacionales y nacionales acreditados en FNCER	Equipos de última tecnología para el desarrollo FNCER
OCP 3.5.	Para 2029, contar con programas de especialización en FNCER en cinco universidades líderes en carreras de ingeniería eléctrica, electrónica, y mecánica		Aulas	Profesionales internacionales y nacionales acreditados en FNCER	Equipos de última tecnología para el desarrollo FNCER
OCP 4.1.	Para 2019, cambiar la metodología de subasta de contratos a largo plazo incluyendo el factor competitividad en contraposición al factor confiabilidad y abiertos a cualquier tecnología de generación			Gremios	
OCP 4.2.	Para 2021, participar en la subasta de contratos de generación con FNCER por 100 MW	Incentivos-Ley 1715, fondos estatales, financiación bancaria nacional e internacional, recursos propios, pólizas, seguros, y garantías		Profesionales en ingeniería, evaluación de proyectos, ventas, y finanzas	Sistema de información del sistema eléctrico colombiano, Internet, computadores, y sistemas de comunicación
OCP 4.3.	Para 2024, participar en la subasta de contratos de generación con FNCER por 100 MW	Incentivos-Ley 1715, fondos estatales, financiación bancaria nacional e internacional, recursos propios, pólizas, seguros, y garantías		Profesionales en ingeniería, evaluación de proyectos, ventas, y finanzas	Sistema de información del sistema eléctrico colombiano, Internet, computadores, y sistemas de comunicación
OCP 4.4.	Para 2027, participar en la subasta de contratos de generación con FNCER por 100 MW	Incentivos-Ley 1715, fondos estatales, financiación bancaria nacional e internacional, recursos propios, pólizas, seguros, y garantías		Profesionales en ingeniería, evaluación de proyectos, ventas, y finanzas	Sistema de información del sistema eléctrico colombiano, Internet, computadores, y sistemas de comunicación
OCP 5.1.	Para 2021, los proyectos FNCER tendrán una TIR del 3.5%	Incentivos-Ley 1715, fondos estatales, financiación bancaria nacional e internacional, recursos propios, pólizas, seguros, y garantías	Terrenos en zonas con potencial eólico y de radiación solar	Profesionales en ingeniería, evaluación de proyectos, ventas, y finanzas	
OCP 5.2.	Para 2025, los proyectos FNCER tendrán una TIR del 6.5%	Incentivos-Ley 1715, fondos estatales, financiación bancaria nacional e internacional, recursos propios, pólizas, seguros, y garantías		Profesionales en ingeniería, evaluación de proyectos, ventas, y finanzas	
OCP 5.3.	Para 2029, los proyectos FNCER tendrán una TIR del 10%	Incentivos-Ley 1715, fondos estatales, financiación bancaria nacional e internacional, recursos propios, pólizas, seguros, y garantías		Profesionales en ingeniería, evaluación de proyectos, ventas, y finanzas	Equipos de generación de última tecnología y sistemas de información
OCP 6.1.	Para 2019, garantizar que el 10% del personal operativo provengan de la zona donde se desarrollan los proyectos	Recursos financieros del proyecto	Auditorio para capacitación	Profesionales en sociología e ingeniería	
OCP 6.2.	Para 2025, garantizar que el 20% del personal operativo provengan de la zona donde se desarrollan los proyectos	Recursos financieros del proyecto	Aulas virtuales	Capacitadores técnicos del SENA	Interconectividad en las zonas del proyecto
OCP 6.3.	Para 2029, garantizar que el 35% del personal operativo provengan de la zona donde se desarrollan los proyectos	Recursos financieros del proyecto	Aulas móviles y SENA	Capacitadores técnicos del SENA	Interconectividad en las zonas del proyecto

### **7.3 Políticas de cada Estrategia**

Las políticas enmarcadas en la Tabla 30 se fundamentan en los valores y tienen una orientación hacia el logro de los objetivos. Se enfatiza en: (a) desarrollar las zonas donde se realicen los proyectos de generación en cuanto a integrar a las comunidades en torno a los proyectos de generación FNCER; (b) garantizar el suministro de energía en todas las zonas donde se desarrollen proyectos de generación FNCER; y (c) respetar los derechos, valores, y bienes de las comunidades vinculadas. De igual forma, el capital humano es sumamente importante para el crecimiento del sector, por lo cual se plantean acciones para capacitar y actualizar técnicamente al personal de los proyectos FNCER y velar por la seguridad e integridad de todos los empleados aplicando los estándares internacionales. Finalmente, se definen políticas que sustenten el crecimiento del sector como propender por un mejor mix de generación entre energías convencionales y FNCER; que optimicen y maximicen la productividad de los proyectos FNCER; y que promocionen y fomenten las FNCER en Colombia, para que se conviertan en un elemento importante que garantice la seguridad energética, la equidad social, y la sostenibilidad ambiental.

### **7.4 Estructura de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia**

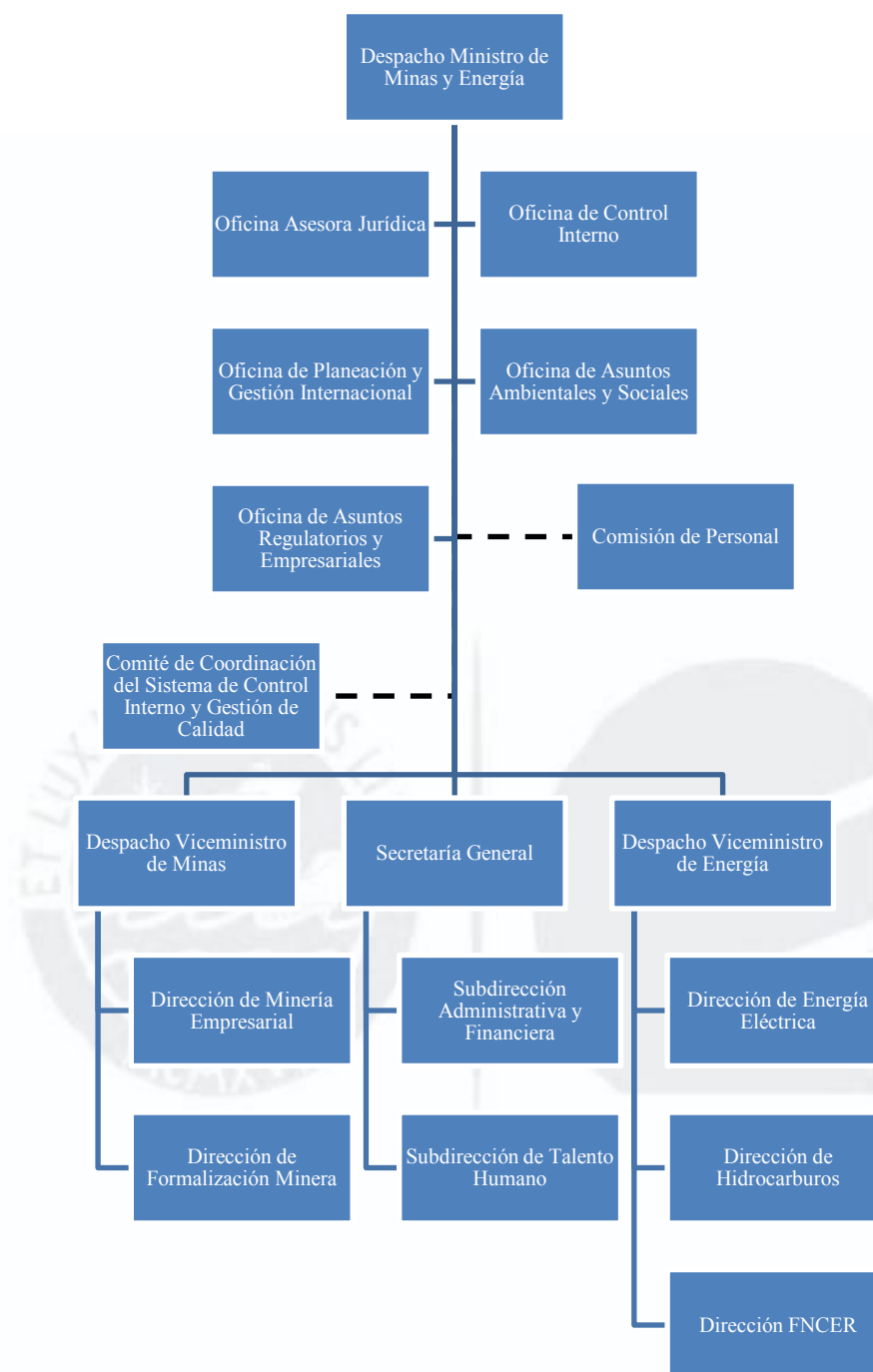
La estructura debe seguir la estrategia para soportar las acciones que permitirán cumplir los objetivos a corto como a largo plazo. Por ello es necesario considerar los algunos actores importantes en el logro de los objetivos que llevan a la visión. A partir de la estructura actual del sector en la cual se reconoce al Ministerio de Minas y Energía (MINMINAS) como la entidad de carácter nacional que regula el sector eléctrico del país y las demás entidades del sector adscritas y vinculadas descritas en el Capítulo IV, es claro que se requiere lograr según la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2013), sinergias que permitan que el sector y el país logren acuerdos que expandan el desarrollo de la industria de las FNCER.



Se destaca dentro de estas entidades a la UPME, cuya visión es la innovación a través del estudio y el análisis brindando información de alto valor agregado a la industria. Esta información es el soporte de la formulación de políticas públicas y de decisiones en el sector. Esta entidad es un actor importante puesto que lidera la innovación, la administración, y la investigación; el desarrollo del capital humano y su bienestar; que son elementos esenciales para desarrollar la estrategia que se presenta.

El rol primordial de la UPME para el desarrollo de las FNCER es crear el cargo por competitividad dado que actualmente por la naturaleza de la generación las FNCER no son susceptibles al cargo por confiabilidad. Los centros de educación, bien sean las entidades del Estado o del sector privado, son un factor importante en la estructura para el desarrollo de la estrategia, puesto que el conocimiento es esencial para desarrollar la productividad de la industria y garantizar el personal calificado necesario en el desarrollo proyectado del sector. Por otra parte, son importantes las alianzas estratégicas con organizaciones internacionales reconocidas que tengan las últimas tecnologías y las mejores prácticas para agilizar el desarrollo del sector.

Asimismo, es importante contar con la participación de agentes comunitarios que representen las zonas apartadas del país, en donde se busca desarrollar proyectos, puesto que como parte de la estrategia se busca contratar en un porcentaje personas locales de la zona en donde se desarrolla el proyecto. Respecto a las organizaciones que se dediquen a las FNCER, además de la estructura organizacional común a las empresas, es mandatorio contar con el soporte de una Unidad de Proyectos especializado en la industria de las FNCER, que además de la parte técnica domine las reglamentaciones y beneficios disponibles para desarrollar estos proyectos así como un Departamento Comercial para lograr migrar los mercados objetivos de los segmentos residenciales a los comerciales e industriales. Igualmente se propone la creación de la Dirección de FNCER, dependiente del actual despacho del viceministro de energía (ver Figura 37).



*Figura 37.* Estructura organizacional del Sector FNCER. Adaptado de “Estructura Organizacional,” por el Ministerio de Minas y Energía (MINMINAS), 2012. Recuperado de <https://www.minminas.gov.co/en/estructura-organizacional>

## 7.5 Medioambiente, Ecología, y Responsabilidad Social

En cuanto al medioambiente y la ecología, la estrategia está totalmente alineada con la preservación del medioambiente y el mantenimiento ecológico. Precisamente, la propuesta hace referencia a la utilización de los recursos naturales disponibles de una forma que no

genere un impacto colateral ambiental, utilizando los recursos disponibles como el aire y los rayos solares.

Las fuentes solares y eólicas es la forma limpia de producir energía con recursos inagotables y pueden ser reemplazadas al ser consumidas, por lo cual no existe un impacto en el medioambiente (“Energías Renovables,” 2015). En diversos países como una tendencia mundial se está buscando disminuir la contaminación ambiental, de ahí que se tengan tratados y acuerdos internacionales. Las energías renovables son un aporte importante en el desarrollo sostenible del planeta, pensando en preservar el medioambiente. Como se ha mencionado y es necesario resaltar que para prolongar la vida en el planeta, se necesita hacer cambios ambientales y debe hacerse a niveles de proyectos de alto impacto.

Por ejemplo, Alemania se abastecerá solamente de energía renovable a mediano plazo; y la empresa Google espera abastecerse solamente de energía renovable a corto plazo. Esta propuesta busca aportar en este sentido para que el planeta brinde mejores oportunidades a las generaciones por venir con mejores condiciones de vida (Nuria, 2012).

La responsabilidad social hace parte integral de la propuesta. En los objetivos, se plantea implementar proyectos en las zonas aisladas del país que no están interconectadas. Estas zonas no cuentan con servicios de energía eléctrica formal y por lo tanto su calidad de vida no cumple con los estándares sociales del país. Con un servicio eléctrico confiable y de calidad, los habitantes de estas zonas mejorarían su calidad de vida y podrían desarrollar comercio e industria para generar riqueza y mejores condiciones económicas mejorando su productividad y competitividad. Adicionalmente, se integra la capacitación y generación de empleo en las zonas en donde se implementen estos proyectos.

Esta propuesta está concebida desde los estándares morales y éticos profesionales, con la intención de generar un beneficio común y un aporte social a la población interactuante, siempre en la búsqueda de la optimización de los recursos naturales, de capital, humanos, e



intelectuales para beneficiar al planeta y sus habitantes; generando bienestar, riqueza, y esperanzas para un desarrollo sostenible del medioambiente en general.

### **7.6 Recursos Humanos y Motivación**

El recurso humano es un elemento esencial en el desarrollo de las estrategias y por ello es necesario contar con la participación activa del Estado y el sector privado de la educación. Se plantea el desarrollo de planes de formación especializados en proyectos y tecnologías de las energías renovables. Contar con personal calificado es fundamental y además factor de éxito en este proyecto. Para incentivar el talento humano, es recomendable acompañar estos programas con becas y planes de financiamiento, involucrar al sector privado para moldear el perfil y el contenido del plan educativo y así asegurar que el recurso humano tenga las competencias necesarias para desarrollar las actividades respectivas en su rol para el desarrollo de los objetivos.

Se considera que para cumplir con los objetivos es necesario tener un maestro de ceremonia o líder, una persona capaz de hacer que las demás personas lo sigan en este camino para alcanzar las metas y transmita de forma adecuada las necesidades, para que se tomen acciones y se ejecuten adecuadamente en los tiempos que correspondan para su cumplimiento, control, y seguimiento.

La comunicación y participación de la cadena de valor, en la definición de algunos objetivos y metas son fundamentales para el éxito de los proyectos. Desarrollar el plan de incentivos para los participantes de las estrategias así como los planes de capacitaciones continuas y, documentar adecuadamente los procesos y subprocesos así como estandarizarlos y divulgarlos apropiadamente, son fundamentales para desarrollar y motivar el recurso humano.

Es importante propender por el buen manejo de las relaciones con las comunidades donde se desarrollen los proyectos de generación de energía, para que estas no se vean

afectadas en sus intereses comunes. Ello se puede lograr aprovechando la actual coyuntura del proceso de paz con la guerrilla de las FARC, lo cual va a permitir llegar a localidades y comunidades en zonas alejadas del país que son aptas para el desarrollo e implementación de parques eólicos y solares fotovoltaicos, llevando progreso por medio de la generación de empleo directo y empleos indirectos ligados a estos proyectos.

### **7.7 Gestión del Cambio**

La gestión del cambio debe ser direccionada desde el mayor ente regulador del Estado en lo que se refiere a las FNCER, por ende el MINMINAS que está a cargo de la UPME debe liderar el cambio a todo nivel. El cambio debe verse en un plan de comunicación explicando las razones para ir en este sentido, con metas y fechas concretas; y debe iniciarse con una modificación en las regulaciones y condiciones de las FNCER, como se destaca en los objetivos a largo plazo.

Los principales temas que se deben considerar en el cambio son: (a) proyectos de generación de las energías FNCER en el sector regulado, (b) definición de las normas y reglas de los proyectos de las FNCER, (c) desarrollar incentivos a los proyectos de FNCER, (d) permitir la igualdad de condiciones para los proyectos FNCER, y (e) desarrollar alianzas estratégicas con líderes mundiales de tecnologías para las FNCER.

Los cambios frecuentemente generan impactos estructurales e incluso culturales, por lo cual es necesario seguir un plan detallado de acciones y seguimientos. En las zonas con mayor resistencia es importante reconocer los motivos que llevan al rechazo de estos proyectos para generar planes a partir del entendimiento y respeto por las diferencias culturales. Como estrategia de *evitar*, para estos casos se plantea buscar zonas con mayor aceptación de este tipo de proyectos. Adicionalmente, es importante considerar a los *stakeholders* de la industria, todos deben participar y tener claro el rol que ejercen en este plan de cambio, es por ello que es necesario formalizar un plan de cambio estructurado con

variables que incluyan el sentido de urgencia para evaluar el mercado, el crecimiento del valor agregado de las FNCER, identificar crisis y cómo mitigarlas, así como identificar oportunidades de las FNCER en la industria.

Un cambio fundamental para el sector que debe ser liderado por Ser Colombia, es la modificación en las regulaciones para los generadores de las FNCER para tener un cargo con un criterio que aplique para las FNCER. Lo anterior, siempre sin dejar de lado: (a) el liderazgo como gremio del sector, (b) el plan de comunicación al sector y al consumidor del plan estratégico en estas fuentes de recursos, (c) los incentivos a la generación de las FNCER, (d) el plan de educación para contar con el personal calificado que pueda trabajar y generar valor en el desarrollo de las FNCER, y (e) las alianzas tecnológicas con organismos líderes de estas tecnologías.

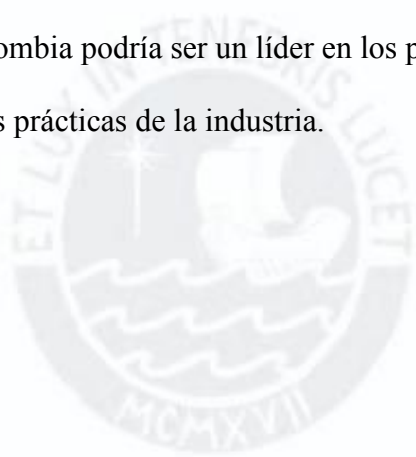
Los principales actores de la industria son: el MINMINAS y las unidades adscritas a este incluyendo las asociaciones y agremiaciones, los integrantes del sector energético del país, las entidades gubernamentales locales, la empresa privada y los inversionistas, el sector financiero, los organismos internacionales y los desarrolladores de las tecnologías del sector así como los empleados de las empresas de distintas áreas y los usuarios de energía. El nivel de influencia mayor lo tiene el Ministerio, por lo que es esencial su participación en el desarrollo de los cambios necesarios para impulsar a las FNCER.

## **7.8 Conclusiones**

La implementación de las estrategias propuestas requiere recursos soportados en que la estructura actual del sector eléctrico nacional tenga cambios que promuevan el desarrollo e incentiven la inversión en las FNCER en conjunto con el trabajo del gremio. Tener un cargo adecuado para las FNCER y lograr alianzas que aceleren el desarrollo del sector son fundamentales para lograr crecimiento a nivel general. Por otra parte, las empresas que inviertan en el sector deben contar con estructuras adecuadas especializadas en proyectos en un sector que está en desarrollo y requiere especialización e inversión.

Una adecuada ejecución de las actividades y acciones propuestas para alcanzar los objetivos a corto y largo plazo, debe partir del cambio estructural del sector con la estrategia. La estructura debe tener cambios fundamentales en la normatividad, la comunicación, los incentivos, y el conocimiento de los stakeholders. Estos cambios permitirán estar a un nivel adecuado para desarrollar las FNCER.

Estas son las necesidades de las FNCER, desde una visión ética, incluyente y equitativa que busca el bienestar general a partir de la productividad y mejor utilización de los recursos, preservando el medioambiente y generando riqueza y mejores condiciones en las zonas del país en donde se aprovecharían mejor estos recursos. Seguramente a mediano plazo, Colombia podría ser un líder en los países de la región, dando apoyo y compartiendo las mejores prácticas de la industria.



## Capítulo VIII: Evaluación Estratégica

Esta corresponde a la tercera parte del proceso estratégico, la cual no es propiamente una etapa, puesto que la evaluación es constante y se realiza en cada momento. La herramienta utilizada para hacer la evaluación es el Tablero de Control Balanceado (BSC), propuesto por Kaplan y Norton (2001). Este alineamiento estratégico permite lograr cuatro resultados: (a) accionistas satisfechos, (b) clientes contentos, (c) procesos productivos, y (d) empleados motivados y preparados.

Los objetivos a corto plazo analizados anteriormente se analizan en el BSC bajo las siguientes perspectivas: (a) financiera, (b) clientes, (c) procesos internos, y (d) aprendizaje y crecimiento interno.

### 8.1 Perspectivas de Control

El tablero de control o BSC permite tener una visión integral y detallada de la empresa o sector objeto del análisis; lo que facilita la evaluación de la estrategia por medio de la medición y comparación. El BCS permite identificar si las acciones propuestas para alcanzar los objetivos van por el rumbo correcto y de ser necesario poder tomar las acciones correctivas.

Los objetivos propuestos deben ser medibles y comparables por ello Kaplan y Norton (2001), propusieron las siguientes medidas para evaluar la consecución de los objetivos:

#### 8.1.1 Aprendizaje interno

El aprendizaje interno es pieza fundamental para la implementación de las diferentes estrategias planteadas, que están enfocadas principalmente hacia el recurso humano de la organización, en el cual se evalúa la capacitación, motivación organizacional, grado de compromiso, y proyección; que son piezas fundamentales para alcanzar las metas y objetivos planteados y por ende la visión propuesta.

#### 8.1.2 Procesos

Al hacer la evaluación desde la perspectiva de los procesos, los OCP buscan la utilización de la tecnología óptima para maximizar el aprovechamiento de los recursos

naturales (i.e., viento y sol) disponibles para generar energía eléctrica. Lo anterior con el fin de ofrecer el kilo o Mega Watio hora al precio más competitivo posible, logrando así mejorar los indicadores financieros de los proyectos que se implementen para lograr la visión propuesta.

### **8.1.3 Clientes**

Al hacer la evaluación desde la perspectiva de los clientes, los OCP delinean la segmentación del mercado por sectores y la participación de las FNCER en la asignación de contratos de energía firme en el SIN. Lo anterior para aumentar la participación de mercado de las FNCER en el sector eléctrico nacional a partir de la captación de nuevos clientes y la sustentación de proyectos que disminuyan los costos por consumo de energía al consumidor final.

### **8.1.4 Financiera**

La evaluación desde la perspectiva financiera va a ser el resultado de las diversas gestiones que se orienten a mejorar la viabilidad de los proyectos que en principio tienen acciones orientadas a mejorar los costos para la generación; de esta forma se debe tener un impacto inicial donde la TIR debe mejorar mediante inversiones menores con un mismo alcance, pero una vez el proceso madure, la evaluación irá orientada a aun mantener los mejores costos pero con mayores alcances a través del desarrollo de la perspectiva anterior (clientes).

## **8.2 Tablero de Control Balanceado (Balanced Scorecard)**

Con esta herramienta de control estratégico se monitorea por medición y comparación contra los indicadores el avance y cumplimiento de los OCP para lograr los OLP y así llegar a la visión deseada. La evaluación continua con esta herramienta también permite identificar y corregir desviaciones. En la Tabla 31 se detallan los indicadores asignados para monitorear cada OCP.

Tabla 31

## Tablero de Control Balanceado del Sector FNCER

Perspectiva	Objetivo a corto plazo (OCP)	Responsables	Indicador	Unidad de medición
Financiera	OCP 5.1. Para 2021, los proyectos FNCER tendrán una TIR del 3.5%	Empresas generadoras FNCER	(Promedio de la TIR de proyectos FNCER / 3.5%) x 100%	% de cumplimiento
	OCP 5.2. Para 2025, los proyectos FNCER tendrán una TIR del 6.5%	Empresas generadoras FNCER	(Promedio de la TIR de proyectos FNCER / 6.5%) x 100%	% de cumplimiento
	OCP 5.3. Para 2029, los proyectos FNCER tendrán una TIR del 10%	Empresas generadoras FNCER	(Promedio de la TIR de proyectos FNCER / 10%) x 100%	% de cumplimiento
Del cliente	OCP 1.1. Para 2019, tener una capacidad instalada de 250 MW para proyectos FNCER en el sector comercial y residencial	Empresas generadoras FNCER	(MW instalados / 250 MW) x 100%	% de cumplimiento
	OCP 1.2. Para 2021, tener una capacidad instalada de 700 MW para proyectos FNCER en el sector comercial, residencial, y ZNI	Empresas generadoras FNCER	(MW instalados / 700 MW) x 100%	% de cumplimiento
	OCP 1.3. Para 2025, tener una capacidad instalada de 1,200 MW para proyectos FNCER en el sector comercial, residencial, y ZNI	Empresas generadoras FNCER	(MW instalados / 1200 MW) x 100%	% de cumplimiento
	OCP 1.4. Para 2029, tener una capacidad instalada de 1,500 MW para proyectos FNCER en el sector comercial, residencial, y ZNI	Empresas generadoras FNCER	(MW instalados / 1500 MW) x 100%	% de cumplimiento
	OCP 2.1. Para 2019, tener una capacidad instalada de 200 MW para proyectos FNCER en el sector industrial	Empresas generadoras FNCER	(MW instalados / 200 MW) x 100%	% de cumplimiento
	OCP 2.2. Para 2021, tener una capacidad instalada de 300 MW para proyectos FNCER en el sector industrial	Empresas generadoras FNCER	(MW instalados / 300 MW) x 100%	% de cumplimiento
	OCP 2.3. Para 2025, tener una capacidad instalada de 500 MW para proyectos FNCER en el sector industrial	Empresas generadoras FNCER	(MW instalados / 500 MW) x 100%	% de cumplimiento
	OCP 2.4. Para 2029, tener una capacidad instalada de 700 MW para proyectos FNCER en el sector industrial	Empresas generadoras FNCER	(MW instalados / 700 MW) x 100%	% de cumplimiento
	OCP 4.2. Para 2021, participar en la subasta de contratos de generación con FNCER por 100 MW	Empresas generadoras FNCER	(MW adjudicados en subasta / 100 MW) x 100%	% de cumplimiento
	OCP 4.3. Para 2024, participar en la subasta de contratos de generación con FNCER por 100 MW	Empresas generadoras FNCER	(MW adjudicados en subasta / 100 MW) x 100%	% de cumplimiento
	OCP 4.4. Para 2027, participar en la subasta de contratos de generación con FNCER por 100 MW	Empresas generadoras FNCER	(MW adjudicados en subasta / 100 MW) x 100%	% de cumplimiento
	De procesos	OCP 4.1. Para 2019, cambiar la metodología de subasta de contratos a largo plazo incluyendo el factor competitividad en contraposición al factor confiabilidad y abiertos a cualquier tecnología de generación	Gremio FNCER	Cambio / No cambio
Aprendizaje interno	OCP 3.1. Para 2020, aumentar la población estudiantil en carreras de ingeniería eléctrica, electrónica, y mecánica, en planes conjuntos con el Ministerio de Educación, el Ministerio de Ciencia y Tecnología, el Ministerio de Minas y Energía, y la Asociación Colombiana de Ingenieros	Ministerios y Asociación	Población estudiantil 2020 - Población estudiantil actual	N estudiantes
	OCP 3.2. Para 2022, impactar al 20% de los estudiantes de sexto al décimo semestre de carreras de ingeniería eléctrica, electrónica, y mecánica en tecnologías FNCER	Gremio FNCER	(N estudiantes impactados / Población estudiantil (IE, IM, IE)) x 100%	% de cumplimiento
	OCP 3.3. Para 2023, crear el primer programa técnico en FNCER en asociación con el SENA	Ministerio de Educación, SENA, y Gremio FNCER	Programa creado	Sí / No
	OCP 3.4. Para 2024, contar con el primer programa de especialización en energías alternativas, en alianza con una de las universidades líderes en ingeniería de Colombia	Ministerio de Educación, Facultades de Ingeniería, y Gremio FNCER	Programa creado	Sí / No
	OCP 3.5. Para 2029, contar con programas de especialización en FNCER en cinco universidades líderes en carreras de ingeniería eléctrica, electrónica, y mecánica	Ministerio de Educación, Facultades de Ingeniería, y Gremio FNCER	N programas creados	N programas de especialización en FNCER
	OCP 6.1. Para 2019, garantizar que el 10% del personal operativo provengan de la zona donde se desarrollan los proyectos	Empresas generadoras FNCER	(Total personal operativo zona / Total personal operativo proyectos) x 100 %	% de cumplimiento
	OCP 6.2. Para 2025, garantizar que el 20% del personal operativo provengan de la zona donde se desarrollan los proyectos	Empresas generadoras FNCER	(Total personal operativo zona / Total personal operativo proyectos) x 100 %	% de cumplimiento
	OCP 6.3. Para 2029, garantizar que el 35% del personal operativo provengan de la zona donde se desarrollan los proyectos	Empresas generadoras FNCER	(Total personal operativo zona / Total personal operativo proyectos) * 100 %	% de cumplimiento

### 8.3 Conclusiones

El BSC diseñado para monitorear la implementación del plan estratégico propuesto permite medir los resultados continuamente para ser informados a los stakeholders y a las gerencias a cargo de la toma de decisiones. Lograr estos resultados al plazo propuesto mostrará el desarrollo del sector FNCER en términos de TIR, participación de mercado, capacitación, calificación de mano de obra, e implementación de mejores prácticas.





## **Capítulo IX: Competitividad de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia**

### **9.1 Análisis Competitivo de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia**

Para hacer un análisis competitivo de la industria se tomó como referencia el modelo de las Cinco Fuerzas de Michael Porter.

***Poder de negociación de los compradores o clientes.*** Los clientes tanto en los hogares, instituciones, o industrias, no tienen poder de negociación sobre los precios; por lo tanto, en este sentido no se identifica amenaza. Actualmente, los proveedores del servicio eléctrico son limitados por lo que no se identifica que los clientes puedan aumentar su poder de negociación, cambiando de proveedor rápidamente en condiciones distintas. Sin embargo, la concentración de grandes consumidores a través de agremiaciones como ASOENERGIA es un indicio de la unión de clientes para aumentar su poder de negociación, fenómeno que busca ofrecer más competitividad al sector eléctrico en general y crea oportunidades para las FNCER.

***Poder de negociación de los proveedores o vendedores.*** Se considera una amenaza para la competitividad del sector debido a que los proveedores se encuentran concentrados en un número limitado de oferentes de servicios y productos. Los productos son especializados y de alta tecnología, que requieren grandes inversiones en investigación y desarrollo. Por lo anterior, debido a que los costos son altos y existen escasos sustitutos, no es posible buscar otros proveedores o insumos sustitutos. Sin embargo, según EFE Verde (2017), existen diversas investigaciones para crear tecnologías más eficientes y de menor costo, la última reportada es la investigación de la Universidad Pedagógica de Yunnan en China para crear paneles solares que funcionan con lluvia o niebla.

***Amenaza de nuevos competidores entrantes.*** La inversión de capital es considerable por lo que no se permite la entrada de muchos competidores a la industria. Por otra parte, es

un sector de alta especialización en el producto y en el servicio ofrecido, diferenciándose por ser un producto *verde* que requiere especialización. La productividad es uno de los diferenciadores para competir en esta industria, por lo cual contar con tecnología avanzada permite disminuir los costos de operación y producción. La productividad de las empresas, genera barreras para nuevos competidores entrantes; por esto la importancia y el valor agregado que brindan las tecnologías. Por otra parte, los competidores del sector pueden aprovechar las políticas gubernamentales, incentivos, y auxilios para hacerlo más competitivo.

***Amenaza de productos sustitutos.*** Actualmente el sustituto de las FNCER es la generación tradicional y la consolidación del sector en el país sin las mismas. El cargo por confiabilidad utilizada actualmente en el sistema deja en desventaja a las FNCER. Esta es una amenaza para el crecimiento del sector. Sin embargo, la tendencia global fuerte de las FNCER, el apoyo gubernamental, y el trabajo de los gremios están encaminando cambios para generar un marco competitivo en el que las FNCER puedan participar en condiciones más favorables y que dinamicen la competitividad del sector eléctrico nacional.

Empresas como Google hoy solo consumen energía renovable; ello es un ejemplo que el producto sustituto ya no es una amenaza; así de forma gradual el planeta y las empresas tienden a tener esta preferencia. En el ámbito nacional, casos de grandes superficies de comercio están operando con FNCER. Si el consumidor percibe una diferencia entre el producto de energía renovable y la tendencia se sigue fortaleciendo, se debilitará la barrera de los sustitutos actuales.

La industria de energías renovables tiene poder de expansión en los sectores que se encuentran fuera de la infraestructura interconectada del país. Estos sectores son las áreas rurales y con menos desarrollo económico. Poder brindar energía a estas zonas del país, permitirá que a través de la misma, tanto el comercio como la industria se desarrolle, brindando mejores condiciones de vida y riqueza para la población y para los sectores de industria y se contribuya así al crecimiento económico de la nación.

Asimismo, con un servicio de energía de buena calidad y sostenible, las regiones no interconectadas podrán acceder a tecnologías que de inmediato cambiarían su estilo de vida, calidad, y condiciones de desarrollo. El servicio eléctrico es un servicio fundamental de vida hoy en día. Con esta condición, se puede afirmar que el país podrá contar con fuentes de crecimiento constantes que no existían antes, que necesitarán de apoyo para que la brecha cada vez sea más corta con relación a las zonas desarrolladas.

El sector energético impulsa el desarrollo social, la energía sostenible contribuye al desarrollo social como: conservar los alimentos, permite desarrollar comercio seguro y confortable, brindando condiciones socio económicas de gran impacto. Con energía eléctrica las escuelas y universidades pueden desarrollar centros para las comunidades en condiciones positivas para crecer; como tener acceso a Internet, para que las personas pueden tener una visión integral del planeta, son múltiples las ventajas que brinda al país en las zonas no interconectadas.

En cuanto a los sectores interconectados, el objetivo es proveer energía renovable a la industria y a los sectores residenciales mejores condiciones económicas. Si el insumo energético se produce a precios más competitivos, la industria y las residencias podrán utilizar los excedentes de las tarifas que pagaban antes para producir más e invertir en el sector de consumo y producción de bienes y servicios. Al reducirse los costos, ello permitirá ser más productivos y competitivos en los mercados. En este escenario, las FNCER serán un impulsor para el desarrollo social y para aumentar la competitividad del país.

***Rivalidad entre los competidores.*** Hasta ahora, los proyectos de generación a gran escala en el SIN a través de las generadoras tradicionales han sido lentos. EPM inició la implementación con FNCER del parque eólico Jepirachi y; este año CELSIA inició un agresivo plan de proyectos para el sector. Según Díaz (2017), en el mes de marzo CELSIA anunció la salida en funcionamiento de un proyecto que aprovecha los beneficios de la Ley 1715 y anunció 92 proyectos para este año.

Dado que el sector FNCER está en su etapa inicial de ciclo de vida, es una oportunidad para competir y dinamizar el sector eléctrico nacional. Los competidores que cuenten con los recursos y aprovechen los beneficios para las FNCER harán más competitivo el sector eléctrico nacional. Otros competidores harán desarrollos particulares con proyectos de generación privados fuera del SIN; lo cual es posible debido a la tecnología disponible para proyectos de menor escala.

## **9.2 Identificación de las Ventajas Competitivas de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia**

Las ventajas competitivas del sector podrán ser determinantes una vez que desaparezcan las barreras en los Gobiernos de forma radical, abriendo las posibilidades del desarrollo de las FNCER. En cuanto al mito de los costos tecnológicos de las FNCER, han dejado una percepción errada o los datos no han sido lo suficientemente claros. Con este propósito IRENA creó una base de datos de 15,000 proyectos de generación de energía renovable a escala de servicio público y casi 750,000 sistemas solares fotovoltaicos operativos a pequeña escala. Es por ello que los datos registrados demuestran de forma tangible y veraz cuan exitosas pueden ser las políticas de desarrollo de estas tecnologías en la reducción de costos y permite visualizar la transformación del sector a mediano plazo. Con la disminución de costos, el sector energético es más productivo; ya que utiliza fuentes de energía inagotables, y las transforma de forma más eficiente (a menores costos) aumentando su productividad generando mayor riqueza y bienestar para las empresas y usuarios finales. Se puede afirmar que la generación de energía de las FNCER ha llegado a niveles nunca antes vistos, en donde los recursos son aprovechados cada vez mejor en donde la industria cada vez más mejora la estructura de costos de producción y operación. La producción de energía a partir de biomasa, la energía hidroeléctrica, y las instalaciones eólicas generan electricidad de forma competitiva con respecto a la generación de energía procedente de los combustibles fósiles (Amir, 2015).

La tecnología de hoy ha logrado disminuir los costos de instalación, permitiendo que el costo de instalación eólica costera esté en el mismo nivel o en un rango inferior con respecto al derivado del uso del combustible fósil. Los proyectos eólicos en el ámbito mundial tienen un costo entre US\$0.05 y US\$0.09 por kWh. Estos no requieren apoyo financiero; sin embargo otros proyectos más competitivos tienen un costo incluso inferior. Se puede concluir con esta ilustración el cambio que se está experimentando, inclusive en una región donde abundan los combustibles fósiles (Amir, 2015).

### **9.3 Identificación y Análisis de los Potenciales Clústeres de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia**

Las industrias en la búsqueda de mejorar su competitividad y unir fuerzas han desarrollado agremiaciones en la cadena de valor agrupando empresas afines a su principal actividad de negocio, para desarrollar investigaciones, analizar información común, innovar, entre otras actividades, para así beneficiar a los participantes y al sector. Los más conocidos son los clústeres.

Las diferentes organizaciones del sector energía, buscando la cooperación y la colaboración para mejorar la competitividad, han creado diferentes clústeres. Se debe resaltar que se ha desarrollado un clúster en España, específicamente en Cataluña. Las organizaciones que lo componen son: los operadores energéticos; fabricantes de equipos y componentes; ingenierías y empresas de servicios; agentes de la Red Vasca de Ciencia, Tecnología, e Innovación; y organismos de la administración pública con responsabilidades en el campo de la energía. Actualmente este clúster tiene más de 100 entidades activas del sector (Clúster de Energía, 2017).

En Colombia existen diferentes clústeres donde sobresale el de la región de Antioquia llamado Red Clúster Colombia, el cual fue creado para mejorar la competitividad empresarial internacional y la participación en nuevos mercados. Adicionalmente busca desarrollar

estrategias integradas y fortalecerse en la innovación. Se destaca el fortalecimiento en el talento humano, accediendo a mercados e incrementando la productividad. En este clúster se encuentran empresas de generación, transformación, transmisión, distribución, y comercialización de energía eléctrica y sus cadenas de valor relacionadas a bienes y servicios, incluyendo a instituciones especializadas (Red Clúster Colombia, 2017).

Como se ha mencionado anteriormente, las agremiaciones y las asociaciones del sector energético cumplen con la cooperación y sinergias en búsqueda de mejorar su competitividad a través de la cadena de valor de la industria; hechos importantes han enmarcado la cooperación y el ambiente colaborativo que las enmarca en las discusiones y ponencias de leyes con MINMINAS, para llevar a cabo las normas que enmarcan el desarrollo del sector y los stakeholders de las mismas.

#### **9.4 Identificación de los Aspectos Estratégicos de los Potenciales Clústeres**

Es necesario considerar los siguientes aspectos para la creación de clústeres: (a) demografía, (b) socioeconómico, (c) competitivo, (d) participación de mercado, y (e) tenencia de productos. Se catalogan tres clústeres de mercados: (a) entrantes, (b) incumbentes, y (c) rurales. El clúster de mercados entrantes es el que no tiene una buena penetración en el mercado y no existe una alta competencia

El clúster de mercados rurales es el que representa las zonas donde existe baja penetración en el mercado debido a la falta de infraestructura tecnológica. En este clúster existe baja competencia y conocimiento de los productos. Es ahí en donde se pretende iniciar prestando servicios a la población en las zonas no interconectadas y con necesidades de mejorar su calidad de vida. Se necesitan incluir en este clúster las organizaciones gubernamentales de estas regiones, las organizaciones educativas que potencialicen el desarrollo de conocimiento de estas áreas, organizaciones con tecnología de las FNCER, y los stakeholders de la cadena de valor.

## 9.5 Conclusiones

La productividad de las FNCER a través de la optimización de los recursos disponibles y la utilización de tecnología avanzada para optimizar y estandarizar procesos, reflejará la disminución de los costos de generación de energía. Para que los objetivos se alcancen, es necesario que la estructura cambie y se adapte a la estrategia; asimismo que el capital humano se especialice y se realice una inversión en este sentido. El medioambiente está a favor de las FNCER por lo que la ética y la conciencia por este planeta están alineadas con los objetivos. Las FNCER no solo hará más competitivo el sector eléctrico nacional, sino también apalancará el desarrollo social y la competitividad del país. Las alianzas con entidades internacionales serán fundamentales para tener una visión del negocio y la industria de forma global permitiendo innovar y generar el valor agregado necesario a los usuarios y stakeholders.

## Capítulo X: Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo se presenta el Plan Estratégico Integral o PEI, las conclusiones y recomendaciones para el Sector FNCER, y la perspectiva a futuro para el mismo.

### 10.1 Plan Estratégico Integral

Este PEI tiene como finalidad ofrecer una visión completa del plan para el Sector FNCER en Colombia y apoyar el control del proceso, la toma de decisiones, y contar con retroalimentación para hacer los ajustes en caso de ser necesario. La comprensión de este plan estratégico integral facilitará el entendimiento del sector y las verdaderas posibilidades de desarrollo del mismo. La Tabla 32 muestra el PEI en mención.

### 10.2 Conclusiones Finales

De implementar el Plan Estratégico Integral para el Sector FNCER en Colombia, se lograría:

1. Contar con una oferta energética con menor dependencia de fuentes no renovables y mayor competitividad debido a mayor eficiencia en generación con fuentes naturales y con alternativas de contingencia ante la escasez y vulnerabilidad al cambio climático.
2. Crear las condiciones y reglamentaciones necesarias para que las FNCER compitan con las generadoras tradicionales hidroeléctricas y termoeléctricas en condiciones similares con la implementación del cargo por competitividad.
3. Aumentar el conocimiento especializado profesional, técnico, y de mano de obra calificada en el país para la implementación de proyectos en este sector, además de incentivar la investigación y desarrollo a través del trabajo conjunto con el sector educativo del país.
4. Ampliar la cobertura de energía y generar bienestar de la población en ZNI a través de la capacitación y generación de empleo.



Tabla 32

*Plan Estratégico Integral del Sector FNCER*



5. Mejorar la TIR del sector para los inversionistas a través de la optimización de recursos y aprovechamiento de incentivos y líneas de apoyo para desarrollarlo y así lograr el aumento de las ventas.
6. A mediano y largo plazo disminuir los costos de energía para los usuarios como resultado de mayor productividad al generar con las FNCER comparado con la generación tradicional. El mayor potencial está en el sector industrial el cual se está agremiando como medida para interceder debido a los altos costos de energía.

### **10.3 Recomendaciones Finales**

Es necesario implementar este PEI a cargo del Viceministro de Minas y Energía, la Dirección General de Ser Colombia, la Gerencia General de ASOENERGIA, y los Representantes del Consejo Nacional de Acreditación (CNA) y del Consejo Nacional de Educación Superior (CESU) del Ministerio de Educación Nacional a partir de las siguientes recomendaciones:

1. Comprometer el apoyo del viceministro de Energía dependiente del MINMINAS y a través de este obtener también el apoyo de los entes regulatorios como la UPME y la CREG para desarrollar el sector en términos de productividad y competitividad.
2. Que el gremio de generadores de energía FNCER en formación tome este plan como guía para desarrollo del sector en sus pilares fundamentales: (a) alianzas, (b) capacitación, y (c) crecimiento en participación de mercado.
3. Asegurar educación de calidad formal para consolidar el conocimiento profesional y técnico para desarrollar el sector a través del desarrollo de los programas propuestos en el presente PEI.
4. Promover el uso de energía generada con FNCER a través de las directivas de ASOENERGIA como gremio de usuarios afectados por los costos generados debido a la escasez causada por cambios climáticos.

5. Consolidar los proyectos financieramente con el aprovechamiento de los auxilios, incentivos, y facilidades financieras para las FNCER.
6. Acelerar la alianza con Alemania como país líder en generación, para aprovechar sus tecnologías, conocimiento, avances, y visión de desarrollo del sector.
7. Promover el conocimiento de las FNCER en la ciudadanía y concientizar en su uso para asegurar crecimiento sostenido a mediano plazo con una mayor participación dentro del mix de generación.

#### **10.4 Futuro de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia**

El Sector FNCER tiene potencial de crecimiento en Colombia dado diversos factores tanto internos como externos. La disponibilidad de recursos naturales en el país, la evolución de la Ley 1715 a favor del desarrollo del sector, la organización del gremio, la presión de la industria, y el interés del sector privado por la implementación de estos proyectos son algunos de los factores que suman para el desarrollo de este sector. Por otra parte, la tendencia mundial del uso de fuentes renovables para la generación de energía y el apoyo de organismos internacionales para el desarrollo del sector son factores que agregan para que el sector tenga mayor participación de mercado a futuro. A 2029, la participación de las FNCER en la oferta energética en Colombia será de al menos el 9% del total.

El desarrollo de las FNCER es una oportunidad para hacer más competitivo el sector eléctrico nacional debido a la mejora en la productividad a través de la optimización de los procesos y aprovechamiento de los recursos naturales. Las FNCER también promoverán la mejora del nivel de competitividad del país a través del aumento de la cobertura eléctrica en el ámbito nacional, la generación de empleo, el progreso e inclusión social, y la sostenibilidad ambiental.

La Tabla 33 resume la comparación entre el presente y el futuro del Sector FNCER en Colombia si se implementase este PEI.

Tabla 33

*Situación Actual y Futura del Sector FNCER en Colombia*

Característica	2015 (actual)	2029 (futuro)
Capacidad instalada (MW)	18.42 (0.12% del total)	2,200 (9% del total)
Recursos humanos	No se cuenta con recurso humano capacitado en FNCER	Contar con personal profesional y técnico capacitado en FNCER
Condiciones de mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargo por confiabilidad; y</li> <li>• Sin oferta de energía firme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargo por confiabilidad;</li> <li>• Cago por competitividad; y</li> <li>• Oferta de energía firme</li> </ul>
TIR (%)	2	10
Oferta energética	Dependiente de recursos hidráulicos y térmicos	Diversificada
Estado de zonas	Zonas sin acceso a energía	Progreso e inclusión social en las zonas de implementación



## Referencias

- Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional [USAID]. (2016a). Programa de *Energía Limpia para Colombia*. Recuperado de <http://www.ccep.co/es/quienes-somos/programa-energia-limpia-colombia>
- Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional [USAID]. (2016b). *Mecanismo para la estructuración de proyectos de energía limpia*. Recuperado de <http://ccep.co/es/comunicaciones/mecanismo1>
- Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional [USAID]. (2016c). *Programa de Energía Limpia de Colombia: Perspectiva, alcance y logros principales*. Bogotá, Colombia: Autor.
- Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia [APC Colombia]. (2015). *Hoja de ruta de la cooperación internacional 2015-2018*. Bogotá, Colombia: Autor.
- Aguilar, A., & Sánchez, G. (2016). *Competitividad de la energía eólica y solar en el mercado de energía mayorista (Informe No 107)*. Bogotá, Colombia: Superintendencia de Servicios Públicos.
- Amir, A. Z. (2015, diciembre). El potencial de competitividad de la energía renovable en términos de costos. *Crónica ONU*, 52(3). Recuperado de <https://unchronicle.un.org/es/article/el-potencial-de-competitividad-de-la-energia-renovable-en-t-rminos-de-costos>
- ANLA: Una crisis de autoridad. (2016, 13 de abril). *Semana Sostenible*. Recuperado de <http://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/anla-una-crisis-de-autoridad/34902>
- Arias, F. A. (2016, 25 de octubre). Licencias ambientales: El fusible fundido del sector eléctrico. *El Colombiano*. Recuperado de <http://www.elcolombiano.com/negocios/energia-en-colombia-lios-de-alto-voltaje-EB5232633>

Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica [ACOLGEN]. (2016a). *Mapa de ubicación de centrales: Centrales de asociados mayores a 50 M.W.*

Recuperado de <http://www.acolgen.org.co/index.php/sectores-de-generacion/mapa-de-centrales>

Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica [ACOLGEN]. (2016b).

*Quiénes somos.* Recuperado de

<http://www.acolgen.org.co/index.php/acolgen/quienes-somos#>

Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica [ACOLGEN]. (2016c).

*Nuestros asociados.* Recuperado de <http://www.acolgen.org.co/index.php/2013-01-31-06-37-23/nuestros-asociados>

Asociación Nacional de Industriales [ANDI]. (2015). *Colombia: Balance 2015 y perspectivas 2016.* Bogotá, Colombia: Autor.

Asociación Nacional de Instituciones Financieras [ANIF]. (2011). *Obstáculos al desarrollo de la infraestructura en Colombia* [Comentario económico del día]. Recuperado de <http://anif.co/sites/default/files/uploads/Nov28-11.pdf>

Banco de la República de Colombia. (2016a). *Boletín de indicadores económicos.*

*(Información recopilada y calculada por el Departamento Técnico y de Información Económica del Banco de la República).* Recuperado de

<http://www.banrep.gov.co/economia/pli/bie.pdf>

Banco de la República de Colombia. (2016b, julio). *Informe de la Junta Directiva al*

*Congreso de la República.* Bogotá, Colombia: Autor.

Banco de la República de Colombia. (2016c, 4 de noviembre). *El gerente general del Banco de la República, José Darío Uribe, presenta: “Situación actual y perspectivas de la economía colombiana”.* Recuperado de

[http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/jdu\\_nov\\_2016.pdf](http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/jdu_nov_2016.pdf)

- Banco de la República de Colombia. (2016d). *Información recopilada y calculada por el Departamento Técnico y de Información Económica del Banco de la República*. Bogotá, Colombia: Autor.
- Banco de Comercio Exterior [BANCÓLDEX]. (2016). *Línea Bancóldex: Eficiencia energética y energía renovable*. Recuperado de <https://www.bancoldex.com/Cupos-especiales-de-credito-nacionales339/Lnea-Bancldex-Eficiencia-Energica.aspx>
- Bancolombia y Japan Bank se dan la mano. (2013, 4 de mayo). *Dinero*. Recuperado de <http://www.dinero.com/inversionistas/articulo/bancolombia-japan-bank-dan-mano/172938>
- Barguil, D. (2016, 3 de diciembre). La reforma al cargo por confiabilidad es impostergable. *Dinero*. Recuperado de <http://www.dinero.com/opinion/columnistas/articulo/la-reforma-al-cargo-por-confiabilidad-es-impostergable-por-david-barguil/221337>
- Business News Américas. (s.f.). *Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P.* Recuperado de <http://www.bnamericas.com/company-profile/es/interconexion-electrica-sa-esp-isa>
- Cámara Colombiana de la Infraestructura. (2016). *Portal de la Cámara Colombiana de la Infraestructura*. Recuperado de <http://www.infraestructura.org.co/>
- Cargo por confiabilidad operó de manera ineficaz: Contraloría. (2016, 14 de julio). *El Tiempo*. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/economia/indicadores/cargo-por-confiabilidad/16645031>
- Celedón, N. (2014, 29 de octubre). Colombia dejó de lado la competitividad energética. *Portafolio*. Recuperado de <http://m.portafolio.co/opinion/redaccion-portafolio/colombia-dejo-lado-competitividad-energetica-42962>
- Centro Virtual de Noticias [CVN]. (2014). *Colombia una potencia en energías alternativas*. Recuperado de <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-117028.html>

- Clavijo, S., Vera, A., & Vera, N. (2013, enero-marzo). La inversión en infraestructura en Colombia 2012-2020: Efectos fiscales y requerimientos financieros. *Actualidad Económica*, 2013, 7-14.
- Clúster de Energía. (2017). *Quiénes somos*. Recuperado de <http://www.clusterenergia.com/quienes-somos>
- Colombia estrena mapas eólicos y de radiación solar. (2015, 28 de octubre). *El Espectador*. Recuperado de <http://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/colombia-estrena-mapas-eolicos-y-de-radiacion-solar-articulo-595763>
- Colombia Inteligente. (s.f.). *Intelligent Supervision and Advanced Control System – iSAAC*. Recuperado de <http://www.colombiainteligente.com.co/Proyectos/Pages/iSAAC.aspx>
- Colombia se prepara para el primer censo virtual. (2016, 18 de marzo). *Colombia Digital*. Recuperado de <https://colombiadigital.net/actualidad/noticias/item/8807-colombia-se-prepara-para-el-primer-censo-virtual.html>
- Colombia se ubica segundo entre los países de la Alianza del Pacífico en inversión. (2016, 17 de octubre). *Portafolio*. Recuperado de <http://www.portafolio.co/economia/colombia-se-ubica-segundo-entre-los-paises-de-la-alianza-del-pacifico-en-inversion-501056>
- Colombia y Venezuela viven nuevos vientos. (2016, 13 de agosto). *Semana*. Recuperado de <http://www.semana.com/nacion/articulo/colombia-y-venezuela-viven-nuevos-vientos/487823>
- Colombia.com. (s.f.). *Recursos naturales*. Recuperado de <http://www.colombia.com/colombia-info/informacion-general/recursos-naturales/>
- Colombia.com. (s.f.-b). *Clima*. Recuperado de <http://www.colombia.com/colombia-info/informacion-general/geografia/clima/>



- Comisión de Regulación de Energía y Gas [CREG]. (2013a). *Organización*. Recuperado de <http://www.creg.gov.co/index.php/es/creg/quienes-somos/organizacion>
- Comisión de Regulación de Energía y Gas [CREG]. (2013b). *Taller documento CREG-080 DE 2012: Asignación de la reserva de regulación*. Bogotá, Colombia: Autor.
- Comisión de Regulación de Energía y Gas [CREG]. (2016a). *Estructura del sector*. Recuperado de <http://www.creg.gov.co/index.php/es/sectores/energia/estructura-energia>
- Comisión de Regulación de Energía y Gas [CREG]. (2016b). *Zonas no interconectadas*. Recuperado de <http://www.creg.gov.co/index.php/sectores/energia/zni-energia>
- Comisión de Regulación de Energía y Gas [CREG]. (2016c). *Historia de la energía eléctrica en Colombia*. Recuperado de <http://www.creg.gov.co/index.php/sectores/energia/historia-energia>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2016). *La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: Naciones Unidas.
- Comisión Federal de Electricidad [CFE]. (2015). *Código de ética de la Comisión Federal de Electricidad, sus empresas productivas subsidiarias y empresas filiales (CA-011/2015)*. México D.F., México: Autor.
- CORPOELEC. (2016). *Generación*. Recuperado de <http://www.corpoelec.gob.ve/generaci%C3%B3n>
- Coviello, M. F., Gollán, J., & Pérez, J. (2012). *Las alianzas público-privadas en energías renovables en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile, Chile: Naciones Unidas.
- Crearon Asociación de Energías Renovables de Colombia. (2016, 10 de marzo). *RedMasNoticias.com*. Recuperado de <http://www.redmasnoticias.com/portal/redmas/noticias/economia/detalle/energia-renovable-gremio-416621/>

- D'Alessio, F. A. (2015). *El proceso estratégico: Un enfoque de gerencia* (3a ed.). Lima, Perú: Pearson.
- Datosmacro.com. (2016). *Colombia - Índice de percepción de la corrupción*. Recuperado de <http://www.datosmacro.com/estado/indice-percepcion-corrupcion/colombia>
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación [COLCIENCIAS]. (2016, 8 de abril). *Colombia le sigue apostando a la inversión privada en Ciencia, Tecnología e Innovación* [Nota de prensa]. Recuperado de [http://www.colciencias.gov.co/sala\\_de\\_prensa/colombia-le-sigue-apostando-la-inversion-privada-en-ciencia-tecnologia-e-innovacion](http://www.colciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-le-sigue-apostando-la-inversion-privada-en-ciencia-tecnologia-e-innovacion)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2006). *Censo general 2005 (nivel nacional)*. Bogotá, Colombia: Autor.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2010). *Censo general 2005: Perfil Colombia*. Bogotá, Colombia: Autor.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2016a). *Reloj del DANE*. Recuperado el 8 de noviembre de 2016, de <http://www.dane.gov.co/reloj/>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2016b). *Portal del DANE*. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2014). *Reporte global de competitividad 2014-2015: Foro Económico Mundial: Síntesis de resultados para Colombia*. Bogotá, Colombia: Autor.
- Díaz, B. (2017, 27 de marzo). Colombia: Celsia completa su primer techo solar con beneficios de la Ley 1715. *pv magazine*. Recuperado de <https://www.pv-magazine-latam.com/2017/03/27/colombia-celsia-completa-su-primer-techo-solar-con-beneficios-de-la-ley-1715/>

Durante junio, la tasa de desempleo se ubicó en 8,9 por ciento. (2016, 29 de julio).

*Portafolio*. Recuperado de <http://www.portafolio.co/economia/empleo/dane-tasa-de-desempleo-en-colombia-junio-2016-499187>

EcoInventos. (2016). *Energiewende, la revolución renovable de Alemania*. Recuperado de <http://ecoinventos.com/energiewende/>

EFE Verde. (2017, 5 de abril). Científicos chinos crean paneles solares que funcionan con lluvia o niebla. *El Espectador*. Recuperado de <http://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/cientificos-chinos-crean-paneles-solares-que-funcionan-con-lluvia-o-niebla-articulo-687949>

El Banco Mundial [BM]. (2016). *Índice de Gini*. Recuperado de <http://datos.bancomundial.org/indicador/SI.POV.GINI>

El boom de energías renovables que ayudó a Chile a rebajar los costos de energía más altos de América Latina. (2016, 19 de enero). *El Mostrador*. Recuperado de <http://www.elmostrador.cl/mercados/2016/01/29/el-boom-de-energias-renovables-que-ayudo-a-chile-a-rebajar-los-costos-de-energia-mas-altos-de-america-latina/>

El escalafón del riesgo de corrupción en Colombia. (2016). *El Tiempo*. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/multimedia/especiales/corrupcion-en-colombia/15798518/1>

Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (s.f.). *EPM entra a Chile con la construcción de un parque eólico de 110 MW* [Noticias]. Recuperado de <http://www.epm.com.co/site/Home/Saladeprensa/Noticiasynovedades/EPMENTraaChileconparquee%C3%B3lico.aspx>

En cuál país de Latinoamérica se gana mejor. Te lo explicamos con hamburguesas. (2016, 23 de mayo). *CNN Español*. Recuperado de <http://cnnespanol.cnn.com/2016/05/23/en-cual-pais-de-latinoamerica-se-gana-mejor-te-lo-explicamos-con-hamburguesas/#0>

- En el Día de la Tierra Colombia firmó Acuerdo de París sobre cambio climático. (2016, febrero-abril). *Por El Clima*. Recuperado de [http://cambioclimatico.minambiente.gov.co/images/Newsletter\\_PorElClima\\_febrabr2016.pdf](http://cambioclimatico.minambiente.gov.co/images/Newsletter_PorElClima_febrabr2016.pdf)
- Energías Renovables. (2015, 20 de mayo). *Combustibles fósiles vs energías renovables*. Recuperado de <http://www.energiasrenovablesinfo.com/general/combustibles-fosiles-vs-energias-renovables/>
- Energías renovables, un aporte al medio ambiente. (2010, 15 de octubre). *Portafolio*. Recuperado de <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/energias-renovables-aporte-medio-ambiente-486498>
- Espada, B. (2016, 1 de agosto). Energía solar: Ventajas y desventajas [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://erenovable.com/energia-solar-ventajas-y-desventajas/>
- Evolución de paneles solares hoy hace altamente competitiva la energía fotovoltaica. (2013, 10 de setiembre). *Veo Verde*. Recuperado de <https://www.veoverde.com/2013/09/evolucion-de-paneles-solares-hoy-hacen-altamente-competitiva-la-energia-fotovoltaica/>
- Exportaciones Turismo Inversión Marca País [PROCOLOMBIA]. (2016). *Guía legal para hacer negocios en Colombia 2016*. Bogotá, Colombia: Autor.
- Ferreño, O. (2016). *La evolución de la matriz eólica uruguaya y los hallazgos encontrados en un mercado de alta penetración eólica: La caída de algunos mitos*. Montevideo, Uruguay: Ventus.
- Flórez, M. P., Gómez, B. M., & García, J. J. (2016). *Análisis comparativo de diferentes esquemas de suficiencia en generación eléctrica: Algunas reflexiones para el mercado eléctrico en Colombia* (Documentos de trabajo No 16-18). Bogotá, Colombia: Centro de Investigación Económicas y Financieras.

- Fondo Monetario Internacional [FMI]. (2016, 4 de enero). *Boletín del FMI: La economía mundial en 2016*. Recuperado de <https://www.imf.org/es/News/Articles/2015/09/28/04/53/soint010416a>
- García, J., Gaviria, A., & Salazar, L. (2011). Determinantes del precio de la energía eléctrica en el mercado no regulado en Colombia. *Ciencias Estratégicas*, 19(26), 226-240.
- Generación de energía eléctrica. (s.f.). [Archivo de imagen]. Recuperado de [https://www.ecured.cu/Archivo:Generaci%C3%B3n\\_de\\_energía\\_eléctrica.jpeg](https://www.ecured.cu/Archivo:Generaci%C3%B3n_de_energía_eléctrica.jpeg)
- Gobierno Nacional de Colombia & Asociación Gremial Financiera Colombiana [ASOBANCARIA]. (s.f.). *Protocolo verde: Agenda de cooperación entre el Gobierno nacional y el sector financiero colombiano*. Bogotá, Colombia: Autor.
- Gobierno subió a 3 % la meta de déficit fiscal para el 2015. (2015, 12 de junio). *Portafolio*. Recuperado de <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/gobierno-subio-meta-deficit-fiscal-2015-39716>
- Google.es. (s.f.). *Inversión en un futuro con energía limpia*. Recuperado de [https://www.google.com/intl/es\\_ALL/green/energy/#investments](https://www.google.com/intl/es_ALL/green/energy/#investments)
- Grupo Bancolombia. (2016). *Línea verde Bancolombia*. Recuperado de <http://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/productos-servicios/creditos/cartera-comercial/linea-verde/>
- Grupo Éxito. (2015, 24 de marzo). *El Grupo Éxito instaló la planta fotovoltaica más grande del país en uno de sus almacenes*. Recuperado de <http://www.grupoexito.com.co/es/noticias/noticias-recientes/19-sostenibilidad/1269-el-grupo-exito-instalo-la-planta-fotovoltaica-mas-grande-del-pais-en-uno-de-sus-almacenes>
- Hartmann, F. H. (1978). *The relations of nations* (5th ed.) [Las relaciones de las naciones]. Nueva York, NY: Macmillan.

- IMF Business School. (2015). *Los costes de las energías renovables*. Recuperado de <http://www.imf-formacion.com/blog/energias-renovables/noticias/los-costes-de-las-energias-renovables/>
- Información Inteligente. (2016). *Indicadores*. Recuperado de <http://informacioninteligente10.xm.com.co/pages/default.aspx>
- Information & Design Solutions [IDS]. (2015, 13 de mayo). Brasil, México y Colombia lideran el gasto latinoamericano en Defensa. *Infodefensa.com*. Recuperado de <http://www.infodefensa.com/latam/2015/05/13/noticia-presupuestos-defensa-brasil-mexico-colombia-despuntan-sobre-resto-america-latina.html>
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras [INVEMAR]. (2005). *Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia*. Santa Marta, Colombia: Autor.
- Instituto Español de Comercio Exterior [ICEX]. (2016). *La transición energética en Alemania: Energiewende*. Madrid, España: Autor.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]. (s.f.). *Mapa de cartografía básica*. Recuperado de <http://geoportal.igac.gov.co/ssigl2.0/visor/galeria.req?mapaId=7>
- Intercolombia. (s.f.). *Cadena de la energía eléctrica*. Recuperado de <http://www.intercolombia.com/Negocio/Paginas/cadena-energia-electrica.aspx>
- Interconexión Eléctrica Sociedad Anónima [ISA]. (2015). *Código de ética: Mi idioma es la ética*. Medellín, Colombia: Autor.
- Interconexión Eléctrica Sociedad Anónima [ISA]. (2016a). *Transporte de energía eléctrica*. Recuperado de <http://www.isa.co/es/isa-y-sus-negocios/Paginas/transporte-de-energia-electrica.aspx>
- Interconexión Eléctrica Sociedad Anónima [ISA]. (2016b). *Composición accionaria*. Recuperado de <http://www.isa.co/es/nuestra-compania/Paginas/quienes-somos/composicion-accionaria.aspx>

- International Renewable Energy Agency [IRENA]. (2015). *Renewable power generation costs in 2014* [Costos de generación de energía renovable en 2014]. Bonn, Alemania: Autor.
- Inversión nacional en Centroamérica, en el cuarto lugar. (2016, 28 de febrero). *Portafolio*. Recuperado de <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/colombia-inversion-centroamerica-cuarto-lugar-491550>
- ISAGEN. (s.f.). *Dinámica actual de la operación del mercado de energía eléctrica en Colombia*. Medellín, Colombia: Autor.
- Justo, M. (2016, 9 de marzo). ¿Cuáles son los 6 países más desiguales de América Latina? *BBC Mundo*. Recuperado de [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/03/160308\\_america\\_latina\\_economia\\_desigualdad\\_ab](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/03/160308_america_latina_economia_desigualdad_ab)
- Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (2001). *Cómo utilizar el Cuadro de Mando Integral (The strategy-focused organization)*. New York, NY: Harvard Business School Press.
- La inversión en energías renovables más elevada de toda la historia. (2016, 28 de marzo). *Energías Renovables*. Recuperado de <http://www.energias-renovables.com/articulo/la-inversion-en-energias-renovables-mas-elevada-20160328>
- Ley 1715. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional. Congreso de Colombia. (2014).
- Lizarazo, T. (2015, 28 de octubre). Preocupante déficit de ingenieros en Colombia. *El Tiempo*. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/estilo-de-vida/educacion/panorama-de-los-ingenieros-en-colombia/16402298>
- Los países de América Latina que más y menos invierten en energías renovables. (2016, 4 de enero). *Dinero*. Recuperado de <http://www.dinero.com/internacional/articulo/los-paises-de-america-latina-que-mas-y-menos-invierten-en-energias-renovables/222009>

Los siete ejércitos más potentes de América Latina. (2015, 26 de setiembre). *Actualidad RT*.

Recuperado de <https://actualidad.rt.com/actualidad/186921-ejercitos-potentes-america-latina>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]. (2016). *Política nacional de cambio climático (Versión preliminar)*. Bogotá, Colombia: Autor.

Ministerio de Comercio, Industria, y Turismo [MINCIT]. (2016a). *Acuerdos vigentes*.

Recuperado de <http://www.tlc.gov.co/publicaciones.php?id=5398>

Ministerio de Comercio, Industria, y Turismo [MINCIT]. (2016b, primer trimestre). *Reporte trimestral de inversión extranjera directa en Colombia*. Bogotá, Colombia: Autor.

Ministerio de Defensa Nacional [MINDEFENSA]. (2016). *Política de defensa y seguridad todos por un nuevo país*. Bogotá, Colombia: Autor.

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable de Ecuador. (2012). *Visión sector eléctrico ecuatoriano: Beneficios proyecto Mazar*. Cuenca, Ecuador: Autor.

Ministerio de Energía de Chile. (2016). *Energías renovables*. Recuperado de <http://www.energia.gob.cl/energias-renovables>

Ministerio de Minas y Energía [MINMINAS]. (s.f.). *El Ministerio*. Recuperado de <https://www.minminas.gov.co/ministerio>

Ministerio de Minas y Energía [MINMINAS]. (2012). *Estructura organizacional*.

Recuperado de <https://www.minminas.gov.co/en/estructura-organizacional>

Misión Permanente de Colombia ante Las Naciones Unidas. (2015). *Sistema político colombiano*. Recuperado de

[http://www.colombiaun.org/Colombia/sistema\\_politico.html](http://www.colombiaun.org/Colombia/sistema_politico.html)

Monsalve, M. M. (2016, 20 de julio). ¿Está enredado el camino de las energías renovables en Colombia? *El Espectador*. Recuperado de

<http://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/esta-enredado-el-camino-de-energias-renovables-colombia-articulo-644422>



Morris, C., & Pehnt, M. (2012). *La transición energética alemana: Principales hallazgos*.

Recuperado de [http://energytransition.de/wp-](http://energytransition.de/wp-content/themes/boell/pdf/es/German-Energy-Transition_es_Principales-hallazgos.pdf)

[content/themes/boell/pdf/es/German-Energy-Transition\\_es\\_Principales-](http://energytransition.de/wp-content/themes/boell/pdf/es/German-Energy-Transition_es_Principales-hallazgos.pdf)

[hallazgos.pdf](http://energytransition.de/wp-content/themes/boell/pdf/es/German-Energy-Transition_es_Principales-hallazgos.pdf)

Mundo Solar. (2016). *Turbinas eólicas* [Imagen]. Recuperado de

[http://www.dforcesolar.com/wp-content/uploads/2010/01/partes-turbina-](http://www.dforcesolar.com/wp-content/uploads/2010/01/partes-turbina-eolica.jpg)

[eolica.jpg](http://www.dforcesolar.com/wp-content/uploads/2010/01/partes-turbina-eolica.jpg)

Nuevos reclamos en Gigante por construcción de El Quimbo. (2016, 14 de octubre). *Diario*

*El Huila*. Recuperado de [http://www.diariodelhuila.com/el-quimbo/nuevos-](http://www.diariodelhuila.com/el-quimbo/nuevos-reclamos-en-gigante-por-construccion-de-el-quimbo-cdgint20161014152156120)

[reclamos-en-gigante-por-construccion-de-el-quimbo-cdgint20161014152156120](http://www.diariodelhuila.com/el-quimbo/nuevos-reclamos-en-gigante-por-construccion-de-el-quimbo-cdgint20161014152156120)

Nuria. (2012, 13 de abril). La energía renovable ayuda a reducir contaminación. En

*Renovables Verdes*. Recuperado de [https://www.renovablesverdes.com/la-](https://www.renovablesverdes.com/la-energia-renovable-ayuda-a-reducir-contaminacion/)

[energia-renovable-ayuda-a-reducir-contaminacion/](https://www.renovablesverdes.com/la-energia-renovable-ayuda-a-reducir-contaminacion/)

Oficina Internacional del Trabajo [OIT]. (2012). *La inversión en energías renovables*

*genera puestos de trabajo: La oferta de mano de obra calificada debe responder*

*a esta necesidad (Síntesis de investigación)*. Ginebra, Suiza: Autor.

Panamá: Más generación con energía eólica. (2016, 21 de julio). *CentralAmericaData.com*.

Recuperado de

[http://www.centralamericadata.com/es/article/home/Panam\\_Ms\\_generacin\\_con\\_e-](http://www.centralamericadata.com/es/article/home/Panam_Ms_generacin_con_energa_elica)

[nerga\\_elica](http://www.centralamericadata.com/es/article/home/Panam_Ms_generacin_con_energa_elica)

PIB: El 2015 no fue malo, pero la previsión del 2016 luce pesimista. (2016, 10 de marzo).

*Portafolio*. Recuperado de [http://www.portafolio.co/economia/gobierno/pib-](http://www.portafolio.co/economia/gobierno/pib-analisis-2015-previsiones-2016-492325)

[analisis-2015-previsiones-2016-492325](http://www.portafolio.co/economia/gobierno/pib-analisis-2015-previsiones-2016-492325)

Pie de fuerza aumentó en 42 mil efectivos. (2014, 20 de abril). *El Nuevo Siglo*. Recuperado

de [http://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/4-2014-pie-de-fuerza-aumento-en-](http://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/4-2014-pie-de-fuerza-aumento-en-42-mil-efectivos)

[42-mil-efectivos](http://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/4-2014-pie-de-fuerza-aumento-en-42-mil-efectivos)

- Prieto, R. (2012, 17 de diciembre). Explicación sencilla de ¿cómo funciona un panel o placa solar fotovoltaica? [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.pe/2012/12/como-funciona-un-panel-solar-fotovoltaico.html>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [UNEP]. (2016). *Inversiones en energía renovable: Los principales hitos alcanzados, nuevo récord mundial*. Frankfurt, Alemania: Autor.
- Proyecto Mesoamérica [PM]. (s.f.). *Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC)*. Recuperado de [http://www.proyectomesoamerica.org/joomla/index.php?option=com\\_content&view=article&id=171&Itemid=100](http://www.proyectomesoamerica.org/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=171&Itemid=100)
- Qué le falta a Colombia para consolidar energías renovables. (2016, 30 de junio). *Dinero*. Recuperado de <http://www.dinero.com/economia/articulo/energias-renovables-en-colombia-entrevista-con-eeb/225240>
- Qué es y cómo funciona un panel fotovoltaico: La energía verde y eficiente. (2013, 1 de enero). [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://paneles-fotovoltaicos.blogspot.com/2013/01/que-es-y-como-funciona-un-panel.html>
- Ramírez, M. (2016, 1 de marzo). Colapso de Guri: Camino al apagón nacional. *El Estímulo*. Recuperado de <http://elestimulo.com/climax/colapso-de-guri-camino-al-apagon-nacional/>
- Red Clúster Colombia. (2017). *Iniciativa*. Recuperado de <http://redclustercolombia.com/clusters-en-colombia/iniciativa/62>
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century [REN21]. (2016). *Reporte de la situación mundial de las energías renovables 2015*. Paris, Francia: Autor.
- Reino Unido dice tener importante interés en seguridad y prosperidad de Colombia. (2016, 31 de octubre). *El País*. Recuperado de <http://www.elpais.com.co/elpais/colombia/noticias/reino-unido-dice-tener-importante-interes-nacional-seguridad-y-prosperidad-colombi>

- Rowe, A., Mason, R., Dickel, K., Mann, R., & Mockler, M. (1994). *Strategic management: A methodological approach* (4th ed.) [Dirección estratégica: Un enfoque metodológico]. New York, NY: Addison-Wesley.
- Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA]. (2013). *Caracterización del sector eléctrico colombiano* (3a ed.). Medellín, Colombia: Autor.
- Silvas, E. (2012, 23 de febrero). Energías renovables: Definición y principales tipos [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://www.capitaldelabiodiversidad.es/2012/02/energias-renovables-definicion-y.html>
- Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional [GIZ]. (s.f.). *Conservar la riqueza biológica*. Recuperado de <https://www.giz.de/en/worldwide/34688.html>
- Superintendencia de Industria y Comercio [SIC]. (2016). *Misión y visión*. Recuperado de <http://www.sic.gov.co/drupal/mision-y-vision>
- Superintendencia de Servicios públicos Domiciliarios [SSPD]. (s.f.). *Funciones*. Recuperado de <http://www.superservicios.gov.co/Institucional/Nuestra-Entidad/Funciones>
- Superintendencia Financiera de Colombia [SFC]. (2016). *Sistema financiero colombiano en cifras - julio de 2016*. Recuperado de <https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=10081702>
- Toda Colombia. (s.f.). *Fronteras de Colombia: Límites y tratados*. Recuperado de <http://www.todacolombia.com/geografia-colombia/fronteras-de-colombia.html>
- Toda Colombia. (s.f.-b). *Etnias de Colombia*. Recuperado de <http://www.todacolombia.com/etnias/etniasdecolombia.html>
- Unidad de Planeación Minero Energética [UPME]. (2013). *Quiénes somos*. Recuperado de <http://www1.upme.gov.co/quienes-somos>

- Unidad de Planeación Minero Energética [UPME]. (2015a). *Plan energético nacional Colombia: Ideario energético 2050*. Bogotá, Colombia: Autor.
- Unidad de Planeación Minero Energética [UPME]. (2015b). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia (Convenio ATN/FM-12825-CO)*. Bogotá, Colombia: Autor.
- Unidad de Planeación Minero Energética [UPME]. (2015c). *Plan de expansión de referencia: Generación – Transmisión 2015-2029*. Bogotá, Colombia: Autor.
- Unidad de Planeación Minero Energética [UPME]. (2016a). *Sobre nosotros*. Recuperado de <http://www1.upme.gov.co/sgic/?q=pagina/sobre-nosotros>
- Unidad de Planeación Minero Energética [UPME]. (2016b). *Smart Grids Colombia: Visión 2030 – Parte IV*. Bogotá, Colombia: Autor.
- Vélez, L. G. (2015). *El precio de la electricidad en Colombia y comparación con referentes internacionales 2012-2015*. Medellín, Colombia: Asociación Nacional de Empresas Generadoras.
- XM Compañía Expertos en Mercados [XM]. (2016a). *Descripción del sistema eléctrico colombiano*. Recuperado de <http://www.xm.com.co/Pages/DescripciondelSistemaElectricoColombiano.aspx>
- XM Compañía Expertos en Mercados [XM]. (2016b). *Informe de operación del SIN y administración del mercado 2015*. Medellín, Colombia: Autor.
- XM Compañía Expertos en Mercados [XM]. (2016c). *Qué hacemos: Información corporativa*. Recuperado de <http://www.xm.com.co/Pages/QuienesSomos.aspx>
- XM Compañía Expertos en Mercados [XM]. (2016d). *Indicadores energéticos*. Recuperado de <http://www.xm.com.co/Pages/Home.aspx>