



**La intervención de industrias y servicios nacionales  
en el desarrollo de la energía eólica en Uruguay**

**Enero de 2009**

## Resumen Ejecutivo:

Uruguay se encuentra en un momento clave en lo que se refiere al proceso de desarrollo de energía eólica. Ya existen en el país explotaciones eólicas a nivel industrial, aunque de una escala incipiente, y con escasa participación de la industria nacional. Sin embargo, se anuncia una política energética que en un futuro muy cercano promueva este proceso, con metas ambiciosas de potencia instalada.

La intervención de la industria nacional en las granjas eólicas a ser instaladas en los próximos años dependerá de muchos factores. Entre ellos las metas de incorporación de potencia eólica en los próximos años, los incentivos que el gobierno otorgue, los acuerdos entre proveedores y desarrolladores de parques eólicos, eventualmente mínimos exigidos de componente nacional, el grado de información y confianza de los desarrolladores sobre los proveedores nacionales, variables asociadas a los créditos disponibles.

La industria y los servicios asociados al sector eólico tienen la peculiaridad de abarcar muy diversas áreas. En este estudio se realiza una primera aproximación a un relevamiento de diversos sectores que podrían intervenir como proveedores de parques eólicos en Uruguay.

A partir de información obtenida en entrevistas con empresas de estos sectores, se concluye que Uruguay cuenta con las capacidades técnicas y tecnológicas para desarrollar componentes de la industria eólica. Asimismo, existe un potencial de desarrollo basado en esas capacidades existentes. Sin embargo, no se puede afirmar que las escalas de producción actualmente instaladas (al menos en algunos sectores) sean suficientes como para intervenir en un ritmo importante de instalación de potencia eólica en lo inmediato. La creación de líneas específicas de producción de componentes para la industria eólica requeriría de nuevas inversiones. Éstas pueden ser llevadas a cabo por parte de las industrias nacionales o bien de empresas extranjeras.

Si bien las primeras experiencias de granjas eólicas en Uruguay (de potencia limitada, y con escasos incentivos a la intervención de la industria local) tienen un componente nacional del entorno de un 8% del total de la inversión, dependiendo de todos los factores anteriormente nombrados, se considera que en un escenario optimista los próximos emprendimientos eólicos de gran escala podrían llegar a tener hasta un 40% de componente nacional.

INDICE

1. Introducción .....	1
2. Objetivo .....	1
3. Alcance .....	2
4. Metodología utilizada .....	3
4.1 Metodología y Datos .....	3
4.2 Pauta de las entrevistas e información solicitada .....	3
4.3 Identificación de sectores y selección de empresas .....	4
a) Industria eléctrica.....	5
i) Industria de transformadores .....	5
ii) Industria de cables .....	6
b) Metalúrgica Pesada.....	6
c) Construcción.....	8
d) Industria del plástico.....	9
e) Software .....	9
f) Industria electrónica .....	10
5) Conclusiones .....	10
6) Posibles acciones de promoción .....	12
7) Agradecimientos .....	14

## 1. Introducción

El sector de la energía eléctrica en Uruguay se caracteriza por una estructura de generación basada en sus centrales hidroeléctricas y térmicas. Si bien el sistema interconectado con los países vecinos permite la compra de energía a la región, la escasa diversificación de la matriz energética vuelve al sistema altamente dependiente de los recursos hídricos y de los combustibles fósiles.

En la década de los 90 la demanda de energía eléctrica creció en promedio un 5.5% anual y si bien en los primeros años de la década siguiente ese crecimiento se vio interrumpido, en el 2003 se retomó la tendencia alcista, registrando un promedio de crecimiento anual de alrededor del 3% en el período 2003-2008. Frente a este aumento sostenido en la demanda, la oferta ha tenido que acompañar este ritmo con una capacidad instalada que no se incrementó durante muchos años. En el período considerado se realizaron inversiones en el año 1991 y 2005 (La Tablada y Punta del Tigre respectivamente) en el parque generador térmico. Como resultado, el sistema de generación se muestra frágil en la actualidad y en períodos de bajas hidraulicidades se han tenido que implementar medidas de ahorro energético.

Con el objetivo de mejorar la robustez del sistema eléctrico, el gobierno ha delineado una política que apunta a diversificar la matriz energética y a incorporar otras fuentes de generación, fundamentalmente de carácter renovable. La meta propuesta para el 2015 es la incorporación de 500 MW de potencia de fuentes renovables, dentro de las cuales, entre 200 y 300 MW corresponderían a fuente eólica.

En esta línea se desempeña el Programa de Energía Eólica en Uruguay financiado por el GEF (Fondo Mundial para el Medio Ambiente) y administrado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), que opera en la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear (DNETN). El principal cometido de dicho Programa es crear las condiciones para facilitar y dinamizar la inserción de la energía eólica en Uruguay en diversas áreas como la reglamentaria, técnica, tecnológica, financiera, entre otras. El programa busca que la introducción de la energía eólica en el país sea con la mayor participación posible de los sectores industriales y de servicios nacionales, para lo cual es necesario conocer las capacidades y potencialidades de estos sectores, de modo que tengan una participación activa en el desarrollo del aprovechamiento de la energía eólica en Uruguay.

## 2. Objetivo

En línea con los objetivos del estado uruguayo, el Programa de Energía Eólica en Uruguay, propende que diversos sectores de la economía nacional intervengan en el desarrollo de los futuros parques eólicos que se incorporarán en el país, lo que adquiere relevancia tanto por los efectos directos sobre las principales variables económicas (empleo, inversión, producción, etc) así como por el efecto derrame que esto traería hacia otros sectores de la economía.

Este documento constituye una primera aproximación a un relevamiento de las empresas industriales y de servicios que podrían intervenir en el proceso de incorporación de energía eólica.

Ello requiere el conocimiento de las capacidades actuales de la industria nacional de aquellos sectores que, a priori se considera pueden intervenir en tal proceso.

De este modo, el presente documento pretende brindar información más precisa sobre las capacidades y potencialidades de la industria nacional.

La construcción de los parques eólicos en Uruguay muestra evidencia a favor de la existencia de una base mínima de componentes en los que pueden participar empresas nacionales. Como ejemplo disponible al día de hoy se cita el parque eólico de Caracoles, en el cual a pesar de que las condiciones de la licitación para su construcción lo restringieron al mercado español<sup>1</sup>, del total de la inversión realizada, aproximadamente el 8% correspondió a componente nacional.

El objetivo es que a partir de metas claras de incorporación de potencia eólica, ese porcentaje en los futuros parques eólicos a desarrollarse sea mayor.

### 3. Alcance

Este informe no pretende contemplar la totalidad de empresas de los diversos sectores que potencialmente puedan intervenir en diversas áreas de la fabricación de aerogeneradores, o bien que participen en el desarrollo de parques eólicos. Como se aclaró anteriormente, teniendo en cuenta las diferentes áreas que están involucradas en la industria eólica, se identificaron las empresas más representativas de los diversos sectores locales que cuentan con las capacidades o el potencial requerido. De este modo, la lista de empresas entrevistadas no es exhaustiva, sino que constituye una parte de la totalidad del sector, del cual son representativas en este trabajo. Lo importante aquí es indagar si existen las capacidades técnicas y tecnológicas en Uruguay para fabricar determinados componentes. Estas capacidades pueden ser desarrolladas por las empresas entrevistadas, o por otras empresas que no fueron consultadas en esta etapa del trabajo.

---

<sup>1</sup> La licitación del parque de Caracoles formó parte de un programa de conversión de deuda externa entre los gobiernos de Uruguay y del Reino de España. Mediante este convenio Uruguay cancela parte de su deuda con España a través de la ejecución de ciertos proyectos (previamente identificados por el gobierno uruguayo) que involucren empresas españolas o que impliquen la importación de bienes y/o servicios de ese país.

## 4. Metodología utilizada

### 4.1 Metodología y Datos

Se conformó un equipo de trabajo integrado por la unidad de gestión del Programa de Energía Eólica en Uruguay y por integrantes del grupo de trabajo de energías renovables de Facultad de Ingeniería de la UDELAR<sup>2</sup>.

Conjuntamente con la Cámara de Industrias del Uruguay se discutieron las posibles estrategias de desarrollo de una industria nacional proveedora de componentes eólicos. Se acordó que era necesario contar con información básica sobre las potencialidades de la industria local para lo que se decidió realizar un relevamiento de las capacidades industriales nacionales.

Se identificaron los sectores industriales que podrían intervenir en la fabricación de ciertos componentes y se escogieron algunas empresas representativas de los mismos para ser entrevistadas. El criterio de esta elección estuvo determinado por las capacidades que a priori se consideró podrían tener las empresas elegidas, ya que en general se seleccionaron las más importantes dentro del sector de actividad identificado.

La información que se presenta en este informe surge de la realización de entrevistas en las empresas seleccionadas.

### 4.2 Pauta de las entrevistas e información solicitada

Todas las entrevistas realizadas tuvieron como común denominador la presentación por parte del equipo de trabajo de los objetivos del Programa de Energía Eólica, con especial énfasis en el que refiere a propiciar el desarrollo de componentes nacionales en los parques eólicos. También se les informó sobre las metas trazadas por el gobierno de incorporación de energías renovables y en particular de fuente eólica al 2015, lo que constituye una información fundamental en relación a la demanda de estos componentes.

La información requerida para el Programa de Energía Eólica se centró básicamente en las posibilidades de producción de ciertas componentes según la empresa en cuestión. De este modo, se les consultó acerca de las capacidades técnicas, la tecnología utilizada, el nivel de ocupación de la planta en la actualidad, la cantidad de trabajadores de la empresa, la experiencia en producción de características similares, antecedentes de ventas a empresas o proyectos energéticos, componente nacional en su producción, etc.

---

<sup>2</sup> La integración de los profesionales de la Facultad de Ingeniería se establece en el marco del convenio que posee el Programa de Energía Eólica con el ente educativo.

### 4.3 Identificación de sectores y selección de empresas

La construcción de un parque eólico puede desagregarse en un conjunto de actividades desarrolladas por actores de diversos sectores. Entre ellos se destacan la construcción (obras civiles de adaptación de terrenos, caminería, realización de las fundaciones, montaje de los aerogeneradores), transporte, ingeniería (estudios de potencial eólico, ambientales, geotécnicos y otros), industria eléctrica (transformadores, cables e instalaciones eléctricas), industria del software, electrónica, logística, estudios de factibilidad técnica y económica, entre otros. Por su parte, la fabricación de aerogeneradores involucra además otras industrias como metalúrgica pesada, mecánica, electrónica de potencia, fibra de vidrio, fibra de carbono y materiales compuestos (fabricación de las aspas), industria del cemento y construcción (en caso de torres de hormigón), ingeniería eléctrica entre otras.

Todas las obras civiles previas a la instalación del parque, así como las fundaciones de los aerogeneradores, el transporte, apoyo en el montaje, instalaciones eléctricas, logística y los estudios técnicos<sup>3</sup> de diversa índole pueden ser realizados por empresas nacionales, ya que existe una amplia trayectoria en el país en este tipo de actividades y la experiencia en los parques eólicos existentes en Uruguay así lo demuestran. Esto constituye una base mínima de componentes de los parques a ser incorporado por empresas nacionales. La reciente construcción de los parques eólicos en Uruguay es un antecedente y muestra evidencia a favor de esta afirmación<sup>4</sup>.

Este trabajo se centra en obtener información acerca de los sectores industriales y de servicios que si bien no acreditan participación en el desarrollo de los parques eólicos, son identificados como potenciales proveedores de la industria eólica. También se recaba información de sectores que habiendo participado en el desarrollo de los parques eólicos actuales, podrían ser proveedores de otros componentes.

Estos sectores son:

---

<sup>3</sup> Si bien Uruguay cuenta con vasta experiencia y conocimiento para realizar estudios de factibilidad técnica, geológicos y de viabilidad económica en diversas áreas, debe destacarse el carácter novedoso de la energía eólica en Uruguay y sus particularidades a la hora de llevar adelante estos estudios. El grupo de Energías Renovables de la Facultad de Ingeniería de la UDELAR ha venido trabajando desde la década de los 80 en diversos aspectos de la energía eólica, por lo que en el país ya existen amplios conocimientos en la materia. Además, otras instituciones como DNETN, UTE y emprendedores privados se encuentran en proceso de capacitación.

<sup>4</sup> Los parques eólicos existentes en Uruguay contrataron empresas nacionales para la ejecución de estas actividades. En lo que refiere al montaje de los aerogeneradores se contrató una empresa regional, debido a que el porte y altura de los aerogeneradores requieren de una grúa de determinadas características que Uruguay no posee. Empresas nacionales brindaron apoyo en esta actividad con grúas de menor porte. En el caso del parque eólico de la UTE también se contrató por un determinado período de tiempo la operación y el mantenimiento a la empresa proveedora de los aerogeneradores.

- a) Industria eléctrica
  - i) Industria de transformadores
  - ii) Industria de cables
- b) Metalúrgica pesada
- c) Construcción (obra civil, fundaciones y montaje)
- d) Industria del plástico
- e) Software
- f) Industria electrónica

#### **a) Industria eléctrica**

##### **i) Industria de transformadores**

La intervención que ha tenido la industria de transformadores en los parques eólicos actuales en Uruguay fue proveyendo los equipos de las subestaciones. Sin embargo, se identifica la posibilidad de producción de los transformadores propios del aerogenerador.

Existe una larga trayectoria en Uruguay en la fabricación de transformadores tanto de pequeño como de gran porte. Si bien esta industria se vio fuertemente afectada por la crisis económica de 2002, logró retomar sus actividades y actualmente es competitiva ya que destina parte de su producción al mercado externo. Actualmente existen en Uruguay solamente dos empresas de esta rama industrial que están en condiciones de producir los transformadores utilizados en los emprendimientos eólicos. Ambas fueron entrevistadas.

Se fabrican, ensamblan y reparan transformadores trifásicos de distribución y potencia, para diversas aplicaciones de hasta 15 MVA y 72.5 kV. Los mismos se diseñan, construyen y ensayan siguiendo los estándares exigidos por el cliente ya sean según normas IEC, ANSI, NEMA o cualquier otra que se especifique.

Las empresas acreditan experiencia en el área de energía eólica ya que han abastecido a los parques eólicos existentes en el país.

También han intervenido en proyectos nacionales de generación de energía eléctrica a partir de la biomasa.

Ambas plantas operan con capacidad ociosa, lo que significa que existe un margen para hacer frente a una mayor demanda.

Existe la modalidad de fabricar los transformadores llevando a cabo todos los procesos que requiere su fabricación, desde el corte, fabricación del núcleo, bobinados, carpintería, control de



calidad, etc. También se utiliza la modalidad de adquirir en plaza algunos componentes, ensamblándolos para obtener el producto final.

Se destacan como características favorables de la industria de transformadores del Uruguay, los aspectos relacionados con el servicio postventa, competitividad a nivel internacional y menores costos de producción respecto a otros países.

Una característica del sector es la flexibilidad que muestra para adaptarse a las diferentes demandas a las que se ve enfrentada. Debido a que el mercado uruguayo es reducido y la demanda por transformadores no es constante ni homogénea dado que los equipos tienen muy grandes variaciones de porte, las empresas pueden hacer frente a una demanda muy diversa.

Los principales clientes de las empresas del sector son UTE, ANCAP, ANP y empresas privadas en el mercado interno, si bien parte de la producción se vuelca a distintos países de América Latina y al mercado europeo. Estas exportaciones pueden ser tanto de transformadores como de diferentes componentes.

Estas empresas no han participado en sociedad en ningún emprendimiento en conjunto, y las reuniones mantenidas permiten afirmar que en el corto plazo no existe la posibilidad de asociaciones comerciales por iniciativa de las empresas. Esto no significa que en el futuro esta posibilidad se descarte.

## **ii) Industria de cables**

En este sector se identificó la fabricación local de cables; tanto para uso subterráneo como aéreo. Se entrevistó a una empresa que opera en este rubro.

Uno de los parques eólicos actualmente en funcionamiento en Uruguay dispone de instalación de cables de potencia suministrados por esta empresa nacional.

De la línea de productos comercializados en Uruguay, una parte son manufacturados localmente, y otra es importada. Sin embargo existe la capacidad técnica y productiva de fabricación local de algunos productos que actualmente se importan.

## **b) Metalúrgica Pesada**

Esta rama industrial se identifica como potencial fabricante de torres de los aerogeneradores. En Uruguay existen dos empresas con capacidades para producirlas, dada la tecnología con la que cuentan y las dimensiones y especificaciones con las que deben cumplir las torres. Ambas empresas fueron entrevistadas. Se percibió gran interés de participación en la industria eólica.

El sector cuenta con una trayectoria de más de 50 años, y existen planes de expansión de las capacidades instaladas.

Como antecedentes en el área energética, las empresas fabrican calderas para la generación de energía eléctrica a partir de biomasa. El destino de las calderas no es sólo el mercado uruguayo sino también países de la región como Brasil y Chile.

Funcionan equipos de I+D+i con ingeniería capacitada como para desarrollar proyectos innovadores o adaptar diseños a situaciones no estándar.

Entre las empresas encuestadas, se ocupan en el entorno de 600 operarios y aproximadamente 150 técnicos de diversas áreas, principalmente de la ingeniería. Los técnicos ingresan a trabajar con una formación general, y reciben la capacitación específica necesaria dentro de sus actividades laborales. Esto coloca a las empresas metalúrgicas en un papel de formadoras de mano de obra calificada.

En cuanto a las posibilidades de producción de torres de acero, según la información recabada se cuenta con la tecnología necesaria para su fabricación en caso que el espesor de las mismas sea menor a dos pulgadas, y su diámetro (de la base) sea menor a 3.5 m. Si bien no se han producido componentes para energía eólica, ya han existido propuestas de empresas desarrolladoras para participar en proyectos de parques eólicos a ser presentados en el marco de las licitaciones de energías renovables de UTE. La industria metalúrgica nacional participa en esos proyectos suministrando las torres, y además en parte del montaje (los dos primeros tramos de las torres).

En la alternativa de torres de acero fabricadas en Uruguay, la componente nacional se basa fundamentalmente en el valor agregado mano de obra ya que el acero utilizado para su fabricación es importado. Una primera estimación del costo de producción de una torre de acero, brindado por los técnicos de las empresas entrevistadas, estima que un 50% corresponde a mano de obra y el otro 50 % corresponde a materia prima.

En relación con los niveles de ocupación de su capacidad instalada, existe capacidad ociosa (se trabaja en un solo turno), y posibilidades de expansión de la producción. El volumen de producción que se podría destinar a la industria eólica depende de la estrategia de la empresa. Si se inserta dentro del esquema de producción actual, dichos volúmenes serían limitados; si se decidiera montar líneas específicas, se aumentan las posibilidades de acompañar el ritmo de incorporación planeado de potencia eólica.

Análogamente a la industria de transformadores, la metalúrgica presenta la característica de ser una industria flexible en la medida que no posee líneas de producción estándar, ya que debe adaptarse al tipo de producción requerida por sus clientes. Como resultado, los costos de producción son más altos (mayores de los que resultarían con procesos y productos estandarizados) ya que en cada caso hay que adaptar las condiciones de la planta.

En las empresas entrevistadas existen antecedentes de trabajos en conjunto evaluados como positivos. Esta característica deja abierta la posibilidad de que puedan compartir la producción de torres por ejemplo en caso que una de ellas no pudiera abastecer la demanda requerida.

### c) Construcción

La construcción de obras civiles y de fundaciones de los aerogeneradores constituye una componente importante en los emprendimientos eólicos. Como ya se adelantaba en párrafos anteriores, la evidencia empírica muestra que en Uruguay existen las capacidades necesarias para realizar obras de este tipo.

Empresas uruguayas han participado en la construcción de los parques eólicos que existen en el país. Tanto en la construcción de las fundaciones de los aerogeneradores, las obras civiles, obras de caminería de acceso al parque y dentro del mismo, construcción de canalizaciones para alojar los cables eléctricos, tendido y conexionado de cables, apoyo al montaje de los aerogeneradores, etc.

Empresas del sector han sido contactadas por diversos desarrolladores de parques eólicos, solicitando cotización de obras civiles de los parques e incluso de construcción de torres de hormigón.

Una alternativa que aún no se ha implementado en los parques existentes en el país pero se considera como una posibilidad para futuros emprendimientos eólicos, consiste en la realización de las torres de los aerogeneradores en hormigón<sup>5</sup>. Esto no sería una novedad ya que existen antecedentes de torres fabricadas con este material. Un ejemplo cercano lo constituye el parque eólico de Osorio (Río Grande do Sul, Brasil) de 150 MW instalados con aerogeneradores montados sobre torres de hormigón.

Se ha detectado un interés previo por parte de empresas nacionales en la posibilidad de fabricar torres de hormigón para aerogeneradores. Técnicos especializados han estudiado y se encuentran analizando en la actualidad su viabilidad técnica y económica.

Esta alternativa sería muy beneficiosa desde el punto de vista de la producción de la industria local, ya que la casi totalidad del componente de las torres (excluyendo el hierro) sería de origen nacional, dado que Uruguay posee la materia prima para producirlas.

Se decidió entrevistar tres empresas de plaza teniendo en cuenta su envergadura, sus antecedentes y presumiendo que podrían contar con la tecnología necesaria para realizarlas.

Existen diversas técnicas para la construcción de torres de hormigón. Por ejemplo algunas de ellas son la de encofrado deslizante (con la que se han realizado en el país silos, chimeneas y edificios), andamios trepadores y hormigón premoldeado. Las torres del parque eólico de Osorio

---

<sup>5</sup> The Centre Concrete en el Reino Unido, investiga sobre el uso del hormigón en la industria eólica. Este centro busca promover la construcción de torres de hormigón, para lo cual ha avanzado en el conocimiento e innovación en materia de diseño estructural y otros aspectos importantes. En el documento "Concrete Towers for offshore and onshore wind farms", The concrete Centre, 2007, se analizan diferentes técnicas de construcción de torres de hormigón para generadores eólicos.

fueron construidas con la técnica de hormigón premoldeado. De acuerdo a los estudios de “The Concrete Centre” la técnica de encofrado deslizante también podría ser apta para estas torres<sup>6</sup>.

En cuanto a los tiempos que insume la construcción con el encofrado deslizante depende de la altura de la torre y del espesor, que están vinculados con la cantidad de hormigón y hierro que pueda colocarse por día.

Según lo expresado por los entrevistados, tanto las empresas medianas como las grandes del sector pueden participar en las obras civiles de los parques eólicos. Sin embargo, la eventual construcción de torres de hormigón debería llevarse a cabo con la intervención de las empresas de mayor envergadura.

#### **d) Industria del plástico**

El PVC reticulado (espumas estructurales) es un componente que se utiliza como materia prima para la producción de aspas de aerogeneradores<sup>7</sup>.

Si bien en la actualidad no existe producción nacional, se encuentra en construcción una planta que producirá este material. La capacidad de producción de la misma, en un análisis conservador, sería de aproximadamente 340 mts<sup>3</sup> mensuales del material, ocupando aproximadamente a 30 trabajadores.

La materia prima para esta producción es importada desde Argentina o de Brasil. Los entrevistados expresaron que si bien nunca se dedicaron a la fabricación de palas para aerogeneradores, producen los materiales a pedido para la industria eólica.

#### **e) Software**

La industria del software ha mostrado un fuerte dinamismo en Uruguay y actualmente existen muchas empresas nacionales desarrolladoras de diversos tipos de soluciones informáticas que no sólo son proveedoras del mercado interno, sino que en muchos casos exportan a diferentes países, mostrando ser competitivas a nivel internacional.

La cantidad y diversidad de empresas instaladas en Uruguay que ofrecen software para diferentes usos, muestran la capacidad de esta industria para adaptarse a las necesidades de sus clientes, y las condiciones actuales revelan que el sector energético no es una excepción.

---

<sup>6</sup> Op cit.

<sup>7</sup> Otros usos de este material son la industria naval, la automotriz, aeronáutica, ferroviaria, deportiva y criogénica.

Una característica del sector es que su producción se basa principalmente en capital humano (mano de obra calificada), con escasa participación de capital físico. Uruguay tiene un camino importante recorrido en la formación de esas capacidades humanas. El avance en esta etapa de formación, es la que coloca a Uruguay en una posición privilegiada. Existe una importante cantidad de técnicos dedicados al desarrollo de software, principalmente para el área de gestión, si bien también se cubren otras áreas. La intervención de la industria del software en la industria eólica no requiere de grandes inversiones, sino de crear un escenario favorable que vuelva atractivo este sector para las empresas.

Existen empresas locales que dan soluciones para el sistema energético eléctrico. Se desarrolla software para redes eléctricas, así como sistema SCADA (Sistem of Control and Data Acquisition), productos que se venden en el mercado local y se exportan a países como Chile, Guatemala y Venezuela. Este sistema SCADA podría adaptarse perfectamente a aplicaciones eólicas.

Existen tres tipos de sistemas SCADA: local, territorial y nacional. El sector estaría en condiciones actuales de suministrar tanto el local como el territorial.

#### **f) Industria electrónica**

Fue entrevistada una empresa nacional, identificada como líder en el sector electrónico, área de telecontrol.

Se fabrican en Uruguay UTR's (Unidades de Telecontrol Remotas), cargadores de baterías para sub-estaciones, inversores, paneles de alarma, fuentes, etc. Estos equipos se venden tanto en el mercado interno como en países de la región andina.

Como ejemplo en el área eólica, el parque de Caracoles ya cuenta con una UTR fabricada en Uruguay.

#### **5) Conclusiones**

Las principales conclusiones que se pueden extraer a partir del relevamiento realizado en las empresas son:

- La industria nacional actualmente cuenta con capacidades técnicas y tecnológicas para intervenir en ciertas componentes de los parques eólicos.
- El sector metalúrgico podría fabricar torres para los aerogeneradores.
- El sector de la industria eléctrica está en condiciones de proveer transformadores. Actualmente los emprendimientos eólicos en Uruguay ya cuentan con transformadores de origen nacional. En este sector se detecta también la industria de cables que puede suministrar a los emprendimientos eólicos, en lo que existen antecedentes en los

parques existentes. También las instalaciones eléctricas de los parques pueden ser realizadas por empresas nacionales.

- El sector de la construcción puede realizar todas las obras civiles y viales que requiere la construcción de un parque eólico así como las fundaciones de los aerogeneradores y está en condiciones de brindar apoyo en el montaje de los mismos. También cuenta con potencial para fabricar las torres en hormigón.
- En la industria del plástico se identifica la producción de PVC reticulado en Uruguay que es un insumo para la fabricación de aspas de los aerogeneradores.
- La industria del Software actualmente en Uruguay desarrolla el sistema SCADA que puede aplicarse al uso eólico.
- El transporte y la logística pueden ser llevados a cabo por empresas nacionales, y lo han demostrado en los parques que actualmente se encuentran en funcionamiento en el país.
- Empresas locales del sector de la electrónica pueden abastecer con equipamiento de comunicación como las UTR, y equipamiento para subestaciones como cargadores de batería e inversores, entre otros.
- Empresas nacionales son capaces de realizar los estudios técnicos de diversas áreas necesarios para desarrollar un anteproyecto de parque eólico. Un conjunto de empresas han acumulado experiencia a través de la confección de propuestas para los llamados a licitación realizados por UTE en el marco del decreto 77/006. Previo a estos llamados, el conocimiento necesario residía exclusivamente en el equipo de UDELAR, mientras que en la actualidad, utilizando apoyo técnico del extranjero, existen diferentes empresas locales que han incursionado en la temática.
- La mayor intervención de estos sectores en la industria eólica se traduciría en mayor número de empleos para trabajadores uruguayos. Además, se lograría crear mano de obra calificada en actividades específicas vinculadas con el sector eólico.

Tal como se afirmó, todos los sectores antes mencionados cuentan con las capacidades técnicas y tecnológicas para participar en la industria eólica. Sin embargo, no se puede afirmar que las escalas de producción actualmente instaladas (al menos en algunas de estas áreas) sean suficientes como para intervenir en un ritmo importante de instalación de potencia eólica en el Uruguay.

La viabilidad de producción a ciertas escalas estaría determinada por las metas y el régimen de incorporación de potencia eólica en los próximos años. De la información recabada en este trabajo se detecta que los sectores industriales que podrían tener dificultades para producir a estas escalas (en principio se podría pensar en las industrias metalúrgicas, de transformadores y de la construcción en el caso de torres de hormigón) cuentan con más de una empresa. Esto

otorga la posibilidad que las empresas de un mismo ramo compartan la producción de cierto componente según sus capacidades y estrategias empresariales.

Una característica común de las industrias en cuestión es la flexibilidad que presentan las empresas para adaptarse a una demanda heterogénea, tanto en cuanto al tipo de producción como a su volumen, que depende de los vaivenes de la actividad económica. Como resultado de esta flexibilidad, es que las industrias no tienen líneas de producción en serie y por lo tanto no poseen especialización en ciertos productos. De allí que las capacidades industriales de la producción destinada a la industria eólica dependa en gran medida de la estrategia de la empresa.

Sin embargo, bajo un análisis que vaya más allá de la realidad actual de las capacidades instaladas, y que considere la posibilidad de realizar inversiones de modo de crear estas líneas de producción necesarias y aún no existentes para las componentes de la energía eólica, reduciría la incertidumbre sobre los posibles problemas de escalas de producción. Bajo este esquema podría abastecerse con mayor certeza la demanda de acuerdo a los lineamientos del gobierno de incorporación de potencia eólica, en su momento respaldados por contratos concretos.

Respecto a las capacidades nacionales a ser incorporadas en futuros parques eólicos, bajo un escenario optimista se puede considerar que tanto las torres como las aspas puedan ser fabricadas en el país. Esto requeriría de nuevas inversiones ya que se trata de procesos industriales no desarrollados en Uruguay. Bajo esta hipótesis el porcentaje de componente nacional se ubicaría entre un 30 y 40%. Esta cifra es sensiblemente mayor al 8% que como se dijo anteriormente, puede ser tomada como una base mínima.

Asimismo, la estrategia de los desarrolladores de los parques en cuanto a la composición de componente nacional y la interacción entre los industriales nacionales con los proveedores de equipamiento eólico puede originar diversas alternativas de producción local. Si bien el gobierno puede dar ciertas señales y crear condiciones propicias para facilitar los acuerdos entre empresas nacionales y extranjeras, el producto de tales negociaciones será resultado de sus estrategias e intereses y escapa al ámbito de decisión de las autoridades.

## **6) Posibles acciones de promoción**

De acuerdo con las conclusiones extraídas y considerando que la transparencia y difusión de información de diversa índole es un punto crucial, ésta será una de las líneas de acción de aquí en adelante. Desde diversos ámbitos se puede continuar generando toda la información necesaria para las empresas, de modo que éstas definan sus estrategias (de producción y de inversión) con la mayor certidumbre posible. Dicha información puede ser muy variada e involucrar a diferentes agentes, desde planes y lineamientos de política energética hasta información acerca de especificaciones técnicas de los componentes a producir.

En línea con lo estudiado en este documento, podría profundizarse la información que aquí se presenta e identificar otros sectores o actividades dentro de ellos que en esta fase del trabajo no se tuvieron en cuenta y que podrían participar como proveedores de la industria eólica.

En particular el Programa de Energía Eólica tiene previsto realizar eventos en el que diversos actores vinculados a la energía eólica interactúen. Así, tanto empresarios de la industria local como desarrolladores interesados en parques eólicos en Uruguay podrán contar con un ámbito en el cual se intercambie información.

Los actores involucrados en el proceso de desarrollo de parques eólicos son: el desarrollador del parque, el inversor, el agente financiador, el fabricante, el operador, la empresa de electricidad que compra la energía, todas las demás empresas que participan directa e indirectamente en la construcción del parque y en algunos casos interviene un agente promotor. Muchas veces una empresa abarca más de una de estas actividades y por lo tanto la cantidad de actores que participan difiere según el grado de integración vertical que tengan las empresas involucradas<sup>8</sup>.

Entre los actores involucrados se destaca la participación del desarrollador de parques eólicos, que además del diseño del parque y las demás actividades que pueda desarrollar, está íntimamente vinculado a los fabricantes de aerogeneradores. El desarrollador del parque negocia con los diferentes fabricantes para luego presentar su oferta. De allí que es fundamental que estos empresarios tengan contacto con las empresas locales para que conozcan las posibilidades de producción de componentes nacionales y los consideren en sus proyectos.

El desarrollo de la industria eólica en Uruguay podría darse bajo diferentes esquemas. Si bien actualmente no se tiene certeza de la forma en que se dará este proceso ni su alcance, estos ámbitos de intercambio pueden dar impulso a algunas definiciones.

Uruguay cuenta con la Ley 16906 de Promoción y Protección de Inversiones, en la que se brindan condiciones atractivas para los inversionistas de diversos sectores de la economía. Asimismo, desde diferentes ámbitos gubernamentales se está trabajando en propiciar e impulsar el desarrollo de la energía eólica tanto en temas normativos, reglamentarios y técnicos entre otros<sup>9</sup>.

De igual modo que se realiza con otros sectores de actividad, pueden otorgarse beneficios fiscales (exoneraciones de IVA, aranceles a la importación de componentes y condiciones

---

<sup>8</sup> En muchos casos los desarrolladores de los parques participan como inversionistas del proyecto, sea total o parcialmente, en cuyo caso buscan financiación de otros agentes. También los fabricantes en algunas ocasiones poseen sus desarrolladores de parques, y eventualmente son inversores. En ambos casos la operación del parque puede corresponder a estas empresas y también la figura del promotor se confunde con las anteriores. Las grandes empresas tienden a integrarse verticalmente y de ese modo abarcan muchas de estas actividades.

<sup>9</sup> Recientemente se aprobó en la Ley 18362 de Rendición de Cuentas y Balance de Ejecución Presupuestal Ejercicio 2007, once artículos referentes a cinco tipos de servidumbre eólica.



especiales en la aplicación de la Ley de Promoción y Protección de Inversiones) a todas aquellas actividades industriales y de servicios desarrolladas en el país que estén destinadas a proveer al sector eólico. De esta forma se otorgarían condiciones favorables para dichos sectores nacionales facilitando la incorporación de industria nacional en la generación eólica.

No obstante, la forma que encuentre el sector privado para desarrollar una industria proveedora para el sector eólico quedará determinada por las negociaciones y estrategias de las empresas nacionales y extranjeras.

## **7) Agradecimientos**

Los responsables de la realización de este trabajo agradecen a todas aquellas personas que colaboraron con el mismo, especialmente a los funcionarios de las empresas entrevistadas por la información brindada.