



RIDAA
Repositorio Institucional
Digital de Acceso Abierto de la
Universidad Nacional de Quilmes



Universidad
Nacional
de Quilmes

Jorge, Guillermo Antonio

Energías renovables en América Latina : análisis socio-técnico del desarrollo de la energía eólica en el Uruguay



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:

Jorge, G. A. (2020). *Energías renovables en América Latina: análisis socio-técnico del desarrollo de la energía eólica en el Uruguay*. (Tesis de maestría). Bernal, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/2642>

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

Energías renovables en América Latina: análisis socio-técnico del desarrollo de la energía eólica en el Uruguay

TESIS DE MAESTRÍA

Guillermo Antonio Jorge

gjorge@unqs.edu.ar

Resumen

En el transcurso de diez años, Uruguay pudo posicionarse como líder regional en producción y utilización de energías provenientes de fuentes renovables, en particular de origen eólico. Esto representa un caso de estudio muy interesante en la región, en lo que respecta al desarrollo de un programa de diversificación de la matriz energética del país y la instalación de grandes parques de energía eólica. De esta manera interesa analizar el desarrollo de la energía eólica en el Uruguay desde el marco teórico que nos brindan los estudios sociales de la tecnología. El objetivo central de esta investigación es el de la realización de un análisis socio-técnico del desarrollo de la energía eólica en Uruguay, con foco en su carácter distintivo que le ha permitido lograr en poco tiempo posicionarse en la vanguardia en energías renovables a nivel regional.

Se aborda el desarrollo de la generación de energía eólica en el Uruguay, desde sus estudios de potencial eólico iniciales en la década del '50 hasta la actualidad, con énfasis en los procesos políticos, normativos, técnicos y sociales, apoyados en un marco teórico sociotécnico, dividiendo el estudio en tres periodos representativos. El primero abarca desde la recuperación democrática del año 1985, describiendo también los antecedentes de estudios prospectivos anteriores, hasta la asunción del Frente Amplio en Marzo de 2005. El segundo abarca el gobierno del presidente Tabaré Vázquez, hasta el año 2010. El tercero abarca desde la asunción de José Mujica hasta la actualidad.

La matriz eléctrica uruguaya era muy dependiente de las centrales térmicas a combustible fósil (alimentadas con petróleo importado) y de la generación hídrica. Esto producía inestabilidades tanto en el precio de la energía eléctrica como de la producción, teniendo épocas de abundancia y épocas de crisis energética cíclicas, de acuerdo al clima imperante y al precio del crudo. La inserción en el sistema de una fuerte componente eólica logra estabilizar el sistema eléctrico ante cambios de clima y precios internacionales, con fuentes diversificadas de producción. La decisión del Estado de generar un proceso de

transformación y diversificación energética a partir de 2005, de establecer un plan energético a largo plazo, el apoyo de diferentes sectores políticos, la relación simbiótica establecida entre la conducción energética y la universidad, y la fuerte participación público-privada y de organismos internacionales de fomento y promoción, como se verá a lo largo de la tesis, fueron los principales motores de este desarrollo.

Palabras clave: energía eólica, Uruguay, sistemas socio-técnicos.

Abstract

In the course of ten years, Uruguay was able to position itself as a regional leader in the production and use of energy from renewable sources, in particular of wind power.

This represents a very interesting case study in the region, regarding the development of a diversification program for the country's energy matrix and the installation of large wind power parks. In this way, it is interesting to analyze the development of wind energy in Uruguay from the theoretical framework provided by the social studies of the technology.

The main goal of this research is to carry out a socio-technical analysis of the development of wind energy in Uruguay, with a focus on its distinctive character that has allowed it to quickly position itself at the forefront of renewable energies at the regional level.

The development of wind power generation in Uruguay is addressed, from its initial wind potential studies in the 1950s to the present, with emphasis on political, regulatory, technical and social processes, supported by a socio-technical framework, dividing the study into three representative periods. The first covers from the democratic recovery of 1985, also describing the background of previous prospective studies, until the assumption of the Frente Amplio in March 2005. The second covers the government of President Tabaré Vázquez, until 2010. The third covers from the assumption of José Mujica until today.

The Uruguayan electricity matrix was highly dependent on fossil fuel thermal power plants (fueled with imported oil) and on water generation. This produced instability in both the price of electricity and production, having times of abundance and times of cyclical energy crises, according to the prevailing climate and the price of crude oil. The insertion into the system of a strong wind component manages to stabilize the electrical system in the face of changes in climate and international prices, with diversified sources of production. The government's decision to generate a process of energy transformation and diversification from 2005, to establish a long-term energy plan, the support of different political sectors, the symbiotic relationship established between energy management and the university, and the strong public-private and international development and promotion agency participation, as will be seen throughout the thesis, were the main drivers of this development.

Keywords: wind energy, Uruguay, socio-technical systems



Energías renovables en América Latina: análisis socio-técnico del desarrollo de la energía eólica en el Uruguay

Guillermo Antonio Jorge

Universidad Nacional de Quilmes

2020

Energías renovables en América Latina: análisis socio-técnico del desarrollo de la energía eólica en el Uruguay

Guillermo Jorge

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ciencia, Tecnología y Sociedad

Director:

Santiago Garrido

Co-Directora:

María Goñi

Universidad Nacional de Quilmes

Año 2020

Agradecimientos

Agradezco fundamentalmente a mis directores: Santiago Garrido y María Goñi, por su dedicación, paciencia y sabiduría.

A mi familia, que son mis hijos León y Laureano, y mi esposa Alejandra, por la paciencia y el amor.

A mis viejos, Yolanda y Antonio, también por el amor, y por tantas vacaciones en el Uruguay.

A la Universidad Nacional de Quilmes por permitirme este posgrado con una beca de estudio.

A la Universidad Nacional de General Sarmiento y CONICET, por ser mis fuentes de ingreso, que me permitieron completar la tesis.

Por la educación pública, libre y gratuita.

Glosario de siglas

ADME	Administración del Mercado Eléctrico
ANCAP	Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland
ANNI	Agencia Nacional de Investigación e Innovación
AUTE	Agrupación Usinas y Transmisiones Eléctricas
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
CONICYT	Consejo Nacional de Investigación, Ciencia y Tecnología
CST	Construcción Social de la Tecnología
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación
DINACyT	Dirección Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
DINAMA	Dirección Nacional de Medio Ambiente
DINOT	Dirección de Ordenamiento Territorial
DNE	Dirección Nacional de Energía
DNI	Dirección Nacional de Industria
DNM	Dirección Nacional de Meteorología
GEF	Fondo Global Para el Medio Ambiente
GTZ	Agencia Alemana de Cooperación Técnica
FING	Facultad de Ingeniería
ILPE	Industrias Loberas y Pesqueras del Estado
MIEM	Ministerio de Energía y Minería
MVOTMA	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
ONG	Organización No Gubernamental

PC	Partido Colorado
PEN	Poder Ejecutivo Nacional
PEEU	Programa de Energía Eólica en Uruguay
PENCTI	Plan Estratégico Nacional en Ciencia Tecnología e Innovación
PEU2030	Política Energética Uruguay 2030
PIT-CNT	Plenario Intersindical de Trabajadores - Convención Nacional de Trabajadores
PLUNA	Primeras Líneas Uruguayas de Navegación Aérea (PLUNA Líneas Aéreas Uruguayas S.A.)
PN	Partido Nacional
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SIU	Sistema Interconectado Uruguayo
SOHMA	Servicio de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada
TEP	Tonelada Equivalente de Petróleo
UdelaR	Universidad de la República
UREE	Unidad Reguladora de la Energía Eléctrica
URSEA	Unidad Regulatoria de Servicios de Energía y Agua
UTE	Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas

Índice

Agradecimientos	vii
Glosario de siglas	x
1. Introducción	5
1.1. Introducción general	5
1.2. Organización de la tesis	9
1.3. Característica del contexto de estudio	10
1.3.1. Uruguay: contexto regional y energético	10
1.3.2. Sistemas eléctricos y energía eólica	11
1.3.3. Complejidad del sistema eléctrico	14
2. Marco teórico y estado del arte	23
2.1. Marco Teórico	23
2.2. Problemáticas específicas asociadas a los sistemas energéticos	26
2.2.1. El problema de la comprensión pública de la energía	26
2.2.2. El problema de la multiplicidad interpretativa	27
2.2.3. El problema de la invisibilidad	28
2.3. Antecedentes	30
3. Metodología de estudio	35
3.1. Objetivos y preguntas de investigación	35
3.2. Hipótesis de trabajo	36

3.3. Enfoque metodológico y dimensiones de estudio	36
3.4. Fuentes	40
4. Orígenes de la energía eólica en el Uruguay: de los primeros estudios a las crisis de comienzos de siglo	43
4.1. Cronología	43
4.2. Actores y grupos sociales relevantes	50
4.3. dinámicas y mapa de interacciones	54
4.4. Alianzas socio-técnicas	57
5. Vientos de cambio: la política energética 2030 y sus consecuencias	61
5.1. Cronología	61
5.1.1. Situación energética hacia el año 2005	61
5.1.2. Cambio de políticas públicas: Política energética 2005-2030	62
5.1.3. Las crisis siguen golpeando	64
5.1.4. Los estudios para el establecimiento de grandes parques	65
5.2. Actores y grupos sociales relevantes	67
5.3. Dinámicas y mapas de interacción	75
5.4. Alianzas socio-técnicas	78
6. Los grandes parques: de la multipartidaria al auge de la eólica	81
6.1. Cronología	81
6.1.1. El advenimiento de los grandes parques	81
6.1.2. Panorama político	83
6.2. Actores y grupos sociales relevantes	84
6.3. Dinámicas y mapa de interacciones	86
6.4. Alianzas socio-técnicas	87
7. Discusión: trayectorias e interpretaciones	91
7.1. Trayectorias	91

7.2. Interpretaciones	98
7.2.1. Complejidad y adecuación	98
7.2.2. Flexibilidad y multiplicidad	99
8. Conclusiones	103
A. Apéndice: Uruguay, situación regional	107
A.1. Breve descripción socio-política del Uruguay	107
A.2. Breve descripción del sistema energético del Uruguay	110
A.2.1. Matriz energética	110
A.2.2. Matriz eléctrica	113
B. Apéndice: situación política hacia el año 2005	115
C. Apéndice: material complementario	117
Bibliografía	121
Referencias	121

1. Introducción

1.1. Introducción general

El problema energético es, sin dudas, uno de los más grandes desafíos que ha enfrentado la humanidad desde su creación. La energía es fundamental para la actividad humana, en todas sus formas. Desde la más elemental, la fuente solar como productora de vida y de recursos alimenticios, hasta las más sofisticadas formas tecnológicas de generación modernas, han sido objeto a lo largo de la historia de extensos estudios desde todos los campos del conocimiento humano.

A través del tiempo las sociedades humanas fueron aumentando el requerimiento de energía para su subsistencia. El hecho de no poder abastecer de manera democrática y segura a toda la sociedad humana es entonces el tema central de esta problemática, ya que se generan dos polos de consumo, uno sub-alimentado y subdesarrollado con grandes problemas sociales, y el otro con sobrealimentación y derroche energético.

La llamada “crisis energética” es la inhabilidad de satisfacer las demandas del mundo sobre los recursos naturales que se utilizan para impulsar a la sociedad industrial moderna. Estos recursos naturales tienen un suministro limitado, y si bien ocurren de forma natural, puede llevar cientos de miles de años su generación. O sea que, comparado con los tiempos humanos tradicionales, se consideran “no renovables” (CEF, 2018).

Como aclara Ramón Méndez (Ex Director Nacional de Energía del Uruguay), desde la revolución industrial el consumo energético se ha multiplicado en un factor 100. Un factor 10 debido al aumento vegetativo de la población mundial, y otro factor 10 debido al aumento del consumo per cápita de la sociedad moderna (Méndez, 2016; Méndez Galain, 2008). El

desafío de las naciones es acompañar y democratizar este crecimiento. En estas referencias el autor señala cuatro elementos esenciales a la hora del análisis de la problemática. El primero es la escasez de recursos: El hecho de que la matriz energética mundial esté dominada por los recursos no renovables hace que la energía disponible sea escasa para los requerimientos mundiales. Como segundo elemento aparece la preservación del recurso, evitando la sobreutilización de la energía por parte de las sociedades. Como tercer elemento tenemos el factor ambiental, ya que la producción energética conlleva una polución y un impacto ambiental apreciable. Finalmente, como cuarto elemento, menciona la inequidad del acceso a la energía.

Dado este panorama, se configura un núcleo de políticas energéticas a seguir por parte de las autoridades energéticas de los distintos países, que deben tener en cuenta para enfrentar esta problemática: El desarrollo tecnológico de fuentes renovables, el desarrollo tecnológico y de políticas de promoción de la eficiencia energética, el desarrollo de fuentes de generación limpias, y la búsqueda del acceso universal a la energía. En este sentido, y como veremos a lo largo de esta tesis, el Uruguay ha intentando hacer frente a esta problemática mundial haciendo foco en esos cuatro ejes principales.

El rápido crecimiento de la oferta energética de procedencia eólica en el Uruguay ha llamado la atención del mundo. Este crecimiento se ha dado principalmente a partir del año 2014, y hacia finales del año 2015 y comienzos del año 2016 ya ese crecimiento se veía reflejado en las noticias de distintos periódicos del Uruguay, de la Argentina y de distintos medios especializados en la problemática energética del mundo (ver p. ej. SPUTNIK MUNDO, 2016).

En particular, un artículo del diario La Nación de Marzo de 2016 resaltaba sobre este proceso que estaba reformando la oferta energética del país vecino (DIARIO LA NACIÓN, 2016). Se muestra una captura de la versión digital de dicha noticia en la figura **1-1**. La nota se tituló “Cómo Uruguay logró ser el país con mayor porcentaje de energía eólica de América Latina”, mientras el copete versaba “¿Cómo pudo un país pequeño, sin reservas conocidas de crudo, bajar el costo de su electricidad, reducir su dependencia del petróleo y ser líder en energías renovables?”. Justamente esta pregunta conformaba en sí misma una gran pregunta de investigación. En su texto, la nota asentaba:

En una década, Uruguay ha logrado algo que parecía inimaginable,

convertirse en el país con mayor proporción de electricidad generada a partir de la energía eólica en América Latina y uno de los principales en términos relativos a nivel mundial. Con ello, el país ha reducido su vulnerabilidad al cambio climático y a las crecientes sequías que afectan las represas hidroeléctricas.

También se comentaba en la nota las condiciones naturales que lo hacen muy favorable a la utilización de la energía eólica. Tan favorables que este hecho habría sorprendido a los propios especialistas en la materia.

Figura 1-1. Versión digital de la nota periodística del diario La Nación.



Fuente: Diario La Nación (DIARIO LA NACIÓN, 2016).

En ese momento, no sólo el aspecto técnico cambiaba el panorama energético del país, sino que su propio paisaje estaba cambiando. Comenzaron a crecer en algunas de sus cuchillas y cerros los grandes parques eólicos. Esas construcciones se pueden divisar desde sus rutas, siendo un ejemplo típico de este crecimiento el parque eólico de la Sierra de Caracoles en el departamento de Maldonado (ver figura 1-2).

Figura 1-2. Parque Eólico de la Sierra de Caracoles, ubicado en el departamento de Maldonado .



Fotografía: Plan Ceibal (PLAN CEIBAL, 2017).

Estos dos factores fueron los principales disparadores que ocasionaron la elección del tema para esta tesis de maestría. El cambio de su estructura energética que se evidenciaba en su paisaje de grandes parques y su impacto regional, marcan al desarrollo de la energía eólica en el Uruguay como un caso de estudio por demás interesante para ser abordado, como lo será a lo largo de este trabajo.

Para enmarcar el estudio dentro de una formulación teórica, se ha elegido el marco conceptual que brinda el abordaje socio-técnico, mediante el cual se logra un enfoque sistémico del problema en el cual ya no se pueden distinguir a priori entre los distintos elementos (sociales, políticos, tecnológicos, económicos y científicos) que conforman el tejido socio-cultural en el que está inmerso el dispositivo. Se pueden entonces estudiar los diferentes actores y

grupos sociales relevantes e individualizar las alianzas que impulsaron o frenaron el desarrollo tecnológico.

En este sentido, el objetivo general de esta tesis es comprender, desde un análisis socio-técnico, cómo se diseñó e impulsó el desarrollo de la energía eólica en Uruguay desde el año 2005 hasta el año 2017. Cabe en este momento desglosar algunas preguntas que nos guiarán en la investigación: ¿Cómo se llegó al estado de situación previo al año 2005? ¿Cómo se presentó el desarrollo de la energía eólica en el Uruguay a partir del año 2005? ¿Cómo actuaron las crisis energéticas, los cambios políticos, normativos y el conocimiento científico y técnico sobre el desarrollo de la generación eólica? ¿Cuáles fueron las dinámicas presentadas en diferentes etapas? ¿Qué roles cumplieron los diferentes actores? ¿Cuáles fueron las alianzas entre actores institucionales y sociales que permitieron y viabilizaron el desarrollo de la energía eólica?

Teniendo en cuenta estas preguntas, durante el desarrollo de la tesis analizaremos los aspectos históricos, políticos y el estado de situación de la matriz energética uruguaya, previos al año 2005. Identificaremos las políticas de promoción de la energía eólica. Analizaremos las principales causas, decisiones y posicionamientos políticos que posibilitaron el proceso de apropiación de tecnología. Mapearemos los instrumentos legales y financieros utilizados para el desarrollo de los parques. Reconstruiremos las trayectorias institucionales y sociales del desarrollo. Reconoceremos los actores y grupos sociales relevantes involucrados en el desarrollo, y analizaremos las alianzas socio-técnicas entre actores en el marco del constructivismo social de la tecnología.

1.2. Organización de la tesis

Para organizar el estudio se tomaron en cuenta tres periodos diferenciados de análisis (ver también punto 1.3.3): el primero de ellos abarca desde los años '50 del siglo pasado hasta los primeros años de este siglo (2005), que es donde se agudizan los problemas de abastecimiento y producción energética crónicos del país, y a la vez empiezan a realizarse estudios y prototipos de generadores eólicos, con especial foco en los años previos al 2005. El segundo periodo contempla el periodo 2005-2010, en donde se establecen las políticas

principales que fueron posibilitando el desarrollo eólico. El tercer periodo contempla el lapso 2010 en adelante, en donde se establecen los mecanismos de financiación y se comienzan a desarrollar los grandes parques.

En base a esta división temporal, la tesis se organizará de la siguiente manera:

En este capítulo, aparte de haberse descripto la problemática, la motivación principal y los objetivos de la tesis, se realizará una introducción a la temática, con una descripción socio-política del estado uruguayo, y breves descripciones del estado de la matriz energética. Se hará también una descripción de los sistemas eléctricos, con foco en el sistema uruguayo, y se analizará el panorama del desarrollo de la energía eólica, con un análisis de los indicadores principales históricos de la actividad.

En el capítulo 2 se realizará una descripción del estado del arte en la materia, y se describirá el marco teórico utilizado para el estudio. La metodología de estudio se detallará en el capítulo 3.

En el capítulo 4, 5 y 6 se realizará el análisis socio técnico dividido en las tres etapas mencionadas: La primera hasta el año 2005 (capítulo 4), luego entre el año 2005 y el año 2010 (capítulo 5), y finalmente desde el año 2010 hasta la actualidad (capítulo 6).

En el capítulo 7 se discute la trayectoria de la energía eólica en el marco de las etapas discutidas en los capítulos anteriores. Finalmente se presentan las conclusiones del trabajo en el capítulo 8. A continuación del mismo se presentan las referencias del estudio. En los apéndices se incluyen algunos análisis y figuras técnicas complementarias.

1.3. Característica del contexto de estudio

1.3.1. Uruguay: contexto regional y energético

En este apartado vamos a sintetizar el contexto regional y energético en el que está circunscrito el Uruguay. Un análisis más detallado de esta información puede verse en el Anexo A.

- Uruguay es un país relativamente chico, comparado con sus vecinos del cono sur de América. Su escala, tanto en población como en territorio, corresponde a 1/5 de Chile,

1/12 de argentina y 1/50 del Brasil. esto nos da una idea del universo poblacional y territorial que abarcará la tesis.

- El Uruguay funciona como un estado unitario presidencialista. Las intendencias o departamentos no poseen autonomía (como estados o provincias), con lo cual el manejo de los recursos energéticos cae bajo la responsabilidad directa del ejecutivo.
- El Uruguay posee un sistema de democracia semi-representativa, en la cual ciertas leyes se pueden someter a plebiscitos o referéndum.
- La participación de la energía eléctrica en la distribución y consumo energético es mayor que en los demás países de la región y que el promedio mundial.
- La matriz energética uruguaya tiene una componente muy importante del petróleo, recurso importado y por lo tanto muy dependiente del precio internacional del barril. Junto con Chile, era hacia 2014 el país de la región con más dependencia del petróleo como fuente primaria.
- La matriz eléctrica regional posee una gran heterogeneidad, con fuerte participación del gas en Argentina, carbón en Chile e hidráulica en Brasil. La matriz eléctrica uruguaya hacia el año 2014 comienza a diversificarse, con preponderancia de la generación hídrica y una inserción de la generación eólica comparable a la térmica (centrales con combustibles fósiles).

1.3.2. Sistemas eléctricos y energía eólica

En esta sección se describirá al sistema eléctrico uruguayo. Analizaremos la evolución de diferentes indicadores relacionados con la energía eólica en las últimas décadas, y detallaremos la división en etapas del estudio.

El sistema eléctrico uruguayo

Un sistema eléctrico consta fundamentalmente de tres sub-sistemas dedicados a tres procesos diferentes: La generación, el transporte o transmisión, y la distribución. En el proceso

de generación, un dispositivo tecnológico convierte algún tipo de energía disponible (solar, térmica, hídrica, química, eólica, geotérmica, nuclear, etc.) en energía eléctrica, ya sea en forma directa (como en la solar fotovoltaica) o bien a través del pasaje de dicha energía a la rotación del rotor de un generador, que a su vez convierte esa energía cinética de rotación en energía eléctrica. En definitiva, en este proceso una energía o recurso natural se convierte en energía eléctrica disponible a la salida del generador. Este proceso puede ser realizado *in situ*, o sea, en el lugar en el que está disponible el recurso, o bien en alguna zona cercana al centro de consumo. En el primer caso, el recurso se aprovecha en el lugar en donde está disponible debido a su disponibilidad localizada. Esto ocurre por ejemplo con las centrales hidroeléctricas o los generadores eólicos. En el segundo caso, el recurso puede ser transportado hacia el lugar de generación (por ejemplo, centrales térmicas con combustible fósil, ya sea fueloil o gas natural). Vamos a profundizar sobre la generación eléctrica en Uruguay en la próxima sección. En todo caso, para poder ser utilizada en el lugar de consumo, esta energía eléctrica debe ser transportada, por lo general, grandes distancias en el territorio.

En la etapa de transporte o transmisión, la energía eléctrica se inyecta en una red de transmisión. Esta red, (en este caso el Sistema Interconectado Uruguayo, que totalizan 83.277 km tomando en cuenta la distribución), se compone de líneas de transmisión principales a 500 kV, líneas de transmisión troncales a 150 kV y líneas secundarias a 63 kV. La línea principal a 500 kV (1.078 km) conecta la central hidroeléctrica de Salto Grande con San Javier (en donde se conecta con el sistema argentino), la central hidroeléctrica del Palmar (Constitución), la zona metropolitana de Montevideo y San Carlos. Las troncales a 150 kV y las líneas a 63 kV conecta el resto de las ciudades y principales centros de consumo del sistema, totalizando 3.923 km (contando con 72 estaciones de 150 kV). Cada uno de los generadores acoplados a esta red de transmisión posee una estación elevadora para adecuar el voltaje de salida del generador con la tensión de la línea en cuestión. La conexión entre líneas se realiza a través de subestaciones de transformación. Existen cuatro puntos de interconexión con los países limítrofes, tres de estos se ubican en el litoral (Salto Grande y San Javier en 500 kV, Paysandú en 150 kV), mientras que el restante está ubicado en la ciudad de Rivera (a 150

kV), donde se encuentra la conversora de frecuencia 50/60 Hz.¹

En la tercera etapa, las líneas de transmisión finalizan en estaciones transformadoras de distribución, en donde la tensión se reduce a media tensión y se distribuye en las redes de distribución a 30 o 60 kV, que luego se reduce a 6 o 15 kV. Estas redes de distribución alimentan a clientes industriales, y luego entran a centros de transformación en donde se reduce la tensión para la alimentación comercial y domiciliaria de 220 V.

Se destaca, para finalizar, que la tasa de electrificación del Uruguay cubre actualmente el 99,7 % de los hogares y que el sistema eléctrico uruguayo sobresale por su confiabilidad con respecto al resto de los países de la región (segundo puesto de América Latina en relación a la calidad del suministro eléctrico en el país (World Economic Forum, 2019)).

Generación eléctrica en el Uruguay

Volviendo al proceso de generación, el Uruguay posee diversificada su matriz de generación eléctrica. A continuación se detallan los diferentes dispositivos generadores utilizados en el sistema eléctrico uruguayo (UTE - Generación, 2019).

Centrales térmicas: Existen 10 centrales térmicas de combustible fósil, 9 de ellas operadas por UTE, de las cuales se destaca la central Punta de Tigre con 300 MW de potencia instalada (está en prueba una nueva central de 500 MW). Totalizan 652 MW de potencia instalada. La mayor parte de esa potencia está instalada cerca de la ciudad de Montevideo, y se conecta a las redes de transmisión de 150 kV. Existen 11 centrales a biomasa, la mayoría perteneciente a empresas privadas, de las cuales se destaca Punta Pereira S.A. (180 MW) y UPM (161 MW). Totalizan 413 MW de potencia instalada, conectándose a las redes de 150 kV.

Solar fotovoltaica: Existen 18 parques solares, con potencia en general pequeña y distribuidos en el noroeste del país. Los más grandes (50 MW) son El Naranjal y La Jacinta. Totalizan 228 MW de potencia instalada y se conectan a la red de distribución a 31,5 kV. Todas ellas son manejadas por operadores privados, excepto una de muy baja potencia.

Hidráulica: Existen cuatro centrales hidráulicas, tres de ellas operadas por UTE: Ga-

¹Para mayores detalles técnicos se puede consultar la página en Internet de UTE (UTE, 2019).

briel Terra (152 MW), Rincón de Baygorria (108 MW, estas dos últimas funcionando a 150 kV), y Constitución (333 MW, conectada a la línea de transporte de 500 kV). Estas centrales están sobre el curso del Río Negro, que atraviesa Uruguay en dirección este-oeste, desembocando en el Río Uruguay. La cuarta central es Salto Grande, compartida con Argentina y ubicada en el cauce del Río Uruguay al noroeste del país, con una potencia instalada para Uruguay de 945 MW conectada con la línea de transporte de 500 kV. Esta central es manejada por la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande. El total hidráulico instalado en el país es de 1538 MW.

Eólica: Totalizan 44 parques distribuidos geográficamente en su mayoría hacia el sur y el este del país. Hay parques propios de UTE (por ejemplo Caracoles en Maldonado, o Juan Pablo Terra, con 62 MW instalados), parques manejados por UTE en colaboración con accionistas privados (por ejemplo Pampa, con 142 MW instalados) u otras compañías, y parques privados. Totalizan 1504 MW de potencia instalada, en general conectados en las troncales de 31,5 kV, 63 kV o 150 kV.

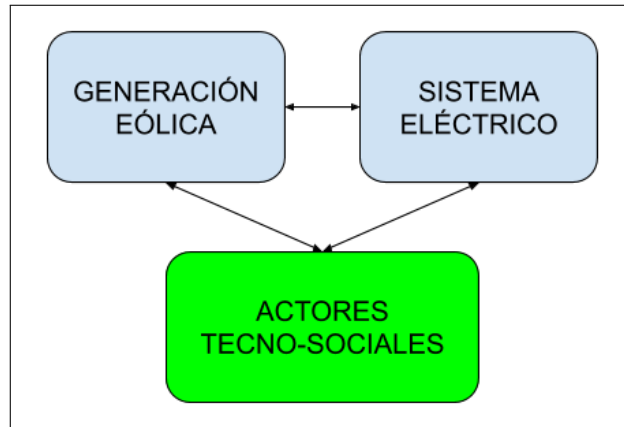
Micro-generación: Existen también una serie de micro-generadores solares, de biomasa, térmicos y eólicos que totalizan 17 MW de potencia.

1.3.3. Complejidad del sistema eléctrico

Se ha presentado esta pequeña reseña del sistema eléctrico uruguayo, en su apariencia meramente “técnica”, con un doble objetivo. Primero hacer un recuento de todos los elementos técnicos que componen al sistema en donde está inserto el mecanismo bajo estudio, esto es, la generación de energía eólica. En segundo lugar, resaltar la complejidad técnica de su entramado, que tiene efectos claros sobre la mirada social sobre todo el sistema, y en particular sobre algún componente de ella.

Por lo pronto, podemos simplificar esta complejidad, esquematizando al sistema eléctrico como un sistema complejo “alimentado” por un sistema de generación eólica. Cabe aclarar que, dentro de este sistema, está la red de transmisión, la de distribución y todos los subcomponentes transformadores, así como las demás fuentes de generación. Por supuesto, a la “salida” de este sistema tenemos a los diferentes actores sociales que interactúan ya sea

Figura 1-3. Esquematación del sistema eléctrico como un sistema alimentado por generación eólica, e interactuando con actores tecno-sociales.

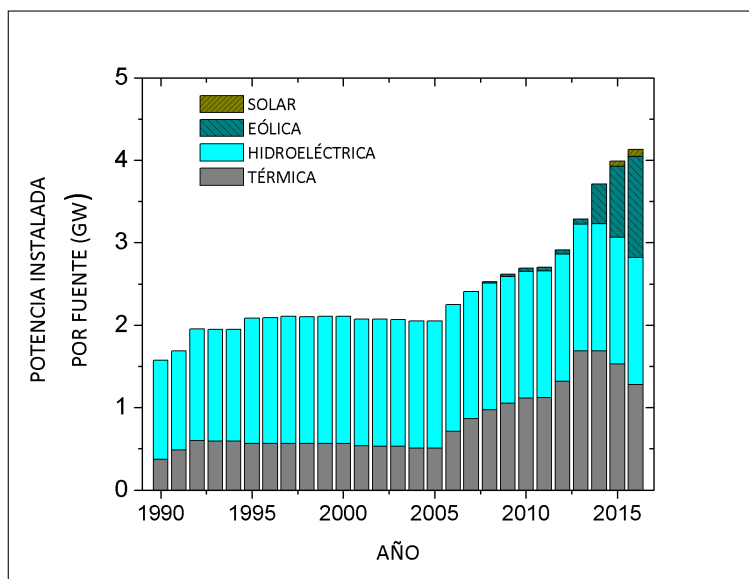


Fuente: Elaboración propia.

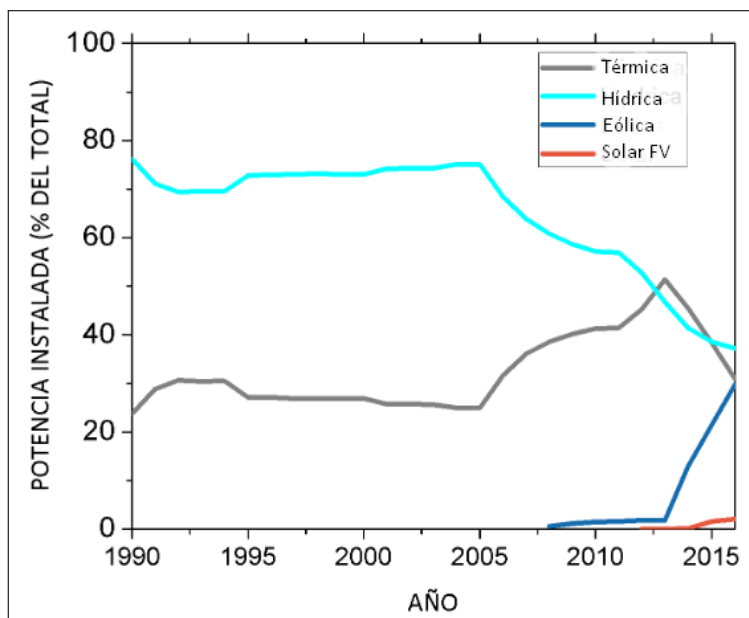
como consumidores de distinto tipo, actores públicos, privados, o del área de conocimiento. En los próximos capítulos iremos caracterizando a todos ellos. Por ahora quedémonos con esta imagen simplificada, esquematizada en la figura 1-3.

El aumento de la oferta eléctrica de origen eólico: Evolución de indicadores

Vamos a ver en este apartado cómo fueron evolucionando los diferentes indicadores energéticos. Los datos han sido extraídos del sitio del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM-DNE, 2016). En la figura 1-4 se muestra la potencia instalada para las distintas fuentes de generación: Solar, eólica, hidroeléctrica y térmica, expresada en términos absolutos (GW), para el periodo 1990-2016. Se pueden apreciar varios comportamientos. Primero es el estancamiento de la potencia instalada total (representada por el alto total de las columnas) a partir del año 1992, lo que denota una falta de inversión en el sistema eléctrico durante esos años. Luego a partir del año 2006 comienza un repunte en la instalación de potencia de generación, sobre todo de origen térmico para abastecer la creciente demanda (la potencia hidroeléctrica había llegado a su techo tecnológico). A partir del año 2010 se nota el aumento en potencia eólica y solar instalada.

Figura 1-4. Evolución de la potencia instalada por fuente 1990-2016.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de MIEM (MIEM-DNE, 2016).

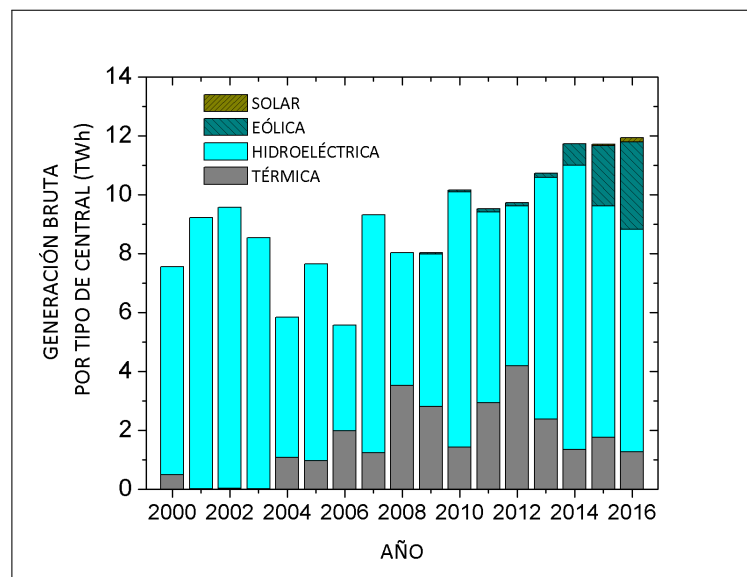
Figura 1-5. Potencia instalada por fuente (en porcentaje) 1990-2016.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de MIEM (MIEM-DNE, 2016).

Veamos cómo se traducen los números anteriores en términos de participación de cada fuente de generación sobre el total de potencia instalada. La figura 1-5 muestra la potencia instalada por fuente como porcentaje del total, para el mismo periodo y con los mismos

datos del gráfico anterior. Aquí se puede ver con más claridad el efecto de la inversión en fuentes alternativas, que producen a partir del año 2010 una reducción de la participación de la hídrica y la térmica sobre el total, y un aumento de la solar y (sobre todo) la eólica. Se nota también el efecto descripto anteriormente de estancamiento de la oferta en los años 90 por falta de inversión.

Figura 1-6. Evolución de la generación eléctrica por fuente 1990-2016.



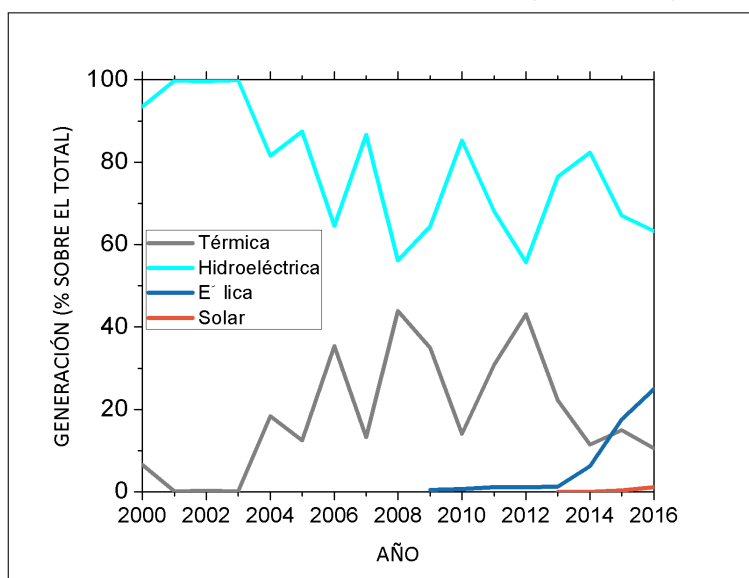
Fuente: Elaboración propia en base a datos de MIEM (MIEM-DNE, 2016).

Los gráficos anteriores dan una idea de la evolución de la oferta energética. Veamos un poco la evolución de la demanda energética para estos años. La figura 1-6 representa la generación bruta de energía eléctrica, también asociadas por fuente de generación: Solar, eólica, hidroeléctrica y térmica, en términos absolutos (TWh), a partir del año 2000. Resulta interesante ver cómo en los años 2001 a 2003, debido a condiciones climáticas muy favorables, la generación eléctrica fue exclusivamente de origen hídrico, la cual tuvo un incremento notable (que excedía la demanda interna), cuyo excedente fue exportado principalmente a la Argentina. Esto fue muy importante para la estabilización de las cuentas de UTE y el pago de deudas. Luego de ese pico se observa una caída en la generación, y a partir del 2006 un aumento monótono en la generación, sostenido por el aumento del consumo interno. En particular para el año 2008 se observa el período de menor generación hídrica debido a las

variaciones climáticas (corriente del niño), la cual tuvo que ser reemplazada por generación de origen térmico (ver Capítulo 4).

Como se realizó anteriormente, se presenta en la figura 1-7, para el mismo periodo, la participación en la generación bruta de energía eléctrica proveniente de cada una de las fuentes mencionada. Vemos en la figura las particularidades anteriormente mencionadas, pero se nota aquí el despegue de la generación eólica a partir del año 2010, llegando para el año 2016 a una participación mayor al 20 % del total generado.

Figura 1-7. Generación eléctrica por fuente (porcentual) 1990-2016.

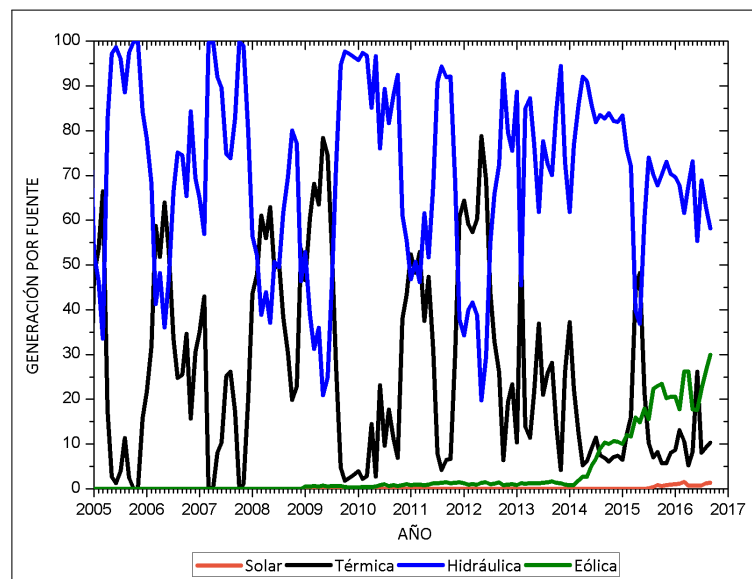


Fuente: Elaboración propia en base a datos de MIEM (MIEM-DNE, 2016).

Para atender por un momento al problema de la variabilidad climática de la generación eléctrica, veamos un detalle en el período 2005-2016, para las distintas fuentes, con detalle mensual (figura 1-8). Se aprecia notablemente la variación estacional en la generación hídrica (menor en el primer semestre de cada año y aumentando en el segundo) y los picos debido a variaciones interanuales. En particular para el año 2008, 2009 y 2012 se observan los menores niveles de generación. Esta variación, como se observa, es absorbida por la generación térmica, la cual se activa para abastecer en forma adecuada a la demanda. El advenimiento de la eólica tiende a estabilizar estos picos, como se observa a partir del año 2015. La diversificación es importante también en el sentido de estabilización técnica de la generación

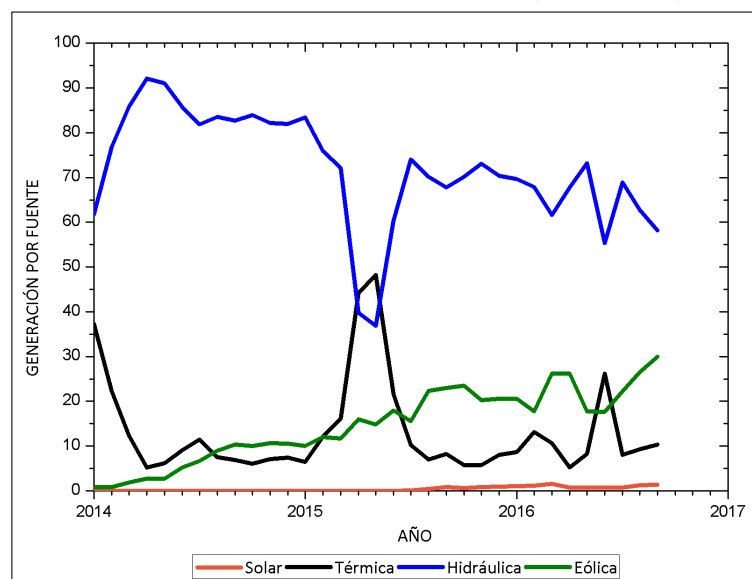
eléctrica. Se puede observar con más detalle estos datos en la figura 1-9 a partir del año 2014, en donde se observa que aún dependiendo de las centrales térmica para suplir la baja en la generación hídrica, el sistema eléctrico tiende a ser más estable. Obsérvese también que en los últimos datos la generación eólica está llegando al 30 % de la generación total.

Figura 1-8. Evolución de la generación eléctrica por fuente 2005-2016.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de MIEM (MIEM-DNE, 2016).

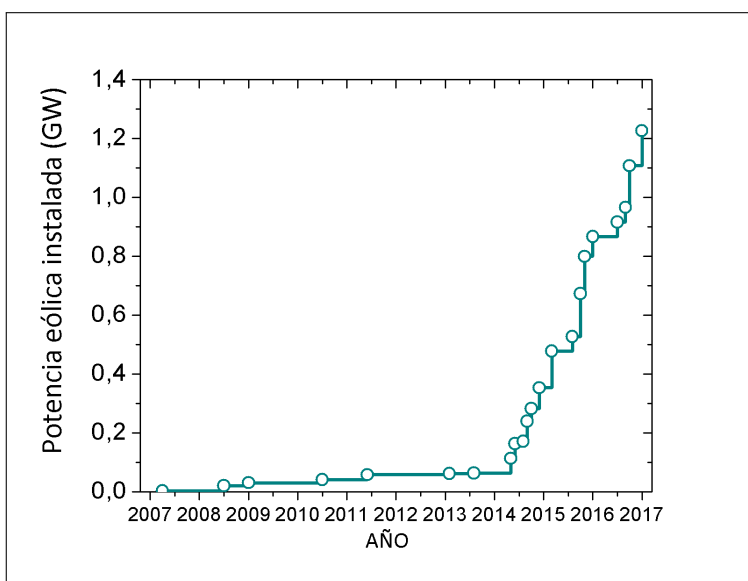
Figura 1-9. Generación eléctrica por fuente (porcentual) 2005-2016.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de MIEM (MIEM-DNE, 2016).

Finalmente, para cerrar este capítulo con una descripción técnica gráfica de la evolución de la energía eólica en los años bajo análisis, se puede ver en la figura 1-10 la potencia eólica instalada, en GW. Si se observa el crecimiento de la oferta, vemos hacia el año 2008 un lento despegue sostenido, seguido por un cambio importante de tendencia hacia mediados del 2014, en donde se pasa de una suave pendiente evolutiva en los años previos, a un aumento muy significativo de dicha pendiente.

Figura 1-10. Evolución de la potencia eólica instalada 2007-2017.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de MIEM (MIEM-DNE, 2016).

Síntesis

Éstos son algunos puntos de interés que nos deja este apartado:

- El sistema eléctrico uruguayo (al igual que cualquier sistema eléctrico), es un complejo sistema que cuenta con sub-sistemas técnicos de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. En particular, la red de transmisión y distribución totaliza 87.277 km. Posee cuatro puntos de interconexión con las redes de sus países limítrofes.
- El sistema de generación posee en la actualidad 10 centrales térmicas, 18 parques solares, 4 centrales hidráulicas, 44 parques eólicos, y marginalmente sistemas de micro-generación.

- La complejidad técnica del sistema se ve reflejada en la percepción de los diferentes actores sociales. Podemos simplificar esta complejidad (para el objeto de este estudio) caracterizando al sistema eléctrico como un componente “principal” (que incluye todos los sistemas de generación excepto la eólica, transmisión y distribución), interactuando con el sistema de generación eólica y con los actores tecno-sociales (figura **1-3**).
- Se detecta una desinversión en el sistema eléctrico en los años '90, con una capacidad instalada estancada.
- Tal como lo muestran los indicadores, las componentes hídrica y térmica de la generación posee una fuerte dependencia de las condiciones climáticas. La curva ascendente de la generación eólica (y en menor medida de la solar) comenzando en 2008 y explotando hacia 2014 produce una estabilización de la red, volviéndola menos susceptible a cambios climáticos y variaciones de las otras formas de producción.

Sobre la base de estos descriptores, podemos comenzar un estudio sistemático con el marco teórico del CST. En los capítulos siguientes se desarrollará ese estudio, dividido en las tres etapas representativas del desarrollo eólico que hemos resaltado anteriormente: La **primera etapa** (discutida en el capítulo 4) abarcará el desarrollo hasta el año 2005, momento en que se produce el cambio de gobierno, asumiendo el Frente Amplio la presidencia de la república. La **segunda etapa** (capítulo 5) abarcará el período 2005-2010, en el cual se producen (como veremos) los cambios necesarios para incubar el desarrollo incipiente y ponerlo en parques concretos. La **tercera etapa** (capítulo 6) arranca en 2010 e incluye la etapa de desarrollo masivo e instalación de parques de gran porte.

2. Marco teórico y estado del arte

Como hemos visto en el capítulo 1, el objetivo central de esta investigación es la realización de un análisis del desarrollo de la energía eólica en Uruguay, con foco en su carácter distintivo que le ha permitido lograr en poco tiempo posicionarse como líder regional. El tema principal del trabajo propuesto está enmarcado dentro de la problemática de los estudios de la ciencia, tecnología y sociedad, cuyo objetivo principal es el análisis de los procesos sociales, políticos y económicos relacionados con las actividades científicas, tecnológicas y de innovación. En este capítulo presentaremos el marco teórico que utilizaremos en su análisis y el estado del arte (antecedentes) de la temática en cuestión.

2.1. Marco Teórico

En el desarrollo histórico de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, los modelos denominados “lineales” (asociados a la concepción de la tecnología como producto principal de la ciencia básica) han ido dando lugar a modelos interactivos de producción de tecnología, que ligan las distintas fases de producción de una manera interrelacionada y dinámica. Estos modelos resultan adecuados para poder realizar un estudio centrado en los procesos y trayectorias que determinan un artefacto tecnológico. En particular la Construcción Social de la Tecnología (CST) (Pinch y Bijker, 2008) intenta abrir la caja negra de la tecnología y analizar las dinámicas asociadas a procesos sociales, y apunta a estudiar los entramados socio-técnicos en términos de lo que Hughes llamó “tejido sin costura”, refiriéndose al hecho de que el tejido de una sociedad no se encuentra definido por elementos que puedan clasificarse unívocamente como científicos, tecnológicos, sociales o económicos (Hughes, 1986). En este sentido, resulta inconveniente o hasta imposible realizar distinciones entre estos ele-

mentos. La interpretación, que propone la superación del enfoque determinista, concibe a lo “técnico” como un concepto socialmente construido y a lo “social” como un concepto tecnológicamente construido.

La CST nos provee de ciertos conceptos teóricos útiles para nuestro estudio: El concepto de **grupos sociales relevantes** y el de **flexibilidad interpretativa**. Los grupos sociales relevantes son los que en definitiva construyen el artefacto tecnológico y sus procesos asociados. Son los portadores del proceso de desarrollo tecnológico y otorgan sentido a los artefactos. Constituyen un primer nivel de agregación en el análisis. Por otro lado, la flexibilidad interpretativa toma en cuenta los diferentes sentidos que los grupos sociales relevantes le atribuyen a los artefactos (Pinch y Bijker, 2008). Expresa la multiplicidad de visiones que encarnan los diferentes grupos sociales relevantes. En este sentido, se puede enlazar con el concepto de multiplicidad interpretativa discutido más adelante (ver punto 2.2.2).

En los casos en donde existe una flexibilidad interpretativa apreciable, se utilizan los conceptos de **clausura** y de **estabilización**. La estabilización es un concepto que resalta el grado de aceptación de un artefacto por parte de un grupo social. En el caso de homogeneizarse los sentidos atribuidos a un artefacto, aumentará el grado de estabilización del artefacto. En la clausura, disminuye la flexibilidad interpretativa y surgen consensos acerca del sentido dominante de un artefacto. El proceso de estabilización, así visto, lleva en algunos casos a la clausura interpretativa. Igualmente, en ciertos casos no se termina de producir la clausura incluso luego de cierto grado de estabilización, y pueden existir funcionamientos múltiples de una tecnología para distintos actores.

Otros dos conceptos importantes que nos brinda la CST son el de **marco tecnológico**, y el de **ensamble socio-técnico**, que son dos niveles de agregación superiores al artefacto en sí, el marco tecnológico como un segundo nivel y el ensamble como un tercer nivel que amplía los alcances a un nivel social más amplio. En la economía del cambio tecnológico se han utilizado conceptos que son importantes y complementarios a los de la CST, principalmente el de los procesos de aprendizaje y de trayectorias, con los cuales se logra una visión dinámica de los procesos de cambio tecnológico que no está ciertamente presente en las concepciones

básicas de la CST (Thomas, 2008). Si bien no utilizamos estos conceptos en este estudio, resulta importante mencionarlos.

Dentro del marco teórico que se utilizará para el desarrollo del trabajo, se adaptan conceptualizaciones que han sido desarrolladas por algunos autores con el objetivo principal de aplicarlo al estudio de la utilización y la producción de tecnologías en países en desarrollo, en especial aplicadas al caso de los países de América Latina (Thomas, 2008). Estos modelos resultan adecuados para poder realizar un estudio centrado en los procesos y trayectorias que determinan un artefacto tecnológico. Dentro de esos modelos se pueden tomar conceptualizaciones provenientes de dos corrientes: la sociología de la tecnología y la economía del cambio tecnológico. Se triangulan estos conceptos descritos y se logra un desarrollo teórico robusto para el estudio socio-técnico que logra maximizar su capacidad descriptiva y analítica (Thomas, 2008). En este desarrollo teórico se incluyen diferentes concepciones útiles a la hora de la descripción y estudio de tecnologías: Dinámicas y trayectorias socio-técnicas, estilos socio-técnicos, resignificación de tecnologías, adecuación socio-técnica, etc. Han sido utilizados en el análisis socio-técnico de diferentes actividades tecno-productivas (ver, por ejemplo: Garrido, Lalouf, y Thomas, 2011, Picabea y Thomas, 2011, Santos y Thomas, 2012, Thomas, Versino, Lalouf, y Thomas, 2008).

Así, se desarrollaron nuevas conceptualizaciones que serán utilizadas en este estudio. Las **dinámicas socio-técnicas** describirán el conjunto de patrones de interacción (relaciones técnicas, económicas, sociales y políticas) que describen el desarrollo tecnológico. Resulta un concepto sincrónico, útil para mapear relaciones socio-económicas y tecno-políticas en un momento determinado de un proceso de cambio tecnológico. Estas relaciones permiten construir mapas estáticos de interacciones heterogéneas.

Por otro lado, las **trayectorias socio-técnicas** se establecen como los procesos de aprendizaje, construcción de funcionamientos, políticas y estrategias de un actor, y están enmarcadas dentro de una o varias dinámicas socio-técnicas. Indaga de qué manera cada objeto se integra en las diferentes dinámicas. Es un concepto diacrónico que permite establecer relaciones causales entre componentes heterogéneos en secuencias temporales.

El concepto de **adecuación socio-técnica** involucra la forma de integración de la tec-

nología en un contexto socio-histórico determinado. El funcionamiento o no funcionamiento de una tecnología depende mucho del sentido construido en estos procesos de adecuación. Se puede decir que la adecuación produce funcionamiento.

El último concepto que mencionaremos proveniente de este abordaje teórico es el de **alianzas socio-técnicas**. Podríamos definirla como una articulación o coalición entre elementos heterogéneos como actores, conocimientos, recursos materiales y ambientales, ideologías, regulaciones, instituciones y artefactos que conforman una red que viabiliza o restringe las posibilidades de funcionamiento de una tecnología. Esta articulación permitirá (o no) la estabilización de la adecuación socio-técnica y la asignación de sentido de funcionamiento. Las alianzas permiten analizar las relaciones de poder y quiénes llevan a cabo el proceso de cambio socio-técnico.

Utilizando estas conceptualizaciones es posible adentrarse y reflexionar acerca del contenido tecno-social de los artefactos y procesos, su fracaso o éxito, su marco socio-histórico, y el análisis de políticas públicas en ciencia y tecnología.

2.2. Problemáticas específicas asociadas a los sistemas energéticos

2.2.1. El problema de la comprensión pública de la energía

Una de las restricciones a la hora de estudiar las relaciones y actitudes sociales hacia temas energéticos, es el desconocimiento de la población no especializada en relación a la energía, como concepto técnico. Entender esta problemática es crucial, entre otras cosas, para la formulación de políticas y campañas de concientización sobre el uso eficiente del recurso.

Tengamos en cuenta que la sola palabra “energía” posee un significado diferente en el lenguaje técnico que en el habla cotidiana. Mientras que en el ámbito científico el término tiene una concepción clara que nos da cuenta sobre la capacidad de un sistema de realizar un trabajo mecánico, en la vida cotidiana de millones de personas esta concepción no está tan

clara. Empeora cuando nos damos cuenta que hablamos de “generadores” de energía, cuando en realidad deberíamos hablar de conversores, porque físicamente la energía como tal no se genera sino que va cambiando su manifestación (p.ej., conversión de energía potencial del agua en energía cinética de rotación de la turbina. Desarrollaremos esto en el punto 2.2.2).

Sin entrar en detalle sobre el punto anterior, la problemática se traslada automáticamente cuando hablamos de energía eléctrica. Con el agravante que sumamos otro aspecto, que es la propia concepción de electricidad, y las diversas formas verbales para expresar el concepto de energía eléctrica (luz, corriente, voltaje, etc.). Cabe preguntarse hasta qué punto esto afecta la relación tecno-social del público o usuarios generales con el sistema eléctrico.

Respecto de la comprensión pública de la energía eléctrica, Southwell y colaboradores (Southwell, Murphy, DeWaters, y LeBaron, 2012) realizaron un estudio en los Estados Unidos relacionado con la comprensión de la factura de electricidad. Evaluaron la comprensión de los consumidores sobre la energía o su capacidad para involucrar e interpretar información de facturas de servicios públicos. Lo que sugieren sus resultados es que tenemos disponibles al menos tres conceptos distintos relacionados con la comprensión pública de la energía: comprensión auto-percibida sobre el tema, conocimiento de los hechos energéticos y capacidad de interpretar información práctica, como facturas de energía de los hogares. Otros autores van más allá, y sugieren que la “ignorancia” pública de la electricidad es una parte importante y manufacturada del sistema socio-técnico existente. La falta de interés público en el sector eléctrico permite a las empresas de servicios públicos y operadores de sistemas mantener su control y obtener beneficios estables (Sovacool, 2009).

2.2.2. El problema de la multiplicidad interpretativa

Stern y Aronson (citados en Sovacool, 2009) sostienen que la “energía” posee al menos cinco significados distintos en la sociedad contemporánea:

La **visión científica**, que es la que mencionábamos en el punto 2.2.1, en la cual la energía es la capacidad de realizar trabajo de un sistema, y puede manifestarse en diferentes formas. La energía se transforma de una forma de manifestación en otra, pero nunca se pierde. Existe una forma de cuantificarla científicamente, y sus unidades físicas son el Joule

o la Caloría (a veces se utiliza la tonelada equivalente de petróleo o el BTU).

La **visión económica**, en donde el concepto está más cercano a lo que sería una “commoditie” o materia prima (o una colección de ellas como carbón, petróleo, gas, etc.). en este sentido, la visión es la de un mercado de compra-venta de materia prima, en donde lo esencial es la eficiencia económica.

La **visión ecológica**, en donde se clasifica a los recursos energéticos como renovables o no renovables, contaminantes o no contaminantes, agotables o no agotables, para expresar su contexto ambiental. Esta visión enfatiza los valores de sustentabilidad en la producción y uso de la energía.

La **visión de bienestar social**, que toma a la energía como una necesidad de la sociedad moderna. Sostiene al acceso universal a la energía como derecho humano básico.

Y finalmente, la **visión de seguridad energética** se focaliza en la ubicación geográfica de los recursos, y su estabilidad política y disponibilidad.

Entender el entramado de estos conceptos y su aplicación en el caso regional y local puede ser un tema de mucho interés a la hora de planificar cambios estratégicos de políticas energéticas. A su vez, el concepto de flexibilidad interpretativa se enlaza con este grado de libertad interpretativo, ya que normalmente los grupos sociales suelen apropiarse como visión a alguno (o algunos) de los panoramas descriptos.

2.2.3. El problema de la invisibilidad

Existe un elemento social clave a la hora de analizar ciertos sistemas industriales modernos (como podría ser una red de telefonía celular, red de telefonía fija, y también una red eléctrica), que es el grado en el que se vuelven invisibles para la mayoría de la gente, la mayor parte del tiempo. Podríamos decir, con cierto grado de poetización, que la electricidad es invisible a los ojos, pero también lo es un gran sistema eléctrico.

El momento en que se visibiliza el sistema es cuando está en serios problemas (cortes de luz, caída de cables, aumentos sostenidos del valor de la energía, etc.). Dicho de otro modo, también de una manera llana, la mayoría de la gente se da cuenta de la importancia en la vida moderna del sistema eléctrico cuando falla (Edwards, citado en Sovacool, 2009).

Se podría pensar que el sistema eléctrico nos atraviesa de tal manera que se vuelve invisible en situaciones normales.

El sistema eléctrico posee en líneas generales otra particularidad: La electricidad se genera en otro lugar. Veamos esto; La mayoría de la gente vive en los grandes centros urbanos, y la electricidad se genera normalmente en lugares bastante alejados. Obviamente no consideramos aquí microgeneración o algunas centrales térmicas cercanas a las ciudades (aún así la generación está bastante escondida a los ojos de las grandes urbes). El paisaje tecnológico del sistema eléctrico está fuera de la conciencia cotidiana de la gente.

En ese sentido, vemos que la invisibilidad del sistema eléctrico tendrá mucha importancia en las etapas estables de su evolución, y desaparecerá allí cuando el sistema se vea vulnerable en cuanto a estabilidad técnica y/o económica. Esto puede ser un obstáculo para el desarrollo de formas alternativas de generación de energía, dado que en los momentos de estabilidad se reduce notablemente la presión social hacia un cambio, dificultando la aparición de nichos de desarrollo.

Tomemos como elemento quizás antagónico de los puntos anteriores a la red ferroviaria de cierta zona. Es indiscutible que la mayoría de la gente sabe lo que es un tren y cómo se mueve. Quizás no tenga un detalle técnico claro pero la mayor parte de la gente puede establecer particularidades respecto de la red cercana a su hogar. También es posible que la multiplicidad interpretativa sea menor que en el caso de la red eléctrica, justamente debido a ese conocimiento práctico de la red.

Por último, todos los que vivimos en cercanías de una estación de ferrocarril tenemos claro hasta qué punto la red forma parte de nuestra vida diaria, bien visible en todos sus aspectos. El tren nos trae y nos lleva. La estación es un punto de referencia en la cercanía (y en general un centro comercial). El tren hace ruido al pasar. Las vías, a la vez que juntan distancias, separan semiespacios (“del otro lado de la vía” o “de este lado de la vía”). El tren tiene horas pico las cuales no se caracterizan por sus comodidades. En definitiva, la red ferroviaria está presente, conscientemente, en nuestras vidas cotidianas. No es el caso de la red eléctrica. Seguramente si pregunto al lector si conoce la línea ferroviaria más cercana, y la estación ferroviaria más cercana, puede en cuestión de segundo responder esa pregunta. Si

lo cuestiono sobre la línea de alta tensión más cercana, o la estación de transformación más cercana, las respuestas serán menos certeras seguramente. El trasfondo que subyace en esta indagación es de qué manera vemos integrada cierta tecnología en nuestra vida diaria y de qué manera se inserta en nuestra formación socio-cultural. En otras palabras, la “invisibilidad” es un factor clave a la hora de indagar sobre la flexibilidad interpretativa del sistema o de uno de sus componentes.

2.3. Antecedentes

En esta sección describiremos los antecedentes del problema estudiado. Por lo encontrado en la literatura, el tema de la generación eólica ha sido tratado desde una perspectiva mayormente técnica o de prospectiva. Se pueden encontrar trabajos que abordan el problema de la generación de energía eólica a nivel mundial y sobre aspectos básicamente técnicos, por ejemplo en el trabajo de Mostafaeipour (Mostafaeipour, 2010), en donde se explora la importancia del desarrollo global de generadores eólicos, y se discuten aspectos técnicos del parque global instalado y su potencial energético. En el trabajo de Michalak y Zimny (Michalak y Zimny, 2011) se presentan las principales líneas de desarrollo mundial en energía eólica y las perspectivas futuras.

La temática de la generación de energía eólica, abordada desde una perspectiva socio-técnica, ha sido estudiada para casos específicos a nivel mundial. Verbong y Geels (Verbong y Geels, 2010) desarrollaron un trabajo teórico que estudia las transiciones de sustentabilidad en el sector eléctrico a través de trayectorias socio-técnicas utilizando perspectivas multinivel. Este enfoque teórico pareciera muy apropiado para estudiar las transiciones en grandes sistemas tecnológicos, como lo es el sistema eléctrico.

La perspectiva multinivel utiliza observaciones de la sociología, de la teoría institucional y de los estudios de innovación. La perspectiva es particularmente útil para analizar la dinámica de largo plazo en el desplazamiento de un sistema socio-técnico a otro (Geels, 2004). Esta teoría busca explicar las transiciones sistémicas como resultado de interacciones multidimensionales entre nichos-innovaciones radicales, un régimen establecido y un panorama socio-técnico externo (Verbong y Geels, 2010). En ese sentido, al hablar de un gran

sistema socio-técnico como es el sistema eléctrico, aparecen elementos tales como instituciones sociales (organismos reguladores, organismos de financiación) y dispositivos técnicos (generadores, torres de transmisión, transformadores, etc.). También incluye componentes intangibles como el conocimiento y la pericia de sus actores. En ese sentido, la construcción del sistema eléctrico involucrará a los recursos físicos, intelectuales y simbólicos de la sociedad en donde está inmerso (Sovacool, 2009). Las transiciones o cambios en los grandes sistemas de infraestructura tecnológica no se producen fácilmente, porque dichos sistemas se caracterizan por la estabilidad y el bloqueo o cautividad (Verbong y Geels, 2010). Estos sistemas se caracterizan por requerir grandes inversiones de dinero y conocimiento (plantas de energía, cables y líneas, estaciones de transformación, habilidades, conocimiento tácito) los cuales complican un cambio rápido a sistemas completamente nuevos. Este efecto de cautividad hace que los estados de equilibrio de los sistemas en condiciones normales sean duraderos.

También se han tratado casos específicos en algunos trabajos. Bunting (Bunting, 2008) se centra en las causas del escaso uso de la energía eólica en Australia desde una perspectiva socio-técnica. En el trabajo de Sovacool (Sovacool, 2009) se estudian las causas socio-técnicas que impiden el desarrollo de energías renovables en los Estados Unidos. Kamp (Kamp, 2008) compara desde una perspectiva socio-técnica los casos de la introducción de energía eólica en Holanda y Dinamarca. En el caso argentino, si bien no he encontrado estudios específicos socio-técnicos sobre producción de energía eólica, se han realizado estudios socio-técnicos de aprovechamiento de energías renovables en algunos trabajos. Garrido (Garrido, Lalouf, y Moreira, 2014) analiza bajo la perspectiva socio-técnica un conjunto de iniciativas y proyectos para el aprovechamiento de energías renovables en Argentina, con especial enfoque en proyectos de desarrollo sustentable e inclusión social, y el mismo autor (Garrido, Lalouf, y Thomas, 2010) realiza un estudio socio-técnico de la instalación de destiladores solares en el noroeste de Mendoza. También existen estudios de desarrollos tecnológicos sociales y ciudadanía socio-técnica (Thomas, 2009).

Para el caso uruguayo, se han analizado los procesos de diálogos, aprendizajes y flujos de conocimiento entre comunidades académicas, del sector público y privado, en relación al

desarrollo eólico enmarcados en teorías del materialismo cognitivo, entre otras (Ardanche, 2016; Ardanche et al., 2017). También los mismos autores han analizado dicho proceso desde el marco teórico de las transiciones tecnológicas y sistemas de innovación, con foco en la descripción de la red de actores y los crecimientos de nichos para el desarrollo de la energía eólica (Ardanche et al., 2017). Mas allá de estos trabajos, la temática del desarrollo eólico en el caso uruguayo, enmarcado en una visión socio-técnica, aún está abierta y es un área de vacancia en investigación.

Desde el punto de vista de la descripción técnica del desarrollo eólico en el Uruguay, existen varios sitios nacionales en donde hay una gran cantidad de informes técnicos, que son principalmente el sitio “Energía Eólica en Uruguay” (ENERGÍA EÓLICA EN URUGUAY, 2016), y el sitio de la Dirección Nacional de Energía (MIEM-DNE, 2016). También existen sitios regionales con variedad de informes técnicos como la Comisión de Integración Energética Regional (CIER, 2016), el Observatorio de Energía Renovable para América Latina y el Caribe (ONUDI, 2016), la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, 2016a) y otros sitios similares. De estos dos últimos sitios se destacan los informes técnicos muy completos sobre el estado del arte de la energía eólica en el país. Dicha agencia ha realizado un resumen ejecutivo de las políticas en energías renovables del Uruguay (IRENA, 2016b). Caldas ha realizado un completo trabajo sobre la situación de las energías renovables en donde se describen los principales rasgos de la matriz energética uruguaya, emisiones de gases de efecto invernadero y reducción de las mismas, marcos legales, principales proyectos de energía renovable, y mecanismos financieros para su promoción (Caldas, 2011) (más información en la sección 3.4). El Ministerio de Industria, Energía y Minería ha publicado los lineamientos estratégicos de política energética en el Uruguay para el período 2005-2030 (MIEM-DNE, 2005). González y Méndez (González y Méndez, 2015) han realizado un análisis crítico de la implementación de esa política. Finalmente, Afonso (Afonso, Yedrzejewski, Cardozo, y Vignolo, 2010) realiza una comparación entre reglamentaciones del Uruguay y de otros países aplicadas a la generación de energía eólica.

Para terminar, se han realizado trabajos a nivel regional sobre aceptación social de energías renovables, por ejemplo en el trabajo de Mendoza y Pérez (Mendoza y Pérez, 2010),

en donde se estudian las energías renovables y movimientos sociales en América Latina. Destaco el trabajo de Trobo (Trobo, 2013), en donde se analiza para el caso uruguayo la vinculación entre energías renovables (en particular la energía eólica) y sociedad, centrándose en la búsqueda de diagnósticos tempranos de resistencia social a la implantación de parques eólicos de gran porte.

3. Metodología de estudio

3.1. Objetivos y preguntas de investigación

El objetivo general de esta tesis es llevar a cabo un análisis socio-técnico del desarrollo de la energía eólica en Uruguay, desde sus etapas iniciales de desarrollo y en especial a partir del año 2005 hasta la actualidad.

Las preguntas que nos guiarán en la investigación son: ¿Cómo se llegó al estado de situación previo al año 2005? ¿Cómo se presentó el desarrollo de la energía eólica en el Uruguay a partir del año 2005? ¿Cómo actuaron las crisis energéticas, los cambios políticos, normativos y el conocimiento científico y técnico sobre el desarrollo de la generación eólica? ¿Cuáles fueron las dinámicas presentadas en diferentes etapas? ¿Qué roles cumplieron los diferentes actores? ¿Cuáles fueron las alianzas entre actores institucionales y sociales que permitieron y viabilizaron el desarrollo de la energía eólica?

Los objetivos específicos que tomamos en cuenta son:

- Establecer una cronología de hechos relativos al desarrollo eólico a través de los años, desde sus etapas iniciales de desarrollo hasta la actualidad.
- Identificar los actores y grupos sociales relevantes, y sus roles dentro del desarrollo.
- Identificar las diferentes dinámicas socio-técnicas presentadas en diferentes períodos.
- Analizar las alianzas socio-técnicas entre actores que permitieron la estabilización y apropiación de la tecnología.
- Reconstruir las trayectorias socio-técnicas principales involucradas.

3.2. Hipótesis de trabajo

Se consideran las siguientes hipótesis de trabajo: La energía eólica experimentó un gran crecimiento en Uruguay desde el año 2005, provocando un significativo cambio en la matriz energética nacional. Este fenómeno fue producto de una compleja interacción de relaciones socio-técnicas entre políticas públicas, conocimientos, tecnologías, intereses económicos y sociales. Las crisis energéticas y otros factores determinan un estado de situación crítico del sistema hacia 2005. A partir del 2005 se implementan políticas tendientes a profundizar el rol del estado en la conducción energética, fortalecer a las empresas públicas e incorporar generación de fuentes renovables. Hubo una coordinación positiva entre la conducción política y la Universidad, que proveyó a los organismos de conducción y a las empresas de personal altamente capacitado. La incorporación de fuentes de generación operadas por privados se realizó en el marco de las regulaciones existentes y nuevos decretos que garantizan la rentabilidad. La incorporación de fuentes alternativas dotó al sistema de mayor estabilidad ante alzas de precios del crudo o variantes climáticas, a la vez que complejizó la operación del sistema eléctrico.

3.3. Enfoque metodológico y dimensiones de estudio

Para lograr estructurar la investigación se ha establecido una primera división, identificando seis dimensiones relacionadas con aspectos claves del estudio: La dimensión macro, la dimensión normativa, la dimensión de políticas públicas, la dimensión del sistema eléctrico, la dimensión de crisis y tensiones, y la dimensión de sistemas del conocimiento.

La **dimensión macro** abarca características generales del país, como organización del estado, datos demográficos y geográficos. Estas variables no evolucionan apreciablemente y se formulan de modo descriptivo, para indagar de manera global las características generales del país.

La **dimensión normativa** abarca a las leyes, decretos, acuerdos nacionales e internacionales y mecanismos participativos relacionados con el desarrollo eólico o con el sistema eléctrico en su conjunto.

La **dimensión de políticas públicas** describirá los principales lineamientos de la organización de la administración pública energética, relevados a través de documentos públicos. Involucra a la conducción política del país (Poder ejecutivo, ministerios y secretarías), los gobiernos locales, los partidos políticos, las políticas públicas, las empresas públicas de energía, el poder legislativo, el gasto público, y las organizaciones sociales.

La **dimensión de crisis y tensiones** engloba las diversas tensiones que inciden en el desenvolvimiento del sistema eléctrico: indicadores meteorológicos e hidrográficos, precio del barril de crudo, crisis internacionales, impactos sociales, precio de la energía, etc.

La **dimensión de sistemas de conocimiento** abarca a la Universidad de la República, la ANNI, el CONICYT, los programas de investigación y desarrollo, los programas de incentivo y los estudios prospectivos y de potencial, etc.

Finalmente, la **dimensión del sistema eléctrico** involucra a las variables que lo caracterizan: sistemas de generación, transmisión, distribución, matriz eléctrica, potencias instaladas y generación bruta, emisiones, inserción de capital privado, producción y consumo, potencia eólica instalada, etc.

Esta división dimensional nos permite utilizar metodologías cuantitativas y cualitativas en diferentes partes del estudio. Las variables cuantitativas resultan de interés para describir el desarrollo de los conjuntos técnicos que conforman la generación eólica, y más en general el sistema eléctrico y energético uruguayo. También se recopilan datos sobre precios de petróleo y regímenes de lluvia, que son dos variables que impactan directamente sobre la generación eléctrica. En el enfoque metodológico cualitativo se han utilizado diversas fuentes escritas, tanto de artículos científicos, notas periodísticas, informes técnicos, libros, enciclopedias y otros escritos de diversas fuentes. Por otro lado, se han utilizado entrevistas semi-estructuradas a actores del sector, así como consultas personales (con preguntas estructuradas) a actores políticos y sociales. Esto nos permitió realizar una descripción tanto del sistema socio-político uruguayo como de su sistema energético y eléctrico, determinar las trayectorias político y tecno-sociales en las diferentes etapas y construir líneas de tiempo. A su vez, en base a estos insumos, se determinaron los actores y grupos sociales relevantes, sus posicionamientos y visiones. Las principales fuentes utilizadas se detallan más abajo.

Con esta información en mano, desarrollamos un análisis relacional en el cual se pudieron establecer las principales dinámicas y alianzas socio-técnicas que, a nuestro entender, emergen en las diferentes etapas de desarrollo estudiadas, y también las trayectorias de estas dimensiones a lo largo del tiempo.

Como hemos dicho, para este estudio se ha subdividido el problema de estudio en seis dimensiones diferenciadas, cada una de ellas con un conjunto de variables o indicadores que las caracterizan. A continuación detallamos cada una de las dimensiones, y le asignamos a cada una de ellas el conjunto de variables o indicadores utilizados en su construcción.

Dimensión macro. Datos generales del país. En esta dimensión se utilizan variables cualitativas y cuantitativas. Las variables asociadas son:

- Organización del estado (poderes del estado, gobiernos locales).
- Datos demográficos (población).
- Datos geográficos (ubicación geográfica, división política, superficie).

Dimensión normativa. En esta dimensión se utilizan variables cualitativas. Las variables asociadas son:

- Organización normativa (leyes y decretos).
- Acuerdos nacionales e internacionales.
- Mecanismos participativos.

Dimensión de políticas públicas. Una dimensión propiamente cualitativa. Definimos estas variables de estudio:

- Poder ejecutivo (Presidencia, ministerios, secretarías).
- Empresas públicas (UTE)
- Políticas públicas.
- Partidos políticos.
- Poder legislativo.
- Gasto público.

- Partidos políticos.
- Gobiernos locales.
- Organizaciones sociales.

Dimensión de crisis y tensiones. Aquí se mezclan indicadores cuantitativos con variables cualitativas:

- Precio internacional del crudo.
- Niveles históricos de ríos.
- Nivel de precipitaciones anuales.
- Crisis locales (restricciones energéticas).
- Crisis internacionales.
- Precio local de la energía.
- Impacto social.

Dimensión de sistemas de conocimiento. Las variables son cualitativas:

- Sistema universitario (proyectos, estudios prospectivos).
- Sistema de investigación e innovación (generación experimental, financiación de proyectos de innovación).
- Mapa eólico.

Dimensión del sistema eléctrico. Esta dimensión abarca los aspectos de evolución de la matriz eléctrica y del sistema de generación eólica. Salvo indicación contraria sus variables se operacionalizan por relevamiento directo de datos oficiales que son tomados de informes técnicos y registros oficiales. También, salvo indicación contraria, los indicadores asociados son cuantitativos y acotados. Normalmente describiremos estas variables mediante gráficos o tablas. Las variables identificadas son:

- Matriz energética.
- Matriz eléctrica.
- Sistemas de generación, transmisión y distribución (descriptivo).

- Potencia eléctrica instalada por fuente.
- Producción de energía por fuente.
- Potencia eólica instalada.
- Energía eólica producida.
- Penetración de capital privado.
- Emisiones de gases de efecto invernadero.

3.4. Fuentes

De los sitios nacionales de la actividad energética (especialmente del Ministerio de Industria, Energía y Minería, de la empresa UTE y de la Administradora del Mercado Eléctrico) se han obtenido datos que permite seguir variables en el tiempo, tales como la potencia eléctrica instalada por fuente (en valor absoluto y en porcentaje), la generación bruta por tipo de central (en valor absoluto y en porcentaje del total), oferta energética total por fuente primaria (porcentaje) y la potencia eólica instalada, todas para diferentes secuencias temporales de interés. De organismos internacionales de energía (Agencia Internacional de Energía) se obtuvo una comparativa entre emisiones de gases de efecto invernadero entre Argentina y Uruguay. También de la empresa UTE se obtuvieron datos sobre el sistema eléctrico uruguayo y los sistemas de generación. Del Instituto Uruguayo de Meteorología y del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente se obtuvieron datos que nos permiten ver la evolución de los niveles de la cuenca del Río Negro y de las precipitaciones totales acumuladas por año, para determinar períodos de sequía. Del Instituto Nacional de Estadística se obtuvieron datos demográficos. Del sitio de la Asociación Uruguaya de Energía Eólica se obtuvieron datos de mapa eólico, tabla de características y ubicación de parques eólicos. Se consultaron y utilizaron también fuentes de datos internacionales de la variación del precio del barril de petróleo (US Energy Information Administration), insumo fundamental en el sistema energético uruguayo.

Los datos sobre legislaciones específicas y planificaciones (como el Plan Energético Uruguay 2030) se tomaron del sitio del Ministerio de Industria, energía y Minería y del PENCTI (Plan Estratégico Nacional en Ciencia Tecnología e Innovación). se obtuvieron datos sobre fi-

nanciamiento de diversas fuentes como Banco Interamericano de Desarrollo, World Economic Forum, Comisión de Integración Energética Regional, Global Environmental Facility, Observatorio de Energías Renovables para América Latina, Agencia Nacional de Investigación e Innovación (fondos sectoriales), y Cámara de Industrias del Uruguay.

Datos del sistema político uruguayo se tomaron del Ministerio de Relaciones Exteriores y de diversas fuentes escritas. Se utilizaron dos Tesis para obtener información sobre el estado de situación energético previo al año 2005 y la aceptación social de la energía eólica. Se utilizó como fuente para la descripción del desarrollo de la eólica dos entrevistas a actores centrales del proceso (Casaravilla y Dosil), así como consultas a actores del gobierno local y organizaciones ambientalistas. Se utilizó también información de medios de prensa y opinión locales e internacionales: Diarios el Espectador, El País, El Diario, El Observador, La Diaria, Montevideo Portal, UY.PRESS (Uruguay), La Nación (Argentina), Sputnik Mundo (Rusia) y Observatorio de la Energía, Tecnología e Infraestructura para el Desarrollo (Argentina). De estos se obtuvieron valiosos datos acerca de los movimientos políticos, impactos y opiniones locales, así como información general del desarrollo eólico. Se utilizaron también documentos y trabajos científicos en todo el desarrollo de la investigación.

4. Orígenes de la energía eólica en el Uruguay: de los primeros estudios a las crisis de comienzos de siglo

4.1. Cronología

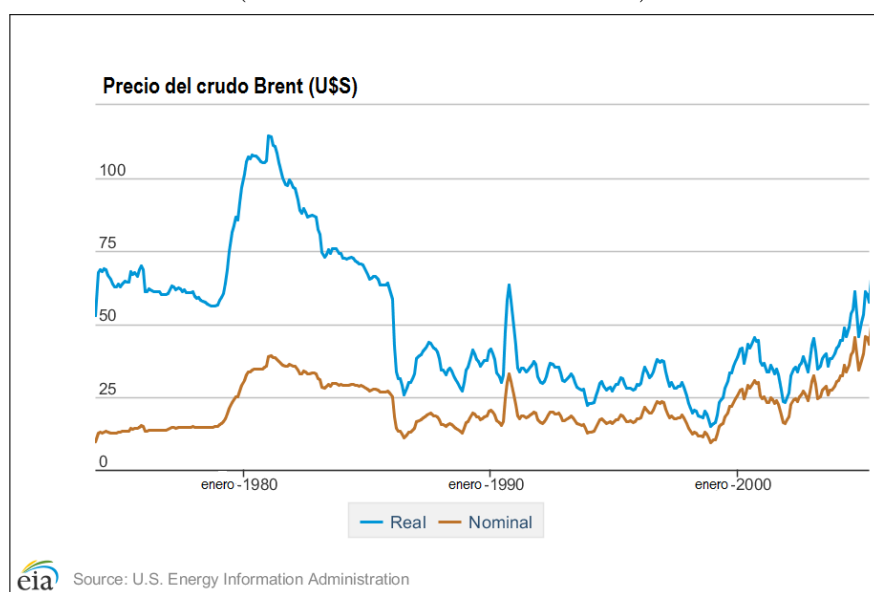
La historia de la energía eólica en el Uruguay data de los años '50 del siglo pasado. En esa década comenzaron los primeros estudios de potencial eólico en la Sierra de Caracoles (departamento de Maldonado), realizado por el ingeniero italiano Emanuele Cambilargiu contratado por la Facultad de Ingeniería (FING) de la Universidad de la República (UdelaR). Dichas sierras tienen una disposición muy particular (corren en dirección sur-norte) y su particular geografía las hacen atractivas desde el punto de vista de su potencial eólico. Estos estudios exploratorios marcan el puntapié inicial del desarrollo, aunque pasarían varias décadas hasta tener un prototipo de generador en funcionamiento.

Entre estos dos hechos, se suceden una serie de acontecimientos que influyen directa o indirectamente en el desarrollo eléctrico uruguayo en general, y más específicamente en el desarrollo eólico.

Durante los años 1973 a 1985 se sucede lo que se conoce como crisis petrolera de los países árabes. Durante esta crisis, la Organización de Países Árabes Productores de Petróleo decidió no exportar el producto a los países que apoyaban a Israel en la guerra del Yom Kippur (U.S. Department of the States: Office of the Historian, 2019; DIARIO EL ESPECTADOR, 2016). Le siguen las revueltas contra el Sha de Irán y la guerra Irán-Irak. Los precios internacionales

se dispararon, alcanzando un máximo histórico en el año 1980 (ver figura 4-1). Como todo país dependiente del precio internacional del petróleo para su abastecimiento energético, esto repercutió seriamente en la economía del Uruguay. Le siguen años de altas tasas de interés, alta inflación y alto desempleo en todos los países de occidente.

Figura 4-1. Precio internacional del barril de petróleo 1970-2005, en dólares (nominales o reales a abril 2020).



Fuente: U.S. Energy Information Administration, 2019.

Durante estos años de crisis, sin embargo, se producen dos hechos importantes, fomentados quizás en parte por los altos precios del crudo. Se inauguran en el año 1979 la central hidroeléctrica de Salto Grande (compartida con Argentina) y la central del Palmar en 1982. Esta central fue la última central hidroeléctrica de importancia construida, ya que el país ya no poseería más capacidad hidráulica debido a sus condiciones geográficas.

En estos tiempos el Uruguay poseía dos empresas energéticas emblemáticas: La empresa UTE (Usinas y Transmisiones eléctricas, en su denominación actual) había sido creada en 1912, y se encargaba de la producción y transmisión eléctrica. ANCAP (Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland, creada en 1931) era la encargada de explotar y administrar el alcohol y carburante nacional, el cemento portland así como importar, refinar y vender derivados de petróleo.

En materia normativa, en el año 1977 el entonces gobierno de facto dicta una ley, (luego decreto-ley 14.694), llamada Ley de Energía Eléctrica. Allí se determina que las actividades de la industria eléctrica que comprenden la generación, transformación, transmisión, distribución, exportación, importación y comercialización de la energía eléctrica tendrán el carácter de servicio público en cuanto se destinen total o parcialmente a terceros en forma regular y permanente, y estarán sometidas al control técnico y económico del Poder Ejecutivo. También otorga un rol central a UTE, la cual tendrá por cometido realizar las actividades que constituyen el servicio público de electricidad. En el caso que medie resolución expresa del Poder Ejecutivo y previa opinión de UTE, el suministro del servicio podrá otorgarse en régimen de concesión a otras empresas eléctricas, las cuales tendrán exclusividad en el área geográfica que se les asigne. Las centrales de generación y sus líneas de transmisión correspondientes, ubicadas dentro del territorio nacional y que se integren al sistema interconectado de UTE, serán operadas y mantenidas por ésta (MIEM-LEYES, 2019). Con esta ley se le otorga un amplio control al poder ejecutivo sobre la política eléctrica, cuya administración corre por cuenta de la empresa estatal UTE. Esta ley se complementa con la aprobación en 1980 de la Ley Orgánica de UTE (15.031).

Hacia año 1985, coincidiendo con el fin de la crisis petrolera mundial, se produce un hecho político de suma importancia, que es la recuperación de la democracia en el Uruguay. El 1^{ro} de Marzo de 1985 asume la presidencia Julio María Sanguinetti, del Partido Colorado. Sin embargo, en lo que concierne a la política energética, el respiro por los aires democráticos y la baja del precio del crudo no durará mucho, ya que para los años 1988 y 1989 se produce una crisis energética por la sequía. En el año 1988 se registraron 1042 mm de precipitación media anual, con 6 meses de sequía¹. El año 1989 fue incluso peor, bajando el registro de precipitación a 854 mm, con 7 meses de sequía (INUMET, 2019). En 1989 se produce el nivel histórico más bajo de la cuenca del Río Negro² (MVOTMA, 2019). Esto perjudica ciertamente la generación hídrica, que tiene que ser reemplazada por generación térmica con combustible fósil.

El segundo gobierno democrático desde la recuperación asume en el año 1990, de la

¹Ver, por ejemplo, la figura **C-4** en el Apéndice C.

²Ver, por ejemplo, la figura **C-1** en el Apéndice C.

mano de Luis Alberto Lacalle, del Partido Nacional. Con el nuevo gobierno comienza a haber un movimiento privatista de las empresas públicas, en sintonía con la ola de gobiernos neo-liberales que se instalaron en la década en la región. La llamada Ley de Empresas Públicas (Ley 16.211) fue aprobada en el año 1991, y otorgaba al ejecutivo la facultad para permitir que varias de sus empresas estatales se asociaran con privados (autorizaba a otorgar concesiones de servicios públicos, de esta manera se mantenía pública la empresa, pero su control pasaba al grupo inversor), y suprimía el monopolio en ciertos casos, como en la fabricación de alcoholes. Con esta ley se logró la privatización de la Compañía de Gas, los servicios de tierra del Aeropuerto de Carrasco, PLUNA, se concesionaron servicios de agua potable, se adjudicó el servicio de telefonía celular y se liquidó el ILPE (organismo encargado de la pesca). Se comenzó también a estudiar la privatización de la empresa ANTEL de telecomunicaciones. En cuanto al sistema eléctrico, la ley preveía que el Poder Ejecutivo podría autorizar la integración al Sistema interconectado de UTE de centrales de generación y líneas de transmisión de propiedad de otros sujetos de derecho o que fueran explotados o administrados por éstos (MIEM-LEYES, 2019). Con este agregado a la Ley de Electricidad, se permite la participación de empresas privadas en la generación y transmisión de la energía eléctrica, pero aún manteniendo el estado su rol monopólico en la materia.

Al año siguiente, en 1992, se produce el referéndum para la derogación parcial de esta ley (para tal efecto se requería un 25 % del total de inscriptos habilitados para votar dentro de un año de la promulgación de la ley). El principal promotor de esta derogación fue el Frente Amplio, junto con los sindicatos de los sectores afectados. El 66 % de los ciudadanos se inclinaron por una derogación parcial de la ley, protegiendo esencialmente a la empresa ANTEL de los efectos de esta ley. De este modo se puso un freno parcial al avance privatizador, aunque de todos modos, en el caso de la energía eléctrica, se liberaba parcialmente el mercado hacia los actores privados.

También en el año 1992 se produce la Cumbre de la Tierra de Río, la cual aprueba el Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. En ésta se afirma la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, y fue el puntapié inicial para la firma en 1997 del Protocolo de Kioto. Este acuerdo internacional tiene por objetivo reducir

las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre). Se acordó una reducción de al menos un 5 % de las emisiones de estos gases en 2008-2012 en comparación con las emisiones de 1990.

Hacia 1995 asume nuevamente la presidencia Julio María Sanguinetti (Partido Colorado). Durante su mandato se produce la aprobación de la ley de marco regulatorio del sector eléctrico (16.832, del año 1997). Esta ley establece un nuevo marco regulatorio legal para el sistema eléctrico nacional y se crea la Unidad Reguladora de la Energía Eléctrica (UREE) que dependerá directamente del Poder Ejecutivo. También se crea la Administración del Mercado Eléctrico (ADME), con el cometido de administrar el mercado mayorista de energía eléctrica y controlar el Despacho Nacional de Cargas. Más allá de esas incorporaciones al manejo y regulación de la energía eléctrica, la nueva norma introduce lo que se conoce como “libertad de generación”, con la cual se estipula que las actividades de transmisión, transformación y distribución tendrán el carácter de servicio público, quedando exceptuada la actividad de generación. *“Ésta podrá realizarse por cualquier agente, inclusive para su comercialización total o parcial a terceros en forma regular y permanente, siempre que en este último caso lo realice a través del Despacho Nacional de Cargas y de acuerdo con las normas del mercado mayorista de energía eléctrica”* (MIEM-LEYES, 2019). Esto otorga una amplia libertad al proceso de generación, ya que le quita el carácter de servicio público, permitiendo una mayor permeabilidad a inversores privados en generación.

El cambio de gobierno del año 2000, en manos del nuevo presidente Jorge Battle, pone la mirada sobre la energía eólica nuevamente. En este sentido, el gobierno encomienda a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República un relevamiento prospectivo del sector energético (Nunes y Cataldo, 2005). Ya en la década del 90 la Universidad de la República (Udelar) venía realizando estudios de potencial eólico. En estos trabajos, que fueran coordinado por docentes de la Facultad de Ingeniería de la Udelar, se propone un diagnóstico de la situación energética de partida, un análisis de los distintos sectores, la identificación de los motores que actuarían sobre los mismos para alcanzar los escenarios propuestos y se formularon recomendaciones.

El primer aerogenerador experimental conectado a la red (150 kW) se inauguró en el año 2000, desarrollado por la Udelar con apoyo de UTE y CONICYT (Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología) (Dosil, 2016). Estos años tampoco están exentos de crisis, ya que se produce el hundimiento de la economía argentina en el año 2001, que golpea fuertemente al Uruguay, y por otra parte se desencadena una crisis energética regional que duraría hasta el año 2006. En el año 2002 la UREE incorpora energía y agua y pasa a denominarse Unidad Regulatoria de Servicios de Energía y Agua (URSEA, Ley 17.598 del año 2002). Por otra parte, se intenta una desregulación del mercado de los combustibles que le sacaría el monopolio del manejo de combustibles (Ley 17.448), que luego sería derogada mediante referéndum en año 2003. Hacia el final del período, en el año 2004 se produce la crisis del gas con Argentina, la cual no puede cumplir con los compromisos de abastecimiento del recurso. En este sentido, podemos mencionar que este periodo culmina con un problema energético para el país y en la región. *“Frente a la crisis energética que afecta a la región, los expertos sugieren plantear la discusión sobre dos temas: la racionalización de la energía en el país y la búsqueda de fuentes energéticas alternativas”*, versaba en ese entonces un informe especial sobre crisis energética en el diario El País (DIARIO EL PAIS, 2004).

Podemos sintetizar esta cronología brevemente. En cuanto al abastecimiento energético, se hace cada vez más evidente la necesidad de diversificar las fuentes de generación, ya que las sucesivas sequías implican un mayor consumo de petróleo importado. Se suma a esto la falta de inversiones de los años '90, el techo tecnológico de la hídrica, y la imposibilidad de importar gas desde la Argentina. El marco regulatorio sufre cambios importantes, pasando de demarcar un monopolio estatal con el establecimiento de la generación, transmisión y distribución como servicio público, a liberar la generación a actores privados. Sin embargo la presencia de la empresa UTE sigue siendo central. Quizás esto suceda debido al acotado alcance de las privatizaciones en otras áreas y los diversos actos de consulta pública en donde se pudo observar la relativa resistencia de la población al avance privatizador. De esta manera, UTE se mantiene como actora central del sistema eléctrico. En la tabla 4-1 se puede ver la línea de tiempo para el período 1950-2005.

En cuanto a la generación eólica, evoluciona en un estado embrionario, desde los primeros

Tabla 4-1. Línea de tiempo para el período 1950-2005.

1950/1960	•	Emanuele Cambilargiu - Primeras evaluaciones sobre potencial eólico.
1973/1985	•	Crisis petrolera mundial (Países árabes).
1977	•	Ley Nacional de Electricidad (decreto-ley 14.694).
1979	•	Central hidroeléctrica de Salto Grande.
1982	•	Central hidroeléctrica del Palmar.
1985	•	Asume J.M. Sanguinetti (PC). Recuperación de la democracia.
1988/1989	•	Gran crisis por la sequía.
1990	•	Asume L.A. Lacalle (PN).
1991	•	Ley de empresas públicas 16.211 (privatizaciones).
1992	•	Cumbre de la Tierra de Rio - Acuerdo para bajar emisiones CO2.
1992	•	Referéndum derogación parcial ley 16.211 (ANTEL).
1995	•	Asume J.M. Sanguinetti (PC).
1997	•	{ Protocolo de Kioto cambio climático. Ley de marco regulatorio del sector eléctrico (UTE). Se crea la UREE y ADME (ley 16.832)
2000	•	{ Asume J. Battle (PC). El gobierno ordena relevamiento prospectivo del sector energético (FING). Instalación del primer aerogenerador experimental FING+UTE
2001	•	Crisis económica Argentina.
2001/2006	•	Crisis energética regional.
2002	•	{ La URE incorpora energía y agua y pasa a denominarse URSEA (ley 17.598). Ley 17.448 monopolio ANCAP
2003	•	Referéndum derogación ley 17.448.
2004	•	Se actualiza el reporte de energía. Crisis del gas con Argentina.

estudios de potencial de 1950, pasando por los estudios en la Udelar de finales de los '90 y el establecimiento del primer aerogenerador experimental en el 2000, conectado a la red eléctrica y con participación de UTE.

4.2. Actores y grupos sociales relevantes

En esta sección iremos desglosando los diferentes actores y grupos sociales vinculados al sector eléctrico en esta etapa. Para el análisis, hemos decidido subdividir a los actores y grupos sociales en 4 categorías, según de dónde provengan: el **sector político**, que es el conjunto social que lleva adelante la política energética a nivel nacional. El **sector social**, representando a la sociedad civil en interacción con el mecanismo bajo estudio. El **sector de conocimiento**, que involucra a los organismos productores o promotores del conocimiento. Y el **sector económico**, involucrando en él los organismos de financiamiento y promoción, los sectores de capital y las empresas que participan en la generación y mantenimiento de los parques eólicos. Comenzaremos entonces por reconocer y caracterizar a los actores del **sector político**. esta caracterización está basada en una “fotografía” de la situación en los años previos inmediatos a 2005.

Ejecutivo-Dirección Nacional de Energía: El poder ejecutivo, del cual dependen los diferentes ministerios, es el que lleva adelante la política energética nacional, en sus etapas de evaluación, planificación, diseño y conducción. El instrumento de gobierno específico es la Dirección Nacional de Energía (DNE) que depende del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM). Resulta clave entonces el rol de esta dirección como eje rector de las políticas.

Empresas Públicas: Como vimos, existen dos empresas públicas en el sistema energético uruguayo, que son las encargadas de instrumentar las políticas energéticas, ANCAP (Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland) y UTE (Usinas y Transmisiones Eléctricas). Aunque indudablemente son un instrumento del ejecutivo (ya que dependen de la DNE), tienen cierta independencia técnica y financiera. Al ser UTE en particular la empresa que maneja las inversiones en producción energética, conviene para este análisis separarla del grupo ejecutivo-DNE y considerarla como un actor no incluido en el grupo anterior. Aclara-

mos que si bien se considera para el análisis como un actor desglosado, no tiene independencia política del Poder Ejecutivo, ya que sigue los lineamientos de la DNE.

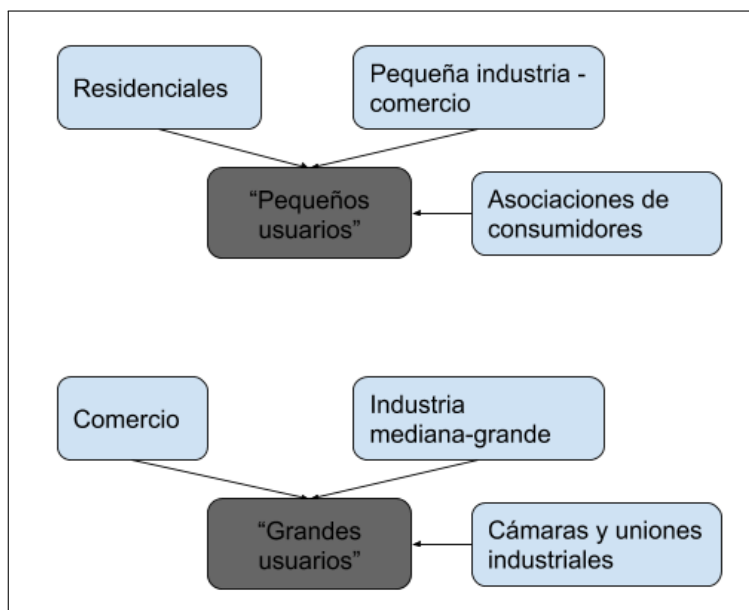
URSEA: Es la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua. Posee independencia política y técnica del ejecutivo y es la encargada de fiscalizar el cumplimiento de la normativa, el control de calidad del producto, la seguridad del sistema y la defensa del consumidor. Posee el poder regulador del sistema.

ADME: Es la Administración del Mercado Eléctrico, un ente público no gubernamental que se encarga de la administración del mercado mayorista eléctrico y la operación del despacho de cargas. Su directorio está integrado por cinco miembros. Uno por el Poder Ejecutivo (que lo preside), uno por UTE, uno por la Delegación Uruguaya de la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande y los otros dos representan a los demás agentes del mercado.

Poder Legislativo: Bajo esta denominación englobamos a los diferentes actores legislativos nacionales y partidos políticos con representación parlamentaria. Este grupo retiene el poder de sancionar leyes regulatorias para el sistema eléctrico, y el poder de negociación política con el ejecutivo.

A continuación caracterizaremos a los actores del **sectores social**.

Pequeños Usuarios: Es el grupo mayoritario de consumidores, e involucra a todos los consumidores de menor potencia del sistema eléctrico. Podemos incluir en este sector los consumidores residenciales propiamente dichos, y el comercio menor y pequeñas industrias no electro-intensivas. También podemos incluir asociaciones de consumidores que actúan en su representación (ver figura 4-2). Su mayor poder es el número de usuarios, aunque su heterogeneidad tiende a ser muy grande y por lo tanto su poder político se diluye.

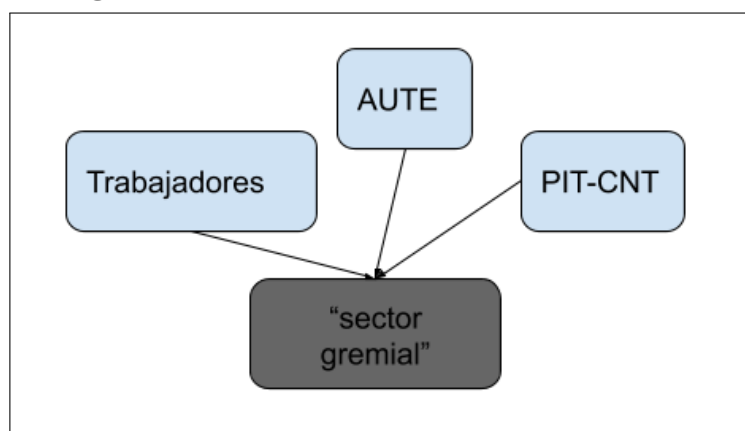
Figura 4-2. Descripción de los grupos de usuarios.

Fuente: Elaboración propia.

Sector gremial: Los trabajadores del gremio energético son indiscutiblemente un grupo social de poder, representados en este caso principalmente por el sindicato de trabajadores de UTE (AUTE, Agrupación UTE). Englobamos aquí también a la central sindical única de trabajadores PIT-CNT (Plenario Intersindical de Trabajadores - Convención Nacional de Trabajadores). Son depositarios del poder político sindical, cuyas características de homogeneidad ideológica y verticalismo le confieren una gran preponderancia en la vida política del país. La figura 4-3 los esquematiza.

Para la caracterización de los actores del **sector económico** tenemos:

Grandes Usuarios: En este grupo incluimos a los grandes comercios, la gran industria y la mediana o pequeña industria electro-intensiva. También podemos incluir a las uniones industriales y cámaras de comercio. Representan un poder económico por sobre todo, aparte de conformar un grupo de presión política. en la figura 4-2 podemos ver su esquematización.

Figura 4-3. Descripción de los sectores sindicales.

Fuente: Elaboración propia.

Como actores de organismos internacionales en esta etapa podemos mencionar al **Banco Interamericano de Desarrollo** (BID), quien fue el organismo financiero que apoyó el desarrollo del aerogenerador experimental.

Vamos a mapear en lo siguiente los actores que provienen del **sector del conocimiento**.

Universidad de la República: La Universidad de la República es la principal generadora de conocimientos e investigación científica del país. Tuvo a su cargo la creación y desarrollo del primer prototipo de generador eólico y de los mapas eólicos a través de su Facultad de Ingeniería.

CONICYT: El Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología fue creado en 1961 como organismo promotor de la ciencia y la tecnología uruguaya. En aquel tiempo se integraba con la Dirección Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (DINACyT, luego disuelta), dentro del Ministerio de Educación y Cultura. Dio apoyo al proyecto de generador eólico experimental en Sierra de los Caracoles.

La tabla **4-2** sintetiza la lista de actores y grupos relevantes que hemos estado describiendo para este período. Cabe aclarar que no todos los actores del sector eléctrico fueron descriptos, sólo los asociados de alguna u otra manera a la trayectoria de la eólica.

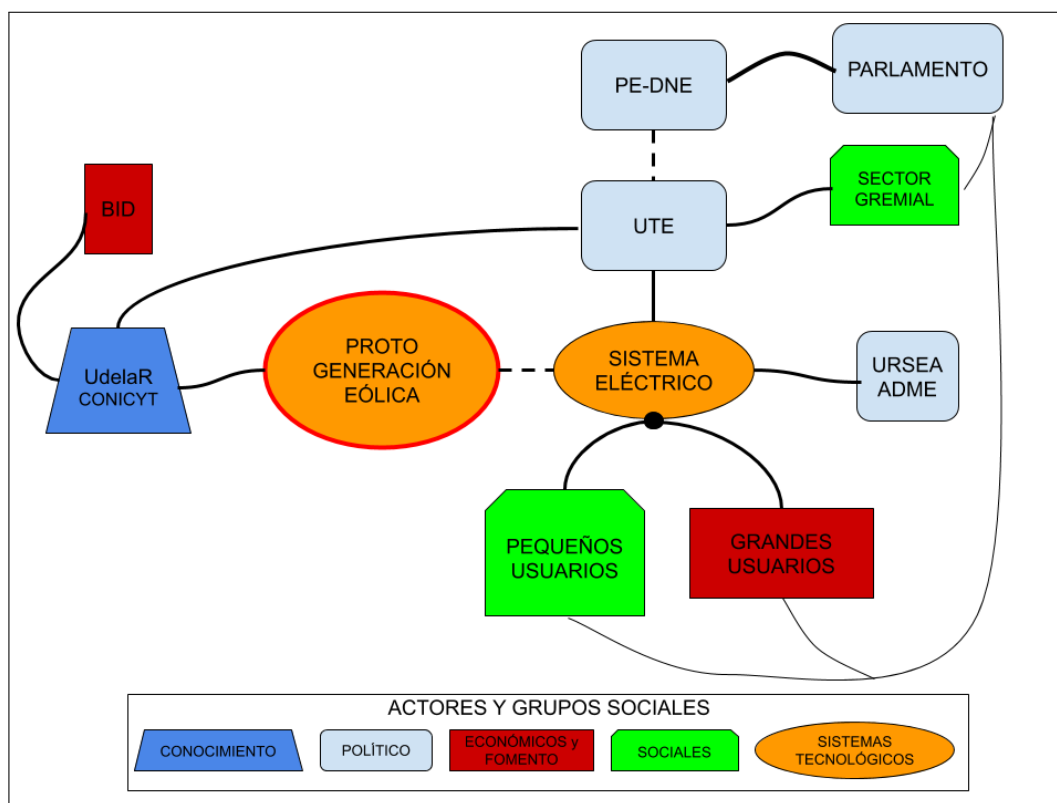
Tabla 4-2. Actores y grupos sociales relevantes pre-2005.

SECTOR	ACTORES	DESCRIPCIÓN
SECTOR POLÍTICO	Ejecutivo-DNE	Poder ejecutivo y Dirección Nacional de Energía
	UTE	Empresa estatal de energía eléctrica
	URSEA	Unidad reguladora
	ADME	Administradora del mercado eléctrico
	Parlamento	Legislatura y partidos políticos con representación
SECTOR SOCIAL	Pequeños usuarios	Residenciales - pequeño comercio - pequeña industria
	Sector gremial	Trabajadores del sector - gremios - centrales de trabajadores
SECTOR CONOCIMIENTO	U de la R	Universidad de la República - Facultad de Ingeniería
	CONICYT	Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología
SECTOR ECONÓMICO Y DE COOPERACIÓN	BID	Banco Interamericano de Desarrollo
	Grandes usuarios	Mediana y gran industria electro-intensiva

4.3. dinámicas y mapa de interacciones

En este periodo, como se ha mencionado anteriormente, el desarrollo eólico está en su etapa experimental, con un aerogenerador activo desde el año 2000 y conectado a la red. Si bien este forma parte del sistema eléctrico, su condición de dispositivo experimental y su marginal aporte energético al sistema hace que su relación con éste no sea de una integración completa (como lo será más adelante). En la figura 4-4, representamos las relaciones socio-técnicas dentro de la dinámica que se presenta en estos años. La relación entre el sistema eléctrico y el sistema de proto-generación eólica se representa por una línea punteada para representar su débil interconexión.

Figura 4-4. Mapa de interacciones pre-2005. Las líneas punteadas representan relaciones debilitadas.



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, desde el sistema político, existía en ese entonces una escasa vinculación entre el Poder Ejecutivo (PE) (y sus órganos del sector: El Ministerio de Energía y Minería MIEM, y la Dirección Nacional de Energía DNE) y las empresas públicas del sector energético. En palabras de los autores González y Méndez (González y Méndez, 2015):

“... nuestro país había apostado a una estrategia para el sector energético que se basaba en una escasa presencia del Poder Ejecutivo para definir políticas, dejando en manos del mercado la capacidad de iniciativa, limitando la presencia del estado a la de una autoridad reguladora cuya finalidad principal era evitar los desvíos del mercado...”

Los autores destacan en este trabajo también la escasa coordinación entre la DNE y las

empresas públicas del sector, ANCAP y UTE, que incluso llegaron a competir entre sí. El hecho de ser constitucionalmente entes autónomos, y los pocos instrumentos que impulsaran un entramado más fuerte entre instituciones, debilitó el nexo político entre PE y empresas. La DNE poseía un papel muy marginal dado que contaba con una planta técnica muy reducida. En la figura 4-4 representamos esta relación debilitada con una línea punteada entre el PE y la empresa eléctrica UTE.

Siguiendo en el análisis, la empresa UTE ejerce su control y operación del sistema eléctrico, mientras que la Unidad Reguladora de Energía (URSEA) ejerce el poder regulador con independencia política y técnica del Poder Ejecutivo, con una tarea que básicamente consiste en establecer mecanismos de competencia entre actores públicos y privados del sector, garantizar una tarifa justa, y ejercer la vigilancia de calidad y seguridad en el servicio. La ADME administra el mercado mayorista de energía eléctrica.

Como actores sociales fundamentales encontramos a los usuarios, representados por los usuarios pequeños y medianos, y los usuarios electro-intensivos (ligados al poder económico). Estos actores también se convierten de alguna manera en “actores políticos”, desenvolviéndose como hemos visto como agentes determinantes en decisiones parlamentarias a través de plebiscitos y referéndum.

A su vez, el parlamento también actúa sobre el sistema eléctrico, en particular sobre los mecanismos de funcionamiento y su organización legal, con las herramientas legislativas que se han visto. Fue importante también la relación dinámica entre el sector del conocimiento representado por la Universidad de la República (Facultad de Ingeniería), y el sistema de generación eólica. A finales de los años '80 se realizaron evaluaciones del potencial eólico y de sus posibilidades de aprovechamiento e integración a la red, mediante acuerdos entre la UdelaR y UTE. En aquel trabajo se identificaron los posibles sitios de explotación del recurso, se estudió la operación de los generadores y sus posibilidades de integración a la red, y se realizaron mapas eólicos del territorio. También con apoyo de UTE se instala, como hemos mencionado, el primer aerogenerador experimental conectado a la red en el año 2000. Este proyecto contó con un aporte de financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Vemos aquí un importante entramado entre actores del conocimiento provenientes de

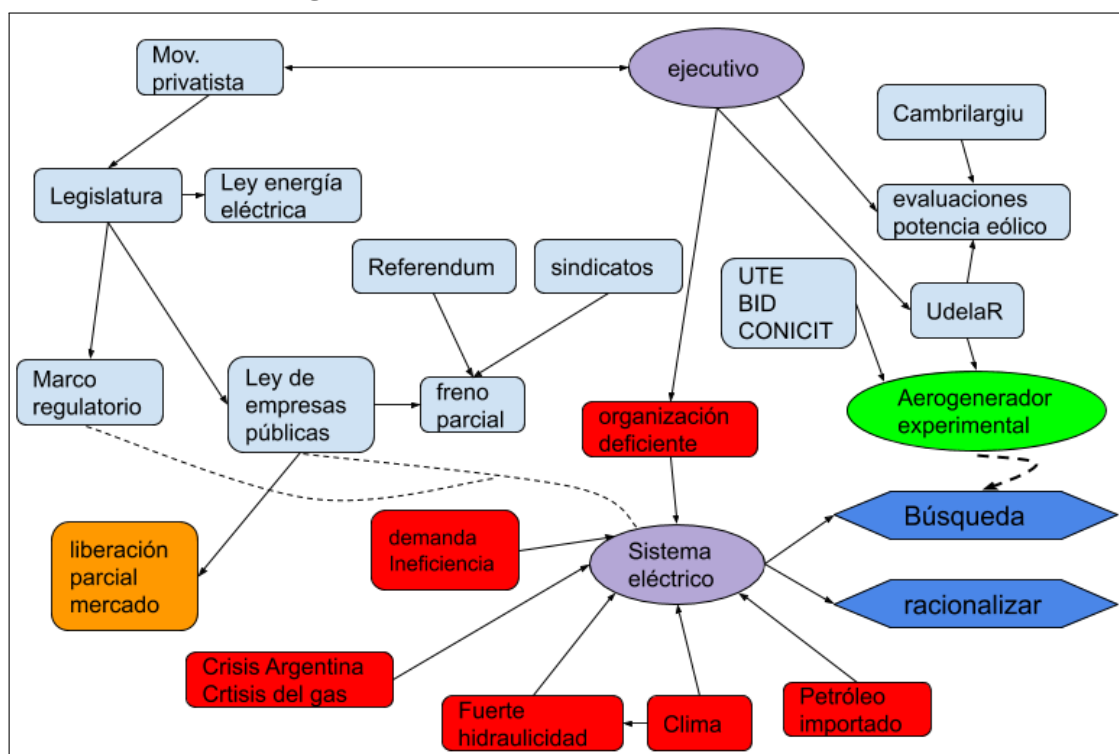
la UdelaR, y la empresa energética UTE, con el apoyo de organismos de financiamiento, lo que dio lugar al desarrollo de lo que llamamos “proto-generación eólica” en la figura 4-4.

4.4. Alianzas socio-técnicas

En esta etapa se pueden discernir tres entramados principales que actúan en forma directa o indirecta sobre la desestabilización del sistema eléctrico tal cual estaba conformado hacia finales del gobierno, y que permitirán la migración hacia otra matriz en los próximos años.

En primera instancia, los elementos desestabilizadores se identifican como los que tensionan elementos básicos del sistema. En la figura 4-5, en donde se muestran las alianzas conformadas, el elemento climático se conjuga con la gran dependencia de la generación hidráulica, que por otra parte ya había llegado a un techo. Las sequías y bajos niveles de los ríos en ciertos años deben compensarse con generación térmica. Aquí entra en juego otro factor, que es el precio internacional del petróleo, commodity importada que repercute fuertemente en el precio de la energía y acrecienta las crisis en períodos de sequía. Tal es así que cada vez se dependía más del petróleo importado, llegando a una participación del 38 % del total de importaciones.

Las crisis del gas con Argentina impiden la importación del bien por los gasoductos que se habían instalado oportunamente. Los tres gasoductos a Argentina, estaban utilizados al 5 % de su capacidad por no poder cumplir dicho país los contratos de exportación, con lo cual se depende mucho más del petróleo como fuente de generación térmica (González y Méndez, 2015).

Figura 4-5. Alianzas socio-técnicas pre-2005.

Fuente: Elaboración propia.

La organización deficiente de las empresas públicas y la falta de una política energética coordinada presionan también sobre el sistema eléctrico. Las empresas públicas de energía (UTE y ANCAP) estaban muy debilitadas en 2005, llegando a competir entre sí. Ambas poseían una escasa coordinación de políticas públicas. La dirección Nacional de Energía (DNE) jugaba un papel marginal. La unidad reguladora URSEA poseía independencia técnica del poder ejecutivo. La política energética se centraba principalmente en la tercerización de servicios y la desregulación de actividades (González y Méndez, 2015). Hacia el fin del período había habido un gran aumento de la demanda eléctrica (el consumo energético se había triplicado en los últimos 8 años) y no se habían puesto en práctica políticas de promoción de la eficiencia.

Este cóctel de tensiones sobre el sistema eléctrico (entendiendo como sistema no sólo la parte técnica sino también su organización y control) provoca dos diagnósticos: Primero, la necesidad de racionalizar el uso de la energía, y segundo, la necesidad de buscar fuentes

alternativas de generación (ver fig. 4-5).

Por el lado de las regulaciones, éstas no inciden directamente en la desestabilización del sistema pero sí marcarán una base regulatoria que es aprovechada más adelante, y en cierta medida, permiten la falta de coordinación de la política energética. El movimiento privatista que define la línea de pensamiento político hacia finales del periodo logra establecer ciertas herramientas, aunque otras tantas son bloqueadas por presiones políticas, populares o de sindicatos. Sin embargo, a pesar de las presiones de ciertos grupos sociales, se llega mediante la aprobación de la Ley de Marco Regulatorio del Sector Eléctrico a una liberación parcial del mercado, que será aprovechada más adelante para la entrada de capital privado (ver fig. 4-5).

Finalmente, hay un entramado que aparece como una posible solución al problema de la generación. La línea de trabajo prospectivo comenzada por Cambrilargiu y continuada en los '80 y '90 por la Facultad de Ingeniería se ve coronada en el año 2000 con la instalación del aerogenerador con apoyo de UTE, el CONICIT y el BID. A esto se le suman los trabajos de evaluación de potencial de los años 2000 realizados por la propia UdelaR. Este resultado tecnológico aparece entonces como una posible respuesta al diagnóstico de búsqueda de fuentes alternativas.

Vemos entonces que hacia el fin del gobierno de Battle se configuran las alianzas que desestabilizan el sistema eléctrico y originan la búsqueda de nuevas fuentes para posibilitar un cambio de matriz (yendo hacia su diversificación), a la vez que se generan las condiciones normativas y las bases de conocimiento que serán aprovechadas más adelante.

5. Vientos de cambio: la política energética 2030 y sus consecuencias

5.1. Cronología

5.1.1. Situación energética hacia el año 2005

En las elecciones presidenciales del año 2004 gana el Frente Amplio (en esta ocasión denominado Encuentro Progresista-Frente Amplio-Nueva Mayoría), por el 50,5 % del total de votos emitidos, erigiendo a Tabaré Vázquez como el primer presidente democrático que no provino de un partido tradicional¹. El nuevo gobierno asume a principios de 2005 con una complicada situación energética. Hacia dicho año la situación energética del Uruguay estaba pasando por un momento crítico. Es sabido que el Uruguay no posee reservas comprobadas de petróleo, carbón o gas natural. Asimismo, ya ha agotado su capacidad de instalar centrales hidroeléctricas de gran escala debido a las características de sus cursos de agua y de la topografía del terreno, que impide generar grandes saltos, como ya hemos visto en el capítulo anterior (González y Méndez, 2015; Bertoni, 2011). En particular, recordemos que su sistema eléctrico dependía fuertemente de la generación hidráulica, y por lo tanto era muy vulnerable a cambios en las variables y eventos climatológicos. En épocas de lluvias se podían generar hasta 10 TWh, mientras que en épocas secas la producción caía a 2 o 4 TWh (Casaravilla, 2016). Los huecos que producía esta variabilidad se compensaban con barriles de petróleo para las centrales térmicas.

El sistema eléctrico uruguayo era fuertemente dependiente de las variables climáticas y

¹Para un detalle de este cambio político, ver Apéndice B

del precio internacional del barril de petróleo. Y al ser también su sistema de generación y distribución energética fuertemente dependiente del sistema eléctrico, esto dejaba al país en una situación muy vulnerable e inestable. Sumado a la explosión del consumo, que generaba una presión creciente de la demanda energética, y la poca presencia estatal, conformaban un problema muy complejo de afrontar para las nuevas autoridades.

5.1.2. Cambio de políticas públicas: Política energética 2005-2030

Con la llegada del nuevo gobierno en el año 2005, existió un cambio de paradigma en las políticas públicas uruguayas que permitió instalar al estado como eje de la conducción política y del establecimiento de lineamientos de acciones a corto, mediano y largo plazo. De esta manera se intentó dar respuesta a demandas de un sector energético en crisis.

Se comenzó una reforma socialdemócrata del estado. El ejecutivo considera entonces que la administración energética debe constar de tres actores fundamentales: El Poder Ejecutivo que define, evalúa y conduce la política energética y es el encargado de la coordinación, a través de la Dirección Nacional de Energía (DNE). Las empresas públicas energéticas constituyen el instrumento para llevar a cabo las políticas definidas por el ejecutivo, y los actores privados participan del sector con inversión y conocimiento. Como complemento, la URSEA es la encargada de regular la calidad energética, la seguridad y los precios de la energía (González y Méndez, 2015).

Con este fin, el ejecutivo presentó en el año 2008 un documento que define la política energética de largo plazo para todos los sectores: producción de energía y gestión de la demanda. El documento se titula “Política energética 2005-2030” (MIEM-DNE, 2005). Se establecieron en aquel documento cuatro ejes operativos principales: El eje institucional, el eje de la oferta, el eje de la demanda, y el eje social. Sintetizaré los principales puntos de cada eje (MIEM-DNE, 2005).

Eje institucional: Se establece que el poder ejecutivo planifica, diseña, evalúa, conduce, establece la normativa, y coordina las políticas energéticas, a través de la Dirección Nacional de Energía dependiente del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM). Las empresas públicas (UTE y ANCAP) serán el instrumento de aplicación de estas políticas.

Los actores privados participan dentro del marco normativo. la URSEA regula seguridad, calidad, y ejerce la defensa del consumidor con independencia política y técnica. Establece condiciones para un marco regulatorio completo, claro, transparente y estable. Establece que los subsidios deben ser explícitos y transparentes (determinando origen y destino, y objetivo estratégico), y el costo energético debe ser real. Finalmente impulsa la creación de fondos sectoriales para financiar la investigación, desarrollo e innovación en energía.

Eje de la oferta: Establece la intención de diversificar las fuentes y proveedores, con la inclusión de fuentes renovables para minimizar el impacto ambiental. Se establece la necesidad de la ampliación de la infraestructura en forma regular y la realización de cronogramas de ampliación de redes de transmisión y de incorporación de generación a corto, mediano y largo plazo, promoviendo la integración regional. Propone la necesidad de impulsar la generación eólica de gran porte, la biomasa, la solar térmica, la microhidráulica y los biocombustibles. Promueve la realización de trabajos permanentes de prospectiva energética.

Eje de la demanda: Establece la necesidad de promover la eficiencia energética y su uso racional. El estado debe ser el ejemplo y el sistema educativo la herramienta de difusión principal. Avala el establecimiento de normativas y estructura impositiva que promuevan la eficiencia energética, con especial énfasis en mecanismos de financiación para modificaciones tecnológicas. Establece la necesidad de un sistema de transporte eficiente y variado.

Eje social: Promueve el acceso a la energía para todos los sectores sociales (paradigma de la universalización del acceso a la energía y a la información).

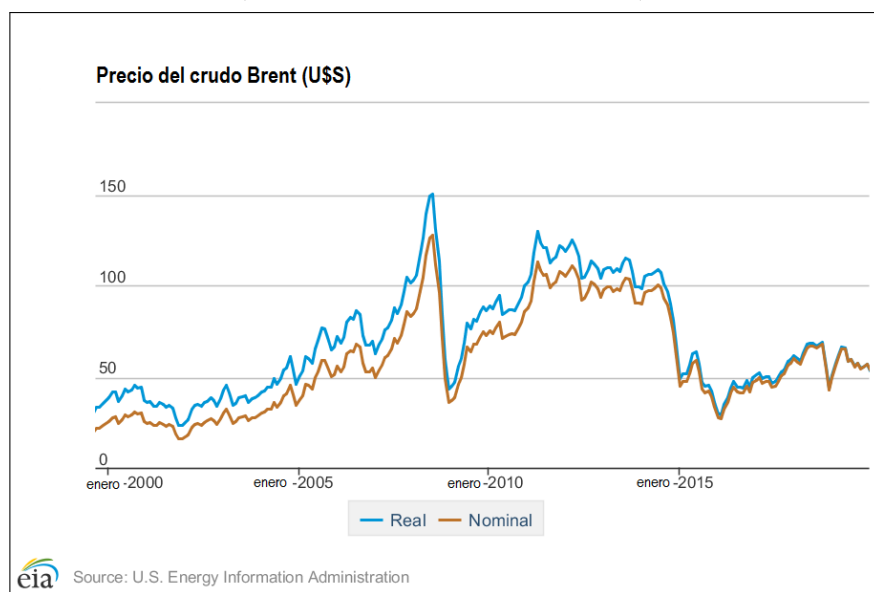
En paralelo con el establecimiento de estas políticas públicas, la administración comienza a reforzar el apoyo a los grupos de investigación. La creación de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (2005) tuvo por objetivo formar una institución gubernamental de apoyo a la ciencia y a la innovación, que contara con fondos propios para financiar proyectos de investigación y becas tanto en el ámbito público como en el privado. Por otra

parte, en el año 2009 se crea la Asociación Uruguaya de Energía Eólica, que aunque es una asociación civil, conserva muchos contactos con esferas del control energético del país.

5.1.3. Las crisis siguen golpeando

Aún habiéndose alejado los coletazos de la crisis argentina del año 2001, que golpeó las finanzas del país, y en un escenario de crecimiento de las economías regionales, este período no estuvo exento de crisis. Hacia el año 2008 se produce un pico en el precio del barril de petróleo, arrastrado por el enorme crecimiento de las demandas de China e India, con sus economías en enorme expansión. De hecho ya la suba comienza a registrarse desde el 2003 (ver figura 5-1). Concomitantemente, se produce una crisis económica en Europa, que afecta las exportaciones locales. el precio del crudo disminuye hacia 2009 por efecto de dicha crisis.

Figura 5-1. Precios del barril de petróleo en el período 2000-2016 en dólares (nominales o reales a abril 2020).



Fuente: U.S. Energy Information Administration, 2019.

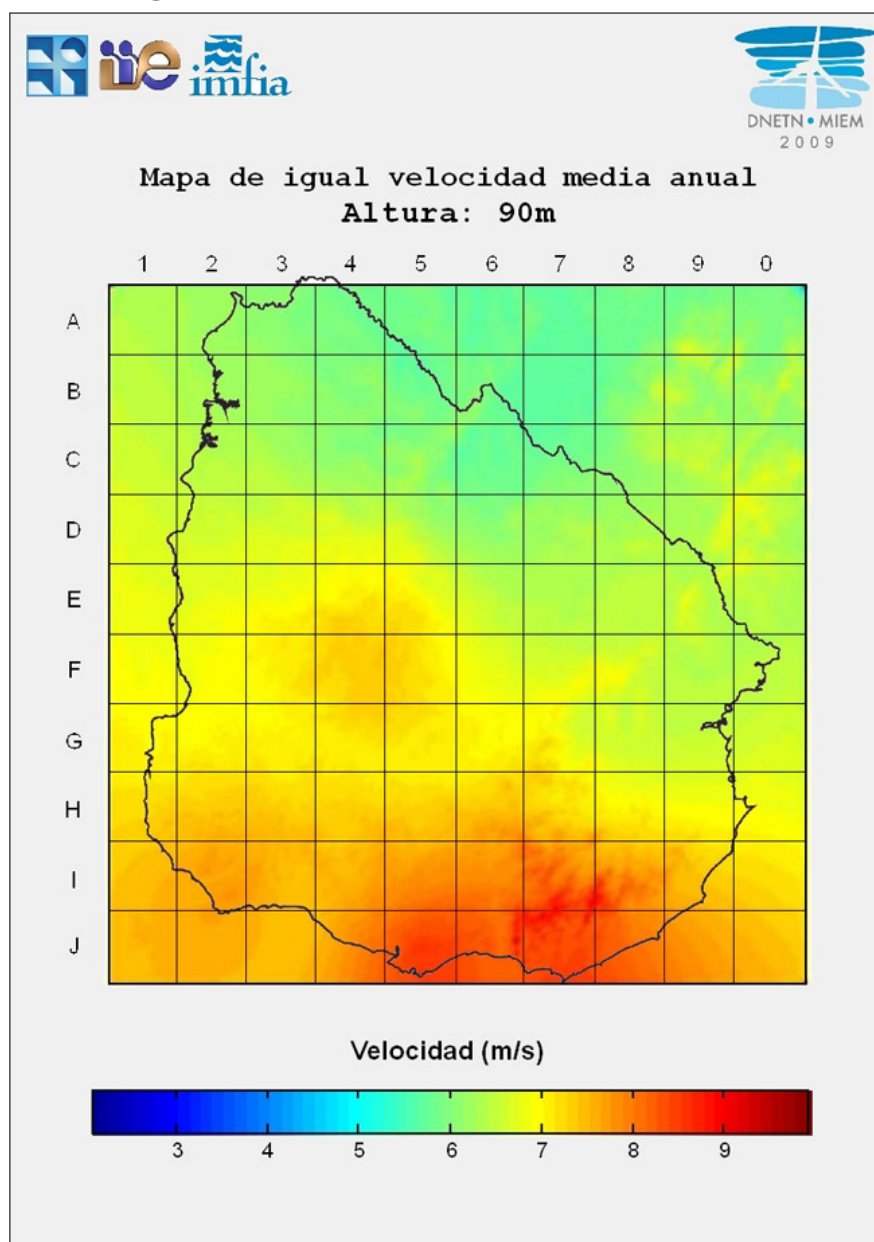
Para colmo de males, durante el 2006 y el 2008 se produce una baja significativa del nivel de los ríos producto de la baja cantidad de precipitaciones en la región. De hecho, el año 2008 registra el nivel más bajo de precipitaciones desde 1980 (ver Anexo C). La suma de un precio del barril alto y un nivel de precipitaciones bajo es un cóctel bastante fuerte para

la economía energética del país. Si vemos nuevamente el gráfico **1-7**, podemos observar en el año 2008 una bajada fuerte de la generación hídrica, compensada con un pico de generación térmica. De hecho, por este motivo el gobierno de Tabaré Vázquez tuvo que restringir el uso de la energía en esa época (DIARIO LA NACIÓN, 2018), decretando restricciones en el uso de energía eléctrica a familias y empresas debido a que el plan de controles voluntarios no dio resultado ante la crisis energética.

5.1.4. Los estudios para el establecimiento de grandes parques

Durante los primeros años, desde 2005 y hasta 2008, la preocupación pasó a ser la de obtener un mapa eólico de calidad para toda la república en varias alturas. Para esto se comienzan a instalar en el 2007 puestos de medición en todo el país. El decreto 403/2009 ordena la realización del mapa eólico nacional. El desarrollo del mapa eólico se basó en información meteorológica obtenida en estaciones meteorológicas de superficie, en donde los sensores se ubican en mástiles a determinada altura sobre el suelo. Para la construcción del mapa eólico se utilizaron un total de 27 estaciones de medición, 19 instaladas por la empresa UTE, 6 del Ministerio de Defensa (Dirección Nacional de Meteorología y Servicio de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada, SOHMA), y 3 de la Facultad de Ingeniería de la UdelaR. En la figura **5-2** se muestra el mapa eólico a 90 metros generado mediante esta metodología (ENERGÍA EÓLICA EN URUGUAY, 2016). La obtención del mapa eólico fue de suma importancia ya que el mismo es un insumo fundamental para la determinación de las zonas de mayor potencial eólico y también para los estudios de prospectiva y viabilidad económica de los parques.

Figura 5-2. Mapa eólico del Uruguay a 90 metros.



Fuente: ENERGÍA EÓLICA EN URUGUAY, 2016.

Paralelamente se avanza en las licitaciones para la instalación de parques privados. Entre 2006 y 2008 se realizan las primeras licitaciones para energía eólica, por un total de 60 MW (decretos 77/2006, 397/2007 y 296/2008). Estos decretos son el comienzo de una serie que permitirá la instalación de los grandes parques, siguiendo en el año 2009 con ofertas por 150 MW (decreto 403/2009).

En el año 2007 se da inicio al Programa de Energía Eólica en Uruguay (PEEU). El Programa es una iniciativa del ejecutivo con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), ejecutado por el Ministerio de Industria y Energía y Minería (MIEM) y financiado por el Fondo Global Para el Medio Ambiente (GEF), con el objeto de incentivar el proceso de inserción de la energía eólica en el país, con un abordaje completo y multidisciplinario (CIU, 2016). En 2008 se finaliza el informe final de la consultoría sobre energía en el marco del Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI) realizado por R. Méndez (Méndez, 2008), quien asume en ese año como Director Nacional de Energía. Este informe fue la semilla de lo que luego sería la Política Energética Uruguay 2030, descripta anteriormente.

Ese mismo año, el 2008, trae la entrada en operación de los dos primeros parques de envergadura, el Nuevo Manantial en Rocha, y el Caracoles I en Maldonado, este último operado por la empresa estatal UTE, con 10 MW de potencia instalada.

Para finalizar, comentaremos que en el año 2009 se producen dos normativas de importancia. Una de ellas es la Ley 18.597 que crea el Plan Nacional de Eficiencia Energética, el cual propone lineamientos en aquel sentido, siguiendo lo propuesto en uno de los ejes las políticas energéticas hacia 2030. Por el otro lado, el decreto 403/2009 establece lo que se conoce como prioridad de despacho, esto es, habiendo disponible energía en los aerogeneradores, se le da prioridad en el despacho hacia el sistema interconectado a esta fuente por sobre las demás. En la tabla 5-1 se muestra la línea de tiempo para este período.

5.2. Actores y grupos sociales relevantes

En esta sección analizaremos los actores y grupos sociales involucrados en el desarrollo eólico para este período. Comenzaremos entonces por reconocer y caracterizar a los actores del **sector político**. En el caso de actores que ya hemos descripto en la sección 4.2 sólo los mencionaremos.

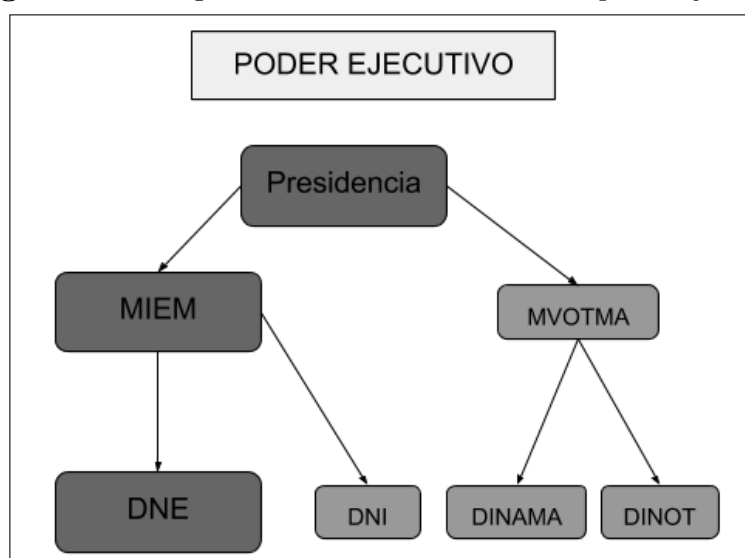
Ejecutivo-DNE: En este caso, si bien la esencia del actor es la misma descripta anteriormente, podemos ver que dentro del ejecutivo hay otras áreas de acción involucradas en el

Tabla 5-1. Línea de tiempo para el período 2005-2010.

2005	●	Asume Tabaré Vázquez (Frente Amplio).
2005	●	Creación de la ANII.
2006-2008	●	{ Primeros decretos licitaciones para eólica 60 MW (decretos 77-2006, 397/2007, 296/2008)
2007	●	Se inicia PEEU (PNUD-GEF).
2007-2008	●	{ Instalación de puestos de medición en todo el país - mapas eólicos actualizados
2008	●	Aumento del petróleo con pico histórico (China-India).
2008	●	Informe final de la Consultoría sobre energía (PENCTI - R. Méndez).
2008	●	Crisis económica en Europa.
2008	●	Asume R. Méndez como director DNE - Proyecto conjunto ejecutivo.
2008	●	Política Energética Uruguay 2030.
2008	●	Primer parque eólico UTE-Sierra de los caracoles.
2008-2009	●	Sequía fuerte (corriente del niño).
2009	●	Se crea AUDEE.
2009	●	Decreto ordena realización de mapa eólico nacional (403/2009).
2009	●	{ Decreto establece prioridad de despacho a eólica, compromiso de comprar toda la EE (403/2009)
2009	●	Ofertas por energía eólica 150 MW (403/2009).
2009	●	Plan Nacional de Eficiencia Energética (ley 18.597).

desarrollo eólico. Podemos reconocer otros organismos que dependen del ejecutivo con cierto grado de injerencia en la política energética, como la Dirección Nacional de Industria (DNI-MIEM), ya que se espera un impacto en la industria pesada actuando como contratistas de parques eólicos en construcción o mantenimiento, o el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) con sus direcciones de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial (DINAMA y DINOT), que determinan la viabilidad y el impacto de la instalación de los parques (ver figura 5-3). Considero este grupo un grupo homogéneo en cuanto a su responsabilidad y visión del tema energético, más allá de su multiplicidad de actores internos. Podemos simplificar y llamar a este grupo Ejecutivo-DNE, y es el grupo que lleva adelante la política energética y ejerce el poder público desde su rol ejecutor.

Figura 5-3. Diagrama de relaciones interno del poder ejecutivo.



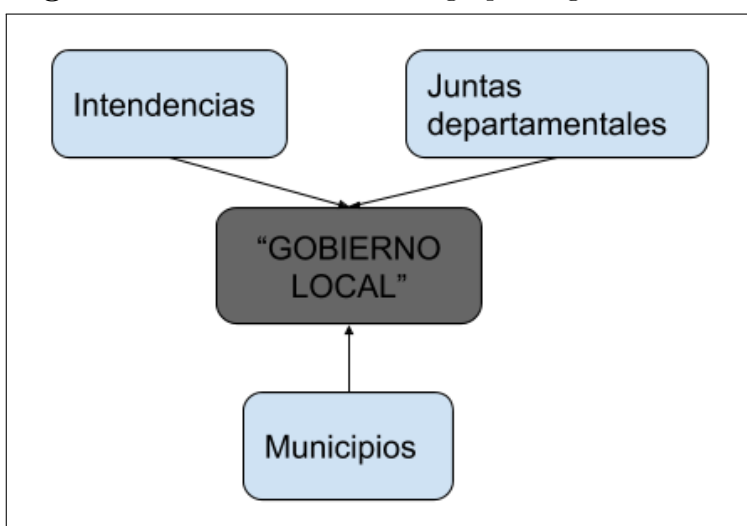
Fuente: Elaboración propia.

Los actores **Poder Legislativo**, **UTE** (empresa estatal de energía eléctrica), **URSEA** (organismo de control), y **ADME** (administradora del mercado eléctrico), ya se han descrito en la sección 4.2.

Gobierno local: Si bien el Uruguay posee un sistema unitario de gobierno, y en ese sentido los gobiernos departamentales no poseen independencia política, es cierto que su

condición de local hace que debamos tenerlos en cuenta como grupo social separado del gobierno central. El hecho de que los gobiernos locales en muchos casos no son del mismo color partidario que el central, y su mayor cercanía a los grupos de vecinos de parques y consumidores, puede inducir diferencias cualitativas en cuanto a su posicionamiento y visión del desarrollo eólico. Si bien este grupo actúa a nivel departamental, lo consideraremos en este análisis como un único grupo social a nivel nacional. Su poder político está claramente subordinado a la conducción nacional, pero a nivel local mantiene un sector de poder dominando las intendencias y las legislaturas locales (juntas departamentales). La figura 5-4 muestra su caracterización.

Figura 5-4. Caracterización del grupo de gobierno local.



Fuente: Elaboración propia.

Ahora caracterizaremos a los **actores sociales**. En este caso vale la descripción vista en la sección 4.2 para el **sector gremial** y los **pequeños usuarios**. A éstos podemos sumarles algunos grupos diferenciados (si bien ellos también forman parte de alguno de estos dos, ya que son usuarios del sistema eléctrico, pero por sus características conviene separarlos).

Usuarios Sociales: Separamos a este grupo minoritario del de usuarios generales, ya que la política energética 2030 establece el derecho universal de acceso a la energía para pro-

mover la integración social. En este marco, establece la posibilidad de subsidios para grupos con necesidades energéticas no cubiertas. El poder político y económico de este grupo es marginal, pero es uno de los objetos de política social de la planificación energética.

Residentes locales: Conforman el grupo de residentes de la zona circundante a los parques, y por lo tanto afectados por sus efectos colaterales. Al ser un grupo reducido pierde sus posibilidades de ejercer poder político.

Ambientalistas: Conforman un grupo no necesariamente localizado en la vecindad de los generadores, aunque en algunos casos son propiamente vecinos y se los podría incluir también en el grupo anterior. Englobamos en este grupo a sus respectivas asociaciones como Amigos de Aiguá o Asamblea Pachamama Uruguay. A pesar de ser un grupo reducido en número, su homogeneidad ideológica le otorga un rol importante en cuanto a concientización ambiental.

ONG's: Las Organizaciones no Gubernamentales cumplen un rol activo en cuanto a difusión y promoción de las energías renovables. Se destaca en este caso la Asociación Uruguaya de Energías Renovables (antes Asociación Uruguaya de Energía Eólica), abocada a promover el aumento de la participación de las energías renovables y reemplazar al petróleo como fuente energética y altamente contaminante de la región. Tiene muchas conexiones con el poder de conducción de UTE y la DNE, aunque se conforma como asociación no gubernamental.

Vamos a mapear en lo siguiente los actores que provienen del **sector del conocimiento**.

Sistema Universitario: La Universidad de la República ya ha sido descripta como actor en el capítulo anterior. Ya vimos que tuvo a su cargo el desarrollo del primer prototipo de generador eólico y de los mapas eólicos a través de su Facultad de Ingeniería. También aporta en estudios de suelos y biodiversidad y en estudios de impacto ambiental mediante

su Facultad de Ciencias, mientras que su Facultad de Ciencias Sociales estudia escenarios de conflicto en las relaciones entre sociedad y ambiente. También el sistema universitario tiene a su cargo la formación de recursos humanos en el área, en carreras tradicionales y nuevas carreras y cursos orientados a las energías renovables (en el caso de la Universidad del Trabajo del Uruguay UTU y de la Universidad Tecnológica UTEC). Vamos a englobar a estos actores dentro de este grupo, el cual es sin dudas el corazón de las redes de conocimiento locales.

Sistema CTI: En este actor englobaremos tanto al CONICYT, como a la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), creada en 2005. Según su descripción, “es una entidad gubernamental que promueve la investigación y la aplicación de nuevos conocimientos a la realidad productiva y social del país. ANII pone a disposición del público fondos para proyectos de investigación, becas de posgrados nacionales e internacionales y programas de incentivo a la cultura innovadora y del emprendedurismo, tanto en el sector privado como público” (ANII, 2019). Es importante su función ya que gestiona instrumentos de financiamiento para empresas innovadoras, gestiona el Sistema de Becas y la Carrera de Investigador, y provee de fondos para la investigación científica y tecnológica.

Mapeamos a continuación los actores del **poder económico y de organizaciones internacionales** que se agregan los **grandes usuarios**.

Organismos internacionales de cooperación: Agrupamos en este actor a diversos organismos internacionales, que se involucran a través de diferentes foros, asistencias técnica y financiera, redes de conocimiento, etc. Entre ellos encontramos a Naciones Unidas, en particular con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y el Programa de Energía eólica en Uruguay (PEEU) creado con el objetivo de promocionar el desarrollo de la energía eólica en el país. A nivel regional se destacan la OLADE (Organización Latinoamericana de Energía), y la CEPAL (Comisión Económica para América Latina) fomentando mecanismos de cooperación y foros de intercambio de conocimiento. En este caso estos organismos apuntan hacia el fomento y el desarrollo eólico del país, brindando asistencia en

cuanto a la adquisición de conocimientos específicos, y poseyendo también un poder simbólico importante.

Agencias de Financiamiento: se destacan el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que se perfiló como la mayor fuente de financiamiento para este tipo de proyectos en América Latina, el Banco Mundial (BM) y GTZ (Agencia Alemana de Cooperación Técnica) que implementan programas de desarrollo y prestan asesoramiento técnico. Son depositarias de mucho poder económico y simbólico.

Empresas privadas: Englobamos aquí a las diferentes empresas que actúan como propietarias y operadoras de parques eólicos o accionarias, a título propio o en asociación con UTE. También a proveedores internos de materiales y empresas de construcción y mantenimiento de parques. Algunas de estas empresas son Pamatir, Engraw, Agriland, Marystat, Luz de Loma, Luz de Mar, Luz de Río, Estrellada, GEMSA, Nuevo Manantial, Nicefields, Ladaner, Electrobras, Fingano, Vengano, Polesine, Glymont, Iweryl, Kiyú, Togely, Kentilux, Ríos del Sur, etc (mencionamos a las empresas encargadas de la operación de los parques hasta 2016, no necesariamente son las que se incluyen en este periodo). Representan el poder económico y técnico más cercano a la generación eólica ya que son las operadoras privadas de la mayoría de los parques. También podemos englobar aquí a las empresas que ofrecen servicios técnicos para la construcción y mantenimiento de los parques, como Solco S.A. o Ventus. Incluimos también a los proveedores externos de tecnología, que son los proveedores de la tecnología de generadores eólicos utilizados en los parques, los cuales no se producen en el país y deben ser importados (Por ejemplo, la empresa dinamarquesa Vestas). Estos proveen el bien técnico y el *know-how* para su montaje e instalación.

En la tabla **5-2** presentamos un cuadro resumiendo los actores identificados y su respectiva descripción.

Tabla 5-2. Actores y grupos sociales relevantes 2005-2010.

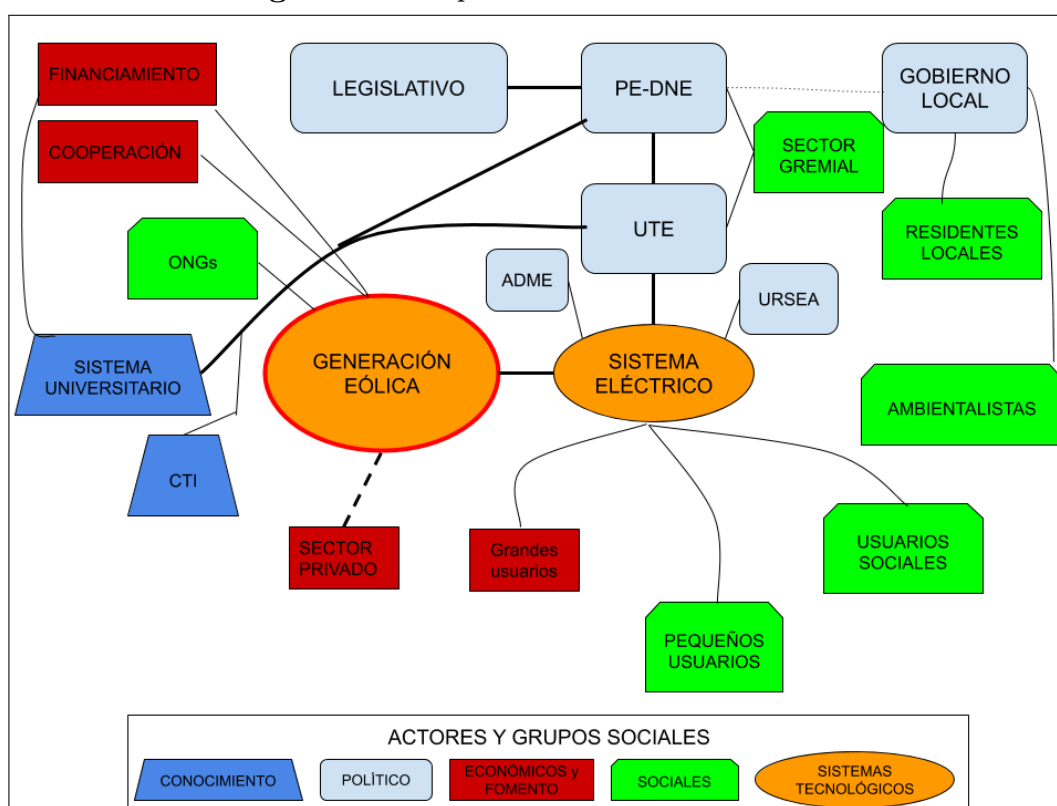
SECTOR	ACTORES	DESCRIPCIÓN
SECTOR PÚBLICO	Ejecutivo-DNE	Poder ejecutivo, MIEM, DNE, otros
	UTE	Empresa estatal de energía eléctrica
	URSEA	Unidad reguladora
	ADME	Administradora del mercado eléctrico
	Multipartidaria y Parlamento	Legislatura y partidos políticos con representación Multipartidaria de Energía
SECTOR SOCIAL	Pequeños usuarios	Residenciales - pequeño comercio - pequeña industria Asociaciones de consumidores
	Usuarios sociales	Usuarios subsidiados
	Residentes locales	Vecinos de parques
	ONGs	Organizaciones de fomento
	Ambientalistas	Grupos y organizaciones ambientalistas
	Sector gremial	Trabajadores del sector - gremios - centrales de trabajadores
SECTOR CONOCIMIENTO	U de la R	Universidad de la República - Facultad de Ingeniería
	CTI	CONICYT ANII
SECTOR ECONÓMICO Y DE COOPERACIÓN	Cooperación	ONU, OLADE, CEPAL
	Financiamiento	BM, BID, GTZ
	Empresas	Propietarias y operadoras de parques Proveedores locales, propietarios de tierras Proveedores de tecnología
	Grandes usuarios	Mediana y gran industria electro-intensiva

5.3. Dinámicas y mapas de interacción

El cambio de lineamientos políticos del año 2005, la aparición de la Política Energética Uruguay 2030 y la aparición en la escena nacional de los grandes parques trajo aparejado un cambio fuerte en la dinámica relacionada a la generación eólica y al sistema eléctrico en general. En la figura 5-5 podemos ver una esquematización del mapa de interacciones obtenido para este período.

En estos años la generación eólica se encuentra en una etapa en vías de inserción en el sistema eléctrico, con sólo dos grandes parques activos, y las condiciones normativas y económicas en pleno desarrollo. Volvemos a aclarar que la separación entre “sistema eléctrico” y “generación eólica” la realizamos sólo a efectos de la conceptualización y el armado de los mapas de interacciones. En la práctica el sub-sistema de generación eólica está integrado a la red.

Figura 5-5. Mapa de interacciones 2005-2010.



Fuente: Elaboración propia.

El poder ejecutivo, a través de su brazo operativo en el MIEM, la Dirección Nacional de Energía, ejerce el control de la empresa estatal de energía UTE, que a su vez maneja los hilos del sistema eléctrico. En esta etapa la presencia del ejecutivo fijando políticas energéticas es fuerte (MIEM-DNE, 2005; González y Méndez, 2015), con un rol de conductor y coordinador principal. Relacionados al sistema eléctrico en particular observamos también dos actores de control y regulación. Por un lado la ADME (Administradora del Mercado Eléctrico) realiza el despacho energético siguiendo los lineamientos del poder ejecutivo. La URSEA, que es la unidad reguladora del sistema eléctrico, mantiene su rol de fiscalización y penalización en forma independiente del ejecutivo.

En el caso de los gobiernos locales, comienzan a tener una participación al expandirse el establecimiento de parques eólicos a lo largo del territorio. A sostener el primer nivel de representación política comienzan a ser un nexo entre los vecinos o residentes locales (residentes en zona de proximidad de los parques, los cuales absorben los efectos directos de la actividad productiva, tanto los positivos como la generación de empleo local y movimiento económico, como los negativos como el impacto ambiental), grupos ambientalistas (en general bastante preocupados por el impacto ambiental de la actividad) y el gobierno central. Los gobiernos departamentales también establecen los requisitos mínimos de uso eficiente de energía para las nuevas edificaciones construidas, así como en materia de transporte colectivo y alumbrado público, siguiendo las pautas y normas de eficiencia energética y ambientales establecidas a nivel regional y coordinándolos con los Ministerios de Industria, Energía y Minería y de Transporte y Obras Públicas, respectivamente (Ley 18.597). También son los encargados de establecer zonificaciones para el uso de la tierra y permisos para la instalación de parques. Consultado el Arq. Walter Debenedetti, Director de Patrimonio y Ordenamiento Territorial de Colonia (Debenedetti, 2019), nos pudo confirmar que el departamento dio el visto bueno para la localización urbanística donde se instalaron los parques eólicos en el departamento, y las empresas usufructuantes requerían una localización comercial y territorial ante la Intendencia. Mas allá de eso, su incidencia en la política eléctrica nacional es escasa o nula, por su escaso poder de negociación dada la organización unitaria del estado.

Por el lado de los usuarios, consumidores del servicio, tenemos la distinción entre pe-

queños usuarios y grandes usuarios electro-intensivos. Hemos separado el grupo de usuarios sociales, ya que éstos están amparados por la política fijada en el Plan Energético 2030, asegurando el acceso universal a la energía eléctrica (logrando el 99,7 % de cobertura actualmente), en condiciones de seguridad y promoviendo la integración social.

El sector gremial continúa reteniendo un poder significativo dentro de la empresa estatal UTE. En el caso de las organizaciones no gubernamentales, el caso principal es el de la Asociación Uruguaya de Energía Eólica, cuyo objetivo (como ya hemos dicho) es promover el aumento de la participación de la energías renovables. Ha dado mucho apoyo al crecimiento de la energía eólica en el país, con acopio de información técnica, actividades y cursos. Tiene conexiones con el poder de conducción de UTE y la DNE y con el sistema universitario.

Por el lado del sector de conocimiento, los lazos entre la universidad y la empresa UTE siguen siendo fuertes, y se establece también una interacción fuerte entre la universidad y el PEN representado por su DNE.

Los organismos de financiamiento y de promoción establecen vínculos con el estado y el sector de conocimiento a través de la financiación de los parques y la promoción de la energía eólica. Como ejemplo sobresaliente podemos citar el Programa de Energía Eólica en Uruguay (iniciativa conjunta del Gobierno Nacional con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). El Programa tuvo como objetivo *“crear las condiciones favorables e incentivar el proceso de inserción de la energía eólica en el país desde un abordaje multidisciplinario, de modo de alcanzar el objetivo de contribuir a la mitigación de emisión de gases de efecto invernadero”*. El programa fue financiado por el Fondo Global para el Medio Ambiente (GEF, 2019). Otra agencia de financiamiento fundamental es el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2019), principal fuente de financiamiento en la región, la cual ha financiado la construcción de parques y otorgado financiamiento específico al sistema universitario.

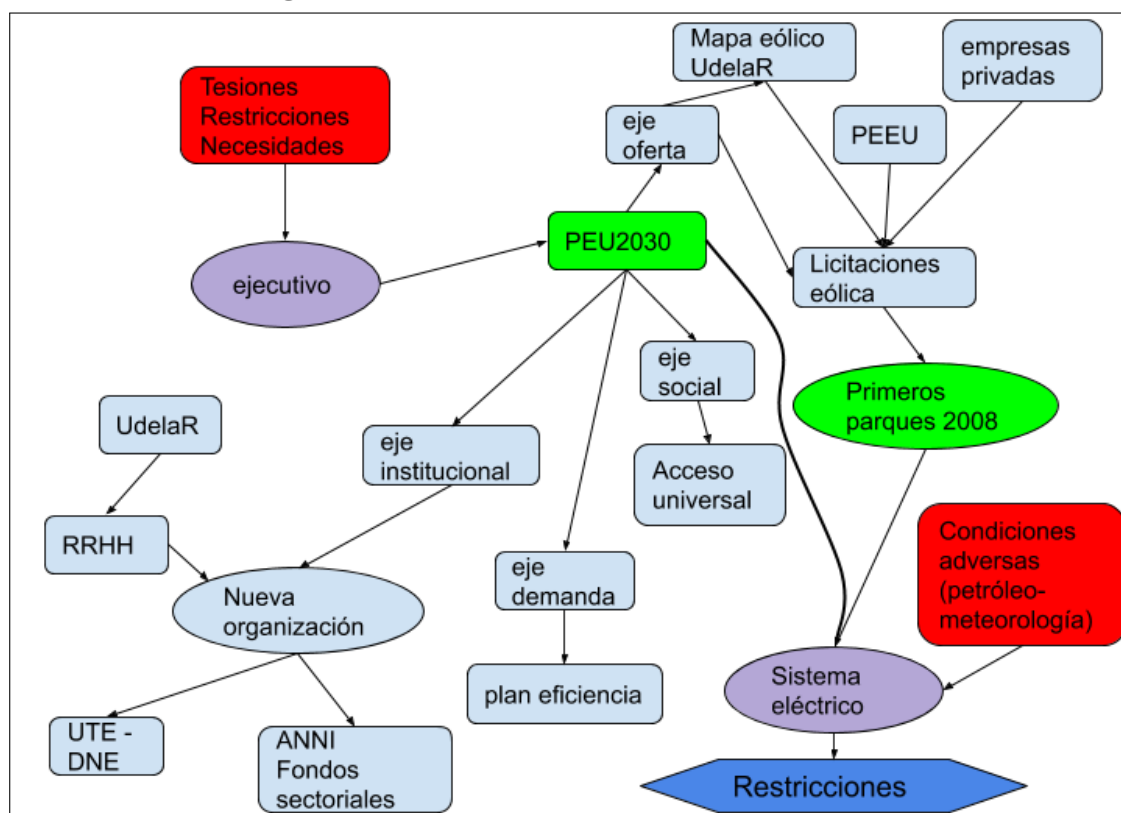
Por otro lado, el sector privado comienza a integrarse al sistema en las diferentes licitaciones de potencia eólica, incluso llegando a instalar el primer parque de porte privado en el año 2008 (parque Nuevo Manantial en Rocha, totalizando 18 MW de potencia instalada). La figura 5-5 muestra el mapa de interacciones que resume las dinámicas observadas.

5.4. Alianzas socio-técnicas

En el análisis de alianzas de esta etapa toma claramente un rol central el ejecutivo. En base a las tensiones que ya se han visto en el capítulo anterior, que ponen de manifiesto la necesidad de repensar las políticas energéticas y en particular la política eléctrica, el poder político propone como idea central de su política energética un documento de lineamientos: La Política Energética Uruguay 2030 (PEU2030). Es muy importante notar que este documento es el resultado de las tensiones previas y actuales, ya que las mismas se mantendrán durante un tiempo siendo la migración hacia el horizonte fijado por la PEU2030 paulatino. En este sentido, la PEU fija cuatro ejes sobre los cuales se trabaja (figura 5-6). Se propone la reorganización del manejo estatal energético, creando fondos sectoriales de la ANNI (ANII, 2019), con 25 proyectos de investigación y desarrollo por año financiados. Se da un nuevo rol a la dirección Nacional de Energía y a la empresa UTE, con una presencia mucho mayor en las decisiones y apoyados por equipos de trabajo provenientes de la Universidad. Esta alianza Universidad-Gobierno resulta muy interesante ya que se dota al estado de recursos humanos altamente calificados en la gestión de la empresa y de las decisiones energéticas. El equipo técnico de la DNE se nutrió de profesionales diversos provenientes del sector universitario (menciona R. Méndez un total de 20 técnicos egresados de 16 carreras de 10 facultades diferentes). El propio Ramón Méndez (Físico, Doctor en Ciencias Físicas de la Universidad de La Plata y Profesor e Investigador de la UdelaR) estuvo a cargo de la DNE. Gonzalo Casaravilla (Profesor y egresado de la Facultad de Ingeniería) desempeña el cargo de presidente del directorio de UTE. La actividad de producción de conocimiento funcionó como un fuerte factor determinante de la consolidación de las capacidades técnicas del sector (González y Méndez, 2015). Por otro lado se crearon carreras nuevas relacionadas con las energías renovables.

En el eje de la demanda se destaca la aprobación del Plan de Eficiencia Energética, que viene a tomar el toro por las astas de la problemática del consumo ineficiente. En el eje social se plantea la universalización del acceso a la energía.

Por último, en el eje de la oferta se trabaja en el mapa eólico, insumo fundamental para el desarrollo, y se ponen en marcha las licitaciones que darán lugar a los primeros grandes

Figura 5-6. Configuración de alianzas 2005-2010.

Fuente: Elaboración propia.

parques, en donde toma preponderancia las empresas inversoras y los organismos internacionales (PEEU). en la figura 5-6 vemos cómo se alinean todos los ejes de la PEU2030 de manera de lograr imponer un cambio sobre la matriz eléctrica atacando a la vez el problema organizativo, la concientización sobre consumo responsable, la universalización del acceso a la red y la diversificación en la generación. La entrada de inversionistas privados permite la instalación de parques que se integran al sistema.

El proceso no está exento de crisis, ya que como hemos visto hay un recrudecimiento de las condiciones climatológicas adversas hacia el año 2008 concomitante con un alza en el precio del barril, lo que lleva a restricciones energéticas importantes. Quizás este hecho también le da más impulso a la política de diversificación de las fuentes de generación, con lo cual se logra un equilibrio mayor del sistema. La estabilización del sistema recién llegaría en los años posteriores a 2010, como veremos en el próximo capítulo.

6. Los grandes parques: de la multipartidaria al auge de la eólica

6.1. Cronología

6.1.1. El advenimiento de los grandes parques

En el año 2010, ya con el cambio de gobierno del nuevo presidente José Mujica (también del Frente Amplio), se realiza nuevas licitaciones, la primera para 150 MW, y luego una segunda por 300 MW (159/2011). Para la tercera licitación se adjudicaron 600 MW de potencia (llamada 2 1/2). Estas licitaciones marcaron el comienzo de la instalación de los grandes parques eólicos a lo largo del territorio uruguayo. Los dos primeros parques de alta potencia (50 MW) comenzaron a operar en abril de 2014 en Maldonado y Tacuarembó. No es el objetivo de esta tesis describir el desarrollo de cada uno de ellos, por lo tanto en la tabla **6-1** se listan los parques en operación, junto la convocatoria de financiación, la empresa responsable, el departamento en donde se encuentra emplazada y la potencia de operación. La tabla está ordenada cronológicamente por la fecha de inicio de operaciones (ENERGÍA EÓLICA EN URUGUAY, 2016). En el Anexo C puede verse un mapa con la ubicación de los parques en el territorio uruguayo.

Ya hacia el año 2015, luego de la vuelta de Tabaré Vázquez a la presidencia, se llega a los 350 MW de potencia instalada, y durante los años 2015 a 2017 se instala potencia eólica a razón de 350 MW por año. Finalmente el año 2017 termina con una potencia instalada de 1,2 GW, representando la eólica un 30 % de la potencia eléctrica instalada total y un 30 % de la generación eléctrica bruta.

Tabla 6-1. Parques eólicos en operación.

Convocatoria	Empresa	Departamento	Entrada operación	Potencia (MW)
77/006	Agroland	Rocha	mar 2007	0,45
77/007	Nuevo Manantial I-II	Rocha	2008/2014	18
UTE	Caracoles I	Maldonado	dic 2008	10
UTE	PdeV	Lavalleja	abr 2010	0,15
UTE	Caracoles II	Maldonado	jun 2010	10
77/006	Kentilux	San José	may 2011	17,2
Autoprod.	Engraw	Florida	ene 2013	1,8
Autoprod.	Brengio	San José	jul 2013	1,8
Eólica I	Cuch. del Plata	Tacuarembó	abr 2014	50
Eólica II 1/2	Maldonado	Maldonado	abr 2014	50
Eólica II	Luz de Rio	Florida	jun 2014	50
Eólica II	Minas I	Lavalleja	jun 2014	42
Eólica II 1/2	Florida I	Florida	jun 2014	50
77/006	Luz de Mar	Florida	jun 2014	18
77/006	Luz de Loma	Florida	jun 2014	20
spot	Libertad	San José	jun 2014	7,7
UTE	Juan Pablo Terra	Artigas	ago 2014	67,2
EólicaII 1/2	Cardonal-Talas de Maciel I II	Flores	dic 2014	50
UTE-Electrobras	Artilleros	Colonia	dic 2014	65,1
424/011	Astidey-Talas de Maciel	Flores	jun 2015	50
159/011	Peralta I	Tacuarembó	jun 2015	58,8
159/011	Peralta II	Tacuarembó	jul 2015	58,8
403/009	Carapé I	Maldonado	set 2015	50
424/011	Carapé II	Maldonado	set 2015	40
424/011	Melowind	Cerro Largo	set 2015	50
567/009	Ventus I	Colonia	oct 2015	9
567/009	Rosario	Colonia	dic 2015	9
spot	Julieta	Durazno	feb 2016	3,6
R13-1927	Maldonado II	Maldonado/Lavalleja	may 2016	50
spot	Ma. Luz	Treinta y Tres	jul 2016	10
R13-1928	Florida II	Florida	jul 2016	50
spot	Solís de Mataojo	Lavalleja	oct 2016	10
Rafisa	Pampa	Tacuarembó	oct 2016	141,6
Aeraffin	Valentines	Treinta y Tres/Florida	oct 2016	70
spot	Villa Rodríguez	San José	dic 2016	10
spot	18 de Julio	Rocha	dic 2016	10
Autoprod.	Marfrig	Tacuarembó	feb 2017	2
Leasing op.	Palomas	Salto	feb 2017	70
424/011	Kiyú	San José	feb 2017	49,2
158/012	Marystay	San José	may 2017	1,8
424/011	Nuevo Pastoral	Flores	jun 2017	50
Fideicomiso Arias	Arias	Flores	en prueba	50
424/011	Ladaner	Cerro Largo	1er sem 2018	54,1

Fuente: ENERGÍA EÓLICA EN URUGUAY, 2016.

6.1.2. Panorama político

En el panorama político ocurren en 2010 dos hechos muy importantes. Uno de ellos es la aprobación de la Ley de Presupuesto 18.719, la cual reformula el organismo de control y regulación URSEA, y la organización y funcionalidad de la Dirección Nacional de Energía. La norma establece específicamente las competencias de la URSEA: *“La competencia de la URSEA será la regulación en materia de calidad, seguridad, defensa del consumidor y posterior fiscalización, en las siguientes actividades... Las referidas a la energía eléctrica, en el marco de lo dispuesto en la Ley N° 16.832, de 17 de junio de 1997, y sus normas modificativas y concordantes. La generación en cualquiera de sus modalidades estará comprendida en aquellos aspectos y circunstancias que afecten el funcionamiento competitivo del mercado... Las referidas al uso eficiente de la energía, según lo estipulen las normas correspondientes...”*.

También reformula dicho presupuesto el rol de la Dirección Nacional de Energía (DNE), que le propone como cometido (entre otros) *“...Diseñar, conducir y evaluar las políticas necesarias para el desarrollo y funcionamiento del sector energético del país, contemplando las distintas fuentes de suministro, la generación o producción de energía, su transporte y distribución, procurando el abastecimiento de las necesidades energéticas del país en condiciones costo eficientes, asegurando su utilización racional y velando por su acceso universal...”*. Esto la convierte en el principal brazo ejecutor de las políticas energéticas nacionales, reforzando su vínculo con las empresas públicas.

El otro hecho político interesante es la creación de la Comisión Multipartidaria de Energía en el año 2010, que estableció la necesidad de marcar políticas que sean adquisición de un país y no de un período de gobierno o un partido. En este sentido, se llegó a un acuerdo nacional de energía, en el cual se destaca el reconocimiento de que la política energética a corto, mediano y largo plazo es fundamental para el desarrollo del país (MONTEVIDEO PORTAL, 2010). Se acordaron en él cuatro ejes principales (Institucional, Demanda, Oferta y Social), realizando consideraciones generales sobre los mismos, principales líneas de acción y puntos para alcanzar los objetivos. Participaron cuatro partidos con representación parlamentaria (Frente Amplio, Nacional, Colorado e Independiente).

Por otro lado, se aprueba un decreto controvertido, el 59/2015, el cual ordena que el esta-

do debe pagar por la energía disponible pero no inyectada a la red. Este decreto va a resultar muy controvertido en el medio político, ya que incrementa el costo de la energía, pagándose incluso por energía no consumida. Este decreto establece taxativamente *“Exhórtase a la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE) a dictar los actos necesarios a efectos de que los contratos de compraventa de energía de fuente eólica y solar fotovoltaica celebrados en el marco de exhortaciones realizadas por el Poder Ejecutivo, así como las ampliaciones que con anterioridad a la fecha de este decreto se hubieren aprobado tomándolas como referencia, incluyan el pago de la energía que el generador se encuentre en condiciones de generar, pero que por una restricción operativa establecida por el Despacho Nacional de Cargas, no resulte despachada en forma total o parcial. Esta energía deberá pagarse al mismo precio que el establecido en los contratos de compraventa”*.

En relación a la evolución de los precios internacionales de crudo, se observa un aumento entre 2011 y 2014 del barril producto de la reactivación mundial, bajando luego hacia el año 2015 debido a la desaceleración china (ver figura 5-1). Este pico coincide con un período de poca generación hídrica hacia 2012 (ver figura 1-7) lo cual genera un pico de generación térmica a precios altos. Esta coyuntura se estabiliza en los años siguientes debido a la baja del petróleo y al crecimiento de la oferta eólica. La tabla 6-2 muestra la línea de tiempo para el período.

6.2. Actores y grupos sociales relevantes

Los grupos sociales son esencialmente los mismos que se analizaron en la sección 5.2. En el caso del **Poder Legislativo**, vamos a incluir para este análisis también a la Comisión Multipartidaria de Energía. Si bien puede haber diferencias sustanciales en sus visiones, para simplificar el análisis los estaremos considerando como un actor único. Llamaré a este grupo ampliado **legislativo y multipartidaria**.

Tabla 6-2. Línea de tiempo para el período 2010-2017.

2010	●	Asume José Mujica (Frente Amplio).
2010	●	{ Multipartidaria de energía aprueba en conjunto PEU2030 (Acuerdo Nacional de Energía)
2010	●	{ Reformulación de URSEA y DNE (Ley de presupuesto 2010 18.719)
2011	●	Licitaciones por 150 mW y 300 MW (159/2011). Licitación 2 1/2 por 600 MW.
2011-2014	●	Aumento del petróleo por reactivación mundial.
2014	●	Primeros parques de alta potencia (mayor a 50 MW).
2015	●	Asume T. Vázquez (Frente Amplio).
2015	●	Se llega a 350 MW de potencia instalada.
2015	●	{ Decreto establece pagar por energía disponible pero no inyectada (59/2015)
2015-2017	●	Se instala a razón de 350 MW/año.
2017	●	{ Se llega a 1.2 GW de potencia instalada - 30 % de la potencia instalada y 30 % de la generación bruta

6.3. Dinámicas y mapa de interacciones

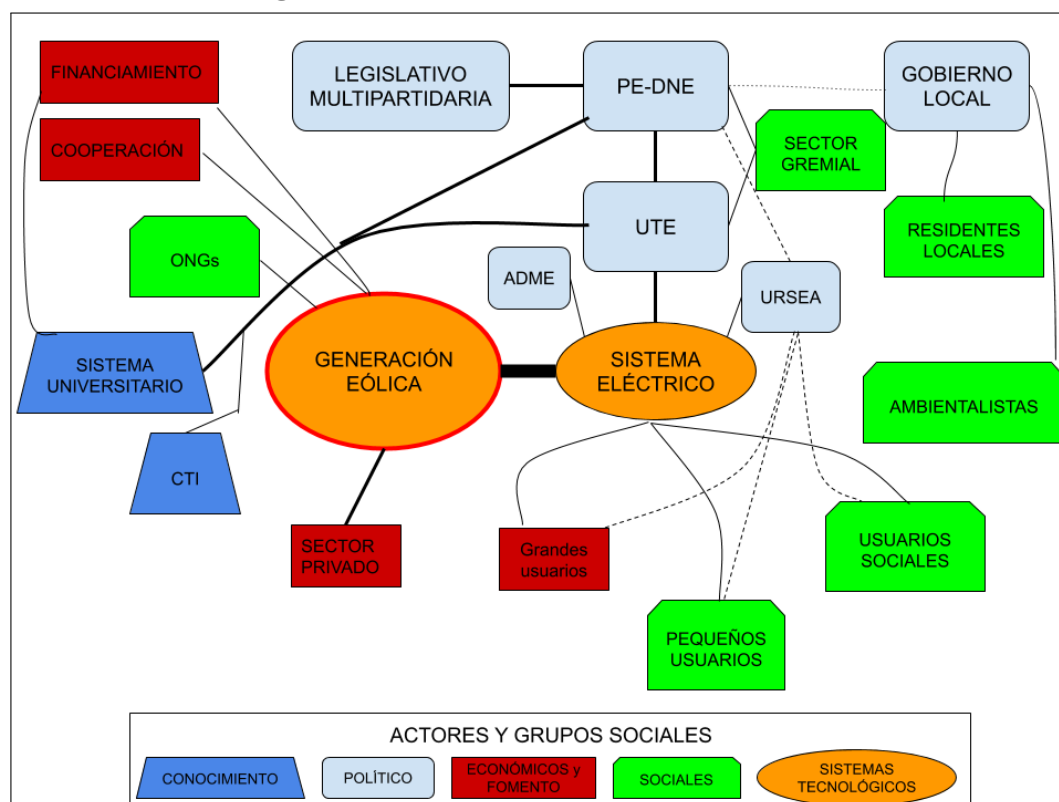
El desarrollo eólico se encuentra en una etapa avanzada y en un estado de integración completa con el sistema eléctrico. Representamos esta situación con una línea gruesa en la figura 6-1. Sus generadores han llegado a producir el 30 % de la energía eléctrica del país, con lo cual se consolida como fuente sustancial del sistema. Los beneficios que trajo esta integración se muestran tanto en la baja de la dependencia de fuentes térmicas como en la diversificación de fuentes y la baja en emisiones contaminantes. Por otro lado, los costos de la energía son más caros que los producidos por otras fuentes, con el agravante que el estado paga por la energía que a veces no llega a consumir.

Por el lado del poder legislativo, ha producido acciones de importancia en relación a la política y organización legal del sistema eléctrico. La mencionada Ley de Presupuesto 2010 (Ley 18.719) se establece para la URSEA y para la DNE nuevas funciones y obligaciones. En el caso de la URSEA, se le agrega una misión de defensa del consumidor en cuanto a la seguridad, la calidad del servicio y las tarifas, así como una función reguladora basada en las políticas fijadas por el PEN. Esto le resta cierta independencia política, al estar en cierta manera atado su funcionamiento a las políticas fijadas por el PEN.

Por otro lado, la formación de la Comisión Multipartidaria de Energía, y la aprobación en conjunto de la Política Energética 2030, dan un espaldarazo político muy importante al ejecutivo en la aplicación de estas políticas. Esta fuerte interacción positiva entre el legislativo y su comisión de energía, y el ejecutivo es muy importante en esta etapa, ya que logra despejar el camino hacia la instalación de parques de gran porte.

Los actores sociales van ganando en visibilidad, ya sea con una visión positiva del desarrollo eólico por verlo como una energía limpia y por la disipación de los escenarios de crisis de antaño, o con una visión negativa por el alto costo energético que se paga. En el sector gremial, por otro lado, existe cierta resistencia del sindicato de funcionarios de UTE (AUTTE) en relación a la instalación de los parques, ya que lo observan como una privatización encubierta de la generación de energía.

Si vemos el sector privado, se asocia con el estado en la producción de energía eólica en algunos casos (parques co-financiados). En los casos de parques privados, el estado abre

Figura 6-1. Mapa de interacciones post-2010.

Fuente: Elaboración propia.

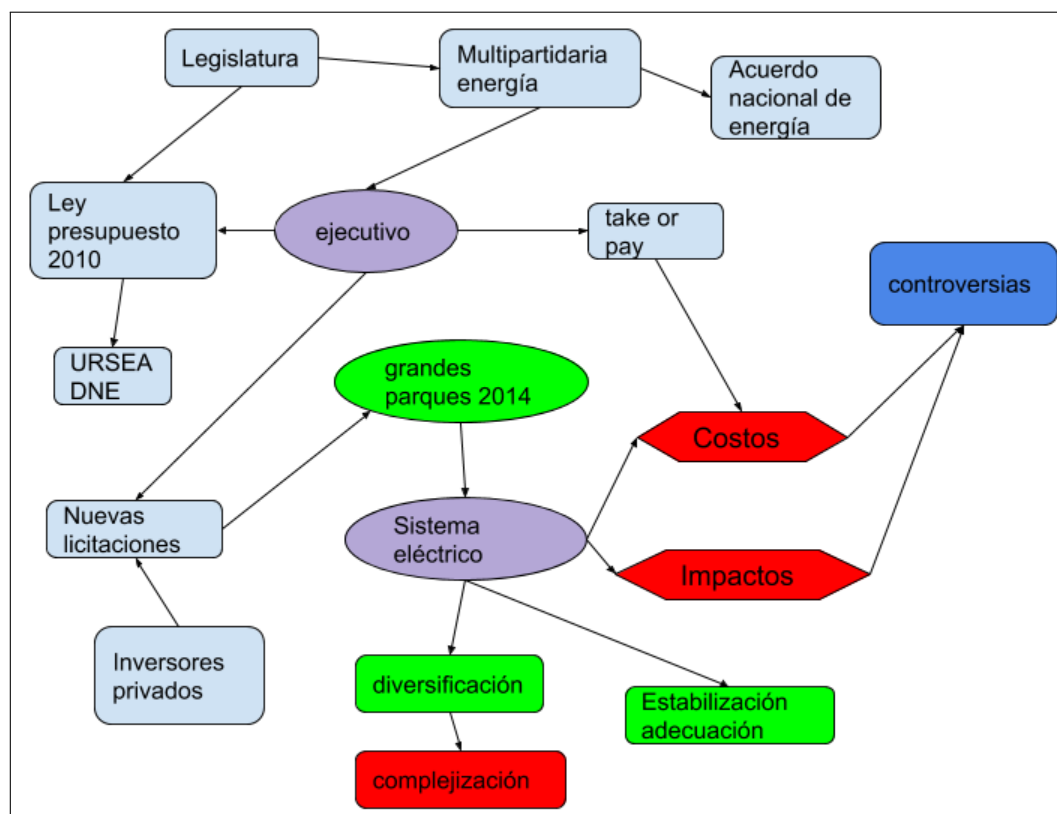
convocatorias en donde se reciben ofertas de compra-venta de energía tanto de empresas privadas como de UTE. En todo caso, el rol director de estas inversiones privadas viene dado por el estado en cuanto es el conductor de las políticas, y la competencia entre actores públicos, publico-privados o privados se da en el marco de una regulación específica para la actividad y las condiciones de participación privada. Los sectores de promoción y conocimiento mantienen sus interacciones con el poder político y de control de la energía que hemos visto en el capítulo anterior. La figura 6-1 muestra el mapa de interacciones que sintetiza las dinámicas observadas.

6.4. Alianzas socio-técnicas

Una de las principales alianzas que busca el gobierno en este período se conforma con el Acuerdo Nacional de Energía (Multipartidaria de Energía), con el cual todos los partidos con

representación parlamentaria se comprometen con el PEU2030 (ver figura 6-2). La ley de presupuesto 2010 refuerza la fuerte política presencial del estado en la conducción energética y otorga nuevos roles a la URSEA y la DNE. Mediante nuevas licitaciones y la entrada de inversores privados se comienza la instalación de grandes parques por todo el territorio, aumentando la participación de la eólica en la potencia instalada de hasta un 30 %. La diversificación de la generación otorga estabilidad ante condiciones climáticas y de mercado y promueve la adecuación y estabilización del sistema.

Figura 6-2. Alianzas socio-técnicas post-2010.



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, el polémico decreto de *Take or Pay* eleva los costos en condiciones normales, lo cual genera controversias. También genera controversia la posibilidad de impacto ambiental de los parques, vistos por algunos actores.

Algunas asociaciones ambientalistas expresan temores acerca del desarrollo, aunque muy tibiamente, no observándose acciones directas en su contra, como sí han ocurrido en otras

regiones del planeta, quizás por la cercanía de los parques a grandes ciudades (ver, p. ej. Trobo, 2013). Se han realizado consultas puntuales con tres organizaciones (Sociedad Amigos del Viento Meteorología Ambiente Desarrollo, Red Uruguaya ONGs ambientalistas, y Centro Interdisciplinario de Estudios sobre el Desarrollo), en las cuales han expresado una visión neutral o positiva sobre la energía eólica, principalmente guiada por la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, el movimiento económico local y la mayor disponibilidad de fuentes de generación. El mayor temor expresado fue la dependencia de inversiones y tecnología extranjera, el impacto visual de los aerogeneradores en el paisaje local y el impacto en la fauna (mortandad de aves).

Los residentes locales también expresan sus temores. En una nota periodística del año 2013 se puede leer la opinión de una comisión de vecinos que se oponen a la instalación de un parque eólico en la Sierra de las Animas:

La mayoría de los ciudadanos pensamos que la instalación de parques eólicos en nuestro país es una buena noticia. Nos han explicado que al generar electricidad a través del viento, estamos usando una fuente de energía renovable y gratis, reducimos el uso de combustibles derivados del petróleo, y protegemos el medio ambiente en general. Sin embargo, también hay que escuchar razones de quienes se oponen a estas iniciativas; un grupo de vecinos de la zona de la Sierra de las Animas en el departamento de Maldonado, explica que la construcción del proyecto Río Mirador, que se ubicaría en la zona del Abra del Betete en la Sierra de las Animas, afectaría seriamente el ecosistema de esta zona tan característica de nuestro país (EL DIARIO, 2013).

Agregan en otra nota: “entre las razones de orden cultural y natural para oponerse al parque eólico, los vecinos sostienen que el lugar es una de las zonas más emblemáticas del país para todos los uruguayos, la Sierra de las Ánimas, sitio de enorme patrimonio natural, científico y cultural. La Sierra de las Ánimas, además de ser un ícono en el país, es de las pocas que hasta el momento se ha mantenido libre de aerogeneradores en Maldonado, conservando su carácter natural, con bajísimo índice de elementos antrópicos y una vegetación

muy bien conservada” (UY.PRESS, 2013). Como vemos, la instalación de parques no está exenta de controversias. Sin embargo, el poder político de estos grupos no es el suficiente para generar problemas o manifestaciones directas masivas en contra de su instalación.

7. Discusión: trayectorias e interpretaciones

7.1. Trayectorias

Desde las etapas de estudio de potencial eólico iniciales realizadas por el Ingeniero Cambrilargiu, pasando por los estudios prospectivos de los años '80 y '90 que desembocaron en la instalación del aerogenerador experimental en Sierra de los Caracoles en el año 2000, está claro que el actor que tracciona el proceso de evaluación del recurso y sus posibilidades de utilización es la facultad de Ingeniería de la UdelaR, que es la institución que tiene la responsabilidad de estos estudios, y en el caso del aerogenerador con apoyo de UTE y del BID. Aquí se incorpora la compañía estatal de electricidad y se utiliza un aporte de capital externo para el desarrollo del producto. A partir de este punto, la necesidad de búsqueda de fuentes alternativas fue crucial para que el estado se involucrara, hacia los primeros años del siglo, con un rol más activo en la política de desarrollo energético, ordenando un relevamiento prospectivo del sector energético que tuvo su informe final en 2004.

Esta necesidad fue guiada y empujada por varios factores. Entre ellos, las crisis cíclicas, que juega un papel central en el proceso. Recordemos la extrema dependencia de la hídrica del sistema, y la dependencia del petróleo importado en las fuentes térmicas (llegando éste a una participación del 38% del total de importaciones en su pico histórico), con lo cual en cada temporada de bajos niveles de ríos (caída en la producción hídrica) la energía no generada se suplanta por generación térmica, llevando a un aumento en el precio de la energía eléctrica. Lo mismo pasa cuando el precio del barril se dispara. En aquellas temporadas en las

cuales estos dos efectos coinciden, el aumento en el precio de la energía impacta fuertemente en toda la economía.

Otro factor de tensión importante es el estancamiento en los 90 de la inversiones y desarrollo de proyectos energéticos. Si bien se realizaron algunas inversiones, las mismas no fueron planificadas o enmarcadas en una política energética nacional. De hecho, se invirtió una cantidad considerable en proyectos sub-utilizados, como los tres gasoductos a Argentina, utilizados al 5 % de su capacidad porque el país no puede cumplir los contratos de exportación, con lo cual a pesar de ser un bien barato para producir energía (de hecho la matriz argentina es muy dependiente de este recurso), no era confiable su disponibilidad (González y Méndez, 2015). La falta de coordinación entre las empresas públicas y la Dirección de Energía era evidente, y se destinaban pocos recursos humanos para la problemática energética. Por supuesto, a todos estos factores que afectaban la oferta, tanto en disponibilidad como en precio, se suma el factor demanda, que se incrementa en los '90 a ritmos que no se correspondían con un aumento de la generación. De hecho, por la falta de inversión, la generación estuvo básicamente planchada durante estos años.

A pesar de que estos factores de presión condicionan las políticas del ejecutivo, es sólo con el cambio de gobierno del año 2005 que el estado pasa a tomar un rol protagónico en la conducción energética y por ende en el desarrollo eólico. Una política clara definida es la formulación del PEU2030, tomando como base los cuatro ejes esenciales: oferta, demanda, social y organizacional. La otra política clara es la formación de un vínculo estrecho entre la conducción energética (tanto a nivel de Ministerio de Energía como de la Dirección de Energía) y los sectores de conocimiento, encabezados por la Universidad de la República, y otros organismos como la ANII o el CONICYT. Esta asociación virtuosa permitió nutrir a los organismos y empresas estatales de personal altamente capacitado en su conducción y planta técnica, y favoreció la realización del mapa eólico nacional y el establecimiento de parques co-financiados.

Este giro en las políticas energéticas no es sólo técnico, sino guiado por un cambio de paradigma en la cual el estado se ubica como actor principal y en control del desarrollo energético nacional. Cabe aclarar que a pesar de que el estado se ubica en un rol central, no

es una transformación económicamente socialista o estatista. De hecho, todas las liberalizaciones del mercado de generación realizadas en la década de los 90 se mantienen y se utilizan para la entrada de capital privado en la generación.

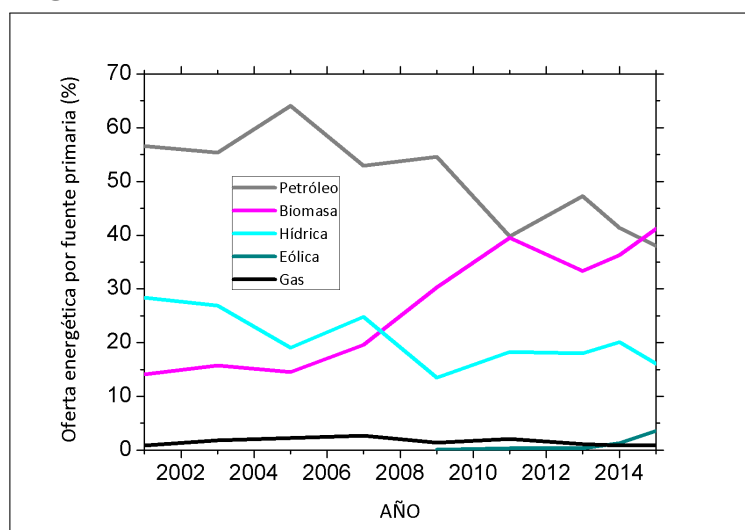
La Ley de empresas Públicas de 1991 autorizaba la incorporación al sistema interconectado de centrales de generación y líneas de transmisión privadas. Sin embargo el rol central seguía perteneciendo a UTE. Esta ley fue parcialmente vetada en el plebiscito del 92, pero no se vetaron los artículos referentes a la generación privada, ya que se asumió que ésta no representaba una privatización de la empresa sino una apertura del negocio de la generación. En última instancia, si bien el plebiscito no fijó posición contraria a dicha apertura, sí dejó en claro que la ciudadanía quería seguir manteniendo el control de las empresas de servicios públicos bajo el ámbito de la administración pública. Con la sanción del Marco Regulatorio del Sistema Eléctrico en 1997 se estableció la libertad de generación, en la cual se exceptuó a esta actividad de su condición de servicio público. Estas últimas leyes fueron el resultado de un parlamento con tinte privatista en su visión política, que sin embargo mantuvo bajo control estatal la transmisión y distribución de la energía eléctrica. Una pregunta abierta, en este caso, es si esto se debió al resultado de los plebiscitos derogatorios, que restringirían en cierta medida el margen de acción en ese sentido, o a una auténtica visión estratégica hacia la empresa UTE. De todas maneras, como decíamos, con este marco regulatorio es donde la generación eólica comienza su etapa de instalación, crecimiento y producción a gran escala.

El gobierno de Vázquez toma estas señales de tensión del sistema y encara la formulación de la PEU2030, en donde se logran encauzar a estos elementos y establecer una política tendiente a solucionar los problemas exhibidos por el sistema eléctrico, en un trabajo conjunto con el sector del conocimiento. En estos primeros años se logran lanzar licitaciones para generación eólica, y se introduce así al actor privado como un incipiente actor protagonista en esta etapa. Las crisis del año 2008, una de las más agudas de producción energética debido al alza de petróleo y sequía conjunta, pudo tener una incidencia fundamental en la búsqueda de fuentes alternativas, acelerando los planes de inversión para lograr un sistema menos vulnerable. Se comienzan programas de cooperación (como el PEEU). También se establece el decreto ordenando la realización de un mapa eólico nacional. Todos estos

decretos del ejecutivo apuntan hacia una incorporación masiva de generación eólica en el sistema, aprovechando las puertas que abrieron las leyes mencionadas anteriormente. En este sentido, no solo aprovecha estas puertas sino que establece un decreto muy controvertido, el 403/2009, por el cual se otorga prioridad de despacho a los generadores que entraron en estas licitaciones

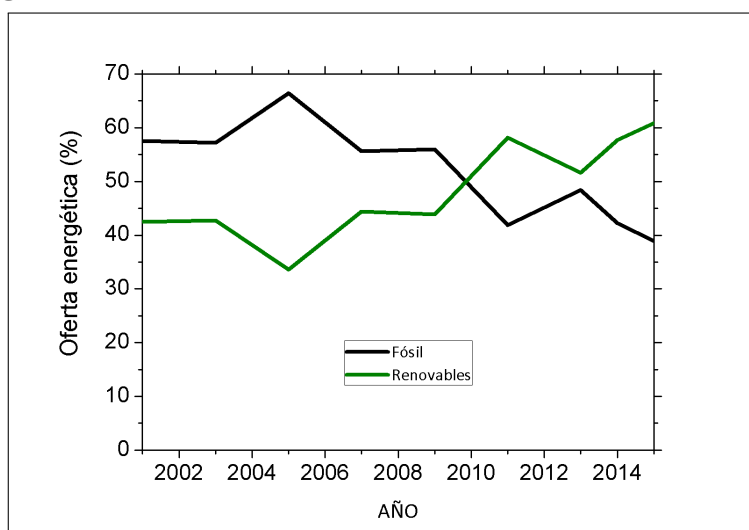
La Ley de Eficiencia Energética del 2009, que establece la creación del Plan Nacional de eficiencia Energética, y la Ley de Presupuesto 2010, que establece para la URSEA y la DNE nuevas funciones y obligaciones, van en el sentido fijado por la PEU2030, política que recibió el espaldarazo de la legislatura en el Acuerdo Nacional de energía de 2010. Se suman nuevos decretos de licitaciones para generación eólica, con lo cual se logra llegar a 2017 con una cantidad de parques que permiten un 30 % de potencia instalada de origen eólico.

En el año 2015, el decreto 59/2015 establece el *Take or Pay* para la generación de origen renovable (eólica y solar fotovoltaica), con lo cual el estado compra toda la energía disponible del generador aunque la misma no haya sido inyectada en el sistema interconectado. Este decreto, junto con la prioridad de despacho, resulta muy controvertido ya que eleva artificialmente los costos de la energía (pagando por energía no utilizada) y asegura la rentabilidad de los parques al disminuir el riesgo de la inversión. En este sentido, podemos ver que ciertas vetas de la política energética están bastante lejos de ser estatistas, sino más bien proclives a asegurar la entrada de capitales externos.

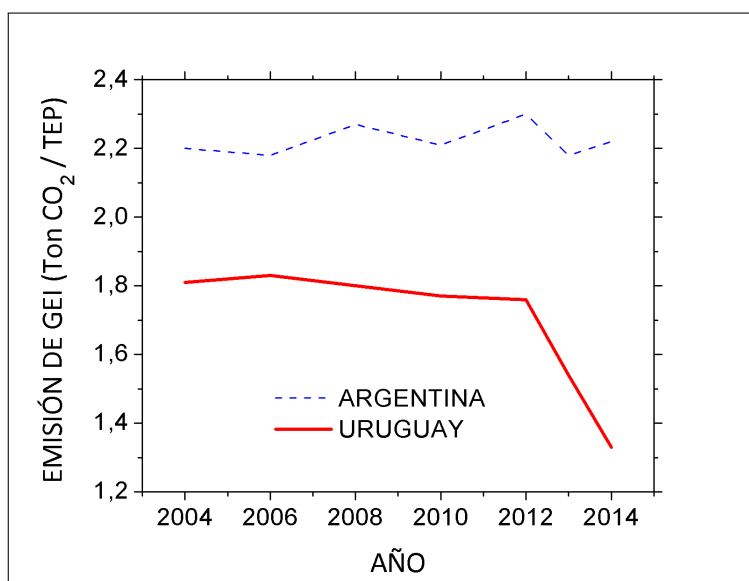
Figura 7-1. Evolución de la matriz energética uruguaya.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de UTE UTE - Generación, 2019.

En cuanto al sistema eléctrico, éste sufrió grandes transformaciones desde aquel existente a principios de siglo. Aquel estaba al límite de su capacidad de producción hídrica debido a sus características geográficas. Luego del año 2005, el sistema comienza una etapa de diversificación incorporando fuentes eólicas, solares y otras térmicas de tecnologías más modernas. En la figura 7-1 se muestra la evolución de la matriz energética uruguaya en los últimos años, por fuente y en porcentual, a partir del 2000 (UTE - Generación, 2019). se ve una clara tendencia a la diversificación, reduciendo la dependencia del petróleo paulatinamente e incorporando nuevas formas de producción. Si dividimos las fuentes en renovables y no renovables, vemos en la figura 7-2 cómo se va cambiando la tendencia, obteniéndose hacia el final de la serie un predominio de las renovables en detrimento de las fuentes fósiles. Este hecho, y el incremento de la variedad de producción por fuentes limpias como la eólica y la fotovoltaica produce un mejoramiento o reducción en la emisión de gases de efecto invernadero, como se puede apreciar en la figura 7-3, en este caso comparado con el caso argentino (AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA, 2016).

Figura 7-2. Evolución de la oferta energética fósil y renovables.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de UTE UTE - Generación, 2019.

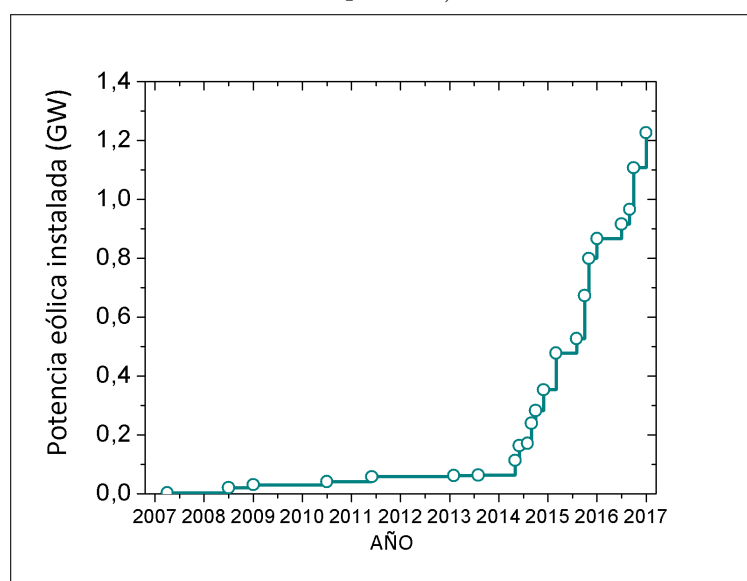
Figura 7-3. Emisión de gases de efecto invernadero en argentina y Uruguay

Fuente: Elaboración propia en base a datos de AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA, 2016.

Volviendo sobre la evolución de la eólica, veamos nuevamente la figura 1-10 del capítulo 1 (se vuelve a mostrar para comodidad del lector en la figura 7-4). En ella se grafica la potencia eólica instalada (en GW), en función del tiempo. Podemos ver algunos comportamientos interesantes en la misma: La potencia instalada comienza a aumentar desde el año

2007 a un ritmo lento (a razón de 14 MW/año), conservando este ritmo en forma casi lineal hasta el año 2014. En dicho año se produce un cambio de tendencia, aumentando en forma abrupta la pendiente (la derivada de la función, o lo que sería en términos económicos la “potencia instalada marginal”), manteniendo dicho ritmo de crecimiento, de alrededor de 370 MW/año, hasta el último valor consignado. Se aprecia un muy notable cambio de pendiente, aumentando a partir del año 2014 el ritmo de crecimiento de la potencia instalada en un factor 26. En definitiva, éste es el resultado final de la política eléctrica de diversificación llevada a cabo por el gobierno, y que fuera tomado como caso emblemático por los medios de prensa especializados del mundo.

Figura 7-4. Evolución de la potencia eólica instalada 2007-2017 (figura 1-10 del capítulo 1).



El cambio de matriz desde el año 2005 se ve traccionado claramente por la pro-actividad de las políticas públicas y la inserción de capital privado a través de las licitaciones públicas. De hecho, la incorporación de capital privado fue tan exitosa que se logró cuadruplicar las previsiones de incorporación de eólica hacia el año 2015. El control y presencia del estado fue muy fuerte tanto en los proyectos co-financiados con la empresa UTE, como en aquellos exclusivamente privados. La ventana de oportunidad por la que se mete el capital privado es la desregulación de la generación eléctrica de los años 90. Paradójicamente, si bien el plebiscito

puso freno a la ola privatizadora de los 90, no logró volver atrás con esta desregulación. También paradójicamente, el gobierno del Frente Amplio toma esta desregulación como una ventana de oportunidad para atraer inversiones privadas al área de generación eléctrica (como vimos anteriormente).

Quizás dos de los elementos centrales para el avance hacia la diversificación hayan sido, primero, la verticalidad en la política energética que supone un gobierno centralizado (con poca interferencia de los gobiernos locales, aunque esto sería una pregunta abierta en esta instancia), y segundo, el mantenimiento de UTE como operadora estatal monopólica de los servicios de transmisión y distribución eléctrica, lo que centralizó la operatoria de un sistema cada vez más complejo.

7.2. Interpretaciones

7.2.1. Complejidad y adecuación

Realizando una mirada introspectiva dentro de lo que llamamos "sistema eléctrico", podemos darnos cuenta del cambio inmenso que se ha realizado en la estructura tecnológica misma del sistema. Éste estaba basado inicialmente en la generación hídrica, con cuatro complejos hidroeléctricos y algunas centrales térmicas. En la actualidad posee 10 centrales térmicas de combustible fósil (9 operadas por UTE) más 11 centrales a biomasa (privadas). Existen 18 parques fotovoltaicos (privados) y 44 parques eólicos (entre parques privados, parques pertenecientes a UTE y parques co-financiados UTE-privado). A eso se le suma las tres centrales hidroeléctricas operadas por UTE y la bi-nacional Salto Grande, operada por la Comisión Técnica de Salto Grande. Se añaden los 83.000 km del sistema interconectado, operado por UTE (ver sección 1.3.2). El despacho es manejado por ADME. El reto de operar todas estas fuentes de diverso origen (eólica, fotovoltaica, hídrica, biomasa y térmica fósil) de forma segura y confiable, es muy grande.

Vemos que la complejización del sistema opera en varios frentes. En el aspecto operativo, se agregaron muchas fuentes de origen intermitente. Tanto la eólica como la fotovoltaica operan con bases a recursos intermitentes, la disponibilidad de vientos y la disponibilidad de

radiación solar. A diferencia de las centrales térmicas, éstas no se pueden apagar o prender a voluntad sino que dependen de la disponibilidad natural del recurso. Tampoco poseen un reservorio que les otorgue estabilidad (como la hídrica, que tiene embalses). El sistema uruguayo se destaca entonces en forma única en latinoamérica por la operación de un alto nivel de fuentes intermitentes, que hasta ahora ha demostrado robustez y confiabilidad. En el aspecto organizativo-financiero, por otro lado, se ha pasado de un sistema con una única empresa operadora, UTE, a un sistema con más de 50 empresas operadoras de generadores, ya sea en forma privada o con convenios con UTE. Esto otorga una alta complejidad financiera al sistema.

La complejización es importante a la hora de analizar la adecuación de la tecnología de generación (que es básicamente importada en el Uruguay) al panorama tecno-social uruguayo. Este punto no está desarrollado en esta tesis, y es quizás uno de los temas pendientes de profundización en este estudio. Aún así, podemos decir que la adecuación tecnológica de los grandes generadores se realizó con presencia de tecnología y conocimiento local, en especial en lo que refiere a la obra civil. Esto generó un desarrollo asociado que ha sido localmente beneficioso.

7.2.2. Flexibilidad y multiplicidad

Podemos identificar cómo entran en juego los conceptos (íntimamente ligados) de flexibilidad interpretativa (2.1) y de multiplicidad interpretativa (2.2.2), en las tres alianzas estudiadas en los capítulos 4, 5 y 6. El concepto de flexibilidad interpretativa refiere a las diferentes visiones que los actores sociales van sosteniendo sobre el artefacto tecnológico. En el caso de la multiplicidad interpretativa, en particular referida a la problemática energética, nos centramos en las 5 interpretaciones diferentes resaltadas en el capítulo 2: científica, económica, ecológica, de bienestar social y de seguridad.

En la primera alianza (figura 4-5) se puede ver que el sistema político juega un papel con una visión mayoritariamente económica de la energía eléctrica. La visión científica es tomada mayoritariamente por el sistema científico en cabeza de la Facultad de Ingeniería. Marginalmente, el gobierno adopta una visión de seguridad al propiciar un relevamiento

energético en busca de nuevas fuentes de generación. Claro que esto se da en un contexto en el que la crisis repercuten en la invisibilidad del sistema (2.2.3). Las restricciones energéticas y el precio del bien son las variables necesarias para que aparezca el sistema energético visiblemente sobre el tapete de la discusión pública. Esta alianza también adolece de una falta de visión ecológica, en particular referida al manejo de la eficiencia energética y la optimización del recurso.

En la segunda alianza (figura 5-6) se puede apreciar que el estado logra recuperar para sí algunas de estas visiones. En la formulación de la PEU2030 se puede ver su puesta en valor; en particular en la formulación del eje de la oferta se toma una visión científica y de seguridad (tendiente a proveer mecanismos alternativos de generación distribuidos y diversificados). En el eje de la demanda hay una clara visión ecológica, tendiente a la eficiencia energética y al aprovechamiento de los recursos. Hay un eje claramente social, que encarna la visión de bienestar social que sostiene el derecho universal del acceso a la energía. En esta diversificación de miradas, el estado equilibra su propia interpretación de la realidad energética. Aprovecha la interpretación científica para lograr un nexo pro-activo con las organizaciones del conocimiento. No abandona, por otro lado, la visión economicista, que le permite hacer entrar al juego al capital privado en el desarrollo de los parques.

En la tercera alianza (figura 6-2) el estado continua con esta política, y por lo tanto con esta suerte de equilibrio de configuración de visiones, ya con un sistema de generación eólica claramente controlado (en lo que hace al capital) por operadores privados. La entrada masiva de generación de fuentes no convencionales le otorgan al sistema una gran complejidad (como vimos anteriormente). Esto produce inevitablemente diferentes visiones encontradas en ciertos actores sociales, que pone en contraposición la visión económica con la visión de bienestar social.

A esta altura, uno podría plantearse la pregunta: ¿Cuál es el estado de situación del sistema energético uruguayo? Y un hecho claro es que la respuesta está básicamente en la interpretación que elegimos a la hora de hablar de ella (ver punto 2.2.2). De esta manera, si interpretamos a la energía como una commodity, tomando la visión económica de ella, sin dudas estamos ante un país básicamente rico en energía.

Destaco algunas notas periodísticas que revelan esa visión: En una nota titulada “El fenomenal impulso de la energía eólica en Uruguay ahora requiere del usuario”, Olga Otegui (responsable de la Dirección Nacional de Energía) estima que “Con la foto de hoy no necesitamos incorporar ningún tipo de energía hasta 2023” (LA DIARIA, 2017). De hecho, se posee una capacidad instalada que supera ampliamente la demanda local. Se tiene también agua embalsada de reserva. Para colmo la eólica marca picos históricos de generación. El viernes 31 de Agosto de 2018 se alcanzaron los 1.385 MW. La producción eólica del mes de Agosto equivalió al 48 % de la demanda eléctrica (EL OBSERVADOR, 2018a, “A puro viento: Nuevo récord de generación eólica en Uruguay”).

Aunque la energía “sobra”, algunos medios dejan entrever cierta preocupación sobre el precio de la energía. Por ejemplo, en el Diario El Observado se publica una nota titulada “UTE pagó U\$S 58 millones por energía eólica que no utilizó”, en donde asegura:

En algunos momentos del año hubo que realizar vertimientos de agua para garantizar la seguridad de las represas. En otros UTE ordenó a los parques eólicos privados detener la producción para que no produjeran más electricidad que la demandada en ese momento. En este último caso se trata de empresas que tienen contratos con el ente energético. Estos acuerdos, a 20 años, determinan que UTE igual tenga que pagar por la electricidad eólica que no utiliza, pero que los generadores están en condiciones de suministrar al sistema (take or pay). Si se considera un precio promedio de U\$S 65 por MWh, el ente terminó pagando a los privados unos U\$S 58,2 millones por ese concepto en todo 2017 (EL OBSERVADOR, 2018b).

Sin embargo, hay otra visión, enmarcada en lo que llamamos visión de bienestar social, que ve a Uruguay como un país energéticamente pobre. Un artículo del Observatorio de la Energía, Tecnología e Infraestructura para el Desarrollo (Argentina) propone lo siguiente (Ennis, 2017):

Un reciente estudio del Banco Interamericano de Desarrollo... demuestra que Uruguay paga la tarifa eléctrica más cara de América del Sur

y la cuarta más elevada entre 26 países de América Latina y el Caribe. En promedio, los hogares uruguayos más vulnerables destinan el 15,6 % de sus ingresos a pagar las facturas energéticas de la vivienda (luz, gas y combustibles) mientras que el decil más rico de la población gasta 9,2 % de sus ingresos totales en energía. Así, la Pobreza Energética -entendida como aquella situación en la que una familia gasta el 10 por ciento o más de sus ingresos en energía- alcanza a prácticamente toda la sociedad, incluso los sectores sociales más altos se encuentran a centésimas de padecerla. En otras palabras, el vecino país exhibe los mayores índices de Pobreza Energética de América del Sur y uno de los más altos de América Latina. Pero, ¿no era que en el Uruguay "modelo" de las renovables la energía iba a salir más barata? Nada de eso. Producto de una masiva y desbalanceada incorporación de fuentes "verdes" (principalmente eólica), las tarifas se dispararon durante los últimos años ubicándolas entre las más elevadas de Latinoamérica. Y eso que la renovable hidráulica, fuente abundante y barata, juega un rol determinante en Uruguay.

Como vemos, son dos visiones e interpretaciones antagónicas del proceso de desarrollo de energías limpias en el Uruguay. No podemos dejar de mencionar esta diferencia sustancial de interpretaciones del proceso de cambio tecnológico.

Nos queda pendiente en este aspecto, un estudio más profundo sobre la estabilización de la generación eólica, que indague cuán profundo estas visiones de grupos particulares se integran en la comunidad, teniendo en cuenta los problemas de comprensión pública de la energía (2.2.1), el problema del alto costo de la eólica comparada con otras fuentes y los impactos ecológicos locales. Este estudio, si bien está fuera del alcance de esta tesis, completaría un panorama más claro sobre la estabilización y la clausura de la tecnología (si es que ésta se produce, y teniendo en cuenta la dinamicidad del proceso) en el contexto tecno-social uruguayo.

8. Conclusiones

Hemos estudiado hasta aquí el desarrollo de la generación de energía eólica en el Uruguay, desde sus estudios de potencial eólico iniciales en la década del '50 hasta la actualidad. Hemos repasado los procesos políticos, normativos, técnicos y sociales, apoyados en un marco teórico socio-técnico, dividiendo el estudio en tres periodos representativos del desarrollo eólico. El primero abarca desde el inicio de los estudios hasta las crisis de comienzos de siglo, incluyendo la recuperación democrática del año 1985 y los gobiernos blanco y colorado de entonces. El segundo se centra en la formulación de la PEU2030, hasta el año 2010. El tercero abarca el período de auge de los grandes parques eólicos. En cada uno de ellos hemos desarrollado y analizado las diferentes dinámicas y alianzas que se configuraron y cómo estas alianzas posibilitaron el desarrollo eólico, así como los diferentes actores y grupos sociales relevantes involucrados.

El estado de situación energético previo al año 2005 era crítico, primero por los diferentes elementos que tensionan la generación, como las crisis recurrentes por sequías y el alza de los precios del crudo (que implican alzas en los costos de generación térmica), y la crisis del gas. Segundo por el aumento de la demanda y la falta de políticas de eficiencia. La política liberal económica de poca presencia estatal en el manejo de la energía aporta lo suyo, sumado a la falta de coordinación entre empresas energéticas y de éstas con el gobierno. Esto lleva a una necesidad imperante de esquemas de racionalizaciones en los picos de crisis, y de búsqueda de diversificación de la matriz. Esta primera alianza que modelamos se caracteriza por la sobrecarga del sistema eléctrico que presiona sobre un estado sin espacio político para maniobrar bajo sus propias ópticas economicistas de la energía.

A partir del cambio de gobierno de 2005, el diálogo político y la co-participación entre el

poder político y los organismos de conocimiento ha intentado hacer frente a esta problemática energética emergente tanto a nivel local como a nivel mundial, con una política pro-activa capaz de actuar en los diferentes frentes de acción: el desarrollo tecnológico de fuentes renovables, el desarrollo tecnológico y de políticas de promoción de la eficiencia energética, el desarrollo de fuentes de generación limpias, y la búsqueda del acceso universal a la energía. Esto ha sido sintetizado en los ejes de la PEU2030, herramienta indispensable con la cual se generó el desarrollo eólico a gran escala. El rol del estado en esta segunda alianza es esencial, en colaboración estrecha con la universidad y otros organismos de conocimiento, y es esta asociación la que guía el proceso de desarrollo energético.

A partir de 2010 comienza la consolidación de la generación eólica y su instalación como parte importante de la matriz eléctrica. La continuación de las licitaciones y el ingreso masivo de capital privado, de forma autónoma o en algunos casos en asociación con el estado, la ley de presupuesto 2010 que reforma algunos aspectos de la conducción energética, y el espaldarazo de la comisión multipartidaria consolidaron y afianzaron el panorama normativo. Esta tercera alianza contiene una componente privada muy importante, conjuntamente con el estado como actor central en la operación del sistema. La instalación de parques se acelera y llega a un 30 % de la generación hacia 2017, con lo cual se logra una diversificación y una cierta estabilidad del sistema, no exento ahora de una complejización importante. Bajan las dependencias de fuentes térmicas otorgando estabilidad ante crisis climáticas o de precios de commodities. Por otro lado el precio de la generación es elevado respecto a fuentes como la hídrica, y se paga por energía no consumida (*take or pay*) por lo tanto el precio de la energía eléctrica es mayor que el que habría en épocas normales generando con hídrica. Si bien el excedente hídrico se exporta, ésto no alcanza para estabilizar el precio hacia rangos menores. Los números nos dicen que la inserción de fuentes alternativas logran bajar la participación del petróleo en la matriz energética y la reducción de gases de efecto invernadero, en concordancia con el protocolo de Kyoto. Se logra una estabilización del sistema eléctrico, pero a su vez un aumento en su complejidad técnica, ya que se tiene que lograr un equilibrio entre todos los tipos de generación presentes en el sistema.

Hemos estudiado un proceso de desarrollo muy importante, casi único en el mundo, cuyo

motor principal fue el entramado entre el poder político, que toma fuertemente la conducción energética, y el sector de conocimiento, logrando el establecimiento de políticas a largo plazo. Este proceso logra poner en un lugar sumamente destacado al país, con una matriz eléctrica diversificada y estable, siendo para muchos un ejemplo de desarrollo energético. Sin embargo, no está exento de controversias; algunas organizaciones vecinales (y, contrariamente a lo imaginado, no tanto organizaciones ambientalistas), ven en la invasión del paisaje que causan los molinos y en sus posibles impactos en la vida natural, un peligro al que no quieren exponerse. Muchos tampoco ven con buenos ojos la elevada participación de privados en los parques generadores, aunque el estado mantenga el monopolio de transmisión y distribución eléctrica. Y los precios de la energía debido a la inserción de fuentes alternativas también dan lugar a posiciones encontradas, reflejando la multiplicidad de visiones sobre el desarrollo.

Algunas líneas nuevas de investigación que deja abierta esta tesis la hemos mencionado a lo largo de su desarrollo. Un estudio amplio sobre las visiones o interpretaciones presentes a nivel comunitario, que integre conceptualizaciones de comprensión pública de la energía y de los impactos locales (ecológicos, económicos, sociales y organizacionales) podrá ser interesante para determinar el grado de adecuación, estabilización y clausura del desarrollo eólico en el marco tecno-social uruguayo. También sería interesante el estudio de algunos factores endógenos que no han sido vistos en profundidad en este estudio, como la cuestión de la pequeña escala del país y su condición de estado central (no posee estados provinciales o estatales), que facilita el diseño de políticas nacionales únicas. El contraste en este aspecto con el desarrollo argentino sería de utilidad para comparar ambos casos de estudio.

Resta saber hacia dónde se direccionará la política una vez alcanzado el techo de la eólica, muy probablemente hacia las granjas fotovoltaicas (ya en pleno desarrollo en el país), que logran un desempeño complementario al de los parques eólicos. Y resta saber si ante los cambios políticos presentes (principalmente el cambio de gobierno en 2020, que girará nuevamente hacia una visión privatizadora de la economía y la política), los acuerdos políticos serán respetados y la política energética continuará su camino de desarrollo. Esperemos que éste sea el camino futuro del Uruguay.

A. Apéndice: Uruguay, situación regional

A.1. Breve descripción socio-política del Uruguay

La República Oriental del Uruguay se ubica en el extremo sudeste del continente americano, limitando al Oeste y Sudoeste con la República Argentina a través del río Uruguay y el Río de la Plata respectivamente, y al Norte y Noreste con la República Federativa del Brasil a través de los ríos Yaguarón, Cuaréim y otros límites geográficos y políticos. Al Este limita con el Océano Atlántico. Está comprendida entre los paralelos 30° y 35° de latitud Sur y los meridianos 53° y 58° de longitud Oeste, con una superficie territorial de 176.215 km² (WELCOME URUGUAY, 2017). La figura **A-1** muestra la ubicación del país en el mapa global. El clima es templado, subtropical y húmedo, y en su geografía predominan las zonas de penillanura y llanura, con presencia de cuchillas (pliegues de poca altura).

Uruguay posee una población, según el último censo (2011) del Instituto Nacional de Estadística (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, 2017) de 3.286.314 habitantes, de los cuales aproximadamente un 40 % vive en su capital, la ciudad de Montevideo. Por población y superficie, el Uruguay sería muy similar a la provincia argentina de Córdoba. Comparativamente a sus países vecinos, posee un 23 % de la superficie de Chile y un 18 % de su población, un 6 % de la superficie argentina y un 8 % de su población, y aproximadamente un 2 % de la superficie y población del Brasil. Puede verse que la escala del país, tanto en tamaño como en población, podría establecerse como 1/5 de la escala de Chile, 1/12 de la Argentina y 1/50 del Brasil.¹

¹Chile: Superficie 176.215 km², población 17.574.003 habitantes. Argentina: Superficie 2.780.400 km², población 40.117.096 habitantes. Brasil: Superficie 8.515.770 km², población 204.450.649 habitantes (Información basada en los últimos censos registrados de cada país).

Figura A-1. Ubicación geográfica del Uruguay en el mapa regional.



Fuente: Google Maps, 2019.

El Uruguay se organiza políticamente como una república unitaria, cuya máxima autoridad la rige el presidente de la nación con su equipo de ministros (poder ejecutivo), y siendo los otros poderes del estado el legislativo y el judicial. El presidente, que a su vez elige su consejo de ministros (comprendido por trece ministerios), es elegido cada 5 años por voto directo de la población con doble vuelta si ningún candidato llega al 50 % de los votos válidos. El poder legislativo se compone de la Cámara de Diputados (elegidos por departamentos) y la Cámara de Senadores (elegidos a nivel nacional). Conjuntamente conforman la Asamblea Legislativa. El poder judicial es ejercido por la Suprema Corte de Justicia, elegida por el poder legislativo (MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES, 2017).

La división política la conforman 19 departamentos (ver figura **A-2**), cuyo gobierno es ejercido por un Intendente Municipal y una Junta Departamental. A su vez los departamentos pueden conformar municipios en ciertas regiones, con sus respectivas autoridades locales.

Tal vez una característica sobresaliente del sistema político uruguayo sea su democra-

cia semi-representativa en la cual, aún con un sistema predominantemente representativo, conserva formas de gobierno directo por parte del pueblo, como ser referéndum o plebiscitos. En estos actos, se somete a voto popular para su ratificación diversas leyes o actos administrativos.

Figura A-2. Mapa político del Uruguay, mostrando la divisiones departamentales.



Fuente: Instituto Geográfico Militar, 2019.

Tabla A-1. Principales variables de las matrices energéticas del mundo, Brasil, Argentina y Uruguay. Año 2014.

		MUNDO	BRASIL	ARGENTINA	URUGUAY
Población	Millón	7249	206	43	3,4
Producción total de energía	Mtep	13805	267	75,3	2,6
Consumo total de energía	Mtep	13699	303	86,6	4,7
Consumo de energía eléctrica	Mtep	1890	46	11,3	0,903
Participación de la energía eléctrica	%	14	15	13	19
Consumo total per cápita	MWh	22	17,1	23,5	16,05
Consumo eléctrico per cápita	MWh	3,03	2,58	3,05	3,07
Emisión de CO ₂	Mt	32381	476	192	6,3
Emisión de CO ₂ por tep	t/tep	2,36	1,57	2,22	1,33
Emisión de CO ₂ per cápita	t	4,47	2,31	4,48	1,83

La sigla “tep” aduce a la unidad de energía conocida como “Tonelada Equivalente de Petróleo”.

La sigla “t” corresponde a la tonelada métrica.

1 tep = 41868 MJ. 1 MWh= 3600 MJ.

Las cifras son anuales (AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA, 2016).

A.2. Breve descripción del sistema energético del Uruguay

A.2.1. Matriz energética

Ya hemos comentado la escala de población y tamaño del Uruguay respecto de sus vecinos cercanos. En esta sección veremos cómo estas escalas se reflejan en su matriz energética, así como sus características físicas y geográficas.

En la tabla **A-1** se ven las características energéticas típicas mundiales, así como las relevadas para el caso del Brasil, la Argentina y el Uruguay, en el año 2014 (AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA, 2016). En cuanto al consumo energético, el Uruguay consume en promedio menos energía per cápita (16,05 MWh) que el promedio mundial (22 MWh=1,89 tep anuales per cápita)², y también menos que Brasil (17,1 MWh) y Argentina (23,5 MWh). Sin embargo, se ve que el consumo eléctrico anual per cápita es superior a

²La sigla “tep” aduce a la unidad de energía conocida como “Tonelada Equivalente de Petróleo”. 1 tep = 41868 MJ = 11,63 MWh = 10⁷ kcal.

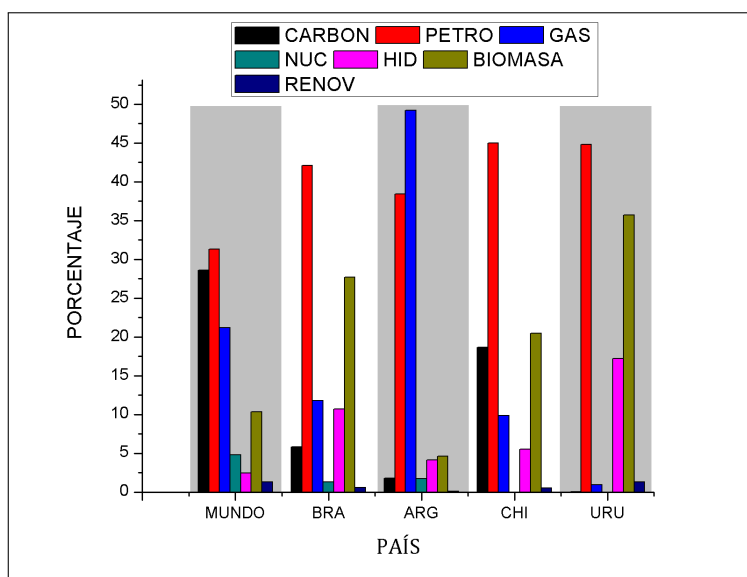
todos los anteriores (3,07 MWh para Uruguay, 3,05 para Argentina, 2,58 para Brasil y 3,03 el promedio mundial). Se puede ver entonces que la participación de la energía eléctrica en la distribución y consumo energético uruguayo es del 19 %, mientras que el promedio mundial y regional está en torno al 14 %, o sea un 50 % más de participación que el promedio mundial. Esto nos conduce a dimensionar la importancia que tiene el sistema eléctrico en la matriz de consumo y distribución de la energía en el Uruguay, quizás debido a la escasez de otras fuentes directas de distribución como el caso del gas natural.

De la misma tabla **A-1** podemos ver que el Uruguay genera significativamente menos polución (emisión de gases de efecto invernadero, CO₂) en relación a su producción energética. Registra 1,33 toneladas de gas por cada tep producido, siendo la media mundial 2,36 y, en el caso argentino, de 2,22 t/tep. Esto se debe seguramente a la preponderancia en su matriz, como veremos, de fuentes limpias como la hidroeléctrica y otras renovables.

En las figuras **A-3** y **A-4** se muestran las matrices energéticas totales comparadas por país y por fuente primaria, respectivamente, para el año 2014 (AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA, 2016). Se destacan varias características en estos gráficos. Una es la poca importancia regional que tiene el carbón como fuente primaria de energía en comparación con la media mundial (cercana al 29 %). Particularmente, el uso del carbón en Uruguay es marginal. En el caso argentino se destaca ampliamente la preponderancia del gas natural y el petróleo como fuentes primarias. El Brasil basa su matriz energética preponderantemente en el petróleo y la biomasa, seguidos por el gas y la hídrica. En Chile prepondera el petróleo, la biomasa y el carbón mineral. En el Uruguay el gas también posee un uso marginal (no llegando a un 1 % de participación). En cambio, se ve la preponderancia del petróleo, y de otras fuentes como la hídrica y la biomasa. Como podemos observar en la figura **A-4**, Chile y Uruguay son los dos países con más participación del petróleo como fuente primaria, cercana al 45 % para el año 2014. Esta preponderancia del petróleo en la matriz energética uruguaya es un problema, ya que el Uruguay no es un país productor de petróleo y debe importarlo, haciendo el valor de la energía muy dependiente del precio internacional del barril. Otro dato a tener en cuenta, en esta dirección, es la diferencia entre la energía producida y la consumida per cápita (tabla **A-1**), que para ese año revestía una situación deficitaria en el

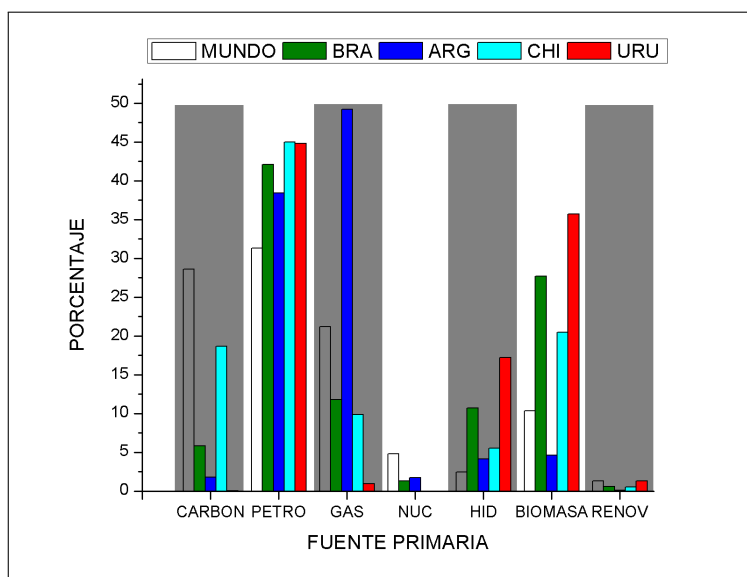
Uruguay (2,6 Mtep³ producidos vs. 4,7 Mtep consumidos).

Figura A-3. Matrices energéticas comparadas por país.



Fuente: Producción propia en base a datos de AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA, 2016.

Figura A-4. Matrices energéticas comparadas por fuente primaria.



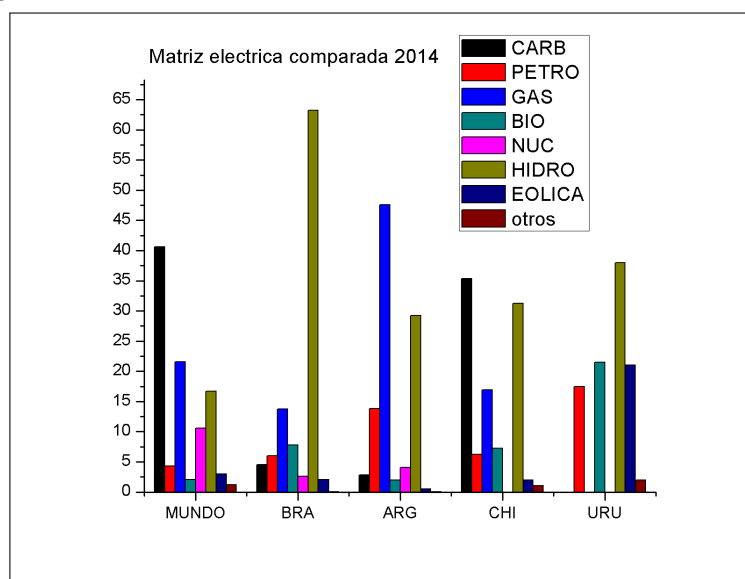
Fuente: Producción propia en base a datos de AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA, 2016.

³1 Mtep = 1.000.000 tep.

A.2.2. Matriz eléctrica

En la sección anterior vimos la importancia de la energía eléctrica como mecanismo principal de distribución y utilización de la energía en el Uruguay. Para tener un panorama de *cómo* esa energía es generada en el país, vemos en la figura **A-5** la matriz de producción eléctrica comparada del año 2014, por fuente primaria. Como era de esperarse, a nivel mundial el carbón es la fuente de generación eléctrica más utilizada. A nivel regional se observan distintos casos, como el brasileño con fuerte preponderancia de la hidroeléctrica, el argentino con fuerte preponderancia del gas natural, el chileno en donde predomina el carbón, y en el caso uruguayo vemos como preponderante la producción hídrica, secundada por la producción en base a biomasa y la producción eólica. Esta última se ubica ya para ese año en cerca del 20 % de participación.

Figura A-5. Matrices eléctricas comparadas por fuente primaria.



Fuente: Producción propia en base a datos de AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA, 2016.

B. Apéndice: situación política hacia el año 2005

El año 2004 determinó un cambio importante en la política uruguaya. Hasta ese año, los dos partidos mayoritarios, el Partido Nacional o Blanco (PN) y el Partido Colorado (PC), creados ambos en 1836, habían monopolizado el ejercicio del poder ejecutivo (exceptuando los períodos de gobierno de facto).

Naturalmente, tras tantos años de ejercer el poder, el desgaste de esos partidos tradicionales hizo que perdieran caudal electoral desde la creación mismo del Frente Amplio (FA) en 1971. Buquet y Chasquetti (Buquet y Chasquetti, 2005) adjudican esta pérdida de caudal electoral a un estado de inconformidad general de la población que pudo haber comenzado hacia finales de los cincuenta, con el comienzo de la crisis del modelo de desarrollo basado en la sustitución de importaciones.

En las elecciones presidenciales del año 2004 gana el Frente Amplio (en esta ocasión denominado Encuentro Progresista-Frente Amplio-Nueva Mayoría), por el 50,5 % del total de votos emitidos, erigiendo a Tabaré Vázquez como el primer presidente democrático que no provino de un partido tradicional.

Así reflejan los autores el cambio político (Buquet y Chasquetti, 2005):

La primera elección uruguaya del siglo XXI generó como resultado un cambio político de magnitud histórica. Por primera vez desde la independencia nacional, los partidos tradicionales -el Partido Colorado y el Partido Nacional, casi tan viejos como el país- fueron desplazados del gobierno a través de mecanismos democráticos... ...El trascendente,

aunque esperable triunfo del EP-FA-NM, se vio complementado con tres rasgos llamativos y mucho menos previsibles: la mayor volatilidad inter-electoral de la historia democrática uruguaya, una fortísima reducción de la fragmentación partidaria que ubica al sistema uruguayo muy próximo al bipartidismo, y la constitución de un gobierno con mayoría propia por primera vez en casi cuarenta años.

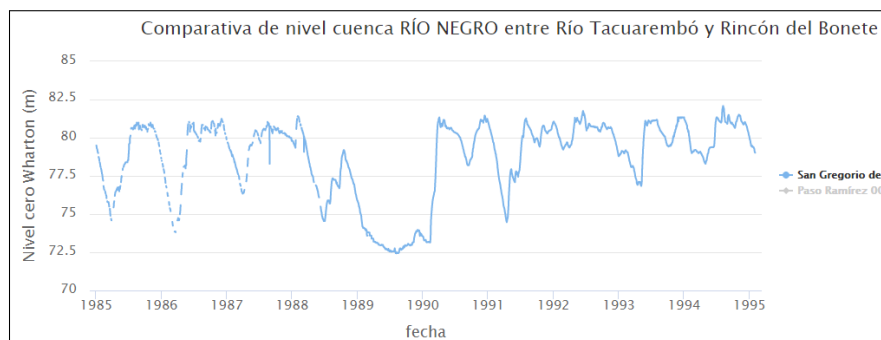
Tabaré Vázquez asume entonces el poder el 1 de Marzo de 2005, sucediendo a Jorge Battle (del Partido Colorado), con un amplio apoyo popular que le permitió sortear la segunda vuelta (obtuvo más del 50 % de los votos) y con mayoría parlamentaria propia. Desde la vuelta de la democracia se había sucedido tres gobiernos colorados (Julio María Sanguinetti en los períodos 1985-1990 y 1995-2000, y Jorge Battle en 2000-2005) y uno del Partido Nacional (Luis Alberto Lacalle, 1990-1995).

Es de notar que, si bien la coalición triunfante asumió con mayoría parlamentaria, existía una dispersión ideológica moderada entre sus fracciones, siendo un reto para el naciente gobierno el lograr que la bancada oficialista actuara en grupo en las diferentes iniciativas parlamentarias.

C. Apéndice: material complementario

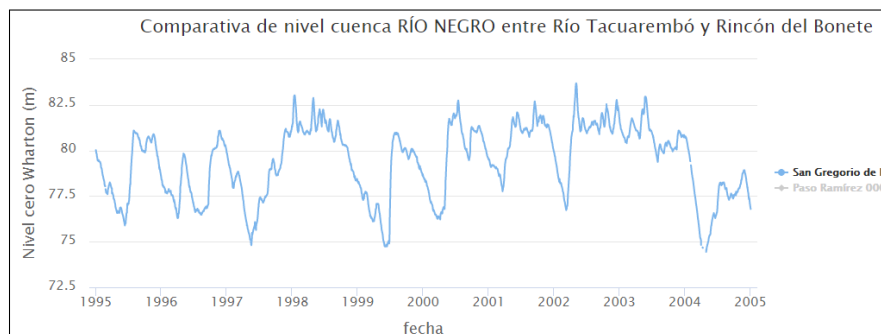
En este apéndice presentamos figuras e información complementaria correspondiente a esta tesis. La descripción de cada figura y su fuente se detallan en su descripción.

Figura C-1. Comparativa del nivel del Río Negro entre Tacuarembó y Rincón del Bonete (San Gregorio de Polanco). Período 1985-1995.



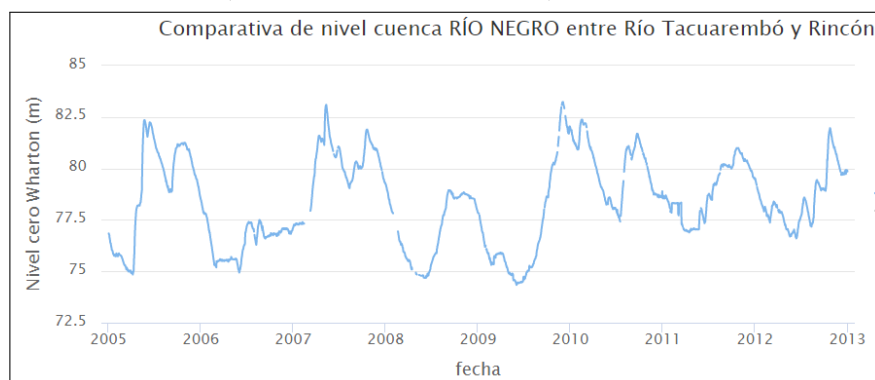
Fuente: MVOTMA, 2019.

Figura C-2. Comparativa del nivel del Río Negro entre Tacuarembó y Rincón del Bonete (San Gregorio de Polanco). Período 1995-2005.



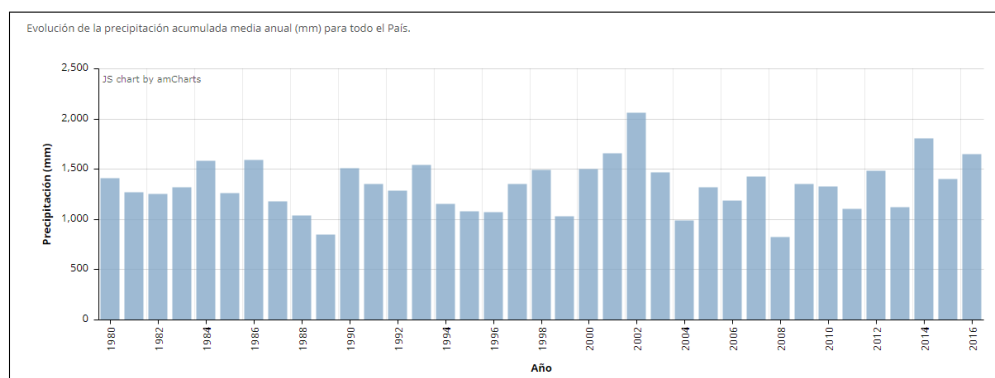
Fuente: MVOTMA, 2019.

Figura C-3. Comparativa del nivel del Río Negro entre Tacuarembó y Rincón del Bonete (San Gregorio de Polanco). Período 2005-2013.

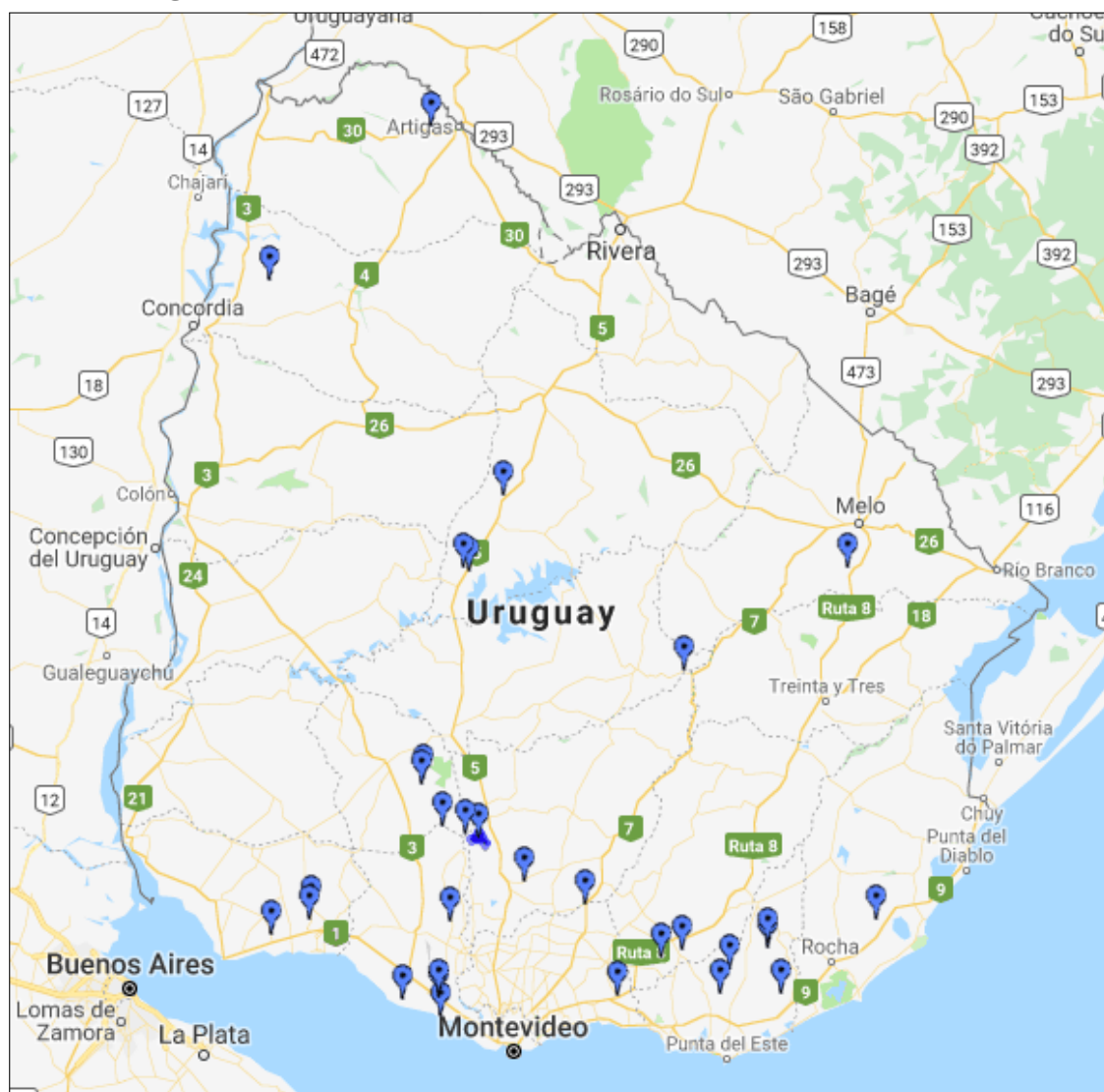


Fuente: MVOTMA, 2019.

Figura C-4. Evolución de la precipitación acumulada media anual (mm) para todo el País. Período 1980-2016.



Fuente: MVOTMA, 2019.

Figura C-5. Ubicación de parques eólicos del Uruguay hacia 2016.

Fuente: ENERGÍA EÓLICA EN URUGUAY, 2016.

Referencias

- Afonso, I., Yedrzejewski, N., Cardozo, A., y Vignolo, J. M. (2010). Comparación entre la reglamentación de uruguay y la de otros países de américa y europa acerca de los requerimientos exigidos a un parque generador eólico conectado al sistema eléctrico. *IEEE, 8º Encuentro de especialistas en energía, potencia, instrumentación y medidas. Montevideo, Uruguay.*
- AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA. (2016). *Statistics*. Descargado 2016-6-18, de <https://www.iea.org/statistics/>
- ANII. (2019). *Agencia Nacional de Investigación e Innovación*. Descargado 2019-6-1, de <https://www.anii.org.uy>
- Ardanche, M. (2016). La transformación de la matriz energética en uruguay con énfasis en las energías renovables a partir del año 2005: sobre el progresivo cambio de la configuración material cognitiva o sobre la importancia de los quijotes. *estudio de caso - Red CYTED*, 1–24.
- Ardanche, M., Bianco, M., Cohanoff, C., Contreras, S., Goñi, M., Simón, L., y Sutz, J. (2017). The power of wind: An analysis of a uruguayan dialogue regarding an energy policy. *Science and Public Policy*, 45(3), 351–360.
- Ardanche, M., Bianco, M., Cohanoff, C., Contreras, S., Goñi, M., Simón, L., y Sutz, J. (2017). Diálogos, confianzas y aprendizajes para la construcción de políticas de ciencia, tecnología e innovación: La energía eólica en uruguay. *XVII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*.
- Bertoni, J. (2011). Energía y desarrollo. *Tesis Doctoral*.
- BID. (2019). *Banco Interamericano de Desarrollo*. Descargado 2019-7-20, de <https://www.iadb.org/>
- Bunting, A. (2008). Deploying wind power in australia: a socio-technical analysis. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 9(2-3), 162–175.
- Buquet, d., y Chasquetti, D. (2005). Elecciones uruguay 2004: descifrando el cambio. *Rev. cienc. polít. (Santiago)*, 25(2), 143–152.
- Caldas, J. M. (2011). *Observatorio de energía renovable para américa latina y el ca-*

ribe. uruguay: Producto 1, línea de base y producto 2, estado del arte (1.^a ed.).

Descargado 2016-6-20, de http://www.renenergyobservatory.org/uploads/media/Uruguay_Producto_1_y_2__Ing__05.pdf

Casaravilla, G. (2016). *Entrevista realizada por Santiago Garrido y colaboradores.*

CEF. (2018). *Conserve energy future.* Descargado 2018-1-10, de <https://www.conserve-energy-future.com/causes-and-solutions-to-the-global-energy-crisis.php>

CIER. (2016). *Comisión de integración energética regional.* Descargado 2016-6-18, de <http://www.cier.org.uy/>

CIU. (2016). *Cámara de industrias del uruguay: Peeu.* Descargado 2019-7-18, de <http://www.ciu.com.uy/downloads/PGM.Eolica.pdf>

Debenedetti, W. (2019). *Comunicación personal.*

DIARIO EL ESPECTADOR. (2016, 23 de Enero). La primera crisis del petróleo.

DIARIO EL PAIS. (2004). Expertos: Uruguay debe ahorrar energía, pero recibió del Estado la señal contraria. Descargado de http://historico.elpais.com.uy/especiales/crisis_energetica/entre3.asp

DIARIO LA NACIÓN. (2016, 16 de Mar). Cómo Uruguay logró ser el país con mayor porcentaje de energía eólica de América Latina.

DIARIO LA NACIÓN. (2018, 13 de May). Uruguay restringe el uso de energía.

Dosil, J. H. (2016). *Entrevista realizada por Santiago Garrido y colaboradores.*

EL DIARIO. (2013, 2 de 8). Vecinos rechazan instalación de parque eólico en la Sierra de la Ánimas. Descargado de <http://todostienenderechoapensarcomoyo.blogspot.com/2013/08/parque-eolico-sierra-de-las-animas.html>

EL OBSERVADOR. (2018a, 2 de Sep). A puro viento: Nuevo récord de generación eólica en Uruguay. Descargado de <https://www.elobservador.com.uy/nota/a-puro-viento-nuevo-record-de-generacion-eolica-en-uruguay-201892161139>

EL OBSERVADOR. (2018b, 4 de Jan). UTE pagó U\$S 58 millones por energía eólica que no utilizó. Descargado de <https://www.elobservador.com.uy/nota/ute-pago-unos-us-59-millones-por-energia-eolica-que-no-utilizo-201814500>

- ENERGÍA EÓLICA EN URUGUAY. (2016). *MIEM-DNE. Programa de energía eólica*. Descargado 2016-6-18, de <http://www.energiaeolica.gub.uy/>
- Ennis, B. (2017). *Modelo energético macrista: Uruguay, Pobreza Energética y renovables eólica y solar (Observatorio de la Energía, Tecnología e Infraestructura para el Desarrollo)*. Descargado de <http://www.oetec.org/nota.php?id=2761&area=1>
- Garrido, S., Lalouf, A., y Moreira, A. J. (2014). Tecnologías para la inclusión social y dinámicas desarrollo sustentable. análisis socio-técnico de experiencias de desarrollo local basadas en el aprovechamiento de energías renovables. *Astrolabio*(12).
- Garrido, S., Lalouf, A., y Thomas, H. (2010). Instalación de destiladores solares en el noreste de la provincia de mendoza. transferencia vs. adecuación socio-técnica. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 14, 33–39.
- Garrido, S., Lalouf, A., y Thomas, H. (2011). Veleros y vapores, velocidad y engaño. análisis socio-técnico de las transformaciones en la navegación marítima en el proceso de abolición del comercio atlántico de esclavos (siglo xix). *Historia Crítica*(44).
- Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research policy*, 33(6), 897–920.
- GEF. (2019). *Global Environment Facility*. Descargado 2019-7-20, de <http://www.thegef.org/about/funding>
- González, R., y Méndez, R. (2015). Análisis de la elaboración e implementación de la política energética uruguay 2030. *Facultad de Ingeniería, Universidad de la República*.
- Google Maps. (2019). . Descargado 2019-12-22, de <https://www.google.com/maps/place/Uruguay>
- Hughes, T. P. (1986). The seamless web: technology, science, etcetera, etcetera. *Social Studies of Science*, 16(2), 281–292.
- Instituto Geográfico Militar. (2019). *Uruguay: División Política*. Descargado 2019-12-15, de <http://www.igm.gub.uy/division-politica/>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. (2017). *Censos 2011*. Descargado 2017-7-22, de <http://www5.ine.gub.uy/censos2011/index.html>

- INUMET. (2019). *Instituto Uruguayo de Meteorología*. Descargado 2019-7-22, de <http://www.inumet.gub.uy/clima/cambio-climatico>
- IRENA. (2016a). *International renewable energy agency*. Descargado 2016-6-20, de <http://www.irena.org/>
- IRENA. (2016b). *Renewable energy policy brief. uruguay. international renewable energy agency*. Descargado 2016-6-20, de http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Latin_America_Policies_2015_Country_Uruguay.pdf
- Kamp, L. M. (2008). Socio-technical analysis of the introduction of wind power in the netherlands and denmark. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 9(2-3), 276–293.
- LA DIARIA. (2017, 7 de May). El fenomenal impulso de la energía eólica en Uruguay ahora requiere del usuario. Descargado de <https://findesemana.ladiaria.com.uy/articulo/2017/5/el-fenomenal-impulso-de-la-energia-eolica-en-uruguay-ahora-requiere-del-usuario/>
- Mendoza, E., y Pérez, V. (2010). Energías renovables y movimientos sociales en américa latina. *Estudios Internacionales*, 165, 109-128.
- Michalak, P., y Zimny, J. (2011). Wind energy development in the world, europe and poland from 1995 to 2009; current status and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(5), 2330–2341.
- MIEM-DNE. (2016). *Ministerio de industria, energía y minería*. Descargado 2016-6-18, de <http://www.dne.gub.uy/>
- MIEM-LEYES. (2019). *Miem: Leyes vinculadas a la energía eléctrica*. Descargado 2019-7-20, de <https://www.miem.gub.uy/energia/leyes-sobre-energia-electrica>
- MIEM-DNE. (2005). Política energética 2005-2030. *Dirección Nacional de Energía - Ministerio de Industria, Energía y Minería*.
- MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES. (2017). *Nuestro País - Gobierno Nacional*. Descargado 2017-7-22, de <http://www.mrree.gub.uy>
- MONTEVIDEO PORTAL. (2010, 25 de Feb). Comisión Multipartidaria de Energía llegó acuerdo. Descargado de <https://www.montevideo.com.uy/Noticias/Comision>

- Multipartidaria-de-Energia-llego-acuerdo-uc104001
- Mostafaeipour, A. (2010). Productivity and development issues of global wind turbine industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(3), 1048–1058.
- MVOTMA. (2019). *Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente*. Descargado 2019-7-22, de <http://www.mvotma.gub.uy>
- Méndez, R. (2008). Informe final de la consultoría sobre energía en el marco del plan estratégico nacional en ciencia tecnología e innovación. *PENCTI*.
- Méndez, R. (2016). *Charla TED: Nuevo Paradigma Energético*. Descargado 2018-2-16, de <https://www.youtube.com/watch?v=pRIa6832hrs&t=392s>
- Méndez Galain, R. (2008). Informe final de la consultoría sobre energía. *PENCTI: plan estratégico nacional en ciencia tecnología e innovación*.
- Nunes, V., y Cataldo, J. (2005). Prospectiva tecnológica 2015 en el área energía: Nuevo análisis en la situación actual de crisis energética.
- ONUDI. (2016). *Observatorio de energía renovable para américa latina y el caribe*. Descargado 2016-6-18, de <http://www.renenergyobservatory.org/>
- Picabea, F., y Thomas, H. (2011). Política económica y producción de tecnología en la segunda presidencia peronista. análisis de la trayectoria socio-técnica de la motocicleta puma (1952-1955). *Redes*, 17(32).
- Pinch, T. J., y Bijker, W. E. (2008). La construcción social de hechos y de artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente. *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología*, 19–62.
- PLAN CEIBAL. (2017). *Recursos educativos abiertos, Plan Ceibal: Parques eólicos en Uruguay*. Descargado 2017-7-18, de http://rea.ceibal.edu.uy/UserFiles//P0001/ODEA/ORIGINAL/101024_parqueeeolico_5.elp/parques_elicos_en-uruguay.html
- Santos, G. M., y Thomas, H. (2012). Inoculaciones y procesiones y cuarentenas. configuraciones sociotécnicas de las viruelas en américa latina: Funcionamiento y circulación de saberes entre europa, áfrica y américa en el siglo xviii. *Redes*, 18(34).
- Southwell, B. G., Murphy, J. J., DeWaters, J. E., y LeBaron, P. A. (2012). Americans' perceived and actual understanding of energy. *RTI Press*(RR-0018-1208), 1–15.

- Sovacool, B. K. (2009). Rejecting renewables: The socio-technical impediments to renewable electricity in the united states. *Energy Policy*, 37(11), 4500–4513.
- SPUTNIK MUNDO. (2016, 12 de Jun). Uruguay, líder en energía eólica. Descargado de <https://mundo.sputniknews.com/americalatina/201607121061871538-america-latina-viento-electricidad/>
- Thomas, H. (2008). Estructuras cerradas vs. procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico. *Actos, actores y artefactos: Sociología de la Tecnología*, 217.
- Thomas, H. (2009). Sistemas tecnológicos sociales y ciudadanía socio-técnica. innovación, desarrollo, democracia. *Ponencia presenta en el I Encuentro Internacional de Culturas Científicas y Alternativas Tecnológicas*, 65–86.
- Thomas, H., Versino, M., Lalouf, A., y Thomas, H. (2008). La producción de tecnología nuclear en argentina: el caso de la empresa invap. *Desarrollo Económico*, 543–575.
- Trobo, M. (2013). *Energía eólica y aceptación social: Lecciones para uruguay y guías de acción*. MIEM. Descargado 2016-6-18, de <http://www.energiiaeolica.gub.uy/uploads/documentos/informes/>
- U.S. Department of the States: Office of the Historian. (2019). *Oil Embargo, 1973–1974*. Descargado 2019-7-25, de <https://history.state.gov/milestones/1969-1976/oil-embargo>
- U.S. Energy Information Administration. (2019). *Spot Prices for Crude Oil and Petroleum Products*. Descargado 2019-7-20, de https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_d.htm
- UTE. (2019). *Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE)*. Descargado 2019-7-20, de <https://portal.ute.com.uy/>
- UTE - Generación. (2019). *UTE - Fuentes de generación eléctrica*. Descargado 2019-7-20, de <https://portal.ute.com.uy/institucional/infraestructura/fuentes-de-generacion>
- UY.PRESS. (2013, 31 de 7). Vecinos rechazan parque eólico en Maldonado. Descargado de <https://www.uypress.net/auc.aspx?43010,24>

- Verbong, G. P., y Geels, F. W. (2010). Exploring sustainability transitions in the electricity sector with socio-technical pathways. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(8), 1214–1221.
- WELCOME URUGUAY. (2017). *Dónde estamos*. Descargado 2017-7-22, de <https://www.welcomeuruguay.com/>
- World Economic Forum. (2019). *Global Competitiveness Index: Competitiveness Rankings*. Descargado 2019-7-20, de <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-index-2017-2018/competitiveness-rankings>