

2.1 Plan Estratégico

Conformación de un Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica

Consorcio Liderado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas

2.1.1.- Visión

Ser referente en el desarrollo de tecnología y conocimiento en materia de energía eólica y contribuir al aprovechamiento de ésta como una de las fuentes de energía renovable más utilizada en el país.

2.1.2.- Misión

Contar con conocimiento unificado en materia de energía eólica y generar sinergias que permitan orientar las actividades de innovación, investigación y desarrollo tecnológico con el fin de contribuir al fortalecimiento de la industria eólica del país.

2.1.3.- Objetivos estratégicos

- Fortalecer las capacidades en materia de energía eólica que permitan vencer las barreras tecnológicas existentes
- Establecer proyectos estratégicos que coadyuven en el conocimiento, dominio y aprovechamiento de la tecnología eólica
- Promover las condiciones tecnológicas adecuadas para el desarrollo de la industria mexicana de la energía eólica
- Formar recursos humanos especializados en los diferentes tópicos de la energía eólica

2.1.4.- Problemáticas y retos tecnológicos

Problemática

En la formulación de este Plan Estratégico se considera que el principal problema que enfrenta México en el tema de I+D+i en materia de energía renovable es principalmente de carácter organizacional. La situación actual y su inercia tienden a propiciar un ambiente de competencia entre las instituciones que se caracteriza por su divergencia e individualismo. Se anticipa que de continuar esta situación y su tendencia ello sólo conduciría a que la brecha tecnológica entre México y los países industrializados sólo se vaya haciendo más y más profunda.

El modelo de apoyo que se ha venido fomentando en los últimos años en materia de I+D+i en el tema de las energías renovables, ha sido tratar de impulsar el desarrollo creando un ambiente de competencia entre las instituciones. El esquema es tal que en la mayoría de los casos dicha competencia se ha enfocado a obtener como premio los

recursos económicos que permitan continuar la operación de las áreas de I+D con una visión limitada de muy corto plazo.

Como consecuencia, se había venido creando un ambiente tal que fomentaba la competencia desleal, la descalificación mutua, el oscurantismo, la improvisación, y toda clase de acciones o situaciones desfavorables. Quizás, ese modelo de desarrollo (que en realidad estaba propiciando lo contrario) se haya basado en una interpretación muy limitada de los lineamientos de la Ley de Ciencia y Tecnología que si bien indica que debe haber competencia por los Fondos que se usen para fomentar la I+D+i, también indica que se debe buscar, armonización, continuidad, fortalecimiento, vinculación y otra serie de principios relevantes que tal vez a algunas personas les puedan parecer van en contrasentido con la competencia; pero no es así, si al concepto de competencia se le da el enfoque adecuado teniendo siempre en cuenta que al final del día lo que se busca es el desarrollo social y económico de nuestro país. Es precisamente ahí en donde está el verdadero reto que es, formular e implementar el modelo que atienda cabalmente todos y cada uno de los principios de la Ley de Ciencia y Tecnología y los objetivos de desarrollo nacional.

De continuar con el modelo de los últimos años, la tendencia sería tal que las instituciones sólo competirán por ser mejores que sus similares en el ámbito nacional, sin esforzarse por incrementar sus capacidades a tal grado que puedan llegar a jugar un papel importante en el ámbito internacional. Por supuesto, de mantenerse esas condiciones, sería difícil que las instituciones estuvieran dispuestas a ayudarse unas a otras para lograr que México logre competitividad internacional. Así, lo que se observa es que el modelo que se había venido fomentado en los últimos años creó un ambiente desfavorable y un círculo vicioso que es indispensable romper.

Otro problema que ha contribuido sustancialmente a la creación de un escenario contraproducente en materia de la I+D+i son los procedimientos tan rígidos a los que se ha venido sometiendo el seguimiento de los fondos que apoyan los proyectos de I+D+i. En cierta medida, lo que se ha venido manejando es que lo que se plantea en un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico queda “escrito sobre piedra” de tal forma que cualquier cambio o modificación a fechas de ejecución o presupuesto, se interpreta como una desviación, un retraso, e inclusive en los casos extremos como un fracaso. No hay cosa más equivocada que aplicar estos criterios a los proyectos o programas de Investigación y Desarrollo Tecnológico, particularmente cuando se trata de proyectos con carácter innovador. La siguiente paradoja puede invitar a la reflexión sobre este tema: *entre mayor es el grado de innovación de un proyecto, mayor será la incertidumbre en todos los aspectos de ese proyecto; porque la experiencia con que se cuenta acerca de los resultados de la innovación y sus implicaciones será menor en la medida en que el grado de innovación de lo que persigue lograr sea mayor.* Por lo tanto, resulta un contrasentido esperar que se logre un alto grado de innovación sometiendo el proceso de innovación a un seguimiento de alta rigidez programática.

Es indiscutible que en la etapa de su formulación todo proyecto debe ser programado -en detalle- de tal forma que sus objetivos, alcance, actividades, metas, presupuestos, responsabilidades, etc., sean claros y que se haga el mejor esfuerzo por estimar los

costos correspondientes y los tiempos de ejecución. Asimismo, es también indiscutible que durante su etapa de ejecución, a todo proyecto se le debe dar un seguimiento tanto en avance como en ejercicio del presupuesto, buscando que la aplicación de los recursos sea la mejor y motivando a que los responsables y los participantes hagan su mejor esfuerzo por alcanzar los objetivos de manera oportuna. Sin embargo, en el tema de I+D+i, es indispensable que exista una instancia con la suficiente autoridad que pueda tomar decisiones adecuadas y oportunas sobre iniciativas, propuestas o situaciones que impliquen modificaciones de cualquier naturaleza en los programas, planes o proyectos de I+D+i, de tal forma que, de ser necesario, los proyectos se vayan encauzando por los caminos que conduzcan al logro de los objetivos que resulten más convenientes para el desarrollo del país.

Muy acertadamente, la actual administración del Fondo Conacyt-SENER para la Sustentabilidad Energética, ha identificado esta problemática y para solucionarla ha establecido principios y lineamientos en los términos de referencia de las convocatorias que ha emitido para conformar los Centros Mexicanos de Innovación en Energía (Convocatorias 2013). Como ejemplo de ello se transcribe el párrafo que dice “El apoyo económico a otorgar a través de esta convocatoria servirá para del desarrollo de un proyecto de conformación de un Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica que promueva el aprovechamiento de sinergias mediante el establecimiento de una alianza multidisciplinaria, participativa y dinámica que se encargue de...” Asimismo, cabe resaltar que el propósito de conformar un grupo Grupo Directivo es instaurar la instancia que podrá dotar de flexibilidad y objetividad al CEMIE-Eólico, para ir ajustando de manera dinámica el Plan Estratégico y/o el Plan Operativo del CEMIE-Eólico, con el propósito de alcanzar los objetivos y materializar la razón de ser del centro.

En materia de energía eólica los principales indicadores de posicionamiento tecnológico de México con relación a los países industrializados son los siguientes:

Principales indicadores del posicionamiento tecnológico de México en energía eólica.

- Es un gran mercado para la industria eoloeléctrica (de acuerdo con la Estrategia Nacional de Energía se espera contar con 20,000 MW eólicos para el año 2020 y hoy -a mediados en el 2013- sólo hay menos de 1,500 MW instalados).
- En México aún no hay tecnólogos autóctonos, tampoco hay fábricas de aerogeneradores de empresas extranjeras.
- Las capacidades instaladas de la industria mexicana para contribuir a la cadena de valor de la tecnología extranjera son incipientes.
- Actualmente es un mercado de importación
- Hay desconocimiento sobre los detalles de las diferentes opciones tecnológicas por lo que ha sido relativamente fácil vender tecnología no probada para las condiciones locales.
- En el ámbito internacional se reconoce que en los sitios más ventosos del Istmo de Tehuantepec se han instalado centrales eólicas comerciales con máquinas que no

habían sido probadas para las condiciones locales y que en algunos casos están sufriendo daños prematuros severos y/o muy costosos.

- Las autoridades de algunas instituciones públicas y los directivos de algunas empresas locales aceptan con cierta facilidad lo que les dicen los vendedores de tecnología extranjera y en raras ocasiones se asesoran de tecnólogos locales.
- Las instituciones de I+D+i y las empresas locales no han logrado trabajar en conjunto para generar productos o servicios de alta calidad para la industria eólica por lo que la gran mayoría de los productos o servicios que requieren los tecnólogos extranjeros en México son también objeto de importación.
- Los programas que fomentan la I+D+i no han logrado crear sinergia relevante entre instituciones y empresas.
- La continuación de varios de los proyectos de desarrollo tecnológico que se han emprendido está detenida por asuntos no técnicos.
- Existe recursos económicos para investigación, desarrollo tecnológico e innovación en energía renovable que están disponibles pero no se han asignado.
- La infraestructura tecnológica para investigación, desarrollo tecnológico e innovación en energía eólica es muy limitada.
- Los recursos humanos dedicados a la I+D+i en energía eólica pocos, tienen conocimientos generales pero, a pesar de que pueden ser especialistas y tener mucha experiencia en otros temas, aún no son especialistas en tópicos de la energía eólica.

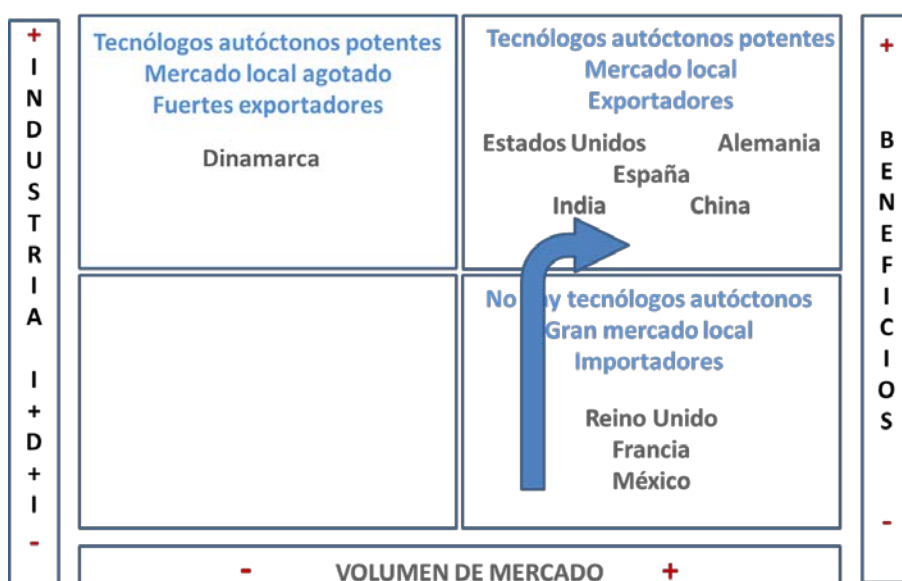
Todo esto hace que desde el extranjero el posicionamiento tecnológico de México se vea de la siguiente forma:

+ I N D U S T R I A I + D + I -	Tecnólogos autóctonos potentes Mercado local agotado Fuertes exportadores Dinamarca	Tecnólogos autóctonos potentes Mercado local Exportadores Estados Unidos Alemania España India China
	(Empty cell)	No hay tecnólogos autóctonos Gran mercado local Importadores Reino Unido Francia México
	-	+
	VOLUMEN DE MERCADO	

Fuente: REOLTEC España

Por supuesto, el posicionamiento tecnológico que genera más beneficios hacia el interior de los países es aquél donde hay tecnólogos autóctonos potentes, un mercado local amplio y se tiene capacidad de exportación. Son los países que se han logrado colocar en ese cuadrante los que se están beneficiando en mayor medida con el desarrollo global de la industria eoloeléctrica. Son esos países en donde se ha creado un gran número de empleos y donde las empresas han diversificado sus líneas de producción. Son esos países los que cuentan con recursos humanos especializados en energía eólica que prestan servicios de diversa índole en varios países del mundo. Hasta ahora, el único factor que ha movido a México hacia una dirección positiva en ese esquema de posicionamiento tecnológico ha sido que está creando un gran mercado con base en un paquete de incentivos para apoyo a las empresas.

En situación actual México obtiene beneficios por la construcción de centrales eoloeléctricas, tales como derrama económica y empleos en el ramo de la construcción así como algunos empleos en el ramo de mantenimiento; muchos campesinos están teniendo beneficios por el arrendamiento de sus tierras, aunque en el tema social aún queda mucho por hacer para que el desarrollo eólico llegue a ser realmente amigable con la sociedad.



En la medida en que México se pueda ir moviendo hacia una posición tecnológica más favorable los beneficios hacia el interior del país se podrán ir incrementando. Sin duda, México tiene el potencial para jugar un papel más activo en la industria eoloeléctrica.

México tiene mucho potencial para convertirse en un gran jugador en la industria eólica. Sin embargo para obtener el mayor beneficio de este potencial, el país debería hacer esfuerzos para avanzar hacia una posición tecnológica más favorable. Se prevé que, una vez implementado, el CEMIE-Eólico jugará un efecto catalizador en esta dirección.

Es importante notar que los gobiernos de los países más desarrollados en el tema eoloeléctrico, por ejemplo Alemania, fomentan de manera importante la generación

eoloeléctrica por varias razones, pero la principal es porque tienen una industria eoloeléctrica propia en donde trabajan miles de personas. En realidad esa ha sido la principal fuerza tractora del desarrollo eoloeléctrico en Alemania. En países como México, donde puede haber un gran mercado pero no hay fuerza tractora local el riesgo que se corre es que el mercado comience a desplomarse o que vaya creciendo con demasiada lentitud.

En realidad eso es lo que está empezando a suceder en estos días porque una vez que se sature la capacidad de transmisión de 2000 MW de la línea eléctrica que se construyó para transmitir la energía eoloeléctrica que se genera en el Istmo de Tehuantepec, si no se construyen otras líneas de magnitud similar ya sea en el Istmo o en otra región del país, el desarrollo eoloeléctrico del país se limitará a lo que se pueda interconectar a la infraestructura eléctrica existente y particularmente en la modalidad de generación distribuida, que por cierto es un nicho de oportunidad muy importante en el contexto de las mini-redes inteligentes con energía renovable.

Retos tecnológicos

Principales necesidad y oportunidades de I+D+i en el ámbito global

A finales de 2012, la capacidad eoloeléctrica instalada en el mundo ya acumulaba cerca de 260,000 MW [1]. En México, en sólo seis años pasamos de tener menos de 2 MW eólicos a tener 1,212 MW, mismos que en su gran mayoría están instalados en el Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca. Hoy en día, México ocupa el 24° lugar en el mundo en la tabla de países que tienen capacidad eólica instalada; así, nuestro país se encuentra en los inicios de la curva de aprendizaje de asimilación de la tecnología eólica en la que, como consecuencia de las aplicaciones comerciales de aerogeneradores, no solo se han puesto al descubierto algunas de las crudas realidades en materia del estado del arte de la tecnología, sino que también se han manifestado una serie de necesidades y oportunidades en materia de I+D.

En México se logró consensuar un escenario de desarrollo eoloeléctrico al año 2020 para el que se proyecta contar con 12,000 MW; por supuesto, es un escenario conservador que obedece a la situación y a las expectativas de desarrollo económico de nuestro país en los próximos años. No obstante, el recurso eólico que posee México es abundante y supera ampliamente al que poseen algunos países industrializados que ya han logrado instalar cerca de 30,000 MW. Las cifras del recurso eólico que posee México y el que podría llegar a aprovechar en el largo plazo han sido objeto de polémicas que se han debatido y han inclinado la balanza en uno u otro sentido entre la ignorancia y el entusiasmo, entre la sensatez y las fantasías, y entre lo posible y lo deseable. De cualquier manera, ya contamos con una meta estratégica al 2020 que ha sido consensuada por los sectores público y privado

Actualmente solo 12 países cuentan con fabricantes de aerogeneradores. En el mundo hay cerca de 40 fabricantes pero se puede decir que son menos de diez los que tienen reconocido prestigio y que, además, tradicionalmente han competido por los mejores nichos de oportunidad en el mercado internacional. Del resto, algunos son fabricantes

que compraron los derechos de la tecnología, otros son fabricantes de modelos con elementos innovadores que no aún no han logrado tener éxito técnico o comercial, otros son fabricantes que, en mayor o menor medida, han copiado la tecnología de los casos exitosos y otros son fabricantes de modelos obsoletos que aún insisten en introducir sus viejos modelos en los mercados emergentes.

El volumen de negocio que ha generado la industria eoloeléctrica en los últimos años ha sido sobresaliente, principalmente para los fabricantes de aerogeneradores quienes usualmente reciben alrededor de 75% del costo de inversión de una central eoloeléctrica. Algunos fabricantes han estado tan ocupados produciendo y vendiendo máquinas que, hasta cierto punto, han olvidado invertir en desarrollos de nueva generación o al menos en dar soluciones plausibles y definitivas a una serie de problemas técnicos recurrentes. Y es que en ese sentido, en el ámbito global, la demanda ha venido superando a la oferta porque los ámbitos de aplicación de los aerogeneradores se han venido extendiendo rápidamente mientras que la carrera por desarrollar el aerogenerador más grande del mundo sigue su curso. Pero entonces, algunas limitaciones o deficiencias que no fueron atendidas se han quedado en los diseños de los nuevos modelos mientras que se incluyen algunas innovaciones que en algunos casos son exitosas pero que en otros –cuando se han introducido a nivel comercial sin haber sido validadas de manera exhaustiva- han ocasionado problemas mayores y pérdidas sustantivas, al grado que en algunos casos las empresas que lo sufrieron pasaron por una situación financiera alarmante. Por supuesto, este escenario no es exclusivo de la industria eoloeléctrica y es semejante a los escenarios de desarrollo y comercialización de muchos productos; sin embargo, en este caso no se trata de productos tecnológicos de moda que pueden desecharse con cierta facilidad, sino que al hablar de centrales eoloeléctricas estamos hablando de grandes inversiones de decenas o cientos de millones de dólares, donde las expectativas de vida útil son 20 años, y ello por supuesto, en términos de desempeño que conduzca a la esperada rentabilidad de las inversiones.

Si bien es cierto que el negocio de la tecnología eólica ha alcanzado grandes dimensiones también es cierto que en muchos países lo ha logrado gracias a los incentivos y apoyos económicos de los Gobiernos que han buscado, acertadamente, aprovechar la industria eoloeléctrica como nicho de oportunidad para impulsar el desarrollo económico y social. Los hechos hacen evidente que dichos apoyos gubernamentales han sido inversiones inteligentes y en ese sentido, los mejores casos se ven en Alemania, Dinamarca, Estados Unidos, España y China. Por ello, lo que se busca es que la tecnología eoloeléctrica alcance su verdadera madurez, es decir que financieramente se pueda valer por sí misma sin necesidad de apoyos o concesiones por parte de los gobiernos. De hecho, esto es un proceso continuo de largo plazo y también cíclico porque por una parte la tecnología va mejorando, pero por la otra las necesidades o exigencias de su desempeño se van incrementando. Por ejemplo, el caso de la implantación de mayores requisitos de interconexión al sistema eléctrico para lograr mayores factores de penetración y mayor contribución a la satisfacción de la demanda de energía eléctrica de un país; o bien, el desarrollo eoloeléctrico en el mar (offshore). Así, usualmente cuando la tecnología alcanza o está a punto de

alcanzar su madurez financiera para un determinado nicho de oportunidad es cuando se comienzan a apoyar el desarrollo de nuevos nichos de oportunidad.

Uno de los principales ámbitos en el que los países líderes en generación eoloeléctrica comparten información y acciones de I+D en el tema de la energía eólica es el *Acuerdo de Implementación para la Cooperación en la Investigación, Desarrollo y Diseminación de Sistemas de Generación Eoloeléctrica*, que se desarrolla en el seno de la Agencia Internacional de la Energía. En dicho Acuerdo participan 20 países (Alemania, Australia, Austria, Canadá, China, Corea, Dinamarca, España, Finlandia, Grecia, Irlanda, Italia, Japón, México, Noruega, Países Bajos, Reino Unido, Suiza, Suecia, Estados Unidos) y se realizan investigaciones conjuntas mediante tareas técnicas en temas específicos en donde participan los expertos de los países interesados. Desde 1997, México forma parte de este Acuerdo y es representado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas. En este ámbito se han llevado a cabo reuniones de expertos para determinar las necesidades de I+D en el tema de la energía eólica a corto mediano y largo plazos. Asimismo, en las reuniones anuales de la Asociación Europea de Energía Eólica (EWEA) y de la Asociación Americana de Energía Eólica (AWEA) varios expertos han presentado sus experiencias y sus puntos de vista sobre el estado de la tecnología eólica y sus perspectivas. De manera convergente, varias organizaciones, publicaciones periódicas y boletines han señalado aspectos específicos sobre estos temas. Analizando y validando toda esa información se puede concluir que actualmente las principales necesidades genéricas de I+D para superar las limitaciones, deficiencias o huecos de la tecnología de aerogeneradores son las que se muestran en la siguiente tabla

Principales necesidades genéricas de I+D para superar limitaciones, deficiencias o huecos de la tecnología de aerogeneradores.	
1	Incrementar la confiabilidad de los aerogeneradores y centrales eólicas, minimizando la ocurrencia, la frecuencia y la magnitud de las fallas
2	Incrementar la disponibilidad de los aerogeneradores y centrales eólicas minimizando plazos y tiempos de reparación
3	Reducir costos de operación y mantenimiento de aerogeneradores y centrales eólicas y lograr, por lo menos los valores que se usan típicamente en el ámbito comercial para llevar a cabo análisis de factibilidad económica de proyectos
4	Lograr la interconexión amigable con el sistema eléctrico a costos competitivos y bajo condiciones confiables y cumplir cabalmente con “códigos de red” estrictos, incluyendo capacidad de ZVRTC.
5	Alcanzar de manera efectiva su vida útil de diseño bajo condiciones de operación donde realmente se experimente toda la gama de casos de carga para las que fueron diseñados y certificados.

En este sentido, sin tomar en cuenta otros aspectos que se mencionan adelante, la gran mayoría de los fabricantes de aerogeneradores buscan lograr **equilibrio competitivo**, de tal forma que las mejoras incrementales en los cinco propósitos que se listan han en la tabla 5, no hagan que el producto pierda competitividad -en cuanto a percepción se refiere- en un mercado donde hay muchos compradores que aún no tienen claro que es lo que les conviene comprar y en qué términos de garantías y servicio post-venta.

Por otra parte, se identifican otras tres necesidades genéricas de I+D con propósitos que están más enfocados a expandir el mercado y a desarrollar sistemas de nueva generación. Éstas se muestran en la siguiente tabla.

Necesidades genéricas de I+D orientadas a la expansión de mercado y al desarrollo de nuevas generaciones.	
6	Expandir los ámbitos de aplicación de la tecnología (v.g. aplicaciones en regímenes de viento bajos, lugares con temperaturas extremas, mar adentro, sitios con riesgos de huracán o sismo, aplicaciones en regímenes de viento muy altos,
7	Lograr economía de escala , actualmente ya se comercializan aerogeneradores de 3 MW y están en pruebas prototipos de 4 a 7 MW. Están en desarrollo máquinas de 10 y 15 MW.
8	Introducir al mercado innovaciones incrementales o radicales. (v.g. sistemas de transmisión continuamente variables, sistemas de control inteligente, sistemas de monitoreo avanzados para prevención de falla...

De acuerdo con las ocho necesidades básicas que se han mencionado, los proyectos de I+D pueden ir desde proyectos de alcance específico y riesgo limitado hasta proyectos de gran alcance y alto riesgo. Para el primer caso podríamos tomar como ejemplo un proyecto orientado a reducir cargas dinámicas y la fatiga del tren de potencia en un modelo de aerogenerador existente; para el segundo caso podríamos tomar como ejemplo un proyecto orientado a desarrollar un aerogenerador de 10 MW con alto contenido de innovación. Es evidente que la diferencia en el costo de I+D de los proyectos usados como ejemplo sería enorme, así como también lo serían los riesgos. Por supuesto existe toda una gama de combinaciones que pueden ir desde lo cauteloso hasta lo temerario, y claro, en algún punto de este rango se encuentra ubicado lo sensato.

Para todo esto se han identificado 18 principales líneas de I+D a largo plazo, mismas que se listan en la siguiente tabla

Principales líneas de I+D a largo plazo en el tema de la generación eoloeléctrica	
Aerogeneradores interconectados a red	
1	Modelos y métodos para mantenimiento predictivo
2	Sistemas de control avanzado (inteligencia artificial)
3	Métodos de confiabilidad para sistemas, subsistemas y componentes
4	Modelos y métodos de tolerancia a fallas
5	Normatividad de pruebas y certificación orientada a confiabilidad
6	Métodos y medios orientados a incrementar el valor económico y o estabilidad de la generación eoloeléctrica (v.g. almacenamiento)
7	Desarrollo y aplicación de materiales compuestos
8	Mejora continua e innovación de elementos críticos (v.g. generadores eléctricos, aspas, acoplamientos, cajas de engranes, convertidores de potencia...
9	Aerogeneradores de nueva generación
10	Pruebas exhaustivas y validación de soluciones e innovaciones a escala completa

	en banco de pruebas y en viento libre, con orientación a confiabilidad
Centrales eoloeléctricas	
11	Mejoras y validación exhaustiva de modelos de micro-localización de aerogeneradores en terrenos complejos
12	Generación y análisis exhaustivo de bases de datos de alta calidad en materia de desempeño, operación y mantenimiento
13	Sistemas automatizados con inteligencia artificial para administración técnica de la interconexión de centrales eoloeléctricas
14	Sistemas avanzados para estabilización y/o administración de la generación (v.g. almacenamiento en corto-tiempo o en escala significativa)
15	Generación distribuida avanzada (integración a mini redes inteligentes)
16	Modelos para análisis y toma de decisiones para planeación e integración de la generación eoloeléctrica a los sistemas eléctricos
17	Modelos para análisis y estudios del costo verdadero de la generación eoloeléctrica
18	Modelos para análisis del verdadero ciclo de vida de centrales eólicas

4.4.3 Principales necesidades y oportunidades de I+D+i en México.

Como se mencionó anteriormente, a finales de 2012 ya había 1,212 MW eoloeléctricos instalados en el país; la gran mayoría de ellos están en el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca. La primera central con capacidad significativa entró en operación en 1997 (La Venta II). Más de la mitad de esa capacidad entró en operación durante el 2012, esto significa que por lo menos más de la mitad de la capacidad eólica instalada en el país aún cuenta con garantía.

Por inicio la instalación y operación de aerogeneradores en los lugares más ventosos de la región (Ejidos de La Venta, La Mata, Santo Domingo, y La Ventosa) generó varias lecciones que no solo sorprendieron a los inversionistas sino también a los propios fabricantes de los aerogeneradores. A pesar de que las máquinas están certificadas por organizaciones de reconocido prestigio, surgieron varios problemas recurrentes, algunos de magnitudes inquietantes.

Algunos inversionistas comenzaron a darse cuenta de la realidad en materia del estado del arte de la tecnología eólica y comenzaron a percatarse de sus limitaciones, deficiencias o huecos. Algunos fabricantes comenzaron a sufrir las limitaciones de sus productos que si bien es cierto se habían *probado* en varios lugares del mundo - también lo es no estaban probados para el régimen de viento de los sitios ventosos del Istmo de Tehuantepec.

Así, hoy en día, algunos de los inversionistas están inquietos y se hacen las siguientes preguntas:

- ¿Qué pasará cuando expiren las garantías?
- ¿Los costos de O&M que supusimos en el análisis de rentabilidad son realistas?
- ¿Llegarán los aerogeneradores a la vida útil esperada?
- ¿Se alcanzarán los factores de planta proyectados considerando la disponibilidad real?

- ¿Recibiremos ganancias después de liquidar el capital de deuda?
- ¿Vale la pena invertir nuevamente en una central eólica?

Por otra parte, en algunas regiones de nuestro país hay características climáticas que presentan retos tecnológicos mayores; por ejemplo, en las costas y en el mar, la probabilidad de incidencia de huracanes y ciclones en lugares con recurso eólico moderado o relativamente bajo, requerirá máquinas Clase Especial que operen de manera eficiente en esos regímenes de viento, pero que a la vez puedan resistir embates de vientos extremos muy altos.

Además, los planes de contar con 12,000 MW eoloeléctricos para el año 2020 implican que no sólo es necesario asimilar la tecnología sino que su aplicación en algunos nichos de oportunidad requerirá su adecuación. Como ha sucedido en la gran mayoría de los países que han implementado la generación eoloeléctrica, las metas estratégicas se revisan y se van aumentando a medida que se da por hecho que serán logradas. En el 2022 la central eólica de La Venta II cumplirá 15 años de operación y estará ya al final de su vida útil o en el mejor de los casos comenzará su agonía. Entonces la pregunta obligada es ¿Qué máquinas sustituirán a los aerogeneradores de 850 kW que hoy en día operan en la central La Venta II? Si se tienen expectativas de que ahí se instalen máquinas de por lo menos 2 o 3 MW a 80 metros de altura, la noticia es que para ello se requerirán, inevitablemente, máquinas Clase Especial y de nueva generación que hoy en día no existen en el mercado internacional. Lo más probable es que, por su ubicación, esa historia se repita para la central La Venta III.

Así, en estos y otros nichos de oportunidad surge la necesidad y la oportunidad de sumarse a los esfuerzos globales de I+D para contribuir a que la tecnología eoloeléctrica alcance cabalmente el grado de madurez necesario para las condiciones de aplicación en todos los nichos de oportunidad del ámbito nacional. Asimismo, para coadyuvar a asegurar que las inversiones en proyectos eoloeléctricos - ya sean del sector público o del sector privado - sean exitosas y motiven al crecimiento sostenido del desarrollo eólico nacional. Por supuesto, también para ir logrando que el posicionamiento tecnológico de México mejore continuamente y los beneficios hacia el interior del país se vayan incrementando y diversificando.

Por inicio, para la formulación de este Plan Estratégico se han identificado las principales líneas de I+D+i en las que México tiene necesidades y oportunidades; estas líneas se mencionan en la siguiente sección (definición de Estrategias del CEMIE-Eólico) y en mayor o menor medida abarcan a todas las líneas de interés para el Sector que se listan en los términos de referencia de la convocatoria

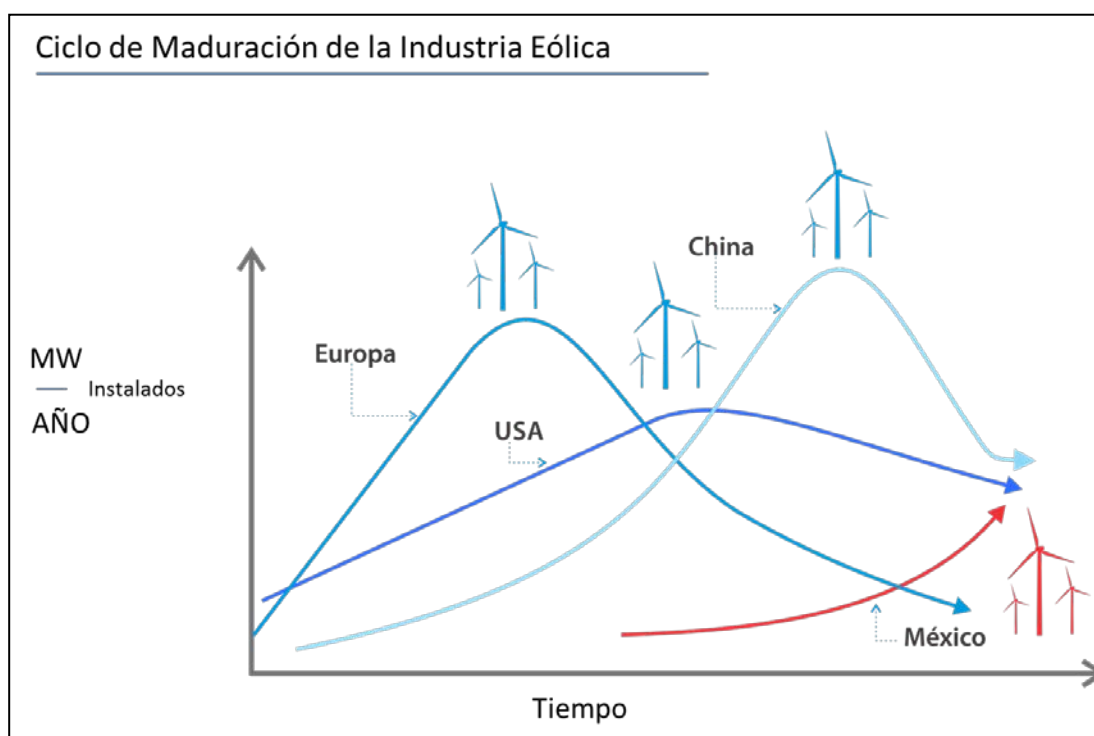
Finalmente, cabe señalar que a evolución histórica y las tendencias de los mercados eoloeléctricos en varios países son indicadores muy importantes de las oportunidades que tiene México para llegar a jugar un papel importante en la industria eoloeléctrica no sólo local sino también en el plano internacional y particularmente en la región Latinoamericana.

La siguiente gráfica ilustra la evolución histórica y la tendencia esperada de los mercados eoloeléctricos en varios países. Los hechos señalan lo siguiente:

- El primer mercado eoloeléctrico importante, se dio en California Estados Unidos (Altamont Pass California y Tehachapi, 1980 – 1990), no obstante, Estados Unidos no es el país líder en el desarrollo de tecnología eólica porque sólo tiene un fabricante mientras que Alemania tiene más de siete, España tiene dos, y China hay más de tres.
- A pesar de que Alemania es el líder mundial en cuanto a número de fabricantes de aerogeneradores y a pesar de que su tecnología ha venido evolucionando desde la década de los ochenta, aún no hay un solo aerogenerador Alemán instalado en México. La gran mayoría de los aerogeneradores instalados en México son de origen Español, la tecnología Española de aerogeneradores es reciente (Gamesa Eólica se creó en 1994, Acciona Windpower se creó después). Otros países tienen tecnología de aerogeneradores pero ninguna compañía de otro país diferente de España, Dinamarca y Estados Unidos ha logrado instalar un aerogenerador en México (salvo el caso del pequeño aerogenerador japonés fabricado por KOMAIHALTEC para aplicaciones de generación distribuida que está instalado para sus pruebas en el centro del IIE)
- La República de Corea inició el desarrollo de su propia tecnología de aerogeneradores en el año 2001. Hoy en día satisface al 100% su mercado interno y es exportador de aerogeneradores. Tiene 406 MW instalados con tecnología propia.
- En 2011, China ya tenía 121 fábricas de aerogeneradores, 54 fábricas de aspas, 36 fábricas de generadores eléctricos, 33 fábricas de cajas de engranes, 25 fábricas de rodamientos y 43 fábricas de convertidores de potencia. En China hay nueve fabricantes autóctonos con capacidad para producir 500 MW por año. Han incrementado significativamente su capacidad de producción de componentes para aerogeneradores extranjeros. En China hay instalados 62,364 MW eólicos y en el año 2011 se instalaron 17,631 MW eólicos. El desarrollo de la industria eólica en China, comenzó en el año 2003.
- Ninguno de los aerogeneradores que están instalados en México (ya son cerca de 1,000), cumple con los requisitos establecidos en las *Reglas Generales de Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional para Generadores o Permisarios con Fuentes de Energías Renovables o Cogeneración Eficiente que se publicaron en el Diario Oficial de la Federación en mayo de 2012*. Los nuevos proyectos están obligados a instalar aerogeneradores que sí cumplan con estos requisitos.
- En la década de los años ochenta en Estados Unidos se instalaron cientos aerogeneradores (cuya tecnología hoy nos parece rudimentaria) ahí se generó una importante base de conocimiento y experiencia en materia de sistemas, subsistemas, componentes, métodos de control, procesos de fabricación, etcétera. Los países Europeos desarrollaron una nueva generación de

aerogeneradores con la que implementaron su desarrollo eoloeléctrico durante varios años. Luego, la instauración de los “Códigos de Red Eólicos” orientados a garantizar la seguridad, estabilidad y confiabilidad de los sistemas eléctricos está dando lugar al desarrollo y consolidación de una nueva generación de máquinas eólicas, subsistemas y componentes. En este proceso, el conocimiento y la experiencia de hoy en día sólo es la base de lo que será la tecnología eólica del futuro e inevitablemente, dentro de 20 o treinta años la tecnología eólica actual se verá rudimentaria ante las nuevas generaciones que incorporen los subsistemas y métodos que están siendo desarrollados hoy en día como podrían ser los sistemas de control con inteligencia artificial, las estructuras inteligentes, los perfiles aerodinámicos y rotores transformables, la incorporación de materiales avanzados, los recubrimientos biomiméticos, y los medios de almacenamiento, entre muchos otros.

Por otra parte es muy importante tener en cuenta que el Mercado Eólico Mexicano es un mercado emergente tal como se ilustra en la siguiente figura y que por esa misma razón ahora es un momento oportuno para fortalecer y consolidar las capacidades nacionales que conduzcan a obtener la mayor y mejor participación de los mexicanos en el proceso de implementación de la generación eoloeléctrica en México.



2.1.5.- Definición de estrategias del CEMIE-Eólico

Estrategia de conformación del CEMIE-Eólico

De acuerdo con la problemática planteada el reto inicial del CEMIE-Eólico es lograr la creación de sinergias y de consensos entre todas y cada una de las instituciones y personas involucradas. Por inicio, eso comenzó desde la conformación del consorcio, invitando a todos los actores relevantes y orientando de común acuerdo tanto sus capacidades instaladas y potenciales, como sus vocaciones y fortalezas, y también sus expectativas, de tal forma que la estructura de arranque, la definición de líneas estratégicas iniciales y la formulación de proyectos específicos sea, por si misma, una configuración que fomente y que en cierta medida conduzca inevitablemente a la creación de sinergias.

Sin embargo, está claro que este Plan Estratégico es sólo la primera versión del Plan Estratégico del CEMIE-Eólico que se tendrá que ir consolidando y modificando de manera dinámica. Por inicio, durante los primeros doce meses de operación del CEMIE-Eólico se llevarán a cabo una serie de reuniones enfocadas a consensuar el posicionamiento tecnológico de México y a formular la Ruta Tecnológica de la generación eoloeléctrica en México para los próximos 20 años. Para ello, se aplicarán métodos profesionales, conducidos por profesionales, como podría ser el método ZOOP para planeación de proyectos orientado a objetivos.

Asimismo, una vez definida la ruta tecnológica general, se definirán las rutas tecnológicas de cada una de las líneas de investigación que se hayan confirmado o agregado, como estratégicas.

Cabe mencionar, que en estos talleres iniciales de Ruta Tecnológica, no sólo se limitarán a las primeras de ese método de planeación, sino que se llegará hasta la formulación de la etapa final

De los resultados de los talleres de Ruta Tecnológica y de los resultados de las disertaciones se generarán propuestas concretas que serán presentadas ante el Grupo Directivo para la toma las decisiones de ajuste al Plan Estratégico del CEMIE-Eólico y, en su caso, para que se realicen las gestiones conducentes ante las instancias que corresponda.

Para iniciar las operaciones del CEMIE-Eólico se identificaron las Líneas Estratégicas que se listan en la siguiente tabla.

Líneas Estratégicas iniciales del CEMIE-Eólica	
1	Aerogeneradores de Mediana Capacidad
2	Aerogeneradores de Pequeña Capacidad
3	Integración a Red
4	Formación de Recursos Humanos Especializados
5	Aerodinámica y aeroelástica
6	Materiales y recubrimientos
7	Recurso eólico
8	Aplicaciones de inteligencia artificial y mecatrónica
9	Almacenamiento de energía
10	Pruebas, validación de diseño en viento libre y certificación o acreditación de sistemas, subsistemas o componentes para aerogeneradores de mediana capacidad

Para cada una de estas Líneas Estratégicas la propuesta original de conformación del CEMIE-Eólico incluyó al menos un Proyecto Estratégico por cada línea y en los casos donde hay más de un proyecto, se ha tenido especial cuidado en que éstos converjan hacia metas específicas tanto en el corto como en el mediano plazo, de tal manera que el trabajo en equipo y la creación de sinergia entre estos proyectos no sólo es necesaria, sino que también es inevitable.

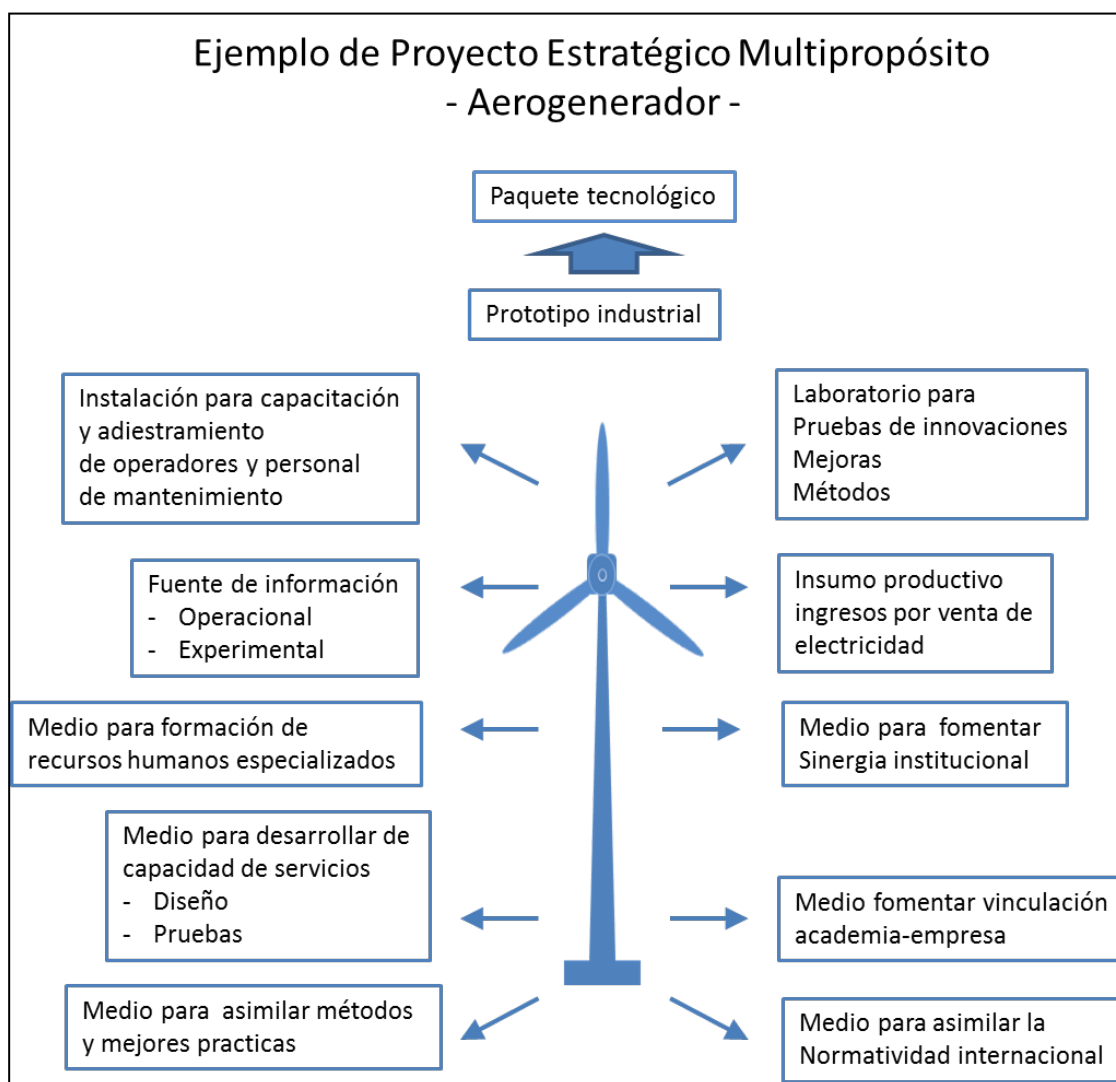
La formulación de los proyectos estratégicos del CEMIE-Eólico se basó en los siguientes elementos de estrategia:

1.- Ser Proyectos Multipropósito de acuerdo con lo siguiente:

- Su objetivo final (pero no necesariamente el más importante) debe ser lograr un paquete tecnológico transferible a la industria o comercializable en forma de un bien, una capacidad de servicio especializado, una patente (u otras formas de protección de la PI), o una propuesta financiable.
- Su desarrollo debe incluir el desarrollo e implementación de nuevas capacidades en el país así como la asimilación de conocimiento, los métodos y las mejores prácticas que estén disponibles en el ámbito internacional, con especial atención a la formación de recursos humanos especializados mediante la participación en los proyectos.
- Sus resultados deben constituir insumos de entrada o insumos de complementación a otros proyectos estratégicos del CEMIE-Eólico; o bien, a nuevos proyectos de mayor envergadura que puedan ser financiables por el Sector Público o el Sector Privado nacional o internacional.

- En los casos que sea aplicable, los productos y prototipos, una vez probados, evaluados y liberados de acuerdo con su objetivo final, deberán servir como laboratorios en donde se puedan probar nuevos subsistemas, componentes o métodos y/o serán usados como laboratorio para adquirir información que sea de utilidad para la formulación o el desarrollo de nuevos proyectos.
- En la mayor medida posible, los equipos y el software especializado que se adquiera, así como las instalaciones y las adaptaciones que se lleven a cabo con el fin de obtener los productos de los proyectos estratégicos, deberán constituir infraestructura tecnológica y/o laboratorios que sean de utilidad para el desarrollo de nuevos proyectos y/o la prestación de servicios especializados de I+D+i.
- En los casos que sea aplicable y cuando así se considere conveniente, los prototipos que se construyan en los proyectos del CEMIE-Eólico, deberán ser aplicados a operación comercial de tal forma que como resultado de su operación se obtengan recursos económicos que coadyuven a sufragar los gastos operativos del CEMIE-Eólico. Esto también deberá servir para dar seguimiento y evaluar su desempeño en condiciones de operación comercial.

La siguiente figura ilustra los múltiples usos, aplicaciones y beneficios tangibles e intangibles que tiene el desarrollo de un aerogenerador de cualquier capacidad.



Por ejemplo, los usos y beneficios indicados en la figura anterior pueden ser obtenidos mediante un proceso de integración. En realidad, en la gran mayoría de los casos los fabricantes de aerogeneradores realizaron su primer producto por integración; en el ámbito internacional se reconoce ampliamente que el proceso de integración óptimo constituye ya un reto tecnológico importante [Referencia Reoltec]. En otro nivel de mayor complejidad está el desarrollo de algún subsistema para un aerogenerador; por ejemplo, aspas, una caja de engranes o un sistema de control; a su vez, estos proyectos pueden ser proyectos multipropósito cuyo resultado “principal” (pero no necesariamente el más relevante) es producir insumos para el aerogenerador, pero que a lo largo de su propio desarrollo pueden generar otros beneficios tangibles e intangibles, como podría ser el conocimiento profundo del proceso de diseño y fabricación de aspas o cajas de engranes que con una orientación adecuada y puede generar otras capacidades colaterales; por ejemplo, para reparar aspas y cajas de engranes de sistemas comerciales; o bien crear la base de conocimiento para desarrollar sistemas de control inteligente para aerogeneradores de nueva generación.

En este Plan Estratégico se define un proyecto multipropósito como aquél del que se deberá obtener el mayor provecho, en todas las direcciones posibles, en el contexto y para el cumplimiento de los objetivos del proyecto de Conformación del Centro

Mexicano de Innovación en Energía Eólica. En este sentido si bien es cierto que en la mayoría de los casos los proyectos estratégicos del CEMIE-Eólico apuntan a una “meta alta”, también lo es que no necesariamente el logro de esa meta será lo que va a generar el mayor beneficio para el país ya que por ejemplo, el hecho de lograr que las instituciones de I+D+i trabajen creando sinergias para un fin común y que al final de un proyecto específico las instituciones participantes y particularmente los recursos humanos de la siguiente generación ya estén preparados para emprender retos de mayor envergadura podría tener mayor valor que el valor que en mismo momento pudiera tener el “producto principal” .

Todos los proyectos iniciales que se han formulado para la conformación del CEMIE-Eólico, son proyectos multipropósito, y se ha puesto especial atención en crear los lazos institucionales y la vinculación con el sector privado que conduzca a lograr las sinergias buscadas.

2.- La cartera de proyectos del CMIE-Eólico deberá incluir proyectos que estén enfocados a innovar y/o incorporar los métodos y técnicas más modernas a los sistemas, subsistemas y componentes de los aerogeneradores y centrales eoloeléctricas. En este sentido se visualiza una gran cantidad de oportunidades prometedoras entre las que se encuentra la incorporación de inteligencia artificial en los sistemas de control y despacho y, además, el desarrollo e incorporación de las estructuras inteligentes para aspas, rotores y en general componentes estructurales.

3.- Todos los proyectos del CEMIE-Eólico deberán formar recursos humanos especializados en los tópicos más relevantes de la tecnología de aerogeneradores y centrales eoloeléctricas, y además, deberán contribuir a crear la base inter-institucional para continuar de manera sostenible la formación de recursos humanos.

Metas a mediano plazo

- Contar con un amplio grupo de Instituciones de Educación Superior, Centros Públicos de Investigación y Empresas con capacidades consolidadas y con infraestructura tecnológica moderna que actuando conjuntamente y creando sinergias impulsen y sea la base de la sostenibilidad del desarrollo eoloeléctrico en México
- Contar con las bases de una industrial eólica nacional que participe al abasto nacional de bienes y servicios especializados en los diferentes tópicos del aprovechamiento de la energía eólica.
- Contar con una nueva generación de investigadores especializados en los diferentes temas de la energía eólica, con capacidad y enfoque a la innovación.

- Contar con especialistas que apoyen la toma de decisiones de las autoridades, cuando así lo requieran, generando estudios y opiniones basadas en conocimiento sustentado.
- Contar con una serie de productos (paquetes tecnológicos) y capacidades de servicios de I+D+i cuya comercialización contribuya a la sostenibilidad económica del CEMIE-Eólico

2.1.6.- Visión y modelo de negocio a largo plazo

El Centro Mexicano de Innovación que se propone en este documento ha sido concebido como una institución de primera clase, de largo plazo y altamente productiva. Para materializar esta visión, el capital humano y la infraestructura técnica de soporte del Centro debe crecer de manera sólida y sustentable. Esto a su vez requiere de asegurar financiamiento continuo y estable, especialmente en las primeras etapas de su vida. Se han identificado las siguientes fuentes genéricas de financiamiento que serán más exploradas en preparación de un plan de negocios sólido. Fondos fiscales que se derivan de la Ley de Ciencia y Tecnología, la Ley de Energía Sustentable, la Ley de Aprovechamiento de la Energía Renovable y el Financiamiento de la Transición Energética, y la Ley de Derechos sobre los Excedentes de los Recursos Petroleros. La mayoría de estos fondos fluyen a través de los llamados fondos CONACYT ya establecidos. El Consorcio del CEMIE-Eólico de manera regular someterá propuestas de proyectos en respuesta a las correspondientes convocatorias de los fondos para obtener recursos. Lo mismo puede decirse acerca de las fuentes internacionales de financiamiento. Las actividades del CEMIE-Eólico estarán esencialmente orientadas a desarrollar soluciones, de tal forma que los productos y servicios de los proyectos individuales deben resultar en ingresos para el CEMIE-Eólico. El mercado natural para estos bienes son las compañías eólicas nacionales e internacionales. Ese mercado será analizado caso por caso conforme los productos y servicios del CEMIE-Eólico se acerquen a la etapa precomercial de su desarrollo.

Los ingresos propios del CEMIE-Eólico deben crecer a un ritmo previamente establecido conforme su estructura madure. Este ritmo será establecido durante la preparación del plan de negocios, el cual será preparado por el Grupo Operativo del CEMIE-Eólico y puesto a consideración del Grupo Directivo.

2.1.7 Vínculos y alianzas potenciales con diferentes sectores

En el Consorcio del CEMIE-Eólico ya participan tres sectores de la economía nacional, a saber: instituciones de educación superior, centros de investigación, e industria privada. También se han establecido de manera formal vínculos con universidades y centros de investigación foráneos, y convenios de cooperación previamente establecidos entre el IIE y organizaciones internacionales, como el Banco Interamericano de Desarrollo, están siendo ampliados para incluir esta iniciativa del CEMIE-Eólico. Se vislumbra que una vez que como resultado de las actividades de

difusión y promoción implementadas como se establece en el Plan Estratégico, se hagan públicas las líneas de actividad y los resultados de la operación del CEMIE-Eólico, surgirán oportunidades para incorporar nuevos miembros en el Consorcio. De particular interés son las empresas pequeñas y medianas en los sectores de manufactura metalmecánica y eléctrica. Al respecto, la línea estratégica del CEMIE-Eólico sobre desarrollo de turbinas eólicas de pequeña y mediana capacidad es crítica ya que su fin último es la creación de la cadena de valor para la producción de aerogeneradores en México

2.1.8.- Incorporación de nuevos integrantes

El CEMIE-Eólico es un proyecto abierto e incluyente, su consorcio iniciará con un grupo de instituciones de educación superior, centros públicos de investigación y empresas que son precisamente las que cuentan con las mejores capacidades, la mayor experiencia y la vocación más sólida en el tema de la energía eólica, tal como se puede notar en la sección de estructura. Asimismo, incluye la participación de empresas y fundaciones de amplio prestigio internacional como lo son GL Garrad Hassan y TECNALIA, entre otras. También incluye la participación de instituciones muy prestigiadas como es el caso del CIEMAT de España. Además cuenta con la vinculación potencial de prestigiadas Universidades, Centros de I+D, Fundaciones, Asociaciones y Empresas que han manifestado (por escrito) su interés en las actividades y proyectos del CEMIE-Eólico y su amplia voluntad para colaborar en proyectos conjuntos o como proveedores de servicios o bienes que no son tan fáciles de conseguir aún en el ámbito global.

Durante el proceso de integración del CEMIE-Eólico, algunas Universidades o Centros de Investigación del ámbito nacional no lograron integrarse a esta propuesta por diversas razones que pueden ir desde una reacción tardía, hasta la indecisión, pasando por la desinformación creada como resultado del proceso competitivo. Asimismo, algunas empresas no lograron incorporarse porque prefirieron quedar fuera del consorcio con el propósito de poder aspirar a ser proveedores de aquellos bienes o servicios que los miembros del CEMIE-Eólico requirieran para la ejecución de sus proyectos.

2.1.9- Estimación de impactos a mediano y largo plazo

Se anticipa que la implementación del CEMIE-Eólico tendrá impactos sobre varias áreas de la economía conectadas con la cadena de valor eólica. En particular, crecimiento del capital humano, asimilación de nuevos avances científicos y tecnológicos, derechos de propiedad intelectual e industrial, diversificación industrial con la correspondiente generación de empleos, entre otras. El Grupo Operativo desarrollará un conjunto de criterios para medir los impactos de mediano y largo plazo, los cuales a su vez servirán como de base para la evaluación del desempeño, y crearán una base de datos para conservar todos los antecedentes sobre el desempeño del CEMIE-Eólico. El Grupo Operativo hará el seguimiento de los impactos que resulten de la operación total del CEMIE-Eólico y preparará un reporte anual que será sometido para aprobación del

Comité Directivo. Estos reportes formarán la base para la evaluación periódica del desempeño del CEMIE-Eólico al final de cada una de sus etapas críticas de Implementación (primeros cuatro años) y Consolidación (siguientes cuatro años); y de ahí en adelante cada cuatro años durante su etapa de Madurez.

Los resultados de las evaluaciones de impactos y desempeños serán reportados al Comité Técnico y de Administración del Fondo CONACYT-SENER de Sustentabilidad Energética, y serán utilizados como base para solicitar presupuesto adicional o nuevo.

2.1.10.- Formación de recursos humanos

En el proyecto de conformación del CEMIE-Eólico se pondrá especial atención en la formación de recursos humanos especializados, al grado que dicha tarea se incorporará al Plan Operativo del CEMIE-Eólico en calidad de proyecto estratégico. Tal como se describe en la documentación de dicho proyecto uno de las principales metas es la conformación de un Programa de Graduados en Energía Eólica, con base en una Maestría Interinstitucional y ayudas para estudiantes de Doctorado. La característica de la Maestría Interinstitucional será que más allá de estar basada en libros de texto de autores prestigiados, incorporará la información más avanzada disponible en ámbito internacional e incorporará los nuevos conocimientos y experiencia que adquirirán los investigadores que participen en los proyectos estratégicos del CEMIE-Eólico. Asimismo, este programa de Maestría se complementará con estancias y prácticas en las instalaciones del CEMIE-Eólico como lo son el Centro Regional de Tecnología Eólica del IIE, laboratorios y talleres de UNISTMO, CIDESI y CIATEQ, entre otros. Uno de los objetivos es que todos los estudiantes asociados que participen en proyectos del CEMIE-Eólico puedan obtener su grado de Maestría en dicho programa. Se implementará un programa complementario para capacitación de ingenieros y técnicos en la para operación y mantenimiento de aerogeneradores y centrales eólicas.

2.1.11.- Difusión y promoción de actividades y servicios

Las actividades sustantivas y los logros del CEMIE-Eólico serán difundidos vía un sitio Web específico al que se le dará mantenimiento de manera continua. Asimismo, se participará en foros, conferencias y eventos tanto nacionales como internacionales. Se preparará material de difusión, tal como folletos de proyectos específicos e informes anuales de alta calidad. En todo este material ya sea impreso o electrónico se dará el crédito al Fondo SENER-CONACYT para la Sustentabilidad Energética. Se organizará una conferencia bi-anual con el propósito no solamente de mostrar al público el progreso del CEMIE-Eólica sino también para atraer inversionistas y expertos internacionales.

Se preparará un breve documental para difusión del CEMIE-Eólico, mismo que será actualizado anualmente, incluyendo los avances y logros relevantes. Asimismo, al inicio del tercer año de operación del CEMIE-Eólico se preparará material enfocado a promover las capacidades del CEMIE-Eólico con un enfoque de comercialización de

servicios tecnológicos de I+D+i, de tal manera que las instituciones y las empresas miembros del CEMIE-Eólica promuevan tanto sus capacidades individuales como aquellas que puedan ser ofrecidas por dos o más miembros del CEMIE-Eólico actuando conjuntamente, ya sean instituciones o empresas.

2.1.12.- Mecanismos de revisión y ajuste del Plan Estratégico

La instancia apropiada para la revisión del Plan Estratégico serán las reuniones semestrales del Comité Directivo del CEMIE-Eólico. Para este propósito, y con anticipación a esas reuniones, los líderes técnicos y administrativos de los proyectos individuales presentarán un reporte escrito al Grupo Operativo del CEMIE-Eólico. En este reporte los líderes de proyecto resumirán el estado técnico y financiero de los proyectos individuales, haciendo notar las principales desviaciones respecto al plan original del proyecto, y manifestarán las razones de tales desviaciones. A su vez, el Grupo Operativo analizará los reportes presentados por los líderes de los proyectos, y prepararán un resumen para ser presentado a los miembros del Comité Directivo al menos con una semana de anticipación a la correspondiente reunión semestral. La agenda de la reunión deberá incluir un punto para la revisión y discusión del resumen, así como las resoluciones sobre el mismo por parte del Comité Directivo. Dependiendo de la naturaleza de las desviaciones de los proyectos, el Comité Directivo puede resolver autorizar modificaciones al programa del proyecto, reubicación o posibles incrementos de presupuesto; o bien cancelación del proyecto en casos críticos.

Al final de cada dos etapas semestrales (i.e., cada año de operación del proyecto), el Grupo Operativo llevará a cabo la revisión del Plan Estratégico con base en el desempeño de todo el portafolio de proyectos del CEMIE-Eólico. Para esta revisión el Grupo Operativo debe tomar en cuenta cualquier cambio relevante en las circunstancias globales o nacionales de la ciencia y la tecnología de energía eólica, así como la inclusión de nuevos miembros en el Consorcio del CEMIE-Eólico, o cualquier baja posible. Los ajustes necesarios al Plan Estratégico que pudieran resultar de esta revisión serán presentados al Comité Directivo para su aprobación.

Cualesquiera modificaciones al Plan Estratégico del CEMIE-Eólico aprobadas por el Comité Directivo se informarán oficialmente al Comité Técnico y de Administración del Fondo CONACYT-SENER de Sustentabilidad Energética.