

# IDEA DE “SMART GRID” CON MICROTURBINAS HIDROELÉCTRICAS EN MISIONES <sup>1</sup>

Victor Hugo Kurtz<sup>2</sup>; Giancarlo Gilberto Osterwalder<sup>3</sup>; Horacio Aurelio Mendoza<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Trabajo de Investigación, Proyecto del Programa de Incentivos Código 16I091

<sup>2</sup> Director de Proyecto, Ingeniero Electricista, [kurtzvh@fio.unam.edu.ar](mailto:kurtzvh@fio.unam.edu.ar)

<sup>3</sup> Integrante de Proyecto, Ingeniero Electrónico, [osterwaldergian@gmail.com](mailto:osterwaldergian@gmail.com)  
School of Engineering - Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaft (ZHAW)  
Winterthur, Zürich, Switzerland.

<sup>4</sup> Integrante de Proyecto, Ingeniero Electrónico, [mendoza@fio.unam.edu.ar](mailto:mendoza@fio.unam.edu.ar)

**Resumen—Este artículo propone la implementación de una red eléctrica inteligente “smart-grid”, de micro y pico centrales hidroeléctricas ubicadas en la provincia de Misiones –Argentina.**

**Palabra Claves—***Red-Eléctrica-Inteligente, Microcentrales- Hidroeléctricas, Energía-Renovable, Radioenlaces.*

## Introducción

En el año 1984, tanto el Gobierno Nacional como el Provincial demostraron gran interés por lo investigado y desarrollado en la Facultad de Ingeniería de la UNaM (En ese entonces “Facultad de Ingeniería Electromecánica”) que fue declarado de interés público por el Gobierno Provincial, el desarrollo y fomento de las microturbinas y su instalación en zonas rurales aisladas, carentes de energía eléctrica. [1] [2]

Es así como se firma ese mismo año un convenio entre el Gobierno de la Provincia de Misiones y la Universidad Nacional de Misiones (UNAM), para la realización de varios proyectos de microgeneración.

Para la materialización de este convenio, se conformaron consorcios integrados por los futuros usuarios. Estos consorcios serían los encargados de administrar los fondos que el Gobierno Provincial adelantaba para la ejecución de la obra. Los futuros beneficiarios asumían el compromiso de participar en la construcción de las obras civiles y el tendido de la línea de distribución eléctrica.

El Gobierno Provincial a través de la dirección de Recursos Hídricos, se encargaba de la realización del proyecto de la obra civil y supervisión de su ejecución. La entonces Empresa de Energía de Misiones, realizaba el proyecto de las líneas de transmisión y distribución eléctrica.

La Facultad de Ingeniería se hacía cargo de todo el Equipamiento Hidromecánico y Electrónico de la microcentral, así como la capacitación de los nuevos usuarios para el manejo y uso racional de la energía. [1] [2]

Con el apoyo gubernamental a través de la Facultad de Ingeniería de la UNaM ejecutaron varios Pequeños Aprovechamiento Hidroeléctricos (PAH), en zonas rurales alejadas de los centros urbanos las que funcionaron satisfactoriamente. [4]

Inicialmente estas PAH, se encontraban emplazadas a gran distancia de la línea de distribución de energía eléctrica comercial. Pero con el tiempo el aumento poblacional y un cambio de la política de electrificación rural, propició la llegada del tendido eléctrico comercial a los pobladores abastecidos por la PAH.

La llegada de la red eléctrica comercial con más potencia disponible, sumada al costo de mantenimiento de la microcentral hidroeléctrica, que para ese entonces ya era de propiedad de los beneficiarios, conforme al convenio original del gobierno provincial; propició el lento abandono de la mayoría de los PAH, instalados en la Provincia de Misiones.

### **Smart Intra Grid de Micro Centrales**

Una forma de incrementar la producción de electricidad, para contribuir a la creciente demanda de energía eléctrica, puede estar en la interconexión de mini y micro centrales hidroeléctricas a la red eléctrica pública, con gestión inteligente de carga, una suerte de “*smart intra grid*”, tomando como epicentro la Facultad de Ingeniería (UNaM) (FIO-UNaM), ubicada en Oberá, provincia de Misiones.

La implementación de una red inteligente de microturbinas en Misiones presenta fundamentalmente dos inconvenientes: Uno de orden técnico y otro que tiene que ver con políticas de implementación.

El tema político o de reglamentación, tiene que ver con el hecho que en Argentina no se cuenta al día de hoy, con una ley que regule la venta de energía eléctrica por parte de pequeños productores particulares. Por lo que no está permitida la inyección de energía a la red comercial.

Al particular, la Facultad de Ingeniería (FIO-UNaM), genera en paralelo inyectando a la red comercial desde hace tiempo, en el micro aprovechamiento hidroeléctrico denominado “El Tigre” ubicado a aproximadamente 25km de la FIO-UNaM. [3]

El inconveniente de orden técnico a su vez, se puede dividir en dos. Uno en relación a la línea eléctrica que une los PAH, distribuidos en la provincia de Misiones. Y otro la vía de transmisión de datos desde cada aprovechamiento hidroeléctrico con la central de control.

El caso de la conexión eléctrica de los distintos PAH, al sistema interconectado provincial. No presentaría inconveniente, ya que como se indicó anteriormente. La llegada de la línea fue uno de los motivos del abandono de las PCH. O sea las líneas estarían disponibles, por lo menos desde el punto de vista técnico.

Respecto a la vía de transmisión de datos desde cada aprovechamiento hidroeléctrico con la central de control, todavía constituye un problema a resolver.

### **Ubicación de aprovechamiento en Misiones**

Tabla 1. Principales Características de los distintos aprovechamientos considerados

Aprovechamiento	Familias que abastece**	Potencia Instalada	Interconexión red nacional de energía	Ubicación	
				Latitud	Longitud
Persiguero	7 y una escuela	8 kVA	Aislado	27°23'2.23"S	55° 3'23.73"O
El Tigre	***	64 kVA	Interconectado	27°28'9.78"S	55° 1'30.04"O
Dorado	10 y una escuela	8 kVA	Interconectado	27°30'17.45"S	54°57'50.17"O

Salto Carlito	13 y un Camping	15 kVA	Aislado	27°42'37.82"S	55°12'15.28"O
El Tarumá	40 , escuela y camping	40 KVA	Aislado	26°59'57.28"S	54°28'2.64"O
Salto Pereyra	20 y dos escuelas	28 KVA	Aislado	27° 4'35.61"S	54°29'2.33"O
Arroyo Central	6 y dos escuelas	24 KVA	Aislado	26° 4'54.99"S	53°45'33.35"O

\* Facultad de Ingeniería

\*\* Se considera Familia tipo compuesta de 4 Personas

\*\*\* Esta microcentral se usa para cubrir la energía eléctrica que consume la Facultad de Ingeniería

El análisis de los parámetros del aprovechamiento se centra en los que actualmente están ubicados en la provincia de Misiones Argentina. En la Figura 1 se observa la ubicación de los PCH considerados. En esta misma figura también se puede observar la ubicación de la Facultad de Ingeniería (UNaM), donde se recibirán y tratarán los datos transmitidos y recibidos de cada uno de los aprovechamientos que conformarán la red inteligente propuesta

En la Tabla 1 se resumen las características de los aprovechamientos y las distancias aproximadas relativas al punto de recepción de datos.

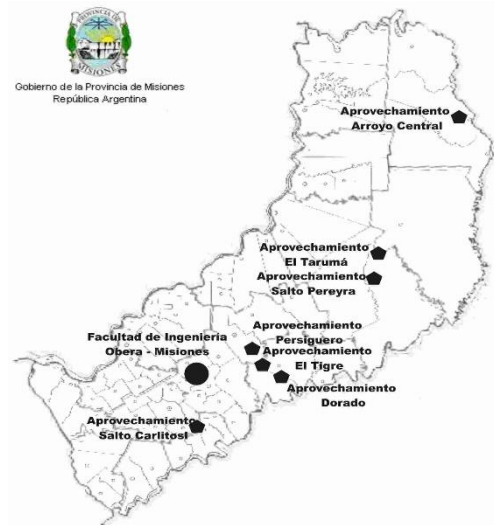


Fig. 1. Ubicación de aprovechamientos en Misiones – Argentina (Fuente Gobierno de Mnes [8])

### **Tecnologías apropiadas de Comunicación**

Dadas las condiciones geográficas y la densidad poblacional del entorno en donde están implementados los aprovechamientos, normalmente, no se cuenta con soporte de comunicación para datos, en algunos casos se cuenta con servicio de telefonía celular y en otros casos se implementan radio - enlaces telefónicos para mantener comunicada a la zona, pero los costos no siempre son accesibles.

Se ha realizado un estudio de prefactibilidad de enlaces en la banda no licenciada de 2,4 GHz, por que el equipamiento en esta frecuencia tiene un costo accesible y se encuentra en el mercado con cierta facilidad. Para dos aprovechamientos cercanos a la Facultad de Ingeniería [10].

Los estudios revelaron, que los costos asociados a la instalación, puesta a punto y mantenimiento de los radioenlaces se elevan de tal manera que no resulta eficiente la relación costo beneficio, un radio enlace. A partir de estas consideraciones toma relevancia la opción con enlace satelital.

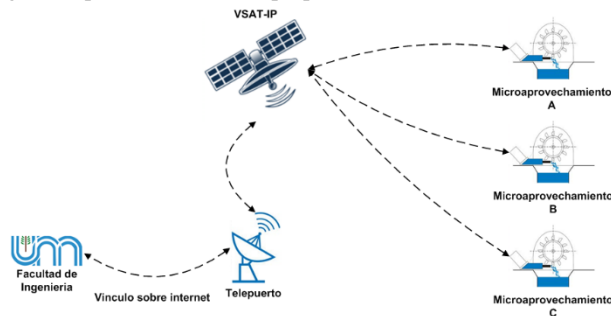
### **Enlaces Satelitales**

Las comunicaciones satelitales son llevadas a cabo por sistemas de telecomunicaciones que emplean uno o más satélites para retransmitir las señales electromagnéticas generadas por

una estación emisora con el objeto de enviarlas a otra esta estación, que habitualmente no tienen alcance visual [6].

Para la transmisión de datos, a bajo costo, vía satélite se han creado estaciones de emisión-recepción de bajo coste llamadas VSAT (*Very Small Aperture Terminal*). Una estación VSAT típica tiene una antena de un metro de diámetro y un vatio de potencia. Normalmente las estaciones VSAT no tienen potencia suficiente para comunicarse entre sí a través del satélite (VSAT - satélite - VSAT), por lo que se suele utilizar una estación en tierra llamada “hub” que actúa como repetidor [4]. De esta forma, la comunicación ocurre con dos saltos tierra-aire (VSAT- satélite - hub - satélite - VSAT). Un solo hub puede dar servicio a múltiples comunicaciones VSAT [9].

Fig. 4. Esquema de conexión propuesta con enlaces satelitales



Estos satélites, generalmente pertenecen a empresas proveedoras exclusivamente de este servicio, lo que limita su manejo; además, como es un único canal de comunicación, debe ser compartido por muchos usuarios, lo que hace necesario contar con técnicas o protocolos de acceso que garanticen la correcta

transmisión de información.[7]

El costo de una transmisión vía satélite es independiente de la distancia, siempre que las dos estaciones se encuentren dentro de la zona de cobertura del mismo satélite. Además, no hay necesidad de crear infraestructuras terrestres importantes. El equipamiento necesario es relativamente reducido, por lo que son especialmente adecuados para enlazar instalaciones provisionales que tengan una movilidad relativa, o que se encuentren en zonas donde la infraestructura de comunicaciones esté poco desarrollada.

En la Figura 4, se presenta el esquema de la configuración propuesta para este tipo de servicio.

## Conclusiones

La conexión eléctrica al sistema interconectado provincial, con gestión inteligente de carga, de mini y micro centrales hidroeléctricas, instaladas en la Provincia de Misiones en Argentina, si bien no solucionaría en la totalidad el problema de la creciente demanda de energía eléctrica, puede contribuir en el estudio e implementación de redes eléctrica inteligente (o *smart grid* en inglés) de mayor porte, en la región y por que no en La Argentina toda.

También puede aportar antecedentes para la sanción de leyes argentinas, que rijan la venta de energía eléctrica de fuentes alternativas, renovables y ecológicas, generada por pequeños o medianos productores particulares.

Con la instalación de una red inteligente interna, la que se le bautizo como “*smart intra grid*”, con centro en la Facultad de Ingeniería (UNaM) en Oberá, se estaría contribuyendo a generar nuevos saberse en el área de redes inteligentes, que contribuirían en la formación de alumnos y docentes en lo que se conoce como; La Tercera Revolución Industrial. [11]

Con la instalación de PCH en red, es posible aprovechar pequeñas centrales hidroeléctricas, actualmente en desuso. Generando conocimiento “*Know-how*” en un marco de desarrollo sustentable. [12]

La utilización de enlaces satelitales para el envío de variables de operación de micro y pico centrales hidroeléctricas, que se encuentran alejadas más de 25 km de los centros urbanos, provee una opción económicamente viable dentro de las tecnologías disponibles en la zona. Los estudios de prefactibilidad que se realizan para logra el envío de datos desde los distintos aprovechamientos con tecnología de microondas; arrojan resultados positivos asociados a una inversión de una magnitud comparable a la instalación del aprovechamiento. Debido a esto se recurre a la opción de servicios de enlaces mediante satélites geoestacionarios que, con equipos relativamente más económicos permiten el envío de datos independientemente de la ubicación geográfica. Con este tipo de tecnología se espera concentrar datos provenientes de lugares muy distantes con el fin de obtener modelos de comportamiento de acuerdo al asentamiento poblacional que abastece y asociado a esto, es posible proveer comunicación telefónica y servicio de Internet a la zona aislada bajo el mismo servicio.

## Referencias

- [1] V. H. Kurtz – “Pequeños aprovechamientos hidroeléctricos en Misiones” DNIC – Dirección Nacional de Información Científica Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCyT). Secretaría de Energía Argentina <http://www.energia.gov.ar> 2013
- [2] V.H.Kurtz–“ Pequeños aprovechamientos hidroeléctricos en Misiones” Universidad Nacional de Misiones – UNAM - <http://www.monografias.com/trabajos94> 2013
- [3] J.C. Kairiyama, G. A. Fernández, V. H. Kurtz. –“Sistema de automatización, supervisión y control del aprovechamiento hidroeléctrico arroyo el tigre. la máquina de estado como herramienta de diseño.” Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (AVERMA) Vol. 13, 2009. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184
- [4] V.H. Kurtz, “Telemando para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas”, Anais do X Encontro Latino-Americano e do Caribe em Pequenos Aproveitamentos Hidroenergéticos, X ELPAH, MG May 2003
- [5] [Vela 2003] – R. N. Vela “Comunicaciones Por Satélite” (2003) Ed Thomson – Mexico, 2003.
- [6] J. H. Moya “Comunicaciones Móviles” d. Paraninfo.- Madrid, 2002
- [7] M. Gioda “Comunicaciones satelitales S-UMTS” Tesis especialidad en telecomunicaciones telefónicas. Universidad Nacional de Córdoba, Marzo 2005
- [8] <http://www.misiones.gov.ar/misiones/mapas/index.htm>
- [9] <http://es.wikipedia.org/wiki/VSAT>
- [10] Programa (Versión 8.17) de propagación de radio y cartas virtuales <http://www.cplus.org/rmw/>
- [11] J. Rifkin, “The third industrial Revolution”, *Palgrave*, 2013 Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Consultado el 17 de julio de 2015 <http://www.ambiente.gov.ar>