



**Universidad de la República  
Facultad de Ciencias  
Departamento de Geografía  
Laboratorio de Técnicas Aplicadas al Análisis del Territorio**

**Trabajo correspondiente al Seminario de Tesis**

**Territorio y Energía:**

**Cambios territoriales de la Matriz Eléctrica en  
el Uruguay (2005-2018)**

**Bach. Andrés Alejandro Caffaro Núñez**

**Tutor: MSc. Yuri Resnichenko**

**Febrero de 2020.**





*“No es una poesía  
gota a gota pensada.  
No es un bello producto.  
No es un fruto perfecto  
Es lo más necesario,  
lo que no tiene nombre.  
Son gritos en el cielo,  
y en la tierra son actos.”*

(fragmento de canción de Paco Ibáñez a partir de poema de Gabriel Celaya)



A Cecilia y Franco



**Agradecimientos:**

A mis padres por enseñarme mediante el ejemplo, la solidaridad, la ética y el pensamiento crítico.

A mi esposa Cecilia por ayuda, sin la cual este trabajo no hubiera llegado a buen término.

A Yuri Resnichenko por estar siempre disponible para guiarme en este trabajo y responder mis consultas. A Alejandro Robayna, Virginia Fernández y Gustavo Cánepa, por sus aportes y consejos. A todos ellos por su amistad, cariño y apoyo.

Al Departamento de Geografía de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República.





## Índice:

<b>Tabla de acrónimos .....</b>	<b>10</b>
<b>Capítulo 1: Introducción. ....</b>	<b>11</b>
<b>Capítulo 2: Consideraciones sobre Territorio y Energía. ....</b>	<b>13</b>
<b>Conceptos de Energía.....</b>	<b>13</b>
<b>La Energía Eléctrica. ....</b>	<b>16</b>
Formas de generación de energía eléctrica.....	17
<b>La Matriz Energética y la Matriz Eléctrica. ....</b>	<b>17</b>
<b>Territorio y Espacio Geográfico. ....</b>	<b>19</b>
<b>Interacciones entre Territorio y Energía. ....</b>	<b>20</b>
<b>Capítulo 3: Desarrollo histórico de la temática de la energía en el país.....</b>	<b>23</b>
<b>La época de las energías tradicionales. ....</b>	<b>23</b>
<b>Comienzos de la modernización. ....</b>	<b>23</b>
<b>La consolidación del modelo estatal. ....</b>	<b>26</b>
<b>Retroceso del estado.....</b>	<b>33</b>
<b>Capítulo 4: Documentos y estudios, relativos a la nueva política energética .....</b>	<b>39</b>
<b>Capítulo 5: Análisis de los cambios territoriales en la matriz eléctrica a partir del año 2005.....</b>	<b>45</b>
<b>Cambios en la generación de energía eléctrica dentro del Sistema Interconectado Nacional. ....</b>	<b>45</b>
<b>Centrales de generación eléctrica según la tecnología empleada. ....</b>	<b>52</b>
Generación hidroeléctrica .....	52
Generación térmica fósil .....	54
Generación con Biomasa.....	55
Energía Eólica. ....	56
Energía solar fotovoltaica. ....	59
<b>Desarrollo de las redes de transporte de electricidad .....</b>	<b>62</b>
<b>Regiones de generación eléctrica.....</b>	<b>63</b>
<b>Análisis de los impactos territoriales de los cambios en la matriz eléctrica.....</b>	<b>65</b>
Escala local .....	65
Escala regional.....	68
Escala Nacional:.....	71
Escala Internacional:.....	74
<b>Capítulo 6: Conclusiones.....</b>	<b>75</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>79</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>83</b>

# Tabla de acrónimos

---

ADME: Administración del Mercado Eléctrico.

ANCAP: Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland.

BEN: Balance Energético Nacional.

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

DNE: Dirección Nacional de Energía.

DNTEN: Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear.

ESCO`s: compañías de servicios energéticos.

FMI: Fondo Monetario Internacional.

GLP: gas licuado de petróleo.

IGP: Instituto de Geología y Perforaciones.

IQI: Instituto de Química Industrial.

ISI: industrialización por sustitución de importaciones.

MIEM: Ministerio de Industria, Energía y Minería.

PEN 2005-2030: Política Energética Nacional 2005-2030.

SIN: Sistema Interconectado Nacional.

Tep: toneladas de petróleo equivalentes.

UEE: Administración General de Usinas Eléctricas del Estado.

UREE: Unidad Reguladora de Energía Eléctrica.

URSEA: Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua.

UTE: Administración General de las Usinas y Teléfonos del Estado.

# Capítulo 1: Introducción.

---

Entre los años 2005 y 2018 se desarrollaron en el Uruguay profundas modificaciones en la matriz eléctrica nacional que incluyeron la incorporación de nuevas fuentes de energía, y formas de explotarla, como la biomasa, la eólica, la solar fotovoltaica, y finalmente el ciclo combinado. En este proceso la generación de electricidad pasó de estar concentrada en pocos lugares del país, esencialmente en Montevideo y las cuatro represas hidroeléctricas, a estar distribuida en la mayor parte del territorio nacional. Estos cambios, que, si bien tuvieron intervención de empresas y capitales privados, fueron liderados desde el estado a partir de la planificación estratégica del sector desarrollada en la Política Energética Nacional 2005-2030.

El presente trabajo de investigación es de carácter exploratorio, dada la prácticamente nula existencia de estudios previos desde la Geografía de la Energía sobre la matriz eléctrica en el Uruguay y sus transformaciones. Los antecedentes considerados son más bien de carácter parcial, entre los que se destacan la investigación de doctorado del economista Reto Bertoni “Energía y desarrollo. La restricción energética en Uruguay como problema (1882-2000)” (Bertoni 2011) vinculado a los problemas de la temática energética en su desarrollo histórico en nuestro país, y el artículo del Geógrafo argentino Adriano Furlán “La transición energética en la matriz eléctrica argentina (1950-2014). Cambio técnico y configuración espacial” (Furlán 2017) en relación con el estudio de matriz eléctrica desde la Geografía de la Energía.

El objetivo general del presente trabajo es analizar los cambios territoriales de la Matriz Eléctrica en el Uruguay a partir de la nueva política energética.

En el capítulo dos, denominado “Consideraciones sobre Territorio y Energía”, se analizan conceptos sobre la energía y su relación con el territorio. Comenzado por conceptos generales sobre la energía, luego específicos sobre la energía eléctrica y las formas de generación de electricidad, la matriz energética y la matriz eléctrica. En el final se abordan los conceptos de territorio y espacio geográfico, y se analizan las interacciones entre territorio y energía.

En el capítulo tres se considera el desarrollo histórico y los problemas, relativos a la temática energética en el Uruguay hasta llegar al año 2005. Para lo cual se definen cuatro periodos, la época de las energías tradicionales, el comienzo de la modernización, la consolidación del modelo estatal, y el retroceso del estado. Para entender los cambios en la temática durante las distintas épocas se toman en cuenta los contextos global, regional y nacional.

En el capítulo cuatro se analizan documentos previos a la nueva política energética, los mismos fueron desarrollados por la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear (DNTEN), luego Dirección Nacional de Energía (DNE), dentro del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), o a impulsos de la misma. Estos documentos incluyen diagnósticos de situación, búsqueda de alternativas y

propuestas. Los mismos son parte de un proceso de análisis y propuestas que culmina en la Política Energética 2005-2030.

El capítulo cinco comienza enumerando y analizando los cambios de la matriz eléctrica en el país a partir del año 2005, en particular su distribución en el territorio. Luego se identifican los impactos territoriales generados a partir de las nuevas infraestructuras de generación de electricidad. También se desarrolla cartografía de la producción de energía eléctrica en el Uruguay y se presenta una regionalización de estas actividades.

Finalmente, en el capítulo seis se presentan las conclusiones, desarrollándose como un resumen del presente trabajo.

## Capítulo 2: Consideraciones sobre Territorio y Energía.

---

### Conceptos de Energía.

La energía se “define como la capacidad de hacer trabajo ejecutando tareas mecánicas, físicas, químicas o eléctricas, o bien produciendo una transferencia de calor entre dos objetos de diferente temperatura” (Tyler Miller G. Jr., 1994). “Es inherente a todos los sistemas físicos, y la vida en todas sus formas, se basa en la conversión, uso, almacenamiento y transferencia de energía” (Melendi D.).

Existen distintos tipos de energía dependiendo de su origen, por ejemplo:

- Energía química: es la contenida en los compuestos químicos y que a través de distintos procesos es susceptible de ser liberada.
- Energía nuclear: contenida en los núcleos atómicos y liberada a través de los procesos de fisión y fusión nuclear. Es también llamada energía atómica.
- Energía mecánica: es la capacidad de un cuerpo de producir trabajo mecánico, está compuesta por las energías cinética y potencial gravitatoria y elástica.
- Energía radiante: es la contenida en los distintos tipos de radiación electromagnética.
- Energía eléctrica: es la energía resultante de una diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos y que permite establecer una corriente eléctrica a lo largo de un conductor.

El Julio es la unidad utilizada dentro del Sistema Internacional para medir energía:

$$\mathbf{J = kg \cdot m^2/s^2}$$

Algunos ejemplos de unidades de medida de energía y su valor con relación al Julio:

$$1 \text{ kWh (kilovatio-hora)} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$1 \text{ cal (caloría)} = 4,187 \text{ J}$$

$$1 \text{ kcal (kilocaloría)} = 1000 \text{ cal} = 4187 \text{ J}$$

$$1 \text{ tep (tonelada equivalente de petróleo)} = 41,84 \cdot 10^9 \text{ J}$$

$$1 \text{ tec (tonelada equivalente de carbón)} = 29,3 \cdot 10^9 \text{ J}$$

$$1 \text{ BTU (British Thermal Unit)} = 1055,056 \text{ J}$$

$$1 \text{ CVh (Caballo de vapor por hora}^2) = 3,777 \times 10^7 \text{ J}$$

Según la primera ley de la termodinámica la energía se conserva, no se crea, ni se destruye, se convierte de un tipo de energía en otro.

Por ejemplo, la energía potencial gravitatoria del agua de un río se convierte en cinética, luego puede mediante una turbina hidroeléctrica convertirse en energía eléctrica. Otro ejemplo puede ser la energía química contenida en el gas natural que al quemarse en una estufa se transforma en energía calórica.

Si bien la energía no se crea ni se destruye, a los efectos del presente trabajo de investigación, vamos a considerar que esta se genera o se produce cuando la transformación es propiciada por el ser humano, para obtener una energía utilizable por él. Así como se considerarán perdidas las transformaciones en energía no utilizable por el hombre, como la energía calórica que se disipa en el ambiente asociada a los distintos manejos de la energía y la tecnología utilizada.

Los recursos energéticos se pueden clasificar por provenir de fuentes primarias o secundarias.

Según la Dirección Nacional de Energía (DNE) las fuentes de energía primaria son las “provistas por la naturaleza, ya sea en forma directa como la hidráulica y la eólica; después de atravesar un proceso minero, como los hidrocarburos, el gas natural y el carbón mineral; o a través de la fotosíntesis, como en el caso de la leña y los residuos de biomasa (originados en las actividades urbana, agropecuaria y agroindustrial)” (Balance Energético Nacional 2017), por ejemplo: petróleo, gas natural, carbón mineral, leña, geotérmica, eólica, solar, etc. La hidroelectricidad y la electricidad de origen eólico y fotovoltaico por convención se consideran fuentes energéticas primarias para el Balance Energético Nacional.

Las fuentes de energía secundarias son aquellas obtenidas “a partir de una fuente primaria (o de otra secundaria), después de someterla a un proceso físico, químico o bioquímico que modifica sus características iniciales.” (Balance Energético Nacional 2017), por ejemplo: fuel oil, gas oil, gasolinas, gas licuado de petróleo (GLP), electricidad, coque, etc.

También podemos clasificar los recursos energéticos en renovables y no renovables.

Los renovables son aquellos obtenidos de fuentes naturales, que por su enorme cantidad de energía (como el sol) o por tener la capacidad de regenerarse constantemente por medios naturales, se consideran inagotables a la escala temporal humana. Entre estas podemos contar la energía eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar, undimotriz, la biomasa y los biocarburantes.

Los no renovables son aquellos que se encuentran en cantidades limitadas en la naturaleza y una vez consumidos, no pueden regenerarse, por lo menos no en la

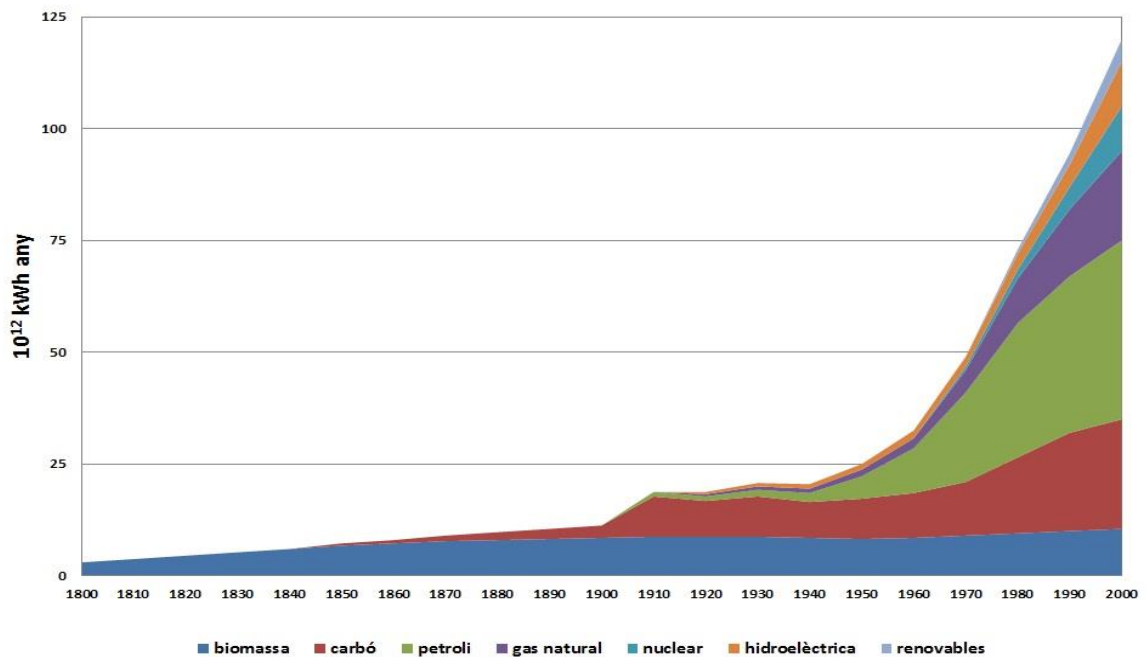
escala temporal humana. Entre estos se encuentran los combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural, así como los combustibles nucleares.

También se pueden clasificar en energías tradicionales, modernas y renovables modernas. Entre las primeras encontramos la energía muscular humana, la muscular animal, la biomasa (leña), la eólica, la hidráulica, etc. Entre las energías modernas se encuentran el carbón, el petróleo, el gas natural, la energía atómica, la electricidad, etc. Por último, están las renovables modernas, como los biocombustibles, el biogás, la generación de electricidad con biomasa, o con energía solar o eólica.

Tomando en cuenta esta última clasificación y considerando el consumo global de energía, se considera que la transición energética desde las energías tradicionales a las modernas se desarrolló a partir de la revolución industrial (Figura 2.1). Al principio la fuente de energía moderna más destacada fue el carbón, hasta que a partir de mitad del siglo XX el petróleo tome su lugar como el principal energético a nivel mundial, pero teniendo en cuenta que, a partir de los años 1970 con la crisis del petróleo, este rol será compartida con el gas natural y el carbón.

En la actualidad se considera que se está desarrollando una transición energética hacia una diversidad de fuentes de energía, con un papel destacado para las energías renovables.

*Figura 2. 1: Evolución del consumo energético mundial según fuente de energía ( $10^{12}$  kWh anual).*



Fuente: Oliveras J., Samitier I. y Saladié, O 2010

## **La Energía Eléctrica.**

En este trabajo nuestro interés se centra en la energía eléctrica, su utilización por el hombre, su relación con el territorio y los impactos territoriales vinculados a las actividades de generación de energía eléctrica.

La electricidad es un portador de energía moderno, extremadamente versátil, que es utilizado en un sinnúmero de actividades de la vida moderna, desde la iluminación, el acondicionamiento térmico, el entretenimiento, las comunicaciones, el transporte, así como en innumerables aplicaciones tecnológicas vinculadas a las distintas esferas de la economía, la industria, los servicios, la informática, etc. Se considera un macro sistema técnico, el cual es necesario para el funcionamiento de otros sistemas técnicos.

Es una fuente de energía secundaria que puede ser generada a partir de la transformación de distintos tipos de energías, como eólica, hidráulica, solar, térmica de distintos orígenes: petróleo, gas natural, nuclear, biomasa, etc.

La electricidad tiene como limitante que debe ser consumida en el momento en que se genera. Puede ser almacenada en baterías o transformada en otros tipos de energía para ser utilizada luego, pero esto tiene por lo general un importante costo extra en las inversiones y una pérdida de parte de la energía utilizable en cada transformación. En la práctica la generación debe acomodarse a la demanda de electricidad en cada momento.

Como consecuencia de esto último, surge la necesidad de redes eléctricas de transporte y distribución, desde los lugares de generación a los de consumo. Como existen pérdidas en este transporte en general se trata de ubicar los centros de generación cerca de los centros de consumo. Esta pérdida es menor a mayores voltajes por lo cual el traslado de la electricidad en grandes distancias se realiza con líneas de alta tensión.

Algunas variables importantes de la electricidad y sus unidades:

El Voltaje, "*tensión o diferencia de potencial*" es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito eléctrico cerrado, provocando el flujo de una corriente eléctrica"(<https://www.ecured.cu/>). Su unidad de medida es el voltio (V).

La intensidad "es la carga eléctrica que pasa a través de una sección del conductor en la unidad de tiempo" (<https://www.ecured.cu/>). Su unidad es el amperio (A).

La potencia eléctrica es "la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un momento determinado" (<https://www.ecured.cu/>). Su unidad es el vatio o watt (W).



### Formas de generación de energía eléctrica

La forma más común de producir energía eléctrica es mediante un generador alternador, que transforma la energía mecánica en energía eléctrica. El generador funciona mediante el movimiento de un rotor que puede estar unido a diferentes elementos que le transmitan la energía mecánica, como, por ejemplo: turbinas de vapor, turbinas de gas, las aspas de un molino de viento, turbinas hidroeléctricas, motores de distintos tipos, etc.

Una de las formas más empleadas son las turbinas a vapor, el cual puede ser generado, por ejemplo, en una central nuclear, o en calderas que pueden utilizar distintos combustibles como carbón, fuel oil, gas natural, etc., incluyendo el empleo de biomasa como el bagazo, el licor negro, la leña, la cascara de arroz, residuos de la actividad forestal, etc.

Otra opción está representada por las turbinas de gas, las mismas funcionan normalmente con gas natural, gas oil u otros combustibles. También pueden funcionar dentro del esquema de ciclo combinado, donde el calor de los gases de salida de las turbinas de gas, se utilizan para producir vapor que luego mueve una turbina de vapor para generar más electricidad con el mismo combustible.

Ejemplos de otras formas de generación eléctrica: célula fotovoltaica, celdas de combustible, pila eléctrica.

Células fotovoltaicas, están normalmente agrupadas en paneles, estas producen electricidad mediante el efecto fotoeléctrico a partir de la luz que incide en las mismas. De esta forma se puede obtener energía eléctrica directamente de la luz solar que llega a la superficie terrestre.

Celdas de combustible, son dispositivos electroquímicos por los cuales se obtiene electricidad a partir de un flujo continuo de combustible y oxidante. Por ejemplo, las celdas de combustible que utilizan hidrógeno y oxígeno tienen como productos electricidad y agua, convirtiendo a este combustible en un vector energético limpio desde el punto de vista ambiental.

Pila eléctrica, es un dispositivo por el cual se obtiene energía eléctrica a partir de energía química, mediando un proceso químico transitorio no continuo.

### **La Matriz Energética y la Matriz Eléctrica.**

La matriz energética es una herramienta de análisis, construida a partir de los datos de las diferentes fuentes energéticas que dispone un territorio determinado, incluyendo las importadas. Registra la energía que ingresa, las transformaciones de la misma y su consumo. En el Uruguay el Ministerio de Industria Energía y

Minería (MIEM), actualmente por medio de la Dirección Nacional de Energía (DNE), analiza anualmente la matriz energética del país desde 1965 en forma sistemática, empleando para ello el Balance Energético Nacional (BEN, Figura 2.2).

El BEN emplea como unidad de trabajo las toneladas de petróleo equivalentes (tep), los datos de las distintas fuentes de energía consideradas se expresan en esta unidad para poder ser comparados. Dentro del BEN se calculan varios índices, como el consumo de energía con relación al PBI, el consumo de electricidad y el de energía en general por persona, la intensidad energética por sector de actividad económica, las emisiones de CO<sub>2</sub>, etc.

Figura 2.2. Balance energético nacional

Balance Energético	Fuentes primarias	Fuentes secundarias	Pérdidas	TOTAL
Energía primaria	(1)			
Centros de transformación		(2)		
Energía secundaria		(3)		
Oferta bruta y consumo neto		(4)		(4)
Consumo final de energía		(5)		(5)

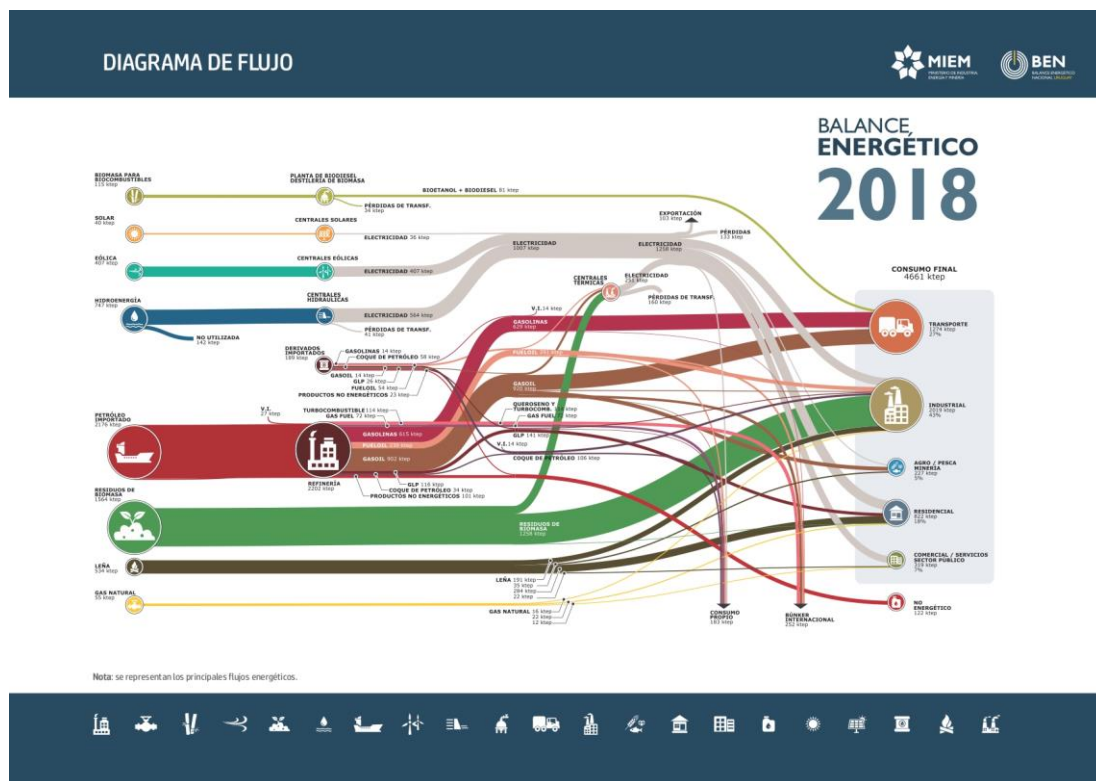
**Notas:**

- (1) Balance de energía primaria
- (2) Balance de centros de transformación
- (3) Balance de energía secundaria
- (4) Oferta bruta y consumo neto
- (5) Distribución sectorial del consumo final energético

Fuente: Balance energético nacional 2017

Entre los productos que se elaboran en el BEN, se encuentran los diagramas de flujo (Figura 2.3), que expresan gráficamente los flujos de energía desde la oferta primaria al consumo final, facilitando la visualización del conjunto de las transformaciones energéticas que se dan en el lapso de un año en el país.

Figura 2.3: Diagrama de flujo 2018



Fuente: Balance Energético Nacional 2018

La Matriz Eléctrica es la composición de las distintas fuentes de energía empleadas en la generación eléctrica en un territorio determinado, incluyendo las exportaciones y las importaciones de la misma.

En este trabajo analizamos los cambios en la infraestructura de generación y transmisión de la energía eléctrica en el país, considerando su distribución geográfica, las fuentes de energía empleadas y los impactos que ocasionan en el territorio.

### Territorio y Espacio Geográfico.

Consideramos al Territorio como un espacio controlado desde el punto de vista político, económico, militar, cultural, religioso, etc. En el presente trabajo, relativo a la Geografía de la Energía y más específicamente a los cambios en la Matriz Eléctrica en el Uruguay, los vínculos más directos tienen que ver con lo político-administrativo y lo económico.

Tomando el concepto de Espacio Geográfico desarrollado por Milton Santos (2000) en su obra "La Naturaleza del Espacio", encontramos que "el espacio está formado por un conjunto indisoluble, solidario y también contradictorio de sistema de objetos y sistema de acciones, no considerados aisladamente, sino como el contexto único en el que se realiza la historia", sistemas que interactúan entre sí de forma que "los sistemas de objetos condicionan la forma en que se dan las acciones y, por otro lado,

el sistema de acciones lleva a la creación de objetos nuevos o se realiza sobre objetos preexistentes". Considera al Espacio Geográfico un híbrido entre sociedad y naturaleza, donde no tiene sentido la búsqueda conceptual de "formas puras" cómo lo "natural" o lo "artificial" (Santos M. 2000).

El estudio de la técnica ocupa un lugar central en el análisis de Milton Santos, "la principal forma de relación entre el hombre y la naturaleza, o mejor, entre el hombre y su medio, viene dada por las técnicas. Las técnicas constituyen un conjunto de medios instrumentales y sociales, con los cuales el hombre realiza su vida, produce y, al mismo tiempo, crea espacio". El autor considera que éstas posibilitan reconocer empíricamente la unidad de tiempo y espacio, "a cada lugar geográfico concreto corresponde, en cada momento, un conjunto de técnicas y de instrumentos de trabajo, resultado de una combinación específica que también es históricamente determinada" (Santos M. 2000).

### **Interacciones entre Territorio y Energía.**

De las interacciones que se desarrollan entre las actividades vinculadas a la temática energética y el territorio, unas se relacionan con el cómo se distribuye geográficamente la producción, el transporte y el consumo de la energía, y otras con los cambios que estas actividades energéticas le imprimen al territorio.

Considerando el primer tipo de interacciones, entendemos que la distribución geográfica de las actividades energéticas, al concretarse en el territorio, va a estar condicionada por el mismo. Podemos considerar varios ejemplos para ilustrar estos conceptos.

En la producción hidroeléctrica, la misma se va a llevar adelante en determinados cursos de agua y en lugares de estos que cumplan con las condiciones para dicha actividad. De la misma forma que el emplazamiento de los parques eólicos o de los parques solares fotovoltaicos van a estar condicionados por posibilidad de aprovechar sendos recursos naturales. Así mismo los depósitos de minerales energéticos, como petróleo, carbón, gas natural, etc., factibles de ser explotados van a determinar la ubicación de tal producción. En otras actividades, como la refinación del petróleo o la generación eléctrica en centrales térmicas, puede influir la cercanía a un centro de consumo o la facilidad de obtención de los insumos necesarios.

El traslado de la energía desde donde se produce hasta donde se consume va a estar condicionado por las infraestructuras de transporte, como carreteras, puertos, redes ferroviarias, líneas de transmisión eléctrica, etc. Asimismo, la distribución de los centros de consumo y de los centros de producción influye en cómo se desarrolla el transporte de los bienes energéticos en el territorio. Por ejemplo, el recorrido de un gasoducto desde los yacimientos de gas natural a los centros de consumo más importantes incluirá el pasaje por centros de consumo menores que se benefician de su ubicación en el territorio.

La distribución geográfica del consumo de las distintas energías va a estar determinada por la ubicación de los consumidores de estas.

El segundo tipo de interacciones se refieren a las modificaciones que en el territorio generan las actividades energéticas, las mismas son de diferentes tipos, ambientales, socioeconómicas, culturales, paisajísticas, etc.

Es claro que varias de las actividades vinculadas a la energía son potencialmente contaminantes, tanto a nivel local como regional o global. Por ejemplo, el empleo del carbón como combustible para generar electricidad puede producir smog, lluvia ácida y contribuir al efecto invernadero.

Como otras actividades económicas, las relacionadas a la temática de la energía tienen impactos de tipo socioeconómicos en el territorio, como son las inversiones realizadas para llevar adelante tales emprendimientos, los empleos creados directos e indirectos, el aporte a la actividad económica en general, etc.

También debemos considerar que en zonas o regiones donde existen actividades específicas, y más cuanto hace más tiempo que se desarrollan, frecuentemente se generan identidades culturales relacionadas a estas actividades económicas, como por ejemplo las zonas de minería de carbón.

Las infraestructuras relacionadas con la energía muchas veces generan modificaciones paisajísticas, como es el caso de los parques eólicos o la instalación de una represa hidroeléctrica.

Las dos anteriores formas de interacción entre la energía y el territorio son válidas para muchas otras actividades económicas y humanas en general, pero podemos identificar un vínculo más específico entre las actividades energéticas y el territorio. Como consideramos antes, la energía representa la facultad de realizar trabajo y que en nuestro análisis tomamos en cuenta la energía empleada por el ser humano, la capacidad de la sociedad de modificar el espacio geográfico va a estar relacionada con el manejo que esta tenga de la energía. más allá de otros factores relacionados como el conocimiento científico-tecnológico, las formas de organización social, etc.

El empleo de cantidades cada vez mayores de energía por parte de la sociedad, como muestra la gráfica sobre la evolución del consumo energético mundial (Figura 2.1), ha permitido el "modelado" del territorio a escala global en los últimos dos siglos, dada la intensificación de las acciones humanas en el mismo.

Las técnicas empleadas por el hombre para relacionarse con su medio y con las que ha potenciado su impacto en el mismo, utilizan cada vez más energía en su funcionamiento. Esto se pone de manifiesto en la Figura 2.1, que muestra el aumento del consumo de energía desde la revolución industrial, dada la sistematización del uso de los combustibles fósiles y de la fuerza motriz inanimada, y en el periodo técnico actual, empleado la misma para la obtención y el manejo de datos e información.

A partir de lo expresado anteriormente es de resaltar la importancia de estudiar las relaciones entre el territorio y la energía, ya que como vimos, el manejo de la energía por parte de la sociedad es un factor relevante en su capacidad de modificar el

espacio geográfico, además debemos tener en cuenta que la distribución geográfica de las actividades energéticas se encuentra condicionada por el territorio y que las mismas al desarrollarse modifican a este último. La relevancia del presente trabajo viene dada por la consideración de los cambios resientes en la matriz eléctrica del país, su distribución en el territorio y los impactos que generan en el mismo.

## Capítulo 3: Desarrollo histórico de la temática de la energía en el país.

---

### **La época de las energías tradicionales.**

En el territorio que actualmente conforma el Uruguay, previo a la llegada de los europeos, las poblaciones indígenas utilizaban esencialmente la energía muscular humana y la proveniente de la quema de biomasa.

A partir de la llegada de los europeos se comienza a usar, con la introducción del ganado, la energía muscular animal para el transporte y como fuerza motriz en distintos trabajos, además del cebo y las grasas provenientes de estos, para la iluminación.

También incorporan al territorio las tecnologías para el aprovechamiento de la energía eólica, como los barcos a vela y los molinos de viento, y de la energía hidráulica con los molinos de agua.

En todo caso la cantidad de energía empleada era modesta en un territorio con muy poca población y cuyas actividades económicas principales, la ganadería y el comercio, no eran grandes demandantes de la misma.

### **Comienzos de la modernización.**

A partir de la segunda mitad del siglo XIX, en el marco de lo que se ha llamado la “primera globalización” se comienzan a utilizar en el país fuentes de energía modernas como el carbón, la electricidad y los derivados del petróleo. Si bien estas fuentes recién van a cobrar importancia en el total de la energía consumida en el país a partir de las primeras décadas del siglo XX.

“Las economías centrales –con Gran Bretaña a la cabeza- procuraban adaptar las economías periféricas a sus propias necesidades. Concretamente, recibir materias primas y alimentos y colocar bienes manufacturados y capitales.

Para que las nuevas economías ingresaran a este dinámico circuito económico financiero, en el interior de cada país periférico debían producirse cambios que lo adecuaran al mundo moderno. Cambios no sólo económicos; también político-administrativos y culturales” (Méndez Vives 2011).

La estabilidad política llega a partir de mediados de la década de 1870, impuesta por el “militarismo” con la anuencia de las élites económicas: el alto comercio y los bancos en la capital, y los productores agropecuarios “modernos” agrupados en la Asociación Rural, en el interior del país. Esta primera modernización afecta en particular al medio rural, “supuso la consolidación del modelo ganadero exportador” (Yaffé J. 2000) y la aceleración en la incorporación de nuevas pautas productivas,

que ya se venían adoptando.

La introducción de fuentes de energía moderna vinculada a la actividad exportadora comienza con la utilización del carbón en el transporte, por ejemplo, los trenes que a partir de 1869 comienzan su desarrollo en el país, y en el transporte internacional en los barcos a vapor.

También se empieza a utilizar el carbón en emprendimientos directamente vinculado a la producción. Se destacan algunos establecimientos “adelantados” que producen la energía eléctrica que necesitan a partir de sus propias usinas, como por ejemplo el establecimiento Liebig’s en Fray Bentos a partir del año 1883. La autoproducción de electricidad por parte de las empresas que la necesiten como fuerza motriz, será lo normal en este periodo.

Un caso excepcional, en lo que refiere a la incorporación de energías modernas, lo representa la instalación en 1882 de una pequeña represa hidroeléctrica en el arroyo Cuñapirú (figura 3.1), propiedad de la empresa “Minas de oro del Uruguay” (Bertoni R. 2011) de capitales franceses.

En relación a la vida cotidiana, la incorporación de la iluminación a gas, en principio de las calles, pero también en los domicilios de la ciudad de Montevideo, se utiliza a partir de 1866.

El gas se producía a partir de carbón, pero tiene un interesante precedente en el cual la compañía que brindaba el servicio originalmente generaba el gas a partir de grasas y restos animales, que abundaban en la ciudad dada la importante actividad ganadera en el país.

A partir de 1887, con la instalación en Montevideo de la primera usina de generación eléctrica en “régimen de concesión de servicio público” (Bertoni R. 2011), la electricidad va sustituyendo al gas como fuente de energía para la iluminación.

El gas se seguirá utilizando a nivel doméstico para la cocción de alimentos, la calefacción y el calentamiento de agua, empleándose el carbón como materia prima hasta que en el año 1978 será sustituido por la nafta.

El proceso de desarrollo de la red eléctrica se va a ir acentuando a partir de 1900, para esa época la empresa responsable de la concesión había quebrado y el estado paso a hacerse cargo de las instalaciones y del suministro eléctrico.

En el interior del país la electrificación también se desarrolla mediante la concesión de servicio público por localidades (figura 3.1), la primera fue Salto en 1894. Para cuando se implanto el monopolio estatal de generación, transmisión y comercialización de energía eléctrica en 1912, había 13 concesiones en el interior, 12 de ellas a cargo de empresas privadas y solo una, en Fray Bentos, era de propiedad municipal.

En cuanto al transporte de pasajeros entre la capital y las ciudades del interior se da la introducción del ferrocarril, con locomotoras a vapor que consumen carbón como fuente de energía, la situación es similar a la del transporte de cargas comentada unos párrafos antes.

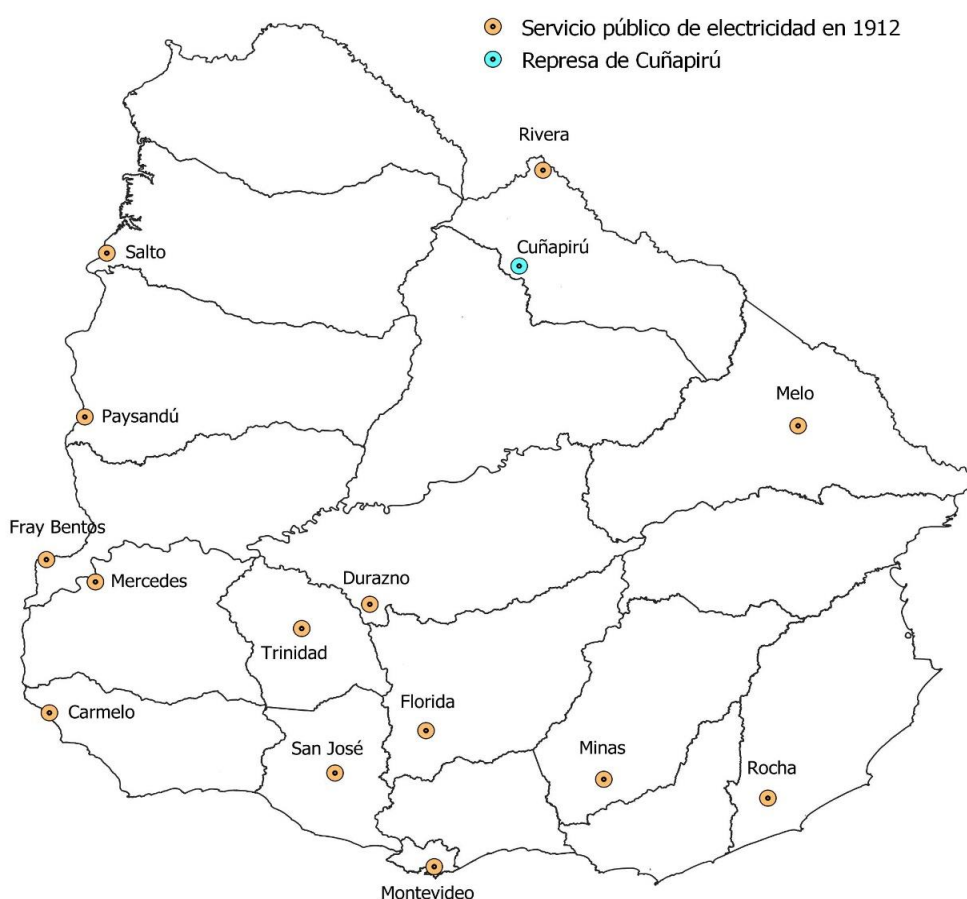
En el transporte de pasajeros dentro de Montevideo se da la introducción de los



tranvías eléctricos en 1906, las dos compañías que los utilizan tienen, por lo menos al principio, generación eléctrica propia.

Es de destacar que desde la primera década del siglo XX y hasta 1915 se produce un fuerte incremento del consumo de carbón, según Bertoni y Román “habría existido una asociación entre el crecimiento del PIB y el consumo de carbón” (Bertoni R. y Román C. 2013). Es en estos años que comienza a desarrollarse la transición energética desde las fuentes tradicionales a las modernas, si bien las primeras siguieron representando un aporte mayor que estas últimas en el esquema energético de la época.

*Figura 3. 1 Localidades con servicio público de electricidad en 1912 y represa de Cuñapirú*



*Elaboración propia, a partir de datos en Bertoni R. 2011.*

Los derivados del petróleo (keroseno, nafta, fuel oíl), también registran un aumento en este periodo, pero la importancia de estos energéticos es aún muy menor, del orden de una décima parte del consumo de carbón. Debemos tener en cuenta, además, que en esta época también se utilizaba alcohol como carburante.

A partir de la década de 1910 se desarrolla la Primera Guerra Mundial que cambiara sustancialmente la realidad internacional, así como la segunda presidencia de Batlle, en la cual se plantearan y desarrollaran reformas que moldearan al Uruguay durante el siglo XX.

Lo más destacado en esta primera modernización, en lo que toca a este trabajo, es el esquema de distribución en el territorio de las usinas generadoras de electricidad que estaban ubicadas en las distintas localidades a las servían y funcionaban como “islas”, sin estar interconectadas entre sí.

El predominio de la iniciativa privada en la generación de electricidad. Tanto por la vía de concesión de servicio público para la iluminación de calles y residencias. Como la autoproducción de electricidad en empresas que lo justifique por las características de sus procesos productivos o por su ubicación geográfica.

También es de destacar el comienzo de la transición energética, que en el Uruguay significo, además de la modernización de los procesos vinculados al uso de la energía, el aumento de la dependencia del exterior y un mayor costo para el país, ya que no tenía fuentes de energía propias como el carbón y el petróleo, debiéndolas importar.

### **La consolidación del modelo estatal.**

A partir de 1914 con el inicio de la Primera Guerra Mundial cambian drásticamente las condiciones internacionales, se destruye el mercado internacional al cual el país estaba integrado. Se da la caída del “patrón oro”, la disminución del comercio mundial y la dificultad para obtener bienes desde los países desarrollados, incluidos insumos energéticos como por ejemplo el carbón (Kinder H., Helgemann W. et al. 2007).

Desde los primeros años veinte hasta la crisis del '29 se intenta retomar este mercado mundial, pero sin poder lograr los mismos resultados. EEUU sustituye a Gran Bretaña como la primera potencia económica mundial, pero sin tomar el lugar de esta como impulsor del comercio internacional hasta después de la Segunda Guerra Mundial.

Para salir de la crisis los gobiernos de los países industrializados, a partir de los años 1930, llevaran adelante políticas intervencionistas por parte del estado y de proteccionismo económico, imponiéndose el Keynesianismo como la visión económica predominante. En América Latina, bajo estas condiciones internacionales se desarrolla la industrialización por sustitución de importaciones (ISI).

Luego de la Segunda Guerra Mundial las economías de los países desarrollados comienzan la recuperación con el liderazgo de EEUU y el dólar como la moneda de referencia internacional.

En las décadas de 1950 y 1960 se genera un gran crecimiento económico en los países desarrollados, caracterizado por una industrialización de tipo “fordista” y apuntalada desde el punto de vista energético por la abundancia de petróleo barato.

A su vez comienza a desarrollarse la Guerra Fría entre EEUU y la Unión Soviética, que perdurara más allá de este periodo.

A nivel nacional se desarrolla la segunda presidencia de José Batlle y Ordoñez. Cuando el mismo obtuviera su primera presidencia, el estado uruguayo ya tenía vocación de intervenir en la economía. Las consecuencias de la crisis económica de 1890 habían convencido a los gobernantes de la época, ideológicamente liberales y partidarios del libre mercado, de que en la práctica el país debía resguardarse de los vaivenes de la economía internacional y con este objetivo, el estado debía tomar cartas en el asunto (Yaffé J. 2000).

El batllismo va a profundizar esta actividad y a desarrollar el “estado deliberadamente interventor y popular” (Barrán P. y Nahum B. 1984), impulsando el desarrollo industrial y la nacionalización de distintas actividades económicas, que en muchos casos implicaron directamente la estatización. Desarrollando además una legislación de avanzada en referencia a lo social. Los cambios más importantes ocurrieron en su segunda presidencia entre los años 1911 y 1915.

En las décadas siguientes el batllismo no siempre tendrá el poder político para llevar adelante sus ideas en relación con el desarrollo económico del país, pero la situación internacional, en particular después de la crisis de 1929, favorecerá el “desarrollo endógeno”. Con este escenario se buscará sustituir con productos nacionales los bienes que ya no llegaban fluidamente desde los países industrializados, derivando luego en el modelo de ISI, consolidado entre los años 1947 y 1955.

A partir de la reorganización económica de los países desarrollados el Uruguay pierde inserción internacional de sus exportaciones y las divisas que ingresan por las mismas caen de forma muy importante, lo cual desencadena la crisis económica a partir de mediados de la década de 1950 y luego el paulatino abandono del modelo de desarrollo a partir de 1958. Los años 60’ se caracterizan por la crisis económica, social y política, en la que estará inmerso el país. En los primeros años de dicha década se contraponen dos estrategias económicas distintas, una de corte desarrollista influenciada por la CEPAL y otra liberal aconsejada por el FMI, hacia el final de la década los gobiernos se decantarán por esta última opción.

Este periodo presenta una serie de decisiones político administrativas y el desarrollo de las capacidades del estado en relación a la temática energética que marcaran el devenir del país en estas cuestiones.

En 1912 se crea la Administración General de Usinas Eléctricas del Estado (UEE), dotándola del “monopolio estatal de la generación, transmisión y distribución de electricidad” (Nahum et al. 2014), más adelante abordaremos el desarrollo específico del sector eléctrico.

En este mismo año se crean, en la órbita del Ministerio de Industria, el Instituto de Geología y Perforaciones (IGP) y el Instituto de Química Industrial (IQI).

En su trabajo “Historia de la producción del carburante nacional en Uruguay”, María Laura Martínez (2010) expresa que “el IGP se creó con el objetivo principal de explotar el subsuelo en procura de petróleo y carbón”, así como el IQI “tuvo como objetivo importante la elaboración del carburante nacional”, con alcohol destilado a partir de la producción de agricultores nacionales (Martínez M. 2010).

En este mismo sentido se presentaron proyectos de monopolio sobre el alcohol carburante en los años 1912, 1921 y 1922, que no se concretaría hasta el año 1931.

En este año se crea la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (ANCAP), que contara con el "monopolio del alcohol y carburante nacional y de importar, rectificar y vender petróleo y sus derivados, y de fabricar portland" (Nahum et al. 2006).

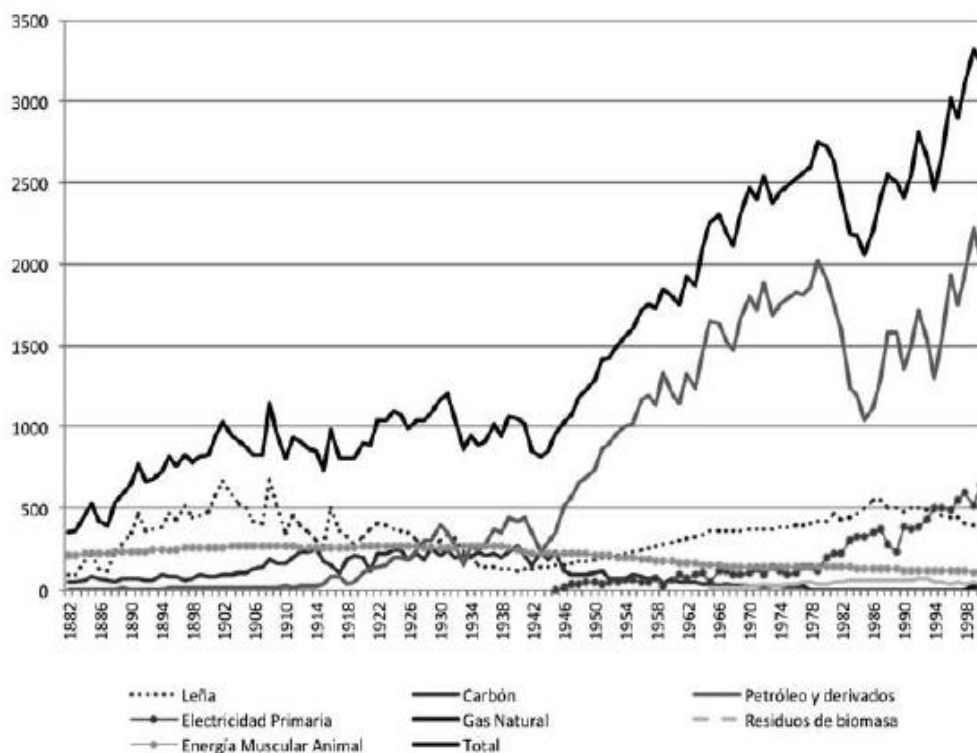
En el año 1937 comienza a funcionar la refinería de La Teja, que contara con ampliaciones en 1947 y la más importante de 1958.

ANCAP comienza su funcionamiento en un ambiente político hostil al desarrollo de los monopolios estatales, en este contexto se firman los acuerdos secretos con las petroleras internacionales. En los hechos esto significaba la no concreción del monopolio de comercio de derivados del petróleo, ya que implicaba que la empresa estatal refinara petróleo propiedad de las petroleras, mediante un canon fijo, y que las mismas luego comercializaran los derivados en el mercado interno. Esta situación se prolongó hasta la década de 1970.

En el año 1931 también se concedió el monopolio de las comunicaciones telefónicas por cable a la UEE, la cual pasa a llamarse Administración General de las Usinas y Teléfonos del Estado (UTE).

En esta etapa se completa la transición energética iniciada en el periodo anterior, podemos considerar la segunda mitad de la década de 1950 como el momento donde se completa la misma (Figura 3.2).

*Figura 3. 2 Uruguay. Consumo de energía primaria 1882-2000 (kTEP).*



Fuente: Bertoni R. 2011.

Según Bertoni hasta la mitad de la primera década del siglo XX las energías tradicionales, tomando en consideración a la leña y a la energía muscular animal, representaban el 90 % del total, el resto correspondía a combustibles fósiles, esencialmente el carbón (con un 9 %) y los derivados del petróleo (Bertoni R. 2011). Al finalizar la transición, las energías tradicionales representan solo un 25 % del total, mientras que las energías modernas suman los 3/4 restantes. Dentro de estas últimas los derivados del petróleo equivalen al 66 % del total de la energía primaria consumida en el país, convertido en el energético hegemónico desde la posguerra, el resto se divide entre el carbón, ya en su declive, y la hidroelectricidad que comenzara a ser utilizada por UTE en 1945 con la puesta en funcionamiento de la Represa de Rincón del Bonete.

Dentro de esta transición tenemos que resaltar el proceso por el cual el petróleo sustituye al carbón mineral como la fuente de energía moderna más relevante en el esquema energético nacional, vinculado a la modernización de la economía y la vida cotidiana del país. El principal vector energético moderno está asociado al crecimiento económico del país, desde el punto de vista de aportar la “energía necesaria para los procesos de valorización” (Bertoni R. y Román C. 2013).

Esta transición comienza con las dificultades de obtención de carbón por parte del país durante la primera guerra mundial, y se cierra en la segunda posguerra, cuando se dispara el consumo de petróleo y sus derivados, en tanto que el consumo de carbón entra en su declive definitivo, lo podemos ubicar temporalmente entre los años 1915 y 1950 (Figura 3.3).

Este proceso sin embargo no es lineal, en la primera posguerra hay un aumento del consumo de carbón, en los años 20 la relación carbón/derivados del petróleo se va a ir corriendo en favor de los segundos, luego como consecuencias de la gran depresión y la segunda guerra mundial “entre 1930 y 1945, se asiste a un período de estancamiento en las participaciones relativas del carbón y el petróleo” (Bertoni R. y Román C. 2013).

Los grandes sectores de consumo de carbón a principio de siglo eran la industria, los ferrocarriles, la producción de gas y la generación de electricidad. Según Bertoni y Román entre 1908 y 1911, estas actividades explican el 84 % del total del carbón consumido en el país (Bertoni R. y Román C. 2013).

La industria y los ferrocarriles tuvieron una transición temprana hacia el petróleo a partir de las consecuencias del desarrollo de la primera guerra, en relación a la primera, en 1908 el 74 % de la potencia motriz instalada utilizaba carbón, pero para 1936 está solo correspondía al 10 %; en lo concerniente a los segundos, el pasaje a los derivados del petróleo se dio en las décadas de 1920 y 1930, pero el abandono definitivo del carbón se lleva a cabo en la segunda posguerra.

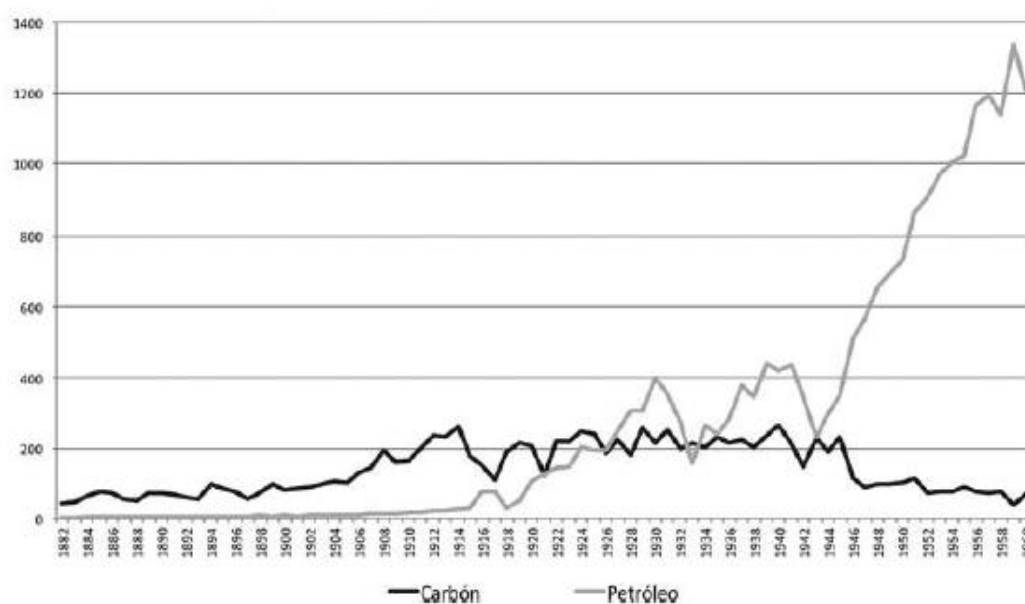
En relación a la generación eléctrica, la UEE dejan de utilizar el carbón a principio de los años 1920, pero la UTE lo vuelve a utilizar entre las décadas de 1930 y 1940, “la central termoeléctrica José Batlle y Ordóñez —puesta en funcionamiento en 1932— fue diseñada para utilizar fueloil o carbón indistintamente” (Bertoni R. y

Román C. 2013). Pero después de la guerra la utilización del carbón en la producción de electricidad paso a ser marginal, a este cambio también ayudo la incorporación de la hidroelectricidad a partir de 1945.

En cuanto a la producción de gas, se continuó utilizando el carbón varias décadas después de que el petróleo pasara ser la fuente principal de energía para el Uruguay.

Los factores que explican esta sustitución dentro de los energéticos modernos según Bertoni y Román son: *“un encarecimiento del precio del carbón respecto al petróleo actuó como incentivo para adoptar una tecnología nueva y más eficiente (el motor de combustión interna) y este proceso encontró un marco institucional favorable a partir de las acciones gubernamentales hostiles hacia el «empresismo inglés»*”. En estrecha relación con este cambio tecnológico encontramos la creciente importación de automóviles a partir de los años 1920. También se puede interpretar este cambio como la sustitución de la tecnología asociada a Gran Bretaña, relacionada con el carbón, por la asociada a Estados Unidos, vinculada al petróleo (Bertoni R. y Román C. 2013).

Figura 3. 3 Transición energética. Del carbón al petróleo 1882-1960 (kTEP).



Fuente: Bertoni R. 2011.

La disminución en la utilización de las energías tradicionales u orgánicas y el aumento de las modernas se da de varias formas, tanto a nivel de la producción como del ámbito doméstico. Según los casos se da por la sustitución de la fuente energética utilizada en los mismos usos, la incorporación de nuevas tecnologías con mayor eficiencia, o el desarrollo de actividades nuevas. Como ejemplos podemos considerar la incorporación del fuel oil en distintas actividades productivas, el kerosene utilizado en los hogares para calefacción y la cocción de alimentos, el empleo de electrodomésticos, el aumento del parque automotor, el desarrollo del transporte

carretero tanto de carga como de pasajeros, el aumento de la utilización de tractores en el agro, etc.

La transición energética en Uruguay también representó un importante aumento de la dependencia del país con respecto del exterior, dada la necesidad de importar los combustibles fósiles como el carbón y el petróleo, en contraposición a las energías tradicionales. Si bien la hidroelectricidad, como parte de las energías modernas, es producida en el país, en este periodo no llega a representar el 5 % del total de la energía primaria.

Si tomamos el comportamiento del consumo de la energía primaria en el país en el periodo considerado vemos dos fases bien diferenciadas, en primer término, un estancamiento en la energía total que oscila alrededor de los 1000 kTEP desde principios de siglo hasta el final de la segunda guerra mundial, luego desde 1945 hasta 1965 la misma aumenta considerablemente, superando los 2200 kTEP ese año. El estancamiento de la energía total en la primera parte del periodo (1912-1945) esconde la variación de las distintas fuentes de energía. La leña baja su participación, aunque repunta en las etapas de crisis. La energía muscular animal mantiene los mismos niveles de aporte. El carbón se mantiene con importantes oscilaciones especialmente en las etapas bélicas. Mientras que los derivados del petróleo aumentan hasta el año 1930 para luego oscilar con los efectos de la crisis económica de 1929 y la segunda guerra mundial.

En los últimos 20 años de este periodo el petróleo se posiciona como la fuente de energía primaria dominante en el país, a partir de un fuerte y sostenido aumento de su consumo, pasa de 351,0 kTEP en 1945 a 1648,7 kTEP en 1965. El consumo total de energía primaria aumenta en la misma relación que el petróleo, acompañándolo casi en paralelo, pasa de 957,5 kTEP en 1945 a 2257,7 kTEP en 1965.

Las restantes energías primarias aportan alrededor de 600 kTEP anuales a lo largo de este subperíodo. La energía muscular animal decrece sistemáticamente a partir de 1947, así como el carbón cae fuerte y sostenidamente después de 1946, por el contrario, la leña viene aumentando su aporte desde 1940. La hidroelectricidad crece con la incorporación de la segunda represa en el Río Negro, en 1960, pero el aporte varía año a año en relación con la ocurrencia de lluvias.

Tomando en cuenta el consumo final de energía, total y por sectores, se diferencian claramente dos dinámicas económicas del país en este segundo subperíodo.

Según Bertoni entre 1948 y 1957 la tasa de crecimiento del consumo final de energía fue de 7,1 %, donde todos los sectores crecen, en particular transporte y residencial y servicios (Bertoni R. 2011).

Mientras que entre 1957 y 1965 la tasa fue de 2,8 %, donde la industria tiene una tasa negativa y el resto de los sectores crece, pero donde se destacan residencial y servicios en primer término y en segundo lugar el de transporte.

En estos años no tenemos datos separados del sector residencial, pero podemos considerar que la dinámica de crecimiento corresponde a este sector y no tanto al de

servicios.

En 1948 el consumo de energía final por parte de la industria representaba el 55 % del total, el conjunto de residencial y servicios el 19 %, transporte el 20 % y agro y pesca un 6 %.

Para 1965 el sector industrial va a descender al 28 %, el residencial ascenderá al 33 %, transporte representará el 31 %, agro y pesca el 6 % y servicios un 2 %.

El aumento del consumo energético en los años de posguerra está vinculado al desarrollo económico del tipo industria de sustitución de importaciones, donde las manufacturas lideraban el crecimiento del PBI.

Entre los años 1957 y 1965, el aumento del consumo de energía se registra en una situación de estancamiento económico, no estando relacionado a la producción sino más bien al consumo doméstico.

El aumento de los ingresos y las políticas redistributivas que sostenían el estado de bienestar desarrollado por el neobatllismo impactaba en el consumo energético. Para Bertoni "la sociedad uruguaya habría modificado sus pautas de consumo, incorporando las familias bienes durables (especialmente la línea blanca de electrodomésticos y automóviles) y ampliando el uso de otros artefactos domésticos" (Bertoni R. 2011).

Debemos tener en cuenta que los precios de la energía eran fijados por el estado mediante los monopolios de ANCAP y UTE, en el entendido de que el acceso a esta contribuiría al bienestar de las familias. Esta lógica estatal siguió siendo válida aun en los años 60, todavía en épocas de petróleo barato.

Es de destacar que hacia el final del periodo analizado el costo de la importación de combustibles llegó a representar en promedio (1961-1965) casi un 15,5 % de las exportaciones del país.

Con respecto al desarrollo específico del sector eléctrico en este periodo, vamos a partir de la situación existente en el momento de la creación legal del monopolio relativo a la producción y distribución de electricidad.

Como ya comentamos antes, en ese momento existían 14 localidades del país con servicio público de electricidad, Montevideo cuya usina ya se encontraba en manos del estado y 13 concesiones en el interior del país, Fray Bentos que era municipal y 12 más de carácter privado.

Además, debemos tener en cuenta que la autoproducción de electricidad era la norma por parte de las empresas que tenían necesidad de una potencia mayor o que se encontraran lejos de las redes de distribución existentes.

A partir de esta realidad la empresa pública comienza un proceso de expansión por el cual en el interior del país va pasando a órbita estatal las usinas ya existentes y en otras localidades poniendo en funcionamiento nuevas centrales.

En Montevideo va a ir aumentando la potencia de generación y conectando localidades cercanas, un hecho relevante es la inauguración de la Central Batlle en 1932 que conjuntamente con el empleo de las líneas de alta tensión Central y Centenario alimentaban numerosas localidades del sur del país, comenzando el desarrollo del sistema interconectado.

Es de destacar la clara intención desde la empresa estatal de abastecer todas las



demandas de energía eléctrica en el país en detrimento del desarrollo de la autoproducción por parte de los particulares.

En 1947 se concreta en los hechos el monopolio estatal ya que en dicho año se termina la última concesión a privados del servicio de electricidad que quedaba en el país.

En esta época se consolida el sistema interconectado nacional con características que se mantendrían por más de cincuenta años, generación térmica en Montevideo conjuntamente con las represas hidroeléctricas en el interior del país, ya que en 1945 comienza a operar la Central Hidroeléctrica de Rincón del Bonete.

En 1950 casi el 90 % de la electricidad producida en el país correspondía al sistema interconectado, el resto era generado a partir de gas oíl en unidades no conectadas a dicho sistema.

En 1960 se inaugura la Central Hidroeléctrica de Baygorria y en los años 1955, 1957, 1970 y 1975 se amplía la capacidad de generación de la Central Batlle.

Hasta la inauguración de las represas de Palmar y Salto Grande en los años 80 el promedio de generación hidroeléctrica era de 60 % del total, el resto de la electricidad se generaba con el empleo de derivados del petróleo.

En este periodo se destaca el desarrollo y consolidación de las empresas públicas con sus monopolios respecto a la energía.

En cuanto a la generación de electricidad se destaca el desarrollo del sistema interconectado hidro-térmico, que combina la generación térmica en Montevideo con las represas hidroeléctricas.

En este periodo se culmina la transición energética comenzada en el periodo anterior, y como un subproceso de esta, la transición del carbón al petróleo como principal energético.

El petróleo representará más del 70 % de la oferta de energía primaria al final de este periodo, poniendo de manifiesto la dependencia del país con dicho energético.

### **Retroceso del estado**

A finales de la década de 1960 el panorama internacional continúa siendo dominado por el desarrollo de la guerra fría entre EEUU y la URSS.

En el comienzo de la siguiente década dos crisis, la del dólar y la del petróleo, marcarán el fin de más de veinte años de crecimiento sostenido de los países industrializados luego de la segunda guerra mundial. Con la primera EEUU abandona los compromisos monetarios establecidos en Bretton Woods que fueron una de las bases de la estabilidad económica de la posguerra. Con la segunda se eleva considerablemente el precio del petróleo, impactando en las economías de los principales países capitalistas en forma de desaceleración económica e inflación (Yaffé J. 2015).

Como efecto indirecto de la crisis del petróleo, la acumulación de divisas por parte de los países exportadores facilitó el desarrollo del negocio financiero internacional, manejado desde los grandes centros de negocios como Londres y Nueva York.

En los países industrializados capitalistas la reacción a esta situación incluyó el abandono paulatino del keynesianismo, la apuesta por la innovación tecnológica y la globalización de los negocios, en este contexto retoman fuerza las ideas económicas liberales.

El modo de producción predominante se va a desplazar del "fordismo" a la acumulación flexible.

Para los años 80 el neoliberalismo se instala en los países centrales y se irradia hacia el resto del mundo con la anuencia de los organismos financieros internacionales.

Para los años 90, tras la caída del bloque socialista, se desarrolla aún más la liberalización económica y la globalización en un mundo unipolar.

La creciente preocupación por la temática medioambiental, como el calentamiento global, pasa a estar en la agenda de los gobiernos y los organismos internacionales, un hito en este sentido fue La Cumbre de la Tierra desarrollada en Río de Janeiro en 1992.

En los primeros años del siglo XXI, luego de los atentados del 11 de septiembre de 2001, EEUU lleva a cabo las invasiones de Afganistán e Iraq, conflictos en que tienen un importante trasfondo los recursos energéticos y que además tendrán impacto en la economía mundial con la suba de los precios del petróleo.

También se destaca, en estos años, la creciente importancia económica de China, como "taller del mundo" genera una enorme demanda de materias primas y recursos energéticos.

En América Latina durante los años 70 casi todos los países vivían bajo dictaduras militares, con procesos de creciente endeudamiento externo y en un contexto que va a ir deteriorándose para el desarrollo de ISI.

Entre las décadas de 1980 y 1990, van restaurándose las democracias en el continente y desarrollándose procesos de liberalización de la economía de influencia neoliberal.

Hacia el final del periodo, como reacción a las consecuencias sociales y económicas de las políticas neoliberales, la izquierda llega al poder en varios países de la región.

En Uruguay hacia finales de los años 60 se plantean políticas económicas de corte liberal, que avanzan con dificultad dada la fuerte resistencia contra las mismas, hasta que la dictadura en la década de los 70 facilite su implantación.

En las últimas décadas del siglo XX ha continuado esta tendencia con mayor o menor empuje dependiendo de las condiciones políticas, en los años 80 con la crisis económica de la primera mitad de la década y la vuelta a la democracia se ve frenada, toma nuevo impulso en la década de los 90 bajo la influencia de las tendencias neoliberales en la región y el mundo.

En 1991 comienza el proceso de integración económica regional denominado Mercado Común del Sur (Mercosur) del cual el país es miembro fundador junto a Argentina, Brasil y Paraguay.

A partir de 1998 se establece una crisis económica en el país, que se agravará con la entrada de la aftosa en 2001 y la crisis financiera en 2002, provocando gravísimos

efectos en la economía y la sociedad del Uruguay.

A partir del año 2005 comienza el gobierno del Frente Amplio con una amplia agenda de reformas.

Con respecto a la energía en general, el periodo comienza con el abandono de la política por la cual las empresas públicas monopólicas vinculadas al sector fijaban las tarifas con el objetivo de que la energía fuera accesible a la población, contribuyendo al bienestar de los ciudadanos.

La tendencia va a ser la de tratar de incorporar a empresas e inversiones privadas en le actividad energética, actividades antes reservadas al estado. En este camino se le va a quitar el monopolio de generación eléctrica a la UTE en 1977, el Nuevo Marco Regulatorio del sector eléctrico de 1997 va en el mismo sentido, así como la concesión para la construcción y operación del gasoducto Buenos Aires – Montevideo a la empresa Gasoducto Cruz del Sur S.A. y el intento de asociación de ANCAP con privados desestimado mediante un referéndum en diciembre de 2003.

En el mismo sentido, en 1994 se adjudica a Gaseba Uruguay S.A. la concesión del servicio de gas por cañería para Montevideo y el área metropolitana, el cual era brindado por el estado desde que la compañía inglesa del gas se retiró en 1970.

Independientemente de la tendencia general a la retracción del estado en la temática energética, la primera mitad de este periodo está marcada por las consecuencias de la crisis del petróleo. En los años previos a la crisis, el peso promedio de la importación de combustibles en relación con las exportaciones del país es menor al 16%, en los años posteriores a 1985 ese promedio es menor al 13,5%, pero entre 1974 y 1985 el mismo es mayor al 35%. En palabras de Reto Bertoni (2011) “en el marco del estancamiento productivo y el consiguiente deterioro de las exportaciones uruguayas en los años sesenta, la satisfacción de los requerimientos energéticos exigió asignar 1/6 de las divisas producidas por las exportaciones. La era del petróleo barato no pudo disimular este fenómeno y el shock de precios de 1973 amenazó precipitar al país al vacío” (Bertoni R. 2011).

En el principio del periodo el consumo de energía primaria total ronda los 2300 kTEP representando los derivados del petróleo más del 70%, continuando un crecimiento que parte desde la década de 1940 y que llega su máximo en 1979 con más de 2700 kTEP. Luego el consumo cae hasta que en 1985 ronda los 2000 kTEP, la participación del petróleo baja también hasta el 50%, mientras aumentan el consumo de leña y de electricidad primaria. Desde el año siguiente comienza a subir nuevamente hasta llegar en 1999 a los 3300 kTEP con los derivados del petróleo representando el 67% del total, luego con la crisis económica baja hasta el año 2003 y vuelve a subir sin alcanzar, todavía en 2005 los valores de 1999.

Con respecto al consumo final por sector económico, en la primera etapa del periodo los tres sectores más importantes tienen un trayecto paralelo rondando los 500 o 600 kTEP, con el sector residencial primero, seguido por el de transporte y luego el industrial. Desde los primeros años de la década de 1990 el transporte pasa a ser el principal sector, variando en estrecha relación a los vaivenes de la economía del país,

seguido por el residencial y el industrial.

En la última parte del periodo se genera un importante desfasaje entre la producción de nafta y gas oíl en la refinería de ANCAP y el consumo de los mismos, llegando este último a ser el doble o el triple el consumo de gas oíl en relación al de la nafta. La producción de derivados en la refinería puede producir más gas oíl que nafta, pero nunca llegar a esta relación, para paliar dicha situación el ente debe importar gas oíl, que resulta más caro que si lo refinara y exportar la nafta excedente al precio que la pueda vender, resultando en perjuicios económicos para la empresa y el país. En el origen de esta situación se encuentra el cambio tecnológico por el cual se pudo extender el uso de motores diésel en automotores de particulares, con lo cual estos últimos accedían a un combustible sensiblemente más barato, debido a la diferencia de impuestos, pensado como apoyo a la producción y vinculado a determinadas actividades económicas. Sin dudas la liberación de la importación de motores y autos diésel, también contribuyó a aumentar este problema.

En el año 2002 se inaugura el Gasoducto Cruz del Sur, en el marco del proyecto de exportación de gas natural desde Argentina hacia el gran centro de consumo que es San Pablo en Brasil. Representaba la posibilidad de diversificar la matriz energética incorporando a la oferta un vector energético versátil y barato, que podría tener un interesante impacto en la generación eléctrica, en calefacción en el sector residencial o como insumo para la industria. Pero en pocos años Argentina paso de ser un potencial exportador a ser deficitario en gas natural y tener que importarlo, como consecuencia el abastecimiento del mismo a Uruguay se resintió, tanto en volumen como en precio, circunstancia que limitó el desarrollo en el empleo de este energético en el país.

En esta última etapa el estado uruguayo prácticamente deja en manos del mercado el liderazgo del desarrollo del sector energético en el país.

En relación con la generación eléctrica específicamente, como ya comentamos, en los años 1970 y 1975 se inauguraron dos ampliaciones en la Central Batlle. Las mismas generaban a partir de fuel oíl y se enmarcaban en la lógica de producción eléctrica previa a la crisis del petróleo de 1973.

Con el objetivo de consumir la menor cantidad de petróleo posible, se construyen las represas hidroeléctricas de Palmar (1982) y Salto Grande (1979), esta última compartida con Argentina. Con lo cual se llegó al empleo de todo el potencial hidroeléctrico del país en relación a grandes emprendimientos.

Las obras fueron financiadas con endeudamiento externo, dada la liquidez en el mercado financiero internacional producido indirectamente por la crisis del petróleo, endeudamiento interno y por el usufructo por Argentina de parte de la energía producida del lado uruguayo de la represa de Salto Grande hasta entrados los años 90. Con la entrada en servicio de estas nuevas centrales el promedio de generación con hidroelectricidad creció al 87% del total, en los años finales del siglo XX, incluyendo varios años donde la totalidad, o la casi totalidad, de la electricidad producida dentro

del Sistema Interconectado Nacional (SIN) se generó de esta forma, a partir de esta época puede considerarse la generación con combustibles fósiles como de respaldo.

Pero hay que tener en cuenta que la producción hidroeléctrica varía de un año a otro de forma muy importante, por ejemplo, en 1989 esta represento solo el 60 % del total de la generación de electricidad. Estas variaciones se afrontaban con el aumento del empleo de los derivados del petróleo, que elevaban los costes de generación y las importaciones del mismo, siendo un importante factor de inestabilidad en la economía del país.

Entre 1991 y 1992 se instala la Central Térmica de Respaldo en La Tablada que funcionara en base al empleo del gas oíl y con una potencia de 212 MW.

A partir 1995 Uruguay comienza a usufructuar la mitad de la potencia instalada en Salto Grande, correspondiéndole 945 MW, y entre 1995 y 1997 se aumenta en 24 MW la potencia de la represa de Rincón del Bonete.

Para el año 2005 la potencia instalada total rondaba los 2050 MW de los cuales 1538 MW eran de origen hidroeléctrico y 511 MW de origen fósil.

Un proceso destacado en este periodo es el aumento de la electrificación rural, en 1975 el 25% de las viviendas rurales tenían energía eléctrica, pasando a ser en 1986 casi el 58%, en 1996 el 74% y en 2006 el 86,6%.

En el caso de las viviendas urbanas la cobertura también va a ir en aumento, pero partiendo ya en 1975 con el 89% del total de las mismas con electricidad, porcentaje que 1996 llegara al 98%.

Paradójicamente la construcción de las mayores unidades de generación del SIN, como lo son las represas de Palmar y Salto Grande, concretadas por la extrema necesidad de disminuir la importación de petróleo, se dan en el periodo en el que el estado va a ir retrocediendo en su intención de intervención en la temática energética. En tal sentido en 1977 la Ley Nacional de Electricidad hace caer el monopolio de UTE sobre la energía eléctrica, con la intención de estimular la inversión privada en el sector, pero sin lograr los objetivos buscados.

En 1997 se aprueba por ley el Nuevo Marco Regulatorio para el sector eléctrico, introduciendo nuevos cambios normativos para facilitar las inversiones privadas. Por ejemplo, se crea la UREE (Unidad Reguladora de Energía Eléctrica) que luego cambiara su nombre a URSEA (Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua) externa a la empresa pública. También se crea ADME (Administración del Mercado Eléctrico) que va a administrar el mercado mayorista de electricidad.

Si bien estos cambios estructuraron el actual sector eléctrico, se continuó sin lograr las inversiones privados en el sector en este periodo.

De hecho, entre 1992 y 2005 no hay nuevas plantas y la potencia instaladas siguió siendo prácticamente la misma desde 1995.

La empresa pública no invirtió esperando las inversiones privadas que no se concretaron, y el gas natural, no llego en las condiciones, de volumen y precios, necesarias para desarrollar una opción de generación firme.

Lo más destacado del periodo es el progresivo retroceso de la intervención del estado en la temática energética. Primero dejando de lado las políticas tarifarias que

facilitaran el acceso a la energía por parte de la población, en el entendido de que esto mejoraba el nivel de vida de las personas. Luego eliminando el monopolio de UTE y tratando de atraer actores privados al sector. Por último, dejando el liderazgo en la temática al mercado, renunciando a llevar adelante una política de desarrollo estratégico, aun a riesgo de parálisis en las inversiones en infraestructura energética. Como fue el caso en el sector eléctrico, siendo uno de los grandes problemas que se intentan resolver con el PEN 2005-2030.

Otro elemento para destacar es el impacto de la crisis del petróleo en el país, dado el grado de dependencia que él mismo tenía de este energético, provocando un fuerte aumento de la cantidad de divisas destinadas a la importación de hidrocarburos en un escenario de fragilidad económica estructural.

En otro aspecto, pero relacionado al punto anterior, con la construcción de las represas de Salto Grande y Palmar se llega a utilizar todo el potencial hidroeléctrico del país en relación a grandes proyectos. Situación por la cual se va a modificar el perfil de la generación de energía eléctrica del Uruguay que pasa a estar constituido mayoritariamente por hidroelectricidad.

En este periodo también es de destacar el impulso a la electrificación rural, al final del mismo la electricidad va a llegar a más del 86% de las viviendas rurales y a más del 98% del total de viviendas del país.

## Capítulo 4: Documentos y estudios, relativos a la nueva política energética

---

En este apartado analizaremos documentos relacionados con el cambio de la matriz energética, surgidos desde la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear (DNETM) luego Dirección Nacional de Energía (DNE) del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), o llevados adelante a impulsos de esta, en el camino hacia la planificación energética nacional.

También comentaremos documentos que analizan la factibilidad de explotar fuentes de energía no empleadas en el país en ese momento y que complementan estos primeros estudios.

El “Sector Energético en Uruguay, diagnóstico y perspectivas” (DNETN-MIEM 2005), de la DNETN realizado en el año 2005, es un conjunto de informes que presentan la situación energética del país en dicha época.

Comienza describiendo las características del Uruguay en cuanto a la energía y los principales problemas en este tema, la dependencia de la importación de hidrocarburos, la capacidad de generación hidroeléctrica de gran porte colmada, el crecimiento de la demanda de energía, la coyuntura de altos precios del petróleo en un periodo de sequía, etc.

Luego justifica la necesidad de una política energética de largo plazo, describiendo las características que debería tener, resaltando su importancia dentro de las políticas para el desarrollo.

Describe el rol de la DNETN MIEM en esta política y enumera las metas que se plantea para desarrollarla, con una visión a largo plazo, vinculando la política energética al desarrollo productivo del país, priorizando la utilización de recursos autóctonos y renovables, que dinamicen la economía nacional y generen mano de obra, teniendo en cuenta el cuidado del medio ambiente, en un marco de desarrollo sustentable.

Continúa describiendo la problemática de la energía a nivel mundial, luego regional, hasta presentar la situación específica del país.

Analiza las características generales de la matriz energética, luego encara la situación de los sectores más importantes en nuestro país, como la electricidad, el petróleo y sus derivados, gas natural, gas licuado de petróleo, las energías alternativas como la biomasa, los biocarburantes, el biogás, las energías eólica y solar, por último, incluye un capítulo sobre el uso racional y eficiente de la energía.

El segundo documento se titula “Lineamientos de Estrategia Energética” (DNETN-MIEM 2006), realizado en agosto de 2006. Es un documento “intermedio” en el desarrollo de la política energética, donde se van adoptando definiciones generales.

Se reconoce la importancia de la temática para el país y la necesidad de tener una política sectorial de largo plazo.

Destacando la importancia de contar con un abastecimiento de energía seguro y de calidad, que contribuya al crecimiento económico, con buena cobertura de los requerimientos de la población para lograr una mejor calidad de vida, la necesidad de promover el uso eficiente de la energía, así como el empleo de fuentes renovables y tecnologías limpias. A partir de estos conceptos se define la “visión” que el estado uruguayo debe tener del sistema energético.

Luego define varios objetivos y para cada uno de ellos líneas de acción para alcanzarlos. Los primeros dos objetivos están referidos a los problemas más importantes del país en la temática en ese momento, como lo son el abastecimiento de energía eléctrica y el costo de la importación de petróleo.

Los siguientes dos refieren a otros posibles cambios en la matriz energética, como ser la mayor utilización de gas natural y las fuentes de energía alternativas, como los biocombustibles, la generación de energía eléctrica a partir del viento o de la biomasa. La mayoría de los últimos objetivos son de carácter político-administrativos. En donde se encaran cuestiones legales, administrativas y políticas, como la modificación de marcos regulatorios, o la coordinación de los distintos actores en esta temática. Se incluyen, además, objetivos relacionados con la eficiencia energética y el acceso a la energía de los sectores más humildes de la sociedad.

El tercero es el informe final de consultoría sobre “Energía en el marco del Plan Estratégico Nacional en Ciencia Tecnología e Innovación” (Méndez R. 2008), escrito por Ramón Méndez en 2008, quien luego sería Director de Energía del MIEM durante 8 años. Este documento es sumamente abarcativo de la problemática de la energía en el país, incluyendo las relaciones de los distintos actores vinculados a la temática, resaltando el estudio de la situación del sector académico y del esfuerzo en investigación y desarrollo.

Comienza por exponer sobre el estado del tema a nivel mundial, para luego pasar al análisis a nivel nacional.

Resalta los principales problemas del país en materia energética, entre los que se destacan que durante dos décadas la política energética dependía de los mecanismos del mercado y que la planificación estratégica estaba limitada al corto plazo. Así como la excesiva dependencia que del petróleo tenía la matriz energética, la no incorporación de nuevas centrales de generación eléctrica entre principios de la década de 1990 y 2006 generando un “cuello de botella” en los años más secos, la gran variación de la generación hidroeléctrica de un año a otro y que a pesar de la construcción del gasoducto con Argentina no se garantizó el abastecimiento de gas natural.

Analiza las posibles incorporaciones a la matriz energética, como por ejemplo la explotación de esquistos bituminosos, la posibilidad de hidratos de gas y petróleo en la plataforma marítima continental. Comenta los estudios sobre el potencial eólico, solar y la micro generación hidráulica; para este último caso considera que es viable si se desarrolla con represas que compartan su utilización con la actividad agrícola-



ganadera. Destaca la potencial utilización de residuos agroindustriales para la producción de electricidad y biocombustibles tanto líquidos como gaseosos, como ser residuos de la industria forestal, cáscara de arroz, cáscara de girasol, bagazo, licor negro, etc.

Luego analiza la trascendencia que el país le daba en ese momento a la eficiencia energética y el cuidado del medio ambiente en relación con la temática energética, considerando que la sociedad uruguaya no les otorga la importancia que deberían tener los mismos. Además, aboga por el desarrollo de estudios académicos y políticas públicas con relación a la equidad en el acceso a la energía.

A continuación, considera las perspectivas a futuro, en cuanto a la energía a nivel mundial y evalúa los paradigmas para el desarrollo futuro de la temática en el país. En general considera que ninguna propuesta se puede desarrollar de forma "aislada del contexto tecnológico, económico, social, político, medioambiental de una sociedad" (Méndez R. 2008).

Realiza un recuento de las capacidades locales, comenzando por los tres grandes sectores energéticos, el eléctrico, el de los combustibles líquidos y el del gas. Siguiendo por el rol del estado, el sector académico, los consumidores (grandes y pequeños) y las compañías de servicios energéticos (ESCO`s).

Continúa con la evaluación de dificultades y desafíos hacia el futuro, primero desde el punto de vista de la planificación estatal, luego pensando en el corto, mediano y largo plazo.

Con relación al corto y mediano plazo, considerando hasta 2020, expresa la necesidad de resolver el acceso al gas natural, posibilitando su uso en centrales ya existentes para su empleo. Expresa la dificultad de incorporar energía eólica debido a los altos precios que tenían en ese momento los equipos de generación. En cuanto a la generación con biomasa, considera que era necesario aumentar la capacidad de fabricación de calderas para poder emplear todos los residuos utilizables tanto industriales como agrícolas.

Con relación al largo plazo, considerando después de 2020, plantea la necesidad de incorporar una nueva fuente de energía a la matriz eléctrica para sostener la demanda en la tercera década del siglo XXI, entre las posibilidades considera, el gas natural licuado, el carbón y la energía nuclear.

Finalizando, enumera las dificultades específicas del sector académico y del sector empresarial, además del débil desarrollo de políticas de eficiencia energética en el Uruguay.

Para terminar plantea una serie de oportunidades para el país a partir de la presente temática, como el aumento de la inversión extranjera directa, el empleo de residuos (industriales, rurales y domésticos) en la producción de energía, el impulsar la demanda de mano de obra nacional a partir de fomentar la instalación de aerogeneradores de electricidad y calentadores solares de agua, y el aumento del empleo del gas natural en la matriz energética nacional a partir de la construcción de una planta regasificadora conjuntamente con Argentina.

El documento “Política Energética 2005-2030” (DNE-MIEM 2008), es la culminación de los trabajos de discusión y análisis comenzados en 2005, con una mirada a largo plazo y un encare global de la problemática.

Fue aprobado por el Poder Ejecutivo en agosto de 2008 y en general obtuvo un amplio apoyo político. En diciembre de 2009 fue la última revisión de sus Líneas de Acción y también el último Análisis de Situación.

Comienza enumerando las distintas dimensiones de la temática energética. La geopolítica, debido a que los recursos energéticos están desigualmente distribuidos entre los distintos países. La tecnológica, ya que es necesario acceder a la tecnología necesaria para poder emplear eficazmente las distintas fuentes de energía. La económica. La ética, dado que en pocas generaciones la humanidad está gastando lo que la naturaleza demora millones de años en generar. El aspecto medioambiental. El social, por el desigual acceso a la energía.

Esta política tiene cuatro elementos, los Lineamientos Estratégicos, las Metas a alcanzar, las Líneas de Acción para alcanzar las Metas y los Análisis de Situación.

Los Lineamientos Estratégicos se estructuran en cuatro ejes, el Institucional, el de la Oferta, el de la Demanda y el Social. Cada eje tiene su objetivo general y sus objetivos particulares. Las Metas a alcanzar se definen en el corto, mediano y largo plazo. Las Líneas de Acción y los Análisis de Situación se deberían actualizar periódicamente.

En relación con el eje de la oferta de energía, en el objetivo general se resalta la diversificación de la matriz energética con la disminución de la dependencia del petróleo, priorizando la utilización fuentes autóctonas y renovables, además de buscar la reducción de costos y el desarrollo de las capacidades nacionales, procurando minimizar los impactos ambientales.

En los objetivos particulares se destacan el impulso a las energías renovables, en particular aquellas formas que no necesiten subsidios para implementarse, la intensificación del uso del gas natural en la matriz energética del Uruguay, la búsqueda en el territorio nacional de energéticos no renovables como esquistos bituminosos, carbón, petróleo, uranio, etc.

Con respecto al subsector eléctrico los objetivos específicos hacen referencia al desarrollo de cronogramas para la incorporación de generación eléctrica en el corto, mediano y largo plazo, y para la ampliación de las redes de transmisión y distribución de electricidad, tomando en cuenta el aumento de la demanda, así como la incorporación de la generación distribuida en el territorio.

El último objetivo específico hace referencia a la necesidad que tiene el país de estar preparado para incorporar en el futuro nuevas formas de energía como por ejemplo los biocombustibles de segunda y tercera generación, el hidrógeno, la energía solar fotovoltaica, etc.

Como ya comentamos la DNETM, y luego la DNE, desarrollaron estudios específicos sobre la posibilidad de explotar distintos tipos de energía. Como ejemplo de los temas abordados tenemos la generación de energía eléctrica con carbón, o con

biomasa a partir residuos de otras actividades o con forestación destinada específicamente a este objetivo, la producción de biocombustibles, la micro generación hidráulica, el aprovechamiento de la energía solar, incluido el mapa solar del Uruguay. También, entre los mismos, hay estudios sobre la factibilidad de generación con energía atómica, lo cual llama la atención ya que el país tiene una ley que impide el uso de esta energía.

Se desarrollaron, además, análisis vinculados al sistema eléctrico nacional, su robustez y las mejores opciones para aumentar la potencia y diversificar el parque de generación de electricidad, teniendo en cuenta distintas estrategias de desarrollo del mismo, por ejemplo, con mayor énfasis en el gas natural, o en la generación con biomasa, con carbón, o a partir de energía eólica.

En los estudios sobre nuevas opciones de energía sobresalen los relativos al empleo de la energía eólica en la generación de electricidad. Los mismos se destacan por su cantidad, variedad y abordaje de problemáticas específicas.

Existen antecedentes de investigaciones relacionadas al aprovechamiento del recurso eólico desde los años 1950 por el Ing. Emanuele Cambilargiu de la Facultad de Ingeniería, a partir de los años 1980 los estudios por parte de esta facultad van a ser continuos, en busca de evaluar el potencial eólico del país, instalando en el año 2000 un aerogenerador piloto de 150 KW de potencia en conjunto con UTE.

Luego en el proceso liderado por la DNTEN desde 2005 se realizaron diversos estudios y análisis, incluyendo el mapa eólico nacional, el potencial eólico en detalle en distintos puntos escogidos del país, la factibilidad de instalar parques de distinto porte en varias localizaciones, la viabilidad de incorporar la energía eléctrica de origen eólico a la red del SIN, aspectos ambientales del empleo de esta energía, etc.

Al observar el desarrollo de los estudios específicos a la energía eólica queda de manifiesto que los mismos no pueden desvincularse la exitosa implantación de la generación eléctrica a partir de dicha energía en el país.

En general, los documentos comentados coinciden en sus diagnósticos, los problemas más importantes están planteados, por un lado, por el peso del petróleo en la matriz energética, que además debe ser importado y deja al país expuesto a las variaciones de precio internacional del mismo, por otro lado, la generación eléctrica dependía de la ocurrencia de lluvias, que, en años secos, exigía aún más importación de hidrocarburos.

Otro elemento que sobresale de los distintos documentos es la necesidad de una política energética de largo plazo, de carácter estratégico, donde el aporte al desarrollo económico nacional es un objetivo principal, ya sea garantizando el abastecimiento energético en calidad y precios, para el desarrollo de las actividades económicas, o generando valor agregado y demanda de mano de obra, a partir de las actividades energéticas y la implementación de sus infraestructuras. También se resalta el apoyo al desarrollo de las energías renovables y autóctonas, la eficiencia energética, la equidad a nivel energético y el cuidado del medio ambiente.

Queda claro que la búsqueda de alternativas para incorporar nuevas fuentes de energía y formas de explotarlas, en particular en lo relativo a la generación de electricidad, considero un amplio abanico de opciones.

En el transcurso del periodo estudiado, las opciones que se consideraban las mejores no siempre obtuvieron buenos resultados, por ejemplo, el primer llamado a ofertas de privados para generación de electricidad a partir de fuentes renovables, las posibles energías consideradas era la eólica, la biomasa y la microgeneración hidráulica, de esta última no se recibieron ofertas y de la biomasa si bien en los primeros años se generaron varios emprendimientos, luego se estancó su desarrollo.

También tenemos casos opuestos, la eólica creció más de lo que se preveía en un principio y la energía solar fotovoltaica que se evaluaba como que aún no era viable, al final del periodo estudiado va a tener una implantación considerable.

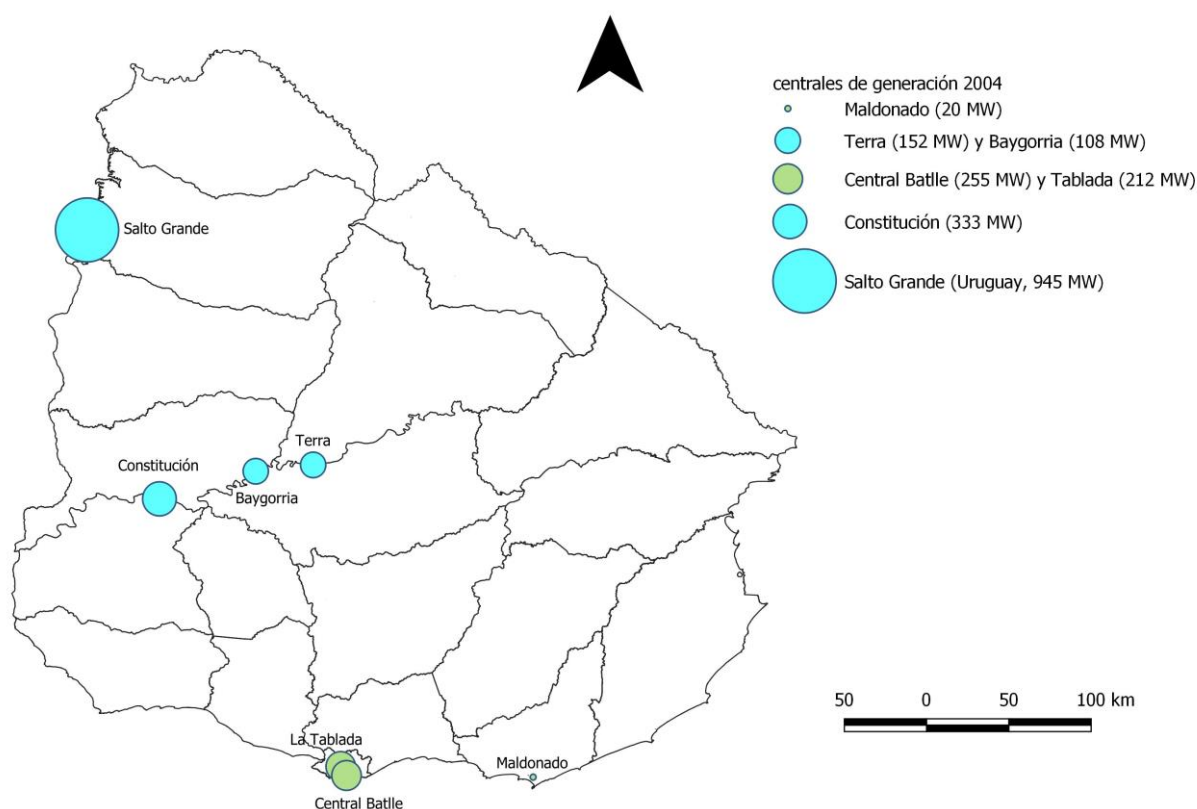
Sin embargo, tenemos que destacar que todas estas variaciones se dieron dentro de un esquema general definido por la nueva política energética y liderado desde el estado.

## Capítulo 5: Análisis de los cambios territoriales en la matriz eléctrica a partir del año 2005.

### Cambios en la generación de energía eléctrica dentro del Sistema Interconectado Nacional.

Como ya hemos comentado hasta el año 2005 la red de centrales de generación eléctrica estaba sumamente concentrada, estaba compuesta esencialmente por las represas hidroeléctricas en el interior del país y las centrales térmicas en Montevideo (figura 5.1).

Figura 5. 1: Centrales de Generación por Potencia Instalada (2004).



Elaboración propia, a partir de datos en <https://www.miem.gub.uy/energia>.

En el caso de las represas se cuenta con las tres en el río Negro, Rincón del Bonete (152 MW), Baygorría (108 MW) y Palmar (333 MW), y la represa binacional de Salto Grande en el río Uruguay (siendo 945 MW la potencia correspondiente a Uruguay). Esta situación permanece incambiada desde que Uruguay obtiene el 50 % de la generación en Salto Grande en el año 1995 y se llevara a cabo el último

aumento de potencia a Rincón del Bonete en 1997. Con estas centrales se considera que se está utilizando todo el potencial hidroeléctrico del país en lo que tiene que ver con emprendimientos de importancia, quedando solo la posibilidad de instalar nuevas represas hidroeléctricas de mediano porte o menores.

La potencia total hidroeléctrica instalada en el país es de 1538 MW.

En cuanto a las centrales térmicas ubicadas en Montevideo tenemos la Central Batlle y Ordoñez, generando en base a turbinas de vapor producido con la utilización de fuel oil, integrada por la Sala B (50 MW), la 5ª Unidad (80 MW) y la 6ª Unidad (125 MW); y la Central Térmica de Respaldo en La Tablada con 212 MW de potencia instalada, utilizando como combustible gasoil. Esta última central puesta en servicio entre 1991 y 1992, fue la última gran inversión en generación eléctrica en el país hasta el año 2006. Como excepción podemos citar el aumento de potencia, 24 MW más, de la represa de Rincón del Bonete comentado anteriormente.

Hacia el año 2005 la potencia en base a combustibles fósiles en el país apenas superaba los 500 MW.

En ese mismo año la potencia total es de 2050 MW, estando relativamente estancada desde 1992.

Como excepciones a esta distribución en el territorio de la red de centrales eléctricas se pueden nombrar: los grupos de equipos autónomos e interconectados de UTE (en base a gas oil) y tres unidades generadoras ubicadas en el departamento de Maldonado. Una central de UTE empleando una turbina de gas de 20 MW. Desde 2005 se encuentra en funcionamiento la planta de Las Rosas perteneciente a la Intendencia de Maldonado, la cual genera electricidad (1 MW) a partir del biogás producido con residuos urbanos, utilizando para tal fin dos motores. Un aerogenerador piloto de la Facultad de Ingeniería junto con UTE, instalado en la Sierra de los Caracoles (más adelante trasladado al departamento de Lavalleja), con una potencia de 150 KW.

A partir de 2006 comienza una incorporación significativa de equipos de generación eléctrica al SIN que va a cambiar la estructura que el país tenía en esta materia.

En dicho año comienza a funcionar la Central Térmica Punta del Tigre PTA en principio con una capacidad de generación de 200 MW. Utiliza turbinas de gas que pueden funcionar a gas natural o gas oil, normalmente van a funcionar con este último combustible que es más caro, por la poca disponibilidad del primero en nuestro país. Estas primeras incorporaciones no rompen con el esquema de generación centralizado, donde se combina la producción de las represas hidroeléctricas en el Río Negro y Salto Grande con las centrales térmicas en la capital. Si bien la central de Punta del Tigre se encuentra en el departamento de San José, su ubicación es parte del área metropolitana de Montevideo y se localiza en ese lugar, en parte, por estar cerca del centro de consumo eléctrico del país. El total de potencia instalada luego, este año, al entorno de los 2250 MW.

En el año 2007 comienza a operar en las proximidades de Fray Bentos la fábrica de pasta de celulosa Botnia (hoy UPM). Dentro de su proceso productivo se encuentra

la utilización de "licor negro" para producir vapor y con este generar energía eléctrica. La potencia instalada es de 161 MW, pero disponible para la red pública es de 40 MW. Este año la potencia total aumento hasta los 2400 MW.

A partir del 2008 comienza la incorporación de los parques de generación eólica. En el departamento de Maldonado se instalan dos, uno en la Sierra de los Caracoles el Parque Eólico Ing. Emanuele Cambilargiu I perteneciente a UTE de 10 MW, y otro de la empresa Agrolad S.A. de 450 KW. Un tercer parque de 4 MW comenzó a operar en el departamento de Rocha por parte de la empresa Nuevo Manantial S.A., sumando una potencia total de generación eólica de 14,5 MW.

En este mismo año se aumentó a 300 MW la capacidad de generación de la central de Punta del Tigre PTA con dos nuevas turbinas. La empresa Zendalather S.A. ubicada en Montevideo, instalo una turbina de 3,2 MW de potencia para generar electricidad con gas natural. En 2008 la potencia total llego a los 2526 MW.

En 2009 el potencial de generación eólica se duplica pasando a 30,6 MW. Esto debido a la puesta en servicio del Parque Eólico Ing. Emanuele Cambilargiu II en la Sierra de los Caracoles y al aumento de potencia del parque de Nuevo Manantial en Rocha.

También UTE comenzó a operar un grupo de motores en la Central Batlle alimentados con fuel oíl (con opción de operarlos a gas natural) con una potencia total de 80MW. Este año la potencia instalada total llego a los 2620 MW.

En el año 2010 se da la incorporación de varias unidades de generación con biomasa, en general a partir de residuos de actividades agrícolas o agroindustriales, localizadas en distintos puntos del país.

Alur en Bella Unión genera a partir de bagazo, chips y aserrín, con una potencia de 10 MW (5 MW volcada al SIN).

Bioener en Rivera tiene un generador de 12 MW (11.5 MW efectiva para la red), utilizando como combustible subproductos de aserrado.

En Villa Sara, departamento de Treinta y Tres, Galofer utiliza cáscara de arroz como combustible y un generador de 14 MW (12,5 volcada a la red).

Liderdat en Paysandú produce electricidad a con una potencia de 5 MW (4,9 MW efectiva para la red), a partir de residuos de la industria forestal y chips de madera.

En el departamento de Tacuarembó se instalaron dos empresas, Fenirol S.A. que utiliza un generador de 10 MW (8,8 MW volcados al SIN) empleando cáscara de arroz y residuos forestales, y Weyerhaeuser que genera electricidad a partir de residuos forestales, contando con una potencia de 12 MW (5 MW volcados al SIN).

A nivel de energía eólica comienza a operar el Parque Eólico Magdalena de con 10 MW de potencia, perteneciente a la empresa Kentilux S.A., ubicada en el departamento de San José.

Con estas incorporaciones la potencia total eólica llega a 40,6 MW y la total general a 2690 MW.

El año 2011 presenta una "meseta" en el aumento de capacidad de generación, dado que en la potencia total solo incrementa en 10,5 MW.

En Tranqueras en el departamento de Rivera la empresa Ponlar S.A. pone en funcionamiento un generador de 7,5 MW de potencia (7 MW efectiva para la red), utilizando como combustible residuos de la industria forestal.

Además, el parque eólico de Nuevo Manantial aumento en 3 MW la capacidad de generación.

En 2012 hay un importante aumento de la capacidad de generación térmica con combustibles fósiles, en particular con gas oíl. UTE va a arrendar a la empresa APR turbinas de gas para generación eléctrica con una potencia de 100 MW, las cuales se instalarán en Punta del Tigre como APR A. UTE también arrendara a la empresa Aggreko dos grupos de motores con 50 MW de potencia cada uno, operando desde Montevideo con los nombres CTA Aggreko y CTB Aggreko.

A nivel de parques eólicos se da la incorporación Engraw en el departamento de Florida con 1,8 MW, y el aumento de potencia del Parque Eólico Magdalena, llegando a los 17,2 MW.

La potencia eólica instalada llega a los 52,6 MW, y la total 2910 MW.

En el año 2013 se instala la fábrica de pasta de celulosa de Montes del Plata, ubicada en Conchillas departamento de Colonia, dentro de su actividad industrial puede generar electricidad a partir de licor negro con una potencia de 170 MW.

Un hecho a destacar es la entrada en operación de la planta solar fotovoltaica Asahi, la primera de este tipo en el país. Financiada por una donación japonesa y operada por UTE, cuenta con una potencia de 500 KW. Se encuentra instalada en el departamento de Salto en el predio de la represa de Salto Grande.

En cuanto a generación con combustibles fósiles, este año UTE arrienda a la empresa APR dos nuevas centrales térmicas, integradas por turbinas de gas que utilizan gas oíl como combustible. Una de ellas ubicada en Punta del Tigre (APR C) y la otra en La Tablada (APR B).

En generación eólica se incorpora el parque Santa Fe de la empresa Lavadero de Lanús ubicado en el departamento de San José con 1,8 MW de potencia, y el aumento de la capacidad del parque de Nuevo Manantial en Rocha, llegando a 18 MW.

La potencia eólica instalada llega a los 59,4 MW, y la total a casi 3290 MW.

En 2014 hay un importante aumento en la instalación de parques eólicos, llegando a una capacidad de generación de más de 480 MW. Este será el primer y más importante "escalón" de una serie de incrementos en la generación de electricidad a partir de la energía eólica en el país que se darán hasta el año 2017.

Entre las nuevas instalaciones se encuentran en el departamento de Florida: Parque Eólico de Florida de la empresa Polinese S.A. (50 MW), Luz de Loma (20 MW), Luz de Mar (18 MW), y Luz de Río (50 MW) este último compartido con el departamento de Flores. En Tacuarembó el parque Cuchilla de Peralta I (50 MW). En



el departamento de Maldonado el Parque Eólico de Maldonado (50 MW). En Lavalleja el parque Minas I de GEMSA (42 MW). En Artigas el parque Juan Pablo Terra de UTE con 67,2 MW de potencia. En el departamento de Colonia el Parque Eólico de Astilleros (65,1 MW), perteneciente a UTE y Electrobras, mediante la empresa Rouar S.A. En el departamento de San José el Parque Eólico Libertad (7,7 MW).

El parque de Engraw en Florida aumenta su potencia a 3,6 MW.

Este año también se incorpora la planta de Lanas Trinidad S.A. en el departamento de Flores. Esta empresa produce biogás a partir de desechos industriales (lavadero de lanas) y lo utiliza como combustible para generar electricidad con dos motores que tienen una potencia conjunta de 600 KW.

La potencia instalada total dentro S.I.N. sobrepasa los 3700 MW.

El año 2015 continúa con el crecimiento del parque eólico nacional, llegando a los 856 MW. En el departamento de Flores se instalan dos parques, Talas de Maciel I y II, cada uno con 50 MW de potencia. En Tacuarembó también comienzan a operar dos parques, Peralta I y II, con 58,8 MW cada uno. En Maldonado se instalan otros dos parques, Carapé I (50 MW) y Carapé II (40 MW). En Cerro Largo se instala el parque Melowind con 50 MW de potencia. En el departamento de Colonia comienzan a operar dos nuevos emprendimientos eólicos, Ventus I y el Parque Eólico de Rosario, cada uno con 9 MW de potencia.

Favorecido por la baja de los precios en la tecnología solar fotovoltaica, comienza el crecimiento de la generación eléctrica a partir de ésta. En Salto se instala la planta "La Jacinta" (50 MW) y en Paysandú la planta de la empresa Raditon S.A. (8 MW). La potencia total de generación fotovoltaica llega a los 64,5 MW.

En la planta de Montes del Plata la potencia de generación eléctrica aumenta a 180 MW, de los cuales 80 MW están disponibles para la red.

Este año comienza un descenso en la capacidad de generación térmica tradicional (hidrocarburos fósiles), posibilitada por los buenos resultados y el aumento de la generación con energía eólica y otras alternativas. Se verá la salida de servicio de la Sala B de la Central Batlle (50 MW), la turbina de gas (20 MW) perteneciente a UTE ubicada en el departamento de Maldonado, y de los dos grupos de motores arrendados a Aggreko (CTA y CTB, de 50 MW cada uno) instalados en el departamento de Montevideo.

Este año la potencia instalada total supero los 3988 MW.

En 2016 continúan las mismas tendencias del año anterior, aumento de la potencia instalada para generación eléctrica a partir de energía eólica y solar, y disminución de potencia de generación eléctrica utilizando combustibles fósiles.

La capacidad instalada en base a aerogeneradores llega a los 1211 MW de potencia. En San José se instalan los parques Villa Rodríguez (10 MW), y María Luz (10 MW). En el departamento de Maldonado se instala el Maldonado II (50 MW). En Florida el parque Florida II (49,5 MW) y el Valentines (70 MW) compartido con el departamento de Treinta y Tres. En el departamento de Tacuarembó comienza a

operar el Parque Eólico Pampa, siendo el de mayor potencia de los instalados en el país, 141,6 MW. En Canelones el parque Solís de Mataojo (10 MW), en Rocha el 18 de Julio (10 MW), y en el departamento de Durazno el parque Julieta (3,6 MW).

La generación fotovoltaica también aumentó su capacidad, en este caso hasta casi 89 MW. Se destaca la instalación en el departamento de Artigas del parque de la empresa Alto Cielo S.A., con 20 MW de potencia.

La potencia de generación en base a combustibles fósiles tuvo una disminución de 455 MW. Dejan de funcionar las unidades 5ª y 6ª de la Central Batlle (bajando en total 205 MW), quedando únicamente la sala de motores en servicio (80 MW). En la planta de La Tablada dejan de operar los equipos arrendados a la empresa APR (APR B con 100 MW en total). En la Central de Punta del Tigre dejan de operar el total de APR A (100 MW) y parte de APR C (50 MW), comprando la UTE las otras dos turbinas (50 MW) de APR C que pasaron a denominarse Grupo 7 y 8.

La potencia total instalada disminuyó levemente hasta los 3912 MW.

En el año 2017 comienza a operar la primera parte de la central Punta del Tigre B, utilizando gas natural o gas oil como combustible para generar electricidad con turbinas de gas (180 MW). La planta se completará en 2018, teniendo la posibilidad de funcionar en régimen de ciclo combinado, incluyendo una caldera que produce vapor a partir del calor de los gases de combustión de las turbinas antes mencionadas, esta central tiene una potencia de 540 MW.

Tanto los parques eólicos como los fotovoltaicos continúan su crecimiento.

En el departamento de Flores se instalan los parques eólicos Arias (70 MW) y Vientos de Pastorel (49,2 MW). En el departamento de San José comienzan a operar el Parque Eólico Kiyú (49,2 MW) y en las cercanías de la ciudad de Libertad el aerogenerador de la empresa Marystay (2 MW). En Salto se instala el parque eólico Palomas propiedad de UTE con 70 MW de potencia. En Cerro Largo entra en funcionamiento el Parque Eólico Cerro Grande (50 MW).

La potencia total de generación eólica este año supera los 1500 MW

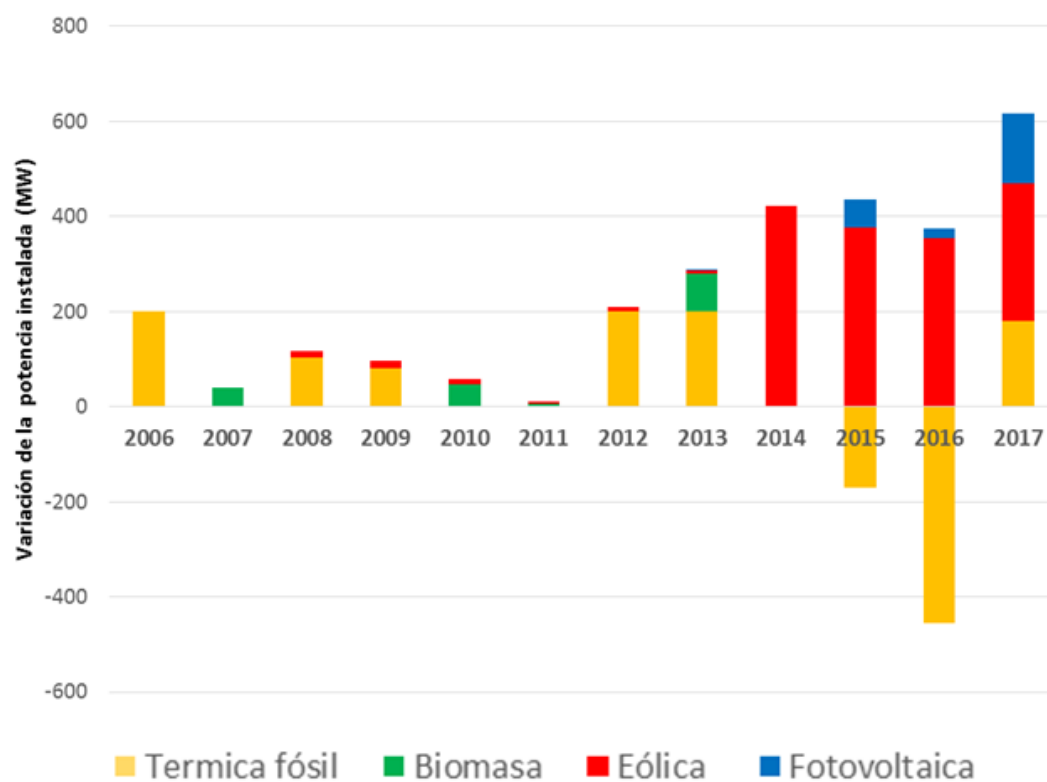
En cuanto a la generación solar fotovoltaica, en el departamento de Paysandú comienzan a operar cuatro nuevas plantas: Casalko (1,8 MW), Petcoran (9,5 MW), Femina (9,5 MW) y Dicano (11,3 MW). En el departamento de Salto se instalan tres nuevos parques: El Naranjal (50 MW), Del Litoral (16 MW) y Arapey Solar (10 MW). En Río Negro se instalan dos plantas: Menafrá Solar (20 MW) y la de Yarnel S.A. (9,5 MW). En Soriano comienza a operar el parque de la empresa Natelu S.A. (9,5 MW).

La potencia total de generación solar fotovoltaica llega este año a los 236 MW.

Este año la potencia total de generación eléctrica del país sobrepasa los 4500 MW, más del doble de la que tenía en 2005. Para el año 2018 la potencia instalada rondará los 4900 MW.

En la figura 5.2 se expresa gráficamente, y en forma sintética, el proceso de cambios en la matriz eléctrica nacional, con relación a la potencia instalada entre los años 2006 y 2017.

Figura 5.2: Variación anual de la potencia instalada (MW)

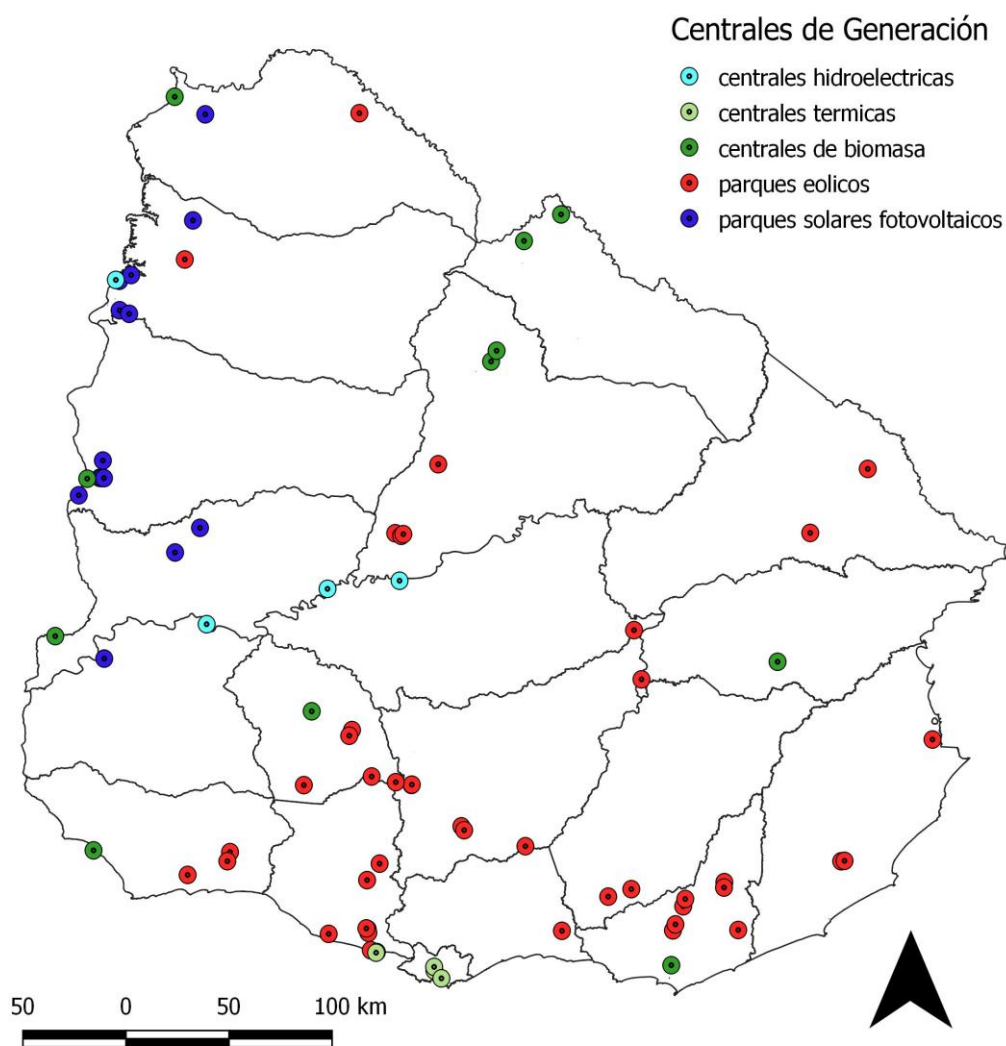


Elaboración propia, a partir de datos en <https://www.miem.gub.uy/energia>

### Centrales de generación eléctrica según la tecnología empleada.

Al finalizar el proceso de cambios en la matriz eléctrica analizados en este trabajo, las distintas centrales de generación eléctrica se distribuyen territorio como se muestra en la Figura 5.3.

*Figura 5. 3: Distribución en el territorio de la generación eléctrica según la tecnología empleada.*



Elaboración propia, a partir de datos en <https://portal.ute.com.uy/>

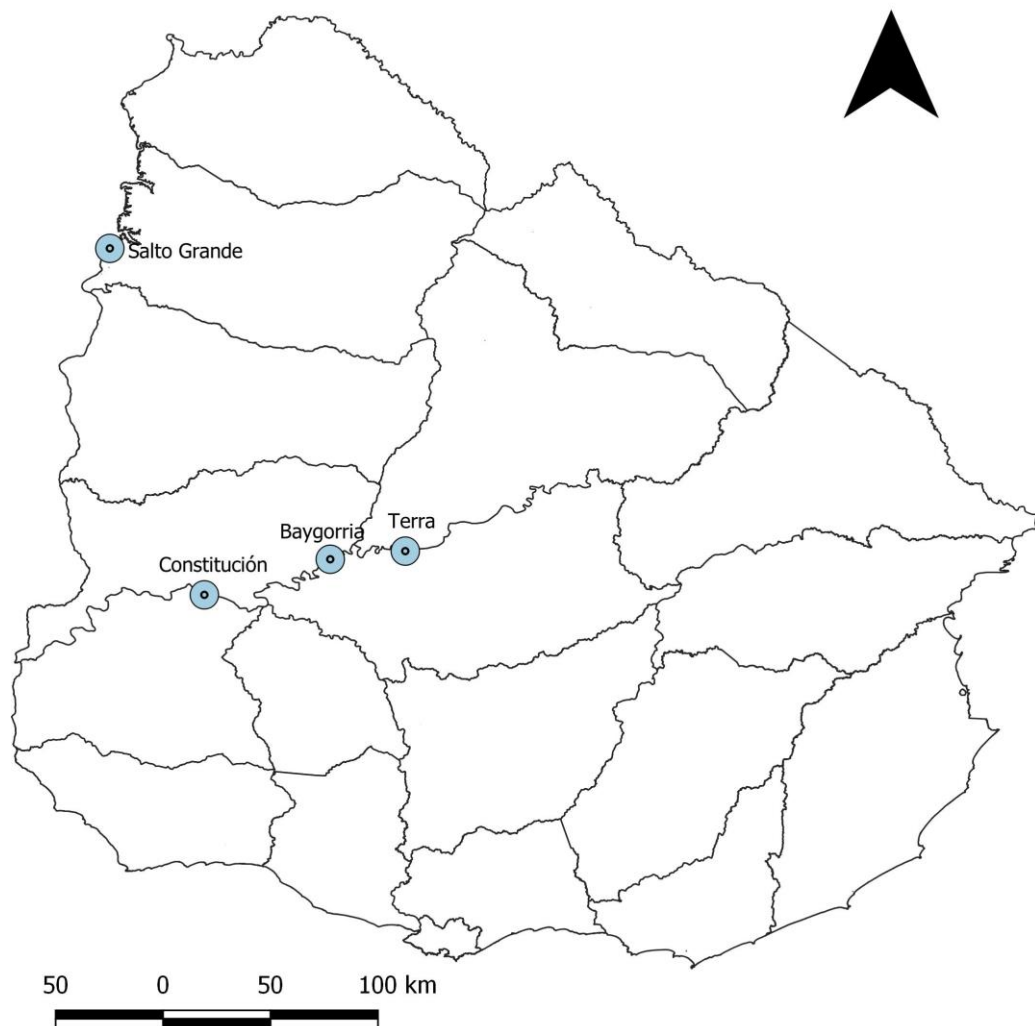
### Generación hidroeléctrica

En este periodo de importantes cambios en la generación de energía eléctrica, la hidroelectricidad se mantuvo constante. Debido a que ya no existe la posibilidad de desarrollar nuevos emprendimientos de gran porte en el territorio nacional y a que los de menor envergadura no se justifican económicamente a menos que se vincule la construcción de la represa a otras actividades económicas, como la agrícola ganadera. Como ejemplo basta recordar que, en el primer llamado para generación distribuida a

partir de energías renovables, se licitaban 20 MW en micro generación hidráulica, no presentándose propuestas para este tipo de generación.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que la potencia instalada en este tipo de generación constituye más de un tercio del total instalado en el país y que sigue siendo la que más electricidad genera, en el año 2017 más del 58% del total de la energía eléctrica generada dentro del SIN fue de origen hidroeléctrico (Figura 5.4).

*Figura 5.4: Represas de generación hidroeléctrica*



*Elaboración propia, a partir de datos en <https://portal.ute.com.uy>*

La distribución en el territorio de las represas hidroeléctricas se encuentra concentrado en dos zonas. En el Río Negro a orillas de los departamentos de Tacuarembó, Durazno, Río Negro y Soriano, se encuentran de este a oeste las centrales de Rincón del Bonete (Gabriel Terra), Baygorría y Palmar (Constitución), conformando un área de generación eléctrica dominado claramente por la hidroelectricidad. En el departamento de Salto se encuentra la central binacional

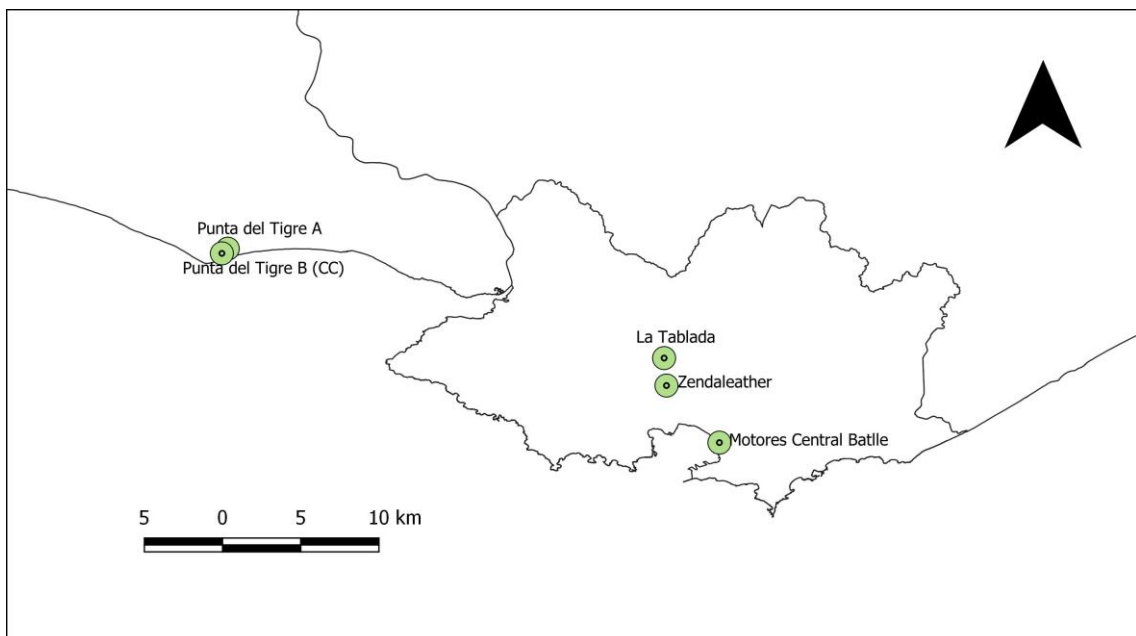
(Uruguayo-Argentina) de Salto Grande, considerando solo la parte que le corresponde a Uruguay, igualmente es la unidad de generación eléctrica más importante del país con una potencia de 945 MW, en 2017 generó más del 38% de la energía eléctrica del SIN.

### Generación térmica fósil

Las primeras incorporaciones que se dan a partir del año 2006, como la Central Térmica Punta del Tigre PTA, tienen el carácter de subsanar el déficit de años de no invertir en la infraestructura de generación eléctrica y afrontar las crisis de falta de generación eléctrica producidas en los años de sequía, con el aumento del parque térmico fósil. Esta es la solución más rápida para aumentar la potencia de generación, pero también resulta ser una opción más cara de operar debido al costo del combustible, en particular estas centrales terminan utilizando gas oíl en lugar de gas natural, por no disponer el país de un abastecimiento seguro y a buen precio de este último.

Como ya hemos comentado antes, el incremento de la capacidad de generación eléctrica a partir de combustibles fósiles no va a cambiar el esquema centralizado de generación en vigencia desde la mitad del siglo XX, ya que estas se encuentran ubicadas en la ciudad de Montevideo o dentro de su área metropolitana (Figura 5.5).

*Figura 5. 5: Generación de energía a partir de combustibles fósiles*



*Elaboración propia, a partir de datos en <https://portal.ute.com.uy>*

En los primeros años se desarrolla un proceso de aumento de la capacidad instalada, en general en Punta del Tigre, pero también en la Central Batlle (incorporación de 80

MW con motores). Este proceso tiene una pausa en los años 2010 y 2011, coincidiendo con la incorporación de la mayoría de las centrales de biomasa. Luego se retoma con el arrendamiento a las empresas Aggreko (motores) y APR (turbinas de gas) entre los años 2012 y 2015, debido a la emergencia suscitada por la baja generación de energía hidroeléctrica entre finales de 2011 y mediados de 2012.

A partir de la incorporación de la energía eólica entre los años 2014 y 2017, y de la instalación de la primera parte de la planta de "ciclo combinado" en Punta del Tigre, salen de operación las unidades de generación en base a vapor de la Central Batlle, la turbina de gas ubicada en Maldonado y los equipos arrendados a Aggreko y APR (salvo dos turbinas de gas que se incorporan a la central de UTE en Punta del Tigre). La excepción a la localización metropolitana de la generación fósil son unos pocos grupos diésel, que representan una potencia instalada no relevante en el total.

### *Generación con Biomasa.*

En cuanto a la generación con biomasa vamos a considerar dos tipos de emprendimientos.

Los primeros utilizan la biomasa directamente como combustible para producir vapor mediante calderas y a partir del vapor generar electricidad. Normalmente en esta modalidad una parte de la energía eléctrica se utiliza en el mismo emprendimiento o en otro vinculado, por lo cual no se entrega a la red pública todo lo generado.

En el segundo caso se emplea la biomasa para obtener biogás, que luego se utilizará como combustible para producir electricidad, por ejemplo, mediante motores que muevan los generadores.

Entre las plantas de generación con biomasa se destacan por su capacidad de producción las dos fábricas de pasta de celulosa. En estas se emplea el licor negro, que es un subproducto del proceso de producción de la celulosa, como combustible en una caldera, para luego generar electricidad a partir del vapor obtenido de esta última. Son procesos de cogeneración, en los que el vapor no solo se emplea en producir electricidad, sino que también se utiliza en el proceso industrial de la celulosa. Estas plantas generaron en 2017 más del 80% de la electricidad obtenida a partir de biomasa.

La mayoría de los emprendimientos que generan electricidad a partir de biomasa, tienen un contrato de venta de energía con UTE, pero hay algún caso que vende la electricidad en el mercado SPOT, el cual es un mercado mayorista de compra y venta de electricidad en el corto plazo, no estando sujeto a contratos de abastecimiento.

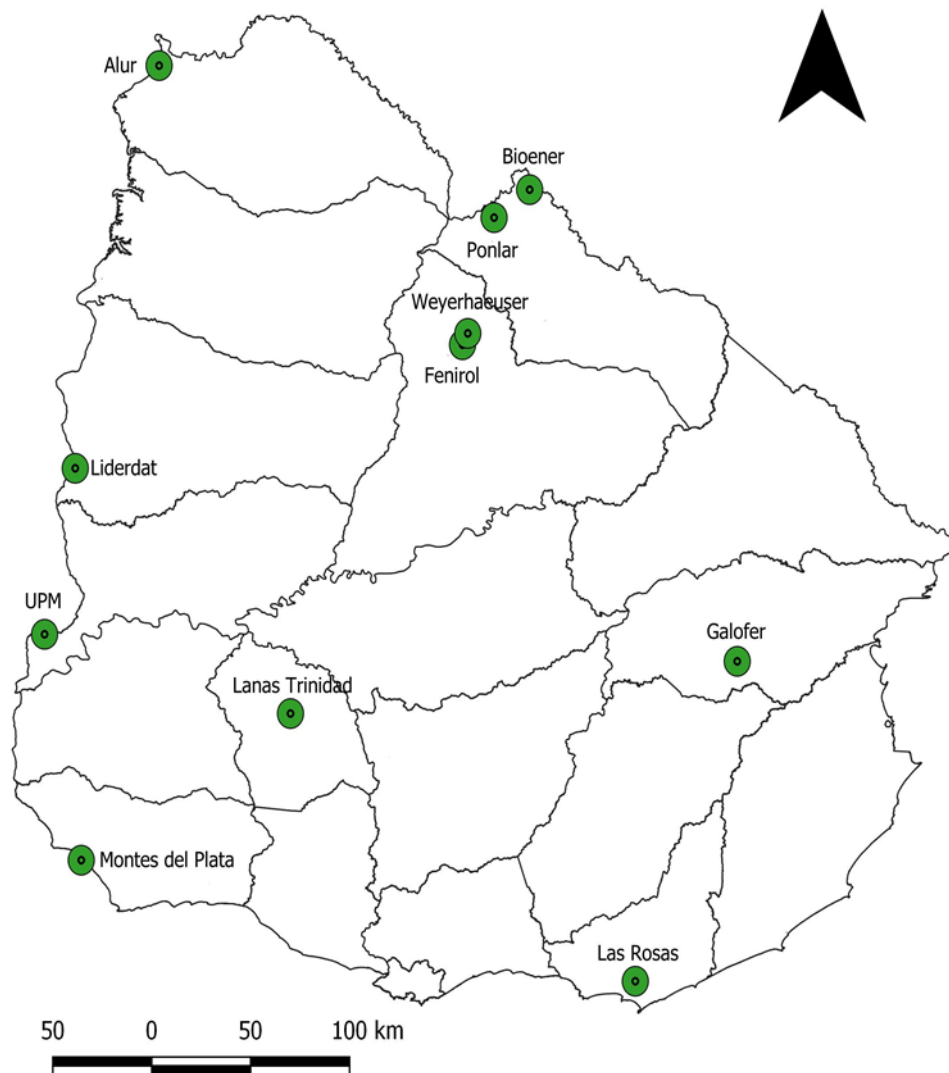
La distribución en el territorio de este tipo de generación eléctrica está estrechamente vinculada de la actividad económica de la cual obtiene la materia prima para su funcionamiento.

Las plantas de generación en base a biomasa se encuentran dispersas por el territorio y sus localizaciones guardan relación con sus casos particulares (Figura 5.6). Salvo en la zona de Tacuarembó-Rivera, donde se verifica una concentración de centrales de generación eléctrica a partir de biomasa, dos se encuentran localizadas en

Tacuarembó y dos en Rivera, las cuatro utilizan como combustible residuos de actividades vinculadas a la madera y una de ellas además puede utilizar cascara de arroz.

En el año 2017 la producción de energía eléctrica a partir de biomasa representó el 7,34% del total del SIN.

*Figura 5. 6: Plantas de generación con biomasa*



Elaboración propia, a partir de datos en <https://portal.ute.com.uy>

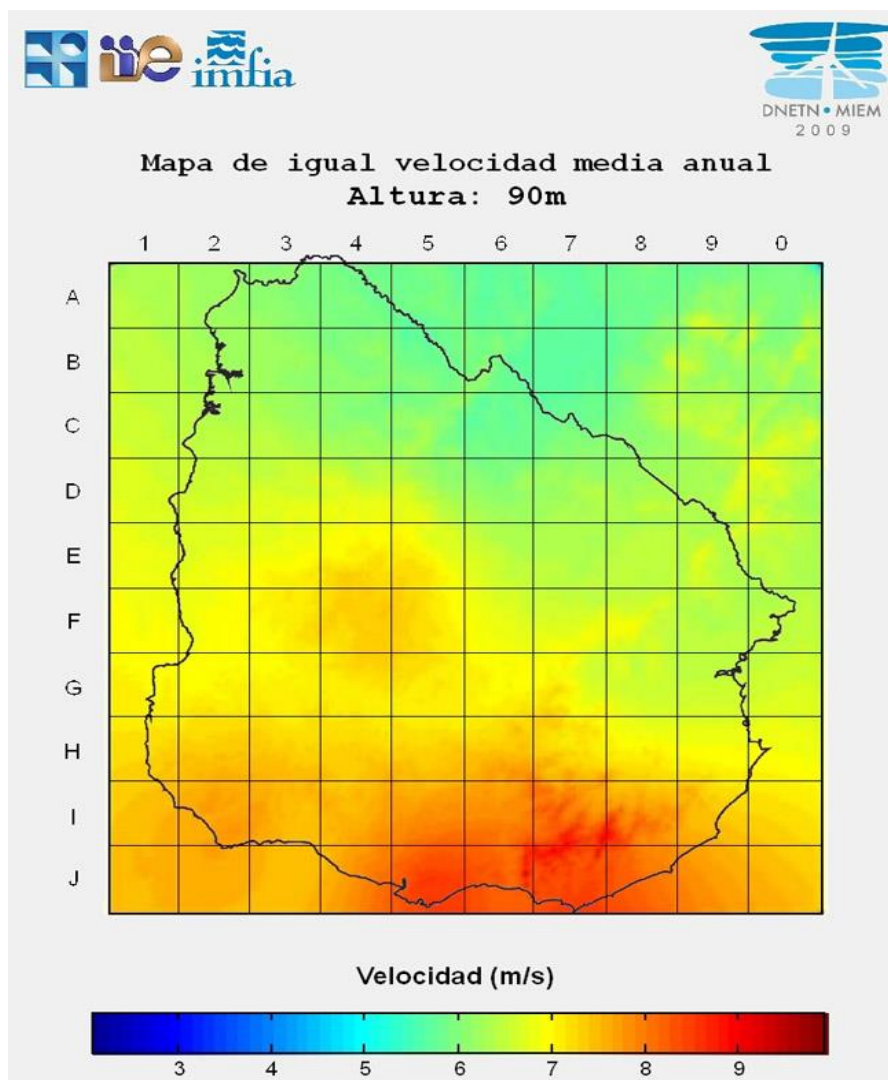
### Energía Eólica.

La generación eólica es la que más ha crecido y la estrella de este proceso de transformación de la matriz energética del Uruguay y en particular de su matriz eléctrica.



A partir del año 2000 comenzó a funcionar el aerogenerador piloto, perteneciente a la Facultad de Ingeniería y la UTE, como una experiencia para evaluar la posibilidad de generación de electricidad a partir del viento en el territorio nacional. Desde la academia hace ya varias décadas que se ha venido estudiando el potencial eólico del país, actividad que se intensificó en los últimos años previos a la puesta en marcha de la política energética. Como resultado de los estudios realizados, entre ellos el mapa eólico del Uruguay (Figura 5.7), se entiende que en todo el territorio nacional es posible aprovechar el recurso eólico, pero que el aprovechamiento es mayor en el sur del país y en zonas elevadas como las cuchillas.

*Figura 5. 7: Mapa eólico del Uruguay*



Fuente <https://www.fing.edu.uy/sites/default/files/2011/3748/mapa-eolico.pdf>

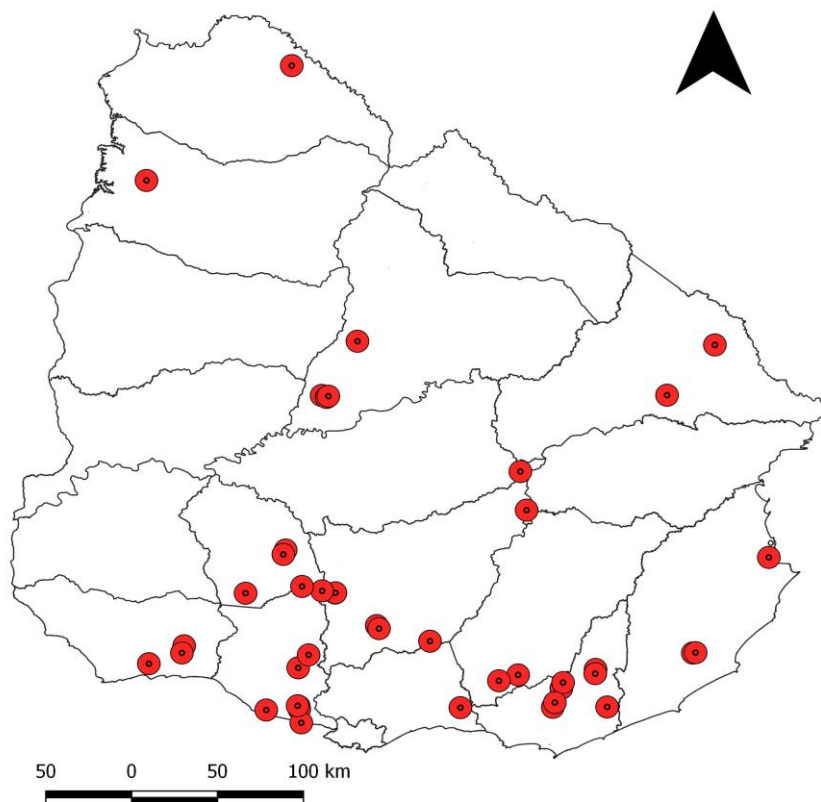
En los estudios previos a la definición de la Política Energética 2005-2030, se resalta el potencial de generación eólica pero se entiende que la posibilidad de instalar una cantidad importante de potencia eólica estaba limitada por los precios de este tipo de generación, ya que en varios países del primer mundo se subsidiaba este tipo de energía (entre otras, como la solar fotovoltaica).

En el primer llamado para la compra de electricidad a partir de energías alternativas en el año 2006, se pidieron 20 MW de cada uno de los tres tipos de generación eléctrica que se consideraba impulsar, entre las que figuraba la eólica. De hecho, hasta el año 2013 se habían instalado en el país menos de 60 MW de potencia en parques eólicos, contando dos pertenecientes a UTE en la Sierra de los Caracoles que en conjunto representan 20 MW.

A partir de la crisis financiera mundial que comienza en el año 2008 y que afecta de manera notoria a los países centrales y en particular a los que pertenecen a la Unión Europea, los subsidios a las energías alternativas van a experimentar importantes recortes. A partir de esta situación las industrias vinculadas a la construcción y operación de aerogeneradores se encontraron con una demanda claramente menor y con una importante capacidad de producción ociosa. Estas empresas van a tender a bajar los costos y tratar de insertarse en otros mercados en el resto del mundo.

En los llamados para la compra de electricidad a partir de energía eólica de los años 2009 en adelante se va a verificar un aumento significativo de las ofertas y una importante caída del costo ofertado por KWh. A partir de lo cual se van a multiplicar las adjudicaciones y los llamados de este tipo de energía, para desarrollar la estrategia de generación fundamentalmente eólico-hidráulica.

*Figura 5. 8: Localización de los parques eólicos*



Elaboración propia, a partir de datos en <https://portal.ute.com.uy>

Entre los años 2014 y 2017 inclusive, el aumento del número parques eólicos y de la potencia instalada de los mismos, será el elemento más notorio de los cambios en la matriz energética del país. En el año 2017 la generación de electricidad a partir de energía eólica represento más del 30% del total del SIN.

Entre los parques eólicos podemos encontrar los que pertenecen a la UTE, los que son de empresas privadas y los que son de empresas que funcionan en el derecho privado, pero en parte o en su totalidad pertenecen a UTE.

Por otro lado, dentro de los parques privados podemos encontrar los que tienen un contrato de venta a la UTE, la mayoría y de mayor potencia instalada, y los que venden su producción, o su excedente, en el mercado SPOT.

La distribución en el territorio de los parques eólicos está claramente concentrada al sur del Río Negro (Figura 5.8).

En particular en el sur del país, desde el este del departamento de Colonia hasta el de Rocha, pasando por los departamentos de San José, Flores, Florida, Maldonado y el sur de Lavalleja.

También se encuentran agrupamientos de parques eólicos en la zona norte de la Cuchilla Grande, en el departamento de Cerro Largo y en las cercanías de los límites de éste con los departamentos de Treinta y Tres, Florida y Durazno.

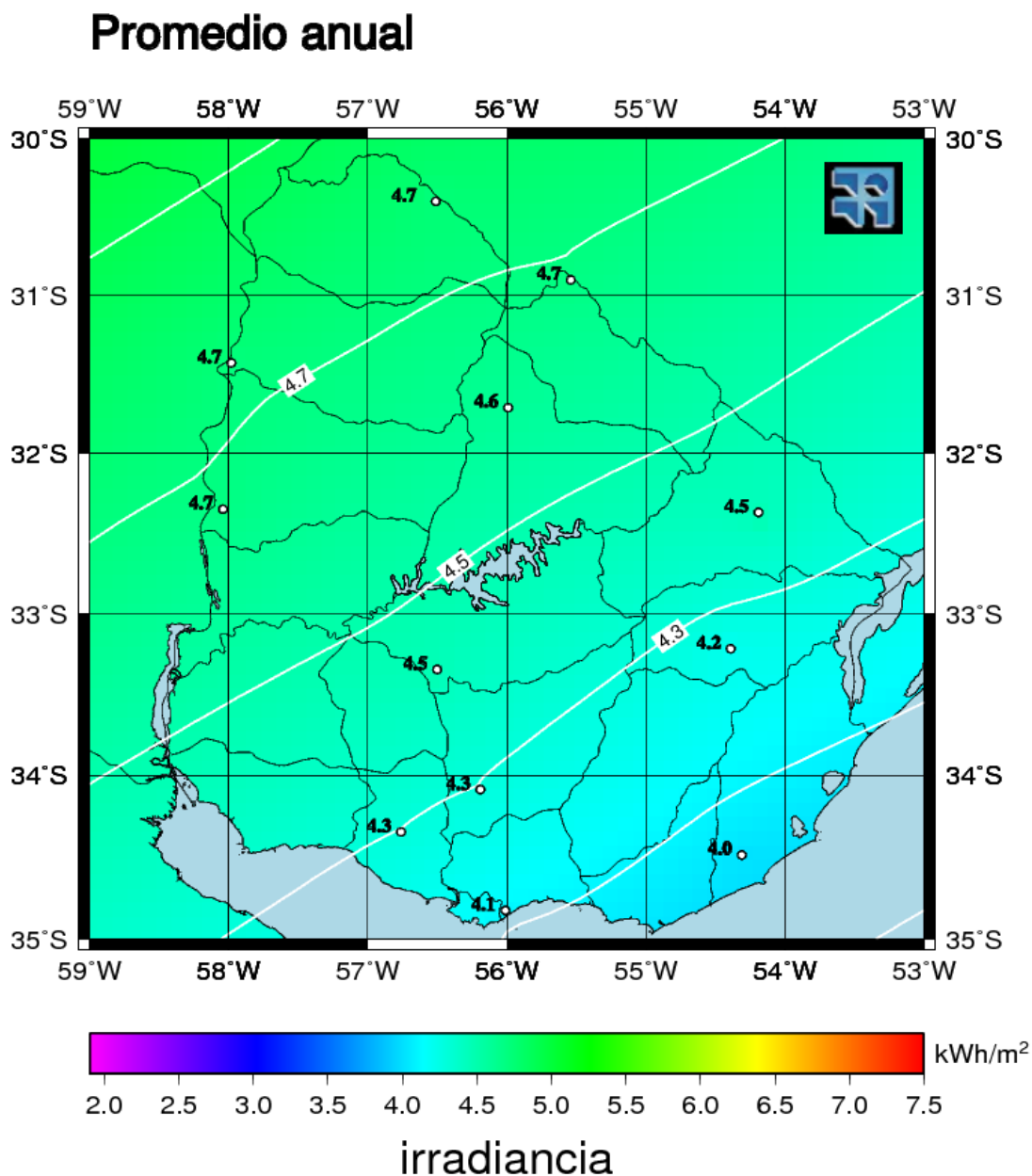
Al norte del Río Negro se destaca la concentración de parques sobre la Cuchilla de Haedo en el departamento de Tacuarembó.

Si bien existen buenas condiciones naturales para el aprovechamiento de la energía eólica en todo el país, los parques eólicos tienen una distribución muy marcada concentrándose al sur del país. De hecho, podemos considerar el territorio al sur del Río Negro como una región caracterizada por la producción de energía eólica, con las excepciones de la región cercana a este río caracterizada por la energía hidroeléctrica y el área metropolitana de Montevideo donde claramente domina la generación a partir de combustibles fósiles.

### Energía solar fotovoltaica.

Los estudios desarrollados para medir la potencialidad de la energía solar en el país, mapa solar del Uruguay (Figura 5.9), llegan a la conclusión de que la mayor radiación solar se da hacia el norte y hacia el litoral oeste.

Figura 5. 9: Mapa Solar del Uruguay



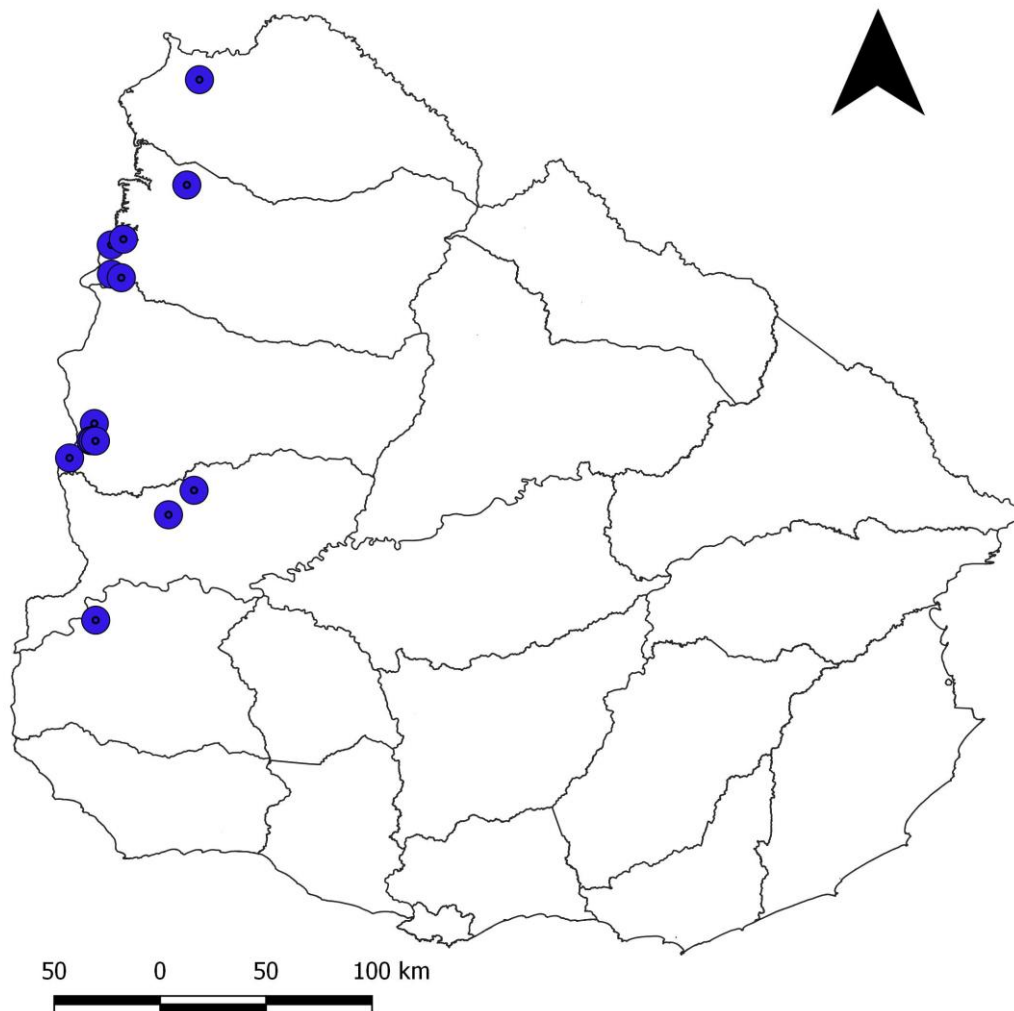
Fuente <https://www.fing.edu.uy/if/solar/>

A partir de los años 2014-2015 y hasta el 2017 por lo menos, se desarrolla un proceso de aumento de la potencia instalada de generación fotovoltaica (Figura 5.10). En un proceso paralelo al de la generación eólica, pero en menor escala, la disminución de los precios de la electricidad fotovoltaica, originados en primera instancia en la crisis económica mundial, posibilitan la instalación de parques solares. Además de la

introducción en el mercado internacional, por parte de China, de insumos más baratos para este tipo de generación eléctrica, que va en el mismo sentido.

En cuanto a la distribución en el territorio de los parques solares se concentra en el litoral oeste del país, abarcando desde el noroeste de Soriano hasta el noroeste del departamento de Artigas. Es notoria la ausencia de parques solares, a pesar de registrar buen nivel de radiación, en amplias zonas del centro y el este de los departamentos de Salto y Artigas, podemos suponer que esta situación es debida a la mayor dificultad y mayores costos para instalar y operar, dichas unidades de generación, pero esto debería ser retomado en futuros estudios.

*Figura 5. 10: Localización de los parques fotovoltaicos*



*Elaboración propia, a partir de datos en <https://portal.ute.com.uy>*

## Desarrollo de las redes de transporte de electricidad

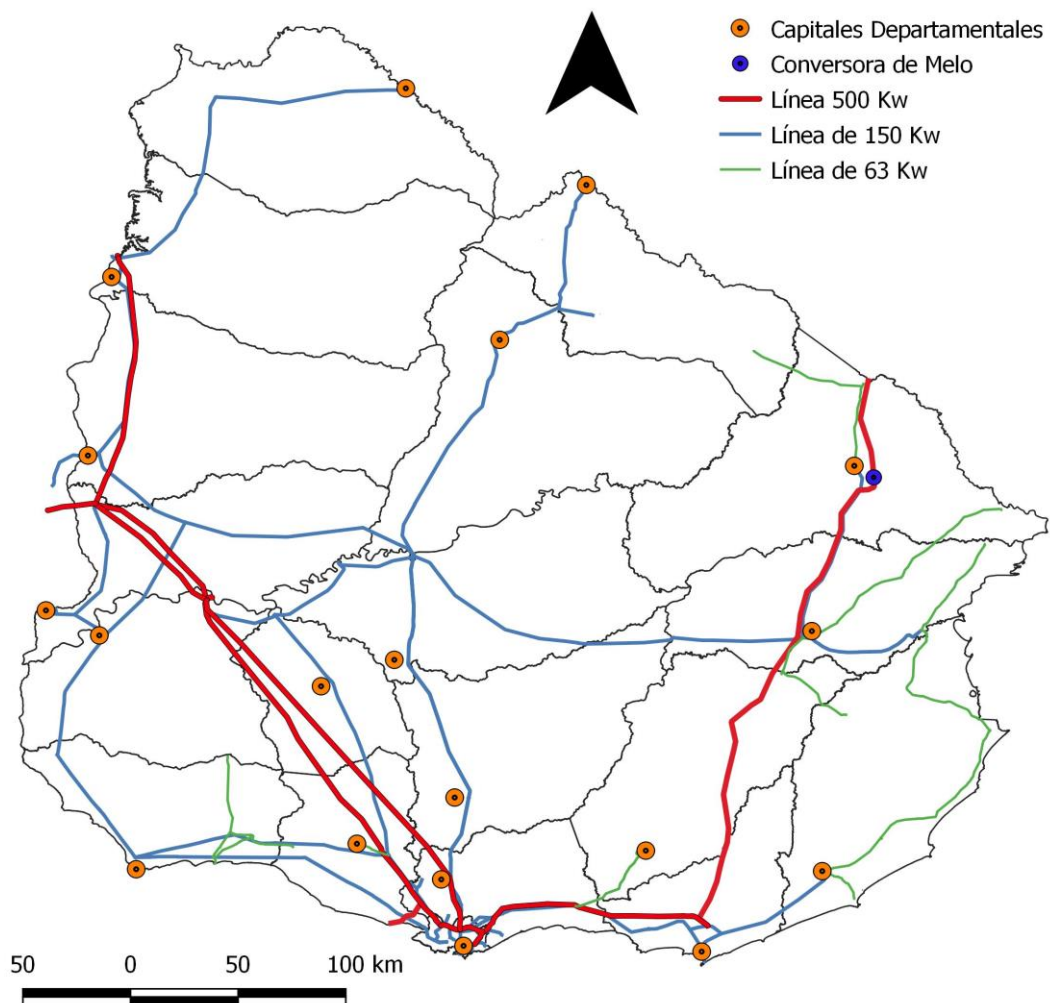
Un aspecto relevante de los cambios en las infraestructuras vinculadas al SIN es el relacionado con las redes de transporte de energía eléctrica (Figura 5.11).

Para las nuevas unidades de generación que se encuentran distribuidas en el territorio fue necesario implementar las líneas de conexión con las subestaciones de UTE, las tensiones de estas varían entre 30 y 150 KV.

Es de destacar la conexión de 500 KV de las centrales de Punta del Tigre, uniéndolas con las líneas, de similar tensión, que vinculan las represas hidroeléctricas con Montevideo.

Pero sin duda la modificación más importante, en lo que tiene que ver con la red de transporte de electricidad, es la significativa mejora de interconexión con Brasil. La misma incluye la línea de 500 KV desde San Carlos hasta la convertidora de frecuencia de Melo y otra de similar tensión desde la convertidora hasta la frontera con Brasil.

*Figura 5. 11: Mapa de las redes de transmisión eléctrica*



Elaboración propia, a partir de datos en <https://www.miem.gub.uy/energia>

## **Regiones de generación eléctrica.**

Vamos a definir un grupo de unidades espaciales dentro del territorio del Uruguay en base a sus particularidades funcionales relacionadas con la generación de energía eléctrica, basándonos en la tecnología empleada para dicha generación.

Las regiones aquí definidas lo son de una forma puramente descriptiva, tomando en cuenta el momento en la historia de la generación eléctrica en el país, sin pretender ejercer una función predictiva del futuro de tales infraestructuras y de su distribución en el territorio.

Sin prejuicio de lo anterior, el tipo de energía utilizada para la producción de electricidad se relaciona con la ubicación espacial de la unidad generadora.

Por ejemplo, en lo concerniente a las plantas hidroeléctricas, los aerogeneradores y los parques solares, la ubicación está definida por la existencia en ese sitio de condiciones naturales para el aprovechamiento de las energías hidráulica, eólica o solar respectivamente y la posibilidad de conexión a la red eléctrica del SIN.

En los casos de generación a partir de biomasa la ubicación de la unidad generadora está relacionada con la posibilidad de obtención de dicha biomasa.

En algunos casos la generación se realiza en el mismo predio (o un predio vecino) de la industria de la cual se obtiene la biomasa o del proceso por el cual se obtiene el biogás. En otros la unidad generadora se encuentra cercana a las zonas donde se produce la biomasa como un subproducto o desecho a partir de la producción agropecuaria.

Los generadores que utilizan combustibles fósiles tienen una mayor libertad en cuanto de su ubicación en el territorio, que les confiere la utilización de dichos combustibles ya que el abastecimiento de estos es más versátil, el caso del gas natural por cañería es una excepción. En este tipo de generadores para determinar su ubicación aumenta la importancia de la distancia a los centros de consumo. En el Uruguay el más importante centro de consumo eléctrico es Montevideo con su área metropolitana.

Regiones de Generación Eléctricas (Figura 5.12):

Represas del Río Negro: abarca la zona de influencia de las tres represas hidroeléctricas ubicadas sobre el Río Negro con sus embalses.

La energía hidroeléctrica define esta región, ya que dentro de esta solo encontramos las represas de Rincón del Bonete, Baygorría y Palmar.

Área Metropolitana de Montevideo: abarca el territorio del área metropolitana de la ciudad de Montevideo, extendiéndose por parte del suroeste de Canelones y del sureste de San José.

La región se caracteriza por la presencia de las unidades generadoras que UTE emplea como respaldo de energía firme para el S.I.N. utilizando combustible fósil, estas incluyen la Central Batlle, La Tablada y las centrales de Punta del Tigre.



Litoral Oeste: esta región coincide con el área de extensión de los parques solares fotovoltaicos, incluyendo desde el noroeste de Soriano hasta el oeste del departamento de Artigas.

La región está claramente diferenciada por la presencia de la represa hidroeléctrica de Salto Grande y la totalidad de los parques solares fotovoltaicos del sistema.

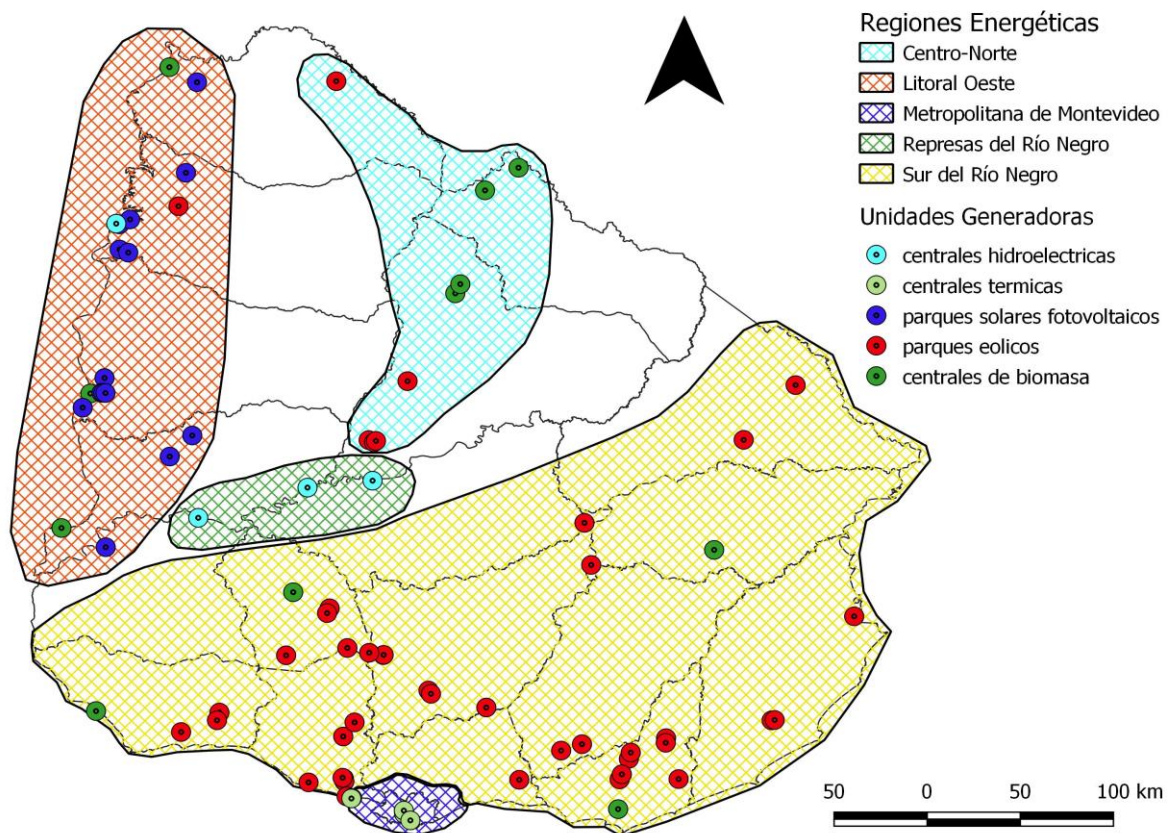
Esta región además contiene al parque eólico Palomas en el departamento de Salto y los generadores a partir de biomasa pertenecientes a los emprendimientos de Alur en Bella Unión y UPM en Fray Bentos.

Sur del Río Negro: ocupa casi todo el sur del Río Negro exceptuando, claro está, los territorios pertenecientes a las regiones anteriormente mencionadas.

La característica más representativa de la región es la presencia de la mayoría de los parques eólicos del país.

También se encuentran presentes cuatro unidades generadoras a partir de biomasa Galofer en Treinta y Tres, Montes del Plata en el departamento de Colonia, Las Rosas en Maldonado y Lanás Trinidad en Flores.

*Figura 5. 12: Mapa de las regiones de generación eléctrica*



Elaboración propia.



Centro-Norte: se desarrolla principalmente en el este de los departamentos de Tacuarembó y Rivera, teniendo como eje la ruta 5, además de parte del oeste de los departamentos de Salto y Artigas.

Esta región se caracteriza por la combinación de generadores a partir de biomasa y parques eólicos.

Los emprendimientos que utilizan biomasa se encuentran en el tramo norte de la ruta 5, cercanas a las ciudades de Tacuarembó y Rivera. Los parques eólicos se concentran en el tramo sur de dicha ruta en el departamento de Tacuarembó sobre la Cuchilla de Peralta. Además, cerca de la ciudad de Artigas se encuentra el parque eólico Juan Pablo Terra.

### **Análisis de los impactos territoriales de los cambios en la matriz eléctrica.**

Vamos a agrupar los cambios ocurridos en el territorio, esencialmente en tres tipos distintos, los relacionados con la infraestructura vinculada a la producción eléctrica, los socioeconómicos y los ambientales.

El análisis de estos impactos los llevaremos adelante tomando en cuenta las escalas local, regional, nacional y mundial.

Es importante destacar que un correcto análisis de los impactos sociales, económicos y ambientales, en especial a las escalas local y regional, escapa a las posibilidades del presente trabajo, por lo cual se presentaran algunas consideraciones, pero siendo plenamente conscientes de la necesidad que en el futuro se desarrollen estudios en estas temáticas particulares.

#### Escala local

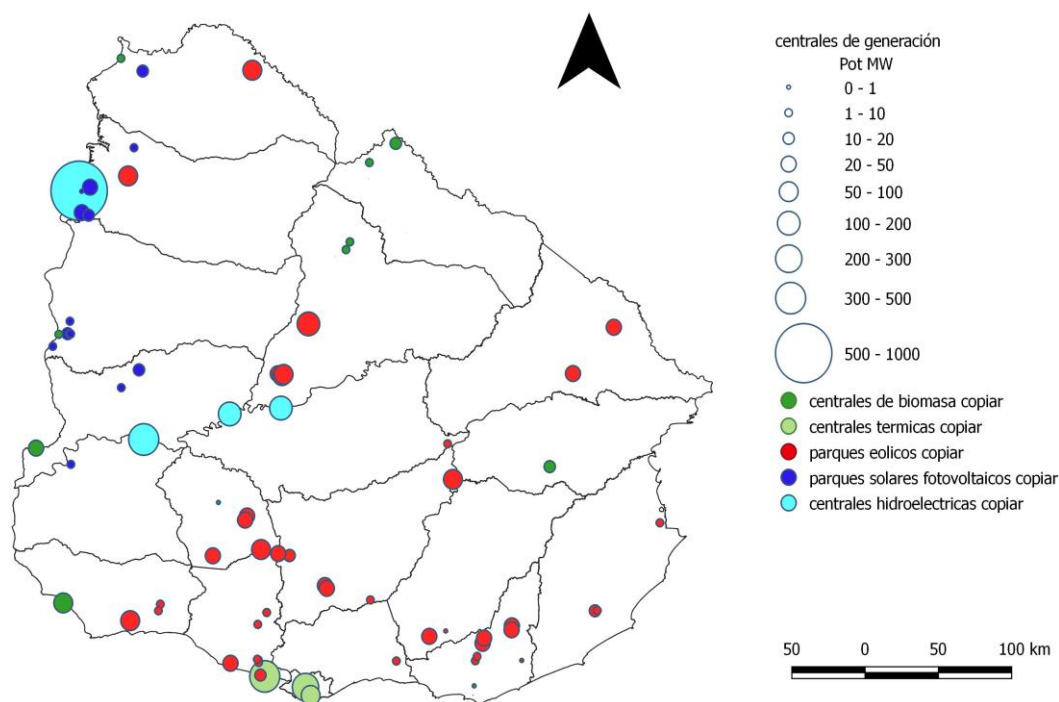
Con el desarrollo de la generación distribuida en el territorio vamos a encontrarnos que la producción de la energía eléctrica dentro del Sistema Interconectado Nacional (SIN) se va a desarrollar en más de 70 unidades generadoras diseminadas por distintos puntos del país (Figura 5.13), en un claro contraste con la situación anterior en donde se encontraba concentrada, esencialmente, en las cuatro represas hidroeléctricas y las dos centrales ubicadas en Montevideo (Central Batlle y La Tablada).

El primer cambio a ser considerado es la integración de este importante número de localidades, algunas urbanas y otras rurales, al S.I.N. en carácter de productoras de energía eléctrica, incluso en zonas alejadas de los núcleos urbanos como la cima de los cerros de nuestras principales cuchillas. Lugares que han pasado a ser el origen de parte de la electricidad utilizada por el Uruguay y que hoy contienen infraestructuras que integran la matriz eléctrica del país.

En estrecha relación con el punto anterior, debemos tener en cuenta el desarrollo de las infraestructuras que posibilitan la conexión de las unidades de generación de electricidad instaladas en una localidad dada con el resto del S.I.N. Entre estas

infraestructuras se encuentran las subestaciones, los transformadores y las líneas de interconexión. En general, la conexión de las unidades generadoras es a líneas que van desde los 150 KV (Alta Tensión, AT) hasta los 30 KV (Media Tensión, MT).

*Figura 5. 13: Potencia instalada en relación con el tipo de generación (2017)*



*Elaboración propia, a partir de datos en <https://www.miem.gub.uy/energia> y <https://portal.ute.com.uy/>*

Desde el punto de vista socioeconómico tenemos que considerar la inversión realizada para la instalación de los generadores, las infraestructuras vinculadas y su puesta en funcionamiento. De esta inversión solo una parte va a ser gastada a nivel local, esencialmente el arrendamiento o compra de la tierra donde se desarrolla el emprendimiento y los empleos directos en la construcción y luego en la operación y mantenimiento de las plantas. Dependiendo de la importancia de la localidad que estemos considerando y en particular de la existencia de otras empresas que le vendan bienes y/o le brinden servicios al emprendimiento, se podrá considerar para el nivel local el empleo indirecto y una parte mayor de la inversión.

En cuanto al empleo directo es importante resaltar que una parte de estos es para personal con una cierta preparación, como técnicos, personal administrativo e ingenieros. En particular en operación y mantenimiento se genera la necesidad permanente de técnicos, lo cual considerando que muchos de los sitios donde se desarrollan los emprendimientos son zonas alejadas de centros urbanos de

importancia, cobra relevancia al exigir trabajadores con una formación que posiblemente antes no era demandada en la zona.

Otra faceta para tomar en cuenta es la generación de valor agregado, que se va a desarrollar en las distintas plantas y por lo tanto en los distintos puntos del país donde se encuentran las mismas.

Desde el punto de vista ambiental se considera que los parques eólicos y solares fotovoltaicos tienen mayor riesgo de impacto ambiental en la construcción y montaje que en la etapa de operación.

En particular para los parques eólicos se aconseja que la disposición de estos evite las áreas de conservación o zonas de reproducción de aves, considerando las posibles muertes de pájaros y murciélagos por colisión, y de las áreas urbanas teniendo en cuenta el ruido producido por las aspas de los molinos, se considera que a 500 metros de distancia este se pierde entre otros ruidos del ambiente.

Se entiende que es compatible la presencia de los aerogeneradores con el desarrollo, en los mismos predios, de las actividades ganaderas en general, quizás actividades específicas como lechería y cabañas podrán ser más sensibles al ruido de los molinos.

En cuanto a los parques solares concentrados en la zona del litoral oeste del país, en general al norte del Río Negro, no tienen mayores impactos en el medio ambiente, pero debemos tener en cuenta que este tipo de generación ocupa una cantidad importante de superficie de tierra en función de la electricidad producida. En un impacto que estaría más vinculado al ordenamiento territorial que a lo estrictamente ambiental, los parques fotovoltaicos podrían ocupar tierras que se consideran de buena calidad para la agricultura en lugar de aprovechar terrenos de menor aptitud y no emplear los más aptos para otras actividades económicas.

Los emprendimientos de generación de energía eléctrica en base a biomasa se consideran neutros desde el punto de vista de la emisión de CO<sub>2</sub>, ya que la biomasa utilizada capta este elemento de la atmosfera, entonces a escala planetaria estos generadores no se consideran contaminantes donde el principal problema son los gases de efecto invernadero. Pero a nivel local se podría presentar la "paradoja" de contaminar a partir de sus emisiones a la atmosfera o de sus efluentes líquidos, si estas plantas no trabajaran correctamente.

Las centrales en base a combustibles fósiles se han renovado en el transcurso de estos años, además se utilizan más menos que antes. Pero cuando entran en servicio contribuyen a las emisiones de CO<sub>2</sub> y como comentábamos arriba para las centrales de biomasa, si no operan correctamente también pueden presentar impactos ambientales a nivel local.

Las represas hidroeléctricas tienen impactos ambientales específicos propios de este tipo de intervención en el medio ambiente, pero que en este caso no los

consideraremos ya que no se construyeron nuevas centrales de este tipo, dichos impactos son los mismos que ya estaban presentes en lo previo al año 2005.

### Escala regional

En esta etapa del análisis utilizaremos dos tipos de agrupamientos subnacionales, los primeros son las regiones de generación eléctrica definidas anteriormente y los segundos son los departamentos.

Las regiones de generación eléctrica están definidas a partir de una cierta unidad o particularidad funcional respecto del resto del territorio, relativa a las formas de generación de energía eléctrica en esas zonas determinadas.

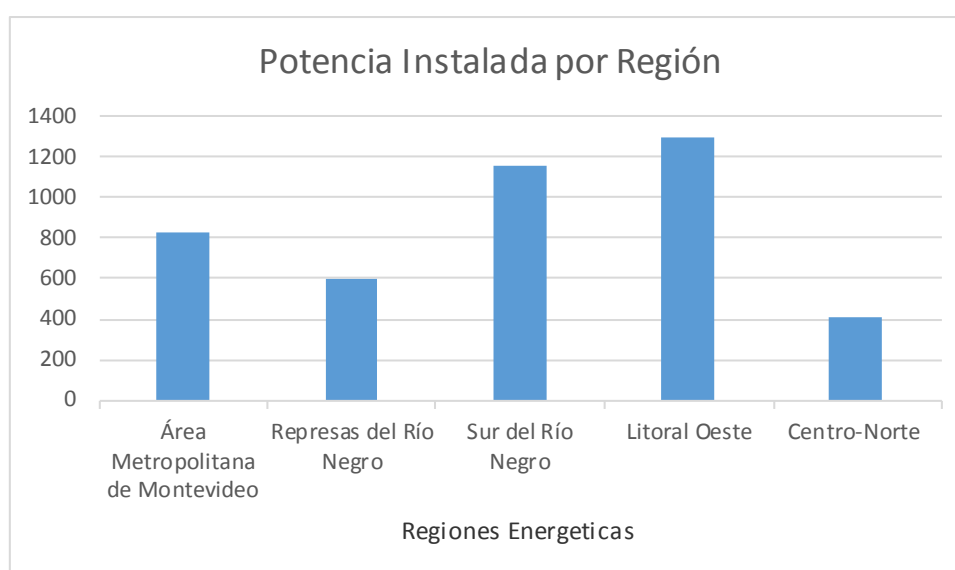
Por esta razón representan mejor el desarrollo de los cambios en cuanto a la infraestructura de generación eléctrica y el estado actual de la misma y de la producción eléctrica.

Así mismo entendemos que las cuestiones referentes a posibles impactos ambientales a escala regional subnacional serán mejor analizadas a partir de estas unidades.

La utilización de unidades político-administrativas como son los departamentos, facilita el análisis de los datos socio-económicos, como la generación de valor agregado o empleo directo e indirecto.

De la misma forma se visualiza mejor la comparación multitemporal sobre la generación de energía eléctrica, en particular antes y después del año 2005, tomando a los departamentos como unidades de análisis.

*Figura 5. 14: Potencia instalada por región*



*Elaboración propia, a partir de datos en <https://portal.ute.com.uy>*

Tomando en cuenta las regiones definidas anteriormente, el Litoral Oeste es donde mayor potencia instalada encontramos (1291 MW), marcado por la presencia de Salto Grande en esta región, el Sur del Río Negro, donde se concentra la generación eólica, le sigue con 1159 MW. El Área Metropolitana se encuentra un escalón más abajo con 825 MW, luego vienen las Represas del Río Negro con 593 MW y finalmente la región

Centro-Norte con 409 MW (Figura 5.14).

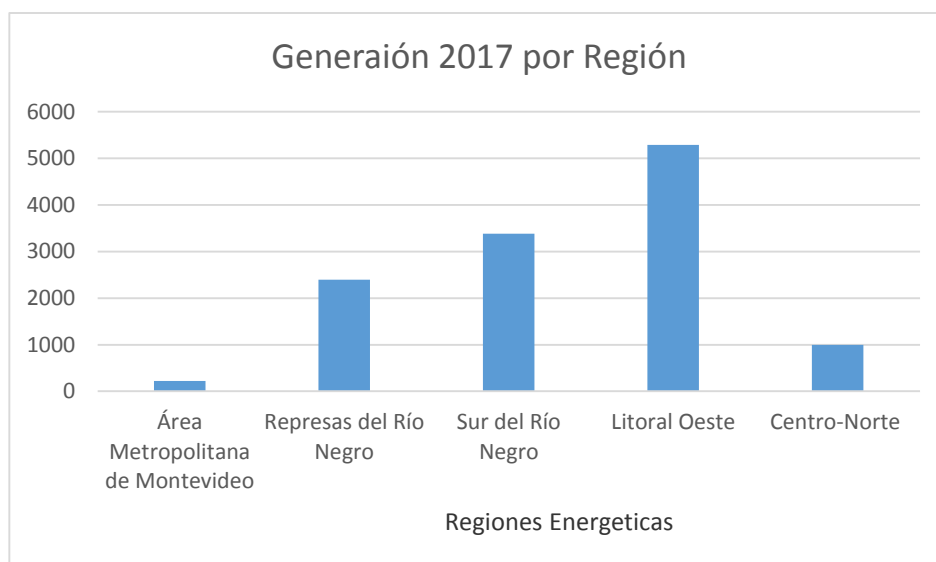
A nivel de generación eléctrica para el año 2017 (Figura 5.15) encontramos que la mayor generación se produjo en la región Litoral Oeste (5288 GWh) como es de esperar ya que es la que presenta mayor potencia instalada, pero además es la que tiene el factor de generación (porcentaje de energía producida en relación al máximo posible) más alto, llegando casi al 47 %, debemos tener en cuenta que la parte uruguaya de Salto Grande presente en esta región tiene un factor de generación de más del 57 %. La región del Sur del Río Negro generó en el año 2017 unos 3385 GWh, con un factor de generación mayor al 33 %.

En tercer lugar, se encuentran las Represas del Río Negro con una generación de 2394 GWh y un factor del 46 %.

En cuarto lugar, se está la región Centro –Norte con 999 GWh de generación y un factor de casi el 28 %.

En el último lugar tenemos al Área Metropolitana de Montevideo con 225 GWh, presenta un factor de solo 3 %, ya que en esta región se concentran las centrales que generan con combustibles fósiles y que se utilizan solo en caso de no cubrir la demanda con las otras formas de generación eléctrica.

*Figura 5. 15: Generación eléctrica en 2017 por región*

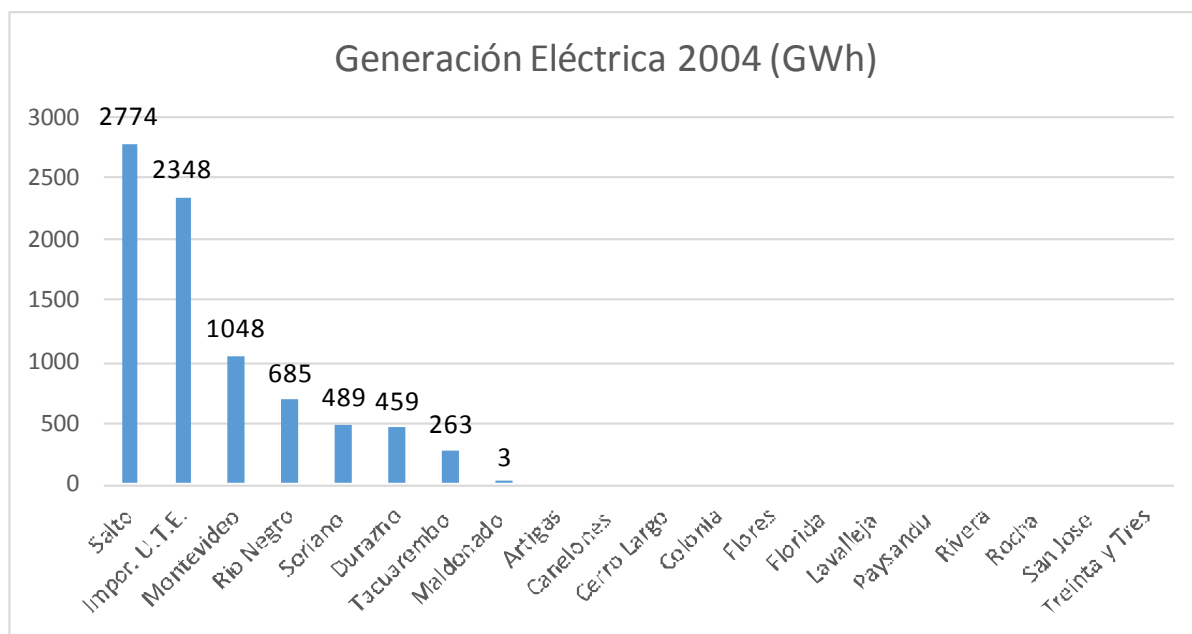


*Elaboración propia, a partir de datos en <https://portal.ute.com.uy>*

Tomando en consideración las unidades departamentales se observa claramente en la gráfica de generación eléctrica para el año 2004 (Figura 5.16) que la producción de electricidad en esta época estaba concentrada en seis departamentos. Salto con la

participación más destacada (represa de Salto Grande), en segundo lugar, Montevideo (con Central Batlle y La Tablada), en orden descendente Río Negro, Soriano, Durazno y Tacuarembó, estos cuatro en relación con las represas del Río Negro.

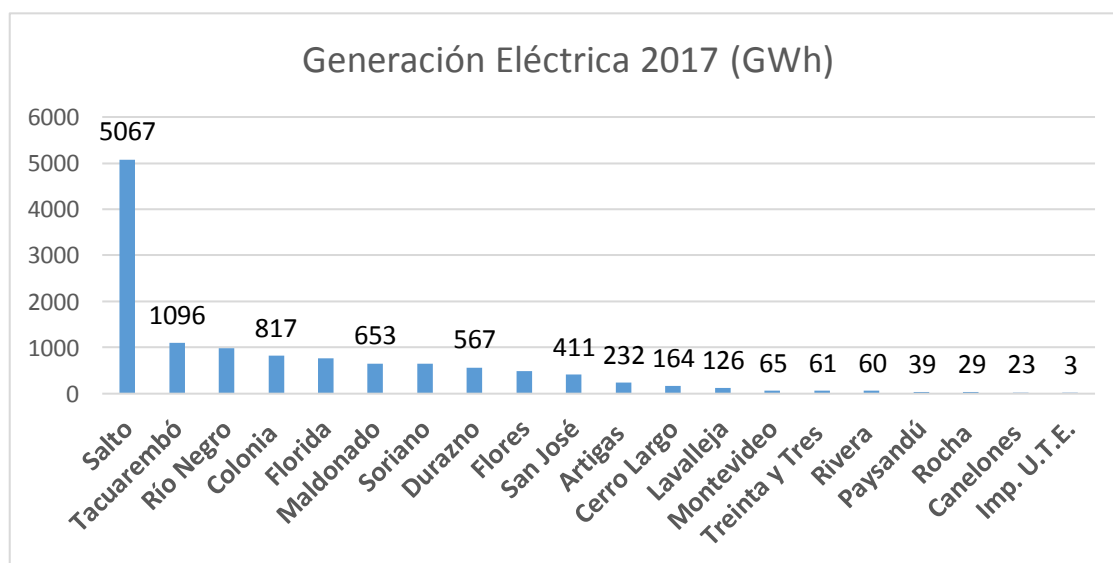
*Figura 5. 16: Generación eléctrica por departamento en 2004 (GWh)*



Elaboración propia, a partir de datos en <https://portal.ute.com.uy>

Los restantes trece departamentos o no tienen generación eléctrica o como en el caso de Maldonado ésta es marginal.

*Figura 5. 17: Generación eléctrica por departamento en 2017 (GWh)*



Elaboración propia, a partir de datos en <https://portal.ute.com.uy>

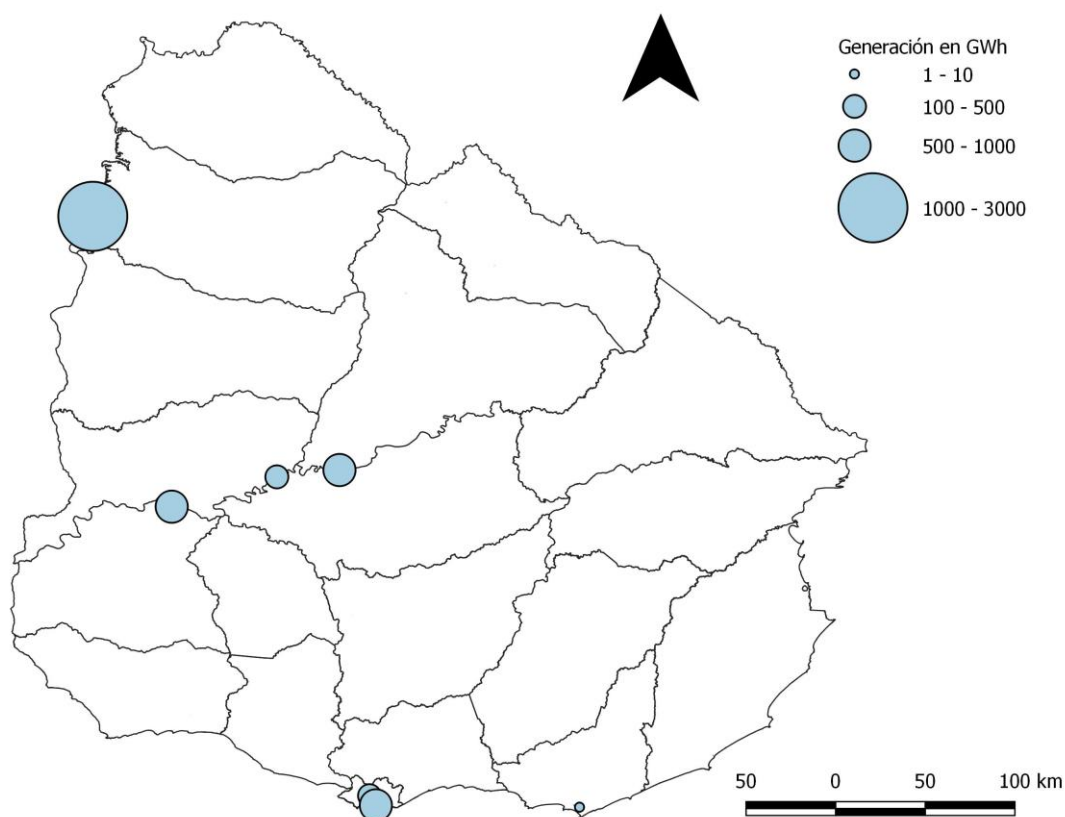
En el año 2017 la realidad es muy distinta, todos los departamentos tienen algún grado de generación eléctrica dentro del el S.I.N. (Figura 5.17).

El mayor aporte lo continúa realizando Salto, Montevideo paso a ocupar el lugar 14 debido a la baja participación de sus generadores con combustible fósil, el segundo lugar lo paso a ocupar Tacuarembó, con una gran participación de eólica y biomasa. Entre los departamentos que también han crecido de manera importante se encuentran, Colonia, Florida, Maldonado, Flores y San José, todos ellos con una destacada generación eólica.

### Escala Nacional:

A nivel nacional, haciendo referencia a la infraestructura de generación eléctrica y a la producción de electricidad, para 2004 Figura 5.18 y para 2017 Figura 5.19, el primer cambio que se evidencia es la incorporación de "todo" el territorio en la generación eléctrica. Si bien no se genera electricidad en todo el territorio, si es posible hoy la producción eléctrica en cualquier parte del mismo.

*Figura 5. 18: Mapa de generación eléctrica 2004*



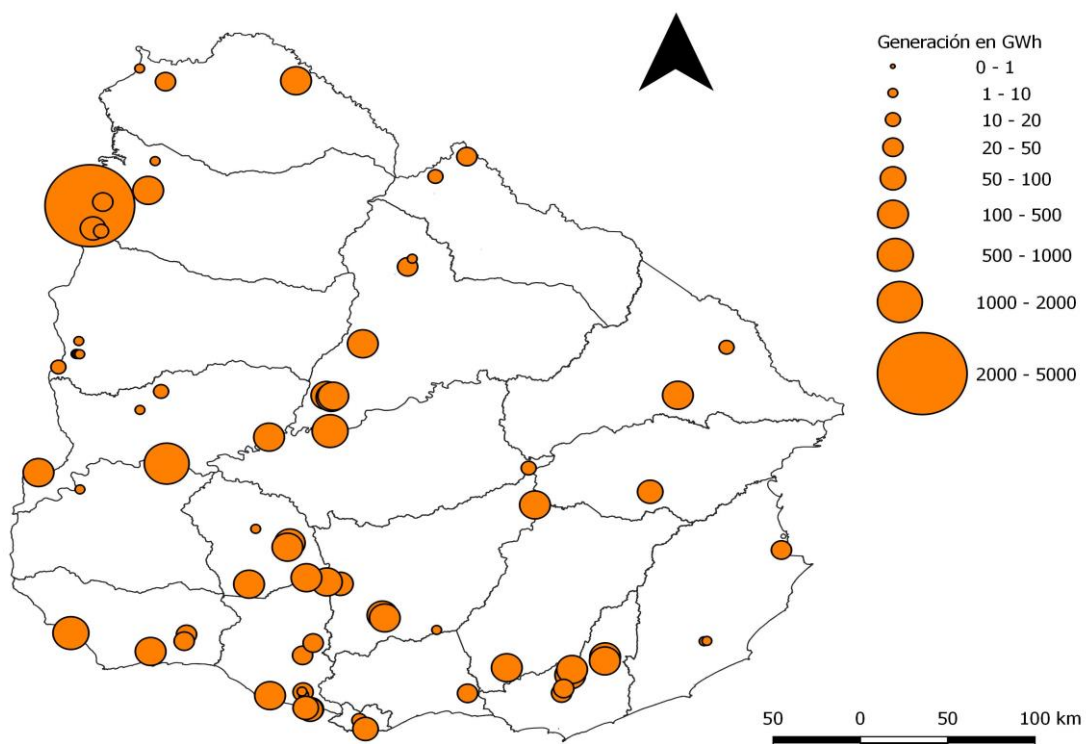
*Elaboración propia, a partir de datos en <https://portal.ute.com.uy>*

Se modificó la estrategia de producción de electricidad, antes se utilizaba primero la generación hidroeléctrica, salvo que se reservara el agua de las represas del Río Negro para épocas más secas, cuando no era suficiente entraba la generación fósil y en última instancia la importación de electricidad, en particular desde Argentina ya que había mucho mejores conexiones de transporte de electricidad que con Brasil.

A partir de los cambios recientes en la matriz eléctrica del país la producción eléctrica de base se lleva adelante con la generación eólica, la solar fotovoltaica y la de biomasa, tomando en cuenta los centros de generación que tienen contrato de venta de energía eléctrica con UTE. Las represas hidroeléctricas asumen las variaciones de la demanda, en temporadas de falta de agua si es necesario se puede generar con combustibles fósiles, normalmente por periodos cortos de tiempo, y eventualmente se puede importar electricidad, extremo que en general no ha sido necesario en los últimos años, más bien el país ha exportado electricidad a sus vecinos. En la actualidad tanto las exportaciones como las importaciones pueden darse con ambos países vecinos, dada las mejoras en la infraestructura de transporte de energía eléctrica con Brasil.

Con esta nueva situación el país pasa de ser un eventual importador de electricidad a ser un potencial exportador de dicha energía.

*Figura 5. 19: Mapa de generación eléctrica 2017*



*Elaboración propia, a partir de datos en <https://portal.ute.com.uy>*



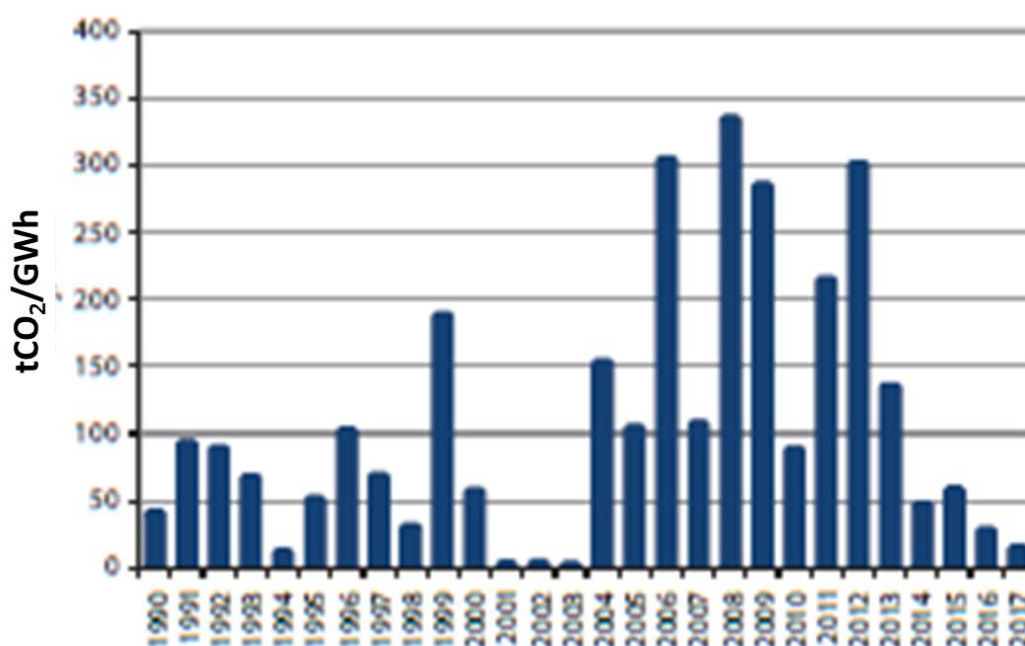
Otra consecuencia de este proceso ha sido el ahorro por la baja de los costos de generación, si bien estudios recientes entienden que este ahorro pudo ser mayor si los contratos de compra de energía, y las inversiones asociadas, se hubieran dado más gradualmente. Está claro que se logró la estabilización de los costos de abastecimiento de la demanda eléctrica, hecho por demás importante dada la historia energética del país (Bertoni R. et al., 2018).

Es de destacar las importantes inversiones en infraestructura; se estima que entre los años 2007 y 2016 las mismas rondaron los 5.000 millones de dólares, además del desarrollo de las nuevas capacidades técnicas necesarias para llevar adelante el cambio en la matriz eléctrica.

Es de resaltar el aumento de las fuentes autóctonas y renovables en la generación de energía eléctrica; en este sentido se puede verificar que desde el año 2014 en adelante estas se situaron sistemáticamente por encima del 90 %. Si consideramos solo la energía de origen eólico, esta se ubica en el último tiempo en un tercio de la generación total.

La generación de electricidad, dentro del Sistema Interconectado Nacional, experimenta una disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, asociado al mayor empleo de fuentes renovables. Por ejemplo, a partir del año 2014 las emisiones de CO<sub>2</sub>, relacionadas con la producción de eléctrica, cayó a niveles inferiores a los registrados entre los años 2004 y 2013, como se muestra en la Figura 5.20.

Figura 5. 20: Factor de emisión de CO<sub>2</sub> del SIN.



Fuente: Balance Energético Nacional 2017

*Escala Internacional:*

Si bien el Uruguay es un pequeño país, que difícilmente pueda generar impactos que sean identificables a nivel global, ha llamado la atención la forma en que cambió su matriz energética y en particular la matriz eléctrica, incorporando en pocos años una importante cantidad de potencia instalada a partir energías renovables, en particular eólica.

A partir de esta situación, en pocos años el Uruguay pasó de prácticamente no generar electricidad con energía eólica, a ser uno de los países, en el mundo, que más participación tiene este tipo de energía en la generación eléctrica.

## Capítulo 6: Conclusiones.

---

De la interrelación entre el territorio y la energía, surge que la distribución geográfica de las actividades energéticas, al concretarse en el territorio, se encuentra condicionada por este, y que estas actividades al desarrollarse van incorporando cambios en el mismo. De la misma forma, el manejo de la energía por parte de la sociedad es un factor relevante en su capacidad de modificar el espacio geográfico; las cantidades cada vez mayores de energía que el ser humano ha tenido a su disposición desde la revolución industrial han posibilitado el “modelado” del territorio en esta época, dejando de manifiesto la relevancia del estudio de la Geografía de la Energía.

Podemos considerar, a la temática de la energía en el desarrollo histórico nuestro país, en cuatro periodos. El primer periodo es la época de las energías tradicionales.

El segundo periodo se va a desarrollar a partir de la mitad del siglo XIX con la introducción paulatina de energías modernas. En este periodo comienza la transición energética, que implicó la modernización de los procesos vinculados al uso de la energía, así como el aumento de la dependencia del exterior ya que el país no disponía de fuentes de energía fósiles propias. Se destaca el predominio de la iniciativa privada y, específicamente en la producción de electricidad, la forma de trabajo de las distintas ursinas generadoras, que funcionaban como “islas” en el territorio, sin estar interceptadas entre sí.

En la década de 1910 comienza el periodo que llamamos consolidación del modelo estatal; en esta etapa el estado mediante las empresas públicas monopólicas es quien va a impulsar el desarrollo energético del país. En este periodo se culmina la transición energética, así como el cambio del carbón al petróleo como principal fuente de energía, del cual la matriz energética del país va a tener una gran dependencia. En lo relativo a la producción de electricidad, se consolida el Sistema Interconectado Nacional, de carácter hidro-térmico, con represas hidroeléctricas en el Río Negro y generación térmica en Montevideo, concentrado en pocas unidades interconectadas entre sí.

El cuarto periodo va a comenzar a finales de la década de 1960, el mismo va a estar caracterizado por el progresivo retroceso de la intervención del estado en relación con la temática energética. Se eliminará el monopolio de UTE y se buscará atraer, sin mayor éxito, inversiones privadas al sector, llegando a dejar en manos del mercado el liderazgo en materia energética. El fuerte impacto de la crisis del petróleo en el Uruguay lleva a la explotación de todo el potencial hidroeléctrico de gran porte del país. El sistema interconectado continua con el mismo esquema de distribución territorial, pocas unidades interconectadas entre sí, represas hidroeléctricas en los ríos Uruguay y Negro, y generación térmica en Montevideo, pero con esta última como respaldo.

En los estudios relacionados con la Política Energética 2005-2030, se identifican los principales problemas a resolver, como el excesivo peso del petróleo en la matriz energética, la falta de inversiones en la infraestructura para la generación eléctrica y la debilidad de la matriz eléctrica frente a los años con sequía. Los mismos establecen claramente la necesidad de una política energética de carácter estratégico, liderada por el estado, con el objetivo principal de impulsar el desarrollo nacional, incorporando energías renovables y autóctonas, destacando la preocupación por la eficiencia energética, la equidad con relación al acceso a la energía y el cuidado del medio ambiente.

La búsqueda de alternativas para incorporar nuevas fuentes de energía, en particular en lo relativo a la generación de electricidad, incluyó la mayor cantidad de opciones posibles para evaluar la factibilidad de su empleo en el país.

Los estudios vinculados a la energía eólica se destacan por su número, antecedentes en el país y el abordaje de problemáticas específicas, los mismos no pueden desvincularse de la exitosa implantación de esta energía en la matriz eléctrica de nuestro país.

A partir de los cambios en la Matriz Eléctrica entre los años 2005-2018 se configuró un sistema de generación de electricidad distribuida en el territorio. Las centrales hidroeléctricas continuaron siendo las mismas por lo que su distribución territorial no varió, ubicadas en el Río Negro y en el Río Uruguay. La generación con combustibles fósiles tampoco varió, esencialmente, su distribución en el territorio, encontrándose concentrada en el área metropolitana de Montevideo. En relación a la generación a partir de biomasa, su distribución territorial está estrechamente ligada a la actividad de donde proviene la fuente de energía; estas centrales se encuentran distribuidas por todo el país, pero solo se concentran en la zona de Tacuarembó-Rivera en relación con el complejo maderero forestal. En cuanto a la generación con energía eólica, si bien es factible de explotar en todo el territorio el aprovechamiento es mayor en el sur del país y en zonas elevadas como las cuchillas, los parques eólicos se concentran en estas áreas. La generación solar fotovoltaica se encuentra concentrada en el litoral oeste del país, si bien la mayor radiación solar no solo se registra hacia el oeste sino también en el norte del territorio nacional.

La estrategia de producción de electricidad se modificó, utilizándose como energía de base la eólica, la solar fotovoltaica y biomasa, siempre considerando las unidades pertenecientes a UTE o de emprendimientos que tengan contrato de venta de energía con la misma. La energía hidroeléctrica asume las variaciones de la demanda, la generación con combustibles fósiles se emplea en picos de consumo si no hay suficiente agua en las represas y eventualmente, si es necesario se puede importar electricidad.

Con el desarrollo del nuevo esquema de generación distribuida, se puede considerar que todo el territorio está incorporado en el mismo, ya que es factible producir electricidad en cualquier parte del mismo. También se potenció el uso de fuentes de energías autóctonas y renovables, generando más del 90 % de la electricidad a partir

de las mismas, fortaleciendo la soberanía energética y disminuyendo la emisión de gases de efecto invernadero. Además, en este proceso se concretaron importantes inversiones en infraestructura y se desarrollaron nuevas capacidades técnicas.

Es de destacar la necesidad de estudiar a escala local y regional, los impactos sociales, económicos y ambientales del nuevo esquema de generación, que exceden las posibilidades de la presente investigación.

En el mismo sentido creemos sumamente interesante la posibilidad de desarrollar estudios con el objetivo de definir las mejores zonas para el emplazamiento en el futuro de plantas solares fotovoltaicas. Hoy en día las centrales fotovoltaicas se están concentradas en el litoral oeste del norte del país, encontrándose vacías de las mismas buena parte de las zonas con mayor irradiancia solar del territorio nacional. Las zonas se podrían seleccionar tomando en cuenta la posibilidad de emplear suelos con baja rentabilidad, como ocurre frecuentemente en la "cuesta basáltica", cuyas laderas estén mejor orientadas para recibir la radiación solar y por la cercanía a líneas de transmisión que conecten con el resto de la red, por ejemplo.

Esperamos humildemente que esta investigación contribuya al desarrollo de la Geografía de la Energía en el Uruguay.



# Bibliografía

---

- Análisis de componente nacional e impacto económico y social que surge de la generación de energía eléctrica a partir de las siguientes fuentes: solar fotovoltaica, biomasa, eólica y gas natural en centrales de ciclo combinado. Cuarto informe: biomasa. (2015) KPMG y SEG Ingeniería. Uruguay.
- Análisis de componente nacional e impacto económico y social que surge de la generación de energía eléctrica a partir de las siguientes fuentes: solar fotovoltaica, biomasa, eólica y gas natural en centrales de ciclo combinado. Primer informe: ciclo combinado en base a gas natural. (2015) KPMG y SEG Ingeniería. Uruguay.
- Análisis de componente nacional e impacto económico y social que surge de la generación de energía eléctrica a partir de las siguientes fuentes: solar fotovoltaica, biomasa, eólica y gas natural en centrales de ciclo combinado. Resumen ejecutivo. (2015) KPMG y SEG Ingeniería. Uruguay.
- Análisis de componente nacional e impacto económico y social que surge de la generación de energía eléctrica a partir de las siguientes fuentes: solar fotovoltaica, biomasa, eólica y gas natural en centrales de ciclo combinado. Segundo informe: energía solar fotovoltaica. (2015) KPMG y SEG Ingeniería. Uruguay.
- Análisis de componente nacional e impacto económico y social que surge de la generación de energía eléctrica a partir de las siguientes fuentes: solar fotovoltaica, biomasa, eólica y gas natural en centrales de ciclo combinado. Tercer informe: energía eólica. (2015) KPMG y SEG Ingeniería. Uruguay.
- Análisis de rentabilidad para parques eólicos en Uruguay (2011) Dirección Nacional de Energía, Ministerio de Industria, Energía y Minería, Uruguay.
- Análisis para la eventual puesta en marcha de un programa nuclear para generación eléctrica en Uruguay (2008) Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear - Ministerio de Industria, Energía y Minería. Uruguay.
- Balance Energético 2017. Serie histórica 1965-2017. (2018) Dirección Nacional de Energía - Ministerio de Industria, Energía y Minería. Uruguay.
- Balance Energético 2018. Serie histórica 1965-2018. (2019) Dirección Nacional de Energía - Ministerio de Industria, Energía y Minería. Uruguay.
- Barrán P., Nahum B. (1984) El problema nacional y el Estado: un marco histórico. En Autores Varios. La crisis uruguaya y el problema nacional. Cinve Ediciones de la Banda Oriental, Montevideo.
- Bertoni R. (2011) Energía y desarrollo. La restricción energética en Uruguay como problema (1882-2000). Universidad de la República, Uruguay.
- Bertoni R. et al. (2010) La Matriz Energética: una construcción social. Universidad de la República, Uruguay.
- Bertoni R., Messina P., Bertola L. (2018) La "revolución eólica" en el Uruguay. En Autores Varios. Políticas de Desarrollo Productivo en Uruguay. Ed. OIT Américas

- Bertoni R., Román C. (2013). Auge y ocaso del carbón mineral en Uruguay. Un análisis histórico desde fines del siglo XIX hasta la actualidad. En: Revista de Historia Económica, 31, pp 459-497.
- Cataldo J. (2007) Estimación del potencial eólico en Uruguay y perspectivas de estudios a realizar. Presentado en Energía Eólica en Uruguay: Logros y desafíos, Montevideo, Uruguay, 5 de junio de 2007.
- Cataldo J., Nunes V. (2006) Aplicación de la modelación física en la evaluación del potencial eólico para la instalación de parques eólicos en zonas de topografía compleja. En: Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 10, pp 47-53.
- Cataldo J., Nunes V., et al. (2005) Propuesta de programa sobre energía eólica en el Uruguay. Informe: Análisis de los sitios donde instalar un parque eólico de 10MW. Convenio MIEM – Universidad de la República, Uruguay.
- Evaluación de Energía Eólica: Análisis de Situación y Aspectos Asociados a la Introducción de Mayor Potencia, 200 MW (2006) Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear, Ministerio de Industria, Energía y Minería, Uruguay.
- Fernández J. (1967) Historias del viejo montevideo. Ed. Arca. Montevideo.
- Furlán A. (2010) La reinención de la geografía de la electricidad en el contexto de la transición energética contemporánea. Contribuciones a partir del caso de estudio de la costa atlántica bonaerense. Presentado en III Jornadas del Doctorado en Geografía. Desafíos teóricos y compromiso social en la Argentina de hoy, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina, 29 y 30 de septiembre de 2010.
- Furlán A. (2017) La transición energética en la matriz eléctrica argentina (1950-2014). Cambio técnico y configuración espacial. En: Revista Universitaria de Geografía, Vol. 26, N°1, pp 97-133.
- Generación de energía eléctrica a partir de la biomasa en Uruguay. La dendroenergía (2006) Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear - Ministerio de Industria, Energía y Minería. Uruguay.
- Herrero D., Baraja E. (2017) El estudio geográfico de la energía: una aproximación histórica al estado de la cuestión. En: Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, N° 74, pp 229-250.
- <https://portal.ute.com.uy/>
- <https://www.ecured.cu>
- <https://www.fing.edu.uy/if/solar/>
- <https://www.fing.edu.uy/noticias/area-de-comunicaci%C3%B3n/pioneros-en-el-estudio-de-la-ener%C3%ADa-e%C3%B3lica>
- <https://www.fing.edu.uy/sites/default/files/2011/3748/mapa-eolico.pdf>
- <https://www.miem.gub.uy/energia>
- Informe Anual 2017. Administración del mercado eléctrico (2018) <http://www.adme.com.uy>
- Informe de estudio: Carbón mineral para generación eléctrica (2006) Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear - Ministerio de Industria, Energía y Minería. Uruguay.



- Informe: Medio Ambiente y Energía en Uruguay. Aspectos de la temática energética desde una visión ambiental. MIEM <https://www.miem.gub.uy/energia/informe-medio-ambiente-y-energia-en-uruguay>
- Jacob R. (2016) El proceso económico. En Autores Varios. Uruguay. Reforma social y democracia de partidos. Tomo II-1880/1930. Editorial Planeta, Montevideo.
- Kinder H., Helgemann W., Hergt M. (2007) Atlas Histórico Mundial. 22ª ed. Ediciones Akal S.A. Madrid.
- Lineamientos de Estrategia Energética (2006) Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear - Ministerio de Industria, Energía y Minería. Uruguay.
- Mapas energéticos. Abril 2017. Dirección Nacional de Energía. Planificación, estadística y balance. (2017) Dirección Nacional de Energía, Ministerio de Industria, Energía y Minería, Uruguay.
- Martínez M. (2010). Historia de la producción del carburante nacional en Uruguay. En: Lull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas, Vol. 33, Nº 72, pp 289-314.
- Melendi D. Energía. En: Autores Varios. Breve Enciclopedia del Ambiente. <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/Energ.htm>
- Méndez R. (2008) Informe final de la consultoría sobre energía en el marco del Plan Estratégico Nacional en Ciencia Tecnología e Innovación. Ed. PENCTI Montevideo.
- Méndez Vives E. (2011) Historia uruguaya 7. El Uruguay de la modernización. Ediciones de la Banda Oriental, Montevideo.
- Nahum B. (2015) Manual de historia nacional 1830-1903 Tomo I. ed. Ediciones de la Banda Oriental. Montevideo.
- Nahum B. (2017) Manual de historia nacional 1903-2010 Tomo II. 23ª ed. Ediciones de la Banda Oriental. Montevideo.
- Nahum B. et al. (2006) Lo que nos mueve es todo un país 1931-2006. Editado por Ancap, Uruguay.
- Nahum B. et al. (2014) Una historia de la energía eléctrica en Uruguay 1886-2012. Editado por Cátedra y Área de investigación de Historia Económica y de Administración de Universidad de la República, Uruguay.
- Nunes V. y González E. (2007) Aspectos ambientales de las explotaciones eólicas. Presentado en Energía Eólica en Uruguay: Logros y desafíos, Montevideo, Uruguay, 5 de junio de 2007.
- Política Energética 2005-2030 (2008) Dirección Nacional de Energía - Ministerio de Industria, Energía y Minería. Uruguay.
- Rubio M. y Bertoni R. editores (2008) Energía y desarrollo en el largo siglo XX. Uruguay en el marco latinoamericano. Facultad de Ciencias Sociales- Universidad de la Republica Montevideo, Uruguay, Universidad Pompeu-Fabra Barcelona, España.
- Oliveras J., Samitier I. y Saladié O. (2010) Desenvolupament sostenible 1ª ed. Publicacions Universitat Rovira i Virgili, España.
- Santos M. (2000) La Naturaleza del espacio. Técnica y tiempo. Razón y

emoción. 1<sup>era</sup> ed. Editorial Ariel S.A. Barcelona.

- Sector Energético en Uruguay, diagnóstico y perspectivas (2005) Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear - Ministerio de Industria, Energía y Minería. Uruguay.
- Serway R. (1997) Física. Tomo I. 4<sup>ta</sup> ed. McGraw-Hill Interamericana Editores. México, D.F.
- Tayler Miller G. Jr. (1994) Ecología y Medio Ambiente. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D.F.
- UTE 1912-1962 Uruguay (1962). Editado por UTE, Uruguay.
- Yaffé J. (2000) Política y economía en la modernización: Uruguay 1876-1933. Presentado en las Primeras Jornadas de Historia Regional Comparada, 23 al 25 de agosto de 2000. Porto Alegre – Brasil.
- Yaffé J. (2016) El proceso económico. En Autores Varios. Uruguay. En busca del desarrollo entre el autoritarismo y la democracia. Tomo III-1930/2010. Editorial Planeta, Montevideo.

# Índice de figuras

---

*Figura 2. 1: Evolución del consumo energético mundial según fuente de energía (pág. 7)*

*Figura 2.2 Balance Energético Nacional (pág. 10)*

*Figura 2.3: Diagrama de flujo 2018 (pág. 11)*

*Figura 3. 1 Localidades con servicio público de electricidad en 1912 y represa de Cuñapirú (pág. 17)*

*Figura 3. 2 Uruguay. Consumo de energía primaria 1882-2000 (pág. 20)*

*Figura 3. 3 Transición energética. Del carbón al petróleo 1882-1960 (pág. 22)*

*Figura 5. 1: Centrales de Generación por Potencia Instalada (2004) (pág. 37)*

*Figura 5. 2: Variación anual de la potencia instalada (MW) (pág. 43)*

*Figura 5. 3: Distribución en el territorio de la generación eléctrica según la tecnología empleada (pág. 44)*

*Figura 5. 4: Represas de generación hidroeléctrica (pág. 45)*

*Figura 5. 5: Generación de energía a partir de combustibles fósiles (pág. 46)*

*Figura 5. 6: Plantas de generación con biomasa (pág. 48)*

*Figura 5. 7: Mapa eólico del Uruguay (pág. 49)*

*Figura 5. 8: Localización de los parques eólicos (pág. 50)*

*Figura 5. 9: Mapa Solar del Uruguay (pág. 52)*

*Figura 5. 10: Localización de los parques fotovoltaicos (pág. 53)*

*Figura 5. 11: Mapa de las redes de transmisión eléctrica (pág. 54)*

*Figura 5. 12: Mapa de las regiones de generación eléctrica (pág. 56)*

*Figura 5. 13: Potencia instalada en relación con el tipo de generación (2017) (pág. 58)*

*Figura 5. 14: Potencia instalada por región (pág. 61)*

*Figura 5. 15: Generación eléctrica en 2017 por región (pág. 62)*

*Figura 5. 16: Generación eléctrica por departamento en 2004 (pág. 62)*

*Figura 5. 17: Generación eléctrica por departamento en 2017 (pág. 63)*

*Figura 5. 18: Mapa de generación eléctrica 2004 (pág. 64)*

*Figura 5. 19: Mapa de generación eléctrica 2017 (pág. 65)*

*Figura 5. 20: Factor de emisión de CO<sub>2</sub> del SIN (pág. 66)*