

Consultado en:

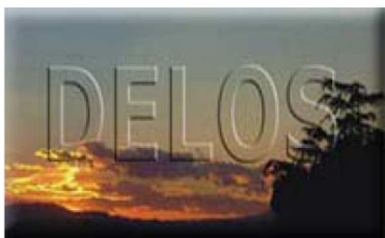
[http://www.eumed.net/rev/delos/12/ECJ-Parques\\_eolicos.pdf](http://www.eumed.net/rev/delos/12/ECJ-Parques_eolicos.pdf)

Fecha de consulta: 10/01/2014.

DELOS

**Revista Desarrollo Local Sostenible**

---



**DELOS**

**Desarrollo Local Sostenible**

Revista Desarrollo Local Sostenible

Grupo Eumed.net y

Red Académica Iberoamericana Local Global

**Vol 4. Nº 12**

[www.eumed.net/rev/delos/12](http://www.eumed.net/rev/delos/12)

## **PROBLEMÁTICA EN TORNO A LA CONSTRUCCIÓN DE PARQUES EÓLICOS EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC**

**Emiliano Castillo Jara<sup>1</sup>**

Universidad Nacional Autónoma de México

[changonutria@gmail.com](mailto:changonutria@gmail.com)

### **RESUMEN**

La generación de energía eólica se presenta como una de las mejores alternativas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que causan el cambio climático global y reemplazar el uso de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica. Sin embargo, a pesar de los beneficios ambientales que pueda tener la energía eólica, aún no existe suficiente información y conocimiento para determinar con claridad sus ventajas y desventajas en diferentes escalas espaciales y temporales. Este es el caso de los impactos sociales y ambientales negativos generados por la construcción de parques eólicos terrestres a gran escala en el Istmo de Tehuantepec, principal sitio de operación de parques eólicos en México debido a su elevado potencial eólico, considerando como uno de los mejores a nivel mundial.

Entre los principales impactos destacan: el conflicto por la propiedad de la tierra donde se ubica el recurso eólico, la degradación de la calidad del paisaje, la pérdida de biodiversidad, la generación de ruido mecánico y aerodinámico, entre otros más. El problema central es que los estudios oficiales de impacto ambiental de los parques eólicos elaborados para determinar su viabilidad ambiental, ignoran la complejidad, los riesgos y la incertidumbre cognitiva y ética que subyace en el reciente uso de tecnologías eólicas. Por lo tanto, los beneficios reales y potenciales de la producción de energía eólica en México podrían ser menores a los estimados. Así, el presente texto plantea que es indispensable profundizar la información sobre los diferentes impactos, y repensar los criterios que orientan la implementación de parques eólicos terrestres a gran escala con el propósito de determinar qué tan viables son éstos en términos sociales y ambientales.

### **PALABRAS CLAVE**

Energía eólica- Parques eólicos- Impactos negativos- Estudios de impacto ambiental.

---

<sup>1</sup> Licenciado en Relaciones Internacionales por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Cursa el Posgrado en Ciencias Políticas y Sociales en la UNAM. El autor agradece el apoyo brindado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para la realización de sus estudios.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Ante los impactos negativos del cambio climático global y la llegada de la máxima producción mundial de petróleo convencional, la generación de energía eólica<sup>2</sup> se presenta como una medida óptima para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); reemplazar los usos energéticos de los combustibles fósiles, en particular del petróleo; crear empleos “verdes”; suministrar energía eléctrica a comunidades rurales y marginadas; y garantizar la seguridad energética de los países ante la volatilidad de los precios del petróleo. De esta manera, la energía eólica ha sido la energía renovable de mayor crecimiento a nivel mundial en términos de capacidad eléctrica instalada con 194,4 Giga Watts (GW) acumulados en 2010, y cerca del 62 % de la inversión global en energías renovables durante el mismo año (Renewable Energy Policy Network for the 21 st Century 21, 2010: 13, 27).

Actualmente, cerca de 83 países desarrollan la energía eólica a escala comercial, aunque sólo un grupo reducido de países concentra el mercado de la energía eólica. En términos de capacidad eólica instalada, China con 42.3 GW instalados tiene el liderazgo en el mercado eólico después de haber superado a Estados Unidos que alcanzó 40,180 GW, y que durante varios años se mantuvo en el primer lugar. En tercer lugar se posiciona Alemania con 27.2 GW, como líder en Europa, le sigue España con 20 GW, India con 12 GW, Italia con 5.7 GW, Francia con 5.6 GW, Reino Unido con 5.2 GW, Canadá con 4 GW y Dinamarca con 3.7 GW (Global Wind Energy Council, 2010:5-8).

A pesar de que la producción de energía eólica ha registrado un crecimiento significativo durante los últimos años, todavía persisten barreras jurídicas, políticas y económicas que dificultan su uso. Una de las más importantes es la resistencia, principalmente de los países desarrollados, a modificar sustancialmente el modelo energético de las sociedades modernas basado en el uso intensivo de los combustibles fósiles que ha generado una devastación ecológica global. La resistencia se explica porque la energía fósil es fundamental para el funcionamiento de la economía y el mantenimiento de la hegemonía mundial. Esto se expresa en los elevados subsidios que reciben los combustibles fósiles e industrias altamente contaminantes como la cementera o automotriz; y en la ausencia de la contabilidad económica de los costos ambientales involucrados en el ciclo de vida de los combustibles fósiles, lo cual provoca que sus precios sean más competitivos que los precios de las energías renovables (Delgado, 2009: 76).

A esto súmese que si bien la energía eólica es un recurso renovable que tiene diversos beneficios como la nula generación de GEI durante la producción de electricidad; menor generación de daños ambientales en comparación con los combustibles fósiles; suministro de electricidad más limpia a comunidades rurales, sobre todo a través de sistemas de energía eléctrica descentralizada a escala local; entre otros más; su uso aún se caracteriza por altos grados de incertidumbre ética y cognitiva y complejidad respecto a sus impactos en diferentes escalas espacio-temporales (Funtowicz y Ravetz, 2000). Esto no suele mencionarse en el discurso de promoción a la energía eólica, ya que prevalece la creencia de que la producción de tecnologías en energía eólica resolverá por sí misma el problema del cambio climático, ignorando asuntos complejos que deben ser incorporados al debate y la reflexión sobre en qué medida la energía eólica contribuye a mitigar, o al contrario, agravar los efectos negativos del cambio climático.

Esto viene a colación porque el creciente uso de tecnologías eólicas a gran escala en varios países como España, Alemania, Italia, entre otros, ha ocasionado diversos impactos socio

---

<sup>2</sup> En términos generales, el aprovechamiento de la energía eólica depende de la orografía y de la velocidad y dirección del viento. La producción de energía eólica se realiza mediante la construcción de parques eólicos, terrestres o marinos, integrados por aerogeneradores que están sostenidos por torres. Las aspas de los aerogeneradores captan la energía del viento que las hace girar, luego, este movimiento de rotación se transmite a un generador que produce la energía eléctrica.

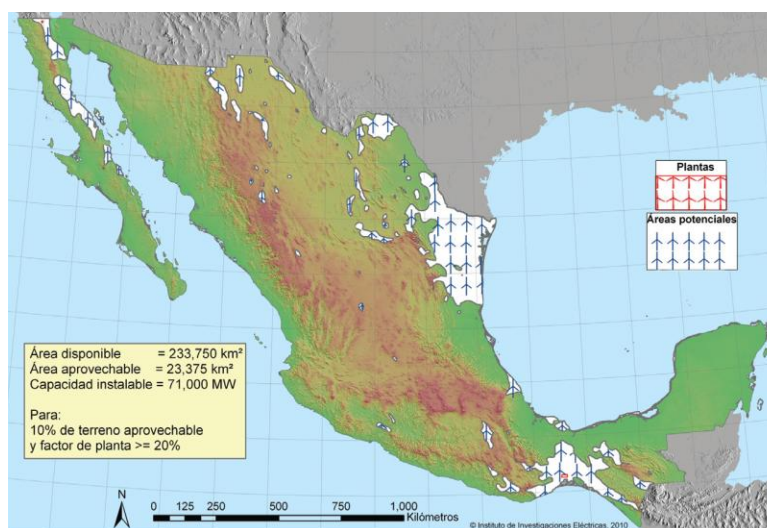
ambientales negativos y la oposición de grupos ambientalistas y de protección de derechos humanos. Este es el caso de la instalación de parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec, donde comunidades de base campesina e indígena protestan contra dichos parques por la generación impactos como: conflictos sociales; riesgo de pérdida de capacidad productiva de terrenos agrícolas, afectación del paisaje; muerte de aves y murciélagos por colisión con aerogeneradores; generación de ruido; degradación de ecosistemas; entre otros más. Por esta razón, es pertinente cuestionar el uso actual de la energía eólica antes de aceptar acríticamente sus ventajas reales y potenciales.

## 2. ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO.

En la región del Istmo de Tehuantepec ubicada en el estado de Oaxaca existe uno de los mayores potenciales de generación de energía eólica en todo el mundo, calculado entre 5000 y 7000 MW de capacidad anual, suficiente como para abastecer a 18 millones de habitantes del medio urbano (Sánchez, 2007). En la figura 1 se observan en color blanco las zonas con mayor potencial eólico en México, destacando el estado de Tamaulipas situado en el noreste del país, y el Istmo de Tehuantepec al sureste del país, que en la figura 2 aparece delimitado por una línea de color naranja. El enorme potencial del Istmo de Tehuantepec, localizado cerca del Golfo del Istmo de Tehuantepec, se debe a la potencia del viento que excede los 1200 watts por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup> entre los meses de octubre y febrero; a su velocidad estimada en 8 metros sobre segundo (m/s) a 50 metros por arriba del suelo; y a la presencia de crestas y cordilleras con elevaciones de terreno de 500 a 1000 metros sobre todo en las zonas de La Mata, La Venta y La Ventosa (Elliot, et al., 2004:33).

En este sitio, en particular en los municipios de Juchitán de Zaragoza, El Espinal, San Dionisio del Mar, Asunción Ixtaltepec, Unión Hidalgo, Santo Domingo Ingenio, entre otros más; empresas eólicas trasnacionales, junto con el apoyo del gobierno mexicano e instituciones financieras internacionales desarrollan los parques eólicos terrestres a gran escala que integran el Corredor Eólico del Istmo de Tehuantepec, bajo los argumentos de reducir emisiones de GEI, generar energía limpia y promover el desarrollo económico de Oaxaca, uno de los estados con mayores niveles de pobreza en México.

Figura 1. Zonas de aprovechamiento de energía eólica en México.



Fuente: Secretaría de Energía, Zonas de aprovechamiento potencial para la generación eoloelectrónica, México, Dirección URL: <http://sener.gob.mx/webSener/res/1803/Eolico.pdf>

Figura 2. Ubicación del Istmo de Tehuantepec.



Fuente: Kalipedia, México: Istmo de Tehuantepec, México, Dirección URL:[http://mx.kalipedia.com/kalipedia/geografia/media/200805/08/geomexico/20080508klpgeogmx\\_1\\_Ges\\_SCO.png](http://mx.kalipedia.com/kalipedia/geografia/media/200805/08/geomexico/20080508klpgeogmx_1_Ges_SCO.png)

El proyecto del Corredor Eólico contempla la instalación de 5,000 aerogeneradores en cerca de 100,000 hectáreas de tierras ejidales y comunales, con el propósito de alcanzar en el año 2012, 2,500 Megawatts (MW) de capacidad eólica instalada a nivel nacional, que representaría el 4 % de la generación de energía eléctrica. Desde que en 1994 el Corredor Eólico inició operaciones, se han invertido alrededor de 1,118.81 millones de dólares e instalado 508.63 MW (Asociación Mexicana de Energía Eólica, 2010). En años recientes se ha intensificado la inversión de capital privado en proyectos eólicos, lo que ha resultado en una expansión territorial de la infraestructura eólica en el Istmo de Tehuantepec. A pesar de esto, hasta el momento se tienen instalados a nivel nacional 518.63 MW (Global Wind Energy, 2010:48), que representan únicamente el 0.1% en la generación de electricidad a nivel nacional (Secretaría de Energía, 2010:109).

Ahora bien, la producción de energía eléctrica a partir de energía eólica representa una gran oportunidad para transitar hacia un modelo energético basado en energías alternativas que reduzcan considerablemente los daños ambientales provocados por los combustibles fósiles. Sin embargo, esto depende en gran medida de los intereses y valores que subyacen en el uso de la energía eólica. En el caso del Istmo de Tehuantepec, aunque la instalación de parques eólicos pueda generar energía menos contaminante, el problema es que la mayor parte de la electricidad que producen está dirigida principalmente a los usos propios de empresas privadas extranjeras y nacionales ubicadas en México, sin considerar sus patrones de producción y consumo de energía y la necesidad del suministro de electricidad menos contaminante para la población del Istmo de Tehuantepec.

La desigualdad en el acceso al servicio de energía eléctrica producida a partir de energía eólica se explica porque organismos financieros internacionales, países desarrollados, y empresas eólicas transnacionales financian y definen las pautas generales que orientan los proyectos de energía eólica a gran escala en el Istmo de Tehuantepec en función de sus intereses, guiados más por la obtención de ganancias en el corto plazo más que por resolver problemas ambientales. De este modo, la implementación de parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec no responde necesariamente a las necesidades energéticas de México a largo plazo. Por esta razón, aunque un modelo o forma instalación de parques eólicos en otros países pueda resultar exitosa, esto no significa que en el caso de México tenga que proporcionar los mismos resultados.

Aunado a lo anterior, el financiamiento de proyectos eólicos en el Istmo de Tehuantepec ha comenzado a generar tendencias de dependencia tecnológica y control de los sectores estratégicos de la economía nacional como el sector eléctrico. Por ejemplo, la tecnología empleada en los parques eólicos, en particular los componentes más importantes: los aerogeneradores o turbinas eólicas son propiedad de los países centrales. Esto implica que México tiene que pagar por el uso de derechos de patentes, licencias, conocimientos técnicos, marcas, franquicias, servicios financieros y técnicos desde la fase de pre inversión hasta la fase de operación de los parques eólicos (Villavicencio, 2006:58).

Asimismo, el financiamiento externo de los proyectos eólicos prevé la modificación de leyes y reglamentos con el fin de incrementar la participación del capital privado en la conducción y prestación del servicio de energía pública en detrimento de las funciones del Estado de garantizar a toda la población este servicio bajo criterios de igualdad. En este tenor, los proyectos eólicos consideran la exportación de energía eléctrica a Estados Unidos y la región de Mesoamérica con el fin de promover los procesos de integración energética en dichas regiones. En tal sentido, el predominio de intereses privados en la generación de energía eólica representa un problema de seguridad energética para México, ya que ante el creciente descenso de sus reservas nacionales de petróleo, producción interna y exportaciones, así como su dependencia a este energético como fuente de energía y de ingresos públicos para el país, necesita diversificar su matriz energética y garantizar el suministro confiable y a largo plazo de electricidad a la población y el aparato productivo nacional.

Por lo tanto, la producción de energía eólica es un asunto de soberanía nacional ya que pone en juego la capacidad del Estado mexicano para diseñar y conducir la política energética y ambiental en función de un proyecto de nación y no de los intereses del capital privado, así como para garantizar el cumplimiento de derechos colectivos y la protección del medio ambiente. Y es que la construcción de parques eólicos, y aquí está el problema fundamental, está provocando un conflicto entre las empresas eólicas, el gobierno mexicano y comunidades indígenas y campesinas, debido a la generación de impactos sociales y ambientales negativos que afectan el territorio y la calidad de vida de la población en sus generaciones presentes y futuras. La afectación del territorio es importante porque éste representa la base material de su sustento y es un elemento forjador de su identidad cultural.

En este sentido, si bien todas las formas de producción de energía tienen impactos positivos y negativos, el problema central es que la magnitud de las afectaciones de los parques eólicos del Istmo de Tehuantepec es subestimada, ignorada o incluso desconocida por sus promotores. Y es que a pesar de la existencia de estudios oficiales de impacto ambiental de cada parque eólico, realizados para determinar su viabilidad ambiental, éstos definen la viabilidad de los parques eólicos con criterios como la cantidad de emisiones de GEI que pueden reducir la energía eólica y la cantidad total de energía eléctrica que pueden producir, que si bien son criterios necesarios, son insuficientes para realizar una valoración integral de los riesgos e implicaciones de la producción de energía eólica a gran escala. De este modo, los estudios tienden a proponer medidas de mitigación de impactos basadas en la aplicación mecánica de normas jurídicas o de programas de reforestación que se ven rebasadas por la complejidad e incertidumbre de los impactos.

Otro problema mayor, es que los estudios al sustentarse en la idea de una actividad científica neutra y objetiva capaz de proporcionar siempre soluciones óptimas a determinados problemas, justifican la superioridad del conocimiento científico por encima de otras formas de conocimiento tradicional o agrícola, y legitiman una división entre aquellos que se erigen como la "autoridad" para opinar y tomar decisiones sobre el desarrollo de parques eólicos (empresas y gobierno), y aquellos que no (la población del Istmo de Tehuantepec), y cuyo punto de vista no es plenamente reconocido. De esta manera, la definición de los impactos ambientales y de sus aspectos relevantes queda circunscrita a un grupo de "expertos", cuando debería ser un proceso colectivo ya que los impactos tendrán un significado y prioridad distinta para los grupos sociales dependiendo de su cultura, valores e intereses.

Por todo lo anterior, el asunto medular es realizar una aproximación crítica a los impactos negativos del uso actual de la energía eólica en el Istmo de Tehuantepec más que oponerse al desarrollo de la misma, ya que se considera necesaria para hacer frente al cambio climático. En este sentido, se pretende resaltar que los promotores de la energía eólica usualmente actúan de manera irresponsable al manipular o ignorar la incertidumbre en la información sobre los impactos negativos, de manera que ésta se vuelva mucho más segura y cierta para la percepción pública de lo que podría justificarse científicamente.

### **3. LOS IMPACTOS DE LOS PARQUES EÓLICOS.**

Algunos de los impactos más importantes generados por los parques eólicos son los siguientes:

#### **3.1 Conflicto por la propiedad de la tierra.**

La implementación de parques eólicos ha generado el rechazo y la oposición social por parte de un sector de la población del Istmo de Tehuantepec, en especial de grupos como: Grupo Solidario La Venta, La Ventosa Vive, Asamblea en Defensa de la Tierra y el Territorio de Juchitán, el Consejo de Ancianas y Ancianos de Rancho Gubiña (Gubiña XXI), el Centro de Derechos Humanos Tepeyac y la Unión de Comunidades Indígenas de la Zona Norte del Istmo, el Colectivo Magisterial y Popular 14 de junio, entre muchos más. Estos grupos se inconforman debido al cambio de tenencia de la tierra colectiva a privada a través de la firma de contratos de arrendamiento de tierras entre sus propietarios y las empresas eólicas, que permite a éstas acceder a la tierra para instalar aerogeneradores que aprovechen el recurso eólico. Estos contratos se realizan en condiciones de clara desventaja para los propietarios porque permiten a las empresas obtener derechos sobre el uso de la tierra durante 30 años, con posibilidad de renovarse por otros 30, y apropiarse de gran parte de las ganancias generadas por los parques eólicos al fijar los montos por el pago de la renta de cada hectárea arrendada.

Los opositores a los parques eólicos han manifestado que los contratos usualmente no ofrecen información transparente y veraz sobre los derechos que tienen los propietarios al arrendar su tierra, y sobre lo que sucederá con las instalaciones eólicas una vez que se termine el contrato. Asimismo, señalan que los contratos no establecen una distinción precisa entre fincas productivas y terrenos baldíos, y carecen de cláusulas de actualización de los pagos (Oxfam, 2009:15). A esto se suma, la cooptación de representantes de las comunidades y la simulación de asambleas ejidales con firmas de personas fallecidas y otras que no aparecen en el padrón ejidal para agilizar la firma de contratos y negociaciones individuales entre propietarios y empresas, con el fin de excluir a las asambleas ejidales de los procesos de toma de decisiones.

Ante esta situación, los grupos han demandado la nulidad definitiva de los contratos de arrendamiento de tierras. Para muestra, el 19 de agosto de 2008, comuneros de los municipios de Juchitán de Zaragoza, Unión Hidalgo y Xadani exigieron a un juez civil respuesta a las 120 demandas de nulidad de los contratos que firmaron con empresas transnacionales eólicas, luego de no recibir respuesta en 7 meses (Asamblea en Defensa de la Tierra, 2008). Aquí vale señalar, que la falta de atención de las demandas se debe en gran medida a que los pueblos indígenas de Oaxaca históricamente han sido marginados de las decisiones de interés público y del acceso a la impartición de justicia ágil e imparcial, como resultado de formas de ejercer el poder caracterizadas por el caciquismo.

Aunado a la nulidad de los contratos, se suman otras demandas como: la suspensión de los parques eólicos; la construcción de un proyecto comunitario de energía que modifiquen las normas que definen y legitiman las formas de propiedad y valorización sobre el recurso eólico; acceso a información verídica sobre los impactos ocasionados en los territorios y las características de las negociaciones llevadas a cabo con autoridades y empresas; y consulta a los pueblos indígenas sobre la ejecución o no de los proyectos eólicos con base en los artículos 6 y 7 del Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), acuerdo internacional

ratificado por el gobierno mexicano. En términos generales, dichos artículos indican que la consulta debe realizarse mediante procedimientos apropiados e instituciones representativas de las comunidades indígenas y campesinas con la finalidad de llegar a un acuerdo sobre las medidas propuestas (Red Mexicana de Acción Frente al Libre Comercio, 2007).

### **3.2 Influencia del cambio climático.**

Paradójicamente, aunque la producción de energía eólica pueda contribuir a mitigar el cambio climático al mismo tiempo puede ser afectada por éste. En este sentido, el cambio de la distribución geográfica y/o la variabilidad inter e intra anual del viento en un determinado sitio (Pryor, Barthelmie, 2010) puede influir en el diseño, operación, expectativas de producción de energía eléctrica, vida útil de los aerogeneradores, y estimaciones de reducción de emisiones de GEI. Asimismo, existe la posibilidad de que el cambio climático afecte el suministro de energía eléctrica, en especial, las líneas de transmisión eléctrica por el incremento de la temperatura; el aumento de incendios forestales; y una mayor incidencia de fenómenos meteorológicos. Siguiendo en esta línea, estudios recientes señalan que la construcción de parques eólicos a gran escala puede generar un aumento en la temperatura del aire, lo que podría dar lugar a una disminución leve de la densidad del aire y de la producción de energía eléctrica (Somnath, 2010:1).

A esto habría que agregar las limitaciones de la energía eólica como: su concentración espacial limitada y generalmente alejada de los principales centros de demanda; los elevados costos de las líneas de transmisión y de transporte de energía eléctrica para su incorporación a la red eléctrica; y la capacidad limitada de los aerogeneradores para almacenar la electricidad debido a la variación estacional y diurna del viento. Esta variación implica que el viento no sopla siempre a velocidades que permitan la generación máxima de energía, por lo tanto, el porcentaje de la generación total de electricidad de la energía eólica puede ser sustancialmente menor al porcentaje de la capacidad eléctrica total instalada (Nacional Research Council, 2007). Por lo anterior, los parques eólicos requieren de la generación de energía térmica y del uso de combustibles fósiles, como respaldo ante la imposibilidad de generar energía cuando el viento deja de soplar.

Considerando lo arriba señalado, también cabe apuntar las dificultades de la energía eólica para reducir las emisiones de GEI. Esto se debe a que la cantidad de energía eólica que puede desplazar a otras fuentes de energía en la generación de electricidad no se puede obtener restando simplemente la cantidad de energía generada por los parques eólicos de la generada por los combustibles fósiles, y luego, multiplicando ese resultado por la cantidad de emisiones por unidad de energía, y atribuyendo esa cantidad de reducción de emisiones a la energía eólica (Ibid: 29,30).

### **3.3 Implicaciones en el ciclo de vida.**

Los parques eólicos, en especial los aerogeneradores, son intensivos en el uso de energía y materiales durante todo su ciclo de vida, es decir, desde la extracción de materiales hasta su disposición final como residuos. En el caso de los materiales, los más utilizados son: hierro, acero, lignito, granito, calcio, arena de cuarzo, piedra caliza, zinc, entre otros más. La energía y materiales involucrados en el ciclo de vida de la tecnología eólica se relacionan con el costo energético de la energía eólica, esto es, con la energía necesaria para construir, operar y mantener un aerogenerador de cara a la energía que son capaces de proporcionar.

Al respecto, hay quienes indican que la energía requerida para fabricar los aerogeneradores es mínima (World of Wind Energy, 2009), mientras otros señalan que los requerimientos de energía pueden ser mayores. Por ejemplo, Crowford (2009) señala que un aerogenerador de 3.0 MW requiere una energía inicial de 33,630 Giga Joules (GJ) y tiene una intensidad energética de 87, 300 GJ (Crowford, 2009:2658). En cualquier caso, determinar los costos energéticos de la energía eólica depende en gran medida del método y de los criterios empleados en el análisis de los flujos

de energía; así como de las características del sitio de construcción y de los propios componentes tecnológicos. Por lo tanto, se deben realizar evaluaciones de caso por caso. Así, para el caso puntual de los parques eólicos del Istmo de Tehuantepec, el inconveniente principal es que no existe información sobre los requerimientos de energía y materiales para fabricar los aerogeneradores.

Por lo anterior, se utilizan los siguientes datos del aerogenerador de la marca Vestas V90-3.0 MW únicamente para ejemplificar el consumo aproximado de materiales que requiere la fabricación de aerogeneradores. Por ejemplo, este aerogenerador utiliza 275 toneladas (ton) de acero en las torres de 105 metros de altura<sup>1</sup> 5.525 ton de acero en el generador eléctrico; 22.54 ton de acero en la caja de engranes<sup>2</sup> y 31.45 ton de acero en el armazón de la góndola. En total se emplean 334.52 ton de acero; 8.50 ton de hierro; 4.69 ton de cobre; 3.19 de aluminio; y 19.86 de fibra de vidrio, que da en total 370.75 ton de materiales (Vestas, 2006:31).

Aunado a lo anterior, cabe resaltar el consumo de agua en los procesos de producción de varios materiales como goma de poliuretano, y en la generación de electricidad en centrales eléctricas convencionales que sirven de respaldo a la producción de energía eólica. Por ejemplo, un parque eólico terrestre de 300 MW necesita aproximadamente 7,460,000 kilogramos (kg) de agua en la fabricación de un aerogenerador, y 51.231 gramos (g) por cada kilowatt- hora (kWh) generado, de un total de 57.608 g de materiales empleados por cada kWh generado (Ibidem).

A esto debe agregarse, la ausencia de consideración de costos ambientales como la emisión de CO<sub>2</sub>, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, entre otros contaminantes involucrados en la fabricación de productos o tecnologías, y en el transporte de materiales, en la contabilidad económica de los proyectos eólicos. Esto acarrea un problema importante, ya que si los costos fueran incorporados, las estimaciones de producción total de energía eléctrica y de ahorro de emisiones de GEI de un parque eólico serían menores a las que actualmente se proyectan; e incluso su instalación podría ser más costosa.

Vinculado a lo anterior, sería pertinente realizar un cálculo del consumo de combustibles fósiles y de la cantidad de emisiones de GEI que se producen en el transporte de los materiales necesarios para construir los parques eólicos, incluyendo los aerogeneradores que son importados del extranjero. Por ejemplo, en el caso del “parque eólico istmeño”, se calcula que en la etapa de construcción, un camión de carga a una velocidad promedio de 30 kilómetros por hora (km/hr) genera 5.17 gramos de hidrocarburos (HC) por kilómetro recorrido (g/km), 19.8 g/km de monóxido de carbono (CO), 25.6 g/km de óxido de nitrógeno (NOX), 3 g/km de partículas suspendidas totales (PST), y 0.47 g/km de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Mientras que una camioneta pick up a 30 km/hr produce 7.01 g/km de HC, 76.3 g/km de CO, 2.88 g/km de NOX, 0.2 g/km de PST, y 5.1 g/km de SO<sub>2</sub> (Ingresa, 2008:111). No obstante, no queda claro el número total de vehículos involucrados en la construcción del parque eólico y el recorrido de los automóviles que está siendo considerado.

Otros impactos que no suelen ser abordados son los generados por el desmantelamiento de los parques eólicos después de su vida útil, usualmente 20 años, como: cascajo, plásticos, metales y aparatos mecánicos y eléctricos. En este sentido, los estudios de impacto ambiental han señalado de manera muy general que se hará una limpieza y separación de los desechos de acuerdo a sus características, y posteriormente serán reciclados, vendidos a intermediarios, depositados en almacenes o algún relleno sanitario o cementerio industrial. Por señalar un ejemplo, el “parque eólico istmeño” durante todas las fases de su construcción (un año aproximadamente), estima la generación de 400 lts de aceites gastados; 2,000 lts de envases impregnados; 2,000 lts de estopas y trapos impregnados de solventes; 300 lts de restos de material eléctrico; 63 660 lts de aguas residuales; entre otros más (Ibid: 116).

Sin embargo, el problema es que no existe un plan integral a largo plazo de manejo y disposición de residuos peligrosos y no peligrosos, que sería necesario para evitar daños a la salud y el medio ambiente. Y es que una de las principales preocupaciones de los propietarios que arriendan sus tierras para la instalación de parques eólicos, es la posibilidad de que porciones de tierra queden



inutilizadas para la realización de actividades agrícolas una vez que se retire la instalación de los parques eólicos.

### **3.4 Afectación de suelos y aguas.**

En la construcción de parques eólicos se generan derrames de aceite sintético, solvente, y pintura por los cambios de aceite para el mantenimiento de cada aerogenerador. Esto puede contaminar los suelos y cuerpos de agua superficial y subterránea. Por ejemplo, el parque eólico "Electricidad del Valle de México" estima una generación de 155 litros (lts) de aceite de residuo por cada aerogenerador, que multiplicado por los 75 aerogeneradores que integran las instalaciones, da un total de 11,625 lts por recambio (SIGEA, 2009:45).

Si bien el vertido de aceite en el suelo y el agua es un impacto que puede resultar pequeño en comparación con otros impactos generados por el uso de otras fuentes de energía, puede afectar los terrenos en donde se desarrollan las actividades agrícolas, ganaderas y pesqueras que representan las principales fuentes de ingreso de la población local. De este modo, un daño significativo que impidiera parcial o totalmente la siembra de cultivos representaría un gran problema social (incluyendo una potencial migración de la población en busca de empleo), teniendo en cuenta la falta de apoyo institucional, económico y tecnológico del gobierno mexicano a los pequeños y medianos productores agrícolas.

### **3.5 Degradación visual y generación de ruido.**

La construcción de parques eólicos a gran escala puede afectar significativamente el paisaje del sitio de operaciones y de sus alrededores, así como la percepción que los individuos le atribuyen al paisaje. Este fue el caso de pobladores del ejido La Venta que demandaron a La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) la protección del sitio arqueológico Rastro Tolistoque ubicado cerca del parque eólico "La Venta II".

Abordar el impacto visual no se trata de saber si los parques eólicos son atractivos visualmente o no, si no de conocer hasta qué punto se dañan los recursos visuales de la zona y cómo esto repercute en la calidad de vida de los habitantes. Por tal motivo, siempre debe considerarse la frecuencia con que serán vistos los parques eólicos; y la presencia de sitios de recreación, áreas arqueológicas, o elementos naturales (lagos, ríos, montañas, o grandes extensiones de terrenos baldíos. La afectación de estos sitios tendrá repercusiones en los niveles de sensibilidad de la población local, los cuales se relacionan con las expectativas del uso que se les da a estos sitios y con un fuerte apego a éstos (National Research Council, 2007:170-180).

Por otro lado, el funcionamiento de los aerogeneradores produce ruido mecánico y aerodinámico. Usualmente, la amplitud del sonido es de 90 a 105 decibeles (dB) a una distancia de 40 metros, y de 35 a 45 dB a una distancia de 300 metros, mientras que las frecuencias son superiores a 100 Hertz (Hz) en ruido de banda ancha, y menores a 100 Hz en ruido de baja frecuencia (Ibid, 2007:159). En relación con esto, cabe mencionar que los actuales aerogeneradores son menos ruidosos que los modelos anteriores como resultado del avance en las técnicas de aislamiento que permiten controlar el sonido.

De este modo, se estima que los niveles de ruido de los aerogeneradores no representan un peligro para la salud de las personas y de los organismos que habitan cerca de los parques eólicos. No obstante, para el presente caso de estudio, no existen informes que analicen si el ruido de los aerogeneradores ha generado molestias, en particular estrés o deterioro en la calidad del sueño, así como la intensidad del ruido en comparación con otras fuentes de ruido en los alrededores.

### 3.6 Afectación de la vida silvestre.

La construcción de parques eólicos puede resultar en la fragmentación de extensiones contiguas de hábitat, afectando principalmente a la avifauna y los organismos de movimiento lento, como los pertenecientes a la clase Mammalia, Reptilia (Orden Squamata) y Amphibia. Esto puede provocar el desplazamiento de especies y un aumento de la temperatura del suelo, que repercutiría en el flujo de aguas superficiales y los procesos tróficos básicos como las relaciones de la cadena alimenticia entre plantas, insectos y depredadores (Emmanuel Rincón y Asesores, 2006:105-106).

De entre todos los impactos, sin duda alguna el más controversial es la muerte de avifauna por la colisión con las aspas de aerogeneradores en funcionamiento. En el presente caso de estudio la controversia aumenta porque los parques eólicos se ubican en una de las rutas migratorias más transitadas de Mesoamérica y en el ecosistema selva baja caducifolia, que concentra el 33 % de la avifauna en México (Vázquez, 2009). Por un lado, hay quienes afirman que la muerte de aves es insignificante en comparación con otras causas de muerte como la colisión con edificios, tendidos eléctricos y otras infraestructuras (lo cual es cierto) y que las aves pueden aprender a evitar los aerogeneradores (Emmanuel Rincón y Asesores, 2006). Por otro, hay quienes aseguran que los índices de mortalidad son elevados y que existe un riesgo de alterar significativamente el hábitat de las aves (Red Mexicana de Acción Frente al Libre Comercio, 2007). En este tenor, de acuerdo con la oficina mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (Cipamex), los parques eólicos pondrán en peligro al menos 16 especies de aves reconocidas por la legislación mexicana e internacional, lo que podría provocar una reacción ambiental en cadena en Mesoamérica (Sin autor, 2006).

Algunas de las especies afectadas para el caso del parque eólico "Eurus", considerado como el más grande de América Latina, se identificaron las siguientes especies: *Aimophila sumichrasti* en peligro de extinción; *Odontophorus guttatus* sujeta a protección especial; *Aratinga holochroa* especie amenazada; *Cairina moschata* en peligro de extinción; y *Aratinga strenua* amenaza; podrían ser afectadas debido a la altura de su vuelo, pérdida de hábitat, y efecto barrera (Emmanuel Rincón y Asesores, 2006: 214,235). El efecto de barrera hace referencia a una barrera que dificulta la movilidad de las aves al fragmentar la conexión entre sitios, lo que conlleva un mayor gasto energético de las aves al tener que dar rodeos para evitar encuentros con los aerogeneradores.

Con el propósito de mitigar los impactos sobre la avifauna, los estudios ambientales recomiendan la elaboración de programas que recaben información biológica y conductual sobre la avifauna migratoria y residente para instrumentar medidas preventivas. Generalmente, los programas planean el establecimiento de puntos de observación y radares, estudios de telemetría, detectores ultrasónicos con grabaciones, monitoreo acústico, luces ultravioleta y cámaras de video digital para determinar con precisión las zonas de nidificación, trayectorias, alturas, temporadas y horas pico de vuelo, que incluye la posibilidad de detener los aerogeneradores cuando las aves vuelen dentro del área del barrido del rotor (Comisión Federal de Electricidad, 2006:2-8)

Aunque las medidas sean necesarias y puedan llegar a ser eficaces, el asunto central, y que sigue sin respuesta, es que la mayoría de los estudios de impacto ambiental no señala cuántas aves han muerto desde la entrada en operación de los parques eólicos, ni cómo la presencia de éstos ha afectado el comportamiento de las especies, así como su variabilidad estacional e interanual. Mientras que no exista esta información y no sea dada a conocer al público, las afirmaciones relativas a que no existen daños severos a las aves seguirán careciendo de fundamentos sólidos. De igual manera, los estudios deberían indicar cuál sería el número permitido de ejemplares que puedan ser afectados, considerando que poner en peligro la existencia de cualquier especie es inaceptable.

### **3.7 Otros Impactos.**

Se estima que los parques eólicos pueden afectar las telecomunicaciones mediante la refracción o curvatura de giro de las ondas electromagnéticas producidas por el movimiento de los aerogeneradores. Esto puede interrumpir, obstruir, degradar o limitar el desempeño, la transmisión y recepción de las señales de equipos electrónicos como: televisión, radio, microondas, teléfonos celulares, y radares (National Research Council, 2007:169-170). Aunque estos impactos pueden ser mitigados con la re-orientación de las antenas existentes, el problema para el caso de México es que no se contemplan dentro de los estudios de impacto ambiental. En especial, no se menciona el riesgo de colisión de aeronaves que vuelan a bajas alturas por la interferencia con los radares, o las afectaciones económicas a las empresas en telecomunicaciones y la población local.

Por otro lado, el movimiento de las aspas de los aerogeneradores en condiciones soleadas produce sombras en movimiento sobre el terreno, resultando en cambios en la intensidad de la luz. Este fenómeno, que dura aproximadamente media hora, se denomina parpadeo de la sombra (*shadow flicker*) y puede llegar a ser una distracción para los conductores e incluso causar accidentes automovilísticos ya que varios de los parques eólicos del Istmo de Tehuantepec se localizan cerca de carreteras (Ibid: 161). Este es el principal riesgo, ya que se ha descartado que la frecuencia del parpadeo de la sombra de un aerogenerador, del orden de entre 0.6-1.0Hz, represente un problema de salud ya que sólo las frecuencias por encima de 10 Hz pueden provocar ataques epilépticos. Aun así, el análisis de este impacto debe incorporarse a los estudios de impacto ambiental porque su intensidad depende de varios factores como: la ubicación de las personas en relación con el aerogenerador; la velocidad y dirección del viento; la variación diurna de la luz del sol; la latitud geográfica del lugar; y la topografía (Ibid: 160).

Otros impactos que no pueden descartarse aunque parezcan remotos son: el riesgo de incendio de aerogeneradores por fallas mecánicas y eléctricas que difícilmente podría ser controlado debido a las grandes alturas a las que están situados los aerogeneradores; y el riesgo de colisión de aspas con aeronaves que vuelan bajo debido a su desprendimiento como resultado de fallas mecánicas (Etherington, 2009:129).

Considerando todos los impactos mencionados, es relevante apuntar que no existe una ley de energía eólica que los regule puntualmente. Esto dificulta la elaboración y aplicación de medidas de mitigación, y por ende, repercute en la solución de los impactos negativos. Ante esto, los estudios de impacto ambiental sugieren apegarse a diferentes reglamentos y leyes generales en materia de conservación y prevención de contaminación del medio ambiente, sin embargo, no se sabe con certeza si el gobierno o las empresas han cumplido cabalmente con las leyes. Esto refleja que en México aún falta mucho por avanzar en la regulación de la energía eólica, lo cual es preocupante, ya que es inaplazable promover el uso de energías renovables para combatir el cambio climático y promover esquemas de justicia social y ambiental.

## **4. CONCLUSIONES**

Los criterios que justifican la implementación de parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec, como son: la potencial reducción de GEI y la cantidad total de energía eléctrica generada, son insuficientes para determinar los beneficios, riesgos e implicaciones de la producción de energía eólica (Castillo, 2011). En este sentido, estos criterios ignoran o subestiman la presencia de complejidad e incertidumbre cognoscitiva y ética de los riesgos e impactos generados por los parques eólicos a gran escala. De esta manera, existen dificultades para determinar qué impactos son aceptables e inaceptables de acuerdo a las características específicas del sitio de construcción y a las necesidades de la población local.

Por lo anterior, es fundamental que la generación de energía eólica este respaldada por una base de legitimidad social que asegure la distribución equitativa de sus beneficios. En este tenor, los parques eólicos no pueden ser viables si continúan reproduciendo y profundizando inequidades socio-económicas y ambientales entre países y grupos sociales al interior de éstos. Por ende, las

decisiones sobre los parques eólicos y sus impactos deben ser colectivas y negociadas desde visiones e intereses opuestos.

En especial, debe subrayarse la necesidad de que las decisiones estén basadas en información verídica y conocimientos sólidos e integrales, antes de afirmar sin las pruebas y fundamentos suficientes que los impactos no afectaran el medio ambiente y la calidad de vida de la población. Para lograr esto sería necesario elaborar un proyecto nacional de energía eólica que promoviera la colaboración y el intercambio de información entre el Estado, sector productivo, universidades y el resto de la sociedad. En este proyecto, el objetivo sería que los parques eólicos establecieran como prioridad la protección del medio ambiente y de derechos colectivos por encima de intereses políticos y económicos, con el fin de garantizar la viabilidad de los parques eólicos en términos sociales, ambientales, económicos, y energéticos.

Por esta razón, es pertinente preguntarse si a pesar de la urgencia por cambiar el modelo energético de los combustibles fósiles vale la pena seguir apostando por proyectos eólicos a gran escala sustentados en la lógica de la maximización de las ganancias en el corto plazo, más que en resolver problemas ambientales urgentes como el cambio climático. Así, el centro del debate en torno al uso de tecnologías eólicas no está enfocado en oponerse rotundamente a la construcción de parques eólicos, ya que se reconocen sus ventajas ambientales en comparación con los combustibles fósiles, sino en resaltar la posibilidad de desarrollar la energía eólica bajo formas diferentes que incluyan esquemas de propiedad colectiva del recurso eólico y sistemas de energía eléctrica descentralizados regidos por principios de justicia social y ambiental.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

Asamblea en Defensa de la Tierra y el Territorio (2008). "Protesta en Juchitán contra de las empresas eólicas" en *Asamblea en Defensa de la Tierra y el Territorio*. México, 3 de septiembre. URL: <http://tierrayterritorio.wordpress.com/2008/09/03/protesta-en-juchitan-encontra-de-las-empresas-eolicas/>. Consultado el 10 de marzo de 2011.

Asociación Mexicana de Energía Eólica (2010) *Panorama general de la energía eólica en México 2010*. Asociación Mexicana de Energía Eólica. México, 29 pp.

Asociación Empresarial (2010) *Eólica 2010 referencia del sector*. Asociación Empresarial. España, 129 pp.

CASTILLO JARA, Emiliano (2011) *La viabilidad socio ambiental de los parques eólicos del Istmo de Tehuantepec*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. México, 263 pp.

Comisión Federal de Electricidad (2006). *Manual de Vigilancia de la Fauna( aves y quirópteros) en la zona de influencia de la central eólica La Venta II*. Banco Mundial. México. URL [http://www.wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2006/11/01/000011823\\_20061101155903/Rendered/PDF/E13040v20PLANVIGFINAL.pdf](http://www.wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2006/11/01/000011823_20061101155903/Rendered/PDF/E13040v20PLANVIGFINAL.pdf). Consultado el 5 de marzo de 2011.

CRAWFORD, R.H.(2009) "Life cycle energy and greenhouse emissions analysis of wind turbines and the effect of size on energy field en: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. National Renewable Energy Laboratory. EUA, 2653-2660 pp.

DELGADO RAMOS, Gian Carlo (2009) Sin energía. Cambio de paradigma, retos y resistencias. Plaza y Valdés. México, 149 pp.

ETHERINGTON, John (2009) *The wind farm scam*. Stacey International. Londres, 200 pp.

ELLIOT, D, et al. (2004) *Atlas de Recursos Eólicos del estado de Oaxaca*. Laboratorio Nacional de Energía Renovable. EUA, 138 pp.

FUNTOWICZ, Silvio, y RAVETZ, Jerome (2000) *La ciencia posnormal. Ciencia con la gente*. Icaria. Barcelona, 109 pp.

- Geo Servicios de Consultoría Ambiental (s/f) *Manifestación de Impacto Ambiental Proyecto Oaxaca III*. Geo Servicios de Consultoría Ambiental. México, 199 pp.
- Global Wind Energy Council (2010) *Global Wind 2010 Report*. Global Wind Energy Council. Bélgica, 67 pp.
- Ingesa (2008) *Manifestación de impacto ambiental parque eólico istmeño*. Ingesa. México, 185 pp.
- Kalipedia (2011). *México: Istmo de Tehuantepec*. México. Dirección URL: [http://mx.kalipedia.com/kalipediamedia/geografia/media/200805/08/geomexico/20080508klpgeogmx\\_1\\_Ges\\_SCO.png](http://mx.kalipedia.com/kalipediamedia/geografia/media/200805/08/geomexico/20080508klpgeogmx_1_Ges_SCO.png). Consultado el 5 de octubre de 2011.
- National Research Council (2007) *Environmental Impacts of Wind Energy Projects*. National Academy of Science. EUA, 376 pp.
- Oxfam (2009) *Impacto de los proyectos MDL sobre el desarrollo humano. Análisis de experiencias en Marruecos, Guatemala y México*. Oxfam. España, 42 pp.
- PRYOR, C, y BARTHELMIE, R.J (2010). "Climate change impacts on wind energy: A review", en: *Renewable and Sustainable Energy Review*. National Renewable Energy Laboratory. EUA, 430-437 pp.
- Red Mexicana de Acción Frente al Libre Comercio (2007) *Declaratoria "Encuentro nuestras voces de lucha y resistencias"*. Red Mexicana de Acción Frente al Libre Comercio. México. URL: [http://www.rmalc.org.mx/principales/decla\\_eolicas.htm](http://www.rmalc.org.mx/principales/decla_eolicas.htm). Consultado el 4 de julio de 2011.
- Renewable Energy Policy Network for the 21 st Century (2010) *Renewables 2010 Global Status Report*. GTZ. París, 78 pp.
- RINCÓN, Emmanuel y Asesores (2006) *Manifestación de Impacto Ambiental Parque eólico Eurus*. México, 247 pp.
- RODRÍGUEZ, Israel (2006) "Por recomendación del BM se busca privatizar la energía eólica" en: *La Jornada*. México. 13 de marzo.
- Sin autor (2006). "Peligran miles de aves migratorias" en: *Teorema Ambiental*. Teorema Ambiental. México, URL: <http://www.teorema.com.mx/energia/peligran-miles-de-aves-migratorias/>. Consultado el 9 de marzo de 2011.
- SÁNCHEZ CORNEJO, Carlos (2007) "Aprovechamiento del corredor eólico del Istmo de Tehuantepec en la generación de electricidad" Ponencia presentada en: *Foro de energías solar y eólica aplicadas a la generación de electricidad*. Comisión Federal de Electricidad. 22-23 de marzo. México.
- Secretaría de Energía (2010) *Prospectiva del Sector Eléctrico 2010-2025*. Secretaría de Energía. México, 227 pp.
- Secretaría de Energía(2011) *Zonas de aprovechamiento potencial para la generación eoloeléctrica*. Secretaría de Energía. URL:<http://sener.gob.mx/webSener/res/1803/Eolico.pdf>. Consultado el 10 de abril de 2011.
- SOMNATH BAIDYA, Roy (2011) "Stimulating impacts of wind farms on local hydrometeorolgy", en: *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*. Dept. of Building, Civil and Environmental Engineering, Concordia University. Canadá, 1-8 pp.
- VÁZQUEZ, Leopoldo (2009) "Avifauna de la selva baja caducifolia en la cañada del río Sabino, Oaxaca, México", en: *Revista Mexicana de Biodiversidad*, volumen 80, número 2. México, 538-549 pp.
- Vestas (2006) *Life cycle assesment of offshore and onshore sited wind plants based on Vestas V90-3.0MW turbine*. Vestas. Dinamarca, 60 pp.
- VILLAVICENCIO, Arturo (2006). "Mitos y realidades del Mecanismo de Desarrollo Limpio", en *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, Red Iberoamericana de Economía Ecológica,

España, vol. 1, URL: <http://www.redibec.org/archivos/revista/articulo6.pdf>. Consultado el 2 de febrero de 2011.

World of Wind Energy (2009) "Energy and Pollution" en: World of Wind Energy. Estados Unidos, URL:[http://www.worldofwindenergy.com/wind\\_energy\\_knowledge\\_centre/ecology\\_and\\_pollution.html](http://www.worldofwindenergy.com/wind_energy_knowledge_centre/ecology_and_pollution.html). Consultado el 4 de marzo de 2011.