Cómo integrarse a la cadena de valor de la industria eólica en México

Infraestructura para el desarrollo
Volumen 4, no. 1
Departamento de Infraestructura y Energía del BID.

BID

Infraestructura para el desarrollo
Departamento de Infraestructura y Energía del BID

A través de esta serie de casos de estudio, INE pretende dar a conocer su trabajo en la región, los problemas que aborda, los retos en la implementación de sus proyectos y las lecciones aprendidas a partir de los mismos. Cómo integrarse a la cadena de valor de la industria eólica en México fue escrito por Jesús Tejeda, María Julia Molina, José Antonio Urteaga y Christiaan Gischler de la División de Energía del BID, Marco Borja exfuncionario del INEEL, así como Andrés Duque y Benedicte de Waziers, consultores externos. La serie Infraestructura para el desarrollo es una iniciativa dirigida por Olga Morales. Fue impulsada por Tomas Serebrisky y Ancor Suárez-Alemán.

INE agradece la colaboración y valiosos aportes de Rodrigo Aragón y Virginia Snyder de la División de Energía, de Víctor Escala de Adquisiciones y de Jaime Agredano y Laura Caraza por parte del INEEL.

Copyright © 2019 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

Cómo integrarse a la cadena de valor de la industria eólica en México

La energía del viento

El viento es uno de los fenómenos más sorprendentes que se producen en el planeta Tierra. Éste se origina debido a los movimientos de rotación y traslación, así como a la variación en la temperatura de la atmosfera, que a su vez provoca variaciones en la presión y como consecuencia, el movimiento de masas de aire. De una u otra forma este fenómeno siempre ha influido en la evolución de la humanidad, en la mitología griega por ejemplo, se veneraba a Eolo, dios de los vientos. La cultura mesoamericana tenía entre una de sus deidades a Ehécatl, dios azteca del viento y quien "daba vida a lo que estaba inerte". Al mismo tiempo, los egipcios recurrían al ingenio de los calafates[1], quienes, al conocer las condiciones del viento, diseñaron y construyeron embarcaciones que surcaron el río Nilo impulsadas con energía eólica.

Hacia el siglo VII, los persas desarrollaron rudimentarios molinos de viento para las labores propias del campo. En el siglo XII, esta técnica de uso doméstico fue adoptada por Francia e Inglaterra, y más tarde en el siglo XVI, los españoles lograron notables avances en el uso del molino de viento, invento que heredaron durante la conquista romana y que perfeccionaron con el aporte de los ingenieros árabes, fue así como lograron dominar la técnica necesaria para generar energía con ayuda del viento. No fue coincidencia que Miguel De Cervantes hiciera mención a aquellos "gigantes" que confundió con molinos de viento en "Don Quijote de la Mancha", libro que publicó en 1605.

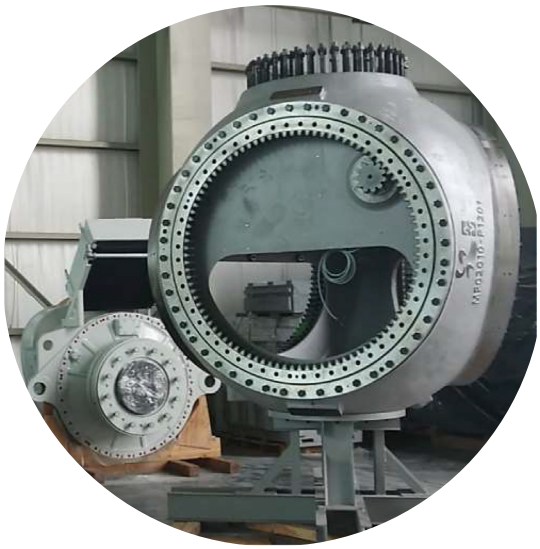
En el siglo XIX, con la Revolución Industrial y la entrada de las máquinas a vapor, se produjo la invención del dínamo, con el cual fue posible desarrollar la primera turbina con capacidad para generar electricidad. Si bien las turbinas eólicas aún no llegaban a América Latina y El Caribe (ALyC) hacia finales de ese siglo, por ese entonces el

1 Profesionales de la construcción naval en Egipto (3,000 a.c)

dínamo ya ayudaba a generar electricidad en Santiago de Chile y Río de Janeiro, seguidos muy de cerca por Costa Rica, país que optó por la fuerza hídrica.

Con la crisis mundial del petróleo en 1973, renació el interés de los países desarrollados hacia las energías renovables. Los avances tecnológicos alcanzados hasta ese momento fueron decisivos para que a finales de los años 80s, países como Brasil y México se interesaran en explorar el inicio de una industria eólica para Latinoamérica. De hecho, un plan piloto impulsado en 1994 por México, permitió explorar las alternativas que habían para dicha industria a través del funcionamiento de siete aerogeneradores (ver Cuadro I: La energía eólica y los aerogeneradores), base de la primera central eólica instalada en el país. Se estableció que había zonas ideales, tales como la región del Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca, donde la velocidad del viento brindaba las condiciones adecuadas para la instalación de parques eólicos. Esta iniciativa fue el primer paso de lo que hoy en día se ha convertido en el corredor eólico más importante de México y en uno de los más grandes del mundo.

Actualmente, más de la mitad de la capacidad eólica de Latinoamérica se encuentra en Brasil, país que lidera el desarrollo de este tipo de energía en la región, agregando según el Global Wind Energy Council (GWEC) 2 GW (gigavatios) durante 2016 y alcanzando una capacidad total instalada de 10,7 GW. México ocupa el segundo lugar en el mercado eólico de América Latina incorporando 454 MW (megavatios) eoloeléctricos durante ese mismo año para alcanzar un total de 3.7 GW en 2016, y registró un crecimiento del 27.6% entre el 2017 y 2018, hasta alcanzar 4.8 GW en 2018.



Diversificación de la matriz energética: más generación energética renovable

En la historia contemporánea mexicana, siempre se generó más energía de la que se consumió gracias a los recursos petroleros e hídricos con los que contaba la nación. La entrada del siglo XXI marcó un declive en la inversión para la producción del petróleo y gas natural, siendo insuficiente para satisfacer la demanda nacional. Las reservas de crudo disminuyeron y su extracción comenzó a encarecerse, a la vez que aumentó la volatilidad de los precios internacionales. Esta situación se ha intensificado en los últimos años ya que se ha registrado un crecimiento sostenido en las importaciones de combustibles, lo que ha propiciado que México registre su primer déficit energético[2] en 2015 de 3%, creciendo súbitamente hasta alcanzar el 24% en 2017.

En ALyC, donde el promedio de participación de energías renovables durante los años 2017 y 2018 fue del 25%, México presentó una menor participación con cerca del 8% del total de la oferta primaria proveniente de los recursos renovables. La energía eólica surgió entonces como una de las opciones más interesantes para diversificar las fuentes energéticas, gracias a que en ciertas regiones ofrecía ventajas competitivas con respecto a otras alternativas. La obligación por proveer energías renovables y sostenibles, asegurando la atención de la demanda energética del país y dando cumplimiento a los compromisos adquiridos con la comunidad internacional -frente a la reducción de los gases de efecto invernadero[3]- se convirtió en un tema de alta prioridad dentro de la agenda del gobierno mexicano.

2 La medición del déficit energético se registra como el índice de seguridad energética, que es la relación del consumo total de energía con la producción de energía primaria, y este se mantuvo por arriba de la unidad hasta 2017 cundo registro un valor de 0.97, en 2016 de 0.84 y en 2017 0.76

3 El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático en su Inventario Nacional de Gases Invernadero informa que para el 2015, México emitió 683 millones de toneladas de dióxido de carbono, convirtiéndolo en el 12° mayor emisor a nivel mundial. En ese mismo año se publica la Ley de Transición Energética estableciendo que para el 2024, 35% de la producción de energía nacional deberá provenir de energías renovables.

CUADRO I

La energía eólica y los aerogeneradores

La energía eólica es la generación de energía a partir del viento, en donde el movimiento de las masas de aire se convierte en electricidad. Es una excelente fuente del recurso renovable que en ciertos lugares puede ofrecer ventajas competitivas con respecto a otras alternativas.

Las máquinas que convierten la energía del viento en electricidad se denominan las turbinas eólicas o aerogeneradores. Éstos pueden funcionar de forma individual o en grupos, conocidos como parques eólicos o centrales eoloeléctricas

Las turbinas eólicas más comunes son las de rotores de tres aspas, en donde la velocidad de rotación es relativamente baja. Gracias a la caja de engranes, es posible aumentar su velocidad para alimentar generadores eléctricos tradicionales. También existen aerogeneradores sin caja de engranes con generadores eléctricos multipolo. Un aerogenerador puede componerse de más de 8,000 piezas distintas. Sin embargo, en síntesis todos cuentan con las siguientes partes, esenciales para su funcionamiento: (i) Las aspas capturan la energía cinética del viento y la convierten en energía mecánica que transfieren al cubo del rotor. Generalmente están hechas de fibra de vidrio. (ii) El cubo es la estructura en donde se unen las aspas; (iii) La góndola, en su interior, contiene al tren de potencia compuesto por una flecha principal, una caja de engranes (en su caso) y un generador eléctrico, todo ello montado sobre un chasis que a su vez cuenta con un mecanismo que le permite orientar el rotor hacia la dirección del viento; (iv) Por último está la torre que sostiene la turbina y transmite las cargas dinámicas hacia una base de concreto armado. Actualmente, las aspas de los aerogeneradores pueden medir desde unos cuantos metros para aerogeneradores pequeños hasta más de 60 metros para las grandes máquinas. Las torres pueden medir desde 20 metros hasta más de 100 metros. Los aerogeneradores deber cumplir con muchos requisitos que en resumen buscan que las máquinas operen por lo menos durante 20 años, de manera segura, confiable y eficiente, al menor costo posible.

Máquina eólica mexicana (MEM)*

Partes (MEM)

1. Mástil de Soporte

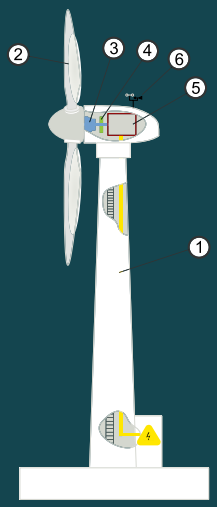
2. Palas

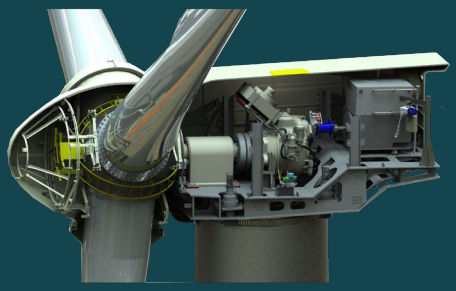
3. Soporte de la turbina

4.Multiplicador de Velocidad

5. Generador eléctrico

6. Sistema de captación de velocidad y dirección del viento





Detalle del tren de potencia: Rotor y góndola

*Imágenes de referencia

Cómo se abordó el problema

La tarea para la búsqueda e implementación de soluciones energéticas por parte del gobierno mexicano, le fue asignada al INEEL (Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias), quien venía elaborando desde el año 2004 un plan de acción para eliminar barreras para el desarrollo de la generación eóleléctrica en México. Desde entonces se sabía que era conveniente desarrollar y fabricar una turbina eólica hecha en México. La idea era implementar sistemas adecuados a la red eléctrica y reducir los costos generados por el transporte y mantenimiento de las máquinas fabricadas en otros países, con un enfoque principal de creación de empleos en el ámbito nacional.

Sumado a esto, el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables impulsado en 2009 por la SENER, sirvió de plataforma para que el gobierno mexicano se comprometiera con el aumento de la capacidad instalada y la generación de electricidad a partir de las fuentes renovables de energía, entre ellas la eólica. Este programa permitió que se dieran las condiciones necesarias para la construcción de parques eólicos y que las normas y leyes del país permitieran un ambiente propicio para motivar e incentivar su desarrollo.

Sin embargo, en esas fechas la política de desarrollo que facilitó en gran medida la inversión extranjera, no favoreció el desarrollo de capacidades locales que permitieran a empresarios e individuos mexicanos incorporarse a la cadena de valor de la industria eólica. El reto de corto plazo era encontrar una o más formas mediante las cuales México se integrara a la cadena de valor de la industria eólica, identificando los nichos de oportunidad más propicios y creando las capacidades para aprovecharlos.

Para ello, el INEEL y el Banco Interamericano de Desarrollo identificaron que la generación distribuida podría ser uno de esos nichos de oportunidad ya que había una tendencia mundial para implementar mini redes inteligentes con base en sistemas conversores de energía renovable y medios de almacenamiento que interactuaban entre sí y con la red eléctrica. De acuerdo con proyecciones internacionales se espera que estas mini redes comiencen a proliferar a partir del año 2025. En México la ruta tecnológica de las redes inteligentes considera dicha posibilidad para el año 2030.

4 El CENER es un centro tecnológico español, que desarrolla investigación aplicada a las energías renovables y presta soporte tecnológico a empresas e instituciones energéticas en seis áreas incluyendo la eólica.

Para lograr este cometido, era importante saber si México contaba con las capacidades técnicas y los recursos necesarios para desarrollar un proyecto de tal magnitud. Para esto, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el INEEL realizaron estudios y acciones específicas de manera coordinada. Los estudios concluyeron que algunos centros públicos de I+D y algunas empresas mexicanas sí tenían las capacidades potenciales para abordar el proyecto planteado; su infraestructura y capacidad eran aptas para la fabricación y desarrollo de los diversos componentes de un aerogenerador. Sin embargo, la información también concluía que muchos de los procesos requeridos para llegar al producto final eran desconocidos por los potenciales desarrolladores y fabricantes. Fue así como se incorporó al Centro Nacional de Energías Renovables de España (CENER) como asesor en el tema del desarrollo de aspas con tecnología local.

El recurso eólico

El gobierno mexicano y el INEEL determinaron que el proyecto tendría una componente importante enfocado al Istmo de Tehuantepec, más concretamente en el área de Juchitán de Zaragoza. Esta municipalidad tiene una población de 93 mil habitantes, siendo la cuarta región más poblada del estado de Oaxaca. Allí se han asentado por miles de años los pueblos indígenas Chontales, Huaves, Mixes, Zapotecas y Zoques.

En la actualidad, México cuenta con 45 parques eólicos, 23 de los cuales se encuentran en el Istmo de Tehuantepec, la mayoría de estos parques se enfocan al abastecimiento de las grandes empresas privadas, los restantes se destinan a la producción independiente de energía.

El financiamiento

En el año 2009, el BID entabló conversaciones con el gobierno mexicano por intermedio de su Secretaría de Energía. Durante este proceso se definió que el INEEL sería su interlocutor y haría las veces de agencia ejecutora una vez el proyecto iniciara. Posteriormente, el INEEL con ayuda del BID, realizó una solicitud formal al Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF por sus siglas en inglés - Global Environment Fund) con el fin de obtener los fondos necesarios para dar inicio al proyecto. El GEF otorgó US$5 millones al gobierno mexicano a través de un aporte no reembolsable (IGR por sus siglas en inglés - Investment Grant).

El 15 de agosto de 2012, el INEEL como agencia ejecutora y el BID actuando en calidad de administrador del GEF, firmaron el convenio para cooperar en la ejecución del proyecto para el Desarrollo de Tecnologías Eólicas Locales en México (DETELM). A partir de ese momento se inició el proceso para el cumplimiento de las condiciones previas a obtener la elegibilidad y así contar con el primer desembolso de dinero. El 20 de mayo de 2013 se logró la elegibilidad y se dio inicio oficial al proyecto DETELM.

CUADRO II

Datos generales del proyecto

Nombre: ME-X1011 - Desarrollo de Tecnologías Eólicas Locales en México (DETELM)

Prestatario: Estados Unidos Mexicanos.

Recursos de donación del GEF: US$ 5 millones
Recursos de aporte local: US$ 13.6 millones

Fecha de inicio de la ejecución: 20 de mayo de 2013.

El objetivo general del proyecto es el de impulsar el desarrollo local de las turbinas eólicas para la generación distribuida y contribuir a incrementar las capacidades locales para que México se integre a la cadena de valor de la industria eólica.

Organismo Ejecutor: Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias de México (INEEL).

Los retos ocultos de implementar la innovación

Asimismo, los trámites para la adquisición de algunos productos o servicios han tomado mucho tiempo y esfuerzo, pese a seguir el conducto regular cumpliendo con los pasos indicados, el resultado no siempre ha sido oportuno . Con el fin de separar responsabilidades y procesos, evitando generar conflictos de intereses, las políticas del BID promueven que: “quien diseñe un producto, no participe a su vez en la construcción o manufactura del mismo”. Este requerimiento conllevó retrasos importantes dada la rigurosidad en la preparación de las licitaciones, así como el tiempo requerido para la recepción de propuestas por parte de los potenciales oferentes.

El proceso de contratación para el diseño y la manufactura de las aspas fue un claro ejemplo de ello. Esta gestión supuso un esfuerzo mayúsculo ya que debía hacerse a través de una licitación que permitiera la selección de las mejores propuestas. La complejidad que suponía su diseño y fabricación hizo que la preparación de los términos de referencia, su publicación y el posterior análisis de las propuestas, demorara casi un año y medio, tiempo después del cual se estableció que ninguno de los oferentes cumplía con las condiciones requeridas.

La forma más efectiva de superar este obstáculo sin infringir las normas era seleccionando compañías idóneas a través de la contratación directa. Para ello, el INEEL realizó una alianza con dos compañías de conocida experiencia en el medio y que cumplían con los requisitos esperados. Este proceso fue supervisado y avalado por el área de adquisiciones del BID, quién además estableció una serie de protocolos y compromisos en donde los involucrados suscribirían un único contrato en el cual se harían corresponsables, garantizando el control de calidad en los procesos.

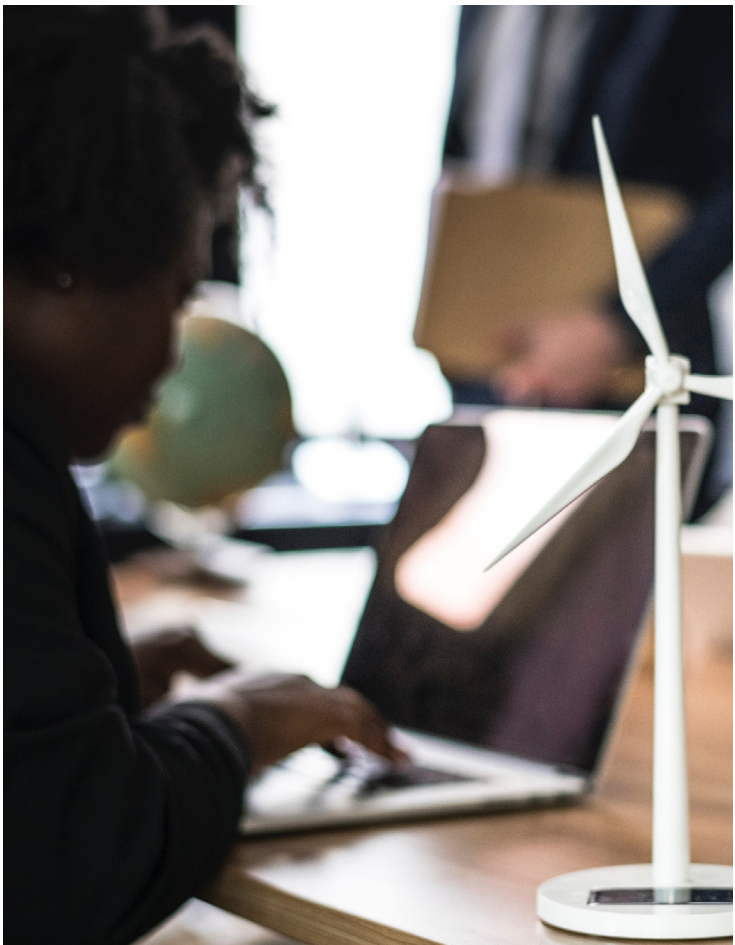
La figura de contratación directa permitiría que el conocimiento, la aplicabilidad del diseño, desarrollo y construcción de las piezas, quedarían al mando de varias empresas especializadas, asignándoseles procesos y funciones particulares de acuerdo a su experiencia, todas bajo la sombrilla de las dos compañías en alianza con el INEEL, las cuales velarían por el proceso general. De esta forma sería más viable acoplarse a la cadena de valor del producto cumpliendo los estándares de calidad exigidos por la industria.

Pero los inconvenientes con las adquisiciones no solo estaban en la contratación como tal, también se encontraron en procesos relativamente rutinarios, como en la documentación necesaria para validar tramites entre el BID y el INEEL, donde cada uno contaba con documentos propios y adecuados a sus procesos, ajustados a la normatividad internacional y mexicana, respectivamente. En muchas ocasiones, las diferencias en la documentación no eran aceptadas o consensuadas entre las partes y requería una constante validación para llegar a un acuerdo. Al INEEL le preocupaba ser sancionado si utilizaba la documentación emitida por el BID y que esto conllevara problemas de auditoría o control interno según la normatividad mexicana. Para despejar las dudas se realizaron múltiples teleconferencias y reuniones entre las partes con el fin de revisar la documentación entre funcionarios y áreas involucradas, tales como legal y contraloría, constatando que estaba avalada por organismos internacionales y se ajustaba a los estándares del Gobierno Mexicano.

Los aspectos sociales en la región del Istmo de Tehuantepec

Pero la innovación no es el único reto. A lo largo de los años, las compañías internacionales que se han asentado en la región de Oaxaca no lograron comprender, en su totalidad, la tradición y estructura cultural de las comunidades. Se generaron promesas que para muchos fueron incumplidas, al ofrecer un desarrollo económico que no se ha visto en la magnitud esperada por los habitantes. Esto fue afectando la confianza y credibilidad de los lugareños hacia nuevos inversionistas y sus proyectos.

La industria eólica ha promovido una economía más dinámica en la región, pasando del consumo propio a un esquema de mercado más amplio. Con la instalación de los primeros parques eólicos en el área se comenzaron a sentir algunos beneficios aislados que se han presentado de manera lenta y localizada. Se dan incluso diferencias entre aquellos pobladores que se benefician con los proyectos y aquellos que, por convicción o desconocimiento, se mantienen al margen de los mismos, generando tensión e inconformidad en los pobladores.



CUADRO III

Las comunidades ejidales

El ejido es un tipo de propiedad comunal que está directamente ligado a preservar las tradiciones y costumbres indígenas a través de la tenencia de la tierra. El ejido daba la flexibilidad a las comunidades de expandir sus terrenos o segmentarlos de acuerdo a las necesidades de la población.

Para finales del siglo XIX el gobierno dispuso la explotación de las tierras para unos pocos propietarios que trabajarían en proyectos petroleros y pasos ferroviarios. Con la Ley Agraria de 1915, asociada principalmente a la reforma agraria revolucionaria, la legislación mexicana reversó esta situación y los ejidos fueron reinstaurados como terrenos colectivos, indivisos y sin posibilidad de venderse o heredarse.

A lo largo del siglo XX esta legislación sufrió diversos cambios, de acuerdo a los proyectos económicos y sociales de cada gobierno, uno de los más destacados llegó con la Ley Agraria de 1992, la cual determinó que, pese a la naturaleza comunal de los ejidos, la asamblea general tendría la potestad para decidir cuales parcelas podrían ser tituladas a nombre de una persona, siempre y cuando hubiese un beneficio para la comunidad.

Por ello, desde un principio el proyecto se enfocó al Centro Regional de Tecnología Eólica perteneciente al INEEL (CERTE) que está ubicado en las inmediaciones del poblado La Ventosa en el Municipio de Juchitán, Oaxaca, ahí se instalará el prototipo del aerogenerador para sus pruebas y certificación y se llevará a cabo la habilitación final de sus tres aspas. El CERTE es conocido por la comunidad local por su orientación a actividades de I+D+i y en él se llevan a cabo otros proyectos realizados en el contexto de un Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica en el cual participan varias instituciones de I+D+i y algunas empresas. El CERTE, cuenta con una extensión de 32 hectáreas e instalaciones construidas gracias al apoyo de otro programa de financiamiento GEF, ejecutado por el INEEL con apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Contratiempos relacionados con cambios de gobierno

Cuando un gobierno define sus políticas de estado puede impulsar proyectos que están en línea con sus estrategias o restar prioridad a aquellos que fueron diseñados bajo una estrategia diferente. El blindaje para que los proyectos no sufran los cambios gubernamentales se convierte en un reto de alta importancia. El Gobierno de México ha venido aportando los recursos locales de manera cautelosa, en función de las estrategias de desarrollo de cada gobierno con relación a las energías renovables.

El 1o de diciembre de 2012, los recursos de aporte local se congelaron con la llegada del nuevo gobierno mexicano. A pesar de haber dado inicio al proyecto DETELM, había que esperar a que se definiera la nueva política de estado sobre energías renovables y cómo los recursos locales serían canalizados. En febrero de 2013 surgió una forma que consistió en una convocatoria del Fondo SENER-CONACYT Sustentabilidad Energética (FSUE) para conformar un Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica. Atendiendo a los términos de referencia y criterios de elegibilidad el INEEL integró un consorcio para competir en la convocatoria presentando una propuesta con una cartera de 23 proyectos de los cuales se aprobaron 13, siendo uno de ellos el proyecto para el desarrollo de la maquina Eólica Mexicana (MEM) para el cual el FSUE sólo aprobó cerca del 30% de lo requerido. Con este mecanismo se aseguró la aportación de una parte de los recursos locales.

Para el 2018, el cambio de estrategia estatal se dio una vez más con la toma de posesión del nuevo gobierno, lo que evidenció. la necesidad de promover el proyecto ante los nuevos tomadores de decisión. A partir del 1° de diciembre de 2018, se establecieron nuevas políticas sociales, energéticas, y ambientales, basadas en el documento Proyecto de Nación 2018-2024, sobre las cuales se dieron las pautas para la investigación de las energías renovables, coincidiendo en gran parte con el objetivo del proyecto de la máquina eólica mexicana, esto significa que existen condiciones favorables para completar la aportación de los recursos locales.

Los resultados

La nueva industria mexicana: Innovación de hoy y competitividad del futuro

México marcará un hito importante con el proyecto DETELM al contar con elementos que le permitan incorporarse a la cadena de valor de la industria eólica. Las piezas y los componentes que forman parte de los aerogeneradores siempre tuvieron que importarse de países extranjeros, sin poder contar con valores industriales como las patentes, los registros y el mismo know how. Frente a este inconveniente se asoma quizás el mayor logro, y seguramente lo más valioso que tiene el proyecto DETELM, la transferencia de conocimiento.

A través de la ejecución del proyecto DETELM, México ha venido formando personal capacitado y fortaleciendo la industria local en los procesos de diseño, construcción, operación y mantenimiento de aerogeneradores. En este mismo proceso, el INEE ha generado derechos industriales de las patentes y los registros de varias piezas que componen el prototipo en desarrollo, siendo algunas de ellas ejemplo de innovación dentro de la industria.

El proyecto contempla la posibilidad de hacer una transferencia tecnológica a aquellos inversionistas que deseen producir y comercializar los equipos, con el posible apoyo de la banca de desarrollo como es el caso de Nacional Financiera (NAFIN), para la fabricación de las primeras unidades comerciales. Tambiés será posible capitalizar el conocimiento adquirido y llevarlo a otros países de Latinoamérica que tengan condiciones eólicas similares. La fabricación y comercialización del aerogenerador será un resultado tangible.

El BID acompañará al INEEL hasta el cierre del año 2020, cuando los principales contratos llegarían a su término. Se espera que para el año 2032 la generación de energía eólica crezca 4,5 veces pasando de casi 13.000 GWh, en la actualidad, a 62.000 GWh en ese año. Esto implicaría la instalación de 107 nuevas plantas eólicas y significaría que el 50% de la capacidad eólica del país se ubicaría en el sur de Oaxaca, contribuyendo con ello a alcanzar las metas de participación de energías limpias en la generación de energía eléctrica que son del 40% al 2035 y de 50% al 2050, que fueron establecidas en la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.

Los beneficios de este proyecto no se limitan al desarrollo de un prototipo de aerogenerador, sino a su impacto en el desarrollo de capacidades locales para estar en condiciones de generar productos y servicios aplicables en el mercado de la generación distribuida, con miras a la implementación de mini redes inteligentes. Estos beneficios convergen plenamente con las líneas de I+D+i y el Plan Estratégico del Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica (CEMIE-Eólico) que ha sido apoyado por el FSUE.

Las lecciones

Reduciendo riesgos en equipo

Muchos de los problemas en la ejecución de los proyectos de infraestructura pueden mitigarse desde la preparación de los mismos. Resulta fundamental llevar a cabo un análisis detallado para diferenciar con mucha claridad las capacidades reales de las capacidades potenciales de los participantes, esto dará mayor claridad sobre la curva de aprendizaje. Asimismo, es indispensable contar con asesoría de expertos que identifiquen de manera precisa el punto de partida de los proyectos y su alcance.

Otro tema relevante, es conocer con profundidad el entorno en el que se llevarán a cabo y evaluarán los posibles riesgos y cambios. La adecuada planeación de los proyectos tanto en tiempo de desarrollo como en alcances, congruentes con los recursos financieros disponibles, es relevante para el éxito de los proyectos. La coordinación y supervisión entre los involucrados debe ser intensa y objetiva con el propósito de evitar omisiones, demoras, desviaciones y malos entendidos.

A finales del año 2017 e inicios del 2018, se reforzaron las actividades inherentes al desarrollo del proyecto DETELM. Un equipo de gestión conformado por sus diferentes actores (BID, INEEL y empresa privada entre otros) se encargó de dar seguimiento a su funcionamiento e implementación y establecieron los pasos a seguir en cada una de las licitaciones y actividades relacionadas con las fases del programa; además se identificaron los riesgos, cuellos de botella, ruta crítica y consecuencias frente a los retrasos. Con alto nivel de detalle y un constante seguimiento se monitorean los avances y se da trazabilidad a las diferentes fases del proyecto. Se asignaron responsabilidades a cada uno de los actores, y con el fin de consensuar los hitos críticos, se realizaron talleres en donde los involucrados, además de reportar sus avances, expresaron sus opiniones, preocupaciones y puntos de vista.

En esta planificación se utilizaron, entre otras metodologías, una matriz de resultados que permitió alinear los esfuerzos de los diferentes actores y compartir información que sirvió para generar indicadores de cumplimiento. Se implementaron talleres de trabajo que fueron útiles para discutir alternativas de implementación frente al proyecto y con base en un análisis de riesgos, se tomaron decisiones frente a la mejor forma de ejecutarlo en el menor tiempo posible. Para el primer trimestre del 2018, el desarrollo del proyecto fue más consistente gracias a que todos los participantes se vincularon de una manera integral y participativa. La innovación exige tomar riesgos calculados y contar con la flexibilidad necesaria para afrontar la adversidad. Este es el caso del proyecto DETELM, en donde el equipo de proyecto se ha enfrentado a un constante ejercicio de ensayo-error, tomando riesgos calculados y acordando con las partes el camino más apropiado para llevar el proyecto a buen puerto.

Flexibilidad a prueba de gobiernos

El diseño del proyecto DETELM está siendo lo suficientemente robusto y flexible para ajustarse a los cambios administrativos. No se diseñó para un solo gobierno ni para una administración en particular, y mucho menos fue pensado para cumplir con los objetivos específicos de alguna entidad. En ocasiones se ha visto sometido a la lentitud de los procesos burocráticos y pese a ello ha seguido adelante, gracias al potencial que tiene en materia de desarrollo de capacidades nacionales para integrarse a la cadena de valor en el ámbito de la industria eólica.

Desde el principio se estructuró una estrategia que logró abarcar, entre otros, temáticas como el desarrollo económico y social, el compromiso frente a la reducción de los gases de efecto invernadero, el apoyo a las comunidades, la generación de empleo y el fortalecimiento de las pequeñas y medianas empresas. Estas temáticas le han dado a cada gobierno un espacio válido de aplicabilidad, permitiendo adaptarlo a sus estrategias. Gracias a esto el proyecto DETELM se adapta perfectamente a los programas sociales y al nuevo modelo de desarrollo impulsado por el nuevo gobierno.

Los retos de sostenibilidad

La Continuidad y el Compromiso

Se deben propiciar las condiciones para impulsar la industria de energías renovables, pensando en acciones tales como: (i) Crear una hoja de ruta que cuente con los indicadores necesarios para medir las metas de cumplimiento hacia las nuevas capacidades de la industria eólica; (ii) Facilitar el camino a las pequeñas empresas, para que el sector financiero promueva condiciones adecuadas; (iii) Dar incentivos a aquellas empresas que cumplan con los estándares de calidad y generen trabajo; (iv) Promover los proyectos de energía eólica en las áreas donde sea posible desarrollarla, entre otros.

Según el Reporte de Avances de Energías Limpias de la Secretaría de Energía de México (SENER), pese a los avances aún hay un camino largo por recorrer. En este reporte se revela que la generación total de energía de México, durante 2018, fue producto de las fuentes no renovables con un 76% de participación, mientras que las fuentes renovables produjeron sólo 17%.

Una vez concluido el proyecto, será importante que el gobierno mexicano aproveche las capacidades desarrolladas y fomente procesos de transferencia de tecnología e inversiones para la comercialización de productos y servicios directos o indirectos, además de acciones para la mejora continua y la búsqueda de innovaciones.

CUADRO IV

¿Cómo se generan oportunidades equitativas de desarrollo productivo en Juchitán a través de la industria eólica?

La región oaxaqueña de Juchitán se caracteriza por tener un trato igualitario entre hombres y mujeres siendo la participación de estas últimas destacada y plenamente respetada. En este contexto cultural igualitario, el potencial de desarrollo de oportunidades laborales libres de discriminación es muy alto. Mientras los hombres se dedican a la siembra, el ganado y la pesca, las mujeres se encargan de transformar y comercializar los productos que éste lleva a su hogar. El matriarcado en familias con tradición indígena hace parte de la vida diaria en donde las finanzas del hogar frecuentemente son administradas por las mujeres, además su participación en las asambleas ejidales es destacada.

El papel de la mujer juchiteca en el proceso de manufactura de las aspas será clave. En este caso, la capacitación de hombres y mujeres juchitecos por igual en el proceso de manufactura de aspas de aerogeneradores es fundamental. Sin embargo, destaca la habilidad manual y dedicación de la mujer istmeña en la elaboración de artesianas locales, lo cual se aprecia como una ventaja en el proceso de fabricación de las aspas del proyecto MEM. La fabricación de aspas conlleva un alto porcentaje de trabajo manual, que requiere conocimiento y habilidades particulares que se observan en las mujeres locales. La reparación local de aspas de los más de 1.500 aerogeneradores ya instalados en la zona, se ha convertido en una posibilidad de desarrollo para la población Juchiteca y para las demás comunidades aleñadas. Al cierre del proyecto se espera alcanzar más de 300 personas de la región capacitadas, de las cuales 60% mujeres y cerca de 40% hombres.

Pero este no es el único caso de la participación de la mujer en la industria eólica de Juchitán. En un entorno más complejo por la gran cantidad de hombres que laboran en él, aparece Karla Martínez, una joven técnica en mantenimiento de aerogeneradores que trabaja hace 5 años reparando los desperfectos que sufren las máquinas eólicas emplazadas en el Istmo de Tehuantepec.

Con estudios de ingeniería y una maestría, Karla se enorgullece de ser la primera y única mujer, por ahora, que realiza esta labor. Afirma que cuenta con el apoyo incondicional de su marido y su hija, a quién le sorprende que su madre haga un trabajo que usualmente hacen los hombres, y quiere ser fuente de inspiración para aquellas mujeres de la región que buscan realizarse profesionalmente. Por ahora, Karla buscará ser una supervisora en el área de mantenimiento.