

La integración de proveedores locales a la cadena de valor de la energía eólica de alta potencia a partir del Programa RenovAr

Jorge Nicolini, Marcelo Neuman, Jorge Malco

¹ Universidad Nacional de General Sarmiento, Instituto de Industria, Juan María Gutiérrez 1150, (B1613) Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina

jnicolin@campus.ungs.edu.ar

Recibido el 3 de octubre de 2019, aprobado el 12 de febrero de 2020

Resumen

El estudio busca identificar ejes para el desarrollo de la industria nacional de equipamiento y componentes para generadores de energía eólica de alta potencia. Se presentan los avances y primeras conclusiones del proyecto de investigación iniciado en el año 2018 referido a: Estrategias para el Desarrollo de la Trama Productiva de Equipamiento Eólico de Alta Potencia. El proyecto se realiza entre la Universidad Nacional de General Sarmiento y la Cámara de Industriales de Proyectos de Ingeniería y de Bienes de Capital de la República Argentina (CIPIBIC) que agrupa las empresas de capital nacional fabricantes de equipamiento eólico de alta potencia y solar fotovoltaico, entre otras empresas industriales. Dentro de CIPIBIC se encuentra el Clúster Eólico Nacional que congrega a las empresas que se dedican a la ingeniería y fabricación de equipos eólicos. Se ha optado por una metodología de investigación cualitativa instrumentada a través de entrevistas en profundidad con los distintos grupos de interés, básicamente fabricantes, desarrolladores y sus asociaciones, representantes del gobierno en el poder ejecutivo y legislativo, asociaciones civiles y de estudio en la temática y organismos técnicos vinculados.

PALABRAS CLAVE: ENERGÍA EÓLICA - MARCOS REGULATORIOS - CADENA DE VALOR

Abstract

The study seeks to identify guidelines for the development of local wind power generators and their components for the wind energy industry. Preliminary conclusions of the research project initiated in 2018 are presented, referring to strategies for the development of wind energy equipment.

The research project is developed by the National University of General Sarmiento and the Chamber of Industrial Projects of Engineering and Capital Goods of Argentina (CIPIBIC), which groups local wind equipment manufacturing companies, among others companies. Within CIPIBIC is the National Wind Cluster that brings together companies that focus on the design and manufacturing of wind energy equipment. The research team opted for a qualitative research methodology implemented through in-depth interviews with stakeholders, manufacturers, developers and their associations, government representatives in the executive and legislative branches, civil associations and related technical bodies.

KEYWORDS: WIND ENERGY - REGULATORY FRAMES - VALUE CHAIN

Introducción

El régimen de fomento para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica se puso en marcha con la Ley 26190, pero tuvo su impulso definitivo con la Ley 27191 del año 2015, en la que se establece el objetivo del 20% para 2025, dando lugar a las sucesivas licitaciones del Programa RenovAr, que actualmente son el principal instrumento de demanda.

Los resultados obtenidos del programa vigente muestran que el proceso está marcando un antes y un después en el sector. Desde el año 2016 Argentina otorgó más de 5 GW para el desarrollo de proyectos en energías renovables, incluyendo 3,7 GW para proyectos eólicos. De esta forma Argentina ocupó el quinto lugar en el Informe del *Global Wind Energy Council* (GWEC, 2019) entre los países del continente americano con mayor capacidad adicional en energía eólica, al habilitar 494 MW en el año 2018.

La participación de empresas líderes globales en la fabricación de aerogeneradores en las licitaciones de RenovAr permitieron integrar una cadena de valor eólica con la participación de proveedores locales.

La energía eólica experimenta una expansión global y la mayoría de los fabricantes se han expandido a nuevos mercados (Lacal-Aránzategui, 2018). Las empresas europeas Vestas, Enercon, Siemens, Gamesa y Nordex han aumentado el número de mercados atendidos siendo uno de ellos el de la Argentina.

Los fabricantes de aerogeneradores se constituyen así en el principal eslabón de la cadena

y pueden traccionar y activar toda una cadena de proveedores especializados. Los proveedores locales tienen la oportunidad de obtener información que les permita mejorar la calidad de sus procesos y productos y adquirir eventual capacidad de acceso a los mercados para exportación.

La relación que se establece entre los diferentes actores de la cadena de valor posibilita también la transferencia de conocimiento entre ellos.

El marco regulatorio actual y el Programa RenovAr se apoyan en el recorrido previo de muchos proveedores locales integrantes del Cluster Eólico Argentino (constituido por empresas integrantes de la Cámara de Industriales de Proyectos e Ingeniería de Bienes de Capital de la República Argentina - CIPIBIC). Algunas empresas, como los fabricantes de torres, mantienen o mejoran su posición con la nueva reglamentación. Sin embargo el fabricante del aerogenerador (tecnólogo) ocupa un lugar fundamental en la cadena de valor eólica y lidera la misma con las actividades intensivas en conocimiento y de innovación (I+D). En este sentido CIPIBIC elaboró una propuesta con el objetivo de que se pueda apoyar el desarrollo de un tecnólogo nacional junto al Programa RenovAr e incentivar la producción de energía competitiva junto con aquellas actividades de investigación y desarrollo. (Roger, 2017 y Aggio *et al.*, 2018).

El concepto de la cadena global de valor y sus principales elementos

Una de las características del escenario económico internacional actual en lo referente al comercio de bienes es la dispersión de las diferentes etapas involucradas en la producción de un determinado bien en diferentes países.

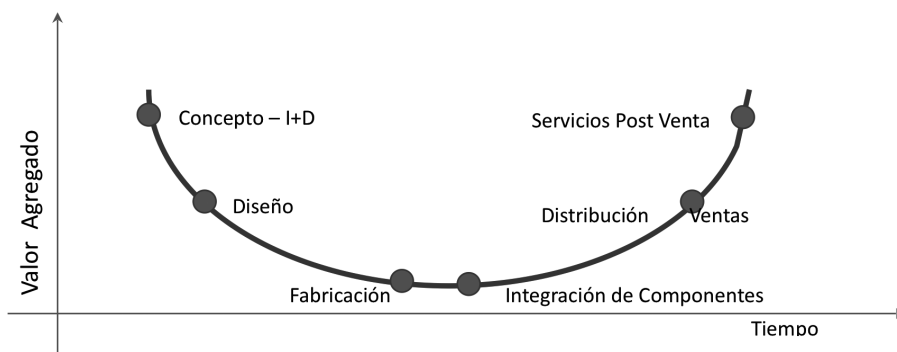


Fig. 14. Curva de resistividad en función de la temperatura absoluta

Aquellas empresas, en general las de elevado contenido tecnológico, pueden transferir algunas actividades del proceso productivo hacia otras empresas y otros países.

Los sectores de creación de valor pueden describirse con la denominada *smiling curve* (curva de la sonrisa) desarrollada por Stan Shih para las industrias de elevado contenido tecnológico y aplicada a la industria de la energía eólica (aerogeneradores) (Liu Jicheng *et al.* 2018) que indica los sectores con mayor valor agregado que se corresponden con las etapas de investigación, desarrollo y diseño y las etapas subsiguientes a la fabricación y ensamble correspondientes a comercialización, ventas y servicio post venta. (Figura 1).

Este modo de organización de la producción se articula como una cadena global de valor y comprende la secuencia de actividades que las empresas realizan desde el diseño de un producto hasta su uso final (Gereffi, 2005). Las cadenas son "globales", dado que los eslabones del proceso productivo atraviesan distintos países, y son de "valor", en tanto cada empresa agrega cierta cuota de valor al producto final.

El concepto de una cadena global de valor puede entenderse como una evolución de la gestión de una cadena de suministros. La administración de la cadena de suministros surge en la década de 1980 como un modelo para gestionar el flujo total de bienes de proveedores a los usuarios finales.

De acuerdo con Feller *et al.* (2006), ambas cadenas, de suministro y de valor, están for-

madas por empresas que interactúan entre sí para proporcionar bienes y servicios, pero la principal diferencia entre ambos modelos es un cambio de enfoque. Mientras que las cadenas de suministro se concentran en la integración de los procesos de proveedores y productores para mejorar la eficiencia y reducir el desperdicio, las cadenas de valor se centran en el flujo descendente y en la creación de valor de acuerdo con las necesidades del cliente. El foco principal de las cadenas de suministro se basa en la reducción de costos y una mayor eficiencia operativa mientras que las cadenas de valor se centran más en la innovación en el desarrollo del producto y su comercialización. En la actualidad los dos términos se usan indistintamente, aunque cada vez más se emplea el término de cadenas de valor. (UNCTAD, 2015).

Las mejoras que pueden obtenerse en un contexto de una cadena de valor representan un *upgrading* (escalamiento). De acuerdo con Pirotbelli *et al.* (2006), pueden distinguirse cuatro tipos de upgrading: de **proceso**, que se refiere a la transformación más eficiente de insumos en productos mediante la reorganización de los sistemas de producción, de **producto**, que implica un nuevo producto o mejora del producto existente, el **funcional**, cuando las empresas pueden adquirir funciones más complejas en la cadena de valor, relacionadas con actividades que representan mayor valor agregado como investigación, desarrollo y comercialización y el **sectorial** cuando la empresa puede transformarse y reorientarse hacia nuevos sectores de alto valor agregado.

El escalamiento de las mejoras se realiza en



Fig. 2. Etapas básicas de un proyecto de parque eólico
Adaptado de JRC, 2017

forma acumulativa, empezando desde el proceso y generalmente, con el ensamblado de componentes importados.

La progresión a las últimas etapas puede ser compleja. Dado que el upgrading funcional invade las competencias clave de las empresas líderes de la cadena y las Pymes pueden enfrentar obstáculos y ver limitadas las transferencias de tecnología y el desarrollo de capacidades en estas áreas.

Puede establecerse una situación de dependencia con respecto a la empresa que gobierna la cadena y en un contexto internacional donde las ventajas competitivas se modifican rápidamente, la configuración de la cadena puede estar sujeta a cambios continuos, generando riesgos estratégicos importantes para las empresas que forman parte de ellas. Uno de los riesgos posibles es la decisión del líder de la cadena de cambiar sus proveedores (Ferrando, 2013).

Segmentación de la Cadena de Valor de un Parque Eólico

Las etapas que intervienen en un proyecto de parque eólico pueden clasificarse en tres fases distintivas: Planificación, Instalación y Operación del parque (Figura 2).

Los proyectos incluyen dos elementos principales: los **aerogeneradores**, que generalmente son suministrados por el fabricante conocido también como OEM (*Original Equipment Manufacturer* – fabricante del equipo original) y el denominado **balance de planta** (BOP – *Balance of Plant*) que incluye a toda la infraestructura requerida para el funcionamiento del parque, como obras civiles, fundaciones y equipos necesarios para la conexión a la red eléctrica, tales como: transformadores, subestación, líneas de media/alta tensión hasta el punto de conexión a la red de energía eléctrica.

El balance de planta es provisto por compañías muy diversas, incluyendo a consultores, constructoras, fabricantes de equipamiento eléctrico y otras. (Lacal-Arántegui, 2018).

Los servicios asociados al desarrollo del proyecto eólico comprenden la selección del em-

plazamiento y la identificación del recurso eólico. Otras actividades se corresponden con los aspectos legales referidos al arrendamiento de la tierra y el conocimiento y acuerdo con las disposiciones provinciales y nacionales vigentes.

La Figura 3 indica la segmentación de la cadena de valor de un parque eólico.

El aerogenerador es considerado el elemento crítico del sistema, pues representa generalmente más del 60% de la inversión de un parque eólico y comprende el suministro de materiales, fabricación de componentes, subcomponentes, ensamble y montaje del equipo como una unidad dentro del grupo de aerogeneradores que integran el parque eólico. Constituye una cadena de valor por sí misma por la complejidad que representa y la cantidad de partes que lo integran.

Cada componente del aerogenerador presenta características y desafíos tecnológicos específicos, así la gestión de la cadena de valor es clave para la fabricación del equipo. Las relaciones entre los fabricantes OEMs y sus proveedores son cruciales ya que la mayor demanda ha requerido tiempos de producción y de entrega más rápidos con mayores inversiones en un sector en rápido crecimiento. Los fabricantes tratan de lograr el equilibrio más sostenible y competitivo entre una integración vertical del suministro de componentes y la externalización de componentes para adaptarse a sus diseños de aerogeneradores.

Estas tendencias de adquisición dan lugar a estructuras de mercado únicas para cada segmento de componentes, lo que subraya la complejidad del diseño y la fabricación de los aerogeneradores.

Los fabricantes OEMs, son el último eslabón de la cadena de valor del aerogenerador y los productores finales de las marcas que representan, en consecuencia, son las empresas líderes que desempeñan el rol central en la coordinación de las redes de producción (incluyendo sus vinculaciones hacia atrás y hacia delante de la cadena). Esta descripción es característica de las industrias de capital y de tecnologías intensivas tales como la energía eólica de alta potencia (Ferrando, 2013).

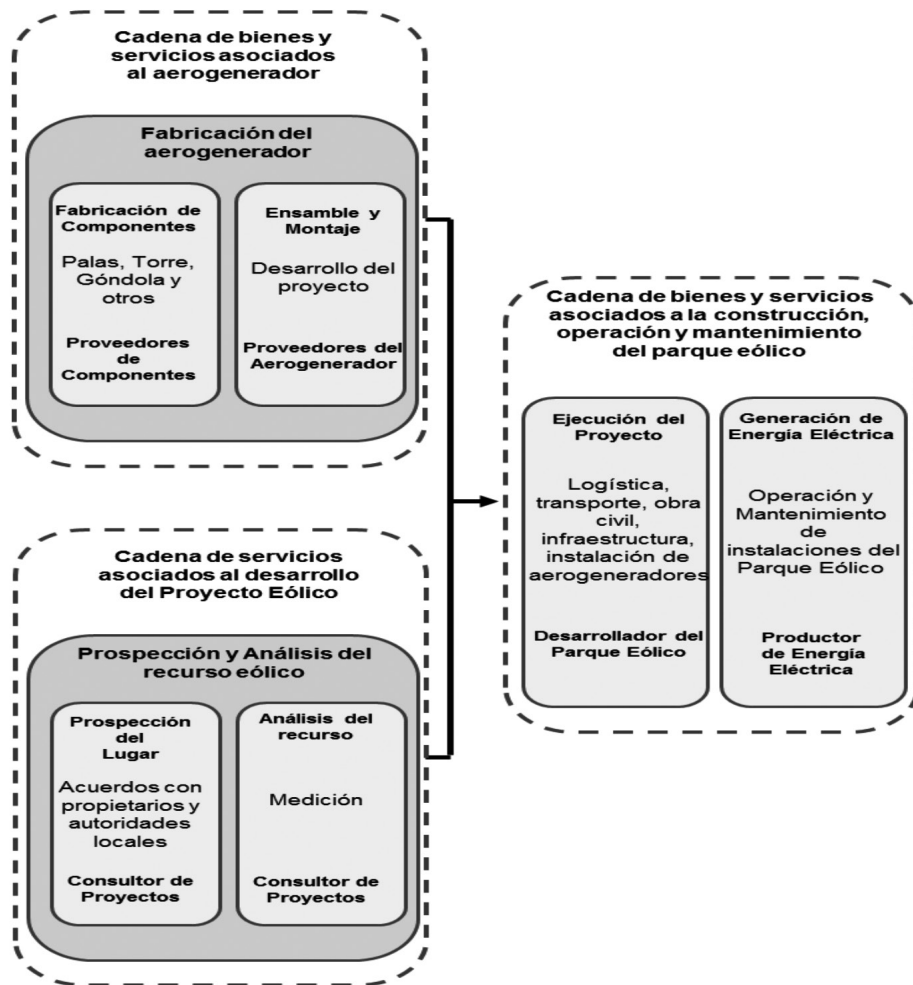


Fig. 3. Segmentación de la Cadena de Valor de la Energía Eólica
Adaptado de ABDI, 2016

El fabricante de aerogeneradores, o tecnólogo, dispone de la capacidad técnica para realizar internamente el diseño y desarrollo del producto, ejerce el control sobre la integración de los componentes, del funcionamiento y rendimiento del aerogenerador (Gárriz-Larrea, 2013).

Establecen relaciones con proveedores a diferentes niveles, los proveedores de nivel 1 son productores de sistemas que se incorporan en el bien final, como por ejemplo el generador, inversor, la multiplicadora y los equipos de control electrónico. Los proveedores de nivel 2 son fabricantes de componentes principales, como palas, góndolas, ejes y bujes y transformadores. Los proveedores de nivel 3 fabrican componentes genéricos, como las torres en el sector eólico. Los fabricantes de nivel 4, por su

parte, proveen materiales, como metal, plástico, etc., para forja y fundición o componentes genéricos para equipos eléctricos como se observa en la Figura 4.

Según IRENA Wind (2017) se identifican a algunos componentes como críticos en la cadena de suministros como el rotor, palas, rodamientos y la caja multiplicadora. Estos componentes tienen altas barreras de entrada por el tamaño de la inversión requerida y los tiempos de entrega requeridos por el fabricante. Así, el know-how tecnológico que implica la fabricación de estos componentes hace que su fabricación sea considerada como estratégica. Por ello, estos componentes se producen en las instalaciones de la empresa OEM o se subcontratan a proveedores altamente especializados.

Al mismo tiempo, otros componentes como sistemas de control, generadores, fundiciones y fabricantes de torres tienen barreras de entrada más bajas, con un mayor número de proveedores.

La fundición, forja y otros procesos básicos de manufactura normalmente se subcontratan a múltiples proveedores. Estos proveedores en muchos casos trabajan también para otras industrias.

La etapa de transporte de los diferentes componentes que integran la turbina hasta el emplazamiento del parque eólico para su ensamblaje final y montaje representa por su lado un desafío logístico ya que requiere el movimiento de piezas con formas especiales, superficies y volúmenes importantes.

Generalmente, la góndola, las palas y la torre de la turbina se transportan desde la planta de fabricación directamente al sitio de construcción del parque eólico.

La conexión a la red de la turbina eólica requiere de instalaciones adicionales como la subestación colectora y líneas de media y alta tensión hasta el punto de conexión.

Las actividades de operación y mantenimiento

se prolongan a lo largo de todo el ciclo de vida útil del parque eólico. El mantenimiento incluye el mantenimiento preventivo y predictivo y se corresponde con la planificación de los servicios de prevención (inspecciones periódicas de los equipos, calibración de los sensores electrónicos, limpiezas de palas) así como los servicios orientados a reparar el mal funcionamiento de los componentes donde algunos de ellos como el generador y la caja de multiplicadora pueden presentar fallas en su funcionamiento no frecuentes pero costosas para su reparación.

Proveedores Nacionales en la Cadena de Valor

Distintos factores tecnológicos y/o económicos pueden incidir en las decisiones de las empresas respecto a si les conviene producir determinados productos dentro de la organización o si los deben comprar de otras empresas. Una decisión subsiguiente es la posibilidad de subcontratar la producción de estos productos a empresas localizadas dentro o fuera del país.

En el caso de la energía eólica, el fabricante danés Vestas expresa la necesidad de localización en los mercados objetivo como el de Argentina: "la presencia local y el abastecimiento local son de gran importancia, ya sea por la proximidad

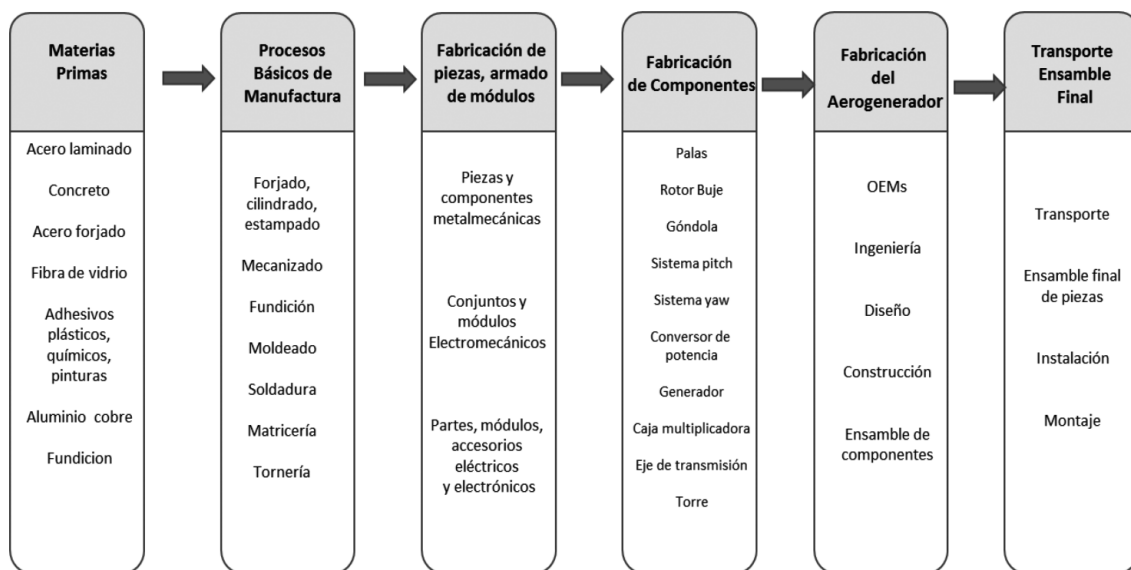


Fig. 4. Cadena de Valor del Aerogenerador

Adaptado de ABDI, 2016

a los clientes, la rentabilidad o el cumplimiento del contenido local como requisitos en la fabricación” (Lacal-Arántegui, 2018).

De esta manera, empresas de diferentes tamaños, generalmente Pymes, localizadas en distintos países intervienen en el suministro de partes o componentes del producto final se posicionan en distintos niveles dentro de la cadena de valor y mantienen diferentes tipos de relaciones con la empresa líder. Estas relaciones determinan las posibles áreas de innovación y mejora para estas organizaciones.

La Argentina tiene un extenso recorrido en energía eólica a partir de los molinos de agua instalados en zonas rurales. En el año 1994 se instala el primer parque eólico ubicado en Comodoro Rivadavia (Chubut). Las diferentes incorporaciones de potencia se dieron bajo marcos regulatorios diferentes hasta la Ley 27191 del año 2015 vigente en la actualidad.

El Programa GENREN (Generación Eléctrica a partir de Fuentes Renovables) del año 2009 licitó una potencia de 500 MW en energía eólica y un aspecto importante para la evaluación de las ofertas fue que los equipos y materiales debían ser en su mayoría fabricados y/o ensamblados localmente.

En este período se desarrollaron dos fabricantes nacionales de aerogeneradores, IMPSA S.A. y NRG Patagonia, de los cuales IMPSA S.A. fue el fabricante nacional de mayor envergadura con experiencia en instalaciones eólicas en Argentina y Brasil.

Con el auspicio de la Cámara de Industriales de Proyectos e Ingeniería de Bienes de Capital de la República Argentina (CIPIBIC), quedó constituido el Cluster Eólico Argentino” (CEA) en el año 2011 con el objetivo de integrar y fortalecer aquellas empresas participantes de la fabricación de equipamiento eólico en el país.

Otra iniciativa fue la convocatoria del año 2013 a proyectos para el sector eólico efectuada por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica a través del FONARSEC (Fondo Argentino Sectorial) como instrumento central para la implementación de una nueva generación de políticas públicas y fortalecer la vincu-

lación entre el sector científico y tecnológico con el sector productivo.

En los seis proyectos presentados participaron empresas nacionales como IMPSA, NRG Patagonia, SICA Metalúrgica Argentina y Metalúrgica Calviño que junto con diferentes organismos públicos nacionales como el INTI, Ministerio de Energía de Mendoza y varias Universidades emprendieron actividades de mejora de los procesos productivos de las firmas.

IMPISA posteriormente enfrentó problemas financieros que frenaron su sendero de desarrollo e impidieron su participación en el Programa RenovAr aunque se encuentra terminando actualmente la fabricación de aerogeneradores comprometidos en Parque Arauco (La Rioja).

NRG Patagonia tampoco pudo competir en el nuevo programa al no tener financiamiento y así poder reducir el costo del proyecto (Fabrizio, 2019).

El contenido local de componentes requerido para poder participar en las licitaciones de RenovAr así como la trayectoria de las empresas integrantes del Cluster Eólico Argentino permitió la calificación y homologación de varias empresas nacionales para insertarse a una cadena global de energía eólica entre ellas fabricantes de torres como SICA y Calviño.

Conclusiones

La integración de empresas Pymes nacionales a una cadena global de valor como los fabricantes de torres eólicas entre otras puede impactar positivamente en la adopción de una trayectoria orientada a conseguir innovaciones y mejoras tecnológicas del proceso y/o del producto.

En el caso de los fabricantes nacionales de torres como SICA y Calviño, el ingreso a la cadena de valor facilitó su asociación con empresas españolas, con experiencia reconocida en la fabricación de torres, como Hayzea Wind y Gestamp Renewable Industries respectivamente. Los tecnólogos extranjeros como líderes de la cadena de valor desarrollaron como partners a las empresas indicadas.

SICA y Calviño tienen una trayectoria eólica previa a partir del suministro de torres al fabricante local IMPSA. Su asociación a las empresas españolas permitió un aumento en su capacidad de producción y de la dotación de personal con la ampliación de sus plantas.

La asociación también favoreció mejoras en los procesos de aprendizaje de los trabajadores y de los estándares técnicos requeridos para la fabricación de las torres.

A partir del Programa RenovAr y las sucesivas licitaciones, el rol de la industria local quedó relegado a ser proveedores de componentes de baja complejidad tecnológica como en el caso de las torres y otros componentes para que sean ensamblados por el tecnólogo extranjero y líder de la cadena global de valor (Fabrizio, 2019).

El marco normativo del Programa RenovAr no favorece el desarrollo de un aerogenerador completo en el país y solo abre la posibilidad de integrar algunos componentes menores en una primera etapa como la torre y el ensamblado de la góndola.

Según Fabrizio (2019) y Aggio y otros (2018), Argentina tiene, a diferencia de otros países de América Latina, tecnología eólica propia a partir del desarrollo de aerogeneradores propios fabricados por IMPSA y NRG Patagonia que han sido certificados, homologados y en funcionamiento actualmente en parques eólicos.

Una política industrial adecuada, vinculada con ciencia y tecnología, permitiría retomar y actualizar el sendero de desarrollo obtenido e impulsar nuevamente actividades intensivas en conocimiento. En este sentido las empresas industriales que proveen partes a la cadena eólica e integrantes del Cluster Eólico Argentino elaboraron un proyecto (Roger, 2017) para que el estado nacional en paralelo con el Programa RenovAr diera una porción minoritaria del mercado para la producción de aerogeneradores con tecnología nacional y acompañar al sector en su curva de aprendizaje de manera que un tecnólogo local pueda lograr una productividad y competitividad equiparable a la de los líderes globales de la cadena de valor.

Referencias

- Agencia Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), (2016). "Atualização do Mapeamento da Cadeia Produtiva da Indústria Eólica no Brasil". Brasil.
- AGGIO, C.; VERRE, V. y GATTO, F., (2018). "Innovación y marcos regulatorios en energías renovables: el caso de la energía eólica en la Argentina". Buenos Aires. CIECTI.
- FABRIZIO, R., (2019). <http://www.unsam.edu.ar/tss/fabrizio-hay-un-camino-clausurado-para-los-fabricantes-locales-de-aerogeneradores/> TSS (Tecnología Sur Sur), Universidad Nacional de San Martín.
- FELLER, A. et al., (2006). "Value Chains Versus Supply Chains". Bp Trends. ABPMP (The Association of Business Process Management Professionals). mimeo.
- FERRANDO, A. P., (2013). "Las Cadenas Globales de Valor, los Países en Desarrollo y sus PYMES". Instituto de Estrategia Internacional (IEI). Buenos Aires. Cámara de Exportadores de la República Argentina (CERA).
- GÁRRIZ-LARREA, F. J., (2013). "Modelos de cadena de suministros de aerogeneradores onshore". Dyna Management. Rev. 3. España.
- GEREFFI, G. et al., (2005). "The governance of global value chains". Review of International Political Economy. Taylor & Francis Ltd. Gran Bretaña.
- GWEC - Global Wind Energy Council). (2019). Global Wind Report 2018. <https://gwec.net/wp-content/uploads/2019/04/GWEC-Global-Wind-Report-2018.pdf>
- IRENA Wind, (2017). "Supply Chain Key to Delivery". Wind Energy, The Facts. <https://www.wind-energy-the-facts.org/supply-chain-key-to-delivery.html>
- LIU, J. et al., (2018). "Overview of Wind Power Industry Value Chain Using Diamond Model: A Case Study from China" Applied Sciences. MDPI Journals. Basilea. Suiza.
- JRC (Joint Research Centre, 2017). "Supply chain of renewable energy technologies in Europe: An analysis for wind, geothermal and ocean energy". Science for Policy report by the European Commission's science and knowledge service. Luxemburgo.
- LACAL-ARÁNTGUI, R., (2018). "Globalization in the wind energy industry: contribution and economic impact of European companies". Renewable Energy 134. 612 a 628. Elsevier Ltd.
- PIETROBELLI, C. y RABELLOTTI, R. Editores, (2006). "Upgrading to Compete: SMEs, Clusters and Value Chains in Latin America". Cambridge Mass. Harvard University Press.
- ROGER, D., (2017). "Propuesta para el desarrollo de la industria eólica argentina. Ecosistema competitivo para el desarrollo de la industria eólica nacional". Buenos Aires. CIPIBIC. mimeo.
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD, 2015). "An overview of global value chains". Tracing the value added in global value chains: Product-level case studies in China. Chapter 1. Nueva York.