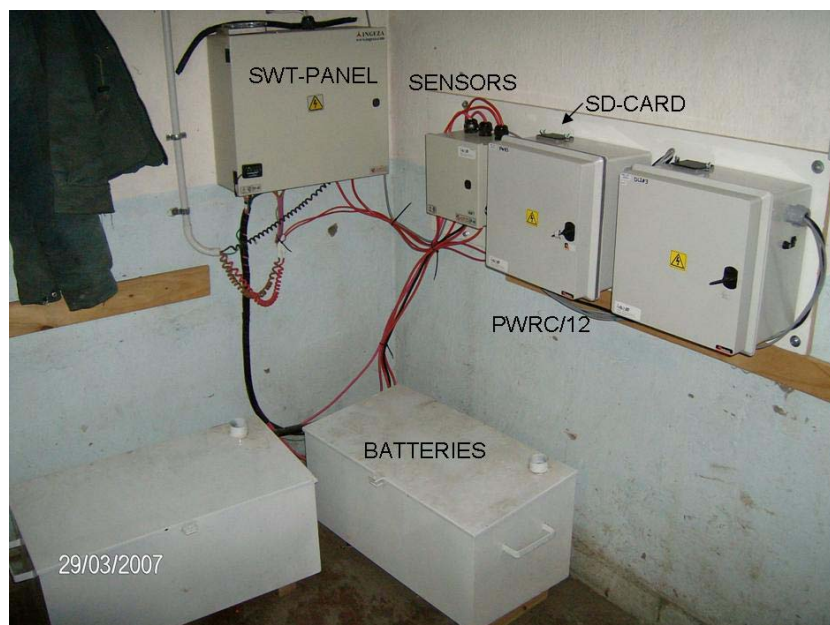


INFORME DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS PERMER – PROGRAMA PILOTO 2006/2007

Ing. Rafael Oliva



1. Introducción
2. Elaboración preliminar – Documentos de diseño de las pruebas a llevar adelante por los equipos de curva de potencia PWRC/12+METEO.
3. Instalación de la primera parte de los equipos -diciembre de 2006
4. Procesamiento de datos preliminar
5. Instalación y entrega de equipos adicionales Marzo-Mayo 2007
6. Procesamiento de datos posteriores (2007) y utilización de Windographer
7. Referencias

1. Introducción

El Programa Piloto del PERMER en Chubut implicó para L&R Ingeniería el diseño y construcción de equipos adecuados a la aplicación de la licitación, que no se encuadraban en los parámetros convencionales de equipos de adquisición de datos. Las primeras especificaciones de equipos se recibieron de parte de la firma Aerowind a mediados de 2004, aunque la confirmación efectiva de inicio de las tareas se recibió en febrero de 2006. La provisión incluía una serie de sistemas de medición completa, a instalar en 4 sistemas eólicos domiciliarios (WHS – *Wind Home Systems*) a designar (dos en Pocitos de Quichaura y dos en Costa de Ñorquinco), y otra cantidad de sistemas “de medición y registro de energía” a instalar en 15 WHS, destinados a la medición de energía producida a partir de las cargas de 12V. Se detallarán al inicio de este trabajo los sistemas más completos cuyas especificaciones (Punto 16 de la licitación) pueden resumirse de la siguiente manera (extractado del pliego licitatorio):

a) Mediciones Eléctricas:

a.1) AEROGENERADOR:

- Valores instantáneos de potencia (W) , tensión (V), corriente (A) entregados por al sistema por el aerogenerador.
- Energía (Wh) entregados por el aerogenerador al sistema.

a.2) BATERIA:

- Energía recibida como carga (Wh) y energía entregada como descarga (Wh), ciclos de carga / descarga.
- Medición de corriente de carga (Amp)
- Medición de corriente de descarga (Amp)

a.3) DISIPACION:

- Energía disipada como excedente.(Wh)
- Energía consumida.(Wh)

a.4) CONSUMO:

- Energía Consumida.(Wh)

a.5) Mediciones de tiempo de :

- Horas de servicio disponible(tensión del sistema dentro de los límites establecidos)
- Horas de serv. Indisponible (tensión del sistema fuera de los límites establecidos)
- Horas de utilización del sistema.(flujo de corriente hacia el consumo)

a.6) Funcionamiento requerido:

Un data logger almacenará en periodos de tiempo programable (Tm) de 1,5,10 y 15 min, todos los datos de las variables indicadas, almacenando la información en memoria de estado sólido o memory card o similar, de manera tal que mediante una interfase se puedan transferir los mismos a una PC . Deberá incluir software que permita transferir la información a la PC por medio de un port del tipo USB. A su vez deberá permitir realizar los gráficos de las diferentes variables y confeccionar tablas de datos, como así también realizar operaciones entre variables.

(Nota: para los valores instantáneos, el logger almacenará **promedios** de dichos valores en el intervalo Tm seleccionado) Será de alimentación independiente por batería con 5 años de autonomía, almacenamiento de memoria por 45 días con periodos de muestreo de 15 min.

b) Mediciones de velocidad y dirección del viento, verificación de la curva del aerogenerador:

b.1) Características:

Este puesto de medición será completamente separado del anterior.

El conjunto medición de parámetros eólicos y parámetros del generador deberán poder determinar la curva de potencia real del aerogenerador, para tal fin, deberá tomar valores medios cada minuto de los diversos parámetros, almacenándolos en memoria de estado sólido o en memory card o similar. El período mínimo de almacenamiento de la información no será menor de 30/40 días. La alimentación será por medio de batería con 5 años de autonomía.

b.2) Espectro

Esta provisión comprende todos los sensores correspondientes, tanto para los parámetros eléctricos como para los parámetros eólicos y la adquisición de datos (data logger), se deberá incluir la torre completa de la estación de medición de viento y el software correspondiente con el que se pueda transferir la información a una PC por medio de un port del tipo USB, permitiendo a su vez la realización de graficas de las distintas variables, como así también el tratamiento de la información.

Como resultado de éste desarrollo, LyR participó con la provisión de cuatro (4) equipos PWRC-DL2/12-METEO, dos sistemas completos instalados en Pocitos de Quichaura (N° Serie #1 Caniole-8Hermanos y N° Serie #2 García – Diciembre 4 y 5 de 2006), uno instalado en Costa de Ñorquinco (N° Serie #3 Huenelaf – 28-3-2007), y uno entregado a Aerowind (N° Serie #4 27-3-2007) para su instalación en el CREE. Asimismo, se realizó la entrega a Aerowind de 15 unidades de registro de energía EM/12, con entrega final el día 11-5-2007.

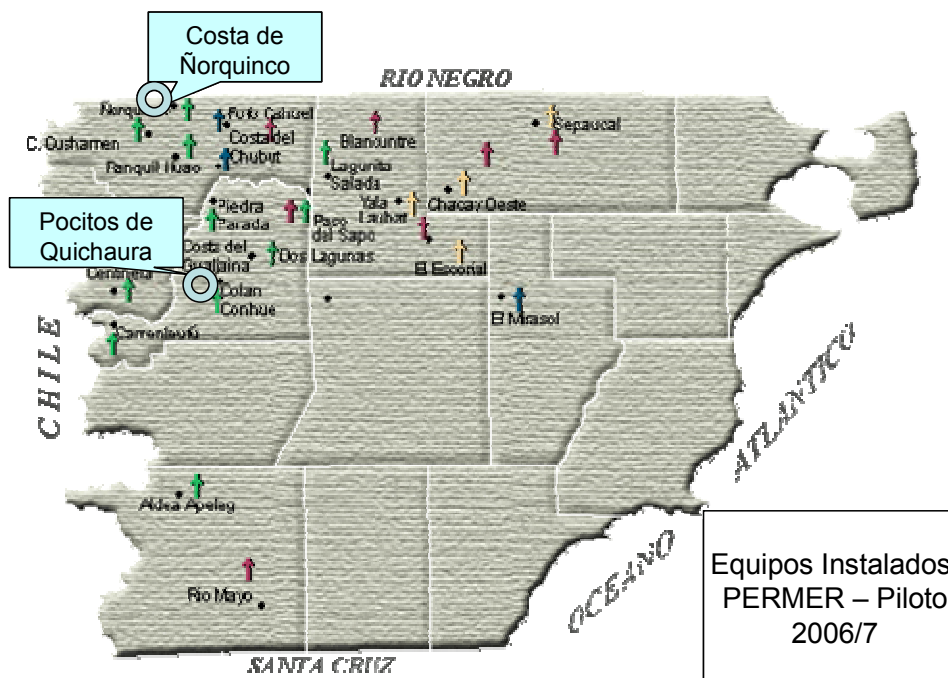


Figura 1.1 –Ubicación de sistemas de monitoreo

2. Elaboración preliminar – Documentos de diseño de las pruebas a llevar adelante por los equipos de curva de potencia PWRC/12+METEO.

Entre fines de 2005 e inicios de 2006, LyR Ingeniería en coordinación con el CREE bajo la dirección del Dr. Héctor Mattio procedió a elaborar dos documentos técnicos para el diseño de las pruebas de curva de potencia y un informe de funcionamiento de equipo prototipo. Estos documentos se basaron en aportes de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (propietaria de la norma IEC 61400-12-1 / 2005), personal del NREL de EE.UU. (Trudy Forsyth) y Paul Gipe de Windworks.org. El primero de estos documentos, "Medición de Curva de Potencia – Pequeños Aerogeneradores", fue enviado para requerimiento de comentarios al grupo Aerowind/CREE en Abril de 2006 [MedicionPrelim-1-06]. En mayo de 2006 se instaló en la sede de Aerowind el primer equipo PWRC/12 en su versión preliminar, que permitió ensayar varios conceptos incluidos en dicho documento y no especificados en el pliego de la licitación, y que fue necesario depurar durante 3 meses en dicha sede ubicada en Puerto Madryn (Figuras 2.1 – Diagrama, 2.2 y 2.3 Armado e Instalación).

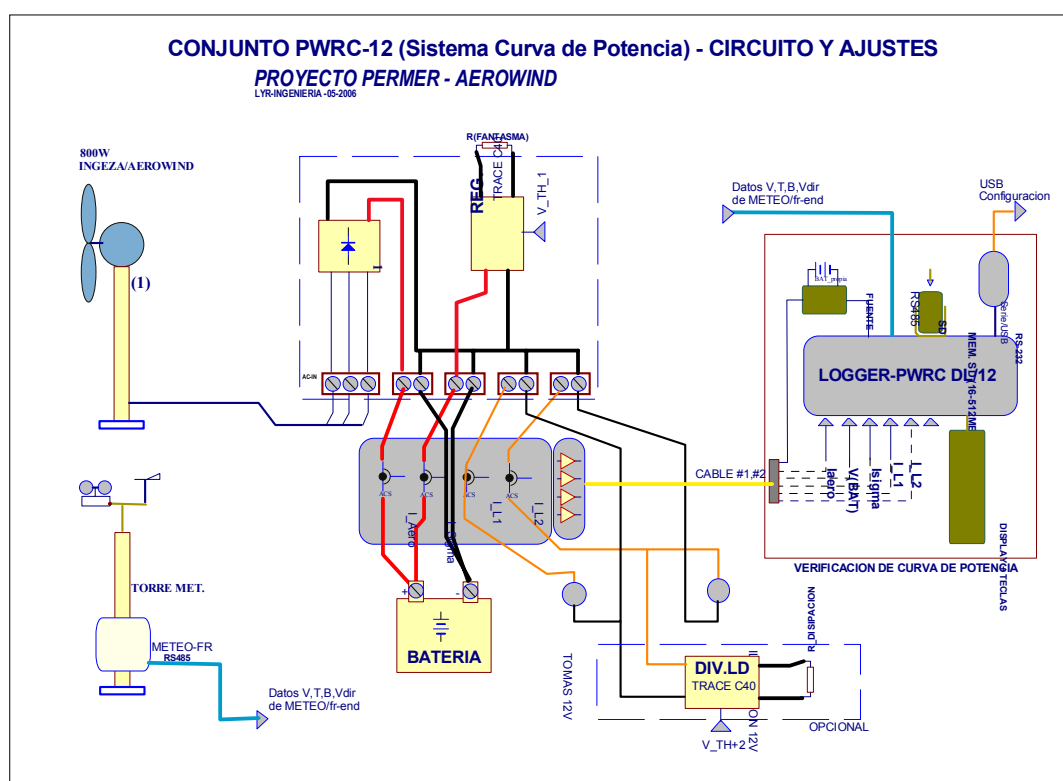


Figura 2.1 – Diagrama del Ensayo del equipo prototipo PWRC – METEO (Mayo 2006) en Aerowind – Puerto Madryn

Sobre este prototipo se diseñaron las versiones definitivas de PWRC/12 y Meteo. Se ensayaron además los conceptos detrás de la versión del datalogger general DL2/12 que también se incluyó en la licitación como un equipo independiente.



Figura 2.2 – Armado del equipo prototipo PWRC – METEO (abril 2006) e instalación en Aerowind – Puerto Madryn (Mayo 2006)



Figura 2.3 – Molino Aerowind de 800W , con sensores, instalado en Aerowind – Puerto Madryn (Mayo 2006)

Con fecha 14-08-2006 se envió el informe “Datos Preliminares para Medición de Curva de Potencia con PWRC-12 / Periodo 28-6-2006 a 11-8-2006”, [DatosPrelim-1-2006] preparado por L&R Ingeniería con la colaboración de Martin Ebene de Procast/Aerowind. En la Figura 2.4 se muestra una de las secuencias remitidas, que sirvieron para analizar el comportamiento del sistema de prueba, un aerogenerador INGEZA de 800W instalado en el Predio de Aerowind en Puerto Madryn. Los sensores de viento (NRG Max#40) y dirección (NRG #200P) se ubicaron sobre la misma torre, a mitad de altura que el rotor del molino, por lo cual la velocidad de viento registrada no es estrictamente la experimentada por el rotor.



Datos del 28 al 30-6-2006 Equipo PWRC12 en Procast/Aerowind
Temperatura TMP, Velocidad de Viento VV, Tensiones de
batería principal VB, Interna VBI y de la Estacion Met. VBMET

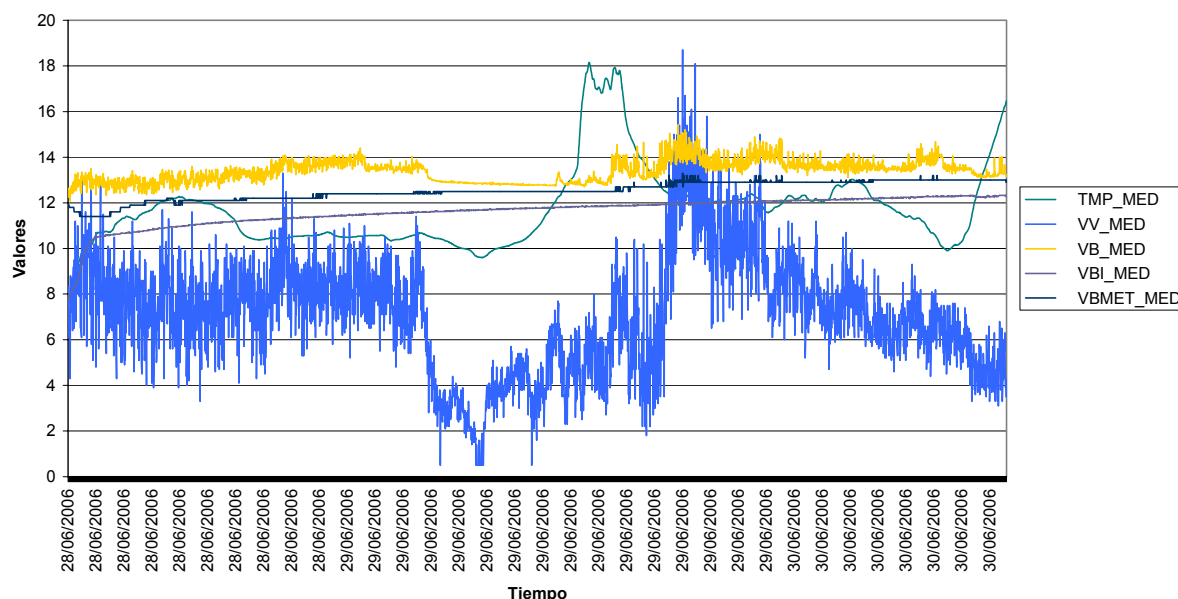


Figura 2.4 – Datos almacenados por el equipo prototipo / extracto de [DatosPrelim-1-2006]

El segundo documento de diseño, basado en la metodología final adoptada siguiendo los criterios del Anexo H de la norma IEC mencionada y denominado "Metodología para relevamiento de curva de potencia utilizando equipos PWRC-DL/12" [MedicionPrelim-2-06] fue remitido para requerimiento de comentarios por LyR Ingeniería el día 14.9.2006, y se basó en los datos de funcionamiento obtenidos en los 3 meses de prueba y en [Norma-IEC-2005].

Es necesario destacar que estos documentos fueron un trabajo preliminar necesario (realizado simultáneamente con la construcción física de los equipos) que se motivó en la especificación demasiado general del pliego de la licitación PERMER, y la existencia de escasos antecedentes internacionales (NREL, windworks.org) de mediciones de curva de potencia en aerogeneradores de tamaño chico (600W) y para carga de baterías. La primera norma aceptada internacionalmente que incluía estas variantes era la mencionada IEC en su AnexoH, publicada el mismo año (2005) del inicio efectivo de la licitación mencionada. Esta fue una de las razones de mayor peso en cuanto a las demoras registradas en la instalación del equipamiento de adquisición de datos.

3. Instalación de la primera parte de los equipos -diciembre de 2006

La primera etapa de instalación de los equipos de medición se inició el 4/12/2006 con la verificación de los 2 primeros juegos de equipos en PROCAST/Aerowind de Puerto Madryn (Figura 3.1). Primero a través de una conexión simple entre ellos, luego se montó externamente la unidad Meteo #2, con los sensores NRG del CREE y el cable de 70m instalados en mayo. Se conectó la unidad de Sensores#1 al banco de baterías y Tablero del Aerogenerador INGEZA, y se realizaron verificaciones en las conexiones y transmisión RS485. Dado que los sensores meteorológicos NRG (anemómetros Max#40 /veleta#200P) habían sido adquiridos directamente por Procast a Energía Renovable Argentina de Rosario, se realizó una verificación del correcto funcionamiento de los mismos, y se prepararon los soportes para dichos sensores. Se prepararon asimismo 4 tableros de placa tipo superplac, para montaje de los gabinetes de cada subsistema en un mismo soporte. No se preveía remover los tableros INGEZA/Aerowind ya instalados, ni se perforaron las placas hasta no ver espacio disponible en cada sistema domiciliario.



Figura 3.1 - Verificación de equipos y ensayos preliminares realizados en PROCAST/Aerowind día 4/12/2006

El día 5/12/2006 se realizó el traslado a Pocitos de Quichaura de los equipos y la instalación en los dos primeros sitios seleccionados: Flia García / Presbítero y Flia Caniolev / establecimiento 8 Hermanos. Las instalaciones se realizaron con buen ritmo y condiciones meteorológicas. En ambos casos se encontraban en funcionamiento los aerogeneradores INGEZA y previamente instaladas las torres de medición según la recomendación realizada en meses previos.

El diagrama general de los equipos instalados es el que se muestra en la Figura 3.2, y se basa en los requerimientos de la licitación (Punto 16). Los equipos de registro general, denominados DL2, se ubican como unidades independientes de los equipos de registro de curva de potencia, PWRC. Estos últimos se conectan a una unidad externa de sensores METEO, a través de un enlace serial de datos tipo RS485. Los equipos toman una fracción de energía del banco de baterías principal, y cuentan con sus propias baterías internas para facilitar el funcionamiento en condiciones autónomas. Por tratarse de cuatro puestos de medición de equipos de medición que podrían requerir el traslado a otras ubicaciones, se realizó el montaje sobre paneles transportables.

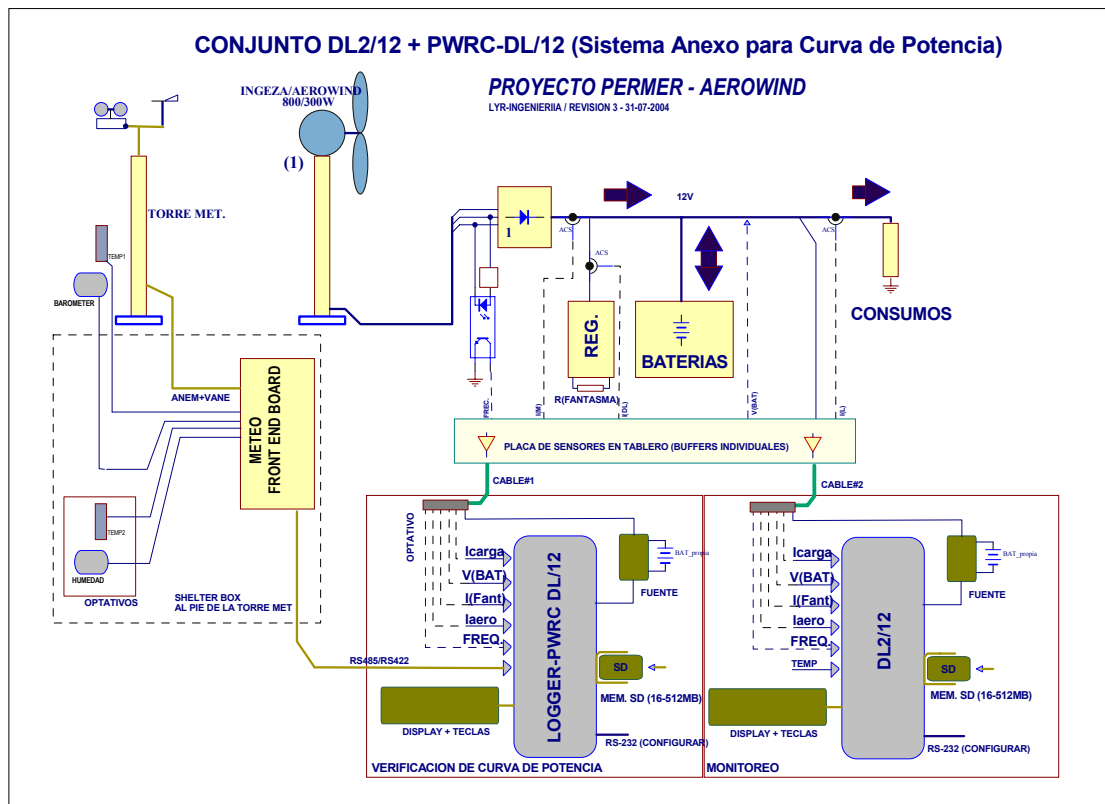


Figura 3.2 - Diagrama General PWRC – DL2 - METEO

Como puede verse en el diagrama, la configuración consta del **DL2/12** ubicada a la derecha, y el equipo **PWRC-DL/12** (curva de potencia) más el cabezal de sensores meteorológicos (METEO/Front-End) que envía al PWRC información de Viento, Temperatura y Presión Atmosférica requerida para confeccionar la curva P(V) en condiciones de normas IEC. Algunas imágenes de la secuencia de la instalación de los primeros equipos puede verse en la Figura 3.3. La vista de instalación final en Pbro. García /Quichaura puede observarse en Figura 3.4



Figura 3.3 – Proceso de Instalación de primer juego de equipos PWRC – DL2 – METEO (en Pbro. García /Pocitos de Quichaura)



Figura 3.4 – Instalación sensores exterior, y sistema finalmente instalado día 5-12-06 (en Pbro.García /Pocitos de Quichaura)

El mismo día 5/12/2006 se realizó la instalación en 8 Hermanos, familia Caniolev. Se pueden ver imágenes de dicha instalación en las Figuras 3.5. Las distancias a la torre de medición fueron significativamente mayores que en el caso de García, aunque no se observaron problemas de comunicación en los datos meteorológicos. Se realizó el lanzamiento por software de ambas estaciones, para un almacenamiento de datos cada minuto. Esto resulta excesivo para control habitual, debido al gran tamaño que toman los archivos y la consecuente lentitud de procesamiento.



Figura 3.5 – Instalación sistema 8 Hermanos día 5-12-06 (Pocitos de Quichaura)



Figura 3.6 – Vista interior instalación sistema 8 Hermanos día 5-12-06 (Pocitos de Quichaura)

El Informe [PERMER-Instalacion1-06] en PDF resumiendo las actividades señaladas fue enviado por mail el día 10/12/2006 al grupo Aerowind/CREE. Las estaciones tenían instaladas tarjetas SD de 128 o 256MB en los equipos DL2 y PWRC.

Posteriormente, con fecha 18/12/2006 se realizó a través de L&R Ingeniería una visita de control a Pocitos de Quichaura, con el objeto de descargar los primeros datos y monitorear el funcionamiento de los equipos. En las Figura 3.7/3.8 se pueden observar imágenes de dicha visita



Figura 3.7 – Visita de control en Establecim. 8 Hermanos 18/12/2006 (izq) y equipos PWRC+DL2 en interior (der.)



Figura 3.8 - Control de Equipos Quichaura – con Pbro.Raul García (izq) y equipo Externo Meteo (der.)

4. Procesamiento de datos

La lectura de los datos se procesó y se envió como reporte a Aerowind/CREE el 26/12/2006 [PERMER-2 Control-06]. Se muestran diagramas que fueron obtenidos a partir de los archivos almacenados por DL2, a través del Programa DataLogger v3.0/3.2 provisto (Figura 4.1). Se observa que el consumo diario (restringido a iluminación solamente) es regular y está acotado a un máximo de 180W aproximadamente. La potencia del Aerogenerador aparece en periodos no tan regulares. Los promedios de potencia son significativamente menores que los picos, algo que es típico de los aerogeneradores en carga de baterías. Los picos de potencia alcanzan los 600W en condiciones de buen viento, y los picos de corriente consumida de 16A.

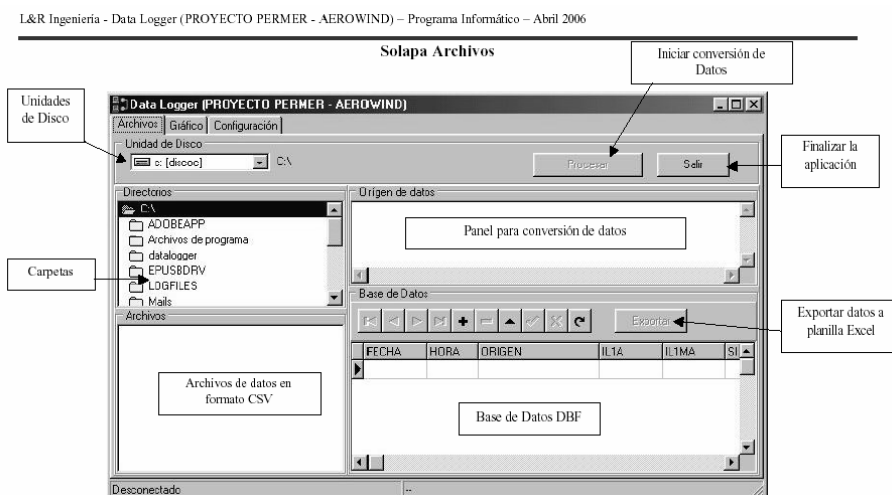


Figura 4.1 - Primera versión del software DLogger

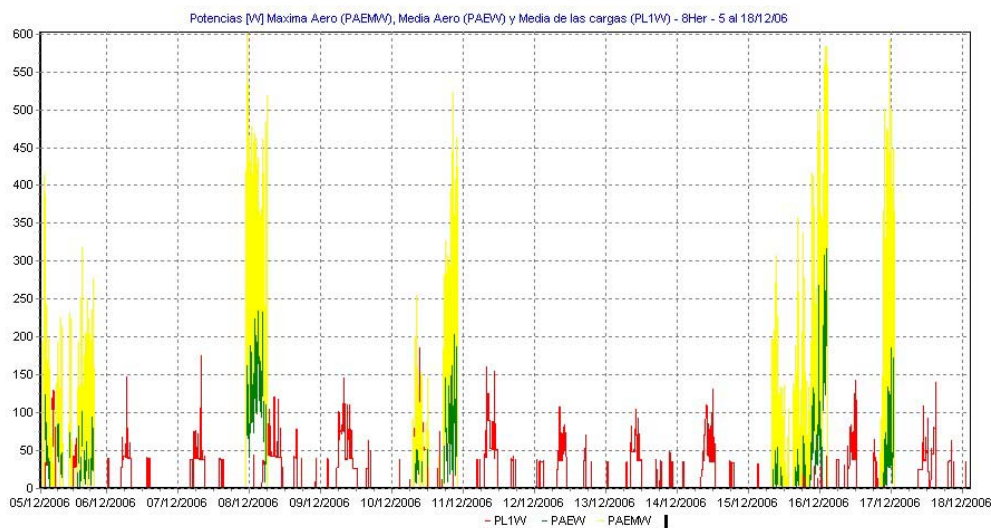


Figura 4.2 - Potencia de Aerogenerador Pico (PAEMW – amarillo), Promedio (PAEW – verde) y de Iluminación (PL1W- rojo) según registro de DL2 en sistema 8 Hermanos, período 5-12 al 18-12-2006

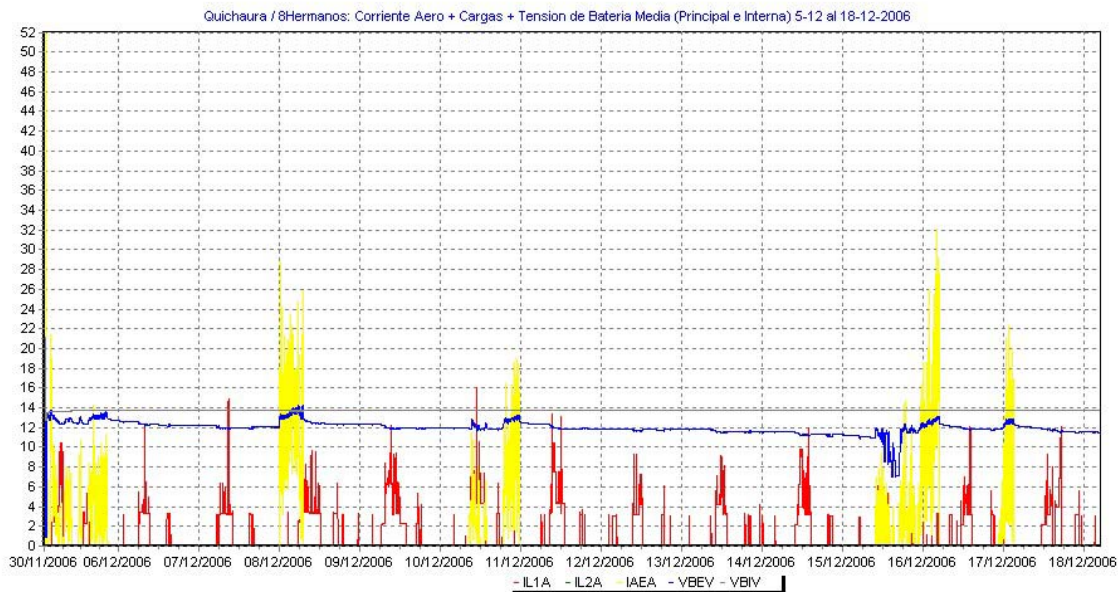


Figura 4.3 - Corriente del Aerogenerador Pico (IAEA- amarillo), Corrientes de consumo (IL1 rojo, IL2 siempre 0) y Tensión de Batería principal e interna (azul VBEV, Gris VBIV) según registro de DL2, período 5-12 al 18-12-2006 – 18375 muestras.

Para el mismo período, se muestran en la Figura 4.4 algunos datos obtenidos en el sistema García, entre el 5 y 18/12/2006. La gran cantidad de datos debido a las muestras cada 1min dificulta el procesamiento en PCs convencionales.

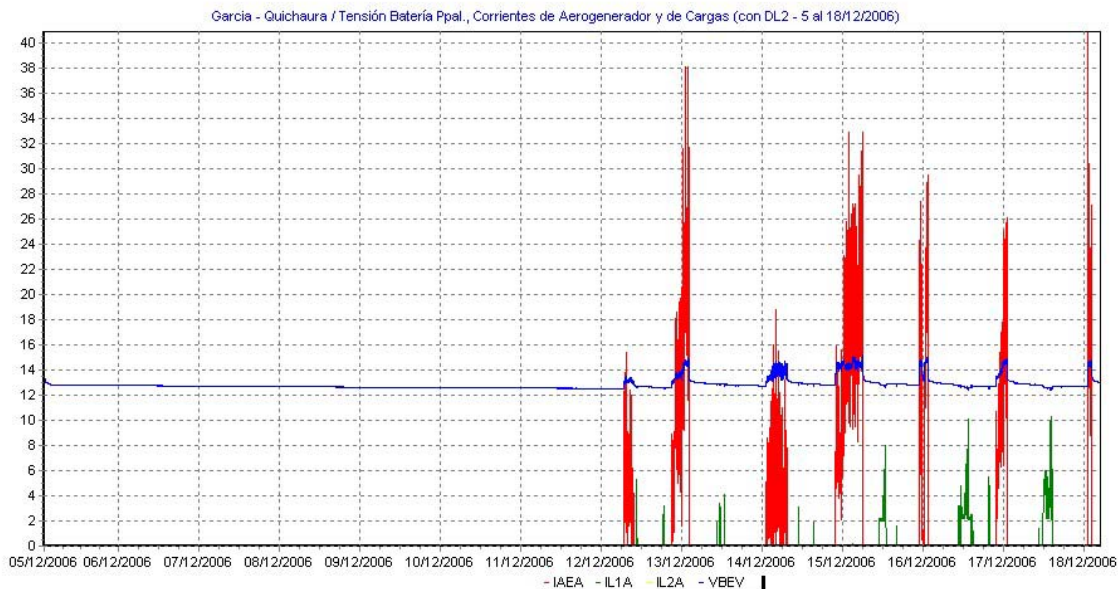


Figura 4.4 - Corriente del Aerogenerador Pico (IAEA), Corrientes de consumo (IL1 IL2 siempre 0) y Tensión de Batería principal (azul VBEV) según registro de DL2 / García, período 5-12 al 18-12-2006 – 18643 muestras

En cuanto a la curva de potencia, se procesaron los datos del sistema García utilizando una versión posterior del paquete de software, dedicado exclusivamente a curva de potencia, denominado PWRC1.3 (Figura 4.5/4.6). Este archivo procesa los datos PWddmmaaa.csv generados por los equipos PWRC/12 y construye una curva de potencia por el método de los bins según [Norma-IEC-2005]. Dado que esta curva se basa en promedios, el resultado es conservador y probablemente se requiere un período mayor de prueba que el que se muestra para determinar fehacientemente la curva.

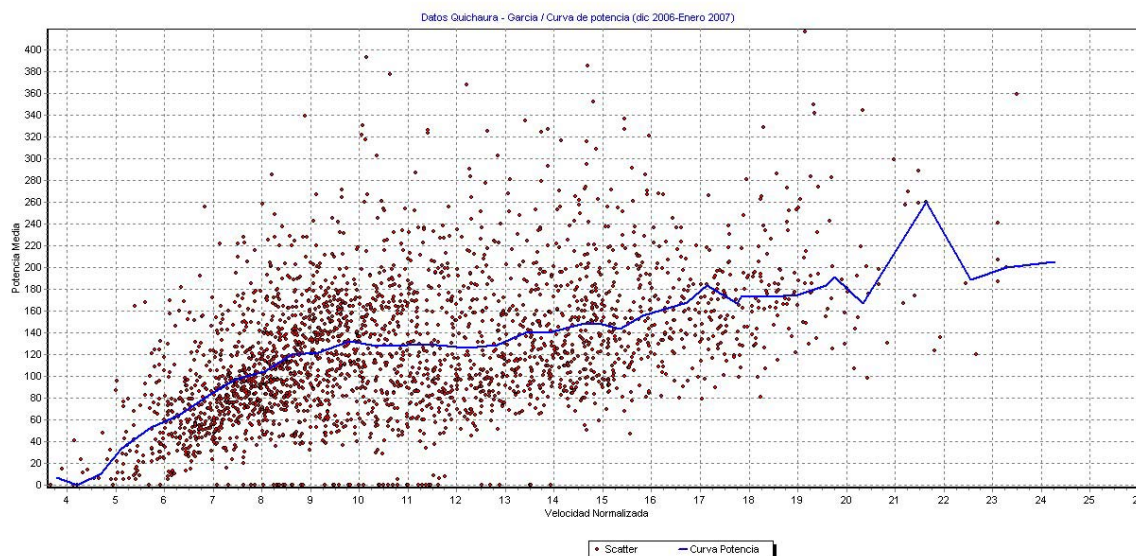


Figura 4.5 - Curva de Potencia – Sistema García Dic-2006- Enero 2007 (2700 muestras)

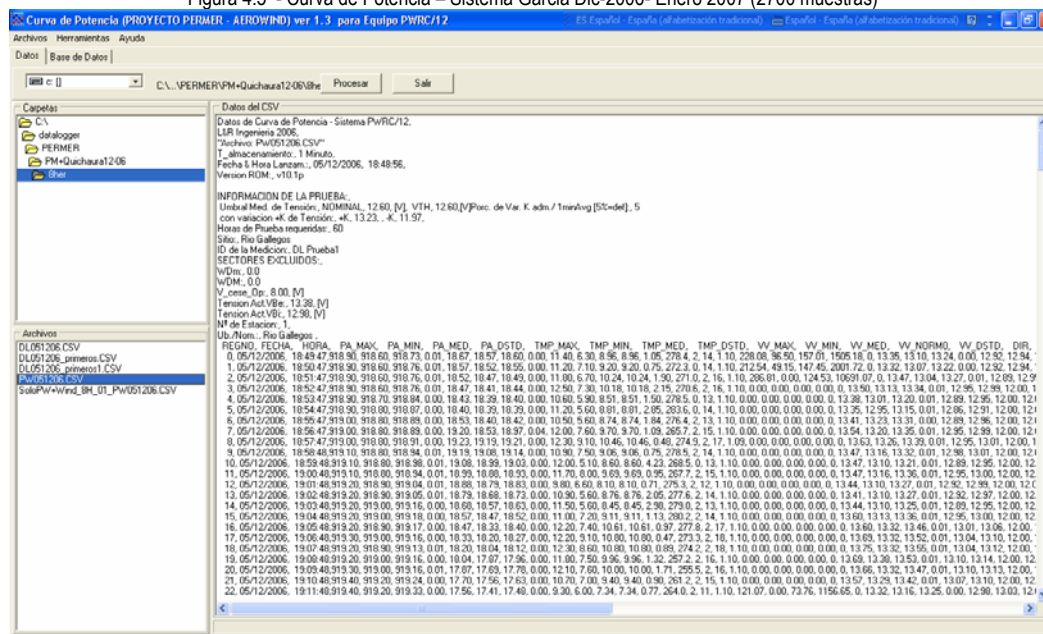


Figura 4.6 - Software PWRC1.3 - Curva de Potencia

Estructura de DL12-Dlogger.dbf
Para DL2/12 Act. Nov. 2006

PERMER / Aerowind
R.Oliva / R. Vallejos

NRO_REG		Nº COL.
FECHA		1
HORA		2
IL1A	Corriente - Cargas de Iluminacion - Promedio	3
IL1MA	Corriente - Cargas de Iluminacion - Max	4
SIGIL1A	Corriente - Cargas de Iluminacion - Desvio Standard	5
IL2A	Corriente - Cargas de Tomas - Promedio	6
IL2MA	Corriente - Cargas de Tomas - Max	7
SIGIL2A	Corriente - Cargas de Tomas - Desvio Standard	8
IAEA	Corriente - Produccion Aerogenerador - Promedio	9
IAEMA	Corriente - Produccion Aerogenerador - Max	10
SIGIAEA	Corriente - Produccion Aerogenerador - Desvio Standard	11
ISA	Corriente - Sumatoria - Promedio	12
ISMA	Corriente - Sumatoria - Max	13
ISMA1	Corriente - Sumatoria - Minima	14
SIGISA	Corriente - Sumatoria - Desvio Standard	15
VBEV	Tension de Batería Externa - Promedio	16
VBEV1V	Tension de Batería Externa - Maxima	17
VBEV1V	Tension de Batería Externa - Minima	18
SIGVBEV	Tension de Batería Externa - Desvio Std	19
PAEW	Potencia Aerogenerador - Promedio	20
PAEMW	Potencia Aerogenerador - Maximo	21
SIGPAEW	Potencia Aerogenerador - Desvio Std	22
PL1W	Potencia Iluminación - Promedio	23
PL1MW	Potencia Iluminación - Maximo	24
PL1M1W	Potencia Iluminación - Minimo	25
SIGPL1W	Potencia Iluminación - Desvio Std	26
PL2W	Potencia Tomas - Promedio	27
PL2MW	Potencia Tomas - Maximo	28
PL2M1W	Potencia Tomas - Minimo	29
SIGPL2W	Potencia Tomas - Desvio Std	30
PLTW	Potencia Total - Promedio	31
PLTMW	Potencia Total - Maximo	32
PLTM1W	Potencia Total - Minimo	33
SIGPLTW	Potencia Total - Desvio Std	34
VBIV	Tension de Batería Interna - Promedio	35
VBIMV	Tension de Batería Interna - Maxima	36
VBIM1V	Tension de Batería Interna - Minima	37
SIGVBIV	Tension de Batería Interna - Desvio Std	38
TIC	Temperatura Interna - Promedio	39
TIMC	Temperatura Interna - Maxima	40
TIM1C	Temperatura Interna - Minimo	41
SIGTIC	Temperatura Interna - Desvio Std	42
NRPM	RPM Rotor - Promedio	43
NMRPM	RPM Rotor - Maximo	44
NMRPM1	RPM Rotor - Minimo	45
SIGNRPM	RPM Rotor - Desvio Std.	46
STATUS	Status del Sistema	47
		48



Figura 4.7 - Estructura de datos para DL2 y equipos en operación

5. Instalación y entrega de equipos adicionales Marzo-Mayo 2007

Se completó en marzo de 2007 la entrega de los otros dos juegos de equipos DL2/PWRC, uno de los cuales fue instalado en Costa de Ñorquinco (N° Serie #3 Huenelaf – 28-3-2007), y el otro entregado a Aerowind (N° Serie #4 27-3-2007) para su instalación posterior en el CREE. Durante el viaje de instalación (28 al 30-3-07) se realizó un upgrade del firmware (programa residente) de los equipos PWRC en García y 8 hermanos, además de la reparación de un cable de comunicación dañado.



Figura 5.1 - Actualización programa interno, con personal CREE, en García y 8Hermanos – 28-3-07

Posteriormente, el equipo N° 3 fue instalado en Costa de Ñorquinco – Familia Huenelaf, según se muestra en las Figuras 5.2-5.4. LyR Ingeniería no participó en visitas posteriores para control y actualización de éste equipo.



Figura 5.2 - Sensores externos y Meteo en Huenelaf – 29-3-07



Figura 5.3 - Vista instalación interior en Flia Huenelaf – 29-3-07

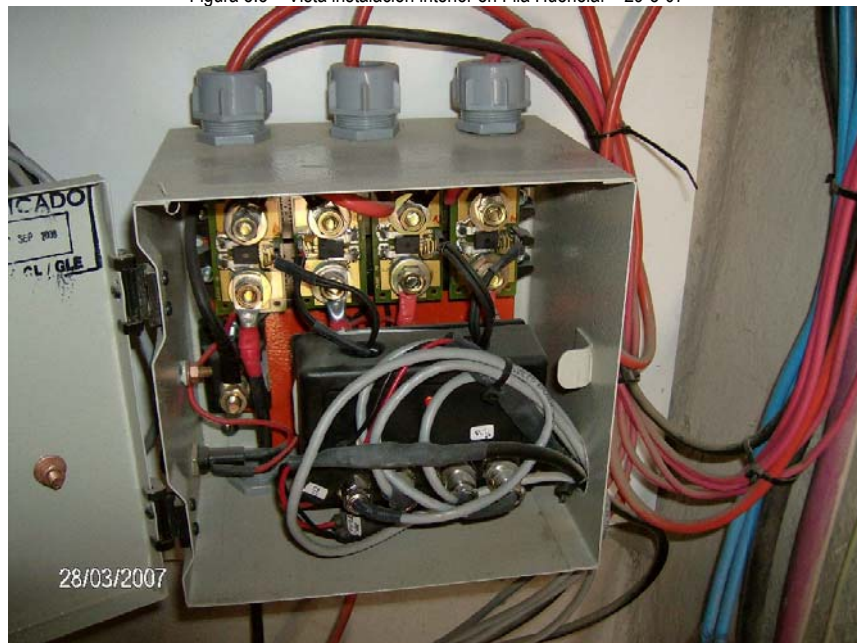


Figura 5.4 - Vista instalación sensores de corriente en Flia Huenelaf – 29-3-07



Figura 5.5 - Configuración y lanzamiento estaciones en Huenelaf, con personal CREE y Aerowind – 29-3-07

Posteriormente, con fecha 11-5-2007 se realiza en la sede de Procast/Aerowind una reunión para la presentación y entrega a PROCAS de equipos EM/12. No se acuerda fecha de instalación hasta resolver temas administrativos entre PROCAS y Gobierno/CREE.

- Entrega y revisión 12 unidades EM/12. 2 Adicionales en poder de PROCAS, 1 en poder del CREE desde visita Febrero 2007.
- 1 Juego de cable/anemómetro 2x y cable veleta 3x especial provisto por NRG para Conjunto PWRC / DL2 / METEO / SB #4 (faltante en visita de Marzo 2007) a instalar en sede CREE para pruebas y verificación. Se dejan equipos N° serie #4 en PROCAS para concretar dicha instalación en Rawson – fecha a convenir.



Figura 5.6 - Configuración y verificación medidores de energía EM/12 entregados 11-05-2007



Figura 5.7 - Revisión general medidores de energía EM/12 - 11-05-2007



Figura 5.8 - Vista de los equipos entregados para medición de energía EM/12 - 11-05-2007

LyR Ingeniería no participó en visitas posteriores de instalación de los equipos entregados en fecha 11-5-2007. Se acordó que la instalación de los mismos se realizaría directamente a través de personal de Procast/Aerowind por ser una operación muy sencilla (interrupción de cable de salida hacia las cargas y conexión de 2 terminales)

6. Procesamiento de datos posteriores (2007) y utilización de Windographer

A través del Lic. Roberto Jones del CREE se recibieron datos hasta agosto de 2007 de las estaciones #1 y #2. Se inició el procesamiento de algunas de dichas secuencias utilizando los programas Pwrc1.3 y Dlogger3.2.

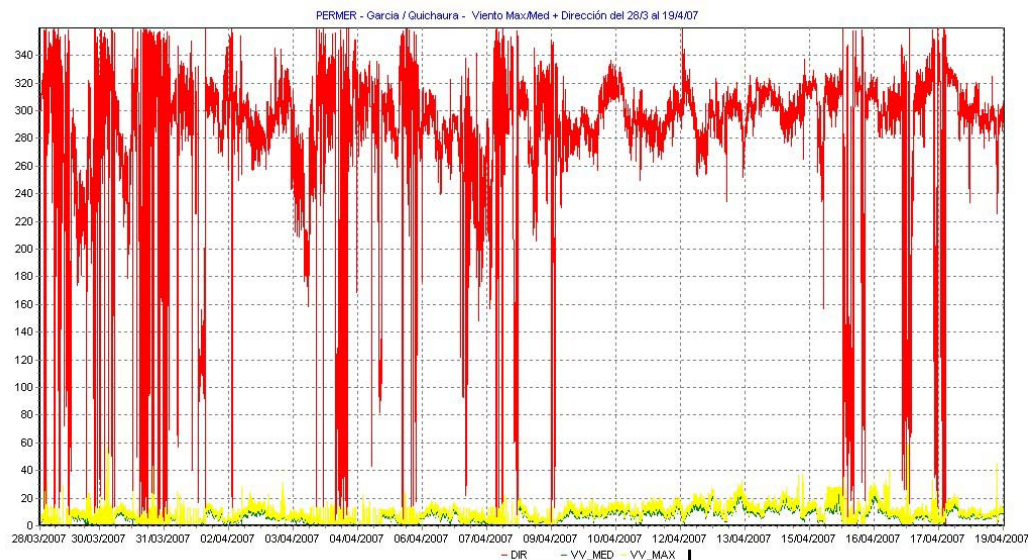


Figura 6.1 – Viento en dirección (rojo) e intensidad máxima (amarillo) y media (verde)

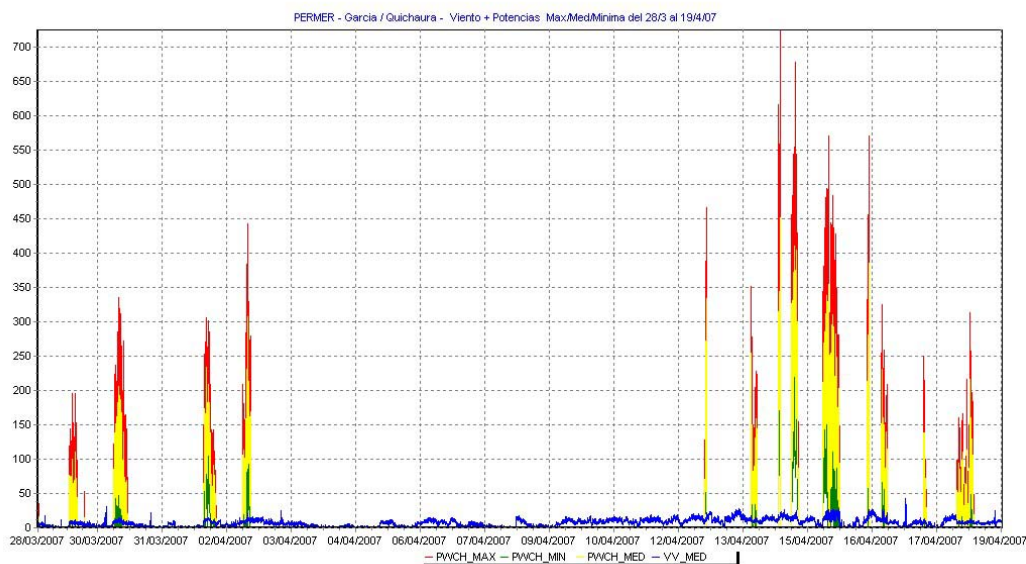


Figura 6.2 – Viento en intensidad media (azul) y potencias aerogenerador mínima, media y máxima.

En la figura 6.1 se grafican datos de dirección e intensidad de viento, obtenidas en el sistema García de Quichaura como serie de tiempo, entre marzo y abril de 2007. El 0°=360° corresponde al Norte. La dirección predominante se ubica entre 260 y 320° (SW) lo cual es habitual para las ubicaciones en Patagonia. En la Figura 6.2 se comparan potencias e intensidades de viento para el mismo período.

El requerimiento de procesamiento cada 1min [Norma-IEC-2005] hace que la cantidad de datos sea muy significativa, y el tiempo de procesamiento muy alto con los programas mencionados. Por sugerencia del Dr. Mattio del CREE, se utilizó para el procesamiento de archivos el software Windographer de NREL/Mistaya Engineering.

En el presente informe se ejemplifica el procesamiento con Windographer del archivo PW280307.csv, de 33.4MB de tamaño, correspondiente a datos de 1min de intervalo desde el 28-03-07 al 13-07-2007, o un total de 153.370 muestras. Dicho archivo fue registrado en el sistema PWRC#2 (García) en Pocitos de Quichaura, y remitido por e-mail (comprimido) por el Lic. R. Jones.

El programa realiza una lectura inicial completa del archivo, registra automáticamente el intervalo e identifica los canales “conocidos”, de práctica habitual en los datalogger convencionales. Para el resto, permite una configuración del “dataset”, como se muestra en la Figura 6.3

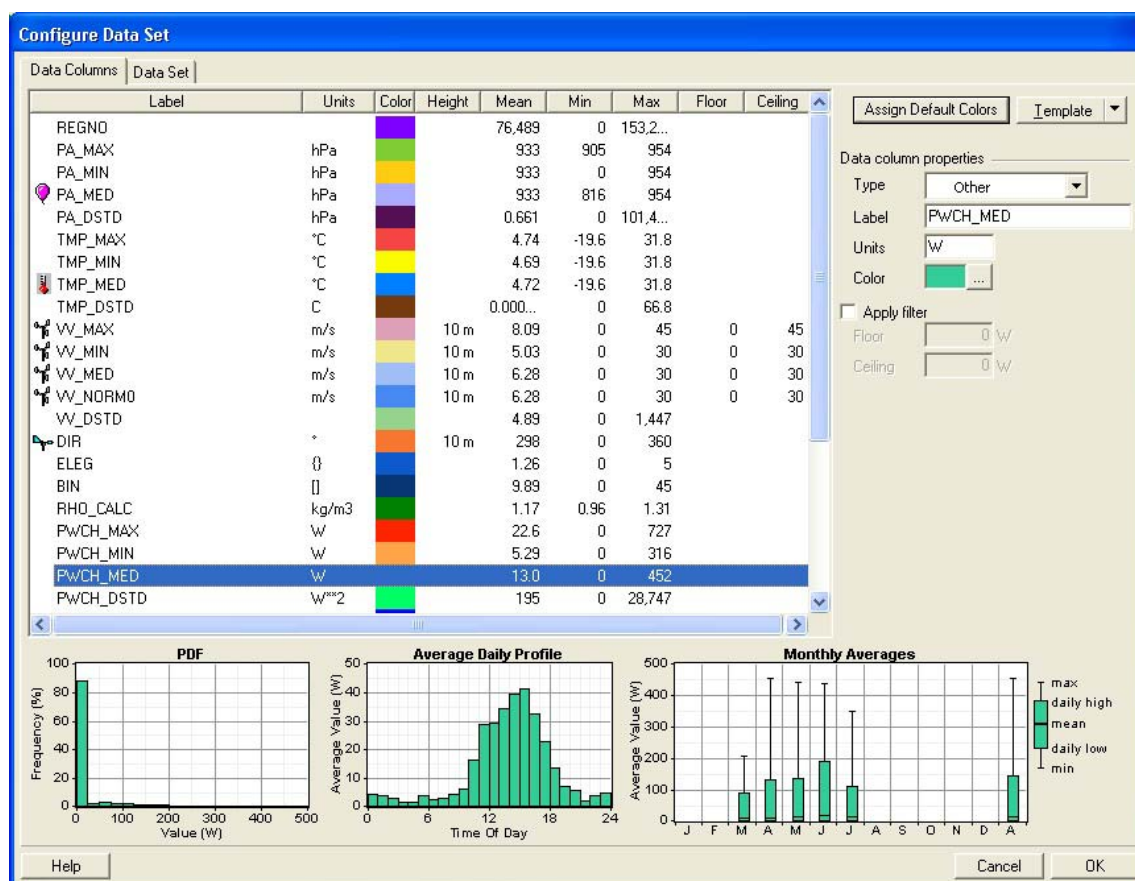


Figura 6.3– Configuración del DataSet en Windographer, para el archivo PW280307.csv de García/Quichaura

Los canales convencionales son los de viento (intensidad y dirección), temperatura, y presión atmosférica. A los otros se los puede registrar bajo “other type” y asignarles unidades. También permite

aplicar un filtro, por ejemplo para eliminar valores erróneos de viento por ruido (en nuestro caso, se aplicó sobre los canales de viento). Una vez realizada esta configuración y el filtrado mencionado, se puede proceder a guardar la operación (en nuestro caso en archivo PW280307.windog) y presentar un resumen, que indica el porcentaje de datos válidos (se eliminan los filtrados) y los rangos y unidades de cada canal, según se muestra en la Figura 6.4.

Label	Units	Height	Possible Records	Valid Records	Recovery Rate (%)	Mean	Min	Max	Std. Dev
1 REGNO			153,730	153,659	99.95	76,489	0	153,274	44,300
2 PA_MAX	hPa		153,730	153,659	99.95	933.1	904.0	954.2	7.0
3 PA_MIN	hPa		153,730	153,659	99.95	932.9	0.0	954.2	0.0
4 PA_MED	hPa		153,730	153,659	99.95	933.0	015.0	954.2	7.0
5 PA_DSTD	hPa		153,730	153,659	99.95	1	0	101,425	259
6 TMP_MAX	°C		153,730	153,659	99.95	4.74	-19.63	31.80	7.77
7 TMP_MIN	°C		153,730	153,659	99.95	4.69	-19.63	31.77	7.76
8 TMP_MED	°C		153,730	153,659	99.95	4.72	-19.63	31.79	7.77
9 TMP_DSTD	°C		153,730	153,659	99.95	0.00	0.00	66.80	0.17
10 VV_MAX	m/s	10 m	153,730	150,803	98.10	6.09	0.00	45.00	6.59
11 VV_MIN	m/s	10 m	153,730	152,032	98.90	5.03	0.00	30.00	4.46
12 VV_MED	m/s	10 m	153,730	150,900	98.16	6.28	0.00	30.00	5.11
13 VV_NURMO	m/s	10 m	153,730	150,900	98.16	6.28	0.00	30.00	5.11
14 VV_DSTD			153,730	153,659	99.95	5	0	1,447	35
15 DIR		10 m	153,730	153,659	99.95	267.3	0.0	280.0	73.7
16 ELEB	()		153,730	153,659	99.95	1,261	0.000	5,000	1,514
17 BTH	()		153,730	153,659	99.95	9.89	0.00	45.00	10.22
18 RHO_CALC	kg/m3		153,730	153,659	99.95	1.171	0.960	1.310	0.037
19 PWCH_MAX	W		153,730	153,659	99.95	22.6	0.0	726.0	69.0
20 PWCH_MIN	W		153,730	153,659	99.95	5.3	0.0	315.0	21.4
21 PWCH_MED	W		153,730	153,659	99.95	13.0	0.0	451.7	42.3
22 PWCH_DSTD	W=2		153,730	153,659	99.95	195	0	26,747	011
23 VB_LVL	()		153,730	153,659	99.95	0	0	0	0
24 VB_MAX	V		153,730	153,659	99.95	12.44	9.36	15.02	0.69
25 VB_MIN	V		153,730	153,659	99.95	12.30	0.00	14.24	0.51
26 VB_MED	V		153,730	153,659	99.95	12.36	9.33	14.83	0.58
27 VB_DSTD	V		153,730	153,659	99.95	0.01	0.00	19.04	0.05
28 VBI_MIN	V		153,730	153,659	99.95	13.66	0.00	13.78	0.37
29 VBI_MED	V		153,730	153,659	99.95	13.67	10.47	13.82	0.36
30 VBME_T_MIN	V		153,730	153,659	99.95	12	12	12	0
31 VBME_T_MED	V		153,730	153,659	99.95	12	12	12	0
32 STATUS			153,730	153,659	99.95	1	1	1	0

Figura 6.4– Resumen de la medición registrada en Windographer, para el archivo PW280307.csv de García/Quichaura

El programa está orientado al análisis de los datos de viento, pero a través de los canales adicionales permite revisar series de tiempo, y realizar gráficos tipo “scatter plot” y rosa de viento para observar el comportamiento de distintos canales, a una velocidad de procesamiento más que aceptable considerando la magnitud de los archivos de datos involucrados.

En este resumen se comienza mostrando la información de viento, presión y temperatura. En la Figura 6.5 se muestra la serie de tiempo de intensidades (max y media) y direcciones de viento. En la Figura 6.6 un diagrama rosa de viento de frecuencia de ocurrencia, para el período completo, y en la 6.7 un scatterplot por direcciones para el mismo período. Puede observarse la fuerte tendencia del período a vientos del W/NW. En la Figura 6.8 se observa el comportamiento de la temperatura en la base de la torre meteorológica (con mínimos invernales cercanos a -20C) y presión atmosférica a lo largo del período de medición.

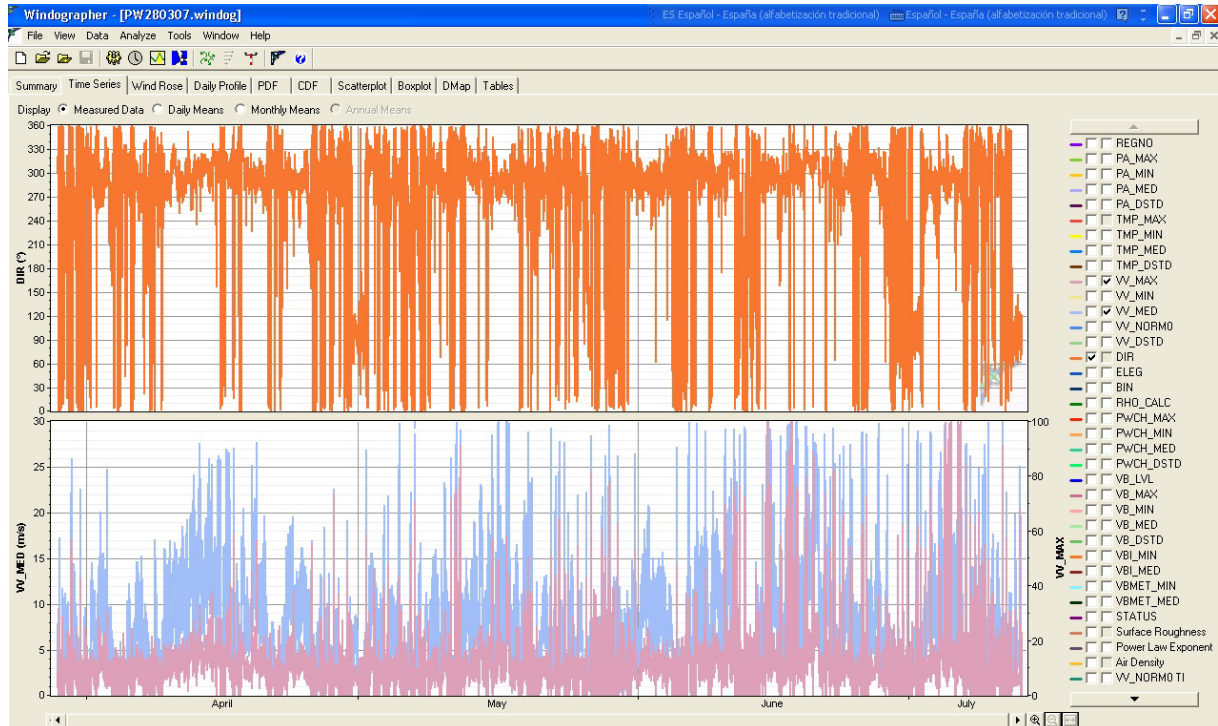


Figura 6.5– Serie de intensidad de viento (media y máxima - abajo) y dirección (arriba) en Windographer, para el archivo PW280307.csv de García/Quichaura

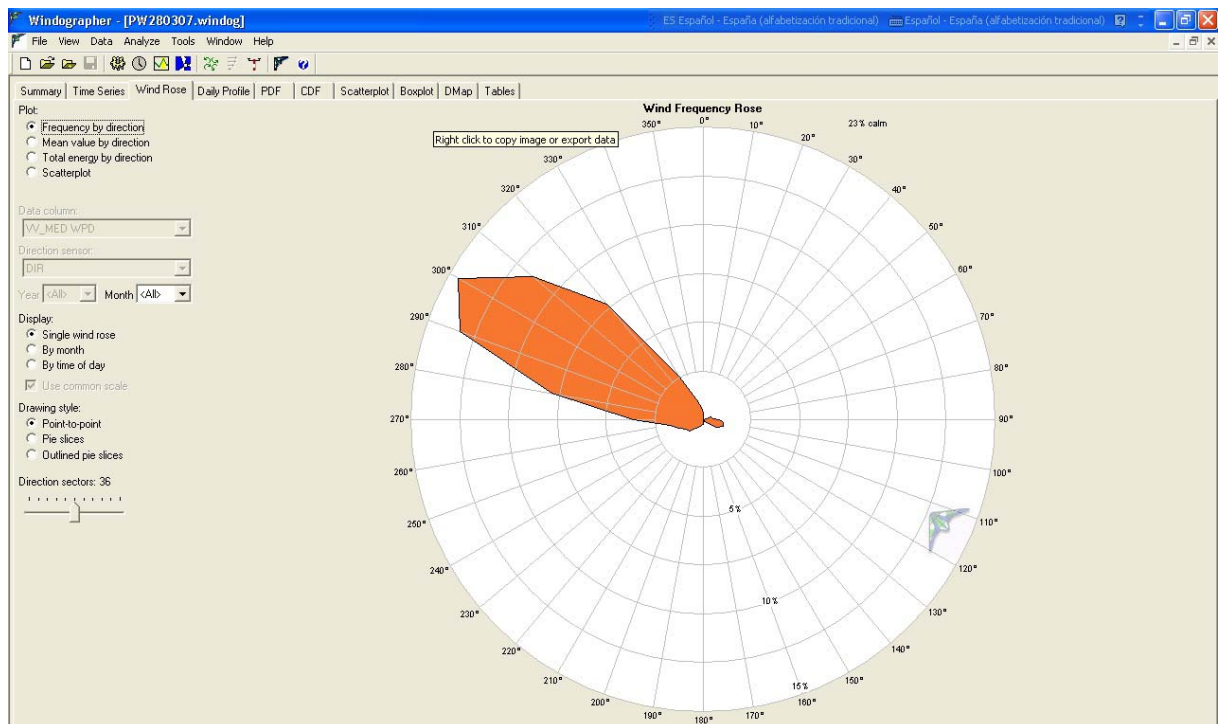


Figura 6.6– Rosa de viento por frecuencia en Windographer, para el archivo PW280307.csv de García/Quichaura

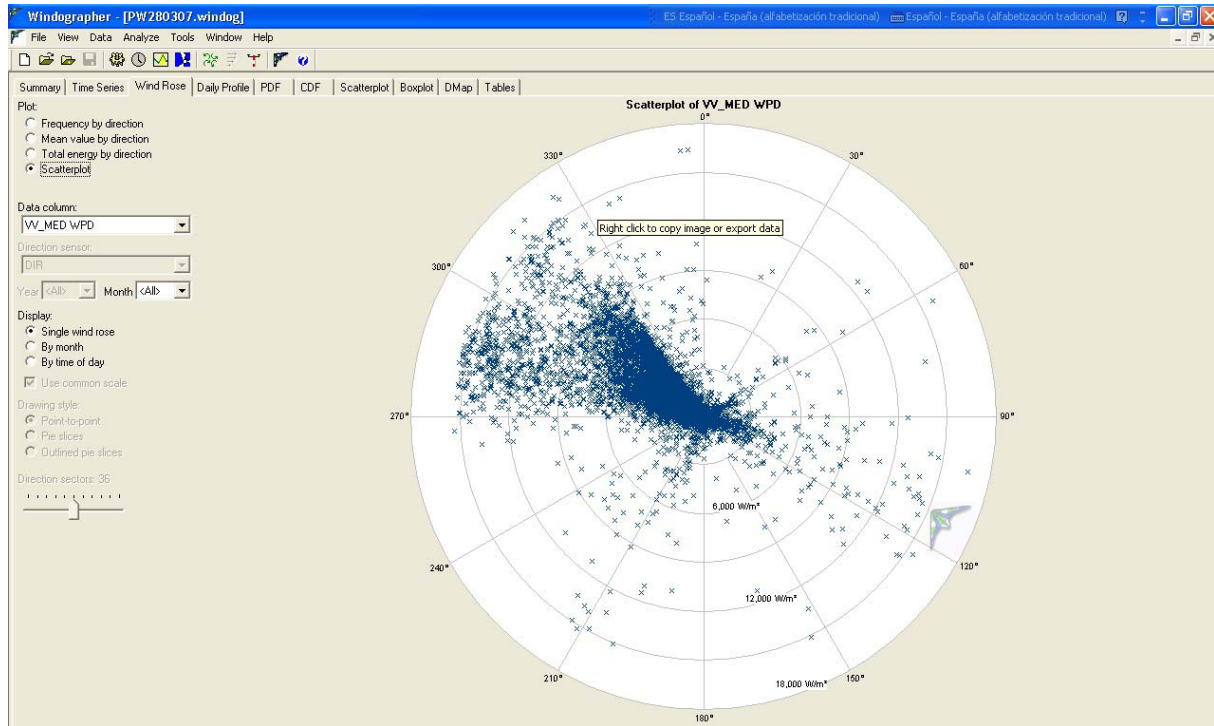


Figura 6.7– Scatterplot de Direcciones de viento Windographer, para el archivo PW280307.csv de García/Quichaura

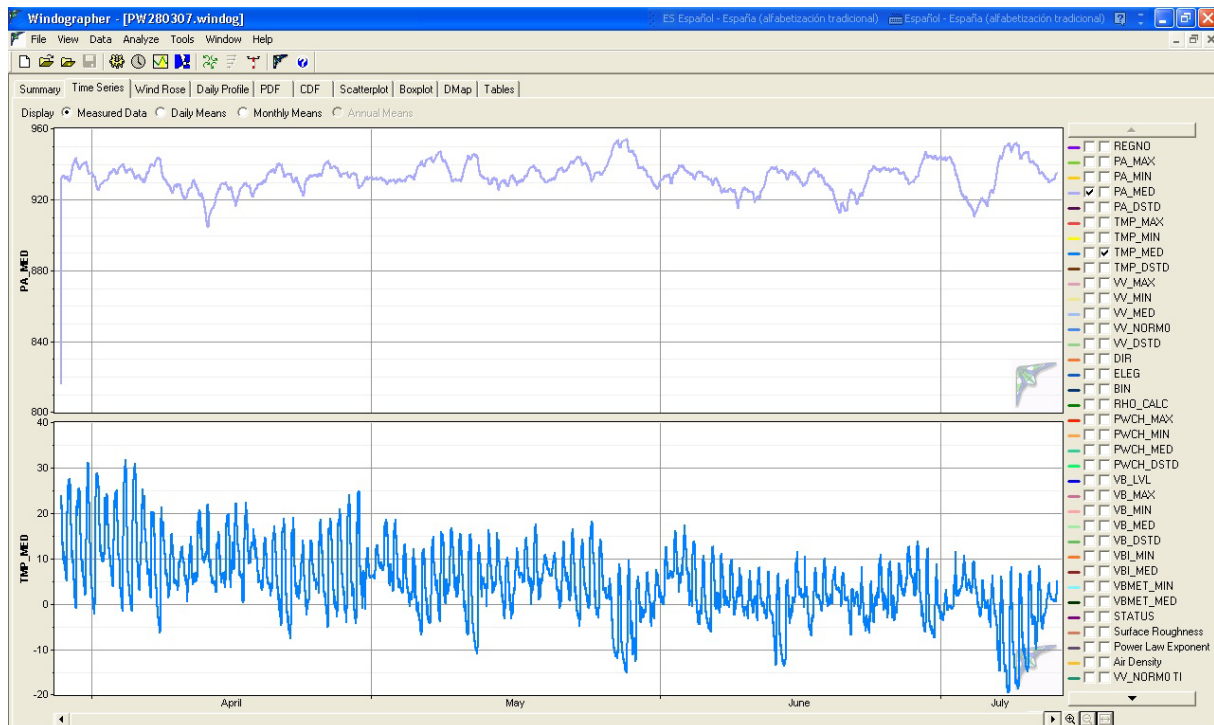


Figura 6.8– Comportamiento de la temperatura y presión atmosférica en PW280307.csv de García/Quichaura

Scatterplot of PWCH_MED (°)

The plot shows a dense cluster of data points (marked with 'x') in the upper-left quadrant, indicating high values for PWCH_MED. The data points are concentrated between 100° and 180° longitude and 30° and 60° latitude. A small inset map in the bottom right corner shows the location of the study area in the North Atlantic, with a green box indicating the region covered by the data.

TE: 54 (0) 2966 430923
FAX: 54 (0) 2966 430923 - 431081
e-mail: info@lyr-inq.com

Finalmente, puede realizarse un diagrama scatter de la potencia media en función de la velocidad media del viento, que permite observar con buen ajuste el comportamiento de la curva de potencia del equipo (Figura 6.11). Aunque no realiza el trazado de la curva ajustada (como sí lo hace el PWRC1.3), se puede inferir el comportamiento final del mismo a partir de dicha distribución.

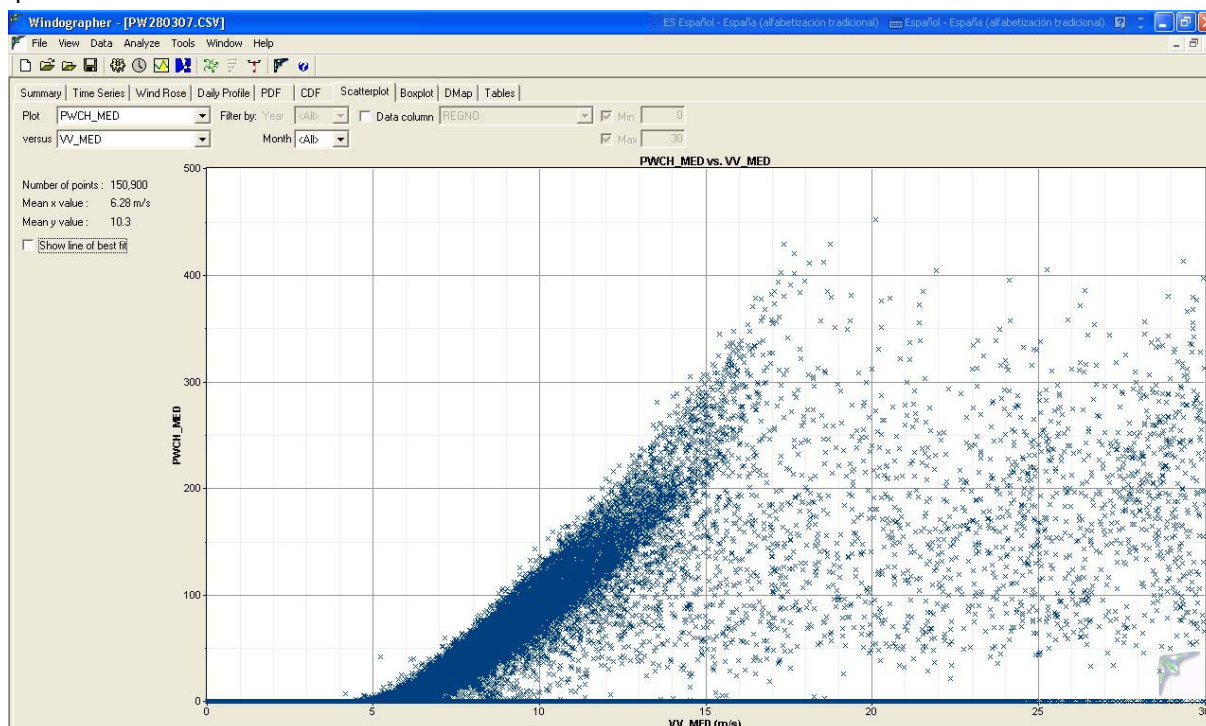


Figura 6.11– Scatterplot – curva de potencia del aerogenerador en PW280307.csv de García/Quichaura

7. Referencias

- [MedicionPrelim-1-06] “Medición de Curva de Potencia – Pequeños Aerogeneradores” emitido por L&R Ingeniería vía mail a CREE-Aerowind día 07-06-2006.
- [DatosPrelim-1-2006] “Datos Preliminares para Medición de Curva de Potencia con PWRC-12 / Período 28-6-2006 a 11-8-2006” emitido por L&R Ingeniería vía mail a CREE-Aerowind día 14-08-2006.
- [MedicionPrelim-2-06] “Metodología para relevamiento de curva de potencia utilizando equipos PWRC-DL/12” emitido por L&R Ingeniería vía mail a CREE-Aerowind día 14-09-2006.
- [Norma-IEC-2005] IEC “Wind Turbines – Part 12-1 Power Performance Measurements of electricity producing wind turbines” 61400-12-1 (2005) – International Standard, IEC (International Electrotechnical Commission), Geneva, Suiza.
- [PERMER-Instalacion1-06] “Instalación equipos PERMER 1ra Etapa – Viaje 12-2006” emitido por L&R Ingeniería vía mail a CREE-Aerowind día 10-12-2006.
- [PERMER-2 Control-06] “1ra Recoleccion de Datos – Equipos PERMER en Pocitos de Quichaura + Ensayos Soft PC en Procast SRL (Sede Puerto Madryn) y en CREE (Rawson)” emitido por L&R Ingeniería vía mail a CREE-Aerowind día 26-12-2006.