

**Asociación Profesional de Ingenieros Especialistas (APIE)
Colegio de Ingenieros Especialistas de Córdoba (CIEC)
Energía Eólica Aplicada**



10/08/2011

AUTOR: Lic. Diego A. Franco

dfranco@giafa.com.ar

Energías Alternativas

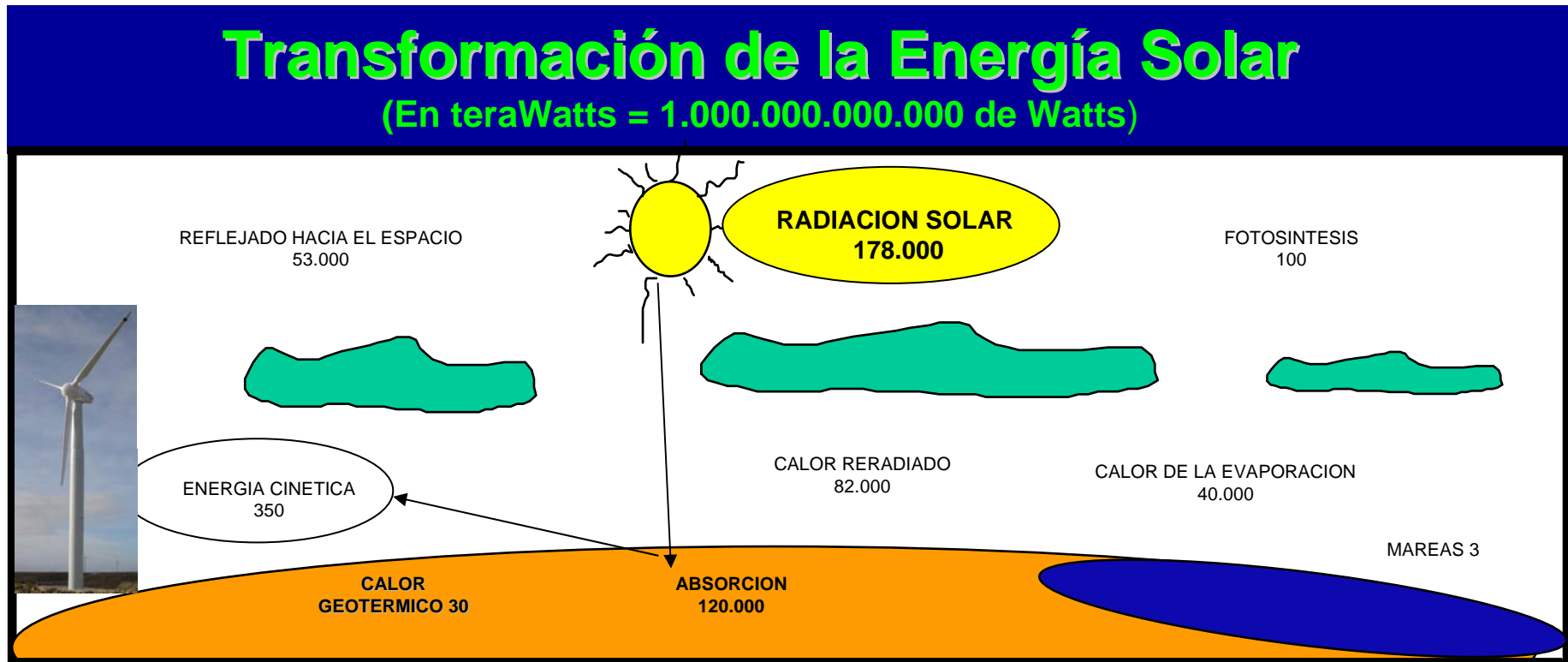


Lic. Diego Alberto Franco
Profesor de Energía Alternativas

GIAGA S.R.L.

info@giafa.com.ar - www.giafa.com.ar

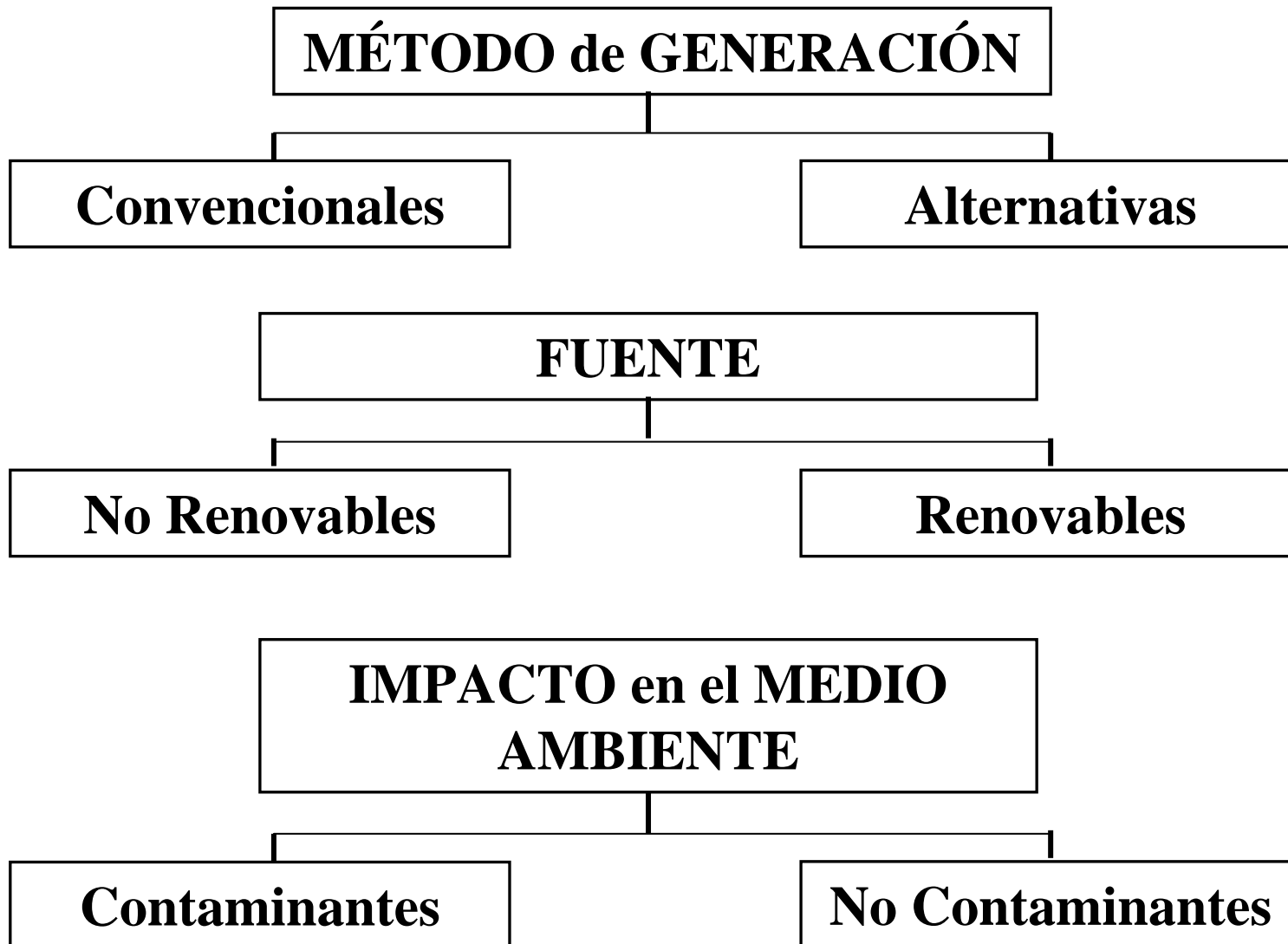
Para tener en cuenta



El VIENTO es energía solar transformada en energía cinética. La tierra absorbe 120.000 teraWatts (120×10^{15} Watts) de la energía del sol.

0,3% de esa energía (350 teraWatts) se transforma en viento. Esto es 15 veces la energía usada actualmente.

Clasificaciones de la Generación de Electricidad



Energía Eólica



Areas Rurales Dispersas

Riego

Comunicaciones

Otros Fines Específicos

**Interconexión a la Red
(Net Metering)**

**Granjas Eólicas
(grandes usinas eólicas)**

$$E_v = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

Energía Eólica - Formula Fundamental

$$E_v = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

Es una Relación:

1) **EXPONENCIAL** en función de la **VELOCIDAD DEL VIENTO**

DUPLICA LA VELOCIDAD DEL VIENTO

MULTIPLICA POR OCHO LA POTENCIA DISPONIBLE.

$$V = 2 \text{ m/seg. } P_d = 5 \text{ watt}$$

$$V = 4 \text{ m/seg. } P_d = 40 \text{ watt}$$

$$V = 8 \text{ m/seg. } P_d = 320 \text{ watt}$$

$$V \times 4 \quad \text{Implica } P_d \times 64$$

2) **PROPORCIONAL** al **AREA** de la **ELICE**

DUPLICA EL AREA DE LA ÉLICE

MULTIPLICA POR DOS LA POTENCIA DISPONIBLE.

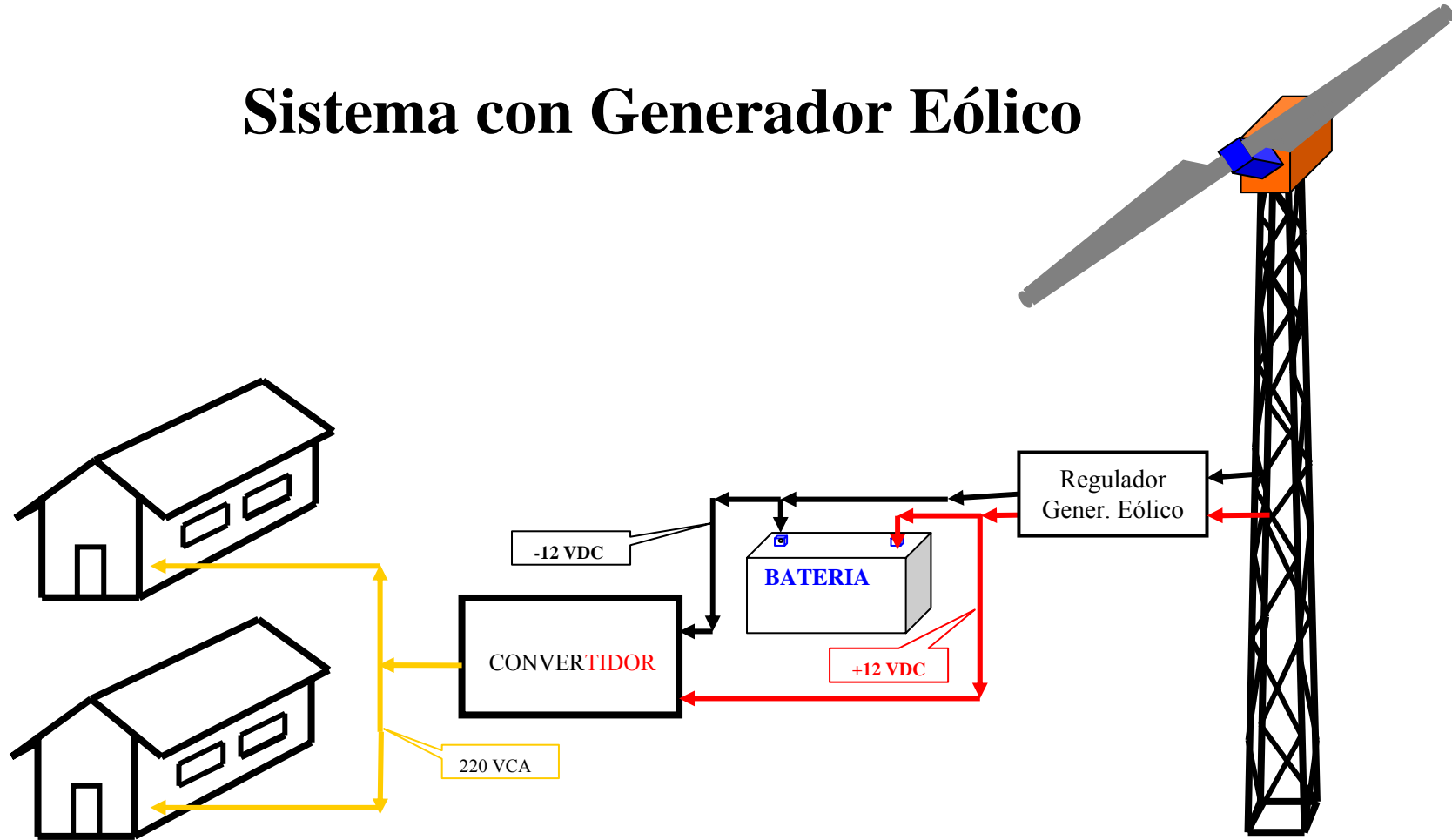
$$A \times 2 \quad \text{Implica } P_d \times 2$$

3) **LA VELOCIDAD DEL VIENTO CRECE con la ALTURA**

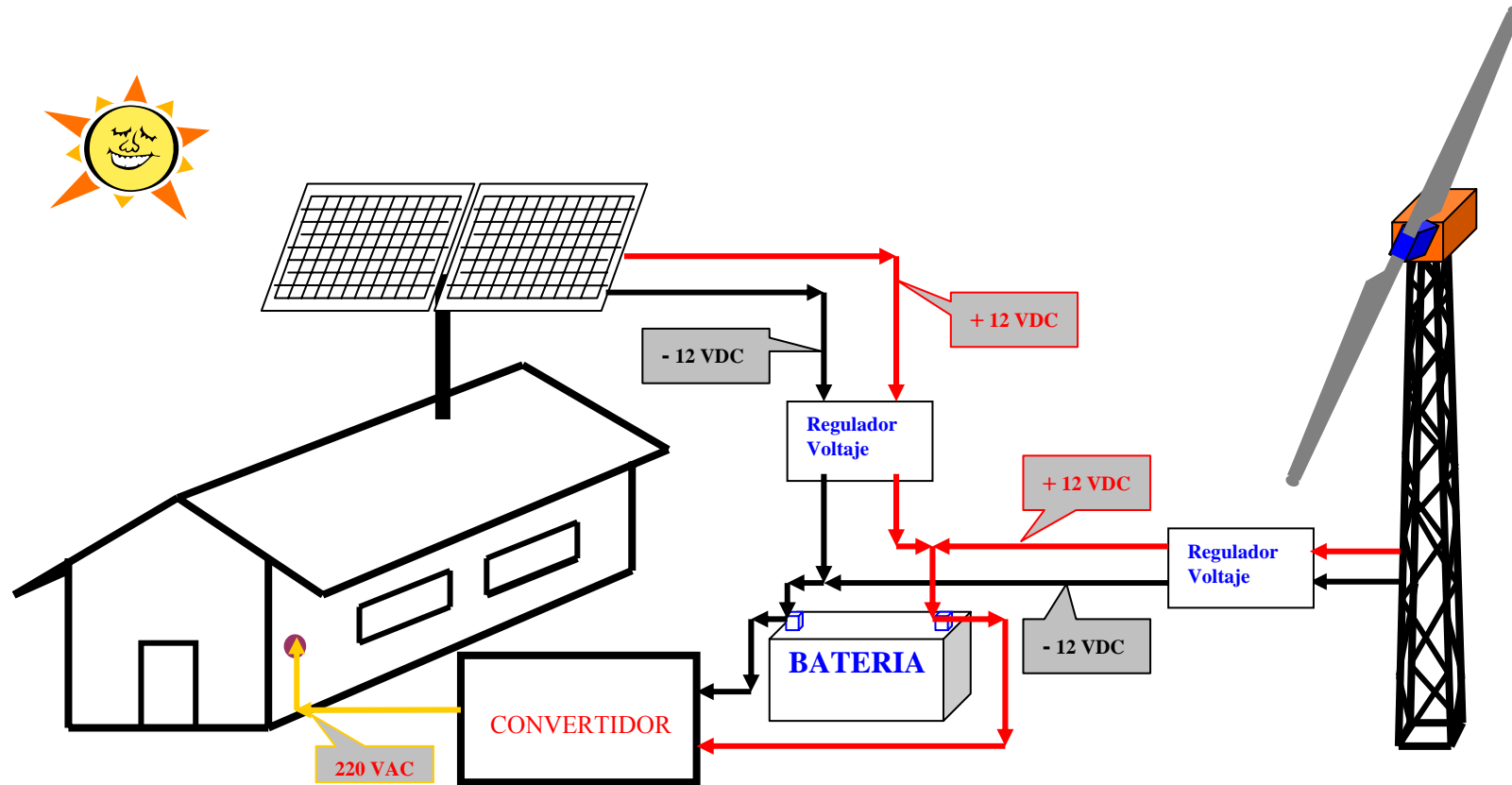
EN FORMA LOGARÍTMICA Y

EN FUNCIÓN AL TIPO DE CONFORMACIÓN DEL SITIO

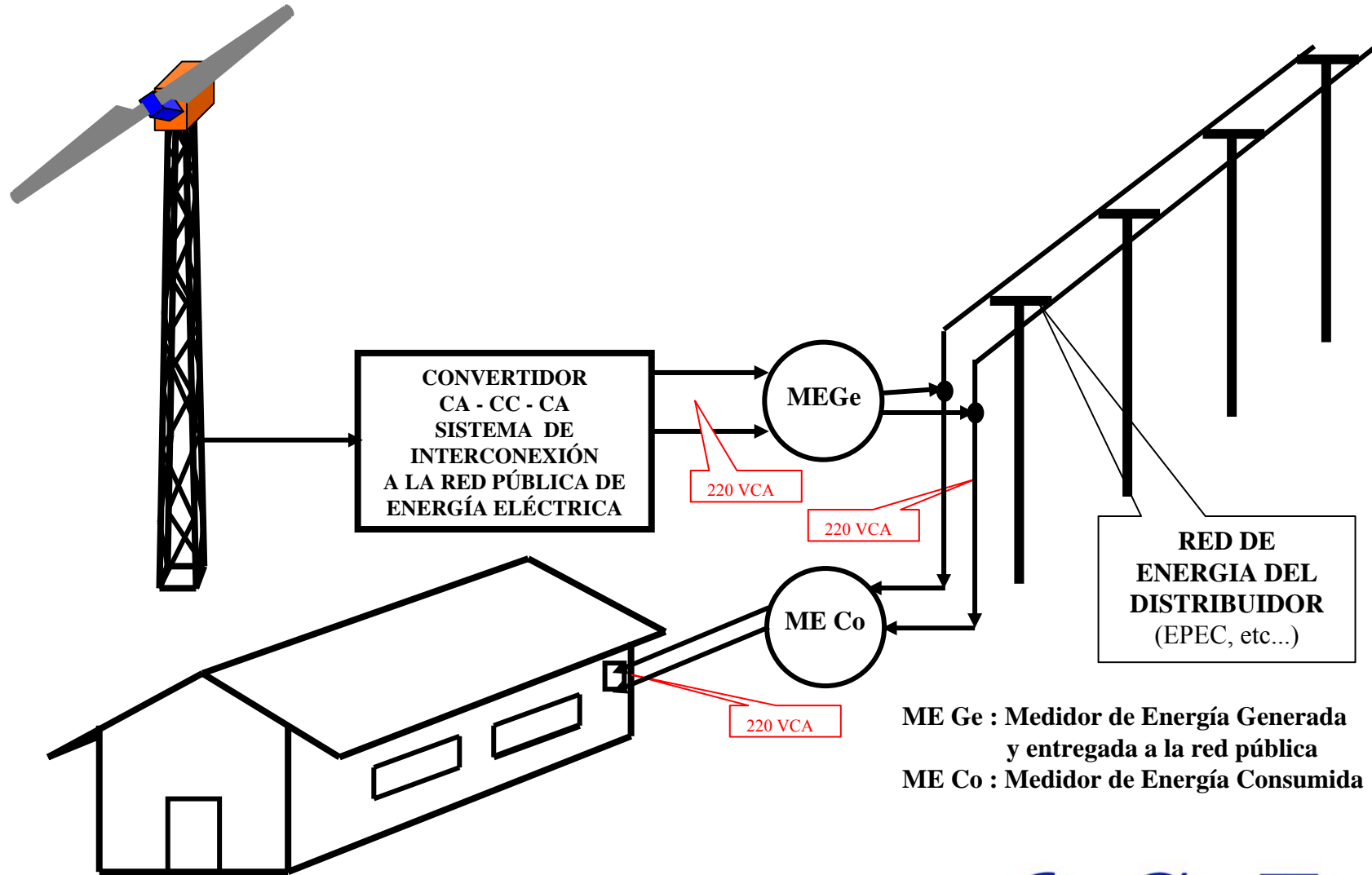
Sistema con Generador Eólico



Sistema Híbrido Eólico Foto Voltaico



Sistema Net Metering con Energía Eólica



ME Ge : Medidor de Energía Generada y entregada a la red pública
ME Co : Medidor de Energía Consumida

PARQUE EÓLICO ARAUCO



PROVINCIA DE LA RIOJA

AUTOR: Lic. Diego A. Franco

Parque Eólico de Arauco

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Año 1991 – Diego Franco instala a pedido de Telecom un eólico GIAFA 500 en Puerta de Arauco

- Año 1989 – Diego Franco era Profesor de Matemática Financiera en 6° Año de Ingeniería en la Facultad de Ingeniería de la UCC
- El Decano Ing. Oscar Sartori, conociendo la experiencia de Diego Franco en la fabricación de Generadores Eólicos lo pone en contacto con el Dr. Ricardo Bastianón, Autor y Fabricante de la TEA (Turbina Eólica Austral) de 10 kW
- A partir de este momento Ricardo Bastianón y Diego Franco inician una serie de proyectos de energía eólica en forma conjunta
- En 1991 el Gerente de Energía de Telecom Ing. Cuadri contacta a Ricardo Bastianón para que le indique un eólico para instalar en Puerta de Arauco
- Esto dio origen a la instalación del primer eólico en Arauco y el descubrimiento de una zona con vientos de alta calidad. Participo en la instalación Emilio Gudemos por TELECOM
- FINALMETE EL PARQUE EOLICO DE ARAUDO



Parque Eólico de Arauco

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

- Año 1992 – El Vice Gobernador Dr. Beder Herrera convoca al Lic. Diego Franco para evaluar los recursos eólicos en La Rioja**
- Año 1992 – Se dicta Ley Provincial 5783 Declarando de Interés la Energía Eólica en la zona de LA PUERTA y BAÑADO DE LOS PANTANOS**
- Año 1993 – GIAFA SRL y el Lic. Diego A. Franco, instalan 4 eólicos de 500 Watt, comprados por La Rioja en 2 Escuelas (Chepes y Ulapes) y 2 viviendas rurales (Carrizal y Aimogasta)**



Parque Eólico de Arauco

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

**Año 1993 – En base a la Experiencia de Puerta de Arauco y los 4 eólicos instalados se propone iniciar investigación en Energía Eólica. Comienzan las mediciones en forma sistemática
Estación Meteorológica DAVIS en Desvío Señor de la Peña – Posteriormente Est N° 3
Instalada por el Lic. Diego A. Franco de GIAFA SRL**



Parque Eólico de Arauco

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Año 1994 – La Legislatura de la Provincia de La Rioja compra un eólico de 10 kW para bombeo de agua, con estación meteorológica para ir analizando los vientos en distintos lugares del Dpto Arauco. Lo instala el Lic. Diego A. Franco de GIAFA SRL En días de altos vientos se llevo a bombear mas de 500.000 litros en 24 hs



DATO COMPARATIVO: Cuando se instala el eólico de 10 kW en La Rioja en Argentina solamente habían instalados 4 Aeroman de 30 kW c/u en la localidad de Rio Mayo (1989) Total 120 kW Prácticamente La Rioja aporta el 10% de la potencia total instalada a ese momento

Parque Eólico de Arauco

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Año 1996 a 2001 – Diego Franco continúa las mediciones por cuenta propia

Año 2000 – CFI compra las 8 estaciones para medir y registrar y contrata al Lic. Diego A. Franco como experto a cargo del proyecto

21 de Marzo de 2001 – Se inician las mediciones en forma sistemática con anemómetros NRG calibrados y certificados

Evaluación del recurso eólico en la región norte de la Provincia de La Rioja

Consejo Federal de Inversiones

Fecha de inicio: Diciembre de 2000

Experto Contratado: Lic. Diego A. Franco

Departamento Castro Barros:
Entrada a Anjullón

**Departamento San Blas
de los Sauces:**
Alpasinche
Salida Andoluca

Departamento Chilecito:
El Pulo

Departamento General Ocampo:
Los Límites

Departamento Arauco:
La Puerta
Desvio Sr. De La Peña
La Pichana
Bañado de los Pantanos
Río de la Punta
Centro Rió de la Punta – LA Pichana
Entrada Sr. De La Peña
Centro Oeste Rió de la Punta – LA Pichana
Los Zanjones



Construcción de bases y Armado de la Torre

Localización de la Primera Etapa de Mediciones



La Angostura:	28° 52' S 66° 39' O	La Puerta:	28° 48' S 66° 36' O
Desv.Sr.de la Peña:	28° 41' S 66° 41' O	La Pichana:	28° 41' S 66° 43' O
Anjullón:	28° 42' S 66° 53' O	Bañ.de los Pant:	28° 23' S 66° 49' O
Alpasinche:	28° 19' S 66° 03' O	Andoluca:	28° 29' S 67° 11' O

Localización de la Segunda Etapa de Mediciones



© 1993-2003 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

La Angostura:	28° 52' S 66° 39' O	La Puerta:	28° 48' S 66° 36' O
Desv. Sr. de la Peña:	28° 41' S 66° 41' O	La Pichana:	28° 41' S 66° 43' O
Río de la Punta:	28° 43' S 66° 47' O	Bañ. de los Pant:	28° 23' S 66° 49' O
Ctro. R.L.Punta	28° 42' S 66° 45' O		

Localización de la Tercera Etapa de Mediciones



© 1993-2003 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

La Angostura:	28° 52' S 66° 39' O	La Puerta:	28° 48' S 66° 36' O
Desv.Sr.de la Peña:	28° 41' S 66° 41' O	La Pichana:	28° 41' S 66° 43' O
Río de la Punta:	28° 43' S 66° 47' O	Bañ.de los Pant:	28° 23' S 66° 49' O
Ctro. R.L.Punta	28° 42' S 66° 45' O	Ctro. Oeste	28° 40' S 66° 46' O

Localización de la Cuarta Etapa de Mediciones



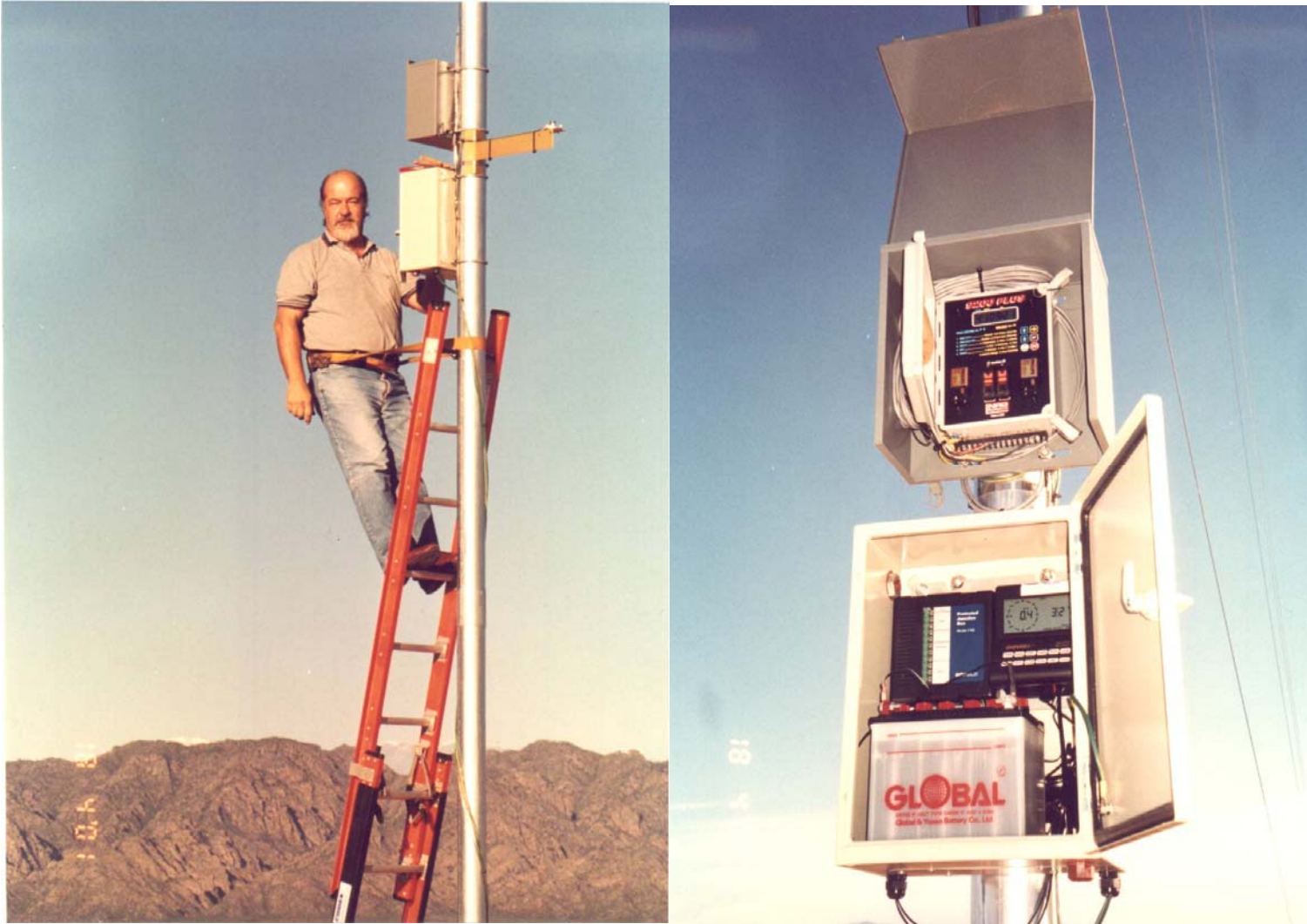
© 1993-2003 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

La Angostura:	28° 52' S 66° 39' O	La Puerta:	28° 48' S 66° 36' O
Desv.Sr.de la Peña:	28° 41' S 66° 41' O	La Pichana:	28° 41' S 66° 43' O
Ctro. R.L.Punta	28° 42' S 66° 45' O	Ctro. Oeste	28° 40' S 66° 46' O
Los Zanjones:	28° 44' S 66° 41' O		

Registadores a 5 mts
Sensores a 10 mts

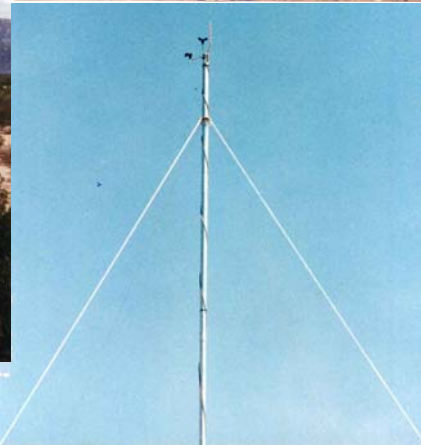
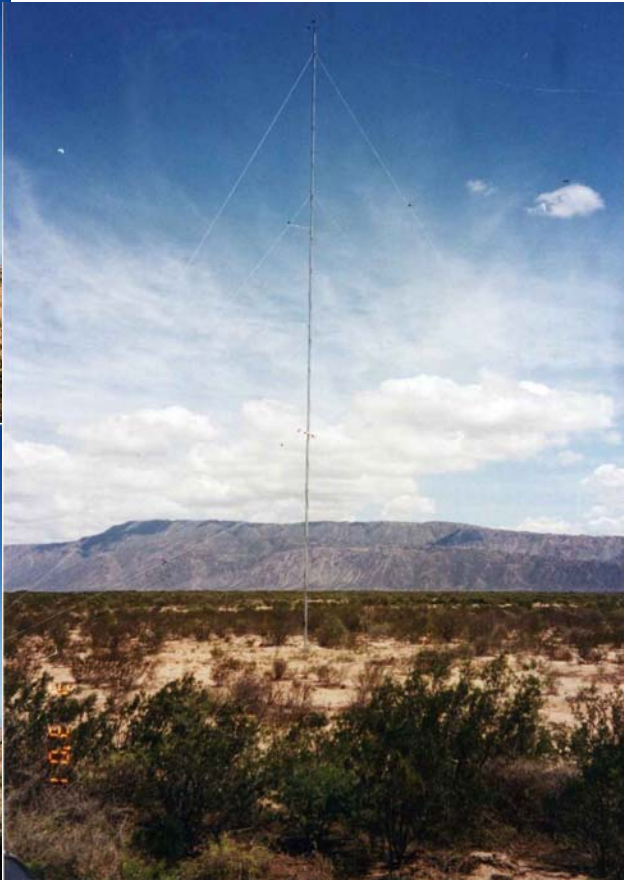


Diego Franco bajando datos en registradores a 5 mts



Parque Eólico de Arauco

Instalación de Torres y Medición



Parque Eólico de Arauco

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

**Junio de 2004 – El CFI presenta el primer resultado de una Granja Eólica en Arauco, en base a los estudios realizados en el Proyecto:
EVALUACIÓN DEL RECURSO EÓLICO en la Región Norte de la Provincia de La Rioja realizado por el Lic. Diego A. Franco**

**Año 2006 a 2007 – Se realizan estudios contratados por el CFI:
Topografía por Instituto Geográfico Militar con 1 punto cada 25 mts sobre 7.000 Has Suelo para las fundaciones de Turbinas Eólicas**

Año 2007 - Con todos los estudios realizados y la colaboración del Lic. Diego A. Franco, el CREE realiza el estudio final del Parque Eólico de Arauco

Año 2008 – El Gobierno de la Provincia de La Rioja realiza la compra de la Turbina 1 del PEA y la Estación Meteorológica a 73 mts de altura.

CON ESTA ETAPA SE DA INICIO A LA CONSTRUCCION DEL PEA

Parque Eólico de Arauco

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Noviembre 2008 queda instalada y funcionando una estación meteorológica de 73 mts de altura, con sensores a 30 – 50 y 73 mts para corroborar los datos medidos con anterioridad. GIAFA SRL provee el sistema FV de energía y Diego A. Franco lo instala.



Parque Eólico de Arauco

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Año 2009 Entre la Secretaría de Ambiente de la Provincia de La Rioja y el Lic. Diego A. Franco elaboran el estudio de Impacto Ambiental del Parque Eólico de Arauco

Año 2009 se inicia la instalación del Parque Eólico de Arauco con turbinas IMPSA WIND Clase II, de 2,1 MW fabricadas en Argentina por INDUSTRIAS METALURGICAS PESCARMONA de la Ciudad de Mendoza

Año 2010 se tiene en funcionamiento la primer turbina y se estima finalizar la puesta en marcha de las siguientes 11 antes de fin de año, para totalizar el Parque Eólico mas grande de Argentina con 25,4 MW
Comodoro Rivadavia tiene 17 MW mas 1 turbina IMPSA WIND de 1,5 MW = 18,5 MW

Año 2010 se constituye una sociedad estratégica entre la Provincia de La Rioja y ENARSA

“PARQUE EÓLICO ARAUCO SAPEM”

75% del Capital la Provincia de La Rioja

25% del Capital ENARSA

DIRECTORIO

PRESIDENTE: Arq. Juan Fernando Carbel (Provincia de La Rioja)

VICEPRESIDENTE: Dr. Damian Bleger (ENARSA)

Parque Eólico de Arauco

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Comparación de Tamaños y Tecnologías



GIAFA 500 - 0,5 Kw
Diámetro Hélice 2 mts
Instalado por Lic. D.A.Franco



BERGEY 10 kW
Diámetro Hélice 7 mts
Instalado por Lic. D.A.Franco

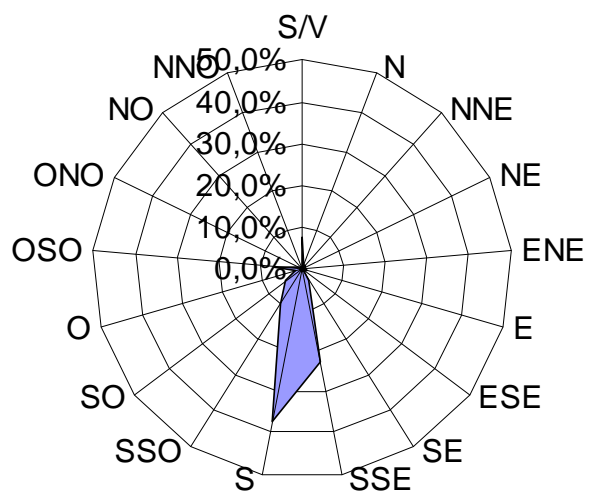


IMPSA WIND 2,1 MW
Diámetro Hélice 83 mts
Instalado por IMPSA WIND

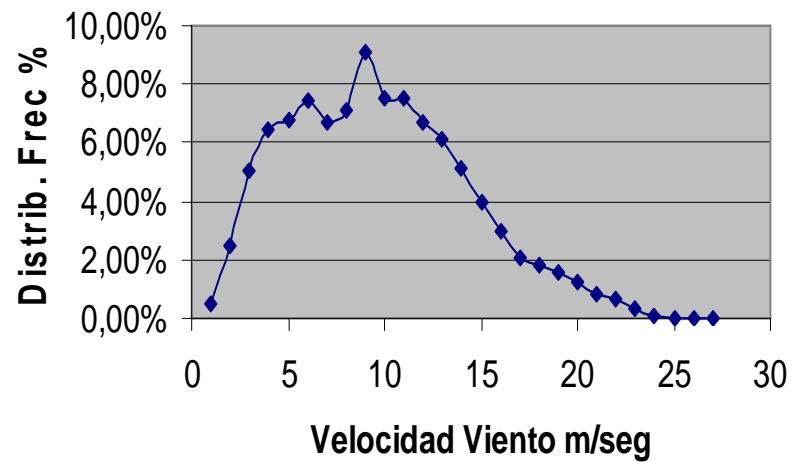
Forma de los resultados

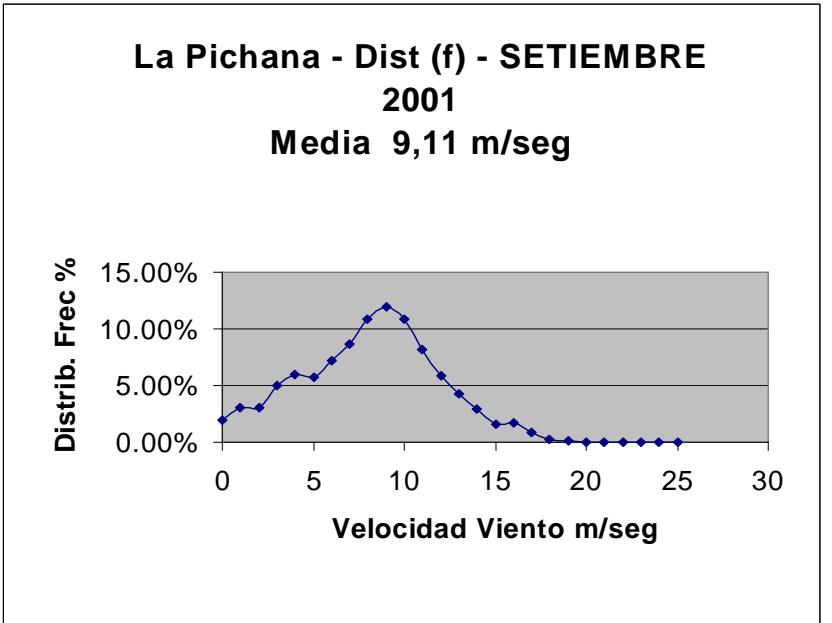
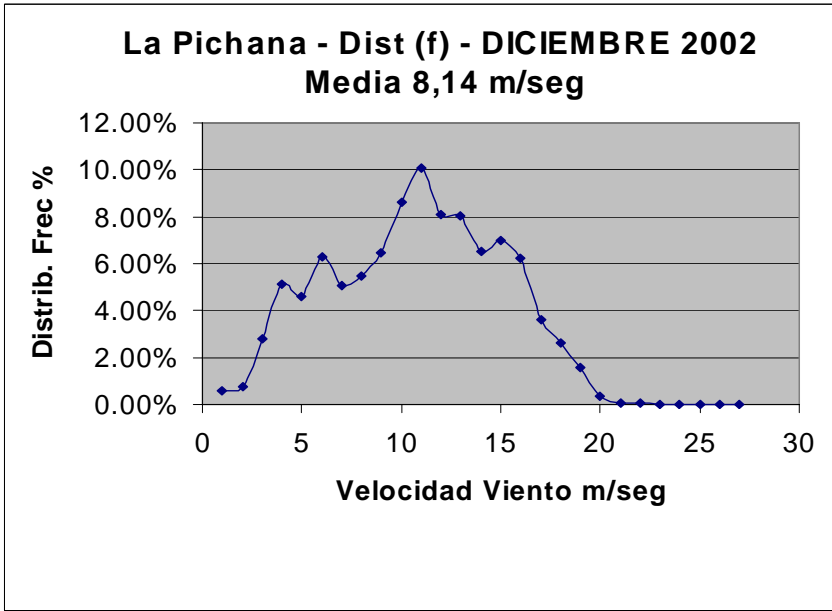
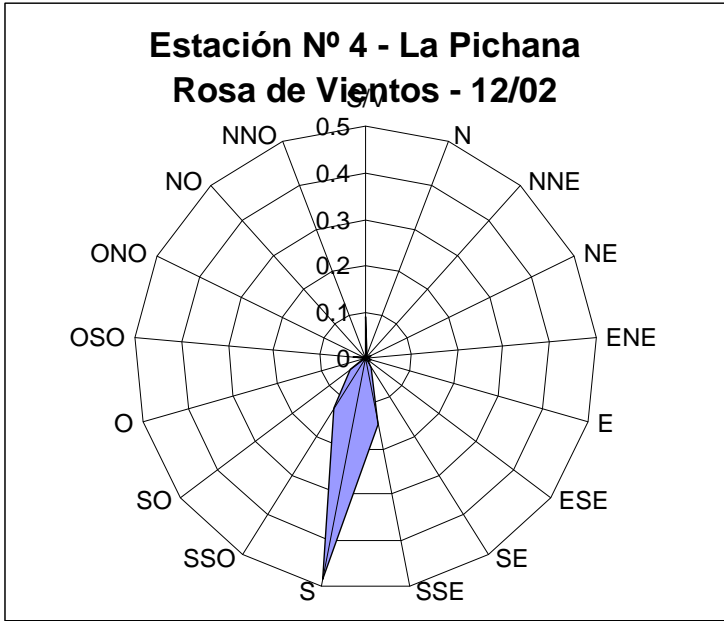
Frecuencia y Dirección del Viento

Estación Nº 4 - La Pichana
Rosa de Vientos - 11/02



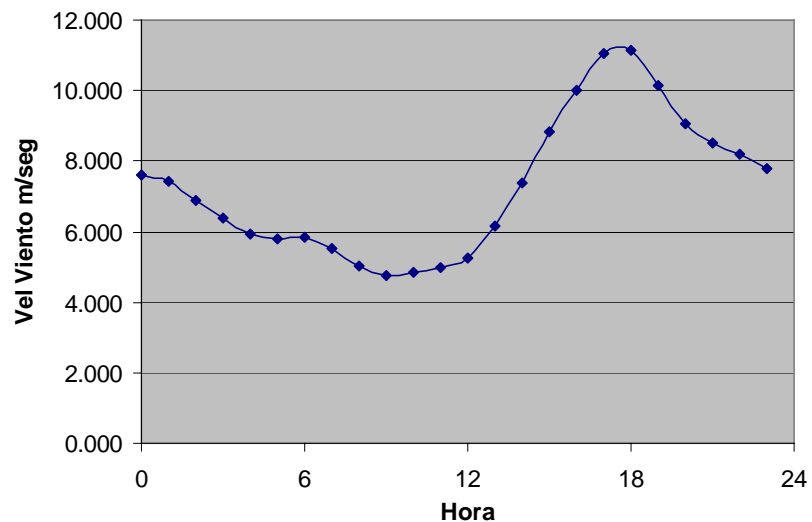
La Pichana - Dist (f) - Noviembre 2002
Media 8,70 m/seg



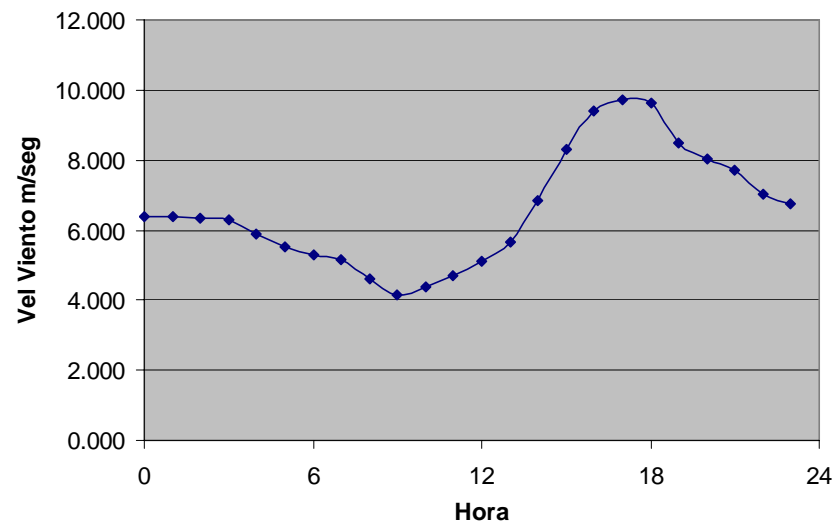


RESULTADO DE LA EVALUACIÓN

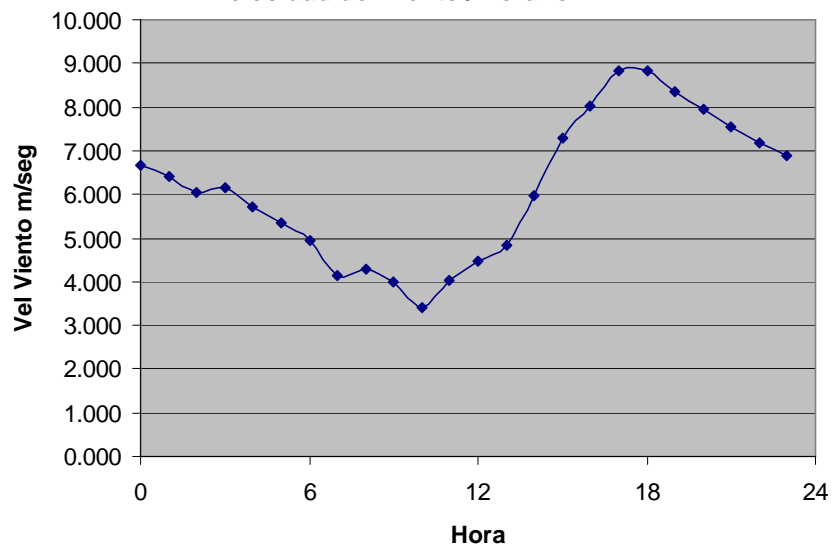
Estac Nº 4 La Pichana 04/2002
Velocidad del Viento / Horario



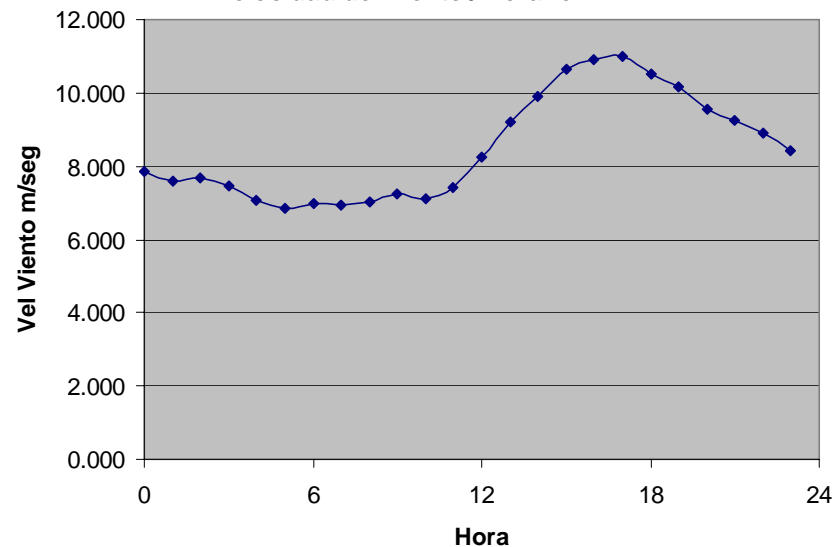
Estac Nº 4 La Pichana 09/2003
Velocidad del Viento / Horario



Estac Nº 4 La Pichana 06/2002
Velocidad del Viento / Horario

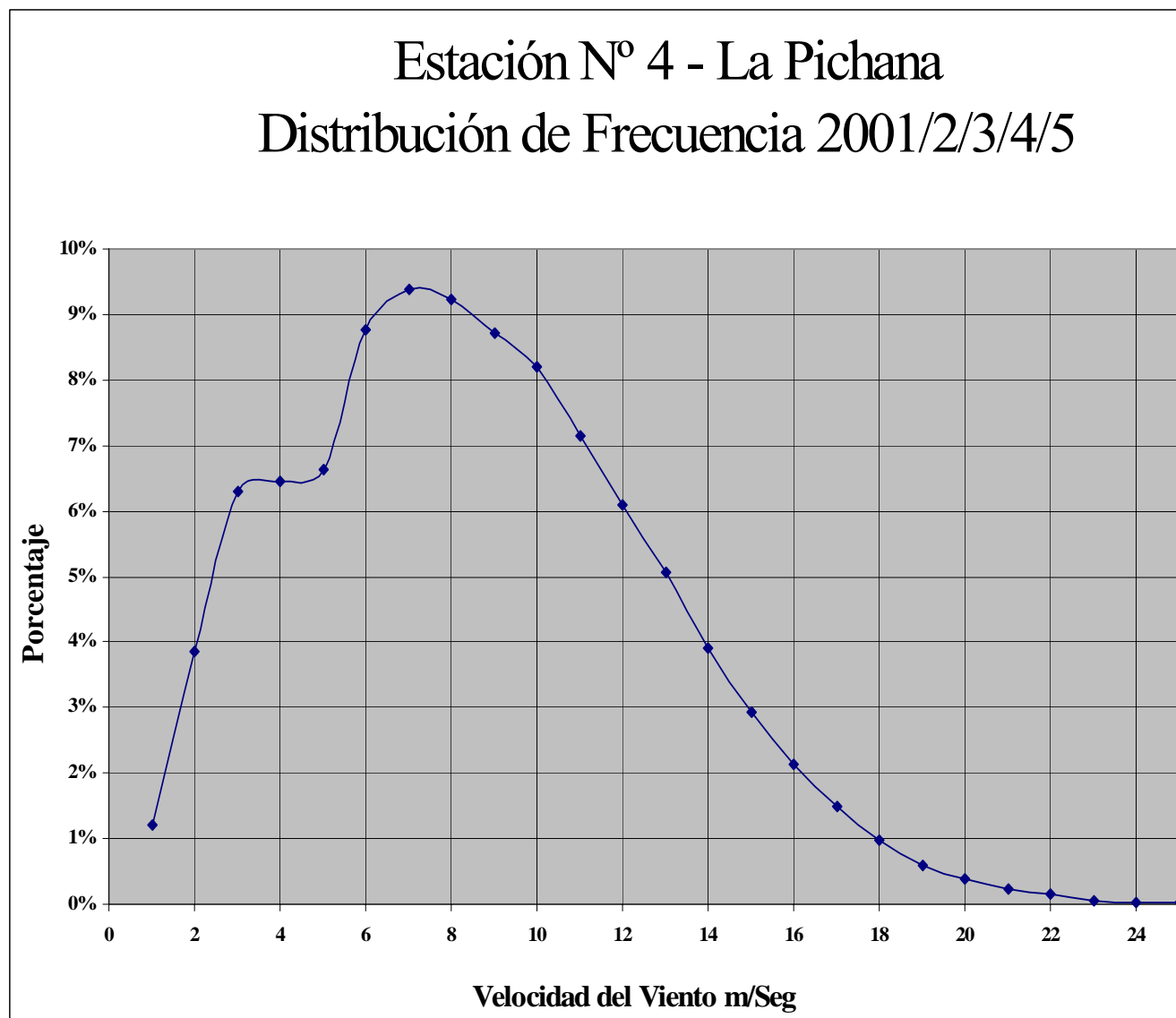


Estac Nº 4 La Pichana 11/2004
Velocidad del Viento / Horario



RESULTADO DE LA EVALUACIÓN

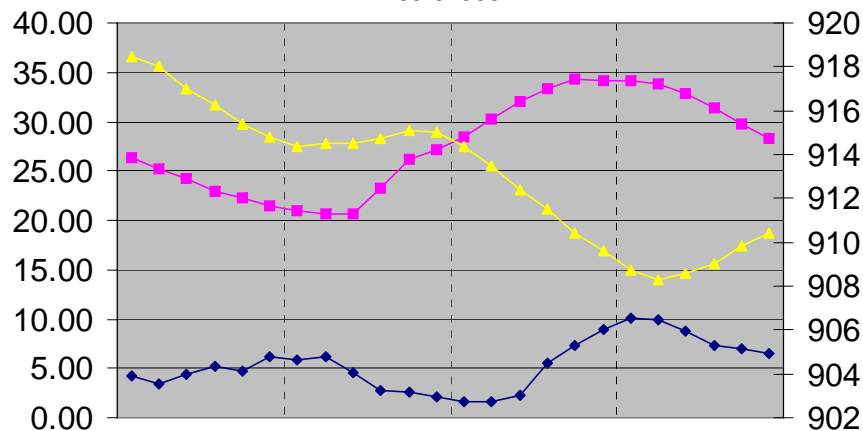
Vel Vien	Distribución de Frecuencia	Total Ocurrenc
0	1.22%	2,882
1	3.86%	9,146
2	6.30%	14,921
3	6.46%	15,301
4	6.64%	15,721
5	8.77%	20,758
6	9.38%	22,196
7	9.22%	21,832
8	8.72%	20,655
9	8.20%	19,419
10	7.15%	16,915
11	6.10%	14,432
12	5.07%	12,003
13	3.92%	9,277
14	2.94%	6,952
15	2.13%	5,044
16	1.48%	3,507
17	0.97%	2,292
18	0.60%	1,428
19	0.38%	890
20	0.24%	567
21	0.14%	337
22	0.06%	143
23	0.03%	63
24	0.01%	35
25	0.01%	16
+25	0.00%	4
TOTALES	100%	236,736



RESULTADO DE LA EVALUACIÓN

Estación Nº 4 - La Pichana

14/02/2003

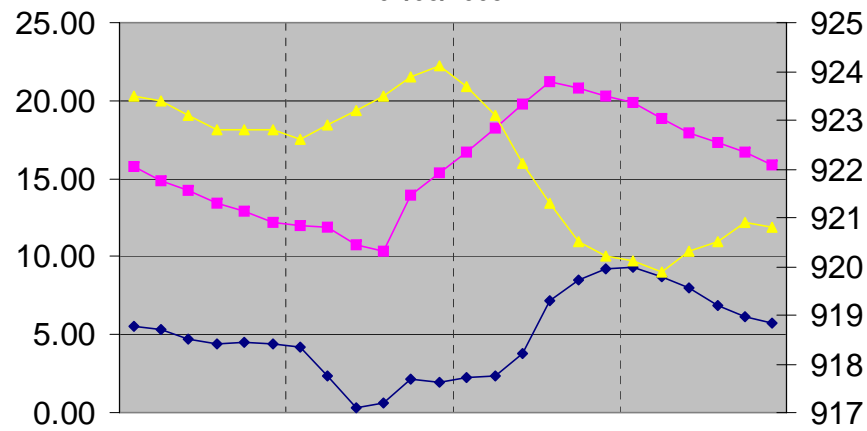


Hora del Día

Vel Vie 30 Temp Presión

Estación Nº 4 - La Pichana

07/05/2003

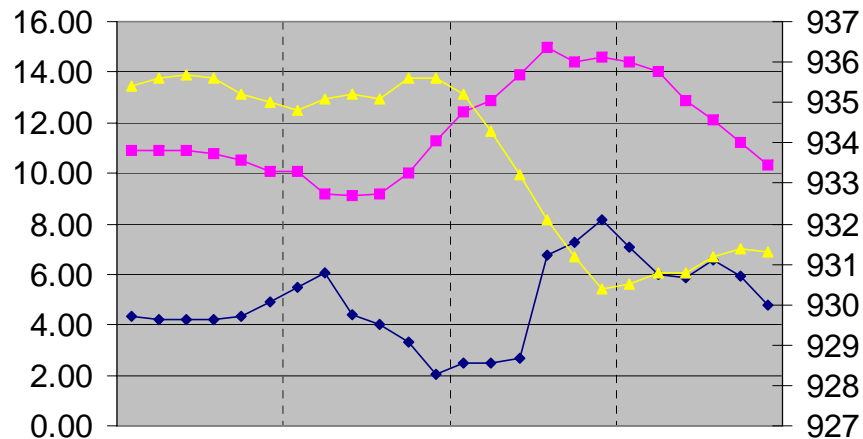


Hora del Día

Vel Vie 30 Temp Presión

Estación Nº 4 - La Pichana

07/08/2004

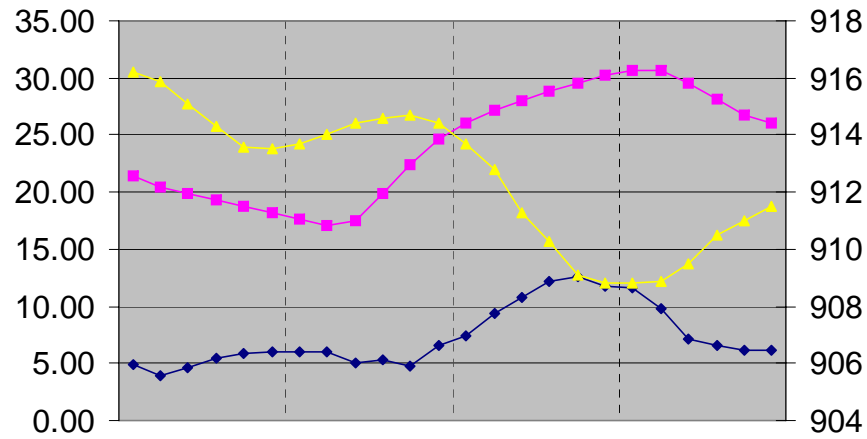


Hora del Día

Vel Vie 30 Temp Presión

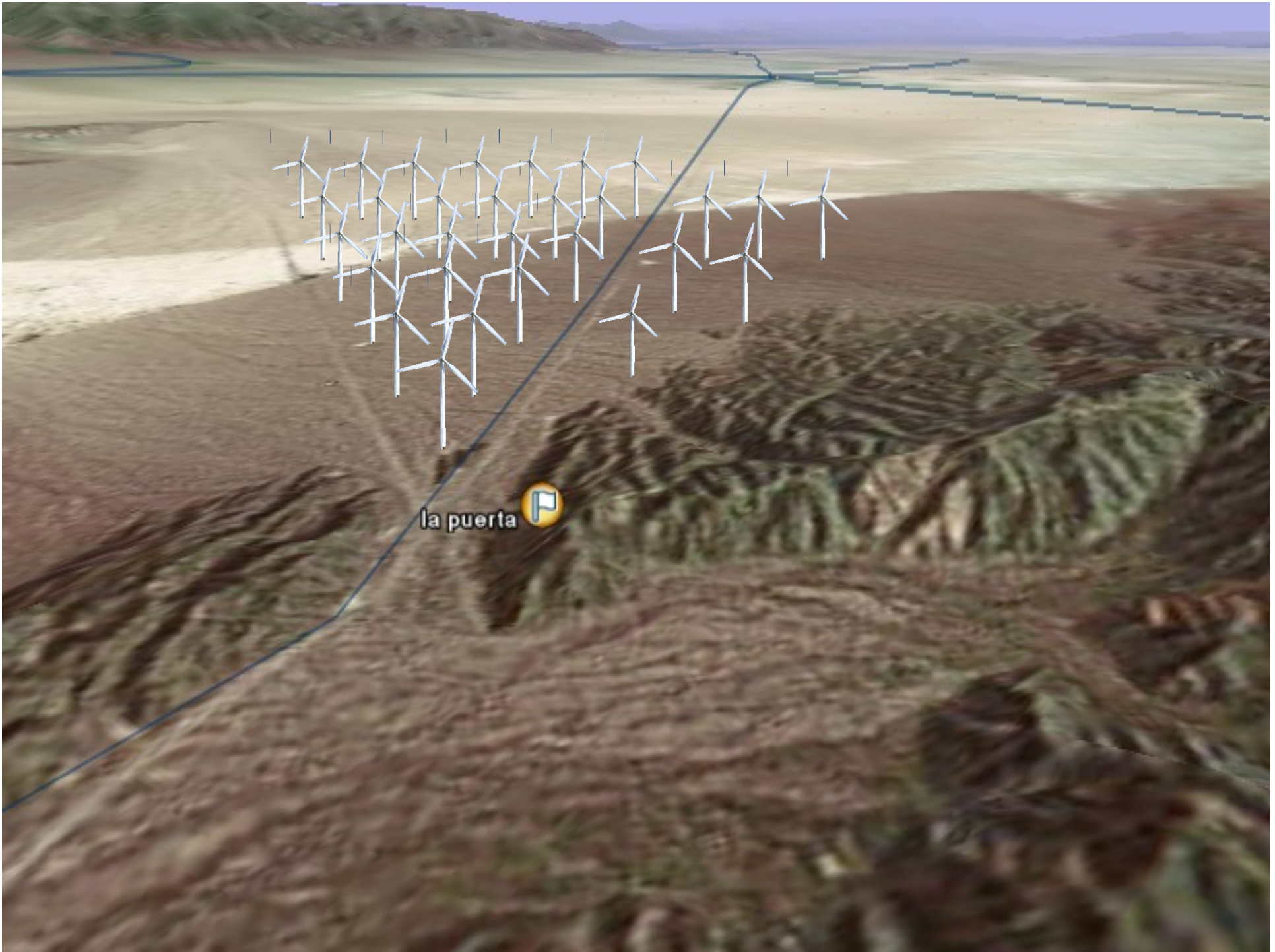
Estación Nº 4 - La Pichana

14/11/2003



Hora del Día

Vel Vie 30 Temp Presión



la puerta 🚩

UBICACIÓN DEL PARQUE EOLICO DE ARAUCO

Central eólica de 300 MW

El proyecto estará ubicado en la zona conocida como Puerta de Arauco, en terrenos que se suponen tierras fiscales de la provincia, al sur de la ciudad de Aimogasta, cabecera del Departamento Arauco.

COORDENADAS:

-28°40'36''/ -66°47'36'' al NE;

-28°40'04''/ -66°44'28'' al NW;

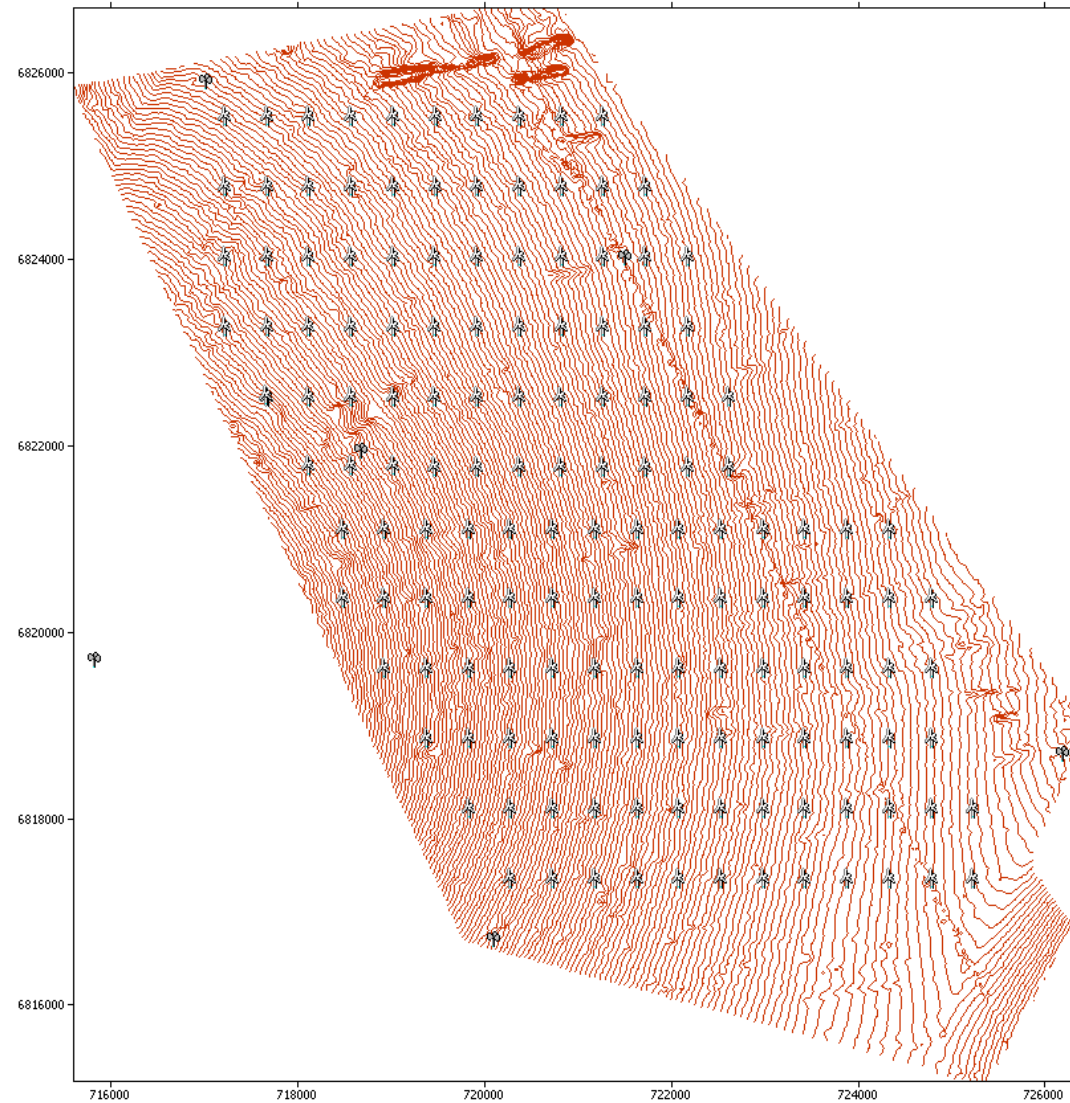
-28°45'30''/ -66°44'57'' al SE;

-28°44'11''/ -66°40'52'' al SW

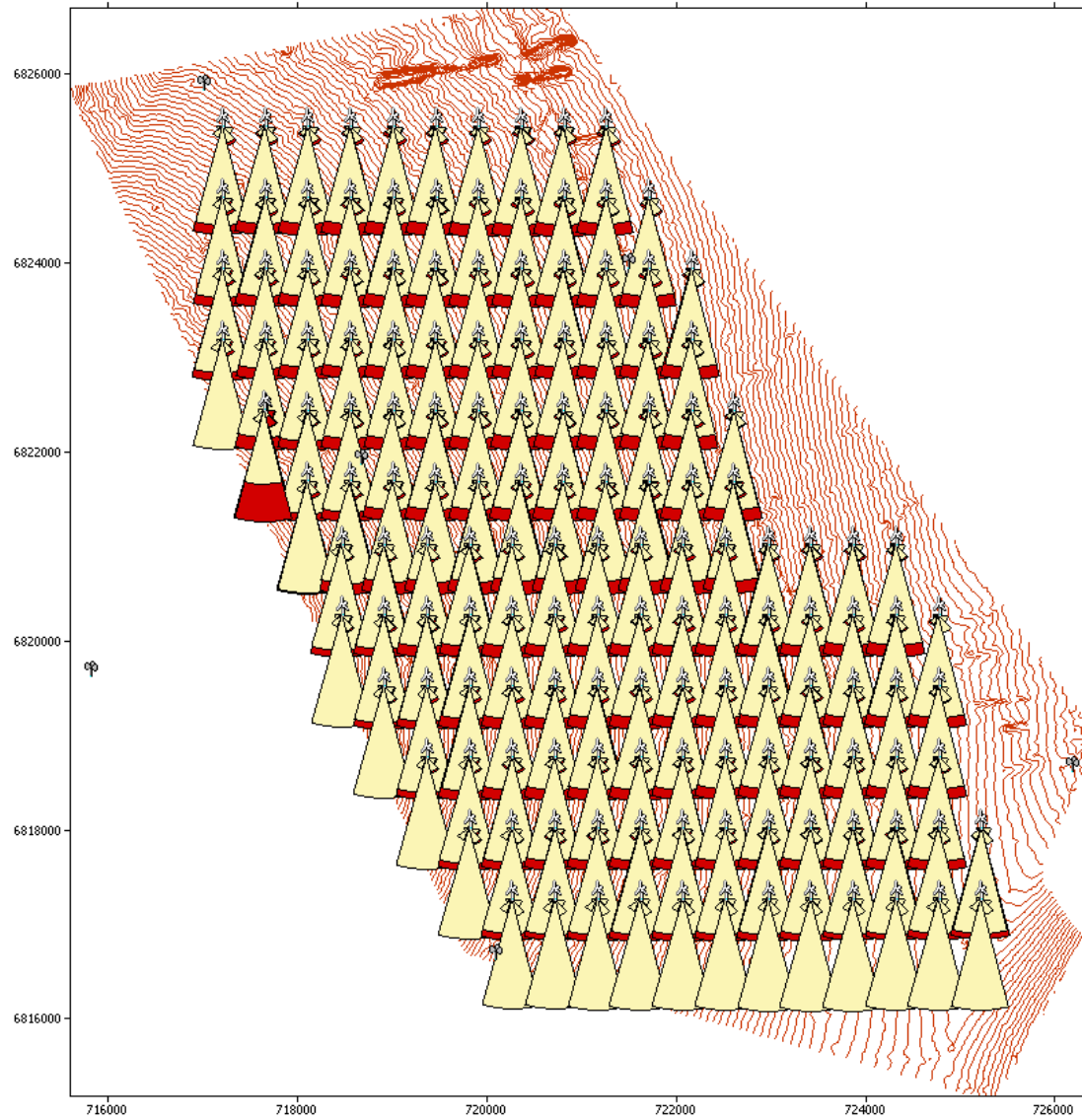
proyección hacia el sur, hasta las coordenadas

-28°46'16'' y -66°41'31.8''.

Ubicación de turbinas dentro del parque eólico. Para turbinas de 2.0 MW de potencia nominal.



Determinación de producción y efecto parque, pérdida por estela



Distribución de las 24 turbinas



Bases para determinar Producción del PE

Para la estimación de la producción se han utilizados los siguientes softwares:

WAsP 8.0, WindPro 2.4, WindFarm 3.4, WindMap 4.0, WAT (Wind Application Turbine C.R.E.E. 2007)

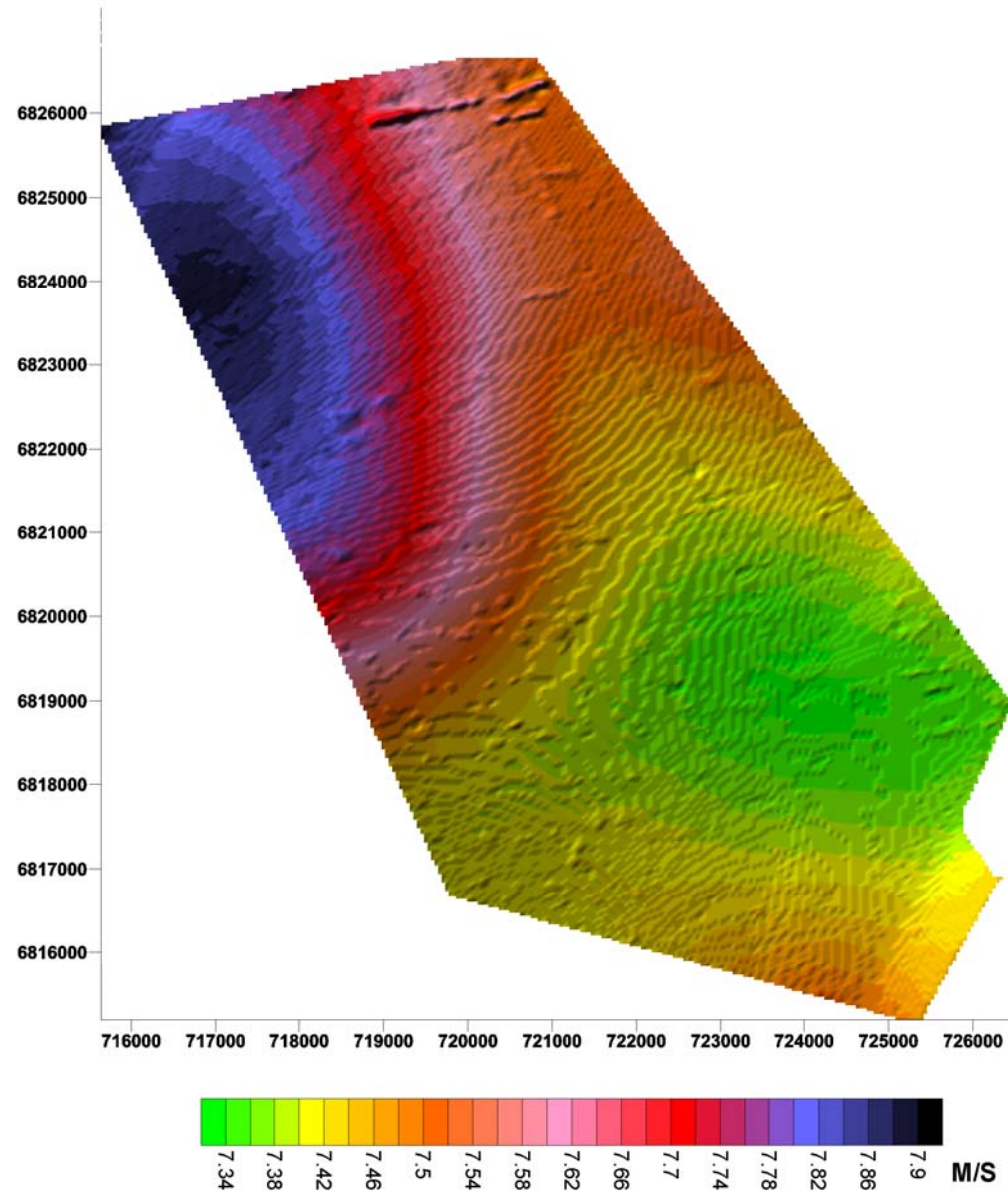
La producción estimada incluye pérdidas por efecto de estela para cada turbina dentro del parque eólico.

Basados en la información disponible y resumiendo la utilizada, se ha estimado el siguiente perfil climático en la zona del parque eólico:

Límites operacionales de temperatura	0 °C a 27 °C
Estación Base 004	
Factor A de Weibull a la altura del rotor	9.49 m/s.
Factor k de Weibull a la altura del rotor	2.09
Velocidad media anual a la altura del rotor	8.35 m/s.
Wind Shear	0.134
Velocidad V_{ref}	28.9 m/s.
Velocidad de supervivencia V_{e50}	40 m/s.
Parámetro generales del parque eólico	
Intensidad de la turbulencia a 15 m/s	7.1 %
Densidad máxima del aire	1.109 kg/m ³
Densidad media del aire	1.080 kg/m ³
Densidad mínima del aire	1.051 kg/m ³
Distancia media entre turbinas, columnas (\varnothing rotor)	$\geq 4,5$
Distancia media entre turbinas, filas (\varnothing rotor)	≥ 9

ATLAS EOLICO DE LA ZONA DEL PROYECTO ARAUCO

VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO (m/s) A LA ALTURA DE 50 METROS SOBRE EL NIVEL DEL SUELO



Producción del parque eólico

TOTAL DE 300 MW

Turbinas Eólicas	Varias marcas y modelos
Número de turbinas	150 de 2 MW c/u
Capacidad total instalada	300 MW
Producción del parque eólico estimada	1.144.444 MWh/Año
Producción menos 10%	1.030.000 MWh/Año
Eficiencia del Parque Eólico	91.24 %
Factor de Capacidad	39.2 %
Curva de Potencia	Varias marcas y modelos

ETAPAS I, II Y III TOTAL 50,4 MW

Turbinas Eólicas	IMPSA WIND IPW 83
Número de turbinas	24 de 2,1 MW c/u
Capacidad total instalada	50,4 MW
Producción del parque eólico estimada	186.531 MWh/Año
Producción menos 10%	167.878 MWh/Año
Eficiencia del Parque Eólico	91.24 %
Factor de Capacidad	39.2 %
Curva de Potencia	Inicio Generación 3,5 m/seg Potencia Nominal 12,5 m/seg

VALORES QUE CONSISTEN EL PROYECTO

Velocidad Media Anual de viento 8,4 mts/seg a 80 mts de altura.

**Mediciones con anemómetros NRG calibrados y certificados 20 y 30 mts
Validado con mediciones de torre de 73 mts en la zona
de la etapa I del PE. Mas de dos años de mediciones
confirman los datos medidos y proyectados anteriormente**

Velocidades Máximas Superiores a 25 mts/seg: inferiores al 0,05%

Direcciones Predominantes: 85% dentro del cuadrante SSE y SSO

Factor de Capacidad con turbinas de 2,1 MW: 42%

Meses de Mayor Generación: Agosto a Febrero (Epoca de Riego)

Meses de Menor Generación: Mayo a Julio (Epoca que no se Riega)

**Total previsibilidad de la energía a producir por horas del día, en base a
los estudios meteorológicos previos realizados.**

**Red de 132 kV que une La Rioja Capital con la Ciudad de Aimogasta
que forma parte del Sistema Interconetado Nacional
pasa por el lugar de emplazamiento de la Usina Eólica**

Rutas pavimentadas Nacionales y Provinciales junto al emplazamiento

Suelos para fundación clase INPRES-CIRSOC 103 Tipo II - Clase 3

Sona sísmica 2 (Moderada)

Tierras de propiedad fiscal en 7.000 Has

Montaje Turbina Eólica PEA



Montaje Turbina Eólica PEA



Características de los Aerogeneradores

- **Marca: IMPSA - Modelo IWP83**
- **Clase: 2**
- **Potencia Nominal: 2.1MW**
- **Diámetro de Rotor: 83 m**
- **Altura al eje del Generador: 85 m**
- **Diseño de la Torre: de acero, cilíndrica / cónica**
- **Concepto: UNIPOWER®**
- **Generador DDPM (direct drive permanent magnet)**
- **Control de Potencia: Sistema de pitch**
- **Velocidad de rotación (nom): 19 rpm**



RESUMEN DEL PROYECTO

PROYECTO INICIAL:

Generación con Energía Eólica
25.2 Mega Watt Instalados
83,5 Giga Watt.Hora/Año Energía a Producir

TOTAL 50,4 MW Instalados

COSTO ESTIMADO DEL PROYECTO:

u\$s 2. 563.000 por MW
COSTO TOTAL u\$s 64,6 millones
Mas IVA

AREA DE EMPLAZAMIENTO:

Provincia de La Rioja
Departamento Arauco –
20 km al Sur de la Ciudad de Aimogasta

PLAZO DE INSTALACIÓN DE LOS 25

Mega Watt
Entre 12 a 24 meses
Finalización a fines de 2010

SEGUNDA PARTE:

Generación con Energía Eólica
25.2 Mega Watt Instalados
83,5 Giga Watt.Hora/Año Energía a Producir

Producción: 167 Giga Watt.h/Año

COSTO ESTIMADO DEL PROYECTO:

u\$s 2. 088.000 por MW
COSTO TOTAL u\$s 55,7 millones
Mas IVA

AREA DE EMPLAZAMIENTO:

Provincia de La Rioja
Departamento Arauco –
20 km al Sur de la Ciudad de Aimogasta

PLAZO DE INSTALACIÓN DE LOS 25 Mega

Watt
Entre 12 a 24 meses
Finalización a fines de 2012

TERCERA ETAPA:

275 MW adicionales Para completar la capacidad TOTAL de las 7.000 Has. del diseño actual
TOTAL DEL PARQUE EOLICO 325 MW Con ampliación de la línea de transmisión

VENTAJAS COMPARATIVAS

Generación con Recursos Renovables a Costos Competitivos - No utilización de Combustibles Fósiles
Independencia en la Generación Energética de la Provincia
Costos de la Energía a PRECIO FIJO durante 15 años
Precio y Energía Seguras para los Productores y Fabricantes Locales
Con 90 MW instalados se produce el 25% de la demanda actual

Tasa de Retorno

Costos PE Llave en Mano – Factor Capacidad – Tasa Interés Financiación - Precio

Costo Instalado Llave en Mano u\$s 2.387.300 / MW
Costo O&M de las turbinas u\$s 37.115 el MW Instalado
u\$s 11,18 MW.h
Gastos Totales inc O&M u\$s 23,61 MW.h

Factor Capacidad 39% - 97% Disp Tec Prod 167 GW.h/año
Tasa Interes 11% anual PPA u\$s 126,5 MW.h TIR 11%
O&M u\$s 12,5 MW.h =
Gastos Totales u\$s 23,61 MW.h = 18,66%

Factor Capacidad 35% - 97% Disp Tec 150 GW.h/año
Tasa Interes 11% anual PPA u\$s 143 MW.h TIR 11%
Costo O&M Total u\$s 26,35 MW.h = 18,43%

Capacidad Potencial Energía Eólica en Argentina

Según Ley 26190 (2006) Art 2° Energías Renovables 8% del Consumo de Energía Eléctrica Nacional en 10 años (2016)

Fuentes de Energía Renovables (Art 4° Ley 26190): fuentes de energía renovables no fósiles: energía eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás. Limita las hidráulicas a 30 MW

Tomando una media actual de 350 GW.h/día META 8% = 28 GW.h/día

28.000 MW.h/día / 24 hs = 1.167 MW.h

Para un factor de Capacidad de Energía Eólica de 35% y solo cubriendo el 50% de ese cupo se deberían generar

1.167 MW.h x 50% al 35% FC = 1.667 MW de Potencia Instalada hasta 2016

Con relación a la potencia total instalada actual Aprox. 20.000 MW = 8,33%

Cada 25 MW (12 eólicos de 2.1 MW), con 35% FC se puede abastecer el consumo de 30.000 viviendas familiares con un consumo de 7 kW.h/día = 120.000 Habitantes

42.000 viviendas familiares con un consumo de 5 kW.h/día = 168.000 Habitantes

En una superficie de 6 km de largo por 1,5 km de ancho 00 Has.

Se instalan 50,4 MW de energía eólica (24 turbinas de 2,1 MW) con FC 35%

Se abastece una población de 240.000 habitantes.

ENERGIA EOLICA EN CORDOBA

- **Cada 25 MW (12 eólicos de 2.1 MW), con 35% FC se puede abastecer**
- **30.000 viviendas familiares con un consumo de 7 kW.h/día = 120.000 Habitantes**
- **42.000 viviendas familiares con un consumo de 5 kW.h/día = 168.000 Habitantes**

- **En una superficie de 6 km de largo por 1,5 km de ancho (900 Has.)**
- **Se instalan 50,4 MW de energía eólica (24 turbinas de 2,1 MW) con FC 35%**
- **Se abastece una población de 240.000 habitantes.**

ENERGIA EOLICA EN CORDOBA

Se puede balancear la generación eólica con los delibery de ENARSA

Si instalamos 50 MW de eólicos y hay 50 MW de delibery

Generamos con eólico

50 MW x 35% = 17,5 MW x 8.760 hs/año = 153.300 MW.h/año

Complementamos con delibery

50 MW x 65% = 32,5 MW x 8.760 hs/año = 284.700 MW.h/año

GENERACIÓN TOTAL = 438.000 MW.h/año

ABASTECEMOS: 171.500 familias es decir **686.000 habitantes.**

LA QUINTA PARTE de la población total de CBA.

Mientras hay viento los delibery estan apagados

**A medida que baja el viento van entrando proporcionalmente delibery
con la potencia necesaria para completar los 50 MW**

Cuando no hay viento trabajan los delibery en su totalidad

**RESUMEN: se ahorra combustible y CO2 en la cantidad equivalente
al factor de capacidad del Parque Eólico**

Si tenemos instalados 50 MW

Ahorramos 210.000 barriles de petróleo por año

80.800 Tn de CO2 por año

Para tener en cuenta

Potencia Instalada Actual de Energía Hidráulica de Punta Aprox. 4.000 MW

Potencia Instalada Actual de Energía Térmica con combustibles fósiles Aprox. mas 10.000 MW

De acuerdo a experiencias en todo el mundo

La Energía Eólica es menos previsible que la Hidráulica a Corto Plazo (semana)

La Energía Eólica es mas previsible que la Hidráulica a Mediano Plazo (año)

Mientras el viento esta presente generamos con eólico y reservamos agua y/o petróleo

Cuando el viento es bajo o esta ausente utilizamos agua y/o petróleo

Si solamente balanceamos con petróleo, se ahorra el equivalente al FC del PE

Cada 1.000 MW inst. de Eólica a FC 35% Generación Anual 3.066 GW.h/año

Esto nos permite ahorrar

4,2 Millones de Barriles de Petroleo por Año

y 1.6 millones Tn de CO2 por año

Con relación a la Energía generada con térmica usando combustibles fósiles:

Térmica tiene bajo costo capital inicial y alto costo O&M

(80% de su costo es Combustible) – sujeto a la variación del precio de los combustibles

Eólica tiene alto costo capital inicial y bajo costo O&M (10% del costo total)

Precio Fijo en dólares por los 20 años de vida útil de la central.