

Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I

Palacio de Minería del 19 al 23 de Junio de 2006

El desarrollo de los proyectos de energía eólica en Costa Rica (1979-2005)

RONALD EDUARDO DÍAZ BOLAÑOS

MESA 7



En diversas partes del mundo actualmente se experimenta en la generación de corriente eléctrica, usando la energía eólica o energía del viento. Hoy en día con la crisis de los hidrocarburos encima, Costa Rica no debería quedarse atrás [sic] en dichas experimentaciones.

Eladio Zárate (1978: 1

Introducción

El último cuarto del siglo XX se caracterizó por la explotación de nuevas fuentes de energías no convencionales para la producción de electricidad en Costa Rica: geotérmicas, solares, biomásicas y eólicas. A diferencia de los proyectos anteriores, en el financiamiento de los generadores de energía eólica interviene tanto el capital público como el privado, aprovechando las condiciones físicas idóneas para producir energía aprovechando la fuerza del viento en el cantón de Tilarán, situado en la occidental provincia de Guanacaste.

Los primeros estudios se efectuaron a finales del decenio de 1970, y en el decenio siguiente sus resultados fueron mejorados por nuevas investigaciones científicas en Tilarán que permitieron la construcción de los primeros parques eólicos en la década de 1990, los que fueron complementados con el de Tejona, perteneciente al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y que inició sus operaciones en 2002.

La presente investigación fue producida en el marco del Proyecto Meteorología e Impacto Social Ambiental en Centro América y México (MISCAM, VI-805-97-519) y del Programa Estudios Sociales de la Ciencia, la Técnica y el Medio Ambiente (PESCTMA, VI-805- A4-906) del Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI) de la Universidad de Costa Rica y en el que también colaboran la Escuela de Historia y el Centro de Investigaciones Históricas de América Central (CIHAC) de dicha universidad de Costa Rica.

La información se obtuvo a partir de informes técnicos llevados a cabo por personeros del ICE y estudios que han analizado el proceso de producción de energía eléctrica en Costa Rica durante la segunda mitad del siglo XX, custodiados por la Oficina de Gestión Documental de la Unidad Estratégica de Negocios de Proyectos y Servicios Asociados (UEN-PYSA), en la Biblioteca y el Museo Histórico y Tecnológico del ICE. La información estadística fue recopilada a partir de publicaciones anuales disponibles en el Centro de Información Energía y Ambiente (CIENA) del Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE). Estos datos amplían y precisan los presentados por De Marcos (2000), quien fue el primero en elaborar una síntesis sobre el proceso de desarrollo de la energía eólica en Costa Rica.

Los objetivos de este trabajo comprenden:

1. Indagar los antecedentes de los proyectos de energía eólica presentes en Costa Rica.
2. Caracterizar las zonas del país que por sus condiciones eólicas son favorables para su uso industrial con base en los estudios existentes.
3. Determinar el impacto social y ambiental de las plantas de producción de energía eólica en Costa Rica.
4. Señalar las repercusiones que ha tenido para la región centroamericana la experiencia costarricense en materia de energía eólica.

Antecedentes de la energía eólica en Costa Rica

La energía eólica se empleó originalmente en Costa Rica para bombear agua en pequeña escala en zonas caracterizadas por la elevada intensidad de los vientos, principalmente en Guanacaste, con fines domésticos y para la ganadería (Laporte, 1979: 24). En la década de 1970, se hicieron los primeros ensayos de un generador eólico, cuando la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica diseñó un aerotransductor para producir energía del viento en la Estación Experimental Fabio Baudrit en Alajuela pero carecía de un túnel aerodinámico para calibrar sus aspas (Laporte, 1980: 78).

A raíz de la crisis petrolera de finales de la década de 1970, que afecta a la economía mundial, especialmente a los países dependientes del petróleo, Costa Rica se vio forzada a buscar nuevas fuentes de producción de energía eléctrica con la finalidad de ir reduciendo la generación eléctrica en plantas térmicas y ahorrar más recursos en el ámbito energético ya que las nuevas fuentes eran capaces de utilizar recursos energéticos propios y producidos a costos menores que los de las centrales eléctricas que consumen derivados del petróleo (Cf. Vargas, 2002: 44-61 y Rodríguez, 1979: 1).

El Estado costarricense, que por medio del Instituto Costarricense de Electricidad, fundado en 1949, había realizado una cuantiosa inversión en la construcción de proyectos hidroeléctricos en el Valle Central como La Garita (1953-1958) en el Río Grande y Cachí (1966-1967) en el río Reventazón y el complejo Arenal-Corobicí en la provincia de Guanacaste (en funcionamiento a partir de 1979) emprendió una serie de estudios para valorar el potencial uso de fuentes no convencionales de energía, entre ellos la biomásica, la hidráulica en pequeña escala, la solar y la eólica, que se analiza en el siguiente apartado (Rodríguez, 1979: 1-5; Fallas y Álvarez, 1997: 16-23 y Fernández, 1997).

Los estudios científicos y la selección de Tilarán como zona productora de energía eólica

Los proyectos para el desarrollo de formas renovables de energía en Costa Rica datan de finales de la década de 1970, una época donde el mayor incremento de la conciencia ecológica en la opinión pública y las crisis del petróleo impactan la sociedad costarricense favoreciendo la realización de estudios de factibilidad para la instalación de plantas de producción de energía eólica en Costa Rica con base en las catorce estaciones medidoras de viento instaladas por el Instituto Meteorológico Nacional en distintos puntos del país (Laporte, 1979: 15).

La mayor parte de dichas estaciones se instalaron por razones económicas en las principales áreas productivas del país: el Valle Central y Guanacaste, por lo que amplias zonas carecían de ellas y los registros eran utilizados para estudios climatológicos y para las comunicaciones aéreas (Laporte, 1979:15). Los estudios fueron encargados al Ing. Sadí Laporte, quien también fue el responsable de redactar el informe respectivo, que se vio beneficiado por la publicación de los estudios hechos por el meteorólogo Eladio Zárate sobre el comportamiento del viento en Costa Rica en la misma época (Zárate, 1977 y 1978 y Laporte, 1979 y 1980). Estos informes, además de los presentados para las fuentes de energía solar, biomásica e hidráulica en pequeña escala, fueron la base del Programa Fuentes no Convencionales de Energía del ICE (Rodríguez, 1979).

Los estudios localizaron tres zonas propicias para el desarrollo de proyectos de generación eólica con base en la intensidad de los vientos: Guanacaste (especialmente en la vertiente de barlovento de la cordillera homónima), zona del Lago Arenal y Valle Central (Laporte, 1979: 15 y 24). De estas zonas que ofrece más condiciones idóneas son las dos primeras, especialmente el cantón de Tilarán, ubicado al sur del Lago Arenal y en la fachada de barlovento de la Cordillera Volcánica de Guanacaste. En Tilarán, la localidad de Tejona fue el sitio elegido porque en la estación local registró la mayor intensidad de viento en todo el territorio costarricense porque se le consideró una zona de fuerte viento por la intensidad promedio de 28,08 m/s en enero de 1973 (Laporte, 1980: 7 y 80). Esta estación fue instalada por el ICE a 600 msnm y efectuó mediciones entre 1973 y 1978 (Laporte, 1980: 4-5 e ICE y Electrowatt, 1985: 21).

Debido a la dificultad de contar con datos más precisos, fue necesario establecer mediciones más precisas para determinar con criterios sólidos los sitios idóneos para los futuros parques generadores, por ello fue necesario iniciar nuevos estudios en la primera mitad de la década de 1980, por lo que el ICE debió establecer un contrato con la compañía Electrowatt Ingenieros Consultores S. A. de Zurich (Suiza) el 20 de marzo de 1981 para el uso de los Servicios de Consultoría en el Programa Fuentes no Convencionales de Energía. El financiamiento de dicho proyecto fue producto del préstamo 1713/CR del Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y tuvo como fin revisar y evaluar los informes preliminares generados por los peritos del ICE encargados de investigar el potencial del país para desarrollar proyectos en energía eólica, solar, biomásica e hidráulica en pequeña escala (ICE y Electrowatt, 1985: preámbulo).

En cuanto a la energía eólica, el informe advertía que “es muy probable que la electricidad generada por el viento nunca alcance una importancia comparable con la energía hidroeléctrica” aunque debía tenerse en cuenta como una fuente alternativa a esta en las zonas donde su producción podría ser garantizada (ICE y Electrowatt, 1985: 17).

Los peritos del ICE y Electrowatt (1985: 19-26) determinaron que las estaciones empleadas para las medidas originales de viento no eran adecuadas para estudios de energía eólica por lo que fue necesario establecer nuevas mediciones que permitieron corregir y ampliar los datos existentes, así como confeccionar un mapa de velocidades del viento en el territorio costarricense que a su vez permitió cartografiar el potencial de energía eólica en él. Se determinó que la explotación de dicha fuente de energía sería menor que el potencial hidroeléctrico del país, no obstante, podría entrar en funcionamiento durante la época seca cuando su disponibilidad aumenta con el incremento del flujo de los alisios y la actividad

hidroeléctrica tiende a decrecer al disminuir el nivel de agua de los embalses (ICE y Electrowatt, 1985: 28).

Los estudios confirmaron el carácter de Tejona como zona apta para la producción de energía eólica, por lo que se hicieron nuevas mediciones para el período 1980-1981. Los ingenieros de ambas entidades recomendaron evaluar los posibles impactos ambientales al cambiar el uso de suelo, la estética del paisaje y el ruido generado por las aspas de los generadores una vez que entraran en funcionamiento (ICE y Electrowatt, 1985: 21, 30 y 32).

Las experiencias prosiguieron pero el gobierno apostó por desarrollar el Proyecto Geotérmico de Miravalles, idea que ya venía gestionándose desde mediados de la década de 1970. La Ley 5961 del 6 de diciembre de 1976 señaló de interés público las medidas necesarias para aprovechar los recursos geotérmicos del subsuelo costarricense, actividad que fue adjudicada al ICE; posteriormente, el 29 de mayo de 1977 se suscribió un préstamo entre el gobierno de Costa Rica y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) por \$4 100 000 para financiar los estudios pertinentes que llevarían a la construcción del proyecto de Miravalles (Fernández, 1985: 490-491).

Las investigaciones señalaron que el potencial de generación eléctrica es superior al eólico: casi 1000 MW de reservas y 2250 MW de recursos para 17000 km² de las áreas de tipo A de producción geotérmica frente a los 600 MW anuales en los 85 km² de la denominada Zona 1 que incluía Tilarán (ICE, 1991: 6 y Electrowatt, 1985: 26). Por ello, el gobierno avocó sus recursos para que el ICE realizara los estudios y las obras de Miravalles, cuya primera planta entró en operaciones en 1994 (Fallas y Álvarez, 1997: 24).

Las transformaciones producidas en el Estado costarricense por la irrupción de políticas neoliberales, la posibilidad de llevar a cabo proyectos de gran escala se vio limitada, por lo que se concedió su explotación a empresas privadas a mediados de la década de 1990, sobre todo en un período en que los cambios socioeconómicos experimentados por la sociedad costarricense favorecieron una mayor vinculación del sector ciencia y tecnología con los procesos productivos (Hidalgo y Monge, 1989 y Láscaris, 2002). Estas razones motivaron la concesión de la construcción de los primeros parques eólicos del país a empresas privadas, que aprovecharon los estudios del ICE para montar sus plantas, siendo la primera de ellas la de MOEVASA, que entró en funcionamiento en 1996, ya que la institución estatal se vio afectada por los problemas macroeconómicos del país que limitaron los gastos, por lo que el proyecto del establecimiento del proyecto de Tejona se retrasó y suspendió a mediados del decenio de 1990 (ICE, s.f.).

Sin embargo, al acercarse el año 2000, el ICE recibió US\$ 3,3 millones de la Global Environmental Facility (GEF) y US\$ 4,5 millones en el marco del Programa de Proyectos Piloto de Implementación Conjunta (PPP-IC), basado en el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto y otorgado por el gobierno de los Países Bajos. Dichos fondos fueron empleados principalmente para la compra de los generadores, las aspas y las torres donde serían colocados, financiar los estudios de impacto ambiental, el mejoramiento de la subestación Arenal que garantizaría una mejor interconexión entre los parques de Tejona, PESA, MOVASA y AEROENERGÍA con el sistema interconectado nacional (ICE, 2005: 116-117).

En cuanto a los proyectos privados, el primero en surgir fue el de la empresa Plantas Eólicas, S.A. (PESA) que entró en funcionamiento en 1996, al que le siguió el de AEROENERGÍA, sociedad fundada en 1994, cuyo contrato con el ICE para producir energía eólica se suscribió en 1997 e inauguró su planta en 1998. Por último, está el parque construido por la compañía Molinos de Viento del Arenal S. Z. (MOVASA), establecida en 1993 con el fin de producir energía eléctrica con base en la fuerza del viento, por lo que en 1995 suscribió un contrato con el ICE para generar energía eléctrica y su planta entró en funcionamiento en 1999 (AEROENERGÍA, s. f.; MOVASA, s.f.; Montero, 2005).

Impacto social y ambiental de los parques eólicos de Tilarán

En 1992, el ICE y la Oficina de Energía e Infraestructura de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID) efectuaron un estudio de factibilidad para la construcción de una planta de energía eólica de 20MW en Tejona, por lo que dicho estudio incluyó informes sobre el impacto que tendría dicho proyecto en la zona, en términos sociales, ambientales y culturales (ICE y USAID, 1992).

En el informe se señala que Tejona ofrece características especiales que la convierten en un sitio apropiado para la generación eólica porque se colocaron doce estaciones de monitoreo para medir la velocidad del viento en 1990 y sus datos fueron procesados por la compañía norteamericana U. S. Windpower, que entregó la información al ICE y corroboraron los datos recolectados por los monitoreos de las décadas anteriores (ICE y USAID, 1992: 18). Desde el punto de vista geográfico, Tejona ofrecía condiciones similares a las de sitios en California donde se habían instalado generadores eólicos (ICE y USAID, 1992: 4):

El terreno en el lugar propuesto consiste de lomas onduladas y cadenas de colinas. La vegetación en las áreas propuestas es principalmente de pastizal usado para el ganado, con árboles en las áreas más bajas. Las características del suelo parecen favorables para la construcción del proyecto. El sitio y el uso que se da la tierra son muy similares a muchos sitios desarrollados en California.

El informe consideraba que una planta de 20MW en Guanacaste sería capaz de reducir en 60 000 toneladas métricas anuales las emisiones de CO₂ de las plantas de generación térmica operantes en Costa Rica. Al ser una zona escasamente habitada, el trazado de la línea de distribución eólica y el corredor de la línea de transmisión tendría poco impacto por ser una zona dedicada al pastoreo de ganado y a las vistas panorámicas pero no se determinaron impactos ambientales considerables que impidieran la construcción de los generadores. (ICE y USAID, 1992: 7).

El único riesgo identificado era la presencia de fallas geológicas o activas o potencialmente activas en las zonas aledañas al Lago de Arenal y sus efectos posibles para el proyecto no se habían estudiado a inicios de la década de 1990. Se señalaron también como eventuales efectos la interrupción de las transmisiones radiales, los peligros para la flora y fauna local, en particular de las especies migratorias, las modificaciones eventuales en el paisaje y daños a los recursos paleontológicos y arqueológicos de la zona (ICE y USAID, 1992: 7, 113-118).

En 1995 se llevó a cabo un estudio de impacto ambiental en la zona con la finalidad de responder a dichas inquietudes y fue evaluado y avalado por el BID, la entidad que concedió un préstamo para financiar las obras de construcción. El estudio determinó que durante la construcción del parque eólico del ICE, los efectos en el ambiente se redujeron a los movimientos de tierra al abrir vías de acceso y

establecer los puntos para la colocación de los generadores, sin perjudicar el uso de la tierra ni las condiciones sociales de los habitantes de las poblaciones vecinas (ICE, 2005: 113).

En cuanto a otras formas de impacto en el medio, la lejanía de los asentamientos humanos impide que el ruido de los generadores afecte directamente a los pobladores, además que la tecnología empleada reduce significativamente la producción de ruido. En cuanto a las aves, el informe (ICE, 2005: 114) sostiene que:

En cuanto al impacto sobre la avifauna, en el caso de Tejona, ampliado también a los sitios de los otros parques eólicos [AEROENERGÍA, MOVASA y PESA] los estudios demuestran que las aves de la zona vuelan a alturas más altas que las aspas de los generadores y buscan posarse sobre los parches de bosque que se ubican en los alrededores y que por lo tanto, la operación de la planta no representa un peligro para esas especies.

No se registraron muertes de aves en la zona del Proyecto durante la etapa de instalación de las máquinas ni durante la etapa inicial de pruebas de operación.

Los estudios muestran que las comunicaciones radiales no se ven distorsionadas por los generadores eólicos y el paisaje "se ha visto afectado positivamente, ya que el mismo, sin las instalaciones, resultaba monótono, dominado únicamente por los pastos de ganado. Las plantas eólicas han atraído turistas a la zona y es frecuente ver grupos que muestran gran interés sobre el tema" (ICE, 2005: 115).

Una ventaja respecto al medio ambiente es la disminución de emisiones de CO₂ al proveer al sistema interconectado nacional que opera el ICE, ahorrar recursos y disminuir la cantidad de gas lanzado a la atmósfera (ICE, 2005: 115).

En el aspecto social, la mayoría de los trabajadores contratados por el ICE fueron residentes del cantón de Tilarán -cerca del 75%- y el resto de otras comunidades de Guanacaste. Debido al interés generado en la población local por el proyecto de Tejona, se diseñó un plan de gestión ambiental participación social cuya finalidad era informar a la comunidad sobre los avances del mismo, capacitarla para el manejo de desechos, fortalecer las organizaciones comunales y visitar las escuelas y colegios para explicar al estudiantado la importancia del proyecto y sus vínculos con la zona. Con el apoyo del gobierno holandés se financió la construcción de un centro de capacitación en energías renovables en Tilarán (ICE, 2005: 116-119).

Repercusiones en Centroamérica de los proyectos generadores de energía eólica en Costa Rica

Los primeros generadores eólicos fueron construidos por empresas privadas que entraron en funcionamiento en el segundo lustro de la década de 1990: PESA, AEROENERGÍA y MOVASA, empresas que habían aprovechado los estudios del ICE para iniciar la construcción de los tres primeros parques pero con una tecnología menos desarrollada que la empresa estatal (Montero, 2005).

Al finalizar dicho decenio, se inicia la construcción de la planta eólica estatal, Tejona, que entra en operaciones para 2002 y a partir de dicho momento, los cuatro parques eólicos contribuyen con tan solo el 3% del total de energía eléctrica producida en Costa Rica. No obstante, debido a la capacidad instalada, los cuatro parques han convertido al país en uno de los mayores productores de energía eólica en América Latina, al ocupar el primer lugar de la región y el decimosexto del mundo

con 28 generadores impulsados por un promedio anual de vientos de 180 km/h, un costo de US\$0,041 KW para el año 2005 (Oviedo, 2005).

El siguiente cuadro resume la experiencia de Costa Rica en cuanto a generación eólica donde se muestra una tendencia al incremento de la capacidad instalada y de la generación eléctrica de los proyectos eólicos para el período 1996-2004:

Cuadro 1
Generación eólica en Costa Rica (1996-2004)

Año	Proyecto	Capacidad instalada (KW)	Generación eléctrica (MWh)
1996	PESA	16500	22590
1997	PESA	16499	75783
1998	PESA y AEROENERGÍA	23250	64795
1999	Parques privados (PESA, AEROENERGÍA y MOVASA)	42550	101282
2000	Parques privados	42550	182709
2001	Parques privados	42550	185088
2002	Tejona	19800	59127
	Parques privados	42450	199748
2003	Tejona	19800	81551
	Parques privados	48750	148435
2004	Tejona	19800	79386
	Parques privados	48750	178152

Fuente: ICE (1997-2005)

La experiencia de Costa Rica ha sido aprovechada para que otros países de Centroamérica operen plantas de generación eólica. De acuerdo con BUNCA-CA (2002: 19-21) la mayoría de los proyectos en la región estaban en proceso de construcción o en estudios de factibilidad ya que solamente los cuatro parques de Costa Rica estaban en funcionamiento, por ello, la energía eólica estaba en una etapa incipiente. Los proyectos previstos para entrar en funciones a inicios del siglo XXI son ocho en Guatemala, uno en El Salvador, seis en Honduras y cuatro en Nicaragua, además de otros cinco para Costa Rica. Estos parques han sido estimulados gracias al Proyecto de Energías Renovables suscrito por los gobiernos de Guatemala y Honduras con la Unión Europea, que tiene como énfasis estimular el uso de la energía eólica en Centroamérica en el período 1999-2000.

A pesar del estado incipiente de la generación eólica en la región, su desarrollo se dificulta por la falta de financiamiento, la dificultad de adquirir la tecnología más adecuada para la instalación de los generadores que se adapten a las condiciones de viento de la geografía centroamericana, la falta de información de los inversionistas interesados en la producción de electricidad y el modelo de mercado que privilegia las fuentes tradicionales de producción de electricidad en el istmo (BUNCA-CA, 2002: 21-23).

Conclusiones

La apertura de los centros de producción eólica en Costa Rica ha permitido desarrollar nuevas fuentes de producción de energía eléctrica alternativa a la proporcionada por las plantas térmicas y las represas hidroeléctricas, aumentando levemente la capacidad de generación de energía del país y cuyos resultados positivos ha planteado la posibilidad de expandir dicha experiencia a otras zonas del país y de Centroamérica, pese a las dificultades económicas y tecnológicas que esta actividad acarrea y como se ha analizado a través del análisis histórico de la experiencia costarricense, donde intervino el capital privado para instalar parques eólicos antes que lo hiciera la misma empresa estatal.

Recientemente se dio a conocer por parte de la prensa costarricense la idea de expandir a otras zonas la actividad eólica, siguiendo las directrices de los primeros estudios identificaron como sitios propicios para instalar generadores eólicos, entre ellos Santa Ana, en el Valle del Sol, a pocos kilómetros de la capital y el Cerro de la Muerte, en la Cordillera de Talamanca (Montero, 2006 y Oviedo, 2005). No obstante, la intensidad del viento es mucho menor que en Tejona, donde nuevos estudios hechos durante el decenio de 1990 por la meteoróloga Ana Cecilia Muñoz (2002), corroboran los datos obtenidos en el pasado, por lo que esta localidad seguirá siendo la mayor productora de energía eólica de Costa Rica.

Bibliografía

Aeroenergía (s.f.). "Aeroenergía". Disponible en internet desde <<http://www.aeroenergía.com/principal.htm>> [Consultado el 17 de junio de 2006].

Biomasa Users Network (BUN-CA) (2002). *Manuales sobre energía renovable: Eólica*. San José, Costa Rica. BUN-CA.

De Marcos, J. (2000). "Energía eólica en Costa Rica". *Energía, ingeniería energética y medioambiental*. 26 (1). Enero-febrero: 47-58.

Fallas S., Carlos E. y Álvarez J., Francisco J. (1997). *El ICE y la electrificación en Costa Rica. 1949-1996*. San José, Costa Rica. ICE. Subgerencia Gestión Institucional-Energía. Oficina de Patrimonio Histórico y Tecnológico.

Fernández Gamboa, Edwin (1997). *La Garita. Primera planta hidroeléctrica construida por el ICE*. San José, Costa Rica. ICE. Subgerencia Gestión Institucional-Energía. Oficina de Patrimonio Histórico y Tecnológico.

Fernández Robles, Joaquín Alberto (1985). *100 años de actividad eléctrica en Costa Rica. 1884-1984*. San José, Costa Rica. ICE.

Hidalgo, Roberto y Monge, Guillermo (1989). *El futuro cercano y la capacidad tecnológica costarricense*. San José, Costa Rica. EUCR-EUNED.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) (s.f.). *Suministro de bienes y servicios P. E. Tejona*. San José, Costa Rica. ICE.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) (1991). *Evaluación del potencial geotérmico de Costa Rica. Resumen ejecutivo*. San José, Costa Rica. ICE.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) (1997-2005). *Análisis comparativo de las variables relacionadas con el consumo de energía eléctrica en Costa Rica*. San José, Costa Rica. ICE.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) (2005). *Informe finalización de obra Proyecto Eólico Tejona*. San José, Costa Rica. ICE.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID) (1992). *Primera fase del estudio de factibilidad de una planta de energía eólica de 20 MW en Costa Rica*. San José, Costa Rica. ICE.

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y Electrowatt Ingenieros Consultores (1985). *Fuentes de energías no convencionales. Resúmenes ejecutivos*. San José, Costa Rica. ICE.

Laporte, Sadí (1979). "Energía eólica". Rodríguez, Agustín (coord.). *Fuentes de energía no convencionales*. ICE. Dirección de Planificación Eléctrica. Oficina de Estudios Especiales. 1979, pp. 15-25

Laporte, Sadí (1980). "Estado de la tecnología en Costa Rica". *Análisis preliminar del viento en Costa Rica*. San José, Costa Rica. ICE. Dirección de Planificación Eléctrica. Departamento de Estudios Básicos. Enero: 78-81.

Láscaris-Comneno, Tatiana (2002). *Innovación tecnológica en Costa Rica. Estado actual y perspectivas*. San José, Costa Rica. CONARE-OEI.

Molinos de Viento del Arenal, S.A. (MOVASA) (s.f.). "Historia". Disponible en internet desde: <<http://www.movasa.net/Historia.htm>> [Consultado el 17 de junio de 2006].

Montero Q., Juan Carlos (2005): "Proyectos de energía eólica en Costa Rica". Comunicación personal. ICE. 10 de mayo.

Muñoz, Ana Cecilia (2002). "Potencial de energía eólica en Costa Rica". *Tópicos meteorológicos y oceanográficos*. Vol. 9. No, 1. San José, Costa Rica. MINAE. Enero: 29-47.

Oviedo, Esteban (2005). "País duplicará electricidad producida con fuerza de viento". *La Nación*. 9 de octubre: 4A-5A.

Rodríguez, Agustín (coord.) (1979). *Fuentes de energía no convencionales*. ICE. Dirección de Planificación Eléctrica. Oficina de Estudios Especiales.

Vargas Solís, Luis Paulino (2003). *Modelo desarrollista y de industrialización sustitutiva*. San José, Costa Rica. EUCR.

Zárate H., Eladio (1977). *Principales sistemas de vientos que afectan a Costa Rica y sus relaciones con la precipitación*. Tesis de licenciatura en Meteorología. Universidad de Costa Rica.

Zárate H., Eladio (1978). "Comportamiento del viento en Costa Rica". *Nota de investigación*. 2. San José, Costa Rica. IMN. 1978.

RONALD EDUARDO DÍAZ BOLAÑOS
roeddibo@gmail.com
Centro de Investigaciones Geofísicas
Escuela de Historia y Escuela de Estudios Generales
Universidad de Costa Rica