



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

## UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA - FACULTAD DE INGENIERIA - INTENDENCIA DEPARTAMENTAL DE MALDONADO

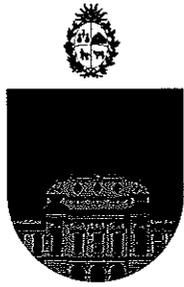
### Actividad Específica Zonificación eólica del Departamento de Maldonado

En la ciudad de Maldonado, a los doce días del mes de setiembre del año dos mil once, **POR UNA PARTE:** la Intendencia Departamental de Maldonado, en adelante IDM, representada por el Intendente Municipal, Señor Oscar De los Santos, y **POR OTRA PARTE:** la Universidad de la República, en adelante UdelaR, representada pro su Rector, Dr. Rodrigo Arocena, convienen lo siguiente:

#### **Introducción**

En Uruguay se ha venido registrando, en los últimos 20 años, un crecimiento en el consumo de energía total del 2.4% promedio anual y de 3.9% promedio anual de energía eléctrica. Si se consideran los últimos cinco años estos promedios medios anuales resultan de 7.1% y 5.4%, respectivamente. Si se compararan los consumos del 2007 y 2008, último registro del balance energético nacional, el crecimiento en el consumo de energía fue de 18% y el de energía eléctrica de 9%.

Si la atención se centrara en la energía eléctrica, para satisfacer el consumo de dicho energético que resulta del orden de 9000GWh por año se cuentan básicamente con tres alternativas que serían la producción en las centrales hidroeléctricas, la producción en las centrales termoeléctricas y la importación de energía. En los últimos cinco años la producción anual promedio de energía eléctrica en las centrales hidroeléctricas resultó muy próximo al consumo anual promedio de dicho energético, pero debido a que el consumo y la producción no está correlacionadas, se debió recurrir no sólo a la producción de energía eléctrica en centrales termoeléctricas sino también a la compra de energía eléctrica en el exterior. Si se analiza un año de estío esta situación se agudiza. A modo de ejemplo, en el año 2008 la energía eléctrica generada en las usinas hidráulicas resultó del orden del 70% de lo consumido. Es de destacar que esta situación resulta más crítica con el pasar de los años pues, como ya se señaló antes, el consumo de energía eléctrica resulta francamente creciente en tanto que el recurso hidráulico, recurso energético autóctono y renovable se ha explotado en casi su totalidad restando el uso de micro a pequeñas centrales hidroeléctricas.



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

La alternativa de generación de energía termoeléctrica en base a combustibles fósiles tiene como elementos negativos un precio mayor de generación, un costo ambiental importante, asociado a las emisiones atmosféricas, y un crecimiento en la dependencia energética y la creciente vulnerabilidad del sistema frente a cambios externos. La importación de energía eléctrica tiene como elemento incremental el costo pudiendo llegar a ser francamente mayor a un orden de magnitud por encima del costo que tiene generar con las centrales hidroeléctricas.

Frente a esta situación el gobierno, a través del Ministerio de Industria, Energía y Minería ha venido desarrollando una política de inclusión de las energías renovables no convencionales con el objeto de robustecer el sistema y bajar su vulnerabilidad.

Entre estas fuentes de energía primaria, destacando su carácter de autóctonas y de sostenibles, merecen ser destacadas la energía eólica y la biomasa. Sería posible lograr una instalación de sistemas basados en estas fuentes primarias, con potencias nominales del orden de la potencia instalada en energía hidráulica.

En el marco de un acuerdo firmado entre el Ministerio de Industria, Energía y Minería y la Universidad de la República se viene confeccionando el Mapa Eólico, del cual una primera versión está disponible públicamente. Este resultado ilustra a su lector sobre los lugares del territorio nacional donde se dispone del mayor recurso y, por lo tanto, que viabilizaría la instalación de parques eólicos. En particular merece un especial destaque el Departamento de Maldonado, zona que resultaría de las más favorables del Uruguay para la explotación de tal recurso energético.

La forma de explotar el recurso eólico es a través de los denominados parques eólicos que son agrupaciones de aerogeneradores cuyo ordenamiento en planta depende fuertemente de las características del terreno donde se implantan. El terreno efectivamente ocupado se reduce a la base de las torres, las playas de maniobras y los caminos de acceso, cuya suma es menor a *media hectárea por aerogenerador*.

Estas agrupaciones de aerogeneradores pueden ser visualizadas desde diversas posiciones sin pasar inadvertidas aunque este aspecto se ha tenido con particular cuenta a los efectos de diseñar los equipos y seleccionar la forma de pintado, los colores e iluminación. Asimismo, se ha tenido especial interés en minimizar la interacción con las aves.

Estos aspectos imponen a los gobiernos departamentales en la difícil instancia de evaluar la forma en la cual ordenar la utilización del territorio departamental, tarea que se les ha encomendado en la recientemente aprobada Ley de Ordenamiento Territorial.



## **Objetivos**

### *Objetivo General*

Contribuir a la planificación territorial del Departamento de Maldonado, aportando elementos para una zonificación racional orientada a la instalación de parques eólicos.

### *Objetivos específicos*

Contribuir a determinar los sitios más adecuados para la instalación de parque eólicos en el Departamento de Maldonado, considerando aspectos técnicos, ambientales y de utilización territorio.

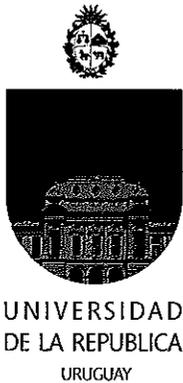
## **Actividades**

**1 – Revisión de antecedentes, criterios y normativas internacionales.** Se realizará una revisión de los antecedentes de trabajos de ordenamiento de territorio que consideren la utilización del mismo para la instalación de parque eólicos, así como se revisarán criterios y normativas internacionales para la ubicación de los mismos.

**2 – Identificación de variables significativas.** Se busca caracterizar los factores que resultarían relevantes a los efectos de localizar parques eólicos. En este punto se considerarán no sólo las características de los aerogeneradores que actualmente son instalados, sino también las tendencias tecnológicas futuras.

**3 – Caracterización de restricciones.** Para los diferentes factores identificados, se analizará la forma en la cual cada uno de ellos podría condicionar o restringir la instalación de parques eólicos. Éstos se agruparían en tres categorías: factores que generan exclusión técnica (los que imposibilitan hacer uso del recurso eólico, como la turbulencia); factores que generan exclusión ambiental o que conducen a dificultades extraordinarias para la construcción/implementación (por ejemplo: rutas de aves migratorias o baja capacidad portante del suelo); y factores que, sin estar comprendidos en ninguna de las categorías anteriores, pueden generar impactos ambientales adversos que podrían ser significativos (por ejemplo, niveles sonoros ambientales, paisaje, valor de la tierra, entre otros). Asimismo, se seleccionarán variables significativas para describir los factores potencialmente condicionantes y se evaluarán umbrales o intervalos en los cuales las valoraciones de estas variables deberían permanecer a los efectos de aceptar la instalación de parques eólicos.

**4 – Propuesta de criterios.** Se cartografiarán las variables seleccionadas en base a información disponible para el Departamento de Maldonado y se determinarán “zonas de exclusión técnica” desde el punto de vista del funcionamiento de los aerogeneradores (por



ejemplo, zonas de turbulencia o presencia de obstáculos de gran porte, como los topográficos). Descartadas estas zonas, se identificarán aquellas en que el segundo grupo de factores está en su rango de exclusión; estas zonas se dejarán indicadas claramente, pero de todos modos se cartografiará en ellas el comportamiento de otros factores ambientales, como los de la tercera categoría. Serán zonas que en principio no se considerarán para la realización de análisis más detallados. Para el resto del territorio departamental, se identificarán las zonas en que cada una de los factores de estos dos primeros grupos está dentro de sus intervalos de viabilidad, y cuando se superpongan esas zonas para más de una variable, se analizará la sinergia o interferencia entre las diferentes variables de acuerdo con sus valores. Se obtendrá un conjunto de áreas con diferente capacidad de acogida para la instalación de parques eólicos, y se propondrá un criterio a seguir a los efectos de jerarquizar esas áreas de acuerdo con su aptitud para la instalación de parques eólicos.

#### **5. Identificación y propuesta de oportunidades y obligaciones.**

Se identificarán obligaciones y oportunidades tanto para los propietarios de los terrenos que resulten de alta prioridad para la instalación de parques eólicos, como para los propietarios de los terrenos cercanos y limítrofes a terrenos donde se instalarán aerogeneradores.

Asimismo, se identificarán las oportunidades de incorporar actividades económicas complementarias a desarrollar en los predios destinados a la generación de energía eólica como a los cercanos a los mismos, así como actividades vinculadas a los proyectos de generación de energía eólica que aumenten la actividad económica y la mano de obra en el resto del Departamento.

**6. Identificación de zonas preferenciales.** A partir de los resultados obtenidos en los puntos anteriores, se incorporará en la cartografía las restricciones que deriven explícitamente de la normativa nacional y las ordenanzas municipales vigentes. Se incluirán asimismo los usos actuales del suelo y los permisos (de edificación, instalación de emprendimientos o infraestructuras) ya concedidos tanto por la IDM como por el Gobierno Central.

**7 – Propuesta primaria de zonificación.** Para aquellas áreas que hasta el momento se mantengan como preferenciales, se incorporarán en la cartografía los valores de las variables representativas de los factores ambientales del tercer grupo y las posibles restricciones que impondrían. Se obtendrá así un mapa en que se identificarán zonas con diferente grado de énfasis para la instalación de parques eólicos, así como zonas que podrían ameritar un análisis con mayor nivel de detalle.

**8 - Estudios complementarios.** En aquellas zonas en que se haya identificado su necesidad, se realizará estudios con mayor nivel de detalle, en base a información preexistente no incorporada antes o de nueva información proporcionada por o a través de la IDM. En lo



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

referente a niveles sonoros, se afinará la predicción de niveles sonoros y sus posibles consecuencias con herramientas más potentes a desarrollar por el IMFIA.

**9 – Participación en instancias de integración.** Se participará en todas las instancias de discusión y análisis que la IDM citará, así como en los casos que se solicite presentar los resultados del análisis que se haya elaborada en las actividades 1 a 7.

### **Metodología de trabajo**

A los efectos de identificar los factores relevantes a los efectos de establecer una zonificación territorial orientada a la explotación de energía eólica, se revisará el estado del arte en el tema consultando la bibliografía especializada. En base a la información obtenida se elaborará un primer listado proponiendo los posibles factores de interés, así como las variables representativas a través de las cuales tratar el problema.

En este primer análisis se incorporarán los siguientes aspectos:

1. Carta del Departamento de Maldonado con la información que usualmente proporcionan las cartas del Servicio Geográfico Militar (orografía, hidrografía, zonas bañadas, cursos de agua no permanentes, caminería jerarquizada según tipo de pavimento, vías férreas, centros poblados jerarquizados según número de habitantes, viviendas aisladas o caseríos, canteras, aeródromos o aeropuertos, líneas de alta tensión y demás).
2. Delimitación de áreas urbanas, suburbanas y rurales. Parcelario de las zonas rurales y suburbanas (no necesariamente con el número de cada padrón pero sí con sus límites).
3. Restricciones derivadas de la normativa, como delimitación de álveos, faja non edificandi vinculada a líneas de AT, rutas, caminos y vías férreas; curvas correspondientes a las cotas de máxima creciente conocida; faja costera; servidumbres ya establecidas; entre otras.
4. Velocidad del viento a 90 m sobre el suelo.
5. Zonas de turbulencia que impedirían el funcionamiento correcto o eficiente de AG.
6. Geología, hidrogeología, aptitud geotécnica.
7. Ecosistemas básicos, áreas ecológicamente significativas AES, exclusiones o restricciones derivadas de las recomendaciones de manejo de las AES.
8. Valores prehistóricos, históricos e identitarios. Sitios de interés arqueológico. Sitios patrimoniales.



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

9. Potencia máxima instalable en función del tipo de generador y de la separación entre mástiles. Factores de capacidad esperables.
10. Usos actuales del suelo. Permisos (de construcción, de explotación, ambientales, etc.) ya concedidos por la Comuna, las Alcaldías o el Gobierno Central.
11. Equipamiento existente, como comisarías, estaciones de AFE, centros de enseñanza, centros de atención a la salud, emprendimientos turísticos y demás.
12. Tipo de suelos, índice CONEAT, áreas mineras con permiso –de algún nivel– concedido por DINAMIGE (canteras o minas en explotación o ya identificadas).
13. Áreas de preservación o de conservación paisajística. Áreas que admiten la creación de nuevos paisajes.
14. Precio de la tierra y su evolución, considerando –en forma relativa– su aforo vigente y los aforos correspondientes a los años 2000 y 1990.
15. Densidad de población permanente. Ocupación máxima previsible en temporada.
16. Delimitación de áreas pasibles de sufrir, a causa del funcionamiento de AG próximos, una modificación significativa en sus niveles sonoros continuos equivalentes expresados en escala de ponderación frecuencial “A” y en sus componentes en bajas frecuencias (20 Hz a 100 Hz). Estas áreas se delimitarán a partir de métodos de cálculo convencionales, sin implicar desarrollos específicos al respecto.

Se participará los talleres que el equipo de Ordenamiento Territorial de la IDM organice y en los cuales asistirán otros actores que éste considere clave, a los efectos de tener una retroalimentación acerca de la propuesta realizada que permita definir una zonificación primaria para priorizar la instalación de parques eólicos.

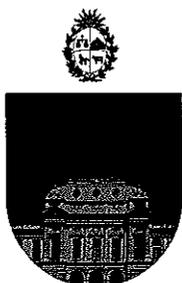
### **Plazos**

Para la realización de las actividades 1 a 7 se estima un plazo de seis meses.

Las actividades 8 y 9 se realizarán durante el tiempo que la IDM destine para la realización de los Talleres y reuniones de discusión y análisis.

### **Precio y forma de pago**

El costo de las actividades asciende a la suma de \$855.000, que la Intendencia de Maldonado abonará a la UdelaR, Facultad de Ingeniería, de la siguiente forma:



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

Un pago inicial del 30%, una segunda entrega del 40% al finalizar la actividad 7, y 30% una vez finalizados los talleres y no más allá de un plazo de 12 meses a partir del inicio de esta actividad específica.

### Rescisión

El presente Convenio podrá ser rescindido por cualquiera de las partes dando aviso previo a la otra con treinta días de antelación. Las actividades específicas en curso en el momento de la rescisión continuarán hasta la finalización de las mismas.

Para constancia se firman dos ejemplares en el lugar y fecha arriba indicados.

Dr. Rodrigo Arocena  
Rector  
UdelaR

Oscar De los Santos  
Intendente  
Intendencia Maldonado

La Intendencia Departamental de Maldonado lo otorga y firma  
el diecisiete de noviembre de 2011 .-

Mtro. GUSTAVO SALABERRY  
SECRETARIO GENERAL

OSCAR DE LOS SANTOS  
INTENDENTE DEPARTAMENTAL DE MALDONADO