



## PROYECTO GLENCROSS – ENERGÍA EÓLICA Y SOLAR PARA ESCUELA RURAL

R.Oliva (\*), J.Lescano (\*), P.Triñanes (\*), E.D'Elía (\*), D. Melano (\*\*), I. Lescano (§), M. López(§)

(\* ) 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](mailto:micro-en@unpa.edu.ar)

(\*\*) Empresa DM Comunicaciones – Río Gallegos

(§) Estudiantes Ing. Electrónica – UN Rosario

**RESUMEN:** El presente trabajo presenta los avances logrados en la instalación de los componentes de un sistema eólico – solar 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), como así también de un sistema de medición específico para evaluar el funcionamiento de los equipos. Se utilizan los equipos eólicos para la carga de un banco de baterías de 48V y luego se suministra 220V a través de un convertidor. El sistema solar, por lo riguroso del clima y la latitud (sur de la provincia de Santa Cruz), se utilizará para el precalentamiento de agua de los termotanques, con vistas a lograr una disminución del consumo de gas licuado de petróleo. Se proporcionan detalles de los aspectos técnicos y algunos datos preliminares relevados por el sistema.

**Palabras clave:** energía eólica, sistemas aislados, mediciones de energía y potencia, sistemas solares de agua caliente sanitaria

### INTRODUCCION

El suministro de energía en sitios aislados reviste una importancia creciente desde los puntos de vista demográfico, social y geopolítico, sobre todo en emplazamientos de la Patagonia Austral argentina, con condiciones climáticas severas y escasa densidad poblacional. La posibilidad de aplicar fondos nacionales a Proyectos Innovativos que combinen intereses regionales con conocimiento y aplicación de nuevas tecnologías surgió a través de los denominados Proyectos Federales de Innovación Productiva, a través de un convenio entre la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, el Consejo Provincial de Educación (CPE) y ASER – Asociación Santacruceña de Energías Renovables. El financiamiento es del COFECyT, Consejo Federal de Ciencia y Tecnología por un total de \$91656,00 en tres años. El Proyecto “SUMINISTRO ENERGÉTICO CON ENERGÍA EOLICA Y SOLAR PARA ESCUELA RURAL N° 25 - CASIMIRO BIGUA / PARAJE GLENCROSS” se basa en la utilización de energías renovables para la solución de una serie de problemas relacionados al consumo energético de la Escuela: dificultades técnicas y elevados costos del suministro de combustible líquido para el equipo Diesel existente, ruidos permanentes de los motores durante las pocas horas de funcionamiento, y consumo elevado de GLP (Gas Licuado Propano), de costo creciente y dificultoso traslado hasta el Paraje.



Figura 1 - Ubicación de la Escuela dentro de la provincia y detalle.



Figura 2 – Frente de la Escuela (izq) - Profesores Gregorio López y Sra. con alumnos (der.), junio 2008.

La Escuela (Figuras 1,2) se encuentra sobre la ruta 40 en el km 198 desde Río Gallegos y a 60km de Río Turbio, dentro de la Estancia Glencross, tiene una matrícula de 12 alumnos, y su director es el Prof. Gregorio López, quien habita con su familia en un sector de la Escuela. La misma contaba para su suministro eléctrico con un grupo Diesel Bonus de 16kVA, y calefacción vía tubos de GLP de 40kg.

### OBJETIVOS Y DESARROLLO

Los objetivos del proyecto en cuanto a su alcance técnico se concentran en la provisión de energía eléctrica utilizando generadores eólicos de fabricación nacional de baja potencia (Eolux/Giacobone de 1000W por unidad) 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. Asimismo, se agrega un sistema solar-térmico (en proceso de instalación) de Agua Caliente Sanitaria (ACS), con un grupo de paneles colectores pasivos y circuitos aislados primario y secundario. Este sistema se ubicará en serie con los dos termotanques a GLP existentes, y en condiciones favorables calienta el agua lo suficiente (35 a 45°C) como para evitar el consumo de gas. En época invernal, el pre-calentamiento solar disminuye el salto térmico y reduce drásticamente el consumo de GLP, según lo demuestran experiencias realizadas en la zona. Se combinarán equipos de fabricación nacional (Innovar SRL) con un diseño especial del sistema de ACS, realizado por ingenieros de la Asociación Santacruceña de Energías Renovables “Carlos Luna Pont”, que evita los efectos del congelamiento invernal al utilizar en el circuito primario una solución de glicol. El relevamiento de los datos de operación del conjunto eólico-solar es realizado por una unidad SISMED-C, similar a las 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.

El 8 de diciembre del 2009 se concluyó la primera parte de la instalación de equipos para el sistema eólico – solar. de la escuela rural N° 25 Casimiro Biguá, en el paraje Glencross al sur de la provincia de Santa Cruz, enmarcado en los Proyectos Federales de Innovación Productiva.



Figuras 3 (izq) – Armado de Tableros y ensayos y (der) Instalación de Torres y molinos 8-12-09



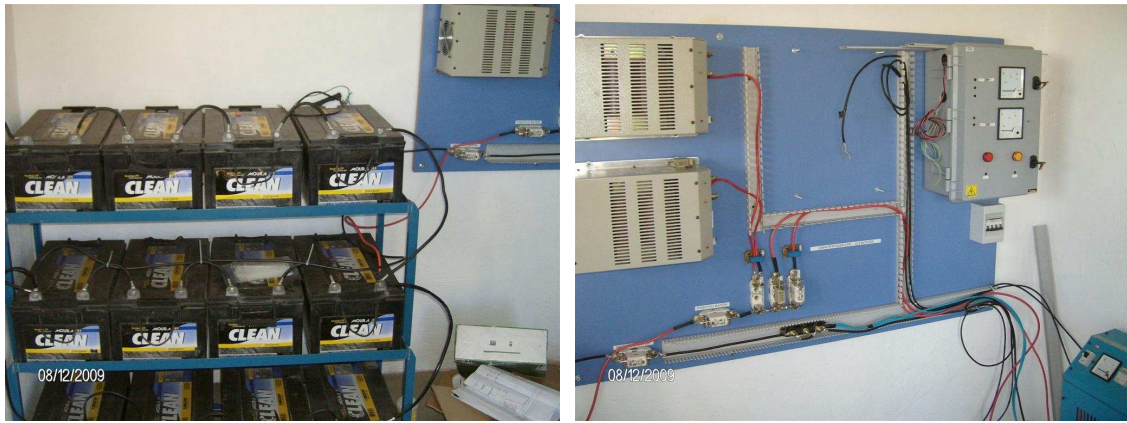


Figura 4 (izq) – Banco de Baterías en montaje y (der) tablero principal en montaje

Para la instalación del sistema, que estuvo a cargo de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, ASER y DM Comunicaciones, se contó con la colaboración permanente del Sr. Director de la Escuela y la cooperación de las direcciones de Escuelas Rurales e Infraestructura Escolar del CPE, y del Administrador de Glencross Sr. Tomás Ibáñez.



Figura 5 (izq) – Prueba inicial regulador-inversor y (der) integrantes del equipo de instalación con molinos funcionando

## SISTEMA DE MEDICIÓN INSTALADO

Cumpliendo una nueva etapa del Proyecto, el día 24 de mayo de 2010 fue instalado en Glencross el equipo de medición SISMED/C (Lescano y otros, 2009), que permitirá contar con series de tiempo de datos de operación del sistema (tensión de banco, corrientes intercambiadas, potencia, RPM de los molinos y parámetros principales del colector solar pasivo), almacenadas en formatos convencionales con sistema de archivos FAT16 en memoria flash extraíble (pen-drive).

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 (que se encuentra en proceso de solicitud de patente) y otorga mayor durabilidad a los equipos 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 Esc. Las Vegas y UMAG/Chile, 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.

Este tipo de placas es provisto, para el caso particular del SISMED/C por una empresa de EEUU denominada Technologic Systems, que fabrica equipos industriales avanzados x86 (y más recientemente ARM) desde hace 20 años, a un costo muy razonable. El doble puerto USB permite la conexión de PenDrives para almacenamiento de datos en forma continua, legibles desde PC.

La programación de las unidades SISMED/C estuvo a cargo de Martín López e Ignacio Lescano, que realizaron la tarea como proyecto final de su carrera de Ingeniería Electrónica de la UNR, bajo la dirección de Rafael Oliva. 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.



Las tareas que se realizaron antes y durante el viaje e instalación se detallan a continuación:

1. Calibración del equipo de medición SISMED/C en Río Gallegos
2. Instalación del SISMED/C en su emplazamiento previsto en el tablero.
3. Verificación de las magnitudes medidas y primera descarga de datos almacenados en *pen-drive* de 1GB, por parte del programador Ignacio Lescano.
4. Conexión de un voltímetro 0-60V de continua en tablero indicador de la Escuela.
5. Re-instalación de batería #4 retirada en abril para su recarga completa.
6. Medidas preparatorias para futura instalación de equipo Termosolar “INNOVAR SRL” adquirido en 03/2010

Las placas de interfase con el equipo para la conversión de señales fueron diseñadas y construidas en Río Gallegos por el Área Energías Alternativas de UNPA, con excepción de la placa interfase-diesel realizada por López/Lescano en UNR. Se utilizaron en algunos casos diseños de equipos anteriores como el SISMED/48 de Escuela Las Vegas (caso Fuente de alimentación) y en otros se utilizaron placas prototipo en FR-4 diseñadas para gabinetes DIN de L&R Ingeniería.

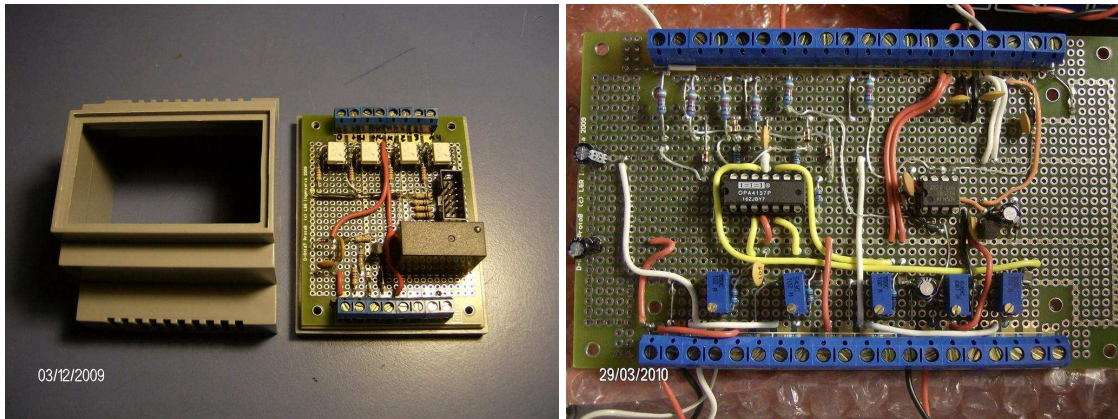


Figura 6 (izq) – Interfase lógica Diesel/Inverter (instalada y en funcionamiento desde 12/09) y (der) Entrada de Canales Analógicos (ambas placas basadas en proto-boards desarrollados por L&R Ingeniería)

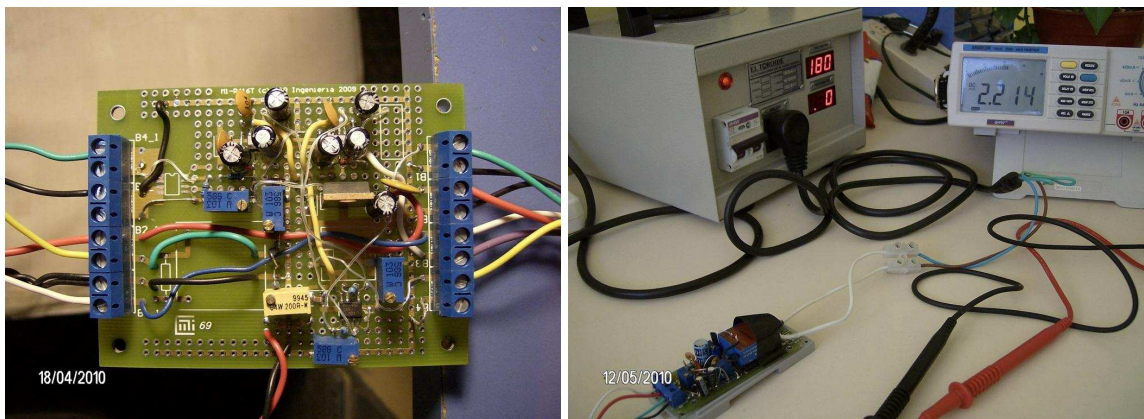


Figura 7 (izq) Placa MI/Glencross- conversión RMS a CC de señales Iac/Vac de sensores LEM a la salida del Inverter, y (der) Ensayo en laboratorio UNPA de Placa VIN-Diesel /Glencross-(medición tensión Fase/N del Diesel)

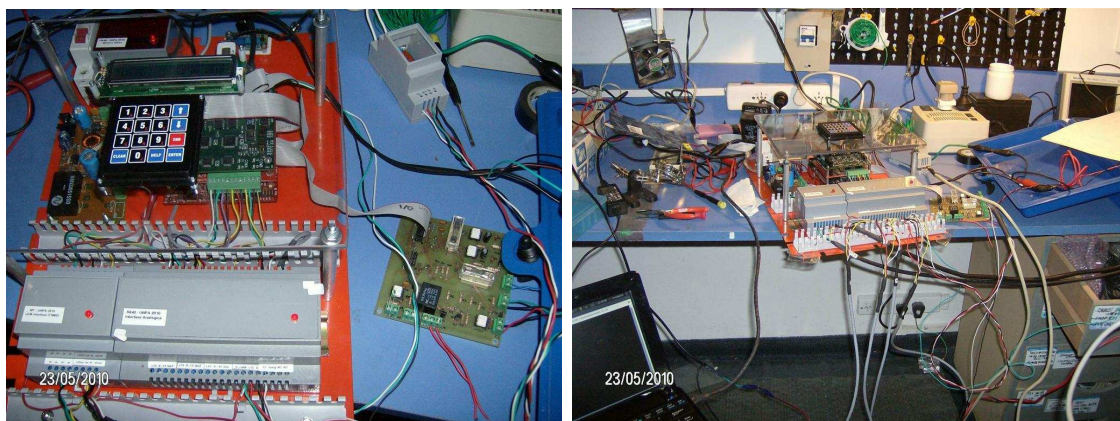


Figura 8 (izq) Armado final del equipo SISMED/C + Placa Interfase Desele (der) Calibración del SISMED/C – 23/5/2010

El programa (Lescano y otros, 2009) desarrollado fue escrito en lenguaje C y compilado bajo GCC, y consta principalmente de cuatro tareas que corren en paralelo:

- HMI: Controla las entrada/salidas utilizadas para lectura del teclado y envía información al display LCD. Contiene la lógica del menú, mediante la cual el usuario tiene la posibilidad de visualizar algunos datos y cambiar distintos aspectos de configuración.
- IO: Realiza las funciones de entrada salida de datos, tanto analógicas y digitales como de comunicación.
- DATA LOGGER: Básicamente, a intervalos también configurables, toma las muestras almacenadas por la tarea anterior, las procesa estadísticamente para obtener medias, desvío estándar, máximos y mínimos, y las guarda en la memoria USB-Flash con una estampa de tiempo y un número de orden.
- WEB INTERFACE: Toma los datos de memoria compartida y los adapta para que el servidor Web pueda interpretarlos.

El esquema siguiente muestra la relación entre los diferentes componentes. Además de las tareas mencionadas se observa la interacción entre ellas, con las secciones de memoria y con los componentes de hardware.

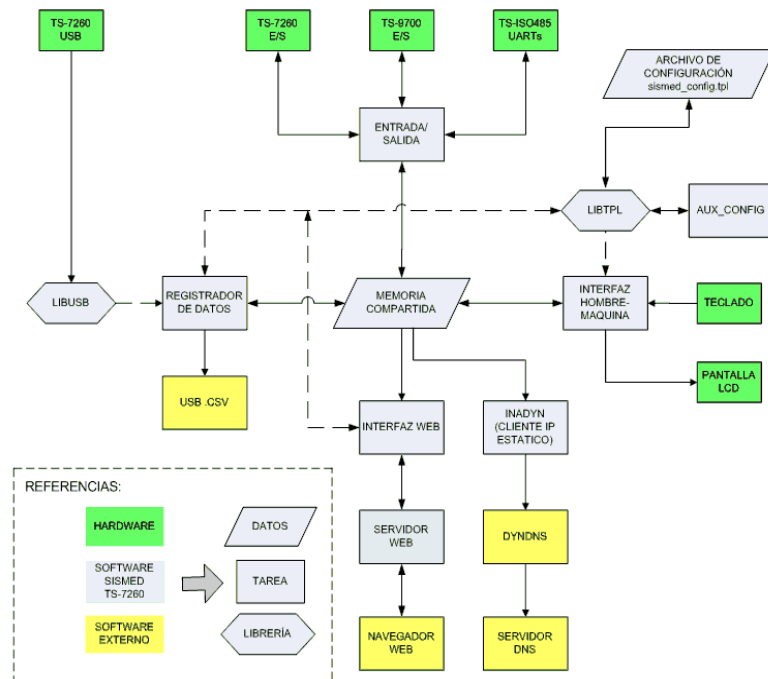


Figura 9 - Estructura del software SISMED/C

**Corriente de Carga Aerogeneradores - Glencross  
1er Ensayo SISMED/C 24-5-2010 - UNPA/AEA**

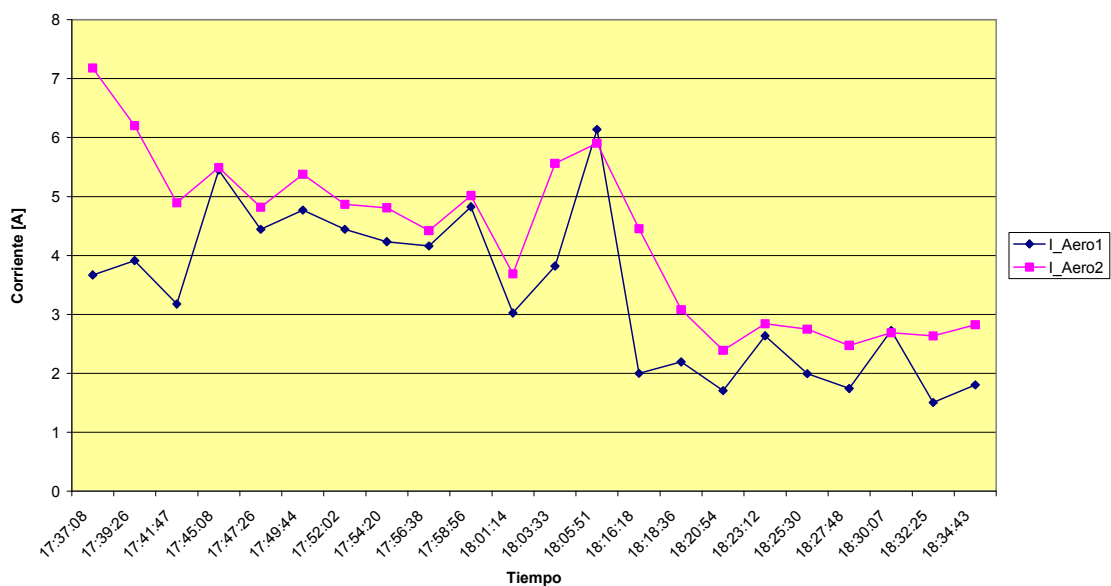


Figura 10 – Primeras mediciones con el SISMED/C descargadas del pen-drive a la Notebook 24-5-2010





Figura 11 – (izq) I. Lescano y R.Oliva en el montaje del SISMED/C en el tablero de Glencross, 24/5/2010 y (der) SISMED/C operando en conjunto con el resto del sistema 24-5-2010

Estas etapas del proyecto se pudieron llevar adelante gracias al adelantamiento de fondos por parte de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral. La operación del sistema general y su interfase con el equipo Diesel Bounus ha sido satisfactoria desde su instalación inicial en diciembre, con la excepción de una de las baterías que debió ser retirada para una recarga completa en abril de 2010. El mantenimiento de los equipos se está coordinando para las futuras etapas con el CPE, el Instituto Provincial de Energía y la Empresa Servicios Públicos Sociedad del Estado.

Hacia fines del 2010 se espera tener concluidos siguientes tareas, para completar el sistema:

- a) Instalación de las unidades de Freno Automático con vinculación RS485
- b) Instalación de equipo termosolar y módulo de adquisición de datos vinculado al SISMED/C por RS485.
- c) Ensayo y aprobación final del sistema.



Figura 12 –(izq) Unidad de Freno Aerogenerador 1 (aún no instalada) y (der) – Sistema Termosolar adquirido 03-2010 a INNOVAR SRL (San Luis) – Los datos de ambos equipos llegan al SISMED/C vía RS485.

El proyecto y los trabajos descriptos tienden a mejorar las condiciones de habitabilidad y arraigo de la comunidad de la zona rural Glencross, a través de la provisión de energía limpia, renovable y de efectos ambientales mínimos. Simultáneamente se realiza una labor de difusión y concientización sobre este tipo de alternativa energética a través del efecto de los sistemas demostrativos. Este mismo efecto fue comprobado en instalaciones llevadas adelante por el Área Energías Alternativas en diversas áreas como la Escuela Rural N° 26 Paraje Las Vegas (2000), la Escuela Rural Agua Fresca en Chile (2001, en convenio con la Universidad de Magallanes) y la Estación Experimental Potrok Aike del INTA (2003).

## CONCLUSIONES

La instalación del sistema mixto de provisión energética para la Escuela Rural de Glencross se ha concluido en su mayor parte, con el agregado de un sistema de medición que se espera permita evaluar fehacientemente las características, funcionamiento y mejoras posibles en el sistema. Se ha constatado con los usuarios una correcta operación del sistema en estos primeros meses. Los equipos seleccionados tienen una fuerte componente de integración nacional y local, con el doble efecto de reducción de costos y promoción de tecnología innovativa, sustentable y con potenciales aplicaciones productivas – según el espíritu de los proyectos del CoFeCyT y la Universidad que los financian. 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.

R.B. Oliva, C.E. Albornoz, M.S.Brugnoni (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 – Río Cuarto ISSN 0329-5184; vol 13.

## ABSTRACT

This work presents the almost complete installation of a hybrid wind-solar power system for a rural school in South Patagonia, with the addition of a complex measurement system (SISMED/C) which is expected to allow for the evaluation of performance and operation of the overall system. The electricity supply has operated successfully up to date. The construction of the systems includes great level of local and regional integration of components, which is in line with the objectives of the CoFeCyT (Federal Science and Research Commission) and the University which provide the financial support. It is expected that such equipment will contribute to better living and educational conditions in this rural environment with extreme climate parameters.

**Keywords:** wind energy, isolated grid, hybrid power systems