



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

**MONTAJES DE EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS PARA MEJORAR
LA CONFIABILIDAD DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE LA ANDE
- AÑO 2010/ 2011/ 2012 -**

**Hugo Acosta, Claudelino Espínola, Carlos Decoud
Administración Nacional de Electricidad**

Paraguay

RESUMEN

Desde hace varios años se ha venido posponiendo, la fuerte inversión en infraestructura para el Sistema de Transmisión eléctrica de la ANDE necesarias para atender el crecimiento del país en lo que a demanda de energía eléctrica se refiere (considerado de manera interanual en el orden del 10%). Los resultados recogidos en estos últimos años ante esta situación, son equipos eléctricos que operan a niveles límites de su capacidad, el exceso de carga en los Transformadores y en las Líneas de Transmisión eléctrica y fallas frecuentes de equipos en situaciones críticas de operación y mantenibilidad. Ante esta crítica situación, las Unidades Técnicas de Operación y Mantenimiento han propuesto lanzar a partir del año 2010 el Plan de Emergencia eléctrica denominado PLAN VERANO.

El presente trabajo técnico tiene por objeto brindar información sobre los trabajos de refuerzos y ampliaciones en el Sistema de Transmisión que fueron y que están siendo ejecutados por la División de Mantenimiento de la Gerencia Técnica correspondiente a los años 2010-2011 y 2012 debido al sostenido crecimiento económico del país; al momento de elaborar este plan estratégico por la ANDE considerado de cortísimo plazo, para la atención de las urgentes necesidades de energía de la población paraguaya.

PALABRAS CLAVES

Plan, emergencia, sistema, refuerzos, líneas de transmisión, estaciones, montajes, confiabilidad, calidad, demanda, consumo.



1. INTRUDUCCION

El historial anual de demanda máxima refiere que en el mes de marzo del 2009 se ha registrado un pico de 1.741 MW y en el primer cuatrimestre del 2010 del orden de los 1.935 MW en contraposición con una capacidad de transformación en la generación para el Sistema Interconectado Nacional del orden de 1.940 MW, por ese entonces.

De acuerdo a informes de la SGT/OP año 2010 los transformadores con sobrecarga sumaban en cantidad de 49 unidades distribuidos en 23 unidades de 220 kV y 26 unidades de 66 kV y varios tramos de líneas de transmisión con capacidad de transporte superiores al 100 %. Los centros de transformación eléctrica con sobrecarga estimada fueron definidos en 38 locales, distribuidos en 14 locales del Sistema Metropolitano, 4 locales del Sistema Central, 8 locales del Sistema Este, 4 locales del Sistema Norte-Oeste y 8 locales del Sistema Sur.

2. CONSIDERACIONES SOBRE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA¹

En primer lugar, el estudio de la demanda de energía eléctrica se refiere al comportamiento futuro de los clientes de diferentes sectores: residencial, comercial, industrial, entre otros. Se sabe que detrás de la conducta de estos clientes se mueven múltiples factores o variables que incidirán en las decisiones de los consumidores. Entre esos factores se pueden mencionar la actividad económica del país, el estado de la tecnología, los hábitos de consumo, la situación política (alienta o desalienta inversiones), la temperatura, el precio de la electricidad, el proceso demográfico, los precios de bienes sustitutos o de otras fuentes energéticas, etc. Al intentar determinar o predecir el comportamiento futuro de los factores mencionados nos sumergimos en un contexto con alto grado de incertidumbre. Ante estos elementos externos actúan de manera dinámica el escenario económico, el escenario energético, los cambios tecnológicos, el encarecimiento de los hidrocarburos y el proceso de agotamiento de las biomásas. Por otro lado resultan como elementos internos en este proceso, a lo que podemos citar: la evolución sistemática del nivel de pérdidas de los últimos 10 años que afecta significativamente el nivel del requerimiento de energía del sistema eléctrico nacional, tanto las pérdidas técnicas como las comerciales, influyen también el factor de carga en la determinación de la demanda máxima de potencia. Otro factor relevante que potencia la demanda eléctrica a nivel de hogares y comercios constituye el uso eléctrico para refrigeración de ambientes y alimentos, dadas las condiciones del clima caluroso durante la mayor parte del año en el país y reconociendo la escasa tenencia de aire acondicionado en los hogares paraguayos, que según la Encuesta Permanente de Hogares 2008 realizada por la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censo, solo el 17% de las viviendas cuentan con el mismo. Otro elemento a considerar con relación al potencial de demanda de electricidad en los hogares, es la tasa de saturación de equipamientos electrodomésticos, un indicador que mide el stock de artefactos eléctricos que se tiene en los hogares. Según una encuesta realizada por la ANDE para la zona metropolitana, se estima que la tasa de equipamiento electrodomésticos de las viviendas encuestadas oscila entre 30 a 40%, considerando aquellos artefactos de mayor consumo de electricidad.

Si bien la definición de un Plan de Obras de la ANDE se ve influenciado por diversos factores, como ser: configuraciones topológicas consideradas, requerimientos de confiabilidad y calidad y

¹ ANDE Previsión de la Demanda Eléctrica 2010-20/ Anexo 37 pag 86 / Mariano Irala L. Sección Estudios de Mercado

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

disponibilidad de fuentes de generación, entre otros, el factor de mayor preponderancia es el escenario de crecimiento de la demanda. En este sentido, el Plan Maestro de Corto y Medio Plazo es desarrollado en base a la adopción de un escenario de crecimiento promedio de **9,4%** en el periodo, conforme a la recomendación del “**ESTUDIO DE MERCADO ELÉCTRICO NACIONAL, PROYECCIÓN 2010-2020**”, elaborado por el Dpto. de Estudios de Tarifas y Mercado, y aprobado por Resolución P/Nº 27.574 de la ANDE, en fecha 03/09/2010.

3. PLAN DE EMERGENCIA ELECTRICA AÑOS 2010/2011/2012

En el marco de Mejoras y Mantenimiento del Sistema Interconectado Nacional y con el firme propósito de minimizar el impacto en el consumo de energía eléctrica en verano y en la demanda máxima del sistema eléctrico, la División de Operación en coordinación con la División de Mantenimiento del Sistema de Transmisión de la ANDE, han lanzado un Plan de Emergencia Eléctrica a fin de hacer frente a las *demandas máximas anuales esperadas* por el sistema eléctrico en contraposición con la capacidad de transformación eléctrica denominado “**PLAN VERANO**”.

Para el caso los criterios técnicos utilizados a fin de determinar las necesidades del sistema, se establecieron en base a los valores de tensión y carga admisible en líneas de transmisión, equipos de transformación, compensación estática de reactivos y generadores ya sean en condiciones de operación normal y de emergencia.

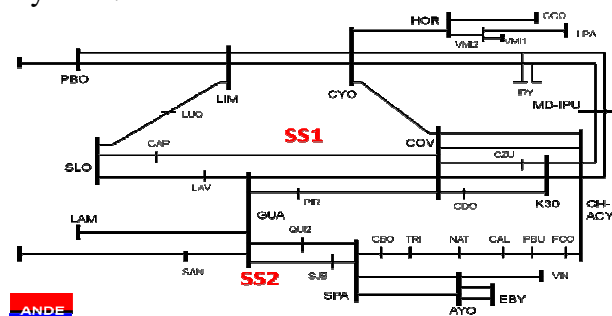
A través de los problemas detectados en los distintos sistemas regionales de transmisión y transformación, se presentan los principales refuerzos requeridos, tales como nuevas obras, repotenciación de equipos, repotenciones de líneas transmisión, ampliación de la capacidad de transformación de las Estaciones y Subestaciones que se encuentran contenidos en el Plan de Obras correspondiente al **Plan de Emergencia Eléctrica o PLAN VERANO**.

3.1 CONFIGURACION DEL SIN

El SI operando esta dividido en dos subsistemas:

SS1: CH-ITAIPU // CH-ACY (G1, G2 y G4): Alimentando al Sistema Metropolitano (incluye ITG), Centro, Norte, Oeste, Este, Sur (parcial) hasta NAT y EMSA.

SS2: CH-YAC: Alimentando AYO, VIN, PIL, SPA, CBO, SJB, TRI, QU2, QUI, CAU GUA, VTA, GHN, SAN, PSA, GDI y REP.



X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

El objetivo del PLAN VERANO enfatiza cinco acciones básicas que son: a) la mejora del nivel de tensión y eliminar las perdidas reactivas a través de la instalación de bancos capacitores en las Estaciones y Subestaciones, b) refuerzos de las líneas de 220 (kV) existentes con carga superior o próxima al 100 % de su capacidad c) refuerzos en líneas de transformación de Estaciones y Subestaciones a fin de dar mayor disponibilidad de potencia instalada en locales que lo requieran d) la construcción de nuevas líneas de transmisión y Estaciones de transformación e) así como la inyección de fuentes de Generación Térmica en el sistema eléctrico.

3.1.1 PREMISA /a - DEL PLAN VERANO

Para abordar el primer punto se debe instalar una capacidad de compensación reactiva de 180 MVar. distribuidos en 33 Estaciones y Subestaciones del país.

Estos trabajos fueron hechos en su mayoría por técnicos de la ANDE (144.6 MVar) y por contratistas (48 MVar).

A- BANCO DE CAPA					CITORES PLAN VERANO		Fecha DE P/S
Local	MVar actual	Adicional	Total Final	BC Nº			
1	SE-ITG	12 (6 + 6)	12	24	BC-01 12MVar + BC-02 12MVar	28.07.2011	
2	ES-PCA	18 (12 + 6)	6	24	BC-01 6MVar + BC-02 12MVar + BC-03 6MVar	26.01.2012	
3	SE-CEN	6	6	12	BC-01 6MVar + BC-02 6MVar	08.09.2011	
4	ES-LPA	0	6	6	BC-01 6MVar	05.03.2012	
5	SE-CON	6 (3 + 3)	6	12	BC-01 6MVar	06.10.2011	
6	ES-PIR	0	3	3	BC-01 3MVar	18.08.2011	
7	SE-VCE	0	3	3	BC-01 6MVar	22.12.2011	
8	ES-SES	9,6 (3,6 + 6)	2,4	12	BC-01 6MVar + BC-02 6MVar	21.10.2011	
9	SE-ENC	18 (6 + 6 + 6)	6	24	BC-01 6MVar + BC-02 6MVar + BC-03 6MVar + BC-04 6MVar	12.12.2011	
10	SE-NAR	4,8 (3 + 1,8)	7,2	12	BC-01 6MVar + BC-02 6MVar	20.05.2011	
11	SE-FIL	0	3	3	BC-01 3MVar	12.11.2011	
12	ES-PFO	6	6	12	BC-01 6MVar + BC-02 6MVar	09.09.2011	
13	SE-VAU	18 (6 + 6 + 6)	6	24	BC-01 6MVar + BC-02 6MVar + BC-03 6MVar + BC-04 6MVar	01.12.2011	
14	SE-VHA	3	6	9	BC-01 6MVar + BC-02 6MVar	11.01.2012	
15	ES-LIM	6	6	12	BC-01 12MVar	10.11.2012	
16	ES-LAV	12 (6 + 6)	6	18	BC-01 6MVar + BC-02 12MVar	06.10.2011	
17	ES-SLO	15 (6 + 6 + 3)	6	21	BC-01 6MVar + BC-02 6MVar + BC-03 12MVar + BC-04 6MVar	23.11.2011	
18	SE-ACY	6	6	12	BC-01 6MVar + BC-02 6MVar	10.09.2011	
102,6 243							
B- PEDIDO DE AUMENTO DE CAPACIDAD ENERO 2012					DE CAPACIDAD ENERO 2012		Fecha DE P/S
Item	Local	MVar actual	Adicional	Total Final	BC Nº		
19	ES-SAN	12	12	24	BC-01 12MVar + BC-02 12MVar	08.02.2012	
20	ES-CAP	12	6	18	BC-01 12MVar + BC-02 6MVar	20.02.2012	
21	ES-LUQ	12	12	12	BC-01 12MVar(ACTUAL) + BC-02 12MVar(FUTURO)	20.02.2009	
22	ES-PSA*	18	6	24	BC-01 6MVar + BC-02(*) 12MVar + BC-03 6MVar	29.02.2012	
23	SE-SMI	18	18	18	BC-01 6MVar + BC-02 6MVar(FUTURO 12+12)		
24	SE-BPA	18	6	24	BC-01 6MVar + BC-02 6MVar + BC-03 12MVar	23.02.2012	
24	SE-VAU	24			Figura Item 13		
26	SE-TBO	19,2		19,2	Aun no tenemos el BC		
42 139,2							
C- SOLICITADOS A					COMISIONAR LOS BC'S MONTADO POR CONTRATISTAS		Fecha DE P/S
Item	Local	MVar actual	Adicional	Total Final	BC Nº		
27	ES-SRO	3	3	6	BC-01 3MVar+BC-02 3MVar	06.03.2012	
28	SE-SPN	0	3	3	BC-01 3MVar	15.12.2011	
29	ES-TRI	0	3	3	BC-01 3MVar	29.12.2011	
30	SE-SPP	0	3	3	BC-01 3MVar Sustitución	26.02.2012	
31	SE-BPA	18	6	24	BC-01 6MVar + BC-02 6MVar + BC-03 12MVar	23.02.2012	
32	ES-PSA	18	6	0	Figura Item 22		
33	SE-VTA	6	6	12	BC-01 3MVar + BC-02 3MVar(FUTURO 6+6)	06.03.2012	
34	ES-CZU	0	6	6	BC-01 6MVar	28.02.2012	
35	ES-CDO	3	3	6	SOLICITADO		
36	ES-CYO	0	3	3	BC-01 6MVar	25.01.2012	
37	ES-CBO	0	3	3	BC-01 3MVar	08.01.2012	
38	ES-CAL	0	3	3	SOLICITADO		
48 72							

Conclusión: Total Instalado A + B + C / **454,2 MVar**

Total Adicionado A + B + C / **192,6 MVA**

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

3.1.2 PREMISA /b - DEL PLAN VERANO

Refuerzos de las líneas de 220 (kV)

- Actualmente prosiguen los trabajos para el cambio de conductores trifásicos en el tronco Secundario de la LT's Coronel Oviedo- Capiatá-San Lorenzo de 220 kV por conductores termo resistentes de baja flecha.
- Retenzado mediante amarres falsos en varias torres del circuito COV-GUA de doble terna de 220 KV.
- Instalación de postes intermedios a vanos constituidos en el tramo de la LT's ACY-PFO de 220 kV.

3.1.3 PREMISA /c - DEL PLAN VERANO

Refuerzos en líneas de transformación de Estaciones y Subestaciones

Sistema Metropolitano

ítem	Local	Equipo	Sobre carga	Plan de acción
1	ES-GUA	TR-1 y TR-3 220/66 kV 60 MVA	125%	Montaje TR-220/23 kV-41,7 MVA Mayor disponibilidad de Potencia en 66 y 23 kV
2	ES-PBO	TR-1 y TR-2 220/66/23 kV 120/60/60MVA	125%	Traspaso 8 MW, previo montaje TR-02 (41,7 MVA) en LUQ
3	ES-LUQ	TR-1 220/23 kV 41,7MVA	120%	Montaje 2do. TR 41,7 MVA
5	ES-LIM	TR-04 220/23 Kv 41,7 MVA	110%	Montaje BC 12 Mvar Montaje 2do. TR/220/23 kV en LUQ
4	ES-LAV	TR-1 220/23 kV 41,7 MVA	115%	Montaje BC 12 Mvar
6	ES-SLO	TR-04 y -05 220/23 kV 41,7 MVA	105%	Cambio TR-05 Paralelo TR-04 y TR-05 (disp. 10 MVA)
7	ES-SAN	TR-01 220/23 kV 41,6 MVA	105%	Montaje 2do. TR 41,7 MVA
8	SE-TBO	TR-01 y -02 66/23 kV 30 MVA	115%	Necesarios: 2do. TR de SAN (41,7 MVA) Traspaso carga sobre VAU y SAN



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

9	SE-BPA	TR-01 -02 y -03 66/23 kV 30 MVA	100%	Traspaso carga sobre VAU
10	ES-CAP	TR-1 220/23 kV 41,6 MVA	105%	Montaje BC 12 Mvar
11	SE-PAR	TR-01 66/23 kV 20 MVA	120%	Montaje 2do. TR 66/23 kV 10 MVA Necesario ES-QUI2
12	SE-VHA	TR-01 66/23 kV 30 MVA	115%	Montaje 2do. TR 66/23 kV 10 MVA
13	SE-CAE	TR-01 y -02 66/23 kV 20 MVA	110%	Generación Térmica
14	SE-QUI	TR-01 66/23 kV 12 MVA	110%	Necesario la ES-QUI2 (con TR-220/66 kV y TR-66/23 kV - 10 MVA)



X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de Setiembre de 2012

Sistema Centro – Norte – Oeste

item	Local	Equipo	Sobre carga	Obra
1	ES-CON	TR-01 66/23 kV 20 MVA	105%	Cambio del TR-01 por otro nuevo de 30 MVA
2	ES-LPA	TR-01 220/66/23 kV 30/20/15 MVA	115%	Alimentación en 66 kV a Subestación Menonita (transpasa 4 MVA de 23 kV a 66 kV)
3	SE-FIL	TR-01 66/23 kV 12 MVA	110%	Alimentación en 66 kV a Subestación Menonita
4	ES-PJC	TR-01 66/23 kV 20 MVA	100%	Traspaso de carga sobre ES-CCO
5	ES-COV	TR-01 220/66 kV 60 MVA	105%	Generación térmica ANDE en CZA
6	ES-COV	TR-02 220/23 kV 41,7 MVA	100%	Montaje BC 6 Mvar

Sistema Este – Sur

1	ES-IRY	TR-01 220/66 kV 60 MVA	100%	Generación térmica en Salto del Guairá
2	ES-CBO	TR-01 220/66/23 kV 25/15/15 MVA	100%	Montaje de: 1 TR 66/23 - 30 MVA 1 Bco. 220/60 - 60 MVA
3	ES-PBU	TR-01 220/66 kV 37,5 MVA	118%	Montaje TR-220/66/23 kV - 30/20/15 MVA (ex-CBO)
4	ES-ACY	TR-11 220/23 kV 41,6 MVA	115%	Necesaria la entrada en servicio de la nueva ES-K30 con Bco. 220/66 kV, para activar TR – 66/23 kV en SE-ACY
5	ES-PFO	TR-02 220/23 kV 41,7 MVA	110%	Redistribución de carga necesaria entre PFO, ACY y K30



3.1.4 PREMISA /d - DEL PLAN VERANO

En el año 2009 la ANDE dentro del SIN contaba con 66 locales de transformación eléctrica a mediados del año 2012 han ingresado 9 locales mas, sumando un total de 75 puestos de transformación eléctrica.

3.1.5 PREMISA /e - DEL PLAN VERANO

En la Central térmica de Salto Guaira se ha procedido a la instalación de 3 grupos electrógenos de 2.2 MVA y 3 grupos electrógenos de 1.1 MVA sumandos a 4 grupos electrógenos antiguos de 0,7 MVA cada uno.

4. CONCLUSIÓN

La información contenida en este trabajo, no representa la totalidad de trabajos de refuerzos y ampliación ejecutadas en los locales de transformación eléctrica y en las líneas de transmisión referidas al Plan Verano 2010/2011/2012 por la División de Mantenimiento de la Gerencia Técnica de la ANDE, esto debido al volumen que representaría; sin embargo, los requerimientos de Obras de infraestructura eléctrica, necesarias para cada verano se acentúan.

Esto ha denotado un extraordinario esfuerzo de todo el personal técnico de la institución, así como el financiamiento por parte de la ANDE, evitando así grandes y frecuentes cortes zonales de energía eléctrica durante estos tres años. No obstante las mejoras y refuerzos realizados, fueron de carácter provisorio y paliativo, estos fueron en extremo necesarios, pero aun no suficientes.

En fecha 22 de agosto del año 2012 se ha anunciado, una vez más, un fuerte financiamiento para la ampliación de infraestructura del sistema eléctrico. En caso de ser real esta inversión, deberá atender principalmente al Plan Maestro de la empresa, atendiendo la creciente demanda y realizando obras definitivas, de las realizadas en forma provisorias dentro de los planes mencionados.

Con la instalación de compensadores estáticos de reactivos, la repotenciación de líneas de transmisión y distribución existentes, la construcción de nuevos locales de transformación eléctrica y la construcción de nuevas líneas en las diferentes tensiones de servicio, la ANDE podrá atender su misión de:

- **Asegurar el abastecimiento de energía eléctrica a la nación, atendiendo desde el corto al largo plazo, con criterios de calidad y economía.**
- **Expandir el sector eléctrico de acuerdo a la necesidad real, para el desarrollo económico que el país requiere.**

5.- BIBLIOGRAFIA

- Documentos propios de la Institución.