

# *Ponderación de los Impactos Ambientales Generados por la Instalación de un Parque Eólico*

María C. Gareis<sup>(1)</sup> y Rosana F. Ferraro<sup>(2)</sup>

<sup>(1)(2)</sup> Centro de Investigaciones Ambientales Facultad de Arquitectura Urbanismo y Desarrollo – Universidad Nacional de Mar del Plata – Funes 3350 – 7600 - Mar del Plata – Argentina.

<sup>(1)</sup> cecilia\_gareis@hotmail.com

**Resumen** - En los últimos años la energía eólica ha experimentado un fuerte crecimiento que se ha visto reflejado en el incremento de parques eólicos instalados en diferentes lugares del mundo.

No obstante los beneficios asociados a la generación de energía a partir del viento, es necesario el estudio y análisis de los impactos ambientales potenciales, producto de la instalación y operación de los mismos.

El presente trabajo tiene por objetivo identificar y ponderar los potenciales impactos ambientales generados por la instalación de un parque eólico en la localidad de Necochea, provincia de Buenos Aires. Se aplicó una metodología de evaluación de impacto ambiental que permitió identificar los elementos del ambiente susceptibles de ser impactados tanto en la etapa construcción como de funcionamiento y se ponderaron los impactos en términos cualitativos y cuantitativos.

Como resultado de la aplicación de la metodología se pudieron detectar y ponderar 99 impactos en total. Ochenta y tres son impactos negativos, de los cuales 46 de ellos son de carácter negativo bajo, 20 negativo medio, 16 negativo alto y 1 negativo crítico. La mayoría se generarán en la etapa de construcción afectando principalmente al subsistema físico-natural. En lo que respecta a los impactos positivos se detectaron y ponderaron 16, de los cuales 10 son de carácter positivo bajo, 2 positivo medio y 4 positivo alto. No se detectaron en este caso impactos positivos críticos. Todos los impactos positivos se darán en el subsistema socioeconómico y la mayoría en la etapa de funcionamiento del parque.

**Palabras claves:** Energía eólica – Parque eólico – Impacto ambiental

## **Weighting of Environmental Impacts Caused by the Installation of a Wind Farm**

**Abstract** - In recent years, wind energy has experienced strong growth has been reflected in the increase of wind farms installed in different parts of the world.

Despite the benefits associated with energy generation from wind is necessary to study and analyze the potential environmental impacts, product installation and operation thereof.

This paper aims to identify and assess the potential environmental impacts created by the installation of a wind farm in the town of Necochea, Buenos Aires. Methodology was applied environmental impact assessment, which identified the elements of the environment likely to be impacted in both the construction and operation stage and weighted impacts in qualitative and quantitative.

As a result of the application of the methodology is able to detect and weigh a total of 99 impacts. Eighty-three are negative impacts, of which 46 of them are of a low negative, 20 negative average of 16 high and 1 negative critical. Most are generated in the construction phase mainly affecting the physical and natural subsystem. Regarding the positive impacts were identified and weighed 16, 10 of which are of a low positive, medium positive 2 and 4 high positive, there were no positive impacts on this critical case.

All the positive impacts will occur in the socioeconomic subsystem and a majority in the operational phase of the park.

**Keywords:** Wind energy - Wind Farm - Environmental Impact

## INTRODUCCIÓN

La importancia del desarrollo de tecnologías que permitan utilizar recursos naturales renovables radica en la necesidad de diversificar las matrices energéticas de todos los países, en primer término porque los combustibles fósiles son recursos no renovables y sus reservas se encuentran en constante retroceso, hecho que genera inestabilidad al depender de una única fuente de energía; y en segundo término, aunque no de menor importancia, su combustión libera grandes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Entre los usos de fuentes alternativas, se enfatizan los aspectos positivos asociados al aprovechamiento del recurso eólico, entre los que se destaca el hecho de ser una fuente inagotable y abundante; que la producción de energía proveniente del mismo no emite gases contaminantes ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NOX}$ ,  $\text{SO}_4$ ) ni material particulado a la atmósfera durante la etapa de funcionamiento; que el consumo de agua por kWh generado es mucho menor que el consumido por otras fuentes; asimismo, utiliza muy poca superficie de terreno en relación a otras fuentes, ya que ocupa entre el 1% y el 5% de la superficie del mismo; puede complementarse con las actividades agrícola-ganaderas; emplea mano de obra calificada; estimula el desarrollo en zonas rurales y adicionalmente puede generar retribuciones económicas a los Municipios en concepto de impuestos, concesión de licencias municipales y alquiler de terrenos. (IDAE, 2006).

No obstante éstos beneficios, es necesario el estudio y análisis de los impactos ambientales potenciales, especialmente los negativos, producto de la instalación, operación y abandono de los parques eólicos.

Enmarcado en los conceptos de desarrollo sustentable, energía eólica e impacto ambiental, en el presente trabajo se identificaron y ponderaron los impactos ambientales que podrían producirse por la instalación de un parque eólico en la ciudad de Necochea, provincia de Buenos Aires.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo (síntesis de la Tesis de grado titulada “Evaluación de los impactos ambientales potenciales que podrían producirse por la instalación y funcionamiento de un Parque Eólico en la ciudad de Necochea”) de carácter prospectivo tomó como base para su desarrollo el contrato de concesión de uso (Expediente N°2224/08, 2008) en el cual se presentan las características del proyecto del parque eólico a instalarse en la ciudad de Necochea.

Se procedió a la recopilación de la documentación sobre el estado en el que se encontraban los acuerdos entre el Municipio de Necochea y la empresa y para ello se utilizó la información proveniente de la página oficial de la Municipalidad de Necochea, así como aquella provista por la Secretaría de Planeamiento y por la Dirección de Medio Ambiente. Luego, se realizó un análisis bibliográfico del que se obtuvo el estado del arte de las energías alternativas en el mundo, particularizando en la energía eólica; el impulso de su desarrollo tecnológico e incorporación a las matrices energéticas en Europa y Estados Unidos al igual que para Argentina. Finalmente, y cerrando la fase de recopilación y análisis de antecedentes, se analizaron aquellos estudios relacionados con la energía eólica en general y directamente con el tema de la tesis.

Para la identificación y ponderación de los impactos potenciales que generaría la instalación del parque eólico en la localidad de Necochea, se tomó como metodología de evaluación de impacto ambiental la desarrollada por Conesa Fdez - Vitora (1997) quien utiliza una tabla de doble entrada. Se disponen las acciones impactantes en columnas y en las filas los factores ambientales susceptibles de ser impactados.

La ponderación que recibió cada impacto ambiental identificado por el cruzamiento de las acciones del proyecto con los factores ambientales se obtuvo a partir de valores otorgados individualmente a cada uno de los criterios utilizados. Éstos fueron: la intensidad, la extensión, el momento, la persistencia, la reversibilidad, la sinergia, la acumulación el efecto, la periodicidad y la recuperabilidad. Finalmente, se analizaron en forma conjunta todos los impactos tanto positivos como negativos.

En síntesis, el estudio se realizó en dos fases:

- 1° recopilación y análisis de información,
- 2° identificación y ponderación de los impactos.

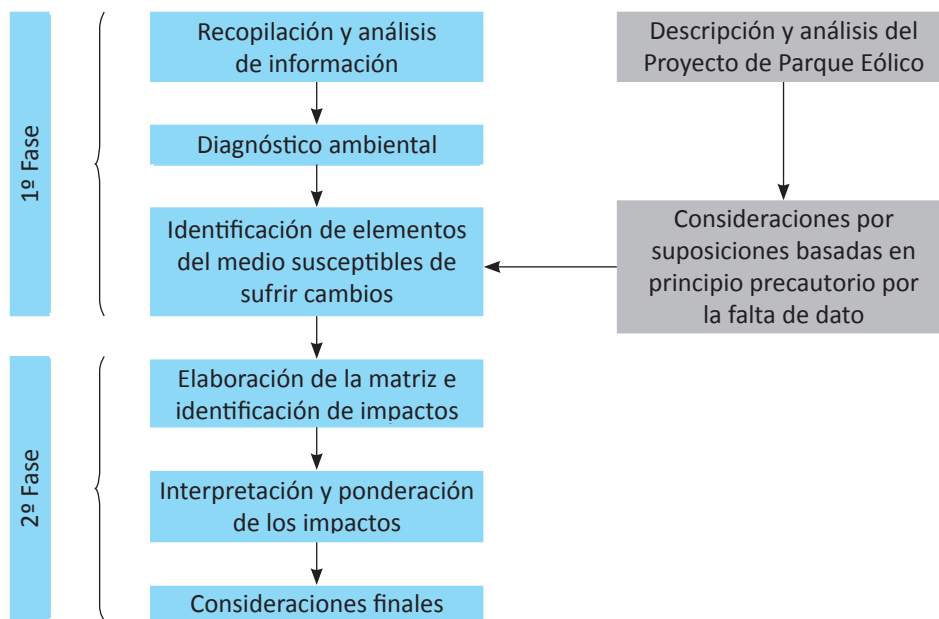


Fig. 1 - Diagrama metodológico. Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS

Como resultado de la aplicación de la metodología se alcanzaron los siguientes subproductos:

### **Descripción del proyecto del parque eólico**

En éste punto se presentó la localización del proyecto, su área de influencia (Fig. 2); las contraprestaciones económicas; otros usos posibles del predio; la descripción técnica y del modelo de aerogenerador a instalarse; la distribución que tendrán los aerogeneradores; la cantidad de energía eléctrica que se espera generen; las instalaciones complementarias; así como las acciones que se desarrollarán en la etapa de construcción, funcionamiento y abandono del parque eólico.

### **Diagnóstico ambiental del área de emplazamiento del parque eólico**

Se localizó geográficamente al partido de Necochea (Fig. 3); se describió el subsistema físico-natural, incluyéndose en el mismo tanto el medio inerte (aire, heliofanía y nubosidad, temperatura, nieblas y humedad del aire, precipitaciones, presión, viento en superficie, geología, geomorfología y edafología, recurso hídrico superficial y subterráneo), como el medio biológico (vegetación y fauna, con especial énfasis en la avifauna).

Asimismo, se analizó el subsistema socioeconómico, incluyéndose en el mismo al medio social (características de la población, educación, salud), al medio económico (actividades productivas) y al medio infraestructura (accesibilidad, servicio de agua, servicio de cloacas, servicio de electricidad y el servicio de gas).

Como resultado del diagnóstico se identificaron aquellos elementos o factores del ambiente que se verían potencialmente afectados.

En lo que respecta al aire, ellos son: el confort sonoro y la composición del mismo (gases y material particulado); en relación al suelo, la morfología y edafología; respecto del factor recursos hídricos superficiales, la escorrentía.

También se verían afectados los factores vegetación y fauna terrestre; así como la avifauna; el empleo; la economía, la infraestructura eléctrica y vial (caminos y tránsito) y el paisaje.

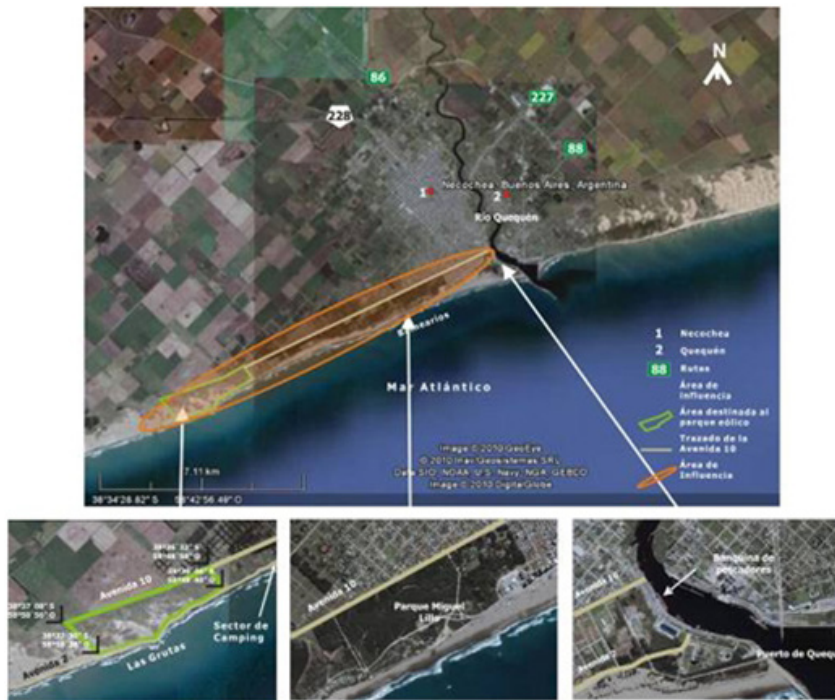


Fig. 2 - Ubicación geográfica del sitio de emplazamiento del parque en la localidad de Necochea. Fuente: Elaboración propia. En base a Google Earth

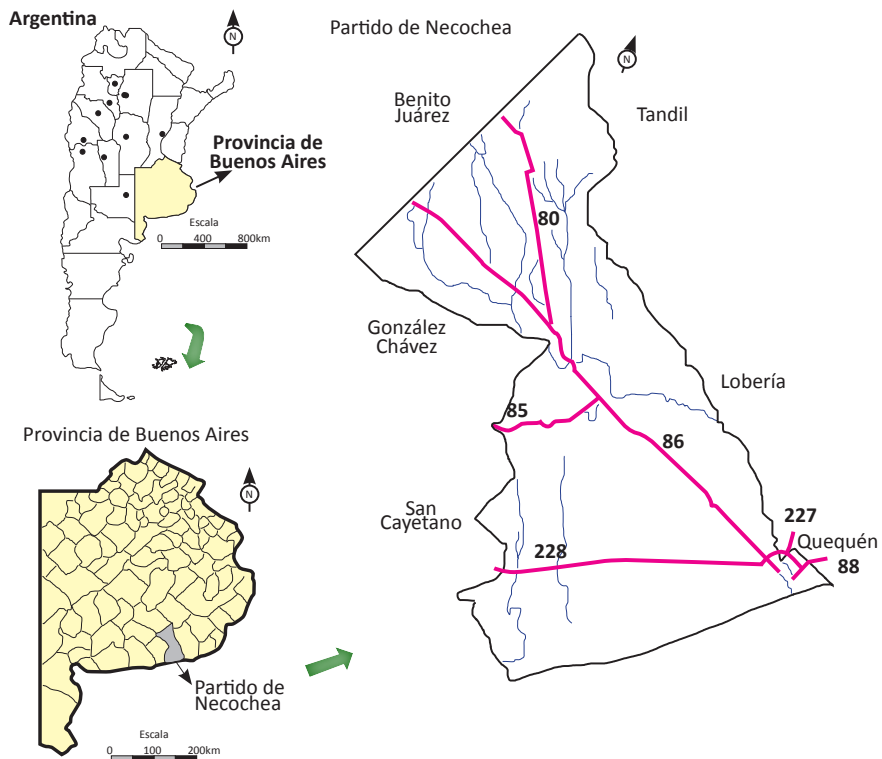


Fig. 3 - Ubicación geográfica del Partido de Necochea. Fuente: Elaboración propia. En base a cartas topográficas de IGM

**Identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales. Matriz de impacto**

A partir de la identificación de los factores ambientales susceptibles de ser impactados y de las acciones del proyecto impactantes, se elaboró la matriz de impacto ambiental identificándose los impactos ambientales potenciales.

Cada uno de los impactos detectados fue ponderado siguiendo los 11 criterios mencionados en la metodología, aplicándose posteriormente la fórmula de Importancia del Impacto propuesta por el autor citado:

$$I: \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] \tag{1}$$

Considerando que la misma toma valores entre 13 y 100, los impactos ponderados con valores de importancia inferiores a 25 fueron considerados como impactos de valor de importancia bajo (colores claros), aquellos que se ubicaban entre 25 y 50 puntos de valor de importancia fueron considerados de valor de importancia medio (colores intermedios), los que tuvieron un valor de importancia que estaba entre 50 y 75 puntos fueron considerados de valor de importancia alto (colores oscuros), y aquellos superiores a 75 puntos fueron considerados como de valor de importancia crítico (colores muy oscuros).

Impacto Positivo Muy Alto	Impacto Negativo Crítico	>75
Impacto Positivo Alto	Impacto Negativo Alto	50-75
Impacto Positivo Medio	Impacto Negativo Medio	25-50
Impacto Positivo Bajo	Impacto Negativo Bajo	<25

*Tabla 1 - Rango de ponderaciones. Fuente: Elaboración propia*

En la Tabla 2 se presenta la matriz de impacto resultante.

Para cada uno de los impactos presentados en la matriz se debió analizar detalladamente cada uno de los casos. Seguidamente se presenta el análisis que se realizó para el factor ambiental paisaje (Tabla 3), en donde se identificó el impacto negativo de mayor valor; y para el factor ambiental edafología y vegetación terrestre en donde se identificaron impactos negativos altos.

Como resultado, se pudieron detectar y ponderar 99 impactos en total. Ochenta y tres son impactos negativos, de los cuales 46 de ellos son de carácter negativo bajo, 20 negativo medio, 16 negativo alto y 1 negativo crítico. La mayoría se generarán en la etapa de construcción afectando principalmente al subsistema físico-natural. En lo que respecta a los impactos positivos se detectaron y ponderaron 16, de los cuales 10 son de carácter positivo bajo, 2 positivo medio y 4 positivo alto, no se detectaron en este caso impactos positivos críticos. Todos los impactos positivos se darán en el subsistema socioeconómico y la mayoría en la etapa de funcionamiento del parque.

**CONCLUSIONES**

Un análisis ajustado de la matriz de impacto permitió observar y concluir que los impactos negativos se originarán principalmente en la etapa de construcción del parque eólico y sobre el subsistema físico-natural. Asimismo, los impactos de valor de importancia negativo bajo se darán sobre los factores ambientales aire y agua y sobre el subfactor fauna terrestre. Los impactos de valor de importancia negativo medio tendrán lugar principalmente sobre el subfactor ambiental morfología. Mientras que los impactos de valor de importancia

Actividades				Etapa de construcción										Etapa de funcionamiento		
Factores																
				Arribo de los aeronavegadores y desembarco de las partes												
				Traslado de las partes al sitio de emplazamiento												
				Acondicionamiento de accesos y vías de comunicación existentes												
				Apertura de caminos provisorios												
				Apertura de caminos dentro de la zona de emplazamiento												
				Eliminación de vegetación y nivelación del terreno												
				Circulación de maquinaria pesada e instalación de aerogeneradores												
				Movimiento vehicular												
				Construcción de obra civil de la Sub Estación Transformadora y oficina de personal												
				Construcción de zanjas para cableados												
				Operación de los aerogeneradores												
				Movimiento vehicular												
				Mantenimiento de las instalaciones												
Subsistema Físico - Natural	Medio Inerte	Aire	confort sonoro	19	25	23	20	20	20	23	20	20	28			
			composición	gases		22	20	20	20	20	20			19		
		material part.			20	23	23	23	23	20	20		19	20		
		Agua	superficial	escorrentía			20	20	20	20			19			
				Suelo	morfología				36	36	36					
		edafología			57	57	57	57	57	57		69	69			
	Medio Biótico	Fauna	avifauna		19	22	22	29	29	29	29	29	29	66	29	
				terrestre		22	20	20	20	20	20	20	20	23	20	
		Vegetación	terrestre				69	69	69			69	69			
	Medio Perceptual - Paisaje						23	57	36			39		91		
Subsistema Socioeconómico	Medio Social	Población	empleo	19	19	19	19	19	19			19	19	19	19	
			Medio Económico	Economía	ingresos municipales			29						47		
	terciaria	turismo					29						70			
	Medio Infraestructura	Eléctrica											59	53		
			Vial	caminos		57	69					36		36		
		Tránsito			31	31	20				20			20		

Tabla 2 - Matriz de impacto. Fuente: Elaboración propia

Valor de Importancia del impacto sobre el medio receptor perceptual: paisaje												
Criterios de Ponderación de impactos		I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia del Impacto
ACCIONES DEL PROYECTO												
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	Arribo de los aerogeneradores y desembarco de sus partes											
	Traslado de las partes al sitio de emplazamiento											
	Acondicionamiento de accesos y vías existentes											
	Apertura de caminos provisorios	3	2	4	2	2	2	1	1	4	2	23
	Apertura de caminos dentro de la zona de emplazamiento	24	2	4	4	4	2	1	4	4	8	57
	Eliminación de vegetación y nivelación del terreno	3	2	4	4	4	2	1	4	4	8	39
	Circulación de maquinaria pesada e instalación de aerogeneradores											
	Movimiento vehicular											
	Construcción de obra civil de la Sub Estación Transformadora y oficina de personal	6	2	4	4	4	2	1	4	4	8	39
	Construcción de zanjas par cableados											
ETAPA DE FUNCIONAMIENTO	Operación de los aerogeneradores	36	24	4	4	4	2	1	4	4	8	91
	Movimiento vehicular											
	Mantenimiento de las instalaciones											

Tabla 3 - Valor de importancia del impacto sobre el medio receptor perceptual: paisaje. Fuente: Elaboración propia

Valor de Importancia del impacto sobre el medio receptor perceptual: paisaje												
Criterios de Ponderación de impactos		I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia del Impacto
ACCIONES DEL PROYECTO												
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	Arribo de los aerogeneradores y desembarco de sus partes											
	Traslado de las partes al sitio de emplazamiento	24	2	4	4	4	2	1	4	4	8	57
	Acondicionamiento de accesos y vías existentes	24	2	4	4	4	2	1	4	4	8	57
	Apertura de caminos provisorios	24	2	4	4	4	2	1	4	4	8	57
	Apertura de caminos dentro de la zona de emplazamiento	24	2	4	4	4	2	1	4	4	8	57
	Eliminación de vegetación y nivelación del terreno	24	2	4	4	4	2	1	4	4	8	57
	Circulación de maquinaria pesada e instalación de aerogeneradores	24	2	4	4	4	2	1	4	4	8	57
	Movimiento vehicular											
	Construcción de obra civil de la Sub Estación Transformadora y oficina de personal	36	2	4	4	4	2	1	4	4	8	69
	Construcción de zanjas par cableados	36	2	4	4	4	2	1	4	4	8	69
ETAPA DE FUNCIONAMIENTO	Operación de los aerogeneradores											
	Movimiento vehicular											
	Mantenimiento de las instalaciones											

Tabla 4 - Valor de importancia del impacto sobre el medio receptor inerte: edafología. Fuente: Elaboración propia

Valor de Importancia del impacto sobre el medio receptor perceptual: paisaje												
Criterios de Ponderación de impactos		I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia del Impacto
ACCIONES DEL PROYECTO												
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	Arribo de los aerogeneradores y desembarco de sus partes											
	Traslado de las partes al sitio de emplazamiento	36	2	4	4	4	2	1	4	4	8	69
	Acondicionamiento de accesos y vías existentes	36	2	4	4	4	2	1	4	4	8	69
	Apertura de caminos provisorios	36	2	4	4	4	2	1	4	4	8	69
	Apertura de caminos dentro de la zona de emplazamiento	36	2	4	4	4	2	1	4	4	8	69
	Eliminación de vegetación y nivelación del terreno	36	2	4	4	4	2	1	4	4	8	69
	Circulación de maquinaria pesada e instalación de aerogeneradores	36	2	4	4	4	2	1	4	4	8	69
	Movimiento vehicular											
	Construcción de obra civil de la Sub Estación Transformadora y oficina de personal	36	2	4	4	4	2	1	4	4	8	69
	Construcción de zanjas par cableados	36	2	4	4	4	2	1	4	4	8	69
ETAPA DE FUNCIONAMIENTO	Operación de los aerogeneradores											
	Movimiento vehicular											
	Mantenimiento de las instalaciones											

Tabla 5 - Valor de importancia del impacto sobre el medio receptor biótico: vegetación terrestre. Fuente: Elaboración propia

negativo alto se producirán sobre el subfactor ambiental edáfico y sobre la vegetación terrestre.

Mención especial merecen el subfactor avifauna y el medio perceptual (Paisaje), ya que se verán impactados durante el desarrollo de las distintas acciones con valores de importancia negativos bajos, medios y altos, siendo el paisaje en donde se espera se genere el impacto negativo de mayor valor de importancia negativo crítico.

Sobre la infraestructura se generará un impacto de valor de importancia negativo alto por el traslado de los aerogeneradores.

Por otro lado, los impactos positivos se originarán sobre el subsistema socioeconómico en general mientras que los de mayor ponderación se darán en la etapa de funcionamiento. Los impactos de valor de importancia positivo bajo se darán principalmente sobre el subfactor ambiental empleo durante la etapa de construcción del parque. Por su parte, los impactos de valor de importancia positivo medio tendrán lugar sobre el subfactor ingresos municipales, los cuales serán otorgados una vez instalado el parque y luego durante el funcionamiento del mismo. Mientras que los impactos de valor de importancia positivo alto se originarán en la etapa de funcionamiento afectando al turismo, a la infraestructura eléctrica y a los caminos vinculados al transporte de los aerogeneradores.

Finalmente, puede concluirse que los impactos positivos que se generarían por el funcionamiento del parque eólico superarían ampliamente los impactos negativos identificados y analizados en la matriz de impacto ambiental. Esto se debe a que no puede dejar de considerarse que el parque requiere para su funcionamiento de un recurso que es inagotable, abundante y gratuito como lo es el viento, que la producción de energía proveniente del mismo no emite gases contaminantes ni material particulado a la atmósfera durante la etapa de funcionamiento, que el consumo de agua por kWh generado es menor que el consumido por otras fuentes, que requiere de poca superficie de terreno en relación a otras fuentes ya que ocupa entre el 1% y el 5% de la super-



ficie total del predio en donde se instala, se complementa con las actividades agrícola-ganaderas, emplea mano de obra calificada y estimula el desarrollo en zonas rurales en donde el tendido eléctrico no llega.

### REFERENCIAS

Conesa Fernandez-Vítora, “Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental”, tercera edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, 95, (1997).

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), “Energía eólica. Manual de Energías Renovables 3”, Madrid, España, 69-77, (2006).

Expediente de la Municipalidad de Necochea, Referencia de Expediente N°2224/08.

Conesa Fernandez-Vítora, “Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental”, tercera edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, (1997).