

LA ENERGIA EOLICA EN ARMONIA CON LAS OTRAS FUENTES ENERGETICAS

C. V. M. Labriola

Universidad Nacional del Comahue - Fac. de Ingenieria - Depto. Electrotécnica
Bs. As. 1400 - TE:099-488305- E-mail: clabriol@uncoma.edu.ar

ENERGÍAS RENOVABLES (ER): VENTAJAS COMPARATIVAS

Respecto de las fuentes de Energía Convencionales (EC) podemos decir que las ER son:

- Menores (o nulas) fuentes productoras de Agentes de Sobre calentamiento atmosférico (GEI).
- Menores generadoras de Polución de ruido y tóxicos, previamente y durante su empleo.
- Comparando costos: los de instalación de las ER son menores que en las EC; también los costos de mantenimiento menores o nulos, y costos de combustible en algunos casos nulo.
- Producen menor impacto ambiental e Impacto visual mas disimulable en algunos casos.
- Algunas ER están integradas o producen energía a partir de combustible orgánico de desecho de ciertos Ecosistemas.
- Capacidad de mejorar el Ecosistema Tierra mediante su aplicación dado que no solo contribuyen a la limitar la generación de GEI, sino también, aplicadas a riego de bosques, ayudan a fijar el C producido por las Fuentes Energéticas de origen Fósil y la industria.

Como situaciones no ventajosas podemos citar en algunos casos la disponibilidad de los recursos renovables, origen de estas fuentes, los costos específicos y rendimiento frente a las convencionales (caso de la fotovoltaica).

Como enumeración de las (ER) podemos mostrar la Tabla Nro.1, la cual integraremos en ternas energéticas mas adelante.

ENERGÍA EÓLICA (EE): COSTOS Y APLICACIONES - SITUACIÓN INTERNACIONAL Y NACIONAL:

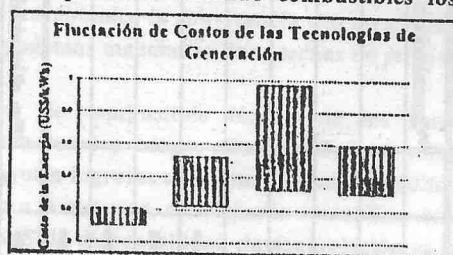
La situación internacional podemos ejemplificarla con un gráfico de los costos comparativos de tecnologías de generación mediante ER, Fig. Nro.1. En la Fig. Nro.2 vemos la disminución del costo del kWh generado en los últimos casi 15 años. Además podemos agregar un costo comparativo a nivel usuario de algunas fuentes de ER frente a otras de EC.

A partir básicamente de la última década en nuestro país podemos decir:

- Hubo incremento de estudios para la definición de zonas aptas para el recurso Eólico.
- Detección de zonas de alta velocidad media de viento y persistencia, o sea buena disponibilidad de EE en nuestro país.
- Se redujo el costo de instalación por KW para equipos iguales o mayores de 100Kw (casi \$1000/KW instalado con accesorios, caso de Cutral Co COPELCO-MICON).
- Creció la necesidad de abaratamiento de la Energía a nivel Cooperativas evitando combustibles fósiles y su dependencia, ver Fig. Nro.3.



FIG. Nº1



Costo completo de los sistemas para diversas alternativas de energía. En zonas donde no se dispone de una fuente de energía hidráulica, la energía eólica es a menudo la alternativa disponible menos costosa. El ejemplo asume una carga de 10 kWh por día.

INSTALACIONES EOLICAS EN LA REPUBLICA ARGENTINA							
PROVINCIA	LOCALIDAD	AÑO	CANT.	POTENCIA (kW)	POT. TOTAL (kW)	MARCA	PAIS
CHUBUT	C. RIVADAVIA	1977	1	20	20	DORNIER	ALEMANIA
CHUBUT	RIO MAYO	1990	4	30	120	AEROMAR	ALEMANIA
CHUBUT	C. RIVADAVIA	1994	2*	250	600	MICON	DIPAMARCA
NEUQUEN	CUTRAL - CO	1994	1	400	400	MICON	DIPAMARCA
SANTA CRUZ	PISO TRUNCADO	1994	10	100	1.000	VENTIS	ALEMANIA
BUENOS AIRES	PEHUEN - CO	1995	1	400	400	MICON	DIPAMARCA
BUENOS AIRES	TANUIL	1995	2	400	800	MICON	DIPAMARCA
CHUBUT	RADA TILLY	1996	1	400	400	MICON	DIPAMARCA
BUENOS AIRES	NECOICHEA **	1995	6	225	1.650	MADE	ESPAÑA
				28	5,250MW		

(*) Primeras dos máquinas, experimentales, sobre un total de 40 (10 MW)

(**) Adquiridas pero no instaladas aún

FIG. Nº 3

FUENTE	TECNOLOGIA APLICADA	USO FINAL DE LA APLICACION			OBSERVACIONES
		Electrical	Industria	Edific Transp	
SOLAR	Fotovoltaico plano	****	**		**Comunicaciones
	Fotovoltaico c/concentrador	****			
	Térmico Solar Parabólico	****	****		
	Térmico Solar c/disco/Stirling	****			
	Térmico Solar c/espejo seguido	****			
	Proces solares	****	****	****	
	Calentamiento pasivo Térmico			****	
	Calentamiento activo Conv. Po			****	
	Iluminación del día			****	
	Turbinas eje horizontal	*****	***	***	***en sitios aislados
BIOMASA	Turbinas eje vertical	***			
	Combustión directa	****	****	****	
	Gasificación - Pirólisis	****	****	****	
	Digestión Anaeróbica	****	****	****	
	Fermentación			****	
GEO-	Vapor Seco	****			
	Vapor a partir de liq. geotérm.	****			
	Ciclo binario	****			
TERMICA	Bomba de calor			****	
	Uso directo		*****	*****	****Isla de
HIDRAULI	Convencional	*****			‡ Gran inversión inicial
	Acumulación por bombeo	***			*** depende de localización
	Microturbinas	****			**** Gran difusión actual
OCEANICA	Tidal	****			****Europa
	Conversion de Energía Térmica				En desarrollo
	Energía de las olas	****			Inglaterra

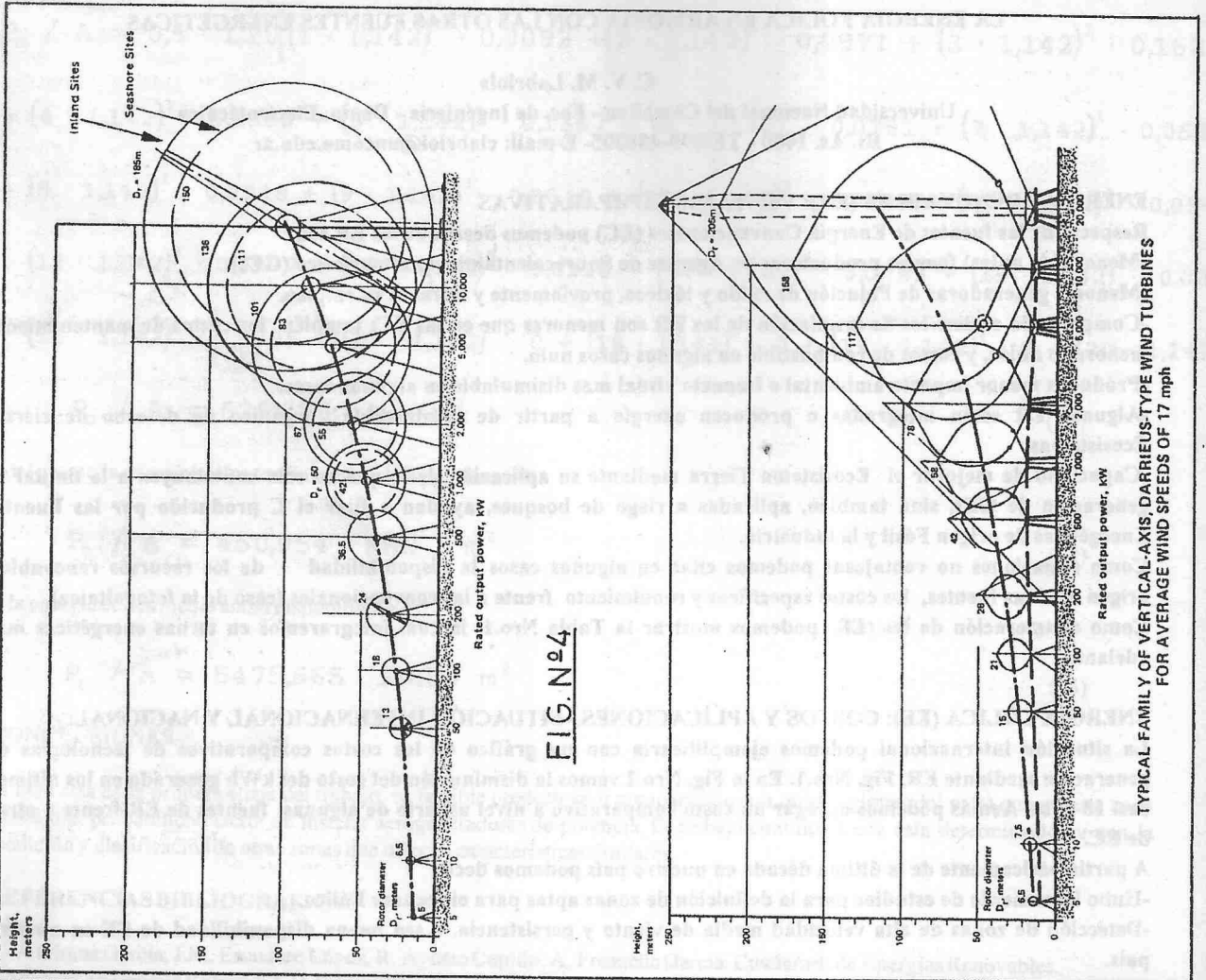


FIG. N°4

TYPICAL FAMILY OF VERTICAL-AXIS DARRIEUS-TYPE WIND TURBINES FOR AVERAGE WIND SPEEDS OF 17 mph

CONVERSOR EÓLICO DE EJE VERTICAL (CEEV):

Ventajas: menor impacto visual, alta velocidad de rotación, por lo tanto menor relación de vueltas del reductor generador-rotor, alta eficiencia, no necesita torre, en resumen relativo menor costo que el de eje horizontal; omnidireccional, no necesita sistemas de control para orientarse ante cambio de dirección de viento.

Desventajas: fatiga en palas en régimen arrafagado de vientos y no tiene auto arranque. Para estas dos desventajas hay una solución o alternativa: la falta auto arranque se puede solucionar adosando un rotor Savonius, y la rotura de palas, haciendo palas con materiales del lugar tratados para reposición rápida, y amortiguadas elásticamente.

Las partes principales del CEEV son: mástil, palas, acoplamiento mecánico, generador, bases y protecciones.

La variación del tamaño según la potencia eléctrica requerida se muestra en la Fig. Nro.4, comparada con los de eje vertical. Se puede ver que los mástiles de eje vertical son un poco mas altos pero no usan controles en las palas mas que unos frenos, si son necesarios.

A partir de los distintos tipos de rotores de eje vertical que se muestran en la Fig. Nro.5 se propone usar rotor del tipo Darrieux (flexionado o recto) con palas de perfil biconvexo y el acoplamiento mecánico dependerá de la potencia necesaria por el usuario y las velocidades medias del lugar.. Para menores velocidades medias de viento (6m/s), puede aplicarse el rotor tipo Savonius, y según lo dicho como arranque del rotor Darrieux propuesto.

El generador es una máquina asincrónica autoexcitada con capacitores y con control de carga activa constante si está en red aislada, o con una compensación para factor de potencia 0,95 si está interconectado a la Red Nacional (MT). La velocidad del rotor del generador será submúltiplo de 3000 rpm (aproximadamente) según la cantidad de polos que se dispongan en dicha máquina.

En las bases debe hacerse un cálculo previendo las máximas solicitaciones de los vientos verificando muy bien el terreno donde se afirmará, no solo para el sistema Mástil-Palas-Generador, sino también para los tensores del mástil y protecciones (alambradas) contra rodado de maleza u objetos y deterioros por animales.

Una estimación de sus costos de CEEV de 35KW, para la zona Comahue da un valor de \$/Kw instalado similar a los de mas generadores eólicos de eje horizontal de ultima generación.

Para la ubicación del CEEV en el lugar de servicio se debe tener muy en cuenta además de las mejores condiciones de viento sin distorsión (Estudio de Recurso en el lugar o alrededores), el costo de traslado del equipo y del personal de instalación y mantenimiento con sus herramientas. Si el lugar de emplazamiento posee mucha rugosidad en el terreno el rotor debe sobreelevarse para captar mejores vientos del perfil eólico del lugar.

CONVIVENCIA Y ARMONÍA CON OTRAS FUENTES

Para cada aplicación debemos analizar el conjunto de las ER existentes en el Ecosistema en estudio, no sólo para aprovechar al máximo las magnitudes climáticas y naturales sino también para reducir al máximo el impacto ambiental (según Convención Marco de la ONU sobre el cambio climático) y todos los tipos de poluciones, utilizando, en lo posible, los recursos materiales del lugar minimizando costos. Por lo tanto el recurso Eólico, para *microemprendimientos en sitios aislados* se hace lógico, confiable y económico la convivencia con otras fuentes de ER según evaluación previa de los recursos del lugar. Por ejemplo podemos mencionar unas ternas de estas de ER muy aplicadas actualmente:

*Eólica-Fotovoltaica-Gas: Si se cuenta con grupo generador de combustible fósil y de los beneficios del emprendimiento en el futuro, se lo puede transformar a gas natural o biogas conviviendo con eólica, y si la disponibilidad no es la deseada, adjuntar fotovoltaica al tener mayores ingresos o disponibilidad de crédito.

*Eólica-Hidráulica-Gas: La situación del gas la hacemos idéntica a la anterior, conviviendo con eólica con bombeo y acumulación en estanques e hidráulica a partir de lo acumulado. Si la disponibilidad de acumulación es la deseada, puede dejarse el biogas como reserva para situaciones de mantenimiento o falta de agua. Esta aplicación permite independizarse de la existencia en superficie de una corriente de agua. El biogas de reserva puede aplicarse directamente a un proceso productivo del microemprendimiento.

En estos dos casos enunciados podemos alternar o incluir la pirólisis de material orgánico si hay buena disponibilidad en cantidad. Además como acumulación están las baterías pero se debe analizar su costo directo y ambiental.

Otras aplicaciones que podrían darse son:

*Las combinaciones Eólica-Oceánica: en nuestro país habría que evaluarlas en conjunto en Santa Cruz con énfasis en el impacto ecológico y polutivo. Recordemos además que en las costas atlánticas existe el recurso de las olas.

*Para combinar la Fuente geotérmica habría que estudiar la situación de vientos cerca de dicha fuente.

*Alternativas de generación de vapor por acción solar en colectores: dependerán de la disponibilidad de superficie para colectar, de la necesidad de vapor para otras aplicaciones y la conversión Turbo-Eléctrica del vapor a las presiones disponibles.

*Cabe aclarar que los Macroemprendimientos Hidráulicos Fluviales y Mareomotrices no los hemos considerado porque necesitan a veces décadas de decisiones y sobretodo serios estudios de impacto ambiental.

*Los tipos de acumulación mediante Hidrógeno/Hidruuros no se han incluido porque los hemos considerado todavía en desarrollo.

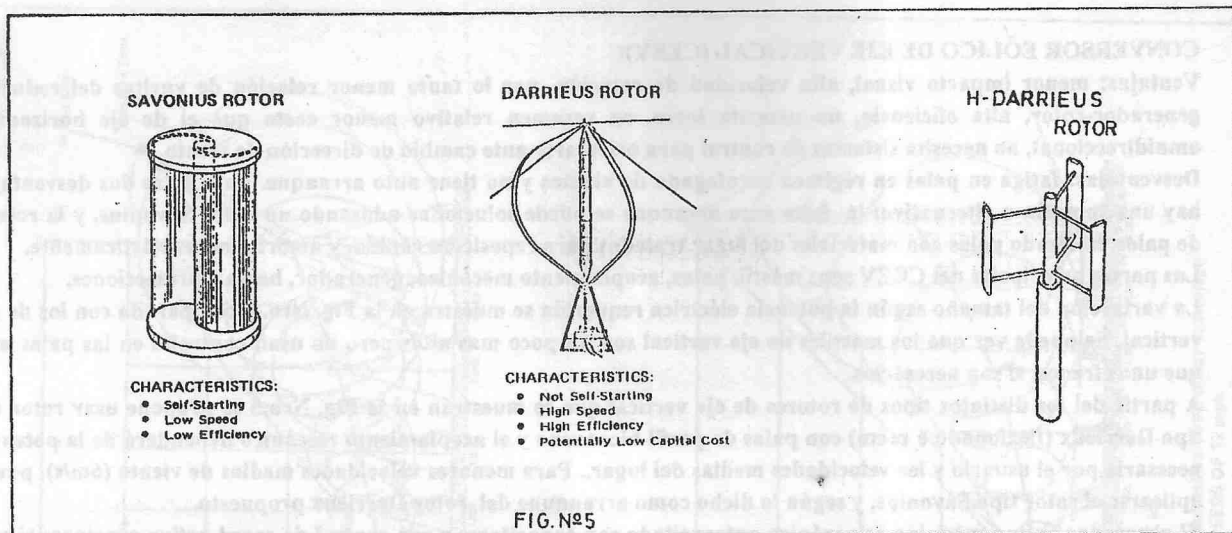


FIG. Nº5

CONCLUSIONES:

- Es importante poner énfasis en la promoción de aplicaciones donde convivan varias fuentes de Energía Renovables evaluando la armonía y eficiencia del grupo definido, como fuente energética por excelencia para sitios aislados garantizando la disponibilidad de energía según necesidades, a un costo razonable.
- Para la evaluación global en la definición del proyecto no solo hay que tener en cuenta lo económico a corto plazo sino también la disponibilidad y lo mas importante el impacto y polución consecuente en el ambiente en el mas largo plazo de requerimiento del emprendimiento (ONU Cambio Climático).
- Recordemos además que no solo son fuentes de energía para los procesos cotidianos del hombre y la industria, sino también como acción de fijación de C mediante riego para forestaciones (ONU cambio climático), las cuales en su raleo son fuente de materia orgánica para biogas o pirólisis.
- Para desarrollo en sitios aislados, dados los aranceles de importación para pequeños generadores eólicos, conviene desarrollarlos en el país con materiales de fácil adquisición en el lugar del recurso y tratamientos adecuados.

REFERENCIAS:

Libros:

- Energía Eólica , Análisis desde el punto de vista Gerencial y Técnico - Curso de los Sres. Arq. Luna Pont e Ing. Brugnoni - Neuquen agosto de 1996.
- Greenhouse Gas Mitigation Assessment - a Guidebook Jayant Sathaye and Stephen Meyers - 1995.
- Conceptos básicos, modelos y técnicas para el Control de máquinas Eólicas - Ing. rafael Oliva - 1995.
- Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio Climático . Oficina de Información sobre cambio Climático, UNEP/IUCC - 1993.
- Wind Turbine EEngineering Desin - david M Eggleston, Forrest S. Stoddard - 1987.
- Diseño, desarrollo y ensayo del sistema de generador diesel asistido por Turbina Eólica con Eje Vertical - Indal Technologies, Mississauga, Ontario, marzo de 1984.

Papers:

- Biofuel looks good for diesel engines - Staff Report MPS - abril 1996.
- Energía Eólica para bombeo de agua - Steve Klein, Rabat, Marruecos, 1988.
- Energía Renovable, un sondeo - Mohan Minasingle, Jefe de División del Banco Mundial en Washington DC, Asesor Sri Lanka, 1988.
- Utilización de la Máquina Asincrónica en Aero generadores - 2da. RENASE - Dr. J.C. Tobías - 1987.
- Electrogeneración Eólica - Fotovoltaica - Dahram Pol, Naval Civil Engineering Laboratory, Fort Hueneme, california, EUA - 1986.
- Application of Induction Generators in Power Systems - de Mello, Fetes, Hannett, White - PTI, EPRI, IEEE, Septiembre 1982.