

Buenos Aires, 14 de Julio de 2017

Nota DIR N° 484/17

Señor

Subsecretario de Energía Térmica, Transporte y Distribución de la
Energía Eléctrica

Ing. Osvaldo Rolando

Av. Paseo Colón 171

(1106) Buenos Aires

**Ref.: Obras de Resolución SE N° 1/2003. Seguridad de
Abastecimiento. Adecuación de EETT asociados a la
expansión de generación y transmisión del Sistema de
Transporte en Extra Alta Tensión del SADI.**


De nuestra mayor consideración.

Tenemos el agrado de dirigirnos a Ud., con relación al estado de situación de las solicitudes de Cortocircuito actual de un conjunto de estaciones transformadoras del Sistema de Transporte, y al plan de obras impulsado mediante Resoluciones ex SE N° 01/03 y N° 106/03 a fin de brindar seguridad de abastecimiento al Sistema.

Al respecto, es importante destacar que el crecimiento sostenido de la demanda genera aumentos en las solicitudes de potencia de cortocircuito de las instalaciones, por lo que, en las condiciones actuales, podrían transformarse en una restricción para el normal abastecimiento de futuras demandas.

En tal sentido, en el Sistema existen casos de estaciones transformadoras en las cuales es factible aumentar la capacidad frente a la potencia de corto circuito mediante el reemplazo de los elementos limitantes; y otros casos donde no es posible realizar la repotenciación, debiéndose garantizar la operación de las instalaciones respetando los niveles de diseño.

Así las cosas, dentro de las estaciones transformadoras en las que resulta necesario realizar una adecuación están las EETT Gral. Rodríguez y Ezeiza, nodos coyunturales para el abastecimiento de la demanda del GBA, las cuales en la actualidad están operando con valores próximos a los de diseño. En ambos casos no es posible



Regional Metropolitana: Ruta Nac. N° 3 km 50 - Marcos Paz - (B1727AMA) Pcia. de Buenos Aires - Tel.: 011 - 5167 • 6200

Regional Norte: Ruta Nac. N° 34 "S" km 3,5 - Ciudad de Perez - (S2121GZA) Pcia. de Santa Fe - Tel.: 0341 • 4958563

Regional Sur: J.J. Lastra 6300 - Colonia Valentina - (Q8301XAC) Pcia. de Neuquén - Tel.: 0299 • 4440791/92

♦ **Sede Central:**

Av. Paseo Colón 728, 6° piso

(C1063ACU) Buenos Aires

Argentina

Tel.: (54-11) 5167 • 9100

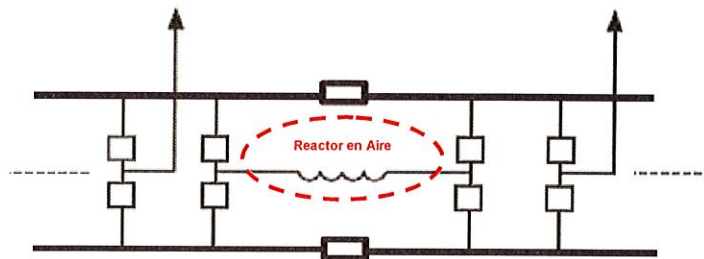
Fax: (54-11) 4342 • 4861

e-mail: info-trans@transener.com.ar

www.transener.com.ar

aumentar la capacidad de transporte, por lo que es necesario generar topologías de operación que garanticen el control de la potencia de cortocircuito por debajo del valor de diseño.

Para garantizar la continuidad del servicio con una operación confiable dentro de los límites admisibles, acompañando el natural crecimiento de la demanda, se podría implementar la operación a barras de 500 kV separadas, solución que resulta confiable y económicamente conveniente. Con esta topología se logran reducir las corrientes de cortocircuito de cada semibarra, manteniendo a su vez la seguridad de abastecimiento mediante la separación de barras por medio de un reactor en aire, con posibilidad de ser puentado para situaciones de N-1. En la siguiente figura se grafica dicha solución.



Por los motivos expuestos, y a efectos de lograr una solución integral para resolver la limitación de potencia de cortocircuito en el Sistema, esta Transportista propone el siguiente listado de obras de adecuación y repotenciación de EETT para permitir superar el límite que las potencias de cortocircuito podrían imponer a despachos necesarios para abastecer demandas en el corto / mediano plazo:

- A. ET Gral. Rodríguez 500 kV:** Separación de barras en dos con reactor limitador de corrientes de cortocircuito, re-ubicación de líneas de 500 kV y reemplazo de equipamiento que verá superadas sus características de diseño;
- B. ET Ezeiza 500 kV:** Separación de barras en dos con reactor limitador de corrientes de cortocircuito, re-ubicación de líneas de 500 kV y reemplazo de equipamiento que verá superadas sus características de diseño;
- C. ET Atucha 500 kV:** Elevación de su potencia de cortocircuito admisible de 26 GVA a 34,6 GVA;

Regional Metropolitana: Ruta Nac. N° 3 km 50 - Marcos Paz - (B1727AMA) Pcia. de Buenos Aires - Tel.: 011 - 5167 • 6200

Regional Norte: Ruta Nac. N° 34 "S" km 3,5 - Ciudad de Perez - (S2121GZA) Pcia. de Santa Fe - Tel.: 0341 • 4958563

Regional Sur: J.J. Lastra 6300 - Colonia Valentina - (Q8301XAC) Pcia. de Neuquén - Tel.: 0299 • 4440791/92

♦ **Sede Central:**

Av. Paseo Colón 728, 6° piso
(C1063ACU) Buenos Aires
Argentina

Tel.: (54-11) 5167 • 9100

Fax: (54-11) 4342 • 4861

e-mail: info-trans@transener.com.ar

www.transener.com.ar

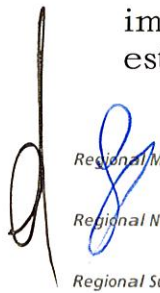
- D. ET Bahía Blanca 500 kV:** Elevación de su capacidad de cortocircuito admisible a 21,6 GVA;
- E. ET Olavarría 500 kV:** Elevación de su capacidad de cortocircuito admisible a 21,6 GVA;
- F. ET Manuel Belgrano 500 kV:** Extensión de barras de 500 kV a ser vinculadas a la actual ET a través de un reactor limitador de corrientes de cortocircuito, insertando la actual línea de 500 kV Campana – Rodríguez con reubicación topológicas de líneas en Manuel Belgrano para equilibrar flujos de potencia. Permitirá vincular el nodo Manuel Belgrano con Atucha y Oscar Smith 500 kV sin superación de potencia de cortocircuito de diseño.
- G. ET Campana 500 kV:** Elevación de su capacidad de cortocircuito admisible en 132 kV de 5 GVA a 7,2 GVA, para afrontar los requerimientos crecientes de cortocircuito ante el ingreso de nueva generación vinculada a la red de 132 kV asociada a esta ET.

Se adjunta a la presente el informe de análisis, justificación y descripción de los trabajos necesarios para cada caso.

De acuerdo a los análisis realizados por esta Transportista, estas son obras prioritarias, requeridas e imprescindibles en nuestro ámbito de jurisdicción para atender el crecimiento de la demanda. La realización de estas ampliaciones conferirá al sistema mayor permeabilidad ante el ingreso de generación, posibilitando así el abastecimiento de la demanda.

No obstante ello, en las Guías de Referencia de TRANSENER se encuentran propuestas de ampliación integrales teniendo en cuenta la proyección del crecimiento del sistema de manera global a ocho años vista.

Por los motivos expuestos, y a los efectos de acotar los factores de riesgos de abastecimiento detallados anteriormente y continuar asegurando la prestación del servicio público de transporte de energía eléctrica a nuestro cargo de manera confiable, continua, regular y segura, y dado que las obras propuestas reúnen las características de una “Obra para Satisfacer Requerimientos Mínimos de Seguridad de Abastecimiento”, solicitamos a esa Secretaría de Energía Eléctrica impulsar su ejecución según el procedimiento de identificación y gestión establecido en las Resoluciones ex SE N° 1/03, N° 106/03 y N° 130/03.

 Regional Metropolitana: Ruta Nac. N° 3 km 50 - Marcos Paz - (B1727AMA) Pcia. de Buenos Aires - Tel.: 011 - 5167 • 6200

Regional Norte: Ruta Nac. N° 34 "5" km 3,5 - Ciudad de Perez - (S2121GZA) Pcia. de Santa Fe - Tel.: 0341 • 4958563

Regional Sur: J.J. Lastra 6300 - Colonia Valentina - (Q8301XAC) Pcia. de Neuquén - Tel.: 0299 • 4440791/92

♦ **Sede Central:**

Av. Paseo Colón 728, 6° piso
(C1063ACU) Buenos Aires
Argentina

Tel.: (54-11) 5167 • 9100

Fax: (54-11) 4342 • 4861

e-mail: info-trans@transener.com.ar

www.transener.com.ar

En tal caso, y a solicitud de la Secretaría de Energía Eléctrica, TRANSENER podrá realizar las gestiones –a cuenta y orden de la Secretaría de Energía Eléctrica- para la adquisición del equipamiento y la contratación de las obras necesarias. En ese esquema, esta Transportista podrá prestar servicio de administración contractual de la compra y montaje confeccionando toda la documentación licitatoria para la contratación de proveedores y contratistas brindando asistencia técnica de la ingeniería.

Por otra parte, en virtud de la importancia de la situación descripta, nuestros cuadros técnicos han debatido con sus pares de CAMMESA respecto a la problemática, habiendo un consenso sobre la existencia del problema y la razonabilidad técnica de la solución planteada.


Sin perjuicio de ello, y teniendo en cuenta que en la Resolución ex SE N° 1/03 la responsabilidad de verificar la pertinencia de cada una de las obras sugeridas por la Transportista está fijada en CAMMESA, se remite copia de la presente nota a dicha Compañía Administradora para su opinión técnica.

En función de todo lo expuesto, solicitamos al Sr. Subsecretario dar curso favorable al presente pedido.

Sin más, aprovechamos la oportunidad para saludar a Ud. muy atentamente.



Ing. Carlos GARCIA PEREIRA
Director General



Adjuntos:

- Repotenciación ET Gral. Rodríguez.
- Repotenciación ET Ezeiza.
- Repotenciación ET Atucha.
- Repotenciación ET Bahía Blanca.
- Repotenciación ET Olavarria.
- Repotenciación ET Manuel Belgrano.
- Repotenciación ET Campana.

♦ **Sede Central:**

Av. Paseo Colón 728, 6° piso
(C1063ACU) Buenos Aires
Argentina
Tel.: (54-11) 5167 • 9100
Fax: (54-11) 4342 • 4861
e-mail: info-trans@transener.com.ar
www.transener.com.ar

SEPARACIÓN ET EZEIZA 500 kV CON REACTORES LIMITADORES DE CORTOCIRCUITO

INFORME TÉCNICO DT/GPOR/DPR N° 28.03.2-V1/2017

Realizado por: Pablo Gill, Gastón Secchi, Ezequiel Gonzalez,
Revisado por: Jorge Nizovoy
Aprobado por: Juan Weigandt
Versión: 4
Fecha: 12/07/2017

Resumen:

Actualmente las EETT Ezeiza y Rodríguez se encuentran operando a límite de su capacidad de cortocircuito de diseño.

Para evitar la superación de corrientes de cortocircuito que la necesidad de abastecimiento de demanda generará, resulta necesario realizar obras de adecuación de estas EETT.

Teniendo en cuenta las dificultades prácticas para repotenciar estas EETT en capacidad admisible de cortocircuito, para garantizar la continuidad del servicio con una operación confiable dentro de los límites admisibles actuales del equipamiento, se propone la operación a barras de 500 kV separadas, de modo de reducir las corrientes de cortocircuito, manteniendo la vinculación de las barras con un reactor limitador de corrientes de cortocircuito en aire, para conservar la seguridad de la operación a barra única.

De este modo, el impacto de las obras de adecuaciones necesarias en la disponibilidad de las instalaciones críticas para la operación del sistema, sin redundancia, es mucho menor que si se repotenciaran las EETT, lo que a su vez implicaría la existencia de nodos con muy alta potencia de cortocircuito, que impactarían en instalaciones cercanas en el mismo nivel de tensión y en niveles de tensiones inferiores, por lo que constituirán un factor de propagación negativo del problema.

En este documento se presenta una descripción de las obras involucradas, un presupuesto inicial aproximado de las mismas y el plazo de ejecución para la separación de las barras de la ET Ezeiza 500kV mediante Reactores Limitadores de Corriente de Cortocircuito (CLR) y demás previsiones asociadas.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

2. JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD

3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS INVOLUCRADAS

3.1.SÍNTESIS DE LAS OBRAS

3.2.COSTOS ESTIMADOS

3.3.PLAZOS DE EJECUCIÓN

1. Introducción

Actualmente las EETT Ezeiza y Rodríguez se encuentran operando a límite de su capacidad de cortocircuito de diseño.

Para evitar la superación de corrientes de cortocircuito que la necesidad de abastecimiento de demanda generará, resulta necesario realizar obras de adecuación de estas EETT

Teniendo en cuenta las dificultades prácticas para repotenciar estas EETT en capacidad admisible de cortocircuito, para garantizar la continuidad del servicio con una operación confiable dentro de los límites admisibles actuales del equipamiento, se propone la operación a barras de 500 kV separadas, de modo de reducir las corrientes de cortocircuito, manteniendo la vinculación de las barras con un reactor limitador de corrientes de cortocircuito en aire, para conservar la seguridad de la operación a barra única.

De este modo, el impacto de las obras de adecuaciones necesarias en la disponibilidad de las instalaciones críticas para la operación del sistema, sin redundancia, es mucho menor que si se repotenciaran las EETT, lo que a su vez implicaría la existencia de nodos con muy alta potencia de cortocircuito, que impactarían en instalaciones cercanas en el mismo nivel de tensión y en niveles de tensiones inferiores, por lo que constituirán un factor de propagación negativo del problema.

En este documento se presenta una descripción de las obras involucradas, un presupuesto inicial aproximado de las mismas y el plazo de ejecución para la separación de las barras de la ET Ezeiza 500kV mediante Reactores Limitadores de Corriente de Cortocircuito (CLR) y demás previsiones asociadas.

2. Justificación de la Necesidad

En las tablas de Capacidad de Transporte Eléctrico Disponible del Título II – Capítulo 7 de la Res 287-E/2017, se especifican posibilidades de conexión de 1600 MW (total para GBA) en los puntos de intercambio de las EETT Ezeiza y Rodríguez operando en doble barra y/o reactores limitadores, lo cual genera la necesidad de obras de adecuación de las EETT.

A efectos de disminuir la potencia de cortocircuito en barras de 500 kV de la ET Ezeiza, actualmente operando al límite, como bien se detalla en [1], se encuentra en ejecución como obra de Res. S.E. 1/2003 la realización de un “bypass” de líneas de 500 kV en esa ET. El proyecto contempla puentear una de las líneas que acometen desde Abasto con una de las que acometen desde Rodríguez, dando origen a una línea Abasto – Rodríguez (empalme de 5ABEZ1 con 5EZR2), quitando así los aportes directos de esas dos líneas a la ET Ezeiza.

A pesar de que esta solución es muy eficiente y reduce en aproximadamente 3000 MVA las solicitudes de cortocircuito en 500 kV de la ET Ezeiza, como se muestra en el Anexo 4 de [1], “Niveles de Cortocircuito” previstos para el período 2017-2024, la misma se agota rápidamente con el transcurso de los años, por efecto de las ampliaciones necesarias para el abastecimiento de las demandas proyectadas.

Esto es mayor aún si se considera la vinculación de generación cercana a la ET Ezeiza, como es previsto en las Resoluciones SEE 420/2016 y 287-E/2017, ya que agotaría de inmediato la

solución del bypass de Ezeiza para evitar la superación de la corriente de cortocircuito de diseño de 500 kV de la ET Ezeiza.

Debido a la imposibilidad desde un punto de vista práctico, por razones de servicio, de repotenciar la ET en capacidad admisible de cortocircuito, ya que se requerirían indisponibilidades inaceptables para el abastecimiento confiable de la demanda, se considera como medida de solución factible la reducción de las solicitudes de cortocircuito separando circuitos, manteniendo la capacidad admisible existente de la ET, para dar lugar a los incrementos de niveles de cortocircuito que genera la expansión del sistema.

Dado que la operación con barras desacopladas en 500 kV degradaría inadmisiblemente la confiabilidad, se considera a la separación de la ET con CLR como la opción menos negativa para permitir el ingreso de nueva generación que impacte en el nodo Ezeiza 500kV en el plazo inmediato. La reducción de la potencia de cortocircuito en la ET dará lugar a que haya un margen respecto de la capacidad admisible de la ET, para que las obras de expansión de generación y transmisión puedan ser factibles, aunque naturalmente irán ocupando la capacidad remanente.

La separación de la ET con CLR se plantea manteniendo el esquema de doble barra doble interruptor en cada sección. Puede efectuarse el puenteo de los CLR a través de interruptores de acoplamiento de barras. Se considera una fase de reserva de los CLR con sistema de cambio rápido. En la Figura 1 se muestra un esquema unifilar de la conexión del reactor y el esquema simplificado.

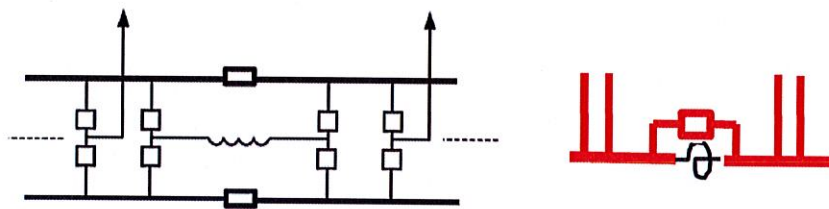


Figura 1 Esquemas de conexión de CLR en ET Ezeiza

Además de su función limitadora, para la elección de la ubicación del CLR se plantea como objetivo minimizar la corriente por los CLR en condición de red completa N, para reducir el consumo de potencia reactiva, minimizar el impacto en la estabilidad del sistema y reducir el tamaño del CLR.

En la Figura 2 se muestra un diagrama unifilar simplificado de la distribución las líneas y transformadores en cada sección.

Considerando en servicio los cuatro transformadores 500/220 kV de 800 MVA, se dejan dos transformadores en cada sección. Este hecho determina la ubicación de los puntos de apertura de barras para la colocación de los interruptores de acoplamiento. La operación del sistema de 220kV se asume que será con barras desacopladas (para limitar corrientes de cc en nivel de 220kV).

En cuanto a las líneas de 500kV, para balancear las secciones se vincula una de las líneas EZ-RD, AB-EZ y HE-EZ en cada sección de barra. Para esto es necesario reubicar una de las líneas AB-EZ y una de las líneas EZ-RD. La futura eventual generación que se podría conectar al nodo, deberá vincularse a la sección donde no están las máquinas actuales de CT Genelba, para equilibrar niveles de cc y reducir circulación de corriente por el CLR.

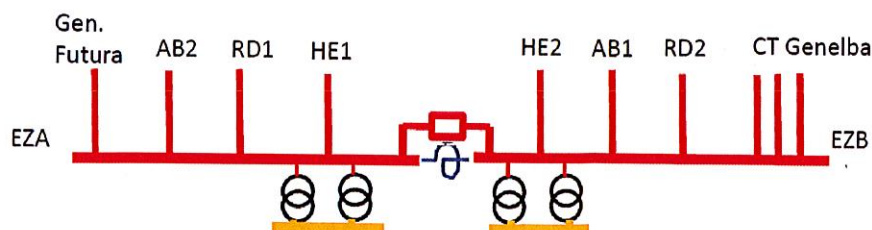


Figura 2 Esquema de Separación de EZ con CLR

La presencia de un reactor serie en el circuito tiene dos consecuencias básicas sobre la Tensión Transitoria de Restablecimiento (TRV, por sus siglas en inglés) en los interruptores:

- 1) Reduce el valor pico de la TRV (efecto positivo)
- 2) Aumenta drásticamente el valor de la Tasa de Crecimiento de la TRV (RRRV, por sus siglas en inglés) (efecto negativo)

En los análisis preliminares se consideró un valor del CLR de 25 ohm/fase, con una corriente nominal de 2000 A. Además está prevista la instalación de adecuados capacitores adicionales en paralelo con cada fase del CLR y en ambos extremos a tierra para mitigar el problema de RRRV elevada. Los valores preliminares se optimizarán con estudios detallados en la etapa de elaboración del pliego.

Actualmente el nivel de potencia de cortocircuito de ET Ezeiza es muy cercano a la capacidad de ruptura de los interruptores de 500 kV allí instalados. La futura generación, la instalación prevista de compensación capacitiva shunt y el reactor limitador de cortocircuito en la propia ET Ezeiza incrementan otras variables de interés presentes en las corrientes de cortocircuito que no deben descuidarse para asegurar el correcto desempeño de los interruptores de 500 kV de la ET, como la componente unidireccional en la corriente de falla y TRV en interruptores. Por esta razón, se recomienda reemplazar los interruptores de 500 kV de la ET Ezeiza por otros de mayor capacidad de ruptura, para evitar que los mismos se encuentren operando en un sistema cuya potencia de cortocircuito se encuentre prácticamente a su capacidad nominal.

2.1 Fecha de Necesidad

Teniendo en cuenta la nueva generación cercana a Ezeiza impulsada por la Res. SEE N° 21/2016, los planes de vinculación de generación adicional en el mismo área, como es prevista en las Resoluciones SEE 420/2016 y 287-E/2017, más las líneas de transmisión asociadas, las líneas de 500 kV previstas en los planes de expansión del SADI que acometen a GBA y teniendo en cuenta el plazo de obra requerido (24 meses), consideramos conveniente dar prioridad a esta propuesta.

3. Descripción de las Obras Involucradas

3.1 Síntesis de las Obras Involucradas

En la Figura 3 y en la Figura 4 se muestran el diagrama unifilar y esquema geográfico, respectivamente, de las adecuaciones necesarias para la separación de la ET Ezeiza con CLR. Las adecuaciones se detallan a continuación:

- 1) Implementar dos campos de acoplamiento longitudinal de barras (en aire). Para tal efecto habría que instalar 2 interruptores, 4 seccionadores y 12 transformadores de corriente, todo 500 kV.
- 2) Reubicar una de las líneas a la ET Abasto y una de las líneas a la ET Rodríguez. Para tal efecto deberían preverse dos dobles ternas de cable aislado en XLPE que interceptarán ambas líneas para llevarlas hasta el extremo libre de las barras de 500 kV (zona ex-Hidronor). Se prevén dos cables por fase de 1600mm². Una de estas dos líneas podría llegar a acometer en aire haciendo un nuevo trazado de la misma pero esto deberá confirmarse en función de la disponibilidad del terreno para garantizar la servidumbre. Para el primer trazado de cable se prevén 4200m de cable de 500 kV y para la segunda doble terna 4000m.
- 3) Para la vinculación del CLR limitador se prevé aprovechar uno de los campos que quede disponible de las líneas reubicadas. Se implementarán 3 reactores limitadores más una fase de reserva con sistema de cambio rápido (con seccionadores selectores, lo cual implicará 12 seccionadores unipolares de 500 kV). La acometida hacia el otro extremo de la barra requerirá una tercera doble terna de cables de 500 kV (3400m de cable).
- 4) La acometida de todas estas nuevas líneas implica la instalación de 3 campos doble barra doble interruptor en el extremo de barra libre de la zona ex-Hidronor. Debido a la limitación de espacio que se tiene con edificios existentes, se propone la instalación de 3 bahías GIS para acometida con cable en 500 kV. Esto implica la construcción del edificio correspondiente para el alojamiento de los tableros de protecciones, control y SSAA.
- 5) La nueva acometida para futura generación debe ser en el extremo de barra ex-Hidronor, para lo cual también deberán acometer con cable de 500 kV y agregar un campo adicional doble barra doble interruptor en GIS. Esta debería ser una obra por cuenta y orden del proyecto de generación.
- 6) El agregado de estos nuevos campos implicarán ampliaciones a los sistemas existentes de la ET (control, protección de barras y verificadores de sincronismo) así como de la ampliación de la malla de PAT.
- 7) Deberán remplazarse los viejos interruptores de aire comprimido de 500 kV (14 en total).
- 8) Debe considerarse asimismo que una obra de esta magnitud requerirá algunas salidas de servicio de alrededor de diez días aproximadamente para cada reubicación de acometida de línea.

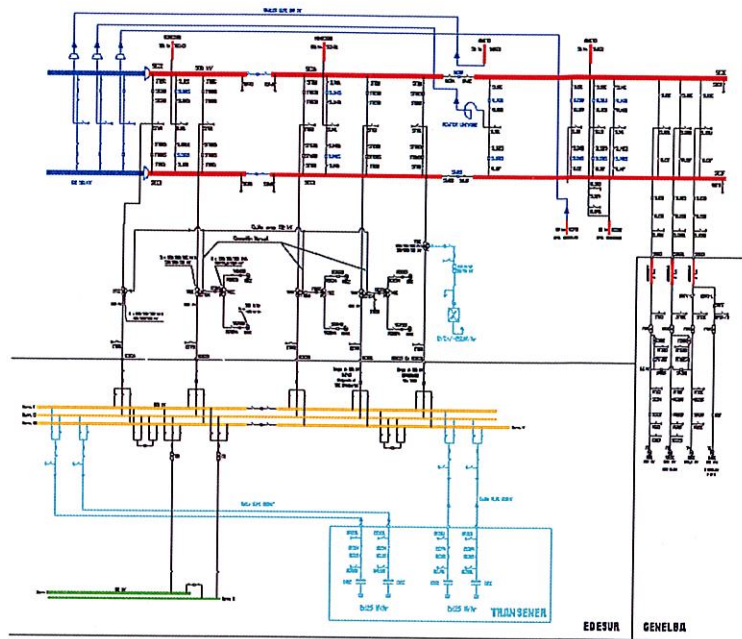
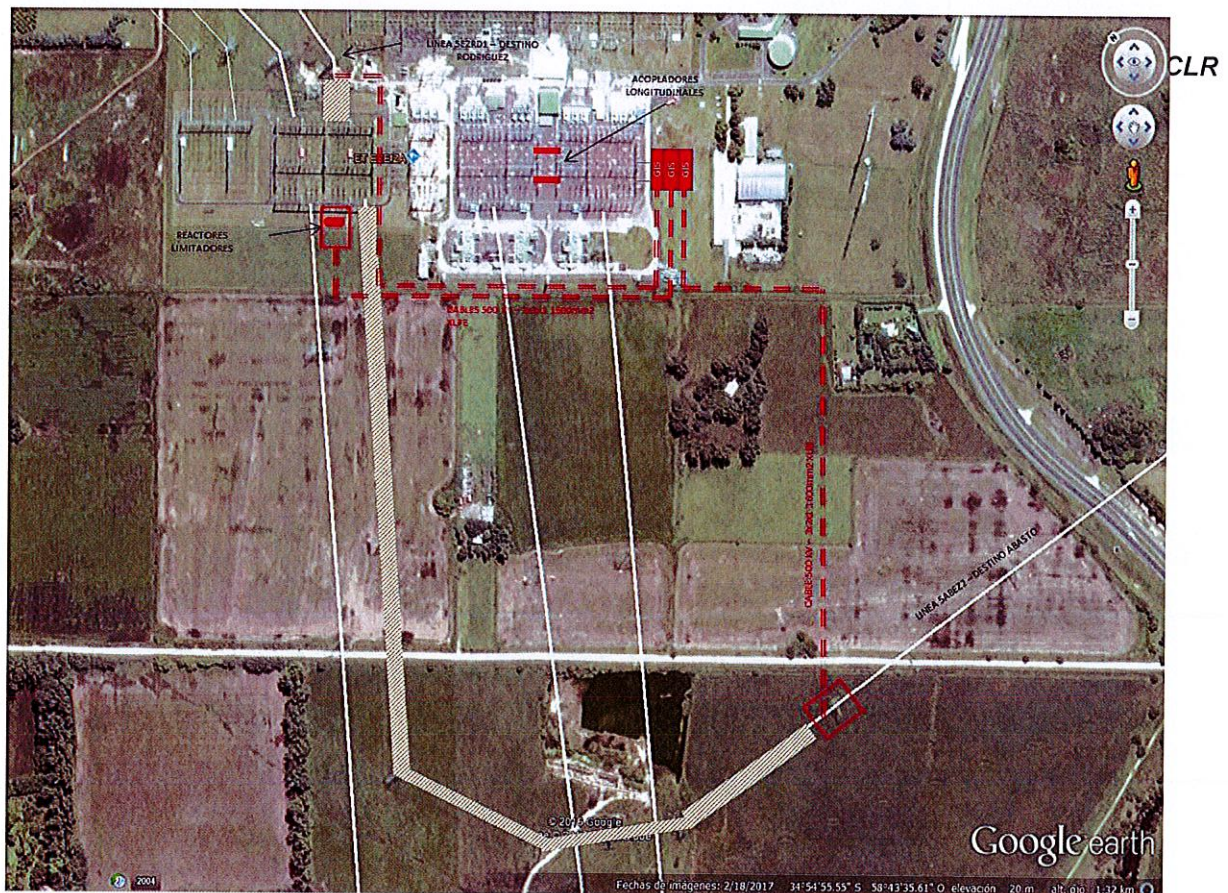


Figura 3 Esquema Unifilar de adecuaciones necesarias para separación de EZ con CLR



3.2 Costo Estimado

- ✓ 19 MUS\$ para la nueva instalación GIS en 500 kV (3 bahías doble interruptor).
- ✓ 4 MU\$S para los dos acopladores longitudinales de barras de 500 kV.
- ✓ 4 MU\$S para los reactores limitadores en aire.
- ✓ 9,5 MU\$S para el suministro de los cables de 500 kV.
- ✓ 2,7 MU\$S para el suministro de los terminales de 500 kV para el cable.
- ✓ 3,5 MU\$S para el suministro de los interruptores de 500 kV nuevos para remplazo de los existentes.
- ✓ 20 MU\$S para el resto de la obra (movimiento de suelo, edificios, montaje, ensayos y demás suministros menores).

TOTAL: 62,7 MU\$S

3.3 Tiempo Estimado de Ejecución

TIEMPO TOTAL: 24 meses.

Este plazo podrá verse afectado por trámites de aprobación, otorgación de permisos de trabajos, etc.

4. Referencias

- [1] Transener S.A., Guía de Referencia del Sistema de Transporte en Alta Tensión 2017-2024.

SEPARACIÓN ET RODRÍGUEZ 500 kV CON REACTORES LIMITADORES DE CORTOCIRCUITO

INFORME TÉCNICO DT/GPOR/DPR N° 28.03.1-V1/2017

Realizado por: Pablo Gill, Gastón Secchi, Ezequiel Gonzalez
Revisado por: Jorge Nizovoy
Aprobado por: Juan Weigandt
Versión: 2
Fecha: 12/07/2017

Resumen:

Actualmente las EETT Ezeiza y Rodríguez se encuentran operando a límite de su capacidad de cortocircuito de diseño.

Para evitar la superación de corrientes de cortocircuito que la necesidad de abastecimiento de demanda generará, resulta necesario realizar obras de adecuación de estas EETT.

Teniendo en cuenta las dificultades prácticas para repotenciar estas EETT en capacidad admisible de cortocircuito, para garantizar la continuidad del servicio con una operación confiable dentro de los límites admisibles actuales del equipamiento, se propone la operación a barras de 500 kV separadas, de modo de reducir las corrientes de cortocircuito, manteniendo la vinculación de las barras con un reactor limitador de corrientes de cortocircuito en aire, para conservar la seguridad de la operación a barra única.

De este modo, el impacto de las obras de adecuaciones necesarias en la disponibilidad de las instalaciones críticas para la operación del sistema, sin redundancia, es mucho menor que si se repotenciaran las EETT, lo que a su vez implicaría la existencia de nodos con muy alta potencia de cortocircuito, que impactarían en instalaciones cercanas en el mismo nivel de tensión y en niveles de tensiones inferiores, por lo que constituirán un factor de propagación negativo del problema.

En este documento se presenta una descripción de las obras involucradas, un presupuesto inicial aproximado de las mismas y el plazo de ejecución para la separación de las barras de la ET Rodríguez 500kV mediante Reactores Limitadores de Corriente de Cortocircuito (CLR) y demás previsiones asociadas.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD	3
2.1	FECHA DE NECESIDAD.....	5
3.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS INVOLUCRADAS.....	6
3.1	SÍNTESIS DE LAS OBRAS INVOLUCRADAS	6
3.2	COSTO ESTIMADO	8
3.3	TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN	8

1. Introducción

Actualmente las EETT Ezeiza y Rodríguez se encuentran operando a límite de su capacidad de cortocircuito de diseño.

Para evitar la superación de corrientes de cortocircuito que la necesidad de abastecimiento de demanda generará, resulta necesario realizar obras de adecuación de estas EETT

Teniendo en cuenta las dificultades prácticas para repotenciar estas EETT en capacidad admisible de cortocircuito, para garantizar la continuidad del servicio con una operación confiable dentro de los límites admisibles actuales del equipamiento, se propone la operación a barras de 500 kV separadas, de modo de reducir las corrientes de cortocircuito, manteniendo la vinculación de las barras con un reactor limitador de corrientes de cortocircuito en aire, para conservar la seguridad de la operación a barra única.

De este modo, el impacto de las obras de adecuaciones necesarias en la disponibilidad de las instalaciones críticas para la operación del sistema, sin redundancia, es mucho menor que si se repotenciaran las EETT, lo que a su vez implicaría la existencia de nodos con muy alta potencia de cortocircuito, que impactarían en instalaciones cercanas en el mismo nivel de tensión y en niveles de tensiones inferiores, por lo que constituirán un factor de propagación negativo del problema.

En este documento se presenta una descripción de las obras involucradas, un presupuesto inicial aproximado de las mismas y el plazo de ejecución para la separación de las barras de la ET Rodríguez 500kV mediante Reactores Limitadores de Corriente de Cortocircuito (CLR) y demás previsiones asociadas.

2. Justificación de la Necesidad

En las tablas de Capacidad de Transporte Eléctrico Disponible del Título II – Capítulo 7 de la Res 287-E/2017, se especifican posibilidades de conexión de 1600 MW (total para GBA) en los puntos de intercambio de las EETT Ezeiza y Rodríguez operando en doble barra y/o reactores limitadores, lo cual genera la necesidad de obras de adecuación de las EETT.

Debido a la imposibilidad de repotenciar la ET Rodríguez en capacidad admisible de cortocircuito, se considera como medida de solución factible la reducción de las solicitudes de cortocircuito separando circuitos, manteniendo la capacidad admisible existente de la ET, para dar lugar a los incrementos de cortocircuito que requiere la expansión del sistema.

Dado que la operación con barras desacopladas en 500 kV degradaría inadmisiblemente la confiabilidad, se considera a la separación de la ET con CLR como la opción menos negativa. La reducción de la potencia de cortocircuito en la ET dará lugar a que haya un margen respecto de la capacidad admisible de la ET, para que las obras de expansión de generación y transmisión puedan ser factibles, aunque naturalmente irán ocupando la capacidad remanente.

La separación de la ET con CLR se plantea manteniendo el esquema de doble barra doble interruptor en cada sección. Puede efectuarse el puenteo de los CLR a través de interruptores de acoplamiento de barras. Se considera una fase de reserva de los CLR con sistema de cambio rápido. En la Figura 1 se muestra un esquema unifilar de la conexión del reactor y el esquema simplificado.

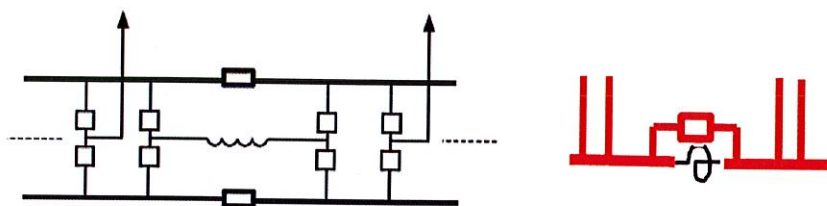


Figura 1 Esquemas de conexión de CLR en ET Rodríguez

Además de su función limitadora, para la elección de la ubicación del CLR se plantea como objetivo minimizar la corriente por los CLR en condición de red completa N, para reducir el consumo de potencia reactiva, minimizar el impacto en la estabilidad del sistema y reducir el tamaño del CLR.

En la Figura 2 se muestra un diagrama unifilar simplificado de la distribución las líneas y transformadores en cada sección.

Considerando en servicio los cuatro transformadores 500/220 kV de 800 MVA, se dejan dos transformadores en cada sección. La operación en barras de 220kV de Rodríguez será con barras desacopladas (para limitar corrientes de cc en nivel de 220kV), y la red de 220kV del área tiene prevista una operación anillada en Mathue, Morón y Villa Lía. Por otro lado, es necesario dejar una de las líneas EZ-RD y una de las líneas del corredor Colonia Elía – Rodríguez en cada sección, para evitar una proporción alta de los flujos de potencia pasantes de Norte a Sur circulen por el CLR. Para equilibrar los niveles de cortocircuito la línea 5ATRD se deja en la misma sección que la línea 5MBRD1 y no con la línea 5CARD1, ya que esta última tendrá asociada en el corto plazo la ET Manuel Belgrano 2, cuyo nivel de cortocircuito será notoriamente superior a la actual barra de Manuel Belgrano.

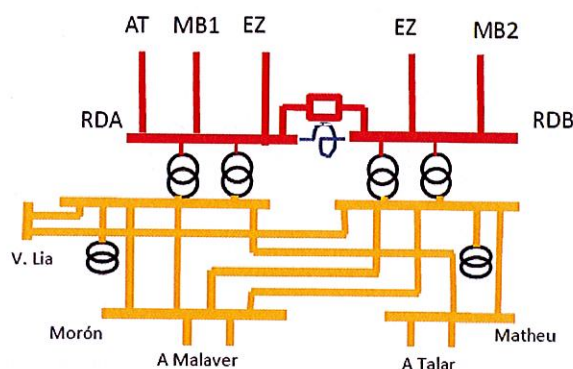


Figura 2 Esquema de Separación de RD con CLR

La presencia de un reactor serie en el circuito tiene dos consecuencias básicas sobre la Tensión Transitoria de Restablecimiento (TRV, por sus siglas en inglés) en los interruptores:

- 1) Reduce el valor pico de la TRV (efecto positivo)
- 2) Aumenta drásticamente el valor de la Tasa de Crecimiento de la TRV (RRRV, por sus siglas en inglés) (efecto negativo)

En los análisis preliminares se consideró un valor del CLR de 25 ohm/fase, con una corriente nominal de 2000 A. Además está prevista la instalación de adecuados capacitores adicionales en paralelo con cada fase del CLR y en ambos extremos a tierra para mitigar el problema de RRRV

elevada. Los valores preliminares se optimizarán con estudios detallados en la etapa de elaboración del pliego.

Actualmente el nivel de potencia de cortocircuito de ET Rodríguez es muy cercano a la capacidad de ruptura de los interruptores de 500 kV allí instalados. La futura generación, la instalación prevista de compensación capacitiva shunt y el reactor limitador de cortocircuito en la propia ET Rodríguez incrementan otras variables de interés presentes en las corrientes de cortocircuito que no deben descuidarse para asegurar el correcto desempeño de los interruptores de 500 kV de la ET, como la componente unidireccional en la corriente de falla y TRV en interruptores. Por esta razón, se recomienda reemplazar los interruptores de 500 kV de la ET Rodríguez por otros de mayor capacidad de ruptura, para evitar que los mismos se encuentren operando en un sistema cuya potencia de cortocircuito se encuentre prácticamente a su capacidad nominal.

2.1 Fecha de Necesidad

Teniendo en cuenta la nueva generación cercana a Rodríguez impulsada por la Res. SEE N° 21/2016, los planes de vinculación de generación adicional en el mismo área, como es prevista en las Resoluciones SEE 420/2016 y 287-E/2017, más las líneas de transmisión asociadas, las líneas de 500 kV previstas en los planes de expansión del SADI que acometen a GBA y teniendo en cuenta el plazo de obra requerido (24 meses), consideramos conveniente dar prioridad a esta propuesta.

3. Descripción de las Obras Involucradas

3.1 Síntesis de las Obras Involucradas

En la Figura 3 y en la Figura 4 se muestran el diagrama unifilar y esquema geográfico, respectivamente, de las adecuaciones necesarias para la separación de la ET Rodríguez con CLR.

Las adecuaciones se separan en 4 Etapas:

ETAPA 1:

- Cambio de los interruptores existentes de aire comprimido de 500 kV.
- Se montan los campos de acoplamiento longitudinal. Se instalan 6 TV y 6 seccionadores de PAT en las semibarras que quedan sin estos equipos.
- Se monta una bahía doble interruptor GIS en cada extremo de barra de 500 kV. Se reubica el reactor de línea salida a Manuel Belgrano a la futura posición (para cuando se reubique esa línea).
- Se amplía el predio de la ET adquiriendo terreno adicional.

ETAPA 2:

- Se tiende la primera doble terna de cable XLPE de 500 kV y se reubica la línea 5EZRD1 conectándola a través del cable en el otro extremo de la barra (bahía GIS).

ETAPA 3:

- Se tiende la segunda doble terna de cable XLPE de 500 kV y se reubica la línea 5MBRD1 conectándola a través del cable en el extremo opuesto de la barra (a la bahía GIS restante).

ETAPA 4:

- Se tiende la segunda doble terna de cable XLPE de 500 kV para vinculación de las semibarras a través del reactor limitador. Se reutilizan los dos campos doble interruptor aislados en aire que quedan disponibles. Se montan los reactores limitadores al lado de uno de los campos y se conecta con el otro a través del cable de 500 kV

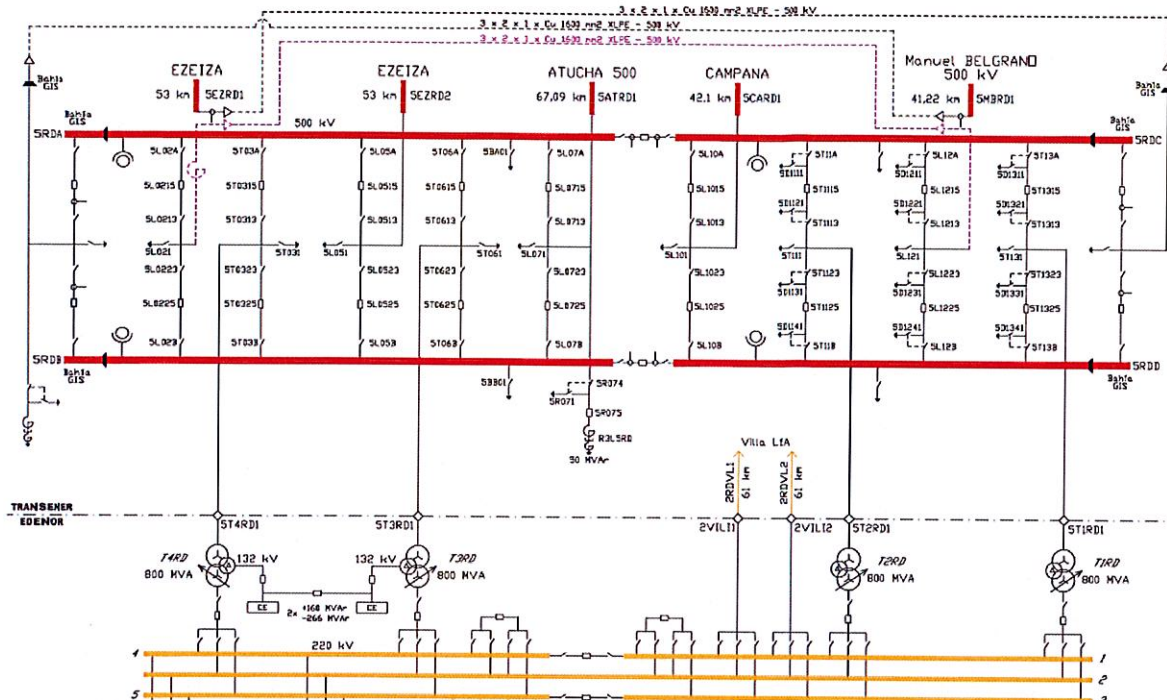


Figura 3 Esquema Unifilar de adecuaciones necesarias para separación de RD con CLR

Situación Actual



Separación con CLR



Figura 4 Esquema Geográfico de adecuaciones necesarias para separación de RD con CLR

3.2 Costo Estimado

- TERRENO A ADQUIRIR: 0,1 MU\$S
- DOS BAHIAS GIS 500 KV DOBLE INTERRUPTOR: 14 MU\$S
- DOS ACOPLADORES LONGITUDINALES DE BARRA: 4 MU\$S
- REACTORES LIMITADORES EN AIRE: 4 MU\$S
- SUMINISTRO CABLE XLPE 500 KV: 5,5 MU\$S
- SUMINISTRO TERMINALES PARA CABLE: 5 MU\$S
- SUMINISTRO INTERRUPTORES 500 KV PARA REPLAZO DE LOS EXISTENTES: 2,9 MU\$S
- PAVIMENTO PERIMETRAL ET: 1 MU\$S
- RESTO DE LA OBRA (movimiento de suelo, edificios, montaje, ensayos y demás suministros menores): 18 MU\$S

TOTAL: 54,5 MU\$S

3.3 Tiempo Estimado de Ejecución

TIEMPO TOTAL: 24 meses.

Este plazo podrá verse afectado por trámites de aprobación, otorgación de permisos de trabajos, etc.

AMPLIACIÓN DE LA ET MANUEL BELGRANO 500 kV

INFORME TÉCNICO DT/GPOR/DPR N° 28.03.6-V1/2017

Realizado por: Pablo Gill, Gastón Secchi, Ezequiel Gonzalez
Revisado por: Jorge Nizovoy
Aprobado por: Juan Weigandt
Versión: 2
Fecha: 12/07/17

Resumen:

Actualmente, se ha alcanzado el límite de corriente de cortocircuito de diseño en barras de 500kV en las Estaciones Transformadoras (EETT) Ezeiza (EZ) y Rodríguez (RD). En el corto plazo, las necesidades de abastecimiento previstas extienden el problema de superación de potencias de cortocircuito de diseño a otras EETT, como es el caso de las EETT Manuel Belgrano 500kV y Campana 500kV, separadas entre sí por 2 km de distancia. La corriente de cortocircuito admisible de estas dos EETT es de 30 kA (26 GVA) y 29 kA (25 GVA), respectivamente [1]. Teniendo en cuenta las dificultades prácticas para repotenciar estas EETT en capacidad admisible de cortocircuito, para garantizar la continuidad del servicio con una operación confiable dentro de los límites admisibles actuales del equipamiento, se propone una solución que implica la modificación de circuitos de 500kV y la instalación de Reactores Limitadores de Corriente de Cortocircuito (CLR), de modo de reducir las corrientes de cortocircuito, para conservar la seguridad de la operación. De este modo, el impacto de las obras de adecuaciones necesarias en la disponibilidad de las instalaciones críticas para la operación del sistema, sin redundancia, es mucho menor que si se repotenciaran las EETT, lo que a su vez implicaría la existencia de nodos con muy alta potencia de cortocircuito, que impactarían en instalaciones cercanas en el mismo nivel de tensión y en niveles de tensiones inferiores, por lo que constituirán un factor de propagación negativo del problema.

En este documento se presenta una descripción de las obras involucradas para ampliación de la ET Manuel Belgrano 500kV para mantener el nivel de potencia de cortocircuito de esta ET y la ET Campana 500kV por debajo de sus valores de diseño ante la expansión de generación y transmisión prevista en el área.

Se suministra una descripción de las obras propuestas con tal objeto, las justificaciones de las causas por las cuales se las proponen, fechas en la que resultan necesarias, tiempos estimados de ejecución y costos estimados de las ampliaciones.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD	3
2.1	FECHA DE NECESIDAD.....	4
3.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS INVOLUCRADAS.....	4
4.	REFERENCIAS	7

1. Introducción

Las altas corrientes de cortocircuito en el sistema de transmisión si no son limitadas de forma adecuada por debajo de los valores de diseño, pueden provocar fallas catastróficas en equipos y a su vez pueden presentar una seria amenaza a la seguridad del personal operativo de una Estación Transformadora (ET).

Actualmente, se ha alcanzado el límite de corriente de cortocircuito de diseño en barras de 500kV en las Estaciones Transformadoras (EETT) Ezeiza (EZ) y Rodríguez (RD). En el corto plazo, la entrada de generación y las futuras líneas de 500 kV previstas extienden el problema de superación de potencias de cortocircuito de diseño a otras EETT, como es el caso de las EETT Manuel Belgrano 500kV y Campana 500kV (CA), separadas entre sí por 2 km de distancia. La corriente de cortocircuito admisible de estas dos EETT es de 30 kA (26 GVA) y 29 kA (25 GVA), respectivamente [1]. Teniendo en cuenta las dificultades prácticas para repotenciar estas EETT en capacidad admisible de cortocircuito, para garantizar la continuidad del servicio con una operación confiable dentro de los límites admisibles actuales del equipamiento, se propone una solución que implica la modificación de circuitos de 500kV y la instalación de Reactores Limitadores de Corriente de Cortocircuito (CLR), de modo de reducir las corrientes de cortocircuito, para conservar la seguridad de la operación. De este modo, el impacto de las obras de adecuaciones necesarias en la disponibilidad de las instalaciones críticas para la operación del sistema, sin redundancia, es mucho menor que si se repotenciaran las EETT, lo que a su vez implicaría la existencia de nodos con muy alta potencia de cortocircuito, que impactarían en instalaciones cercanas en el mismo nivel de tensión y en niveles de tensiones inferiores, por lo que constituirán un factor de propagación negativo del problema.

Se presenta una justificación de la necesidad, una descripción de las obras involucradas, un presupuesto de costos y el plazo de ejecución estimado.

2. Justificación de la Necesidad

Para permitir la expansión asociada a las necesidades de abastecimiento en el área, está prevista incorporación al sistema de la denominada ET M. Belgrano 2 (MB2) adyacente a la actual ET M. Belgrano (MB1). Su vinculación al sistema estará caracterizada por:

- Seccionará la actual línea Campana – Rodríguez
- Vinculación futura con línea de 500kV a ET Atucha.
- Vinculación futura con Doble Terna de 500kV a ET Oscar Smith
- Instalación de futura generación en nivel de 500kV

Debido a la necesidad de separar eléctricamente las barras de 500kV de la ET Rodríguez con CLR, es deseable vincular las EETT MB1 y MB2 para favorecer la distribución pareja de las transferencias de potencia en el doble corredor CE-MB-RD y además no profundizar la pérdida confiabilidad, minimizando las redistribuciones de flujos de potencia en el corredor CE-MB ante fallas simples en los corredores CE-MB-RD-EZ [1].

Si se vincularan de forma rígida MB1 y MB2, se producirían en el corto plazo la superación la capacidad admisible de cortocircuito de diseño en las EETT Campana y MB1 (30kA - 25 GVA) [1]. Para evitar esto, la vinculación entre las EETT MB1 y MB2 se plantea a través de un CLR según el esquema de la Figura 1. Cuando se seccione la línea Campana – Rodríguez para la vinculación de la nueva ET MB2, se pueden intercambiar las vinculaciones con la línea Colonia Elia – M. Belgrano 1 hacia M. Belgrano2 y vincular Campana con M. Belgrano 1. Las EETT

Campana y M. Belgrano 1 quedarían sobre un mismo corredor, y se podría controlar más fácilmente su nivel de potencia de cortocircuito, mediante un valor adecuado de reactancia del CLR.

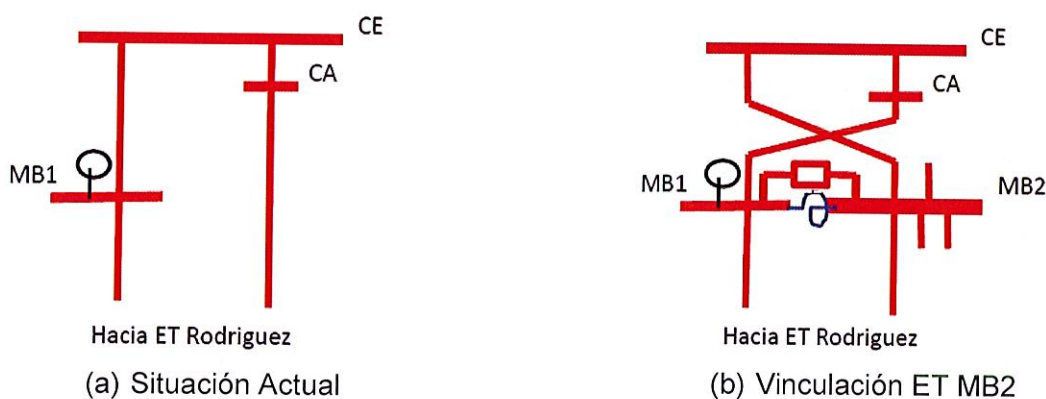


Figura 1. Esquema de ampliación de ET Manuel Belgrano

La presencia de un reactor serie en el circuito tiene dos consecuencias básicas sobre la Tensión Transitoria de Restablecimiento (TRV, por sus siglas en inglés) en los interruptores:

- 1) Reduce el valor pico de la TRV (efecto positivo)
- 2) Aumenta drásticamente el valor de la Tasa de Crecimiento de la TRV (RRRV, por sus siglas en inglés) (efecto negativo)

En los análisis preliminares se consideró un valor del CLR de 25 ohm/fase, con una corriente nominal de 2000 A. Además está prevista la instalación de adecuados capacitores adicionales en paralelo con cada fase del CLR y en ambos extremos a tierra para mitigar el problema de RRRV elevada [1]. Los valores preliminares del CLR se optimizarán con estudios detallados en la etapa de elaboración del pliego.

2.1 Fecha de Necesidad

La ampliación es necesaria para acompañar las necesidades de abastecimiento en el corto plazo. El período correspondiente según las hipótesis de [1] sería el año 2019, por lo tanto resulta conveniente compatibilizar esta adecuación del sistema con las obras mencionadas.

3. Descripción de las Obras Involucradas

En la Figura 2 y en la Figura 3 se muestran el diagrama unifilar y esquema geográfico, respectivamente, de las adecuaciones necesarias para la separación de la ET Rodríguez con CLR. Para lograr que la ET Campana y la ET MB1 queden sobre un mismo corredor, es necesario realiza la apertura de las líneas según lo indicado en la Figura 3. La nueva ET M. Belgrano 2 quedaría ubicada adyacente a la actual ET Manuel Belgrano. Será necesaria la readecuación y corrimiento de la línea de 132kV 1CPZA1.

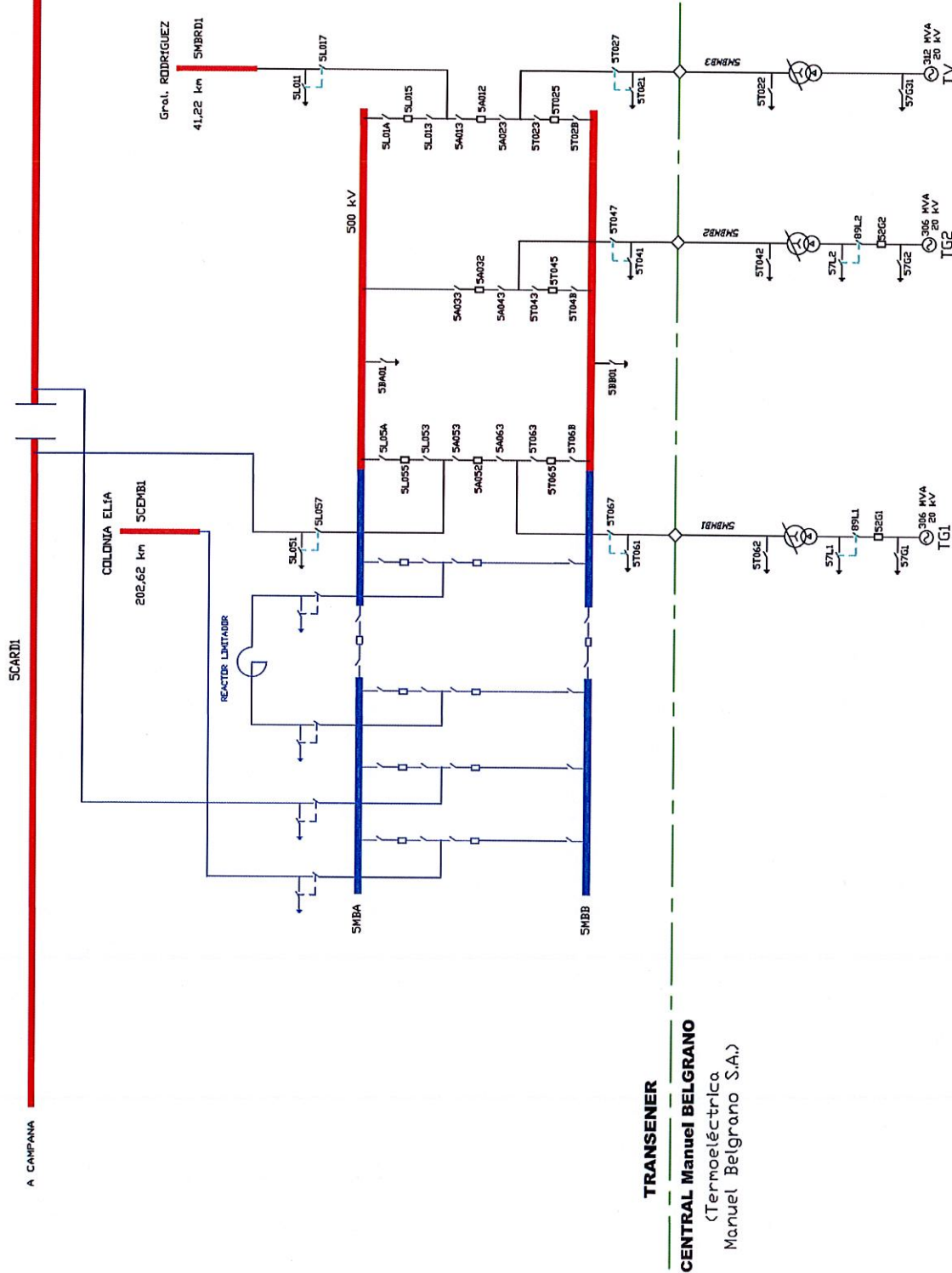


Figura 2 Esquema Unifilar de adecuaciones necesarias para separación de RD con CLR

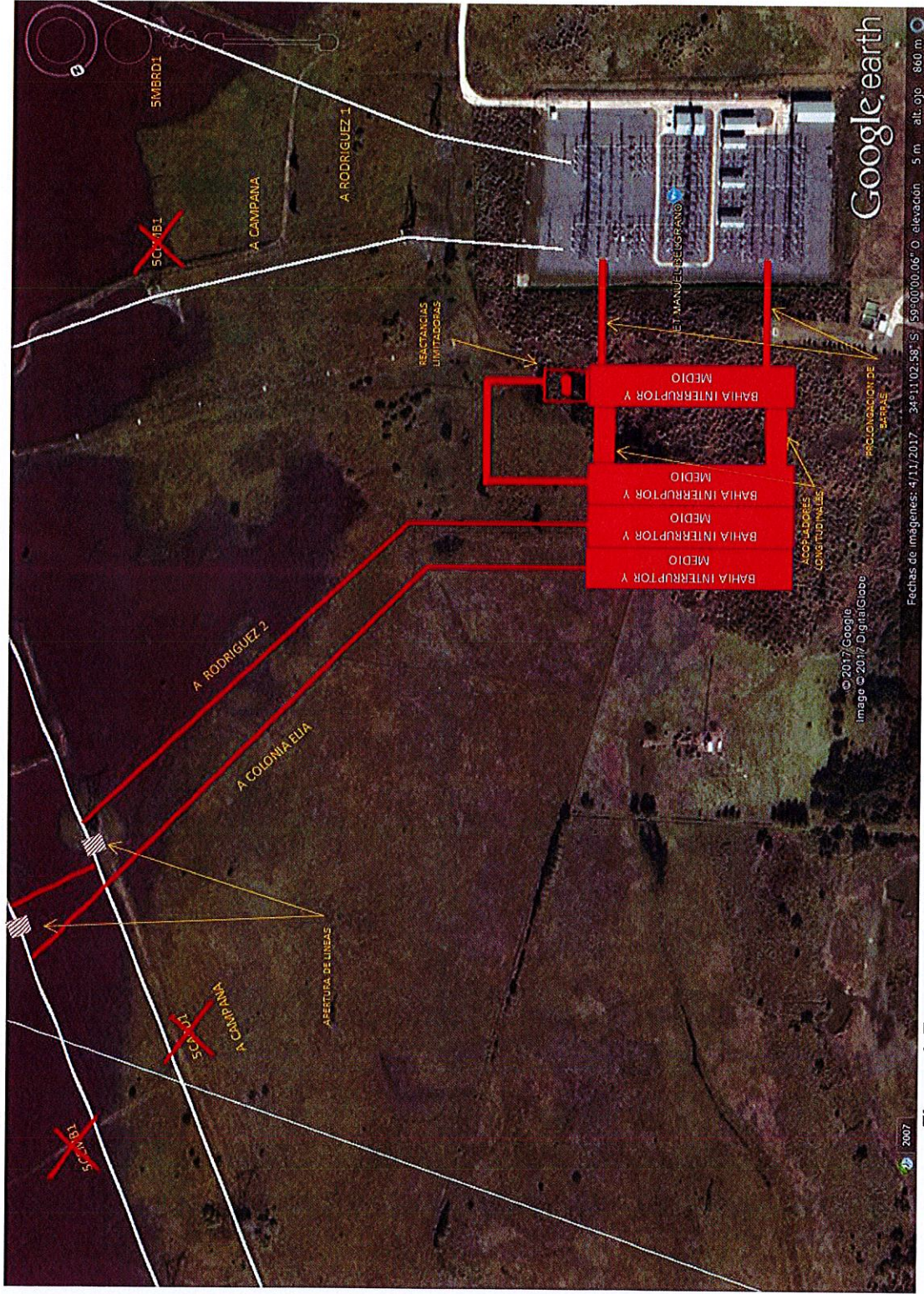


Figura 3 Esquema Geográfico de adecuaciones necesarias para separación de RD con CLR

3.1 Costo y Plazo de Ejecución Estimados

Los costos estimados se resumen a continuación:

- 4 Semivanos de 500kV: 28 MU\$S (7 MU\$S x Semivano)
- 2 Acoplamientos de barras: 4 MU\$S
- 1 Banco de CLR + 1 fase Reserva y Seccionadores de acometida: 4 MU\$S
- Readecuación/Corrimiento LAT 1CPZA1: 1,5 MU\$S

Costo total estimado: 37,5 MU\$S

Plazo de ejecución de obra: 24 meses

4. Referencias

- [1] Transener S.A., Guía de Referencia del Sistema de Transporte en Alta Tensión 2017-2024.

REPOTENCIACIÓN DE ET ATUCHA 500 kV A 34.6 GVA

INFORME TÉCNICO DT/GPOR/DPR N° 28.03.3-V1/2017

Realizado por: Pablo Gill, Gastón Secchi, Ezequiel Gonzalez
Revisado por: Jorge Nizovoy
Aprobado por: Juan Weigandt
Versión: 6
Fecha: 12/07/17

Resumen:

En este documento se presenta una descripción de la necesidad de repotenciación de la capacidad admisible ante cortocircuitos de la ET Atucha 500 kV y de la posibilidad concreta de ampliarla a 34.6 GVA (40 kA).

Se suministra una descripción de las obras propuestas con tal objeto, las justificaciones de las causas por las cuales se las proponen, fechas en la que resultan necesarias, tiempos estimados de ejecución y costos estimados de las ampliaciones.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD	3
2.1	FECHA DE NECESIDAD.....	4
3.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS INVOLUCRADAS Y COSTOS ESTIMADOS	4
4.	TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN	5
5.	REFERENCIAS	5
APÉNDICE 1	E.T. ATUCHA 500 kV - INFORME TÉCNICO - REPONTECIACION ET ATUCHA 500 kV A 40 kA - REVISIÓN A	

1. Introducción

Las altas corrientes de cortocircuito en el sistema de transmisión si no son limitadas de forma adecuada por debajo de los valores de diseño, pueden provocar fallas catastróficas en equipos y a su vez pueden presentar una seria amenaza a la seguridad del personal operativo de una Estación Transformadora (ET).

Actualmente, se ha alcanzado el límite de corriente de cortocircuito de diseño en barras de 500kV en las Estaciones Transformadoras (EETT) Ezeiza (EZ) y Rodríguez (RD). En el corto plazo las necesidades de abastecimiento previstas extienden el problema de superación de potencias de cortocircuito de diseño a otras EETT, como es el caso de la ET Atucha 500kV. La corriente de cortocircuito admisible actualmente de la ET Atucha 500kV es de 30 kA (26 GVA). En particular, los pórticos fueron diseñados para una corriente de cortocircuito de 40kA (34.6 GVA), por lo tanto resulta factible elevar la corriente de cortocircuito admisible de la ET a 40kA (34.6 GVA), siendo necesario principalmente:

- Reforzar la malla de puesta a tierra;
- Remplazar o duplicar algunas conexiones de equipos;
- Remplazar algunos equipos.

Se presenta una justificación de la necesidad, una descripción de las obras involucradas, un presupuesto de costos y el plazo de ejecución estimado.

2. Justificación de la Necesidad

En la Tabla 1 se exponen los valores de corriente de cortocircuito resultantes en los sucesivos escenarios de expansión de la red bajo las hipótesis de [1]. A partir del ingreso de la línea Atucha – M. Belgrano 2 y la línea Atucha – Plomer (Verano 2022/23), se observa que se supera la potencia de diseño en Atucha 500kV de 30 kA (26 GVA). Para el año horizonte (Verano 2024/25) el nivel de cortocircuito en Atucha 500kV alcanza valores cercanos a los 32GVA, debido a la presencia de Atucha 3 y la duplicación del vínculo Atucha – Plomer.

Tabla 1 Niveles de Corriente de Cortocircuito en ET Atucha 500kV [1]

Estación Transformadora	Verano 2017/18		Verano 2019/20		Verano 2022/23		Verano 2024/25	
	Trif. [MVA]	Mono [MVA]	Trif. [MVA]	Mono [MVA]	Trif. [MVA]	Mono [MVA]	Trif. [MVA]	Mono [MVA]
ATUCHA	14428	12442	14127	12275	27579	23179	31836	28617

2.1 Fecha de Necesidad

La repotenciación de Atucha 500kV a una corriente de cortocircuito de diseño de 40kA es necesaria para el ingreso de las líneas Atucha – M. Belgrano 2 y Atucha – Plomer. El período correspondiente según las hipótesis de [1] sería el año 2022. Sin embargo, si la EETT Plomer y O. Smith con sus líneas de 500kV asociadas entran en servicio con anterioridad a los previsto en [1], la superación en ET Atucha 500kV se producirá junto con la entrada de estas ampliaciones. Teniendo en consideración la importancia que poseen ambas EETT para el abastecimiento del GBA, es conveniente repotenciar las ET AT de manera compatible a esas necesidades.

3. Descripción de las Obras Involucradas y Costos Estimados

En la Tabla 2 se expone una síntesis de los trabajos involucrados para repotenciar la corriente de cortocircuito admisible de la ET Atucha 500kV a 40kA (34.6 GVA). Conforme surge de la información consignada el costo estimado de la repotenciación es de \$ 4.687.985 + IVA.

En el Apéndice 1 se describen con mayor detalle las obras que involucra la repotenciación.

Tabla 2 Síntesis de los Trabajos Involucrados y Costos Estimados

	Dimensionamiento del conductor para 40kA	Costo Estimado
1.1	Duplicar las conexiones desde el equipo a pie de soporte de todos los equipos de la Playa de 500kV incluyendo una nueva bajada con conductor de cobre desnudo de 120mm ² desde el equipo hasta uno de los chicotes de subida en el pie del soporte metálico. Detalle plano de planta	\$ 2.937.159
1.2	Reemplazo de conductor desde la estructura soporte hasta la jabalina para Descargadores y Transformadores de Tensión actualmente Cu 1x120mm ² , por un conductor Cu 1x185mm ²	\$ 225.558
1.3	Duplicar todas las conexiones de PAT de las Cajas de Playa (Tratamiento de Aceite, SMEC, Tomas de Playa, Conjunción TI y TV) en su totalidad. Actualmente con conductor Cu 1x120mm ² . Detalle plano de planta	\$ 237.168
	Esfuerzos sobre bornes de equipos debido a corrientes de Cortocircuito	
2.1	Reemplazo de las conexiones entre el Seccionador Semi Pantógrafo Vertical de Barras y los aisladores soporte por conductor rígido aleación de Al diámetro 114mm.(vanos de 9m y 8m). Detalle diagrama de corte de informe GI-IT-AT-5-001	\$ 749.876
2.2	Montaje de nuevos aisladores soporte para descargadores. Detalle diagrama de corte de informe GI-IT-AT-5-001	\$ 118.800
2.3	Reemplazo de conductores flexibles por conductores rígidos (vanos de 8m) entre aisladores soporte en barras de salida de línea Escobar. (ver plano E-AT-5-00-M-PL-1001 Rev E Planta Playa de Maniobras 500kV).	\$ 419.423
	TOTAL GENERAL	\$ 4.687.985

4. *Tiempo Estimado de Ejecución*

Tiempo Total: 12 meses.

5. *Referencias*

- [1] Transener S.A., Guía de Referencia del Sistema de Transporte en Alta Tensión 2017-2024.

APÉNDICE 1

E.T. ATUCHA 500 kV

INFORME TÉCNICO

REPONTECIACION ET ATUCHA 500kV 40 kA


REVISIÓN A

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	GS	TRANSENER	TRANSENER	MAYO 17
EO	EMISIÓN ORIGINAL	A.W.	TRANSENER	TRANSENER	27.03.17
REV	DESCRIPCIÓN	EJEC.	REV.	APR.	FECHA



Transener


E.T. ATUCHA 500kV		ESTACIÓN TRANSFORMADORA ATUCHA 500kV			
		INFORME TÉCNICO			
Archivo:	GI-IT-AT-5-001_EO.docx	REPONTECIACION ET ATUCHA 500kV 40kA			
Antecedentes	-	GI-IT-AT-5-001		Hoja 7 de 29	A

ESTACIÓN TRANSFORMADORA		Revisión: A
ATUCHA 500kV		Página 8 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	
		GI-IT-AT-5-001

Contenido

1.	<u>OBJETO</u>	9
2.	<u>verificaciones</u>	9
3.	<u>Verificación térmica de los conductores de PAT (chicotes) en equipos</u>	10
3.1.	<u>Situación actual</u>	10
3.2.	<u>Dimensionamiento del conductor para 40kA / 0,7s</u>	11
3.3.	<u>Conclusiones</u>	12
3.4.	<u>Documentos de referencia</u>	13
4.	<u>VERIFICACION DE LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO</u>	14
5.	<u>Verificación de esfuerzos sobre bornes de equipos de debido a las corrientes de cortocircuito</u>	14
5.1.	<u>Situación actual</u>	14
5.2.	<u>Metodología de Cálculo</u>	15
5.2.1.	<u>Cálculo Estático</u>	15
5.2.1.1.	<u>Consideraciones</u>	15
5.2.2.	<u>Cálculo Dinámico</u>	17
5.2.2.1.	<u>Consideraciones</u>	17
5.2.3.	<u>Criterio de Tendido</u>	17
5.2.3.1.	<u>Conductores</u>	17
5.2.4.	<u>Hipótesis de cálculo</u>	18
5.2.5.	<u>Nomenclatura</u>	18
5.2.5.1.	<u>Ejes de referencia</u>	18
5.2.5.2.	<u>Variables Calculadas</u>	18
5.2.6.	<u>Subíndices</u>	19
5.3.	<u>Cálculos Mecánicos</u>	19
5.3.1.	<u>Esfuerzos máximos admisibles Equipos 500kV</u>	19
5.4.	<u>Conclusiones</u>	24
5.5.	<u>Documentos de referencia</u>	27
6.	<u>tiempo estimado del proyecto:</u>	¡Error! Marcador no definido.
7.	<u>ANEXO I</u>	27

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
E0	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

	ESTACIÓN TRANSFORMADORA ATUCHA 500kV	Revisión: A Página 9 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	GI-IT-AT-5-001

▪ OBJETO

El presente informe tiene por objeto determinar las modificaciones necesarias a realizar en la ET Atucha 500kV de TRANSENER para admitir una corriente de cortocircuito $I_{k3}'' = 40\text{kA}$, con un tiempo de despeje de falla de 0,7s. La playa de la E.T., fue diseñada para una corriente de cortocircuito $I_{k3}'' = 30\text{kA}$ con un tiempo de despeje de 1s.

Cabe aclarar, que no se realizó la verificación de esfuerzos en pórticos, ya que los mismos se diseñaron para una $I_{k3}'' = 40\text{kA}$ 1s.

Asimismo se proponen los refuerzos a realizar en la malla de PAT para que la misma sea apta para esa corriente.


▪ VERIFICACIONES

En el informe se realizaron las siguientes verificaciones:

- Verificación térmica de los conductores de puesta a tierra (chicotes) a la malla de PAT de los equipos de la Playa de la E.T. Esta verificación se realizó bajo los lineamientos de la norma IEEE Std. 80-2013 (Revisión de la IEEE Std 80-2000 / Incorpora IEEE Std 80-2013/Cor 1-2015).
- Verificación de las tensiones de paso y de contacto.
- Verificación de esfuerzos en bornes de equipos provocados por las corrientes de cortocircuito. La verificación se realizó bajo los lineamientos de la IEC 60865-1 Edición 3.0 2011-10. Para la determinación del estado previo de cortocircuito (estado estático) se utilizó el método de Rolf Koch. Como antecedente se empleó la Memoria de Cálculo E-AT-5-00-T-MC-0560 Revisión D ESFUERZOS EN BORNES EQUIPOS INTERCONEXIONES DE POTENCIA.

A continuación, se desarrollan estas verificaciones con las conclusiones correspondientes para cada uno de los casos.

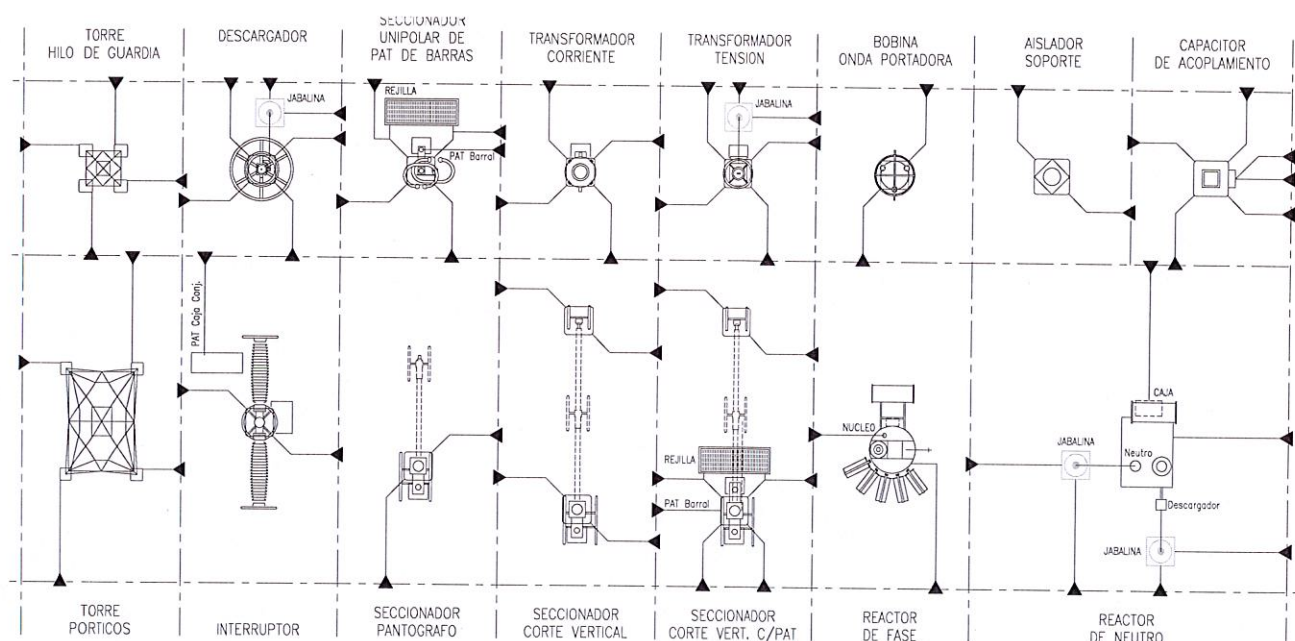
A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
EO	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

ESTACIÓN TRANSFORMADORA		Revisión: A
ATUCHA 500kV		Página 10 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	
		GI-IT-AT-5-001

▪ **VERIFICACIÓN TÉRMICA DE LOS CONDUCTORES DE PAT (CHICOTES) EN EQUIPOS**

○ **Situación actual**

La playa de 500kV cuenta con las siguientes conexiones de PAT desde los distintos equipos al pie del soporte y la bajada del soporte a la malla de PAT:



Bajadas desde equipos:

1) Seccionadores con PAT y Capacitores de Acoplamiento:

- Conexión desde equipo a pie de soporte: 1x120mm² Cu
- Bajada desde soporte a malla 2x95mm² Cu


2) Descargadores y TV:

- Conexión desde equipos a pie de soporte: 1x120mm² Cu
- bajada desde soporte a jabalina: 1x120mm² Cu

3) En el resto de los equipos: 1x95mm² Cu

NOTA: Ver plano E-AT-5-00-M-PL-1011 Rev. F DETALLES TÍPICOS / PUESTA A TIERRA

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
EO	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

ESTACIÓN TRANSFORMADORA		Revisión: A
ATUCHA 500kV		Página 11 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	
		GI-IT-AT-5-001

○ **Dimensionamiento del conductor para 40kA / 0,7s**

Para la verificación de los conductores de cobre desnudo para la conexión de equipos de playa y estructuras metálicas a la malla de puesta a tierra se utilizó la norma IEEE80:2013 (corregida 2015).

De la aplicación de la ecuación (45) de la norma, para un conductor de cobre comercial de 97.0 (%IACS)

$$A_{mm^2} = I \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \times 10^{-4}}{t_c \alpha_r \rho_r} \right) \ln \left(\frac{K_o + T_m}{K_o + T_a} \right)}} \quad (45)$$

Constantes del Material - Tabla 1 (IEEE80:2013 página 47)

Material **Cobre comercial 97%**

I_f	40 kA	
T_m	450 °C	Máxima temperatura admitida por el conductor (1)
T_a	40 °C	Temperatura ambiente
α_r	0,00381 1/°C	Coefficiente de temperatura a Tr
ρ_r	1,78 mWcm	Resistividad del terreno a Tr
K_o	242 °C	Inversa de α_o
t_c	0,7 seg	Duración de la corriente de falla
TCAP	3,4 J/(cm ³ °C)	Capacidad térmica del conductor a la temperatura Tr

A	157,75 mm²	Sección del conductor	Ecuación 45
Adoptada	185 mm²	Sección comercial adoptada	

(1) Máxima temperatura admitida por el conductor con uniones soldadas

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
E0	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ


	ESTACIÓN TRANSFORMADORA ATUCHA 500kV	Revisión: A Página 12 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	GI-IT-AT-5-001

Table 1—Material constant

Description	Material ^a conductivity (% IACS)	α_r factor ^a at 20 °C (1/°C)	K_o at 0 °C (°C)	Fusing ^a temperature T_m (°C)	Resistivity ^a at 20 °C ρ_r ($\mu\Omega\cdot\text{cm}$)	Thermal ^a capacity $TCAP$ [J/(cm ³ · °C)]
Copper, annealed soft-drawn	100.0	0.003 93	234	1083	1.72	3.4
Copper, commercial hard-drawn	97.0	0.003 81	242	1084	1.78	3.4
Copper-clad steel wire	40.0	0.003 78	245	1084 ^e	4.40	3.8
Copper-clad steel wire	30.0	0.003 78	245	1084 ^e	5.86	3.8
Copper-clad steel rod	17.0	0.003 78	245	1084 ^e	10.1	3.8
Aluminum-clad steel wire	20.3	0.00360	258	657	8.48	3.561
Steel, 1020	10.8 ^b	0.003 77	245	1510	15.90	3.8
Stainless-clad steel rod ^c	9.8	0.003 77	245	1400 ^e	17.50	4.4
Zinc-coated steel rod	8.6	0.003 20	293	419 ^e	20.10	3.9
Stainless steel, 304	2.4	0.001 30	749	1400	72.00	4.0

^aMaterial constants for copper, steel, stainless steel, and zinc are from *The Metals Handbook* by the American Society for Metals.

^bCopper-clad steel rods based on nominal 5/8 in rod, 0.010 in soft-drawn copper thickness over No. 1020 steel.

^cStainless-clad steel rod based on nominal 5/8 in rod, 0.020 in No. 304 stainless steel thickness over No. 1020 steel core.

^dUnlike most metals, steel has a highly variable heat capacity from 550 °C to 800 °C; however since the heat capacity in this range is much larger than at lower and higher temperatures, calculations using lower values are conservative with respect to conductor heating.

^eBi-metallic materials fusing temperature based on metal with lower fusing temperature.

Resulta una sección de cálculo de 157,75mm², adoptándose una sección comercial de 185mm², por lo que no verifican las bajadas de los equipos hasta el chicote de PAT (pie de soporte). Todos los equipos y pórticos cuentan con dos conexiones, como mínimo, a la malla de PAT mediante dos conductores de cobre desnudo de 95mm² y 120mm² según el caso, no siendo necesario nuevas subidas desde la malla.


○ Conclusiones

Se deberá duplicar las conexiones desde el equipo a pie de soporte de todos los equipos de la Playa de 500kV, incluyendo una nueva bajada con conductor de cobre desnudo de 120mm² desde el equipo hasta uno de los chicotes de subida en el pie del soporte metálico.

Para el caso de los Descargadores y Transformadores de Tensión, será necesario reemplazar el conductor desde la estructura soporte hasta la jabalina, actualmente Cu 1x120mm², por un conductor Cu 1x185mm².

Adicionalmente, se deberá reemplazar o duplicar todas las conexiones de PAT de las Cajas de Playa (Tratamiento de Aceite, SMEC, Tomas de Playa, Conjunción TI y TV) en su totalidad, a fin de cumplir con la sección adoptada de 185mm² para la nueva corriente de falla. Las mismas cuentan con una única conexión a la malla de PAT de Cu 1x120mm² (conductor de puesta a tierra de las cajas y el chicote a la malla PAT).


A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
EO	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

	ESTACIÓN TRANSFORMADORA ATUCHA 500kV	Revisión: A Página 13 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	GI-IT-AT-5-001

○ **Documentos de referencia**

- E-AT-5-00-M-PL-1011 Plano Electromecánico. Detalles típicos de puesta a tierra
- E-AT-5-00-M-PL-1017 Plano Electromecánico. Detalles de montaje. Cajas de playa
- E-AT-5-00-M-PL-1021 Plano Electromecánico. Detalle de Montaje. Interruptor tripolar 500 kV
- E-AT-5-00-M-PL-1023 Plano Electromecánico. Detalle de Montaje. Seccionador 500 kV. Pantógrafo
- E-AT-5-00-M-PL-1024 Plano Electromecánico. Detalle de Montaje. Seccionador 500 kV. Corte Vertical
- E-AT-5-00-M-PL-1025 Plano Electromecánico. Detalle de Montaje. Seccionador 500 kV. Corte Vertical con PAT
- E-AT-5-00-M-PL-1026 Plano Electromecánico. Detalle de Montaje. Seccionador 500 kV. PAT de barras

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
E0	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

	ESTACIÓN TRANSFORMADORA ATUCHA 500kV	Revisión: A Página 14 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	GI-IT-AT-5-001

▪ VERIFICACION DE LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO

La memoria de cálculo original de la ET se realizó con una corriente de cortocircuito de 16, 4 kA y 10 Ohm resistividad y un tiempo de 0,2 segundos. Se reverificó la malla para una resistividad 13 Ohm.m y 0,7 seg con el objeto de disponer de un margen de seguridad ante la posibilidad de un cambio en la humedad del terreno y en lo concerniente al tiempo para considerar los tiempos propios de los recierres no exitosos. Efectuada la verificación se observa que sin piedra partida la malla no verifica, pero habiendo agregado piedra partida la misma verifica.

Realizando una inspección visual de la malla puede observarse que se ha empleado piedra partida pero no se ha empleado la misma en la zona del cerco perimetral y en las torres terminales de las líneas a Rodriguez, Ramallo y futura Oscar Smith. En consecuencia, lo que se propone para subsanar la situación y que la malla verifique es:

- Agregar piedra partida en el entorno del cerco perimetral (1,5m hacia adentro y hacia afuera, con un espesor mínimo de 0,15m).
- Agregar piedra partida en las torres terminales de las líneas a Rodriguez, Ramallo y futura Oscar Smith.

▪ VERIFICACIÓN DE ESFUERZOS SOBRE BORNES DE EQUIPOS DE DEBIDO A LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Se procede a verificar que los esfuerzos resultantes debido a las corrientes de cortocircuito de 40kA y tiempo máximo de despeje de 0,7s, no superen los esfuerzos máximos estáticos y dinámicos admisibles de los equipos de playa.

○ Situación actual


La interconexión de equipos en la Playa de 500kV es mediante dos sub conductores de Al 1265mm², separados a una distancia de 400mm entre sí.

La acometida del Campo 03 (FUTURA LEAT A ET ESCOBAR), la cual cuenta con aisladores soportes con conexiones de 8m de vano, posee un tramo realizado conductores flexibles (2xAl 1265mm²), se procederá a su verificación.

Las interconexiones entre equipos se verificaron para una corriente de falla de 30kA y tiempo máximo de despeje de 1s.

En la E-AT-5-00-T-MC-0560 Rev. D *Esfuerzos en Bornes de Equipos – Interconexiones de Potencia* se realiza el cálculo mecánico de conductor tomando como estado básico el de máxima temperatura asignando una flecha máxima del 7% de la longitud del vano para 500 kV.

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
E0	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

ESTACIÓN TRANSFORMADORA		Revisión: A
ATUCHA 500kV		Página 15 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	
		GI-IT-AT-5-001

○ Metodología de Cálculo

▪ Cálculo Estático

Los esfuerzos y flechas que aparecen en los conductores flexibles tendidos en las estaciones transformadoras son determinados mediante el método de los momentos de las fuerzas actuantes en el vano desarrollado por Rolf Koch.

La presión que el viento ejerce sobre las superficies de los conductores y aisladores está dada por la siguiente expresión (según IEC 60826):

$$q = q_0 C_x \sin^2 \Omega \quad \text{con} \quad q_0 = \frac{1}{2} \rho \mu V^2$$

Donde:

- q: presión dinámica del viento en N/m².
- q₀: presión dinámica básica en N/m².
- C_x: coeficiente eólico que depende de la forma y propiedades de la superficie expuesta al viento.
- Ω: ángulo entre la dirección del viento y la superficie expuesta
- μ: densidad del aire, igual a 1,225 kg/m³ a una temperatura de 15°C y a una presión atmosférica de 101,3 kPa al nivel del mar.
- τ: factor de corrección de la densidad del aire.
- V: velocidad del viento sobre la superficie expuesta en m/s.

El factor G se ha considerado igual a 1 dado a que los vanos considerados son menores a 200 m.

La velocidad del viento es corregida en función de la altura y de la categoría del terreno mediante la siguiente expresión:

$$V = V_R \left(\frac{z}{z_R} \right)^\alpha$$

Donde:


- V: velocidad del viento a una altura z sobre el nivel del terreno.
- V_R: velocidad del viento a la altura de referencia z_R.
- α: Coeficiente de variación del viento por altura sobre el terreno.

En el caso de vanos inclinados se considera el viento promedio entre la altura del soporte izquierdo y el derecho.

1.1.1.1. Consideraciones

Conductor tendido entre los soportes

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
E0	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

ESTACIÓN TRANSFORMADORA		Revisión: A
ATUCHA 500kV		Página 16 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	
		GI-IT-AT-5-001

En el caso en que haya conductores conformados por un haz de subconductores el peso de los separadores se considera uniformemente distribuido sobre los conductores. No se considera la presión del viento sobre los separadores, esta solamente es tendida en cuenta en los conductores por la superficie dada por el diámetro y la longitud.

Derivaciones

Los efectos del cortocircuito en las derivaciones se realizarán de acuerdo a IEC 60865-1 Ed.3.0, para el caso de verificarse que la longitud de la derivación l_v resulte $1,4w \leq l_v \leq 3,3w$, siendo el valor de esfuerzo por corto circuito $F_{t,d}$ el siguiente:

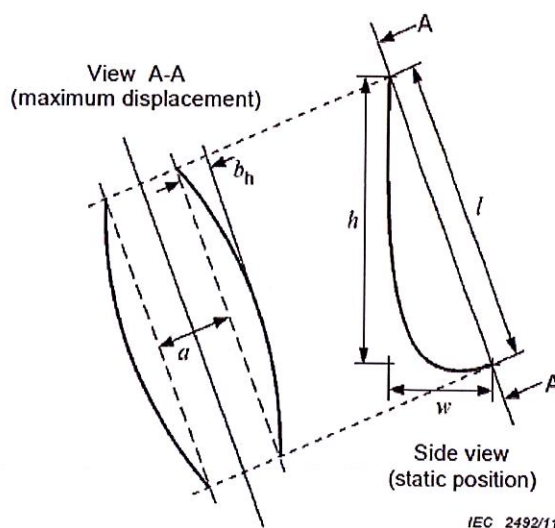
$$F_{t,d} = \frac{5}{3} l_v \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{(I_k'')^2}{a} \frac{l_v}{w} \text{ (Ecuación 49)}$$

Donde:

l_v es la longitud del conductor


a es la distancia entre ejes de conductores o arreglo de subconductores

w es el ancho de la derivación



La condición previa para la utilización de este esfuerzo por corto circuito $F_{t,d}$ en las derivaciones, es que el valor de la constante de rigidez de amarre superior e inferior S , no sea menor a 100×10^3 N/m. Debido a esta última condición, ya que en todas las derivaciones en la playa de la E.T. el amarre superior es un conductor flexible, no es necesario verificar las mismas.

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
EO	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

ESTACIÓN TRANSFORMADORA		Revisión: A
ATUCHA 500kV		Página 17 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	
		GI-IT-AT-5-001

▪ **Cálculo Dinámico**

Los esfuerzos dinámicos que aparecen sobre los conductores son determinados a partir de las condiciones previas del cálculo estático según la metodología explicada en norma IEC 60865.

1.1.1.2. Consideraciones

Tanto para el cálculo de tiro de cortocircuito F_t y como para el tiro después del cortocircuito F_f , se consideran las cargas en el estado previo de las derivaciones y cadenas de aisladores al vuelo distribuidas uniformemente sobre el conductor principal.


En el caso de estados previos al cortocircuito con viento, la acción del mismo es tomada en cuenta en el tiro estático F_{st} .

▪ **Criterio de Tendido**

1.1.1.3. Conductores

Se elige como estado base el que presenta mayor flecha vertical (estado de temperatura máxima) y se la **limita al 7% de la longitud del vano** (de acuerdo a lo indicado en la memoria de cálculo E-AT-5-00-T-MC-0560 Rev. D Esfuerzos en Bornes de Equipos – Interconexiones de Potencia), a partir de esta condición se determinan los esfuerzos para cada estado y se verifican que ellos no superen los máximos admisibles.

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
E0	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

ESTACIÓN TRANSFORMADORA		Revisión: A
ATUCHA 500kV		Página 18 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	
		GI-IT-AT-5-001

▪ **Hipótesis de cálculo**

Estado	Descripción	Temperatura [°C]	Viento [km/h]
1	Temperatura Máxima	45 ⁽¹⁾	0
2	Temperatura Mínima	-10	0
3	Temperatura mínima con viento	-5	30
4	Temperatura media anual	0	16
5	Viento Máximo sostenido	15	130
6	Viento Máximo ráfaga	15	180
7	Cortocircuito	16	60

Nota: Los estados verificados E-AT-5-00-T-MC-0560 Rev. D Esfuerzos en Bornes de Equipos – Interconexiones de Potencia.

Para los conductores se considera la máxima temperatura admisible del mismo a la máxima temperatura ambiente.

Para el cálculo de cortocircuito se considera una corriente de 40 kA $t_f = 0,7s$.

▪ **Nomenclatura**

1.1.1.4. Ejes de referencia


- x: eje en el plano horizontal transversal al conductor principal tendido entre los amarres.
- y: eje en el plano vertical longitudinal al eje vertical de los amarres.
- z: eje en el plano horizontal longitudinal al conductor principal tendido entre los amarres.

El centro de coordenadas es tomado en la base del soporte izquierdo.

1.1.1.5. Variables Calculadas

- σ : tensión en conductores.
- F: tiro en conductores o reacción en amarres.
- $f_{m\acute{a}x}$: máxima flecha del conductor.
- $\beta_{f,m\acute{a}x}$: inclinación del conductor para la flecha máxima respecto del plano vertical.
- $z_{f,m\acute{a}x}$: ubicación de la flecha máxima.
- F_t : tiro durante el cortocircuito.
- F_f : tiro después del cortocircuito.
- F_{pi} : tiro por efecto pinch.
- b_h : desplazamiento horizontal del conductor producido por cortocircuito
- $a_{m\acute{i}n}$: mínima distancia entre conductores de fases diferentes debido al cortocircuito.

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
EO	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

ESTACIÓN TRANSFORMADORA		Revisión: A
ATUCHA 500kV		Página 19 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	
		GI-IT-AT-5-001

- T: temperatura.

- **Subíndices**

- st: variable estática.
- dyn: variable dinámica (máximo esfuerzo dinámico).

- **Cálculos Mecánicos**

En las hojas siguientes se muestran los cálculos mecánicos realizados para cada una de las conexiones.

- **Esfuerzos máximos admisibles Equipos 500kV**


Datos Garantizados según documento E-AT-5-00-T-MC-0560 Rev. D:

DATOS GARANTIZADOS DE LOS EQUIPOS				Fv [daN]	Ft [daN]	FI [daN]	Combinado [daN]
INTERRUPTOR			estático	300	210	210	
			dinámico				400
SECCIONADOR			estático	150	80	200	300
			dinámico				400
TI			estático				250
			dinámico				400
AISLADOR			estático				640
			dinámico				800
DESCARGADOR			estático				160,00
			dinámico				400

Se verificaron todas las conexiones de la playa de 500kV, manteniéndose igual criterio que la memoria de cálculo, a fin de facilitar la verificación.


A continuación, se muestra los resultados obtenidos, y el detalle de esfuerzos para cada uno de los estados de cálculo:

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
E0	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

		ESTACIÓN TRANSFORMADORA		Revisión: A	
		ATUCHA 500kV		Página 20 de 29	
 Transener		INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA			
				GI-IT-AT-5-001	


Interconexión entre equipos								
Playa 500 kV								
						</		

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
EO	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

	ESTACIÓN TRANSFORMADORA ATUCHA 500kV	Revisión: A Página 21 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	
		GI-IT-AT-5-001

Descar.	9 -10	8,00	estado 5	30	29	136	162	NO
			estado 6	30	55	236	245	NO
			estado 7	30	96	294	311	OK

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
EO	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

		ESTACIÓN TRANSFORMADORA	Revisión: A
		ATUCHA 500kV	Página 22 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA		
			GI-IT-AT-5-001

- Tabla resultados: Vano 5,6m / flecha 7% / 2 espaciadores

ESFUERZOS SOBRE LOS CABLES

ESTADO	CÁLCULO ESTÁTICO						CÁLCULO CORTOCIRCUITO (IEC-865)						COMB.
	ESFUERZOS		FLECHA MÁXIMA				ESFUERZOS		DESPLAZAMIENTO				
	σ_{st}	F_{st}	$f_{m\acute{a}x}$	$\beta_{f,m\acute{a}x}$	$z_{f,m\acute{a}x}$	F_t	F_l	F_{pi}	F_{dyn}	b_h	a_{min}		
	[daN/mm ²]	[daN]	[%]	[m]	[°]	[m]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[m]	[m]	
1	0,02929	74	7,00%	0,39	0,0	2,80	-	-	-	-	-	-	74
2	0,03193	81	6,42%	0,36	0,0	2,80	-	-	-	-	-	-	81
3	0,03181	80	6,45%	0,36	2,9	2,80	-	-	-	-	-	-	80
4	0,03097	78	6,62%	0,37	0,0	2,80	-	-	-	-	-	-	78
5	0,04325	109	4,74%	0,27	44,0	2,80	-	-	-	-	-	-	109
6	0,06543	166	3,13%	0,18	61,6	2,80	-	-	-	-	-	-	166
7	0,10563	267	1,94%	0,11	71,5	2,80	146	0	234	234	0.33	7.34	275

ESFUERZOS SOBRE LOS AMARRES

ESTADO	REACCIONES ESTÁTICAS						REACCIONES POR CORTOCIRCUITO						COMB.
	LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			
	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	
1	0	21	74	0	21	74	-	-	-	-	-	-	77
2	0	21	81	0	21	81	-	-	-	-	-	-	83
3	1	21	80	1	21	80	-	-	-	-	-	-	83
4	0	21	78	0	21	78	-	-	-	-	-	-	81
5	20	21	109	20	21	109	-	-	-	-	-	-	113
6	38	21	166	38	21	166	-	-	-	-	-	-	171
7	67	21	267	67	21	267	67	21	234	67	21	234	244

- Tabla resultados: Vano 9m / flecha 7% / 3 espaciadores


ESFUERZOS SOBRE LOS CABLES

ESTADO	CÁLCULO ESTÁTICO						CÁLCULO CORTOCIRCUITO (IEC-865)						COMB.
	ESFUERZOS		FLECHA MÁXIMA				ESFUERZOS		DESPLAZAMIENTO				
	σ_{st}	F_{st}	$f_{m\acute{a}x}$	$\beta_{f,m\acute{a}x}$	$z_{f,m\acute{a}x}$	F_t	F_l	F_{pi}	F_{dyn}	b_h	a_{min}		
	[daN/m ²]	[daN]	[%]	[m]	[°]	[m]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[m]	[m]	
1	0,04693	119	7,00%	0,63	0,0	4,50	-	-	-	-	-	-	119
2	0,05115	129	6,42%	0,58	0,0	4,50	-	-	-	-	-	-	129
3	0,05095	129	6,45%	0,58	3,0	4,50	-	-	-	-	-	-	129
4	0,04962	126	6,62%	0,60	0,0	4,50	-	-	-	-	-	-	126
5	0,06938	176	4,73%	0,43	44,1	4,50	-	-	-	-	-	-	176
6	0,10506	266	3,13%	0,28	61,7	4,50	-	-	-	-	-	-	266
7	0,16965	429	1,94%	0,17	71,5	4,50	234	0	331	331	0.53	6.94	405

ESFUERZOS SOBRE LOS AMARRES

ESTADO	REACCIONES ESTÁTICAS						REACCIONES POR CORTOCIRCUITO						COMB.
	LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			
	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	
1	0	33	119	0	33	119	-	-	-	-	-	-	123
2	0	33	129	0	33	129	-	-	-	-	-	-	134
3	2	33	129	2	33	129	-	-	-	-	-	-	133
4	0	33	126	0	33	126	-	-	-	-	-	-	130
5	32	33	176	32	33	176	-	-	-	-	-	-	182
6	62	33	266	62	33	266	-	-	-	-	-	-	275
7	108	33	429	108	33	429	108	33	331	108	33	331	350

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
E0	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

	ESTACIÓN TRANSFORMADORA ATUCHA 500kV	Revisión: A Página 23 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	GI-IT-AT-5-001

- Tabla resultados: Vano 8m / flecha 7% / 3 espaciadores

ESFUERZOS SOBRE LOS CABLES

ESTADO	CÁLCULO ESTÁTICO						CÁLCULO CORTOCIRCUITO (IEC-865)						COMB.
	ESFUERZOS		FLECHA MÁXIMA				ESFUERZOS		DESPLAZAMIENTO				
	σ_{st}	F_{st}	$f_{m\acute{a}x}$	$\beta_{t,m\acute{a}x}$	$z_{t,m\acute{a}x}$	F_t	F_l	F_{pi}	F_{dyn}	b_h	a_{min}		
	[daN/mm ²]	[daN]	[%]	[m]	[°]	[m]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[m]	[m]	
1	0,04195	106	7,00%	0,56	0,0	4,00	-	-	-	-	-	-	106
2	0,04572	116	6,42%	0,51	0,0	4,00	-	-	-	-	-	-	116
3	0,04555	115	6,45%	0,52	2,9	4,00	-	-	-	-	-	-	115
4	0,04435	112	6,62%	0,53	0,0	4,00	-	-	-	-	-	-	112
5	0,06186	156	4,75%	0,38	43,9	4,00	-	-	-	-	-	-	156
6	0,09351	237	3,14%	0,25	61,5	4,00	-	-	-	-	-	-	237
7	0,15089	382	1,95%	0,16	71,4	4,00	208	0	294	294	0,47	7,06	360

ESFUERZOS SOBRE LOS AMARRES

ESTADO	REACCIONES ESTÁTICAS						REACCIONES POR CORTOCIRCUITO						COMB.
	LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			
	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	
1	0	30	106	0	30	106	-	-	-	-	-	-	110
2	0	30	116	0	30	116	-	-	-	-	-	-	119
3	2	30	115	2	30	115	-	-	-	-	-	-	119
4	0	30	112	0	30	112	-	-	-	-	-	-	116
5	29	30	156	29	30	156	-	-	-	-	-	-	162
6	55	30	237	55	30	237	-	-	-	-	-	-	245
7	96	30	382	96	30	382	96	30	294	96	30	294	311

- Tabla resultados: Vano 3,86m / flecha 7% / 1 espaciador


ESFUERZOS SOBRE LOS CABLES

ESTADO	CÁLCULO ESTÁTICO						CÁLCULO CORTOCIRCUITO (IEC-865)						COMB.
	ESFUERZOS		FLECHA MÁXIMA				ESFUERZOS		DESPLAZAMIENTO				
	σ_{st}	F_{st}	$f_{m\acute{a}x}$	$\beta_{t,m\acute{a}x}$	$z_{t,m\acute{a}x}$	F_t	F_l	F_{pi}	F_{dyn}	b_h	a_{min}		
	[daN/m ²]	[daN]	[%]	[m]	[°]	[m]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[m]	[m]	
1	0,01992	50	7,00%	0,27	0,0	1,93	-	-	-	-	-	-	50
2	0,02172	55	6,42%	0,25	0,0	1,93	-	-	-	-	-	-	55
3	0,02163	55	6,45%	0,25	3,0	1,93	-	-	-	-	-	-	55
4	0,02107	53	6,62%	0,26	0,0	1,93	-	-	-	-	-	-	53
5	0,02961	75	4,71%	0,18	44,4	1,93	-	-	-	-	-	-	75
6	0,04497	114	3,10%	0,12	61,9	1,93	-	-	-	-	-	-	114
7	0,07274	184	1,92%	0,07	71,7	1,93	100	0	197	197	0,23	7,54	221

ESFUERZOS SOBRE LOS AMARRES

ESTADO	REACCIONES ESTÁTICAS						REACCIONES POR CORTOCIRCUITO						COMB.
	LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			
	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	
1	0	14	50	0	14	50	-	-	-	-	-	-	52
2	0	14	55	0	14	55	-	-	-	-	-	-	57
3	1	14	55	1	14	55	-	-	-	-	-	-	57
4	0	14	53	0	14	53	-	-	-	-	-	-	55
5	14	14	75	14	14	75	-	-	-	-	-	-	77
6	26	14	114	26	14	114	-	-	-	-	-	-	118
7	46	14	184	46	14	184	46	14	197	46	14	197	202

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
EO	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

		ESTACIÓN TRANSFORMADORA	Revisión: A
		ATUCHA 500kV	Página 24 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA		
			GI-IT-AT-5-001

- Tabla resultados: Vano 4,52m / flecha 7% / 1 espaciador

ESFUERZOS SOBRE LOS CABLES

ESTADO	CÁLCULO ESTÁTICO						CÁLCULO CORTOCIRCUITO (IEC-865)						COMB.
	ESFUERZOS		FLECHA MÁXIMA				ESFUERZOS		DESPLAZAMIENTO				
	σ_{st}	F_{st}	$f_{m\acute{a}x}$	$\beta_{f,m\acute{a}x}$	$z_{f,m\acute{a}x}$	F_t	F_r	F_{pi}	F_{dyn}	b_h	a_{min}		
	[daN/mm ²]	[daN]	[%]	[m]	[°]	[m]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[m]	[m]	
1	0,02320	59	7,00%	0,32	0,0	2,26	-	-	-	-	-	-	59
2	0,02529	64	6,42%	0,29	0,0	2,26	-	-	-	-	-	-	64
3	0,02519	64	6,45%	0,29	3,0	2,26	-	-	-	-	-	-	64
4	0,02453	62	6,62%	0,30	0,0	2,26	-	-	-	-	-	-	62
5	0,03456	87	4,70%	0,21	44,5	2,26	-	-	-	-	-	-	87
6	0,05258	133	3,09%	0,14	62,0	2,26	-	-	-	-	-	-	133
7	0,08510	215	1,91%	0,09	71,8	2,26	117	0	231	231	0,27	7,46	259

ESFUERZOS SOBRE LOS AMARRES

ESTADO	REACCIONES ESTÁTICAS						REACCIONES POR CORTOCIRCUITO						COMB.
	LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			
	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	
1	0	16	59	0	16	59	-	-	-	-	-	-	61
2	0	16	64	0	16	64	-	-	-	-	-	-	66
3	1	16	64	1	16	64	-	-	-	-	-	-	66
4	0	16	62	0	16	62	-	-	-	-	-	-	64
5	16	16	87	16	16	87	-	-	-	-	-	-	90
6	31	16	133	31	16	133	-	-	-	-	-	-	138
7	54	16	215	54	16	215	54	16	231	54	16	231	238

○ Conclusiones

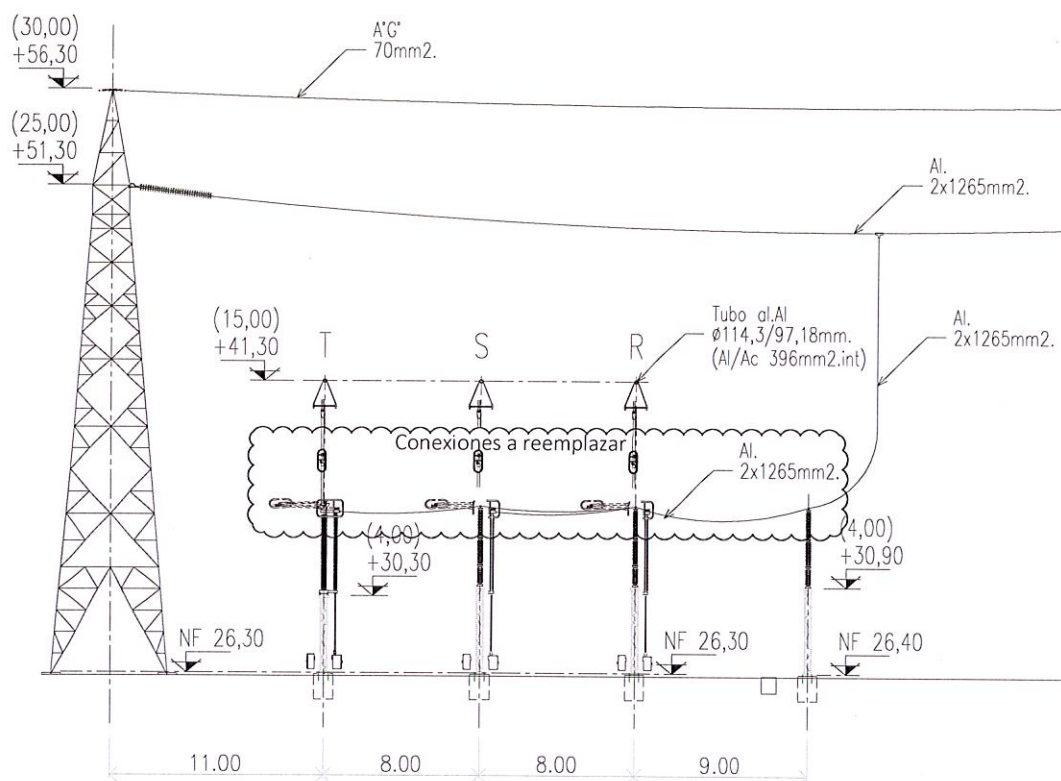
1. **NOTA IMPORTANTE:** Las verificaciones realizadas para una corriente de falla 40kA y tiempo de despeje 0,7s se realizaron con el mismo criterio que en la memoria de cálculo E-AT-5-00-T-MC-0560 Rev. D Esfuerzos en Bornes de Equipos – Interconexiones de Potencia, tomando como estado básico el de máxima temperatura asignando una flecha máxima del 7% de la longitud del vano para 500 kV. Cabe destacar que para flecha del 4% (valor típico de montaje) los esfuerzos obtenidos superan los máximos admisibles por los equipos de playa.

Resulta conveniente verificar el tendido de los conductores entre equipos.

En el Anexo I se realizó la verificación con una flecha del 4% (valor típico para la interconexión de equipos con conductores flexibles), puede observarse que los esfuerzos máximos admisibles de los equipos con conexiones con dichos conductores supera ampliamente los valores máximos admisibles estáticos y dinámicos en bornes de equipos, siendo necesario reemplazar las conexiones por un conductor rígido (Tubo de aleación de aluminio Ø_e114mm)


2. Debido a los resultados obtenidos, deberá reemplazarse las conexiones entre el Seccionador Semi Pantógrafo Vertical de Barras y los aisladores soporte por conductor rígido aleación de Al Ø_e114mm (vanos de 9m y 8m):

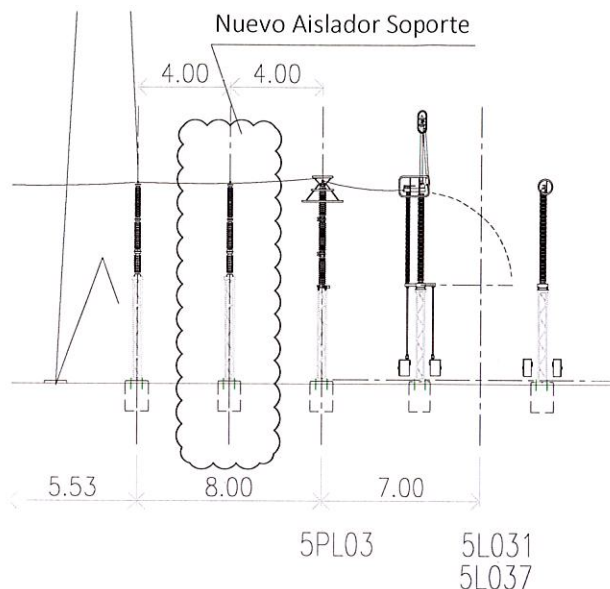
A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
E0	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ



3. Debido a los resultados obtenidos, modificarse la conexión del descargador 5PL03 al aislador soporte (tramo de 8m). A fin de alcanzar esfuerzos máximos admisibles en los bornes del descargador, será necesario montar un nuevo aislador soporte, a una distancia no mayor a 4m (Aislador Soporte C8 1800).

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
E0	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

	ESTACIÓN TRANSFORMADORA ATUCHA 500kV	Revisión: A Página 26 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	
		GI-IT-AT-5-001



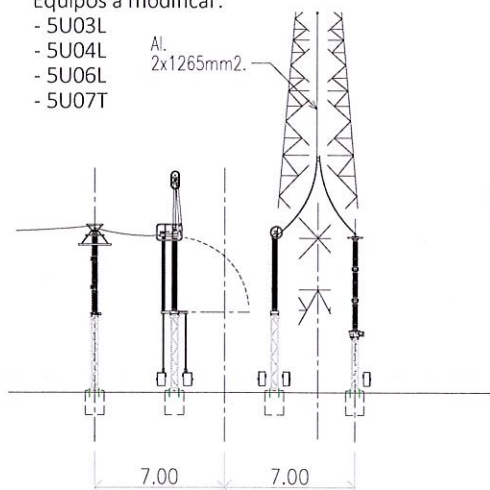
4. Para los Transformadores de Tensión, a fin de no trasladar los esfuerzos producidos por la derivación, modificar la conexión de los mismos según el siguiente esquema:

SITUACIÓN ACTUAL

Equipos a modificar:

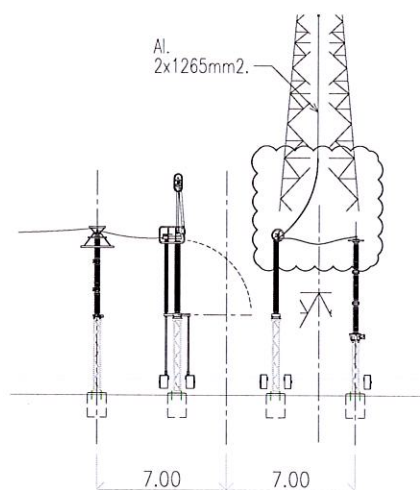
- 5U03L
- 5U04L
- 5U06L
- 5U07T

Al.
2x1265mm².




CONEXIÓN PROPUESTA

Al.
2x1265mm².

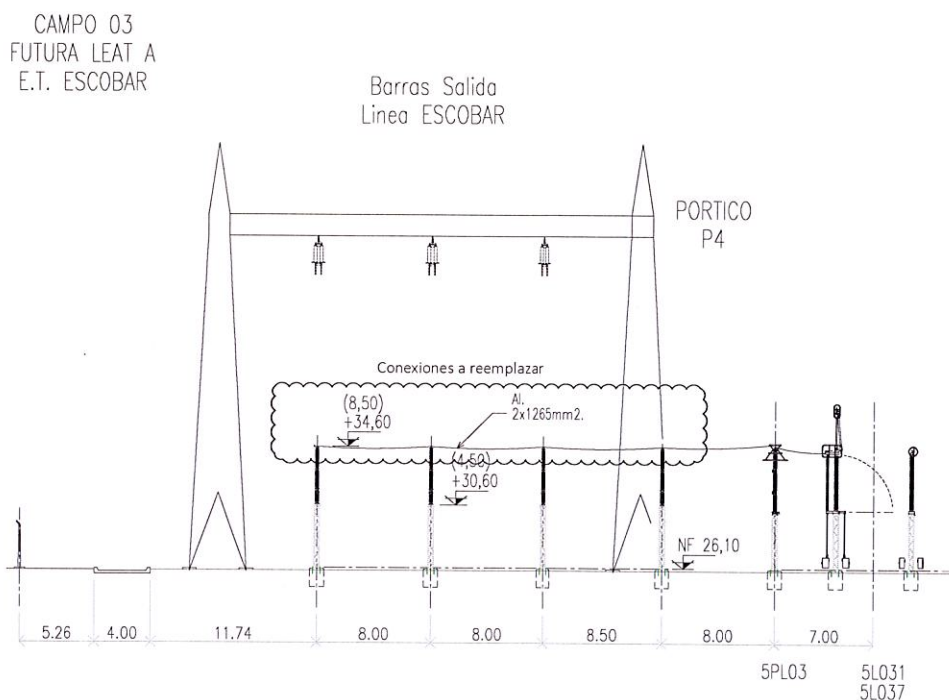


5. Reemplazar la conexión entre aisladores soporte en las barras de salida de línea Escobar (tramos de 8m y 8,5m) de conductores flexibles por conductores rígidos de aleación de Al $\varnothing 114$ mm. Si bien en la memoria de cálculo utilizada como antecedente (E-AT-5-00-T-MC-0560 Rev. D), se indica un esfuerzo estático máximo admisible de 640daN, recomendaciones indican no superar el 50% de la carga máxima del aislador, resultando entonces un valor máximo admisibles de 400daN. Los

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
EO	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

	ESTACIÓN TRANSFORMADORA ATUCHA 500kV	Revisión: A Página 27 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	
		GI-IT-AT-5-001

resultados obtenidos para corriente de falla de 40kA y tiempo de despeje 0,7s se encuentran próximos a estos valores para el caso de flecha 7% del vano, y para flecha del 4% se obtienen valores superiores a los admisibles. Además, el resto de la acometida se realizó con conductor rígido (ver plano E-AT-5-00-M-PL-1001 Rev E Planta Playa de Maniobras 500kV).



○ Documentos de referencia


- E-AT-5-00-M-PL-1001 Plano Electromecánico. Planta playa de maniobras 500 kV
- E-AT-5-00-M-PL-1002 Plano Electromecánico. Cortes playa de maniobras 500 kV
- E-AT-5-00-T-MC-0560 Memoria de Calculo. Esfuerzos en Bornes de equipos. Interconexiones de potencia

■ ANEXO I

Tablas de resultados esfuerzos sobre equipos con flecha 4% del vano

- Tabla resultados: Vano 5,6m / flecha 4% / 3 espaciadores

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
EO	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

		ESTACIÓN TRANSFORMADORA		Revisión: A	
		ATUCHA 500kV		Página 28 de 29	
 Transener		INFORME TÉCNICO		GI-IT-AT-5-001	
		REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA			

ESFUERZOS SOBRE LOS CABLES

ESTADO	CÁLCULO ESTÁTICO						CÁLCULO CORTOCIRCUITO (IEC-865)						COMB.
	ESFUERZOS		FLECHA MÁXIMA				ESFUERZOS		DESPLAZAMIENTO				
	σ_{st}	F_{st}	$f_{m\acute{a}x}$	$\beta_{f,m\acute{a}x}$	$z_{f,m\acute{a}x}$	F_t	F_f	F_{pl}	F_{dyn}	b_h	a_{min}		
	[daN/mm ²]	[daN]	[%]	[m]	[°]	[m]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[m]	[m]	
1	0,05250	133	4,00%	0,22	0,0	2,80	-	-	-	-	-	-	133
2	0,07310	185	2,87%	0,16	0,0	2,80	-	-	-	-	-	-	185
3	0,07136	181	2,94%	0,16	2,9	2,80	-	-	-	-	-	-	181
4	0,06380	161	3,29%	0,18	0,0	2,80	-	-	-	-	-	-	161
5	0,08938	226	2,35%	0,13	43,3	2,80	-	-	-	-	-	-	226
6	0,13410	339	1,57%	0,09	61,0	2,80	-	-	-	-	-	-	339
7	0,21460	543	0,98%	0,05	70,9	2,80	277	0	298	298	0.20	7.60	407

ESFUERZOS SOBRE LOS AMARRES

ESTADO	REACCIONES ESTÁTICAS						REACCIONES POR CORTOCIRCUITO						COMB.
	LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			
	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	
1	0	21	133	0	21	133	-	-	-	-	-	-	135
2	0	21	185	0	21	185	-	-	-	-	-	-	186
3	1	21	181	1	21	181	-	-	-	-	-	-	182
4	0	21	161	0	21	161	-	-	-	-	-	-	163
5	20	21	226	20	21	226	-	-	-	-	-	-	228
6	38	21	339	38	21	339	-	-	-	-	-	-	342
7	67	21	543	67	21	543	67	21	298	67	21	298	306

- Tabla resultados: Vano 9m / flecha 4% / 3 espaciadores


ESFUERZOS SOBRE LOS CABLES

ESTADO	CÁLCULO ESTÁTICO						CÁLCULO CORTOCIRCUITO (IEC-865)						COMB.
	ESFUERZOS		FLECHA MÁXIMA				ESFUERZOS		DESPLAZAMIENTO				
	σ_{st}	F_{st}	$f_{m\acute{a}x}$	$\beta_{f,m\acute{a}x}$	$z_{f,m\acute{a}x}$	F_t	F_f	F_{pl}	F_{dyn}	b_h	a_{min}		
	[daN/mm²]	[daN]	[%]	[m]	[°]	[m]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[m]	[m]	
1	0,08212	208	4,00%	0,36	0,0	4,50	-	-	-	-	-	-	208
2	0,11430	289	2,87%	0,26	0,0	4,50	-	-	-	-	-	-	289
3	0,11159	282	2,94%	0,26	3,0	4,50	-	-	-	-	-	-	282
4	0,09978	252	3,29%	0,30	0,0	4,50	-	-	-	-	-	-	252
5	0,14152	358	2,32%	0,21	44,1	4,50	-	-	-	-	-	-	358
6	0,21384	541	1,54%	0,14	61,7	4,50	-	-	-	-	-	-	541
7	0,34299	868	0,96%	0,09	71,4	4,50	440	0	475	475	0,32	7,35	648

ESFUERZOS SOBRE LOS AMARRES

ESTADO	REACCIONES ESTÁTICAS						REACCIONES POR CORTOCIRCUITO						COMB.
	LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			
	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	
1	0	33	208	0	33	208	-	-	-	-	-	-	210
2	0	33	289	0	33	289	-	-	-	-	-	-	291
3	2	33	282	2	33	282	-	-	-	-	-	-	284
4	0	33	252	0	33	252	-	-	-	-	-	-	255
5	32	33	358	32	33	358	-	-	-	-	-	-	361
6	62	33	541	62	33	541	-	-	-	-	-	-	546
7	108	33	868	108	33	868	108	33	475	108	33	475	489

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
EO	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

ESTACIÓN TRANSFORMADORA		Revisión: A
ATUCHA 500kV		Página 29 de 29
 Transener	INFORME TÉCNICO REPOTENCIACION E.T. ATUCHA 500kV 40kA	
		GI-IT-AT-5-001

- Tabla resultados: Vano 8m / flecha 4% / 3 espaciadores

ESFUERZOS SOBRE LOS CABLES

ESTADO	CÁLCULO ESTÁTICO						CÁLCULO CORTOCIRCUITO (IEC-865)						COMB.
	ESFUERZOS		FLECHA MÁXIMA				ESFUERZOS		DESPLAZAMIENTO				
	σ_{st}	F_{st}	$f_{m\acute{a}x}$	$\beta_{f,m\acute{a}x}$	$z_{f,m\acute{a}x}$	F_t	F_t	F_{pi}	F_{dyn}	b_h	a_{min}		
	[daN/m ²]	[daN]	[%]	[m]	[°]	[m]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[m]	[m]	
1	0,07341	186	4,00%	0,32	0,0	4,00	-	-	-	-	-	-	186
2	0,10219	259	2,87%	0,23	0,0	4,00	-	-	-	-	-	-	259
3	0,09976	252	2,94%	0,24	2,9	4,00	-	-	-	-	-	-	252
4	0,08920	226	3,29%	0,26	0,0	4,00	-	-	-	-	-	-	226
5	0,12619	319	2,33%	0,19	43,9	4,00	-	-	-	-	-	-	319
6	0,19041	482	1,54%	0,12	61,5	4,00	-	-	-	-	-	-	482
7	0,30531	772	0,96%	0,08	71,3	4,00	392	0	423	423	0,29	7,43	577

ESFUERZOS SOBRE LOS AMARRES

ESTADO	REACCIONES ESTÁTICAS						REACCIONES POR CORTOCIRCUITO						COMB.
	LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			LADO IZQUIERDO			LADO DERECHO			
	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,st} [daN]	F _{y,st} [daN]	F _{z,st} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	F _{x,dyn} [daN]	F _{y,dyn} [daN]	F _{z,dyn} [daN]	
1	0	30	186	0	30	186	-	-	-	-	-	-	188
2	0	30	259	0	30	259	-	-	-	-	-	-	260
3	2	30	252	2	30	252	-	-	-	-	-	-	254
4	0	30	226	0	30	226	-	-	-	-	-	-	228
5	29	30	319	29	30	319	-	-	-	-	-	-	322
6	55	30	482	55	30	482	-	-	-	-	-	-	486
7	96	30	772	96	30	772	96	30	423	96	30	423	435

A	ACTUALIZACION MALLA PAT	05.17	GS	TRANSENER	TRANSENER
EO	EMISIÓN ORIGINAL	27.03.17	A.W.	TRANSENER	TRANSENER
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ

REPOTENCIACIÓN DE ET BAHÍA BLANCA 500kV A 21.6 GVA

INFORME TÉCNICO DT/GPOR/DPR N° 28.03.4-V1/2017

Realizado por: Jorge Nizovoy, Gastón Secchi, Ezequiel
Gonzalez, Pablo Gill
Revisado por: Jorge Nizovoy
Aprobado por: Juan Weigandt
Versión: 2
Fecha: 12/07/17

Resumen:

En este documento se presenta una descripción de la necesidad de repotenciación de la capacidad admisible ante cortocircuitos de la ET Bahía Blanca 500 kV y de la posibilidad concreta de ampliarla a 21.6 GVA.

Se suministra una descripción de las obras propuestas con tal objeto, las justificaciones de las causas por las cuales se las proponen, fechas en la que resultan necesarias, tiempos estimados de ejecución y costos estimados de las ampliaciones.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS INVOLUCRADAS.....	3
2.1	SÍNTESIS DE LAS OBRAS INVOLUCRADAS	3
2.2	FECHA DE NECESIDAD.....	3
2.3	TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN	4
2.4	COSTO ESTIMADO	4
3.	JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE REPOTENCIACIÓN	4
4.	DETALLE DEL PRESUPUESTO	5
5.	REFERENCIAS	5

APÉNDICE 1	E.T. BAHIA BLANCA - EVALUACION DEL NIVEL DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN LA E.T. - MEMORIA TÉCNICA - REVISION D
-------------------	--

1. Introducción

Las altas corrientes de cortocircuito en el sistema de transmisión si no son limitadas de forma adecuada por debajo de los valores de diseño, pueden provocar fallas catastróficas en equipos y a su vez pueden presentar una seria amenaza a la seguridad del personal operativo de una Estación Transformadora (ET).

Con respecto a los problemas de incrementos de potencia de cortocircuito con la expansión del sistema y sus soluciones, en el Resumen Ejecutivo de la Guía de Referencia de Transener [1] se indica que esta E.T. está “actualmente al límite capacidad soporte corrientes de cortocircuito” y se advierte sobre la “Necesidad de ampliación de la malla de puesta a tierra para posibilitar nueva generación en zona”.

Como lo muestra el Anexo 4 de la Guía de Referencia [1], bajo las hipótesis de expansión del sistema asumidas en la misma, el nodo de Bahía Blanca 500 kV ve incrementada las solicitaciones de cortocircuito en un 67% en el período de 8 años 2017-2024, de unos 12 a 20 GVA, por la incorporación de generación cercana (cierre de ciclo combinado en la ET G. Brown) más nuevas líneas de 500 kV que vinculan ese nodo con GBA (Bahía Blanca – Vivotará – Abasto) y con Comahue (Tercera Línea de 500 kV a Choele Choel).

Para que esta expansión sea factible, se propone incrementar la capacidad admisible ante cortocircuitos de la ET en 500 kV, a un valor práctico alcanzable sin mayores modificaciones en la ET de 21.6 GVA, maximizando el límite de cargas electrodinámicas en antenas de conexión del lado diseñado por DEBA (viento máximo de 130 km/h contra 216 km/h playa Hidronor), reduciendo la tensión de tendido de las antenas (aumento de flechas), reemplazando interconexiones rígidas de más de 8 m con flexibles, ampliando la superficie de la malla de puesta a tierra (PAT) e incorporando piedra partida.

2. Descripción de las Obras Involucradas

En el Apéndice 1 se describen con mayor detalle las obras que involucra la repotenciación.

2.1 Síntesis de las Obras Involucradas

Para repotenciar la ET Bahía Blanca 500 kV a una capacidad admisible ante cortocircuitos de 21.6 GVA, se requiere realizar las siguientes tareas:

- Aplicación de una capa de piedra partida en parte del cerco perimetral 1,5 m a cada lado y con un espesor mínimo de 0,15 m y en la otra parte solo 1,5 m del lado exterior.
- Ampliación de la malla de PAT con cable de cobre de 95mm², 7 hilos.
- Retensado de 4 antenas de 500 kV (incrementando flecha) y agregado de espaciadores amortiguadores lado DEBA.
- Remplazo de interconexiones realizadas con cable flexible en vanos iguales o mayores a los 8m de equipos tales como: Descargadores, TV, TI y bushings de transformadores de potencia.
- Mediciones in situ de tensiones de paso y de contacto a los efectos de verificar el desempeño de la malla de PAT. A partir de esta tarea pueden ser necesarias tareas adicionales.

2.2 Fecha de Necesidad

Es conveniente que la repotenciación esté disponible tan pronto sea posible, habida cuenta que la ET está operando actualmente en una situación límite [1].

2.3 Tiempo Estimado de Ejecución

Tiempo Total: 12 meses.

2.4 Costo Estimado

Conforme surge de la información consignada en 4, el costo estimado de la repotenciación es de \$ 8.618.215

3. Justificación de la Necesidad de Repotenciación

Como lo muestra el Anexo 4 de la Guía de Referencia [1], bajo las hipótesis de expansión del sistema asumidas en la misma, el nodo de Bahía Blanca 500 kV ve incrementada las solicitudes de cortocircuito en un 67%, de unos 12 a 20 GVA, por la incorporación de generación cercana (cierre de ciclo combinado en la ET G. Brown) más nuevas líneas de 500 kV que vinculan ese nodo con GBA (Bahía Blanca – Vivorata – Abasto) y con Comahue (Tercera Línea de 500 kV a Choele Choel).

Para que esta expansión del sistema sea factible y teniendo en cuenta que, como también es advertido en [1], las solicitudes de cortocircuito actualmente están al límite de diseño en la ET Bahía Blanca 500 kV, se propone incrementar la capacidad admisible ante cortocircuitos de la ET en 500 kV, a un valor práctico alcanzable sin mayores modificaciones en la ET, de 21.6 GVA,

4. Detalle del Presupuesto

La estimación presupuestaria aproximada de la repotenciación surge de considerar las siguientes previsiones:

<u>E.T. BAHIA BLANCA 500 (500/132/13,2 kV) – Repotenciación Scc 21.6 GVA</u>		
<u>BUDGETARIO DE PROYECTO DE ADECUACIÓN</u>		
<u>PLANILLA DE COTIZACION</u>		
Tabla 1	OBSERVACIONES: El itemizado contempla las necesidades generales para elaboración de presupuesto.	Presupuesto
ITEM		Pesos
Nº	<i>Equipamiento y Trabajos a ejecutar para cubrir la necesidad del proyecto</i>	
	Ampliación de malla y condiciones de PAT y otros	
1.1	Aplicación de una capa de piedra partida en parte del cerco perimetral 1,5m a cada lado y con un espesor mínimo de 0,15m.	\$ 2.522.146
1.2	Ampliación de la malla de PAT con cable de cobre de 95mm ² , 7 hilos.	\$ 5.612.949
1.3	Retensado de 4 antenas de 500 kV (incrementando flecha) y agregado de espaciadores amortiguadores lado DEBA.	\$ 198.000
1.4	Reemplazo de interconexiones realizadas con cable flexible en vanos iguales o mayores a los 8m de equipos tales como: Descargadores, TV, TI y bushings de transformadores de potencia.	\$ 285.120
		\$ 8.618.215

5. Referencias

[1] Transener S.A., Guía de Referencia del Sistema de Transporte en Alta Tensión 2017-2024.

APÉNDICE 1

E.T. BAHIA BLANCA

EVALUACION DEL NIVEL DE
CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN LA E.T.

MEMORIA TÉCNICA

REVISION D

- **OBJETO DE LA MEMORIA TECNICA:**

La presente memoria técnica tiene por objeto describir los estudios y verificaciones realizadas tendientes a determinar la corriente de cortocircuito admisible por la E.T. Bahia Blanca en 500 kV y las medidas que podrían llevarse a cabo para elevar esa capacidad.

- **METODOLOGIA DESARROLLADA:**

La E.T. consta de dos partes bien definidas que son: La E.T. original construida bajo la filosofía de Hidronor y la ampliación posterior realizada bajo los lineamientos de DEBA (que incluye la playa de 132 kV).

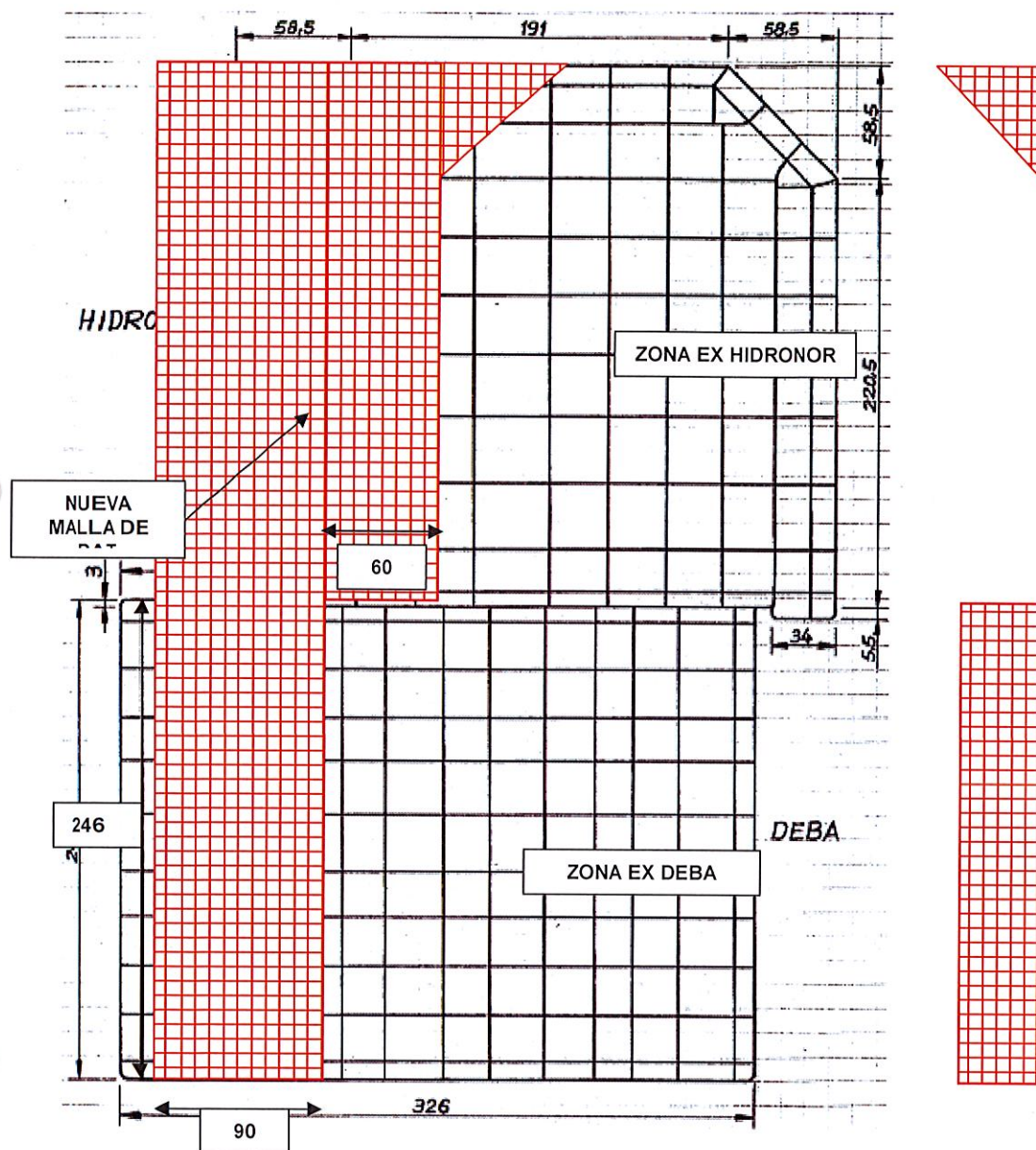
Debido a la existencia de información parcial, no se pudo establecer el nivel de corto admisible de diseño de la E.T. debido a que solo se contaba con la memoria de cálculo de la malla de PAT. Los demás aspectos debieron ser estimados a partir de comparaciones, según se indica en cada punto.

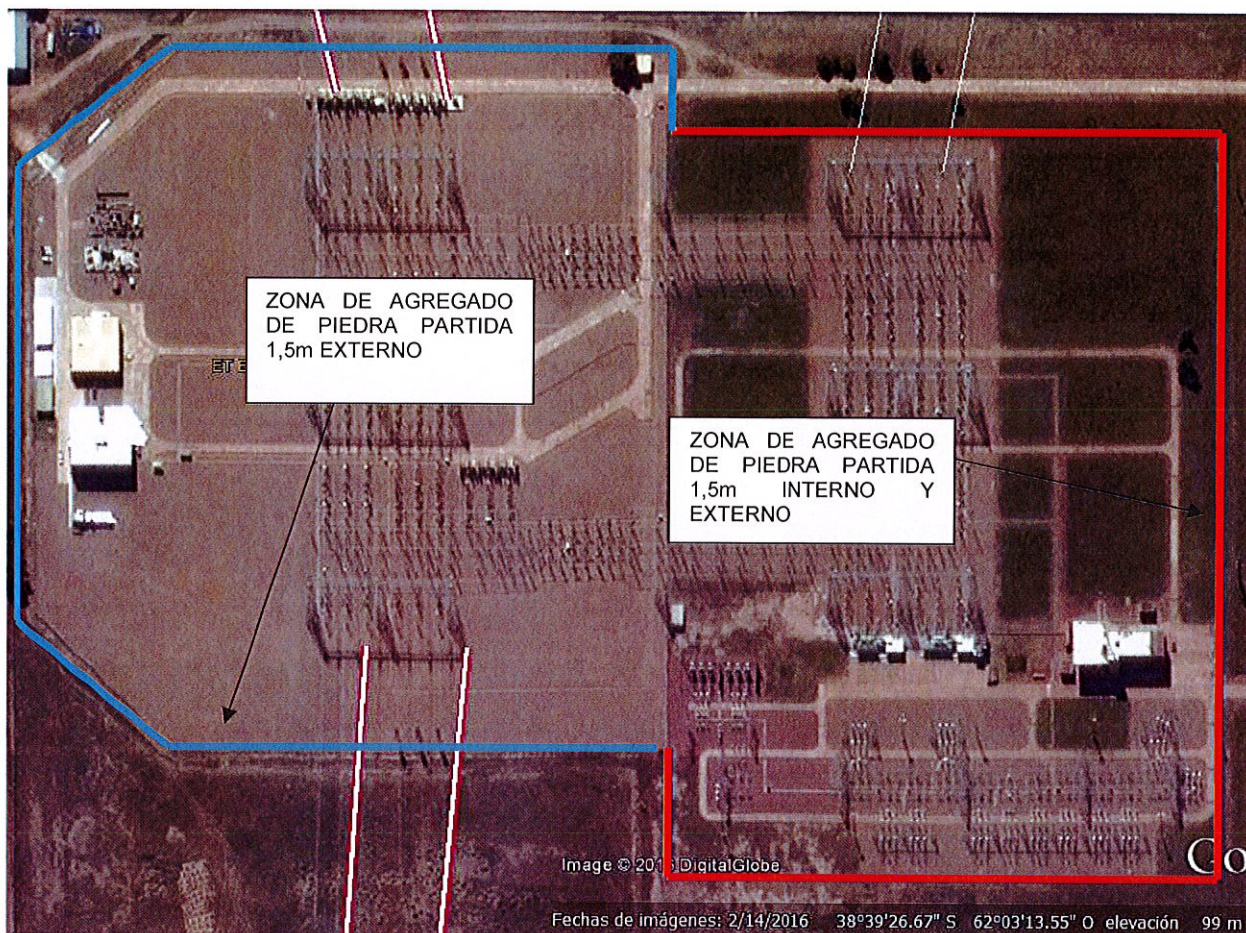
- **MALLA DE PAT:**

Se aplicará una capa de piedra partida 1,5m hacia dentro y 1,5m hacia afuera del predio de la ET, en aquella zona del perímetro que no lo tuviera y ampliando la superficie de la malla de acuerdo al diagrama mostrado en la página siguiente.

La ampliación en la superficie de la malla implica enterrar una cantidad aproximada de 6300m de cable de cobre de 95mm² de 7 hilos con sus soldaduras cuproaluminotermicas o de compresión correspondientes. Se completará con una jabalina de 6m en cada vértice y cada 100 en el perímetro de la misma, lo cual redunda en un total de 20 jabalinas a hincar.

El agregado de piedra partida a 1,5 metros por fuera y por dentro del cerco perimetral, comprende una longitud de 900m. El agregado de piedra partida solo hacia el lado exterior del cerco comprende una longitud de 800m. Se aclara que se propone hacerlo en todo el perímetro actual del cerco debido a que se considera que la zona mas antigua probablemente tendrá dicho recubrimiento degradado.





• **ESFUERZOS ELECTRODINAMICOS EN ANTENAS DE 500 KV:**

De la documentación existente analizada no se observa que existiera una hipótesis de corto aplicada al cálculo mecánico de conductores. Dado que pudo verificarse la hipótesis de viento máximo, se adopta la premisa de verificar qué corrientes de corto igualan las cargas por máximo viento, por lo cual, se adoptarán estas corrientes como valores máximos admisibles en este aspecto.

El viento máximo de diseño para la playa Hidronor es de 216 Km/h. El de la playa de DEBA es de 130 Km/h. Esta diferencia motiva la limitación de la E.T. que está ubicada en dicha playa.

En función de los relevamientos efectuados, la situación de los pórticos de la ET arroja conclusiones similares a las obtenidas para la ET Olavarría, es decir, puede elevarse la corriente de corto admisible hasta 25 kA en 0,5 segundos, con el retensado de las antenas del lado DEBA y con el agregado de al menos 9 espaciadores por vano.

• **ESFUERZOS ELECTRODINAMICOS EN BORNES DE EQUIPOS:**

Dada la similitud de la playa con la de Olavarría las conclusiones son las mismas. Por lo cual se recomienda el remplazo de interconexiones con barra flexible por homónimas con barra rígida para vanos iguales o superiores a los 8m entre equipos con resistencia mecánica disminuida como ser TV's, descargadores, transformadores de corriente y bushings de transformadores de potencia o reactores.

En lo que respecta a interconexiones con barras rígidas, las cargas mecánicas generadas por corrientes de este nivel, generan esfuerzos similares o inferiores a los de viento por lo que no se las ha investigado con mayor profundidad.

- **EQUIPAMIENTO DE PLAYA:**

Los equipos de maniobra y los transformadores de corriente están diseñados para 40 kA por lo cual no hay limitantes.

- **CONCLUSIONES:**

De una evaluación de las características de la E.T. se concluye que, efectuando modificaciones y refuerzos, la capacidad de admitir cortocircuito de la E.T. puede elevarse en 500 kV hasta los 25 kA – 21.6 GVA (limitado por los esfuerzos en las antenas de la E.T. lado DEBA).

Para lograr este cometido las tareas a realizar serán las siguientes:

- Aplicación de una capa de piedra partida en parte del cerco perimetral 1,5m a cada lado y con un espesor mínimo de 0,15m y en la otra parte solo 1,5m del lado exterior.
- Ampliación de la malla de PAT con cable de cobre de 95mm², 7 hilos.
- Retensado de 4 antenas de 500 kV (incrementando flecha) y agregado de espaciadores amortiguadores lado DEBA.
- Reemplazo de interconexiones realizadas con cable flexible en vanos iguales o mayores a los 8m de equipos tales como: Descargadores, TV, TI y bushings de transformadores de potencia.
- Mediciones in situ de tensiones de paso y de contacto a los efectos de verificar el diseño de la malla de PAT.

REPOTENCIACIÓN DE ET CAMPANA 500 kV EN 132 kV A 7.2 GVA

INFORME TÉCNICO DT/GPOR/DPR N° 28.03.7-V1/2017

Realizado por: Jorge Nizovoy, José Luis Pomiés, Ezequiel
Gonzalez, Martín Elié
Revisado por: Jorge Nizovoy
Aprobado por: Juan Weigandt
Versión: 2
Fecha: 12/07/17

Resumen:

En este documento se presenta una descripción de la necesidad de repotenciación de la capacidad admisible ante cortocircuitos de la ET Campana 500 kV en el nivel de 132 kV y de la posibilidad concreta de ampliarla a 7.2 GVA.

Se suministra una descripción de las obras propuestas con tal objeto, las justificaciones de las causas por las cuales se las proponen, fechas en la que resultan necesarias, tiempos estimados de ejecución y costos estimados de las ampliaciones.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS INVOLUCRADAS.....	3
2.1	SÍNTESIS DE LAS OBRAS INVOLUCRADAS	3
2.2	FECHA DE NECESIDAD.....	4
2.3	TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN	4
2.4	COSTO ESTIMADO	4
3.	JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE REPOTENCIACIÓN	4
4.	DETALLE DEL PRESUPUESTO	5
5.	REFERENCIAS	5

APÉNDICE I	E.T. CAMPANA 500 kV - REPOTENCIACIÓN EN NIVEL 132 kV - MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO
-------------------	--

1. Introducción

Las altas corrientes de cortocircuito en el sistema de transmisión si no son limitadas de forma adecuada por debajo de los valores de diseño, pueden provocar fallas catastróficas en equipos y a su vez pueden presentar una seria amenaza a la seguridad del personal operativo de una Estación Transformadora (ET).

El necesario seccionamiento en ejecución de la línea Zárate – Campana Tres y su vinculación con la ET Campana deriva en un aumento de la potencia de cortocircuito en 132 kV de la ET Campana.

A lo anterior se sumarán efectos similares debidos a la incorporación de nueva generación impulsada por la Resol. SEE N° 21/2016 en las EETT Las Palmas y San Pedro, con lo que se incrementarán significativamente las potencias de cortocircuito de la ET Campana en 132 kV, viéndose en algunos escenarios superado el límite de potencia admisible de esta última, tal como se muestra en el Anexo 4 de la Guía de Referencia [1].

Es factible resolver el problema, mediante cambio de equipos críticos y adecuaciones de la malla de puesta tierra (PAT), logrando que la capacidad admisible de cortocircuitos de esta ET se eleve a 7.2 GVA en 132 kV, lo que se describe en este Informe.

2. Descripción de las Obras Involucradas

En el Apéndice 1 se describen con mayor detalle las obras que involucra la repotenciación.

2.1 Síntesis de las Obras Involucradas

Para repotenciar la ET Campana 500 kV en el nivel de 132 kV a una capacidad admisible ante cortocircuitos de 7.2 GVA, se requieren realizar las siguientes tareas:

- Estudio de resistividad del terreno de la ET.
- Determinación de la capacidad de cortocircuito admisible de la malla de PAT existente, tomando como referencia los datos obtenidos del estudio anterior y soluciones a implementar.
- Tendido de conductor de cobre de 95 (ó 120 mm²) alrededor del cerco perimetral exterior a 1 m de distancia hacia el exterior del mismo y vinculación con la malla de PAT existente.
- Determinación de la cantidad de vinculaciones con la malla de PAT, condicionado a los resultados del estudio de resistividad.
- Incorporación de Piedra partida a 1 metro hacia adentro y 1 metro hacia afuera del cerco perimetral. Estas tareas tienen como objetivo mejorar las tensiones de paso y de contacto en la zona del cerco.
- Refuerzo de todos los conductores de bajada de PAT que tengan un único conductor, como ocurre con los seccionadores de PAT, bajadas de descargadores y transformadores de tensión, tanto en 500 kV como en 132 kV.
- Reemplazo de 2 seccionadores fila india y 1 seccionador polos paralelos de 132 kV – 25 kA pertenecientes al campo 3.
- Reemplazo de 3 transformadores de corriente de 132 kV – 25 kA pertenecientes al campo 10.

2.2 Fecha de Necesidad

Es conveniente que la repotenciación esté disponible tan pronto sea posible, habida cuenta que la ET está operando actualmente en una situación límite [1]. Es importante tener en cuenta que se encuentran obras de generación y transmisión en ejecución que en 2018 provocarán la superación de la capacidad admisible actual.

2.3 Tiempo Estimado de Ejecución

Tiempo estimado de obra: 6 meses.

2.4 Costo Estimado

Conforme surge de la información consignada en 4, el costo estimado de la repotenciación es de \$ 7.208.900

3. Justificación de la Necesidad de Repotenciación

El seccionamiento en ejecución de la línea Zárate – Campana Tres y su vinculación con la ET Campana provocará un aumento de la potencia de cortocircuito en 132 kV de la ET Campana.

A lo anterior se sumarán efectos similares debidos a la incorporación de nueva generación impulsada por la Resol. SEE N° 21/2016 en las EETT Las Palmas y San Pedro, con lo que se incrementarán significativamente las potencias de cortocircuito de la ET Campana en 132 kV, viéndose superado el límite de potencia admisible de esta última, tal como se muestra en el Anexo 4 de la Guía de Referencia [1].

4. Detalle del Presupuesto

La estimación presupuestaria aproximada de la repotenciación surge de considerar las siguientes previsiones:

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
TAREAS MINIMAS A DESARROLLAR EN LA ET					
1	Estudio de resistividad del terreno de la ET	GI	1	340000	340000
2	Tendido de conductor de cobre de 95 (ó 120 mm ²) alrededor del cerco perimetral	GI	700	2720	1904000
3	Vinculaciones con la malla de PAT existente	GI	150	2720	408000
4	Incorporación de Piedra partida a 1 metro hacia adentro y 1 metro hacia afuera del cerco perimetral	GI	210	2050	430500
5	Refuerzo de todos los conductores de bajada de PAT que tengan un único conductor, tanto en equipos de 500 kV como en 132 kV	GI	180	1550	279000
6	Reemplazo de seccionadores fila india 132 kV Campo 3 (incluye desmontaje de los existentes y montaje y conexonado de los nuevos) Detalle Anexo II	N	2	165000	330000
7	Reemplazo de seccionador polos paralelos 132 kV Campo 3 de 25KA (incluye desmontaje del existente y montaje y conexonado del nuevo) De acuerdo a planta general	N	1	165000	165000
8	Reemplazo de transformadores de corriente 132 kV Campo 10 (incluye desmontaje de los existentes y montaje y conexonado de los nuevos). De acuerdo a planta general	N	3	180000	540000
PROVISIONES A SER REALIZADAS					
1	Ingeniería de Proyecto Ejecutivo	GL	1	750.000	750.000
2	Conductor de cobre desnudo de 95 ó 120 mm ² , según surja de la Memoria de Cálculo a ser desarrollada durante la Ingeniería de Proyecto	GL	1	548.000	548.000
4	Soldaduras cuproaluminotérmicas para vinculación a la malla de PAT existente	GL	1	1680.00	168.000
5	Seccionadores Fila India 132 kV – 31.5 kA	N	2	265.200	530.400
6	Seccionadores Polos Paralelos 132 kV – 31.5 kA	N	1	265.200	265.200
7	Transformadores de Corriente 132 kV – 31.5 kA	N	3	183.000	550.800
Total en pesos sin IVA					7.208.900

Nota: Los precios están en pesos y no incluyen el IVA. Se utilizó una tasa de cambio de 17 \$/U\$S

5. Referencias

- [1] Transba S.A., Guía de Referencia del Sistema de Transporte por Distribución Troncal de la Provincia de Buenos Aires 2017-2024.

APÉNDICE 1

E.T. CAMPANA 500 kV

REPOTENCIACIÓN EN NIVEL 132 kV

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

REVISION A

- **OBJETO DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA:**

La presente memoria tiene por objeto describir los lineamientos y requerimientos generales del proyecto a los efectos de evaluar su viabilidad técnica y económica así como de informar los alcances del mismo.

- **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO:**

Como consecuencia del aumento de los niveles de cortocircuito que se producirán en varias EETT del sistema por la incorporación de las futuras instalaciones de generación que se estima se implementará en el marco del mejoramiento de sistema de energía a nivel nacional, resulta necesario para el caso particular de la ET Campana 500 kV, llevar a cabo una serie de tareas entre las que se destacan la verificación y posterior ampliación de la malla de puesta a tierra al menos alrededor de todo el cerco perimetral exterior y el reemplazo de equipos de playa que actualmente imponen una restricción por debajo del límite de los interruptores; todo ello, a los efectos de afrontar este aumento del nivel de cortocircuito.

Actualmente la ET Campana 500 kV tiene una potencia de diseño estimada de 7,2 GVA en el nivel de 132 kV que, al estar restringida a valores inferiores por lo expuesto previamente, surge la necesidad de ampliar la malla de puesta a tierra, reforzar las vinculaciones a tierra de todos aquellos equipos que así lo requieran y el reemplazo del equipamiento de playa que limita la potencia de la ET por debajo de la de diseño.

El objetivo primordial de este proyecto es que la ET Campana 500 kV alcance un nivel de potencia de cortocircuito de 7,2 GVA (31,5 kA) en el nivel de 132 kV en el año 2018.

- **DETALLES DEL PROYECTO:**

A continuación se detallan los trabajos a efectuar para implementar las mejoras descriptas en el Punto 2.

- Estudio de resistividad del terreno de la ET.
- Determinación de la capacidad de cortocircuito admisible de la malla de PAT existente, tomando como referencia los datos obtenidos del estudio anterior y soluciones a implementar.
- Tendido de conductor de cobre de 95 (ó 120 mm²) alrededor del cerco perimetral exterior a 1 m de distancia hacia el exterior del mismo y vinculación con la malla de PAT existente.
- Determinación de la cantidad de vinculaciones con la malla de PAT, condicionado a los resultados del estudio de resistividad.
- Incorporación de Piedra partida a 1 metro hacia adentro y 1 metro hacia afuera del cerco perimetral. Estas tareas tienen como objetivo mejorar las tensiones de paso y de contacto en la zona del cerco.
- Refuerzo de todos los conductores de bajada de PAT que tengan un único conductor, como ocurre con los seccionadores de PAT, bajadas de descargadores y transformadores de tensión, tanto en 500 kV como en 132 kV.
- Reemplazo de 2 seccionadores fila india y 1 seccionador polos paralelos de 132 kV – 25 kA pertenecientes al campo 3.
- Reemplazo de 3 transformadores de corriente de 132 kV – 25 kA pertenecientes al campo 10.

- **DOCUMENTACION DE REFERENCIA:**

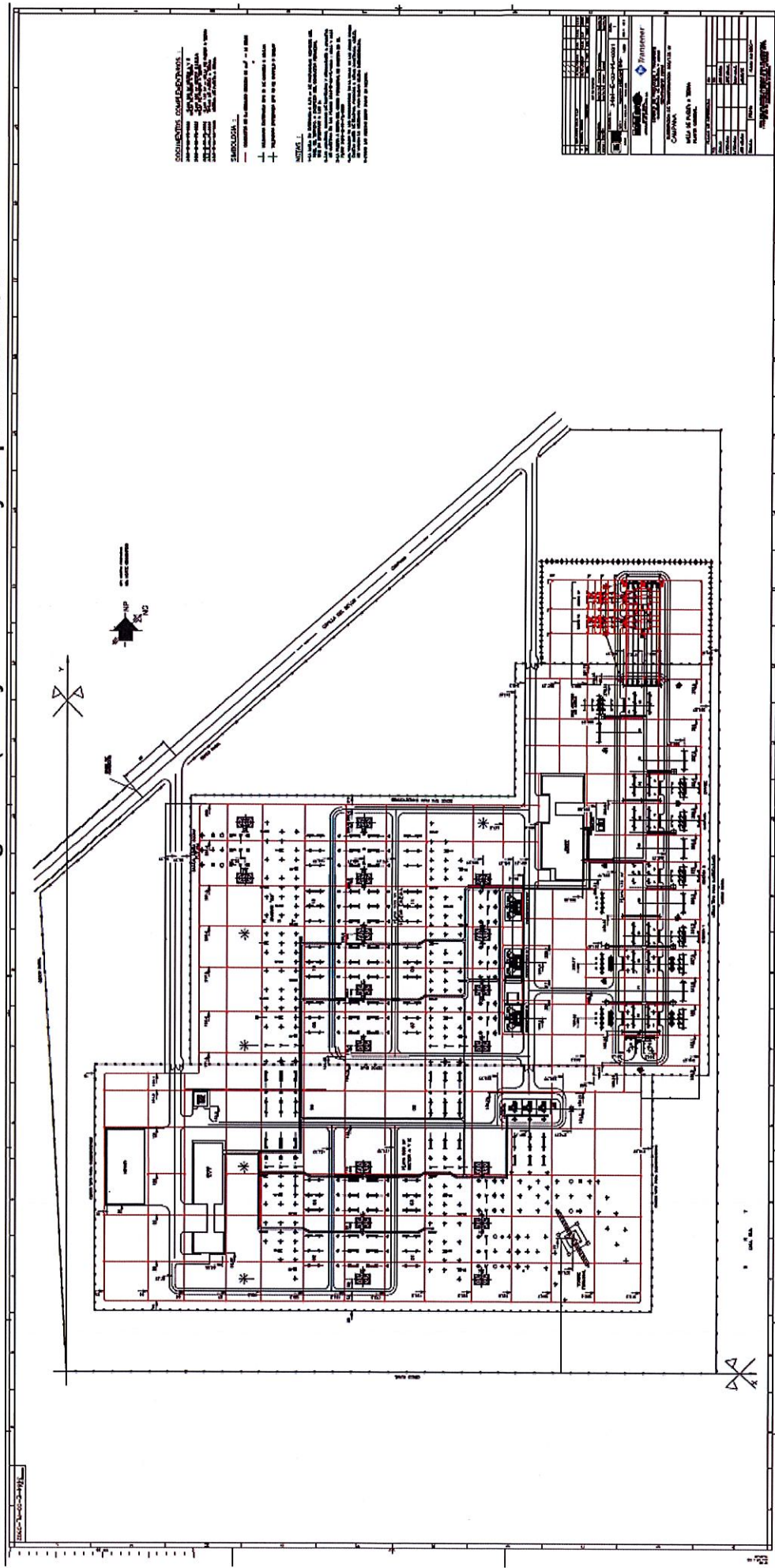
Para mayor claridad se acompaña este documento con los siguientes planos:

- Anexo I: 3464-E-00-PL-0521 – Planta general (incluye malla P.A.T. y ampliación AXION).
- Anexo II: 3464-E-00-PL-0521 – Planta general con conductor perimetral.
- E-CA-1-00-M-PL-127 – Ampliación ET Campana campos 16 y 17.

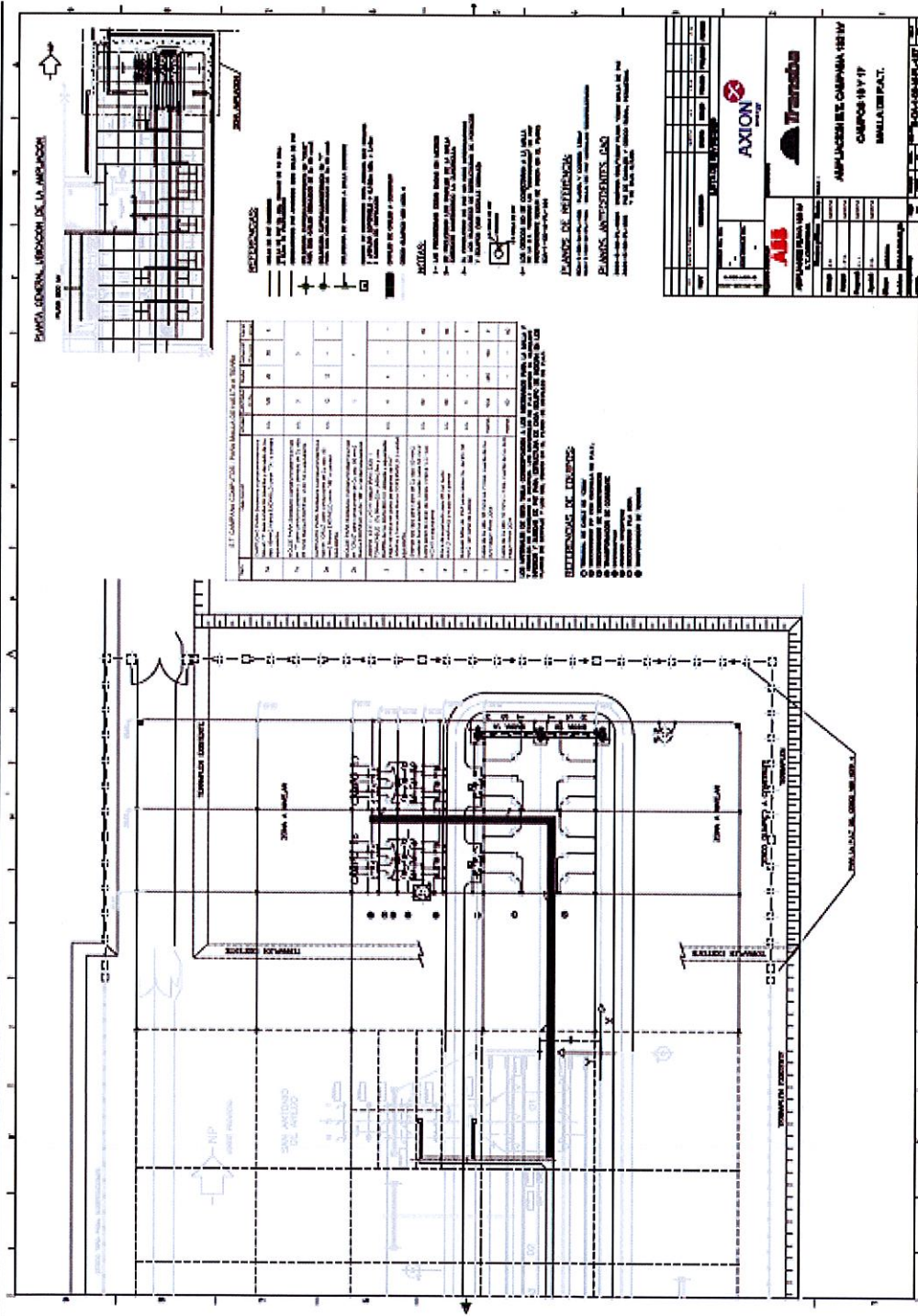
- **PRESUPUESTO ESTIMADO:**

Se encuentra contenida la Planilla de Cotización en 4.

Anexo I: 3464-E-00-PL-0521 – Planta general (incluye malla P.A.T. y ampliación AXION



E-CA-1-00-M-PL-127 – Ampliación ET Campana campos 16 y 17



REPOTENCIACIÓN DE ET OLAVARRÍA 500kV

A 21.6 GVA

INFORME TÉCNICO DT/GPOR/DPR N° 28.03.5-V1/2017

Realizado por: Jorge Nizovoy, Gastón Secchi, Ezequiel
Gonzalez, Pablo Gill
Revisado por: Jorge Nizovoy
Aprobado por: Juan Weigandt
Versión: 2
Fecha: 12/07/17

Resumen:

En este documento se presenta una descripción de la necesidad de repotenciación de la capacidad admisible ante cortocircuitos de la ET Olavarría 500 kV y de la posibilidad concreta de ampliarla a 21.6 GVA.

Se suministra una descripción de las obras propuestas con tal objeto, las justificaciones de las causas por las cuales se las proponen, fechas en la que resultan necesarias, tiempos estimados de ejecución y costos estimados de las ampliaciones.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS INVOLUCRADAS.....	3
2.1 SÍNTESIS DE LAS OBRAS INVOLUCRADAS	3
2.2 FECHA DE NECESIDAD.....	3
2.3 TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN	4
2.4 COSTO ESTIMADO	4
3. JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE REPOTENCIACIÓN	4
4. DETALLE DEL PRESUPUESTO	5
5. REFERENCIAS	5
APÉNDICE 1 E.T. OLAVARRÍA - EVALUACION DEL NIVEL DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN LA E.T. - MEMORIA TÉCNICA - REVISION E	

1. Introducción

Las altas corrientes de cortocircuito en el sistema de transmisión si no son limitadas de forma adecuada por debajo de los valores de diseño, pueden provocar fallas catastróficas en equipos y a su vez pueden presentar una seria amenaza a la seguridad del personal operativo de una Estación Transformadora (ET).

Con respecto a los problemas de incrementos de potencia de cortocircuito con la expansión del sistema y sus soluciones, en el Resumen Ejecutivo de la Guía de Referencia de Transener [1] se indica que esta E.T. está “actualmente al límite capacidad soporte corrientes de cortocircuito” y se advierte sobre la “necesidad ampliación malla de puesta a tierra y otros refuerzos bajo análisis para posibilitar ampliaciones de transporte o generación vinculadas a este nodo”.

Como lo muestra el Anexo 4 de la Guía de Referencia [1], bajo las hipótesis de expansión del sistema asumidas en la misma, el nodo de Olavarría 500 kV ve incrementada las solicitudes de cortocircuito en un 20% en el período 2017-2024, como consecuencia del crecimiento del sistema en consonancia con la demanda a ser abastecida.

Para que esta expansión sea factible, se propone incrementar la capacidad admisible ante cortocircuitos de la ET en 500 kV, a un valor práctico alcanzable sin mayores modificaciones en la ET de 21.6 GVA, maximizando el límite de cargas electrodinámicas en antenas de conexionado del lado diseñado por DEBA (viento máximo de 130 km/h contra 216 km/h playa Hidronor), reduciendo la tensión de tendido de las antenas (aumento de flechas), reemplazando interconexiones rígidas de más de 8 m con flexibles, ampliando la superficie de la malla de puesta a tierra (PAT) e incorporando piedra partida.

2. Descripción de las Obras Involucradas

En el Apéndice 1 se describen con mayor detalle las obras que involucra la repotenciación.

2.1 Síntesis de las Obras Involucradas

Para repotenciar la ET Olavarría 500 kV a una capacidad admisible ante cortocircuitos de 21.6 GVA, se requiere realizar las siguientes tareas:

- Aplicación de una capa de piedra partida en el cerco perimetral 1,5m a cada lado y con un espesor mínimo de 0,15m.
- Retensado de 4 antenas de 500 kV (incrementando flecha) y agregado de espaciadores amortiguadores lado DEBA.
- Remplazo de interconexiones realizadas con cable flexible en vanos iguales o mayores a los 8m de equipos tales como: Descargadores, TV, TI y bushings de transformadores de potencia.
- Mediciones in situ de tensiones de paso y de contacto a los efectos de verificar el diseño de la malla de PAT.

2.2 Fecha de Necesidad

Es conveniente que la repotenciación este disponible tan pronto sea posible, habida cuenta que la ET está operando actualmente en una situación límite [1].

2.3 Tiempo Estimado de Ejecución

TIEMPO TOTAL: 12 meses.

2.4 Costo Estimado

Conforme surge de la información consignada en 4, el costo estimado de la repotenciación es de \$ 3.703.349

3. Justificación de la Necesidad de Repotenciación

Como lo muestra el Anexo 4 de la Guía de Referencia [1], bajo las hipótesis de expansión del sistema asumidas en la misma, el nodo de Olavarría 500 kV ve incrementada las solicitaciones de cortocircuito en un 20% en el período 2017-2024.

Para que esta expansión del sistema sea factible y teniendo en cuenta que, como también es advertido en [1], las solicitaciones de cortocircuito actualmente están al límite de diseño en la ET Olavarría 500 kV, se propone incrementar la capacidad admisible ante cortocircuitos de la ET en 500 kV, a un valor práctico alcanzable sin mayores modificaciones en la ET, de 21.6 GVA,

4. Detalle del Presupuesto

La estimación presupuestaria aproximada de la repotenciación surge de considerar las siguientes previsiones:

Tabla 1	OBSERVACIONES: El itemizado contempla las necesidades generales para elaboración de presupuesto.	Presupuest o
ITEM		Pesos
Nº	<i>Equipamiento y Trabajos a ejecutar para cubrir la necesidad del proyecto</i>	
	Ampliación de malla y condiciones de PAT - Reemplazo de equipos asociados	
1.1	Aplicación de una capa de piedra partida en parte del cerco perimetral 1,5m a cada lado y con un espesor mínimo de 0,15m.	\$ 2.727.797
1.2	Ampliación de la malla de PAT con cable de cobre de 95mm ² , 7 hilos.	NC
1.3	Retensado de 4 antenas de 500 kV (incrementando flecha) y agregado de espaciadores amortiguadores lado DEBA.	\$ 369.600
1.4	Reemplazo de interconexiones realizadas con cable flexible en vanos iguales o mayores a los 8m de equipos tales como: Descargadores, TV, TI y bushings de transformadores de potencia.	\$ 605.952
Total General		\$ 3.703.349

5. Referencias

[1] Transener S.A., Guía de Referencia del Sistema de Transporte en Alta Tensión 2017-2024.

APÉNDICE 1

E.T. OLAVARRÍA

EVALUACION DEL NIVEL DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN LA E.T.

MEMORIA TÉCNICA

REVISION E

- **OBJETO DE LA MEMORIA TECNICA:**

La presente memoria técnica tiene por objeto describir los estudios y verificaciones realizadas tendientes a determinar la corriente de cortocircuito admisible por la E.T. Olavarría en 500 kV y las medidas que podrían llevarse a cabo para elevar esa capacidad.

- **METODOLOGIA DESARROLLADA:**

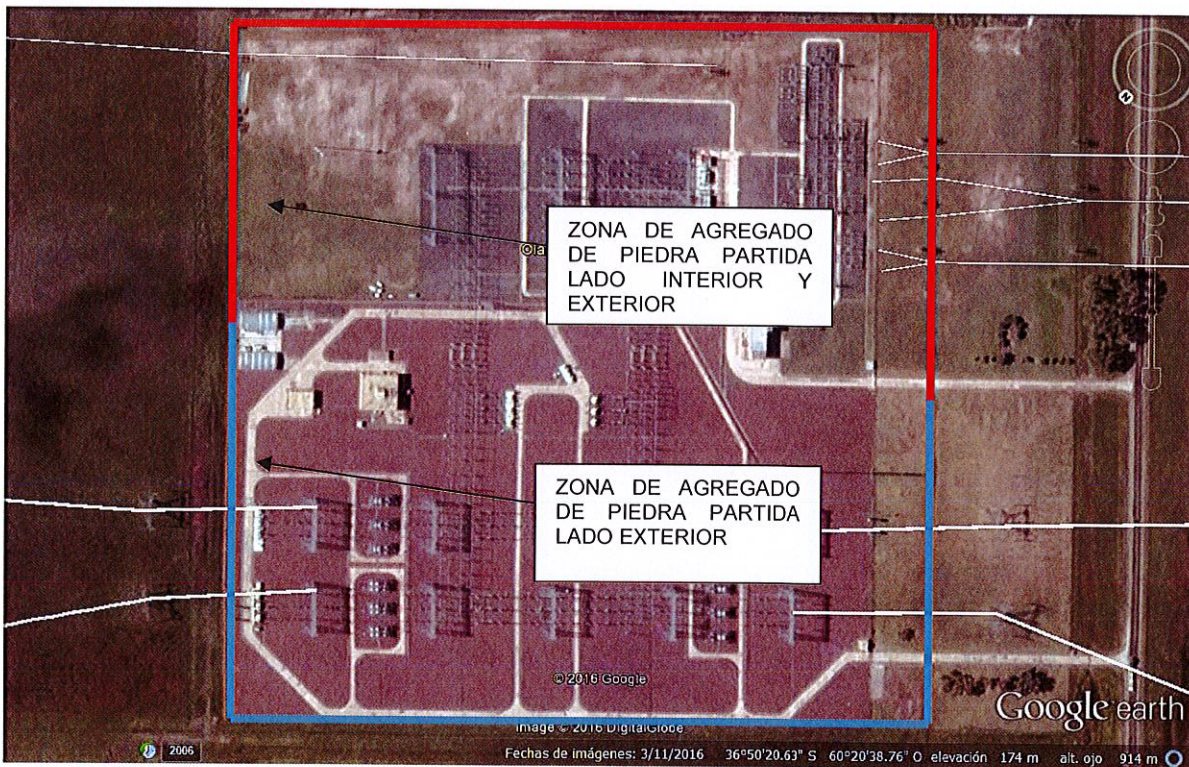
La E.T. consta de dos partes bien definidas que son: La E.T. original construida bajo la filosofía de Hidronor y la ampliación posterior realizada bajo los lineamientos de DEBA (que incluye la playa de 132 kV).

Debido a la existencia de información parcial, no se pudo establecer el nivel de corto admisible de diseño de la E.T. debido a que solo se contaba con la memoria de cálculo de la malla de PAT. Los demás aspectos debieron ser estimados a partir de comparaciones, según se indica en cada punto.

- **MALLA DE PAT:**

Se aplicará una capa de piedra partida 1,5m hacia dentro y 1,5m hacia afuera del predio de la ET.

Para lograr esto debería completarse con piedra partida, espesor 0,15cm y un ancho de 1,5m a cada lado del cerco perimetral, a lo largo de la zona DEBA, lo cual implica una longitud de 906m de cerco. En el perímetro restante (zona exHidronor) se propone la aplicación de dicha capa de piedra partida, pero solo del lado exterior, dado que se asume que debido al tiempo el mismo estará degradado (implica 1000m de longitud).



- **ESFUERZOS ELECTRODINAMICOS EN ANTENAS DE 500 KV:**

De la documentación existente analizada no se observa que existiera una hipótesis de corto aplicada al cálculo mecánico de conductores. Dado que pudo verificarse la hipótesis de viento máximo, se adopta la premisa de verificar qué corrientes de corto igualan las cargas por máximo viento, por lo cual, se adoptarán estas corrientes como valores máximos admisibles en este aspecto.

El viento máximo de diseño para la playa Hidronor es de 216 Km/h. El de la playa de DEBA es de 130 Km/h. Esta diferencia motiva la limitación de la E.T. que está ubicada en dicha playa.

Para el caso de la playa lado DEBA, se analizó qué readecuaciones podían efectuarse para reducir las cargas por corto y de esta forma poder subir el nivel máximo de corriente de falla. Se observó que retensando los vanos (en total 4 vanos) y agregando espaciadores entre los sub-conductores (unos 9 espaciadores por vano) se logran valores de corto de **25 kA**.

E.T. OLAVARRIA - ANTENAS 500kV								
LADO TRANSBA (ex DEBA)								
DATOS				RESULTADOS				
VANO	Flecha [m]	Temperatura ambiente [°C]	Cantidad de espaciadores	Tiro para viento máx. [daN]	Flecha para temp. máx. [m]	Icc - con viento [kA]	Icc - sin viento [kA]	Tiro para Icc sin viento [daN]
33-34-35	4,77	23	10	2971	5,00		25,00	3828,00

• **ESFUERZOS ELECTRODINAMICOS EN BORNES DE EQUIPOS:**

Dada la falta de información referente a la carga máxima admisible en bornes para los equipos de playa, se adoptará un valor máximo admisible típico de 300 daN, que es un valor conservador, razonable a adoptar. Se calcularon tiros mecánicos para un vano máximo de 11m (vano más extenso con cable flexible encontrado en la E.T.), vientos de 130 km/h (DEBA) y 216 km/h (HIDRONOR) y flechas de 5% y 10%. A su vez, se calcularon los tiros para distintas cantidades de espaciadores colocados. Posteriormente se analizó qué corrientes de corto igualan estos tiros, obteniéndose lo siguiente:

E.T. OLAVARRIA - ESFUERZOS EN BORNES 500 KV								
VANO 11m								
SEPARADORES	FLECHA 10%				FLECHA 5%			
	TIRO 130 KM/H [daN]	Icc = TIRO 130 [kA]	TIRO 216 KM/H [daN]	Icc = TIRO 216 [kA]	TIRO 130 KM/H [daN]	Icc = TIRO 130 [kA]	TIRO 216 KM/H [daN]	Icc = TIRO 216 [kA]
10	243	47	431	>60	526	60	931	>60
8	226	38	422	>60	491	53	912	>60
6	211	38	414	>60	457	50	894	>60
4	196	30	406	60	425	46	878	>60

De los cálculos realizados se observa que para vientos de 216 km/h los tiros exceden el valor estimado máximo de 300 daN, no así para 130 km/h. En este caso, los cortos que igualan estas cargas llegan a ser como **mínimo 30 kA** y 4 espaciadores.

Se espera, por consiguiente, que para la playa de maniobras podrían admitirse valores de corto inferiores a este último valor, para esto deberá verificarse en todos los vanos que las flechas sean del orden de un 10%.

Adicionalmente, y para reducir el riesgo, se deberían remplazar interconexiones con cable flexible de vanos superiores o iguales a 8m entre equipos que se conoce por experiencia que tienen resistencia mecánica reducida, como ser TV's, descargadores, transformadores de corriente y bushings de transformadores de potencia o reactores.

En lo que respecta a interconexiones con barras rígidas, las cargas mecánicas generadas por corrientes de este nivel, generan esfuerzos similares o inferiores a los de viento por lo que no se las ha investigado con mayor profundidad.

- **EQUIPAMIENTO DE PLAYA:**

Los equipos de maniobra y los transformadores de corriente están diseñados para 40 kA por lo cual no hay limitantes.

- **CONCLUSIONES:**

De una evaluación de las características de la E.T. se concluye que efectuando modificaciones y refuerzos menores, la capacidad de admitir cortocircuito de la E.T. en 500 kV puede elevarse hasta los 25 kA – 21.6 GVA (limitado por los esfuerzos en las antenas de la E.T. lado DEBA).

Para lograr este cometido las tareas a realizar serán las siguientes:

- Aplicación de una capa de piedra partida en el cerco perimetral 1,5m a cada lado y con un espesor mínimo de 0,15m.
- Retensado de 4 antenas de 500 kV (incrementando flecha) y agregado de espaciadores amortiguadores lado DEBA.
- Reemplazo de interconexiones realizadas con cable flexible en vanos iguales o mayores a los 8m de equipos tales como: Descargadores, TV, TI y bushings de transformadores de potencia.
- Mediciones in situ de tensiones de paso y de contacto a los efectos de verificar el diseño de la malla de PAT.