

INSTALACION Y AVANCES EN PLATAFORMA DE ENSAYO PARA PEQUEÑOS AEROGENERADORES

G. Martín (*), J. Duzdevich(*), R. Oliva (),**

(*) Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) - Neuquén

(**) LyR Ingeniería + Area Energías Alternativas, Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA)
- 9400 Río Gallegos - Santa Cruz TE 02966 442317/19 int 21, email: micro-en@unpa.edu.ar

Recibido: 13/08/12; Aceptado: 28/09/12.

RESUMEN.- El presente trabajo presenta el diseño, configuración, instalación y obtención de datos de primera etapa en un sistema de verificación de curva de potencia para aerogeneradores de baja potencia de fabricación nacional, inaugurado en junio de 2012 en la localidad de Cutral-Có, Neuquén. Este laboratorio permite la obtención de la curva de potencia de cuatro aerogeneradores en simultáneo, empleando dos torres meteorológicas. Los sistemas a ensayar son del tipo off-grid para carga de baterías. Este laboratorio se construyó por iniciativa del centro Neuquén del INTI como parte de una estrategia para impulsar la implementación de sistemas eólicos de baja potencia de producción argentina, agrupar a los múltiples fabricantes nacionales de aerogeneradores (más de quince, en su mayoría PyMEs), y acordar metodologías comunes de evaluación y medición en consonancia con estándares internacionales como el IEC 61400-12-1 e iniciativas de etiquetado de equipos como la IEA Task 27 “Consumer Labeling of Small Wind Turbines”.

Palabras claves: Energía eólica, medición de curva de potencia, mediciones de viento, campo de pruebas.

INSTALLATION AND ADVANCES IN TEST PLATFORM FOR SMALL WIND TURBINES

ABSTRACT.- This work presents the first results of a test site set up by INTI (National Institute for Industrial Technology in Argentina) for small battery-charging wind turbines, including a Power Curve verification system for these small wind turbines based on recommendations of Annex H of the IEC61400-1-12 (2005) standard for small battery-charging wind turbines. The main objective of the system is the construction of a power vs. wind-speed curve, using the method of bins as described in the IEC standard. Up to four wind turbines can be set up for simultaneous testing at INTI’s facilities in Cutral-Có (Neuquén Province, Argentina), a region of strong winds to the north of Patagonia. The initiative is part of a wider program to support the growing local industry of small wind turbines and provide not only a level-field for testing and labeling, but also an incentive for quality assurance and reliability.

Keywords: wind energy, power-curve measurements, hybrid power systems, test site

1. INTRODUCCION

Las máquinas eólicas para conexión en sistemas aislados de producción de energía eléctrica registran un crecimiento constante y asimismo una industria local de gran dinamismo, aunque su escala es aun reducida. Con el foco en el desarrollo del país a través de la industrialización a nivel local, el INTI ha avanzado en impulsar medidas de apoyo al segmento de fabricantes de aerogeneradores locales entre 0,5kW y 10kW de potencia, a través de un trabajo iniciado en 2010 con un relevamiento de productores, visitas a las plantas de fabricación, realización de un reporte del estado de situación (Martín y Duzdevich, 2010; Martín y Duzdevich, 2011a) y a inicios de 2011 unas jornadas que reunieron a fabricantes en el INTI en Buenos Aires (Martín y Duzdevich, 2011 b), apostando a generar vínculos, acordar

estrategias de acción y puesta en valor de los productos, como así también acordar criterios de ensayo y verificación de curva de potencia en consonancia con normativas internacionales.

Completando la primera etapa de estas medidas, y a través de un acuerdo entre el INTI-Neuquén y el municipio de Cutral-Có, se completó el 28 de junio de 2012 la inauguración de un campo de ensayo para hasta 4 equipos en simultáneo en las afueras de esta ciudad neuquina (Figuras 1,2), que cuenta con el recurso de los fuertes vientos patagónicos y experiencias con su propio parque eólico desde 1994, con planes de expansión en máquinas de potencia más elevada para conexión a red. El sistema tiene una distribución similar a la prevista en el diseño original (Martín y otros, 2011)

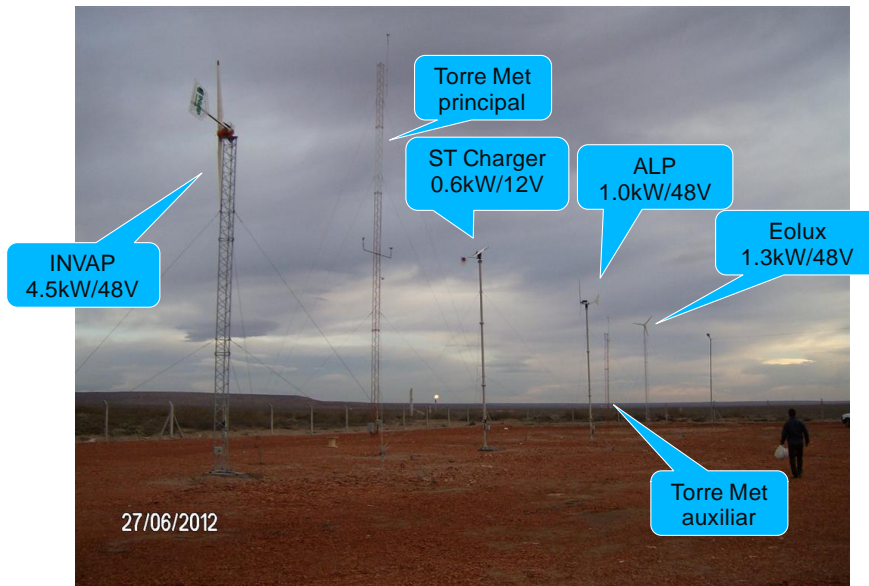


Fig. 1: Equipos instalados en el Campo de Pruebas Cutral-Có

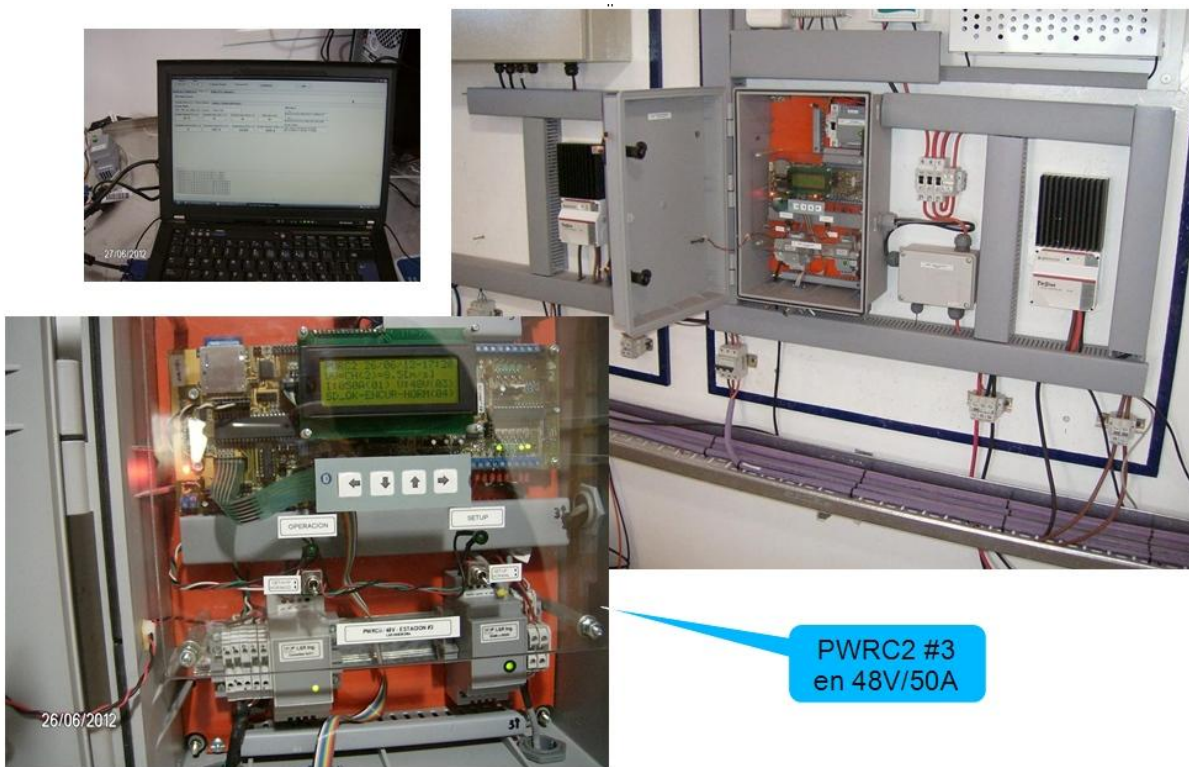


Fig. 2 – Equipamiento de la primera etapa del Campo de Pruebas Cutral-Có-INTI (06-2012)

2.- OBJETIVOS Y DESARROLLO

Según la normativa (IEC_61400-12-1,2005) en su Anexo H para sistemas de baja potencia, los sistemas la medición de la curva de potencia en función de velocidad de viento $P(V)$ deben realizar el registro de intensidad de viento con un anemómetro a la altura del rotor, además de la potencia eléctrica producida, la temperatura y presión barométrica en promedios de 1 minuto. Debido a la interferencia de la torre

de medición meteorológica, el sistema incluye asimismo un sensor de dirección (veleta). Otros sensores utilizados para mejorar el registro de la curva son los de giro (RPM) y estado del aerogenerador.

Los procedimientos para determinar la curva de potencia para máquinas conectadas a red (IEC_61400-12-1,2005) utilizan el método estadístico de los “bins” y se basan en la suposición de que la red absorbe toda la potencia eléctrica

que el aerogenerador puede producir, asemejándose bastante a la condición normal de operación de estos equipos. Esta suposición simplifica considerablemente la metodología para determinar la curva de potencia. En el caso de máquinas más pequeñas conectadas a un banco de baterías, el nivel de carga de las mismas condiciona la cantidad de potencia que pueden tomar del viento y esto complica el procedimiento requerido para determinar de curva de potencia (Oliva y Vallejos, 2006). Asimismo, a raíz de que el mercado mundial de sistemas eólicos de baja potencia es varios órdenes de magnitud menor que el de máquinas de gran potencia conectadas a red, y que su desarrollo ha sido comparativamente menor, resultó que la promulgación de estándares para máquinas eólicas pequeñas (Oliva y Alborno, 2003) ha tenido un ritmo mucho más lento. Sin embargo, existen avances importantes a nivel internacional en años recientes, y el INTI ha participado en las últimas reuniones de esta temática (SWAT, 2012).

3.- DESCRIPCION DEL SISTEMA INSTALADO

Un detalle de la distribución de cada estación puede verse en la Figura 3, y la distribución del subsistema de datos meteorológicos puede verse en la Figura 4. El sistema tiene como componentes fundamentales en la Figura 3 las unidades METEEO que realizan la medición de viento, temperatura y presión atmosférica, las unidades PWRC/2

que toman esos datos y los integran con las mediciones de potencia del aerogenerador correspondiente, el banco de baterías, la unidad HMI/PC que reúne los datos y configura la regulación de la carga, y los reguladores de carga con sus resistencias de disipación. Una red Ethernet vincula los equipos y permitirá el acceso (concluidos los ensayos preliminares) al estado individual de cada ensayo por Internet. Se incluye también una estación de referencia para la medición de datos de viento con anemómetros con calibración Measnet (Measnet, 2009b) a 2 alturas, comunicada con la unidad HMI/PC, cuya distribución se muestra en Figura 4. Tanto la estación de referencia como las unidades PWRC2 se comunican con el sistema central HMI/PC a través de protocolo Modbus, en el primer caso a través de un enlace RS485 y en el segundo a través de convertidores RS232 a Ethernet provistos por la firma Exemys de Argentina.

La disposición de las torres y equipos permite que los cuatro aerogeneradores bajo ensayo se ubiquen en una línea perpendicular a la dirección predominante de viento (Figura 5), y cada una de las torres anemométricas (una de ellas de 9 m de altura y la otra de 18m, albergando la estación de referencia además de los equipos METEEO) envía sus datos a las unidades PWRC/2 de dos aerogeneradores.

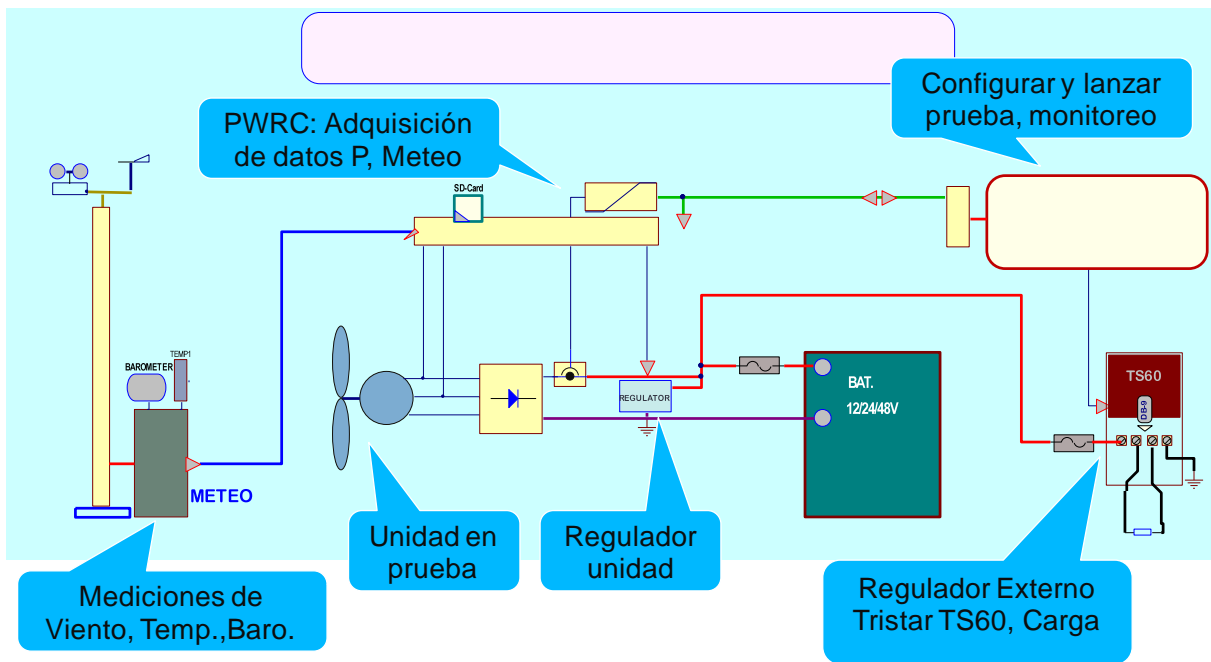


Fig. 3: Distribución de uno de los puestos del Sistema de medición

El sistema de medición cuenta con un sistema de alimentación de respaldo, empleando baterías de plomo-acido / gel y un panel fotovoltaico de 40 W pico.

Tanto los equipos PWRC/2 como METEEO son evolución de los primeros PWRC que fueron desarrollados a partir de 2005 por L&R Ingeniería para el programa piloto PERMER en Chubut (Oliva y Vallejos, 2006), bajo directivas establecidas por el CREE (Centro Regional de Energía Eólica, Rawson - Chubut) en su momento para este programa que involucró instalación de equipos para verificación de curva de potencia en aerogeneradores de baja

potencia en las zonas de Pocitos de Quichaura y Costa de Norquínco (Oliva, Cortez y Jones, 2008). Se han reemplazado las unidades CPU importadas por placas CL2bm1 de fabricación nacional que se vienen ensayando con buenos resultados desde 2009, y cuentan con almacenamiento en tarjetas de memoria flash tipo SD de 2 GB.

La inauguración del sistema se realizó el pasado junio de 2012 (Figura 6) con el 50% de los sistemas de medición instalados. Los trabajos de instalación continuarán en los próximos meses.

CONEXIONADO ESTACION DE REFERENCIA NOMAD2 Y UNIDADES METEO
 Banco de Pruebas INTI CutralCo - Pequeños Aerogeneradores - Disposición definitiva (C)
 Ing. R.Oliva - REVb_04.2012

Meteorological components

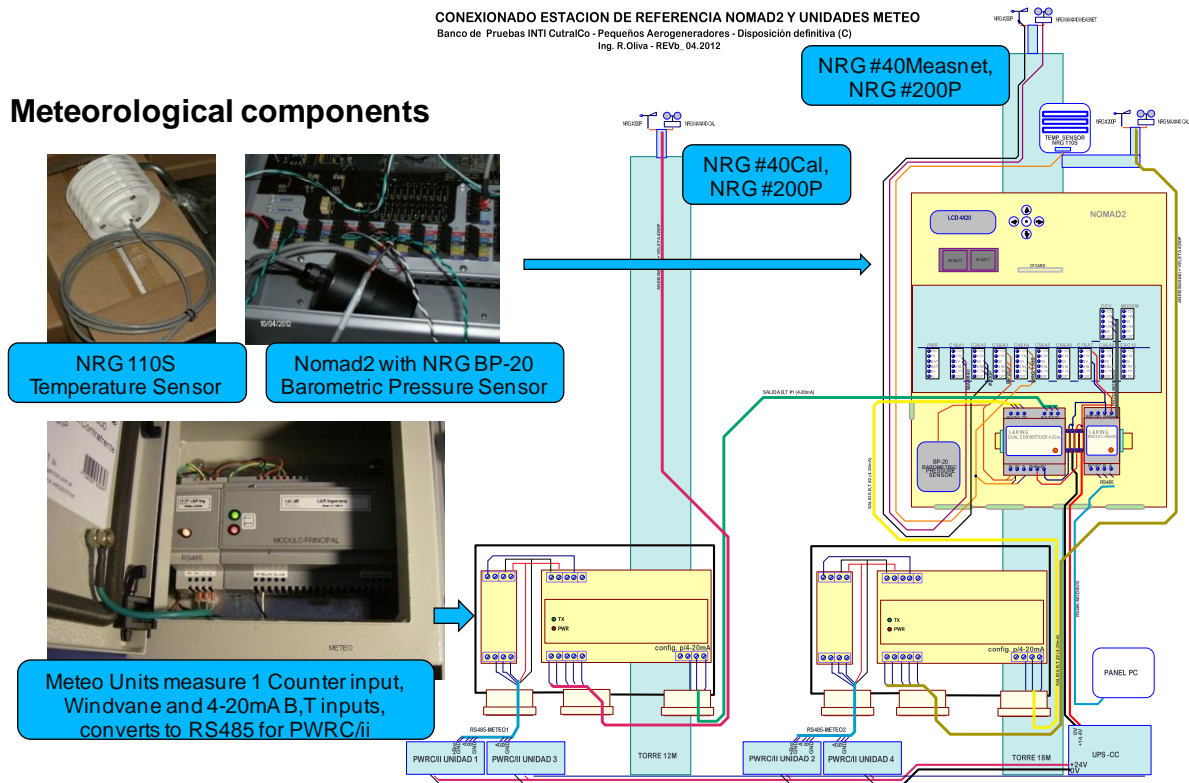


Fig. 4: Distribución del subsistema de datos meteorológicos con unidades Meteo y Unidad Nomad2 de Secondwind

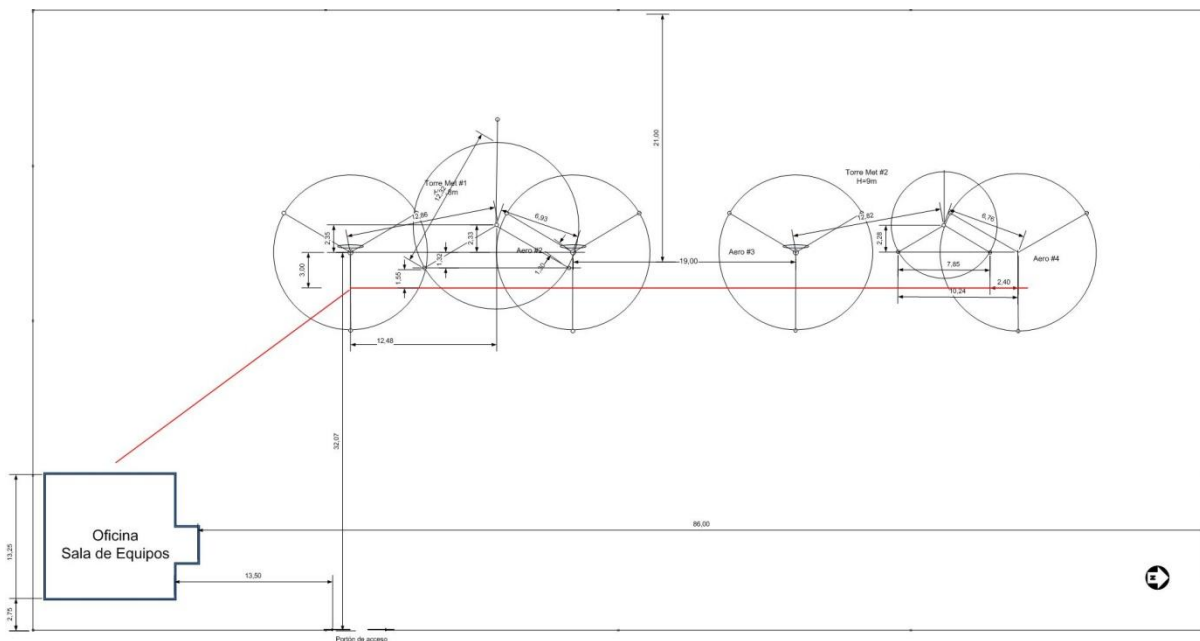


Fig. 5: Vistas en planta de la distribución de torres de medición meteorológicas y aerogeneradores. Cutral-Có (Neuquén)

Se resumen a continuación las características técnicas del sistema de medición:

- ❖ Aerogeneradores bajo ensayo: 4 (cuatro)
- ❖ Rango de Potencia de ensayo: 500 W a 10 kW
- ❖ Rango de Velocidad de viento de operación: 1 a 75 m/s
- ❖ Rango de Temperatura de operación: -55 °C a 60 °C
- ❖ Medición de potencia eléctrica de salida en corriente continua.

En cuanto a las fuentes de incerteza del sistema de medición:

- ❖ Incertezas en la medición de velocidad y dirección de vientos. Asociadas a la calibración y montaje de los instrumentos y distorsión de flujo de vientos por el terreno.
- ❖ Incertezas en la medición de corriente y tensión en continua. Asociadas a la calibración y tipo de transductores empleados, y al producto $V \cdot I$ realizado en punto flotante de precisión simple.

- ❖ Incertezas en la medición de presión y temperatura atmosférica. Asociadas al tipo y montaje de instrumentos.

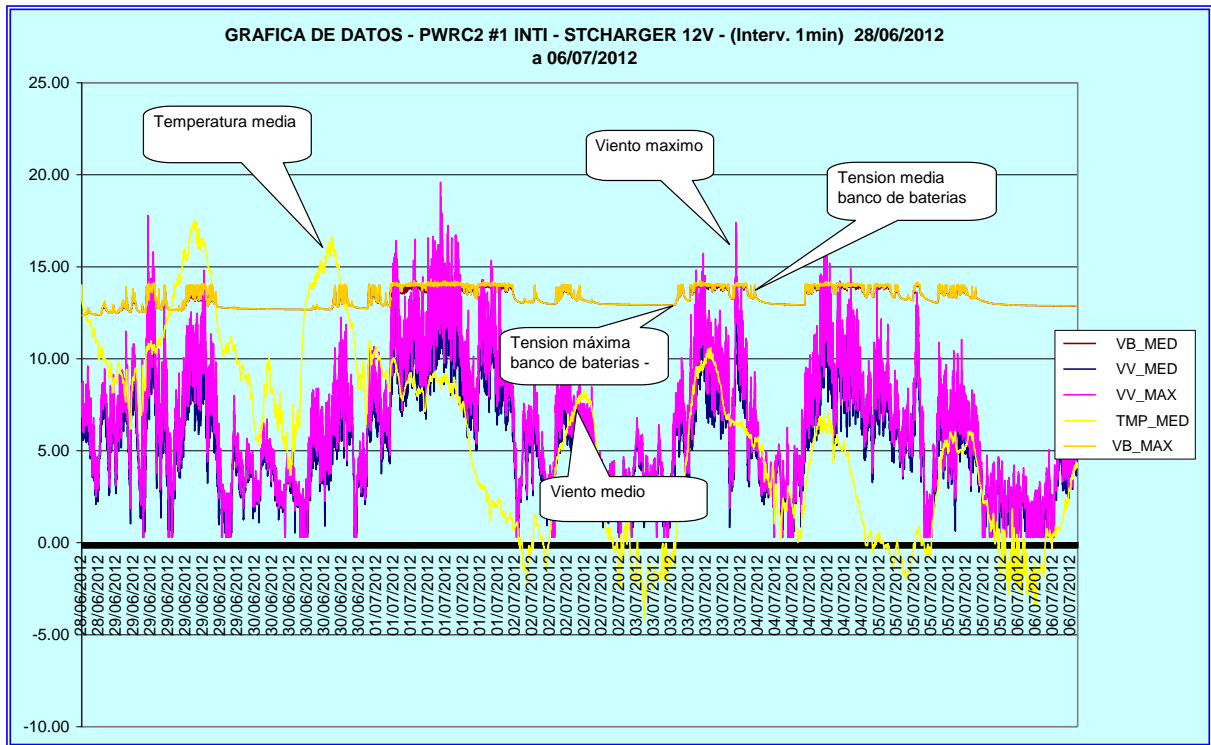


Fig. 6: Datos meteorológicos y tensión de banco de Aerogenerador STCharger, Estación 1 en INTI-CutralCo.

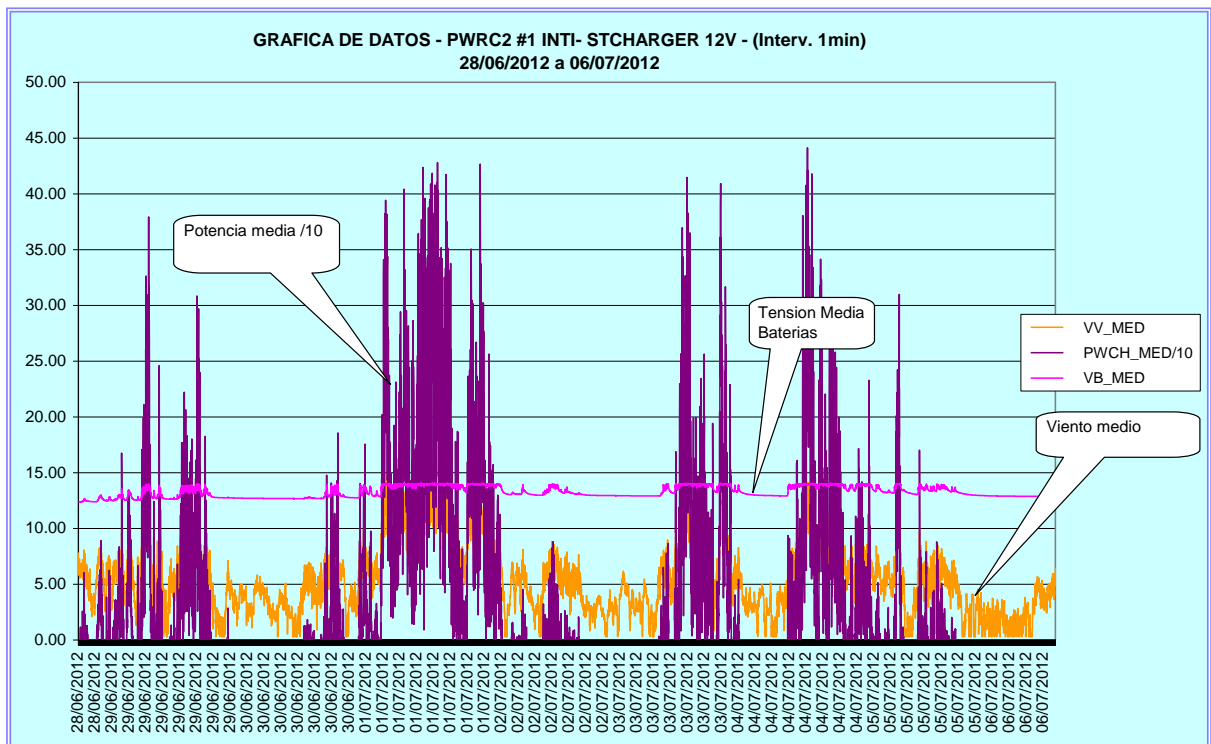


Fig. 7: Datos de potencia (Pmed/10) y viento de Aerogenerador STCharger, Estación 1 en INTI-CutralCo

4. REGISTROS PRELIMINARES DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Desde su inauguración se han llevado adelante tareas de ajuste y recolección de datos a efectos de verificar el funcionamiento general del sistema. En la Figura 7 se

aprecia la evolución de los datos en una semana de la Estación 2, en la que se ensaya un aerogenerador STCharger de 600 W nominales y 12 V de tensión de banco de baterías. Los datos graficados son Temperatura, Viento máximo y medio, tensión de baterías máxima y media en promedios de 1 minuto. En mediciones posteriores se ajustó el banco de

capacitores de compensación del STCharger, con lo cual se alcanzó la potencia nominal de 600 W de dicho equipo. En la figura 8 se muestra la evolución de potencia (se grafica $P_{med}/10$ para hacer visible la escala) de dicho aerogenerador comparada con las mediciones de viento y

tensión de batería, y la Figura 9 la medición de los mismos datos para la máquina Eolux de 1,3kW y 48 V de banco de batería, ensayada en la Estación 3 en el mismo periodo.

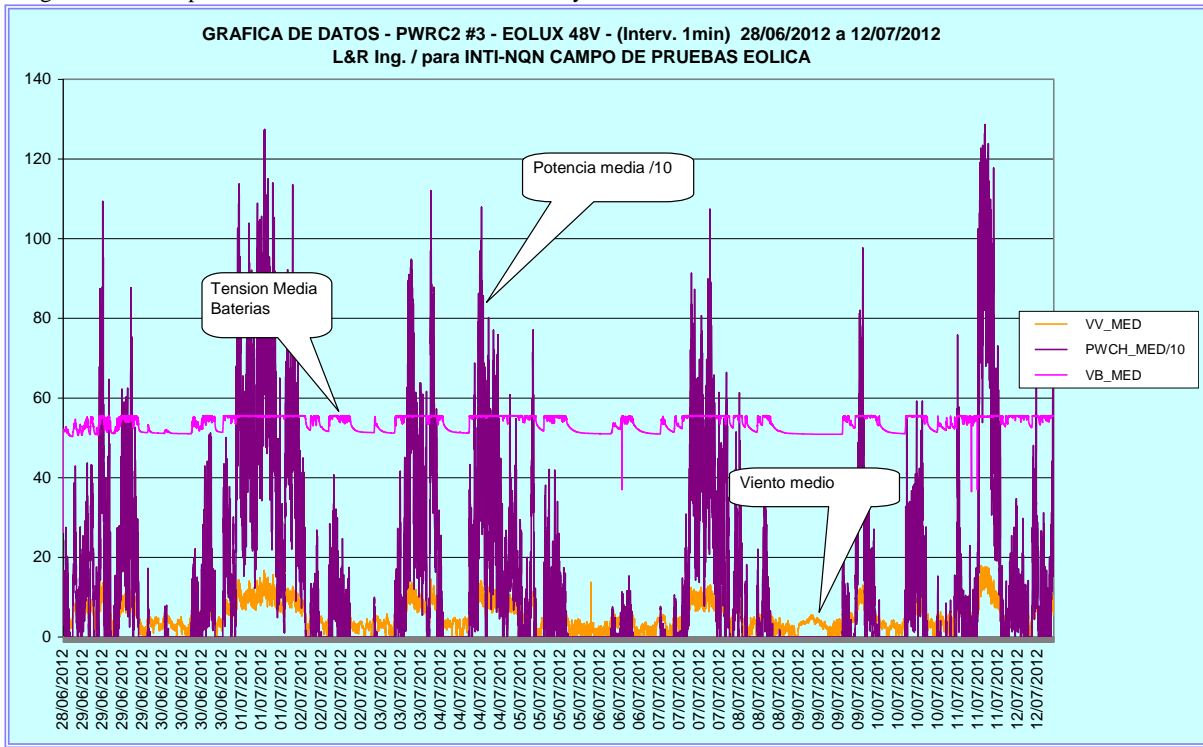


Fig. 8: Datos de potencia ($P_{med}/10$) y viento de Aerogenerador STCharger, Estación 1 en INTI-CutralCo.



Fig. 9: Vistas de la Inauguración del Campo de Pruebas de Cutral-Có por parte de los intendentes de Cutral-Có y Plaza Huincul, y de autoridades del INTI

Los datos aún no son un ensayo de tipo oficial ni incluyen estimación de curva de potencia hasta verificar la funcionalidad de todo el sistema. La curva de potencia requiere un período prolongado de mediciones y el lanzamiento de un período de ensayo consensuado con cada fabricante, que se definirá durante 2012.

5. CONCLUSIONES

Se han presentado los progresos y los primeros datos de operación en esta iniciativa del INTI para llevar adelante pruebas sobre pequeñas máquinas eólicas de fabricación nacional, tendiendo a iniciar un proceso de certificación y etiquetado de equipos que fomente su adopción masiva como solución para sistemas energéticos renovables para emplazamientos aislados y facilite la exportación de los mismos. Se espera completar en un período breve las pruebas sobre los primeros cuatro aerogeneradores acordados con los fabricantes, y que los resultados fortalezcan el mercado incipiente de pequeños molinos de fabricación local.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Municipio de Cutral-Co en Neuquén, a las autoridades del INTI, y de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral.

REFERENCIAS

- AWEA 9.1 (2009) *American Wind Energy Association* (2009). AWEA Small Wind Turbine Performance and Safety Standard - Standard 9.1.
- BWEA (2008) *British Wind Energy Association* -2008. BWEA Small Wind Turbine Performance and Safety Standard.
- IEC 61400-12-1 (2005) "Wind Turbines – Part 12-1 *Power Performance Measurements of electricity producing wind turbines*" – International Standard, IEC (International Electrotechnical Commission), Geneva, Suiza.
- Martín, G. Duzdevich, J.P, Oliva, R. (2011) Plataforma de ensayo para pequeños aerogeneradores. *Revista AVERMA*, **15**, 6.105–6.112. ISSN 0329-5184.
- Martín, G. y Duzdevich, J.P. (2010). Estudio metódico del grupo de proveedores de aerogeneradores de fabricación nacional: *1er Informe de Avance, Informe Laboratorio Energía Eólica INTI*, Neuquén. Inédito.
- Martín, G. y Duzdevich, J.P. (2011)(a). Estudio metódico del grupo de proveedores de aerogeneradores de fabricación nacional. *2º Informe de Avance: Entrevistas fabricantes nacionales de aerogeneradores, Informe Laboratorio Energía Eólica INTI*. Neuquén. Inédito.
- Martín, G. y Duzdevich, J.P.. (2011)(b). Actas del 1º Encuentro de Fabricantes Nacionales de Aerogeneradores de Baja Potencia. Neuquén. Inédito.
- MEASNET (2009) (a)- Measuring Network of Wind Energy Institutes "Power Performance Measurement Procedure", Versión 5, Diciembre 2009
- MEASNET (2009) (b)- Measuring Network of Wind Energy Institutes "Anemometer Calibration Procedure", Versión 2, Octubre 2009.
- Oliva, R. y Vallejos, R. (2006). Requerimientos para la evaluación de curvas de potencia en aerogeneradores de baja potencia para carga de baterías - diseño de su implementación. *Revista AVERMA, Comunicación*; **10**, 6.05-6.07. ISSN 0329-5184
- Oliva, R., Albornoz, C (2003). Operation and Two-year production data report of a wind-powered rural school in South Patagonia. *Proceedings of 2nd World Wind Energy Congress*, Cape Town, South Africa, 23-26 November 2003.
- Oliva,R.,Cortez,N., Jones, R.D. (2008). Procesamiento de mediciones de potencia eléctrica en pequeños sistemas eólicos domiciliarios. *Revista AVERMA*; **13**; 6-35, ISSN 0329-5184.
- REN21_2010 (2011) – Renewables 2011 Global Status Report – REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (www.ren21.net))
- SWAT (2012). Small Wind Association of Testers. *1º International SWAT Conference*. April 24-26, Ithaca, Nueva York.