

Revista

Edición 63



cier

Sin Fronteras para la energía



www.cier.org.uy



CONTENIDO

Revista
Edición 63



cier

Sin Fronteras para la energía

Abril 2014

Presidente de la CIER:

Dra. Sandra Stella Fonseca Arenas (Colombia)

Vicepresidente:

Ing. Jorge Arturo Iporre Salguero (Bolivia)

Ing. Osvaldo Ernesto Arrúa (Argentina)

Director Ejecutivo:

Ing. Juan José Carrasco (Uruguay)

Redacción y Administración en Secretaría Ejecutiva de la CIER:

Blvr Artigas 1040 Montevideo, Uruguay

Tel: (+598) 27090611*

Fax: (+598) 27083193

Correo Electrónico: secier@cier.org.uy

Lic. M^a Fernanda Falcone

Asistente de Comunicación y Relaciones Institucionales

ffalcone@cier.org.uy

Web: www.cier.org.uy

*Queda autorizada la reproducción total o parcial haciéndose mención de la fuente.

Foto de tapa: Siemens AG



Conexión y desconexión segura de descargadores de 500 kV
Pág. 4



Proceso de Acreditación del Laboratorio de Ensayos Dieléctricos en EDENOR S.A.
Pág. 10



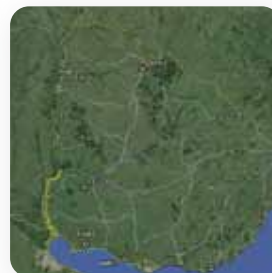
Aporte de la Seguridad Industrial a los TCT en Salto Grande
Pág. 18



Eficiência energética em sistemas fotovoltaicos para eletrificação rural e isolada
Pág. 28



Mujer con Aroma a Café...
Pág. 39



Análisis del Perfil Vertical de Viento en Uruguay
Pág. 32



Las Energías Renovables en la Futura Matriz Energética Boliviana
Pág. 40



IntegraCIER

Congreso Iberoamericano de Energía
10 al 12 de noviembre de 2014
Punta del Este - Uruguay



Haga clic aquí para el vídeo de la invitación al IntegraCIER por parte de la Presidenta de CIER, Dra. Sandra Stella Fonseca.

Coorganizan:



www.integracier.com

info@integracier.com

Trabajo:

Conexión y desconexión segura de descargadores de 500 kV

Autores:

Ing. Luis Lorenzo Neira - CTM Salto Grande - Jefe Area Líneas

Ing. Mariano Brufao - CTM Salto Grande - Sub Jefe Area Líneas

Tco. Sebastián Berthet - CTM Salto Grande - Oficial Superior Area Líneas

Tco. Daniel Irrazabal - CTM Salto Grande - Oficial Superior Area Líneas

E-Mail: neiral@saltogrande.org

CITTES 2012

1.- Objetivo

Mostrar la manera en que se realiza la conexión y desconexión, con tensión, de los descargadores de sobretensión en el ámbito de nuestra empresa.

2.- Antecedentes

La conexión y desconexión de descargadores de sobretensión, con tensión, es una operación que resulta discutida, puesto que algunos especialistas aducen que en el momento de efectuar la maniobra el arco que aparece podría dar lugar a que el descargador se cegara y consecuentemente se produjese la descarga en ese preciso momento con las consecuencias esperables para las personas que realizan tal operación.

Como contrapartida, podemos mencionar que hasta el presente se han realizado innumerables maniobras de conexión y desconexión de descargadores sin que se reporten antecedentes de accidentes.

Si bien el estudio de esta situación está siendo encarada por diversos especialistas, no

hay hasta el momento trabajos contundentes que avalen una u otra posición, por este motivo, algunas empresas fabricantes de herramientas han fabricado equipos para realizar esta maniobra de la forma más segura posible. En este sentido, podemos mencionar a la empresa RITZ do Brasil que desarrolló una llave seccionadora vertical que se instala sobre un andamio aislado.

A fin de dar las mayores garantías a sus operarios, y dado que CTM cuenta con andamios aislados, se decidió desarrollar una llave similar a la mencionada utilizando elementos y herramientas existentes.

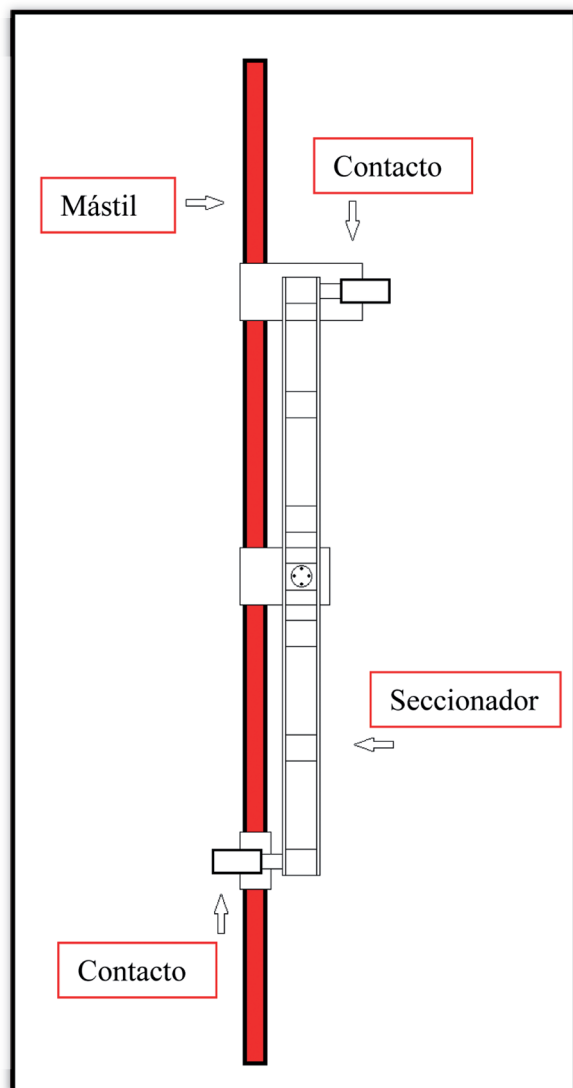
El presente trabajo relata de qué manera se desarrolló la llave seccionadora y cómo se lleva adelante el trabajo propiamente dicho mediante la utilización de dicha llave.

3.- Llave Seccionadora

Sobre la base de la llave realizada por RITZ y dado que CTM posee andamios modulares, se consideró viable la realización de una llave similar, pero de funcionamiento horizontal. De esta manera, se facilitaba la ejecución de los mandos y además, permitía utilizar elementos existentes.

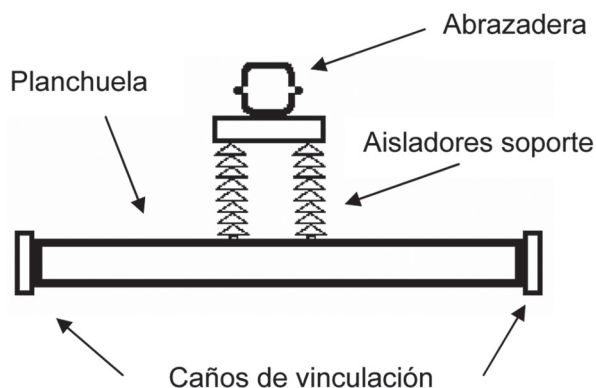
Para ello se construyó un seccionador giratorio que operase en forma horizontal, para lo cual se utilizaron contactos existentes pertenecientes a los seccionadores de tierra de 500 kV. Todo el conjunto fue montado sobre un mástil de fibra de vidrio y resina epoxi de perfil cuadrado de 10 cm de lado.

Su esquema es el siguiente:



Posteriormente, este conjunto debía montarse sobre la parte superior de un andamio modular por lo que fue necesario realizar un soporte que, mediante abrazaderas tomadas del mástil, se vinculara por medio de aisladores soporte al andamio. Este dispositivo debía contemplar la posibilidad de armarse por partes, de forma tal de no requerir una grúa. Por lo expuesto, se pensó en realizar dos soportes independientes, que se instalarían en la coronación del andamio, utilizando como punto de vínculo los pernos de ensamble del propio andamio.

Finalmente, se resolvió mediante una planchuela con dos caños en sus extremos, la cual soportaba dos aisladores soporte, los que a su vez servían de vinculación con una abrazadera adecuada al mástil.



Para lograr el movimiento de apertura y cierre del Seccionador, se utilizó un dispositivo dotado de un motor eléctrico el cual se ubicó en la base del andamio. Este dispositivo permitía efectuar un giro de 90° y posteriormente realizar el movimiento inverso mediante la inversión del sentido de giro del motor. De esta forma, resolvimos la apertura y cierre del dispositivo, pero al estar ubicado en la base requería un elemento para transmitir el movimiento al seccionador ubicado justamente en la cima del andamio. Esta transmisión debía realizarse mediante un elemento aislante, por lo que se pensó en uti-

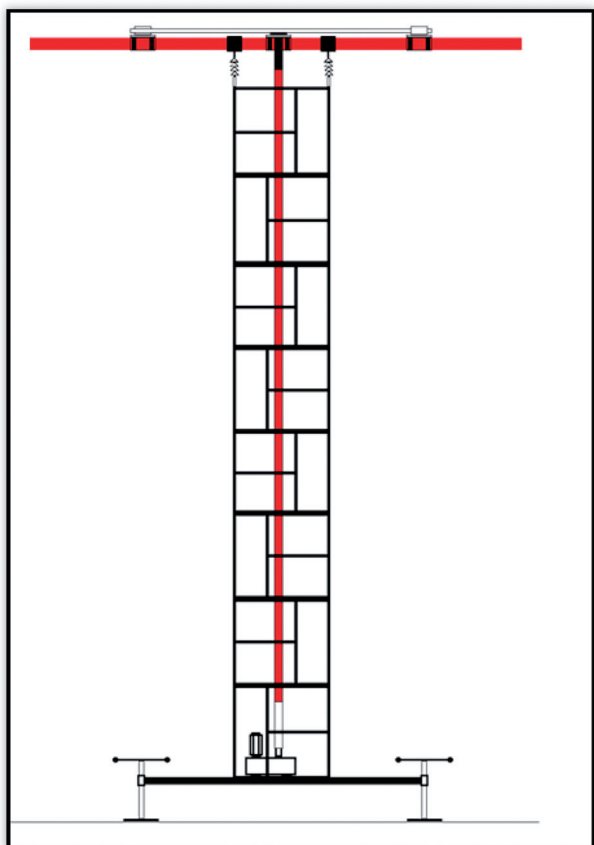
lizar una pértiga, o más precisamente, varias pértigas empalmadas rígidamente entre sí.

Al realizar los primeros ensayos, comprobamos que se debía utilizar una pértiga lo suficientemente robusta puesto que los 8 m a 10 m de distancia entre el dispositivo de giro y el seccionador obligaban a contar con un elemento lo suficientemente rígido como para efectuar una transmisión mecánica efectiva.

Luego de varios intentos se optó por pértigas de 2" de diámetro las cuales se vincularon entre sí mediante abrazaderas metálicas. Además, dado que requería algún tipo de regulación en altura que permitiese un "ajuste fino" se optó por realizar la parte inferior con un tubo que abrazaba la pértiga y permitía un ajuste a la medida requerida.

Por otra parte, al realizarse mediante tramos, permitía efectuar trabajos en descargadores de diferentes tensiones nominales, dado las diferentes alturas de los mismos.

La vista de conjunto de esta llave seccionadora es la siguiente:



4.- Metodo Operativo

El método operativo se podría resumir de la siguiente forma:

- 1. Armado de dos andamios próximos al descargador a intervenir.
- 2. Instalación en la parte superior de uno de ellos de la llave seccionadora.
- 3. Vinculación de la llave a su dispositivo de apertura y cierre.
- 4. Instalación en la parte superior del segundo andamio de una plataforma.
- 5. Verificación de la corriente de fuga de cada uno de los andamios.
- 6. Ubicación definitiva de los andamios.
- 7. Posicionamiento a potencial de dos Operarios.
- 8. Conexionado de la llave seccionadora en posición cerrada de forma tal de bypasear la acometida al descargador.
- 9. Desconexión de la acometida al descargador de forma tal que el mismo se alimente mediante la llave seccionadora.
- 10. Retiro de los Operarios de potencial y descenso de los andamios.
- 11. Apertura a distancia del seccionador, con lo cual se produce la desconexión del descargador.
- 12. Recambio del descargador o de su acometida.
- 13. Vinculación entre acometida a descargador y llave seccionadora en posición abierta y de esta al descargador de forma de vincular a ambos mediante la llave.
- 14. Retiro de los Operarios de potencial y descenso de los andamios.
- 15. Cierre de la llave seccionadora a distancia.
- 16. Vinculación definitiva de acometida a descargador y descargador.
- 17. Retiro de todo el dispositivo.

5.- Medidas a Contemplar

Se debe tener especial cuidado con las distancias de trabajo. En particular, resulta conveniente estimar los niveles de sobretensión de maniobra esperables en la zona de trabajo y en base a ellos verificar las distancias de trabajo.

Debemos tener en cuenta que al desconectar un descargador, que es un elemento limitador de las sobretensiones, estas pueden superar los valores usuales para los trabajos en Líneas.

También se debe tener especial cuidado con la posición de la llave seccionadora, puesto que al ser de apertura horizontal podría efectuar aproximaciones peligrosas en el momento de su apertura.

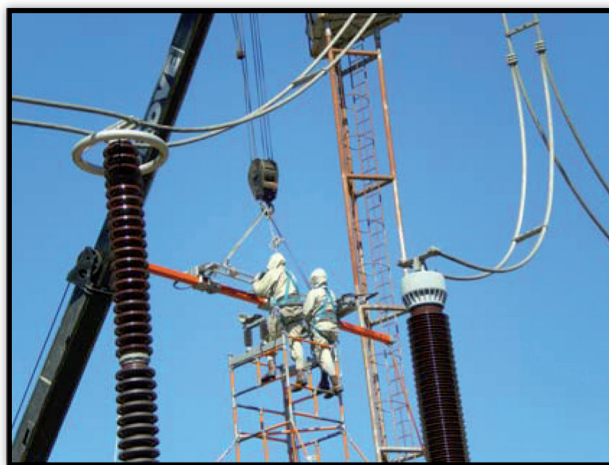
Otro aspecto a verificar, es la corriente de fuga del descargador. Previo a cualquier intervención sobre el mismo se debe proceder a medir la corriente de fuga y compararla con los valores nominales. En caso de que esta supere en más de un 60 % el valor nominal, no se debería efectuar el recambio con tensión.

gentina sobre un descargador de 500 kV marca Ohio Brass modelo MPR 486.

Este descargador es de carburo de silicio con una corriente de fuga nominal de 2 a 4 mA.

En particular, el descargador en cuestión estaba ubicado sobre la salida de la Línea de 500 kV que vincula las Subestaciones Salto Grande Argentina y Salto Grande Uruguay, distantes entre sí 3.642 m.

Como ya mencionamos, se procedió al armado de dos andamios próximos al descargador a intervenir y en la cima de uno de ellos se montó la llave seccionadora. En este caso, dada la disponibilidad, se simplificó el armado utilizando una Grúa para el posicionamiento de la llave sobre el andamio.



6.- Ejecución Práctica

A modo de ejemplo comentaremos un trabajo realizado en la subestación Salto Grande Ar-

Con posterioridad, se procedió a ubicar los andamios próximos al descargador a recam-



ENERGÍA RENOVABLE EN URUGUAY, URUGUAY A LA VANGUARDIA.

La Planta de UPM Fray Bentos genera energía renovable a través de biomasa y vuelca su excedente a la red nacional, equivalente al consumo de 150.000 hogares.

UPM, a la vanguardia de la nueva industria forestal.

biar y luego se efectuó el conexionado del mismo.

Para ello, se debe tener especial precaución en el manejo de los conductores que efectuarán el conexionado, como así también en la equipotencialización de los elementos y equipos.



También resulta importante efectuar el calibrado y la verificación de la apertura y cierre de la llave seccionadora antes de proceder a desconectar la acometida del descargador.



Dispuesto todo esto, se debe retirar a los Operarios de la zona de riesgo, teniendo en cuenta que el uso de la llave seccionadora es indicado ante dos posibles desperfectos:

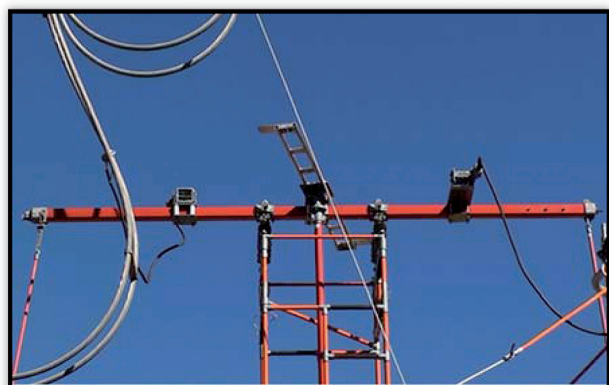
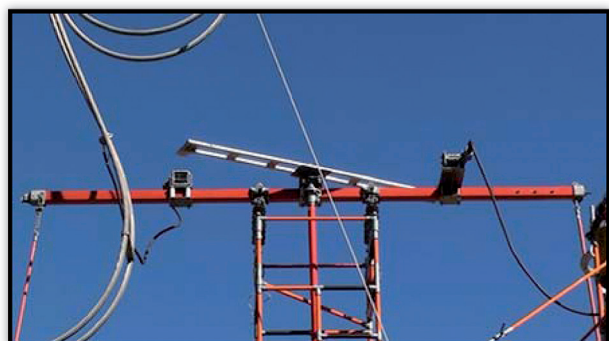
- 1. Cebado del descargador en el momento de la apertura.
- 2. Destrucción del descargador por sobrecarga térmica, la cual es producida por las componentes homopolares presentes en el transitorio de

apertura, puesto que el tiempo en que se realiza la apertura es relativamente grande.

Realizada esta operación se procede a la apertura de la llave seccionadora con lo que se desconecta el descargador.



El trabajo en general resulta de simple ejecución, pero requiere de equipamiento y de una cuadrilla integrada con un número importante de Operarios.



7.- Equipo de Trabajo

El equipo de trabajo en este caso se conformó de la siguiente forma:

- Jefe de Trabajo: 1
- Oficiales Superiores: 2
- Oficiales Especializados: 4
- Oficiales Principales: 3
- Oficiales Básicos: 1

Uno de estos Oficiales Especializados ofició de Gruísta.

En general, la mayor cantidad de personas es requerida por el armado y desplazamiento de los andamios. Tengamos en cuenta que dada la altura de los andamios, se requiere dos niveles de riendas (cuatro riendas por nivel) lo cual demanda una persona por cada rienda más dos personas para el traslado del andamio; es decir, un total de 10 personas para poder efectuar el traslado del andamio en forma segura.

El resto del trabajo se efectúa con una carga de mano de obra muy inferior.

8.- Equipamiento

En cuanto al equipamiento, lo básico es contar con dos andamios desplazables de más de 9 m de altura y, por supuesto, la propia llave seccionadora.

En caso de contar con una grúa para el montaje de la llave seccionadora se acortan mucho los tiempos de trabajo, pero de no disponer de este equipo, el trabajo puede ser realizado. Para ello se diseñaron dos perchas que se ubican transitoriamente en la cima del andamio donde se montará la llave seccionadora y mediante dos malacates eléctricos ubicados en la base se procede a izar la llave a la cima.

El resto del equipo es el usual para trabajos a potencial, destacando que debemos ubicar dos Operarios a potencial.

9.- Tiempos de Ejecución

El armado de todo el dispositivo demanda alrededor de 4 hs de trabajo. Luego debemos considerar cuál es la tarea a realizar. En el caso del recambio de un descargador, debemos pensar en aproximadamente 4 hs más incluyendo en este tiempo el desarme de todo el dispositivo. Estos tiempos son con el auxilio de una grúa. De no contar con este equipamiento debemos adicionar dos horas más.

Por lo expuesto, se trata de un trabajo que insume una jornada completa.

Por el contrario, si se tratase de recambiar la acometida, los tiempos son muy variables dado que depende de la forma en que está realizada la acometida; es decir, de dónde se toma la misma.

10.- Conclusiones

Consideramos que el desarrollo efectuado permitirá efectuar el trabajo de recambio de descargadores y reposición de acometidas con un grado de seguridad mayor al presente, lo cual es muy valorado en nuestra empresa. También es importante destacar que todo el desarrollo y construcción del equipo fue realizado en el Área Líneas por su propio personal, tomando como base los equipos similares que en el desarrollo del trabajo se mencionaron.

11.- Referencias

- Reglamento Para la Ejecución de Trabajos con Tensión en Instalaciones Eléctricas con Tensiones mayores a 1 Kv. AEA
- Resolución 592 de la SRT de la RA (Superintendencia de Riesgos del Trabajo de la República Argentina).
- Catálogo de Productos TEREX RITZ do Brasil.
- Seccionador movil TEREX RITZ para tensiones de 230 a 500 kV – FLV 18171-1.

Trabajo:

Proceso de Acreditación del Laboratorio de Ensayos Dieléctricos en EDENOR S.A.

Autores:

Mario A. Ramos, Ingeniero Electricista - MBA

E-Mail: mramos@edenor.com

Jorge Castro, Ing. Seguridad y Medio Ambiente.

E-mail: jcastro@edenor.com

Empresa: **EDENOR S.A.**

Cargos:

Subgerente Líneas Alta Tensión y Trabajos con Tensión

Jefe de Departamento TCT MT.

CITTES 2012

Objetivos

Este trabajo busca transmitir las experiencias adquiridas en Edenor durante el proceso que se está llevando a cabo en pos de lograr la Acreditación del Laboratorio de ensayos dieléctricos ante el Organismo Argentino de Acreditación (OAA) y la certificación bajo la Norma IRAM 301 y la Norma Internacional ISO/IEC 17025 de manera que nos permita obtener el máximo nivel de calidad y aseguramiento del cumplimiento de las normas técnicas IEC o ANSI de ensayo de los elementos aislantes.

Razones

La Resolución 592/2004 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo estableció como obligatorio el Reglamento de TCT de la Asociación Electrotécnica Argentina. En el punto 3.11.1. del mismo se fija la periodicidad de controles y ensayos de los elementos, los cuales deben seguir lo establecido en la Tabla II del Anexo 7.

Todos los elementos allí descriptos deben ser ensayados dieléctricamente antes de su habilitación para el servicio y, a partir de allí, ensayados periódicamente para asegurar su aptitud y mantener las condiciones de seguri-

dad de los operarios que los utilizan. A fin de cumplir esta exigencia, Edenor ha ido evolucionando durante los últimos años.

Al principio los ensayos eran encargados a Laboratorios privados, pero luego se comenzó a trabajar en la estructuración de un Laboratorio propio que nos permitiera mayor flexibilidad en la Programación de ensayos, mejorando su practicidad y logística.

Así se han ido incorporando progresivamente los ensayos de distintos elementos: guantes, mangas, cobertores flexibles, cobertores rígidos, mantas, pértigas e hidroelevadores aislados.

Pero en la actualidad, nuevas exigencias se agregan a las de la propia legislación de nuestro país. El Comité Técnico N° 78 de Trabajos con Tensión de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) viene pregonando la inclusión en todas las Normas de elementos de uso en TCT, de la obligación que los Laboratorios que los ensayan cumplan la Norma ISO 17025.

Por ello en poco tiempo más veremos que, si queremos mantenernos dentro de las normativas internacionales, será imprescindible contar con laboratorios que puedan cumplir estos requisitos.

A continuación, se detallan las distintas etapas, comenzando por la contratación de una empresa de asesoría especializada en acreditación y certificación de Laboratorios, el relevamiento de las exigencias, el diseño, la documentación y la implantación de un sistema de la calidad según los requisitos de la Norma IRAM 301 (ISO/IEC 17025).

Primeros Pasos

Una vez tomada la decisión, lo primero que se realizó fue la búsqueda y contratación de una consultora externa con experiencia en acredi-

tación de Laboratorios ante el OAA con la cual se realizaron los siguientes pasos iniciales:

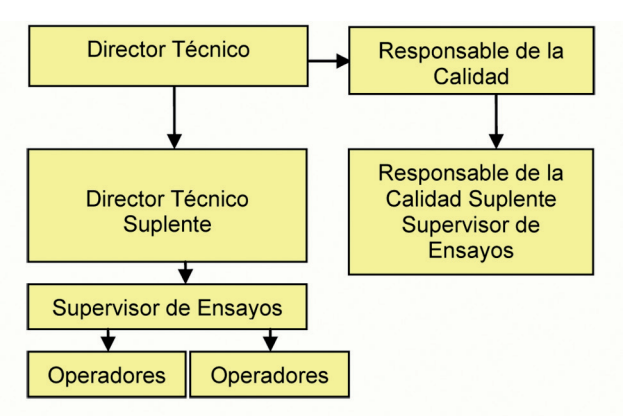
Etapas 1: Diagnóstico, Especificación de Equipos y Documentación.



A partir del diagnóstico inicial se fueron encarando las distintas etapas de avance con la definición e implementación necesarias para ir dando cumplimiento a cada uno de los requisitos de la norma ISO 17025, a saber:

Personal

Actualmente el Laboratorio cuenta con tres personas con dedicación absoluta (un Supervisor y dos Operadores Técnicos) y su estructura de responsabilidades es la siguiente:



La Norma ISO 17025 exige que el Director Técnico del Laboratorio de Ensayos de Aislamiento tenga la responsabilidad total por las operaciones técnicas y la autoridad y los recursos necesarios para sus tareas, incluyendo la implementación, mantenimiento y mejora del sis-

tema de gestión y la identificación, prevención o contención de los desvíos.

Responsabilidades del Director Técnico:

- Aprobar los procesos aplicables en el laboratorio.
- Coordinar los desarrollos de métodos de ensayo y aprobar las validaciones.
- Acordar los servicios del laboratorio para su cliente interno.
- Autorizar desvíos de los métodos cuando son técnicamente justificados.
- Comunicar al cliente las conclusiones del análisis de trabajo de ensayo no conforme cuando el mismo afectó resultados de ensayos ya emitidos.
- Aprobar los Programas del Laboratorio, comprometiendo los recursos necesarios.
- Establecer los Objetivos de Mejora del Laboratorio.
- Solicitar Auditorías Internas adicionales, si las considera necesarias.
- Participar de la Revisión por la Dirección.

Tiene la responsabilidad y autoridad para asegurar la implementación y observancia del sistema, con el acceso adecuado a las decisiones sobre las políticas y recursos del laboratorio.

Responsabilidades del Responsable de la Calidad:

- Asegurar el desarrollo, implantación, mantenimiento y mejora del Sistema de Gestión, conforme a los requisitos.
- Participar de la programación y asegurar la ejecución de las Auditorías Internas.
- Coordinar la gestión de la mejora continua, acciones correctivas y preventivas dentro del laboratorio.
- Identificar necesidades de recursos.
- Asegurar la participación en Ensayos de Aptitud y otras metodologías de aseguramiento de la calidad de los resultados.
- Investigar y decidir sobre trabajo de ensayo no conforme.
- Recomendar Objetivos de Mejora de la gestión del Laboratorio.
- Participar de la Revisión por la Dirección.

El personal técnico del laboratorio debe ser suficiente, competente y contar con personal que pueda reemplazarlo para cada una de las tareas para las que está autorizado.

El personal en formación recibe la supervisión necesaria para asegurar la calidad y validez de sus resultados.

El personal del laboratorio en todos los niveles debe estar comprometido con el cumplimiento de los requisitos aplicables para demostrar su competencia técnica y generar confianza en sus resultados y ser consciente de la importancia y pertinencia de sus actividades para contribuir al logro de los objetivos de la calidad. Además deben participar activamente en el desarrollo y mantenimiento del sistema.

La Dirección ha implantado procesos de comunicación eficaz, con la familiaridad propia de un grupo pequeño, donde se consideran entre otros temas, los relativos a la marcha y eficacia del sistema.

Política

Se ha fijado la siguiente declaración sobre políticas y compromisos para la Competencia Técnica del Laboratorio:

Alineado con los valores fundamentales de EDENOR S.A. respecto de la conservación y cuidado del medioambiente y el respeto por la salud, seguridad y desarrollo del personal y la comunidad, el Laboratorio de Ensayos de Aislamiento, realiza mediciones eléctricas de aislamiento de los Elementos de Protección usados en trabajos con tensión de operación y mantenimiento, para el sector, otras dependencias de la organización y clientes externos que lo requieran.

El laboratorio ha adoptado los criterios de la Norma IRAM 301(ISO/ IEC 17025) para demostrar su competencia técnica y asegurar la confianza en sus resultados.

La Dirección y el personal del laboratorio están comprometidos con las buenas prácticas profesionales y la calidad en la ejecución de los ensayos.

La Dirección y el personal del laboratorio están conscientes y comprometidos con el cumplimiento de los requisitos y la mejora continua de la eficacia del sistema de gestión.

El personal del laboratorio conoce la documentación del sistema y aplica sus políticas y procedimientos en sus tareas cotidianas de ensayo.

Cientes

Revisión de los Pedidos, Ofertas y Contratos.
El laboratorio caracteriza sus clientes como:

- Clientes internos pertenecientes a la Sub Gerencia LAT y TCT.
- Clientes internos pertenecientes a otras dependencias de EDENOR S.A.
- Clientes externos a la organización.

El Laboratorio de Ensayos de Aislamiento ha acordado con TCT un Programa de Ensayos de Aislamiento de los Elementos de Protección en Trabajos bajo Tensión, según los requisitos regulatorios establecidos por la Res. 592/2004 de la Secretaría de Riesgos del Trabajo.

Para todos sus clientes, ante una solicitud de servicio, el Laboratorio aplica una Revisión del Pedido, Oferta y Contrato que asegura que:

- los requisitos y los métodos de ensayo están adecuadamente definidos, documentados y entendidos,
- el laboratorio tiene la capacidad y los recursos para satisfacerlos,
- los métodos de ensayo seleccionados son los apropiados, capaces de satisfacer las necesidades del cliente y regulatorios, cuando corresponda.

Servicio al Cliente

El laboratorio define para el cliente interno los ensayos y la frecuencia de evaluación de los elementos de protección para los trabajos con tensión, que se documenta en el Procedimiento PT5702 Gestión de Ensayos de Aislamiento de los Elementos de Protección en Trabajos con Tensión el cual se revisa periódicamente, actualizándolo cuando corresponda.

El laboratorio colabora con el cliente externo en la selección de los ensayos adecuados y permite la evaluación de su desempeño cuidando el cumplimiento de los criterios de confidencialidad para con otros clientes.

El laboratorio monitorea a través de encuestas periódicas la satisfacción del cliente con su servicio. El Director Técnico y el Responsable de la Calidad analizan los resultados y toman medidas para incrementar la eficacia del sistema de gestión en su relación con el cliente.

Control de los Registros

EDENOR S.A. dispone de un Procedimiento del Sistema de Gestión Integrado PGSGI-08 Control de los Registros, que describe la metodología para la identificación, recopilación, codificación, acceso, archivo, almacenamiento, mantenimiento y la disposición de los registros aplicable tanto a los registros de gestión como los registros técnicos del laboratorio.

Los registros se mantienen legibles, previniendo daños, deterioros o pérdidas, tanto en soporte papel o informático (manteniendo backups), respetando los plazos determinados por el OAA, cliente o regulaciones, según sea mayor.

Los registros técnicos del laboratorio contienen las observaciones originales, datos derivados y toda la información que resulte suficiente para identificar los factores que afecten a la incertidumbre o posibiliten la repetición del ensayo en las condiciones más cercanas posibles a las originales, incluyendo el personal interviniente en cada actividad.

Documentación


Para cada uno de los tipos de ensayos a certificar se ha preparado una documentación que consta de:

- Procedimiento para la demostración de la competencia del Laboratorio de Ensayos de Aislamiento.
- Instructivos: describen y establecen los criterios del proceso de ensayo dieléctrico de los elementos de protección para su ensayo de ru-

Individual, Individual de Serie, de Tipo, por Muestreo y de Recepción o de Aceptación según corresponda.

También se han definido los procesos de control, los cuales se llevarán a cabo mediante las planillas de Control de calidad y Control de Seguridad que se presentan a continuación:

[illegible]

 Edenor Dirección Distrital de Generación	P-008_A Versión N° 1		
CONTROL DE SEGURIDAD			
GERENCIA: SUPERGENCIA: DEPARTAMENTO: PEDIDO N°: DENOMINACIÓN TRABAJO INSPECCIONADO: UBICACION:	CONTROL N°: SUPERVISOR EDENOR: SUPERVISOR CONTRATISTA: NOMBRE (CONTRATISTA O EQUIPO):		
TIPO DE TRABAJO INSPECCIONADO			
UAT: [] CSAT: [] CSMT: [] Plataforma: [] SSEE: [] Trato ATAMT: [] LAUT: [] Otra Civil: [] Cámara: [] LABT: [] Medidores: [] ICST: []			
I.- Cumplimiento 5 Reglas de Oro			
Concepto	C	NC	NA
Instalación según Norma			
Requisito de los apartes de corte o de seccionamiento			
Puesta a tierra y en corto circuito			
Determinación de la zona de trabajo			
Reflexado de los equipos de protección			
Instalación Segura			
II.- Cumplimiento del Procedimiento PT 6202			
Concepto	C	NC	NA
Creación de la Zona Protegida			
Creación de la Zona de Trabajo			
Distancia de seguridad de acuerdo al nivel de tensión			
(*) en el concepto "Ropa de trabajo" se evalúa Seguridad e Imagen			
Evaluación: 1: [] 2: [] 3: [] 4: []			
Nota: Observaciones y comentarios:			
a. Nombre, apellido / legal (Edenor) o DNI (contratista) del personal controlado		b. Firma	
c. Firma y aclaración Responsable del Control:	d. Firma	e. Fecha:	f. Hora:

Hoja de Custodia

Durante los ensayos, los resultados se registran en una Hoja de Custodia estandarizada, la cual queda archivada. Luego son transcritos al Protocolo Final.

Protocols

Para cada ensayo se realizan los Protocolos que cumplen con el registro de todos los requisitos.

Certificación, Calibración y Trazabilidad

Se realizó el trabajo de búsqueda de Laboratorios que puedan certificar la calibración de cada instrumento:

INSTRUMENTO	FECHA CALIBRACION	FECHA VENCIMIENTO	LABORATORIO	PERIODICIDAD
CONDUCTIMETRO	10/02/2012	08/02/2013	INSTRUMENTALIA	1 año
BLOQUE PATRON	26/08/2011	26/08/2013	LMD	2 años
SEBA DINATRONIC (*)	03/10/2011	03/10/2013	INTI	2 años
HIGH VOLTAGE (*)	03/10/2011	03/10/2013	INTI	2 años
REGLA RIGIDA	03/10/2011	03/10/2013	LMD	2 años
MULTIMETRO	17/03/2012	17/03/2014	SICE	2 años

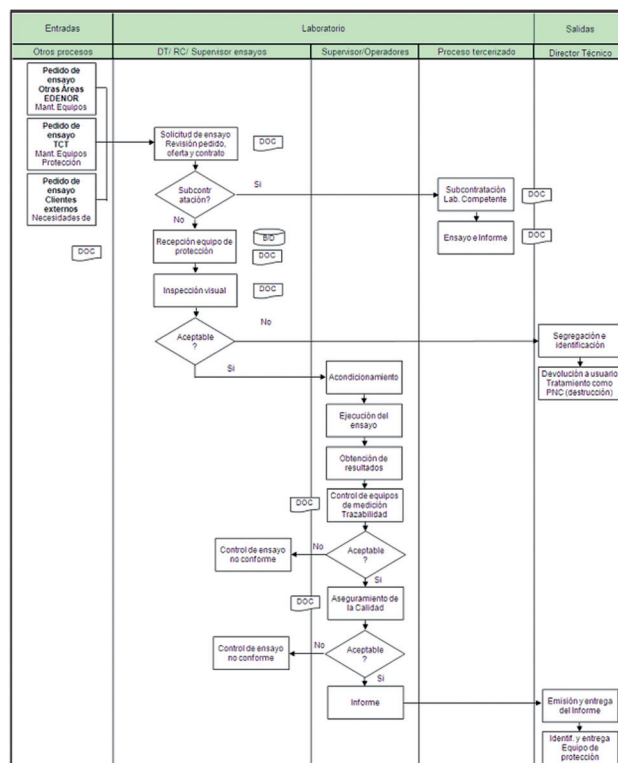
Matriz de Autorización

Se estableció una matriz de autorización que fija los responsables de cada una de las tareas:

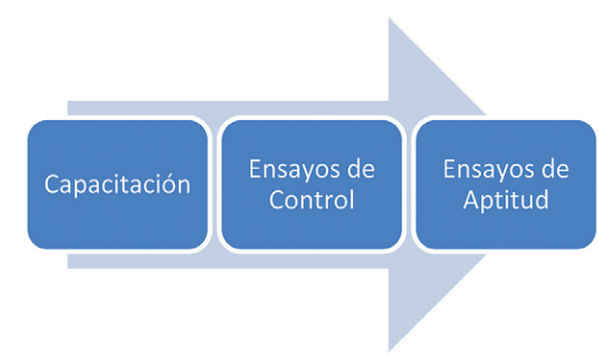
[illegible]

Proceso

Se estableció el diagrama de flujo del proceso de trabajo en el Laboratorio, desde la recepción del pedido de ensayo hasta la devolución del elemento ensayado al propietario y entrega del Protocolo.



Etapas 2: Capacitación, Ensayos de Control y Ensayos de Aptitud



Cursos de Capacitación

A lo largo del proceso se han realizado varios cursos de capacitación: utilización de los instrumentos, Formación de Auditores Internos para evaluar la competencia técnica de un laboratorio de ensayos y Métodos de ensayo: Validación y Estimación de la Incertidumbre.

Ensayos de Control

A fines de verificar el correcto funcionamiento de los instrumentos y procedimientos se realizan periódicamente ensayos de control. En este momento nos encontramos también en la etapa de pre-verificación y ajuste del cumplimiento de todos los requisitos técnicos de las normas IEC para cada ensayo, siendo los principales los siguientes:

Requerimientos
Aumento de tensión 1.000 o 3.000 V/s
Equipo de Tensión creciente de forma uniforme.
Factor de Ripley del equipo: ≤ 2%
Tensión de ensayo: 100 kV r.m.s.
Valor eficaz del Equipo ≤ 3%
Indicador de fallo con indicación positiva.
Humedad Relativa Ambiente: 45 a 75 %.
Humedad Relativa Ambiente: 50% ±10.
Resistividad del agua < 100 Ω·m.
Resistividad del agua 100 ± 15 Ω·m.
Temperatura del agua: 23 ± 0,5 °C.
Temperatura Ambiente: 18 a 28 °C.
Temperatura Ambiente: 23 ± 2 °C.
Temperatura Ambiente: 23 ± 5 °C.

Durante las verificaciones hemos identificado la necesidad de implementar algunas mejoras, tareas en las cuales estamos actualmente trabajando:

- La adquisición de un equipo automatizado para aplicación de rampas de tensión y registro de los datos.
- La mejora de la capacidad del sistema de aire acondicionado.
- La mejora de los Instructivos técnicos a través de la inclusión de fotografías de los pasos de cada ensayo.
- Construcción de nuevos electrodos para ensayo de cobertores rígidos.

Ensayos de Aptitud

Uno de los requisitos a cumplir radica en la realización de ensayos de aptitud o interlaboratorios. Como en la Argentina no existen actualmente Laboratorios acreditados ISO 17025 para estos ensayos dieléctricos, hemos de seguir el camino de realizar ensayos de aptitud. A tal efecto se han preparado los Acuerdos para la realización de ensayos de aptitud con otros Laboratorios locales como el INTI y LIAT.

Estos acuerdos detallan los Responsables, el Diseño y Gestión del programa de ensayos de aptitud y el tipo de informe a presentar. También se ha documentado la Planificación para evaluar el desempeño del laboratorio en la ejecución de ensayos de aislamiento de elementos de protección y el programa de participación secuencial entre 2 laboratorios, con los respectivos criterios de aceptación.

Etapas 3: Ensayos a Certificar, Auditoría Interna y Revisión por la Dirección.



Ensayos a Certificar

También estamos analizando detenidamente cuál será el alcance a definir en cuanto a las variantes de ensayo a certificar para cada uno de los elementos:

- Ensayos de Tipo,
- Ensayos Individuales
- Ensayos de Muestreo

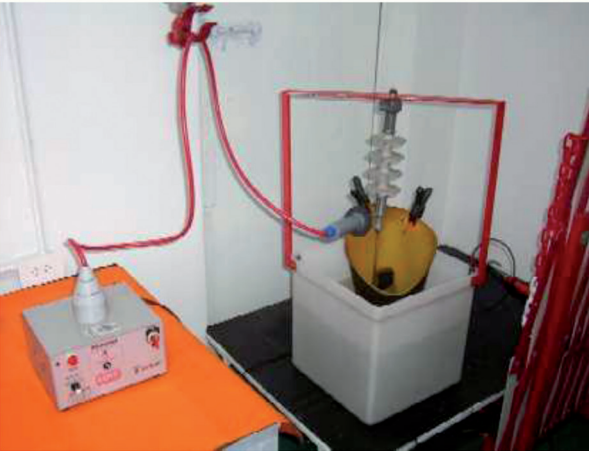
Esto se decidirá en función de la necesidad operativa de Edenor actual y de la capacidad técnica del Laboratorio para cumplir los requisitos de cada ensayo.

Material / Producto	Tipo de Ensayo	Ensayo	Norma / Cláusula
Pértigas	Ensayo de Tipo	Eléctrico luego de acondicionamiento en agua	IEC-60832 cláusula 5.7.1
	Ensayo Individual	Ensayo Dieléctrico Individual	IEC-60855-1 Sección 4, cláusula 11
Guantes	Ensayo Individual	Dieléctrico	CEI-HEC-60903 cláusula 8.4
		Ensayo de prueba en CA	CEI-HEC-60903 cláusula 8.4.2.1
		Ensayo de prueba en CC	CEI-HEC-60903 subcláusula 8.4.3.1
		Dieléctrico	CEI-HEC-60903 cláusula 8.4
	Ensayo de Tipo	Ensayo de prueba en CA	CEI-HEC-60903 cláusula 8.4.2.1
		Ensayo de prueba en CC	CEI-HEC-60903 subcláusula 8.4.3.1
		Ensayo de tensión soportada en CA	CEI-HEC-60903 cláusula 8.4.2.2
		Ensayo de tensión soportada en CC	CEI-HEC-60903 subcláusula 8.4.3.2
	Ensayo por Muestreo	Dieléctrico	CEI-HEC-60903 cláusula 8.4
		Ensayo de prueba en CA	CEI-HEC-60903 cláusula 8.4.2.1
		Ensayo de prueba en CC	CEI-HEC-60903 subcláusula 8.4.3.1
		Ensayo de tensión soportada en CA	CEI-HEC-60903 cláusula 8.4.2.2
Mangas	Ensayo Individual	Dieléctrico	CEI-HEC-60984 cláusula 6.4
		Ensayo de prueba en CA	CEI-HEC-60984 cláusula 6.4.5
		Ensayo de prueba en CC	CEI-HEC-60984 cláusula 6.4.6
		Dieléctrico	CEI-HEC-60984 cláusula 6.4
	Ensayo de Tipo	Ensayo de prueba en CA	CEI-HEC-60984 cláusula 6.4.5
		Ensayo de prueba en CC	CEI-HEC-60984 cláusula 6.4.6
	Ensayo por Muestreo	Dieléctrico	CEI-HEC-60984 cláusula 6.4
		Ensayo de prueba en CA	CEI-HEC-60984 cláusula 6.4.5
Mantas	Ensayo Individual	Ensayo de prueba en CA	CEI-HEC-61112 cláusula 5.6.4.2.2
	Ensayo de Tipo	Ensayo de prueba en CA	CEI-HEC-61112 cláusula 5.6.4.2.1
	Ensayo por Muestreo	No esta en la norma	-
Alfombras	Ensayo Individual	Ensayo de prueba en CA	CEI-HEC-61111 cláusula 5.6.4.2.2
	Ensayo de Tipo	Ensayo de prueba en CA	CEI-HEC-61111 cláusula 5.6.4.2.1
	Ensayo por Muestreo	No esta en la norma	-
Cobertores rígidos	Ensayo Individual	Dieléctrico	CEI-HEC-61229 cláusula 6.4
		Ensayo de prueba en CA	CEI-HEC-61229 cláusula 6.4.3.4
		Dieléctrico	CEI-HEC-61229 cláusula 6.4
		Ensayo de prueba en CA	CEI-HEC-61229 cláusula 6.4.3.4
	Ensayo de Tipo	Ensayo de prueba en CA	CEI-HEC-61229 cláusula 6.4.3.4
		Ensayo de tensión soportada en CA	CEI-HEC-61229 cláusula 6.4.3.4
	Ensayo por Muestreo	Dieléctrico	CEI-HEC-61229 cláusula 6.4.3.4
		Ensayo de prueba en CA	CEI-HEC-61229 cláusula 6.4.3.4



Por el momento el Laboratorio se encuentra en condiciones de realizar los ensayos dieléctricos de los siguientes elementos:

- Guantes
- Mangas
- Pértigas
- Cobertores rígidos
- Cobertores flexibles
- Mantas
- Alfombras
- Hidroelevadores aislados



Auditorías Internas

Una vez que se alcance el cumplimiento de todos los requisitos para los ensayos a certificar, se realizará la Auditoría Interna que consiste en evaluaciones para verificar el grado de cumplimiento con la Norma de referencia sobre los requisitos técnicos y de gestión de la norma aplicable.

Se incluye la preparación de un informe final de auditoría interna de acuerdo con el requisito de la Norma, dejando un sistema en condiciones de ser evaluado por el OAA.

Revisión por la Dirección

Finalmente, el proceso contará con una revisión de la Dirección que nos permitirá, de encontrarse todo en orden, preparar la Solicitud y Presentación ante el OAA.

Etapas 4: Solicitud y Presentación ante el OAA, Auditoría Externa y Acreditación ISO 17025.



Esta etapa esperamos cumplirla durante 2013 y consiste en la preparación de la solicitud y presentación ante el Organismo solicitando la auditoría externa, para lograr la acreditación del Laboratorio y Certificación bajo ISO 17025.

Lecciones Aprendidas

El mayor aprendizaje brindado por el camino a la certificación que hemos emprendido es que

para poder cumplir la totalidad de los requisitos de las normas internacionales (IEC, ANSI) es necesario alcanzar un nivel de detalle importante, no dejar nada librado al azar, aumentar los estándares de capacitación del personal y preparar documentación e instructivos de respaldo que le permita a éste seguir un método seguro que permita obtener el nivel de calidad buscado.

Por otro lado, la Norma ISO 17025 es muy exigente, requiere mucho trabajo en relación a la documentación, registro y trazabilidad, por lo cual para Edenor fue muy valioso encontrarse ya certificada en ISO 9001 en todos sus procesos. Esto derivó en que gran parte del trabajo requerido para certificar ISO 17025 ya se encontraba realizado y permitió reducir los tiempos para cumplir muchos de los requisitos.

Conclusiones

El proceso de acreditación se encuentra muy avanzado y nos encontramos ya terminando las últimas tareas que nos asegurarán el cumplimiento técnico de todos los requisitos de las normas IEC para ensayos dieléctricos de elementos de Trabajos con Tensión.

Podemos afirmar que se han mejorado sensiblemente todos los aspectos involucrados, desde las prácticas de ensayo a la documentación y preparación de los recursos humanos involucrados, lo cual ya representa un logro por sí mismo.

Esperamos obtener la Acreditación durante el año 2013, lo que nos permitiría llegar a ser el primer laboratorio Acreditado ante el Organismo Argentino de Acreditación para este tipo de ensayos y, lo que es más importante, asegurar a nuestros trabajadores que los elementos que utilizan en la práctica del TCT son controlados siguiendo los más altos niveles de calidad internacional.

Trabajo:

Aporte de la Seguridad Industrial a los TCT en Salto Grande

Autores:

Lic. Martín Mikuc – CTM Salto Grande – Jefe del Sector de Seguridad Industrial
Tec. Milton Navarro - CTM Salto Grande – Supervisor del Sector de Seguridad Industrial
mikucm@saltogrande.org

CITTES 2010

1.- Objetivo

El objetivo del presente trabajo es exponer acerca de las condiciones de Seguridad que deben reunir todas aquellas tareas y actividades complementarias que posibilitan la realización de los TCT.

2.- Antecedentes

Del registro de incidentes y accidentes registrados en el Sector Líneas en los últimos 10 años surge lo siguiente:

Año 2002:

- No se reportan incidentes.

Año 2003:

- 1) Caída de objeto en cabeza, descarga de materiales en Ed. de Administración de Bienes. (3 días)

Año 2004:

- 1) Incidente con corte en cuero cabelludo, caída mismo nivel Hotel H. Quiroga. (0 días)

- 2) Esguince de rodilla, caída de escalera de torre 20. (141 días)
- 3) Traumatismo de dedo por manipulación de hierros y maderas en taller. (5 días)
- 4) Esguince de rodilla en tareas de poda (53 días).
- 5) Traumatismo de rodilla descargando cajones en taller (32 días)

Año 2005:

- 1) Trauma en rodilla bajando escaleras en taller de líneas. (84 días)

Año 2006:

- 1) Esguince y contractura en hombro izquierdo levantando una carga en Hotel Ayuí. (14 días).
- 2) Herida cortante en pierna derecha c/motosierra. (7 días)

Año 2007:

- 1) Herida cortante en mano Izq. por caída en mismo nivel. (20 días).

Año 2008:

- No se reportan incidentes.

Año 2009:

- 1) Quemadura en cuadriceps derecho cortando planchuela en mantenimiento de grúa. (7 días)
- 2) Fractura de muñeca izq. al descender de pala cargadora en taller de líneas.(430 días)

Año 2010:

- 1) Traumatismo en zona intercostal izq. en mantenimiento de línea de alta tensión. (35 días)
- 2) Vuelco de trailer 006 Camino Vecinal Las Hachiras Villa Elisa (0 días)

Año 2011:

- 1) Trauma en mano derecha en tareas de desarme de andamio. (27 días)
- 2) Corte en cuero cabelludo por golpe con matafuegos en descarga de materiales en taller. (6 días)
- 3) Picadura de insectos en trabajos de limpieza con maquinaria. (0 días)

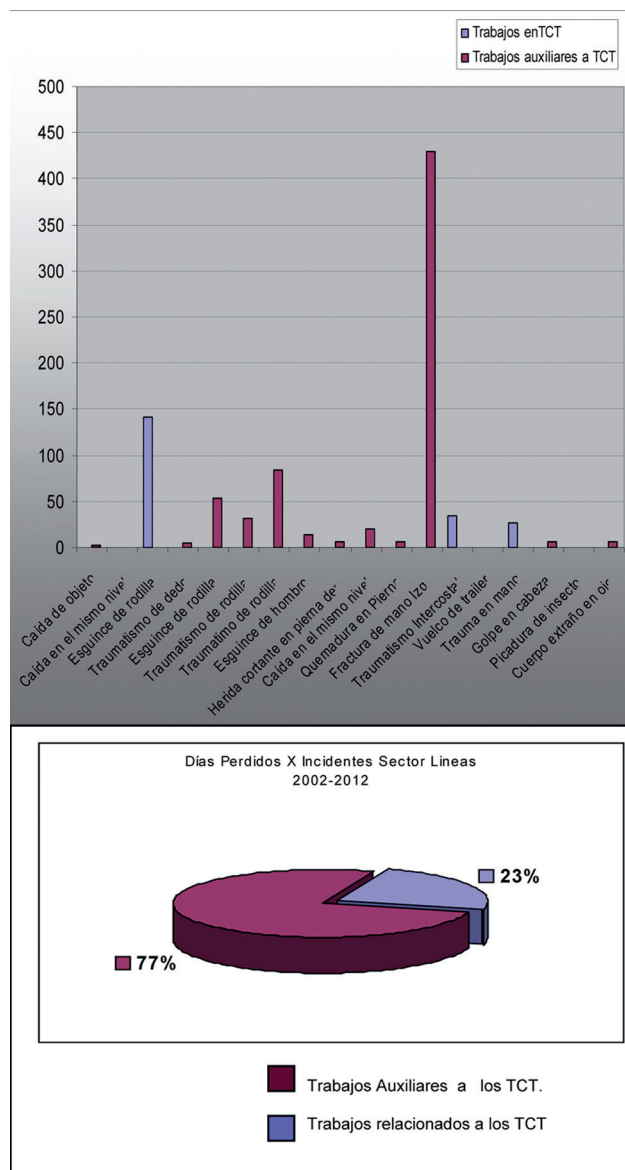
Año 2012:

- 1) Cuerpo extraño (insecto) en ojo realizando tareas de mantenimiento de luminaria en Puente Internacional.(7 días)

Realizando una clasificación por tipo de accidente y lugar de ocurrencia de puede visualizar que existe una relación de 3 a 1 entre los accidentes relacionados a trabajos que podrían definirse como auxiliares a los TCT y los propiamente relacionados a los TCT.

Tipo de accidente	Lugar	Días Perd.x Trab. en TCT	Días Perd.x Trab. Aux. a TCT
Caída de objeto	Manipulación de cargas almacenes		3
Caída en el mismo nivel	Desplazamiento Hotel Quiroga		0
Esguince de rodilla	Descenso de torre	141	
Traumatismo de dedo	Taller Mec.		5
Esguince de rodilla	Limpieza de terreno y Poda		53
Traumatismo de rodilla	Manipulación de cargas		32
Traumatismo de rodilla	Desplazamiento en taller		84
Esguince de hombro	Manipulación de cargas Hotel Ayui		14
Herida cortante en pierna derecha	Limpieza de terreno Poda		7
Caída en el mismo nivel	Desplazamiento en terreno.		20
Quemadura en Pierna	Taller Mec.		7
Fractura de mano Izq.	Desplazamiento en taller.		430
Traumatismo Intercostal	Desplazamiento en torre	35	
Vuelco de trailer	Camino vecinal		0
Trauma en mano	Andamio t20	27	
Golpe en cabeza	Taller		6
Picadura de insecto	Campo		0
Cuerpo extraño en ojo	Puente Internacional		7
Total		203	689

Gráfico de días perdidos en relación al tipo de accidente y trabajo realizado.



3.- Desarrollo

Del análisis de estos datos surge como relevante, que la mayoría de los incidentes y accidentes registrados desde 2002 a la fecha (muestra 10 años), se han producido en trabajos auxiliares a los TCT. También surge como relevante que en ninguno de los casos registrados existió contacto directo o indirecto con energía eléctrica, lo que es un hecho a destacar.

En tal sentido y en virtud de lo antes expuesto enfocaremos nuestro trabajo en cinco aspectos

complementarios pero necesarios para la realización de los TCT:

- 1) Trabajos en talleres mecánicos:
- 2) Desplazamientos para la realización de los TCT:
 - Traslado de personal y equipos:
 - Vehículos, trailers, cargas, identificación, señalización,
 - Habilitaciones.
- 3) Acceso y limpieza del lugar de trabajo:
 - Uso de motosierras y desmalezadora,
 - Riesgos relacionados al uso de tractores y maquinaria pesada.
- 4) Elementos de Protección Personal:
 - Características y estado,
 - Verificaciones periódicas,
 - Inspecciones periódicas,
 - Registros,
 - Opinión del usuario
- 5) Preparación para emergencias:
 - Ubicación e identificación de zonas de trabajo.
 - Medios de comunicación
 - Mapa sanitario,
 - Primeros auxilios y RCP,
 - Incendios,

1) Trabajos en talleres mecánicos:

De la observación de tareas realizadas tanto en los talleres mecánicos fijos como los móviles instalados para la realización de trabajos de campo, hemos observado que los trabajos que se realizan no se hacen con el mismo nivel de profesionalismo como los TCT, tal vez porque se subestima el riesgo que estos tienen implícito. Es muy raro o casi imposible hoy día observar un liniero que trabaje sin protección en sus manos en trabajos con tensión, pero al bajar de la torre parece bajar también su estimación de los riesgos de trabajos, que en ocasiones si no se protegen adecuadamente pueden dejarlo sin las competencias necesarias para la realización de los TCT. En otras palabras, hemos observado que excelentes linieros y excelentes

profesionales en los TCT, deben ser sustituidos de los equipos de trabajo por incidentes en sus manos, en tareas de mantenimiento o preparación de los TCT.

Otro de los aspectos a tener en cuenta en los talleres son los relacionados a las tareas de taladrado, corte de metales, amolados, desbastes de tornillos y bulones, así como los trabajos donde se manipulen piezas de cerámica o vidrio lo que puede ocasionar la proyección de partículas hacia los ojos o el rostro del trabajador. Es necesario que se genere conciencia al respecto, ya que un incidente de este tipo nos puede sacar de equipo a un buen trabajador en TCT.

Sin lugar a dudas y fundamentalmente observando los datos estadísticos, aparecen como relevantes aspectos de seguridad en los trabajos en los talleres mecánicos relacionados al movimiento y manipulación manual de cargas y a las tareas de carga y descarga de materiales desde vehículos. Estos aspectos como la utilización de elementos auxiliares para las tareas de carga y descarga, no pueden estar ausentes en la agenda de seguridad.

Y sin lugar a dudas unos de los aspectos más relevantes en el trabajo en talleres es el referido al mantenimiento del orden y limpieza de los mismos.

2) Desplazamientos para la realización de los TCT:

Traslado de personal y equipos:

Es fundamental que el traslado de personal y equipo hasta el lugar de trabajo se realice de la mejor manera posible y utilizando los medios que garanticen que tanto la gente como los equipos y herramientas estarán disponibles y en buen estado a la hora de realizar el trabajo.

Vehículos, trailers, cargas, identificación, señalización:

Por lo general, el medio más usado para el transporte de personal son los vehículos tipo Camioneta doble cabina y 4x4 a los que se les

engancha un trailer donde se transportan las herramientas. Por lo general, las camionetas y los camiones siempre están incluidos dentro de los programas de mantenimiento rutinario, hecho que no siempre sucede con los trailers, por lo que es importante que siempre se verifique que los mismos se encuentren en condiciones, principalmente contemplando los siguientes aspectos:

- Lanza (con enganche que ajuste perfectamente en el sistema de enganche de la camioneta)
- Cadenas de Seguridad: estas cadenas deben estar dimensionadas, de manera que sean lo suficientemente fuertes para soportar al trailer en caso de que se desenganche el trailer y lo suficientemente débiles para que se rompan en caso de vuelco del mismo.
- Luces: Las luces del trailer deben estar en perfectas condiciones y deben poseer al menos 2 de posición, 2 de giro/balizas y 1 de retroceso como mínimo. Como anexo podrán llevar una trasera roja antiniebla de 25 w. Estas se podrán complementar además con cinta reflectiva.

Un factor a tener en cuenta cuando se conducen vehículos remolcando trailers es el referido a la velocidad, sobre todo si se hace en caminos irregulares, como pueden ser los caminos vecinales, ya que el vuelco del trailer puede traer aparejado el vuelco del vehículo o inconvenientes a terceros que transitan por la misma vía.



Neumáticos: los neumáticos de los trailers deben estar en perfectas condiciones al igual que

las del vehículo, y si su peso supera los 500 kg. deberán disponer de sistema de freno independiente.

En cuanto a las personas que conducen vehículos remolcando trailers, los mismos deberán estar habilitados con la libreta correspondiente, B2 para trailers de menos de 750 kg. y E1 para trailers de más kilos. (Ley 24.449 Rep.Arg.)

3) Acceso y limpieza del lugar de trabajo:

Para la realización de los TCT uno de los aspectos fundamentales es el acceso al pie de la torre, y si el trabajo implica la permanencia por más de una jornada se debe efectuar la implantación del obrador en las inmediaciones a la misma. Estos trabajos, así como los de mantenimiento de la vegetación debajo de las líneas de alta tensión y en la zona de servidumbre requieren en ocasiones la utilización de motosierras y/o desmalezadoras con los potenciales riesgos que esto implica, si no se utilizan los EPP's (Equipos de Protección Personal) correspondientes y se mantiene al personal debidamente capacitado. En tal sentido e independientemente que el uso de estos elementos sea esporádico, la exposición al riesgo amerita al menos la realización de una capacitación anual. En tal sentido, en nuestra organización hemos implementado un programa de capacitación en la materia que incluye no solo el uso con seguridad de estos equipos, sino también su mantenimiento, lo que ha redundado en una mejora en la operación de los mismos y un aumento de su vida útil.



Por otra parte, se implementó el uso de equipos similares a los utilizados en la industria forestal, a saber:

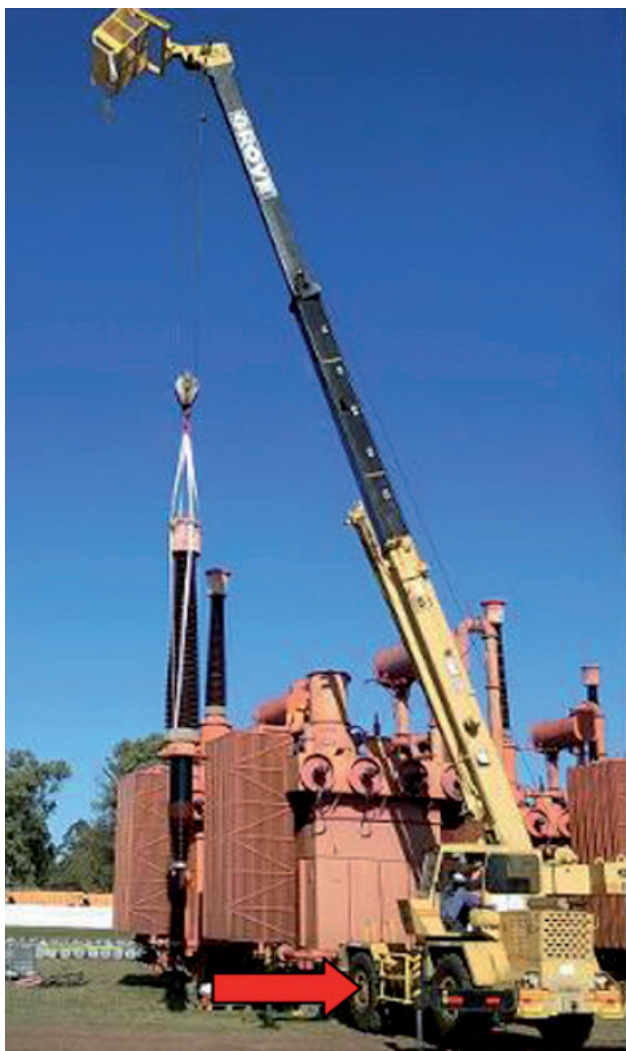
- Pantalón anticorte de 10 telas.
- Casco con protección facial y auditiva.
- Calzado adecuado.

Otro aspecto que se incorporó fue el control de los equipos, verificando que cuenten con todos los dispositivos de seguridad y protecciones, así como la verificación de las revoluciones de los equipos mediante tacómetros, ya que de nada sirve un pantalón anticorte si el equipo está regulado por encima de lo que marca el manual.



- Riesgos relacionados al uso de tractores y maquinaria pesada.

Los principales riesgos asociados a este tipo de tarea en nuestra organización, son los relacionados al ascenso y descenso de estos equipos, sobre todo en los equipos antiguos donde no se contemplaron en su diseño los aspectos ergonómicos y fuerzan en la mayoría de los casos a que los operarios realicen grandes estiramientos de sus extremidades o saltar para descender de los mismos. Por lo antes dicho fue necesario un rediseño y adaptación de escaleras y pasamanos a los efectos de mejorar la seguridad del operario que utiliza este tipo de maquinaria.



- Inspecciones periódicas,
Independientemente de las verificaciones periódicas que realiza el usuario como principal responsable de su seguridad, hay determinados equipos, que por razones normativas como por ejemplo, los guantes dieléctricos, o por razones puramente de seguridad, como los son los Arnese y accesorios para trabajo en altura, requieren una inspección periódica de terceras partes, lo que garantiza al usuario que estos equipos críticos funcionen o actúen correctamente.

- Registros,
Es importante que tanto la entrega como todas las verificaciones e inspecciones que se realizan de los diferentes equipos queden registradas a los efectos de, en primer lugar, tener una trazabilidad del equipo entregado y poder determinar si sirve o no para el trabajo. Y en segundo lugar, permite tener evidencia de los controles que se realizan de acuerdo al plan establecido.

- Opinión del usuario
Es importante que en estos registros además se documenten los comentarios y opiniones de los usuarios respecto a los diferentes equipos, fundamentalmente los relacionados a aspectos de confort, ya que son los que determinan en definitiva el uso o no del equipo. De acuerdo a nuestra experiencia, si en la elección de los EPP participan los usuarios se disminuye la resistencia al uso.

4) Elementos de Protección Personal:

- Características y estado,
Las características de los EPP adquiridos para los diferentes trabajos se basan fundamentalmente en el análisis de riesgos de cada una de las tareas, contemplando los requisitos legales de ambos países y fundamentalmente atendiendo a las necesidades de los usuarios.

- Verificaciones periódicas,
Si bien es el Sector Seguridad Industrial el encargado de administrar todos los EPP (Equipos de Protección Personal) que se entregan en la empresa, es responsabilidad del usuario la realización de las verificaciones periódicas que determinen su buen estado.

5) Preparación para emergencias:

- Ubicación e identificación de zonas de trabajo.
- Medios de comunicación
- Mapa sanitario,
- Primeros auxilios y RCP,
- Incendios,

Ubicación e identificación de zonas de trabajo.

Si bien parece algo elemental y se da por descontado, no siempre todos los integrantes del equipo que salen a realizar una tarea de reparación en líneas de alta tensión conoce el lugar exacto o el nombre de los caminos de acceso del lugar donde se encuentran. Esta información resulta de vida o muerte a la hora de realizar una llamada para solicitar ayuda si uno o varios integrantes del equipo sufren lesiones como consecuencia de un accidente. Por tal motivo, cobra vital importancia que en las tareas de planificación del trabajo se repase y se dé a conocer a todos los integrantes del equipo, la ubicación exacta del lugar donde se van a realizar los trabajos y las vías alternativas de salida en caso de tener que evacuar el lugar ya sea por cuestiones atmosféricas o por otras emergencias, como por ejemplo, un incendio. La correcta identificación de las vías de acceso, así como la de la zona de trabajo, facilita la llegada de ambulancias, bomberos u otros equipos de emergencias que sean requeridos. Por otra parte la identificación de la zona de trabajo advierte de los riesgos existentes (como por ejemplo, la caída de objetos) a eventuales transeúntes o curiosos que se acerquen a ver qué es lo que se está haciendo.

Medios de comunicación

Tan importante como conocer la ubicación donde se presenta la emergencia es la de contar con los medios adecuados para solicitar ayuda. Si bien los teléfonos celulares cada vez tienen más cobertura, no son garantía de que tengan señal en todos lados, por lo que es fundamental la verificación de los equipos de comunicación al llegar al lugar de trabajo.

Mapa sanitario

En ocasiones es posible que la gravedad del caso amerite el traslado inmediato a un centro asistencial, o por el contrario no amerite la solicitud de una ambulancia. Para ambos casos es fundamental contar con un mapa sanitario

donde se ubiquen los centros asistenciales de la zona, con los respectivos teléfonos en caso de que sea necesaria una consulta o un traslado.

Primeros auxilios y RCP

La capacitación en Primeros Auxilios y RCP son pilares fundamentales de la preparación para emergencias, y no pueden estar ausentes en lo planes anuales de capacitación sobre todo en este tipo de trabajos (TCT) donde las distancias y los accesos son complicados y donde la asistencia de una ambulancia puede tardar mucho tiempo. Por eso cobra significativa importancia el contar con todo el personal capacitado y actualizado en técnicas de Primeros Auxilios y RCP.



En tal sentido además la empresa se encuentra abocada en un ambicioso Proyecto de que Salto Grande sea “Cardiosegura”, lo que implica una gran inversión en la compra de Desfibriladores Externos Automáticos (DEA) y la capaci-

tación de todo el personal en RCP y el uso de estos equipos.



Incendios

Otra de las situaciones de emergencia a las que se pueden ver expuestos los trabajadores de TCT, es a los incendios, sobre todo en la temporada estival. Por tal motivo, es importante la capacitación permanente de los operarios en la prevención y extinción de incendios a los efectos de que sepan cómo y cuándo actuar ante una situación de estas características.

5.- Conclusiones

Sin lugar a dudas que ha quedado de manifiesto en el presente trabajo las innumerables mejoras que se han llevado adelante, mediante un trabajo en equipo entre los Sectores Seguridad Industrial, Medicina Laboral y el Área Líneas, en lo que refiere a la Prevención de Accidentes y Enfermedades Profesionales. También somos concientes de que hay mucho camino por recorrer, pero entendemos que con un fluido intercambio de información y opiniones, se puede enriquecer el trabajo de todas las partes

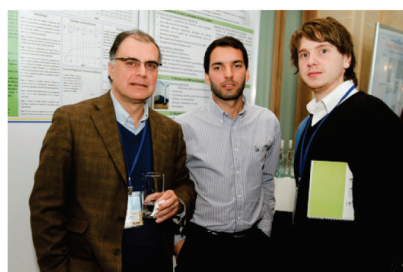
involucradas, lo que redundará en más seguridad y mayor calidad de vida de nuestra gente.

6.- Referencias

- Reglamento Para la Ejecución de Trabajos con Tensión en Instalaciones Eléctricas con Tensiones mayores a 1 kV. - AEA
- Resolución 592 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo. SRT de la Rep. Arg.
- Ley 19.587 de Higiene y Seguridad (RA)
- Ley 24.449 de Tránsito (RA).
- Ley 50032 (Uru)
- Decreto 406/88 (Uru)
- Decreto 179/01 (Uru)

SIBER III

SEMINARIO
IBEROAMERICANO DE
ENERGÍAS RENOVABLES





Trabajo:

Eficiência energética em sistemas fotovoltaicos para eletrificação rural e isolada

Autores:

Eduardo Luís de Paula Borges - Engenheiro Eletricista - Chefe de Divisão - Email: eduardo_borges@eletrobras.com

Alex Artífiani Neves Lima - Engenheiro Eletricista - Analista de nível superior - Email: alex.lima@eletrobras.com

Cláudio Monteiro de Carvalho - Engenheiro Civil - Analista de nível superior - Email: claudio.carvalho@eletrobras.com

Celson Frederico Corrêa Santos - Engenheiro Eletricista - Chefe de Departamento - Email: celsonn@eletrobras.com

Marta Maria de Almeida Olivieri - Engenheiro Eletricista - Analista de nível superior - Email: martaolivieri@eletrobras.com

Israel Wallysson Freitas da Silva - Engenheiro Eletricista - Analista de nível superior - Email: Israel.silva@eletrobras.com

Empresa: **Eletrobras**

CITTES 2012

Resumo

A universalização dos serviços de energia elétrica é um grande desafio para o governo brasileiro e para as concessionárias de energia elétrica, especialmente na região norte do Brasil. O maior programa de eletrificação rural brasileiro, chamado programa Luz para Todos (LPT), tem metas de atendimento para a região amazônica que contemplam domicílios remotos, dispersos e em comunidades isoladas.

Para o alcance das metas de universalização pelas concessionárias de energia elétrica, em áreas remotas com difícil acesso, é imprescindível o uso de fontes alternativas de energia elétrica, em especial a energia solar fotovoltaica, para geração e consumo local da energia.

Nesse sentido, a concessionária Eletrobras Distribuição Acre, em parceria com a Eletrobras, desenvolveu, implantou e monitorou o Projeto Piloto Xapuri, onde foram instalados cerca de 100 sistemas individuais de geração com fontes intermitentes (SIGFI), no âmbito do programa Luz para Todos. O projeto tem fornecido informações valiosas acerca desse tipo de atendimento em condições amazônicas.

Embora essas informações tenham contribuído para o aprimoramento técnico do projeto, bem como para o aprimoramento da regulamentação vigente, diversas ações devem ser adotadas pelas concessionárias de energia elétrica para a mitigação dos riscos e sustentabilidade deste tipo de atendimento.

Com os custos de geração de energia dos SIGFI em torno de R\$4 mil a R\$7 mil/MWh, com base nos dados do Projeto Piloto de Xapuri, a eficiência energética se torna um ponto crítico e obrigatório no dimensionamento e uso dos sistemas.

Dessa forma, a utilização de equipamentos de consumo eficiente como refrigeradores ou lâmpadas eficientes é recomendada. Isso permite que um sistema energeticamente mais eficiente, de menor porte e de menor custo, seja suficiente e capaz de atender os requisitos mínimos de iluminação, refrigeração e comunicação.

A experiência adquirida com o Projeto Piloto Xapuri demonstrou que o atendimento por um sistema misto (fornecimento da energia tanto em corrente contínua (CC) como em corrente alternada (CA)) foi mais interessante do ponto de vista econômico e de eficiência energética, comparado aos sistemas puramente CC ou CA. Um sistema misto com disponibilidade energética mínima de 23 kWh/mês é capaz de atender aos requisitos de iluminação, refrigeração e comunicação, e dada a utilização mais restrita do inversor, reduzem-se ainda os custos de manutenção e aumenta-se a confiabilidade e a eficiência energética do sistema.

Dentre os equipamentos de consumo, a geladeira eficiente representa o maior potencial para redução no custo de investimento do sistema. Embora o custo de uma geladeira eficiente em corrente contínua seja maior que o de uma geladeira eficiente em corrente alternada, o porte de um sistema necessário para atender a primeira geladeira eficiente é consideravelmente menor do que aquele necessário para atender a segunda, o que reduz o investimento no conjunto (sistema solar fotovoltaico mais geladeira eficiente) em cerca de 32%.

Aliadas às medidas de eficiência energética, que se fazem indispensáveis, são necessárias a efetiva orientação ao consumidor sobre o uso da energia de forma racional e eficiente e a facilitação ao acesso a eletrodomésticos eficientes, principalmente aos usuários mais carentes.

1. Introdução

O presente artigo apresenta algumas das experiências da Eletrobras no tema eficiência energética aplicada a sistemas fotovoltaicos para eletrificação rural em localidades remotas. [1,2,3,4].

A universalização dos serviços de energia elétrica no Brasil foi estabelecida pela Lei 10.438/2002, na qual as concessionárias de distribuição têm a obrigatoriedade de atender a todos os moradores existentes em sua área de concessão. Em novembro de 2003, foi instituído o Programa Luz para Todos, através do decreto 4.873, com o objetivo de propiciar financiamentos e subsídios para os investimentos em projetos de eletrificação rural a serem executados pelas concessionárias de distribuição e outros agentes executores. O Programa tem contemplado projetos que, em sua maioria, caracterizam-se pela extensão das redes elétricas já existentes. Até março de 2012, segundo o Ministério de Minas e Energia, o programa Luz para Todos levou energia a cerca de 14,4 milhões de moradores rurais de todo o Brasil [5].

Existem, no entanto, segundo o último censo demográfico brasileiro efetuado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, cerca de 730 mil domicílios brasileiros ainda sem acesso ao serviço de energia elétrica [6]. Grande parte desse contingente se encontra em localidades isoladas, notadamente nas áreas rurais da região norte do país. Ainda, segundo o Censo de 2010, apenas 61,5% dos domicílios nas áreas rurais da região norte do Brasil tinham energia elétrica fornecida por companhias de distribuição [6]. Em muitos desses casos nem sempre a expansão da rede de distribuição existente será viável, dadas as barreiras técnicas, econômicas e ambientais existentes. Assim, o avanço da universalização em tais localidades demanda outras soluções, tais como a utilização de sistemas individuais

de geração com fontes intermitentes (SIGFI) e minissistemas isolados de geração e distribuição de energia elétrica (MIGDI). Para tanto, o Programa Luz para Todos prevê o uso de fontes renováveis de energia nas regiões mais distantes das atuais redes convencionais.

Com o intuito de se preparar para atender esse desafio, ou seja, para compreender os diversos aspectos inerentes a esse tipo de atendimento, a Eletrobras e seus parceiros têm implementado Projetos Pilotos na região norte do Brasil. O Projeto Piloto Xapuri, desenvolvido e implantado em 2007 pela Eletrobras Distribuição Acre, apresenta-se como experiência importante nesse contexto. Esse projeto contou com a implantação e monitoramento de cerca de 100 sistemas individuais com geração fotovoltaica, em três seringais da reserva Chico Mendes, localizada no município de Xapuri, no estado do Acre. Com esse piloto foi possível avaliar o desempenho de equipamentos, o serviço prestado pela concessionária, além do impacto socioeconômico e a adaptação dos usuários aos novos sistemas.

Esse projeto tem proporcionado a obtenção de informações valiosas acerca desse tipo de atendimento em condições amazônicas, para o aprimoramento técnico de futuros projetos que venham a ser implantados na região. Além disso, com base nos seus resultados, a Eletrobras tem subsidiado a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), órgão regulador

do serviço de energia elétrica brasileiro, para o aprimoramento da regulação vigente.

Um dos mais importantes resultados desse projeto se refere à importância da adoção de medidas de eficiência energética, como aspecto crítico e de observação obrigatória no dimensionamento e uso desse tipo de atendimento, de forma a mitigar seus riscos e garantir a sua sustentabilidade.

2. O Projeto Piloto Xapuri

2.1. Características

O Projeto Piloto de Xapuri contempla 103 sistemas fotovoltaicos para atendimento individual instalados em três seringais da reserva Chico Mendes pertencentes ao município de Xapuri, no Acre. Os sistemas foram instalados, sob a responsabilidade da Eletrobras Distribuição Acre, de junho a agosto de 2007. Utilizou-se essa solução dadas as condições ambientais, a dispersão e o baixo consumo de energia dos domicílios no interior dos seringais dentro floresta amazônica, comum na região, o que torna inviável o atendimento de outra forma.

No piloto, foram consideradas três opções de solução de atendimento individual para localidades isoladas: fornecimento de energia elétrica exclusivamente em corrente contínua, exclusivamente em corrente alternada e um fornecimento misto em corrente contínua e alternada. Esses três tipos de atendimento foram



Figura 1: Fotos de domicílio atendido pelo Projeto Piloto Xapuri

avaliados do ponto de vista econômico, técnico e em termos de eficiência energética. Ainda, todos os sistemas apresentavam fornecimento mínimo de 15 kWh/mês, sendo assim classificados pelo órgão regulador como SIGFI13, segundo Resolução Normativa ANEEL 083/2004 [7]. Na figura 1 são apresentadas as fotos de domicílio atendido pelo projeto piloto.

2.2. Escolha da tecnologia fotovoltaica

Efetuiu-se avaliação local para a determinação do tipo de fonte energética a ser empregada. Após criteriosa análise, foi determinado que a energia fotovoltaica, classificaria-se como melhor opção para o projeto piloto, dadas suas seguintes características [1,4]:

Robustez: por se tratar de tecnologia amplamente testada e madura.

Operação automática: um sistema fotovoltaico opera, automaticamente, sem necessidade de abastecimento de combustível.

Modularidade do sistema: um sistema fotovoltaico pode ser modularizado em pacotes relativamente leves e simples de se transportar pelas trilhas da floresta. Quando modular, o sistema pode ser montado com relativa facilidade no local de instalação.

Modularidade do dimensionamento: o sistema fotovoltaico pode ser redimensionado com facilidade, simplesmente adicionando ou retirando componentes eletrônicos, como inversores e controladores, e módulos fotovoltaicos e/ou baterias.

Baixo impacto ambiental: assegurado o devido manuseio das baterias, o sistema fotovoltaico não apresenta poluição local, vibrações ou ruídos de natureza mecânica.

2.3. Aspectos Técnicos: análise do desempenho de refrigeradores eficientes CC em campo

A análise de dados coletados no projeto tem permitido avaliar o comportamento do consumo típico.

Dados coletados pelo sistema automatizado de aquisição de dados (SAAD), em 2009, de seis

casas monitoradas, indicam que a maioria dos domicílios apresenta consumo médio mensal inferior, porém próximo, a 13 kWh/mês [2,3,4]. Em algumas casas monitoradas foram instalados refrigeradores. Dentre essas, uma casa recebeu um refrigerador CC de 120 l. Os dados coletados no último semestre de 2009, mostraram um consumo médio dessa casa de 17,6kWh/mês, sendo 12 kWh referentes ao [2,3,4]. A Figura 2 apresenta as curvas de carga levantadas nessa casa considerando dois períodos de monitoramento, realizados entre os anos de 2008 e 2009, sendo que o refrigerador em corrente contínua contribui na curva de consumo apenas no ano de 2009.

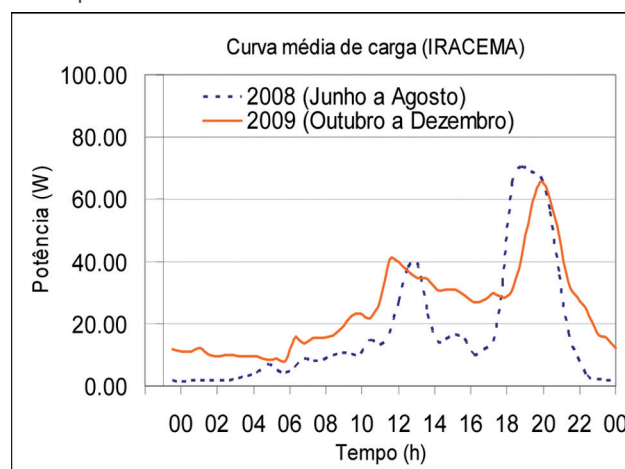


Figura 2: Curvas de carga de casa monitorada no Projeto Xapuri entre os anos 2008 e 2009, com contribuição do refrigerador CC no ano de 2009 [2,3].

Na figura 3, é possível verificar a curva de carga do ano 2009 com o consumo em CC e em CA discriminado, sendo que somente o refrigerador contribui para a parcela do consumo CC verificado.

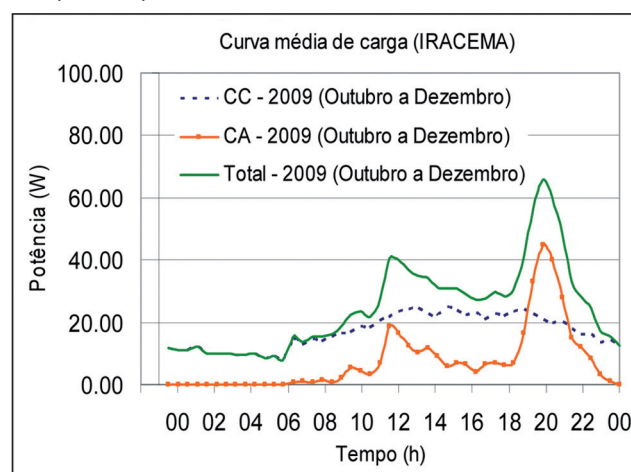


Figura 3: Curva de 2009 de casa monitorada no Projeto Xapuri desmembrada nas curvas de carga CA e CC (somente refrigerador) [2,3].

Dado o consumo verificado, constatou-se que os sistemas do projeto de Xapuri foram aptos para alimentar os refrigeradores, porém não foram projetados para a faixa de consumo verificada com eles. Portanto, para que seja possível a utilização de um refrigerador em um SIGFI13, este deveria ser muito eficiente, horizontal e de pequeno porte com volume máximo de 50 a 70 l, onde seu consumo não ultrapassasse 5 ou 6 kWh/mês [2,3]. Entretanto, as geladeiras em corrente contínua, utilizadas no projeto piloto Xapuri, com volumes de 120 e 150 litros, apresentaram consumo em campo da ordem de 10 a 12 kWh/mês, ao passo que o consumo verificado em condições de ensaio no laboratório da Eletrobras Cepel foi de 6 kWh/mês [2,3]. Dessa forma, optando-se por uma geladeira eficiente e em corrente contínua, tal como as utilizadas no Projeto Piloto de Xapuri, o SIGFI projetado deveria disponibilizar cerca de 20 kWh/mês. O esquema do sistema misto utilizado no Projeto Piloto Xapuri é apresentado na Figura 4.

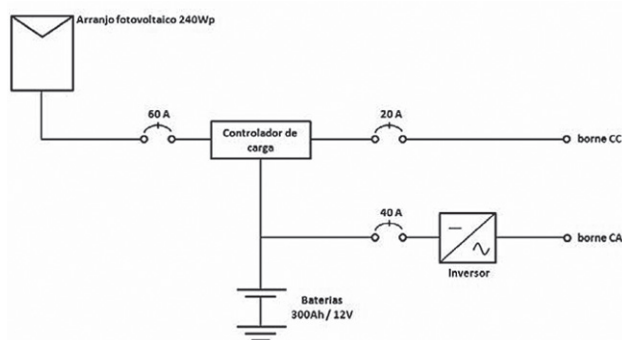


Figura 4: Esquema unifilar do sistema misto (CC + CA) utilizado no projeto piloto Xapuri.

3. Lições Aprendidas: A importância da utilização de medidas de eficiência energética em sistemas fotovoltaicos

Medidas de eficiência energética são muito importantes quando se trata de atendimento em localidades remotas com sistemas de geração descentralizada. Conforme pode ser verificado

no gráfico da figura 5, o custo de geração de energia em sistemas remotos, caracterizados pelo atendimento a localidades com alta dispersão, baixo número de domicílios e ausência de economia de escala, é bastante elevado. Tais valores, situam-se em níveis muito acima do custo de geração verificado para atendimento a sistemas isolados de maior porte com geração a diesel, e grandes empreendimentos baseados em fontes renováveis de energia. O custo de geração atinge valores superiores a R\$ 3.000,00/MWh para os sistemas tipo MIGDI e pode atingir valores superiores a R\$ 10.000,00/MWh para sistemas tipo SIGFI, dependendo da localidade a ser atendida [8]. Tal situação cria condições extremamente favoráveis para que a adoção de medidas de eficiência energética se torne extremamente atrativas economicamente na implantação de sistemas de atendimento isolados e remotos.

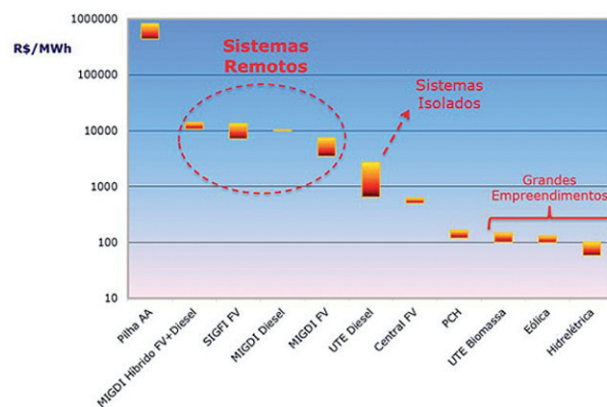


Figura 5: Comparação entre custos de geração em sistemas remotos com outros sistemas.

Fonte: Elaboração própria com base em [8].

O uso de equipamentos de consumo energeticamente eficientes, mesmo sendo mais caros que equipamentos com menor eficiência energética, apresentam potencial para reduzir consideravelmente o porte do microsistema de geração, mantendo a mesma utilidade do sistema. Por outro lado, a redução da demanda de energia propiciada pela utilização de equipamentos de consumo energeticamente mais eficientes pode permitir o aumento da utilidade do microsistema oferecido, na medida que permite a utilização de mais aparelhos ou utilizá-los por mais tempo.

Além de avaliar o custo de energia, deve ser considerado o custo de investimento em cada kWh de disponibilidade energética mínima mensal [2,3,9]. Por exemplo, no que se refere à iluminação, as lâmpadas possuem custo insignificante quando se compara a parcela do custo do sistema SIGFI, necessário para fornecer a energia para o funcionamento das mesmas. Para exemplificar, uma lâmpada incandescente de 60W que custa em torno de R\$ 2,50, imporia o custo de investimento R\$4.400,00 em um SIGFI fotovoltaico para mantê-la acesa por 3 horas ao dia. Utilizando-se uma lâmpada fluorescente compacta de 15W, que custa em torno de R\$8,00, com o mesmo quantitativo de lumens, o custo do sistema necessário para manter essa lâmpada acesa seria reduzido para cerca de R\$ 1.100,00 ou seja $\frac{1}{4}$ do investimento anterior. Todas essas estimativas foram feitas no segundo trimestre de 2012. Considerando o valor da tarifa reduzida de baixa renda, cerca de R\$ 0,20/kWh, isso significa que o valor da energia faturada seria cerca de R\$1/mês, considerando o consumo mensal de uma lâmpada incandescente de 60W ligada 3 horas por dia e cerca de R\$0,25/mês, considerando o consumo mensal de uma lâmpada fluorescente compacta de 15 W ligada pelo mesmo período. Embora, o valor de aquisição da lâmpada fluorescente compacta possa ser recuperado pelo consumidor em cerca de 1 ano, em geral, isso não é considerado na escolha da lâmpada, muito menos o custo do investimento efetuado pela distribuidora, o qual é transparente para o consumidor pois ele não contribui diretamente (só através dos encargos da conta de energia). Dessa forma, nota-se que é economicamente interessante facilitar o acesso a equipamentos eficientes aos consumidores atendidos por geração descentralizada.

Dentre as três opções de atendimento testadas no Projeto Piloto Xapuri, comprovou-se que o sistema fotovoltaico individual misto possui maior eficiência energética e confiabilidade em relação ao sistema com fornecimento exclusi-

vamente em corrente alternada. Verifica-se no inversor cerca de 15 a 20 % de perdas em relação à potência de entrada [2,3].

Destaca-se também o fato do inversor ser, dentre os principais equipamentos que compõe um sistema fotovoltaico, o item com maior índice de falhas, fato verificado no Projeto Piloto Xapuri e também em outros projetos com sistemas fotovoltaicos na região amazônica. Em um sistema misto, em caso de falha do inversor, o fornecimento em corrente contínua poderia ser mantido. Além disso, o atendimento de um refrigerador em CC por um sistema misto proporcionaria a utilização de um inversor menos robusto que aqueles que precisam alimentar o refrigerador CA e, portanto, tendo que atender a corrente de partida do compressor de uma geladeira, juntamente com as outras cargas ligadas [2,3].

A geladeira eficiente é o eletrodoméstico que representa o maior potencial para redução no custo de investimento do sistema, dentre os equipamentos de consumo [2,3,9]. A geladeira CA de maior eficiência existente no mercado brasileiro apresenta consumo declarado de 15,8kWh/mês, de acordo com informações do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL [10]. Para fornecer energia suficiente para utilizar esse equipamento, seria necessária a utilização do SIGFI30, com fornecimento de 30 kWh/mês. A parcela do custo do investimento desse sistema, somente para atender o consumo da geladeira CA, seria da ordem de R\$13.000,00.

Embora o custo de uma geladeira eficiente em corrente contínua seja maior que o de uma geladeira eficiente em corrente alternada, o porte de um sistema necessário para atender a primeira geladeira eficiente é consideravelmente menor do que aquele necessário para atender a segunda [2,3,9]. Caso seja utilizado um sistema de fornecimento misto (CA+CC) para o atendimento de uma geladeira de corrente contínua, tais como as utilizadas no projeto

piloto de Xapuri, o custo de investimento no conjunto (sistema solar fotovoltaico misto mais geladeira eficiente CC) seria reduzido em cerca de 32%, em relação ao investimento do conjunto (sistema exclusivo em corrente alternada mais geladeira eficiente CA), como pode ser observado no gráfico da figura 6. A economia considerando a diferença entre os custos de investimento do sistema exclusivo CA (30 kWh/mês) e o sistema misto analisado (23 kWh/mês) está em torno de R\$9.800,00 e equivale a mais de 3 vezes o custo da geladeira CC. Vale ressaltar que todas as estimativas foram feitas no segundo trimestre de 2012.

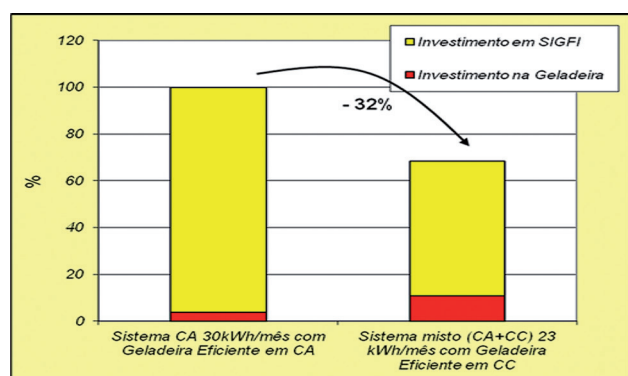


Figura 6 – Redução no custo de investimento no conjunto (sistema solar fotovoltaico misto mais geladeira CC) em relação ao investimento exclusivo em corrente alternada mais geladeira eficiente CA).

Pode-se concluir que sistemas mistos, nos quais a utilização do inversor é mais restrita, possuem maior grau de eficiência energética e confiabilidade, além de significarem uma economia considerável nos custos de investimento, quando comparados a sistemas exclusivos CA, com a mesma utilidade.

Cabe ressaltar que o consumo declarado da geladeira eficiente CA de 15,8 kWh/mês, pode-se verificar diferente em campo, dadas as condições reais de uso. As geladeiras CC do Projeto Piloto de Xapuri apresentaram consumo em campo da ordem de 10 a 12 kWh/mês, ao passo que o consumo verificado em laboratório da Eletrobras Cepel foi de 6 kWh/mês [11].

Os aspectos desfavoráveis à utilização de refrigerador CC são: manutenção e reposição difíceis, principalmente na região Norte; falta de certificação por órgão competente; fabricação no Brasil ainda é limitada; e este tipo de refrigerador normalmente é menor e mais caro do que os convencionais [2,3]. O preço de mercado das geladeiras CC similares às instaladas no Projeto Piloto de Xapuri pode variar de R\$ 2300,00 a R\$ 2700,00, conforme cotações de maio de 2012, o que torna inviável sua aquisição pela maioria dos usuários dos seringais estudados, cuja renda média mensal familiar era um pouco maior que 1 salário mínimo brasileiro [12], atualmente em R\$ 622,00.

Conforme dados da Eletrobras, os consumidores atendidos pelo LPT, por meio de extensão de redes convencionais, apresentam um consumo médio nacional de 100 kWh/mês. Em estados da região amazônica, como Acre e Pará, foi ainda verificado que os valores de consumo de energia elétrica apresentaram incrementos anuais de 80 a 120% nos primeiros três anos após eletrificação, como reflexo de uma demanda reprimida, podendo em alguns casos ser um indicador do desenvolvimento de atividades econômicas [1,2,3]. Nesses casos, o aumento de demanda geralmente não requer novos investimentos, pois os projetos das redes de distribuição aceitam variações de carga dessa ordem.

Entretanto, no caso de sistemas tipo SIGFI e MIGDI, devido ao custo elevado de investimento desses sistemas, em geral são dimensionados para atender à demanda básica de energia, tendo uma geração bastante limitada. É considerado no seu dimensionamento, a utilização de equipamentos de consumo que possuam maior grau de eficiência energética e se houver significativo aumento de carga, há necessidade de reinvestimento substancial no sistema para aumentar o seu porte. De maneira geral medidas de eficiência energética podem evi-

tar o aumento da carga em um sistema onde a geração é bastante limitada ou favorecer a escolha de um sistema de menor porte, capaz de oferecer a mesma utilidade sem prejuízo do conforto do usuário.

De forma a conferir sustentabilidade às medidas de eficiência energética adotadas e uso adequado dos sistemas tipo SIGFI é extremamente importante a orientação dada aos usuários [1,2,3]. No primeiro ano do Projeto Piloto Xapuri, foram efetuados quatro treinamentos aos usuários que abordaram, entre outros aspectos o funcionamento dos sistemas SIGFI, uso racional de energia, bem como quais equipamentos são compatíveis para utilização no sistema fotovoltaico, dada a disponibilidade energética desses sistemas. Pesquisa socioeconômica realizada captou o efeito positivo desses treinamentos, comprovando sua eficácia.

A pesquisa foi realizada em três momentos e verificou-se que após o primeiro treinamento, os usuários não tinham absorvido praticamente nenhum conhecimento sobre o sistema e o sobre o uso racional da energia. Entretanto após o quarto treinamento, no primeiro ano, depois que eles já haviam se acostumado com o uso da energia elétrica e do sistema fotovol-

taico, os resultados foram muito melhores. Isso sugere que a capacitação dos clientes deva ser mais acentuada antes da instalação dos sistemas e principalmente logo após a instalação dos mesmos. Sugere-se, ainda que esse treinamento dado aos usuários seja periódico. A figura 7 resume os três elementos fundamentais destacados para apoiar a viabilidade da instalação de sistemas do tipo MIGDI e SIGFI em comunidades remotas (O Decreto nº 7.246 de 2010, define Regiões Remotas como “pequenos grupamentos de consumidores situados em Sistema Isolado, afastados das sedes municipais, e caracterizados pela ausência de economias de escala ou de densidade” e Sistemas Isolados como “os sistemas elétricos de serviço público de distribuição de energia elétrica que, em sua configuração normal, não estejam eletricamente conectados ao Sistema Interligado Nacional - SIN, por razões técnicas ou econômicas”).

4. Recomendações: O uso da corrente contínua em sistemas fotovoltaicos mistos no Brasil

A Resolução Normativa ANEEL 083/2004 [7] estabelece que o atendimento ao consu-

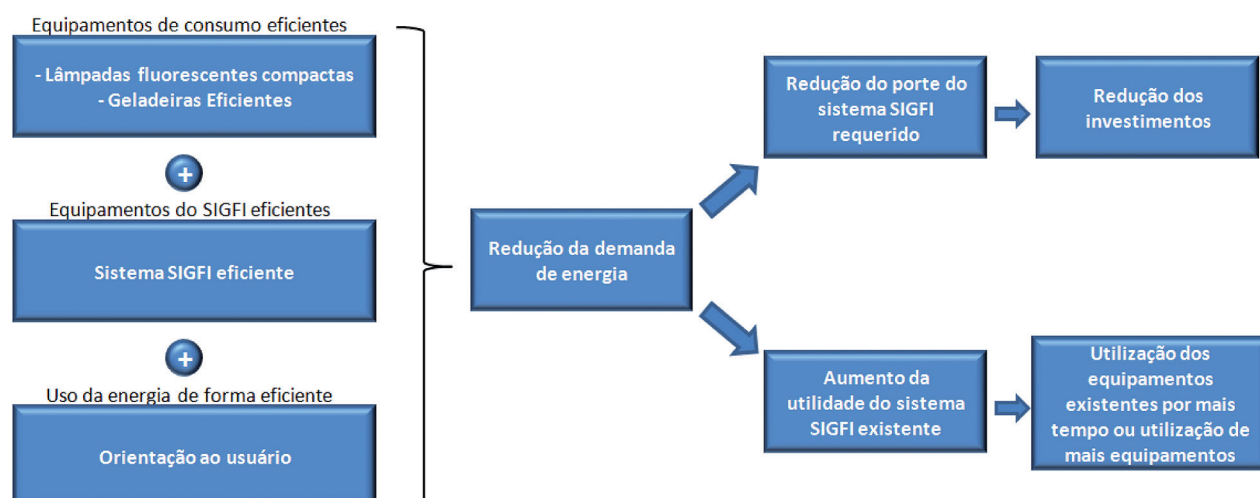


Figura 7: Aumento da utilidade de sistemas tipo SIGFI com emprego de medidas de eficiência energética.

SIGIFI 30	SIGIFI Misto com geladeira
Módulos fotovoltaicos: 600 Wp; Banco de baterias: 520 Ah @C20; Controlador de Carga 45 A; Inversor de 500 W; Geladeira eficiente CA; Estrutura de suporte para todo o sistema; Disponibiliza no mínimo 30 kWh/mês, sendo previsto 18 kWh/mês de consumo para uma geladeira CA eficiente e 12kWh/mês para outros serviços. Valor de investimento = 1 PU (considerando o SIGIFI30 + geladeira eficiente CA)	Módulos fotovoltaicos: 370 Wp; Banco de Baterias: 300 Ah @C20; Controlador de Carga de 30 A; Inversor de 300 W; Geladeira CC até 120 l; Estrutura de suporte para todo o sistema, porém mais leve; Disponibiliza no mínimo 23kWh/mês, sendo previsto 10 kWh/mês de consumo para a geladeira CC e 13 kWh/mês para outros serviços. Valor de investimento = 0,68 PU

Quadro 1: Comparativo entre a configuração dos sistemas SIGIFI30 e SIGIFI Misto com geladeira [2,3].

midor deva ser efetuado exclusivamente em corrente alternada. Considerando a exigência pelo Programa Luz para Todos do atendimento dos serviços de iluminação, comunicação e refrigeração [13], um sistema fotovoltaico em corrente alternada com fornecimento de 30 kWh/mês seria o mínimo capaz de atender tais exigências, caso seja utilizado um refrigerador eficiente. Atualmente, os refrigeradores mais eficientes encontrados no mercado brasileiro possuem consumo mínimo declarado de 15,8 kWh/mês [10].

Entretanto, os principais resultados do Projeto Piloto Xapuri demonstraram que a opção de atendimento por um sistema misto apresentaria vantagens em relação ao sistema exclusivo em corrente alternada por questões econômicas, de eficiência energética e de confiabilidade [2,3].

A Eletrobras, baseada nessa experiência, propôs ao órgão regulador brasileiro a possibilidade da utilização de um sistema de fornecimento misto em corrente contínua e alternada de cerca de 23 kWh/mês, com fornecimento em corrente alternada de 13kWh/mês e fornecimento adicional de outros 10 kWh/mês, no mínimo, para alimentação de cargas em CC. Essa proposição foi oportunamente efetuada em audiência pública recente 020/2011 da ANEEL que buscou colher subsídios à proposta de re-

solução normativa que estabelece os procedimentos de fornecimento de energia elétrica por meio de sistemas coletivos ou individuais de geração em comunidades e povoados isolados, caracterizados pela grande dispersão de consumidores e ausência de economia de escala.

Do ponto de vista econômico, a utilização de sistemas mistos torna-se mais atraente na medida em que propicia a redução no custo de investimento. O quadro 1 compara um sistema misto com o sistema exclusivo em corrente alternada capaz de fornecer energia para atender os mesmos requisitos.

Conforme já mencionado, o sistema misto com a mesma utilidade do sistema em corrente alternada propiciaria uma redução no custo de investimento da ordem de 32%, quando considerado o conjunto (sistema solar fotovoltaico mais geladeira eficiente).

Apesar da utilização do sistema de fornecimento misto significar uma vantagem econômica considerável relacionada à redução de elevados custos de investimentos, a disponibilidade no mercado local de equipamentos em corrente contínua é um aspecto que deve ser verificado na adoção de sistemas SIGIFI mistos. Considerando que existem alguns eletrodomésticos que não são encontrados facilmente em ver-

sões de corrente contínua, recomenda-se que os sistemas tipo SIGFI, com disponibilidade energética até 30 kWh/mês tenham fornecimento misto em corrente contínua e alternada. Recomenda-se, ainda, a utilização de 12 Vcc de forma a aproveitar o mercado de equipamentos em corrente contínua já existente na região para embarcações e caminhões [2,3].

De acordo com pesquisa socioeconômica realizada no Projeto Piloto Xapuri, a renda média mensal familiar dos moradores dos três seringaais onde o projeto piloto foi implantado era um pouco superior a 1 salário mínimo [12]. Isso dificulta a aquisição de equipamentos de maior eficiência energética como lâmpadas fluorescentes compactas, cujo custo é muito superior às lâmpadas incandescentes, e refrigeradores em corrente contínua, como os instalados no projeto Piloto Xapuri que custam cerca de R\$ 2.700,00, conforme cotações de maio de 2011. Além disso, destaca-se o fato de que a produção de refrigeradores em corrente contínua ainda é incipiente no país. Em um cenário em que a renda dos consumidores é baixa, o custo de geração é bastante elevado e a eficiência energética se faz indispensável, é importante a adoção de políticas públicas que facilitem o acesso de eletrodomésticos eficientes aos usuários atendidos por esse tipo de sistema.

5. Conclusões

A continuação do Programa de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – Luz para Todos, em curso no Brasil, passa pelo desafio de levar energia elétrica às localidades remotas e nesse contexto torna imprescindível a utilização de sistemas tipo SIGFI. Nesse contexto o Projeto Piloto Xapuri ofereceu resultados importantes para subsidiar o aprimoramento da regulação que trata sobre o tema. Dentre esses resultados, verificou-se a importância da adoção de medidas de eficiência energética

quando se trata da implantação de sistemas fotovoltaicos para eletrificação rural em localidades remotas.

A partir dos resultados do Projeto Xapuri, constatou-se que a utilização de um sistema misto (fornecimento CA + CC) seria mais interessante do ponto de vista econômico, eficiência energética e confiabilidade. Destacando-se que a opção pelo sistema misto com disponibilidade energética em torno de 20 kWh/mês, mesmo incluindo o fornecimento da geladeira, ainda é mais atrativa financeiramente que a do sistema com fornecimento exclusivo em corrente alternada.

Apesar dos riscos relacionados à aquisição de equipamentos de corrente contínua, principalmente em relação à geladeira CC, devido aos bons resultados do Projeto de Xapuri, acredita-se que o fornecimento do sistema misto, aliado à políticas que facilitem aos moradores o acesso aos eletrodomésticos com maior eficiência energética e uma orientação continuada aos usuários, reduziria em muito o risco de insucesso desse tipo de atendimento.

Ressalta-se que as contribuições efetuadas pela Eletrobras, na ocasião da audiência pública ANEEL 020/2011, no sentido de viabilizar o atendimento através de sistemas mistos, com a permissão do uso da corrente contínua e a inclusão da classe de atendimento SIGFI20 (20kWh/mês), foram aceitas. Não se recomenda, entretanto, o fornecimento do sistema misto sem que seja facilitado o acesso aos usuários de equipamentos eficientes em corrente contínua.

Independente do sistema de atendimento fornecido, é imprescindível que seja efetuada uma orientação continuada quanto ao uso eficiente e racional da energia elétrica.

6. Referências Bibliográficas

- [1] ELETROBRAS, ELETROBRAS Distribuição Acre e GTZ, Relatório final: Ações para Dissemi-

- nação de Fontes Renováveis de Energia - Projeto Piloto de Xapuri. Outubro de 2008.
- [2] LIMA, Alex A. N. et al. Energia Solar Fotovoltaica e Universalização do Atendimento de Energia Elétrica em Áreas Remotas, XIX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica, São Paulo, novembro de 2010.
 - [3] OLIVIERI, Marta M. A. et al. Comparação entre dois tipos de sistemas fotovoltaicos individuais adequados para eletrificação rural. III Congresso Brasileiro de Energia Solar, Belém, setembro de 2010.
 - [4] OLIVIERI, Marta M. A. et al. Atendimento de Comunidades Isoladas da Amazônia com Serviços de Energia Elétrica: Resultados do Projeto Piloto Xapuri no Acre com Sistemas Fotovoltaicos Domiciliares. XIX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica, São Paulo, novembro de 2010.
 - [5] MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. 2012. Sobre o Programa Luz para Todos. Disponível em http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/o_programa.asp. Acesso em: 29 de maio de 2012.
 - [6] IBGE. 2010. Censo 2010. Disponível em <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 30 de maio de 2012.
 - [7] ANEEL, Resolução Normativa no 083 de 20 de setembro de 2004. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2004083.pdf>. Acesso em: 30 de maio de 2012.
 - [8] ESTEVES, Gheisa R.T. et al. Relatório sobre Análise de Sensibilidade dos Custos de Implantação, Operação e Manutenção de Sistemas Fotovoltaicos Isolados Individuais e Coletivos, Sistemas Convencionais Rurais e de Sistemas Híbridos. Projeto BRA/IIICA/09/001. Julho de 2011.
 - [9] BORGES, Eduardo L. P. Sistemas Fotovoltaicos Domiciliares – Teste em Campo de Um Modelo Sustentável de Eletrificação Rural. II Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, Vitória, setembro de 2007.
 - [10] ELETROBRAS PROCEL, Catálogo do Selo Procel 2011. Disponível em <http://www.eletrobras.com/elb/procel/main.asp?TeamID=%7b2DEB4057-D085-49A8-A66E-5D946249DC56%7d>. Acesso em: 30 de maio de 2012.
 - [11] ELETROBRAS CEPEL. Relatório Técnico DTE 42141/07: Implementação de estrutura laboratorial para avaliação de refrigeradores CC e primeiras análises. 2007.
 - [12] ELETROBRAS e GTZ, Avaliação socioeconômica da implantação dos sistemas fotovoltaicos domiciliares de Xapuri – Relatório da 1ª etapa de avaliação (fase-ex-ante). Junho de 2008.
 - [13] MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. 2009. Manual de Operacionalização do Programa Luz para Todos – versão 6.0. Disponível em <http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/documentos.asp>. Acesso em: 30 de maio de 2012.



Mujer con Aroma a Café...

Desde el pasado mes de noviembre, en CIER se sienten los pasos delicados, apacibles pero firmes de una mujer de negocios que posee al hablar el encanto de su tierra natal, Colombia. A continuación compartimos la entrevista realizada a la Presidenta de CIER, la Dra. Sandra Stella Fonseca Arenas en su reciente visita a la Secretaría Ejecutiva de CIER en Montevideo - Uruguay.

¿Cuáles son sus objetivos para CIER durante el período de su gestión?

En el año 2014- 2015 tenemos que lograr el gran propósito de encaminar a la CIER hacia la integración del continente. Ser líder en capacitación, en temas energéticos y posicionarnos como fuente de información y referente a nivel del continente en los temas vinculados a la electricidad y gas, regulación y por supuesto a la integración regional.

Ante la revisión de los lineamientos estratégicos este año ¿Cuáles considera prioritarios?

El lineamiento más importante que debe tener la CIER es lograr el consenso y el sentimiento de pertenencia de todas las empresas miembro, debemos sentirnos orgullosos y tener una amplia representatividad de todas las empresas y cada uno de los Comités en la CIER a pleno.



Foto: Rodrigo Olivera

En un sector mayoritariamente masculino ¿Cómo percibe el rol de la mujer?

Ser mujer es un orgullo, ser líder como mujer en la CIER y en general en todos los aspectos de la vida es una exigencia para ser ejemplo, para ser referente y así como en la CIER se requieren consensos y un sentimiento de integración, como mujer también tengo ese propósito, ser integradora y representativa a nivel de todo el continente.

¿Qué expectativas tiene para IntegraCIER 2014 siendo que coincide con la celebración del 50º Aniversario de la CIER?

Bueno, en IntegraCIER tenemos el gran reto de tener la mayor concurrencia en Punta del Este – Uruguay – del 10 al 12 de noviembre; esperamos que cada empresa miembro y cada representante de éstas sumen otra empresa para tener el mejor y mayor evento, con todos los Directivos del sector del continente.

¿Qué se lleva de su visita al Uruguay?

En Uruguay conocí Montevideo, una ciudad hermosa, llena de árboles, llena de verde con gente muy abierta y con un dinamismo impresionante, me encantó Montevideo!

Lic. Fernanda Falcone Pino
Comunicación y Relaciones
Institucionales CIER



Nota: Haga clic aquí para ver el vídeo de esta entrevista

Trabajo:

Análisis del Perfil Vertical de Viento en Uruguay

Autores:

Ing. Eliana Cornalino

Msc. Ing. Martin Draper

Empresa: UTE

SIBER 2013

1. Introducción

UTE ha instalado desde el año 2007 estaciones de medición de viento a alturas en el entorno de los 80 metros con el fin de evaluar y desarrollar el potencial eólico, encontrar regiones preferentes para la ubicación de parques eólicos y estudiar el comportamiento del viento en el territorio de modo de conocer y prever las posibles soluciones a los problemas que la introducción de grandes cantidades de energía eólica podrán introducir al sistema eléctrico.

Actualmente, el objetivo es alcanzar una potencia instalada de 1200 MW para 2015, lo cual representa una penetración de la energía eólica del 60% y 33% en potencia y energía respectivamente.

En este trabajo se estudió el comportamiento espacio-temporal del viento en el territorio a partir de datos de estaciones de medición distribuidas en distintas regiones del país,

buscando caracterizar regiones con diferente comportamiento. Se estudió particularmente la variabilidad del perfil vertical de viento, evaluando la existencia de estacionalidad y su relación con la hora del día. Se identificaron tres regiones diferentes desde el punto de vista del comportamiento de su ciclo diario de velocidad. La extrapolación vertical de la velocidad de viento se presenta como uno de los factores claves al evaluar el potencial eólico de un emplazamiento, observándose en particular una importante influencia de la estabilidad atmosférica en el perfil vertical de viento. De esta forma, se evaluaron diferentes estrategias para extrapolar la velocidad de viento a altura de buje.

2. Datos Utilizados

Si bien se dispone de datos históricos en el entorno de 5 años de duración en torres distribuidas en el territorio, para este análisis en

particular se escogieron solamente las estaciones que presentan una configuración estandarizada en cuanto a alturas de medición, dimensiones de la torre, etc. Algunas de estas torres cuentan con más de 2 años de medición, pero el período común de operación de todas las torres es de 1 año completo de duración. A continuación se presenta un mapa de Uruguay con las ubicaciones de las 7 estaciones consideradas en el estudio.

Todas las torres elegidas cuentan con tres alturas de medición, en general 100, 80 y 60 metros o próximas, con excepción de una de ellas (JIG2) cuya medición en el nivel medio e inferior se encuentra a 40 y 12 metros de altura respectivamente. Esta configuración no cumple con los requerimientos estándar para la medición con objetivos de la generación eólica, los cuales buscan que las mediciones releven el perfil vertical que ve el rotor desde punta de pala a altura de buje. A su vez, se verá más adelante que también es perjudicial a la hora de realizar la extrapolación vertical.

Los resultados presentados corresponden en todos los casos a las máximas alturas de medida.

3. Comportamiento Espacio-Temporal

3.1. Análisis del comportamiento en el espacio

Se ha realizado un análisis de la correlación espacial existente entre las velocidades de viento medidas a lo largo de todo el territorio nacional, encontrándose que más del 80% de la varianza de las velocidades en todas las estaciones están gobernadas por los mismos patrones climáticos. Ver [1].

Como se expresa en el trabajo referido, el principal forzante que actúa sobre las velocidades de viento de todo el territorio es el Anticiclón del Atlántico Sur, cuyo período característico es de entre 8 y 10 días de duración.

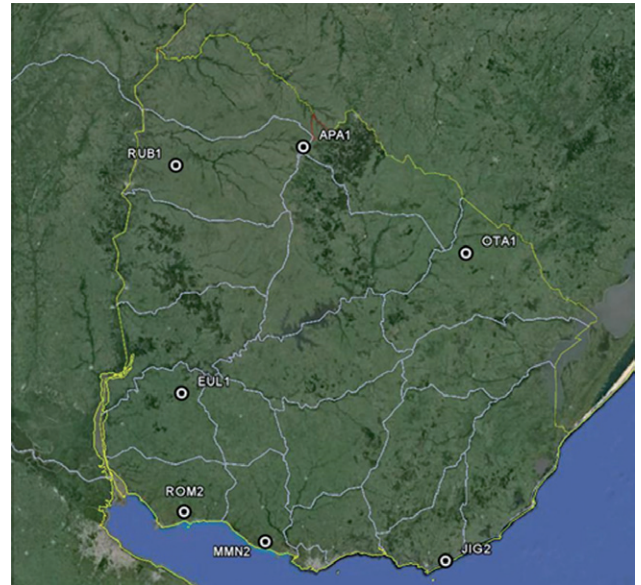


Figura 1. Mapa de Uruguay con las ubicaciones de las estaciones meteorológicas utilizadas.

Al analizar la correlación entre las distintas estaciones estudiadas se observa, como es de esperar, que para períodos muy cortos (de 10 minutos a una hora) las correlaciones son bajas y disminuyen mucho con la distancia. Sin embargo, al comparar velocidades medias diarias o semanales comienza a incrementarse el coeficiente de correlación entre las series, mostrando entonces la homogeneidad geográfica esperada.

3.2. Análisis del comportamiento en el tiempo

En cuanto a la evolución temporal de las velocidades se observa una baja variación a lo largo del año. En general se identifican 2 períodos diferentes, con velocidades mayores que la media anual en los meses de agosto/setiembre según la región –alcanzando valores hasta un 20% superiores- y velocidades menores que la

media anual principalmente en el mes de mayo con diferencias entre un 5% y un 15%.

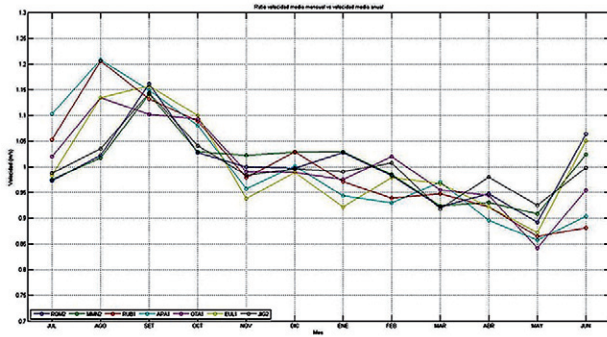


Figura 2. Cociente entre la velocidad media mensual y la velocidad media anual en función del mes del año.

Al evaluar la variación diaria se observa un comportamiento diferente en el día y la noche, caracterizándose este último por elevadas velocidades y gradientes verticales de velocidad importantes, representativos de una atmósfera estable. A continuación se presenta el cociente entre la velocidad media horaria y la velocidad media anual durante el período considerado para las 7 estaciones evaluadas.

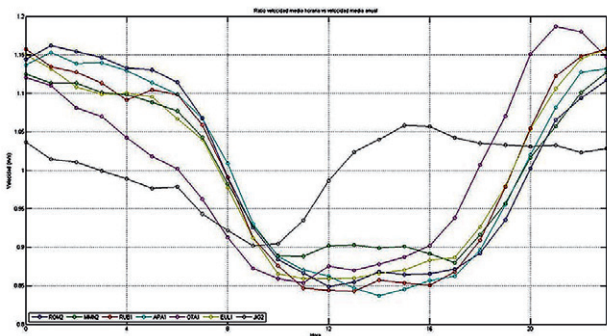


Figura 3. Cociente entre la velocidad media horaria y la velocidad media anual en función de la hora del día.

En la figura se observa una estación, JIG2, con un comportamiento marcadamente diferente a las otras estaciones. Este comportamiento diferente se condice con lo presentado en [1] respecto a las 3 regiones identificadas que presentaban diferente evolución de las velocidades medias horarias. JIG2 pertenece a la zona denominada Zona Sureste-Costa Atlántica. En este grupo de 7 estaciones estudiadas no se repite sin embargo lo observado para la zona

denominada Zona Suroeste-Costa del Río Uruguay. Probablemente la diferencia se deba a la altura de las series consideradas en el análisis anterior, que por ser menor a los 100 metros considerados aquí, mostraba comportamientos influenciados por la cercanía al terreno pero muy poco perceptibles a las alturas mencionadas.

4. Perfil Vertical

De cara al desarrollo de un proyecto eólico, una de las primeras inquietudes a resolver es la estimación de la serie de velocidad a altura de buje a partir de las velocidades medidas a otras alturas sobre el nivel del suelo, con el objetivo de realizar una modelización del flujo de viento y evaluación energética correspondiente. En el sector eólico, una de las prácticas más utilizadas para ello es realizar la extrapolación vertical suponiendo una ley del tipo potencial para representar la relación entre la velocidad del viento y la altura.

$$\frac{u}{v} = \left(\frac{h_1}{h_2} \right)^\alpha$$

siendo

u velocidad del nivel 1 (m/s)

v velocidad del nivel 2 (m/s)

h1 altura del nivel 1 (m)

h2 altura del nivel 2 (m)

α exponente de la ley potencial

4.1. Variación de alfa con la altura

Se observa que el coeficiente alfa medio va disminuyendo con la altura de manera no despreciable. A continuación se presenta un histograma de los exponentes obtenidos para 3 de las estaciones evaluadas calculados entre los niveles superior/medio y medio/inferior, considerando solamente aquellos diezminutales con velocidad superior a 3m/s y 2m/s en cada

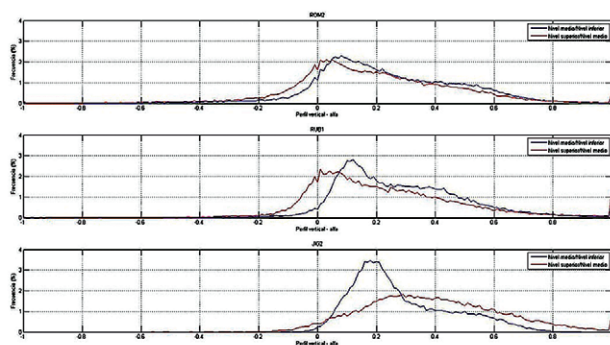


Figura 4. Histograma del exponente de la ley potencial para las estaciones ROM2, RUB1 y JIG2.

nivel respectivamente, donde se observa la disminución mencionada.

Cabe señalar que el comportamiento sensiblemente diferente observado en la estación JIG2 se debe a lo mencionado anteriormente en cuanto a las alturas de medición, ya que en JIG2 el nivel inferior se encuentra mucho más cerca del suelo y presenta diferencias más pronunciadas que en el resto de los casos. Esto se verá reflejado también en los resultados de la extrapolación vertical mostrados más adelante, donde JIG2 presenta mayores diferencias.

Los resultados mostrados dejan en claro la vital importancia de contar con medidas próximas a la altura de buje de los eventuales modelos de aerogenerador a instalar. A su vez, se evidencia la importante incertidumbre existente al momento de extrapolar velocidades más allá de la máxima altura de medición, observando el riesgo de sobreestimación existente debido a la reducción con la altura del perfil de velocidades.

4.2. Variación temporal de alfa

En cuanto a su variación temporal, presenta una gran variación a lo largo del día, no siendo significativa en cambio su variación a lo largo del año. Las fuertes variaciones a lo largo del día se deben fundamentalmente a los diferentes estados atmosféricos que caracterizan a las distintas horas del día, a saber, la fuerte estabilidad con frecuente inversión térmica durante las horas de la noche y la atmósfera

neutra a inestable durante las horas de mayor calentamiento solar.

Como se observa en la figura, el valor del coeficiente alfa varía en cada estación de medición dependiendo de la dirección de incidencia del viento, sin embargo, durante el período comprendido aproximadamente entre las 8 y las 18 horas lo que se observa es una fuerte disminución del coeficiente para todos los sectores de dirección.

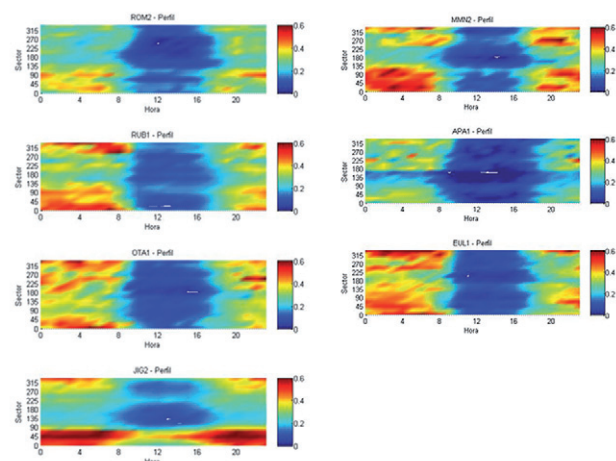


Figura 5. Exponente de la ley potencial en función del rango de dirección y de la hora del día para cada una de las estaciones evaluadas.

El mismo análisis realizado discriminando por mes del año en lugar de por hora del día no arrojó resultados significativos, es decir, no se observó un patrón de comportamiento diferente según la época del año en ninguno de los casos, o los mismos se consideraron despreciables. Esta apreciación se verifica más adelante al evaluar los resultados de la extrapolación por distintos métodos.

4.3. Extrapolación vertical

En general, a los efectos de los cálculos energéticos llevados a cabo para el desarrollo de un proyecto basta con realizar la extrapolación de los valores de velocidad utilizando el valor medio de los alfas calculados, discriminando solamente por sector de dirección de viento.

Sin embargo, cuando se requiere estimar el comportamiento de la serie de velocidades completa a una altura diferente, utilizar el alfa

medio hará perder el efecto de variación horaria observado sobre las velocidades.

La necesidad de extrapolar correctamente en todas las condiciones atmosféricas es importante tanto para los usos que se puedan requerir desde el punto de vista operacional del sistema eléctrico y demás, así como también para no perder de vista eventos que pueden ser mucho más exigentes para la máquina sobre todo cuando se trabajará a una altura de buje superior a la de medición.

En la búsqueda del mejor método para realizar esta extrapolación respetando el comportamiento horario se realizaron pruebas con los siguientes métodos:

- Cálculo del alfa instante a instante
- Cálculo del alfa por rango de dirección
- Cálculo del alfa por rango de dirección y por hora del día
- Cálculo del alfa por rango de dirección y por mes
- Cálculo del alfa por rango de dirección, hora del día y mes
- Cálculo del alfa por rango de dirección y “estado atmosférico”

Se llamó “estado atmosférico” a un indicador indirecto del mismo, calculado a partir de los exponentes alfa empíricos calculados en cada momento.

Las pruebas consistieron en extrapolar desde la altura intermedia de medición y considerando el perfil empírico obtenido entre los niveles medio e inferior, la velocidad del nivel superior.

En la tabla 1 se muestra el error en la estimación de la velocidad media anual para cada una de las estaciones evaluadas en función del método utilizado.

Como se observa en la imagen, el error acumulado de cualquiera de las opciones es similar, exceptuando el caso ya mencionado de JIG2.

Sin embargo, el bajo error en la estimación de la velocidad media anual no garantiza la correcta estimación de la velocidad de viento en todo momento. Para analizar la capacidad de cada uno de los métodos de estimar la serie de velocidades y no sólo su media anual se realizaron los histogramas de las diferencias de cada diez-minutal entre la serie extrapolada y la medida.

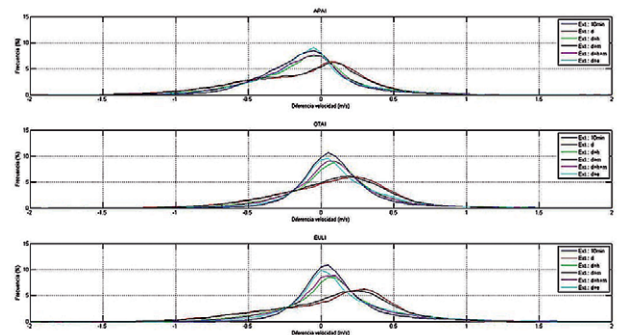


Figura 6. Histograma de las diferencias entre la velocidad media diezminutal medida en el nivel superior y la estimación realizada por cada uno de los métodos utilizados para las estaciones APA1, OTA1 y EUL1.

Estación	10min	d	d+h	d+m	d+h+m	d+e
ROM2	1.40%	0.82%	0.98%	0.86%	1.07%	1.31%
MMN2	0.74%	0.38%	0.54%	0.41%	0.63%	0.77%
RUB1	1.58%	1.22%	1.41%	1.22%	1.43%	1.59%
APA1	-1.27%	-1.57%	-1.41%	-1.58%	-1.39%	-1.31%
OTA1	1.48%	1.14%	1.27%	1.15%	1.31%	1.48%
EUL1	1.62%	1.14%	1.39%	1.16%	1.45%	1.59%
JIG2	5.51%	-6.17%	-4.91%	-6.00%	-4.58%	-5.22%

Tabla 1. Error en la estimación de la velocidad media anual para cada una de las estaciones evaluadas en función del método utilizado.

En base a esta estimación de los errores se concluye que el mejor método para la extrapolación de la serie de medida conservando su evolución temporal es utilizar el “Cálculo del alfa por rango de dirección y por hora del día”.

Se confirmó mediante este análisis, al ver que el hecho de discriminar por mes no aportó una mejora en el ajuste, que los cambios estacionales del perfil vertical, debidos sobre todo a la variación de la cantidad de horas de calentamiento solar y su intensidad, no afectan los resultados de la extrapolación.

5. Conclusiones

En base a las primeras series históricas de medición específicamente diseñadas con fines de evaluación del recurso eólico que han completado más de un año de duración, y que cuentan a su vez con medición a tres alturas y con la altura máxima del entorno de los 100 metros, se revisaron los conceptos de comportamiento espacio temporal ya expuestos en anteriores estudios para el territorio uruguayo, confirmando en general las conclusiones anteriormente arribadas.

Se realizó una comprobación empírica de los métodos de extrapolación en altura habitualmente utilizados llegando a comprobar que para la extrapolación con el mero objetivo de la estimación de la producción energética anual es suficiente extrapolar utilizando solamente discriminación por sectores de dirección.

Sin embargo, cuando se requiere obtener series extrapoladas cuyo comportamiento temporal también se ajuste al esperado, el mejor método dentro de los evaluados es discriminar por dirección de viento y hora del día.

6. Referencias

- [1] E. Cornalino, and M. Draper, “Planning the distribution of wind farms in Uruguay in order to optimize the operability of large amounts of wind power,” in Proc. European Wind Energy Conference and Exhibition., Copnhague, Dinamarca, 2012.
- [2] D.S. Wilks. “Statistical methods in the atmospheric sciences”. Academic Press, Elseiver, 2006.

Trabajo:

Las Energías Renovables en la Futura Matriz Energética Boliviana

Autor:

MIGUEL A. DELGADO R.
miguel.delgado@corani.bo

Empresa:

EMPRESA ELECTRICA CORANI S.A.

Cargos:

- Departamento de Planificación - Unidad de Proyectos Eólicos - Ex Gerente de Responsabilidad Social

SIBER 2013

1. Introducción

Para atender la demanda de electricidad y sentar las bases para el desarrollo de las Energías Renovables, se han efectuado estudios, emitido disposiciones de políticas, así como se ha elaborado el Plan Optimo de Expansión del Sistema Interconectado Nacional 2012 - 2022 (POES), que permiten prever la incorporación y fortalecimiento de las Energías Renovables No convencionales (ERNC). El POES determina el incremento de las centrales hidroeléctricas, el inicio de la geotermia y un crecimiento modesto de la biomasa, además de centrales termoeléctricas.

En un sistema eléctrico en el que predomina marcadamente la termoelectricidad en base al Gas Natural -que ya, en términos ambientales, se constituye en un energético de mejor calidad que otros combustibles fósiles- el incremento del

aprovechamiento de ERNC contribuirá a atender la demanda energética con mejor desempeño ambiental y reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero. La construcción de centrales hidroeléctricas en zonas de montaña, también reduce los impactos negativos sobre la biodiversidad.

El objetivo de este trabajo es realizar un análisis de la nueva matriz energética (al 2022) en términos ambientales, emisión de Gases de Efecto Invernadero (CO_2 , CH_4 , N_2O), Huella de Carbono ($\text{gr CO}_2/\text{kWh}$) y el Índice de Impacto Ecológico ocasionado por las hidroeléctricas (Has. Inundadas/MW capacidad instalada).

Este análisis se realiza para el componente generación, del Sistema Interconectado Nacional (SIN).

2. Características del Parque Generador Boliviano

El parque generador del SIN se caracteriza por el predominio de la termoelectricidad a Gas Natural, correspondiendo al 62,1% de la Potencia Instalada y al 66,5% de la Generación, a 2012. Históricamente, esa es la tendencia de al menos la última década, según puede observarse en el Gráfico N° 1.

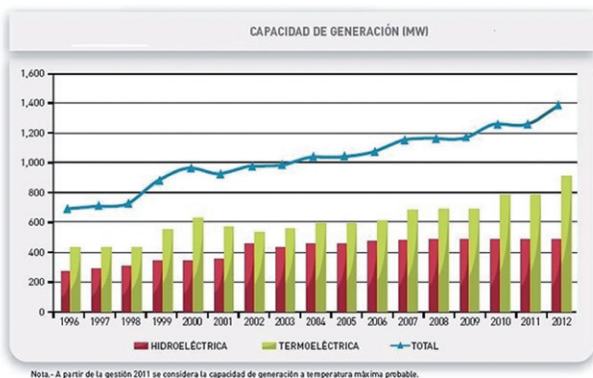


Gráfico N° 1. Capacidad de Generación 1996-2012. Fuente: CNDC, 2012

La potencia instalada a 2012 es de 1.384,8 MW.

HIDROELÉCTRICAS	CAPACIDAD (MW)	TERMOELÉCTRICAS (*)	CAPACIDAD (MW)
Sistema Corani	148.7	Guaracachi (36°C)	321.6
Sistema Zongo	188.0	Santa Cruz (36°C)	38.4
Sistema Miguillas	21.1	Aranjuez (25°C)	35.4
Sistema Taquesi	89.3	Karachipampa (18°C)	13.5
Kanata	7.5	Kenko (18°C)	17.8
Sistema Yura	19.0	Valle Hermoso (28°C)	107.7
Sistema Quehata	2.3	Carrasco (36°C)	124.0
		Bulo Bulo (36°C)	87.3
		Entre Rios (36°C)	98.7
		Guabirá (36°C)	21.0
		El Alto (18°C)	16.2
		Moxos	(**) 24.3
		Trinidad	2.9
Subtotal	476.1	Subtotal	908.7
Capacidad Total (Hidro + Termo) : 1,384.77 MW			

[*] A la temperatura máxima probable

[**] No se consideran las 6 unidades siniestradas en julio de 2012 (M0509 - M0514).

NOTA: los totales pueden no coincidir por redondeo de cifras.

Gráfico N° 2. Capacidad de Generación 2012. Fuente: CNDC, 2012

El desarrollo de las termoeléctricas se ha visto favorecido por las altas reservas de Gas Natural (de hecho, Bolivia es exportadora de este combustible), el precio subsidiado y congelado

para la generación eléctrica (aproximadamente el 20% del precio de exportación) y los cortos plazos que se requieren para su implementación. Estos aspectos han desincentivado el desarrollo de las hidroeléctricas (Aliaga et al. 2012). El monto de la subvención supera los 400 millones de dólares anuales (YPFB, 2012).

El incremento de la demanda de electricidad de los últimos años ha sido atendida a través de un plan de emergencia, que ha recurrido a turbinas a Gas Natural y a motores a Diesel Oil.

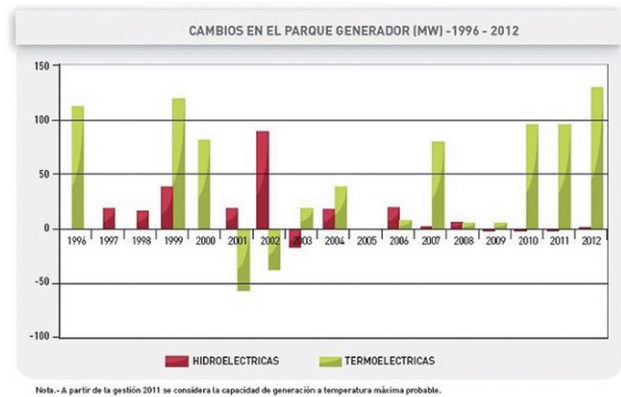


Gráfico N° 3. Cambios del parque Generador. Fuente: CNDC, 2012

En el diagnóstico del sector realizado por la autoridad sectorial (Ministerio de Hidrocarburos y Energía - Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas, MHE - VMEEA, 2012), para elaborar una estrategia de desarrollo de las Energías Alternativas, se indica que las emisiones de CO₂ y el ruido son las externalidades ambientales más importantes, aunque no fueron cuantificados.

3. Planes y Políticas Energéticas

El marco político institucional está establecido por:

- La Constitución Política del Estado Plurinacional
- El Plan Nacional de Desarrollo (D.S. 29272)
- D.S. 29635, Programa Electricidad para Vivir con Dignidad.

- Plan de Universalización Bolivia con Energía (2010 - 2025)

En base a lo anterior, el MHE-VMEEA ha elaborado la “Política de Energías Alternativas para el Sector Eléctrico en el Estado Plurinacional de Bolivia” (2012), que a través de cuatro Programas define los lineamientos para desarrollar las fuentes de energías alternativas, incrementar la generación, incrementar la cobertura del servicio, exportar la energía eléctrica y fundamentalmente modificar la matriz energética:

- a. Programa 1: “Generación Eléctrica mediante Energías Alternativas”, que establece una participación de al menos 10% de la matriz energética. Adicionalmente, plantea que debe considerarse posibilidades de exportación
- b. Programa 2: “Electricidad para Vivir con Dignidad”
- c. Programa 3: “Desarrollo Normativo y Fortalecimiento Institucional”
- d. Programa 4: “Desarrollo de la Investigación, Transferencia Tecnológica, Promoción y Difusión”

El Plan de Desarrollo Energético - Análisis de Escenarios 2008 - 2027 (2009), reconoce el alto potencial de las ERNC en Bolivia:

- a. Hidroenergía, con un potencial hidroenergético aprovechable de aproximadamente 40.000 MW, según el inventario, del cual solo se habría desarrollado el 1,2%.
- b. Biomasa, muy utilizado domésticamente pero con potencial para aprovechar a nivel industrial.
- c. Geotermia, en el Occidente, con potencial probado pero que requiere contabilizarlo.
- d. Eólico, que avanza a partir de la preparación del Atlas Eólico de Bolivia (2009), por 3TIER, con el impulso de TDE.

El Diagnóstico para la elaboración de estrategias de desarrollo de las Energías Alternativas, concluye que para el 2020 (MHE-VMEEA, 2012): i) los costos de generación de hidroeléctricas, eólicas y biomasa (bagazo del azúcar) podrían estar por debajo de las termoeléctricas a Gas Natural, ii) es realista una participación del orden de 400 MW para eólicas, biomasa y solar, iii) unos 200 MW de eólicas, iv) hidroeléctricas. Finalmente, concluye que el orden de costos de generación indica que las hidroeléctricas son las más económicas, seguidas de eólica y solar, aunque reconocen que las hidroeléctricas implican costos ambientales cuando están localizadas en las regiones de tierras bajas.

Los anteriores instrumentos de política y orientación, evidencian un importante grado de madurez para dirigirse al cambio de la matriz energética, hacia la hidroelectricidad y los otros recursos naturales renovables.

En esta línea, está en marcha ya la construcción del proyecto hidroeléctrico Misicuni (120 MW, a cargo de la Empresa Misicuni), la futura licitación para la construcción del proyecto hidroeléctrico San José (120 MW, a cargo de la Empresa Corani S.A.), la construcción del Parque Eólico Qollpana, el primer parque nacional (piloto, 3 MW, a cargo de la Empresa Corani S.A.) y una campaña de medición eólica a nivel nacional (9 torres, a cargo de la Empresa Nacional de Electricidad).

4. El Plan Óptimo de Expansión del SIN 2012 - 2022

Aprobado en fecha 5/01/2012, el POES del SIN elaborado por el Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC) identifica el cronograma de ingreso de proyectos de generación y transmisión para abastecer la demanda prevista, de

forma segura, confiable y a costo mínimo, para un periodo de 10 años: 2012 - 2022.

En el POES se prevé el incremento de la potencia instalada de más del 100% en el periodo mencionado, con una disminución del parque termoeléctrico al 37% y una participación en la producción del 40%.

Este Plan fue elaborado en función a los proyectos que se conocían (sea cual fuera el nivel de avance). Los proyectos presentados en forma esquemática, son los siguientes.

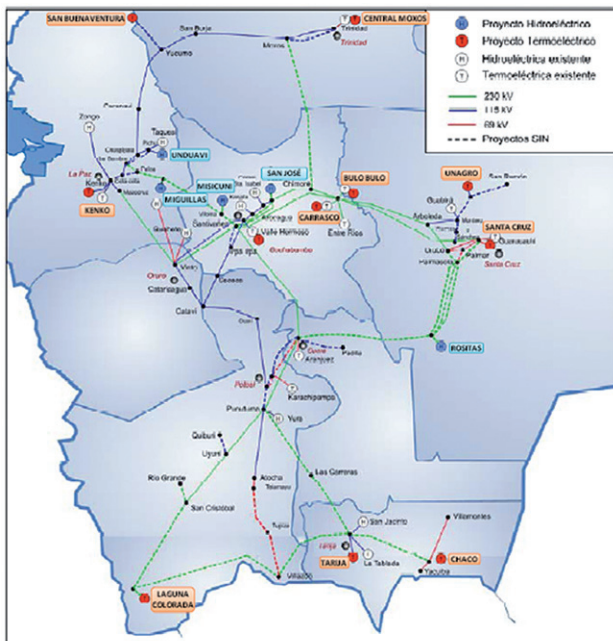


Gráfico N° 4. Esquema proyectos POES 2012-2022.
Fuente: CNDC, 2012

Destacan 5 proyectos hidroeléctricos, 1 geotérmico, 3 biomasa y 7 térmicos.

No se observa estrecha relación del POES con las políticas indicadas en el Punto 3 precedente, aunque efectivamente la incorporación de las energías renovables modificarán sustancialmente la matriz energética.

Por el carácter concreto del POES, no se hacen otras consideraciones de los proyectos, como el potencial de los recursos naturales en los sitios en que se emplazan, geografía, aspectos

ambientales, emisión de CO_2 , eficiencia de las tecnologías en los sitios, etc.

5. Implicaciones Ambientales de la Futura Matriz Energética

Para el análisis se revisaron las estadísticas históricas oficiales de operación emitidas por el Centro Nacional de Despacho de Carga. La estimación de la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), CO_2 , CH_4 y N_2O , se realizó aplicando los Factores de Emisión del Nivel 1 propuestos por el IPCC 2006, para el Gas Natural; el total de GEI es la suma de la emisión estimada de los 3 gases citados. Otros indicadores, la Huella de Carbono y el Índice de Impacto Ecológico, son cocientes de gramos emisión CO_2/kWh y Hectáreas inundadas/Potencia Instalada, respectivamente.

La emisión estimada de gases se indica en el cuadro de la siguiente página. Los valores indicados de Potencia y Generación para el periodo 2008 - 2012 son los reales para cada año, no los estimados en el POES (los valores reales son ligeramente mayores a los esperados en el POES).

Se calcularon los valores para el 2022 en dos escenarios: i) el hipotético caso de mantener los actuales porcentajes de termoelectricidad (66,5% del 2012), ii) el esperado por el POES en la nueva matriz energética (disminuir al 40%).

Para el 2022 se espera un incremento del 66% de la Potencia Instalada (a 2.297 MW) y del 100% en la Generación (a 13.786 GWh/año).

Si se mantuviese el porcentaje actual de termoelectricidad, la emisión de Gases de Efecto Invernadero se incrementará el 100% (de 2,93 a 5,82 MMTons GEI). En cambio, con la nueva matriz energética, el incremento será de apenas el 7% (a 3,12 MMTons GEI). En el gráfico N° 5 se expresan los valores de emisión de GEI,

NUEVA MATRIZ ENERGÉTICA - 2022

Año (*)	Potencia Instalada Total (MW)	Generación Bruta Total SIN (GWh)	Generación Térmica (%)	CO2 (MM Tons)	CH4 (kg)	N2O (kg)	Total GEI (MM Tons)	Huella Carbono (grCO2/kWh)
2008	1.162,3	5.360,0	57,5	2,02	36.062	3.606	2,02	377,4
2009	1.164,9	5.633,0	59,8	2,24	39.947	3.995	2,24	397,9
2010	1.258,1	6.086,0	64,6	2,68	47.820	4.782	2,68	440,8
2011	1.309,8	6.611,0	64,8	2,98	53.046	5.305	2,98	450,1
2012	1.384,8	6.940,0	66,5	2,93	52.182	5.218	2,93	421,8
2022	2.297	13.786	66,5	5,82	103.658	10.366	5,82	421,8
2022 (***)	2.297	13.786	40,0	3,12	55.699	5.570	3,12	226,7

(*) Período 2008 - 2012: Datos estadísticos históricos

(**) 2022: Datos de emisión de gases estimada, manteniendo las actuales condiciones de participación de la termoelectricidad a Gas Natural

(***) 2022: Datos de emisión de gases estimada, según lo previsto en el Plan Óptimo de Expansión del SIN 2012-2022

Cuadro N° 1. Generación y emisión de GEI.

Fuente: Elaboración propia

históricos y estimados para el 2022, mostrando en líneas punteadas los resultados en el escenario de la nueva matriz energética.

incrementado significativamente la Capacidad y la Generación.

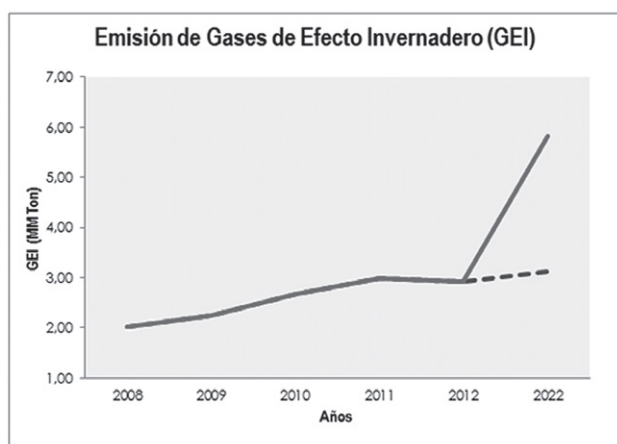


Gráfico N° 5. Emisión de GEI, históricos y estimados.

Fuente: Elaboración propia

Siendo que el CO₂ es el gas que se emite en cantidades mucho mayores a los otros dos, predomina en los valores totales de GEI.

En cuanto a la Huella de Carbono, mantener el escenario actual en el futuro (66,5% de termoelectricidad), tan solo mantendrá la actual situación; en cambio, la nueva matriz energética conducirá al significativo descenso de este indicador, reflejando un sector eléctrico ambientalmente más "limpio", a pesar de haberse

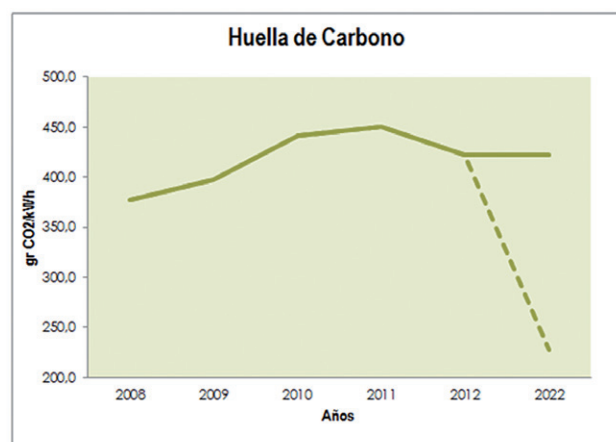


Gráfico N° 6. Huella de Carbono, históricos y estimados.

Fuente: Elaboración propia

Los proyectos hidroeléctricos previstos en el POES se refieren a proyectos que se localizan en el Occidente, la parte montañosa del país. Ello tiene la ventaja de ocupar fondos de valles en la región montañosa, de poca extensión, de menor biodiversidad y permite aprovechar el gradiente altitudinal para instalar centrales de alta caída en esquemas de cascada. Por lo anterior, el Índice de Impacto Ecológico es bajo, en comparación con proyectos que se construirían, por ejemplo en tierras bajas, en que el área anegada es mucho mayor.

PROYECTOS	Río principal	Capacidad Instalada (MW)	Superficie Inundada (Has)	Indice (Has/MW)	Observaciones
Umapalca y Palillada	Miguillas (La Paz)	167,1	N/A	N/A	Prácticamente centrales de pasada. Pequeños embalses de regulacion horaria, poca superficie ocupada
San Cristobal, Anazani, Santa Rosa	Unduavi (La Paz)	45	N/A	N/A	Prácticamente centrales de pasada. Pequeños embalses de regulacion horaria, poca superficie ocupada
Misicuni	Misicuni (Cochabamba)	120	600	5	Embalse que se desarrolla en un vaso de la cadena montañosa
San José	Paracti (Cochabamba)	120	N/A	N/A	Aprovecha aguas turbinadas de otra central hidroeléctrica localizada aguas arriba, en un esquema de cascada
Rositas	Grande (Santa Cruz)	400	24300	61	Estribaciones de la cadena montañosa

N/A: No Aplicable

Cuadro N° 2. Índice de Impacto Ecológico de proyectos hidroeléctricos del POES.
Fuente: Elaboración propia

Un hecho que se observa es que los proyectos no aprovechan necesariamente los recursos naturales de la región en que se localizan. Por ejemplo, el sector Oriental del país, presenta alto potencial eólico y no se tienen proyectos de aprovechamiento eólicos en esta región, a la fecha de elaboración del POES, o que no se aprovecha el altísimo potencial Solar de la región Occidental:

En un análisis más detallado, es posible encontrar sitios de alto potencial eólico en la región montañosa, que también pueden ser aprovechados. En una zona de estas características está construyéndose el primer parque eólico de Bolivia (Qollpana, Fase I), que con sus unidades 2 x 1,5 MW a 2800 m.s.n.m. y en geografía compleja, representa la incorporación de una tecnología no convencional al SIN y el inicio real del aprovechamiento de las ERNC.

6. Conclusiones

Existe una definición y conveniencia del sector eléctrico para cambiar la matriz energética actual (basada en la termoelectricidad) y dar mayor protagonismo a los recursos naturales renovables, principalmente la hidroelectricidad. Los estudios realizados por la autoridad sectorial prevén la incorporación adicional de geotermia, eólica y biomasa.

La conversión de la matriz energética conducirá a un sector eléctrico “limpio” ambientalmente (menor emisión de GEI, menor Huella de Carbono y baja ocupación de superficies), le



permitirá disminuir la subvención del Gas Natural y darle un mejor destino a ella, en términos de exportación.

A nivel de marco político se cuentan con las condiciones favorables para la incursión y desarrollo de las ERNC, que presentan un alto grado de madurez tecnológica y algunas de ellas precios aceptables.

Las políticas establecidas por la autoridad sectorial aún no se han traducido en proyectos concretos de ERNC, menos han sido considerados por el Centro Nacional de Despacho de Carga; a pesar de ello, ya se han iniciado algunas acciones iniciales y es plausible pensar en una consolidación hacia el futuro, de los planeados 400 MW al 2022, en eólica, biomasa y solar.

El crecimiento de la Demanda verificado los últimos años, es mayor a lo previsto en el POES 2012 - 2022, por lo que el requerimiento de energía será también mayor al previsto en ese estudio. En esta línea, el aporte de las Energías Renovables, convencionales y no, pueden constituir un aporte válido.

El parque piloto eólico Qollpana constituye el ingreso del país a la tecnología eólica y al aprovechamiento de ERNC.

La cartera de proyectos identificados para el periodo 2012 - 2022, no ha tomado en cuenta el recurso natural con mayor potencial en el sitio en el cual se emplazan los proyectos.

7. Lecciones Aprendidas

La elaboración convencional de planes de expansión, que consideran principalmente criterios técnicos y económicos, debe ser complementados con criterios ambientales, para evaluarlos integralmente y así otorgarles sustentabilidad. En este sentido, el uso de indi-

cadores como la emisión de Gases de Efecto Invernadero y Huella de Carbono, constituyen una opción simple para evaluar el desempeño ambiental.

Planes que aprovechen las complementariedades de los patrones de los recursos naturales, por ejemplo hidroeléctricas con eólicas, constituyen oportunidades para optimizar el aprovechamiento de los recursos, encontrar sinergias, bajar los impactos ambientales y en el caso de Eólicas, garantizar Potencia firme.

8. Recomendaciones

Basados en el potencial de la hidroenergía, solar, eólica y biomasa, es necesario gestar proyectos de ERNC, que aprovechen óptimamente los recursos naturales.

El POES incorpora proyectos que existían en el portafolio de instituciones, pero sin tomar en cuenta el potencial de las ERNC. Por tanto, es necesario que futuras actualizaciones contemplen variedad de proyectos.

Es necesario aproximar las políticas y planes elaborados por las autoridades sectoriales, con los gestores de proyectos, administradores y reguladores del mercado eléctrico.

9. Bibliografía

- Aliaga L., J., F. Buch, A. Bueno L. 2012. El sector eléctrico en Bolivia. IISEC, Universidad Católica Boliviana. Documento Trabajo N° 4/12.
- Centro Nacional de Despacho de Carga. Memoria 2012. 48 p.
- Centro Nacional de Despacho de Carga. Resultados de operación del Sistema Interconectado Nacional 2012. 46 p.

- <http://www.hidrocarburosbolivia.com/bolivia-mainmenu-117/energia/58119-subvencion-a-generacion-de-electricidad-llega-a-us-433-millones.html>.
- Subvención a generación de electricidad llega a U\$S 433 millones. Acceso 19/07/2013
- IPPC. 2006. Directrices para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Capítulo 2, Combustión Estacionaria. 47 p.
- MHE - VMEEA. 2009. Plan de desarrollo energético - Análisis de escenarios 2008 - 2027. 69 p.
- MHE - VMEEA. 2012. Política de energías alternativas para el sector eléctrico en el Estado Plurinacional de Bolivia. 25 p.
- MHE - VMEEA. 2012. Diagnóstico general para la elaboración del plan estratégico de desarrollo de las energías alternativas en Bolivia (2012 - 2020). 74 p.

Trabajar más duro hoy para un mañana más verde.



Suzlon wind farm in Kutch, India

El Grupo Suzlon es el quinto fabricante de aerogeneradores a nivel mundial, con una capacidad instalada de 24 GW. Presente en más de 33 países, en los seis continentes, cuenta con una cadena de suministro integrada en Asia, Europa y América. Con una disponibilidad global extraordinaria, con sus nuevas turbinas de las gamas S9X y S111, Suzlon ofrece una tecnología aún más eficiente. Con 613.2 MW instalados en Brasil y 63 en Nicaragua, Suzlon está actualmente ejecutando un proyecto de 65 MW en Uruguay y en pleno proceso de expansión en nuevos mercados de América Latina, entre otros, en países como México, Chile o Perú.

World's fifth largest* wind turbine manufacturer with an installed capacity of over 24,000MW | Operations in 33 countries across 6 continents | Manufacturing in 4 continents | R&D facilities in Denmark, Germany, India and The Netherlands

Source : *MAKE Report: Global Wind Turbine OEM 2013 Market Share

SUZLON
POWERING A GREENER TOMORROW

www.suzlon.com



Su empresa puede estar aquí

y ser vista en toda Latinoamérica

Contacto:

Lic. M^a Fernanda Falcone
Asistente de Comunicación
Comisión de Integración Energética Regional - CIER
Blvr. Gral. Artigas 1040 - C.P.: 11300
Montevideo, Uruguay
Tel.: (+598) 2709 0611* int. 27
Fax: (+598) 2708 3193
www.cier.org.uy
ffalcone@cier.org.uy

