



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



**CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS,
ADMINISTRATIVAS Y SOCIALES**

**VIGILANCIA TECNOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DE
SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EÓLICA.**

TESIS

Que para obtener el grado de:

MAESTRÍA EN POLÍTICA Y GESTIÓN DEL CAMBIO TECNOLÓGICO

PRESENTA:

Cinthyá Cristina Balderas Rivas

DIRECTORA:

Dra. María del Pilar Longar Blanco

Ciudad de México, Septiembre de 2018.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 10:00 horas del día 8 del mes de agosto del 2018 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIECAS para examinar la tesis titulada:
VIGILANCIA TECNOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EÓLICA

Presentada por el alumno:

Balderas Rivas Cinthyia Cristina
Apellido paterno Apellido materno Nombre(s)

Con registro:

B	1	6	1	0	6	6
---	---	---	---	---	---	---

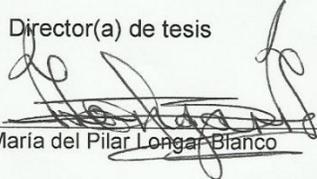
aspirante de:

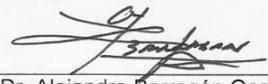
Maestría en Política y Gestión del Cambio Tecnológico

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

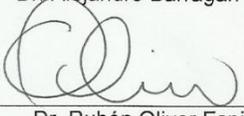
LA COMISIÓN REVISORA

Director(a) de tesis


Dra. María del Pilar Longar Blanco

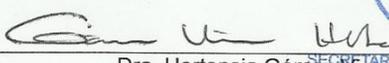

Dr. Alejandro Barragán Ocaña

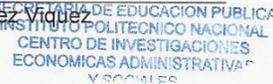

Dr. Rolando Valdeemi Jiménez Domínguez


Dr. Rubén Oliver Espinoza


Mtra. María Elisa Gómez Rodríguez

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES


Dra. Hortensia Gómez Viquez





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, el día 21 del mes de junio del año 2018, la que suscribe CINTHYA CRISTINA BALDERAS RIVAS alumna del Programa de Maestría en Política y Gestión del Cambio Tecnológico, con número de registro B161066, adscrito(a) al **Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales**, manifiesto(a) que es el (la) autor(a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dra. María del Pilar Longar Blanco y cede los derechos del trabajo titulado VIGILANCIA TECNOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EÓLICA, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del (de la) autor(a) y/o director(es) del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a las siguientes direcciones cbalderas_ipn@live.com.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Cinthya Cristina Balderas Rivas

*A una palomita,
Esto es una prueba de que eres capaz de
hacer todo lo que te propongas,
jamás dudes de ti.*

Agradecimientos.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo otorgado para la realización de esta tesis a través de la beca de posgrado recibida.

Al Instituto Politécnico Nacional, por permitirme formar parte de esta gran comunidad desde mi formación en la media superior y hoy me ve realizada como Maestra en Política y Gestión del Cambio tecnológico, es un honor pertenecer a esta gran casa de estudios.

Al Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, quien fue un segundo hogar para mí durante estos dos años, brindándome las herramientas y el apoyo necesario para alcanzar esta meta.

A todos los profesores que me impartieron clase, ya que con su conocimiento y experiencia contribuyeron en mi crecimiento no solo profesional sino también como persona.

A los miembros de mi comité, al Dr. Alejandro Barragán, Dr. Rolando Jiménez y al Dr. Rubén Oliver, por sus valiosos comentarios y orientación para la realización de esta tesis, contribuyendo a enriquecerla con críticas constructivas y a la Dra. María del Pilar Longar, por ser mi directora de tesis.

A mis compañeras Anaid, Caro, Gioco, Marlene, Mary, Pau, Viry, por haberme acompañado en esta importante etapa y haber formado una gran amistad, el equipo que formamos permitió sacar lo mejor de cada una y juntas llegar a uno más de nuestros propósitos.

A Gabriel Castelán, por alentarme a seguir este sueño que hoy vemos hecho realidad, por ayudarme en mis momentos de estrés, por guiarme en los instantes de duda, por impulsarme a dar lo mejor de mí, por ser mi mejor amigo, estaré siempre agradecida por el gran apoyo que me has brindado.

A mi familia, pero en especial a Patricia Rivas, quien no solo es mi mamá es mi mejor amiga y mi compañera en cada nuevo proyecto que emprendo, siempre alentándome a ser mejor y a confiar en mí, gracias mami porque nunca me has cortado las alas y siempre has estado ahí, no importa que tan difícil sea el reto, sé que tu estarás conmigo siempre.

Contenido

Índice de figuras.....	IX
Índice de tablas.....	X
Índice de gráficas.....	XI
Glosario.....	XII
Acrónimos.....	XIII
Resumen.....	XIV
Abstract.....	XV
Introducción.....	1
Capítulo I Marco Teórico.....	7
I.1 Vigilancia Tecnológica.....	7
I.1.1 Diferencia entre vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.....	9
I.1.2 Ejes de la vigilancia tecnológica.....	12
I.1.3 Modelos de vigilancia tecnológica.....	15
I.1.4 Instrumentos para la vigilancia tecnológica.....	17
I.2 Medición del nivel de inventiva para el entorno tecnológico.....	18
I.3 Medición de la comunicación científica.....	20
I.4 La gestión tecnológica y su relación con la vigilancia.....	22
I.5 La vigilancia tecnológica y la innovación.....	25
I.5.1 Innovación.....	25
I.5.2 Innovación tecnológica.....	26
I.5.3 Eco-innovación y Eco-eficiencia.....	27
I.5.4 Relación entre vigilancia tecnológica e innovación.....	28
Capítulo II Objeto de estudio: energía eólica y su almacenamiento.....	30
II.1 Fuentes renovables de energía.....	30
II.1.1 Estado Global de las fuentes renovables de energía.....	33
II.1.2 México en el desarrollo de fuentes renovables de energía.....	35
II.2 Energía eólica.....	37
II.2.1 Conversión del viento en energía.....	39
II.2.2 Generación eléctrica por medio del aerogenerador.....	41

II.3 Ecotecnologías: Antecedentes y conceptualización.....	42
II.4 Almacenamiento de energía generada por fuentes renovables.	46
Capítulo III Marco Metodológico.....	49
III.1 Modelo para la Vigilancia Tecnológica.....	49
III.2 Descripción breve del objeto de estudio.	51
III.3 Herramientas e instrumentos para la revisión del entorno tecnológico.	51
III.3.1 Criterios de búsqueda de patentes.....	52
III.3.2 Indicadores de patentes.....	53
III.3.3 Análisis de Patentes.....	55
III.4 Herramientas e instrumentos para la revisión del entorno científico.	55
III.4.1 Descripción de los criterios de búsqueda.	55
III.4.2 Indicadores bibliométricos.....	56
III.4.3 Análisis de artículos científicos.	57
III.5 Herramientas e instrumentos para la revisión del entorno económico.	58
III.5.1 Clasificación de la actividad económica.	58
III.5.2 Clasificación de la actividad arancelaria.....	59
III.5.3 Indicadores económicos.	60
III.6 Herramientas e instrumentos para la revisión del entorno regulatorio.....	61
III.7 Herramientas e instrumentos para la revisión del entorno comercial.	62
Capítulo IV Análisis y Hallazgos de la Vigilancia Tecnológica.....	64
IV.1 Entorno tecnológico: Hallazgos del panorama mundial.	64
IV.1.1 Dinámica de Patentamiento.....	64
IV.1.2 Promedio de patentes por año.....	65
IV.1.3 Fase de acceso público.....	66
IV.1.4 Patentes por país.	66
IV.1.5 Identificación de los solicitantes.....	67
IV.1.6 Identificación de los inventores.....	69
IV.1.7 Calidad de la tecnología.	70
IV.1.8 Clasificación Cooperativa de Patentes (CPC).....	71
IV.1.9 Análisis de Patentes.	72
IV.2 Entorno Científico: Hallazgos del panorama mundial.	76
IV.2.1 Dinámica de publicación de artículos científicos.	76
IV.2.2 Países con mayor número de publicaciones.....	77
IV.2.3 Organizaciones con mayor número de publicaciones.	78
IV.2.4 Fuentes con mayor número de artículos.....	79

IV.2.5 Autores con mayor número de artículos.	80
IV.2.6 Promedio de citas de los artículos publicados por las diez principales organizaciones.....	81
IV.2.7 Análisis de Artículos Científicos.	82
IV.3 Entorno Económico: Hallazgos del panorama en México.....	85
IV.3.1 Producción y Consumo total de energía en México.	85
IV.3.2 Capacidad instalada para generación de energía eléctrica por tipo de planta, eólica.	86
IV.3.3 Producción de energía primaria, energía eólica.	86
IV.3.4 Oferta interna bruta de energía primaria, energía eólica.	87
IV.3.5 Clasificación de empresas del mismo sector económico.	88
IV.3.6 Información de importaciones y exportaciones.	89
IV.4 Entorno Regulatorio: Hallazgos del panorama en México.	91
IV.4.1 Leyes Mexicanas relacionadas con fuentes renovables de energía.....	91
IV.4.2 Programas nacionales que promueven el desarrollo sustentable.	94
IV.4.3 Políticas que fomentan el uso de fuentes renovables de energía e incentivan la I+D+i en tema de sustentabilidad energética.	96
IV.4.4 Normatividad.	100
IV.5 Entorno Comercial: Hallazgos en México.	101
IV.5.1 Organizaciones Mexicanas orientadas a la I+D+i con el almacenamiento de energía limpia.	101
IV.5.2 Organizaciones Internacionales orientadas a la I+D+i en el almacenamiento de energía limpia, con presencia en México.	102
IV.5.3 Investigaciones o proyectos destacados en sistemas de almacenamiento de energía limpia internacionales.	103
IV.5.4 Parques eólicos en México.	104
IV.5.5 Empresas privadas mexicanas relacionadas con energía eólica.	105
Resultados.....	107
Conclusiones.	111
Recomendaciones.....	114
Líneas de investigación a futuro.....	115
Bibliografía.....	116
Páginas web consultadas.	122
Anexo I. Metodología de Redes Semánticas.....	127

Índice de figuras.

Figura 1. Áreas relevantes para el análisis de información.	13
Figura 2. Proceso de Vigilancia.....	15
Figura 3. Diferencia entre cienciometría y bibliometría.....	21
Figura 4. Modelo de innovación tecnológica.	23
Figura 5. Generación eléctrica en un aerogenerador.	41
Figura 6. Transición tecnológica por Moser (1996)	44
Figura 7. Proceso de vigilancia tecnológica para la realización del estudio.....	50
Figura 8. Cadena de valor de la tecnología de estudio.	62
Figura 9. Red de patentes 2000-2017 “Almacenamiento de energía eólica”.	72
Figura 10. Red de palabras de artículos científicos 2000-2017 “Almacenamiento de energía eólica”.....	83
Figura 11. Red de densidad de palabras de artículos científicos 2000-2017 “Almacenamiento de energía eólica”.....	84
Figura 12. Parques Eólicos en México.....	104

Índice de tablas.

Tabla 1. Vigilancia vs Inteligencia	10
Tabla 2. Modelos de vigilancia tecnológica.	16
Tabla 3. Instrumentos propuestos para la vigilancia tecnológica.....	17
Tabla 4. Bases de datos para la vigilancia tecnológica.	18
Tabla 5. Países líderes en capacidad energética instalada en 2016.	34
Tabla 6. Países líderes en la generación total de electricidad al 2016.	34
Tabla 7. Capacidad energética global.....	35
Tabla 8. Ventajas de la energía eólica.	37
Tabla 9. Desventajas de la energía eólica.	38
Tabla 10. Clasificación de los aerogeneradores.....	40
Tabla 11. Tipología de la conversión de energía eólica en electricidad.....	42
Tabla 12. Principales CPC patentes 2000-2017 “Almacenamiento de energía eólica”.....	71
Tabla 13. Ocurrencia de palabras de patentes 2000-2017 de “Almacenamiento de energía eólica”.....	73
Tabla 14. Líneas de investigación de patentes por año.	74
Tabla 15. Promedio de citas de artículos publicados de las diez principales organizaciones.....	81
Tabla 16. Importaciones y exportaciones.....	90
Tabla 17. Leyes Mexicanas relacionadas con fuentes renovables de energía.	91
Tabla 18. Programas nacionales que promueven el desarrollo sustentable.	94
Tabla 19. Relación del sector energético con el PECiTI.....	96
Tabla 20. Políticas de fomento al uso de fuentes renovables de energía y a la I+D+i.	97
Tabla 21. Empresas privadas mexicanas relacionadas con energía eólica.....	105
Tabla 22. Oportunidades y amenazas en la innovación de almacenamiento de energía eólica en México.	107

Índice de gráficas.

Gráfica 1. Fuentes renovables de energía acorde a la demanda final global, 2014.....	31
Gráfica 2. Patentes por año 2000-2017 "Almacenamiento de energía eólica".....	65
Gráfica 3. Patentes por país 2000-2017 "Almacenamiento de energía eólica".....	66
Gráfica 4. Patentes por solicitante 2000-2017 "Almacenamiento de energía eólica".....	67
Gráfica 5. Organizaciones que patentan en "Almacenamiento de energía eólica".	68
Gráfica 6. Inventores en"Almacenamiento de energía eólica".....	69
Gráfica 7. Calidad 2000-2017 "Almacenamiento de energía eólica".	70
Gráfica 8. Dinámica de publicación de artículos científicos 2000-2017 "Almacenamiento de energía eólica".....	76
Gráfica 9. Países con mayor número de publicaciones 2000-2017.....	77
"Almacenamiento de energía eólica".....	77
Gráfica 10. Organizaciones con mayor número de publicaciones 2000-2017	
"Almacenamiento de energía eólica".....	78
Gráfica 11. Fuentes con mayor número de artículos 2000-2017	79
"Almacenamiento de energía eólica".....	79
Gráfica 12. Autores con mayor número de artículos 2000-2017.....	80
"Almacenamiento de energía eólica".....	80
Gráfica 13. Calidad de los artículos publicados por las principales instituciones	
"Almacenamiento de energía eólica".....	82
Gráfica 14. Producción y consumo total de energía, México 1994-2014.....	85
Gráfica 15. Capacidad instalada en energía eólica, México 1994-2014.	86
Gráfica 16. Producción de energía eólica, México 1994-2014.	87
Gráfica 17. Oferta interna bruta de energía eólica, México 1994-2016.....	87
Gráfica 18. Clasificación de empresa por sector económico.	88
Gráfica 19. Clasificación de empresa por ubicación geográfica.	89
Gráfica 20. Importaciones por país.	90

Glosario

Biocapacidad	Capacidad de un área específica biológicamente productiva de generar un abastecimiento regular de recursos y de absorber resultantes de su consumo (GreenFacts, 2018).
Energía	Capacidad que tienen los cuerpos para producir trabajo, manifestándose en forma gravitatoria, cinética, química eléctrica, magnética, nuclear, entre otras, posibilitando su transformación entre sí, respetando el principio de conservación de energía (Schallenberg, <i>et. al.</i> , 2008).
Capacidad Instalada	Relación entre volumen de la producción obtenida en el periodo de referencia y el volumen o cantidad de producción que potencialmente podría generarse dentro de un periodo determinado y acorde a factores como infraestructura, equipo, procedimientos que utilizan en la unidad económica (INEGI, 2007).
Gases de efecto invernadero.	Componentes gaseosos de la atmósfera, pueden ser naturales o antropogénicos, los cuales absorben y remiten radiación infrarroja en el planeta, en un nivel que no se generen interferencias peligrosas en el sistema climático (INECC, 2007).
Huella ecológica	Es un indicador del impacto ambiental de la sociedad al medio ambiente, determina cuánto espacio terrestre o marino es necesario para producir los recursos y viene que se consumen (SEMARNAT, 2017).
Inercia	Propiedad de los cuerpos de mantener su estado de reposo o movimiento si no es por la acción de una fuerza (RAE, 2018).
Megavatios	Unidad de potencia, equivale a un millón de vatios, su símbolo: MW (RAE, 2018).
Orografía	Parte de la geografía física que trata de la descripción de las montañas (RAE, 2018).
Patente	Documento que otorga el derecho exclusivo de explotación sobre una invención, facultando al titular en la toma de decisiones de ceder el derecho de uso a terceros, a cambio de que la información técnica de dicha invención quede disponible para el público en general fortaleciendo el conocimiento (OMPI, 2018).
Reservorio geotérmico.	Zona bajo la superficie, por lo general entre 500 y 4000 metros de profundidad, donde existen rocas a alta temperatura y alta permeabilidad saturada en fluidos (Energía Andina, 2017).
Petajoule.	Unidad de medida equivalente a 10^{15} joules (INEGI, 2006).
Tecnología	Conjunto de conocimientos, máquinas, herramientas, métodos y relaciones económicas y sociales del medio orientados a la satisfacción de necesidades a través de la producción de productos, servicios o procesos (Solleiro & Castañón, 2008).

Acrónimos

AMDEE	Asociación Mexicana de Energía Eólica
BANOBRAS	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos.
BIE	Banco de Información Económica.
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
CRE	Comisión Reguladora de Energía
DENUE	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.
DOF	Diario Oficial de la Federación.
FER	Fuente de Energía Renovable.
I+D+i	Investigación y Desarrollo e Innovación.
IES	Institutos de Educación Superior
IMNC	Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
IRENA	International Renewable Energy Agency.
NAFIN	Nacional Financiera.
PECiTI	Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación.
PND	Plan Nacional de Desarrollo.
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
SCIAN	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte.
SE	Secretaría de Economía.
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
SENER	Secretaría de Energía.
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
SIAVI	Sistema de Información Arancelaria Vía Internet.

Resumen.

La forma en la que un país desarrolla y consume energía genera un impacto directo en el medio ambiente; por lo cual existe la responsabilidad de evaluar y reestructurar las fuentes de energía utilizadas, en México se han observado cambios en el modelo energético, impulsando el uso de fuentes renovables; sin embargo, éste tipo de fuentes tienen la dificultad de obtener energía de forma continua, además de la necesidad de ser transportada a regiones en las que su capacidad de instalación de la tecnología es limitada.

Por lo anterior, se detecta la oportunidad de innovar en sistemas de almacenamiento de energía limpia en México, ubicando el estudio en fuentes eólicas por el gran potencial en el país, por lo que el objetivo del estudio es, dar a conocer el panorama tecnológico, científico, económico, comercial y regulatorio del almacenamiento de energía eólica a través de un estudio de vigilancia tecnológica, que contribuya con la disminución de incertidumbre para que centros de investigación o industria inviertan en esta tecnología en México.

El estudio de vigilancia se basó en la revisión de información obtenida de diversas fuentes a partir de cinco entornos: 1) Tecnológico: búsqueda y análisis de patentes relacionados con la tecnología; 2) Científico: análisis bibliométrico; 3) Económico: análisis de indicadores económicos de México; 4) Regulatorio: revisión de programas, normas, políticas y leyes mexicanas que intervienen en la tecnología; y 5) Comercial: búsqueda de organizaciones competidoras y situación del mercado mexicano.

Como resultado del estudio, se encontró que la tecnología es principalmente incorporada a diferentes sistemas, pero el tipo de almacenamiento se basa en los ya existentes, detectándose la oportunidad de crear algo realmente nuevo; por otra parte, se observó que la tendencia de demanda energética va en incremento cada año, generando mayor participación en el uso de fuentes renovables, por lo que las regulaciones en México deberán ser adaptadas a un nuevo sistema energético.

Palabras clave: almacenamiento de energía eólica, vigilancia tecnológica, tecnologías, energía limpia, innovación.

Abstract.

The way in which a country develops and consumes energy generates a direct impact on the environment; therefore, there is a responsibility to evaluate and restructure the energy sources used, changes in the energy model have been observed in Mexico, promoting the use of renewable sources; However, this type of source has the difficulty of obtaining energy continuously, in addition to the need to be transported to regions where its ability to install technology is limited.

Due to the above, the opportunity to innovate in clean energy storage systems in Mexico is detected, placing the study in wind sources for the great potential in the country, so the objective of the study is to publicize the technological landscape, scientific, economic, commercial and regulatory storage of wind energy through a technological surveillance study, which contributes to the reduction of uncertainty for research centers or industry to invest in this technology in Mexico.

The surveillance study was based on the review of information obtained from various sources from five environments: 1) Technological: search and analysis of patents related to technology; 2) Scientist: bibliometric analysis; 3) Economic: analysis of economic indicators of Mexico; 4) Regulatory: review of programs, norms, policies and Mexican laws that intervene in the technology; and 5) Commercial: search for competing organizations and situation of the Mexican market.

As a result of the study, it was found that the technology is mainly incorporated into different systems, but the type of storage is based on the existing ones, detecting the opportunity to create something really new; On the other hand, it was observed that the trend of energy demand is increasing every year, generating greater participation in the use of renewable sources, so that regulations in Mexico should be adapted to a new energy system.

Keywords: wind energy storage, technological surveillance, technologies, clean energy, innovation.

Introducción

En la actualidad el tema de la sustentabilidad es de gran relevancia para la sociedad, debido a la preocupación por el incremento de residuos sólidos, la emisión de contaminantes atmosféricos y la escasez de los recursos; en México puede conocerse el impacto ambiental de acuerdo al indicador de la huella ecológica que presenta Global Footprint Network, la cual considera el consumo humano en la biosfera y el suministro de tierra productiva para satisfacer la demanda, observándose que a partir de 1975 existe una superación del 130% de la huella ecológica con respecto a la biocapacidad (Global Footprint Network, 2016).

Cifras que son preocupantes y que no solo se ven reflejadas en México sino en todo el mundo, por lo que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático creó el Protocolo de Kioto con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2014), dicho protocolo entró en vigor en 2005, ratificándose un segundo periodo de vigencia que abarca de 2013 a 2020, donde México acordó la reducción del 5% de sus emisiones como firmante en 1997 ratificando en el año 2000 (SEMARNAT, 2017).

Debido a lo anterior, se entiende que existe una necesidad de generar acciones que contribuyan con la disminución del impacto al medio ambiente, lo cual puede lograrse a partir del desarrollo o adopción de ecotecnologías, ya que estas hacen referencia a cualquier dispositivo, método o proceso que genere un equilibrio entre el ambiente y el beneficio social y económico, estas pueden ser clasificadas de acuerdo con cinco ejes de necesidad que son: agua, alimentación, vivienda, manejo de residuos y energía, siendo éste último eje en el que se centrará el estudio (Moreno, Cerutti, & Gutiérrez, 2014).

Los autores Manzini, Islas & Martínez (2001), indican que la forma en la que un país desarrolla y consume energía genera un impacto directo en el medio ambiente, por lo que cada entidad tiene la responsabilidad de evaluar y reestructurar las fuentes de energía utilizadas; en México puede observarse que el sector energético ha adquirido modificaciones en el marco legal, como lo es la Reforma Energética implementada en 2013, la cual tiene como objetivo el paso del modelo de energías fósiles a uno de energías limpias, de acuerdo a lo publicado en el Diario Oficial de la Federación DOF (20-12-2013).

El cambio del modelo a energía limpia posibilita la generación de un mercado energético más amigable con el medio ambiente, impulsando el uso de fuentes renovables de energía que contribuyan con la disminución de emisión de gases de efecto invernadero, además, se pretende reducir riesgos generados por la actividad de exploración y extracción de petróleo y que la sociedad mexicana se favorezca con el abastecimiento de energía a precios más accesibles, así como atraer inversión al sector energético impulsando de esta manera el desarrollo económico del país (SEGOB, 2013).

Sin embargo, comparado con otros países México aún se encuentra en crecimiento en el sector de energía limpia, de acuerdo con AIE Atlas Energy (2016), los principales países que producen mayor energía a través de fuentes renovables son: China, India, Estados Unidos, Brasil y Nigeria, los cuales del 100% de producción de energía total, en promedio el 40% es energía renovable, mientras que en México es menos del 10%, por lo que existe una necesidad de integrar mayores fuentes renovables de energía, lo que contribuiría a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

De acuerdo con la International Renewable Energy Agency (2015) en el trabajo de Renewable Energy Prospects: México, indica que el país cuenta con los recursos necesarios para generar energía renovable diversa y amplia, por lo cual prevé que para el 2030 el 46% de la energía total provenga de fuentes renovables, esto debido a que el país cuenta con la capacidad de generar energía proveniente de fuentes eólicas, solares, hidroeléctricas, geotérmica y de biomasa, las cuales de acuerdo con el estudio son utilizadas para electricidad, calor y biocombustibles.

Sin embargo, la participación de cada una de estas fuentes de energía varía entre una y otra, acorde con *Frankfurt School – United Nations Environment Programme (FS-UNEP) Collaborating Centre for Climate & Sustainable Energy Finance* (2016), la inversión global en energía renovable por sector en 2015 ha tenido un crecimiento de 12% para la solar, 4% para la eólica, por otro lado, se ha observado una reducción de inversión para la biomasa en un 29%, para pequeños proyectos de hidroeléctrica 42%, en biocombustibles 35%, en geotérmica 23% y en marina 42%, observándose una diferencia significativa entre cada una de las fuentes renovables de energía .

Por su parte Ryttoft (2015), considera que la falta de inversión en fuentes renovables de energía se debe principalmente a dos factores: 1) la rentabilidad, la cual hace referencia a la atracción de capital, ofreciendo una propuesta económica atractiva a los inversores en el cual se considera precio, costo y vida útil, así como las implicaciones de fallos e imprevistos; y 2) la integración de la energía renovable en la red eléctrica, la cual hace referencia a la importancia de que la energía generada pueda utilizarse de forma intermitente e incluso ser transportada a otras regiones, en las que su capacidad es limitada como para la instalación de la tecnología.

Las fuentes renovables de energía tienen una desventaja notoria y es que la generación de energía no es de forma constante, por lo que Barton & Infield (2004), afirman que el almacenamiento agrega valor a estas tecnologías, permitiendo cargarlo o descargarlo acorde a las necesidades de la localidad, actualmente existen tecnologías que permiten almacenar energía, ya sea electromagnéticamente, electroquímicamente, cinéticamente o como energía potencial, sin embargo, estas tecnologías son consideradas costosas por los requisitos de operación y mantenimiento (Teleke, Baran, Huang, Bhattacharya, & Anderson, 2009); debido a esto se considera que la I+D+i en éste sector debe ser enfocada en mejorar la forma de almacenar energía que proviene de fuentes renovables.

Por lo tanto, con base en la información descrita previamente se detecta que la problemática se centra en la falta de innovación en tecnologías de almacenamiento de energía generada por fuentes renovables y que sea rentable para su inversión, por lo que se considera relevante investigar sobre aquellos sistemas, equipos o procesos que satisfagan esta necesidad. En México, el potencial de generación eléctrica por fuentes renovables es: Eólica 19,805GWh, Solar 16,351GWh, Hidráulica 4,796GWh, Geotérmica 2,355GWh y Biomasa 2,396GWh, acorde con el Inventario Nacional de Energías Renovables (2016), observándose que la eólica es la fuente predominante en el país, por lo que es en ésta en la que se centrará el estudio.

Además, el Gobierno Mexicano, a través de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, publicado en el DOF en 2016, destaca la importancia de promover el almacenamiento de energía, considerándose como tecnología facilitadora de la integración de energías renovables, reconociendo además el crecimiento de las fuentes eólicas, por lo que parte de sus actividades incluye el fortalecimiento y desarrollo de capacidades en sistemas de almacenamiento de energía (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, 2016).

Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál es el panorama que persigue la inversión en tecnologías de almacenamiento de energía eólica en México?, por lo que la aportación de este estudio es dar a conocer los factores tecnológicos, científicos, económicos, comerciales y regulatorios en el que se encuentra el almacenamiento de energía eólica, con la finalidad de que centros de investigación o empresas privadas (interesadas en éste tema) acorde a sus capacidades centren sus esfuerzos en el desarrollo o adopción de este tipo de tecnología.

Con base en lo anterior, se establece el objetivo general del estudio, seguido de tres objetivos específicos:

Objetivo general.

Dar a conocer el panorama tecnológico, científico, económico, comercial y regulatorio del almacenamiento de energía eólica a través de un estudio de vigilancia tecnológica, que contribuya con la disminución de incertidumbre para que centros de investigación o industria inviertan en esta tecnología en México.

Objetivos específicos.

1. Identificar las tecnologías existentes del almacenamiento de energía eólica por medio de la búsqueda de patentes mundiales, para conocer las tendencias tecnológicas.
2. Determinar las condiciones mundiales de las investigaciones científicas en las que se encuentra el almacenamiento de energía eólica por medio de la bibliometría, para analizar la actividad científica.
3. Obtener información sobre aspectos económicos, normativos y comerciales, por medio de indicadores para establecer el entorno de la tecnología de almacenamiento de energía eólica en México.

El presente estudio analiza la situación actual de la ecotecnología del almacenamiento de energía eólica, los cambios realizados en la tecnología y las líneas de investigación desarrolladas a través de la vigilancia tecnológica, con la finalidad de ofrecer información para la toma de decisiones en el desarrollo de innovación en energía limpia que permita la inversión financiera y tecnológica, además por la naturaleza del estudio, la información resultante puede ser utilizada y aprovechada por empresas privadas o centros de investigación que deseen desarrollar, adoptar o investigar sobre este tipo de tecnologías.

La metodología consiste en el establecimiento de indicadores aplicables a los entornos: tecnológico, científico, económico, regulatorio y comercial, tomando a México por ser el país de estudio en donde se desea desarrollar la tecnología principalmente, y a los países líderes donde se desarrolla la tecnología del almacenamiento de energía eólica; el periodo a considerar es de 2000 al 2017, de acuerdo con IRENA (2016) en el estudio *Renewables in Latin American and the Caribbean*, que considera el año 2000 como el año en el que las fuentes renovables de energía comenzaron a tener un aumento significativo en su uso para la generación de electricidad.

Con base en lo anterior se define que el presente trabajo de investigación acorde a los objetivos planteados, será de tipo cuantitativo y cualitativo, ya que pretende explicar las líneas de investigación más relevantes referentes al almacenamiento de energía eólica, a partir de la información obtenida de los indicadores revisados y de los datos encontrados en los diferentes entornos revisados, de acuerdo al periodo en el que se efectúa el estudio será de tipo transversal, ya que sólo se realizará una vez en un periodo de tiempo específico el cual se describió previamente (Münch & Ángeles, 2007).

El estudio se divide en cuatro capítulos; el primero se refiere al marco teórico, en donde a partir de conceptos teóricos se sustenta la metodología utilizada en la realización de este estudio, el cual corresponde al uso de la herramientas de la vigilancia tecnológica, donde se observan sus características y las diferentes definiciones propuestas por diversos actores, así como los modelos que proponen, se explica la diferencia entre vigilancia e inteligencia competitiva ya que se llegan a usar como términos similares, se mencionan los instrumentos de medición y el papel que ejerce en la innovación y gestión tecnológica.

El segundo capítulo, hace referencia al objeto de estudio, en este se presenta el panorama mundial de las fuentes renovables de energía haciendo especial hincapié en los recursos eólicos, se describe de manera técnica el funcionamiento de los aerogeneradores y el proceso de obtención de energía desde la captación del viento hasta la generación de electricidad, además, se presenta el término de ecotecnologías y sus ventajas en la contribución a la transición sustentable, para posteriormente exponer la tecnología de almacenamiento de energía, su definición y la descripción de los tipos de almacenamiento más utilizados acorde a la literatura.

El tercer capítulo, se refiere a la metodología utilizada en la revisión y análisis de cada entorno de la vigilancia tecnológica considerado para el estudio, se presenta el proceso de la Norma NMX-GT-004-IMNC-2012 Directrices para la implementación de un proceso de vigilancia tecnológica y se describen los criterios en los que se basó la búsqueda de patentes y artículos científicos, así como los indicadores utilizados para el análisis de la información, también se presentan las clasificaciones económicas y la estrategia del desarrollo de la cadena de valor y marco regulatorio relacionado con la tecnología.

El cuarto capítulo, expone los hallazgos del panorama mundial y de México acorde a los criterios ya establecidos, presentados en forma de tablas, figuras y gráficas, que permitan visualizar la información obtenida de manera sintetizada, esto para cada uno de los entornos que se considera en la vigilancia del presente estudio: tecnológico, científico, económico, regulatorio y comercial, exponiendo el análisis realizado por cada uno de los indicadores revisados, la información es obtenida de manera formal e informal.

Finalmente, se exponen los resultados utilizando una tabla en la que se exponen las oportunidades y amenazas detectadas de cada entorno analizado, además, se enlistan las principales tecnologías de almacenamiento de energía en donde se han centrado los mayores esfuerzos de inversión a nivel mundial acorde a los hallazgos identificados en el estudio de vigilancia; por último, se presentan las conclusiones a las que se llegaron con la realización del presente estudio y las recomendaciones para la industria o centros de investigación interesados en utilizar esta información.

Capítulo I Marco Teórico.

El presente capítulo tiene la finalidad de describir a la herramienta de la vigilancia tecnológica, así como mostrar sus características, lo cual ayudará a clarificar el beneficio del uso de ésta herramienta en el fomento de la innovación, por otro lado, se mostrarán los diferentes modelos que postulan diferentes autores para realizar dicho estudio, los cuales darán pauta para la metodología a seguir para realizar la vigilancia tecnológica enfocada en el almacenamiento de energía eólica.

Además, se expone el concepto de innovación, innovación tecnológica y la eco-innovación, esto con base en la revisión de diversos autores, y la relación que existe con la herramienta de vigilancia tecnológica, lo cual será un primer acercamiento para entender la importancia de conocer el panorama de la tecnología de almacenamiento de energía eólica y como contribuye a la innovación, por parte de la industria, los centros de investigación o los institutos de educación superior.

I.1 Vigilancia Tecnológica.

La indagación de información, la revisión y análisis del entorno de una organización o dicho en otras palabras la actividad de vigilancia, se ha practicado por mucho más tiempo atrás que cuando se introdujo el concepto; sin embargo, la forma de obtener información ha variado con el paso del tiempo, esto debido al incremento de avances científicos, fuentes de información y aplicaciones tecnológicas, lo cual representa un reto para obtener información objetiva y así poder generar estrategias que aporten una ventaja competitiva, pero todo se resume en los mismo, obtener información que contribuya con la reducción de incertidumbre (Palop & Vicente, 1999).

El concepto de vigilancia tecnológica se ha definido por diversos autores, para Palop & Vicente (1999) describen a la vigilancia como un *esfuerzo sistemático y organizado por la empresa de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma por poder implicar una oportunidad u amenaza*, esta definición es planteada en un contexto general no específicamente en el área tecnológica, de lo cual se interpreta que es la captación de información del macro ambiente que pueda afectar a la empresa, con la finalidad de tomar decisiones de manera oportuna.

Compartiendo la idea con Jakobiak (1992), quien define a la vigilancia tecnológica como *la observación y el análisis del entorno científico, tecnológico y de los impactos económicos presentes y futuros, para identificar las amenazas y las oportunidades de desarrollo*, quien en ese mismo año postuló una definición diferente donde indica que *es la observación y el análisis del entorno seguidos por la difusión bien especificada de las informaciones seleccionadas y analizadas, útiles para la toma de decisiones estratégicas* (Dou & Jakobiak, 1992, citado por Escorsa & Maspons, 2001, p.15-16).

Un enfoque diferente lo da Lesca (1994), quien afirma que *incluye los esfuerzos que la empresa dedica, los medios que se dota y las disposiciones que toma con el objetivo de conocer todas las evoluciones y novedades que se producen en los dominios de las técnicas que le conciernen actualmente o son susceptibles de afectar en el futuro*, mientras que para Martinet & Marti (1995) indican que la vigilancia tecnológica *permite a la empresa determinar los sectores de donde vendrán las mayores innovaciones tanto para los procesos como para los productos que tienen incidencia en la empresa* (citados por Escorsa & Maspons, 2001, p. 15).

En tanto que para Rouach (1996) es *el arte de descubrir, recolectar, tratar, almacenar informaciones y señales pertinentes, débiles y fuertes, que permitirán orientar el futuro de los ataques de la competencia transfiriendo conocimientos del exterior al interior de la empresa*, también Werener & Degoul (1994) plantean a la vigilancia tecnológica, como *el medio de hacer emerger los elementos estratégicos para la empresa de entre la masa de información disponibles* (citados por Escorsa & Maspons, 2001, p. 15).

Analizando las definiciones propuestas por los autores descritos previamente, se llega a la conclusión de que la vigilancia tecnológica consiste en la recolección de datos de acuerdo a lo observado en el entorno exterior y analiza la información presente para poder prospectar a futuro con la finalidad de identificar amenazas u oportunidades que contribuyan con el desarrollo de estrategias que generen ventajas competitivas, además de que la información obtenida contribuye a la organización a disminuir el nivel de incertidumbre para la toma de decisiones por parte de la dirección.

I.1.1 Diferencia entre vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.

Dentro de la definición de vigilancia Escorsa & Maspons (2001), enfatizan que en los últimos años, este término ha sido utilizado de tal forma que empieza a reemplazar a la inteligencia, esto podría deberse a la similitud de abordaje en las definiciones propuestas por diversos autores y la interpretación que cada persona le da a estos términos llegando a hacer uso de ellos como iguales, ya que se debe recordar que dentro de la teoría no hay una definición plenamente aceptada como única, por lo cual se realizó la revisión de las propuestas de algunos autores para la inteligencia tecnológica y competitiva.

Revisando la afirmación de Ashton & Klavans (1997), quienes definen a la inteligencia tecnológica como *la búsqueda, detección, análisis y comunicación a los directivos de la empresa de informaciones orientadas a la toma de decisiones sobre oportunidades, amenazas, tendencias o desarrollos exteriores en el ámbito de la ciencia y la tecnología que puedan afectar la situación competitiva de la empresa*, mientras que para Heiser (1994) consiste en *el seguimiento o exploración y análisis estratégico del progreso de la ciencia y la tecnología... apoya a las organizaciones en la gestión de la tecnología* (citado por Escorsa & Maspons, 2001, p. 21).

Por su parte Castellanos (2007), plantea que la inteligencia tecnológica “es el proceso de búsqueda, manejo y análisis de la información, que al transformarla en conocimiento permite la adecuada gestión de los recursos para el diseño, producción, mejoramiento y comercialización de productos, operación, procesos y equipos...para la toma de decisiones en el momento apropiado”; el uso de términos como inteligencia tecnológica e inteligencia competitiva, llega a un punto de usarse casi indistintamente, interpretándose que el uso de ambos términos depende del enfoque que se le quiera dar al estudio, mientras se persiguen el objetivo de obtener información relevante.

Lo anterior, tomando en cuenta la afirmación de Kokubo (1992), quien dice que la inteligencia competitiva orientada a la I+D *consiste en el acopio de información técnica, distribución de la información adquirida a las personas correctas y trabajo analítico para el proceso de decisión* (citado por Escorsa & Maspons, 2001, p. 21); mientras que Palop & Martínez (2012), utilizan ambos términos para referirse a la construcción de fragmentos compuestos por datos que permitan entender una realidad y poder trazar caminos probables que permitan tomar decisiones y planes de acción.

En cuanto a lo postulado por Gibbons & Prescott (1996) definen a la inteligencia competitiva como un *proceso en que se obtiene, se analiza, interpreta y finalmente se divulga determinada información, adquiriendo un valor estratégico sobre los competidores y sobre la industria en general, dicha información se lleva en el momento oportuno hasta los entes responsables de la toma de decisiones* (citado por Ramírez & Alzate, 2012, p. 244), por otro lado Esnal (2009), enfatiza que la inteligencia de mercado se basa en la obtención de información de manera legal para resolver una necesidad, esto aplicado de igual manera a la inteligencia competitiva y tecnológica.

Debido a la similitud entre vigilancia e inteligencia se consideraron algunos autores que plantean la diferencia entre ambos términos, por lo que se presenta una comparación de las características que enfatizan estos autores entre ambos conceptos, mostrados en la tabla 1.

Tabla 1. Vigilancia vs Inteligencia

Autor	Vigilancia	Inteligencia
Martinet Marti (1995)	Seguimiento pasivo del entorno.	Carácter activo.
Baumard & Dedijer (1991)	Observación.	Práctica ofensiva y defensiva.
Morote, Serrano & Nuchera (2002)	Obtención de información.	Análisis de la evaluación de resultados.
Ramírez, Rúa & Alzate, (2012)	Gestión y análisis a fondo de la información para la toma de decisiones.	Análisis de la información para la detección de amenazas y oportunidades.

Fuente: Elaboración propia.

Las aportaciones de la inteligencia y la vigilancia tecnológica son similares, acorde con Escorsa & Maspons (2001) la inteligencia persigue los siguientes objetivos:

- Proporciona conocimiento relevante para el área tecnológica.
- Identifica y evalúa las nuevas tecnologías desarrolladas en el exterior de la empresa.
- Detecta oportunidades de introducción de tecnología.
- Contribuye con el desarrollo de una cultura tecnológica.
- Anticipa la tendencia tecnológica para la generación de estrategias.

Por otro lado, las contribuciones de la vigilancia, acorde con Palop & Vicente (1999) son:

- Identificar amenazas hacia el mercado donde se encuentra posicionada la empresa, las cuales pueden provenir de diversos sectores.
- Contribuye en la decisión estratégica de la I+D.
- Permite conocer la viabilidad de un proyecto.
- Detecta oportunidades ya sean para desarrollo, adopción, inversión o comercialización.
- Identifica las posibles alianzas o socios para el desarrollo de proyectos.
- Describe características normativas arancelarias para la comercialización internacional adecuada.

Con base en lo anterior se puede concluir que la diferencia entre ambos términos, radica en que la vigilancia tiene como propósito la recolección de datos de todos los entornos de fuentes relevantes para el propósito que a la empresa convenga, mientras que la inteligencia es el análisis e interpretación de los resultados obtenidos a partir de la vigilancia, esto con la finalidad de generar estrategias que incrementen la competitividad de la empresa, por lo que se puede interpretar que ambas realizan actividades complementarias.

Por lo tanto, para efectos de este estudio se va a tomar el enfoque de la vigilancia tecnológica planteado por Palop & Vicente (1999), que destacan la captación y análisis de la información a partir de la revisión del entorno económico, tecnológico, social y comercial, ya que permitirá observar de manera global el estado en el que se encuentra la tecnología del almacenamiento de energía eólica y detectar en donde convendría centrar la innovación con base en diferentes factores que afectan la novedad y la rentabilidad.

I.1.2 Ejes de la vigilancia tecnológica.

En el momento en que se empieza la recolección de datos es posible perder el orden, debido a la idea de querer acaparar toda la información que se pueda encontrar, sin embargo el resultado puede no ser útil para poder realizar un análisis o tomar decisiones oportunas, es por eso que Escorsa & Maspons (2001) expresan, que el paso para iniciar la vigilancia es conocer el área en el que la empresa se encuentra interesada, esto con la finalidad de dar dirección y sentido a la captación de información, lo cual para efectos del presente estudio se tiene definida la tecnología en la que se va a enfocar.

A partir de la aportación de Porter (1997) con la propuesta de los cinco factores de la competencia para la determinación de la rentabilidad de la industria, los cuales se conforman de: participantes potenciales, competidores de la industria, sustitutos, proveedores y compradores, diversos autores determinaron los factores que intervienen para realizar la vigilancia tecnológica, como Palop & Vicente (1999) quienes concuerdan con Escorsa & Maspons (2001) y Reverol, Sánchez-Morles, & Caira-Tovar (2014) afirmando que la información debe organizarse en cuatro ejes:

1) Entorno: Acorde con Martinet & Ribault (1989), éste eje se centra en la información obtenida a partir de las leyes y normas que rigen en la actualidad y en el área local y global si es que llegasen a afectar directamente, también considera el factor arancelario, el medio ambiente, la cultura, política y la sociedad misma. Por otra parte, Palop y Vicente (1999), consideran a la ciencias sociales, política, medio ambiente y reglamentación, afirmando que son los factores externos los que pueden contribuir o limitar el futuro de una tecnología, aunque para López et al. (2007), éste eje involucra la información asociada con empresas, socios y la observación relevante en el objeto de estudio.

2) Tecnológico: Para Martinet & Ribault (1989), se enfoca en los avances técnicos y científicos, a partir de la investigación básica y aplicada en productos, procesos o servicios, considera el análisis de los materiales, la cadena de transformación, la tecnología misma y los sistemas de información, para Palop y Vicente (1999) afirman que el eje analiza la disponibilidad de las tecnologías y advierten de nuevas que pueden ser utilizadas, considerando la búsqueda de patentes, proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, esto mismo lo plantea López et al. (2007) resumiendo que es la observación y de seguimiento de las patentes, la literatura y los desarrollos que resultan de las universidades.

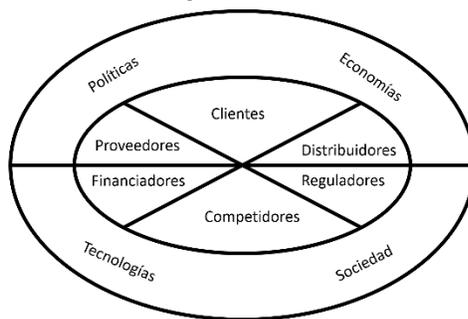
3) Competitiva. Que para López et al. (2007) describe que la información que se persigue es de los competidores actuales y potenciales, por otro lado, para Martinet & Ribault (1989), proponen que este eje debe analizar las inversiones, los productos, canales de distribución, tiempo de respuesta, perfil de clientes, la organización, capacidad financiera, cadena de valor, la situación actual de la empresa, así como sus ventajas competitivas. Mientras que para Palop & Vicente (1999) se trata del análisis de competidores actuales y potenciales a través de políticas de inversión, técnicas de venta y distribución, los cuales pueden representar una oportunidad o amenaza para la tecnología o el proceso desarrollado.

4) Comercial: Acorde con López et al. (2007) y Martinet & Ribault (1989), éste eje se determina por la obtención de información acerca de los clientes, las necesidades y solvencia del mercado, así como proveedores, estrategia para la introducción de nuevos productos y la mano de obra, por otro lado para Palop y Vicente (1999) este eje analiza los datos sobre productos y mercado en función de clientes y de proveedores, esto a través de estudios de mercado, análisis de las necesidades y solvencia económica de los clientes y nuevas ofertas en productos por parte de los proveedores.

Por otro lado, Álvarez (1999) indica que el análisis de la información se divide en dos niveles (esto representado en la figura 1):

1. Se observa al ambiente de forma general, es decir que se centra en aquellos factores en el que la empresa no tiene una interacción constante, analizando variables de tipo cultural, tecnológica, educativa, política, legal, recursos naturales, demográficos, económicos y sociológicos.
2. Se realiza de forma específica, se observan todos aquellos factores con el que la empresa establece una relación constante, analizando a los competidores, factores sociopolíticos, tecnológicos, productos sustitutos, clientes y proveedores.

Figura 1. Áreas relevantes para el análisis de información.



Fuente: Solleiro & Castañón (2008).

Como se observa, el factor tecnológico aparece en ambos niveles, sin embargo, existe una diferencia; con un enfoque general, la tecnología se centra en la obtención de información sobre el nivel científico y de conocimiento en el que se encuentra la sociedad; mientras que de forma específica se refiere a los avances del sector mismo, identificando puntualmente productos o servicios que afecten a la empresa.

Con otro enfoque de la clasificación de la obtención de la información a través de la vigilancia, Cartier (1999) propone que debe ser orientado bajo tres aspectos, el tecnológico, el económico, que incluye los aspectos comerciales del entorno y los competidores; y el estratégico que aborda los aspectos del mercado, internacionalización e inversiones y Durand, Farhi & De Brabant (1997) añaden el factor financiero (citado por Escorsa & Maspons, 2001, p.14), mientras que Bullen & Rockart (1981), consideran la importancia de la observación de los “factores críticos de éxito”, los cuales se refieren a aquellas actividades de las cuales depende la empresa para el cumplimiento de sus objetivos.

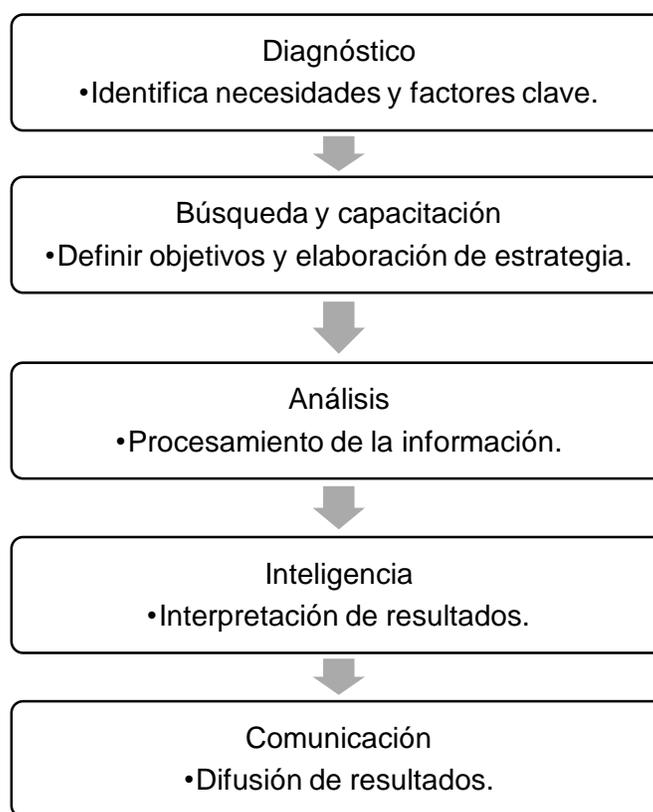
Una falla en estos factores podría provocar un retroceso en el crecimiento de la misma, por lo cual para su detección se plantea la realización de entrevistas, las cuales consideran tres áreas importantes para el desarrollo de las mismas, de manera que se obtenga la información necesaria: 1) Objetivos de la entrevista, 2) Preparación previa a la entrevista y 3) Procedimiento de entrevista, con la finalidad de mejorar (Bullen & Rockart, 1981), esto con la finalidad de profundizar más en los temas con la opinión de expertos, que contribuyan en la asimilación de la información y su correcta interpretación.

Con base en lo anterior se interpreta que, para tener una mejor organización en la búsqueda y obtención de resultados de la información, es necesario direccionar la búsqueda de acuerdo a las necesidades de la organización y abordar los diferentes ejes que contribuyen con el cumplimiento de los objetivos, generando una estructura de los datos, que permita una fácil visualización y análisis de los resultados. Los factores que influyen en esta búsqueda son de carácter directo e indirecto, pero siempre abordando todo el panorama, permitiendo tener datos relevantes para el desarrollo, adopción o comercialización de una tecnología, la estructura de la presentación de la información dependerá del autor.

I.1.3 Modelos de vigilancia tecnológica.

Para poder obtener información oportuna, eficiente y relevante para las organizaciones, diversos autores han planteado modelos de vigilancia tecnológica, la metodología que proponen permite adaptarse a diversos proyectos de vigilancia, de acuerdo con la Cámara de Comercio de Bogotá (2007), indica la existencia de un consenso de las etapas del proceso de vigilancia denominado “ciclo de vida tecnológica”, la cual se conforma de cinco etapas como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Proceso de Vigilancia.



Fuente: Elaboración propia con base en la Cámara de Comercio de Bogotá, 2007.

Aunque no exista como tal una metodología plenamente aceptada para hacer vigilancia tecnológica, las cinco etapas previamente descritas, han servido como base para diversos autores sobre el planteamiento de un modelo de la herramienta de vigilancia, por lo que a continuación se presenta en la tabla 2, las principales propuestas de diversos investigadores que definen las etapas para la realización de un estudio de vigilancia y aunque cada etapa se detalla de una manera diferente mantienen cierta similitud.

Tabla 2. Modelos de vigilancia tecnológica.

Autor	Etapas
<p>Patricio Morcillo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definición de problema y objetivos. 2. Identificación de fuentes de información. 3. Búsqueda de información/ Selección de buscadores. 4. Análisis de información capturada/ selección de personal experto. 5. Validación de información seleccionada. 6. Informe de inteligencia competitiva. 7. Organización de los flujos internos de información- difusión. 8. Toma de decisión. 9. Retroalimentación.
<p>Oscar Fernando Castellanos</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necesidad de información. 2. Definir y entender la situación o el problema. 3. Identificar el tipo y la fuente de información. 4. Búsqueda y capacitación de información. 5. Análisis de la información. 6. Difusión de la información. 7. Convalidación y ajustes. 8. Procesos de decisión. 9. Estrategias y ejecución de decisiones.
<p>Ashton y Klavans</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de necesidades, planeación de actividades. 2. Recolección de fuentes de información. 3. Análisis de datos. 4. Entrega de información, evaluación y uso de resultados.
<p>Vargas y Castellanos</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planeación de actividades, fuentes y métodos. 2. Preparación de la búsqueda/ búsqueda en bases de datos. 3. Depuración y validación de registros/ procesamiento de registros/ análisis e interpretación de los resultados. 4. Diseño de estrategias/ impacto.

Fuente: Elaboración propia con base en Fuentes, Prada, Vargas & Caicedo (2012).

Con respecto a las metodologías propuestas por los diferentes autores se interpreta que de forma general, la primera etapa de la vigilancia es la determinación de los objetivos, orientando hacia donde se va a centrar la búsqueda de información; posteriormente se plantean las fuentes de búsqueda y se procede a la recolección de datos, para después ser analizados y convertirlos en información oportuna y eficiente; para que finalmente llegue a ser presentada con los agentes encargados de la toma de decisiones.

I.1.4 Instrumentos para la vigilancia tecnológica.

Para la realización de la vigilancia tecnología y cumplir con la información requerida acorde a los planteamientos anteriores, se han abierto diversas herramientas y plataformas tecnológicas, que contribuyen con la obtención de datos de forma legítima y objetiva, las cuales deben ser seleccionadas acorde a los criterios y metodologías previamente establecidos por la organización, esto con la finalidad de tomar las mejores decisiones (Observatorio virtual de transferencia tecnológica, 2017). A continuación, se presentan algunas de estas herramientas en la tabla 3.

Tabla 3. Instrumentos propuestos para la vigilancia tecnológica.

Rubro	Plataformas	Descripción
Alertas	Google Alerts.	Servicio que permite mantener información actualizada sobre un tema en específico.
Buscadores	<ul style="list-style-type: none"> • INTELLIGO, explorador del espacio académico. • GOPUBMED, especializado en biomédica. • BUSCALAW, especializado en el área de derecho, América Latina. • RECOLECTA, especializado en ciencia abierta, producción científica en abierto. • CREATIVE COMMONS SEARCH, especializado en recursos digitales con licencia creative commons. • SCIENCE ACCELERATOR, especializado en colecciones y recursos del Departamento de Energía de los EE. UU. 	Aporta información de una fuente, área de investigación o tipo de información de forma específica.
Metabuscadore	OBSERVA, metabuscador en ciencia y tecnología producida en Iberoamérica.	A partir de una sola búsqueda, se obtienen resultados de diferentes buscadores, ofreciendo un panorama general de un tema específico.
Marketplace	<ul style="list-style-type: none"> • Innocentive • Innoversia 	Acceso a ofertas y demandas tecnológicas, y búsqueda de socios.

Fuente: Elaboración propia con base en Observatorio virtual de transferencia tecnológica, 2017.

Además, existen diversas bases de datos que ofrecen información tanto específica como generalizada, las cuales son seleccionadas acorde a los criterios estratégicos establecidos, en la etapa del planteamiento de fuentes, se enlistan las que se consideran más comunes.

Tabla 4. Bases de datos para la vigilancia tecnológica.

Patentes	Revistas y artículos científicos	Tesis y memorias de investigación.
<ul style="list-style-type: none"> • ESP@CENTE. • LATIPAT. • PATENT SCOPE. • INVENES. • USPTO. • JPO. • PATENT INSPIRATION. 	<ul style="list-style-type: none"> • ISI Web of Knowledge. • REDALYC, Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. • SCIELO, red iberoamericana de colecciones de revistas científicas en texto completo y con acceso abierto, libre y gratuito. • Web of Science. • Scopus. 	<ul style="list-style-type: none"> • Portal de tesis latinoamericanas. • TESEO, tesis doctorales leídas en las universidades españolas. • Tesis en Red, tesis doctorales de treinta universidades españolas a texto completo. • DART-Europe, acceso global a las tesis doctorales europeas. • OPENTHESIS. • OATD, open access theses and dissertations.

Fuente: Elaboración propia con base en Observatorio virtual de transferencia tecnológica, 2017.

Como se observa en la tabla 3 y 4, existen diversas herramientas que permiten realizar de manera eficaz el estudio de vigilancia tecnológica; sin embargo, es importante puntualizar que no existe una forma correcta de realizar éste tipo de estudios y de la misma manera los instrumentos o bases de datos idóneos serán los seleccionados de acuerdo al criterio del investigador, para el cual, se consideran sus capacidades de acceso y profundidad del estudio acorde a la tecnología y el objetivo que se persigue.

I.2 Medición del nivel de inventiva para el entorno tecnológico.

Uno de los indicadores utilizados a nivel global para la medición del nivel tecnológico, es por medio de patentes, entendiéndose como un documento que otorga el derecho exclusivo de explotación sobre una invención, facultando al titular en la toma de decisiones de ceder el derecho de uso a terceros, a cambio de que la información técnica de dicha invención quede disponible para el público en general fortaleciendo el conocimiento (OMPI, 2018).

La patente es otorgada por el mismo Estado en donde se haya realizado la solicitud, en el caso de México el trámite es procesado por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, el cual otorga dicho derecho exclusivo a aquellas invenciones creadas por el ser humano que satisfagan una necesidad en específico, estas invenciones deben cumplir con ciertos criterios: 1) nuevo, 2) resultado de una actividad inventiva y 3) con aplicación industrial, esto acorde a la Ley de la Propiedad Industrial (2018).

Acorde con la OMPI (2018), las razones para patentar las invenciones son las siguientes:

- Derecho exclusivo de explotación comercial en un periodo de 20 años.
- Al ser el único en poder utilizarla de manera comercial reduce la competencia.
- Contribuye en el crecimiento de las ventas y utilidades de la organización.
- Existe la oportunidad de cederla a terceros y decidir los términos y condiciones de dicha cesión.
- Genera una imagen de alta capacidad tecnológica.

En el documento de patente, se encuentra información sobre los inventores, los solicitantes ya sean organizaciones o inventores independientes, país de donde proviene, fecha de solicitud y de otorgamiento y lo más importante la ficha técnica de lo que específicamente se está protegiendo; dicha información resulta relevante para las organizaciones que esta inmersas en el desarrollo tecnológico, ya que la información que arroja la búsqueda de patentes relacionadas con la tecnología contribuye en los siguientes aspectos (Méndez & Neiser, 2017):

- Aprovechar el conocimiento existente para la mejora o desarrollo de algo nuevo.
- Lograr identificar el diferenciador de las tecnologías ya desarrolladas con la que se desea crear.
- En caso de ya existir una tecnología similar a la que se desea desarrollar, impedir el desgaste de recursos y capacidades.
- Evitar la generación de infracciones a los derechos de propiedad intelectual de terceros.
- Permite conocer productos competidores tanto nacionales como internacionales, e incluso posibles colaboradores.

Por lo tanto, para la vigilancia tecnológica resulta ser información de alto valor, ya que se puede conocer el desarrollo tecnológico con los criterios suficientes para reconocerlo como novedoso, además de que proporciona datos sobre competencia, nuevos nichos de mercado, identifica actores de colaboración; sin embargo, hay que recordar que no todo es patentable, por lo que los datos obtenidos no son totales, por lo que la investigación del entorno comercial y científico contribuye con el complemento de dicha información.

I.3 Medición de la comunicación científica.

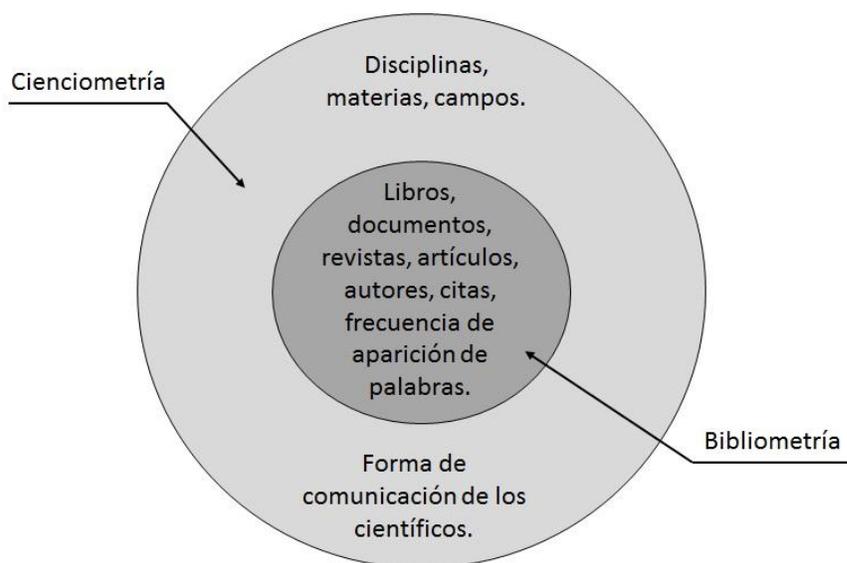
Se puede considerar que la ciencia es un sistema que produce información, la cual es observada en forma de publicaciones, es decir, cualquier información que se encuentre registrada y disponible para su uso, éstas publicaciones son generadas a partir de información previa y posteriormente formulan resultados (Spinak, 1998), sin embargo, a lo largo del tiempo se ha recolectado más información y generado un gran número de publicaciones, empezando a generar importancia el poder medirlos.

Existen disciplinas métricas como lo son la bibliometría y la cienciometría, cuyo propósito es ser un apoyo para describir y analizar las propiedades y características de la producción científica y tecnológica, lo cual contribuye a la toma de decisiones sobre la orientación de una investigación o desarrollo tecnológico (Urbizagastegui, 2016). En la actualidad se encuentran diferencias conceptuales de ambos términos e incluso existe la práctica de ser utilizados como sinónimos, por lo que se describen algunas definiciones.

Para Callon, Courtial & Penan (1993), la cienciometría comprende un conjunto de trabajos orientados a cuantificar la investigación científica y tecnológica y generar un análisis de la ciencia, vista como una disciplina o una actividad económica, permitiendo generar comparaciones entre políticas de investigación realizadas en diferentes países y sus resultados bajo factores económicos y sociales; de la misma manera para Macias-Chapula, Sotolongo-Aguilar, Magde & Solorio-Lagunas (1999), quienes la consideran como un estudio de variables cuantitativas relacionadas con la ciencia vista desde dos puntos, como disciplina y como actividad económica.

Por su parte Pritchard (1969), considerado el primero en definir a la bibliometría como una aplicación de métodos tanto estadísticos como matemáticos orientados a la definición de procesos de la comunicación escrita y al desarrollo de disciplinas científicas a partir de técnicas de recuento y análisis; compartiendo esta idea Quoniam, Hassanaly, Baldit, Rostaing & Dou (1993), consideran a la bibliometría como una herramienta de medición, la cual se basa en aplicar métodos de estadística y matemáticas, con la finalidad de facilitar la comparación y la comprensión de amplios datos de referencias bibliográficas.

Figura 3. Diferencia entre cienciometría y bibliometría.



Fuente: Elaboración propia con base en McGrath (1989).

Para Tague-Sutcliff (1992), describe a la cienciometría como el estudio de factores cuantitativos que provienen de la producción, diseminación y uso de la información publicada; para lo cual se desarrollan modelos matemáticos y diversas métricas para estos procesos, dicha información es utilizada para desarrollar pronósticos o simplemente tomar decisiones; por su parte McGrath (1989), diferencia a la cienciometría y a la bibliometría acorde al objeto de estudio, donde el primero se enfoca a disciplinas, materias y campos, mientras que el segundo es orientado al análisis de libros, documentos, revistas, artículos, autores y usuarios, como se muestra en la figura 3.

I.4 La gestión tecnológica y su relación con la vigilancia.

Acorde con la Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica (1999), la gestión tecnológica “incluye todas aquellas actividades que capacitan a una organización para hacer el mejor uso posible de la ciencia y la tecnología generada de forma externa como interna...conduce hacia una mejora de sus capacidades de innovación” (p. 26), por otro lado, National Research Council (1987) indica que “la gestión tecnológica vincula las disciplinas de la ingeniería, la ciencia y la administración para planear, desarrollar e implementar capacidades tecnológicas para trazar y ejecutar las metas estratégicas y operacionales de una organización” (citado por Fuentes, Prada, Vargas & Caicedo, 2011, p. 46).

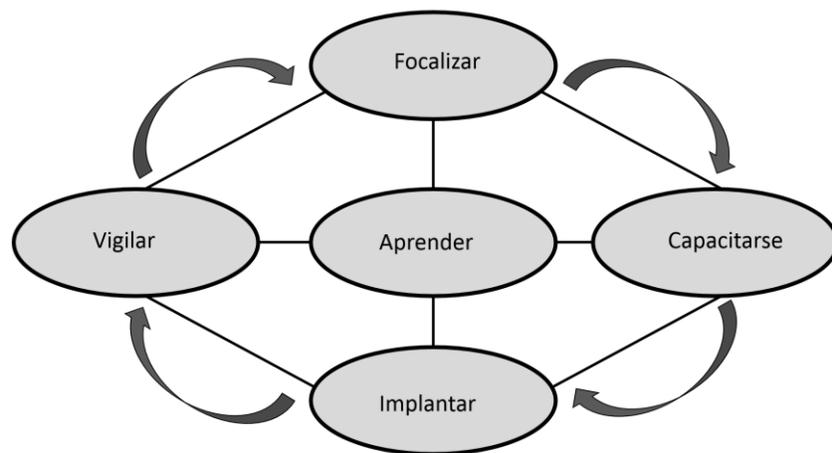
Con base en las definiciones anteriores se interpreta que la gestión tecnológica se basa en hacer uso de la ingeniería, la ciencia y la tecnología, con la finalidad de incrementar las capacidades tecnológicas y de innovación de una organización para el cumplimiento de sus objetivos. Como tal, la gestión de la tecnología, acorde con Solleiro & Castañón (2008), genera un impacto directo a las áreas de mayor relevancia de una empresa o centro de investigación, para lo cual describe las funciones principales de la gestión tecnológica:

- Inventariar. Identifica la disponibilidad internacional de la tecnología y el patrimonio tecnológico de la organización.
- Vigilar. Desarrollo de sistemas para la obtención de información, alerta sobre tecnologías nuevas y de los competidores, tiene la capacidad de prospectar la tecnología e identificar su influencia en la organización.
- Evaluar. Realización de estudios sobre alianzas, estrategias, competitividad y potencial de la organización enfocadas al área tecnológica.
- Enriquecer. Desarrollo de estrategias, las cuales pueden enfocarse en la adquisición de equipo o tecnología, de I+D o generación cooperativa de proyectos.
- Asimilar. Adaptación del patrimonio tecnológico en forma tal que se utilicen de forma óptima y eficiente para el cumplimiento de los objetivos de la organización.
- Proteger. Generación de políticas para hacer uso de las figuras de propiedad intelectual.

Por otro lado, Fundación COTEC (1999), plantea un modelo referente al proceso de innovación, basado en los siguientes elementos:

- Vigilar el entorno a partir de las necesidades de la empresa para la identificación de oportunidades.
- Focalizar la atención en estrategias o problemas específicos.
- Capacitar a través de recursos para lograr el cumplimiento de la innovación.
- Implementar la propuesta para lograr la innovación.
- Aprender con base en la experiencia obtenida tanto de casos de éxito como de fracaso.

Figura 4. Modelo de innovación tecnológica.



Fuente. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica (1999).

Dentro de la gestión tecnológica la vigilancia tecnológica toma un papel importante debido a la relación que mantiene con la innovación y la estrategia empresarial (Morin, 1985, citado por Palop & Vicente, 1999, p. 116), y las estrategias tienen como finalidad superar a los líderes del sector, acorde con Porter (2015); en otras palabras, la información contribuye a la reducción de la incertidumbre para la formulación de estrategias más certeras y tomar mejores decisiones a partir de conocer el panorama completo y los datos que permitan hacer una prospectiva.

Por otra parte, en la Norma NMX-GT-003-IMNC-2008, de Sistemas de Gestión de la Tecnología- Requisitos, del Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC), toma en cuenta a la vigilancia como parte del modelo de Gestión de la Tecnología, indicando diferentes actividades que las organizaciones pueden realizarse para poder cumplir con el requisito de la norma:

- Evaluación de productos, procesos y servicios, donde consideran a los competidores y las organizaciones líderes en la tecnología o el sector.
- Identificación de mercados, ya sean actuales o futuros.
- Detección de necesidades, oportunidades de mejora y expectativas para el desarrollo de nuevos productos de las organizaciones.
- Evaluación y seguimiento de comportamiento del mercado, esto es ya que el mercado tiene variaciones constantes y deben identificar de manera oportuna el cambio en las necesidades.
- Análisis de tendencias tecnológica, esto en la búsqueda de patentes permite conocer las nuevas tecnologías que pueden contribuir con los objetivos de la organización, ya sea para adoptar o desarrollar.

La formulación de la estrategia tecnológica para la vigilancia tecnológica funge un papel colaborativo con el departamento de I+D, en el que contribuye no solo con información externa, sino que también aporta información interna identificando tecnologías, políticas y alianzas que implique un valor para la toma de decisiones que conlleven a una ventaja competitiva (Richard Klavans, 1993, citado por Palop & Vicente, 1999, p. 116).

Tomando en cuenta las definiciones previas se interpreta que la vigilancia es uno de los pilares de la gestión tecnológica, esto debido a la generación de información que contribuye con la toma de decisiones de manera óptima, lo que a su vez propicia el desarrollo o adquisición de una tecnología y da una pauta para la generación de estrategias que impliquen un crecimiento en el área tecnológica y de innovación para la organización.

I.5 La vigilancia tecnológica y la innovación.

Para la generación de acciones que contribuyan a la sustentabilidad, es importante considerar el uso de equipo, tecnologías o procesos ya sean nuevos o mejorados, es decir, que sean innovadores, utilizados con la finalidad de cumplir con los objetivos de la organización relacionados con el cuidado del medio ambiente y el crecimiento de la organización. A lo largo del tiempo, el término de innovación ha sido definido por diversos autores, sin tener aún una definición plenamente aceptada, para efectos de éste estudio se exponen los siguientes, por la concordancia que tienen con el estudio.

I.5.1 Innovación

La innovación para Solleiro & Herrera Mendoza (2008) es definida como una “combinación creativa de conocimientos, cuya aplicación debe ser útil, redituable, constructiva o adecuada para solucionar un problema o cubrir una necesidad” (p.18). Por su parte Nelson (1974) define a la innovación como “un cambio que requiere un considerable grado de imaginación... constituye una ruptura relativamente profunda con las formas establecidas de hacer las cosas y con ello crea fundamentalmente nueva capacidad” (citado por Pavón & Hidalgo, 1997,p. 21).

Por otro lado, para Shumpeter (1912), interpreta a la innovación como la explicación a las revoluciones económicas a lo largo de la historia, siendo éste el recurso principal para el crecimiento de la economía del mundo, esta interpretación ha logrado coincidir con Slow (1957), lo cual se relaciona con la afirmación de Porter (2009), de que la competitividad de un país depende de las capacidades de sus industrias para lograr innovar y mejorar sus productos, servicios o procesos, coincidiendo con Morote, Serrano & Nuchera (2002) de que el cambio tecnológico y la innovación se relacionan directamente con la competitividad.

Con base a lo anterior se concluye que la innovación es parte de un proceso creativo, con la finalidad de generar bienes, servicios o procesos útiles; mejorando lo ya existente o cambiándolo por completo, a fin de darle una solución a un problema detectado o una necesidad de la sociedad. En otras palabras, esta creación o mejora puede ser comercializable o ser utilizada para mejorar el proceso de producción o disminuir el tiempo de distribución de bienes o servicios.

Para efectos del estudio, se debe tener en cuenta la referencia de lo que es innovación tecnológica, eco-innovación y eco-eficiencia, ya que de acuerdo a lo anterior se debe considerar acciones innovadoras para la implementación de actividades o proyectos que contribuyan con el beneficio económico, ecológico y social, que es parte de lo que se persigue con el uso de tecnologías de almacenamiento de energía eólica, por lo que presentan las definiciones y características de cada uno.

I.5.2 Innovación tecnológica

El uso de tecnologías, es parte fundamental dentro de los proyectos para la sustentabilidad, ya que su uso correcto y óptimo contribuye a disminuir el uso de recursos naturales y de generación de residuos; sin embargo, se debe determinar las tecnologías nuevas o mejoradas que contribuyan con el cumplimiento de los objetivos planteados, por ello es importante definir a que se refiere la innovación tecnológica, para lo cual fueron revisados los siguientes autores.

De acuerdo con Solleiro & Herrera Mendoza (2008), la innovación tecnológica es considerado como “un proceso que conjuga capacidades técnicas y la demanda del mercado, con la finalidad de generar productos, servicios o procesos, esto pueden ser nuevos o mejorados”, considerando a Pavón & Hidalgo (1997) ésta es clasificada en dos:

- Innovación radical: Se define así a las tecnologías nuevas o combinación de las ya existentes que dieron origen a productos o procesos nuevos.
- Innovación incremental: Se refiere a las mejoras o modificaciones de una tecnología o producto existente, pero mantiene su esencia funcional.

De acuerdo a lo anterior se determina que la innovación tecnológica, hace referencia a los conocimientos de origen técnico que contribuyen a la generación de productos, servicios o procesos, ya sea utilizando los ya existentes y aplicando en ellos mejoras específicas, o creando otros completamente nuevos, por lo que para éste estudio es relevante ya que detectándose las líneas de investigación que persigue la tecnología puede orientar a que la invención sea de tipo incremental o la creación de algo completamente nuevo.

I.5.3 Eco-innovación y Eco-eficiencia.

El concepto de eco-innovación acorde con la Comisión Europea (2014), es entendido como “cualquier forma de innovación que represente un avance importante hacia el objetivo del desarrollo sostenible mediante la reducción de los efectos de modos de producción, el aumento de la resistencia de la naturaleza de las presiones ambientales o un aprovechamiento más eficiente y responsable de los recursos naturales”, hace referencia a la creación de servicios, procesos o productos orientados al desarrollo sustentable, es decir, que cumplan con los criterios de lograr un beneficio ecológico, económico y social.

En la consideración de innovaciones a implementar para el crecimiento de las organizaciones y para efectos de este estudio, todas estas deben ser orientadas a la sustentabilidad, lo que concierne a que el uso de la tecnología que se considere desarrollar, además de cumplir con el objetivo de almacenar energía, debe estar orientada al cuidado del medio ambiente, al beneficio social y al crecimiento económico de la industria, los centros de investigación o la academia misma.

En 1991 fue creado el término eco-eficiencia, con la finalidad de utilizar una palabra que reflejara de forma clara el objetivo de la empresa en el desarrollo sustentable, así fue que WBCSD la definió como un principio que “se alcanza cuando se entregan a un precio competitivo bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas y mejoran la calidad de vida, mediante la reducción progresiva de los impacto ecológicos” (Bermejo, 2005).

Se deduce que la eco-eficiencia hace referencia a la capacidad de realizar adecuadamente la distribución de bienes o servicios a través de soluciones que generen el menor impacto ecológico posible a precios competitivos, éste término es importante dentro del estudio, ya que contempla, no solo la distribución al usuario final, también de los procesos de producción realizados en función de generar un mínimo impacto en el medio ambiente.

La forma de distribución y de procesos de producción, es el área en donde se puede generar mayor contaminante de gases, por lo tanto, es importante considerar las innovaciones a implementar en ésta área a fin de disminuir su emisión tanto de gases, como de residuos sólidos, sin dejar de lado el aprovechamiento de tecnologías para optimizar el proceso de producción con la finalidad de hacer llegar el producto final a los usuarios en un tiempo adecuado, además de poder reducir costos.

I.5.4 Relación entre vigilancia tecnológica e innovación.

En un principio eran considerados el capital y la mano de obra, como únicos factores relacionados con el crecimiento económico, posteriormente con la llegada de la revolución industrial, donde las maquinas comenzaron a reemplazar a la mano de obra se dio lugar a una nueva economía conocida como *the knowledge-based economy* o economía basada en el conocimiento, en donde éste se convertiría en el factor principal, esto debido a la capacidad de generar nuevas formas de trabajo y escenarios económicos basados en ideas innovadoras con la capacidad de transformarlas en tecnologías que contribuyan con la creación o mejora de productos, servicios o procesos (Madrid, 2001).

La innovación se relaciona con el desarrollo tecnológico, convirtiéndose en factores que impulsan la competitividad de la empresa, permitiendo la oferta de bienes o servicios de mayor calidad, la reducción de costos de operación o la apertura de nuevas líneas de mercado o de producción, para lo cual la empresa tiene la opción de desarrollar o adquirir tecnología (García-Ochoa, 2007), para lo cual y acorde a la economía del conocimiento, la organización debe estar actualizada en información (tanto de la misma empresa como de su entorno) para la toma de decisiones, lo que permitirá definir y orientar las estrategias para el cumplimiento de los objetivos de la misma (Filgueiras & Pérez de Corcho, 2010).

Considerando lo anterior se debe plantear que antes de invertir en una tecnología se debe conocer lo que pasa en el exterior y más importante cual sería el impacto de estos aspectos hacia la empresa misma, acorde a lo planteado con Palop & Vicente (1999), es por ello que se propone la realización de una vigilancia tecnológica previa a la generación o adquisición de una tecnología, con la finalidad de disminuir el riesgo de inversión ya que de diez proyectos tecnológicos, cinco llegan a fracasar y solo dos se consideran con una rentabilidad alta y tres de ellos son moderadamente redituables (Escorsa & Maspons, 2001).

A partir de los planteamientos anteriores, se observa que en la vigilancia tecnológica se obtiene información relevante, permitiendo la toma de decisiones, que posteriormente pueden transformarse en proyectos para el desarrollo e implementación de tecnología, en la adquisición de insumos por medio de la transferencia tecnológica, generación de alianzas estratégica o la apertura de nuevos mercados, que contribuyen en el crecimiento de la organización, ya sea una empresa privada, pública o un centro de investigación, con la finalidad de incrementar su competitividad.

Sin embargo es importante enfatizar que la vigilancia no aporta información sobre las capacidades de la empresa, tampoco empata la información encontrada con la de la organización, aunque si la toma en cuenta para el establecimiento de criterios de búsqueda y de obtención de información; es por eso que este estudio se centra en la obtención de información externa, obteniendo un panorama general de la tecnología del almacenamiento de energía eólica, para analizar esta tendencia tecnológica y que organizaciones interesadas en este tema puedan tomar decisiones.

Capítulo II Objeto de Estudio: Energía eólica y su almacenamiento.

El presente capítulo tiene como objetivo describir el objeto de estudio, partiendo desde las fuentes renovables de energía, para tener un panorama completo de sus características y comportamientos, sin embargo, se hace énfasis en la energía eólica por ser el objeto de estudio, para el cual se describen sus características técnicas, impactos y trascendencia, tanto en México como a nivel mundial, esto con la finalidad de entrar en contexto con el tema; además, se conceptualiza a las ecotecnologías para entender su contribución al cuidado del medio ambiente y como vincularlo con el sector energético, para dar paso a la ecotecnología de almacenamiento de energía eólica, donde se tendrá un primer acercamiento de las tecnologías existentes antes de realizar la vigilancia tecnológica y así fortalecer el análisis del presente estudio.

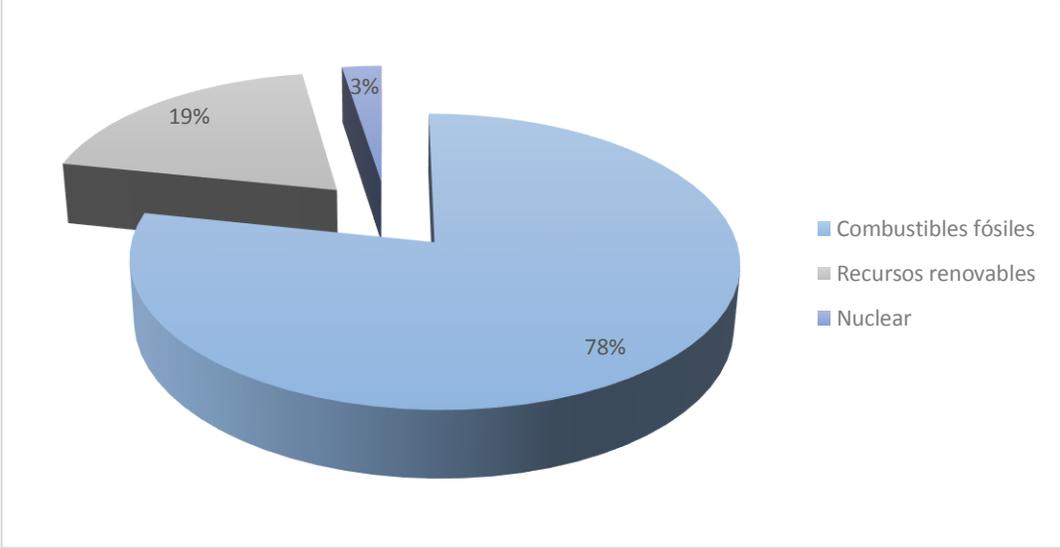
II.1 Fuentes renovables de energía.

De acuerdo con De Juana Sardón (2003) la energía eléctrica se clasifica de acuerdo a su fuente de producción, por lo que a la energía que se obtiene a partir de fuentes que se produzcan en la actualidad y se reponga el consumo se les denomina renovable, y a las que vienen de fuentes que ya no se produzcan y el consumo de este acabe con las reservas, se denomina no renovable; para Alemán-Nava, et al. (2014) la energía es clasificada en tres categorías: 1) Recursos renovables 2) Recursos nucleares y 3) Combustibles fósiles, siendo éste último la fuente de energía dominante por un periodo largo de tiempo, principalmente la que proviene del petróleo, carbón y gas natural.

En 2011 las Fuentes de Energías Renovables (FER) llegaron a suministrar el 19% del total de la demanda de energía global, donde el 9.7% eran provenientes de fuentes como la hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica y biocombustibles, mientras que la biomasa tradicional participó con el suministro de 9.3% y la hidroeléctrica el 3.7% del total global (Network, R. E. P., 2016) indicando una participación significativa a nivel mundial del uso de fuentes renovables para la generación de energía, aunque aún falta fortalecer éste tipo de energías y así mitigar los efectos de gas invernadero.

Se observan los datos de 2014 con un mínimo incremento en el suministro por parte de las FER llegando a suministrar el 19.2% del total de la demanda de energía, siendo el 10.3% provenientes de fuentes como la hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica y biocombustibles, y 8.9% de biomasa tradicional, observándose que ésta última fuente va decayendo en participación y las energías modernas van adquiriendo mayor relevancia, en el caso de la hidroeléctrica se indica una participación de 3.9% del total global demandado; esta información se puede visualizar de manera global en la gráfica 1 (Network, R. E. P., 2016).

Gráfica 1. Fuentes renovables de energía acorde a la demanda final global, 2014.



Fuente: Elaboración propia a partir de Network, R. E. P. (2016).

De acuerdo a los datos anteriores, los combustibles fósiles siguen siendo la fuente de energía predominante a nivel mundial, sin embargo, la participación de los recursos renovables va incrementando, aunque de manera mínima, por lo que de acuerdo a los desarrollos tecnológicos y las políticas propuestas para la reducción de emisión de gases de efecto invernadero, se podría prospectar que este tipo de fuentes renovables desarrollen mayor influencia a nivel global.

Los combustibles fósiles son limitados y actualmente ha existido un incremento en los precios de este combustible, siendo factores que impulsan el uso de fuentes de energía renovable (Alemán-Nava, et al., 2014), además la humanidad ha identificado el potencial de las fuentes renovables de energía, desde tiempos remotos donde el uso del sol era la fuente de energía más preciada o la energía eólica utilizada en los molinos de viento o en los barcos de vela (Delyannis, 2003), donde el uso de combustibles fósiles era desconocido.

Acorde con De Juana Sardón (2003) y Climático, I. S. E. C. (2011) describen las fuentes renovables de energía más relevantes para los países en vías de desarrollo:

- Energía solar. Considerada como la principal fuente de energía de la Tierra, se basa en la radiación del Sol, y tiene la capacidad de generar en diez semanas la energía que puede obtenerse de todas las reservas de combustibles fósiles, puede ser utilizado bajo sistemas pasivos, que no utilizan otra fuente de energía, o sistemas activos, que utilizan otra fuente de energía, la forma en que puede transformarse en energía eléctrica es a través de células fotovoltaicas o sistemas térmicos de concentración.
- Biomasa. Se refiere a la sustancia constitutiva de los seres vivos que almacena energía, como son los alimentos de origen vegetal, animal o la madera, estos son utilizados mediante combustión, calentamiento directo o destilación; hoy en día los residuos orgánicos son utilizados como combustible para la generación de electricidad.
- Energía hidráulica. De acuerdo a las características del agua, puede ser controlado su potencial energético, pasando por un proceso de transformación en energía cinética, posteriormente en mecánica, llegando así a convertirse en eléctrica; actualmente para la producción de electricidad se llega a realizar por medio de presas o la instalación de centrales eléctricas en zonas montañosas.
- Energía oceánica. Ésta se obtiene a partir de la energía potencial, cinética, térmica o química del agua de mar, la cual es transformada en energía eléctrica, para lo cual se llegan a utilizar muros de contención, turbinas submarinas o diversos dispositivos con el objetivo de controlar la energía del oleaje.

- Energía geotérmica. Se refiere a la explotación de la energía térmica proveniente del interior de la Tierra, la cual es extraída por medio de reservorios geotérmicos y una vez entrando a la superficie posibilita fluidos a distintas temperaturas para generar electricidad, es utilizada más comúnmente con fines de calefacción o refrigeración.
- Energía eólica. Hace referencia a la explotación de la energía generada por las masas de aire de distintas densidades, ocasionado por el calentamiento atmosférico, la rotación de la Tierra, la orografía de la superficie y la inercia térmica de los mares; en la actualidad se ve reflejada esta energía con el desarrollo tecnológico de turbinas eólicas utilizadas como fuente de electricidad.

II.1.1 Estado Global de las fuentes renovables de energía.

Una de las principales razones que detonó la importancia del fomento del uso de fuentes renovables de energía a nivel global, fue el alto número de emisiones contaminantes en el planeta y todos los problemas que provienen de esto, por lo que la iniciativa de países desarrollados comienza con el desarrollo de políticas de ahorro y eficiencia energética en el cual promueve el fortalecimiento de la capacidad instalada de las llamadas “energías limpias” y el desarrollo de tecnología que permita su crecimiento (Fernández, 2001).

En la actualidad se están abriendo condiciones favorables para el uso de fuentes renovables para la generación de energía, sin embargo en el análisis de diversos indicadores aún se observa el gran impacto que tiene el aprovechamiento de combustibles fósiles, como lo indica Coviello (2003), quien también argumenta la importancia de contar con buenos marcos políticos e institucionales para fortalecer el aprovechamiento de los mismos y que de ahí proviene la gran deferencia entre países en la capacidad instalada con respecto a estas tecnologías.

Tomando en cuenta lo anterior, se analizó el reporte que ofrece Renewable Energy Policy Network for the 21st Century- REN 21 (2017), en su informe anual de la Situación Mundial de las Energías Renovables (GSR por sus siglas en inglés), el cual ofrece indicadores globales sobre la situación anual en energía renovables, indica los países líderes de acuerdo a su capacidad energética instalada en 2016, lo que permitirá ver, el panorama global de cómo encuentra posicionado el uso de este tipo de fuentes de energía, en la tabla 5 se describen los cinco países líderes correspondientes a cada fuente principal de energía.

Tabla 5. Países líderes en capacidad energética instalada en 2016.

Fuente de energía	1	2	3	4	5
Geotérmica	Indonesia	Turquía	Kenya	México	Japón
Hidráulica	China	Brasil	Ecuador	Etiopía	Vietnam
Solar FV	China	Estados Unidos	Japón	India	Reino Unido
Eólica	China	Estados Unidos	Alemania	India	Brasil
Biodiesel	Estados Unidos	Brasil	Alemania/ Argentina/ Indonesia		

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Network, R. E. P. (2017).

Observándose en la tabla 5 que el país líder de acuerdo a su capacidad instalada en Geotérmica es Indonesia; en Hidráulica, Solar FV, y Eólica es China; mientras que en la producción de biodiesel se encuentra Estados Unidos; sin embargo, se debe resaltar que México ocupa el cuarto lugar en la capacidad instalada de energía geotérmica, interpretándose que es en esas fuentes en donde se está destinando la inversión, aunque no necesariamente en el desarrollo tecnológico o innovación en ésta área.

Por otro lado, en la generación de electricidad total al final del año 2016, acorde al mismo reporte, queda de la siguiente manera (tabla 6):

Tabla 6. Países líderes en la generación total de electricidad al 2016.

Posición	1	2	3	4	5
Electricidad renovable	China	Estados Unidos	Brasil	Alemania	Canadá
Capacidad de energía renovable <i>per cápita</i> (No incluye hidráulica).	Islandia	Dinamarca	Suecia/ Alemania		España/ Finlandia

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Network, R. E. P. (2017).

De acuerdo a la tabla anterior se observa que los países líderes en generación de electricidad por medio de fuentes renovables son China e Islandia, siendo éste último por la capacidad que genera dividida entre el número de habitantes al que beneficia. Por otro lado, se presenta la capacidad energética global, mostrando el periodo 2015 y 2016 (tabla 7), acorde con la Network, R. E. P. (2017).

Tabla 7. Capacidad energética global.

	Unidad	Año	
		2015	2016
Geotérmica	GW	13	13.5
Hidráulica	GW	4,071	1,096
Solar FV	GW	228	303
Bioenergía.	GW	106	112
Eólica	GW	433	487
Inversiones nuevas (anuales) en electricidad y combustibles renovables.	Billones (USD)	312.2	241.6

Fuente: Network, R. E. P. (2017).

De acuerdo a la tabla 7, se observa el crecimiento que han tenido las fuentes energéticas renovables de un año a otro, logrando incluso un incremento de 70.6 billones de dólares al año en inversión; lo anterior muestra la relevancia que de forma global está teniendo el uso de fuentes renovables para el sector energético y la oportunidad que existe también a nivel comercial para la industria, los centros de investigación y el mismo gobierno para lograr el desarrollo sustentable de un país.

Sin embargo, en México la situación ha sido diferente, ya que para 2005 el uso de combustibles de hidrocarburos represento el 88.7% del suministro de energía primaria, lo cual se traduce en un problema, ya que en 2007 se prospecto que las reservas de hidrocarburos serían suficientes para la producción de petróleo para 9.6 años y de gas para 8.9, de lo cual se interpreta que la dependencia en este tipo de fuentes ya no es rentable, por lo que los recursos renovables se convierten en la opción para la generación de un sistema energético sostenible (Alemán-Nava, et al., 2014).

II.1.2 México en el desarrollo de fuentes renovables de energía.

Se considera que México tiene capacidades suficientes para poder optar por fuentes de energía renovable, esto debido a sus condiciones geográficas y climáticas, ya que cuenta con 1, 972, 550 km² de área total, contando con cerca de 150 ríos, los cuales desembocan en el Océano Pacífico, el Golfo de México o el Mar Caribe; y debido a la variedad de tierras bajas y altas, el país cuenta con diferentes zonas climáticas, localizando climas secos, muy secos, cálidos y templados, sin embargo, entre las razones por la cual no se explotan los recursos renovables, se encuentra la baja preocupación en materia ambiental y la percepción de costos más altos que la energía convencional (Huacuz, 2005).

Se considera la falta de valoración en el uso de fuentes renovables de energía, debido a que las políticas se encuentran enfocadas en las reservas de combustibles fósiles; además de la existencia de poca inversión para la exploración en el desarrollo tecnológico de otras energías de baja magnitud, por otro lado, también se requieren de mayores incentivos y financiamiento. Por otra parte, para México la producción de energía contribuye con el 3% del PIB, el 8% de las exportaciones corresponden a la comercialización de petróleo y el 56.5% del total de inversión pública se encuentran destinados al sector energético (Alemán-Nava, et al., 2014).

Por otro lado, para Cancino-Solórzano, Villicaña-Ortiz, Gutiérrez-Trashorras & Xiberta-Bernat (2010), las principales barreras se encuentran en los costos de producción, la falta de capacidad industrial y de personal calificado, provocando que los proyectos referidos a la explotación de fuentes renovables de energía no pasen de la etapa de planeación; además destaca la falta de inversión, e incentivos por parte del gobierno, como otros obstáculos de gran relevancia.

Mientras que Huacuz (2005), destaca la importancia del papel que desempeña el gobierno, ya que debido a la falta de regulaciones e incentivos que impulsen el desarrollo de fuentes renovables de energía, provoca la concentración en fuentes de energía convencional; además de la necesidad que existe en el intercambio cooperativo entre la industria manufacturera y la investigación y desarrollo para transformar la investigación básica en aplicación práctica que genere beneficios a la sociedad.

De acuerdo con Lokey (2009), debido a que los costos para la generación de energía renovable son más altos que los proyectos de energía convencional y la falta de incentivos, dificulta la incursión de empresas privadas en el desarrollo de energía renovable, destacando que la empresa debe contar con permiso tanto para la generación como de arrendamiento de tierra o agua para su implementación, lo que retrasa el proceso ya que existen pocos títulos de propiedad para demostrar la legalidad de los bienes.

Considerando lo anterior se interpreta que México tiene potencial para generar energía a través de recursos renovables, sin embargo, diversos autores han planteado las barreras que contribuyen a que este potencial no haya sido explotado, concordando en la falta de políticas que impulsen la inversión en este sector y la carencia de incentivos para cambiar el modelo energético en el que vive el país hoy en día, además se podría considerar el desarrollo o adopción de tecnologías cuya rentabilidad hagan más atractiva su inversión.

II.2 Energía eólica.

Como se expuso anteriormente la sociedad ha requerido de un bienestar sustentable, donde el sector energético tiene una participación importante, hoy en día se tienen presentes diversas tecnologías que permiten generar energía a partir de fuentes renovables de energía y una de las más destacadas ha sido la que proviene del viento, logrando una participación importante a nivel mundial (Pardillos, 2017).

La energía eólica hace referencia a la energía que proviene del movimiento de masa generada por el viento, es considerada una de las fuentes de energía utilizadas más antiguas, contribuía en el impulso de veleros o el bombeo de agua, posteriormente fue mejorado el conocimiento de la construcción con el objetivo de introducir nuevos diseños que logran maximizar la eficiencia en la conversión de energía (Wagner, 2013).

Como parte de las características de ésta tecnología, en la revisión de la literatura Wagner (2013), López (2012) y Lecuona (2002) destacan las siguientes ventajas (Tabla 8) y desventajas (Tabla 9) del uso de energía eólica:

Tabla 8. Ventajas de la energía eólica.

Tipo	Ventajas
Medio ambiente	<ul style="list-style-type: none">• La energía que recibe es por medio del viento que fluye naturalmente, por lo que es considerada como una fuente de energía limpia, ya que no contamina el aire, no produce emisiones atmosféricas que causen gases de efecto invernadero.• No requiere materiales tóxicos o escasos.• No necesita consumo de agua.
Impacto global de instalación	<ul style="list-style-type: none">• No se limita a su uso a unos pocos países, como es el caso del petróleo.• Pueden ser instaladas en granjas o zonas rurales beneficiando así a la economía.
Rentabilidad	<ul style="list-style-type: none">• La recuperación de la energía que se gasta durante su construcción se da en un periodo significativamente corto.• Debido a que se genera donde se consume, ahorra pérdidas de transmisión.
Beneficios sociales	<ul style="list-style-type: none">• La instalación de parques eólicos genera empleo local.• Existe oportunidad de penetrar en un mercado potencial amplio.

Fuente: Elaboración propia con base en Wagner (2013), López (2012), Espejo (2004) y Lecuona (2002).

Tabla 9. Desventajas de la energía eólica.

Tipo	Desventajas
Competitividad	<ul style="list-style-type: none"> • Tienen que competir con las fuentes convencionales de generación de energía, dependiendo del perfil del viento en donde se encuentre instalado puede no ser tan competitivo como la energía basada en combustibles fósiles. • El desarrollo de recursos eólicos compite con el uso de suelo, los cuales inclusive pueden tener mayor peso que la generación de electricidad. • Debido al alto costo de un aerogenerador, su adquisición es realizada por el mismo Gobierno, lo que podría impedir la libre competencia.
Producción	<ul style="list-style-type: none"> • El viento es intermitente y no siempre sopla cuando existe la demanda de electricidad y su almacenamiento es complejo y de alto costo. • Los sitios óptimos para su instalación a menudo se encuentran lejos de la ciudad, donde se necesita más del uso de energía.
Características físicas negativas	<ul style="list-style-type: none"> • Existe preocupación por el ruido y los impactos visuales, aunque el avance tecnológico en la actualidad ha contribuido a mitigar este impacto. • Consta de una amplia ocupación de suelo para la instalación de parques que no se encuentran en el mar. • Puede tener un impacto negativo sobre la fauna, en específico sobre las aves, por eso el estudio debe ser interdisciplinario antes de su instalación.

Fuente: Elaboración propia con base en Wagner (2013), López (2012), Espejo (2004) y Lecuona (2002).

Como se puede observar en la información anterior, existen amplios beneficios con el uso de fuentes eólicas, destacando las ventajas más significativas para alcanzar el desarrollo sustentable, es decir, que existan beneficios ambientales, económicos y sociales, sin embargo, también existen áreas de oportunidad para mejorar este tipo de tecnología, ya que principalmente se resaltan los aspectos físicos como una negativa.

Debido a lo anterior, se puede considerar que la I+D+i tiene el reto de mejorar la tecnología misma y así aprovechar de manera óptima los recursos naturales, reduciendo las afectaciones ambientales y sociales, logrando que ésta fuente de energía se vuelva más competitiva ante las convencionales, ya que genera altos beneficios que contribuyen al cumplimiento de los objetivos de sustentabilidad tanto nacional como a nivel global.

II.2.1 Conversión del viento en energía.

Acorde con Moragues & Rapallini (2003), para poder convertir la energía cinética generada por el viento, en energía mecánica que posteriormente puede ser transformada en energía eléctrica, se necesita el apoyo de dispositivos, como son: los molinos de viento, aeromotores, máquinas eólicas, aerogeneradores o turbinas eólicas; las formas de transformación de estos persiguen el mismo principio básico.

El viento genera una acción sobre las palas, las cuales se encuentran unidas al rotor ocasionando que éstas giren, se está hablando del principio aerodinámico, el cual establece que “el aire que es obligado a fluir por las caras superior o inferior de una placa genera una diferencia de presiones entre ambas caras, dando origen a una fuerza resultante que actúa sobre el perfil” (Moragues & Rapallini, 2003, p. 8), es importante evitar la generación de torbellinos para lo cual se utilizan palas con un diseño conveniente que además permita la óptima circulación de aire.

El costo de generar energía eólica, es determinado por la adquisición, instalación y mantenimiento del aerogenerador, el cual acorde con Lecuona (2002), se encuentra aún elevado a causa de la falta de economías de escala; sin embargo, también afirma que considerando los costos no implícitos como la contaminación atmosférica y los costos que repercuten debido a esta causa, la energía eólica resultaría ser un gasto menor en un futuro.

En la actualidad se conocen diversos tipos de convertidores de energía eólica, Wagner (2013) y Moragues & Rapallini (2003), destacan primero, al Up-Stream-Station, considerado como una combinación entre un convertidor eólico y un colector solar, la parte superior de la torre contiene una rueda de viento en posición vertical, el cual es impulsado por el aire caliente y el colector solar se encuentra al pie de la torre el cual calienta el aire, esta estación necesita mucho espacio y debe ser muy alta, sin embargo el nivel de eficiencia es bajo, aunque con la ventaja de que el diseño técnico es simple, lo que permite que países en vía de desarrollo puedan construirla.

Y el segundo, es el DARRIEUS, es una construcción vertical cuya ventaja es la independencia en la dirección del viento, tiene como apoyo un generador que funge como motor o de un rotor instalado en la parte superior del eje llamado SAVONIUS, éste es utilizado como dispositivo de medición de la velocidad del viento, principalmente en la producción de energía con capacidades muy bajas, las cuales se encuentran por debajo de 100W; en ésta la velocidad del viento aumenta significativamente con la altura.

Por su parte Villarrubia (2013), realiza la siguiente clasificación, tomando en cuenta diferentes criterios de sus características físicas, de uso y rendimiento, como se muestra a continuación (tabla 10):

Tabla 10. Clasificación de los aerogeneradores.

Criterio	Tipo de aerogenerador.
Disposición de eje de giro.	<ul style="list-style-type: none"> • Horizontal. • Vertical.
Número de palas.	<ul style="list-style-type: none"> • Monopalas y bipalas. • Tripala. • Multipala.
Velocidad del rotor de la turbina.	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad constante. • Velocidad variable. • Velocidad semivariable. • Dos velocidades.
Control y regulación.	<ul style="list-style-type: none"> • Por pérdida aerodinámica. • Por pérdida activa aerodinámica. • Por variación del ángulo del paso de pala.
Generador eléctrico.	<ul style="list-style-type: none"> • Asíncrono con rotor en jaula de ardilla. • Asíncrono con rotor bobinado doblemente alimentado. • Síncrono multipolo.
Emplazamiento,	<ul style="list-style-type: none"> • Terrestre. • Marino.
Tipo de viento.	<ul style="list-style-type: none"> • Clase I. • Clase II. • Clase III.
Interconexión con la red eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas eólicos aislados. • Sistemas eólicos interconectados.
Potencia nominal.	<ul style="list-style-type: none"> • Microturbinas eólicas (<5kW). • Miniturbinas eólicas (5 a 100 kW). • Turbinas de mediana y gran potencia (100 a 1000 kW). • Turbinas multivegavat (100 a 5000 kW).

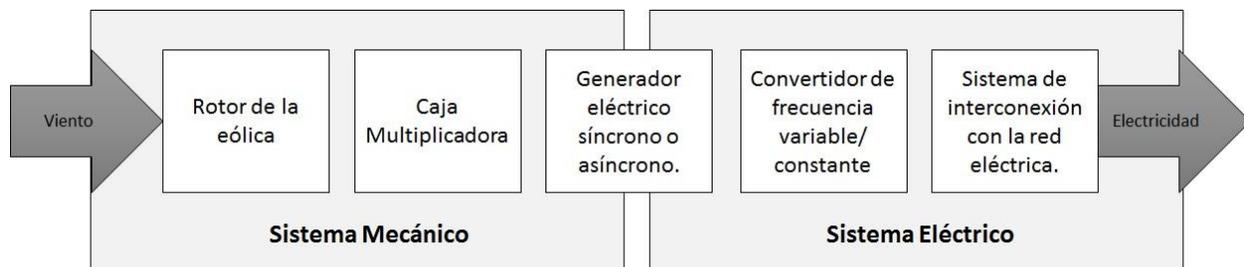
Fuente: Elaboración propia con base en Villarrubia (2013).

II.2.2 Generación eléctrica por medio del aerogenerador.

La energía eólica es considerada una de las fuentes renovables de energía con más rápido crecimiento a nivel mundial, contribuyendo además a la generación de empleo y el fomento a la innovación, donde las investigaciones se han centrado principalmente en la producción de electricidad, en la actualidad es posible conectar los sistemas de energía eólica a la red eléctrica (Tandjaoui, Benachaiba, Abdelkhalek, Dennai & Mouloudi, 2013).

Para explicar la transformación del viento a energía eléctrica, se tomó como referencia a Villarrubia de su libro “Ingeniería de la energía eólica”, donde a partir de un esquema, muestra los componentes que intervienen e identificando la acción de dos sistemas, el mecánico y el eléctrico como se observa en la figura 5:

Figura 5. Generación eléctrica en un aerogenerador.



Fuente: Villarrubia (2013).

Se explica de la siguiente manera: el **rotor eólico**, viene siendo el componente que logra la conversión de la energía cinética ocasionada por el viento en energía cinética de rotación en un mismo eje, en él se encuentran las palas, las cuales tienen un diseño aerodinámico construido con materiales ligeros y resistentes permitiendo que el viento sea quien le dé movimiento, posteriormente, la **caja multiplicadora**, actúa como el transformador mecánico, cuya tarea es adecuar la velocidad del **generador eléctrico** a la producción de una tensión eléctrica para pasar al **convertidor de frecuencia** a la frecuencia que requiere la red, que para el caso de Europa ésta es de 50 Hz y para América es de 60 Hz, por último se realiza la transmisión al **sistema de la red eléctrica** (Villarrubia, 2013).

De acuerdo con cada etapa, existen diferentes tipos para llegar al resultado final (tabla 11):

Tabla 11. Tipología de la conversión de energía eólica en electricidad.

Etapa	Transmisión	Generador	Rotor	Estatador	Conexión a red
Tipología	<ul style="list-style-type: none"> • Directa. • Caja Multiplicadora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Síncronos multipolos. • Síncrono convencional. • Inducción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bobinado. • Imanes permanentes. • Jaula de ardilla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bobinado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Convertidor eléctrico.

Fuente: Elaboración propia con base en Villarrubia (2013).

En el caso del uso de fuentes renovables de energía, se debe considerar el riesgo que ocasiona para lograr la estabilidad en el sistema eléctrico, sobre todo en fuentes como la eólica debido a su alta variabilidad, afirma Villarrubia (2013), quien propone considerar tres aspectos significativos: 1) disponer de un margen de reserva de potencia, 2) disponer de la capacidad de regulación de reserva de potencia y 3) asegurar la estabilidad.

Lo anterior permite conocer el contexto técnico del funcionamiento del aerogenerador, y la importancia del uso de tecnologías de almacenamiento, ya que como se observa, principalmente la energía obtenida a partir del viento, pasa directamente al sistema eléctrico, sin embargo, para hacer ese paso existe un tope para el suministro, lo que significaría que en caso de no haber viento, no quedaría reserva para cubrir la demanda, además de que ésta suministraría solo el área local y no llegaría a otras zonas.

II.3 Ecotecnologías: Antecedentes y conceptualización.

La preocupación por el cuidado del medio ambiente en la industria occidental de acuerdo con Mol (1997), se ve dividida en tres fases: la primera fase tiene sus inicios a principios del siglo XX debido al crecimiento de la industrialización y la expansión rural, provocando degradación en los paisajes naturales, demandando por parte de los ciudadanos protección a las áreas naturales, dando pauta a la segunda fase donde se demandó la creación de departamentos gubernamentales y legislaciones que combatieran contra la destrucción ambiental, siendo en la tercera fase, donde iniciaron las discusiones sobre el beneficio en cuestión de las relaciones económicas y el desarrollo tecnológico, y la crisis ambiental.

A partir de entonces se fue transformando a la sociedad para la protección del medio ambiente, centrándose a inicios de 1980 en la inducción de la reestructuración de procesos de producción y hábitos de consumo (Mol,1997), dando paso al uso del concepto de desarrollo sustentable por parte de las Naciones Unidas, definida como “el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (p. 16), interpretándolo como la distribución de los beneficios de forma equilibrada, en la que los recursos naturales son la fuente para lograr el bienestar de la sociedad (Bermejo, 2014).

Acorde con Moreno & Chaparro (2008), para el cumplimiento de la satisfacción de las necesidades a las que refiere el desarrollo sustentable, la declaración de Río de 1992 advierte que la sustentabilidad debe cumplir con tres objetivos:

- Ecológicos: Cuidado de los ecosistemas naturales, los cuales deben mantener sus características principales sin degradarlos.
- Económicos: Impulsar la economía productiva (conocimiento y desarrollo tecnológico), proporcionando los ingresos que garanticen el manejo continuo y óptimo de los recursos.
- Sociales: Considera la distribución equitativa de los beneficios y los costos entre la sociedad.

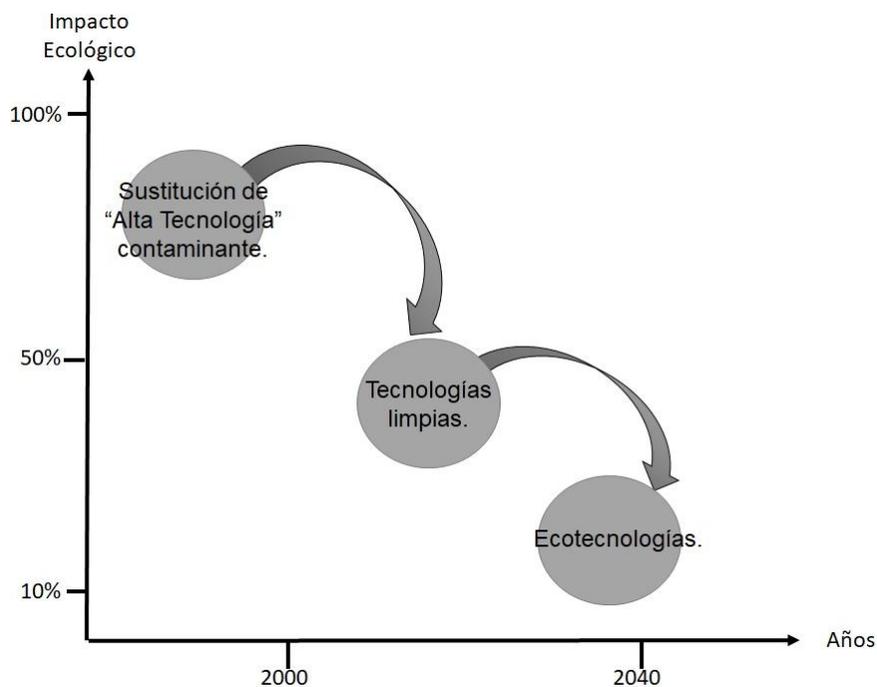
Con base en lo anterior se interpreta que el desarrollo sustentable se compone de la relación existente entre el crecimiento económico, la protección del medio ambiente y la justicia social, plantean la necesidad de generar o modificar tecnología con la capacidad de lograr la optimización y eficiencia de los recursos naturales y contribuir con la reducción de la contaminación ambiental, entendiendo que las tecnologías deben tener una visión ecológica, es decir que dentro de su operación o uso, considere el impacto ambiental y contribuya a disminuir la huella ecológica (Peralta & Malfanti, 2002).

Se considera de igual manera que la adopción o desarrollo tecnológico deben generar un beneficio económico, contribuyendo en la disminución de costos, de gastos o en la optimización de procesos, además de generar un beneficio social, lo cual da lugar a un nuevo término conocido como ingeniería ecológica, el cual hace referencia a aquella construcción, operación y manejo de los recursos naturales para el beneficio de la sociedad sin afectar el ecosistema (Barrett, 1999), entendiendo que hace referencia a aquellas tecnologías que contribuyen con los objetivos del desarrollo sustentable.

Lo anterior se complementa con la definición de ecotecnología que, para Giannetti, Bonilla & Almeida (2004), lo relacionan con el uso de métodos tecnológicos cuyo propósito es minimizar el daño ambiental y también puede ser asociado a técnicas que contribuyan con remediar un daño ya ocasionado; mientras que para Moser (1996) describe a la ecotecnología como cualquier tecnología capaz de producir materiales renovables haciendo uso de la biodiversidad, respetando los objetivos ecológicos y de bienestar social; y para Gutiérrez (2006), es definida como el uso de tecnología cuyo principio fundamental se basa en la disminución de daños hacia el medio ambiente.

Por otro lado Moreno, Cerutti, & Gutiérrez (2014), señalan el cambio que ha tenido el concepto de ecotecnología, debido a que en un principio era asociado con el manejo de ecosistemas y posteriormente fue relacionado como un medio para la disminución del impacto ambiental, compatible con el entorno ecológico con base en los principios del desarrollo sustentable, por lo que la conceptualización del termino ha ido evolucionando siendo utilizado bajo criterios sociales y económicos; con base en lo anterior se toma la idea de Moser (1996), en la que propone un diagrama que muestra la transición tecnológica (figura 6).

Figura 6. Transición tecnológica por Moser (1996)



Fuente: Elaboración propia con base en Moser (1996).

Con base en la propuesta de Moser (1996), se observa la evolución que ha tenido la tecnología a lo largo del tiempo y el impacto de éstas a la ecología, interpretando que antes del año 2000, las tecnologías eran altamente contaminantes, posteriormente se dio un cambio en los procesos, equipos y materiales para generar las llamadas tecnologías limpias, las cuales comenzaron a disminuir el impacto ambiental, lo que dio paso a la generación de ecotecnologías, para las cuales se prospecta serán utilizadas en mayor proporción, disminuyendo aún más el impacto ecológico.

Para lo cual se aclara que la tecnología limpia representa el primer paso para la integración de estrategias que tienen la finalidad de incorporar en los procesos de producción formas de protección al ambiente, en donde la ecotecnología ofrece el parámetro de una invasión mínima (Moser, 1996). Interpretando los conceptos de los autores presentados anteriormente, se concluye que las ecotecnologías son todas aquellas tecnologías que están constituidas con la finalidad de respetar los objetivos relacionados con la sustentabilidad, es decir que deben generar un beneficio económico, social y ecológico, donde su principal enfoque se centra en el cuidado del medio ambiente.

En los últimos 20 años el tema de la sustentabilidad ha tomado mayor relevancia, ocasionado en parte por los movimientos sociales, culturales, políticos e intelectuales que demandan un desarrollo equitativo y el uso de ecotecnologías que impulsen un cambio social y reduzcan las emisiones nocivas para el medio ambiente, contribuyendo con la eficiencia y optimización de los recursos naturales sin afectarlos. Por lo que se han desarrollado políticas que replantean el modelo tecnológico para que estas sean amigables con el ambiente, a través de técnicas ecológicas y el uso de fuentes de energía renovable (Moreno, Cerutti, & Gutiérrez, 2014).

La importancia de conocer estos conceptos en éste estudio, recae en identificar que las tecnologías nuevas o mejoradas que se incorporen al fortalecimiento de la energía eólica y en específico a su almacenamiento, deberían estar orientadas al cumplimiento de requisitos para considerarse una ecotecnología, es decir, con el mínimo impacto ecológico, de alta rentabilidad económica y un amplio beneficio social; lo que hace que bajo estos estándares la tecnología que impulsa el aprovechamiento del viento para convertirla en energía eléctrica sea competitiva ante las fuentes fósiles.

II.4 Almacenamiento de energía generada por fuentes renovables.

Hoy en día la energía eléctrica juega un papel fundamental para la sociedad y ésta puede ser transformada en otras formas, tales como: la mecánica, térmica, luminosa y química; sin embargo, para incrementar el rendimiento de su producción deben desarrollarse grandes instalaciones centrales que logren transportar la energía a diferentes puntos, por lo que uno de los retos a los que se enfrenta la actividad de suministrar energía es el de lograr almacenarla y en el caso específico de las energías limpias, poder contenerla en los periodos en los que su demanda escasea (López, 2011).

La producción de energía eléctrica por fuentes renovables traen consigo diversas ventajas ambientales, sociales y económicas, y en el caso de la energía eólica se ha observado una gran aceptación y crecimiento en la capacidad instalada por diverso países, sin embargo, su mayor desventaja tiene que ver con la fluctuación en la potencia de salida, por lo que se han generado diversas alternativas, algunas se centran en la turbulencia y penetración del viento, los alternadores de las plantas de energía o sistemas de almacenamiento de energía (Lee & Cha, 2013).

Como tal el almacenamiento, se refiere a la acumulación de energía debido al exceso de producción frente al consumo, la cual puede ser utilizada una vez que se equilibre el consumo, sin interrumpir la planta que genera la energía, manteniéndola en un trabajo constante, logrando mayor eficiencia en la producción, la reducción de costos y el incremento de la vida útil del dispositivo, equipo o sistema; además permite la transición hacia un sistema energético más seguro, permite la competitividad entre las industrias relacionadas e impacta en minimizar la huella de carbono (Morante, 2017).

La potencia de la generación de energía por medio de fuentes renovables es intermitente, debido a la variabilidad de los recursos, lo cual afecta de manera negativa la calidad de la potencia generada y su estabilidad; tal es el caso de las celdas solares, las cuales solo pueden generar energía en el día, es decir, mientras se atraigan los rayos de sol o la potencia generada por turbinas eólicas, la cual depende completamente de la velocidad del viento, recursos físicos intermitentes por lo que se considera de gran relevancia la generación y desarrollo de sistemas que contribuyan con mitigar ésta variación (Jia, Fu, Zhang & He, 2010).

La integración de sistemas de almacenamiento de energía o también denominados ESS por sus siglas en inglés (Energy Storage Systems), son tecnologías que incluye baterías, ultra-capacitores, aire comprimido, entre otros componentes, fue pensada inicialmente para sistemas a gran escala y como soporte para la generación de energía, sin embargo, la tecnología fue transformándose hasta lograr ser aplicada para mejorar la transferencia de potencia, la red eléctrica y la calidad de energía generada (Escobar & Holguín, 2011), por lo que a continuación se describen los principales sistemas que contribuyen con el almacenamiento de energía de acuerdo con la teoría.

Existen sistemas de almacenamiento de energía aplicados a la distribución y la transmisión, los cuales se basa en el almacenamiento por medio de la conversión en energía electromagnética, electromecánica, cinética o potencial, a partir del uso de convertidores inteligentes que logren un intercambio de potencia de forma bidireccional, donde las ventajas son: amortiguación de las oscilaciones, estabilidad del voltaje, nivelamiento de la carga, sin embargo, la decisión de elegir un sistema de almacenamiento debe ser en función de la cantidad de energía que se requiera almacenar (Escobar & Holguín, 2011), algunos de estos sistemas son:

- Superconducting Magnetic Energy Storage (SMES). Se centran principalmente en mejorar el nivelamiento de la carga, la estabilidad dinámica, la transitoria, de voltaje y de la calidad de energía, se considera altamente costosa debido a los materiales y la necesidad de una instalación especial que permita la adecuada operación de la bobina superconductora (Chouhan & Ferdowsi, 2009).
- Battery Energy Storage Systems (BESS). El almacenamiento se realiza de forma química, consta de una conexión en serie o en paralelo para cumplir con los requisitos de voltaje y corriente, es utilizado un conversor para conectarla a la red eléctrica y un controlador para abastecer a la batería en periodos de poca demanda, dicho sistema es considerado como el mejor en relación costo-efectividad; sin embargo, su costo inicial es alto y los conversores de potencia son altamente complejos (Alamri & Alamri, 2009).

- **Advanced Capacitors.** Los capacitores acumulan energía por medio de un material dieléctrico, el aumento del tamaño del capacitor o del voltaje provoca el incremento de energía almacenada, hoy en día los ultra-capacitadores, inyectan potencia eléctrica durante periodos cortos de tiempo, es decir, se logra almacenar altos niveles de energía a una baja potencia permitiendo soportar la demanda, compensando la variabilidad de la potencia de salida de energía generada por plantas solares o eólicas (Coppez, Chowdhury & Chowdhury, 2010).
- **Flywheel Energy Storage (FES).** Conserva los principios teóricos de la batería y el capacitor, se basa en aprovechar la energía rotacional, es decir que opera como un motor girando a altas velocidades y una vez que se requiera la energía almacenada se libera por medio de un controlador, puede ser mejorada la capacidad de almacenamiento incrementando la inercia del rotor o haciéndolo girar en altas velocidades, sin embargo, esto podría provocar un descontrol en la velocidad y en su operación; (Ribeiro, Johnson, Crow, Arsoy & Liu, 2001).
- **Compressed Air Energy Storage (CAES).** El almacenamiento de energía en aire comprimido, se basa como tal en comprimir el aire y almacenarla en depósitos, acuíferos o cavidades subterráneas, la cual posteriormente es liberada por medio de una turbina cuando la demanda lo requiera, por lo que en este tipo de sistemas la temperatura y la presión son factores primordiales (Coppez, Chowdhury & Chowdhury, 2010).

La asimilación de fuentes renovables para la generación de energía, se basa en gran parte por los medios por los cuales ésta es suministrada (San Martín, Zamora, San Martín, Aperribay & Eguia, 2011), lo cual dentro de la revisión de la teoría no son actividades sencillas, debido a los cambios de la demanda y de la disponibilidad de los recursos, por lo que lograr el almacenamiento de la misma, transportarla e integrarla a las redes eléctricas se convierte en un reto importante para que este tipo de tecnología sea adaptada y rentable para invertir en ella.

Capítulo III Marco Metodológico.

En el presente capítulo se describe la metodología a seguir para realizar la vigilancia tecnológica enfocada a la tecnología de almacenamiento de energía que proviene de fuentes eólicas, se exponen los indicadores utilizados para realizar el análisis de la información de los entornos, así como las fuentes de las mismas, herramientas e instrumentos necesarios.

III.1 Modelo para la Vigilancia Tecnológica.

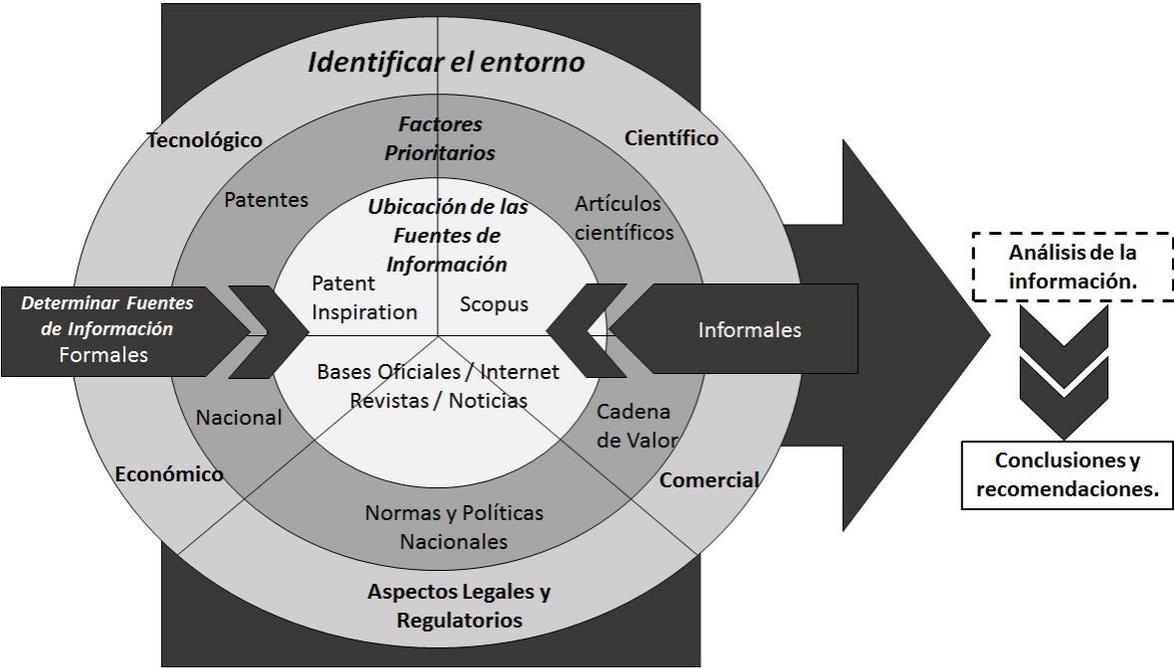
Acorde a lo revisado previamente en el marco teórico, se llega a la conclusión de que no hay una forma completamente adecuada o plenamente aceptada para realizar una vigilancia, por lo tanto, para la realización de este estudio se va a tomar como referencia lo propuesto por la Norma NMX-GT-004-IMNC-2012 Gestión de la Tecnología- Directrices para la implementación de un proceso de vigilancia tecnológica, del Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C.

La Norma NMX-GT-004-IMNC-2012, describe a la vigilancia tecnológica como un proceso cuya finalidad es la búsqueda, detección, análisis y comunicación de información, la cual contribuye a la detección de oportunidades y amenazas en el entorno de una organización y orienta la toma de decisiones en materia de ciencia y tecnología para asignación de recursos, desarrollo e implementación de proyectos, innovar y definir oportunidades de negocio que coadyuven a la competitividad de una organización.

Por lo que el proceso de vigilancia del presente estudio, se ejemplifica en la figura 7, el cual indica que la primera etapa es identificar el entorno que se va a revisar, para este estudio serán los entornos: tecnológico, científico, económico, comercial y de aspectos legales y regulatorios, posteriormente se establecen los factores prioritarios para cada entorno, es decir, la información que se requiere de cada uno: patentes, artículos científicos, la cadena de valor, normas y políticas e indicadores económicos de México.

Posteriormente, se determina el tipo de fuente de información, las cuales son de carácter formal e informal, y se ubican las plataformas para su obtención, para este caso se utilizará una base de datos de patentes (PatentInspiration), de artículos científicos (Scopus) y búsquedas por internet; por último, se realiza el análisis de la información recabada, para la generación de conclusiones y recomendaciones que contribuyan a la toma de decisiones.

Figura 7. Proceso de vigilancia tecnológica para la realización del estudio.



Fuente: Elaboración propia con base en la norma NMX-GT-004-IMNC-2012.

A partir de la ubicación de cada una de las fuentes de información, se definen los criterios de búsqueda por cada entorno, esto basado en lo ya recabado del objeto de estudio, por lo que se requiere una descripción breve del mismo, lo que permitirá concentrar lo disperso de la información; posteriormente se detalla el tipo de datos que arroja cada herramienta y su valor para el estudio, para finalmente concluir con el análisis de la información recabada y emitir recomendaciones.

III.2 Descripción breve del objeto de estudio.

El almacenamiento de energía se refiere a aquellos métodos o sistemas cuya finalidad es la de conservar la energía en cualquier forma, con la capacidad de poder liberarla en el momento que sea requerida, ésta puede ser en la misma forma energética o en otra, las cuales pueden ser potencial o cinética; la importancia del almacenamiento surge por la curva de demanda y la integración de las fuentes renovables de energía, ya que estas generan energía de forma interrumpida, acorde a la disponibilidad del recurso físico (Barton & Infield, 2004).

La energía eólica hace referencia a aquella contenida en el viento en forma de energía cinética, la cual puede ser transformada en mecánica, eléctrica, hidráulica, entre otras, su aprovechamiento se ha realizado principalmente a través de aeroturbinas, el movimiento del aire es lo que provoca energía en movimiento, dentro de los factores que influyen en este se encuentran; la rotación de la Tierra, la diferencia de temperatura y la presión atmosférica, provocando que el viento tenga diferentes velocidades y fuerza para realizar movimiento (Schallenberg, *et. al.*, 2008).

III.3 Herramientas e instrumentos para la revisión del entorno tecnológico.

La revisión del entorno tecnológico tiene como objetivo realizar una búsqueda de patentes relacionadas con la tecnología del almacenamiento de energía eólica, y poder obtener información a través de indicadores que contribuyan al análisis y la detección de líneas de investigación y desarrollo en este sector, de esta manera se obtendrá información sobre el cambio tecnológico y la inventiva en este tipo de tecnología, por lo que a través de la descripción puntual del objeto de estudio se establecen los criterios de búsqueda, los cuales servirán de referencia para la investigación de los demás entornos considerados para el estudio.

III.3.1 Criterios de búsqueda de patentes.

Se realiza la búsqueda por medio de palabras clave, que son: “*energy storage*” AND “*systems OR equipment*” AND “*renewable sources*” AND “*wind*”, debido a que se desea obtener el panorama general del almacenamiento de energía, el cual se debe centrar en la generación de energía por fuentes renovables, específicamente en las que provienen por viento y para el desarrollo inventivo se revisaran únicamente los sistemas y equipos, de esta manera se podrá identificar las áreas existentes en las que se patenta la tecnología y de lo que se está trabajando, para finalmente conocer su tendencia.

Debido a que el objetivo del estudio es conocer el panorama de la tecnología de almacenamiento de energía eólica, se tomara como periodo de búsqueda a partir del año 2000 y hasta el 2017, ya que es en el nuevo siglo donde surge el mayor interés por generar tecnologías que contribuyan con mitigar el impacto ambiental y en específico la disminución de gases de efecto invernadero, como se planteó previamente. Se tomaron en cuenta a todos los países líderes para poder identificar a los líderes de la tecnología.

Para efectos del presente estudio, se realizó la búsqueda de patentes por medio de la plataforma *Patentinspiration*, ya que es un buscador de patentes a nivel mundial, es decir que obtiene su información de distintos países que cuentan con esta actividad, lo que permite tener un panorama más amplio para realizar un mejor análisis y la actualización de la información se realiza de manera semanal; es una plataforma privada, sin embargo, ofrece su versión gratuita, la cual fue utilizada para la realización del presente estudio.

De acuerdo a la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) obtenida a partir de la plataforma de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, 2017), se establecieron dos clasificaciones: la H02J y la F03D9, esto debido a que ambas representan de forma general el área referente al almacenamiento de energía y la especialización en equipos relacionados con el viento, a continuación se describen cada una de ellas con sus respectivas escalas:

H- Electricity (electricidad).

H02- Generation, conversion, or distribution of electric power (generación, conversión o distribución de energía eléctrica).

H02J- Circuit arrangements or systems for supplying or distributing electric power; systems for storing electric energy (disposiciones o sistemas de circuitos para suministrar o distribuir energía eléctrica; sistemas para almacenar energía eléctrica).

F- Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting (ingeniería mecánica; iluminación; calefacción; armas; voladura).

F03- Machines or engines for liquid; wind, spring, or weight motors; producing mechanical power or a reactive propulsive thrust, not otherwise provided (máquinas o motores para líquidos; motores de viento, primavera o peso; produciendo energía mecánica o un propulsor reactivo, no provisto de otro modo).

F03D- Wind motors (Motores de viento).

F03D9- Adaptations of wind motors for special use; combinations of wind motors with apparatus driven thereby; wind motors specially adapted for installation in particular locations (adaptaciones de motores eólicos para uso especial; combinaciones de motores de viento con aparatos accionados por ellos; Motores eólicos especialmente adaptados para su instalación en ubicaciones particulares).

III.3.2 Indicadores de patentes.

A partir de los criterios establecidos, se procede a mostrar la información obtenida a partir de la revisión de diversos indicadores, cada una se presenta por medio de una gráfica y se realiza una descripción de la misma, lo cual permitirá clasificar la información obtenida para posteriormente poder empatarla con la que se obtiene de los demás entornos a revisar, para finalmente generar conclusiones generales y los resultados a los que se llegaron, los indicadores utilizados son:

- **Dinámica de Patentamiento.** Para la obtención de la dinámica de patentamiento se presentan las patentes por año, se enlistaron las patentes referentes a la descripción previamente planteada y se clasificaron por año de otorgamiento, obteniendo el total de patentes otorgadas a partir del año 2000 como se había descrito en los criterios de búsqueda.
- **Promedio de patentes.** Se refiere al promedio de patentes por año, para el cual se consideraron las 264 patentes obtenidas de la búsqueda de patentes y los 18 años que abarca el periodo de 2000 al 2017.

- **Fase de acceso público.** La fase de acceso público se refiere al tiempo que tarda en otorgarse una patente de este tipo de tecnología, a partir de la fecha de solicitud; para fines de éste estudio se analizaron las 264 patentes obteniéndose el número de días entre el periodo de la fecha de otorgamiento y la fecha de solicitud, se realizó la diferencia entre el número de días obtenidos y los 20 años que tiene de vigencia una patente, y el resultado arroja el tiempo de vigencia restante.
- **Patentes por país.** Dentro de las patentes analizadas bajo los criterios establecidos previamente, en el desarrollo de sistemas o equipos que almacenen energía a partir de fuentes renovables, en específico provenientes del viento, para el periodo 2000-2017, se identificaron a las patentes que provienen de cada país.
- **Identificación de los solicitantes.** Este apartado tiene el objetivo de identificar específicamente quienes son las organizaciones que se están enfocando en el desarrollo tecnológico de sistemas o equipos de almacenamiento de energía eólica, detectándose también el tipo de organización, es decir, si son empresas privadas, universidades, centros de investigación o instituciones gubernamentales, para el cual solo se presentan diez principales organizaciones.
- **Identificación de los inventores.** El siguiente apartado tiene la finalidad de mostrar a los inventores que han participado en este tipo de tecnología, por lo cual se muestra el número de patentes en las que han trabajado, ya sea en conjunto con otros o de forma independiente, mostrándose los diez principales inventores por número de patentes.
- **Calidad de la tecnología.** El indicador de calidad, muestra cual ha sido la trascendencia de las patentes analizadas, es decir que se conoce el impacto que ha tenido una patente como para ser citada para la realización de otras, este indicador es obtenido por medio del número de patentes que han citado a estas patentes, las cuales fueron clasificadas por año para conocer su tendencia.
- **Clasificación Cooperativa de Patentes (CPC).** Consiste en identificar las clasificaciones CPC con mayor frecuencia a las que pertenecen las patentes, se realiza el listado de las mismas y se identifican las principales diez, acorde al número de patentes a las que pertenecen.

III.3.3 Análisis de Patentes.

Este análisis consiste en la revisión de cada una de las patentes que arrojó la búsqueda, bajos los criterios ya establecidos, con la finalidad de identificar puntualmente las tecnologías que están tomando mayor relevancia en el mundo, para lo cual se consideran dos actividades:

1. Con base en el título de las patentes arrojadas en la búsqueda, se genera una red de palabras, utilizando el software Redes 2005, V.1.0.0 de la Universidad de Granada, donde se puede identificar la centralidad, densidad y distribución de palabras que coadyuven en obtener los temas más relevantes en patentes (para más detalles consulte Anexo I).
2. Con base en la revisión del resumen de patentes, se identifican los métodos, sistemas y equipos protegidos en tecnologías de almacenamiento de energía por año, y así conocer la trayectoria tecnológica.

En el empate de la información que arrojen estos datos, se obtendrá las líneas que persigue la inventiva de ésta tecnología.

III.4 Herramientas e instrumentos para la revisión del entorno científico.

La revisión del entorno científico tiene como objetivo aplicar métodos estadísticos por medio de indicadores a toda la literatura científica y a los investigadores que la desarrollan referente al almacenamiento de energía eólica, para obtener información sobre las tendencias de las actividades científicas de la tecnología de estudio; para lo cual los criterios establecidos de búsqueda se tomaron con base en el entorno tecnológico, y así poder hacer una comparación sobre ambos entornos y observar si hay relación entre la investigación y el desarrollo tecnológico.

III.4.1 Descripción de los criterios de búsqueda.

Se realizó la búsqueda en la plataforma de Scopus, la cual es considerada como una de las bases de datos con mayor citas bibliográficas, revistas científicas y libros, de investigaciones mundiales en diferentes campos como son: la ciencia, la tecnología, la medicina, las ciencias sociales, entre otras, permitiendo además realizar análisis y visualización de los resultados, por lo que se utilizó ésta herramienta para la búsqueda de artículos científicos enfocados a la tecnología de almacenamiento de energía eólica.

Para la realización de la búsqueda y debido a la especialización de los trabajos publicados y a la exposición de investigaciones que se realizan referente a esta tecnología, el estudio se centró en la revisión de artículos científicos únicamente; bajo las palabras clave: *“energy storage” AND “systems OR equipment” AND “renewable sources” AND “wind”*, debido a la generalidad con la que se está dirigiendo el estudio, ubicadas dentro del título del artículo, el resumen y palabras clave, estableciendo el mismo periodo que para patentes va del año 2000 al 2017, obteniéndose como resultado 933 documentos.

III.4.2 Indicadores bibliométricos.

Partiendo de los criterios establecidos, se obtienen los artículos científicos a revisar y se procede a realizar un análisis bibliométrico generando diversos indicadores con base en la misma información, con el objeto de estudiar la actividad científica, a los autores, las organizaciones que los producen y su procedencia en el periodo ya determinado, lo que contribuye a identificar el panorama científico referente al almacenamiento de energía que proviene de fuentes eólicas, los indicadores se enlistan a continuación.

- **Dinámica de publicación de artículos científicos.** Para la obtención de la dinámica de publicación de artículos científicos se presenta el número de publicaciones por año, enlistando los 933 artículos que cumplieron con los requisitos previamente descritos y clasificándolos por año de publicación.
- **Países con mayor número de publicaciones.** Para poder conocer la nacionalidad de los documentos e identificar los países en los cuales se está publicando más acerca de las investigaciones realizadas, de acuerdo a los criterios previamente establecidos, se clasificaron los documentos resultantes por entidad, obteniéndose los principales países donde se publica.
- **Organizaciones con mayor número de publicaciones.** El objetivo de identificar a las instituciones con más número de publicaciones es conocer específicamente quien está investigando y publicando acerca de la tecnología de almacenamiento de energía eólica, por lo cual los artículos obtenidos se clasificaron de acuerdo a las diez principales instituciones que publican artículos sobre éste tema.

- **Fuentes con mayor número de artículos.** Es importante conocer de donde provienen los artículos que se están publicando de acuerdo a los criterios previamente establecidos, ya que dentro de los criterios de búsqueda se delimito por artículos, se mostrará la información del nombre de la revista que más ha publicado sobre la tecnología de almacenamiento de energía eólica.
- **Autores con mayor número de artículos.** La intención de conocer el autor que ha escrito o colaborado más en la publicación sobre investigaciones de la tecnología de almacenamiento de energía eólica, es centrarse en sus estudios y conocer quiénes específicamente son las personas que están trabajando sobre la tecnología que se desea desarrollar o adoptar, por lo que los artículos analizados fueron clasificados por autores y se muestran los diez principales que de acuerdo a los criterios establecidos publican más artículos.
- **Promedio de citas de los artículos publicados por las diez principales organizaciones.** Para la obtención de este indicador, se identificaron las 10 principales instituciones que publican artículos referidos a la tecnología de almacenamiento de energía eólica, posteriormente se determinaron los artículos publicados de cada uno de ellos y el número de veces que ha sido citado, procediéndose a obtener el promedio de ambos datos, arrojando el número de artículos en las que fueron citadas sus publicaciones por cada artículo publicado.

III.4.3 Análisis de artículos científicos.

Éste análisis consiste en la revisión de los artículos científicos que arrojó la búsqueda previamente realizada, con la finalidad de identificar puntualmente los temas en los que se está centrando la investigación en materia de almacenamiento de energía que proviene de fuentes eólicas; para obtener esta información se procede a realizar una red de palabras a partir del título y resumen de cada artículo, esto con la ayuda del software VOSviewer, herramienta especializada en la construcción y visualización de redes bibliométricas (para más detalles consulte Anexo I).

A partir de los datos obtenidos, se realizará un análisis de la red y la cercanía de palabras y clúster obtenidos, con el objetivo de identificar las líneas que persigue la investigación que cumple los requisitos para su publicación.

III.5 Herramientas e instrumentos para la revisión del entorno económico.

La revisión del entorno económico tiene como objetivo revisar la viabilidad económica de inversión en innovación de la tecnología en almacenamiento de energía eólica, a través de indicadores económicos, para lo cual se establece la clasificación económica y la arancelaria, esta última para identificar en donde se encontraría en caso de que al momento de desarrollar la tecnología se decidiera exportar, por lo que la información obtenida es integral para obtener el beneficio económico por su desarrollo.

III.5.1 Clasificación de la actividad económica.

Para la obtención de información económica, es necesario identificar la clasificación económica mexicana en la que se encuentra la tecnología, por lo que se establece de acuerdo al SCIAN. El SCIAN México 2013, es la base para la generación, presentación y difusión de todas las estadísticas económicas de INEGI, permitiendo homologar la información económica del país, por lo que para efectos de este estudio se estableció que la clasificación para el “almacenamiento de energía eólica” enfocado a sistemas y equipos se ubicó en la siguiente escala.

22- Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final.

221- Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

2211- Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

22111- Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

221110- Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

- Energía eléctrica proveniente de estructuras de energía eólica, generación.
- Energía eléctrica proveniente de estructuras de energía eólica, generación integrada con la transmisión y distribución.

31-33- Industrias manufactureras.

335- Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica.

3353- Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica.

33531- Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica.

335312- Fabricación de equipo y aparatos de distribución de energía eléctrica.

- Balastos para equipo de control y distribución de energía eléctrica.
- Bobinas para equipo de control y distribución de energía eléctrica.
- Equipo de control de energía eléctrica.
- Paneles de control de energía eléctrica.
- Sistemas de interrupción de energía eléctrica.

Por lo tanto, para fines de éste estudio se concluyó que se tomarían en cuenta dos clasificaciones la 335312 porque es la que se especializa en la fabricación de equipo y la 221110 debido a que ésta es la que se especializa en generación y distribución de energía originada por viento. No se considera la clasificación de construcción, ya que se pretende que la tecnología sea adaptada a los generadores o turbinas eólicas, teniendo la capacidad de ser instalada más no instalar una planta para su generación.

III.5.2 Clasificación de la actividad arancelaria.

Para obtener la clasificación arancelaria se consultó el Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI), por ser la herramienta que proporciona información arancelaria y normativa acerca de importaciones y exportaciones por fracción arancelaria, de donde se obtuvo que la clasificación que más se adecua a la tecnología es la 85023904, ya que hace referencia a las máquinas utilizadas para impulsar la generación de energía cuando hay un déficit de éste, por lo que la escala se encuentra de la siguiente forma:

85- Máquinas, aparatos y material eléctrico y sus partes; aparatos de grabación o reproducción de sonido, aparatos de grabación o reproducción de imágenes y sonido en televisión, y las partes y accesorios de estos aparatos.

8502- Grupos electrógenos y convertidores rotativos eléctricos.

850239 04- Los demás grupos electrógenos, para producir electricidad a partir de fuentes de energía renovable.

III.5.3 Indicadores económicos.

El presente apartado muestra los indicadores económicos que contribuirán a analizar la viabilidad económica de invertir en el desarrollo tecnológico de sistemas o equipos de almacenamiento de energía eólica, para tener mayores datos para el análisis de la tendencia se consideró su obtención a partir de 1994.

- **Producción y consumo total de energía en México.** Este apartado muestra la producción y consumo total de energía proveniente de fuentes tanto renovables como no renovables, esto con la finalidad de conocer la necesidad del suministro y la capacidad de oferta que tiene el país para abastecer la necesidad de su población, los datos se obtienen del BIE, tomando un periodo de 1994 al 2014, de acuerdo con los datos que la plataforma presenta.
- **Capacidad instalada para generación de energía eléctrica por tipo de planta, eólica.** Para la obtención de estos datos se consultó al Banco de Información Económica (BIE), por ser la plataforma que contiene series históricas originales y de tendencia, provenientes de diversas encuestas que desarrolla el INEGI (BIE-INEGI, 2017), por medio de la clasificación económica 211110 y 355312 como ya se había establecido anteriormente por medio del SCIAN 2013, dando como resultado el potencial productivo de la energía eólica.
- **Producción de energía primaria, energía eólica.** Por medio del BIE, se obtuvo la producción de energía eólica que se obtiene en México, ya sea de forma directa o después de un proceso de extracción, considerando datos desde el año 1994 para su análisis y hasta el 2014 que son los datos que ofrece la plataforma.
- **Oferta interna bruta de energía primaria, energía eólica.** Éste indicador, muestra la oferta total menos la exportación, la energía no aprovechada y las operaciones de maquila, dejando la disponibilidad de energía eólica destinada a procesos de transformación, distribución y consumo, y al igual que el indicador anterior, se obtuvo esta información a través de la plataforma del BIE, considerando el periodo 1994-2014, por ser la información que se tiene pública.

- **Clasificación de empresas del mismo sector económico.** Para la atención de éste indicador se utilizó la plataforma del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) que permite acceder a datos de identificación, ubicación, actividad económica y tamaño de los negocios activos localizados en México (DENUE-INEGI, 2017), para obtener información acerca del número de empresas existentes que se encuentran dentro de la clasificación 211110 y 335312 del SCIAN establecida previamente.

Estas empresas se muestran, clasificadas por su tamaño, tomando como base el número de empleados con el que opera, acorde a la Ley para el desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa, donde Micro son las industrias que tienen de 0 a 10 colaboradores, Pequeña los que tienen de 11 a 50, Mediana los que cuentan con 51 a 250 y Grandes a las de 251 a más empleados (Cámara de Diputados, 2016); además dentro de esta plataforma permite conocer la ubicación geográfica de las empresas incluidas en la misma clasificación y exponerlas de acuerdo a su Entidad Federativa.

- **Información de importaciones y exportaciones.** Se utilizó la plataforma de SIAVI, ya que ésta presenta las cifras del intercambio comercial anual en México (Secretaría de Economía, 2017), observándose el volumen total de importaciones y exportaciones del producto presentado en volumen por pieza y los principales países a quien se les exporta o importa, para la obtención de la información se consideró el periodo de 2016 al 2017, ya que la plataforma no ofrece información de años anteriores.

III.6 Herramientas e instrumentos para la revisión del entorno regulatorio.

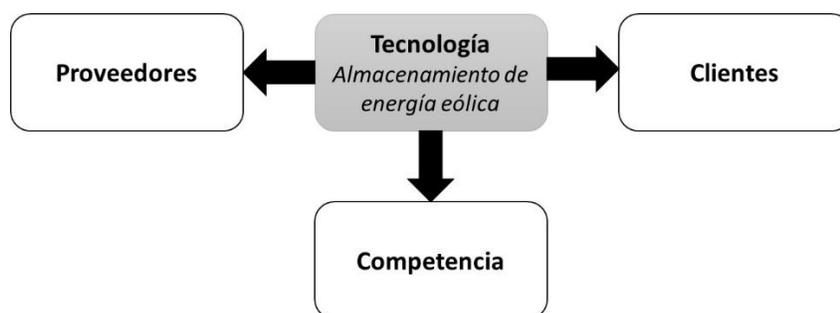
El objetivo del entorno regulatorio, es identificar las normas, políticas, programas y leyes que afecten de manera directa o indirecta a la tecnología, y que deben ser consideradas para su desarrollo, por lo que ésta información se obtienen de la búsqueda de páginas web oficiales de Instituciones Mexicanas, como las Secretarías y el H. Congreso de la Unión, identificando leyes relacionadas con fuentes renovables de energía, programas que promuevan el desarrollo sustentables (donde incluyan el tema de energía limpia) y políticas que fomenten la energía limpia y su I+D+i.

Para la identificación de las normas en las que debe pasarse el desarrollo de equipos de almacenamiento de energía, se utiliza la plataforma de Consulta del catálogo de Normas Oficiales Mexicanas (Dirección General de Normas, 2017) de la Secretaría de Economía (SE), para normas mexicanas y normas mexicanas obligatorias, tomando como criterio de búsqueda la palabra clave “energía”, para abarcar todo lo relacionado con el sector.

III.7 Herramientas e instrumentos para la revisión del entorno comercial.

Para la revisión del entorno comercial, se realiza una búsqueda informal de organizaciones involucradas de forma directa en la tecnología de estudio, para la estructura de la información se toma como base la construcción de la cadena de valor de la tecnología, éste término hace referencia a la participación de diversas organizaciones que realizan actividades en conjunto para darle valor a un bien (Sánchez, 2006), los componentes que se proponen acorde a la literatura y a la naturaleza del estudio se refleja en la figura 8.

Figura 8. Cadena de valor de la tecnología de estudio.



Fuente: Elaboración propia con base en Sánchez, 2006.

Tecnología: Éste módulo considera a la tecnología de estudio, que son métodos, equipos o sistemas de almacenamiento de energía eólica, del cual ya ha sido definida previamente en el objeto de estudio, además se describe de forma breve en el entorno tecnológico.

Competencia: Ubica a las organizaciones o proyectos independientes cuyas investigaciones o desarrollo tecnológico, están orientadas a la tecnología de objeto, sin embargo, también se consideran a aquellos que su I+D+i se dirige plenamente en la energía eólica, ya que en un futuro se puede abrir ésta línea de investigación, esto independientemente de lo ya obtenido de la revisión de patentes y de artículos científicos.

Clientes: Identifica a las organizaciones nacionales e internacionales que desarrollan e instalan los aerogeneradores, además, de ubicar en donde se encuentran los parques eólicos en México, esto con la finalidad de conocer de forma puntual a las organizaciones a las que se les puede ofrecer este producto.

Proveedor: Obtiene a las organizaciones que pueden suministrar los insumos necesarios para el desarrollo de la tecnología, sin embargo, el presente estudio plantea un panorama general, por lo que no se tiene una tecnología específica, ya que esta depende de la decisión de las organizaciones para definir la orientación de sus esfuerzos en I+D+i, por lo que no es posible exponer los proveedores que podrían estar involucrados.

La información obtenida en este entorno será complementaria a la ya obtenida en el apartado de patentes y artículos científicos, orientándose principalmente a conocer el mercado mexicano para poder conocer su comportamiento y tendencia, así como la viabilidad y oportunidad de negocio para desarrollar la tecnología, esto en conjunto con los demás entornos expondrán el panorama general del almacenamiento de energía eólica.

Capítulo IV Análisis y Hallazgos de la Vigilancia Tecnológica.

El presente capítulo tiene el objetivo de mostrar los resultados obtenidos de la vigilancia tecnológica realizada, a partir de la revisión de indicadores y describir el análisis de los mismos; así como la presentación de la información recabada de manera informal para cada uno de los entornos en que se centró el estudio.

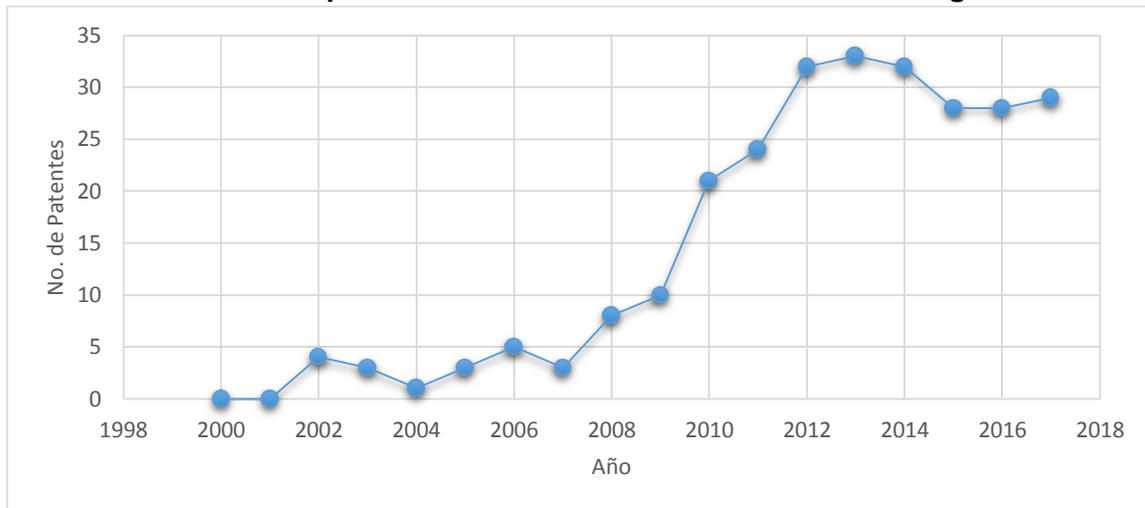
IV.1 Entorno tecnológico: Hallazgos del panorama mundial.

A partir de los criterios establecidos se analizaron las 264 patentes, de las cuales se obtuvieron datos relevantes, como el año de otorgamiento, año de solicitud, país de origen, inventores y organización solicitante, descritas en forma de tablas y figuras, permitiendo realizar el análisis de patentes y su comportamiento para la tecnología de almacenamiento de energía eólica.

IV.1.1 Dinámica de Patentamiento.

La dinámica de patentamiento presenta las patentes por año a partir del 2000 como se había descrito previamente en los criterios de búsqueda, observándose la tendencia mostrada en la gráfica 2.

Gráfica 2. Patentes por año 2000-2017 "Almacenamiento de energía eólica".



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de patentes de PatentInspiration para "Almacenamiento de energía eólica" 2000-2017.

De acuerdo a la gráfica 2, se observa que la tendencia de patentamiento va en aumento, y que la inventiva en ésta tecnología no fue, sino hasta el año 2002, notándose a partir de ahí un incremento significativo en el patentamiento del año 2009 al 2010, indicando la relevancia del desarrollo tecnológico a partir de ese año y la importancia que empezó a tomar la tecnología en los últimos siete años.

IV.1.2 Promedio de patentes por año.

El promedio de patentes por año, se obtiene del total de patentes analizadas entre el número de años acorde al periodo analizado, a lo que se obtuvo un total de **14.666** patentes por año, lo que indica que en promedio se están generando de 14 a 15 patentes al año, observándose un área de oportunidad para el desarrollo tecnológico de almacenamiento de energía eólica, en otras palabras, existe la posibilidad de mejora ya que se está trabajando en ello, sin embargo, también debe considerarse que eso ocasiona que la tecnología cada vez sea más compleja.

IV.1.3 Fase de acceso público.

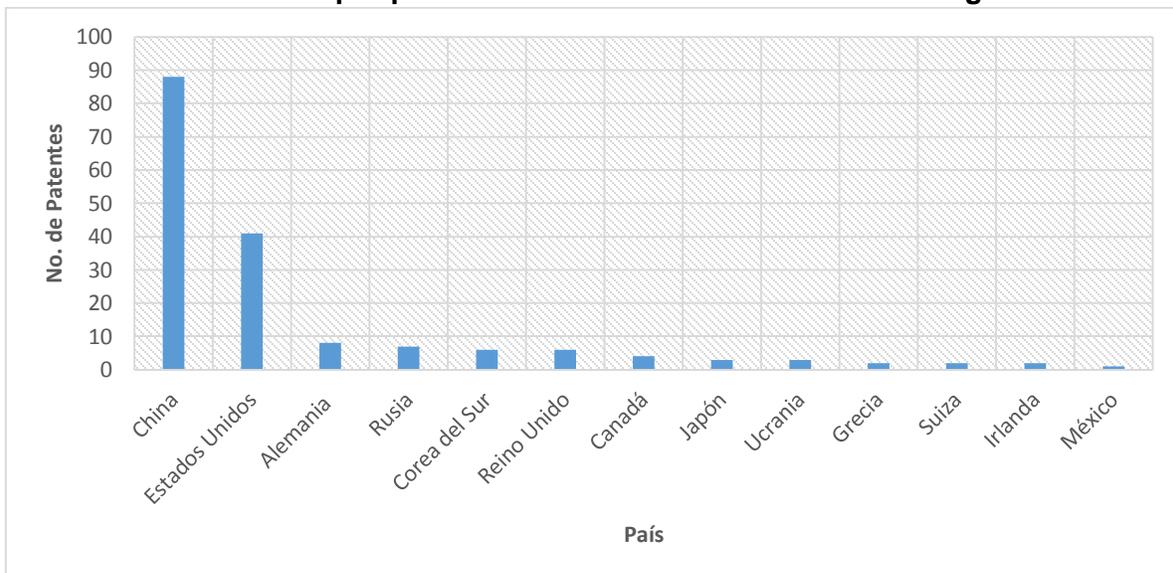
La fase de acceso público se refiere al tiempo que tarda en otorgarse una patente de este tipo de tecnología, a partir de la fecha de solicitud, con la finalidad de conocer el tiempo aproximado que el solicitante tendrá que esperar para poder explotarla comercialmente de manera de que éste sea el único con permiso para hacerlo, y poder denunciar a aquellos que quieran duplicar su tecnología y obtener sus beneficios.

Se considera el total de patentes y se obtiene el promedio, de esta manera se conoce cuánto tarda aproximadamente una patente en ser otorgada acorde a la tendencia observada, para ésta tecnología bajo los criterios aplicados se obtuvo un promedio de **18.85** años de vigencia por patente, indicando que la tecnología tarda aproximadamente 2 años en otorgar la patente a partir de la fecha de solicitud, lo cual es una oportunidad para el inventor, ya que aún le quedan 18 años para poder obtener toales beneficios por su desarrollo.

IV.1.4 Patentes por país.

Se identificó la procedencia de las patentes que arrojó la búsqueda, por lo que se muestra en la gráfica 3 los principales países incluyendo a México, con la finalidad de observar el país que más patenta en almacenamiento de energía para fuentes eólicas.

Gráfica 3. Patentes por país 2000-2017 "Almacenamiento de energía eólica".



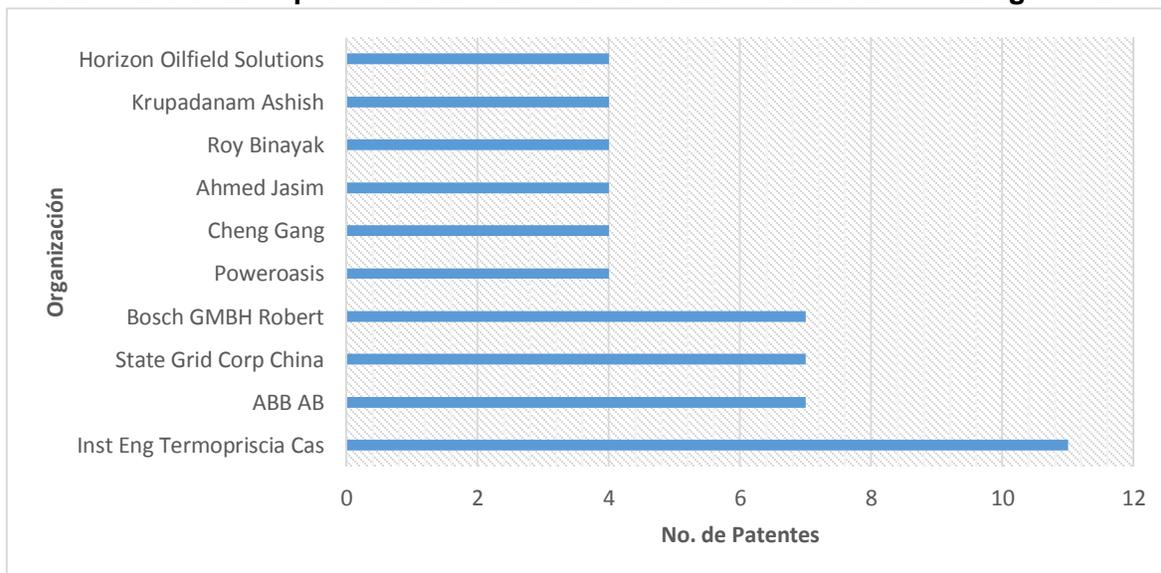
Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de patentes de Patentinspiration para "Almacenamiento de energía eólica" 2000-2017.

De acuerdo a la información expuesta en la gráfica 3, se obtiene que los países que más patentan referente al desarrollo de almacenamiento de energía eólica son China con 88 patentes y Estados Unidos con 41 de las 264 analizadas, en otras palabras, el 48.86% del total de patentes provienen de ambos países, convirtiéndolos en líderes (bajo los criterios de búsqueda) en el desarrollo tecnológico y detectándose la importancia que estos países le está otorgando a este tipo de tecnología, por su parte para Alemania, Rusia y Corea del Sur, se detecta una participación baja, ya que tienen ocho, siete y seis patentes respectivamente; por otro lado, México figura con una patente en la que incorpora un sistema de almacenamiento ya desarrollado más no una invención de ésta tecnología (Patente MX2013004525A), indicando ser un área de oportunidad para desarrollar en el país.

IV.1.5 Identificación de los solicitantes.

Este apartado tiene el objetivo de identificar quienes son las principales organizaciones enfocadas en el desarrollo tecnológico de sistemas o equipos de almacenamiento de energía eólica, por lo que se muestra a continuación en la gráfica 4, las diez principales organizaciones que patentan más en relación con la tecnología de estudio.

Gráfica 4. Patentes por solicitante 2000-2017 "Almacenamiento de energía eólica".

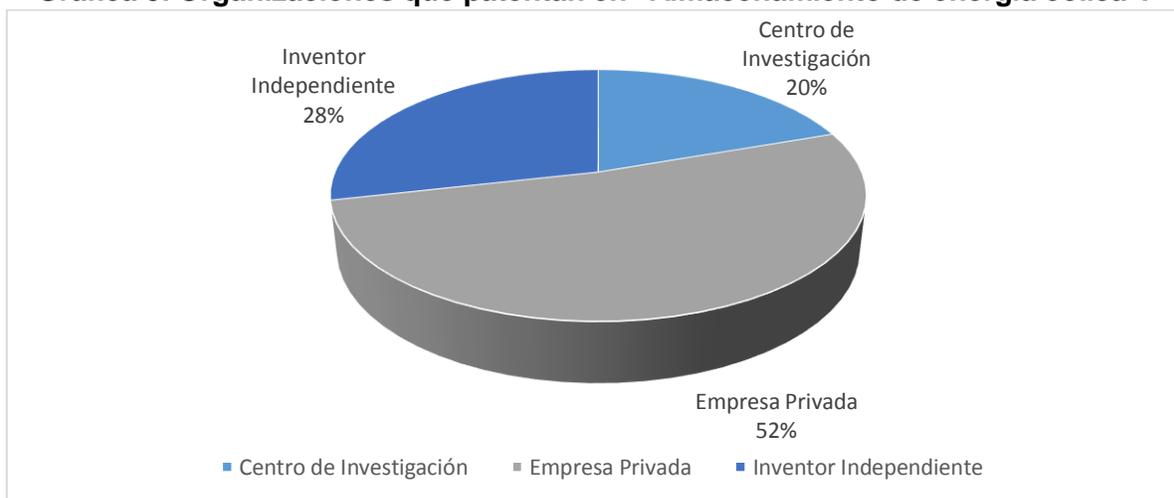


Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de patentes de Patentinspiration para "Almacenamiento de energía eólica" 2000-2017.

Como primer lugar tenemos al Instituto de Termofísica de Ingeniería (IET), originado en el Laboratorio de Energía de la Academia China de Ciencias, es un instituto de investigaciones en el desarrollo de tecnologías relacionada con ingeniería eléctrica y ciencias y tecnología de la energía, además del desarrollo en investigación, éste Instituto también ofrece programas de maestría y doctorado relacionadas con el campo de la Ingeniería Dinámica, la Termofísica y Ambiental; ha celebrado comités académicos donde la energía eólica es la clave del poder energético, por lo que su desarrollo en este campo, lo convierte una organización líder en esta rama (IET, 2017).

En la revisión de los solicitantes, se encontraron que algunas pertenecen a centros de investigación, a empresas privadas y otras fueron solicitadas por inventores independientes, desglosándose su porcentaje de participación en la gráfica 5.

Gráfica 5. Organizaciones que patentan en "Almacenamiento de energía eólica".



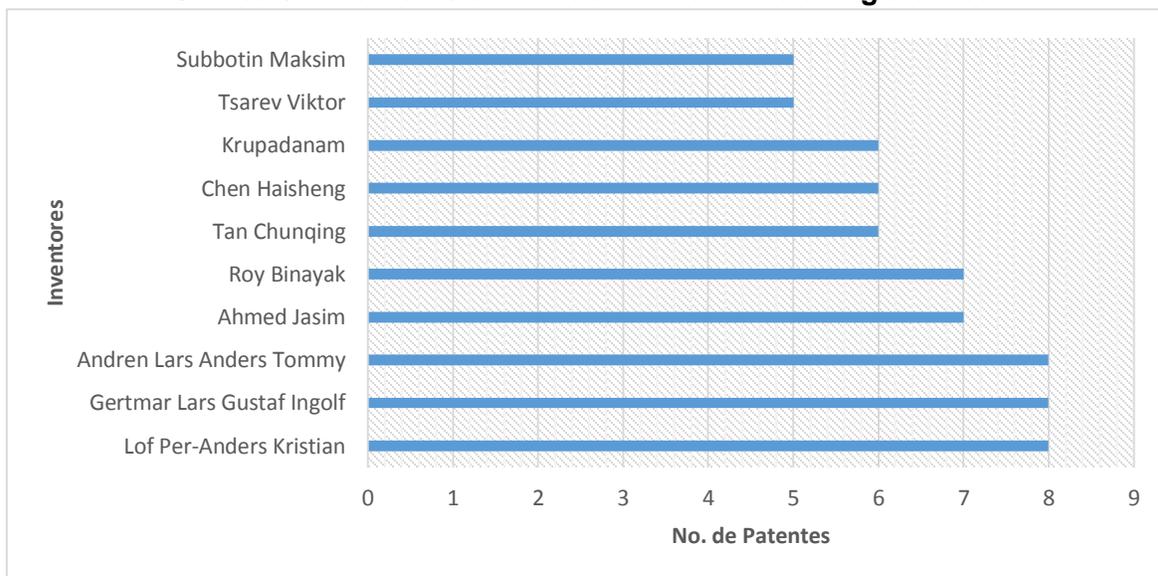
Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de patentes de Patentinspiration para "Almacenamiento de energía eólica" 2000-2017.

Acorde a la gráfica anterior se observa que la mayoría de los solicitantes de patentes en almacenamiento de energía eólica provienen de empresas privadas, sin embargo, se debe resaltar que la participación de los inventores independiente es altamente comparable con la de los centros de investigación, entendiéndose el alto impacto que tiene esta tecnología en los investigadores y la baja complejidad en la solicitud de recursos para poder generar este tipo de tecnología, ya que no necesariamente necesitan del respaldo de una gran compañía o un centro los cuales en general cuenta con recursos más grandes que lo que un investigador independiente puede solventar.

IV.1.6 Identificación de los inventores.

El siguiente apartado tiene la finalidad de mostrar a los inventores que han participado en este tipo de tecnología, mostrando en la gráfica 6, los diez principales inventores por número de patentes.

Gráfica 6. Inventores en "Almacenamiento de energía eólica".



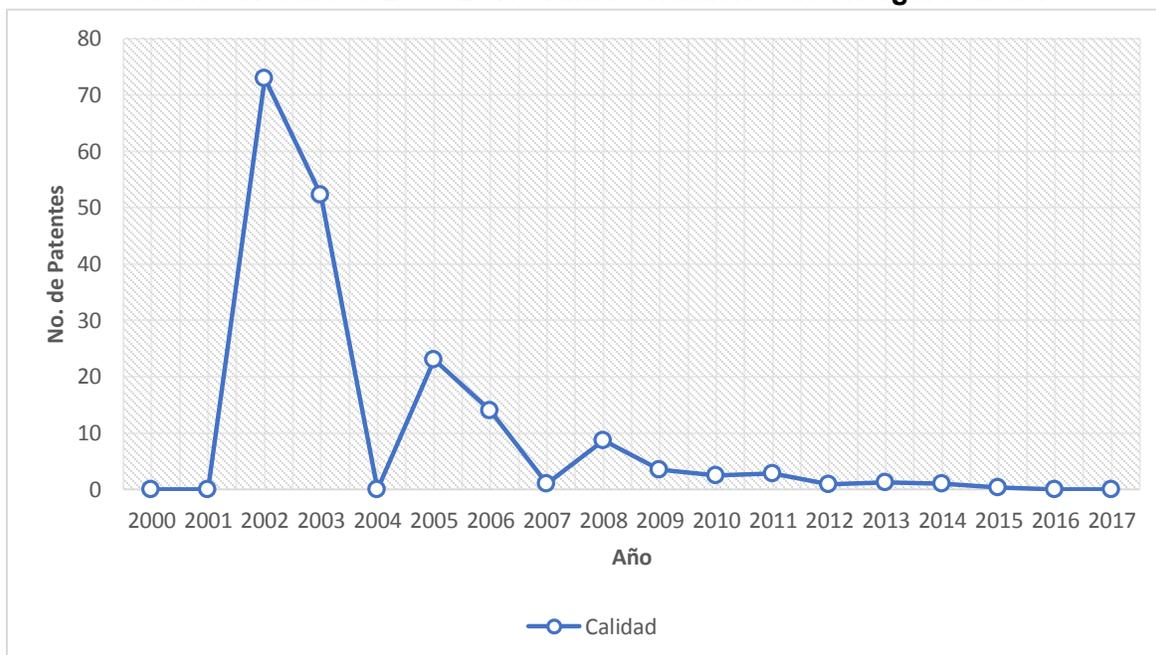
Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de patentes de Patentinspiration para "Almacenamiento de energía eólica" 2000-2017.

En el análisis de las 264 patentes, se detectaron a tres inventores principales, los cuales son colaboradores de la empresa ABB AB, el primero es Lof Per-Anders Kristian, colaborador en la empresa ABB AB (Justia Patents, 2017), al igual que Gertmar Lars Gustaf Ingolf y Andren Lars Anders Tommy (Linked In, 2017), también se encuentra a Ahmed Jasim como investigador independiente y también como colaborador de la empresa Bosch GmbH Robert, igual que Roy Binayak y Tan Chunqing que pertenece al Instituto de Termofísica de Ingeniería, al igual que Krup Adanam, observándose que aun siendo independientes existe una alta colaboración con la industria privada, siendo éste una oportunidad para acercarse a ellos como expertos para desarrollar innovación en la tecnología de estudio.

IV.1.7 Calidad de la tecnología.

El indicador de calidad permite ver el impacto que ha tenido una patente como para ser citada para la realización de otras invenciones patentadas, la información obtenida se muestra en la gráfica 7.

Gráfica 7. Calidad 2000-2017 “Almacenamiento de energía eólica”.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de patentes de Patentinspiration para “Almacenamiento de energía eólica” 2000-2017.

La gráfica anterior, muestra como las patentes otorgadas a principios del año 2000 se encuentran citadas en un mayor número de patentes, con el paso del tiempo se observa que ésta calidad va disminuyendo, lo cual es entendible debido a que las invenciones más antiguas son claramente más citadas para el desarrollo tecnológico nuevo, por lo que se esperaría que en un futuro las patentes que vemos como nuevas en el periodo de 2012 al 2017, generan mayor influencia en nuevas invenciones futuras.

IV.1.8 Clasificación Cooperativa de Patentes (CPC).

En la revisión de patentes se considera importante completar la información con las diez principales clasificaciones CPC y el número de patentes en las que se encuentra clasificado, ya que en un principio solo se tiene descrito la clasificación internacional de patentes (CIP), la cual fue descrita en los criterios de búsqueda, por lo que se observa la relación con los datos presentados en la tabla 12.

Tabla 12. Principales CPC patentes 2000-2017 “Almacenamiento de energía eólica”.

Clasificación	Número de patentes
Y02E10/763 – Para aplicaciones conectadas a la red.	36
Y02E10/563 – Para aplicaciones conectadas a la red.	28
Y02E10/72 – Aerogeneradores con eje de rotación en dirección del viento.	27
Y02E70/30 – Sistemas que combinan el almacenamiento de energía con la generación de energía no fósil.	26
H02J3/386 – Energía eólica.	24
Y02E10/766 – Concerniente a la administración de energía dentro de la planta.	24
Y02E10/566 – Concerniente a la administración de energía dentro de la planta.	20
H02J3/383 Energía solar	19
Y02E10/725 – Generador o configuración.	19
H02J3/382 – Generadores que explotan la energía renovable.	18

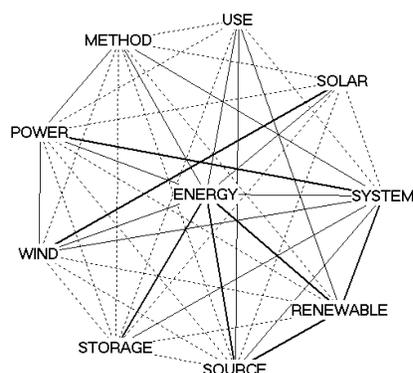
Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de patentes de Patentinspiration para “Almacenamiento de energía eólica” 2000-2017

En el análisis de la tabla anterior, se observa que las clasificaciones van orientadas a las áreas de fuentes renovables de energía y a las conexiones a la red, esto por la integración de la energía en la red eléctrica de una localidad, también se observa la presencia de la clasificación de energía solar, lo cual concuerda con la relación que se ha detectado desde el análisis de redes con la concordancia que tienen ambas fuentes en el desarrollo de este tipo de tecnología y uno que resalta, es la combinación de los sistemas de almacenamiento con la energía no fósil, lo cual es el objeto del presente estudio.

IV.1.9 Análisis de Patentes.

Éste análisis consiste en la revisión de cada una de las patentes que arrojó la búsqueda, bajos los criterios ya establecidos, con la finalidad de identificar puntualmente las tecnologías protegidas por medio de patentes que están tomando mayor relevancia en el mundo, para lo cual primero se procede a realizar una red de palabras, la cual se muestra a continuación en la figura 9.

Figura 9. Red de patentes 2000-2017 “Almacenamiento de energía eólica”.



Fuente: Información obtenida de patentes de Patentinspiration para “Almacenamiento de energía eólica” 2000-2017 y procesada mediante el software Redes 2005, V.1.0.0.

Acorde a la red de palabras presentada en la figura anterior, se observa lo siguiente:

- La red es homogénea, ya que las palabras principales se conectan todas entre sí, aunque con intensidad variable, indicando una buena estructura en relación con la tecnología.
- La palabra central es “energía”, esto debido a que es el sector en el que la tecnología se está desarrollando.
- Existe una fuerte relación entre “viento” y “solar”, esto puede deberse a que en gran medida las invenciones de almacenamiento para fuentes renovables consideran a ambos recursos.
- La palabra “almacenamiento”, principal objeto de estudio, tiene alta relación con “sistemas,” interpretándose que las invenciones van dirigidas más al desarrollo de este que a “métodos”, relación existente, aunque con menos intensidad, mientras que “equipos”, palabra clave para la búsqueda no figura dentro de la red.
- La relación entre “sistema” y “potencia”, se interpreta como el desarrollo principal de las invenciones orientadas a potencializar la energía, lo cual concuerda con parte del objetivo que persigue el almacenamiento.

Otras palabras que también aparecen es el software con un alto número de ocurrencia, aunque no pertenecen a las primeras diez, si generan cierta información sobre el tipo de patentes que se están analizando, por lo que se presenta la siguiente tabla, con las palabras con ocurrencia menor a 28 (es la ocurrencia menor presentada en la red) y mayor a 13, esto para obtener las próximas diez palabras, acorde a su ocurrencia.

Tabla 13. Ocurrencia de palabras de patentes 2000-2017 de “Almacenamiento de energía eólica”.

ID	Ocurrencia	Nombre
11	26	Generación
12	25	Dispositivo
13	24	Eléctrico
14	21	Control
15	19	Aprovechamiento
16	17	Complementario
17	15	Micro-redes
18	15	Calor
19	14	Híbrido
20	14	Central

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de patentes de Patentinspiration para “Almacenamiento de energía eólica” 2000-2017, en software Redes 2005, V.1.0.0.

De ésta ocurrencia de palabras (tabla 13) siguientes a las ya presentadas en la red anterior, se observa que existen también “dispositivos”, que hay invenciones relacionadas con el “calor” y con el uso de “micro-redes”, así como una naturaleza “híbrida”, lo cual puede interpretarse con la unión de invenciones que se relacionan con fuentes de viento y solar, observable en la red de la figura 9, por lo que estas palabras aunque con ocurrencia menor, generan mayor información para entender la orientación de las patentes.

Para entender mejor las líneas que persiguen las patentes, se hizo una revisión puntual de cada una de ellas, identificando los métodos, sistemas o dispositivos relacionados con el almacenamiento de energía, y se procede a identificar por año cuales son las más relevantes por el número de frecuencia en que se presentan, de esta forma obtiene información complementaria a la red anterior.

Tabla 14. Líneas de investigación de patentes por año.

Año	Líneas de investigación	Año	Líneas de investigación
2002	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema informático de control de potencia. 	2010	<ul style="list-style-type: none"> • Batería. • Bobinas. • Sistema de conversión.
2003	<ul style="list-style-type: none"> • Batería 	2011	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de red de tensión. • Batería. • Convertidores de corriente.
2004	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema hidroeléctrico. 	2012	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de conversión de energía. • Sistema de gestión térmica. • Batería BESS. • Control de potencia.
2005	<ul style="list-style-type: none"> • Batería. • Mecanismo de energía virtual. • 	2013	<ul style="list-style-type: none"> • Método de fluctuación de salida. • Sistema de aire comprimido. • Proceso de conversión de energía eólica en mecánica.
2006	<ul style="list-style-type: none"> • Batería. • Sistema de bombeo hidráulico. 	2014	<ul style="list-style-type: none"> • Batería. • Sistema de Termoquímica. • Sistema de baja temperatura.
2007	<ul style="list-style-type: none"> • Batería. 	2015	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de baja temperatura. • Batería. • Sistema de control por componentes hidráulicos.
2008	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de bombeo. • Batería. • Sistema de bombeo hidráulico. 	2016	<ul style="list-style-type: none"> • Batería BESS. • Sistema de aire comprimido. • Circuito de control de suministro.
2009	<ul style="list-style-type: none"> • Batería. • Circuito de control de suministro. • Capa vertical push-pull. • Sistema térmico. 	2017	<ul style="list-style-type: none"> • Bombeo de fluidos hidráulicos. • Suministro por micro-redes. • Batería BESS. • Sistema de aire comprimido.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de patentes de Patentinspiration para "Almacenamiento de energía eólica" 2000-2017.

En la revisión puntual de las patentes, se desglosan los sistemas, métodos y dispositivos relacionados con el almacenamiento de energía que proviene de fuentes renovables, enfatizando que consideren a las fuentes eólicas, se observa en la tabla 14, que existe mayor diversidad de estas patentes a partir del 2008, sin embargo, muchas de estas siguen utilizándose constantemente año con año, aunque incorporada a un sistema o aplicación diferente.

Con lo anterior, se observa que el uso de baterías, es el método más utilizable para almacenar energía proveniente de fuentes renovables, especialmente la solar y la eólica, cabe resaltar, que en las patentes revisadas se relacionan con la información obtenida previamente en la red de palabras, ya que las invenciones consideran a estas dos fuentes como las principales en las que se centra la invención y aunque solar no se encuentra dentro de las palabras clave de búsqueda, la tecnología protegida los considera a ambos.

Otros tipos de almacenamiento que también resaltan son: sistemas de aire comprimido, sistemas de baja temperatura, sistemas de bombeo y el uso de redes, resaltando nuevamente la concordancia con la red de palabras (figura 9), en la que se observaba que existen más sistemas que métodos, los cuales trabajan con la idea de mantener el movimiento para resguardar la energía y liberarla en el momento idóneo, es decir acorde a la demanda y el déficit del recurso.

Lo anterior nos da el parámetro del nivel de inventiva que existe relacionada con el tipo de tecnología de estudio, lo que permitirá relacionarlo con las investigaciones publicadas en artículos científicos que se abordarán en el estudio bibliométrico, y así poder tener el panorama técnico del almacenamiento de energía eólica y poder detectar las oportunidades para generar innovación.

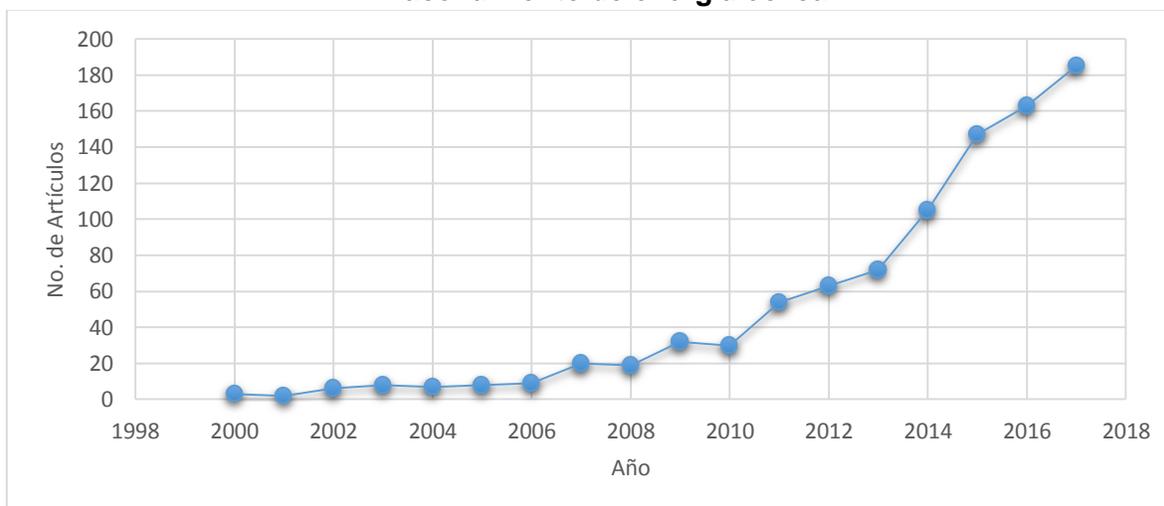
IV.2 Entorno Científico: Hallazgos del panorama mundial.

A partir de los criterios establecidos se analizaron los 933 artículos de investigación, de los cuales se obtuvieron datos relevantes, como el año de otorgamiento, año de solicitud, país de origen, inventores y organizaciones solicitantes, los cuales se muestran en forma de tablas y gráficas, permitiendo realizar el análisis de los artículos científicos y su aportación al conocimiento para la tecnología de almacenamiento de energía eólica.

IV.2.1 Dinámica de publicación de artículos científicos.

Para la obtención de la dinámica de publicación de artículos científicos se presentan los 933 artículos que arrojó la búsqueda, por año de publicación obteniéndose la tendencia en la gráfica 8.

Gráfica 8. Dinámica de publicación de artículos científicos 2000-2017
"Almacenamiento de energía eólica".



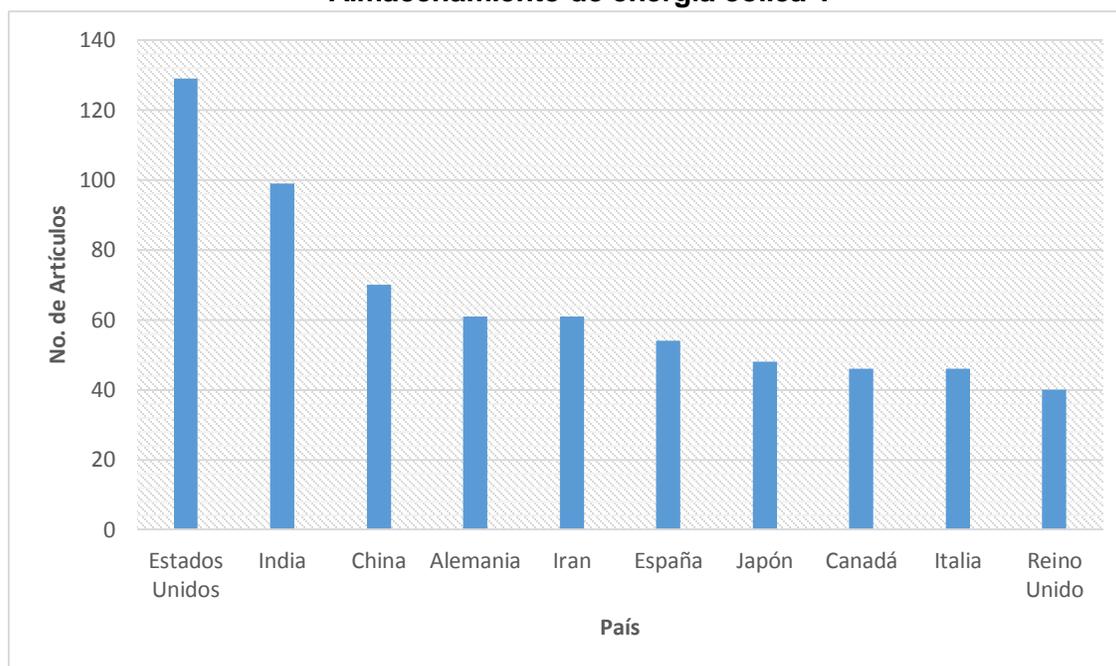
Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de SCOPUS de artículos "Almacenamiento de energía eólica" 2000-2017.

De acuerdo a la gráfica 8, se observa que la tendencia de publicaciones de artículos científicos se encuentra en crecimiento casi exponencial, notándose que el mayor número de publicaciones se han realizado en los últimos cinco años, indicando la importancia y relevancia que actualmente está tomando este tema, en contraste con el incremento de patentes en 2009 al 2010, se encuentra que también en publicaciones esos años fueron notables para el aumento de investigaciones científicas en la tecnología de almacenamiento de energía eólica.

IV.2.2 Países con mayor número de publicaciones.

La gráfica 9, presenta la procedencia de los artículos científicos clasificados por entidad, mostrando los principales países donde se publica.

**Gráfica 9. Países con mayor número de publicaciones 2000-2017
"Almacenamiento de energía eólica".**



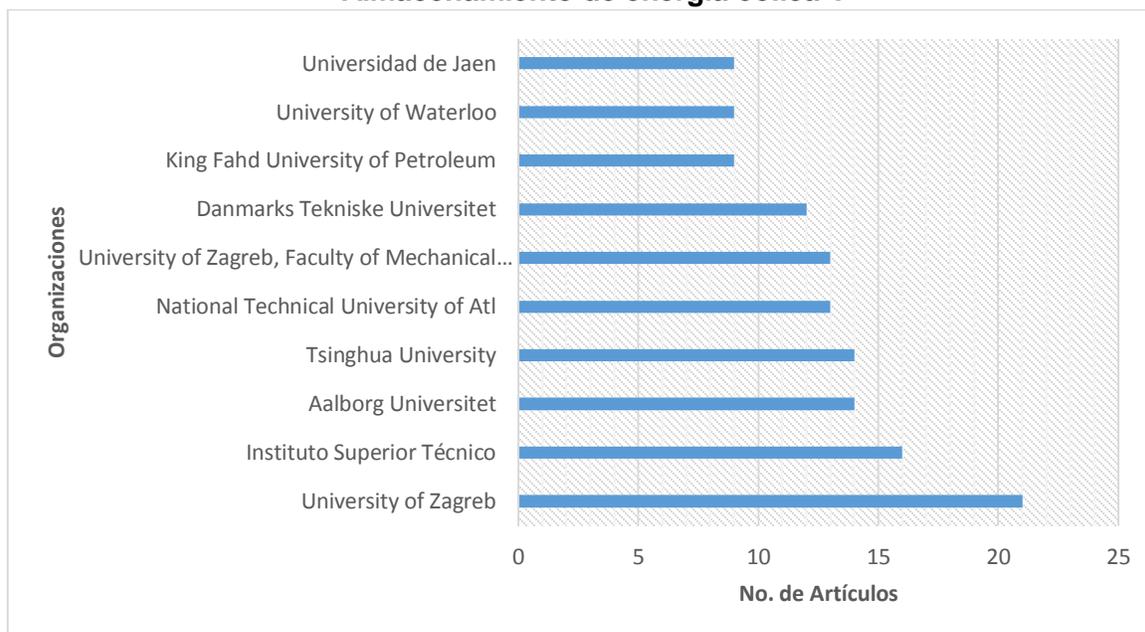
Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de SCOPUS de artículos "Almacenamiento de energía eólica" 2000-2017.

De acuerdo a la gráfica 9, se observa que los países donde más se publica (acorde a los criterios establecidos) acerca de investigaciones en tecnología de almacenamiento de energía eólica son: Estados Unidos, India y China, donde México no figura dentro de las principales naciones que publican sobre este tema ya que solo fueron encontrados 3 artículos, lo cual implica una oportunidad para investigadores mexicanos para desarrollar investigación y desarrollo acerca de este tipo de tecnología, y también se identifica a los países líderes con quienes se puede colaborar que son expertos en ésta área de investigación.

IV.2.3 Organizaciones con mayor número de publicaciones.

Se identificaron las principales instituciones, de donde provienen las publicaciones científicas, como se muestra en la gráfica 10.

Gráfica 10. Organizaciones con mayor número de publicaciones 2000-2017 "Almacenamiento de energía eólica".



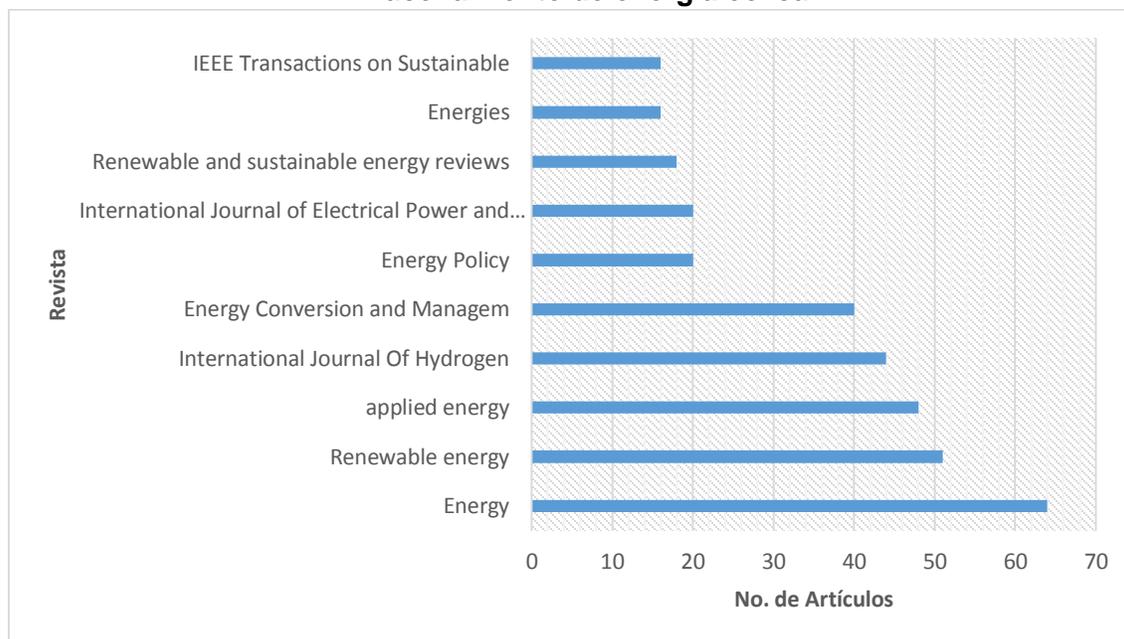
Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de SCOPUS de artículos "Almacenamiento de energía eólica" 2000-2017.

De acuerdo a la gráfica 10, la institución que publica más sobre tecnologías de almacenamiento de energía eólica es University of Zagreb de Croacia, seguido del Instituto Superior Técnico de Portugal, Aalborg Universitet de Dinamarca y Tsinghua University de China, las cuatro provenientes de diferentes países, sin embargo estas no se encuentran dentro de los países que más publican acerca de este tipo de tecnología, indicando que las publicaciones de Estados Unidos e India (países líderes en el número de documentos publicados acorde a la gráfica 9) provienen de diversos investigadores e instituciones, es decir, que no hay una institución que se centra específicamente en este tipo de tecnología sino que son diversas que se interesan en este tema aunque no lo hacen en altos números de artículos publicados.

IV.2.4 Fuentes con mayor número de artículos.

Parte de la procedencia de los artículos, tiene que ver con el tipo de fuente, en éste caso que revista es la que se centra más en publicar sobre éste tema, encontrándose lo presentado en la gráfica 11.

**Gráfica 11. Fuentes con mayor número de artículos 2000-2017
"Almacenamiento de energía eólica".**



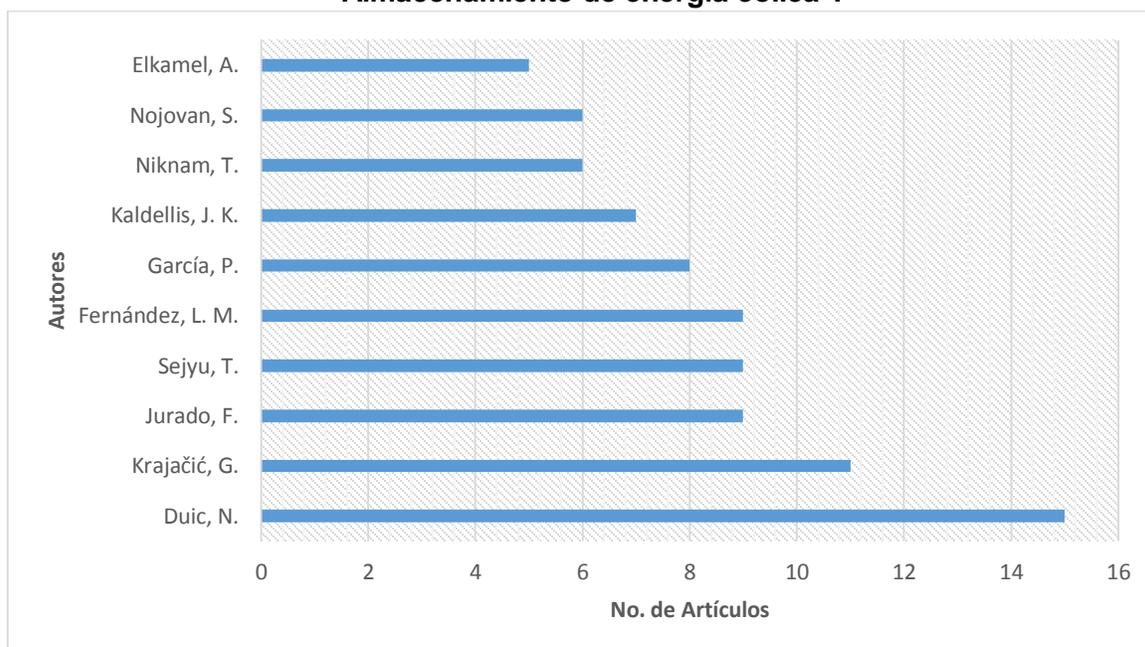
Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de SCOPUS de artículos "Almacenamiento de energía eólica" 2000-2017.

De acuerdo a la información presentada en la gráfica 11, las revistas que más han publicado acerca de la tecnología de almacenamiento de energía proveniente de fuentes eólicas son: Energy, revista internacional y multidisciplinaria en las áreas de ingeniería e investigación energética (ELSEVIER, 2018); seguido de Renewable Energy, especializada en el conocimiento de tecnologías de sistemas y componentes relacionados con fuentes renovables de energía (ELSEVIER, 2018); y Applied Energy, especializada en innovación, investigación y desarrollo de la conservación de energía (ELSEVIER, 2018); esta información da una referencia para centrarse en esas revistas e identificar las investigaciones que puedan contribuir en el desarrollo de ésta tecnología.

IV.2.5 Autores con mayor número de artículos.

En la gráfica 12, se identifican a los principales autores de las investigaciones publicadas que entran en éste análisis, identificando puntualmente los investigadores que se centran en el estudio de este tema.

**Gráfica 12. Autores con mayor número de artículos 2000-2017
"Almacenamiento de energía eólica".**



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de SCOPUS de artículos "Almacenamiento de energía eólica" 2000-2017.

De acuerdo a la información obtenida de la gráfica 12, el autor más dedicado a la investigación de la tecnología de almacenamiento de energía proveniente de fuentes renovables y que destaca por sobre los demás investigadores, es Duic', Neven Z., de la Universidad de Zagreb, específicamente de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Arquitectura Naval en Croacia; lo cual representa una oportunidad para establecer relaciones y que exista una colaboración para un desarrollo tecnológico o solo seguir sus trabajos para apoyarse como referencia de la tecnología a desarrollar o adoptar.

IV.2.6 Promedio de citas de los artículos publicados por las diez principales organizaciones.

Para identificar el impacto de los artículos publicados, se consideran las citas que cada uno ha tenido, provenientes de las principales organizaciones que publican, ya que publicar más no significa tener mayor influencia dentro de la comunidad científica, ésta información se muestra en la tabla 15 y la gráfica 13.

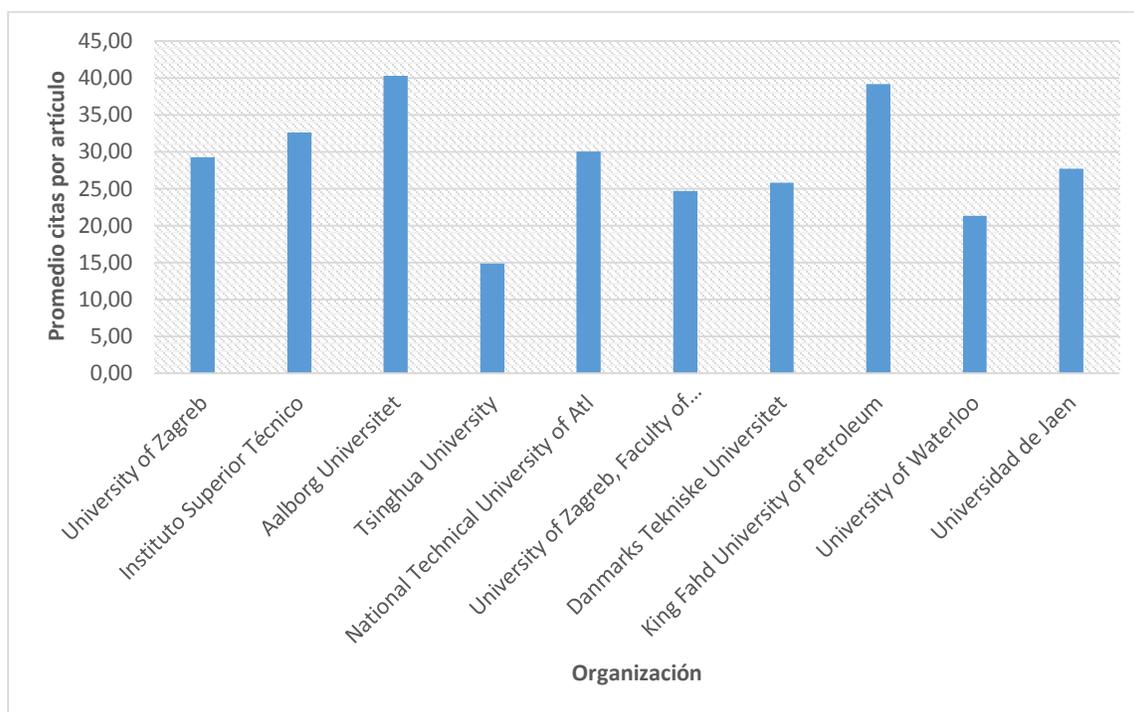
Tabla 15. Promedio de citas de artículos publicados de las diez principales organizaciones.

Organización	Artículos publicados	Citas	Promedio por cita
University of Zagreb	21	614	29.24
Instituto Superior Técnico	16	521	32.56
Aalborg Universitet	14	564	40.29
Tsinghua University	14	208	14.86
National Technical University of Atl	13	390	30.00
University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture	13	321	24.69
Danmarks Tekniske Universitet	12	309	25.75
King Fahd University of Petroleum	9	352	39.11
University of Waterloo	9	192	21.33
Universidad de Jaen	9	249	27.67

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de SCOPUS de artículos "Almacenamiento de energía eólica" 2000-2017.

A partir de la información obtenida en la tabla 15, se puede observar en la gráfica 13, los promedios por cita de cada una de las principales organizaciones que publican artículos relacionados con la tecnología de almacenamiento de energía eólica, con la finalidad de conocer e identificar la trascendencia de los artículos analizados de las principales instituciones a través del número de citas obtenidas por artículo, en otras palabras, cuantas veces han sido citados cada uno de los artículos de cada organización.

Gráfica 13. Calidad de los artículos publicados por las principales instituciones "Almacenamiento de energía eólica".



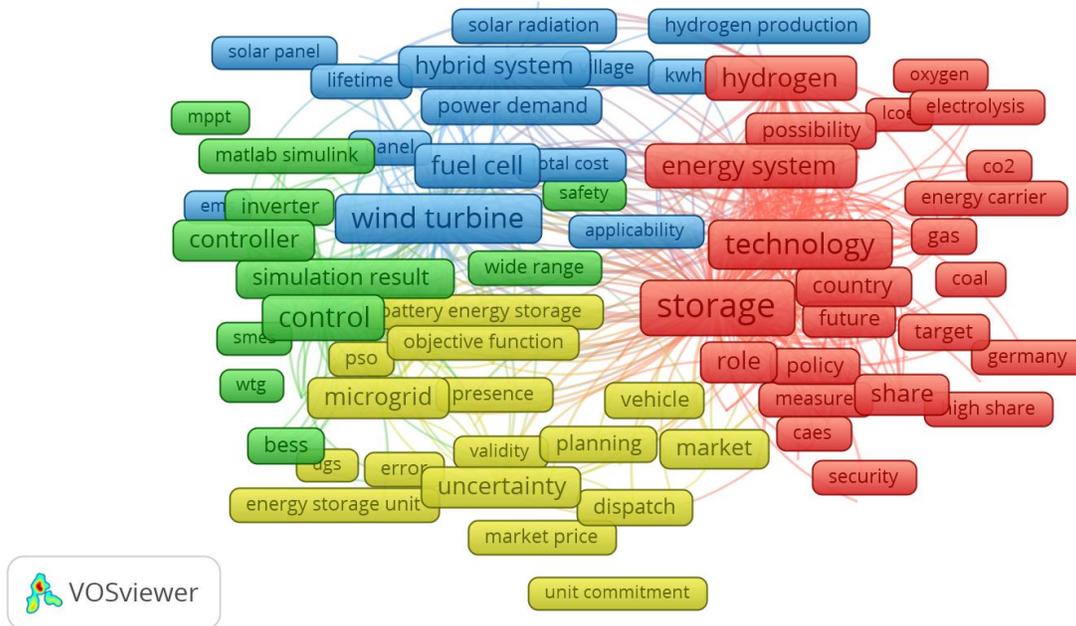
Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de SCOPUS de artículos "Almacenamiento de energía eólica" 2000-2017.

De la información obtenida acorde con la gráfica 13, se obtiene que Aalborg Universitet es la institución que tiene mayor calidad, debido a que por cada artículo publicado, un promedio de 40 artículos lo utilizan como referencia; lo cual indica que los artículos generados por esa institución son de mayor calidad que los de University of Zagreb considerada la institución de la cual proviene el mayor número de artículos científicos, sin embargo, estos solo logran un promedio de 29 citas por artículo publicado, indicando que estos no han trascendido tanto como los de la universidad de Croacia.

IV.2.7 Análisis de Artículos Científicos.

Con la finalidad de conocer los temas en los que se está investigando y que cumplen con los requisitos para ser publicados como artículos científicos en revistas de prestigio, se procede a realizar una red de palabras basada en los criterios planteados en la metodología, el cual corresponde al número de ocurrencia de palabras dentro del título y resumen de los artículos e identificar la relación entre ellas, a continuación, se presentan las siguientes figuras de la red.

Figura 10. Red de palabras de artículos científicos 2000-2017 “Almacenamiento de energía eólica”.



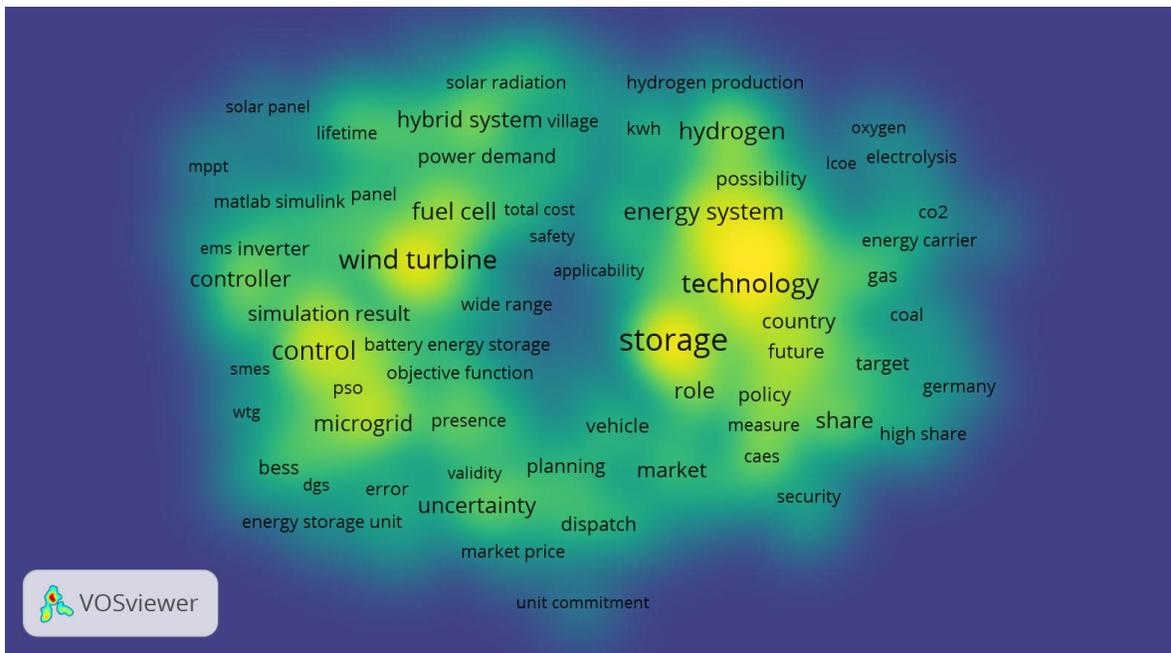
Fuente: Información obtenida de patentes de PatentInspiration para “Almacenamiento de energía eólica” 2000-2017 y procesada mediante el software VOSviewer.

En la red de la figura 10, se observa la presencia de cuatro *clusters* de palabras, para lo cual se interpreta lo siguiente:

- El primero (azul). Se observa la presencia de “sistemas híbridos”, ya que contiene “turbinas eólicas” y “paneles solares”, donde nuevamente se ve la relación entre fuentes de sol y de viento, en materia de almacenamiento se encuentra la presencia de “pilas de combustibles” y la “producción de hidrógeno”.
- En el segundo (rojo). Se detecta la presencia de “tecnologías” de “almacenamiento”, de forma más específica, donde se relaciona con el uso de “gas”, “hidrógeno”, “carbón” y “electrólisis” interpretándose que son parte de un sistema o un método, además hacen referencia a “política”, entendiéndose el papel que juega en la implementación o desarrollo de este tipo de tecnología.
- El tercero (amarillo). Se relaciona aún más con lo ya identificado en patentes como son: “almacenamiento de energía por batería”, el uso de “micro-redes”, sin embargo, también empieza a considerarse la incertidumbre del mercado y de precios.

- El cuarto (verde). Se interpreta que tiene que ver más con una de las líneas detectadas en la revisión de patentes referentes a sistemas informáticos, ya que hace alusión a “simulación de resultados”, “control” y “regulador”, lo que se relaciona con los desarrollos de control en sistemas de suministro de energía.

**Figura 11. Red de densidad de palabras de artículos científicos 2000-2017
“Almacenamiento de energía eólica”.**



Fuente: Información obtenida de patentes de Patentinspiration para “Almacenamiento de energía eólica” 2000-2017 y procesada mediante el software VOSviewer.

La figura 11 representa la red de palabras en donde se logra visualizar una baja densidad entre las mismas, observándose que los artículos en revisión se centran en dos partes, en la primera se encuentran “tecnologías de almacenamiento de energía” y “sistemas de energía”, lo cual concuerda con lo encontrado en patentes de que la investigación se centra en sistemas y no tanto en métodos, dispositivos o equipos.

La segunda, se centra en “control”, “simulación de resultados” y “turbinas eólicas”, interpretándose que la tecnología se centra en proceso de control de la energía generada a partir de turbinas eólicas y utilizarlo como una forma de almacenamiento, lo cual vuelve a concordar con lo que se encontró en la revisión de patentes. El uso de la red contribuye a complementar la información no solo de lo que se protege en patentes sino la relación con las investigaciones publicadas.

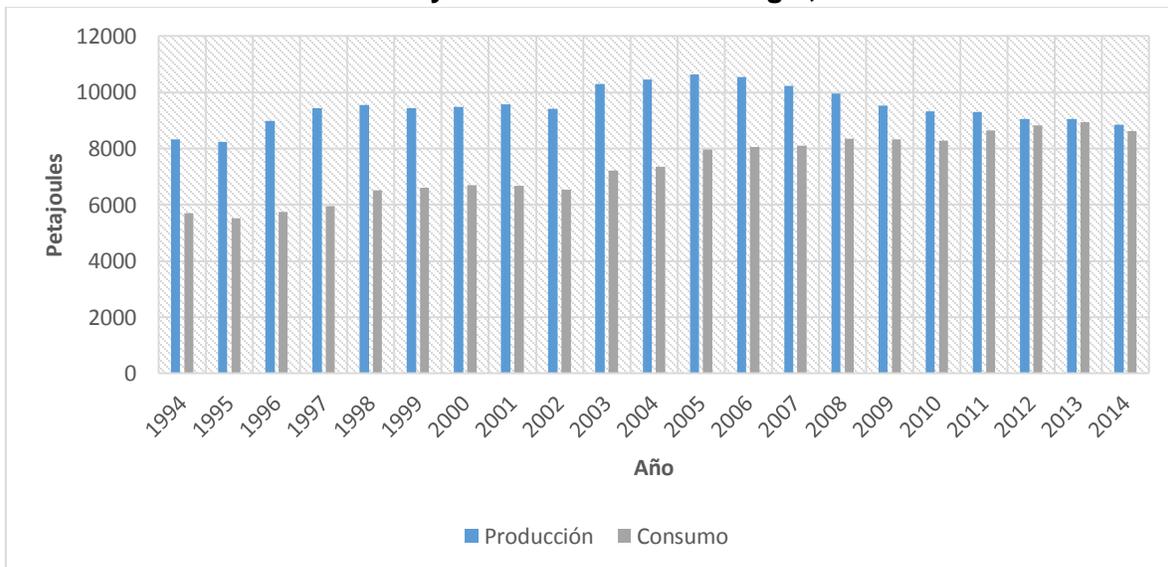
IV.3 Entorno Económico: Hallazgos del panorama en México.

A partir de los criterios económicos previamente establecidos en la sección III.5, se analizaron diversos indicadores nacionales (México), que permitirán observar las oportunidades o amenazas de la entrada de la tecnología desde la perspectiva económica del país, identificando la capacidad instalada para la generación de energía por fuentes eólicas, la tendencia que sigue el consumo energético del país y el tipo de organizaciones que podrían entrar en éste mercado.

IV.3.1 Producción y Consumo total de energía en México.

Un dato importante para conocer el estado de la oferta y demanda de la energía, se observa como la producción y consumo de este recurso por la sociedad mexicana, por lo que la gráfica 14, muestra esta tendencia considerada en Petajoules como unidad de medida.

Gráfica 14. Producción y consumo total de energía, México 1994-2014.



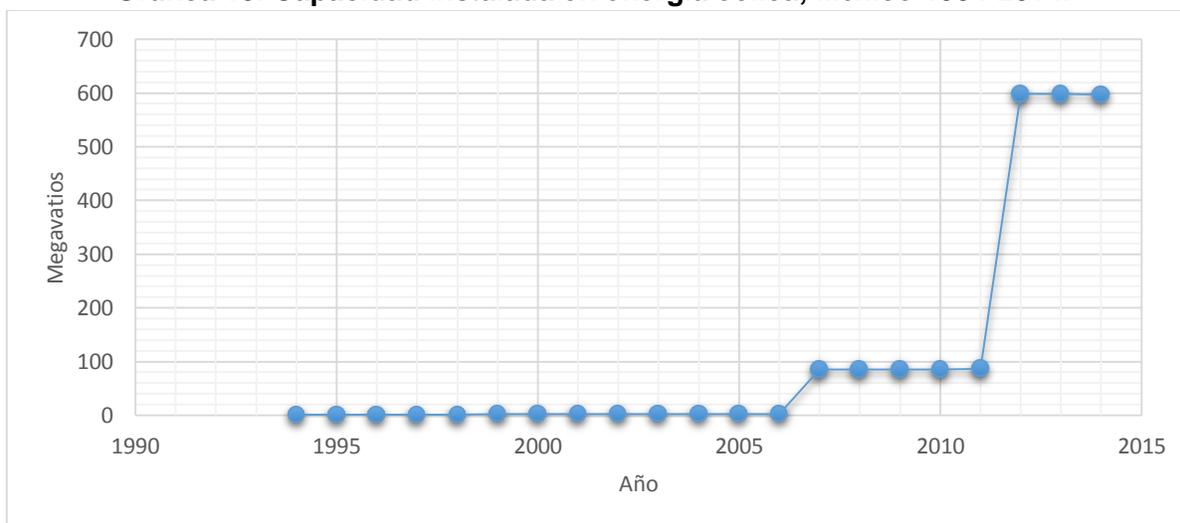
Fuente: Creación propia basado en BIE-INEGI para la clasificación económica 221110 y 335312.

De la gráfica anterior se observa el incremento año con año de consumo de energía eléctrica y que la producción de ésta cada vez más va descendiendo, lo que puede llegar al punto en que rebase la demanda a la producción total, por lo que se detecta la necesidad de empezar a utilizar fuentes renovables para la generación de energía, debido a la tendencia de escasez de combustibles fósiles y de la necesidad social del uso de energía, interpretando que existe mercado para poder desarrollar sistemas y equipos que contribuyan a mejorar la eficiencia de energías limpias.

IV.3.2 Capacidad instalada para generación de energía eléctrica por tipo de planta, eólica.

La capacidad instalada, permite observar el potencial de producción con el que México cuenta para la generación de energía por fuentes eólicas en el periodo establecido, observando la tendencia en la gráfica 15.

Gráfica 15. Capacidad instalada en energía eólica, México 1994-2014.



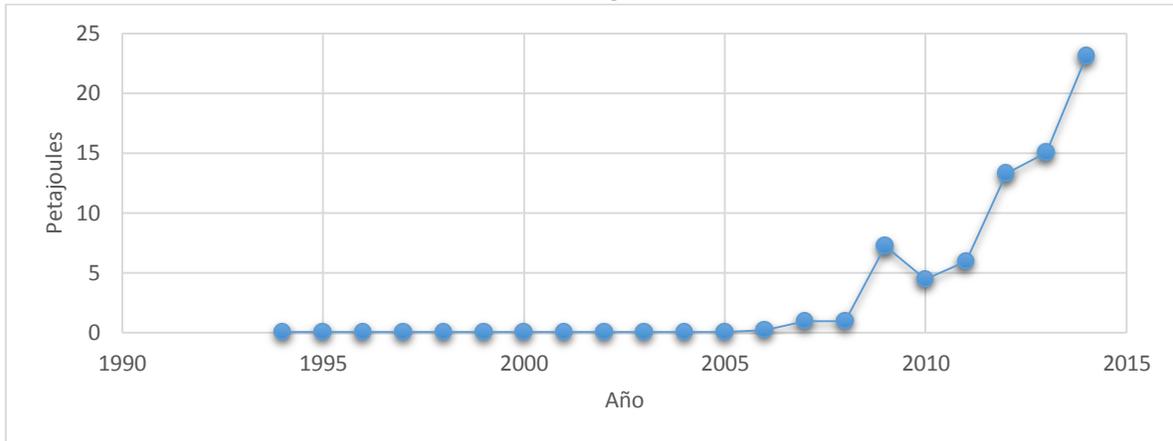
Fuente: Creación propia basado en BIE-INEGI para la clasificación económica 221110 y 335312.

De acuerdo con la gráfica anterior, se observa que a partir del 2007 la capacidad instalada por tipo de planta en energía eólica aumenta considerablemente, llegando incluso en 2017 a 597 Megavatios, indicando así la importancia que en México se le está dando a la generación de energía eólica por lo que el desarrollo de dispositivos, equipos o sistemas que vayan dirigido a él tendrán un valor importante y una oportunidad de negocio, además de contribuir con el cuidado al medio ambiente.

IV.3.3 Producción de energía primaria, energía eólica.

La gráfica 16, muestra la producción de energía generada en México que proviene de fuentes eólicas, observando la tendencia desde 1994 y hasta 2014, por ser los datos que se encuentran reportados en la plataforma de manera pública.

Gráfica 16. Producción de energía eólica, México 1994-2014.



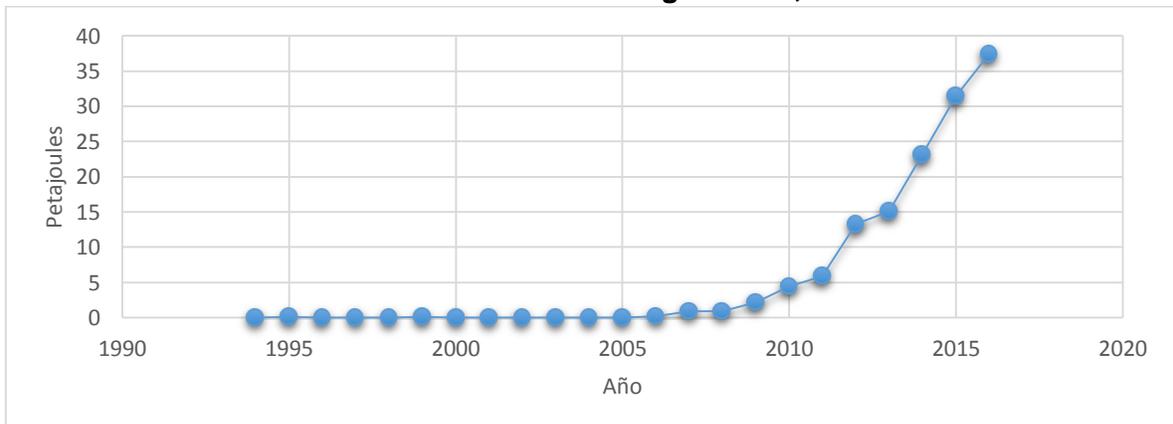
Fuente: Creación propia basado en BIE-INEGI para la clasificación económica 221110 y 335312.

Acorde con la gráfica anterior se observa que a partir del 2009 la producción de energía eólica comienza a tener un aumento significativo, lo cual relacionándolo con la gráfica 14, podría tener que ver con que en 2007 la capacidad instalada de plantas incremento, convirtiéndose para el 2009 en una oportunidad de crecimiento en la producción energética por medio de viento, lo que provocaría posteriormente un despunte significativo en 2012, llegando a 13.28 Petajoules.

IV.3.4 Oferta interna bruta de energía primaria, energía eólica.

Éste indicador, muestra la disponibilidad de energía generada por fuentes eólica que ya puede ser destinada a los procesos de transformación, distribución y consumo, su tendencia se muestra en la gráfica 17, a partir de 1994 y hasta 2016 ya que hasta ese año la plataforma reporta datos.

Gráfica 17. Oferta interna bruta de energía eólica, México 1994-2016.



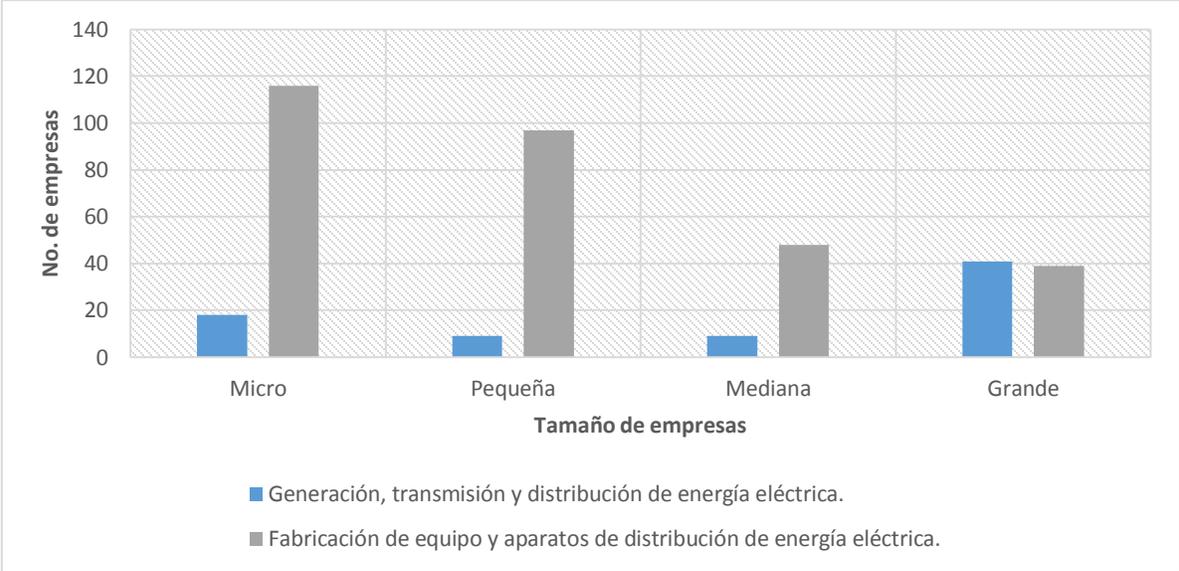
Fuente: Creación propia basado en BIE-INEGI para la clasificación económica 221110 y 335312.

De acuerdo a la gráfica 17, se observa que la disponibilidad de energía eólica va tomando mayor relevancia en México en los últimos cinco años, aunque en comparación con la oferta total de energía, el porcentaje de participación sigue siendo mínimo, por ejemplo, en el 2014 la producción total de energía es de 8854.25 Petajoules, de los cuales 23.13 provienen del viento, lo que da como resultado un 0.26% del total, por lo que implica una oportunidad para mejorar la tecnología que coadyuve al fortalecimiento del uso de energía eólica.

IV.3.5 Clasificación de empresas del mismo sector económico.

Con base en la clasificación del SCIAN, se observan el tipo de empresas que podrían estar inmersas en la posibilidad de generar sistemas o equipos que contribuyan en el almacenamiento de energía eólica, se clasifican por tamaño y ubicación geográfica de la organización, como se muestra en la gráfica 18 y 19.

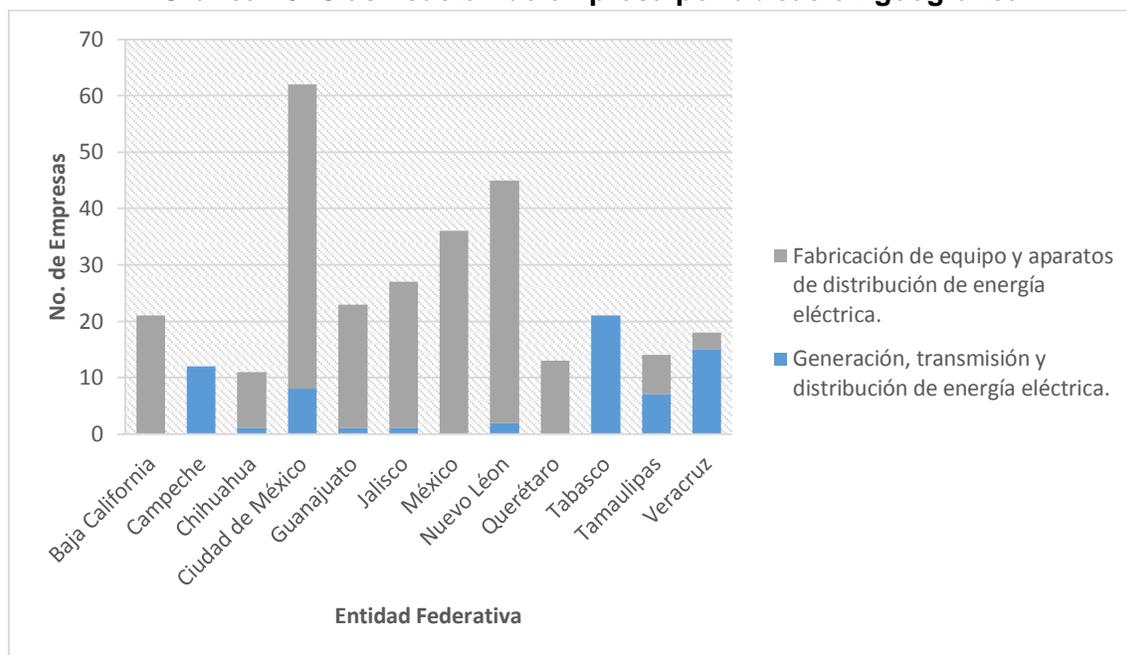
Gráfica 18. Clasificación de empresa por sector económico.



Fuente: Creación propia basado en DENUE-INEGI para la clasificación económica 221110 y 335312.

La gráfica anterior muestra que de acuerdo a las empresas activas bajo la clasificación 221110 y 335312, acorde al SCIAN, la mayor parte de ellas son micro y pequeñas, es decir aquellas que cuentan con un total de 0 a 50 empleados y las empresas menos representativas dentro de ambos sectores son las medianas; sin embargo las empresas grandes son las que tienen mayor participación en la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, esto podría deberse al nivel de inversión que se necesita para consolidar una organización en este tema en México, ya que en estas se ubican las centrales eléctricas.

Gráfica 19. Clasificación de empresa por ubicación geográfica.



Fuente: Creación propia basado en DENU-INEGI para la clasificación económica 221110 y 335312.

De acuerdo al gráfico 19, la entidad federativa donde se ubica el mayor número de empresas dedicadas a la fabricación de equipos de distribución de energía eléctrica y a su generación, transmisión y distribución, se encuentran en la Ciudad de México, seguido de Nuevo León y el Estado de México, sin embargo el mayor número de organizaciones dedicadas específicamente a generación y transmisión se ubica en Tabasco, Veracruz y Campeche, acorde a la clasificación 221110 del SCIAN, lo que indica en donde se encuentran en su mayoría las organizaciones que podrían estar interesadas en invertir en este tipo de tecnología de almacenamiento de energía eólica en México.

IV.3.6 Información de importaciones y exportaciones.

Acorde a la clasificación arancelaria, se identifican a los grupos electrógenos, para producir electricidad a partir de fuentes de energía renovable, tomándolos como referencia, se logra observar el volumen total de importaciones y exportaciones del producto presentado en volumen por pieza (tabla 16) y los principales países a quien se les exporta o importa (gráfica 20), de esta manera se podrá identificar la participación de esta tecnología en México para adquirir o desarrollar.

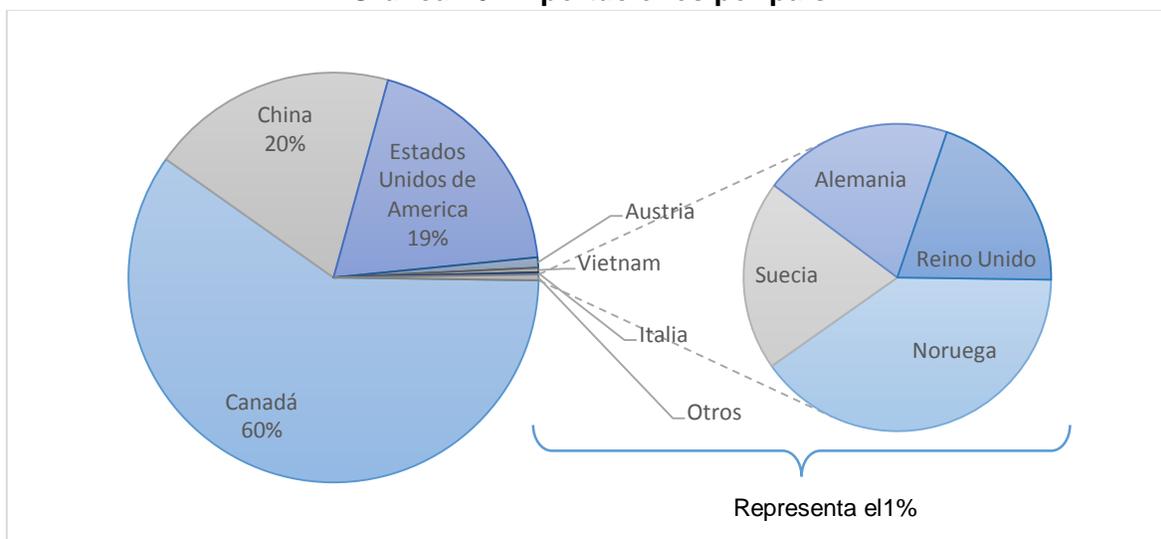
Tabla 16. Importaciones y exportaciones.

Actividad	2016	2017	Diferencia
Importación	224	889	+ 664
Exportación	5	1	- 4

Fuente: Creación propia basado en DENU-INEGI para la clasificación arancelaria 85023904.

Considerando la información presentada en la tabla 16, se muestra la comparativa entre importaciones y exportaciones por volumen en pieza, para los productos que entran en la clasificación 85023904 planteada previamente de acuerdo con el SIAVI, donde se observa que existe más importaciones que exportaciones de equipo que producen electricidad a partir de fuentes de energía renovable, mientras que en exportaciones se tiene un total de 6 piezas, de importaciones se tiene un total de 1113 piezas de estos dos últimos años indicando un área de oportunidad para la comercialización del producto de forma nacional, ya que la mayoría de lo existente viene de otros países.

Gráfica 20. Importaciones por país.



Fuente: Creación propia basado en DENU-INEGI para la clasificación arancelaria 85023904.

Para la obtención de la información presentada en la gráfica 20, se obtuvieron los principales países a los que se importa, para lo cual se obtuvo el volumen total en piezas, dentro del periodo 2016- 2017 de cada país, obteniéndose que Canadá es principal país del que se importa este tipo de equipos, seguido de China y Estados Unidos, siendo países como Austria, Vietnam o Alemania que figuran dentro de las importaciones con una participación menor al 1%, cabe mencionar que solo se tomaron las importaciones ya que en exportaciones se tiene solo como líder a Estados Unidos con 5 piezas en 2016 y 1 pieza en 2017 de Belice.

IV.4 Entorno Regulatorio: Hallazgos del panorama en México.

El conocimiento de regulaciones y legislaciones mexicanas, permite observar el panorama legal en el que se encuentra México, en relación con las fuentes renovables de energía e identificar las implicaciones que tiene en la tecnología de estudio y en las organizaciones involucradas en este tipo de investigaciones, como la industria privada, centros de investigación, universidades o instituciones gubernamentales, con la finalidad de que las estrategias y las adopciones de tecnologías vayan acorde a lo legalmente aceptable y a los objetivos que se persigue como nación.

IV.4.1 Leyes Mexicanas relacionadas con fuentes renovables de energía.

A continuación, se presentan las leyes mexicanas relacionadas con fuentes renovables (específicamente las que consideren a la energía eólica) y el objetivo que persigue cada una de ellas, respecto al tema de fuentes eólicas:

Tabla 17. Leyes Mexicanas relacionadas con fuentes renovables de energía.

Ley	Objetivo	Discusión
Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.	<ul style="list-style-type: none">• Administrar, regular el uso y promover el aprovechamiento de los recursos naturales.• Supervisión de la seguridad y diversificación energética, ahorro de energía y protección del medio ambiente (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2018).	Permite la transición en aprovechar los recursos naturales, aunque no esclarece el uso de tecnologías para su eficiencia.
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	<ul style="list-style-type: none">• Fomento de la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan la emisión de contaminantes.• Otorgamiento de estímulos fiscales para la investigación e incorporación de sistemas de ahorro de energía y uso de fuentes de renovables de energía (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2018).	Esta ley no considera la evaluación interdisciplinaria de eco tecnologías, ya que suelen tener impactos indirectos.

Ley	Objetivo	Discusión
<p>Ley General de Cambio Climático.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Promueve la sustitución de uso y consumo de combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, actividades de eficiencia energética, transferencia y desarrollo de tecnologías amigables con el medio ambiente. • Desarrollo de incentivos para la generación de energía eléctrica que proceda de fuentes renovables (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2016). 	<p>Promueve la absorción de tecnologías que ayuden a migrar a un modelo más amigable con el ambiente, pero no incentiva el desarrollo de tecnologías nacionales que promuevan y maximicen el beneficio para impulsar la inversión.</p>
<p>Ley de la Industria Eléctrica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica. • Impulsar el uso de las energías limpias y la reducción de emisiones contaminantes. • Implementación de mecanismos para la diversificación de fuentes de energía (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014). 	<p>Promueve la absorción de tecnologías que ayuden a migrar a un modelo más amigable con el ambiente, pero no incentiva el desarrollo de tecnologías nacionales que promuevan y maximicen el beneficio para impulsar la inversión.</p>

Ley	Objetivo	Discusión
<p align="center">Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Regula el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y uso de tecnologías limpias. • Impulsa el apoyo para el aprovechamiento de energías limpias por parte de la industria. • Regula el uso de suelo y de construcciones, para dar prioridad al aprovechamiento de energías limpias. • Simplificación de procesos administrativos (permisos y licencias) para proyectos relacionados con la generación y aprovechamiento de fuentes renovables de energía (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2013). 	<p>Se considera una regulación importante para generar interés por parte de las organizaciones para la migración a un modelo energético amigable con el medio ambiente y dar prioridad a este tipo de industrias o proyectos que persigan esta línea en el aprovechamiento de energía limpia, sin embargo la ley debe estar respaldado por programas que incentiven y promuevan a las industrias a ingresar a este sector.</p>
<p>Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Establece la Comisión Reguladora de Energía, para fomentar y regular la generación de electricidad, transmisión y distribución eléctrica que no forme parte del servicio público y la comercialización de electricidad. • Fomentar y promover la competencia del sector energético, que propicie la cobertura, estabilidad y seguridad del suministro (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014). 	<p>Esta ley va a generar mayor relevancia conforme vaya avanzando la oportunidad de negocio para la generación de electricidad por fuentes renovables en México, aunque en el momento parece ser más favorable para empresas grandes o extranjeras, lo que podría dejar fuera a las nacionales.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en las leyes que se describen.

IV.4.2 Programas nacionales que promueven el desarrollo sustentable.

Se presentan los programas más relevantes considerados para éste estudio de investigación, en los que el Gobierno Mexicano promueve el uso de energías limpias como parte de las estrategias para el desarrollo sustentable del país, por lo que se describen los objetivos de los programas orientados a este tema.

Tabla 18. Programas nacionales que promueven el desarrollo sustentable.

Programa	Objetivo	Discusión
Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.	Establece el abasto de energía a precios competitivos, promoviendo el uso de fuentes renovables y el fortalecimiento de políticas relacionadas con la mitigación del cambio climático (Gobierno de la República Mexicana, 2013).	El Plan Nacional es la base para los diferentes instrumentos de política pública en México, sin embargo, aborda más temas sobre la transición a energías limpias y no a I+D.
Programa Sectorial de Energía 2013-2018.	Propone incrementar la participación de fuentes renovables de energía para la generación de electricidad, aunque prevé que los hidrocarburos sigan siendo la principal fuente energética (Secretaría de Energía, 2013).	Es necesario considerar que dentro de las proyecciones de los planes nacionales, las fuentes fósiles siguen siendo prioritarias, lo que impacta en el fomento de energías limpias.
Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018.	<ul style="list-style-type: none"> • Inclusión social energética, mediante recursos naturales. • Fomentar proyectos orientados a la generación de electricidad con energía limpia a nivel federal, estatal y municipal (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2014). 	Este programa considera únicamente el fomento de uso de energías limpias, sin embargo, no proporciona lineamientos para el desarrollo de tecnologías que contribuyan con esta transición para que sus beneficios se maximicen.

Programa	Objetivo	Discusión
<p align="center">Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2013-2018.</p>	<p>Incrementar la capacidad instalada y la generación de electricidad basada en fuentes renovables, así como el desarrollo de políticas que impulsen la participación, generación y difusión de proyectos relacionados con fuentes renovables de energía para la generación de electricidad tanto para integrarse a la red eléctrica del país como para exportación (Secretaría de Energía, 2013).</p>	<p>Este programa resulta relevante ya que empieza a incluir el fomento a la generación de proyectos que contribuyan a la eficiencia energética y el uso de energías limpias, sin embargo, falta incorporar la adopción y asimilación de tecnologías facilitadoras como los sistemas de almacenamiento.</p>
<p align="center">Programa Especial de Ciencia Tecnología e Innovación (PECiTI) 2014-2018.</p>	<p>En el PECiTI, se hace mención de los objetivos de los programas sectoriales para el cumplimiento de los objetivos y metas del programa; lo que respecta al sector energético en energías limpias se presenta en la tabla 19.</p>	<p>Dentro de este programa la parte que considera al sector energético, incluye la formación de capital humano especializado y la mejora en infraestructura lo cual contribuye en la generación de especialistas que puedan abordar el tema de almacenamiento y pueda desarrollar un alto valor agregado a los sistemas ya existentes y que contribuyan con la transición y crecimiento en inversión de fuentes renovables.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en los programas que se describen.

Tabla 19. Relación del sector energético con el PECiTI.

Objetivos del programa sectorial de Energía	Ampliar la utilización de fuentes de energías limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental, en el marco de la sustentabilidad.	Fortalecer seguridad operativa, actividades de apoyo, conocimiento, capacitación, financiamiento y proveeduría en la industria energética.
Objetivo PECiTI	1- Contribuir a que la inversión nacional en investigación científica y desarrollo tecnológico crezca anualmente y alcance el 1% del PIB.	
	2- Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel.	
	4- Contribuir a la generación, transferencia y aprovechamiento del conocimiento a las IES y los centros de investigación con empresas.	
	5- Contribuir a la infraestructura científica y tecnológica del país.	

Fuente: Elaboración propia con base en el PECiTI de CONACYT, 2014.

De la información anterior, se observa que el sector energético es considerado para lograr el propósito de apropiación del conocimiento científico y tecnológico a través de un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, sin embargo, solo habla sobre el impulso en el uso de fuentes renovables, detectándose una oportunidad para generar inventiva para lograr el objetivo y llevar a una sociedad sustentable.

IV.4.3 Políticas que fomentan el uso de fuentes renovables de energía e incentivan la I+D+i en tema de sustentabilidad energética.

A continuación, se presentan las políticas y sus objetivos relacionados con el fomento en el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía, así como la generación y adaptación de tecnologías que permitan la eficiencia de las mismas, estas dirigidas a instituciones gubernamentales, industria privada o centros de investigación.

Tabla 20. Políticas de fomento al uso de fuentes renovables de energía y a la I+D+i.

Política	Objetivo	Discusión
Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación y Ley del Impuesto sobre la Renta.	Si las empresas se ajustan a los lineamientos que establece la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Economía, los equipos anticontaminantes y las partes que lo conforman pueden quedar exentos de pagos de impuestos (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2007 & Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2013).	Esta política hace referencia a los incentivos fiscales por el uso de sistemas no contaminantes, lo que impulsa el uso de energías limpias, por lo que se puede prever una demanda en adquisición de tecnologías que contribuyan con mejorar la eficiencia de las mismas y subsanen el problema de desabasto.
Certificados de Energía Limpia.	Promueve la generación de proyectos que impulsen el desarrollo y uso de energías limpias, indica que en 2018 los usuarios deberán demostrar un 5% de consumo de energía que provenga de fuentes renovables (Diario Oficial de la Federación, 2014).	Éste certificado se centra en proyectos de eficiencia energética, sin embargo, que al igual que el anterior, se puede observar el uso de sistemas de almacenamiento o el desarrollo de eco tecnologías como una externalidad de la misma.
Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía de la SENER.	<ul style="list-style-type: none"> • Promueve el desarrollo, uso e inversión en fuentes renovables de energía, ahorro de energía, uso y aplicación de eco tecnologías. • Ofrece recursos de tipo financiero para apoyar proyectos que estén alineados con la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de Energía (Secretaría de Energía, 2017). 	Nuevamente se centra en el desarrollo de proyectos que fomenten el uso de fuentes renovables de energía haciendo uso de diversas tecnologías, sin embargo, no se centra en la innovación y desarrollo de tecnologías facilitadoras que contribuyan con maximizar los beneficios monetarios del mismo.

Política	Objetivo	Discusión
<p>Fondo para el Cambio Climático de SHCP, NAFIN y la SEMARNAT.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Canaliza los recursos financieros ya sean públicos, privados, nacionales o internacionales que contribuyan a la generación de acciones contra el cambio climático. • Apoya proyectos de adaptación, mitigación, asistencia técnica y financiera, en temas relacionados con el desarrollo institucional o capacitación que contribuyan con la mitigación o adaptación del cambio climático (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2017). 	<p>En este fondo se centra más en propuestas que contribuyan directamente a combatir el cambio climático, y si bien, la tecnología de almacenamiento de energía no es su principal objetivo, si tiene un papel importante en medida de que estas fuentes se vayan fortaleciendo y se requiera de tecnologías que permitan utilizar el recurso cuando no esté presente.</p>
<p>Fondo de Sustentabilidad Energética de la SENER, CONACYT y BANOBRAS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuye al desarrollo del sector energético basado en cuatro líneas: 1) Eficiencia energética, 2) Fuentes Renovables, 3) Uso de Tecnologías Limpias y 4) Diversificación de fuentes primarias de energía. • Su principal objetivo es fortalecer las capacidades tecnológicas, institucionales y de capital humano especializado, a partir del financiamiento de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación. 	<p>Es el único fondo que promueve el desarrollo de tecnologías de almacenamiento de energía limpia, sin embargo, es limitante a dos tipos que son baterías de flujo y celdas de combustible, limitando la innovación a solo dos líneas de investigación.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en las políticas que se describen.

Convocatorias del Fondo de Sustentabilidad Energética:

- **Centros Mexicanos de Innovación en Energía (CEMIE):** Consorcio cuya finalidad es promover la innovación colaborativa en temas de energía, el **CEMIE-Eólico**, se desarrolla con el apoyo del **Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)** quien se encarga de recibir los recursos para el proyecto y la distribución del mismo entre los integrantes del consorcio, conformado por: 6 Centros de Investigación, 14 Instituciones de Educación Superior, 10 Empresas y Fundaciones y 1 Centro de Investigación Extranjero.
- **Alianzas Estratégicas para la Sustentabilidad Energéticas:** Mediante la colaboración de Instituciones y organizaciones estratégicas, proponer soluciones innovadoras en materia de sustentabilidad energética, a través de investigación científica, tecnológica y de desarrollo de capital humano.
- **Estancias Posdoctorales en México:** Con el objetivo de potenciar la formación de talento que coadyuve en el desarrollo de un sector energético competitivo, otorga apoyos a ciudadanos nacionales y extranjeros para la realización de una estancia Posdoctoral.
- **Innovación en Almacenamiento y conversión de energía, baterías de flujo de bajo costo y celdas de combustible:** Promueve el desarrollo de **proyectos de I+D+i en almacenamiento de energía**, así como la colaboración nacional e internacional en dichos proyectos, específicamente en baterías de flujo de bajo costo de materiales electro activos orgánicos y de electrodiálisis con membrana bipolar y celdas de combustible de membrana aniónica (convocatoria abierta en 2017). Este tipo de proyectos tienen como propósito, **impulsar la transición energética del país**, generar conocimiento sobre los sistemas de almacenamiento de energía para su aplicación a la red eléctrica nacional y **facilitar la integración de las energías limpias a gran escala** (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología & Secretaría de Energía, 2017).

El fondo de Sustentabilidad Energética es el más cercano al objetivo que se persigue con la convocatoria de Innovación en Almacenamiento y conversión de energía, baterías de flujo de bajo costo y celdas de combustible, sin embargo, es una convocatoria que inició en 2017 por lo que aún no se tienen resultados para medir los beneficiados con el apoyo o el tipo de proyectos propuestos y no se tiene certeza de que vaya a convocar en periodos siguientes.

IV.4.4 Normatividad.

Para obtener la normatividad que se debe considerar para el desarrollo de la tecnología de almacenamiento de energía eólica, se realizó la búsqueda de las normas mexicanas y normas mexicanas obligatorias que expone la Secretaría de Economía, la búsqueda arrojó 3 normas, las cuales se muestran a continuación:

NOM-048-SCFI-1997. Instrumentos de medición-relojes registradores de tiempo alimentados con diferentes fuentes de energía; del 30 de noviembre de 1998.

NOM-032-ENER-2013. Límites máximos de potencia eléctrica para equipos y aparatos que demandan energía en espera, métodos de prueba y etiquetado; del 23 de enero de 2014.

NOM-EM-007-CRE-2017. Sistemas de medición de energía eléctrica, especificaciones y métodos de prueba para medidores multifunción y transformadores de instrumento.

Como se puede observar, no hay una norma oficial, ya sea obligatoria o no obligatoria que regule a los equipos de almacenamiento de energía, sin embargo, es importante considerar la normatividad para los equipos a los que este sistema de almacenamiento transmitirá energía, como una externalidad de la tecnología, lo que también se puede interpretar como una oportunidad para regular la entrada y funcionamiento de estos nuevos dispositivos.

IV.5 Entorno Comercial: Hallazgos en México.

Para la revisión del entorno comercial, se realiza una revisión de las organizaciones ubicadas en México, que se encuentran inmersas en el tema de almacenamiento de energía limpia (haciendo énfasis en energía eólica) y así, poder identificar los actores clave para la generación de innovación de este tipo de tecnología, por otra parte, es importante ubicar y conocer a las organizaciones a las que se puede ofrecer este tipo de producto.

IV.5.1 Organizaciones Mexicanas orientadas a la I+D+i con el almacenamiento de energía limpia.

Dentro de la búsqueda de organizaciones que realizan actividades de desarrollo tecnológico en almacenamiento de energía que consideren a las fuentes eólicas, no se identificaron empresas, sin embargo, si se detectaron centros de investigación en lo que parte de sus líneas de investigación consideran a dicha tecnología, las cuales se describen a continuación:

1. Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL).

El Instituto, tiene como uno de sus objetivos el desarrollo de proyectos de investigación científica y tecnológica en materia de energía limpia, distribución y almacenamiento de energía (por nombrar los temas relevantes a este estudio), además, de patentar y licenciar el desarrollo de estas tecnologías, como tal no se cuenta con información de fácil acceso a los proyectos realizados, pero se tienen conocimiento que por disposición oficial estas son las líneas que tiene que seguir, por lo que se considera una organización importante a considerar como parte de este estudio (INEEL, 2017).

2. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del IPN.

Temas de investigación:

- Síntesis de polímeros intrínsecamente conductores para almacenamiento de energía.
- Captación, almacenamiento y uso de la energía solar térmica.
- Desarrollo de nano-catalizadores para generación y almacenamiento de energía.

(CINVESTAV, 2018).

3. Instituto de Energías Renovables (IER) de la UNAM.

Temas de investigación:

- Fuentes renovables de energía: solar, geotérmica, eólica, biomasa, hidroeléctrica.
- Aprovechamiento y uso de la energía: conversión y almacenamiento de energía, baterías.

(IER, 2018).

4. Red Temática de Almacenamiento de Energía.

Es una red orientada específicamente en la I+D+i de almacenamiento de energía en México, con el objetivo de realizar acciones conjuntas a partir de la triple hélice, se toma en cuenta para el estudio, debido a que el tema central es el almacenamiento de energía la cual puede ser aplicada en diversas áreas, por lo que no se descarta la idea de que entre sus proyectos se encuentre una vertiente que considere a las fuentes renovables (Red Temática de Almacenamiento de Energía, 2018).

5. Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica (CEMIE-Eólico) liderado por el INEEL.

Se considera la participación de éste Centro, debido a la misión con que fue conformado, el dirigir sus actividades en I+D+i que coadyuven al fortalecimiento en México de la industria de energía eólica, por lo que aunque sus líneas de investigación no contemplan el almacenamiento de la misma, en un futuro puede desarrollarse, debido a su naturaleza (CIMIE-Eólico, 2018).

IV.5.2 Organizaciones Internacionales orientadas a la I+D+i en el almacenamiento de energía limpia, con presencia en México.

1. Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) - España.

Temas de investigación:

- Análisis de diferentes sistemas de almacenamiento de energía.
- Desarrollo de modelos y simulación de sistemas de generación renovables y sistemas de almacenamiento de energía.
- Optimizar la utilidad de la producción eléctrica de energía eólica, mediante el almacenamiento virtual de energía en grandes instalaciones de frío industrial.

(CENER, 2018).

2. Acciona (Empresa privada) – España.

Temas de investigación:

- Innovación aplicada e integración de las mejores tecnologías disponibles en: solar, eólica, biomasa y almacenamiento eléctrico e integración en red (Acciona, 2018).

3. Rubenius (Empresa privada)- Dinamarca

Ofrece soluciones innovadoras en almacenamiento de energía orientadas a la eficiencia y el uso de tecnologías inteligentes en fuentes renovables de energía, brinda servicios de gestión de almacenamiento para la asignación de carga intermitentes (Rubenius, 2018)

IV.5.3 Investigaciones o proyectos destacados en sistemas de almacenamiento de energía limpia internacionales.

1. Almacenamiento de roca hidráulica - Alemania.

Autor: Eduard Heindl, profesor de la Universidad de Furtwangen, Alemania.

Lugar de divulgación: Conferencia en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY).

El proyecto consiste en almacenar energía haciendo uso de un cilindro de roca, el cual, por medio de la presión del agua se eleva y cuando sea necesaria la energía, el agua es liberada y dirigida a turbinas.

(CICY, 2017).

2. Proyecto Store - España.

Participan: Empresa Endesa, Televent, Isotrol e Ingeteam, con apoyo del Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI).

Consiste en el almacenamiento de energía a gran escala, integrando a las fuentes renovables de energía, permitiendo guardar la energía excedente y poder liberarla acorde a la demanda, el desarrollo del proyecto se basa en el uso de baterías de Ión Litio, ultra condensadores y volantes de inercia.

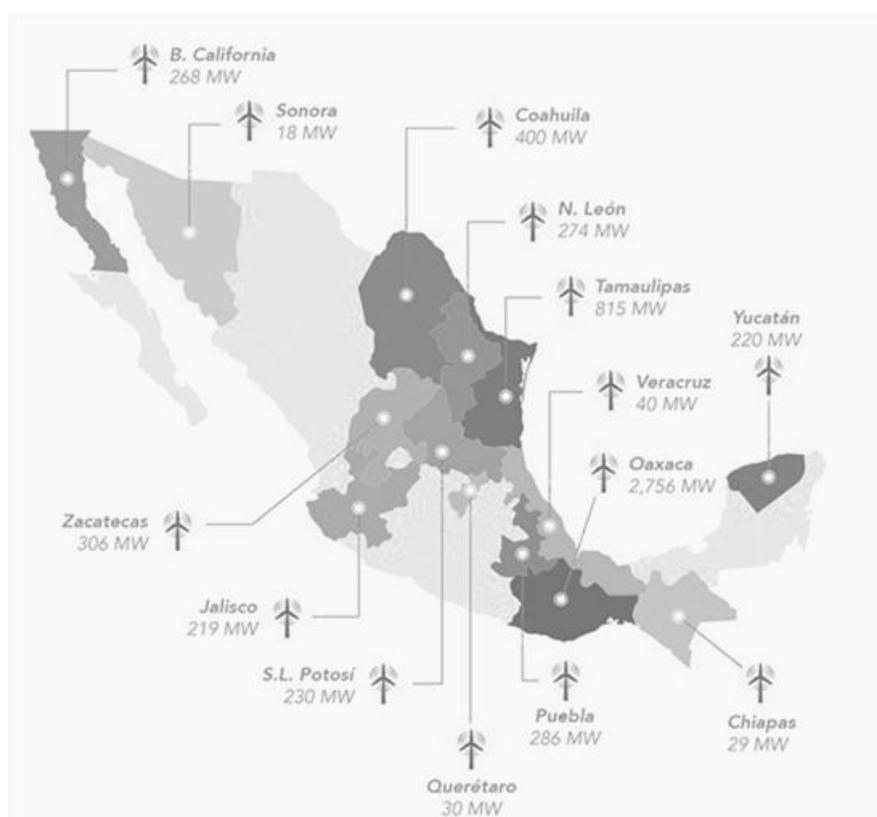
(Sánchez, 2014).

IV.5.4 Parques eólicos en México.

Para que la tecnología de almacenamiento de energía eólica tenga impacto, es necesario identificar en donde se encuentran instalados los aerogeneradores y las instituciones a las que pertenecen, de esta manera se identifica el mercado potencial, donde los parques eólicos son una buena referencia para ubicarlos.

La Asociación Mexicana de Energía Eólica A.C. (AMDEE), es una organización cuyo propósito es promover la generación y desarrollo de la energía eólica en México, promueve las mejores prácticas de la industria y el aprovechamiento de tecnologías, además, tiene como principal actividad representar a los desarrolladores de proyectos relacionados con energía eólica ante gobierno, industria y sociedad (Asociación Mexicana de Energía Eólica, 2014), dicha asociación cuenta con los datos de los parques eólicos distribuidos en el área geográfica mexicana (figura 12).

Figura 12. Parques Eólicos en México.



Fuente: Asociación Mexicana de Energía Eólica, 2018.

Acorde a la figura 12, la AMDEE reporta la presencia de parques eólicos en 14 estados de la República Mexicana en el año 2018 y prospecta que para el año 2020, se tendrá presencia en 17 estados. La asociación también indica quienes son los principales propietarios de dichos parques:

- Comisión Federal de Electricidad.
- Iberdrola Energías Renovables.
- Eléctrica del Valle de México.
- Peñoles
- Enel México.
- Gamesa Energía.
- Energías Ambientales de Oaxaca.
- Demex

IV.5.5 Empresas privadas mexicanas relacionadas con energía eólica.

En la revisión de las empresas privadas mexicanas, se encontraron diversas empresas dedicadas al uso de fuentes renovables de energía, sin embargo, en la revisión de los servicios que ofrecen se descartaron aquellas que van dirigidas a energía solar, como la instalación de paneles o calentadores solares, a lo que se obtuvieron cuatro empresas mexicanas que están plenamente orientadas a la instalación de aerogeneradores (tabla 21).

Tabla 21. Empresas privadas mexicanas relacionadas con energía eólica

Nombre	Entidad Federativa donde tiene presencia	Sitio web.
Energía Renovable del Centro	Querétaro	http://www.erdcsolar.com/
Amalight	CDMX, Guadalajara, Querétaro	http://www.amalight.com
Ecosolaris Energy	Estado de México, Querétaro, Puebla, Hidalgo	http://www.ecosolaris.com.mx
Impulsor Eléctrico	Yucatán	http://www.impulsor.mx

Fuente: Elaboración propia.

Aunque también se encontraron empresas internacionales con presencia en México, como Ingeteam de España (Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, 2015), la empresa Siemens que diseña aerogeneradores acorde a las características del territorio mexicano (El Financiero, 2016), también se observa la presencia de la empresa Acciona en el proyecto de Parque Eólico Reynosa en el Estado de Tamaulipas (Acciona, 2017).

Por otro lado, también es importante mencionar la existencia del Banco de Energía, diseñado por la Comisión Reguladora de Energía (CRE), empleado a partir de 2010, el cual contiene los excedentes de generación de energía que proviene de fuentes renovables y los libera acorde a las solicitudes (Comisión Reguladora de Energía, 2018).

La revisión de éste capítulo, se basó en presentar los hallazgos en la realización de la vigilancia tecnológica, haciendo análisis de los indicadores tecnológicos, científicos, económicos y la revisión informal de páginas web, noticias, así como de páginas oficiales, esto genera un panorama de información para detectar oportunidades y amenazas para la innovación en México de la tecnología de almacenamiento de energía eólica, por lo que se presenta en el siguiente apartado una matriz donde se destacan los descubrimientos más relevantes para la investigación.

Resultados

A partir de la información presentada previamente, se identifican las oportunidades y amenazas a las que se enfrenta el desarrollo de innovación de la tecnología de almacenamiento de energía eólica en México, los cuales se describen acorde a cada entorno analizado.

Tabla 22. Oportunidades y amenazas en la innovación de almacenamiento de energía eólica en México.

	Oportunidades	Amenazas
Tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • El nivel de protección por patente, de éste tipo de tecnología (acorde a los criterios definidos) es relativamente bajo ya que en promedio se generan de 14 a 15 patentes por año, siendo los últimos cinco donde se presenta el mayor número de participación, detectando la oportunidad para entrar en el desarrollo tecnológico de este tipo de sistemas. • En la diferencia de la fecha de solicitud con la de otorgamiento se obtiene un promedio de 2 años, lo que significa que el beneficio de tener el derecho exclusivo de comercialización es de 18 años, siendo un periodo atractivo en comparación con otro tipo de tecnologías en donde el tiempo de otorgamiento de la patente es más largo. • Las patentes analizadas principalmente se refieren a la incorporación de sistemas de almacenamiento ya existentes en dispositivos o equipos nuevos, por lo que existe la oportunidad de desarrollar un nuevo sistema o dispositivo que logre esta función y que sea más eficiente a los ya conocidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los principales desarrolladores que patentan se ubican en China, Estados Unidos y Alemania, países líderes en conocimiento de este tema, por lo que existe la necesidad de generar investigadores más especializados en este tipo de tecnologías para ser competitivos. • Los líderes en la protección del desarrollo de esta tecnología (acorde a los criterios establecidos), son empresas privadas, como ABB AB, aunque el Instituto de Termofísica de Ingeniería de la Academia China de Ciencias es la que cuenta con el mayor número de patentes, y ambas cuentan con los inventores más reconocidos en el tema, lo que implica una dificultad en la exploración de un tema en el que otras organizaciones ya tiene más experiencia con personal altamente capacitado y especializado. • El principal centro de investigación (acorde a los resultados) en la protección de este tipo de tecnología, tiene sede en China, con el cual se puede abrir una posibilidad de trabajo en colaboración en la inventiva de la misma, sin embargo, la lejanía por ubicación geográfica puede dificultar este tipo de colaboraciones.

	Oportunidades	Amenazas
Científico	<ul style="list-style-type: none"> • Acorde a los resultados, las investigaciones publicadas en este tema han tomado mayor relevancia en los últimos cinco años, observándose el interés por diversas organizaciones en adaptar y desarrollar nuevos o mejores sistemas de almacenamiento de energía limpia, creando redes de colaboración con el objetivo de generar mayor conocimiento sobre este tema. • Existen cinco revistas principales enfocadas por completo al tema de energía y con cierta especialidad en la generada por fuentes renovables, por lo que la actualización de información y hallazgos sobre este tema y tendencias se puede monitorear constantemente, centrando esfuerzos en estas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los países líderes de donde provienen las publicaciones son Estados Unidos, India, China y Alemania, por lo que se observa una desventaja para las organizaciones mexicanas en alcanzar el nivel de conocimiento ya explorado por las extranjeras. • Las principales universidades donde se realizan este tipo de investigaciones (acorde a lo publicado) se ubican en China, por lo que hacer colaboración con ellas podría resultar difícil debido a la ubicación geográfica. • El nivel de impacto que tienen los artículos extranjeros, indica una alta experiencia en el conocimiento del tema, lo cual hace falta generar por investigadores mexicanos.
Económico	<ul style="list-style-type: none"> • El consumo de energía en México cada año va en incremento, pero la producción cada vez es menor, por lo que el impulso del uso de fuentes renovables de energía se entiende como una alternativa en la solución de esta problemática, requiriendo tecnologías que fortalezcan la inversión. • En los últimos cinco años, México ha incrementado su capacidad instalada en fuentes eólicas y la producción de energía que proviene de ese recurso, observándose relevancia de inversión de esta fuente. • Se ubican diversas centrales eléctricas en todo el territorio mexicano a quienes les podría interesar obtener más energía, por lo que la tecnología de almacenamiento tiene un amplio mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las principales tecnologías relacionadas con almacenamiento de energía provienen del extranjero, principalmente de Estados Unidos, uno de los países líderes en este tipo de tecnología, por lo que competir con marcas ya reconocidas conllevaría un alto riesgo de inversión, a menos que el producto ofrezca mayores beneficios, la participación de importación en este tipo de tecnología es casi nulo. • La alta presencia de empresas y proyectos extranjeros representan barreras de entrada en el mercado, por lo que el producto a desarrollar debe contener un alto valor agregado. • Las principales empresas dedicadas a la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica son grandes, lo que podría limitar la entrada de pymes en este sector, tipo de empresa con alta participación en México.

	Oportunidades	Amenazas
Regulatorio	<ul style="list-style-type: none"> Existen diversas leyes y programas en México que impulsan e incentivan el uso de fuentes renovables de energía, por lo que el uso de tecnologías que se adapten al almacenamiento de éste tipo de energía se podrían considerar como clave. 	<ul style="list-style-type: none"> Dentro de los incentivos que ofrece el gobierno mexicano para el almacenamiento de energía, solo consideran a los proyectos orientados a baterías de flujo de bajo costo y celdas de combustible, por lo que limita la inventiva en la tecnología.
Comercial	<ul style="list-style-type: none"> Acorde a la investigación que se hizo en la web, se encontraron pocas instituciones que tengan dentro de sus líneas de investigación el almacenamiento de energía por fuentes renovables, por lo que se detecta un mercado en el que la competencia es mínima. La capacidad de instalación de parques eólicos es un mercado importante y se tienen proyectos previstos hasta 2020 donde consideran aumentar el número de presencia de 14 a 17 estados de la República Mexicana, considerando que en un futuro exista un incremento representativo de posibles clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> Las tecnologías que utilizan en México provienen principalmente del extranjero, esto observado de la información de las importaciones, lo que se relaciona como una amenaza en el aspecto comercial, por las barreras de entrada y de inserción al mercado por parte de organizaciones mexicanas. En México, son pocas las organizaciones que se especializan en el desarrollo de I+D en el almacenamiento, limitando la generación de especialistas orientadas a este tema. Se identificó (acorde a la investigación) una baja participación de las empresas mexicanas relacionadas con la energía eólica, ya que éstas se centran más en la instalación de paneles solares, por lo que en este sentido limita el número de clientes, aunque se puede empezar a cautivar el mercado extranjero. Se detectaron proyectos de investigadores y empresas extranjeras cuya propuesta puede ser adoptada en el mercado mexicano, esto aunque puede ser una amenaza por el aporte de ofrecen, puede ser tomado como una oportunidad de colaboración y de aprendizaje.

Fuente: Elaboración propia con base en los hallazgos del estudio.

De acuerdo al análisis de la tabla 22, se observan grandes oportunidades para la innovación en los cinco entornos revisados, pero también diversas amenazas, sin embargo, estas se deben valorar y priorizar de acuerdo con las fortalezas y debilidades de la organización que requiera hacer uso de esta información para obtener un resultado más certero y poder proceder a la generación de estrategias.

Por otro lado, en la revisión de patentes y de artículos científicos, se encontraron las siguientes tecnologías más utilizadas para almacenar energía que considere a las fuentes eólicas, las cuales pueden ser consideradas para tener un panorama tecnológico de lo que actualmente se utiliza para el almacenamiento y proponer mejorar estos sistemas o incluso proponer un nuevo sistema, por lo que se enlistan a continuación:

- Batería BESS.
- Bobinas.
- Sistema de aire comprimido.
- Bombeo de fluidos hidráulicos.
- Sistemas de control de suministro.
- Proceso de conversión de energía.
- Sistema térmico y termoquímico.
- Sistema de uso de micro-redes.

Conclusiones.

En la revisión de las fuentes renovables de energía, se observa el gran potencial que tiene México para poder adoptar este nuevo modelo de generación de energía, si bien el país produce menos del 10% de energía limpia en comparación con el total de la producción de energía, se han empezado a realizar esfuerzos normativos y políticos que impulsen el uso de fuentes renovables.

El crecimiento en el uso de energías limpias en México se encuentra considerado dentro del Plan Nacional de Desarrollo (PND), con el fin de llevar al país a un desarrollo sustentable, además de los convenios internacionales que ha pactado para disminuir sus niveles de contaminación y de emisión de gases de efecto invernadero, por lo que estas iniciativas contribuyen a fortalecer a la energía limpia y por consiguiente a hacer uso de tecnologías que faciliten la transición de combustibles fósiles.

Uno de los recursos que están tomando mayor relevancia en México es el eólico, por el cual por medio de aerogeneradores captan la energía del viento y se transforma en energía eléctrica, la instalación de este tipo de tecnología genera beneficios ambientales, debido a que no produce gases de efecto invernadero, pero también sociales, ya que en la instalación y mantenimiento se generan empleos.

Sin embargo, el uso de energía eólica también tiene ciertas desventajas, la principal es que aún tiene que competir con los combustibles fósiles, ya que estos son la fuente principal para la generación de energía eléctrica en México, otro aspecto es la intermitencia de su producción, así como las características físicas propias de la tecnología, ya que estos son muy grandes, ruidosos y generan alto impacto visual.

Por lo tanto, aún hace falta mejorar los aspectos técnicos de la tecnología de los aerogeneradores, pero también, mejorar las deficiencias del uso de este recurso para la generación de energía, por lo que la intermitencia se puede compensar con el uso de sistemas de almacenamiento que permitan resguardar la energía y poder liberar cuando la demanda lo requiera.

Acorde al estudio presentado y los acontecimientos mencionados, viene a la mente una pregunta, ¿es viable invertir en tecnologías de almacenamiento de energía que provenga de fuentes renovables?, por lo que con base en la información obtenida concluyo con una respuesta afirmativa, si bien es cierto que el uso de fuentes fósiles sigue siendo prioridad en México, la necesidad de transformar el modelo energético está presente no solo en la actualidad, sino que también nos estamos adelantando a un futuro probable.

El tema de uso de fuentes renovables para generar energía eléctrica, requiere no solo de tecnologías como aerogeneradores o paneles solares, sino también, se conforma de un sistema, en México se observa la relevancia que está teniendo por la generación de instrumentos de políticas, que van desde leyes, programas, hasta incentivos que fomentan la transición a energías limpias, así como el desarrollo tecnológico que contribuyan a su eficiencia, también el inicio de empresas mexicanas involucradas en este sector.

Es claro que México tiene capacidades altas para la generación de energía limpia, debido a los instrumentos de política generados, y específicamente para el caso de energía eólica, los planes de instalación de más parques eólicos considerando incrementar presencia en más Estados de la República Mexicana; sin embargo, considero que aún hace falta evaluar estos factores y mejorar la ejecución de los mismos, ya que el hecho de que existan no significa que sean perfectos y es importante también considerar que sus beneficios no son inmediatos pero que se debe trabajar en ello de manera constante.

La transición a un modelo energético amigable con el medio ambiente no es fácil, implica hacer cambios incluso en el estilo de vida de la comunidad mexicana, y hacer modificaciones genera incertidumbre e incluso rechazo, esta transición es costosa y los beneficios se verán reflejados a largo plazo, por lo tanto, la sociedad e inversionistas, requieren de tecnologías que garanticen maximizar el potencial de este tipo de fuentes naturales.

Siendo los sistemas de almacenamiento, en mi conclusión, una de las tecnologías que permite dar mayor seguridad a las organizaciones para la inversión en energía limpia, ya que su objetivo es resguardar la energía obtenida mientras el recurso exista y poder liberarla acorde a la demanda, resolviendo una de las desventajas más grandes de este tipo de recursos, que como han expuesto diversos autores es la intermitencia del recurso.

La mayoría de las empresa mexicanas están orientadas a la instalación de paneles solares o aerogeneradores y no al desarrollo de tecnologías que impulsen la transición del modelo energético, sin embargo, existen centros de investigación que están desarrollando e investigando sobre este tipo de tecnologías permitiendo la transferencia a empresas, y es que en México la producción energética cada vez va en decadencia, mientras que el consumo sigue aumentando, siendo vital asegurar el abasto de dicho recurso, proyectando que en un futuro no muy lejano este tipo de negocios serán cada vez más rentables.

Por lo anterior se destaca la viabilidad de generar innovación en materia de almacenamiento de energía que considere a las fuentes renovables, diversos sistemas consideran especialmente que sea adaptable a fuentes solares y eólicas por la intermitencia de su generación, el sistema en el que se encuentra inmersa la tecnología en la actualidad puede ser mejorada, logrando maximizar sus beneficios e incluso ofrecer aquellos que se desarrollen a un menor costo.

En México se cuenta con un sistema que promueve la tecnología de almacenamiento de energía, aunque ésta es limitada ya que se considera se deben mejorar los instrumentos de fomento, existe mercado por los diversos proyectos de parques eólicos que se encuentran operando en México y los que están en desarrollo, la necesidad del recurso energético es de alto valor para la sociedad de manera mundial y abre posibilidades de generar redes de colaboración con organizaciones mexicanas en las que su líneas de investigación se encaminan en el tema, así como instituciones especializadas en las fuentes eólicas, lo que contribuye a fortalecer la generación de innovación en este tema.

Se encuentra una gran oportunidad de mercado en México, para invertir en este tipo de tecnología, ya que la industria de energía eólica se encuentra en crecimiento, por lo que desarrollar un sistema de almacenamiento de energía que considere a este tipo de fuente renovable, podría contribuir a potencializar el uso de este tipo de energía, colocando a las organizaciones interesadas en este tema como actores esenciales y estratégicos dentro de esta industria energética.

Recomendaciones

Con base en la información que arroja el estudio se enlistan las siguientes recomendaciones para la industria o centros de investigación que deseen incursionar en el desarrollo de tecnologías de almacenamiento de energía eólica:

- Para hacer uso de esta información, se debe realizar un estudio de capacidades tecnológicas de la organización para poder tomar decisiones sobre la inversión de recursos para el desarrollo de un nuevo sistema, método o dispositivo para almacenar energía que provenga de fuentes eólicas.
- Con base en la información que arroja la vigilancia, se percibe la alta experiencia que tienen países extranjeros como China, Estados Unidos y Alemania, por lo que se considera importante crear vínculos de colaboración, en especial considerar al Instituto de Termofísica de Ingeniería (IET) del Laboratorio de Energía de la Academia China de Ciencias por ser el Instituto con mayor número de patentes.
- También generar relaciones con investigadores como Andren Lars Anders Tommy, Gertmar Lars Gustaf Ingol y Lof Per-Anders Kristian, los tres son investigadores independientes que han apoyado a las empresas ABB AB y Bosch, por lo que su conocimiento en el tema podría generar un impacto positivo a la inversión en el desarrollo o mejora de este tipo de tecnología; así como considerar a University of Zagreb de Croacia, el Instituto Superior Técnico de Portugal, Aalborg Universitet de Dinamarca y Tsinghua University de China, por ser organizaciones que se encuentran investigando y publicando en el tema, por lo que también es recomendable dar seguimiento a sus publicaciones.
- Se recomienda de igual manera generar monitoreo regular en las revistas Energy, Renewable Energy y Applied Energy, fuentes en donde se centran plenamente en avances científicos y tecnológicos relacionados con energía, considerandos a la que proviene de fuentes renovables y así conocer de manera oportuna nuevo conocimiento para un desarrollo futuro.
- Por otro lado, también es recomendable generar alianzas fuertes con la AMDEE y el CEMIE-Eólico, organizaciones que están tomando gran presencia en la industria de energía eólica y de las que se podría generar proyectos de comercialización y vinculación para explotar algún desarrollo tecnológico propuesto y considerar implementarlo en los existentes y nuevos parques eólicos de México.

Líneas de investigación a futuro

En la finalización del estudio, se encuentra que para fortalecer este tipo de tecnologías se debe completar la información con otras investigaciones, por lo cual como líneas de investigación futura se consideran las siguientes:

- Análisis técnico de cada una de las tecnologías de almacenamiento, que incluya capacidad, eficiencia, costo y beneficio, la información obtenida en esto fortalecerá la toma de decisiones sobre la tecnología en la que una organización debe orientar recursos.
- Análisis interno de las capacidades de organizaciones mexicanas para desarrollar tecnología como la que se propone a partir de estrategias que generen beneficios a la misma organización.
- Estudio de prospectiva de las fuentes renovables de energía en México e identificar si en un futuro se tendrán las capacidades para promover este tipo de proyectos.

Bibliografía

- Alamri, B. R. & Alamri, A. R. (2009). *Technical review of energy storage technologies when integrated with intermittent renewable energy*. In *Sustainable Power Generation and Supply, 2009. SUPERGEN'09. International Conference*. IEEE.
- Alemán-Nava, G. S., Casiano-Flores, V. H., Cárdenas-Chávez, D. L., Díaz-Chavez, R., Scarlat, N., Mahlkecht, J. & Parra, R. (2014). Renewable energy research progress in Mexico: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 32, 140-153.
- Álvarez, A. P. (1999). Reflexiones sobre el papel de la información como recurso competitivo de la empresa. In *Anales de documentación*. 2, 21-38.
- Barton, J. P., & Infield, D. G. (2004). Energy storage and its use with intermittent renewable energy. *IEEE transactions on energy conversion*. 19(2), 441-448.
- Barrett, K. R. (1999). Ecological engineering in water resources: The benefits of collaborating with nature. *Water international*. 24(3), 182-188.
- Barton, JP, e Infield, DG (2004). Almacenamiento de energía y su uso con energía renovable intermitente. *Transacciones IEEE en conversión de energía*. 19(2), 441-448.
- Baumard, P., & Dedijer, S. (1991). *Stratégie et surveillance des environnements concurrentiels*. Paris: Masson, p. 29.
- Bermejo, R. (2005). *La gran transición hacia la sostenibilidad: principios y estrategias de economía sostenible*. Madrid: Los libros de la catarata.
- Bermejo Gómez de Segura, R. (2014). *Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis*, Españas: Hegoa, p.60.
- Bullen, C. V., & Rockart, J. F. (1981). *A primer on critical success factors*.
- Callon, M.; Courtial, J. P.; Penan, H. (1993). *Cienciometría: la medición de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica*. Gijón: Trea.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, *Ley de la Industria Eléctrica*, México, Publicada el 11 de agosto de 2014.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, *Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación*, México, Publicada el 18 de junio de 2007.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, *Ley del Impuesto sobre la Renta*, México, Publicada el 11 de diciembre de 2013.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, *Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética*, México, Publicada el 11 de agosto de 2014.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, *Ley General de Cambio Climático*, México, Última reforma publicada DOF 01 de junio de 2016.

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, México, Última reforma publicada DOF 23 de abril de 2018.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, *Ley Orgánica de la Administración Pública Federal*, México, Última reforma publicada DOF 24 de abril de 2018.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, *Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética*, México, Última reforma publicada DOF 07 de junio de 2013.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONACYT. (2013). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018*. Gobierno de la República. México.
- Cancino-Solórzano, Y., Villicaña-Ortiz, E., Gutiérrez-Trashorras, A. J., & Xiberta-Bernat, J. (2010). Electricity sector in Mexico: Current status. Contribution of renewable energy sources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14(1), 454-461.
- Castellanos, O., *Gestión Tecnológica: De un enfoque tradicional a la inteligencia*, Bogotá D.C., Colombia, Facultad de Ingeniería-Universidad Nacional de Colombia, p. 170.
- Chouhan, N. S., & Ferdowsi, M. (2009). Review of energy storage systems. In *North American Power Symposium (NAPS), 2009*. IEEE.
- Climático, I. S. E. C. (2011). Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. *IPCC Segunda Evaluación*, p. 71.
- Comisión Europea. (2014). *Ecoinnovación la clave de la competitividad de Europa en el futuro*. Unión Europea.
- Coppez, G., Chowdhury, S., & Chowdhury, S. P. (2010). The importance of energy storage in renewable power generation: a review. In *Universities Power Engineering Conference (UPEC), 2010 45th International*. IEEE.
- Coppez, G., Chowdhury, S., & Chowdhury, S. P. (2010). Impacts of energy storage in distributed power generation: A review. In *Power System Technology (POWERCON), 2010 International Conference*. IEEE.
- Coviello, M. (2003). *Entorno internacional y oportunidades para el desarrollo de las fuentes renovables de energía en los países de América Latina y el Caribe*. CEPAL.
- De Bogotá, C. D. C. (2007). *Vigilancia tecnológica y competitividad sectorial. Lecciones y resultados de cinco estudios*.
- De Juana Sardón, J. M. (2003). *Energías renovables para el desarrollo*. Editorial Paraninfo.
- Delyannis, E. (2003). Historic background of desalination and renewable energies. *Solar energy*, 75(5), 357-366.
- Diario Oficial de la Federación DOF. 2013. *Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía*. Reforma 212 (2 Edición Vespertina, viernes 20 de diciembre).

- Diario Oficial de la Federación, LINEAMIENTOS que establecen los criterios para el otorgamiento de Certificados de Energías Limpias y los requisitos para su adquisición, México, 2014.
- Escobar, M. A. & Holguín, L. M. (2011). Sistemas de almacenamiento de energía y su aplicación en energías renovables. *Scientia et technica*, 17(47), 12-16.
- Escobar, M. (2009). Redes semánticas en textos periodísticos: propuestas técnicas para su representación. *EMPIRIA. Revista de Metodología de las Ciencias Sociales*, (17), 13-39.
- Escorsa, P., Maspons, R., & Llibre, J. (2001). *De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva*. Prentice hall.
- Espejo, M. C. (2004). Energía eólica en España. *Investigaciones Geográficas*. p. 35.
- Fernández, D.D. (2001). *Energías renovables. Aprovechamiento de la energía eólica. Iberdrola*. Ponencias Generación. Madrid: Senda Editorial. 95-109.
- Filgueiras, S. M. L., & Pérez de Corcho, L. L. (2010). Herramientas de inteligencia empresarial para el desarrollo de la innovación. Caso Saude. *Ingeniería Industrial*, 31(1), 1-7.
- Fuentes, M. L. J., Prada, D. C. R., Vargas, A. M., & Caicedo, G. C. (2011). Gestión tecnológica: conceptos y casos de aplicación. *REVISTA GTI*, 10(26), 43-54.
- Fuentes, M. L. J., Prada, D. C. R., Vargas, A. M., & Caicedo, G. C. (2012). Estado del arte vigilancia tecnológica: una aplicación para la innovación. *REVISTA GTI*, 10(27), 49-56.
- Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica. (1999). Pautas metodológicas en gestión de la tecnología y de la innovación para empresas. *Tomo I: Perspectiva empresarial*, Gráficas Arias Montano, SA Madrid.
- García-Ochoa, M. (2007). La innovación tecnológica como factor de competitividad empresarial. In *Empresa global y mercados locales: XXI Congreso Anual AEDEM, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid*. Escuela Superior de Gestión Comercial y Marketing, ESIC, p. 14.
- Giannetti, B. F., Bonilla, S. H., & Almeida, C. M. V. B. (2004). Developing eco-technologies: a possibility to minimize environmental impact in Southern Brazil. *Journal of cleaner production*, 12(4), 361-368.
- Gobierno de la República Mexicana. (2013). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. México, México.
- Gutierrez, L. G. (2006). Perspectivas de la biotecnología en las ecotecnologías. *Scientia et technica*, 3(32), 451-456.
- Huacuz, J. M. (2005). The road to green power in Mexico—reflections on the prospects for the large-scale and sustainable implementation of renewable energy. *Energy Policy*, 33(16), 2087-2099.

- Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C. (2012). NMX-GT-004-IMNC-2012 Gestión de la Tecnología- Directrices para la implementación de un proceso de vigilancia tecnológica.
- Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C. (2008). NMX-GT-003-IMNC-2008 Sistemas de Gestión de la Tecnología- Requisitos.
- Jia, H., Fu, Y., Zhang, Y., & He, W. (2010). Design of hybrid energy storage control system for wind farms based on flow battery and electric double-layer capacitor. In *Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), 2010 Asia-Pacific*. IEEE.
- Lecuona, N. A. (2002). *La energía eólica: principios básicos y tecnología*. Madrid: l'autor.
- Lee, W., & Cha, H. (2013). A supercapacitor remaining energy control method for smoothing a fluctuating renewable energy power. In *ECCE Asia Downunder*. IEEE, 398-403.
- Ley de la Propiedad Industrial (2018). Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de junio de 1991. Última reforma publicada DIF 18-05-2018.
- Lokey, E. (2009). Barriers to clean development mechanism renewable energy projects in Mexico. *Renewable Energy*, 34(3), 504-508.
- López, J. C. (2011). *Guía de almacenamiento de energía*. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Consejería de Economía y hacienda, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas, p. 9-10.
- Macias-Chapula, C. A., Sotolongo-Aguilar, G. R., Magde, B., & Solorio-Lagunas, J. (1999). Subject content analysis of AIDS literature, as produced in Latin America and the Caribbean. *Scientometrics*, 46(3), 563-574.
- Manzini, F., Islas, J., & Martínez, M. (2001). Reduction of greenhouse gases using renewable energies in Mexico 2025. *International journal of hydrogen energy*, 26(2), 145-149.
- Méndez, M., & Neiser, E. (2017). *Las patentes y su importancia en la investigación científica*.
- McGrath, W. (1989). What bibliometrics, scientometrics and informetrics study; a typology for definition and classification; topics for discussion. In *International Conference on Bibliometrics, Scientometrics and Informetrics (Vol. 2)*.
- Michael, P. (1997). Estrategia competitiva. *Editorial Continental*, 1.
- Mol, A. P. (1997). Ecological modernization: industrial transformations and environmental reform. *The international handbook of environmental sociology*, 138-149.
- Moragues, J., & Rapallini, A. (2003). Energía eólica. *Instituto Argentino de la Energía General Mosconi*, 3.
- Morante, J. R. (2017). *El almacenamiento de la electricidad*. Zaragoza.
- Moreno Bustamante, C., & Chaparro Avila, E. (2008). *Conceptos básicos para entender la legislación ambiental aplicable a la industria minera en los países andinos*. CEPAL.

- Moreno, J. A. O., Cerutti, O. R. M., & Gutiérrez, A. F. F. (2014). *La ecotecnología en México*. IMAGIA.
- Morote, J. P., Serrano, G. L., & Nuchera, A. H. (2002). *La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones*. Ediciones Pirámide.
- Moser, A. (1996). Ecotechnology in industrial practice: implementation using sustainability indices and case studies. *Ecological Engineering*, 7(2), 117-138.
- Münch, L., & Ángeles, E. (2007). *Métodos y técnicas de investigación*, 3ª.
- Network, R. E. P. (2013). Renewables 2013 global status report. *Worldwatch Institute, Washington, DC*, p. 19.
- Network, R. E. P. (2017). Renewables 2017 global status report. *Worldwatch Institute, Washington, DC*.
- Network, R. E. P. (2016). Renewables 2016 global status report. *Worldwatch Institute, Washington, DC*.
- Palop, F., & Martínez, J. F. (2012). Guía metodológica de práctica de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. *Proyecto Piloto de Transferencia y Desarrollo de Capacidades Regionales en Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva*. Valencia y Medellín, 6.
- Palop, F., & Vicente, J. M. (1999). *Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva: su potencial para la empresa española*. Madrid: Cotec, p. 116.
- Pardillos, S. C. (2017). *Manual de energía eólica. Desarrollo de proyectos e instalaciones*. Editorial Universitat Politècnica de València.
- Pavón, J., & Hidalgo, A. (1997). La dimensión estratégica de la innovación tecnológica. En J. Pavón, & A. Hidalgo, *Gestión e innovación: un enfoque estratégico*. Barcelona: Pirámide, 15-31.
- Peralta, L. G., & Malfanti, I. S. (2002). Cambio tecnológico y desarrollo sostenible. *Revista Ingeniería Industrial*, 1(1).
- Pericás, V., & Miquel, J. (2005). El uso de la teoría de redes sociales en la representación y análisis de textos. De las redes semánticas al análisis de redes textuales. *EMPIRIA. Revista de Metodología de las Ciencias Sociales*, (10), 129-150.
- Porter, M. E. (2015). *Estrategia competitiva: técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*. Grupo Editorial Patria.
- Porter, ME (2009). *Ser competitivo*. Deusto.
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of documentation*, 25(4), 348-349.
- Quoniam, L., Hassanaly, P., Baldit, P., Rostaing, H., & Dou, H. (1993). Bibliometric analysis of patent documents for R&D management. *Research Evaluation*, 3(1), 13-18.

- Ramírez, M. I., Rua, D. E., & Alzate, B. A. (2012). Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. *Gestión de las Personas y Tecnología*, (13), 149-153.
- Reverol, A. J. I., Sánchez-Morles, J. G., & Caira-Tovar, N. M. (2014). Ejes de Vigilancia Tecnológica Aplicados en Universidades con Estudios a Distancia. *Axes of Technological Surveillance Applied in Distance Learning Universities*.
- Ribeiro, P. F., Johnson, B. K., Crow, M. L., Arsoy, A., & Liu, Y. (2001). Energy storage systems for advanced power applications. *Proceedings of the IEEE*, 89(12), 1744-1756.
- Rytoft, C. (2015). Integración de las energías renovables. *ABB review*. 4 (15), p. 4.
- Sánchez, J. Q. (2006). La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico. *TELOS. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales UNIVERSIDAD Rafael Belloso Chacín*, 377-389.
- San Martín, J. I., Zamora, I., San Martín, J. J., Aperribay, V., & Eguia, P. (2011). Energy storage technologies for electric applications. In *International Conference on Renewable Energies and Power Quality*, España.
- Schallenberg, J., Piernavieja, G., Hernández, C., Unamunzaga, P., García, R., Díaz, M., & Subiela, V. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética. Canarias: Instituto Tecnológico de Canarias, SA*.
- Secretaría de Energía, *Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2013-2018*, México, 2013.
- Secretaría de Energía, *Programa Sectorial de Energía 2013-2018*, México, 2013.
- Secretaría de Energía (2016), *Prospectiva de energías renovables 2016-2030*. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018*, México, 2014.
- Schumpeter, J. A. (1944). Teoría del desenvolvimiento económico: una investigación sobre ganancias, capital, crédito, interés y ciclo económico. *Sección de Obras de Economía*.
- Solow, R. (1957). El cambio tecnológico y la función de producción agregada.
- Solleiro, J. L., & Herrera Mendoza, A. (2008). Conceptos básicos. En J. L. Solleiro, & R. Castañón, *Gestión Tecnológica: conceptos y prácticas*. México: Plaza y Valdéz.
- Spinak, E. (1998). Indicadores cienciométricos. *Ciência da informação. Artigos*. Brasília. 27(2), 141-148.
- Tague-Sutcliffe, J. (1992). The pragmatics of information retrieval experimentation, revisited. *Information Processing & Management*, 28(4), 467-490.

- Tandjaoui, M. N., Benachaiba, C., Abdelkhalek, O., Dennai, B., & Mouloudi, Y. (2013). The impact of wind power implantation in transmission systems. *Energy Procedia*, 36, 260-267.
- Teleke, S., Baran, M. E., Huang, A. Q., Bhattacharya, S., & Anderson, L. (2009). Control strategies for battery energy storage for wind farm dispatching. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 24(3), 725-732.
- Urbizagastegui, R. (2016). La Bibliometría, Informetría, Cienciometría y otras “Metrías” en el Brasil. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, 21(47), 51-66.
- Vargas-Garduño, M. D. L., Méndez Puga, A. M., & Vargas Silva, A. D. (2014). La técnica de las redes semánticas naturales modificadas y su utilidad en la investigación cualitativa. *La investigación social ante desafíos transnacionales: procesos globales, problemáticas emergentes y perspectivas de integración regional*. Universidad Nacional de La Plata. Centro Interdisciplinario de Metodología de las Ciencias Sociales.
- Villarrubia, L. M. (2013). *Ingeniería de la energía eólica*. Marcombo.
- Wagner, H. J. (2013). Introduction to wind energy systems. *In EPJ Web of Conferences*. EDP Sciences. 54, 1-19.

Páginas web consultadas.

- Acciona. (09 de agosto de 2017). *ACCIONA construirá en Tamaulipas el mayor parque eólico de México*. Recuperado el 26 de mayo de 2018, de <https://www.acciona.com/es/salaprensa/noticias/2017/agosto/acciona-construiran-tamaulipas-mayor-parque-eolico-mexico/>
- Acciona. (2018). *Centro de Energías Renovables*. Recuperado el 05 de mayo de 2018, de <https://www.acciona.com/es/sostenibilidad/innovacion/centros-de-innovacion-tecnologica/energias-renovables/>
- AIE Atlas Energy. (2016). *Esperanza de vida de los negocios en México*. Recuperado el 15 de mayo de 2017, de <http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/-1076250891/1>
- Amalight. (2018). *Amalight*. Recuperado el 24 de mayo de 2018, de <http://www.amalight.com>
- Asociación Mexicana de Energía Eólica. (2014). *Asociación Mexicana de Energía Eólica*. Recuperado el 26 de mayo de 2018, de <https://www.amdee.org/>
- Bermejo, R. (2005). *La gran transición hacia la sostenibilidad: principios y estrategias de economía sostenible*. Madrid: Los libros de la catarata.

- BIE-INEGI. (2017). *Banco de Información Económica*. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- Cámara de Diputados. (01 de 12 de 2016). *Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa*. México, México: LXIII Legislatura.
- CENER. (2018). Recuperado el 23 de mayo de 2018, de <http://www.cener.com/areas-de-investigacion/departamento-de-integracion-en-red-de-energias-renovables/areas-de-actuacion-en-red-de-energias-renovables/almacenamiento-de-energia/>
- CICY. (19 de junio de 2017). *Exponen innovador sistema de almacenamiento de energía*. Recuperado el 23 de mayo de 2018, de <http://www.cicy.mx/noticias-y-eventos/boletin-prensa-28-2017-exponen-innovador-sistema-de-almacenamiento-de-energia>
- CIMIE-Eólico. (2018). *Líneas de Investigación*. Recuperado el 23 de mayo de 2018, de <http://www.cemieeolico.org.mx/#>
- CINVESTAV. (2018). *Ciencias en la Especialidad de Sustentabilidad de los Recursos Naturales y Energía*. Recuperado el mayo de 23 de 2018, de <http://www.cinvestav.mx/Posgrado/tabid/94/ctl/Detalle/mid/1659/language/es-MX/Default.aspx?pid=71>
- CognoSfera. (2005). *Redes 2005*. Recuperado el 28 de marzo de 2018, de <http://www.ugr.es/~rruizb/cognosfera/index.htm>
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (diciembre de 2016). *Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios 2016*. Obtenido de <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/estrategia-de-transicion-para-promover-el-uso-de-tecnologias-y-combustibles-mas-limpios-2016>
- Comisión Reguladora de Energía. (2018). *Comisión Reguladora de Energía*. Recuperado el 26 de mayo de 2018, de <https://www.gob.mx/cre>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología & Secretaría de Energía. (2017). *CONACYT - SENER / Sustentabilidad Energética*. Recuperado el 2017, de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conacyt-sener-sustentabilidad-energetica>
- DENUE-INEGI. (2017). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denuel/>
- Dirección General de Normas. (2017). *Consulta del Catálogo de Normas Mexicanas (NMX)*. Obtenido de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/pagingAllres.nmx?tiponmx=S&claveprod=0&d-7519366-p=4&palabras=software>
- Ecosolaris Energy. (2018). *Ecosolaris Energy*. Recuperado el 24 de mayo de 2018, de <http://www.ecosolaris.com.mx>

- El Financiero. (25 de febrero de 2016). *Siemens diseña aerogeneradores especiales para México*. Recuperado el 26 de mayo de 2018, de <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/siemens-disena-aerogeneradores-especiales-para-mexico>
- ELSEVIER. (21 de enero de 2018). *Energía Aplicada*. Obtenido de <https://www.journals.elsevier.com/applied-energy>
- ELSEVIER. (21 de enero de 2018). *Energía renovable*. Obtenido de <https://www.journals.elsevier.com/renewable-energy>
- ELSEVIER. (21 de enero de 2018). *Energy*. Obtenido de <https://www.journals.elsevier.com/energy/>
- Energía Andina. (2017). *Geotermia: Una fuente de energía limpia y renovable*. Recuperado el 21 de junio de 2018, de <http://www.energiandina.cl/category/geotermia/que-es-geotermia/>
- Energía Renovable del Centro. (2018). *Energía Renovable del Centro*. Recuperado el 24 de mayo de 2018, de <http://www.erdc solar.com/>
- FS-UNEP Collaborating Centre. (2016). *Global Trends in Renewable Energy Investment 2016*. <http://www.fs-unep-centre.org>.
- Global Footprint Network. (08 de 06 de 2016). *Ecological Wealth of Nations*. Recuperado el 27 de 11 de 2016, de http://www.footprintnetwork.org/ecological_footprint_nations/
- Gobierno de la República Mexicana. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. (México, Editor) Obtenido de <http://pnd.gob.mx/>
- GreenFacts. (23 de junio de 2018). *Biocapacidad*. Recuperado el 26 de junio de 2018, de <https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/biocapacidad.htm>
- IER. (2018). *Líneas de Investigación*. Recuperado el 23 de mayo de 2018, de <http://www.ier.unam.mx/investigacion/#lineas>
- IET. (30 de diciembre de 2017). *Institute of Engineering Thermophysics Chinese Academy of Sciences*. Obtenido de <http://english.iet.cas.cn/aboutus/overview/>
- INECC. (15 de noviembre de 2007). *Los gases regulados por la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*. Recuperado el 21 de junio de 2018, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/437/dick.html>
- Impulsor Eléctrico. (2018). *Impulsor Eléctrico, 2018*. Obtenido de <http://www.impulsor.mx>
- INEEL. (15 de marzo de 2017). *El Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias*. Recuperado el 23 de mayo de 2018, de <https://www.ineel.mx/quienes-somos.html>
- INEGI. (2006). *El sector energético en México*. Recuperado el 21 de junio de 2018, de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825190170/702825190170_10.pdf

- INEGI. (2007). *Glosario EMIM*. Recuperado el 21 de junio de 2018, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/accesomicrodatos/eim/emim/>
- IRENA. (2015). *Renewable Energy Prospects: Mexico, REmap 2030 analysis*. Abu Dhabi: www.irena.org/remap.
- IRENA. (2016). *Renewable Energy Statistics 2016*. Abu Dhabi: www.irena.org.
- Justia Patents. (2017). *Per-Anders Kristian Lof*. Obtenido de <https://patents.justia.com/inventor/per-anders-kristian-lof>
- Linked In. (2017). Obtenido de Per-Anders Lof: <https://www.linkedin.com/in/per-anders-lof-6473363>
- Observatorio virtual de transferencia tecnológica. (2017). *Instrumentos para la vigilancia tecnológica*. Obtenido de <http://www.ovtt.org/vigilancia-tecnologica-instrumentos>
- OMPI. (2017). *Clasificación Internacional de Patentes*. Obtenido de <http://www.wipo.int/classifications/ipc/es/>
- OMPI. (2018). *Organización Mundial de la Propiedad Intelectual*. Recuperado el 15 de junio de 2018, de Patentes: <http://www.wipo.int/patents/es/>
- OMPI. (2018). *Razones para patentar sus invenciones*. Recuperado el 15 de junio de 2018, de http://www.wipo.int/sme/es/ip_business/importance/reasons.htm
- PatentInspiration. (2017). *Plataforma de análisis avanzado de patentes*. Obtenido de <http://www.patentinspiration.com>
- PROFEPA. (18 de 11 de 2015). *Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad*. Recuperado el 06 de 12 de 2016, de <https://www.gob.mx/evitasanciones/descargables/122/i>
- PROFEPA. (2016). *Programa Nacional de Auditoría Ambiental*. Recuperado el 06 de 12 de 2016, de http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/26/1/mx/programa_nacional_de_auditoria_ambiental.html
- RAE. (2018). *Inercia*. Recuperado el 21 de junio de 2018, de <http://dle.rae.es/?id=LStu5L>
- RAE. (2018). *Megavatio*. Recuperado el 21 de junio de 2018, de <http://dle.rae.es/?id=OnDI2EB>
- RAE. (2018). *Orografía*. Recuperado el 21 de junio de 2018, de <http://dle.rae.es/?id=RF6HQuj>
- Red Temática de Almacenamiento de Energía. (2018). *Red Temática de Almacenamiento de Energía*. Recuperado el 23 de mayo de 2018, de <http://www.almacenamiento-energia.redtematica.mx/>
- Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico. (27 de mayo de 2015). *Eólica en México: Empresa española Ingeteam inaugura sede*. Recuperado el 26 de mayo de 2018, de <https://www.evwind.com/2015/05/27/ingeteam-inaugura-su-nueva-sede-en-mexico/>

- Rubenius. (2018). *Rubenius*. Recuperado el 26 de mayo de 2018, de <http://www.rubenius.com>
- Sánchez, C. (05 de febrero de 2014). *Bajo el proyecto StoRE, Endesa pone en marcha tres plantas de almacenamiento de electricidad*. Recuperado el 2018 de mayo de 23, de <https://www.energynews.es/bajo-el-proyecto-store-endesa-pone-en-marcha-tres-plantas-de-almacenamiento-de-electricidad/>
- Scopus. (2017). *Base de datos bibliográfica de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas*. Obtenido de <https://www.scopus.com>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2017). *Fondo para el Cambio Climático*. Recuperado el 2017, de <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/fondo-para-el-cambio-climatico-convocatorias-2016>
- Secretaría de Economía. (2017). *Sistema de Información Arancelaria Vía Internet*. Obtenido de <http://www.economia-snci.gob.mx/>
- Secretaría de Energía. (2017). *Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía*. Recuperado el 2017, de <https://www.gob.mx/sener/articulos/el-fondo-para-la-transicion-energetica-y-el-aprovechamiento-sustentable-de-la-energia-es-un-instrumento-de-politica-publica-de-la-secretaria>
- SEGOB. (20 de diciembre de 2013). *Reforma Energética*. Obtenido de <http://cdn.reformaenergetica.gob.mx/explicacion.pdf>
- SEMARNAT. (15 de 09 de 2014). *Transporte limpio*. Recuperado el 06 de 12 de 2016, de <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/calidad-del-aire/transporte-limpio/acerca-del-programa>
- SEMARNAT. (14 de 01 de 2016). *Guía de Programas de Fomento a la Generación de Energía con Recursos Renovables*. Recuperado el 06 de 12 de 2016, de <http://www.gob.mx/semarnat/documentos/guia-de-programas-de-fomento-a-la-generacion-de-energia-con-recursos-renovables>
- SEMARNAT. (18 de diciembre de 2017). Obtenido de Acciones globales y nacionales para enfrentar el cambio climático.: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/05_atmosfera/5_2_4.html
- SEMARNAT. (22 de noviembre de 2017). *Qué es la huella ecológica*. Recuperado el 21 de junio de 2018, de <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/que-es-la-huella-ecologica>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2014). *Protocolo de Kyoto*. Recuperado el 15 de mayo de 2017, de http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/protocolo_de_kyoto/items/6215.php
- VOS viewer. (2018). *VOS viewer*. Recuperado el 29 de marzo de 2018, de <http://www.vosviewer.com/>

Anexo I. Metodología de Redes Semánticas.

Para la revisión de patentes y de artículos científicos, se hizo uso de la técnica de redes semánticas, la cual hace referencia al conjunto de palabras que son recuperadas a través de un proceso en el que se generan vínculos entre ellas, esta técnica puede ser utilizado en diversos objetos o temas, y la complejidad recae en la comprensión y conocimiento del tema para poder ubicar la relación entre una y otra, donde la percepción también juega un papel importante, acorde con Vargas-Garduño, Méndez & Vargas (2014).

Por otra parte, para Pericás & Miquel (2005), definen a las redes semánticas como “*una representación gráfica de conceptos nodos y arcos interconectados que tiene como objeto representar un determinado conocimiento*” (p. 130-131), entre las ventajas que ésta técnica trae, es la de poder visualizar un conjunto de categorías ubicadas de un gran número de información y la asociación entre sí mismas (Escobar, 2009); por lo tanto y acorde a lo anterior, se entiende que la red semántica permite visualizar diversas palabras que tienen relación entre sí, y la información es analizada acorde a la percepción del analista.

Para contribuir con la facilidad de representar gráficamente la relación de palabras, se ha hecho uso de dos programas informáticos; el primero es Redes 2005, es un sistema que permite generar redes de palabras de diversos documentos, proporciona, además el número de ocurrencias entre palabras y la cercanía que existe entre una y otra, y como es la conexión entre ellas, de manera gráfica permite visualizar la distribución de las palabras acorde a los cuadrantes en los que se ubica o en caso de que se encuentren en todos, se considera que la distribución es homogénea (CognoSfera, 2005).

Por otro lado, el segundo es VOS viewer, software que de igual forma permite construir redes a través de artículos científicos, así como cargar diversos tipos de archivos, especialmente de bases de datos altamente conocidas como Scopus y Web of Science, la visualización de las palabras es más grandes ya que separa los clusters de palabras por color, así como también se puede distinguir de manera visual la densidad y concentración de cada una de ellas (VOS viewer, 2018).