

REGISTRO DE DATOS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EÓLICA EN ESCUELA RURAL

R.Oliva (*), J.Lescano (*), P.Triñanes (*), I. Lescano (§)

(*) Area Energías Alternativas, Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA)
 Lisandro de la Torre 1070 - 9400 Río Gallegos - Santa Cruz TE 02966 442317/19 int 21, email: micro-en@unpa.edu.ar

(§) Seiscenter S.A.- C.A.Buenos Aires

RESUMEN: El presente trabajo presenta la evolución de los registros de datos obtenidos de sistemas eólicos para suministro aislado en una Escuela Rural en el marco de un proyecto PFIP (Proyectos Federales de Innovación Productiva) con financiamiento del Consejo Federal de Ciencia y Tecnología (CoFeCyT), durante 2010 y 2011. Se utilizan los equipos eólicos para la carga de un banco de baterías de 48V, en combinación con un motogenerador diesel y luego se suministra 220V a través de un convertidor. Los datos son registrados a partir de un sistema de medición específico para evaluar el funcionamiento de los equipos. Se muestran asimismo los problemas encontrados y las soluciones que se fueron dando para lograr un flujo uniforme de registros.

Palabras clave: energía eólica, sistemas aislados, mediciones de energía y potencia, adquisición de datos.

INTRODUCCION

El funcionamiento de equipos eólicos y solares en zonas aisladas suele resultar difícil de documentar, quedando librado en numerosos casos a encuestas de satisfacción de usuario. En el caso del Proyecto Federal de Innovación Productiva SC-03/2004 “SUMINISTRO ENERGÉTICO CON ENERGÍA EOLICA Y SOLAR PARA ESCUELA RURAL N° 25 - CASIMIRO BIGUA / PARAJE GLENCROSS” (Oliva y otros, 2010) se implementó un sistema de medición de tipo embebido denominado SISMED/C-Glencross (Figura 1) (Lescano y otros, 2009) que permite la evaluación continua de la producción de los equipos y facilita su mantenimiento, y se basó en trabajos anteriores desarrollados por el Área Energías Alternativas (Oliva et al., 2000).

El equipamiento sobre el que se mide en dicha escuela consiste de un subsistema eléctrico-eólico y otro de tipo solar térmico. El primero consta de un aerogenerador de imán permanente de ferrite Eolux de 1kW de potencia nominal eléctrica sobre 48V, y uno Eolux de generación más reciente y 1.3kW con imanes de neodimio, ambos de origen nacional. Se incluye además un banco de baterías de 660Ah en 48V y un inversor capaz de entregar 3.6kW de potencia. La existencia de un grupo motogenerador diesel en la escuela, hizo necesaria la instalación de una llave conmutadora. Se incluyó como parte del equipamiento sensores de efecto Hall para la medición de corriente (también para tensión en el caso de corriente alterna) que permiten medir y registrar con aislación galvánica adecuada las magnitudes eléctricas a través del sistema de adquisición de datos. El segundo subsistema de tipo solar térmico (en proceso de instalación) se conectará en serie con el termotanque para el precalentamiento de agua.

SISMED-C - ESCUELA GLENCROSS rev. 08-2009
 PFIP/UNPA - ESQUEMA INSTRUMENTACION V26.8.09

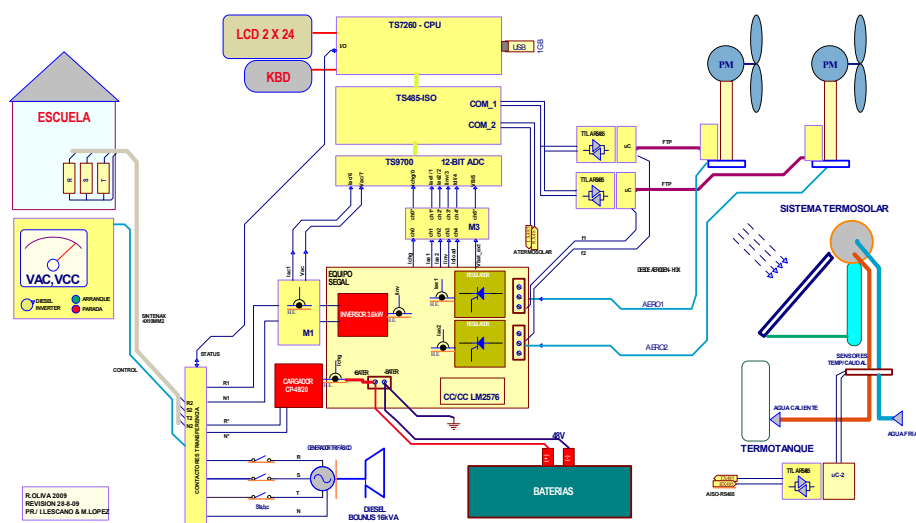


Figura 1 - Diagrama general de la instrumentación SISMED-C / Escuela Rural Glencross

EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE TOMA DE DATOS

En su primera etapa, se instalaron en diciembre del 2009 los equipos para provisión de energía eléctrica – aerogeneradores Eolux con frenos automáticos, acoplados a un sistema convencional de baterías de ciclo profundo de 48V, y regulador-inversor monofásico Segal (3.6kW) a 220V/50hz. En mayo de 2010 se completó la instrumentación para el relevamiento de los datos de operación del conjunto eólico-solar es realizado a través del SISMED-C (Figura 2), similar a los instaladas por el Área Energías Alternativas de la UNPA para adquisición de datos en escuelas rurales de la zona, con capacidades ampliadas para registro de temperatura y caudal, y funciones reducidas de control y alarmas.



Figura 2– Montaje del SISMED/C en el tablero de Glencros, 24/5/2010

El SISMED/C es una evolución de los equipos que desarrolló el Área Energías Alternativas – UNPA desde 1997 (Oliva y otros, 1999, 2000, 2002, 2003), e incorpora las funciones habituales desarrolladas por los equipos SISMED instalados en Escuela Las Vegas y en Chile, con la función adicional de seguridad que permite el frenado del equipo y otorga mayor durabilidad a los molinos ante casos de tormentas extendidas. El SISMED-C se construyó en base a placas avanzadas con tecnología ARM de muy bajo consumo, bajo el sistema operativo de licencia libre LINUX (kernel 2.4). Aunque el formato PC/104 es similar al utilizado en equipos anteriores, se logra con ARM una mayor economía de consumo y mejor performance, además de resultar en un costo de plaquetas inferior respecto a la tecnología tradicional 80x86.

La programación de las unidades SISMED/C estuvo a cargo de Martín López e Ignacio Lescano. Se utilizó el sistema operativo TS-Linux de acceso libre y el compilador GCC provisto con las unidades TS-7260. Si bien el programa se basó en el de los antiguos SISMED (que corrían bajo DOS con el kernel de tiempo real uC-OS/ii), López y Lescano realizaron múltiples agregados y mejoras aprovechando las capacidades del nuevo hardware y del Linux, agregando incluso la posibilidad de controlar y visualizar la operación del sistema vía Web cuando la conexión a Internet de la Escuela sea una realidad. La posterior verificación de los datos y el hallazgo de punteros fuera de rango resultó en la necesidad de corregir y actualizar el firmware del equipo SISMED/C, lo cual fue realizado el 21/02/2011 (Figuras 3,4). A partir de allí los datos y el comportamiento del SISMED/C resultaron más previsibles.



Figura 3 – Actualización del Firmware SISMED/C y vista del tablero operando 21-2-2011



Figura 4 SISMED/C actualizado y vista de aerogeneradores 21-2-2011.

PROBLEMAS DETECTADOS EN EL PROGRAMA

Luego de la instalación realizada en mayo de 2010, se detectaron problemas en el programa interno que corría en el SISMED/C – registro de una cantidad de datos y posteriormente detención o “cuelgue” del sistema (Figura 5). El acceso a los datos registrados se complicó luego de la instalación por cuestiones climáticas.

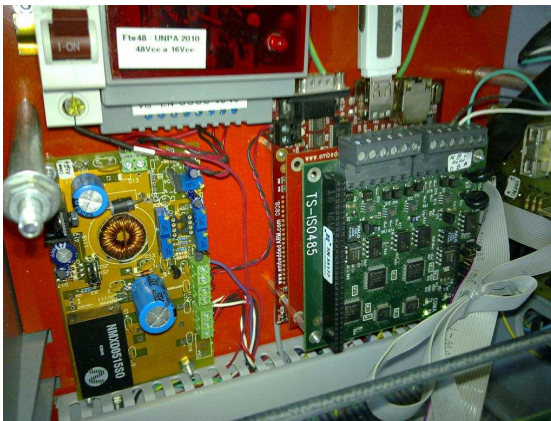


Figura 5– Verificación de Equipo SISMED/C – pantalla no responde

La lectura de los datos implica el retiro del PenDrive y la copia de los archivos, de los cuales se genera uno en forma diaria para los datos y uno mensual para eventos. El formato de los archivos es CSV en sistema de archivos Fat16 por lo cual su análisis es relativamente directo en una PC convencional utilizando una planilla de cálculo, aunque se trabaja en la construcción de un software específico de análisis (Figura 6). Estos primeros archivos se utilizaron para la construcción de homólogos XLS que permitieron graficar los datos obtenidos, a un período de 2,4 min entre muestras (después se ajustó a 5 minutos).

24_05_10_sismed_logueo.csv	153 KB	Microsoft Excel Com...	24/05/2010 11:59 p...
25_05_10_sismed_logueo.csv	538 KB	Microsoft Excel Com...	25/05/2010 11:59 p...
26_05_10_sismed_logueo.csv	538 KB	Microsoft Excel Com...	26/05/2010 11:58 p...
27_05_10_sismed_logueo.csv	541 KB	Microsoft Excel Com...	27/05/2010 11:59 p...
28_05_10_sismed_logueo.csv	539 KB	Microsoft Excel Com...	28/05/2010 11:57 p...
29_05_10_sismed_logueo.csv	537 KB	Microsoft Excel Com...	29/05/2010 11:58 p...
30_05_10_sismed_logueo.csv	231 KB	Microsoft Excel Com...	30/05/2010 10:17 a...

SISMED/C - Escuela Rural Glencross

Archivo CSV de logueo de Datos

ID CSV	ID	FECHA	HORA	lae1 Max	lae1 Min	lae1 Med	lae1 DE	lae2 Max	lae2 Min	lae2 Med	lae2 DE	linv Max	linv Min	linv Med
9	0	27/05/2010	00:00:47	0.05	0.05	0.05	0	3.235547	1.766016	2.595312	0.566689	2.45421	1.05006	1.62393
9	1	27/05/2010	00:03:05	0.05	0.0375	0.04375	0.000078	2.784375	1.791797	2.288086	0.492606	2.45421	1.3431	1.898655
9	2	27/05/2010	00:05:23	0.05	0.05	0.05	0	2.784375	0.270703	1.527539	3.159273	2.45421	1.56288	2.008545
9	3	27/05/2010	00:07:41	0.05	0.05	0.05	0	2.784375	1.03125	1.907812	1.536723	2.45421	1.48962	1.971915
9	4	27/05/2010	00:09:59	0.05	0.05	0.05	0	2.784375	2.384766	1.886328	0.964163	2.45421	1.48962	1.82743
9	5	27/05/2010	00:12:17	0.05	0.05	0.05	0	5.697656	2.784375	4.241015	4.243604	2.45421	1.50183	1.97802
9	6	27/05/2010	00:14:35	0.0625	0.05	0.05625	0.000078	2.784375	1.160156	1.972266	1.319043	2.45421	1.51404	1.984125
9	7	27/05/2010	00:16:53	0.05	0.05	0.05	0	2.784375	2.384766	2.58457	0.079844	2.45421	1.56288	2.008545
9	8	27/05/2010	00:19:12	0.05	0.05	0.05	0	3.016406	2.139844	2.646875	0.20627	2.45421	1.45299	1.82336
9	9	27/05/2010	00:21:30	0.05	0.05	0.05	0	2.784375	2.668359	2.726367	0.00673	2.45421	1.00122	1.727715
9	10	27/05/2010	00:23:48	0.05	0.05	0.05	0	2.784375	1.572656	2.178516	0.734131	2.45421	0.98901	1.72161
9	11	27/05/2010	00:26:06	0.05	0.05	0.05	0	4.253906	2.784375	3.519141	1.079761	2.45421	0.95238	1.703295
9	12	27/05/2010	00:28:24	0.05	0.05	0.05	0	3.648047	2.784375	3.153906	0.198128	2.45421	0.9768	1.48555
9	13	27/05/2010	00:30:42	0.05	0.05	0.05	0	3.815625	2.784375	3.3	0.531738	2.45421	1.01343	1.73382
9	14	27/05/2010	00:33:00	0.05	0.05	0.05	0	3.080859	2.784375	2.932617	0.043952	2.45421	0.9768	1.715505

Figura 6– Extracto de archivos en SISMED/C – primera etapa y primeras columnas del archivo

Se detectaron además de la falla operativa, errores observados en cómputos de medias, máximas y mínimas. Los programadores actualizaron el software para resolver algunas fallas que se notan en los gráficos y se indican en los círculos, como períodos irregulares, por ejemplo (Figura 7) en el cálculo de los promedios de Corriente producida por ambos aerogeneradores, o en la tensión RMS de salida del inversor (Figura 8) de 18:40 a 20hs del día 26/5/2010.

Produccion Diaria Aerogeneradores Glencross

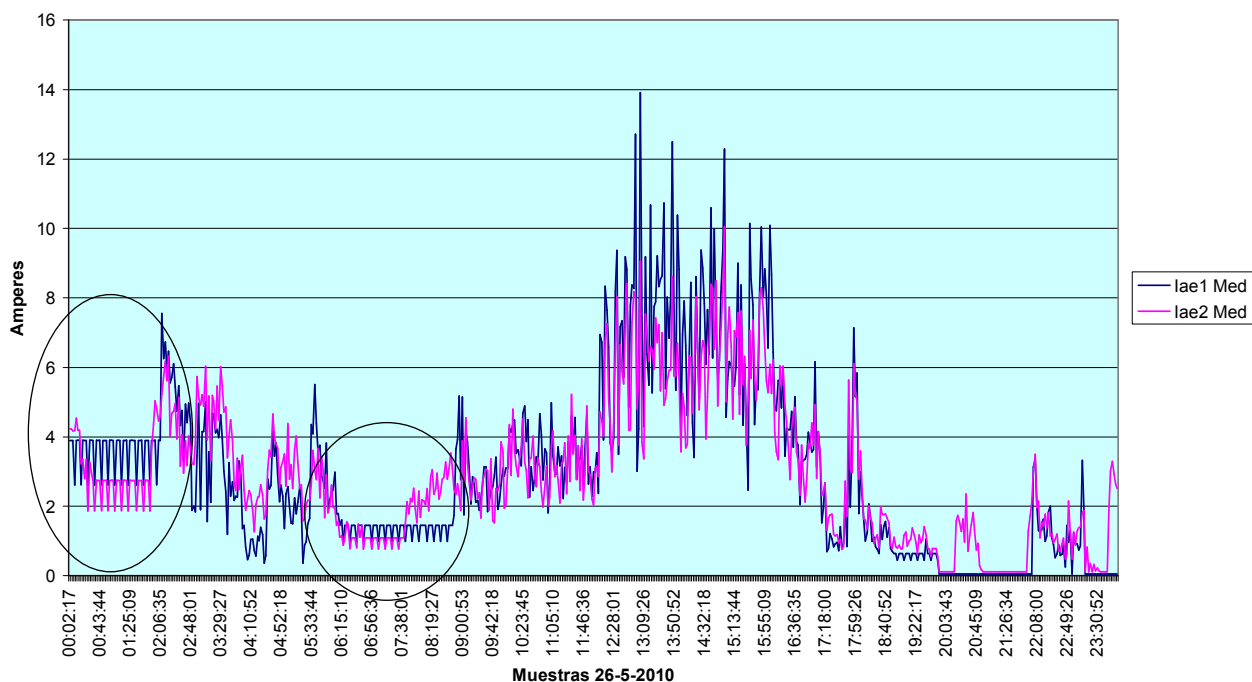


Figura 7 – Gráficos de producción diaria en Amperes de los aerogeneradores, con zonas problemáticas marcadas con círculos. Estos registros erróneos de medias –se verificó después– se debían al desborde de índices en el cálculo estadístico.

Tension salida Ac max/min/med

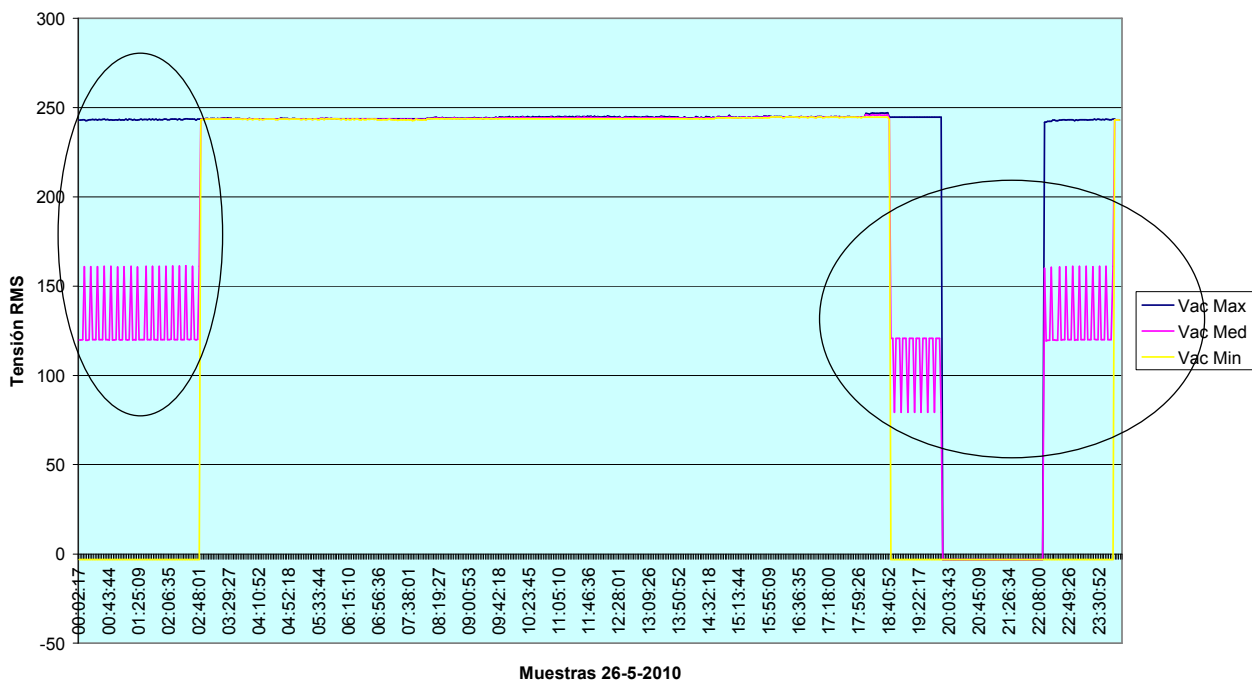


Figura 8 – Gráficos de tensión RMS de salida del inversor, con zonas problemáticas marcadas con círculos. Aquí los problemas se reflejan el cálculo de medias, máximos y mínimos.

El rescate del archivo de eventos (05_10_sismed_logueo_ev.csv), que a diferencia de los archivos de datos es mensual y no diario, permitió a partir de los últimos registros de eventos inferir algunos de los problemas que presentó el programa interno (firmware). A través de una serie de pruebas realizadas sobre un conjunto de hardware TS7260 idéntico al del SISMED/C adquirido para otro proyecto a fines de 2010 (Figura 9), el programador I.Lescano logró determinar la causa de las fallas del software (sobre-escritura de una estructura TPL, que provocaba el cuelgue del programa), y de los errores estadísticos (overflow de punteros-índice en cálculos de media, máximo y mínimo). El 21-02-2011 se realizó una visita para proceder a la actualización del programa, realizar mantenimiento general y verificación del sistema (Figuras 3,4).

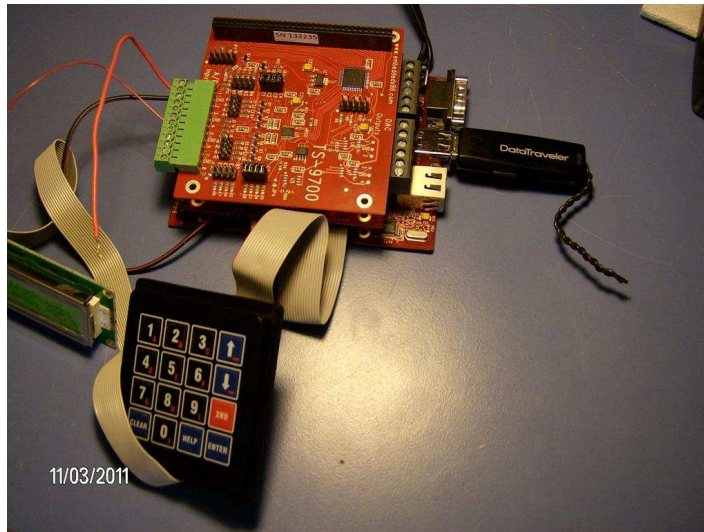


Figura 9– Placas adquiridas TS7260/TS9700/ISO485 utilizadas para ensayos del software

PROGRAMA CORREGIDO Y EVOLUCION POSTERIOR DEL SISTEMA

El comportamiento posterior satisfactorio del sistema permitió obtener un importante caudal de datos sobre la operación del equipo. Los datos se agruparon por periodos, requiriendo un procesamiento de cada archivo diario y su agrupación en hojas semanales y bimensuales. La primera secuencia (Figura 10) muestra la tensión de batería combinada con la producción media en corriente (inyectada al banco de 48V) de ambos aerogeneradores, entre el 21/02 y el 03/04/2011. Es de notar que el encendido del diesel no está registrado en estos gráficos, por lo cual los ascensos del nivel de tensión en algunos casos no se corresponden con la corriente inyectada desde los molinos.

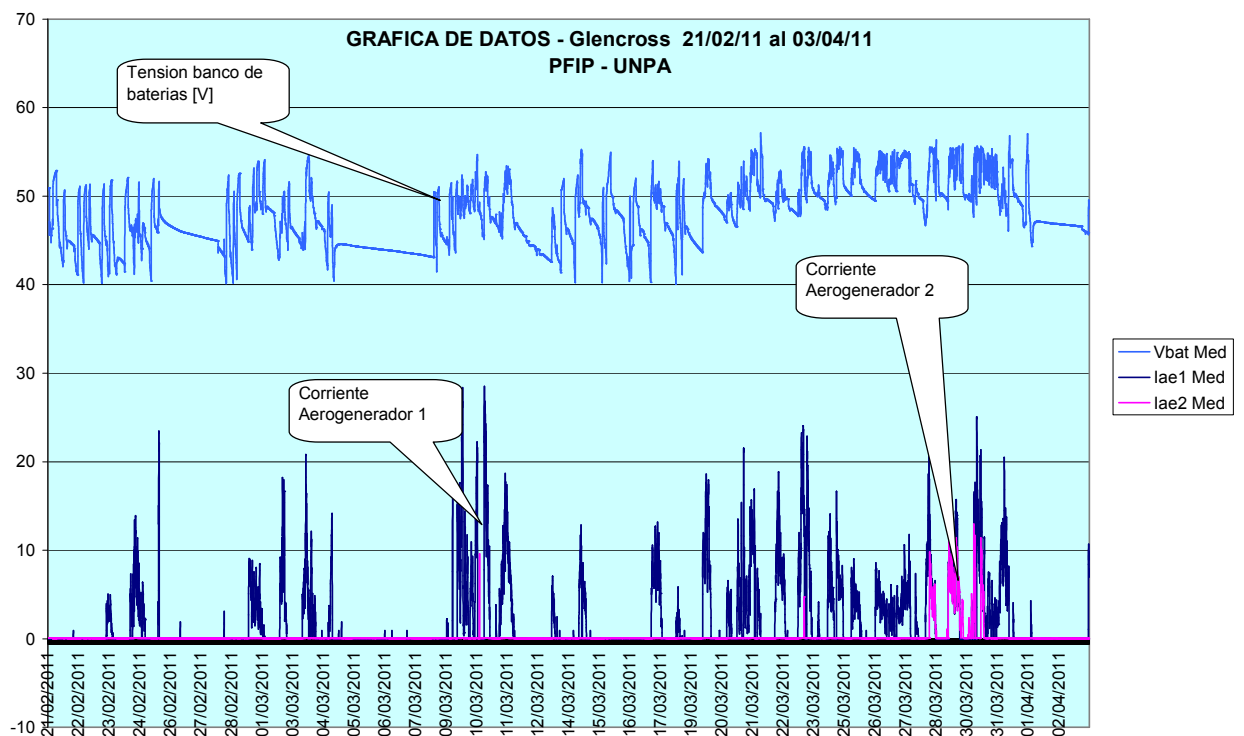


Figura 10 Grafica general – Producción aerogeneradores y banco de baterías 02-03/2011

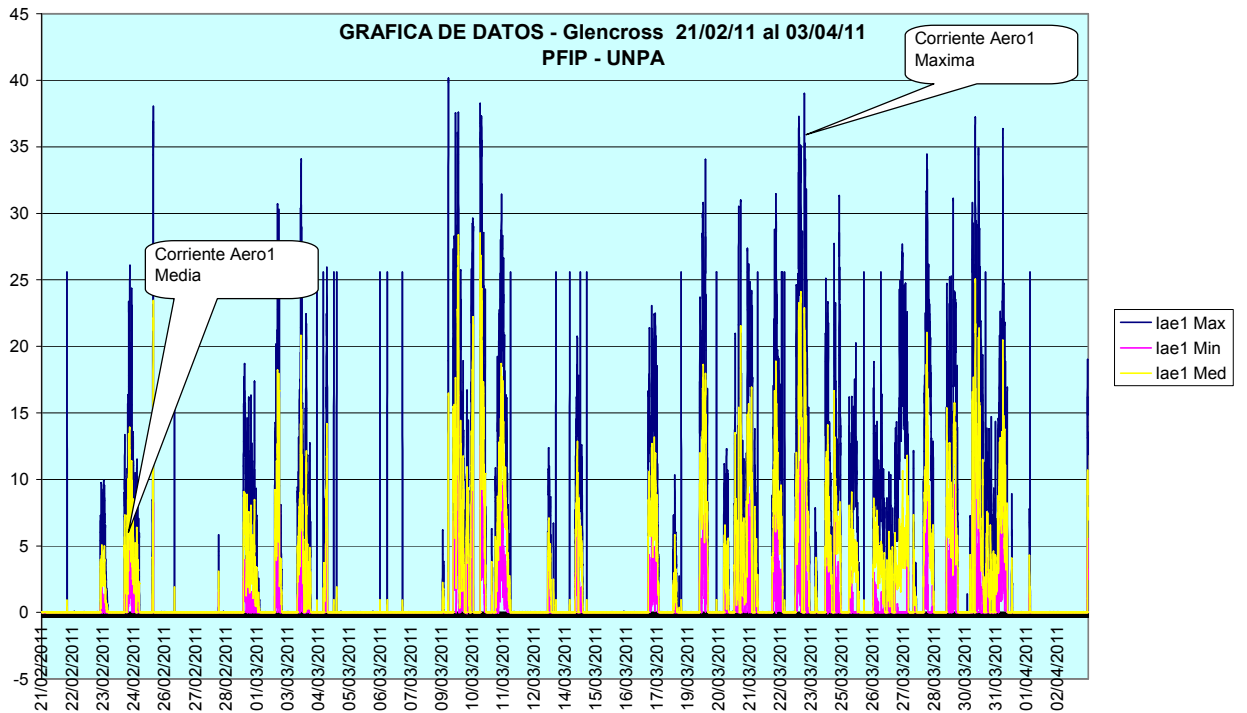


Figura 11 Producción Aerogenerador 1 – 02-03/2011

En la Figura 11 se aprecian los valores medio, mínimo y máximos de corriente del aerogenerador Aer1, que es la unidad con imanes de neodimio de producción sensiblemente superior al Aer2 con imanes de ferrite, a pesar de ser su forma y diámetro idénticos. En la Figura 12, se aprecia el consumo de corriente alterna RMS en el período hasta el 2/4.

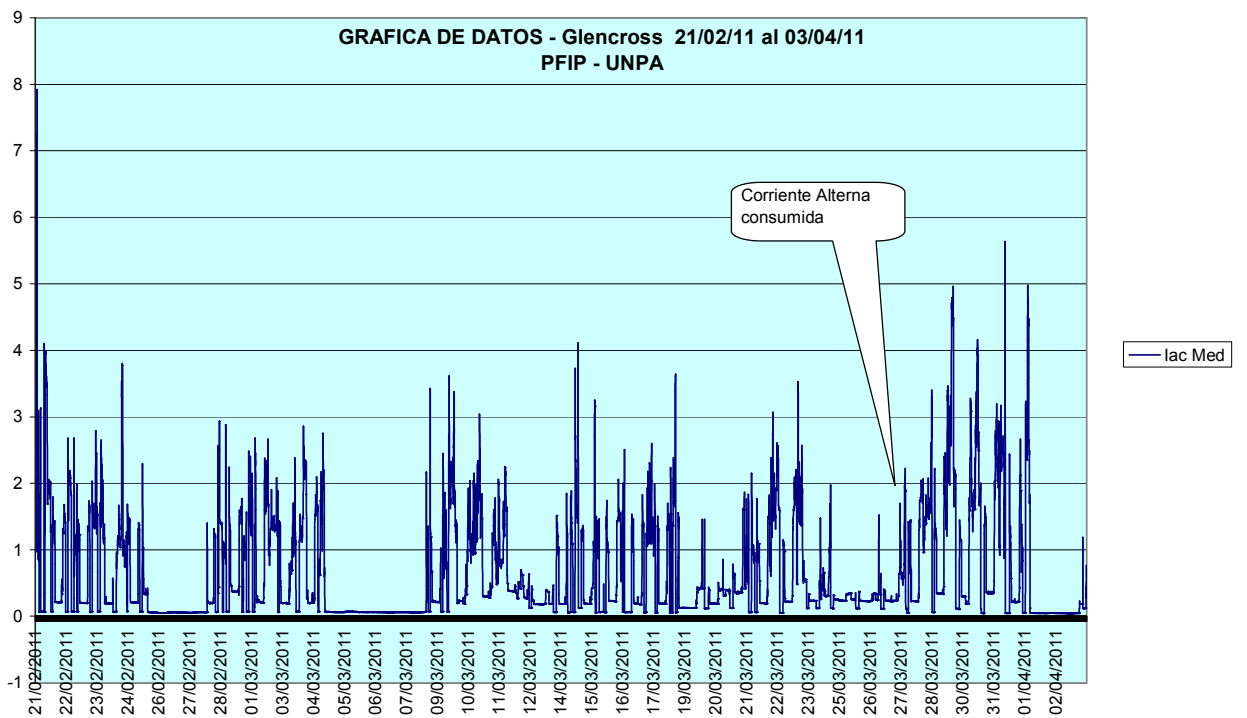


Figura 12 Corriente alterna RMS consumida sobre 220Vac 02-03/2011

En la Figura 13 se observa la secuencia de tensión de baterías, y corriente media de ambos aerogeneradores ahora para el período desde el 3 de abril al 29 de mayo de 2011. Se nota una caída gradual de los valores de tensión de batería (época invernal coincide con vientos menores), y la notable diferencia de producción en corriente de ambos aerogeneradores, conectados al mismo bus de 48V. En la Figura 14 se aprecia el consumo de corriente alterna de la casa-escuela para el mismo período.

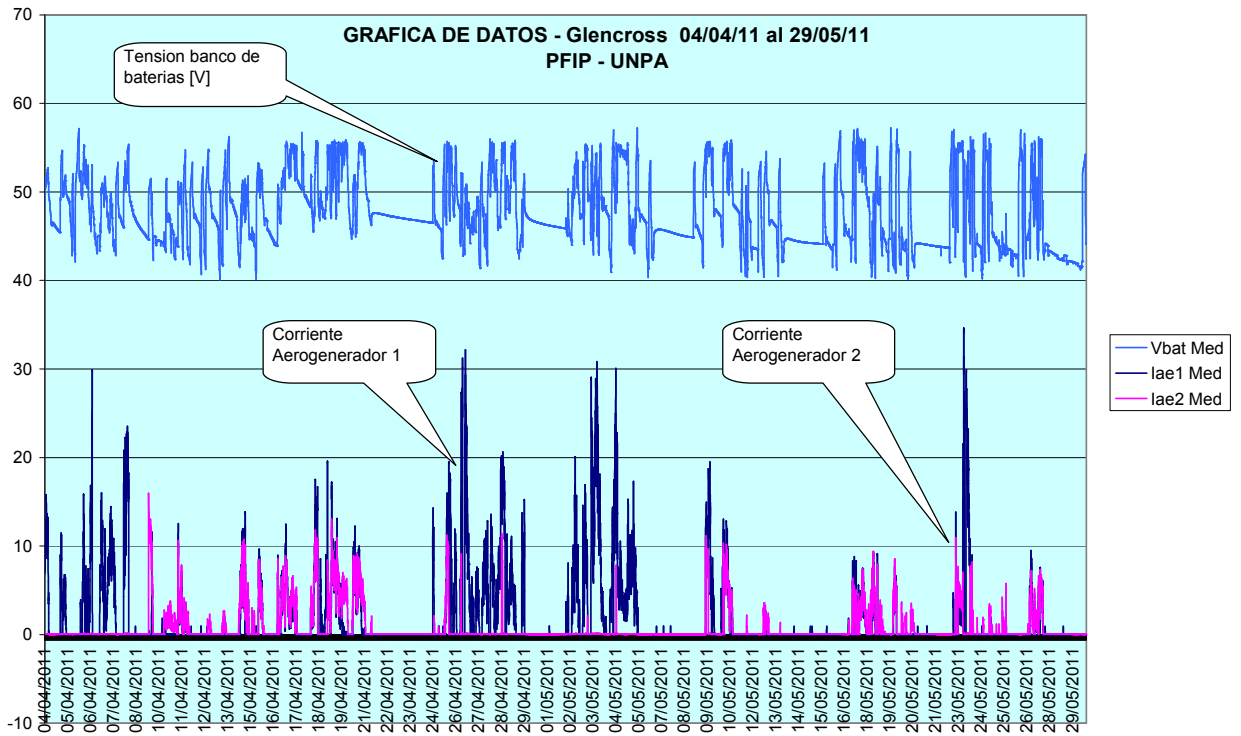


Figura 13 Gráfica general – Producción aerogeneradores y banco de baterías 04/04 al 29/05/2011

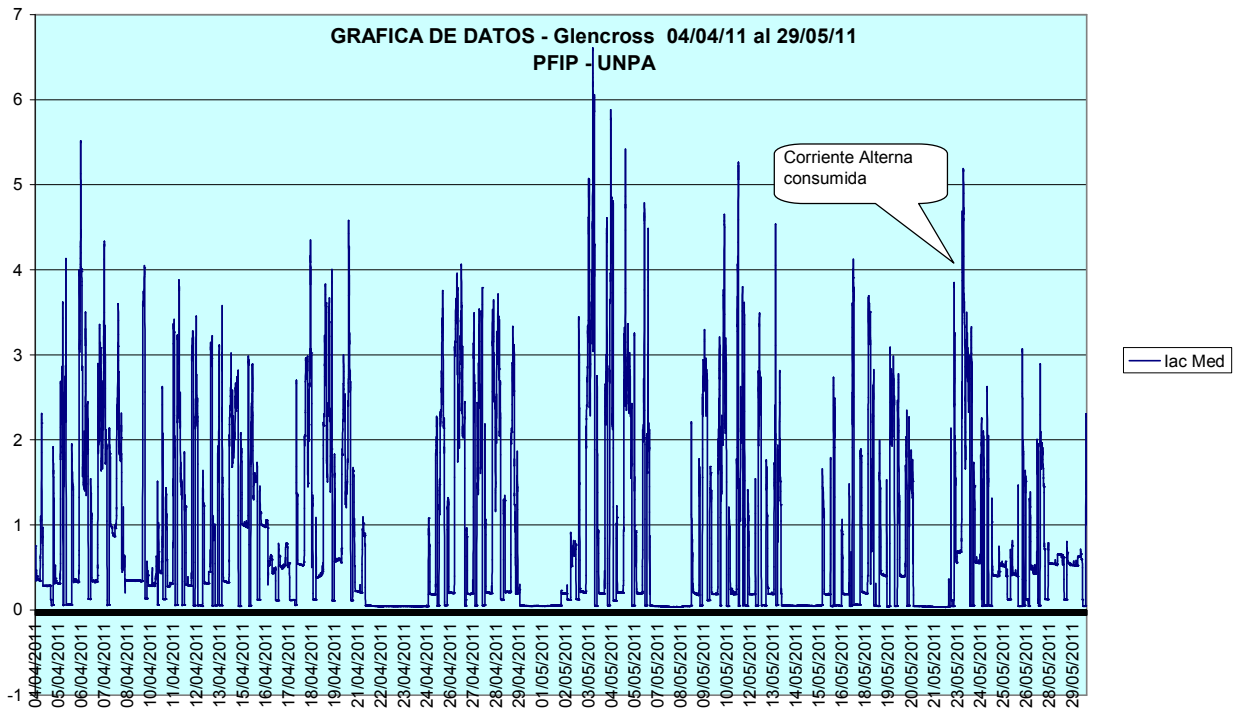


Figura 14 Corriente alterna RMS consumida sobre 220Vac 04/04 al 29/05/2011

CONCLUSIONES

Los datos obtenidos por el sistema de registro de provisión energética para la Escuela Rural de Glencross permiten una evaluación de su comportamiento, el diagnóstico de fallas y las mejoras posibles en el sistema. Se ha constatado con los usuarios una correcta operación del sistema en estos primeros meses, lo cual se verifica a través de los datos reunidos. Se espera que tengan un efecto de mejora de las condiciones educativas en este medio rural y a la vez de arraigo en una zona fronteriza de condiciones climáticas extremas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a las autoridades del Consejo Federal de Ciencia y Tecnología (CoFeCyT), a la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (Santa Cruz) que co-financió etapas significativas del Proyecto, a todo el personal de la Unidad de Vinculación Tecnológica UNPA, al Consejo Provincial de Educación, a los profesores G. López y Sra., como así también al Sr. Oscar Fonseca por su inestimable cooperación en cuestiones técnicas y de montaje de los equipos.

REFERENCIAS

Oliva, R. y González, L. (1999) "Development and Applications of a Data Acquisition System for Low Power Wind and PV Generators" Simposio Internacional de Energías Renovables, Agua e Infraestructura Afín (Univ. Tarapacá/Univ. Oldenburg/DAAD), Arica, Chile - Proceedings: Publicación del Simposio - Pp.139-142

Oliva, R.; Luna Pont, C.A.(2000) "Development and first results of a data acquisition system for low power wind-diesel generators in South Patagonia", Proceedings (CD) of "Wind Power for the 21st Century", EWEA Special Topic Conference and Exhibition, Kassel, Alemania, 25-27 septiembre 2000.

Oliva, R., Albornoz C.E.,Brugnoni, M.S. (2002) "MEDICIONES ANUALES COMPARADAS DE VIENTO Y ENERGÍA PRODUCIDA EN UN SISTEMA EÓLICO AISLADO PARA ESCUELA RURAL", ASADES 2002, Buenos Aires (Octubre 2002), Publicado en CD /ASADES2003 - ISSN0329-5184.

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, S.A., 23-26 November 2003.

Oliva, R.; Triñanes, P.; Lescano, J (2007) "Sistemas Eólicos e Híbridos – Mediciones y Simulaciones teniendo en Cuenta la Variabilidad del Recurso en Patagonia"; ASADES 2007 / AVERMA; ISSN 0329-5184; vol 11; p629. San Luis; Octubre 2007.

Lescano, I., López, M., Oliva, R. (2009) "SISTEMA DE MEDICIÓN SISMED/C GLENCROSS PARA SITIO AISLADO" Comunicación ASADES 2009 – Rio Cuarto ISSN 0329-5184; vol 13.

Oliva, R.; Lescano, J., Triñanes, P.; D'Elía, E. Melano, D.,Lescano, I., López, M. (2010) "PROYECTO GLENCROSS – ENERGÍA EÓLICA Y SOLAR PARA ESCUELA RURAL Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 14, 2010, ISSN 0329-5184, p6.71-6.77

ABSTRACT

This work presents recently acquired data from a hybrid wind-diesel power system for a rural school in South Patagonia, recorded with a SISMED/C measurement system which allows for the evaluation of performance and operation of the overall system. The electricity supply has operated successfully up to date. Some initial problems with the measurements were solved, and the last 6 months show an interesting volume of data. The construction of the systems included a great level of local and regional integration of components, a requirement of the CoFeCyT (Federal Science and Research Commission) and the University which have provided the financial support. It is expected that such equipment will contribute to better living and educational conditions in this harsh rural environment.

Keywords: wind energy, isolated grid, hybrid power systems