

ESTUDIOS PARA EL DIAGNOSTICO Y MODERNIZACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SALTO GRANDE



TOMO II

Informe Final - Fase I - Diagnóstico Integral

Preparado por



Para



Comisión Técnica Mixta de Salto Grande



Inter-American Development Bank

Contrato #INE/ENE-RG-T2256-SN1

Agosto 2016

ESTA PAGINA SE DEJO EN BLANCO INTENCIONALMENTE

ESTA PAGINA SE DEJO EN BLANCO INTENCIONALMENTE

TABLA DE CONTENIDOS

1.	OBJETO DEL INFORME	7
2.	RESUMEN EJECUTIVO	8
3.	INTRODUCCIÓN	11
4.	RECONOCIMIENTO DEL ESTADO, DIAGNOSTICO Y RECOMENDACIONES A LOS EQUIPOS Y SISTEMAS INSPECCIONADOS.....	12
4.1	TURBINAS Y AUXILIARES PROPIOS.....	14
4.1.1	TURBINA.....	17
4.1.2	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DEL SELLO DEL EJE	40
4.1.3	SISTEMA DE REGULACIÓN DE VELOCIDAD DE LAS TURBINAS	41
4.1.4	MODELACION DE LA LINEA DE EJES DE LA UNIDAD	51
4.2	GENERADORES Y AUXILIARES PROPIOS.....	55
4.2.1	GENERADOR.....	55
4.2.2	SISTEMA DE FRENO Y DE IZAJE DEL GENERADOR	109
4.2.3	SISTEMA DE EXCITACIÓN Y REGULACIÓN AUTOMÁTICA DE TENSIÓN	112
4.2.4	INSTRUMENTACIÓN	118
4.3	EQUIPAMIENTO HIDROMECAÁNICO DEL VERTEDERO Y DE LA CENTRAL	119
4.3.1	COMPUERTAS DEL VERTEDERO	119
4.3.2	COMPUERTAS PLANAS DEL VERTEDERO.....	174
4.3.3	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA, MANDO Y CONTROL DE LAS COMPUERTAS DEL VERTEDERO	175
4.3.4	REJAS	178
4.3.5	ATAGUÍAS DE TOMA Y DEL TUBO DE ASPIRACIÓN	184
4.3.6	COMPUERTAS DE TOMA.....	185
4.3.7	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA, MANDO Y CONTROL DE COMPUERTAS DE TOMA	186
4.3.8	COMPUERTAS DEL DESCARGADOR DE FONDO	187
4.3.9	SISTEMA DE MANDO Y CONTROL DE LAS COMPUERTAS DEL DESCARGADOR DE FONDO.....	189
4.4	MEDIOS DE IZAJE DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO	197
4.4.1	GRÚAS PUENTES	197
4.4.2	GRÚAS PÓRTICOS.....	199
4.4.3	ASCENSORES, MONTACARGAS Y GRUAS MOVILES	203
4.5	SISTEMAS AUXILIARES MECÁNICOS	204
4.5.1	SISTEMA DE DESAGOTE Y DRENAJE DE LA CENTRAL.....	204
4.5.2	SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO	218
4.5.3	SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA CENTRAL	222
4.5.4	SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO DE BAJA Y ALTA PRESIÓN.....	225

4.5.5	SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIO	230
4.5.6	PLANTAS DE AGUA POTABLE Y TOMAS DE AGUA	234
4.5.7	PLANTAS DE AGUAS RESIDUALES	238
4.6	SISTEMAS AUXILIARES ELÉCTRICOS.....	241
4.6.1	DUCTOS DE BARRAS Y CELDAS DE MEDIA TENSIÓN.....	241
4.6.2	INTERRUPTORES DEL GENERADOR	242
4.6.3	TRANSFORMADORES AUXILIARES DE POTENCIA	243
4.6.4	TABLEROS DE C.A. DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN	243
4.6.5	BANCO DE BATERÍAS Y CARGADORES TRIFÁSICOS	246
4.6.6	TABLEROS DE CORRIENTE CONTINUA	247
4.6.7	GRUPO ELECTRÓGENO DE EMERGENCIA.....	248
4.6.8	SISTEMA DE ILUMINACIÓN NORMAL Y DE EMERGENCIA.....	253
4.6.9	SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS.....	254
4.6.10	PROTECCION CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS.....	256
4.7	SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO, SUPERVISIÓN, PROTECCIÓN Y MEDICIÓN DEL CHSG.....	258
4.7.1	CONTROL AUTOMATICO Y SUPERVISION	258
4.7.2	SISTEMA DE PROTECCIÓN	268
4.7.3	SISTEMA DE MEDICIÓN	269
4.8	TRANSFORMADORES PRINCIPALES DE LA CENTRAL.....	271
4.8.1	TRANSFORMADORES	271
4.8.2	OBRAS DE HORMIGÓN	280
4.9	SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE 500kV	284
4.9.1	ESTACIONES DE 500 kV Y SUS AUXILIARES.....	284
4.9.2	LÍNEAS DE 500KV	309
4.9.3	SISTEMAS DE COMUNICACIONES, TELEPROTECCIONES, TELECONTROL, CABLES OPTICOS, PARA EL SISTEMA DE TRANSMISION DEL CUADRILÁTERO 500kV.....	313
4.9.4	OBRAS DE HORMIGÓN	343
4.10	OBRA CIVIL DE LA PRESA Y DE LA CENTRAL	346
4.10.1	OBRAS DE HORMIGÓN	346
4.10.2	PRESA DE TIERRA.....	371
4.10.3	AUSCULTACIÓN Y VIGILANCIA.....	386
4.10.4	ESCLUSA DE NAVEGACIÓN – GALERIA NIVEL +17.00.....	389
4.11	ESCALA DE PECES.....	391
4.11.1	SISTEMA DE MANDO Y COMPUERTAS.....	391
4.11.2	OBRAS DE HORMIGÓN	392
4.12	EVALUACIÓN DE STOCK DE REPUESTOS.....	392
4.13	EVALUACIÓN DE PLANES DE CAPACITACIÓN	396
5.	MAPA DE ELEMENTOS CRITICOS.....	401
5.1	INTRODUCCION	401

5.2	METODOLOGIA DE EVALUACIÓN	402
5.3	DESARROLLO	404
5.4	RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LA CONDICION.	406
6.	SÍNTESIS CONCLUSIVA.....	413
6.1	RECOMENDACIONES PARTICULARES SEGÚN EQUIPOS Y SISTEMAS.....	413
6.2	RECOMENDACIONES GENERALES PARA CHSG:.....	431

ANEXOS

ANEXO I – PLANILLAS DE EVALUACION DE CONDICIÓN HYDROAMP

ANEXO II – ANALISIS MODAL DE LA COMPUERTA RADIAL DEL VERTEDERO Y
ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA ARAÑA DEL ROTOR DEL GENERADOR

ANEXO III – INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

1. OBJETO DEL INFORME

El presente informe de Fase I tiene como objetivo brindar las conclusiones relevantes de las inspecciones efectuadas por los diferentes especialistas de MWH e IATASA. Basado en dichas inspecciones, el análisis de la documentación disponible y entregada por CHSG, y el uso de indicadores de condición que se sustentan en la inspección o medición de parámetros determinados de acuerdo a la metodología hydroAMP y a la experiencia de idénticas evaluaciones en varias plantas similares a Salto Grande, se han obtenido los índices de condición de los equipos y se ha podido determinar un diagnóstico de los equipos y sistemas analizados.

2. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento es el informe de Fase I correspondiente a la consultoría del contrato SN1 por el diagnóstico del estado de conservación y funcionamiento del equipamiento, instalaciones y sistemas hidro-electromecánicos, eléctricos y electrónicos y de infraestructura civil del Complejo Hidroeléctrico Salto Grande.

Este informe presenta el resultado de las inspecciones realizadas por los distintos especialistas de MWH e IATASA al CHSG y a su vez los diagnósticos y recomendaciones para cada equipo o sistema particular. Este diagnóstico permitirá establecer la línea base del proyecto sobre la cual todas las oportunidades de mejora o inversión serán comparadas. Esta línea base, también identifica las necesidades o acciones de corto y mediano plazo a ser implementadas en la planta para que la misma pueda seguir operando en forma segura y confiable por los próximos cuarenta años de operación.

Todas las evaluaciones económicas de mejora de eficiencia o aumento de generación se efectuarán a partir de la línea base así obtenida. El detalle de esa línea base y acciones que la caracterizan se presentan en la síntesis conclusiva de este informe no obstante se destacan en el presente aquellos elementos de mayor relevancia comenzando por el tren de potencia de la central y luego siguiendo por los sistemas auxiliares mecánicos y eléctricos, cuadrilátero de 500kV y obras civiles de la central y presa.

A través de las inspecciones efectuadas durante las diferentes visitas efectuadas a la CHSG ha sido posible establecer el estado o condición de los equipos, infraestructura y sistemas sobre los que se ha elaborado un diagnóstico basado en los índices proporcionados por la metodología hydroAMP que permite establecer índices comparativos basados en parámetros recogidos de numerosas centrales hidroeléctricas.

El detalle de los resultados de esta metodología se explica en el Anexo I de este informe, no obstante se vuelcan en el presente los temas de relevancia.

Las recomendaciones no solo se extienden al equipamiento instalado, sino también al stock de repuestos y los planes vigentes de capacitación.

Del análisis de condición respectivo del tren de potencia surge que:

- A. Los transformadores de la central son el elemento más crítico del tren de potencia y se estima son los primeros elementos a ser reemplazados o renovados para garantizar una operación segura por los próximos 40 años de la central
- B. Los interruptores de unidad que han sido reemplazados recientemente y no necesitan intervención en el corto plazo, tendrían capacidad limitada ante un eventual aumento de potencia de las unidades que implique corrientes de fase por encima de los 6300 Amper.
- C. Las barras de fase aislada, aunque pueden seguir operando en forma segura, tendrían una limitación semejante a la de los interruptores en el caso de que la alternativa a seguir sea el aumento de potencia de las unidades

- D. Los generadores se encuentran en buenas condiciones y con un buen mantenimiento, sin embargo el análisis de los mismos con la metodología hydroAMP muestra que su edad es determinante para ubicarlos en una zona de transición o frontera entre una operación confiable y una zona donde su operación puede comenzar a sufrir interrupciones por fallas. Se estima que en el mediano plazo los mismos requerirán de paradas de mantenimiento general más frecuentes a las actuales de siete años y con mayores controles a los mismos que implicarán el seguimiento de las tendencias de parámetros críticos como la verticalidad y circularidad del estátor, resistencia de aislación del bobinado estatórico, valores de entrehierro y vibraciones. Un aumento de potencia generada por las turbinas implicará modificaciones a los generadores, principalmente al bobinado y núcleo estatórico.
- E. El sistema de excitación y regulación de tensión es de reciente instalación y con excepción de los transformadores de excitación no necesita de atención en el mediano plazo, a excepción que se considere un aumento de potencia de las unidades.
- F. Las turbinas, dentro del tren de potencia, son los elementos de mejor índice de condición del tren de potencia. Presentan un buen estado de conservación de todos sus componentes, salvo algunos componentes puntuales que tienen necesidades de protección superficial.
- G. La evaluación de la condición de las mismas indica un buen estado de funcionamiento, no registrándose signos de fatiga de sus componentes principales.
- H. De no existir modificaciones que impliquen un aumento de la potencia generada por las turbinas a través de modificaciones que permitan un aumento del caudal turbinado por las mismas no se requieren intervenciones o recambios de sus componentes en el mediano plazo.
- I. El regulador de velocidad de la turbina es obsoleto y necesita ser reemplazado por un regulador moderno del tipo PID que permita adaptar en forma automática las condiciones de CAM y permita otras funciones especiales como seguimiento de carga y regulación de frecuencia.
- J. Si bien las compuertas de toma, no presentan necesidades de intervención, las piezas fijas de las compuertas presentan un proceso de corrosión importante, combinado con la presencia de molusco bivalvo asiático, siendo la pista de rodadura de las ruedas de compuerta la que presenta este fenómeno en forma más acentuada. Si bien las compuertas se encuentran en un proceso de mantenimiento y pintado general, es necesario atender en el mediano plazo el problema de corrosión citado.
- K. Sobre las rejillas de toma deben tomarse varias medidas de corrección. Por un lado se hace indispensable la instalación de un dispositivo limpia rejillas, del cual se sugieren alternativas de instalación y diseño en este informe. La suciedad en rejillas contribuye a un aumento importante de la pérdida de carga y por lo tanto reducen el salto con que puede operar la turbina, significando una pérdida de energía anual muy grande para la planta. Para prevenir la adherencia del bivalvo asiático a la superficie de las barras de rejillas, sobre todo en aquellos sectores de menor velocidad de flujo, se recomienda un recubrimiento del tipo que repele o reduce la adherencia del molusco. Es recomendable también remover e inspeccionar aquellos sectores que no han podido fácilmente extraerse durante las inspecciones recientemente ejecutadas por efecto de estar comprimidos por depósitos de sedimentos frente a las entradas de las tomas. A la luz de

dichas inspecciones recientemente efectuadas se piensa en un dragado de la toma de cada unidad para remover la acumulación de sedimentos y/o basura depositada frene a las mismas.

- L. Al mismo tiempo que se instalará un limpiarejas que será operada por el pórtico grúa de aguas arriba se hace indispensable la reparación y re-adequación del mismo a efectos de poder trabajar como el elemento de izaje de las compuertas de descargador de fondo, pues en las condiciones actuales el pórtico grúa no tiene la capacidad suficiente para manipular las mismas en todas las condiciones de salto y apertura.
- M. Considerando una posible intervención futura con desarme de unidades de la planta, los puentes grúa de la central también deben incluirse en un proceso de reparación y reacondicionamiento.

Completan este informe las inspecciones y diagnóstico de otros elementos de la planta, del cuadrilátero de 500 kV y los equipos y sistemas auxiliares eléctricos, los equipos auxiliares mecánicos, el sistema de control y comunicaciones, compuertas de vertedero, escala de transferencia de peces, descargador de fondo, plantas de tratamiento de agua y obras civiles de la presa y de la central.

Se brindan también en el presente informe recomendaciones respecto del stock de repuestos y los planes de capacitación previendo las necesidades futuras de CHSG.

3. INTRODUCCIÓN

El presente informe constituye el informe de Fase I de los equipos, sistemas e infraestructura de la CHSG.

El mismo se estructura presentando en primer lugar los resultados de las inspecciones efectuadas por los especialistas de MWH e IATASA. En segundo lugar se brinda un diagnóstico de condición del equipamiento o sistema con las recomendaciones a tener en cuenta para cada uno, teniendo como visión la operación segura y confiable de la planta por los próximos cuarenta años.

Se incluyen también en el mismo, recomendaciones particulares sobre los repuestos y planes de capacitación de la central y aquellos temas adicionales recogidos durante el workshop entre BID, CHSG, MWH e IATASA realizados en los primeros días del mes de Julio de 2015.

Se han incluido en el informe los resultados de modelación por elementos finitos de la estructura de la compuerta de vertedero para diferentes niveles de embalse y al mismo tiempo modelaciones de la línea de ejes turbina – generador, que puede resultar un elemento crítico en el caso de contemplar aumentos de potencia de las unidades.

Adicionalmente, el informe presenta una reseña de la determinación de los índices de condición de acuerdo a la metodología hydroAMP, para cada sistema y equipo.

Estos índices comparativos basados en la condición de numerosas plantas permiten obtener una idea objetiva de la condición del equipamiento principal y auxiliar de generación. La condición de un equipo o componente se representa en forma numérica. Se recomienda ver el Anexo I, para referencia general sobre los índices de condición y su significado de acuerdo al valor obtenido

Con la información analizada y la relevada durante las inspecciones ha sido posible efectuar recomendaciones de las acciones necesarias sobre los equipos. Dichas acciones son tendientes a permitir una operación confiable y segura de la planta, por los próximos cuarenta años y constituyen lo que se denomina línea base del proyecto. La línea base representa las necesidades inmediatas de la planta para poder extender su vida útil y aumentar su confiabilidad. Estas necesidades surgen del diagnóstico efectuado luego del análisis de la información disponible y de las inspecciones de planta y son las intervenciones inmediatas que requiere la planta para poder extender su operación segura. Esta línea base es el fundamento del informe de Fase I correspondiente al contrato SN1.

Durante el desarrollo de la Fase II del contrato SN1 se efectuarán comparativas de mejoras de eficiencia y de aumento de potencia de las unidades existentes, y se tomará en cuenta la instalación de turbinas bulbo, para luego seleccionar la alternativa que ofrezca la opción más conveniente desde el punto de vista de la rentabilidad.

Para facilitar el análisis y como referencia, la información gestionada ha sido listada incluida en el Anexo I del Tomo I.

En el capítulo 6, Síntesis Conclusiva de este informe se hace un resumen de todas las necesidades de la planta de CHSG que se han encontrado y que constituyen la situación inicial del proyecto.

4. RECONOCIMIENTO DEL ESTADO, DIAGNOSTICO Y RECOMENDACIONES A LOS EQUIPOS Y SISTEMAS INSPECCIONADOS

El Complejo Hidroeléctrico Salto Grande (CHSG) es una obra hidroeléctrica construida sobre el río Uruguay en el año 1974. Consta de dos casas de máquinas, una en el lado argentino y otra en el lado uruguayo, con un vertedero en el medio de ambas.

Cada casa de maquina contiene 7 unidades generadoras, contando un total de 14 unidades y 1890 MW de capacidad total instalada. La primera unidad generadora inició su operación en el año 1979 y la última unidad lo hizo en el año 1982. Las turbinas fueron fabricadas por TURBOATOM y los generadores fueron fabricados por ELECTROSILA entre los años 1978 y 1981.

Las visitas efectuadas al CHSG han sido las siguientes:

Visita N°	Fecha	Sistemas analizados	Concurrentes MWH-IATASA
1	24 y 25 de febrero de 2015.	Auxiliares mecánicos y Transmisión eléctrica	Ing. Carlos Calderaro
			Ing. Jorge Maldacena
			Ing. Osvaldo Raffa
			Ing. Alfredo Campos
			Ing. Gabriel Kina
Reunión de lanzamiento	4 de marzo del 2015.	-	Ing. Donald Erpenbenck
			Ing. Carlos Calderaro
			Ing. Nicolás Cortés
2	17 y 18 de Marzo de 2015.	Obras civiles	Ing. Eduardo Núñez
			Ing. Alberto Giovambattista
			Ing. Carlos Verdi
			Ing. Nicolás Badano
3		Turbina, Generador, Regulador y Control y	Ing. Carlos Calderaro
			Ing. Ronald Israelsen

Visita N°	Fecha	Sistemas analizados	Concurrentes MWH-IATASA
	25, 26 y 27 de Marzo de 2015.	Sistemas de comunicaciones.	Ing. Willian Akaishi
			Dr. Leopoldo Millan
			Ing. Gabriel Kina
			Ing. Carlos Di Palma
4	7 y 8 de Abril de 2015	Equipos hidromecánicos y eléctricos.	Ing. Guillermo Ungaro
			Ing. Juan Zamichei
5	9, 10 y 11 de Junio	Repaso y consolidación de temas pendientes.	Ing. Carlos Calderaro
			Ing. Gabriel Kina
			Ing. Alfredo Campos
			Ing. Carlos Verdi
			Ing. Guillermo Ungaro
			Ing. Juan Zamichei
			Ing. James Borg (vía Telefónica)
			Ing. Kathleen King (vía Telefónica)
6	30 de Junio – 1 y 2 de Julio	Taller de presentación de las conclusiones relevantes de las inspecciones.	Ing. Donald Erpenbenck
			Ing. Carlos Calderaro
			Ing. Gabriel Kina
			Ing. James Borg
			Ing. Kathleen King
			Ing. Willian Akaishi
			Ing. Jorge Maldacena
			Ing. Osvaldo Raffa
			Dr. Leopoldo Millan
			Ing. Carlos Di Palma
			Ing. Carlos Verdi
			Ing. Eduardo Núñez

Visita N°	Fecha	Sistemas analizados	Concurrentes MWH-IATASA
7	15 y 16 de Septiembre de 2015.	Taller de respuesta a los comentarios del borrador del Informe de Fase I.	Ing. Guillermo Ungaro
			Ing. Ronald Israelsen (vía Telefónica)
			Ing. Donald Erpenbenck
			Ing. Carlos Calderaro
			Ing. Gabriel Kina
			Ing. James Borg
			Ing. Osvaldo Raffa
			Dr. Leopoldo Millan
			Ing. Alfredo Campos
			Ing. Carlos Verdi
			Ing. Guillermo Ungaro
			Ing. Juan Zamichei

Tabla 1 - Visitas efectuadas a la central

4.1 TURBINAS Y AUXILIARES PROPIOS

La entrada en servicio de las unidades generadoras de Salto Grande se efectuó entre el 12 Julio 1979 hasta el 14 Diciembre 1982 y el promedio de operación desde entonces es de 200.000 horas.

El equipo de inspección visitó la Central Hidroeléctrica de Salto Grande con el fin de obtener información técnica de las catorce (14) unidades de generación, de sus auxiliares propios y de los sistemas auxiliares de la central. La misma se enfocó sobre las unidades 5 y 13 por encontrarse en mantenimiento.

Antes de la visita, el equipo envió una solicitud para información a la CTM, habiéndose recibido la mayoría de la información solicitada.

El equipo efectuó una inspección visual de algunas unidades y entrevistó al personal de planta para obtener información relacionada al diseño, la condición actual y de la historia de la operación y el mantenimiento de las unidades de generación, de sus auxiliares propios y de los sistemas de la central. Fueron discutidos los siguientes temas relacionados al diseño, la condición, y la operación y el mantenimiento de las turbinas y generadores y sus auxiliares propios:

Componente/Equipo	Material	Comentarios
Sellos del eje de turbina	Anillos de carbón y manguito del eje de acero inoxidable	Cambian los anillos de carbón cada 20 años
Zapatas del cojinete de turbina	Tipo babbit	Tienen el babbit original
Zapatas del cojinete de empuje	Tipo babbit	Tienen el babbit original
Anillo de descarga de turbina	Acero inoxidable	
Paletas directrices de turbina	Acero inoxidable	Tienen tendencia de cierre hidráulico a partir del 30% de apertura. Como repuestos, se tienen 8 paletas, y 4 remanentes del seguro reparables. ¹
Mecanismo de operación de las paletas directrices	Bujes de bronce, lubricados por grasa	Los bujes son originales
Alabes del rodete de turbina	Acero inoxidable	Originalmente existía una fisura en el borde de salida de la pala, cual fue reparado. Se hizo analizar y provenía de una reparación de la fundición original.
		Se reparan picaduras en el rodete causados por cavitación cada 50,000 horas de operación (peso promedio de soldadura ~ 15 kg)
Mecanismo de operación del rodete	Bujes de bronce, lubricados por aceite	Los bujes son originales
Anillos de revestimiento (facing plates) de turbina	acero inoxidable	Removibles y renovables
Sellos de los muñones de los alabes del rodete de la turbina	Caucho	Reemplazados entre el 2000 y 2003

¹ Durante la descarga de las paletas directrices desde el barco, 4 de estas se cayeron.

Componente/Equipo	Material	Comentarios
Anillo entre anillo de descarga y el revestimiento del tubo de aspiración	Acero al carbono	12 mm de espesor
Revestimiento del tubo de aspiración	Acero al carbono	24 mm de espesor
Mejillón dorado (Limnoperna fortunei)	Remueven los moluscos de las superficies de parte de la cámara espiral y de la toma usando agua de alta presión	Esto ha causado leve erosión de la superficie del hormigón.
Rejas de toma		El tamaño de las aberturas es 228 mm apertura y 22mm de espesor de barra.
Tomas piezométricas		Existen en la entrada de la caja semi-espiral, pero no en la salida del tubo de aspiración.

Tabla 2 - Comentarios de componentes/equipos de la turbina

Ensayos	Fecha	Comentarios
Medición del salto neto		Se mide el salto bruto y luego se estima una perdida teórica media, moviendo la leva de conjugación 1 vez cada 8 horas.
Monitoreo de vibraciones		Todas las unidades tienen sistema de medición de velocidad de vibraciones y pulsaciones instaladas.
Prueba de sobrevelocidad	Efectuado 19 Nov, 1981	155 rpm, se disparó la compuerta de toma.
Interruptores de velocidad		Ajuste de alarma a 113% de la velocidad sincrónica Ajuste de disparo a 115% de la velocidad sincrónica.
Horas de operación de las unidades		Las unidades han operado un promedio de 200,000 horas desde el tiempo de su entrada en servicio.

Ensayos	Fecha	Comentarios
Pruebas de Rendimiento de las Turbinas		<p>Informe de ensayo de modelo Glasgow y Jarkiv.</p> <p>Informe de la ensayo de índice, Unidad 9, 1982.</p> <p>Informe de la ensayo de índice, Unidad 9, 1996.</p> <p>Informe de la ensayo de índice, Unidad 9, 2012.</p>

Tabla 3 - Cometarios Comentarios de ensayos a la turbina

4.1.1 TURBINA

4.1.1.1 ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

Las turbinas fueron suministradas por TURBOATOM y son todas del mismo diseño. Las características principales de las turbinas en Salto Grande están resumidas en la siguiente tabla:

Turbina Hidráulica	
Tipo	KAPLAN de doble regulación
Caída neta máxima [H_{\max}]	32,5 m
Caída neta nominal de diseño [H_{dis}]	25,3 m
Caída neta mínima [H_{\min}]	10,6 m
Potencia Nt en el eje de la turbina con H_{dis}	138.000 kW
Potencia Nt en el eje de la turbina con H_{\max}	142.000 kW
Caudal según Glasgow	600 m ³ /s
Velocidad sincrónica	75 rpm
Velocidad específica (Ns)	491.02 m-m ³ /s
Diámetro del rodete	8,5 m
Numero de alabes del rodete	6
Numero de paletas directrices	32
Sentido de rotación	horario
Horas de operación desde el comisionamiento	200.000 horas

Fabricado en	URSS
--------------	------

Tabla 4 – Características de la turbina

Durante la visita, se efectuó una inspección visual de las turbinas de las unidades 13 (que estaba parada y desagotada, pero sin haber desmontado ninguna parte o componente) y 10 (que estaba operando).

La inspección visual de la turbina número 13 incluyó el pozo de la turbina, el mecanismo de operación de las paletas directrices, la caja semi-espiral, el distribuidor, el rodete, el anillo de descarga y el cono superior del tubo de aspiración. Las siguientes fotografías muestran la placa característica de la turbina de la unidad 13, que fue entregada en 1979.



Fotografía 1
U13-placa de la turbina



Fotografía 2
U13-placa de turbina vista de cerca

El mecanismo de operación de las paletas directrices es lubricado automáticamente mediante el sistema de engrase. Las válvulas de supresión de vacío en la tapa superior actúan automáticamente durante operaciones transitorias de la turbina para mantener la presión por debajo de la tapa en un valor que evite una separación de la columna de agua.

En la Fotografía 3 se muestra la válvula de supresión de vacío montada sobre la tapa de turbina, la que actúa en condiciones transitorias de operación de la turbina, ante un cierre rápido del distribuidor.



Fotografía 3
U13- válvula de supresión de vacío



Fotografía 4
**U13-sistema de engrase de los bujes del
mecanismo de operación de las paletas**

En la Fotografía 5 y Fotografía 6 se muestra el estado de algunos de los pernos que conectan la cubierta superior al anillo distribuidor.



Fotografía 5
**U13-Pernos entre la cubierta superior y el
anillo distribuidor**



Fotografía 6
**U13-Pernos entre la cubierta superior y el
anillo distribuidor**

En la Fotografía 7 se muestra el tope en la palanca superior para limitar el movimiento de la paleta directriz cuando se rompe el pasador fusible y vista de las bielas que conectan las palancas de las paletas al anillo de operación (Fotografía 8). Todos los bujes son de bronce con lubricación centralizada.



Fotografía 7
U13-Tope de la paleta directriz



Fotografía 8
U13-Mecanismo de operación de las paletas directrices

En la Fotografía 9 se muestra una de las bombas de drenaje para enviar el agua de filtración de la tapa superior interna de la turbina al pozo del sistema de drenaje de la planta. La Fotografía 10 es una vista del acceso a la tapa interna y del eje de la turbina.



Fotografía 9
U13-Bomba de drenaje de la tapa superior interna



Fotografía 10
U13-Tapa superior interna y eje de la turbina

En la Fotografía 11 se muestra uno de los cuatro servomotores del mecanismo de operación de las paletas y una vista del cono que soporta el cojinete combinado de la unidad. Este cono transmite la carga de las partes rotantes de la unidad y del empuje axial a la tapa superior de la turbina.



Fotografía 11
U13-Servomotor de paletas directrices (1 de 4)



Fotografía 12
U13-Cono de apoyo del cojinete de empuje y tuberías de suministro de aceite a los servomotores

En la Fotografía 13 se muestra la entrada (puerta de acceso) a la caja semi-espiral de la turbina, al pre-distribuidor y a las paletas del distribuidor que dirigen el agua hacia el rodete de la turbina.



Fotografía 13
U13 - Puerta de acceso a la caja semi-espiral



Fotografía 14
U13 - Distribuidor

En cada parada programada, CTM remueve mediante agua de alta presión los mejillones que se adhieren a la superficie de la cámara espiral de la toma de agua que son de hormigón.



Fotografía 15
U13 - Distribuidor



Fotografía 16
U13 - Mejillones adheridos a las superficies.

Las placas de desgaste del anillo inferior y de la tapa de turbina son de acero inoxidable y son removibles y renovables una vez desgastados. Se pueden ver asimismo los sellos verticales de caucho en parte de entrada de las paletas directrices que, también son removibles y renovables. Las paletas son de acero inoxidable. Los huelgos entre las paletas y las chapas de revestimiento tomados por el personal de planta, están grabados en las paletas mismas y registradas en las planillas de medición.



Fotografía 17
U13 - Placas de revestimiento superior



Fotografía 18
U13 - Placas de revestimiento inferior

Durante la inspección visual, se observó la operación de cierre y apertura de las paletas directrices. Durante esta operación, no se observó roce entre las paletas y los anillos de revestimiento.



Fotografía 19
U13 – Sello vertical de la paleta directriz

Fotografía 20
U13 - Paletas cerradas

Los seis alabes del rodete son de acero inoxidable fundido y el anillo de descarga de la turbina es también de acero inoxidable. El cubo del rodete es de acero al carbono fundido. Los sellos de los muñones del rodete solo han sido cambiados una vez. Los bujes de bronce en el mecanismo de operación del rodete son originales. Los huelgos entre los extremos de los alabes y el anillo de descarga fueron medidos por el personal de la planta, estando los mismos dentro de las tolerancias de diseño.



Fotografía 21
U13 - Rodete y anillo de descarga

Durante la visita una de las tres compuertas de toma estaba recibiendo mantenimiento y había una ataguía de mantenimiento en su lugar. La Fotografía 22 es una vista de algunas de las 32 paletas de regulación, del anillo inferior/descarga, de la tapa superior interna y de algunos alabes del rodete. En la foto se pueden ver algunos de los huelgos medidos en los extremos de las paletas grabados sobre las mismas.



Fotografía 22
U13 - Compuerta de toma (una de 3)

Fotografía 23
U13 - Paletas, anillo inferior/descarga, cubierta superior y rodete

En la Fotografía 24 se presenta una vista de la puerta de acceso al cono del tubo de aspiración. Sobre la unidad 13 se estaban efectuando reparaciones sobre la cintura conjugadora del anillo de descarga. Se trata del anillo que vincula el anillo de descarga y el cono de aspiración, donde se le estaba agregando anclajes y un grouting epóxico para garantizar ausencia de huecos y asegurar un mejor contacto con el concreto circundante. Esta es la primera unidad que ha recibido este tipo de reparación.



Fotografía 24
U13 - Puerta de acceso al tubo de aspiración

Fotografía 25
U13 - Rodete, anillo de descarga y revestimiento del cono del tubo de aspiración



Fotografía 26
U13 - Rodete y trabajo en el anillo entre anillo de descarga
y el revestimiento del tubo de aspiración



Fotografía 27
U13 - Alabes del rodete luego de 200.000 hs de operación.

De acuerdo con lo informado por los ingenieros de planta, los aportes de soldadura para reparar zonas cavitadas son de 12 kg cada 50.000 horas de funcionamiento aproximadamente.

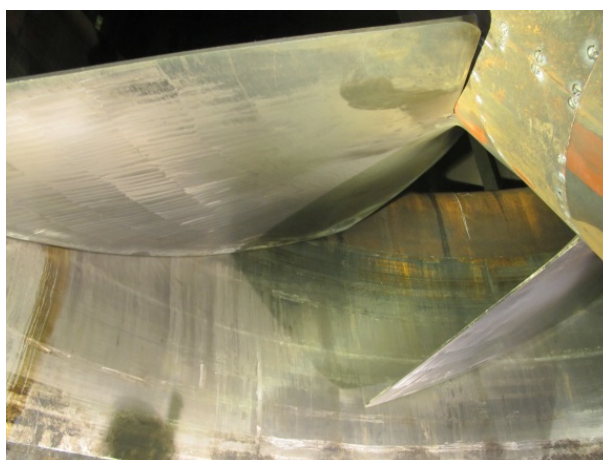
Desde el punto de vista hidráulico la turbina solo ha sufrido un muy pequeño deterioro debido al cambio de rugosidad de las paredes de la cámara semi-espiral.



Fotografía 28
U13 – Alabes del rodete



Fotografía 29
U13 - Alabes y cubo del rodete



Fotografía 30
**U13 - Alabes y cubo del rodete y anillo de
descarga**



Fotografía 31
**U13 - Relleno de los huecos en hormigón
con lechada**

La inspección visual de la turbina número 10 incluyó el pozo de la turbina y el mecanismo de operación de las paletas directrices.



Fotografía 32
U10 - Placa de turbina en la entrada al pozo de la turbina



Fotografía 33
U10 - Mecanismo de operación de paletas



Fotografía 34
U10 - Pozo de turbina, cono de apoyo del cojinete combinado



Fotografía 35
U10 - Servomotores de las paletas directrices



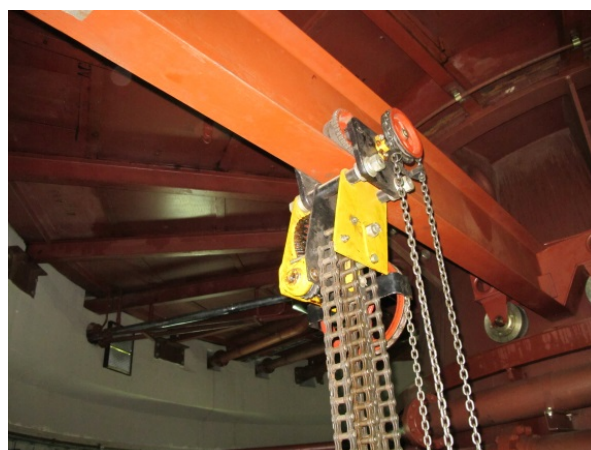
Fotografía 36
U10 - Vástago del pistón del servomotor



Fotografía 37
U10 - Mecanismo de operación de paletas



Fotografía 38
U10 - soporte del puente de grúa en el pozo de la turbina



Fotografía 39
U10 - Puente grúa en el pozo de la turbina



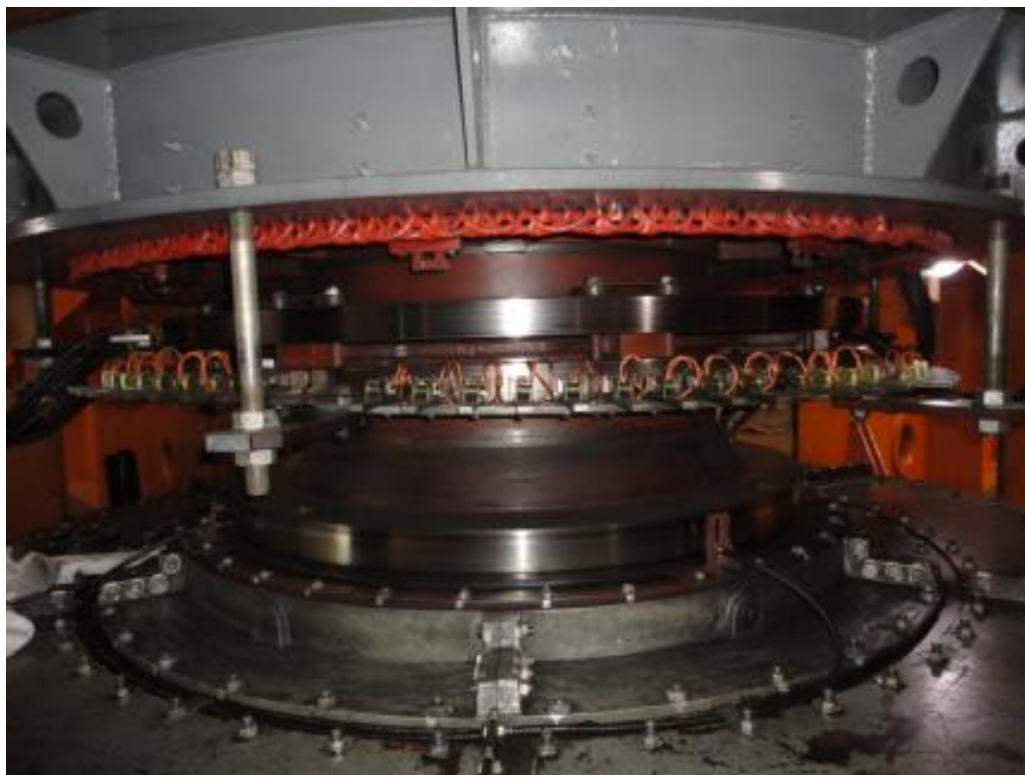
Fotografía 40
U10 - Servomotor y mecanismo de operación de paletas



Fotografía 41
U10 - Servomotores (2 de 4)

Aparentemente los bujes de los álabes del rodete, de las paletas de regulación y de sus mecanismos de operación tampoco han sufrido mucho desgaste durante los últimos 35 años, pero esto tiene que ser comprobado en otra etapa de esta investigación.

En lo referente al Sistema de Monitoreo de Vibraciones y Pulsaciones de Presión, todas las unidades cuentan con sensores de desplazamiento a 90 grados entre sí, y sensores de vibración con medición de velocidad, instalados en los dos cojinetes guía y sensores de presión en la tapa de la turbina y cono del difusor para medir fluctuaciones de presión. Solo la unidad 9 cuenta con un equipo de registro y está en proceso de adjudicación para la instalación de equipos similares en todas las unidades. Ver en la Fotografía 42 los sensores de desplazamiento arriba del cojinete guía del generador.



Fotografía 42
Sensores de desplazamiento arriba del cojinete guía del generador.

4.1.1.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

El análisis de la turbina se subdividirá en la parte hidráulica y mecánica de la misma. La parte hidráulica tiene que ver con los parámetros de funcionamiento, carga y las fuerzas oscilantes que podrían llevar a un estado de fatiga a los componentes de la máquina.

A. Hidráulica de la turbina

Los parámetros de funcionamiento y características principales de las Turbinas de la CHSG se visualizan en la Tabla 4.

En la turbina N°9 se efectuaron recientemente ensayos en la central. Se revisaron los resultados de ensayos recientes efectuados. En la Figura 1 se observa que, luego de más de 30 años de operación la unidad 9 se comportó de idéntica manera alcanzando los mismos niveles de potencia garantizados. En dicha figura se muestra la eficiencia del bloque que considera la eficiencia de la turbina, generador, transformador y las pérdidas de salto en función de la potencia de la turbina. En la Figura 2 puede verse que la relación combinatoria de salto neto, apertura del distribuidor y ángulo de las palas determinadas en el ensayo en la unidad 9, coincide con las ensayadas en el modelo.

De acuerdo al informe de la turbina 9 las condiciones de operación de la unidad están totalmente conservadas alcanzándose los valores de potencia garantizados para el salto.

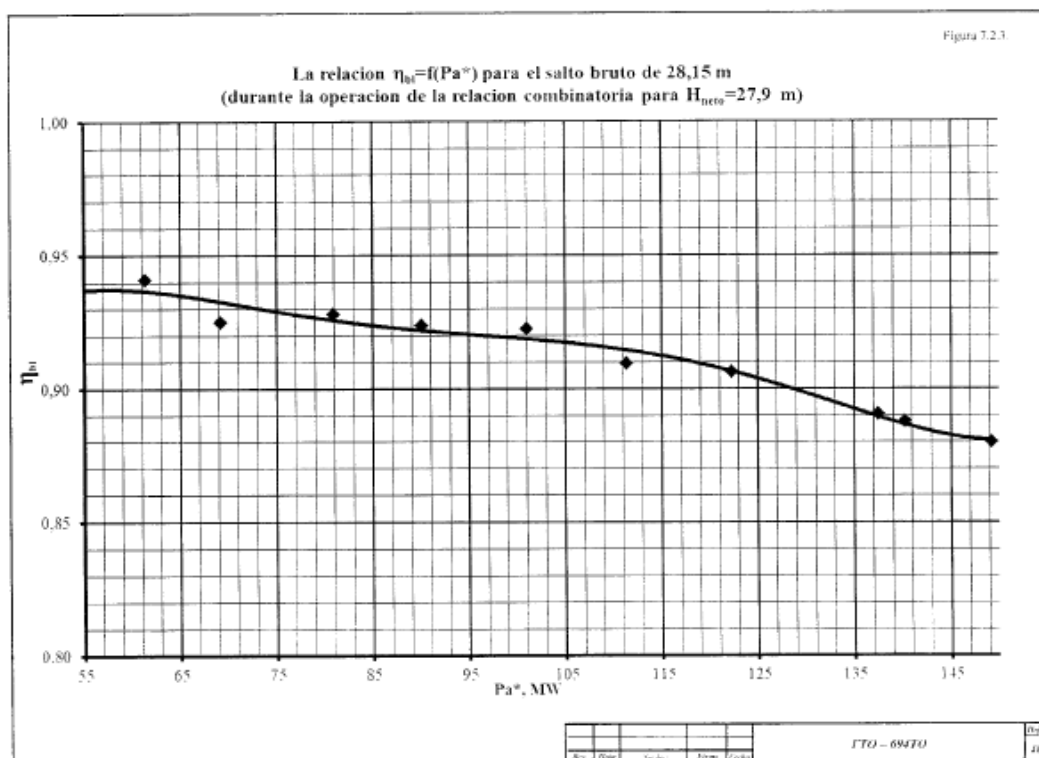


Figura 1 - Gráfica del rendimiento relativo del bloque en función de la potencia del bloque medido en la unidad 9 por método índice.

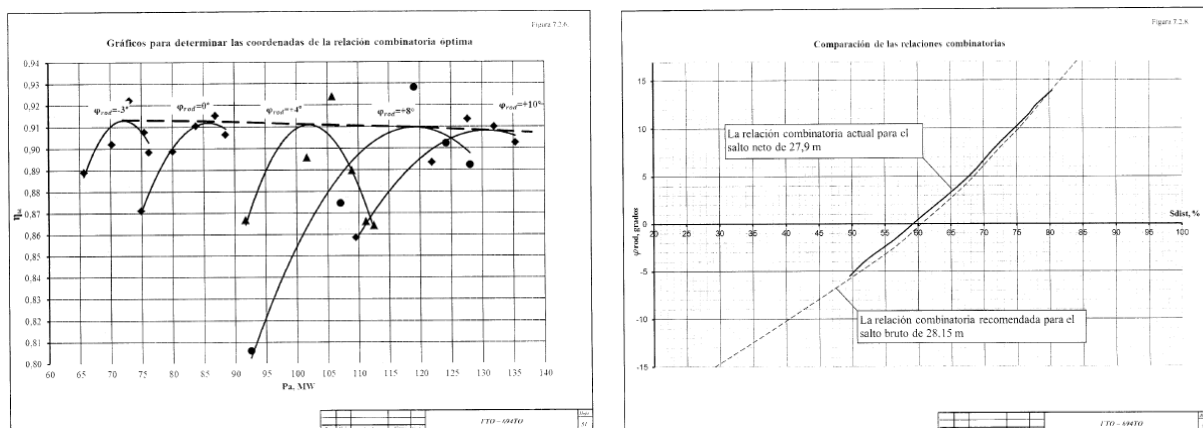


Figura 2 - Gráfico para determinar la combinación óptima de Salto Neto, apertura del distribuidor y ángulo de las palas. Comparación de la combinación óptima del ensayo de modelo y el ensayo del prototipo en la unidad 9 para salto 28.15 m.

Según los informes de ensayos efectuados sobre la U9, las condiciones de operación de la unidad se han mantenido en un nivel similar a los de puesta en marcha inicial de la misma.

MWH obtuvo una descripción detallada de las prácticas de operación en las unidades de la planta en cuanto a la cantidad de horas y potencia de las unidades, ver tabla 5. Junto con esta información también se nos informó las fluctuaciones de presión en el documento Compuesto pulsación de presión que se usa para estudiar problemas de fatiga más adelante.

En la visita a la obra las unidades 5 y 13 estaban en mantenimiento y en esta última se pudo ingresar a la cámara semi-espiral y al cono de aspiración. Ver Fotografía 43 y Fotografía 44.



Fotografía 43
Vista dentro de la cámara semi-espiral

Fotografía 44
Vista del rodete dentro del cono de descarga

El material de aporte para reparar zonas cavitadas se encuentra muy por debajo de lo admisible para estas máquinas que podría llegar a más de cinco veces el valor informado por CTM (12 Kg) de acuerdo a los valores standard de IEC. El estado de los álabes es sorprendentemente bueno y se ve en su mayor superficie las líneas de amolado de fabricación, ver Fotografía 45. Los otros componentes de la turbina como álabes del pre-distribuidor, distribuidor, anillos de entrada y salida tienen un estado de conservación muy bueno. Solo en los anillos de entrada y álabes de pre-distribuidor aparecen zonas con cierta rugosidad por corrosión que puede eliminarse con espátulas y se considerará un repintado. La cámara espiral presenta un grado de rugosidad de 5mm producto de la limpieza con agua de alta presión para eliminar los mejillones de río que se incrustan en la pared.

En los siguientes cálculos, se muestra una evaluación de la pérdida de carga adicional debido a esta rugosidad

- a. Pérdidas de carga adicionales en la cámara semiespiral debido a los cambios de rugosidad del hormigón

La toma de la turbina está formada por tres vanos de 6,32 m de ancho y con un alto mínimo de 12,6 m. El diámetro hidráulico D_h es 4 veces el área sobre el perímetro.

$$D_h = 4 \times 6,32 \times 12,6 / (2 \times 6,32 + 2 \times 12,6) = 8,4 \text{ m}$$

Considerando la toma y la cámara espiral como un conducto rectangular la rugosidad relativa con la máquina nueva es $0.001 \text{ m} / 8.4 \text{ m} = 0.000119$, en el estado actual la rugosidad es de 5 mm con lo que la rugosidad relativa es de $0.005 \text{ m} / 8.4 \text{ m} = 0.000595$. El Reynolds en la toma es del orden de $2,5 \text{ m/s} \times 8,4 \text{ m} / 0,000001 = 2,1 \times 10^7$ y los factores de rozamiento f , según el diagrama de Moody, para ambas rugosidades relativas son 0,0122 y 0,0178 respectivamente. Usando la ecuación de Darcy Weisbach las pérdidas de carga son:

$$h_f = f l v^2 / (2 g D)$$

Donde:

- f Factor de rozamiento
- l Largo de la conducción
- v Velocidad del agua
- g Aceleración de la gravedad
- D Diámetro hidráulico

Diferencia de pérdida de carga:

$$\Delta h_f = (f_1 - f_2) l v^2 / (2 g D) = (0,0178 - 0,0122) \times 30 \times 2,5^2 / (2 \times 9,8 \times 8,4) = 0,0064 \text{ m}$$

Esta pérdida de carga respecto de un salto neto de 25.3 m representa una caída de 0,025% de eficiencia que es despreciable para la mitad de la cámara semiespiral.

Para la segunda mitad las velocidades son mayores del orden de 4,2 m/s y la diferencia de pérdida de carga:

$$\Delta h_f = (f_1 - f_2) l v^2 / (2 g D) = (0,0178 - 0,0122) \times 15,7 \times 4,2^2 / (2 \times 9,8 \times 8) = 0,0099 \text{ m}$$

Esta pérdida de carga respecto de un salto neto de 25.3 m representa una caída de 0,039% que también es despreciable para la otra mitad de la cámara semiespiral.

b. Cálculo de las pérdidas de carga en las rejillas.

La reja de entrada presenta un grado de pérdidas de carga muy por encima de los valores originales de operación y del cálculo teórico. Las pérdidas medidas van de 0,16 m a 0,39 m debido a la suciedad en las rejillas mostrado en el cuerpo principal del informe. Este es el motivo de la caída de eficiencia del bloque que se observa en la figura 2 del informe en el ensayo índice de la unidad 9 del cuerpo principal del informe.

El cálculo teórico de las pérdidas en las rejillas realizado en el documento MHI-35180, 4131-749 del 21 de abril de 1975 es muy optimista pues solo considera que las rejillas tienen barras de 22 mm separadas 250 mm entre sí. Sin embargo en la dirección vertical hay barras doble T de la

estructura de 134 mm de ancho (que impiden el flujo de agua) y separadas 1187 mm. Siguiendo el mismo procedimiento de cálculo con la fórmula de Kirchmer se puede determinar un factor de pérdida fr transversal de 0,1294 mayor al calculado de 0,0915 (en el documento dice 0,088 pero el valor real de la fórmula es 0,0915). Sumando ambos factores debería considerarse 0,221 que arrojaría una pérdida para un caudal de 600 m³/s de:

$$hr = fr * v^2 / 2g = 0.221 \times 1.66^2 / 2 \times 9.8 = 0,031 \text{ m}$$

Donde v es la velocidad del agua en el vano libre de la reja de 1.66 m/s. Este valor es sensiblemente mayor a 0.012 calculado en el documento citado.

Otra forma de evaluación es a través de la relación de área libre sobre área total. El área total es $3 \times 6.5 \text{ m} \times 18.559 \text{ m} = 361,9 \text{ m}^2$. El área libre es 289.5 m² que da una relación de 0.8 lo que implica un factor de pérdida de 0.32 (1981 Fundmentals Handbook, Chapter 33, page 33.42, point 7.9), en consecuencia la pérdida es:

$$hr = fr * v^2 / 2g = 0.32 \times 1,66^2 / 2 \times 9,8 = 0,045 \text{ m}$$

En el ensayo índice de la unidad 5 se mide las pérdidas en las rejas midiendo los niveles de agua del embalse y detrás de las rejas. Las rejas corresponden a tres vanos de 6.5 m de ancho y 18.559 m de alto. Sin embargo en la zona donde se mide el nivel del agua el alto del vano es de 15.887 m en consecuencia la velocidad del agua es mayor y la pérdida dinámica también. Teniendo en cuenta estas circunstancias las pérdidas medidas en las rejas son:

Caudal (m ³ /s)	Pérdidas en las rejas sin la componente dinámica (m)
619.15	0.046
635.04	0.076
648.15	0.077
607.8	0.054
611.08	0.052
632.01	0.068
600.99	0.058
631.0	0.069

Tabla 5 – Perdidas en las rejas

Para 600 m³/s lo medido es 0.051 m un poco mayor a lo calculado aquí de 0.031 m y 0.045 m.

Una medición reciente da una pérdida en las rejas mínima de 0.16 m en la unidad 6 y una máxima de 0.39 en la unidad 9. Estas pérdidas son de 3.2 a 7.8 veces a las medidas originalmente en la unidad 5. El motivo de ello es basura existentes en las rejas por lo cual se debería revisar los métodos de limpieza de rejas y auscultar las mismas con una cámara submarina como se especifica en el punto 4.3.4 Rejas del cuerpo principal del informe.

La pérdida de 0,05 m implica una merma de 0,2% en la eficiencia del turbo grupo que es razonable en un emprendimiento hidráulico, 0,16 m a 0,39 m significa de 0,63% a 1,6% que son valores elevados.

En el cálculo desarrollado, se concluye que ningún caso supera el 0,05% del salto nominal, lo cual es despreciable y no impone hacer ninguna modificación.



Fotografía 45 - En los alabes del rodete pueden apreciarse el amolado de fabricación después de más de 200.000 horas de operación.

Durante la visita se pudo comprobar que en la zona de la unión de la envolvente del rodete con el cono del tubo difusor se estaba procediendo a rigidizar el anclaje de estas estructuras al hormigón con anclajes epoxidico al mismo. A través de inspección acústica se determinaba la existencia de zonas con huecos entre la chapa y el hormigón.

La reja de entrada presenta un grado de pérdidas de carga muy por encima de los valores originales de operación de 0,05 m y del cálculo teórico. Las pérdidas medidas a comienzos de 2015 van de 0,16 m a 0,40 m debido al estado de limpieza que se reportan abajo en el punto 4.3.4 Rejas. Este es uno de los motivos a los que se atribuyen la caída de eficiencia del bloque rejas, turbina, generador y transformador que se observa en la Figura 2. El cálculo Hidráulico muestra una evaluación de la pérdida de carga en las rejas, un valor teórico muy cercano al medido en la unidad 5 cuando era nueva.

Las oscilaciones en las tensiones que pueden ocasionar fatiga de los componentes de las 14 unidades son básicamente debidas a dos escenarios, las sucesivas paradas y arranques de las unidades por circunstancias de operación y las fluctuaciones de presión de origen hidráulico cuando la unidad trabaja a carga parcial.

c. Detenciones.

Asumiendo como máximo una detención diaria de las unidades en 35 años de operación da una sumatoria de 12.775 ciclos para las estructuras aguas abajo de los álabes del distribuidor. En este ciclo la carga hidráulica varía desde la carga de contraembalse de unos 6 m a 10 m a la carga máxima del embalse. Los órganos sometidos a esta variación son el rodete, sus álabes, distribuidor y la envolvente de la turbina.

Cantidad de horas trabajadas en diferentes condiciones de salto y potencia entre reparaciones 2004 – 2012					
Salto, m	Potencia de la turbina hidráulica, MW				Horas totales
	0...50	50...80	80...100	100...135	
< 15	0	0	0	0	0
15...18	0	0	153	0	153
18...20	0	33	554	175	762
20...22	0	139	178	1192	1509
22...24	4	705	675	5837	7221
24...25,8	55	2027	2247	13053	17382
25,8...27	26	2973	2568	3562	9129
27...29	33	6984	2683	1831	11531
> 29	2	554	75	31	662
Horas totales	120	13415	9133	25681	48349

Tabla 6 – Horas de operación entre los años 2004 a 2012.

d. Oscilaciones de presión.

En Tabla 6 la se presenta como se ha operado la unidad 9 durante casi 50.000 horas de operación y se puede determinar que la franja salto neto de 15 m a 18 m representa el 0,3% del tiempo, de 18 m a 22 m 4,7% y de 22 m a 24 m 14,9% y por encima de 24 m el restante 80,1%. Con auxilio de las mediciones de fluctuaciones de presión se puede determinar el número de ciclos y la amplitud de las mismas a los que están sometidos el distribuidor, el rodete, los álabes y la envolvente. En la Tabla 7 se muestra un resumen de las fluctuaciones y el número de ciclos considerando 200.000 horas de operación y el porcentaje para cada salto.

Zona	Salto (m)	Amplitud max fluctuación	Amplitud max fluctuación (m)	Frecuencia (Hz)	Porcentaje tiempo	Horas de operación	Número de ciclos
Después distribuidor	15.4	7.0%	1	0.25-44	0.3%	600	95*10⁶
Después distribuidor	18.9	5.0%	1	0.25-47	4.7%	9400	1.590*10⁹
Después distribuidor	23.1	4.5%	1		14.9%	29800	5.042*10⁹
Después distribuidor	24.6	6.0%	1.5	0.25-83	80.1%	160200	47.868*10⁹
Total							54.595*10⁹
Antes del rodete	15.4	16.0%	2.5	0.25-47	0.3%	600	101*10⁶
Antes del rodete	18.9	13.5%	2.6	0.25-45	4.7%	9400	1.523*10⁹
Antes del rodete	23.1	16.5%	3.7		14.9%	29800	4.828*10⁹
Antes del rodete	24.6	17.0%	4.2	0.25-14	80.1%	160200	8.074*10⁹
Total							14.526*10⁹
Cono tubo aspiración	15.4	27.0%	4.2	0.25-18	0.3%	600	39*10⁶
Cono tubo aspiración	18.9	21.0%	4.0	0.25-12	4.7%	9400	0.609*10⁹
Cono tubo aspiración	23.1	14.0%	3.2		14.9%	29800	1.287*10⁹
Cono tubo aspiración	24.6	13.0%	3.2	0.25-7.2	80.1%	160200	4.152*10⁹
Total							6.087*10⁹

Tabla 7 - Resumen de las fluctuaciones y el número de ciclos considerando 200.000 horas de operación y el porcentaje para cada salto.

El número de ciclos debido a las fluctuaciones de presión al día de hoy oscilan entre 10^9 a 5.4×10^{10} y debido a que son de baja amplitud es que no se presentan fallas y probablemente las tensiones estén por debajo del límite de fatiga.

Se analizan los estudios estructurales y de fatiga necesarios de componentes como el eje en caso de considerarse una repotenciación de las unidades. Se estudiaron los informes estructurales y de fatiga del fabricante de cuando se autorizaron límites de carga mayores para saltos más bajos. Ver abajo comentarios al informe efectuado por TurboAtom-Jarkov en 1998 “Calculo para Definir la Resistencia de la Turbina en Operación para las Condiciones de Repotenciación” y el cálculo de la línea de ejes en el punto 4.1.4 Modelación de la línea de ejes de la Unidad que impone un límite de 142 MW para una posible repotenciación sin cambio del eje. A la finalización de la Fase III del presente estudio se integrará una evaluación de la resistencia del rotor del generador que permita determinar márgenes de modificación ante la posibilidad de una repotenciación, supeditada a la información disponible.

De acuerdo a lo observado y estudiado en la información suministrada por la CTM se pueden mencionar los siguientes resultados del trabajo efectuado:

- Hidráulica de la turbina. Esta turbina fue diseñada con parámetros conservadores, muestra de ello es que la velocidad en la garganta es de solo 11,4 m/s y hoy en día se diseña en un rango de 13 m/s a 15 m/s. Una segunda prueba de esto es el escaso nivel de cavitación que presenta el rodete. La hidráulica de la turbina solo ha sufrido un muy pequeño deterioro debido al cambio de rugosidad de las paredes de la cámara semi-espiral. Diseños modernos serían mucho más compactos y de menor diámetro para la potencia de Salto Grande. Esto da la oportunidad de que con recambio de rodete o solo de los alabes se pueda incrementar la potencia de generación. Esto será estudiado y evaluado en función de lo existente y de estadísticas modernas de diseño en la Fase II.
- La fatiga de origen hidráulico es debido a dos factores, las detenciones y arranques por la operación de la máquina y las fluctuaciones de presión. Cuando se detienen o arrancan las unidades la cámara espiral, predistribuidor y distribuidor están sometidos a la presión de embalse y no soportan grandes fluctuaciones de presión. El número de ciclos de paradas y arranques es del orden de 4900 con una amplitud total del torque neto en el rodete y presión de salto neto menos pérdidas dinámicas en la tapa de la turbina y rodete. Los ciclos que se originan en fluctuaciones de presión pueden llegar a 10^{11} pero de baja amplitud. Estas fluctuaciones se analizan a continuación.

B. Mecánica de la turbina

Al evaluar la fatiga de un componente sujeto a cargas dinámicas, se comparan los esfuerzos alternos con el número de ciclos de carga, usando una curva de fatiga para el material del componente. Cuando se trata de los efectos de la fatiga en los componentes de turbinas hidráulicas y generadores sincrónicos, es casi siempre el caso que la gran mayoría de los daños causados por fatiga se deben al número de ciclos de arranque y parada. Esto es principalmente debido al valor de los esfuerzos alternos visto por estos componentes en un ciclo de arranque/parada (el esfuerzo en el componente durante la operación y el esfuerzo cuando la unidad esta parada). En este caso, la amplitud del esfuerzo alterno utilizado para evaluar la fatiga es la mitad del esfuerzo máximo durante la operación.

Según la información incluida en “Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande”, la Unidad 9 tuvo un promedio anual de 140 ciclos de arranque/parada, durante los últimos 20 años. Asumiendo que este promedio de arranques/paradas ha sido similar desde la fecha de su puesta en marcha, y que este promedio continuará para 30 años más en el futuro, la unidad pasará por aproximadamente 9100 ciclos de arranque/parada en 65 años de operación. Esta cantidad de ciclos es muy baja, comparado con la práctica normal en la industria.

La siguiente curva de fatiga (curva esfuerzos–ciclos, Figura 3) de la norma ASME BPVC, es para materiales de acero al carbono con un límite de resistencia a la rotura en tensión (R.R.T.) igual a o menor que 552 MPa. Esta curva se puede aplicar a muchos componentes de la turbina, incluyendo la cubierta superior.

El material de la cubierta superior para las turbinas de Salto Grande es material Ruso BCT 3cn GOST 14637-69, que tiene las siguientes propiedades materiales [R.R.T.= (370-480 MPa [asumir 370 MPa]) y tensión en el punto de fluencia (T.P.F) = 225 MPA (para espesores entre 40 a 100 mm)].

Los esfuerzos admisibles son:

- Menor de $1/5 * R.R.T.$ y o $1/3 * T.P.F.$ ~ 74 Mpa
- Esfuerzos picos locales < T.P.F.

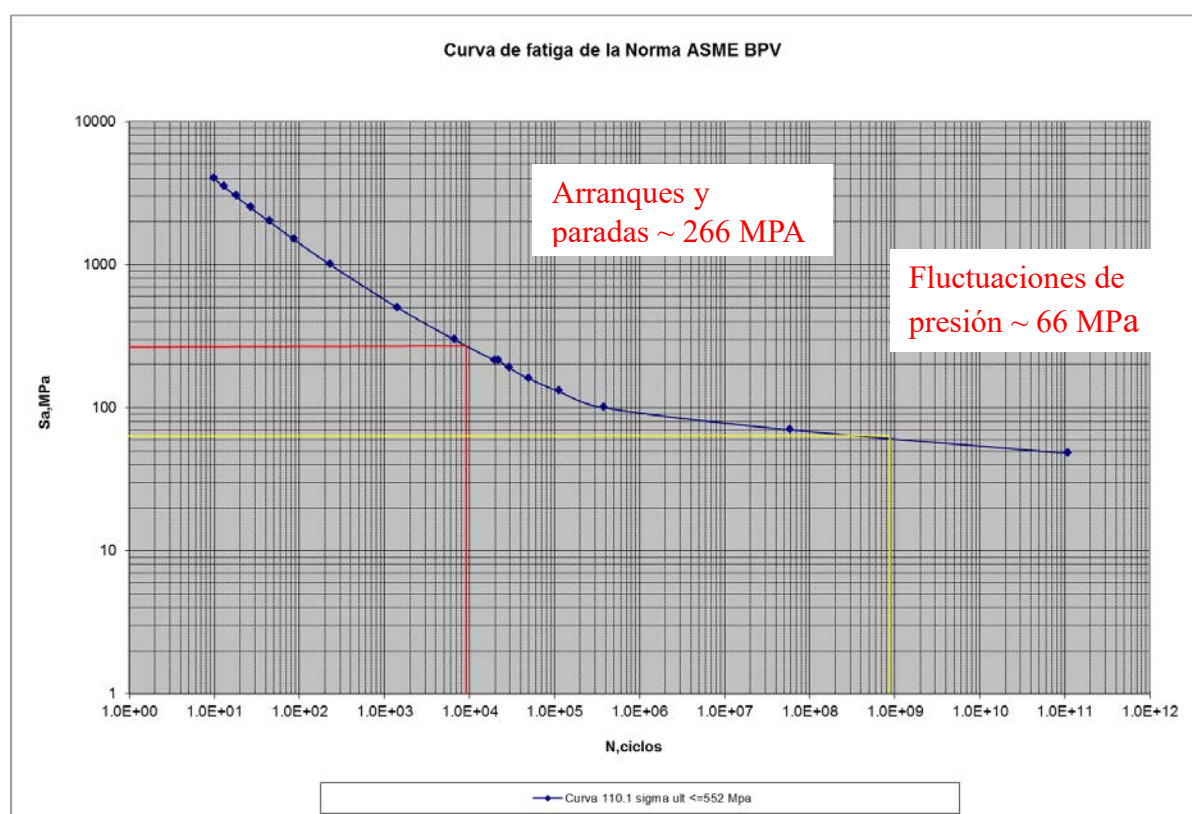


Figura 3 – Curva de fatiga de la Norma ASME

La amplitud de esfuerzo dinámico (S_a) para una resistencia a la fatiga correspondiente a 9,100 ciclos es de aproximadamente 266 MPa (ver línea roja). La práctica de la industria para el diseño de turbinas hidráulicas requiere que los esfuerzos máximos permisibles no deban exceder la menor de $1/5$ la R.R.T. o $1/3$ la T.P.F., con esfuerzos picos locales no mayor a la T.P.F. del material. Asumiendo una R.R.T. menor o igual a 370 MPa, se puede suponer que la cubierta superior de las turbinas fue diseñada para que los esfuerzos no deban exceder los 74 MPa y para que los esfuerzos máximos combinados locales no deban exceder la T.P.F. Por lo tanto, se puede hacer la hipótesis de que la cubierta de la turbina no debe fallar por daños por fatiga atribuido a 9100 ciclos de arranque/parada en 65 años de operación de la unidad.

Se pueden hacer análisis similares para el eje de la turbina, las paletas directrices, el rodete y otros componentes. En particular la línea de ejes turbina–generador, puede ser un elemento

crítico en el caso de considerar aumentos de potencia de las unidades, por su capacidad para transferir principalmente un mayor torque de la turbina y con cambios en las condiciones de empuje hidráulico y radial sobre el rodete.

Debido a esto, se ha incluido en el presente informe un estudio por FEM de la línea de ejes considerando las condiciones actuales de potencia de las unidades. Dicho estudio y sus conclusiones se presentan más abajo en este informe.

Se analizó el informe efectuado por TurboAtom-Jarkov en 1998 “Calculo para Definir la Resistencia de la Turbina en Operación para las Condiciones de Repotenciación” (mediante el método de elementos finitos) relacionado a los esfuerzos en varios componentes de la turbina (alabe, revestimiento del tubo de aspiración, pernos del alabe, pernos del eje-rodete, pernos del eje turbina-eje generador y cintura de unión) en caso de considerarse una repotenciación de las unidades.

Como un ejemplo de los resultados de este estudio, para un incremento de potencia de 123.6 MW a 138 MW (111.7%) bajo una caída neta de 23.2 m, el informe indica que el margen de esfuerzos por fatiga y corrosión bajará de 2.43 hasta 2.10 para el alabe del rodete. Estos estudios indican que desde el punto de vista de fatiga, para algunos componentes, hay posibilidad de aumentar la potencia de las turbinas existentes y todavía mantener un margen razonable contra fatiga.

Basándose en estos ejemplos, los daños debido a fatiga se estiman bajos para las turbinas de Salto Grande.

Para mantener la operación confiable de la turbina por los próximos 30 años, deberá considerarse el reemplazo futuro de algunos componentes de las turbinas tales como:

- Bujes, sellos y empaquetaduras del mecanismo de operación del rodete
- Bujes y sellos del mecanismo de operación de las paletas directrices
- Rehabilitar el sistema del sello del eje y el cojinete de la turbina
- Modernizar la instrumentación de la turbina, colocando sensores más modernos que se integren al sistema SCADA y con medición de mayor número de parámetros, de manera de poder efectuar con los mismos análisis de tendencias en el funcionamiento de la unidad.
- Proteger las superficies contra corrosión

C. Índice de condición de las Turbinas de Salto Grande

La turbina posee un índice de condición de 8.83 de acuerdo al índice del hydroAMP. Ver Capítulo 5 para un mejor entendimiento del significado de este índice

4.1.2 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DEL SELLO DEL EJE

4.1.2.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. Se analizó el sistema de refrigeración del sello del eje, según la información de plano E1.575 y el plano E11-277.
- B. A su vez de las reuniones mantenidas con el personal de planta se pudo conocer en detalle las condiciones de operación del sistema.
- C. El sistema original de filtrado de agua del sello del eje fue a través de un filtro hidro-ciclónico, que presentó inconvenientes en su operación.
- D. Este sistema fue luego reemplazado por el sistema de filtrado actual que cuenta con dos filtros de cartucho de una capacidad de filtrado con malla de 40 micrones.
- E. El sistema actual funciona en forma satisfactoria pero requiere limpiezas periódicas de las mallas dado su pequeño tamaño de malla.

4.1.2.II DIAGNOSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. El tipo de sello del eje de la turbina demanda un grado de filtrado del agua de sello de cuarenta micrones, lo que permite asegurar una vida útil del elemento de sello, (carbón), superior a siete años.
- B. El diseño convencional recomendado para una instalación de filtrado para el tipo de sello de la turbina es normalmente a través de un sistema hidro-ciclónico. Esta solución permite garantizar una operación libre de mantenimiento, automatizada y que evita posibles problemas por bloqueo del filtro.
- C. Si bien el filtro inicial de la instalación era hidro-ciclónico y presentó inconvenientes de funcionamiento este hecho no debería ser motivo para descartar su aplicación, ya que comparativamente presenta ventajas importantes respecto de los filtros de cartucho que se utilizan actualmente.
- D. Por esta razón se sugiere reconsiderar el uso del filtro hidro-ciclónico utilizando un filtro provisto por un fabricante reconocido. Se sugiere por ejemplo filtro separador LAKOS, cuyo catálogo se ha insertado en el Anexo III de este informe.

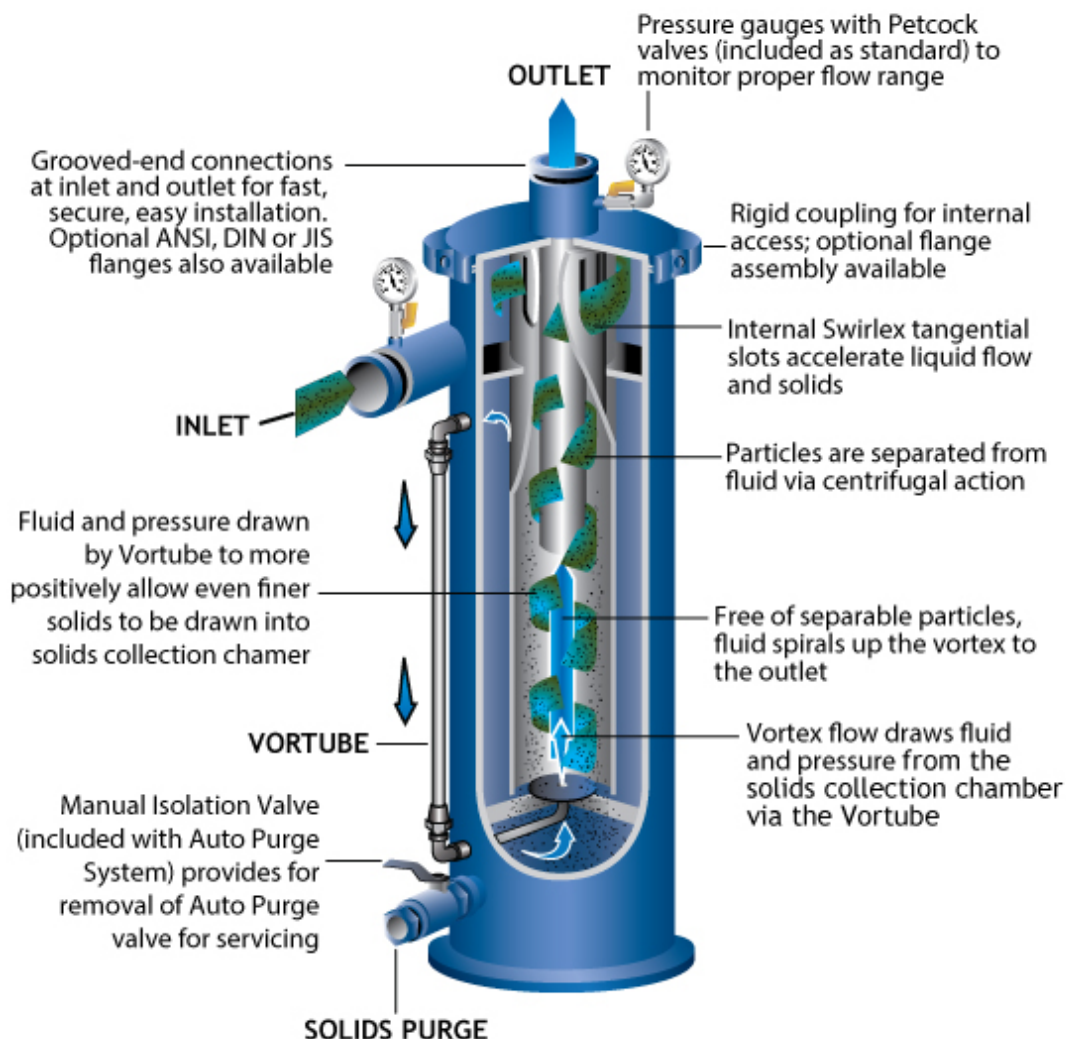


Figura 4 – Filtro Hidro-ciclónico

4.1.3 SISTEMA DE REGULACIÓN DE VELOCIDAD DE LAS TURBINAS

4.1.3.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

Se hizo una inspección visual del sistema de regulación de velocidad de las turbinas de algunas unidades. Todos los sistemas de regulación son originales.

El sistema de regulación de las turbinas es del tipo hidromecánico con una presión de trabajo de 40 bar en el sistema oleohidráulico de operación, ver Fotografía 46.

El regulador tiene como función controlar los álabes del distribuidor y el rodete con el objeto de suministrar la potencia requerida desde el cubículo electrónico. El ángulo de las palas del rodete es determinada por el CAM mecánico en función de la apertura del distribuidor y del salto neto. La conjugación que hace máxima la eficiencia entre apertura del distribuidor, salto neto y ángulo de los álabes del rodete se ha determinado en el ensayo de modelo. Se verifica en los ensayos índices.

La parte oleo hidráulica consta de un tanque de aire y uno de aire aceite y el sistema de recuperación y bombeo de aceite. La posición de los álabes del distribuidor es comandada por un actuador electro-hidráulico comandado desde el regulador electrónico. La posición de los ángulos de rodete es comandado por el CAM mecánico, ver Fotografía 48.



**Fotografía 46 - Sistema oleohidráulico del regulador de dos unidades.
Tanque de aire y aire de aceite, bombas de reposición de aceite dos principales
y una auxiliar, recipiente de retorno de aceite**

Las características principales del sistema de regulación de velocidad están resumidas en la siguiente tabla:

Sistema de Regulación de Velocidad	
Regulador electro-hidráulico	ЭГРК-IT-200-6
Actuador de control	Tipo de regulación doble ЭГРК-200-6
Tamaño de válvula distribuidora del distribuidor	200 mm

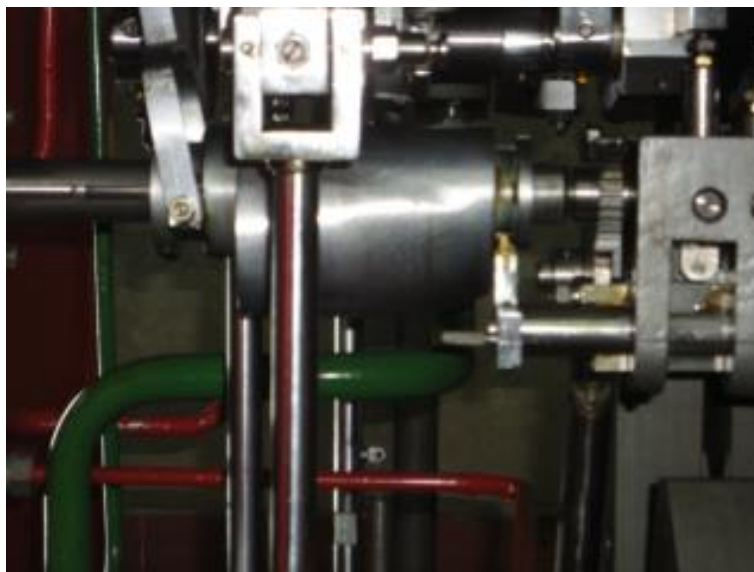
Sistema de Regulación de Velocidad	
Tamaño de válvula distribuidora del rodete	200 mm
Presión de trabajo del aceite	40 bar
Celda de control	Tipo PID ЭГР-IT
Sistema de realimentación	Tipo mecánico
Tipo de aceite utilizado	Tn-30-GOST9972-74 o su equivalente
Instalación de aceite a presión	Tipo MHY 36K-2/40T
Capacidad del tanque de presión	36 m ³
Numero de tanques	1 tanque de aceite-aire y 1 tanque de aire
Volumen operacional del aceite	13.7 m ³
Numero de bombas	2 bombas principales y 1 bomba auxiliar
Capacidad de las bombas principales	18 L/s (con la viscosidad del aceite igual a 0.75 cSt)
Capacidad de la bomba auxiliar	9 L/s (con la viscosidad del aceite igual a 0.75 cSt)
Capacidad del tanque sumidero	32 m ³
Volumen operacional del aceite	11 m ³
Fabricado en	URSS

Tabla 8 – Sistema de regulación de velocidad

Durante la visita se pudo conocer a través del personal de planta que, el salto neto de las turbinas se establece en forma manual, ver Fotografía 47. No obstante el personal informó que se están instalando equipos para poder determinar esta variable a través de transductores de presión. A través del salto y la apertura del distribuidor la leva tridimensional (CAM) determina mecánicamente el ángulo óptimo de los alabes del rodete, ver Fotografía 48.



Fotografía 47
Sistema para el ajuste de salto en forma manual



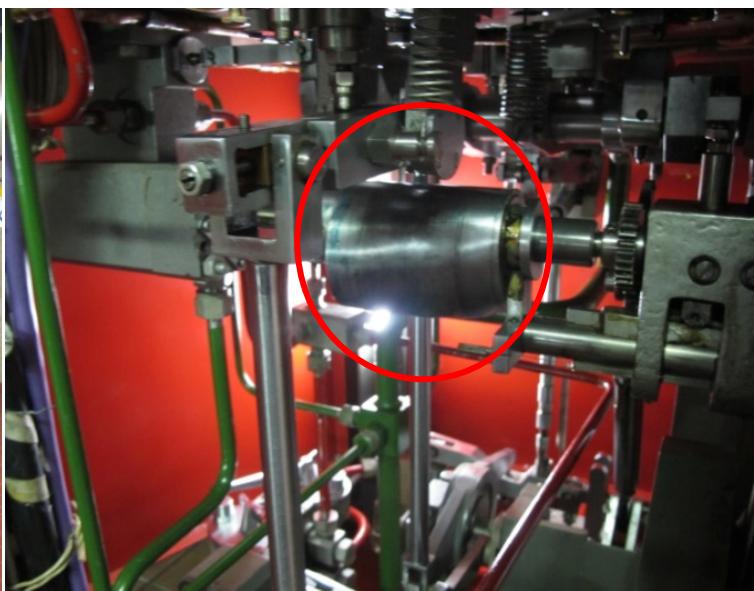
Fotografía 48
CAM mecánico

La posición de apertura de álabes del rodete se transmite al regulador a través de un cable y de un sistema de poleas que se encuentra conectado al cabezal Kaplan.

El actuador de control del regulador, es asimismo obsoleto y es difícil de conseguir repuestos para su mantenimiento. Las levas, eslabones, bujes y demás componentes mecánicos son típicas de los reguladores de hace 30 años.



Fotografía 49
U9 - Armario del actuador de regulador



Fotografía 50
U10 - Actuador, leva de 3-dimensiones para mantener la relación óptima entre la apertura de las paletas y la inclinación de los álabes para un salto neto dado.

Las válvulas distribuidoras en la siguiente foto, están ubicadas cerca del sistema de aceite a presión y de los servomotores del distribuidor de la turbina.



Fotografía 51
U10 - Válvulas distribuidoras de aceite para las paletas directrices y los alabes del rodete

La siguiente foto es del sistema de aceite a presión de la unidad 10, cuya presión de operación es de 40 bar.



Fotografía 52

U10 - Regulador, sistema de aceite a presión, 2 bombas principales, 1 bomba auxiliar, 1 tanque sumidero, 1 tanque a presión aceite/aire y 1 tanque aire

Se observó también durante la visita, que el sistema electrónico de control (ver Fotografía 53) esta desactualizado respecto a los usos modernos en centrales similares, siendo la mayoría de las realimentaciones del tipo mecánico en las que se incluye el CAM, ya mencionado, que establece la coordinación entre apertura del distribuidor, salto neto y apertura del rodete.

La electrónica del regulador es de estado sólido diseñada a fines de los 1970. O pera normalmente pero carece de repuestos y ante un daño es necesario repararlo a través de mantenimiento por parte de Ingenieros o Técnicos electrónicos. Los parámetros de ajuste son el estatismo temporario bt y permanente bp, tiempo integral Tn y derivativo Td. Los reguladores electrónicos modernos tienen ganancias Proporcional, Integral y Derivativa (PID) que reemplaza los anteriores parámetros además de permitir el ajuste de estatismos, bandas muertas y tener el CAM en forma electrónica.



Fotografía 53

U10 - Celda de control del Regulador (vista frontal panel electrónico)

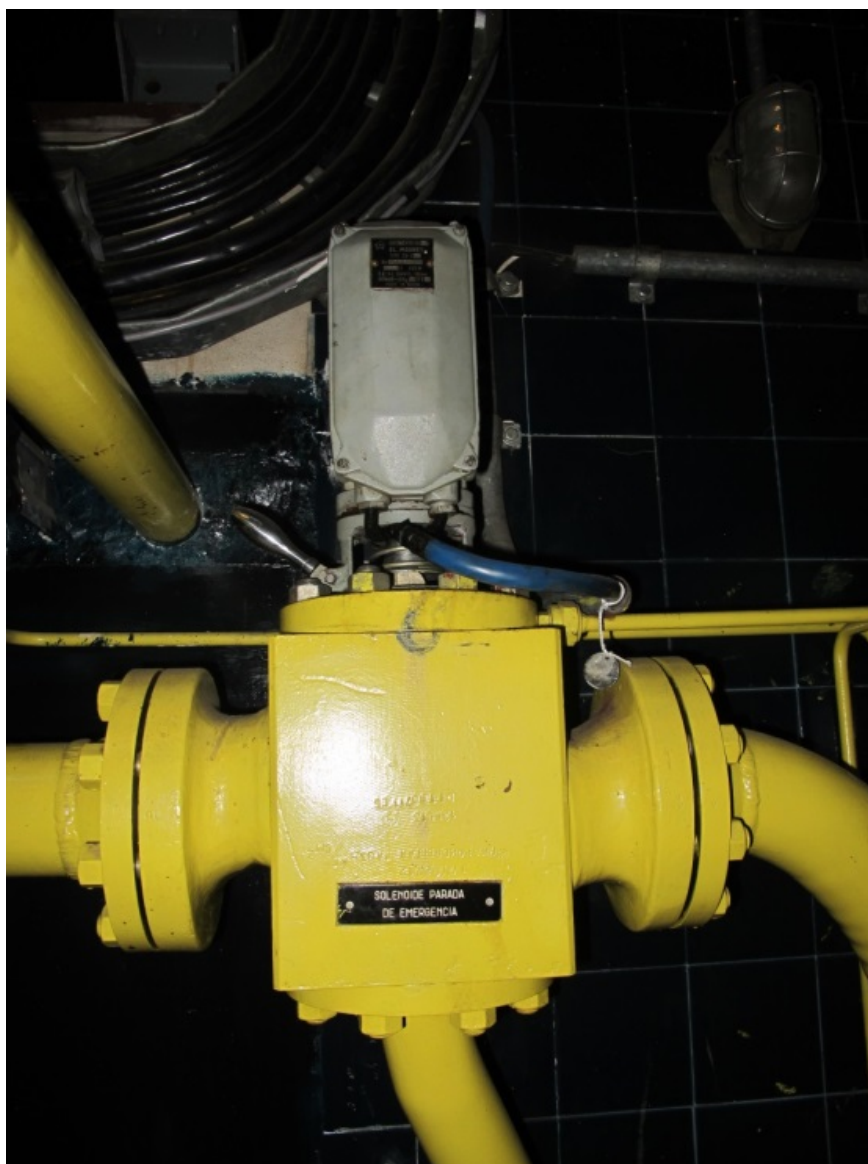
La siguiente Fotografía 54 de la celda de control del regulador, muestra los controles de ajuste del regulador que están ubicados en la parte posterior del tablero.



Fotografía 54

U10-Celda de control del regulador-vista posterior (cubículo electrónico)

La siguiente foto muestra el solenoide de parada de emergencia de la unidad 10.



Fotografía 55
U10-Regulador, solenoide parada de emergencia

4.1.3.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Oleo-hidráulica del regulador. El sistema funciona con una presión de 40 bar, muestra un diseño conservador y robusto en cuanto a capacidades y desempeño presentando un grado de conservación y mantenimiento muy bueno. El sistema en más de 33 años de operación ha requerido un mantenimiento mínimo y solo un motor de una bomba auxiliar se ha reemplazado en las 14 unidades.
- B. En los ensayos que se efectuaron sobre la unidad 9 puede observarse que las diferencias de presión en los servomotores del distribuidor es de 5 bar y en el rodete es de 15 bar cuando se opera la unidad con carga. Esto permite afirmar que la capacidad de los servomotores está sobredimensionada para operar el distribuidor y el rodete aún para la

presión mínima de diseño del sistema que es de 27 bar. Esto es importante ante un cambio de alabes del rodete que podrían requerir más torque para operarlos. Los diseños modernos de sistemas oleo-hidráulicos son mucho más compactos debido a que trabajan con 100 bar de presión por el uso de nitrógeno en lugar de aire que limita la presión a valores no superiores a 70 bar.



Fotografía 56 - Regulador electrónico de velocidad con estatismo temporario bt y permanente bp, tiempo integral Tn y derivativo Td.

De acuerdo a lo observado y estudiado en la información suministrada por la CTM se pueden mencionar las siguientes recomendaciones:

- C. A la luz de las modificaciones efectuadas en el sistema de control, el sistema de regulación de las unidades debería actualizarse a una versión electrónica que incorpore a través de un programa en el PLC el diagrama colinar de operación de la turbina y vincularlo a su vez al nuevo sistema SCADA. En este caso el CAM se carga como una superficie tridimensional numérica. Tanto la apertura del distribuidor como el ángulo de las palas del rodete es comandado por la electrónica del regulador. El regulador actual tiene una electroválvula y un actuador que controla la posición del distribuidor pero carece del mismo equipo para el ángulo del rodete por lo que deberá incorporarse.

- D. Dentro de las recomendaciones posibles, se recomienda el empleo de sensores lineales de la apertura de los álabes del distribuidor y del rodete. La salida de estos transductores deberá interconectarse al PLC del regulador que contendrá el CAM en forma electrónica.
- E. Adicionalmente se podrá considerar el uso de reguladores que realizan un control adaptativo del CAM para optimizar el funcionamiento de la turbina en todo momento. Se continuará utilizando las electroválvulas y actuadores existentes de los álabes del distribuidor y habrá que instalar un actuador que regule el ángulo de las palas del rodete.
- F. El regulador digital permitirá realizar variadas operaciones durante su funcionamiento. En el arranque, produciendo la sincronización de la unidad o bien actuando como regulador de frecuencia, como despacho de carga, controlando el caudal erogado o el nivel del embalse.
- G. En caso de emergencia permitirá accionar las secuencias programadas de detención y protección. El control a implementar podrá ser local o remoto y la información de los parámetros de funcionamiento serán exportables on-line al sistema SCADA de control de la central.
- H. Durante la Fase II se analizarán todos estos cambios necesarios como así también se evaluará el impacto que tendría en la instalación una eventual modificación de la presión del sistema oleo-hidráulico en caso de un reemplazo de rodete y de la presión de operación de los álabes. Sin embargo se cree que esto no será necesario debido a que el rodete se puede mover con una reducida presión en el servomotor correspondiente.
- I. Las recomendaciones para el regulador de velocidad son básicamente tres:
- Sistema oleo-hidráulico. Continuar con el reemplazo de los sensores de nivel del tanque aire-aceite. Sin embargo por lo mencionado respecto al estado de conservación y el cumplimiento de sus funciones no tiene ningún sentido el reemplazo de estos equipamientos.
 - Regulador electrónico. Es necesario su reemplazo por un tema de confiabilidad y repuestos. Hará falta poner realimentación eléctrica del ángulo de los álabes y un actuador electro-hidráulico para comandar el ángulo de los álabes del rodete en reemplazo del CAM mecánico. En el nuevo regulador habrá que programar todas las funciones de arranque, sincronismo, parada normal y paradas de emergencia. Los nuevos reguladores además de controlar la frecuencia, el despacho de carga, podrán hacer un seguimiento del caudal erogado o el nivel del embalse.
 - Se debe continuar con la instalación de los transmisores de presión para determinar el salto neto a realimentar en el regulador mecánico actual o electrónico futuro.
- J. Índice de condición del sistema de regulación de velocidad de las turbinas
- El sistema de regulación de velocidad posee un índice de condición de 6.92 de acuerdo al índice del hydroAMP. Con el reemplazo del regulador electrónico el índice de condición ascendería a un valor superior a 8. Ver Capitulo 5 para un mejor entendimiento del significado de este índice.

4.1.4 MODELACION DE LA LINEA DE EJES DE LA UNIDAD

4.1.4.I ANALISIS

Siendo la línea de ejes de la unidad un elemento crítico en la transmisión de potencia, se ha modelado la misma por elementos finitos a efectos de determinar tensiones máximas en puntos singulares que luego deberán ser tenidos en cuenta cuando se considere un escenario de aumento de potencia entregada por la turbina.

La modelación se ha efectuado considerando solamente la línea de ejes en operación normal con una potencia de turbina de 142 MW para un salto de 32,5 metros.

Para la línea de ejes, la tensión de mayor importancia es la tensión tangencial debida al torque por torsión, no obstante también se ha estimado el valor de empuje axial de la turbina para la condición de salto citada, y el valor del empuje lateral sobre el rodete de la turbina, considerando el grado de desbalanceo de la unidad y los huelgos del cojinete guía de turbina.

Sobre el rotor del generador se ha considerado el tiro magnético del mismo en condición normal. Adicionalmente se ha considerado el peso de las partes rotantes, eje, rodete y rotor descansando sobre el soporte del cojinete de empuje. Torque Aplicado para condiciones nominales 1.808×10^7 Nm

El cojinete guía de turbina y el del generador se han supuesto apoyados sobre soporte elásticos de manera de considerar las rigideces de la tapa de turbina y de la cruceta superior del generador. En la zona inferior del eje, se ha aplicado la presión máxima del cilindro del servomotor. Las condiciones de borde y las cargas aplicadas se resumen en la Figura 5, mientras que los resultados de tensiones tangenciales máximas se indican en las Figura 6 y Figura 7 y Figura 8.

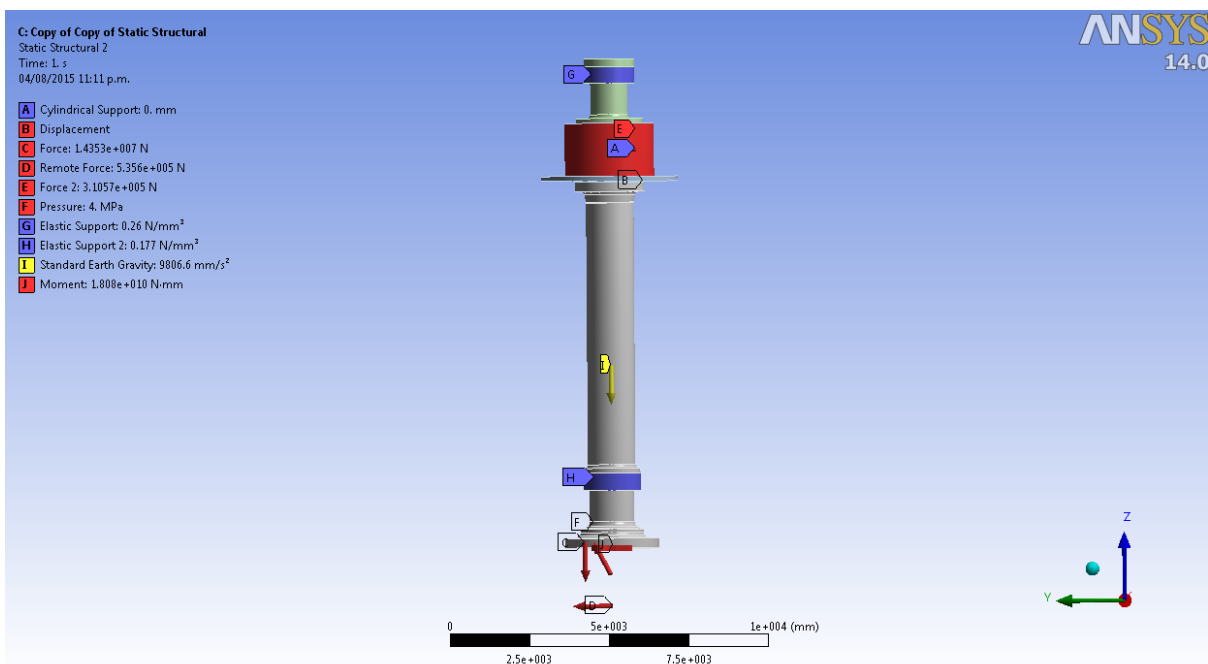


Figura 5 – Condiciones de borde y cargas aplicadas

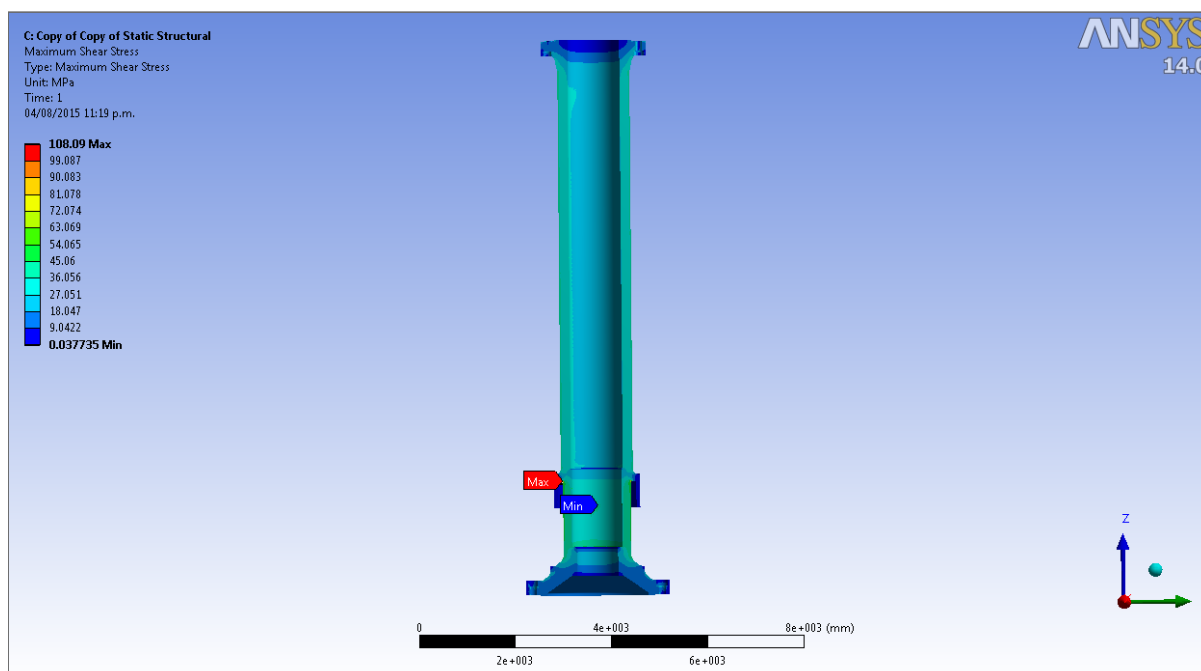


Figura 6 – Tensiones tangenciales máximas

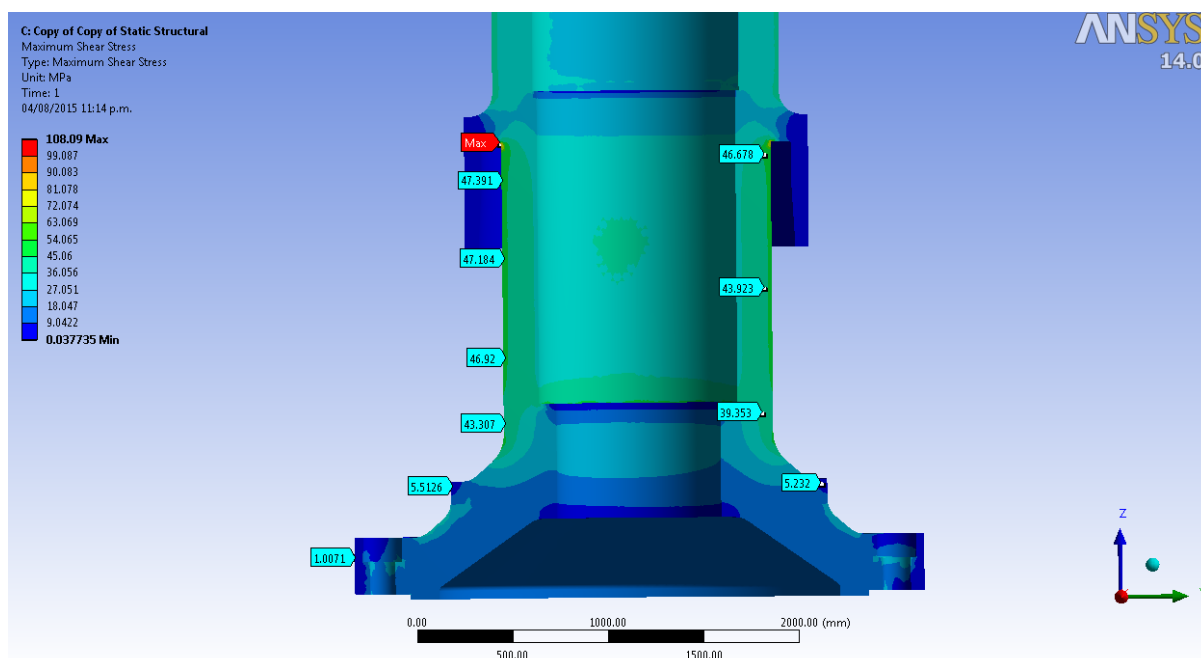


Figura 7 - Tensiones tangenciales máximas

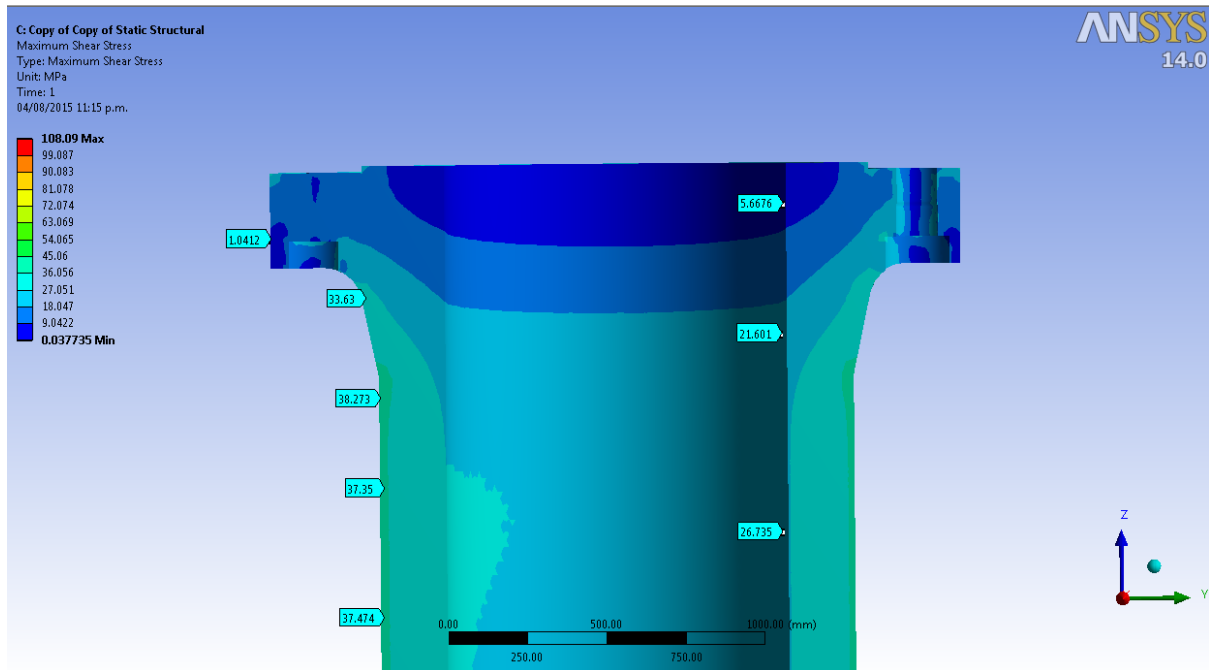


Figura 8 - Tensiones tangenciales máximas

Las tensiones combinadas de Von Mises se indican en las Figura 9, Figura 10 y Figura 11 provistas a continuación.

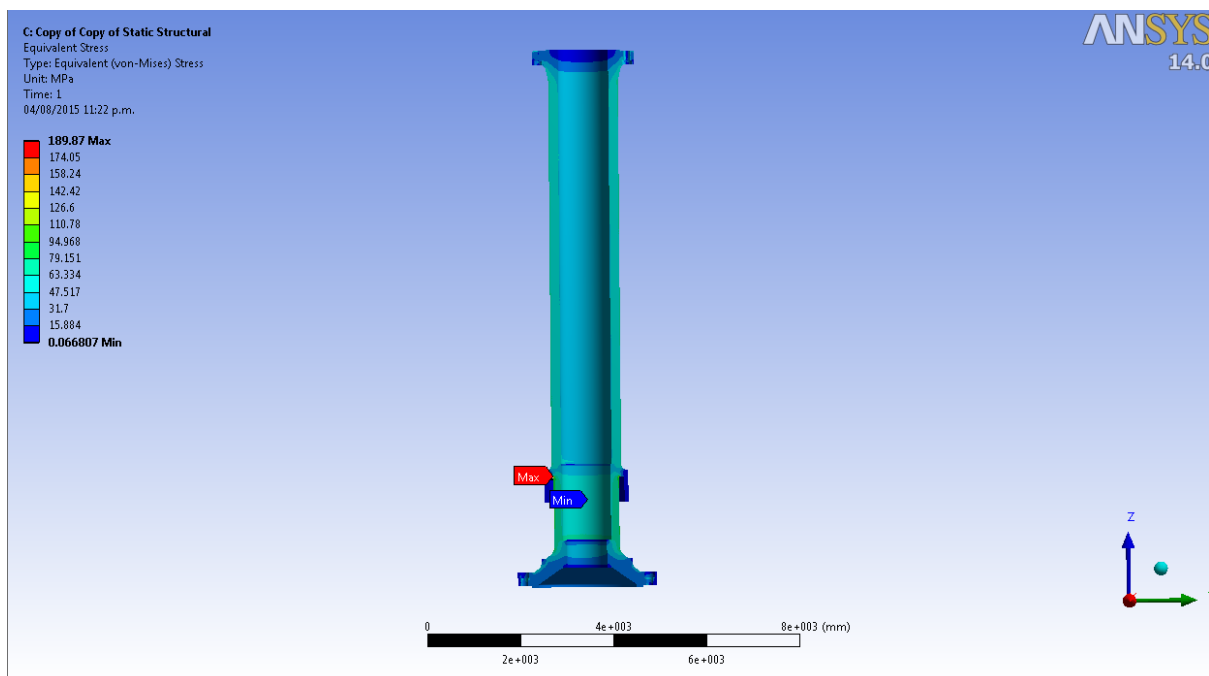


Figura 9 – Tensiones combinadas

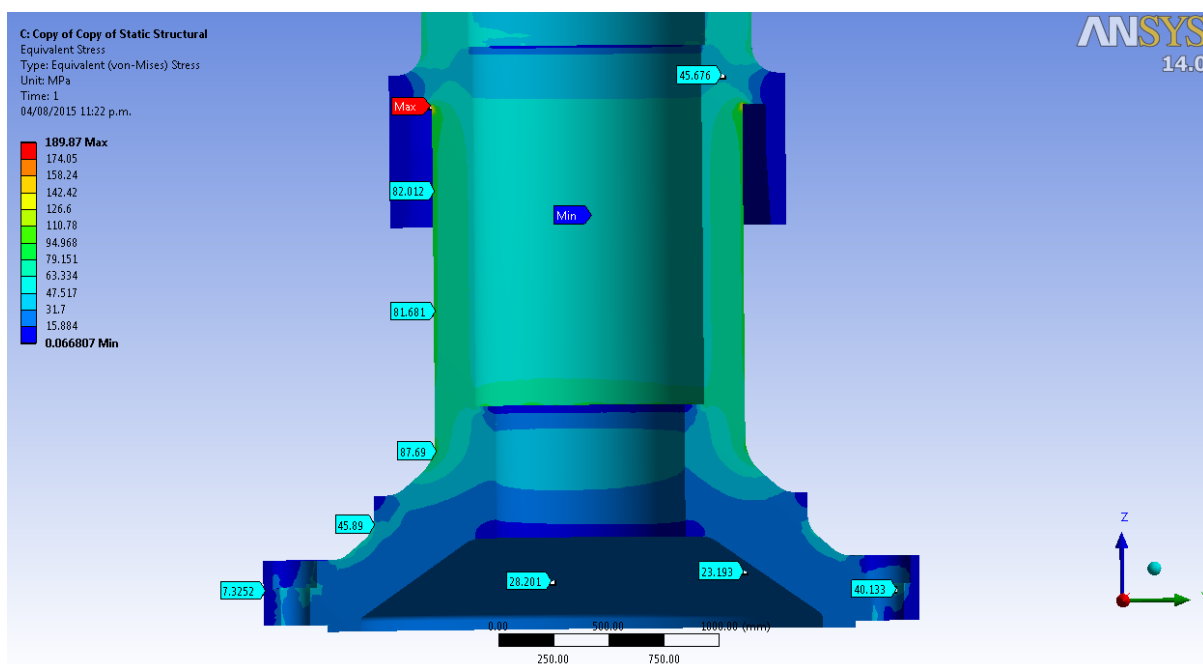


Figura 10 - Tensiones combinadas

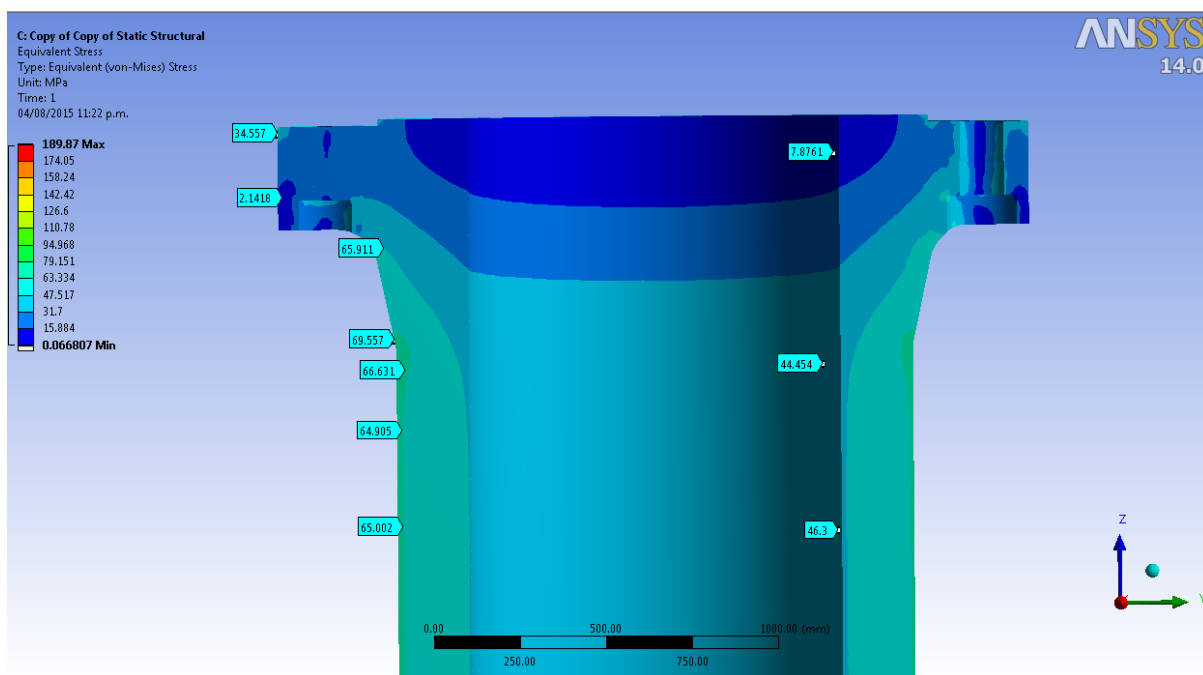


Figura 11 - Tensiones combinadas

4.1.4.II CONCLUSIONES DEL ANALISIS Y RECOMENDACIONES

Del análisis del modelo puede concluirse que las tensiones tangenciales en la zona inferior del eje de turbina, por debajo del cojinete guía de turbina son mayores que en la zona por encima de este.

Esto es debido a que la sección efectiva del eje por debajo de la campana del cojinete guía de turbina es menor.

Un aumento en la potencia entregada por la turbina produciría un aumento del torque y de las tensiones tangenciales en la zona crítica indicada. Basado en el material del eje, A668 Cl D y las prácticas usuales en la industria respecto del valor máximo de tensión tangencial, esta tensión no debería superar el valor de 50 MPa, por lo que de considerarse un aumento de potencia de la turbina, este área del eje deberá considerarse con especial énfasis por la limitación indicada, siendo el valor de tensión en las condiciones actuales de 46 MPa

Del análisis de las tensiones combinadas de Von Mises se concluye que un área de particular interés es la zona debajo de la campana del cojinete guía que presenta tensiones pico del orden de 190 MPa. Si bien el área es muy reducida es de esperar que las tensiones en esta área aumenten si se incrementa la potencia de la turbina.

Se descartan problemas de fatiga en dicha zona considerando el ciclo de carga que ha tenido la unidad. No obstante de considerarse un aumento de potencia en la unidad, corresponde efectuar un análisis detallado de dicha zona con los nuevos valores de potencia y una inspección de esta área, a través de un boroscopio observando el estado de las superficies y la inexistencia de marcas o entallas.

Existiendo una zona de concentración de tensiones es importante que se descarte cualquier potencial problema en la misma.

No se observan otros puntos singulares que puedan presentar tensiones concentradas en la línea de eje, los valores de tensiones que se deducen del modelo son de diseño conservador para el resto de la línea de ejes.

4.2 **GENERADORES Y AUXILIARES PROPIOS**

4.2.1 **GENERADOR**

4.2.1.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

Como se ha mencionado más arriba, los generadores fueron fabricados por ELECTROSILA entre los años 1978 y 1981.

Se adjuntan las tablas con estadísticas operativas de cada unidad generadora y su fecha de operación (ver Tabla 9 y Tabla 10).

		UNIDAD						
		1	2	3	4	5	6	13
Tipo	-	CB1420 / 190 – 80 TB4						
Potencia Nominal	MVA	150	150	150	150	150	150	150
Factor de potencia	-	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Tensión Nominal	kV	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
Corriente Nominal	A	6280	6280	6280	6280	6280	6280	6280
Frecuencia	Hz	50	50	50	50	50	50	50
Conexión	-	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Velocidad Nominal	rpm	75	75	75	75	75	75	75
Velocidad de Embalamiento	rpm	225	225	225	225	225	225	225
Rotación del rotor	-	CW	CW	CW	CW	CW	CW	CW
Corriente de Excitación	A	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Fecha de Fabricación	-	27.Dec.79	28.Mar.80	29.Apr.80	Jul. 1980	Dic. 1980	02.Feb.81	17.Mar.81
Comienzo de Operación	-	12.Jan.81	7.Apr.81	10.Jun.81	18.Aug.81	25.Nov.81	23.Mar.82	29.Jun.82
Número de Serie	-	363 228	363 247	363 294	363 303	363 315	363 326	363 331

Tabla 9 – Casa de Maquinas lado Argentino

		UNIDAD						
		7	8	9	10	11	12	14
Tipo	-	CB1420 / 190 – 80 TB4						
Potencia Nominal	MVA	150	150	150	150	150	150	150
Factor de potencia	-	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Tensión Nominal	kV	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8

Corriente Nominal	A	6280	6280	6280	6280	6280	6280	6280
Frecuencia	Hz	50	50	50	50	50	50	50
Conexión	-	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Velocidad Nominal	rpm	75	75	75	75	75	75	75
Velocidad de Embalamiento	rpm	225	225	225	225	225	225	225
Dirección del rotor	-	CW	CW	CW	CW	CW	CW	CW
Corriente de Excitación	A	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Fecha de Fabricación	-	6.Nov.79	Apr 1979	Feb 1979	10.May.78	Jan 1978	11.Nov.77	May 1981
Comienzo de Operación	-	4.Aug.80	17.Abr.80	24.Oct.80	8.Jan.80	10.Oct.79	12.Jul.79	14.Dec.82
Número de Serie		363 218	363 195	363 167	363 142	363 140	363 086	363 346

Tabla 10 – Casa de Maquinas lado Uruguayo

Con respecto a la información obtenida sobre la operación de las unidades generadoras, se recopilan las siguientes tablas (Tabla 11 y Tabla 12) que indican, a modo de resumen, la cantidad de horas de operación de los últimos 20 años:

	UNIDAD													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1995	3909	3434	6652	4359	5943	6194	3250	6414	5323	2996	7063	3732	2542	6239
1996	5356	4970	3576	6219	6076	4378	5347	7831	6754	5966	8094	6402	4963	4651
1997	5283	5858	5399	6226	6893	4838	5447	7728	3864	7847	5419	6798	5180	6439
1998	6896	6617	6820	7398	5307	5334	8135	7719	6628	8314	8011	7407	7765	8218
1999	5379	3984	5135	4975	4403	4260	6238	3881	4743	5607	4218	5810	4465	4967
2000	6769	6003	5823	4699	7913	6923	4256	4196	6112	4529	5322	4827	5171	4480
2001	8132	7194	8344	6611	8276	8086	7301	7206	7764	6180	6018	5222	5617	5548
2002	7440	7415	6562	6684	8003	8398	6651	6758	7488	6180	5967	6339	5367	5095
2003	6510	5514	7229	5704	6424	8008	5860	6254	7415	5099	6416	6911	3862	3323
2004	5516	4187	3658	4631	5484	4179	4788	4425	3497	4018	4232	3794	3056	1833

	UNIDAD													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2005	4961	5089	5142	5329	4281	5693	5090	5428	5877	7428	6013	6007	3368	3435
2006	4505	3976	2957	3600	5411	2684	2943	3205	6791	2956	3469	2511	1127	1027
2007	6265	7021	6590	6144	5498	5954	7980	6970	8244	6437	7814	5126	4707	4686
2008	5083	3766	4823	5447	5600	4699	5497	5710	6374	5224	5124	3537	2761	2793
2009	4884	4371	5778	5532	7059	4444	5416	4150	4737	6323	5155	4531	3945	3738
2010	7419	5603	7056	6020	7771	6989	6257	7142	6147	8581	5908	5837	4888	4876
2011	6936	5712	5224	5994	7693	6687	6207	7955	6295	7407	6559	5954	4710	4690
2012	2882	5996	3255	3592	4229	4633	2999	6194	3247	1808	2773	6044	3206	2156
2013	6011	8225	6932	5841	6842	6545	6426	7808	5700	6852	5841	7714	8290	4513
2014	6987	7870	6862	7622	7802	5395	7048	7979	7465	7811	7065	7252	7614	6471
TOTAL	118738	114643	115352	114470	128513	115981	114717	126715	122287	119278	118015	113579	92604	90628
Promedio (durante 20 años)	5856	5640	5691	5631	6345	5716	5657	6248	6023	5878	5824	5588	4630	4459

Tabla 11 – Horas operación últimos 20 años

Usando los valores promedio de la tabla anterior y el número total de horas de operación se puede estimar:

	UNIDAD													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Promedio (durante 20 años)	5856	5640	5691	5631	6345	5716	5657	6248	6023	5878	5824	5588	4630	4459
Años	33.83	33.67	33.5	33.33	33.08	32.75	34.33	34.67	34.17	35.00	35.17	35.42	32.5	32.08
TOTAL (en 1000 horas)	198	190	191	188	210	187	194	217	206	206	205	198	150	143

Tabla 12 – Estimación a 20 años

El número de ciclos de arranques y paradas en los últimos veinte años también puede determinarse de la información provista, obteniéndose:

	UNIDAD													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1995	171	204	160	179	155	114	215	163	193	176	145	202	185	151
1996	221	194	201	201	181	219	218	71	100	168	52	169	186	163
1997	172	181	197	142	165	170	189	76	136	67	124	113	160	130
1998	21	60	58	40	13	13	37	35	37	59	22	96	49	35
1999	93	177	138	162	80	85	120	190	165	140	173	127	182	223
2000	117	203	108	145	78	126	105	138	218	217	78	156	167	214
2001	77	176	49	120	58	82	127	133	148	233	145	84	211	192
2002	72	109	27	68	71	27	43	48	99	149	72	77	114	175
2003	176	245	131	171	201	99	207	160	34	241	197	159	218	208
2004	206	274	228	239	249	210	236	186	221	127	227	250	146	155
2005	179	141	157	216	144	122	138	161	105	106	77	178	162	148
2006	129	231	245	237	103	253	237	200	113	233	227	215	154	147
2007	211	184	220	181	202	71	80	184	26	192	112	205	231	217
2008	227	246	256	133	183	255	193	144	197	118	178	248	208	222
2009	183	127	136	112	99	139	55	103	97	50	107	118	112	119
2010	85	263	127	195	41	155	221	96	182	18	203	159	198	195
2011	84	252	164	104	53	157	235	83	145	64	255	136	195	200
2012	188	130	195	233	206	88	180	188	203	105	196	136	111	129
2013	245	59	210	261	211	172	239	116	252	145	240	39	18	224
2014	157	108	163	96	97	63	155	95	127	112	157	20	12	169
TOTAL	3014	3564	3235	3235	2590	2620	3230	2570	2798	2720	2987	2887	3019	3416
Promedio (durante 20 años)	151	178	159	162	130	131	162	129	140	136	149	144	151	171

Tabla 13 – Ciclos de arranques y paradas de los últimos 20 años

Usando los valores promedio calculados anteriormente y el número total de ciclos de arranque y parada se puede estimar:

	UNIDAD													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Promedio (para 20 años)	151	178	159	162	130	131	162	129	140	136	149	144	151	171
Años	33.8 3	33.6 7	33.5	33.3 3	33.08	32.75	34.33	34.67	34.17	35.00	35.17	35.42	32.5	32.08
TOTAL Arranque Parada	5098	6000	5310	5391	4284	4290	5544	4455	4780	4760	5253	5113	4906	5479

Tabla 14 – Estimación a 20 años

A. Descripción General de las Unidades Generadoras

Los generadores de la central Salto Grande son máquinas sincrónicas de eje vertical, con polos salientes, y conducidos por turbinas Kaplan.

El cojinete de empuje se ubica debajo del rotor, junto a dos cojinetes de guía, los cuales se encuentran uno encima del rotor y otro en la turbina. El cojinete de empuje está vinculado a la tapa de turbina a través de un cono soporte.

Un generador sincrónico de imanes permanentes se encuentra vinculado al extremo superior del eje del generador y proporciona la señal de velocidad para el sistema de control. El generador tiene un eje superior y otro que lo une a la turbina, ambos vinculados a la estrella del rotor a través de espárragos pretensados.

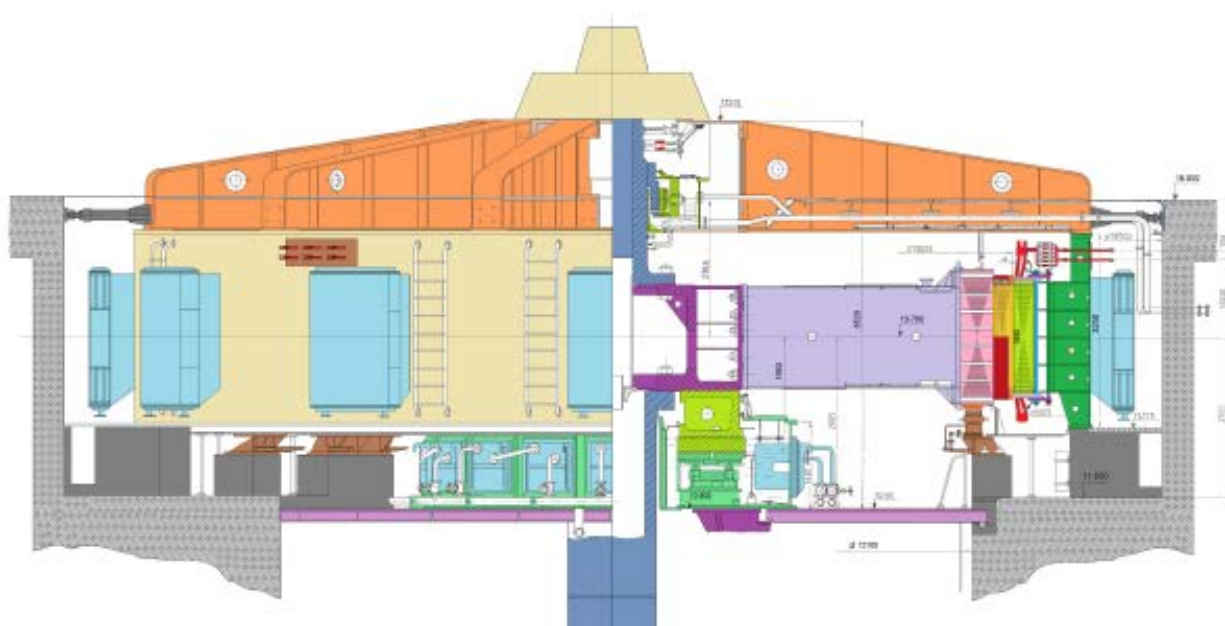


Figura 12 – Esquema del Generador

a. Reparaciones Generales

Los generadores funcionan satisfactoriamente desde su inicio operativo. La unidad número 6 tuvo una falla importante en el mes de Enero del año 2014, cuando una conexión de la tubería del refrigerador se rompió e inundó el bobinado del estator, causando un importante cortocircuito de fase a fase y de fase a tierra. La unidad estuvo bajo parada por mantenimiento programado por 90 días, durante los cuales se realizó la reparación del bobinado.

b. Programa de Mantenimiento

El programa de mantenimiento de los Generadores contempla un ciclo de 7 años (aproximadamente 50.000 hs). Las unidades generadoras se encuentran bien mantenidas y no se han encontrado problemas de importancia.

c. Inspección visual / Observaciones

La central cuenta con dos casas de máquinas, una sobre la margen derecha y otra sobre la margen izquierda. Ambas casas de máquinas están bien mantenidas. El piso de las mismas estaba limpio, bien organizado y con muy buena iluminación.

Las áreas circundantes a cada generador se encontraban limpias y libres de obstáculos, materiales, cajas o componentes, excepto el área próxima al generador bajo servicio de mantenimiento.

d. Observaciones y problemas informados por el Personal de Planta

Existieron preguntas con respecto al gato radial en la cruceta superior y la temperatura de aire de refrigeración. Estos temas se abordan en las respectivas secciones más debajo de este informe.

B. Fundación del Generador

a. Características y descripción general

En Salto Grande, existen 12 placas de fundación espaciadas equidistantes alrededor del perímetro de la estructura del estator. Las placas de fundación están embebidas en el hormigón y allí se contienen dos bulones de anclaje que vinculan las placas de fundación al hormigón.

Fueron provistas espigas radiales tanto a las placas de fundación como a la estructura del estator, para que de esta manera estas puedan expandirse radialmente durante la operación (ver Fotografía 57).



Fotografía 57 – Placas de anclaje del estator

b. Reparaciones importantes

No existen registros de necesidad de reparaciones a la fundación del generador.

c. Programa de mantenimiento

No se requiere mantenimiento en la fundación del generador. Los ingenieros de planta monitorean la expansión de la estructura del estator durante cada interrupción o corte. Se soldó un refuerzo de referencia a la placa de fundación, y los ingenieros de planta miden la distancia entre el refuerzo de referencia y la estructura del estator (ver Fotografía 58 y Fotografía 59). Estos registros de medición fueron provistos por el personal, y fueron evaluados en el punto 4.2.1.II.



Fotografía 58
U13 Testigo de referencia para la medición del desplazamiento
de la estructura del estator



Fotografía 59
U13 Testigo de referencia para la medición del desplazamiento
de la estructura del estator

d. Inspección visual / Observaciones

Las doce placas de fundación fueron inspeccionadas visualmente y no se encontraron signos de fisuras en el hormigón que rodea las placas (ver Fotografía 60, Fotografía 61, Fotografía 62 y Fotografía 63). Esto es una indicación de que las cargas verticales de la estructura del estator son transferidas correctamente al hormigón, y las placas de fundación no parecen retener la estructura del estator de una expansión radial.

Dado que las espigas radiales no presentan signos de daños, es una indicación de que las mismas continúan en dirección radial como se instalaron originalmente y no ha existido deformación en el transcurso del tiempo.

Tampoco se encontraron signos de daños en las placas de fundación. La fundación en si misma parece sólida y no presenta problemas.



Fotografía 60
Piso de hormigón detrás de la
placa de fundación



Fotografía 61
Bloque de hormigón debajo de la placa de fundación
– Parte posterior



Fotografía 62
Bloque de hormigón debajo de la placa de fundación – Lado izquierdo



Fotografía 63
Bloque de hormigón debajo de la placa de fundación – Parte interior.

La espiga radial sobre la placa de fundación demuestra visualmente que la estructura del estator se expande radialmente. La espiga fue soldada erróneamente en simultaneidad con la placa de fundación y la base del estator. Sin embargo, la soldadura se rompió, probablemente debido a la expansión térmica de la estructura del estator. Esto es una indicación de que la espiga radial trabaja tal como fue diseñada (ver Fotografía 64).



Fotografía 64 - Espigas radiales entre la placa de fundación y la base del estator

e. Observaciones y cuestiones del Personal de Planta

Los ingenieros de planta no informaron preocupaciones o problemas respecto de la fundación del generador.

C. Estator del Generador

La inspección del estator del generador consistió en la evaluación de los siguientes componentes del estator:

- Estructura del estator y partición de la misma
- Núcleo del estator y partición del mismo
- Devanado del estator
- Ranuras de acuíñado del estator
- Cabezas de bobina, soldadura y fijación
- Anillos de conexión
- Terminales principales y de neutro

El generador de la unidad 5 fue abierto para inspección, ya que la turbina de esta unidad se encontraba en un mantenimiento programado, de esta manera el personal de planta, también efectuaba mantenimiento sobre el generador

Varias placas de la cubierta superior de la unidad fueron removidas para facilitar el acceso al devanado del estator, anillos de conexión y los terminales principales y de neutro.



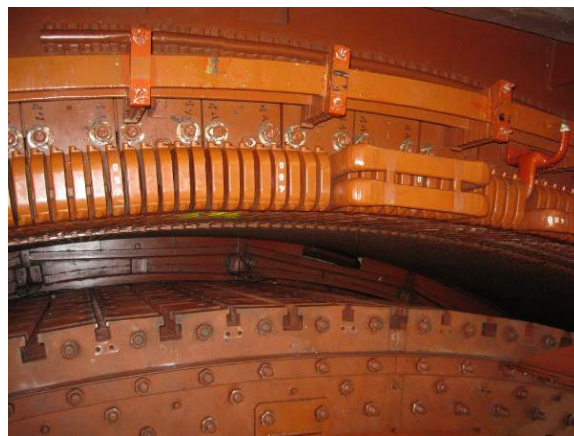
Fotografía 65
U5 Terminal Principal



Fotografía 66
U5 Terminal de Neutro



Fotografía 67
Devanado del Estator



Fotografía 68
Devanado del Estator

a. Características y descripción general

La estructura del estator fue fabricada en seis secciones, las que fueron ensambladas y ancladas in situ. Las bridas de la estructura del estator fueron colocadas detrás del enfriador de aire y pueden ser inspeccionadas cuando los enfriadores son removidos.



Fotografía 69
Unión de la estructura del Estator



Fotografía 70
Unión de la estructura del Estator

El núcleo del estator fue previamente apilado en fábrica con láminas de acero silicio. Existiendo en el pre-apilado 66 segmentos por círculo, cada uno de ellos con 12 ranuras y 2 barras cola de milano.

Un total de 132 barras cola de milano fueron ubicadas alrededor de la estructura del estator, siendo los extremos del núcleo del estator escalonados. Los dedos y placas de presión son muy robustos, teniendo cada placa dos espárragos para la compresión del núcleo, con un total de 264 espárragos.



Fotografía 71 – Núcleo estatórico



Fotografía 72 – Espárragos del núcleo del Estator

El devanado del estator tiene 792 ranuras, $3 \frac{3}{10}$ ranuras por polo y por fase, un paso de devanado de 8 y 12 (1-9-21), dos barras Roebel por ranura, y un devanado ondulado con 4 circuitos paralelos. El devanado del estator consiste en barras Roebel con 360 grados de trasposición, aislados con material aislante Clase B, impregnado con resina sintética.

Las conexiones entre las barras superiores e inferiores están aisladas con capuchones.

Las unidades tienen un monitoreo de descarga parcial fabricado por IRIS. Están equipadas con capacitores de tipo cable y están siendo reemplazadas con modernos capacitores de tipo tubo (ver Fotografía 73 y Fotografía 74).



Fotografía 73
Capacitores de Cable
(existentes)



Fotografía 74
Capacitores de tubo IRIS

b. Inspección visual / Observaciones

La estructura del estator de la Unidad 5 fue inspeccionada visualmente y no revela ningún signo de distorsión, deformación, rozamiento y/o desvinculación estructural.

El interior de la estructura del estator fue inspeccionado y no se encuentran signos de daño alguno. Las soldaduras se encuentran en buena condición sin que exista rozamiento relativo. El interior de la estructura se encontraba limpia sin contaminación de aceite o polvo (ver Fotografía 75 y Fotografía 76).



Fotografía 75
Interior del Estator



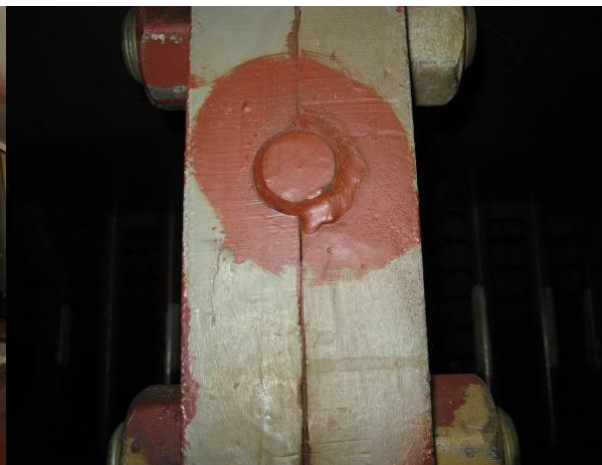
Fotografía 76
Interior del Estator

Una de las uniones de la estructura del estator fue inspeccionada encontrándose en buenas condiciones. No hay signos de rozamiento relativo y/o desvinculación estructural. La espiga

de alineamiento fue soldada a una mitad de la estructura, y no hay signos de movimiento y/o desplazamiento (ver Fotografía 77 y Fotografía 78).



Fotografía 77
Bridas en la base de la estructura



Fotografía 78
Esparrago en el corte de la estructura

En general, la estructura del estator parece encontrarse en buenas condiciones y no presenta indicios de tener problemas. La estructura se ve apta para operación continua.

El núcleo del estator fue inspeccionado y testeado utilizando un cuchillo: el cuchillo no pudo penetrar entre los laminados (Fotografía 79). Los ductos de ventilación del núcleo del estator aparentan estar libres de obstrucciones, y los separadores parecen apretados sin deformación o rotura.

No obstante se observó que varias aberturas de ventilación muestran dobleces en los laminados extremos, fenómeno que se produjo durante un reajuste de la unidad (ver Fotografía 80). Dado que la temperatura del devanado continua baja, esto no impacta en el rendimiento del mismo. Tampoco existen señales de sobrecalentamiento y/o decoloración del núcleo.

Se efectuó una prueba por golpes en varias cuñas y se encontraron todas ajustadas. El ingeniero de planta indicó que idéntico ensayo se ejecuta en cada parada programada, usando el dispositivo de ajuste de cuñas (ADWEL WTD-501) para el registro de ajuste que lleva la planta. Los registros de ajuste previos fueron provistos para análisis.

Fue ejecutado un test de sonido en seis espárragos del núcleo del estator y todos mostraron estar ajustados. De igual manera, un ensayo por golpe fue ejecutado en las tuercas y todas se encontraron ajustadas. Todas las tuercas inspeccionadas se encontraron con su dispositivo de traba. Los ingenieros de planta explicaron que todos los espárragos del núcleo fueron apretados durante la parada programada y que esta es una actividad de mantenimiento ejecutada en todas las unidades.

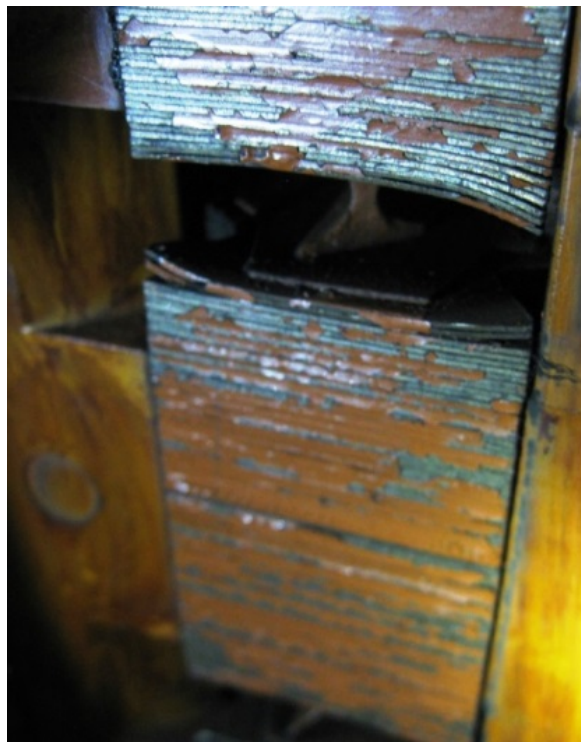
Las placas y dedos de presión se encontraron ajustados y sin indicaciones de mostrar desplazamiento o fricción relativa.

El núcleo presenta un fenómeno de pandeo (buckling), no obstante la planta informó que este fenómeno ocurrió al comienzo de la operación de la unidad, es decir algo más de treinta años.

De acuerdo con los ingenieros de planta, el fenómeno de pandeo es estable y no ha existido progreso del mismo desde la puesta en marcha.



Fotografía 79
Cara del núcleo del estator



Fotografía 80
Laminados de ventilación doblados

Se ha instalado en cada generador una válvula electrónica para el suministro de agua de enfriamiento, de esta manera, la temperatura del aire de enfriamiento se mantiene cercana a 40°C en todo el rango de operación de la unidad.

Los ingenieros de mantenimiento de planta también controlan el perfil del estator en cada parada programada, controlando la verticalidad del mismo, su forma, el entrehierro y el desplazamiento de la partición del estator.

El núcleo estatórico es controlado y mantenido con cuidado.

El bobinado del estator se encuentra en buena condición, sobre todo considerando la edad de la unidad. No existe descarga parcial en los extremos de bobinas. La aislación fue controlada con un martillo de cabeza esférica mostrando buena integridad. Existe consecuencias por el efecto corona en las cabezas de bobinas (se desprende la capa externa en más de 100 barras), pero no se detectan con los sistemas viejos ni nuevos de medidas de DP.

Las aislaciones de barra en la zona de ranuras fueron controladas al azar a través de los canales de ventilación.

No se registraron signos de efecto corona en las ranuras. Debe remarcarse que la cinta aislante en la zona de la armadura tiene una consistencia inusual que sería indicativo que no se trata de cinta de fibra de vidrio.



Fotografía 81
Pandeo de núcleo estatórico



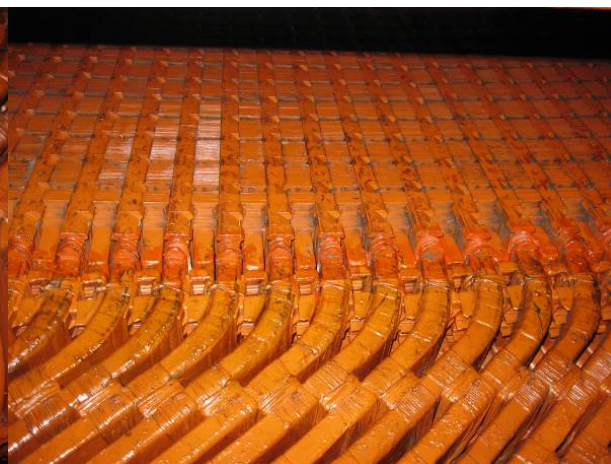
Fotografía 82
**Núcleo estatórico desplazamiento de la
partición**

Los cabezales extremos se inspeccionaron no encontrándose evidencia de descarga parcial entre las mismas. Todos los cabezales se encontraban seguros a las barras.

De acuerdo a lo informado por el ingeniero de planta durante las paradas programadas se efectúa inspección visual y ensayos de alta tensión en los cabezales.



Fotografía 83
**Cabezales de bobina y curva de los
extremos**



Fotografía 84
Curva de extremo inferior

La aislación es sólida y ajustada. No existe separación de la cinta aislante o zonas blandas de la misma. No existe evidencia de degradación de la aislación, sin que exista efecto corona en las zonas inspeccionadas y todas las cabezas de bobina se encontraban seguras y apretadas



Fotografía 85
Salida de la barra de la ranura



Fotografía 86
Cabezales extremos



Fotografía 87 - Anillos de conexión y bloques

El empaquetado de las ranuras se encuentra ajustado sin degradación de los rellenos laterales.

El anillo de sobretensión se encontró bastante seguro sin signos de corona, fricción relativa (fretting) o desplazamiento relativo. Las curvas de los extremos se encontraban ajustadas estando los soportes seguros sin señales de movimiento relativo o aflojamientos.

El bobinado estático se encontró limpio, sin contaminación por polvo, vapores de aceite o grasa.

El personal de planta indicó que son efectuados en forma regular durante una parada programada el control de descargas parciales, la medición de tangente δ , la resistencia de aislación y el índice de polarización en voltajes elevados de corriente alterna (AC) y corriente continua (DC). Los registros de tales ensayos fueron provistos para análisis.

c. Observaciones y problemas comentados por el personal de Planta

No se registran problemas con el estator del generador por parte de los ingenieros de planta. Se proporcionó una buena descripción del trabajo efectuado en la U5 y de los ensayos típicos e inspecciones efectuados durante una para programa de los equipos.

d. Información adicional

La unidad U6 presentó un cortocircuito bifásico en el año 2014 debido a la falla de una purga de refrigeración de un enfriador.

El estator fue reparado por el personal de planta. Un total de 31 barras superiores y 6 barras inferiores fueron reemplazadas. Las barras estaban disponibles para inspección.

Algunas de las barras se encontraban cortadas para mostrar la disposición de las planchuelas de cobre dentro de la barra y para mostrar la condición de la aislación.



Fotografía 88 - Barras extremas curvadas



Fotografía 89
Sección transversal de la barra



Fotografía 90
Sección de la barra dentro de la ranura de estator

Se puso de manifiesto que la cinta aislante que recubre cada barra tiene la consistencia y apariencia de contener asbestos. Se recomendó a los ingenieros de planta que efectúen un análisis de laboratorio para determinar si se trata de un material que contiene asbestos (ACM- Asbestos Containing Material).



Fotografía 91
Detalle de la cinta aislante en la zona de la ranura



Fotografía 92
Cinta aislante en el área de la ranura de la barra

Luego de efectuarse los ensayos correspondientes en un laboratorio especializado, se determinó que las cintas aislantes no contienen asbestos.

El fabricante de los generadores, POWER MACHINES, ejecuto una evaluación de la condición de la U9 en 2012. Se efectuó un ensayo El Cid en el núcleo estatórico, sin encontrarse placas en cortocircuito. Si bien el ensayo es solo aplicable a la U9 es indicativo que las prácticas y métodos de mantenimiento efectuadas en las unidades son los idóneos y adecuados.

D. Rotor del Generador

Los siguientes componentes del rotor del generador fueron inspeccionados

- Bobinado del polo del rotor
- Núcleo del polo del rotor
- Conexión entre polos del rotor
- Conexión de la barra amortiguadora
- Barra de campo principal
- Espárragos de la llanta del rotor
- Apilado de la llanta del rotor
- Chavetas de ajuste de la llanta
- Canal de acunado y refuerzos
- Brazos de la llanta

De manera opuesta a lo que los fabricantes de generadores occidentales (ALSTOM, ANDRITZ y VOITH) y los fabricantes Japoneses (HITACHI y TOSHIBA) efectúan, los polos del rotor no incorporan ningún mecanismo tangencial de soporte para el bobinado del polo. Es típico que polos de rotor de esta magnitud tengan como mínimo un soporte tangencial, (y a veces dos o tres) para el bobinado polar. El soporte tangencial también se conoce como bloque en V, soporte interpolar o riostra, etc., dependiendo de la forma en que se retiene el bobinado de campo.

La ausencia de un soporte tangencial parece ser un diseño standard de ELECTROSILA puesto que no incorporan tal soporte en sus polos. Este diseño parece funcionar bien en Salto Grande. El número de arranques y paradas relativamente bajo reduce definitivamente el ciclo de fatiga de la bobina polar. No obstante, en el caso de rehabilitación o re-aislación se debe prestar particular atención al diseño de la bobina polar para evitar una falla prematura de la misma.

El rotor del generador consiste de la sección principal (cubo, brazos de la estrella, llanta rotórica y polos) y dos ejes independientes, uno superior y otro el de la turbina. Este es un diseño común para grandes rotores de generador, de manera que cuando el rotor es retirado, no existen ejes adheridos al mismo, lo que reduce las necesidades de espacio para manipular el rotor.

El eje superior, el cojinete guía superior, el anillo colector y el generador de imanes permanentes se ubican por encima del rotor.

El eje de turbina, el cojinete de empuje y el cojinete guía de turbina se encuentran debajo del rotor, siendo el eje inferior provisto con una brida de acople con el eje de turbina.

El rotor del generador consiste de 80 polos salientes y montados sobre la llanta del rotor con un diseño de unión en T.

No existen paletas de ventilación axial o radiales montadas en el rotor. El aire de enfriamiento fluye a través de los canales de ventilación en la llanta del rotor y las aberturas de la estrella del rotor.

El anillo de frenado se ubica debajo de la llanta del rotor y funciona como placa extrema de la llanta del rotor.

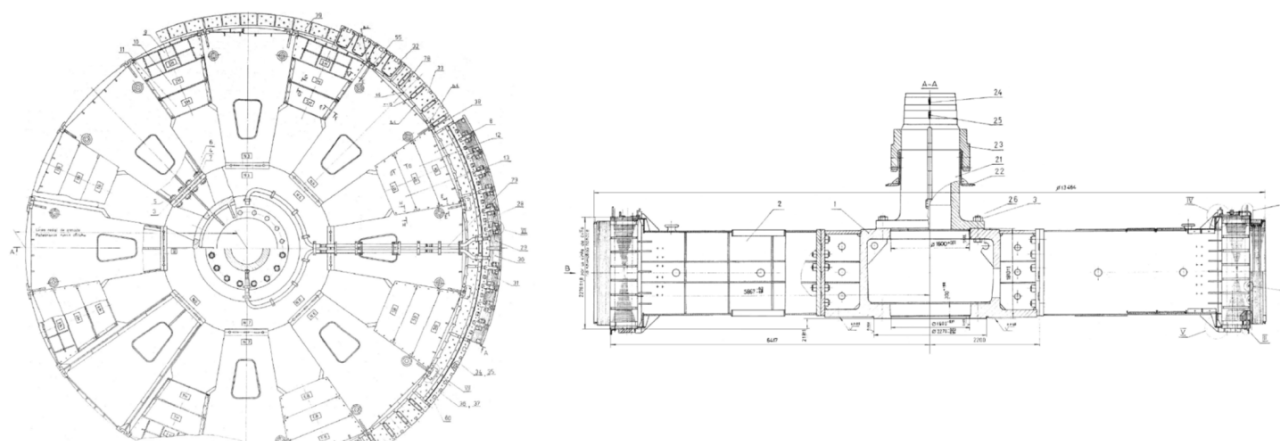


Figura 13 - ELECTROSILA - Plano del Rotor N°11005

a. Descripción General /Características

Las bobinas de campo están hechas de barras de cobre, bobinadas sobre el borde con 18 a 19 espiras. El tipo de perfil de cobre usado es específico para ser plegado en un borde e incluye una aleta de enfriamiento para incrementar el área de transferencia de calor. Los polos son de aislación Clase B. Para incrementar la distancia de las líneas de fuga para la primer y última vuelta, las mismas están revestidas con cinta aislante.



Fotografía 93
Polo del Rotor



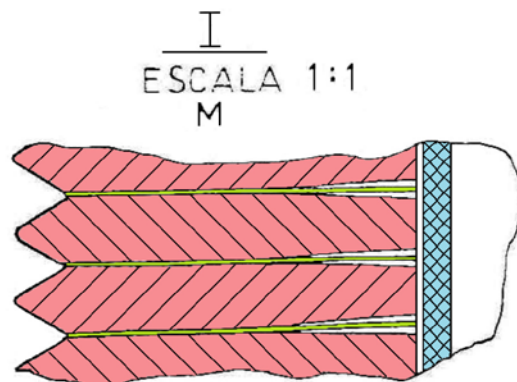
Fotografía 94
Última vuelta asilada y extremo de polo

El tipo de perfil de cobre utilizado es el específico para ser plegado por el borde e incluye una aleta de enfriamiento para incrementar el área de transferencia de calor. El bobinado amortiguador es continuo y consiste de seis barras de sección circular de cobre. Las barras está soldadas al segmento de corto y dos conectores flexibles con forma de Omega se encuentran atornillados a cada extremo del segmento de cortocircuito. El bobinado amortiguador ha sido

diseñado para resistir en forma continua 10 % de corriente de secuencia negativa y $I^2t < 40$ de acuerdo a la norma IEC.



Fotografía 95
Primera vuelta aislada y conjunto polar



Fotografía 96
Perfil de Cobre

Los polos del rotor de Salto Grande no poseen soporte interpolar para resistir la componente tangencial de la fuerza centrífuga sobre la bobina polar. Los polos del rotor se encuentran acoplados a la llanta a través de chavetas cónicas a cada lado de la cola en T. Las chavetas de los polos no se encuentran cortadas al ras y trabadas en su lugar como ocurre con otros generadores. Las mismas se dejan con los extremos sobresaliendo como puede verse en la Fotografía 97 y Fotografía 98 de más abajo. Aunque este procedimiento no se recomienda puesto que la chaveta y el polo pueden aflojarse además que el sector de chaveta que asoma por encima de la llanta incrementa las pérdidas de ventilación y el ruido, parece funcionar en forma satisfactoria para Salto Grande. Una ventaja de este procedimiento es que las chavetas del polo pueden removerse y pueden reusarse varias veces. Este no es el caso cuando las chavetas de los polos se cortan al ras de la llanta del rotor.



Fotografía 97
Chavetas de polos del rotor



Fotografía 98
Chavetas de polos del rotor

La llanta del rotor es laminada y apilada con espaciadores para formar los canales de ventilación radiales. Los canales de ventilación y espaciadores funcionan como un ventilador radial, enviando aire de enfriamiento hacia el entrehierro y el núcleo estático.

Los laminados de la llanta del rotor consisten de segmentos de 4 mm de espesor de acero de alta resistencia con un total de 20 segmentos por círculo y solapados en la mitad. La llanta se encuentra con ajuste forzado a la estrella del rotor. La diferencia de temperatura entre la llanta y la estrella del rotor durante el ajuste fue de 34 grados de acuerdo a los planos de diseño. Existen además 16 chavetas para la llanta, es decir, dos por cada brazo de la estrella.

Las placas laminadas del rotor se comprimen a través de espárragos M36; no obstante el torque de apriete de los mismos no figura especificado en el plano del rotor.

Los brazos de la estrella del rotor, en un total de 8 se vinculan al cubo del rotor a través de espárragos de acero M100, existiendo 20 espárragos por cada brazo de la estrella.

b. Reparaciones de importancia

No se registran antecedentes de reparaciones de importancia sobre los rotores del generador. Los polos del rotor se encuentran en proceso de re-aislación con material moderno de clase F, removiendo la aislación de asbestos. La re-aislación está siendo efectuada por un contratista externo. Se encontraron fisuras en la soldadura del soporte inferior del polo. Todos los soportes fueron inspeccionados y sus soldaduras repasadas.

c. Programa de Mantenimiento

La U5 se encontraba en mantenimiento programado, dentro de las cuales se incluían reparaciones en la cintura conjugadora del tubo de aspiración, y el mantenimiento sobre el generador. No se registraron problemas sobre el rotor del generador.

d. Inspecciones Visuales/ Observaciones

Los espárragos de la llanta del rotor fueron sometidos a test al azar. De los seis que se verificaron todos tenían una respuesta similar. Se inspeccionó las chavetas de la llanta del rotor y todas mostraron estar centradas en sus ranuras. No se encontraron signos de desplazamiento relativo o de fricción relativa (fretting) entre el laminado del rotor y la ranura de la chaveta.

Las conexiones entre polos se inspeccionaron sin hallarse evidencia de fisuras entre las láminas de cobre. Las conexiones de los polos del rotor son retenidas contra la fuerza centrífuga a través de un soporte mecánico asegurado contra la llanta del rotor. Dicho soporte está fijado a las ranuras en T existentes entre polos. Todos los tornillos de fijación se encontraron debidamente trabados.

La barra principal de campo se encontraba asegurada en su lugar con la aislación sólida, segura y consistente. No se encontraron signos de carbón, sobrecalentamiento o arco.

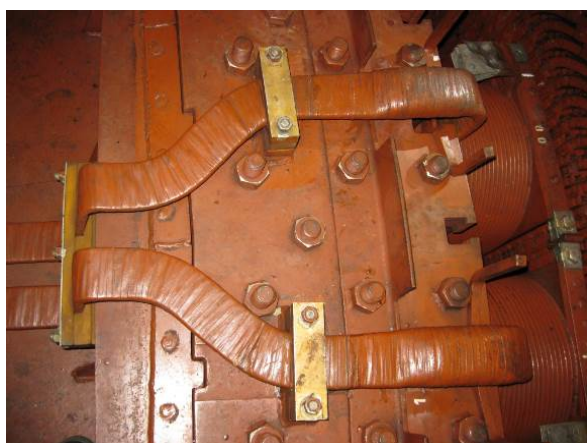
Los conectores de amortiguamiento de la U5 se inspeccionaron sin que mostraran signos de daño, desgaste, fisuras o sobrecalentamiento. Los mismos se encuentran abulonados a los segmentos amortiguadores y los tornillos se encontraron adecuadamente trabados.



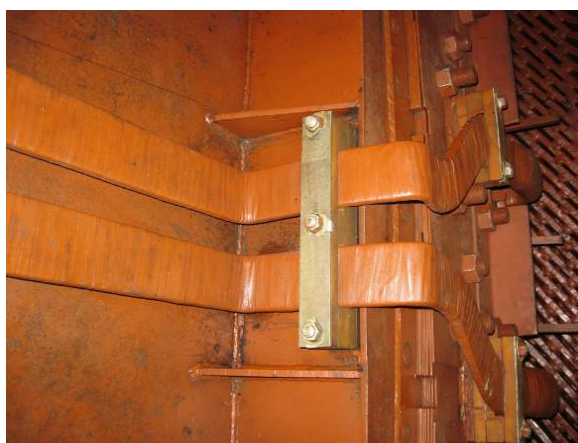
Fotografía 99
Soporte de Conexión del Polo



Fotografía 100
Soporte de Conexión del Polo



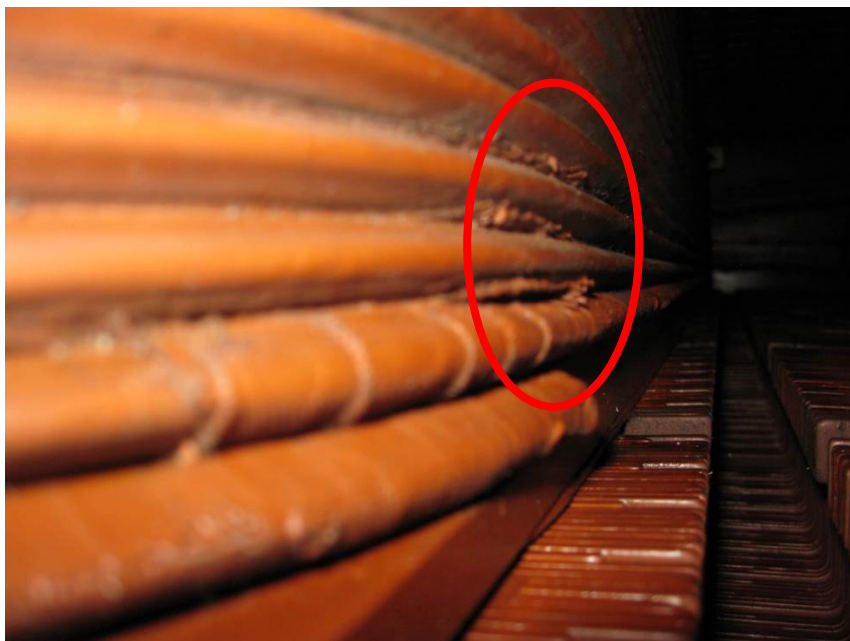
Fotografía 101
Barra Principal de Campo



Fotografía 102
Barra Principal de Campo

Algunos de los polos inspeccionados mostraron signos de aislación reducida en las curvas. Los ingenieros de planta ejecutaron pruebas de sobretensión sobre todos los polos del rotor durante el mantenimiento programado reemplazando aquellos que puedan presentar cortocircuitos.

Todos los polos del rotor de la Unidad 5, con excepción del último y el primero fueron removidos del rotor. El último y el primero se dejan en su lugar dado que se encuentran conectados a la barra de campo. Las chavetas de los polos del rotor fueron golpeadas con un martillo y se encontraron relativamente flojas. El ingeniero de la planta indicó que dichos polos nunca fueron retirados y de igual manera sus chavetas. El personal de planta indicó que sería verificado más tarde durante el proceso de mantenimiento preventivo.



Fotografía 103 – Migración de aislación en la curva de la bobina.

Una inspección visual se efectuó desde el interior de los brazos de la estrella sin que se observaran fisuras o signos de fatiga. El extremo inferior de acuñaado y de sus refuerzos se encontraron en buenas condiciones. No se registraron signos de fricción relativa (fretting), fisuras, deformaciones u otra condición anormal.



Fotografía 104
Extremo inferior de acuñaado



Fotografía 105
Refuerzo de acuñaado

e. Observaciones y Problemas informados por el personal de Planta

Los ingenieros de planta indicaron que el rotor nunca fue removido desde su montaje original. El incremento de temperatura del bobinado rotórico es bajo siendo la corriente de excitación de aproximadamente 1200-1300 A. Los ingenieros de planta controlan la forma del rotor a

través de la medición de entrehierro, la interferencia de la llanta del rotor y ejecutando ensayos eléctricos del bobinado rotórico, por ejemplo, ensayo de impulso, usando ensayo de sobretensión Hypotronic, test de impedancia y de resistencia de aislación. Los registros de estas mediciones fueron provistos para análisis.

f. Información Adicional

MWH solicitó al personal de planta los registros de operación de la unidad en los últimos dos años para análisis y estudio.

E. Sistema de Enfriamiento del Generador

El sistema de enfriamiento del generador consiste de 12 intercambiadores de calor aire-agua, instalados en la periferia del estator. Los enfriadores se alimentan de agua del rio previamente filtrada antes de circular por los mismos. Los enfriadores existentes son los provistos originalmente por ELECTROSILA. El flujo de aire es provisto por la ventilación de la llanta del rotor.

a. Descripción General / Características

Los enfriadores existentes provistos por ELECTROSILA, son los originales de la unidad. Se encuentran fabricados de aletas de alambre a diferencia de los que hoy se encuentran en el mercado de aletas de lámina o chapa.



Fotografía 106
Intercambiadores de calor



Fotografía 107
Aletas de los tubos del intercambiador de calor

De acuerdo al manual de operación del generador, cada enfriador ha sido diseñado para 6,7 m³/s de flujo de aire con una temperatura máxima del agua de enfriamiento de 30°C y capaz de mantener la temperatura del aire de enfriamiento a un máximo 40°C.

De acuerdo a indicación de los ingenieros de la planta, POWER MACHINES efectuó mediciones del flujo en 2011. MWH requirió los resultados de estos ensayos para evaluar la ventilación y enfriamiento de los generadores.

b. Reparaciones relevantes

Los enfriadores se reemplazan según la necesidad. La planta dispone de un juego de repuesto completo de enfriadores. Se decidió reemplazar las válvulas de aireación de todos los enfriadores a causa de la falla ocurrida en la U6, a fin de prevenir una falla similar en las otras unidades.

c. Programa de Mantenimiento

Los enfriadores se incluyen en el mantenimiento programado de las unidades.

d. Inspección visual / Observaciones

Se efectuó una inspección visual de los enfriadores la que mostró que los mismos están en buenas condiciones. Las aletas de alambre están en buenas condiciones y no existen signos de pérdidas o daños en los mismos.

MWH solicitó datos de operación de la unidad incluyendo la temperatura de la entrada y salida de aire para efectuar un análisis de la eficiencia de enfriamiento de los enfriadores una vez que la información sea recibida.

e. Observaciones y problemas informados por el personal de Planta

Como parte del equipamiento original, se encuentra instalado una válvula termorreguladora de agua de enfriamiento para mantener la temperatura del aire de enfriamiento a 40°C. La temperatura del aire caliente en la entrada del enfriador se encuentra cerca de 60°C, saliendo el aire del mismo a 40°C. Surgió la consulta con respecto a la temperatura máxima permisible de aire frio. El sistema de enfriamiento está diseñado para tener el mismo a 40°C en operación continua. El manual del generador establece que el nivel de alarma debe establecerse 5°C - 6°C por encima del límite de diseño, es decir a 45°C - 46°C y el disparo de la unidad entre 8°C - 10°C encima del límite de diseño, es decir entre 48°C - 50°C. Estos valores son típicos para protección del generador. En la placa del enfriador se puede observar que para condiciones de agua a 35°C el aire la temperatura del aire será de 45°C.



Fotografía 108- Placa del enfriador de aire del generador

De aquí que los generadores pueden funcionar con aire por encima de los 40°C, sin embargo la temperatura del bobinado del estator no puede exceder los límites de la clase de aislación. Esto no representa un riesgo para los generadores de Salto Grande dado que la temperatura se encuentra bien por debajo de los límites de la clase de aislación.

F. Escobillas del Generador y Anillos Colectores

Los anillos del colector y el anillo porta escobillas se ubican en la parte superior del rotor sobre el cojinete guía.

a. Descripción General/características

El anillo colector es de acero al carbono con superficies de contacto planas. No existen ranuras en la superficie del anillo colector.

Existen 29 escobillas por anillo colector. Las medidas de cada escobilla son 2,0 cm x 3,2 cm (6,4 cm² de superficie de contacto.). La superficie total de contacto es $29 \times 6,4 = 185,6 \text{ cm}^2$. Los ingenieros de la planta indicaron que la corriente de excitación típica es de 1.200 a 1.300 A. Por lo tanto la densidad media de corriente por escobilla es de $1.300/185,6 = 7 \text{ A/cm}^2$.

b. Reparaciones relevantes

No se han efectuado reparaciones en los anillos colectores y porta-escobillas.

c. Programa de Mantenimiento

En el pasado existió un arco en los anillos colectores debido a acumulación de polvo de escobillas entre los anillos colectores. La planta tiene como norma el reemplazo de las escobillas cada 4 o 5 años y la limpieza de los anillos colectores cada 8 meses.

Considerando que las horas de operación promedio por año son 5.000 horas, puede decirse que un set de escobillas dura unas 20.000 horas aproximadamente.

d. Inspección visual/Observaciones

Los anillos colectores se encontraron en buen estado. Las superficies de contacto estaban limpias, sin indicaciones de arco o porosidades (pitting).



Fotografía 109 - Anillos Colectores



Fotografía 110 - Anillos Colectores

La superficie de contacto es brillante, densa y uniforme sin signos de porosidades (pitting), arco o sobrecalentamiento o rotura. Los terminales de las escobillas no muestran signos de arco o sobrecalentamiento.



Fotografía 111 - Escobillas de carbón



Fotografía 112 - Superficie de contacto de la escobilla

Los soportes de las escobillas no muestran signos de vibración, arco, sobrecalentamiento o desalineación. Los soportes porta-escobillas son del tipo de presión constante y suministrados por Mersen-Argentina. La información sobre la presión del porta-escobilla no estaba disponible.

e. Observaciones y problemas informados por el personal de planta

No se informaron problemas relativos a los anillos colectores y escobillas por parte de los ingenieros de la planta.

f. Información Adicional

La temperatura de los anillos colectores no es medida en forma continua pero se controla regularmente a través de cámara infrarroja, variando la misma de entre 60 - 65°C. El desgaste

medio de la escobilla se encuentra entre 0,8 a 1,0 mm por cada 1000 horas de operación. Los ingenieros de planta controlan el desgaste y registran el mismo. Registros del mismo fueron provistos para su posterior análisis.



Fotografía 113 - Anillo porta-escobilla



Fotografía 114 - Alojamiento escobilla

G. Cruceta Superior del Generador

a. Descripción general /características

La cruceta superior consiste de una parte central soldada que aloja el cojinete guía superior y doce brazos abulonados a la parte central. El piso superior del generador también está montado en la cruceta superior. El arreglo general de la cruceta superior se muestra en la siguiente figura:

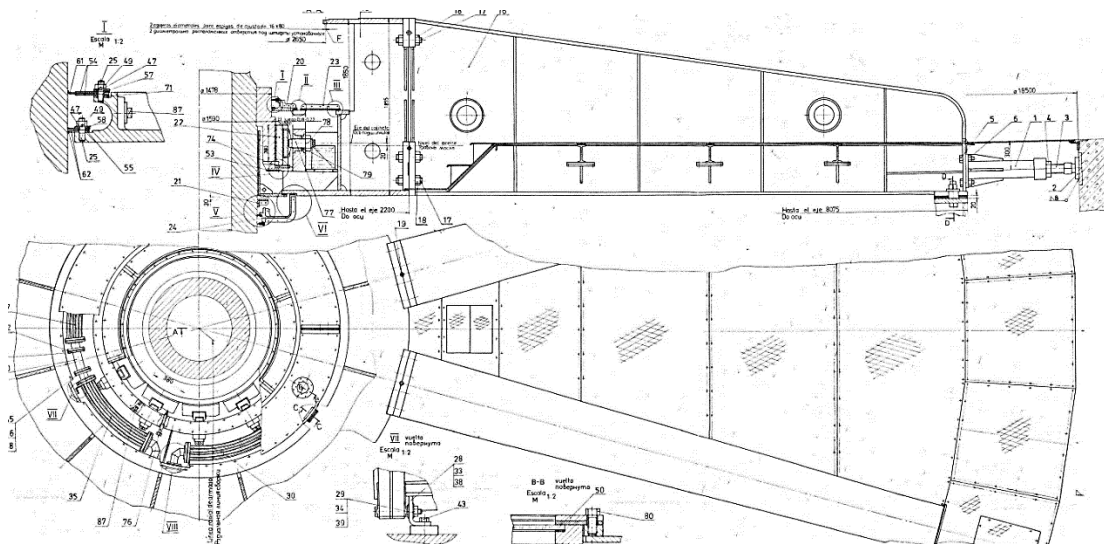


Figura 14 – Cruceta del Generador

La cruceta superior está diseñada para transferir la carga radial del cojinete guía directamente al hormigón a través de gatos instalados en el diámetro exterior de la cruceta y apoyados sobre

el hormigón. Un extremo del gato se encuentra unido a la cruceta superior y el otro se encuentra anclado al hormigón. Durante la instalación el gato permite centrar el cojinete guía con el eje.

b. Reparaciones relevantes

No existen reparaciones relevantes sobre la cruceta superior.

c. Programa de mantenimiento

La inspección de la cruceta superior está incluida en el programa de mantenimiento programado.

d. Inspección visual / Observaciones

La cruceta superior se inspeccionó para controlar signos de desplazamiento, distorsión, fricción relativa, (fretting) o vibración. La pared de hormigón no muestra signos de fisuras o esfuerzos importantes. Los tornillos que vinculan los brazos de la cruceta con la estructura del estator no muestra daño alguno. Los suplementos debajo de la cruceta superior muestran desplazamiento relativo lo que puede indicar un desplazamiento relativo entre la estructura del estator y el brazo de la cruceta superior. Existen dos bloques, uno en cada lado de los brazos de la cruceta superior que guían la estructura cuando se produce un desplazamiento radial.



Fotografía 115
Cruceta superior Brazos



Fotografía 116
Cruceta superior Brazos



Fotografía 117
Cruceta superior vinculación a la estructura del estator.



Fotografía 118
Cruceta superior gato sobre brazo apoyado en el hormigón

e. Observaciones y problemas informados por el personal de Planta

No se informaron incidentes por los ingenieros de planta. Surgió una pregunta respecto al espacio entre los gatos de la cruceta superior y el hormigón, puesto que la planta no lleva un control o registro de los mismos. Los gatos fueron provistos para centrar el cojinete guía con el eje, por lo tanto es de relevancia que el cojinete permanezca centrado y no deberá existir un espacio entre el gato y la pared de hormigón.

No obstante, los gatos no deben estar sumamente apretados contra el hormigón puesto que la cruceta superior tendrá una expansión debida a la temperatura de operación.

f. Información adicional

Los ingenieros de planta informaron que al respecto del control de la separación entre los gatos y el hormigón, se recibió información poco clara del fabricante del equipo. En un principio se recomendó monitorear el espacio entre el hormigón y el gato de apoyo de la cruceta, luego se estimó que no debería existir espacio pero no se indicó la manera de efectuar el control sobre la misma.

H. Generador Sincrónico de Imanes Permanentes (GSIP)

a. Descripción General /Características

Un generador sincrónico de imanes permanentes GSIP se encuentra instalado por encima de los anillos colectores y al final del eje superior. El GSIP en este caso provee la señal de velocidad para el sistema de control. En otras plantas el GSIP también provee la potencia de excitación para el generador a baja velocidad y tensión.

b. Reparaciones relevantes

El GSIP de la todas las unidades ha sido rebobinado recientemente.

c. Programa de Mantenimiento

El GSIP no requiere demasiado mantenimiento y es inspeccionado durante las paradas planificadas de mantenimiento.

d. Inspección Visual /Observaciones

El estator del GSIP de U5 fue recientemente reparado y disponible en la planta para inspección. Se trata de un generador trifásico con las siguientes características 0,25 kVA, 110 V, 1,31 A, 50 Hz y 75 rpm.



Fotografía 119
Estator del GSIP



Fotografía 120
Placa del GSIP

El rotor del GSIP tiene 80 polos de imanes permanentes. Típicamente cuando el estator del GSIP se desarma los imanes permanentes comienzan un lento proceso de desmagnetización. La planta cubre los imanes con una banda magnética de acero, para permitir que el flujo magnético fluya entre los polos y reduce el proceso de desmagnetización. El GSIP posee bobinas de magnetización para restablecer la misma después de una parada prolongada. La figura inferior muestra las bobinas de magnetización.



Fotografía 121
PMG (Permanent Magnet Signal Generator) Rotor



Fotografía 122
PMG bobinas de magnetización

e. Observaciones y problemas informados por el personal de Planta

No se informaron problemas por parte de los ingenieros de la planta, siendo para el personal de planta una herramienta confiable para la medición de la velocidad de la unidad.

f. Información Adicional

Los ingenieros de planta controlan la condición del GSIP en cada mantenimiento programado. Se efectúan inspección visual y ensayos eléctricos, registros de los cuales fueron provistos para análisis.

I. Calefactores del Generador

a. Descripción General / Características

Se provén calefactores para calentar el generador y minimizar la humedad de condensación cuando el generador no está funcionando.

Los generadores de Salto Grande se encuentran equipados con un total de 36 calefactores ubicados debajo del estator. Estos calefactores se encienden cuando la unidad se detiene por mantenimiento. Los calefactores se diseñan para mantener la temperatura dentro del generador por encima del punto de rocío para evitar condensaciones de la humedad. Esto es particularmente crítico para los bobinados del estator y del rotor.

b. Reparaciones relevantes

No se registran reparaciones de importancia de los calefactores.

c. Programa de mantenimiento

Los calefactores se inspeccionan durante las paradas programadas de las unidades.

d. Inspecciones visuales /Observaciones

Los calefactores se ubican adecuadamente debajo del estator. Se montan en el bloque de hormigón, próximo a las placas soportes del estator. Cada calefactor tiene una potencia de 1000 W y existen 36 de los mismos repartidos debajo del estator.

e. Observaciones y problemas informados por el personal de Planta

No se registran problemas informados en los calefactores informados por los ingenieros de planta.

f. Información adicional

No se proveyó información adicional.

J. Neutro del Generador

Originalmente, las celdas de neutro del generador eran transformadores provistos por el contratista ruso sumergidos en líquido aislante ASKAREL. Fueron cambiados por transformadores de fabricación rusa secos del tipo encintados y embebidos en resina epoxy, no encapsulados. Están funcionando correctamente.



Fotografía 123 - Celda de neutro del generador

4.2.1.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

A. Fundación del Generador

En base a los registros de medición provistos por CTM y la posterior evaluación muestra que el armazón del estator mantiene su forma y posición durante los últimos 21 años.

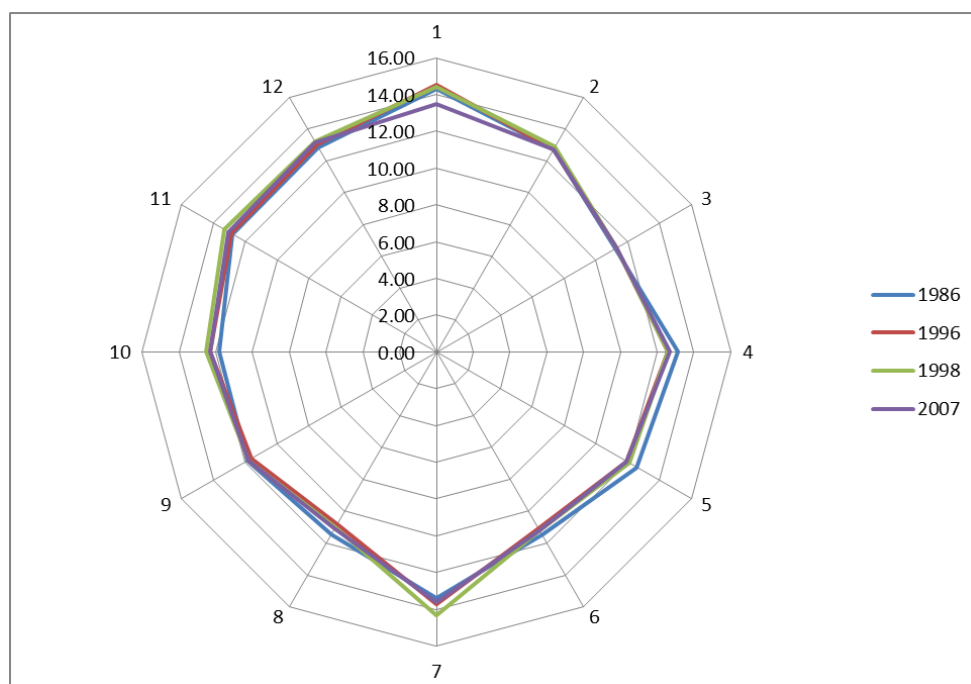


Figura 15 - La evaluación muestra que el armazón del estator mantiene su forma y posición durante los últimos 21 años.

APOYO	1986	1996	1998	2007	AVRG	Max	Min	Spread
1	14.30	14.50	14.40	13.50	14.18	14.50	13.50	1.00
2	12.73	12.70	12.90	12.70	12.76	12.90	12.70	0.20
3	11.25	11.30	11.30	11.30	11.29	11.30	11.25	0.05
4	13.15	12.60	12.60	12.68	12.76	13.15	12.60	0.55
5	12.55	11.90	12.10	11.90	12.11	12.55	11.90	0.65
6	11.48	11.10	11.20	11.22	11.25	11.48	11.10	0.38
7	13.40	13.70	14.30	13.62	13.76	14.30	13.40	0.90
8	11.45	10.80	11.00	11.10	11.09	11.45	10.80	0.65
9	11.87	11.60	11.80	11.80	11.77	11.87	11.60	0.27
10	11.80	12.30	12.50	12.30	12.23	12.50	11.80	0.70
11	12.80	12.90	13.30	13.04	13.01	13.30	12.80	0.50
12	12.80	13.00	13.20	13.14	13.04	13.20	12.80	0.40

Tabla 15 - La evaluación muestra que el armazón del estator mantiene su forma y posición durante los últimos 21 años.

B. Estator del Generador

a. Diagnostico

El apriete de la cuña se ejecuta en cada ranura y su condición se registra como floja (#1), semi apretada (#2) o apretada (#3). El estator está dividido en 6 secciones, cada una de ellas con 132 ranuras. Sobre la base de la distribución de cuñas flojas y semi-flojas, la planta ejecuta un reacuñado parcial. Si bien el reacuñado parcial no es un proceso típico llevado a cabo en otros proyectos, se observa que funciona satisfactoriamente en Salto Grande.

Sobre la base de las mediciones del entrehierro, se calcularon la concentricidad, la circularidad y el mejor centro del estator y se compararon con los límites presentados en la guía de CEA (Canadian Electrical Association) "Hydroelectric Turbines-Generators Units-Guide for Erection Tolerances and Shaft System Alignment, Part V Maintenance of Vertical Shaft Units".

El diagrama de abajo muestra la evolución de la forma del estator en los bordes superior e inferior.

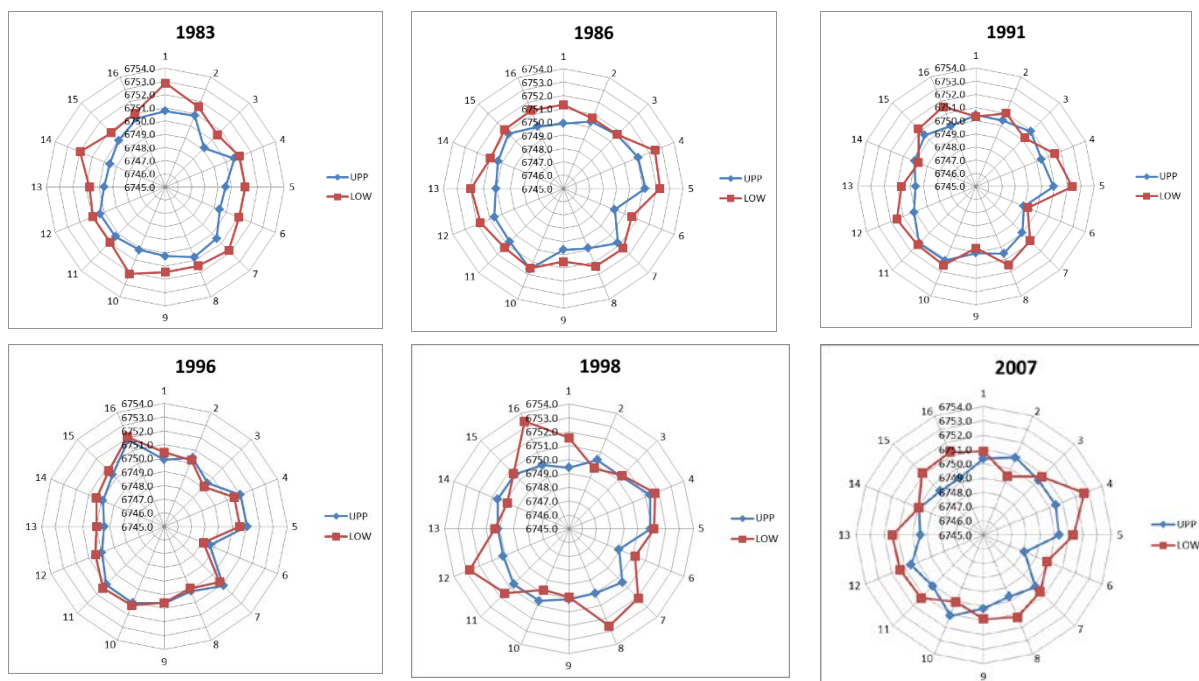


Figura 16 - Evolución de la forma del estator en los bordes superior e inferior

El mejor centro del estator está dentro de límites aceptables. En el diagrama de abajo se muestra la evolución del mejor centro en los últimos 24 años. El límite aceptable es 20% del entrehierro promedio y se muestra en verde en el diagrama mostrado abajo.

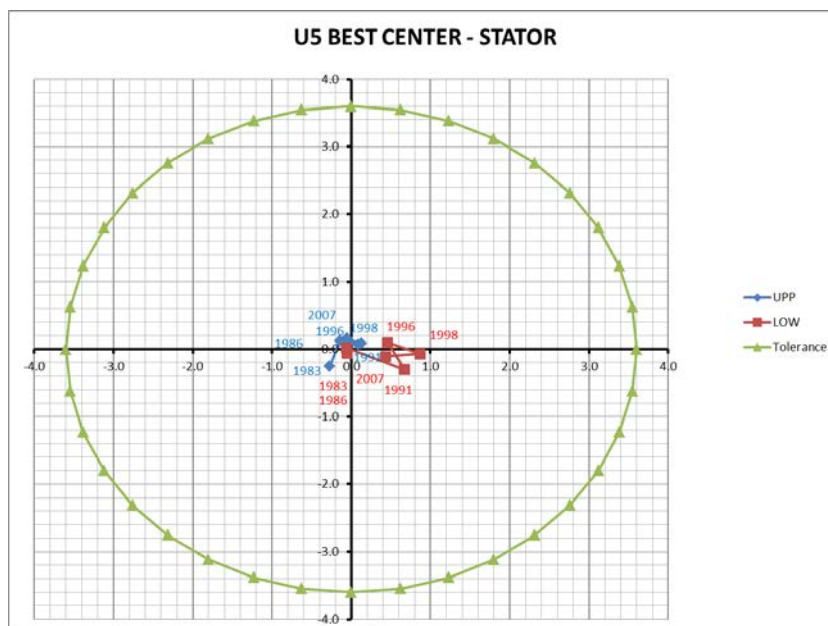


Figura 17 - Evolución del mejor centro en los últimos 24 años

La evolución de la circularidad del núcleo del estator en los últimos 24 años se muestra en el diagrama de abajo. El límite aceptable para la circularidad del estator es 20% del entrehierro promedio.

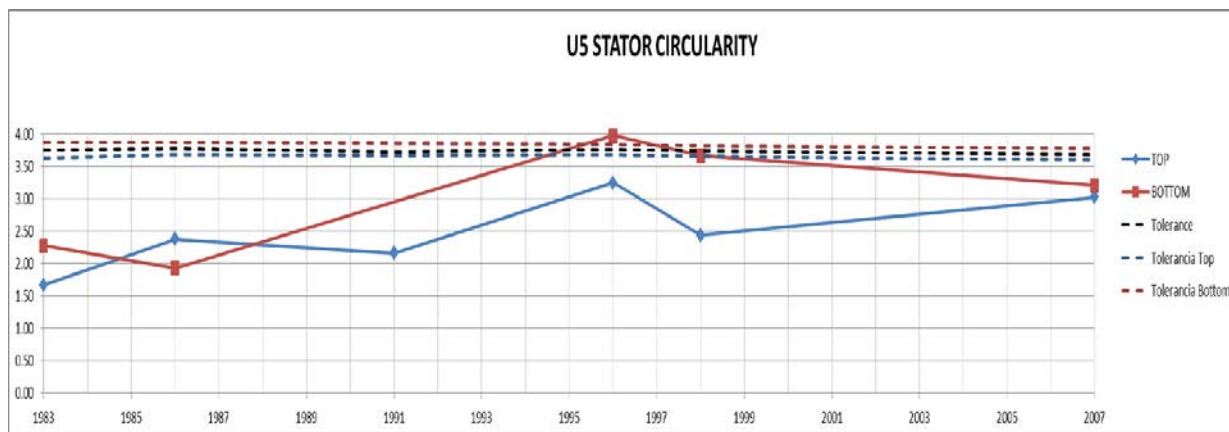


Figura 18 - Evolución de la circularidad del núcleo del estator en los últimos 24 años

La circularidad del estator está dentro de límites aceptables.

La evolución de la concentricidad del estator durante los últimos 24 años se muestra en el diagrama de abajo. El límite aceptable para la concentricidad del estator es el 15% del entrehierro promedio o 10% del promedio del entrehierro superior e inferior.

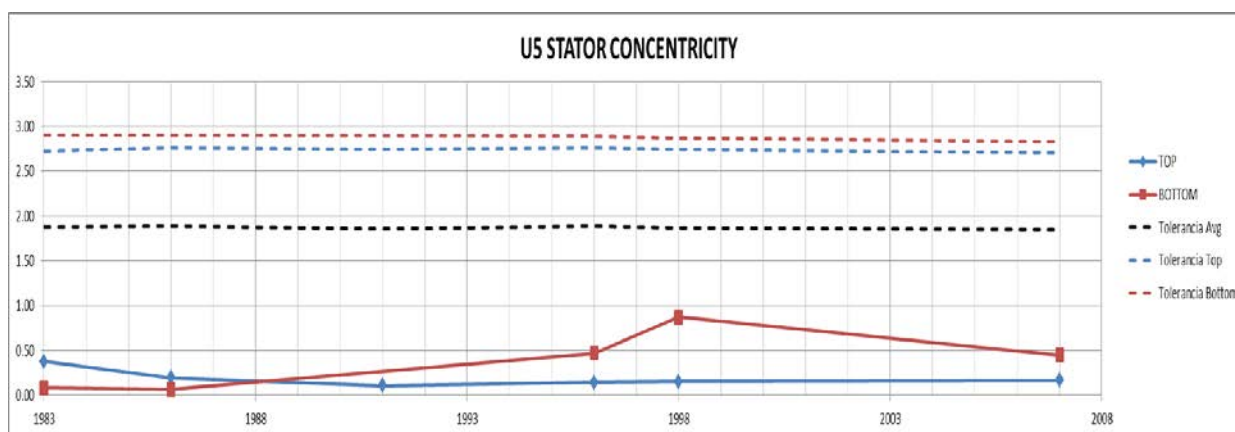


Figura 19 - Evolución de la concentricidad del estator durante los últimos 24 años

La concentricidad del estator está en valores aceptables

POS	DIENTE	1991			1996			1998			2007		
+X	594 / 595	90.0	90.0	0.0	92.0	92.0	0.0	91.0	92.2	-1.2	91.5	92.4	-0.9
-X	198 / 199	91.0	92.0	-1.0	90.5	92.5	-2.0	92.0	93.8	-1.8	90.5	93.9	-3.4
+Y	396 / 397	92.0	91.0	1.0	93.0	91.5	1.5	96.3	96.0	0.3	91.6	92.8	-1.2
-Y	791 / 001	92.0	92.0	0.0	91.5	92.5	-1.0	89.0	91.8	-2.8	98.5	101.0	-2.5

Tabla 16 - Mediciones de verticalidad

Las mediciones de verticalidad se muestran abajo. Los diagramas de abajo presentan gráficamente la evolución de la verticalidad del estator.

	DIENTE	1991	1996	1998	2007
X	594/595				
	198/199				
Y	396/397				
	791/001				

Tabla 17 - Evolución de la verticalidad del estator

El diagrama de abajo muestra la evolución de la verticalidad del núcleo del estator. La verticalidad fue calculada sustrayendo la medición inferior de la medición superior. Por consiguiente valores positivos muestran que el diámetro superior es mayor que el inferior y valores negativos lo opuesto.

Las líneas de trazo negro representan la tolerancia de verticalidad para una unidad nueva según CEATI, que corresponde al 6% del entrehierro de diseño (6% de 18 mm es 1,08 mm).

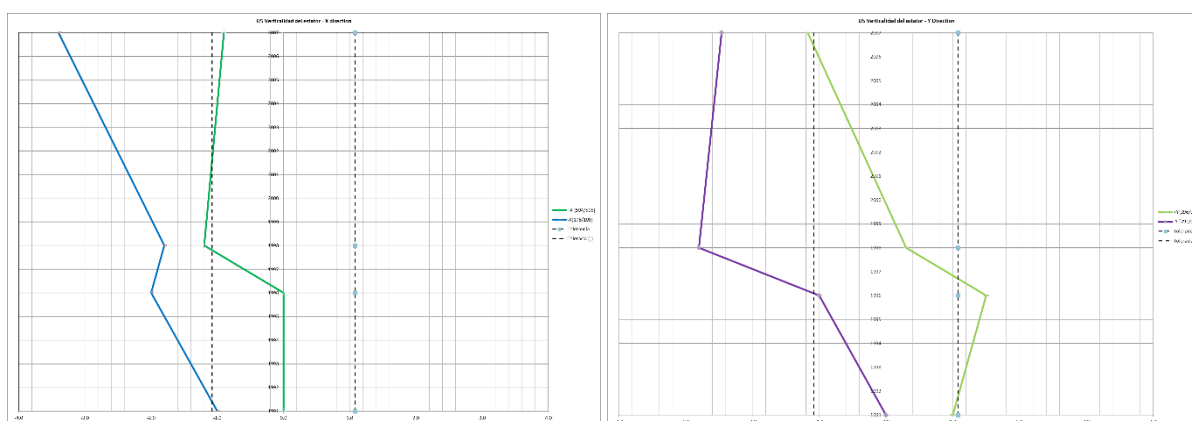


Figura 20 - Evolución de la verticalidad del núcleo del estator

Las mediciones dimensionales indican que el núcleo del estator mantiene su circularidad, redondez y mejor centro. Sin embargo las mediciones de verticalidad muestran que el diámetro del borde inferior aumenta con el tiempo.

Sin embargo, el pandeo durante el transcurso del tiempo puede dañar la aislación del laminado y existe el riesgo potencial de una falla del núcleo por corto circuito de las laminaciones. Desde que todos los núcleos de los estatores tienen pandeo, potencialmente la falla puede ocurrir en una o en varias unidades simultáneamente.

El personal de planta indicó que son efectuados en forma regular durante una parada programada, El control de descargas parciales, la medición de tangente δ , la resistencia de aislación y el índice de polarización en voltajes elevados de corriente alterna (AC) y corriente continua (DC). La información de los estudios fueron provistos y el análisis se muestra abajo.

Las mediciones de $Tg \delta$ se ejecutaron en 1986, 2006 y 2008. Los valores de $Tg \delta$ están creciendo entre 1986 y 2008 como se muestra abajo. Esta situación es esperable en la medida que la aislación envejece y está expuesta a ciclos térmicos, tensiones eléctricas y vibraciones mecánicas.

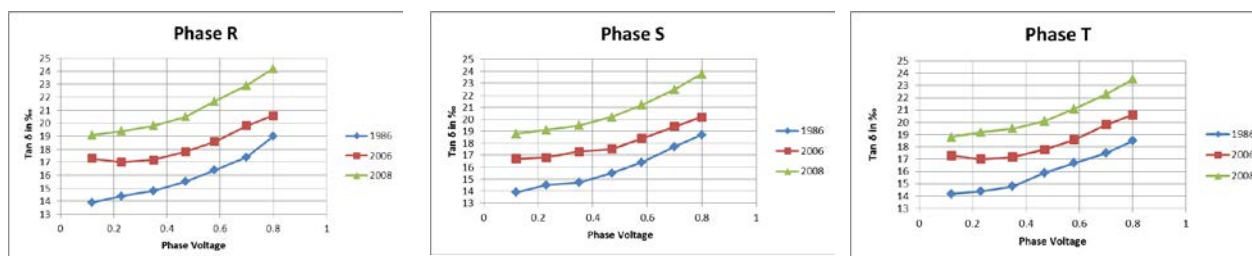


Figura 21 - Valores de $Tg \delta$

No hay un criterio de aceptación estándar para valores de $Tg \delta$ y su variación con la tensión (tip-up) para un bobinado completo de una tensión nominal de 13,8 kV.

La norma EN 50.209 suministra un criterio de aceptación para una bobina individual de hasta 11 kV cuyos valores son:

- $Tg \delta$ para $0.2 U_n \leq 30 \%$
- $(Tg \delta_{0.6} - Tg \delta_{0.2}) \leq 5\%$ (para 95% de las muestras)
- $\Delta Tg \delta$ por escalón de $0.2 U_n \leq 5 \%$ (para 95% de las muestras)

Aplicando el criterio de aceptación de EN 50.209, que puede considerarse una aproximación conservadora para un generador de 13,8 kV, para el bobinado del estator de Salto Grande, el valor de $Tg \delta$ y el tip-up están dentro de límites aceptables.

A pesar que no hay disponible un criterio de aceptación para valores de $Tg \delta$ y tip-up, la evolución a lo largo del tiempo es el factor más importante. Entre 2006 y 2008 (lapso de 2 años), los valores de $Tg \delta$ aumentaron 15% en promedio, mientras que entre 1986 y 2006 (lapso de 20 años) el valor aumentó en promedio 15%, usando valores de $Tg \delta$ medidos antes del re-acuñado. Eso podría indicar que el envejecimiento de la aislación se está acelerando pero todavía dentro de límites aceptables.

Las descargas parciales se monitorean regularmente y se dispone de varios registros. Algunos datos son on-line y otros off-line. Los valores medidos se combinaron en una planilla y se graficaron en función del tiempo. Se utilizó el documento IRIS “Interpretation of PD results” versión 3.2 (2010) para elegir los límites de las descargas parciales. Se eligieron dos límites basados sobre los percentiles 90 y 95. Lo que sigue está tomado del documento IRIS: *“normalmente hay una preocupación por un bobinado en el que el QM de una máquina es mayor que el percentil 90 y/o creciente”* (normally, there is concern for a winding in the QM of a machine is higher than the 90th percentile and/or increasing).

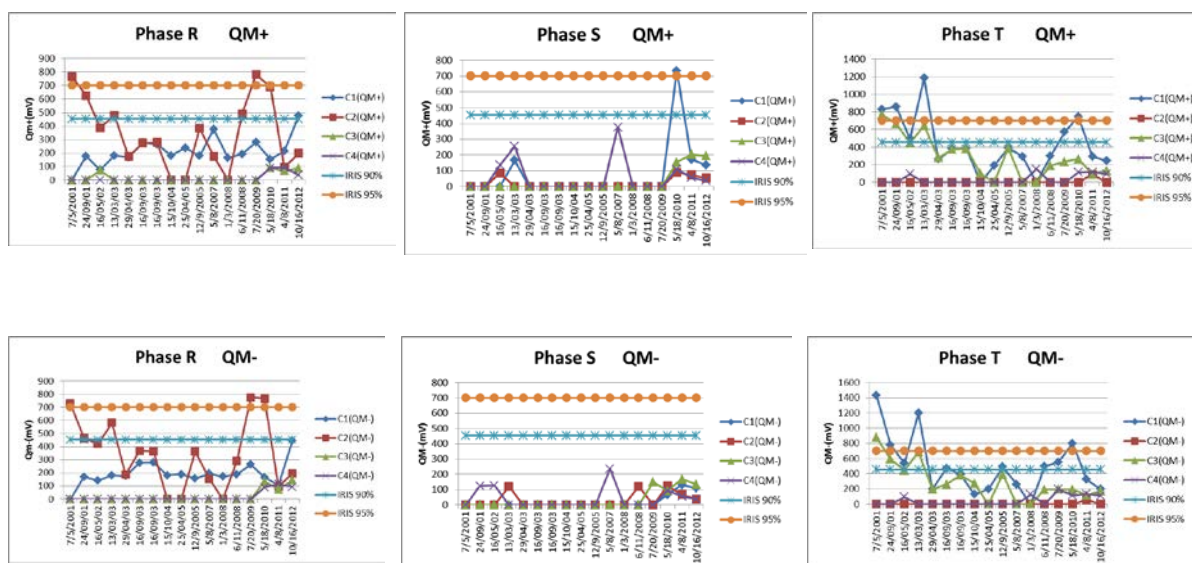


Figura 22 - Descargas parciales

El nivel global de descargas parciales está debajo del percentil 90, y por consiguiente no hay evidencia que están ocurriendo descargas parciales severas. De vez en cuando, un circuito de una fase muestra una descarga parcial alta, pero luego disminuyen luego que se toman medidas correctivas. Debe señalarse que la tensión del voltaje en la aislación de la barra es muy baja (solamente 0,84 kV/mm = 21,3 V/mil) y la elevación de temperatura del bobinado del estator es típicamente menor de 30° C. Todas esas condiciones reducen significativamente el deterioro de la aislación.

Todos los registros de Resistencia de aislación fueron evaluados y comparados con los criterios de aceptación de ELECTROSILA. De acuerdo con el Electrosila Generator Instruction Book, la resistencia de aislación mínima aceptable es de 5,52 MΩ a 75°C. El gráfico de abajo muestra valores de resistencia de aislación entre 1983 y 2008. La línea roja indica los valores mínimos aceptables según ELECTROSILA.

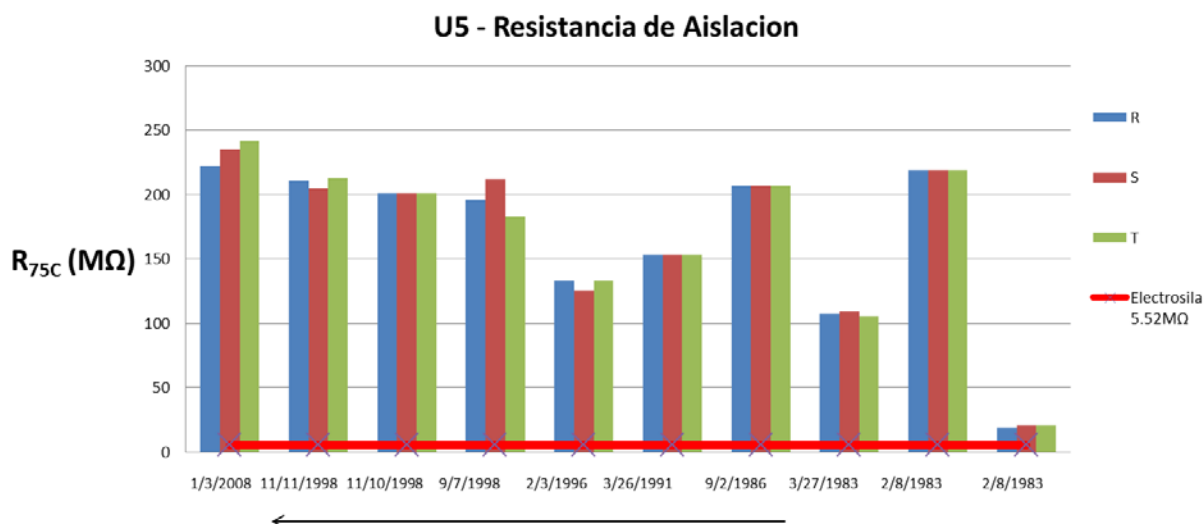


Figura 23 - Resistencia de aislación

La resistencia de aislación es varias veces superior al valor mínimo aceptable.

Se registró asimismo el índice de polarización de la aislación y en el gráfico de abajo se muestra la variación del índice de polarización entre 1983 y 2008. En forma similar a los ensayos de resistencia de aislación, en el mismo día se ejecutaron varios ensayos, por ejemplo antes y después de los ensayos de alta tensión. Dado que no había mucha diferencia entre ellos, sólo un ensayo se incluyó en el gráfico.

A los fines comparativos se incluye como referencia el límite propuesto por la IEEE 43.

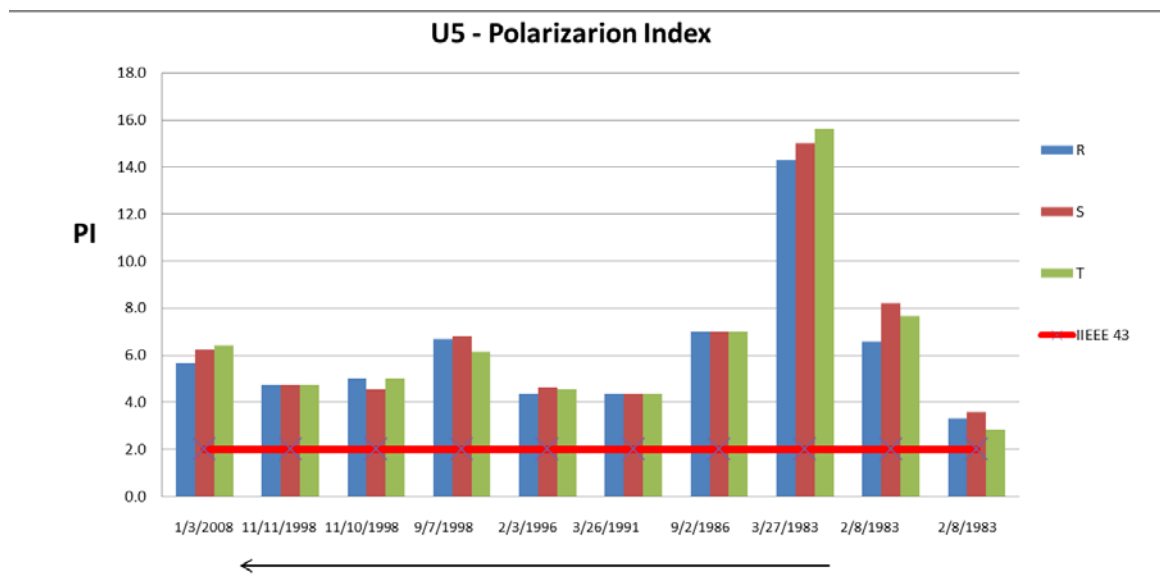


Figura 24 - Índice de polarización

Los valores del índice de polarización son altos y bien por encima del límite mínimo aceptado por la IEEE 43.

Asimismo se ejecutaron regularmente durante las salidas programadas de servicio, ensayos de alta tensión en CA y CC.

La tensión de ensayo en CA varió entre 16,5 kV y 23 kV. El ensayo de alta tensión es típicamente del tipo pasa/no pasa. Sin embargo en la planta se registra la corriente de pérdida durante el ensayo permitiendo de ese modo el análisis de la impedancia y la capacitancia del bobinado con alta tensión.

El gráfico de abajo muestra la evolución de la impedancia de aislación durante el ensayo de alta tensión en CA.

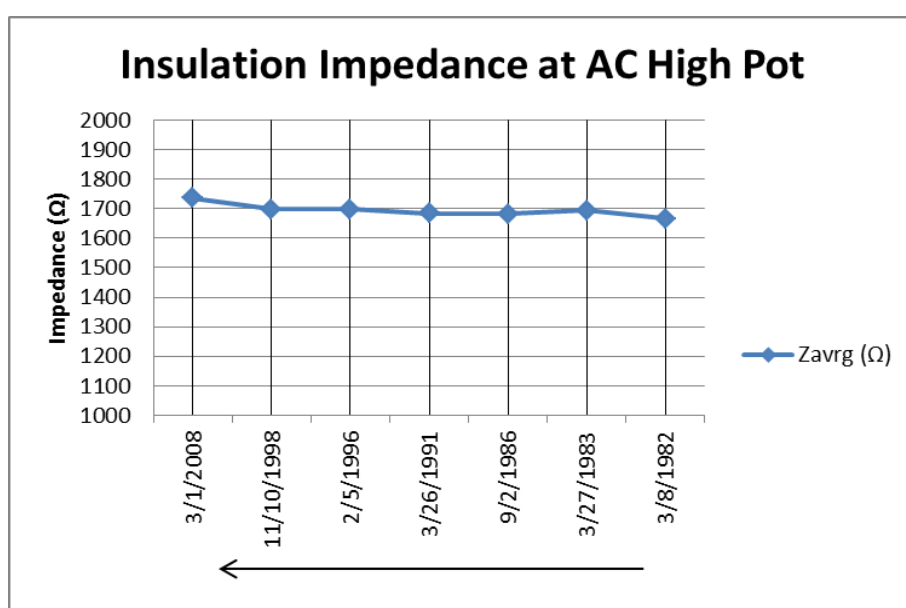


Figura 25 - Evolución de la impedancia de aislación

El ensayo de alta tensión en CC se ejecuta en escalones en forma similar al de sobretensión controlada en CC. El incremento de tensión por cada escalón es de 6,2 kV CC, la corriente de pérdida se mide a 6,2 kV; 12,4 kV; 18,6 kV; 24,8 kV y 31 kV.

Este método de ensayo permite monitorear la corriente de pérdida a medida que la tensión se incrementa. Los gráficos de abajo muestran la variación de la corriente de pérdida con la tensión durante los ensayos de 1998 y 2008. Los ensayos realizados en los años anteriores muestran resultados similares y por ese motivo no se muestran aquí.

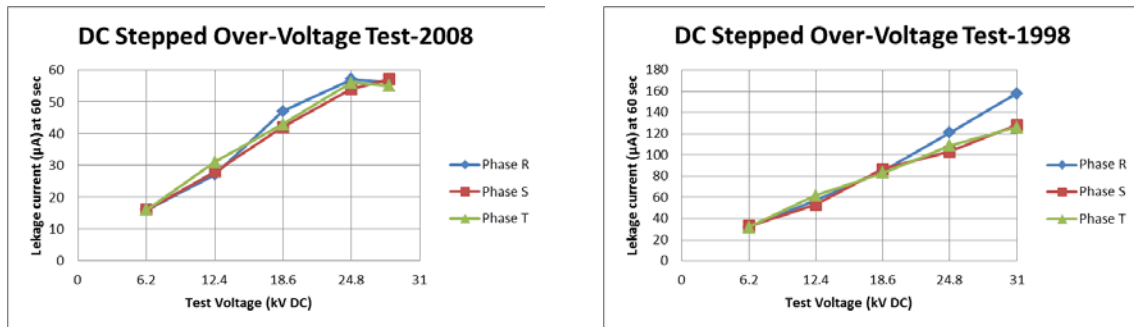


Figura 26 - Variación de la corriente de pérdida con la tensión

Los gráficos de arriba indican que la aislación está en buenas condiciones, sin variaciones bruscas de corriente de pérdida o excesivo aumento en cada escalón de tensión de ensayo.

Dado que la evolución de la corriente de pérdida por cada escalón de tensión es similar en todos los ensayos de alta tensión en CC realizados, la resistencia de aislación en el último escalón de tensión en CC, es una buena indicación del estado de la aislación. El gráfico de abajo presenta la evolución en el tiempo de la resistencia de aislación en el último escalón del ensayo con alta tensión en CC.

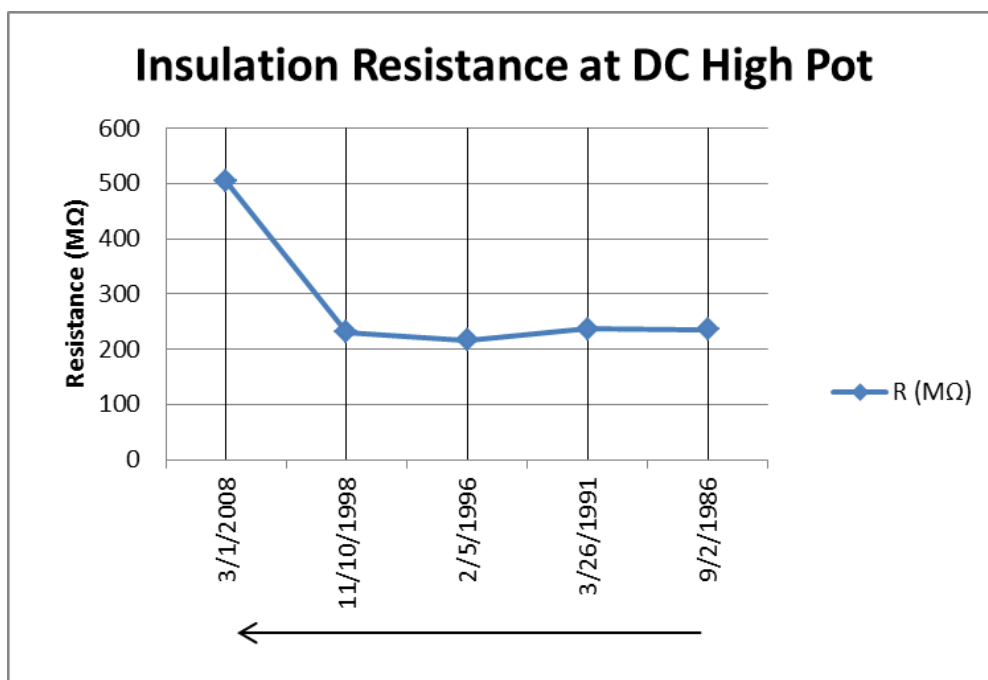


Figura 27 - Evolución en el tiempo de la resistencia de aislación

En la planta se entregó para análisis información operacional de la unidad de los últimos dos años. MWH seleccionó para análisis los siguientes períodos de operación:

- 1/15/2014 desde 12:00 to 23:00 con un promedio de 130 MVA, PF=0.99
- 1/20/2014 desde 12:00 to 24:00 con un promedio de 127 MVA, PF=0.99
- 1/31/2014 desde 10:00 to 18:00 con un promedio de 118 MVA, PF=0.99
- 3/26/2014 desde 10:00 to 23:00 con un promedio de 133 MVA, PF=0.99
- 4/1/2014 desde 12:00 to 23:00 con un promedio de 134 MVA, PF=1.00
- 6/30/2014 desde 0:00 to 8:00 con un promedio de 90 MVA, PF=0.99
- 7/14/2014 desde 6:00 to 19:00 con un promedio de 102 MVA, PF=0.99

Los gráficos de abajo muestran las temperaturas del bobinado del estator, la temperatura del aire de refrigeración a la salida del enfriador (aire frío) y a la entrada al enfriador (aire caliente).

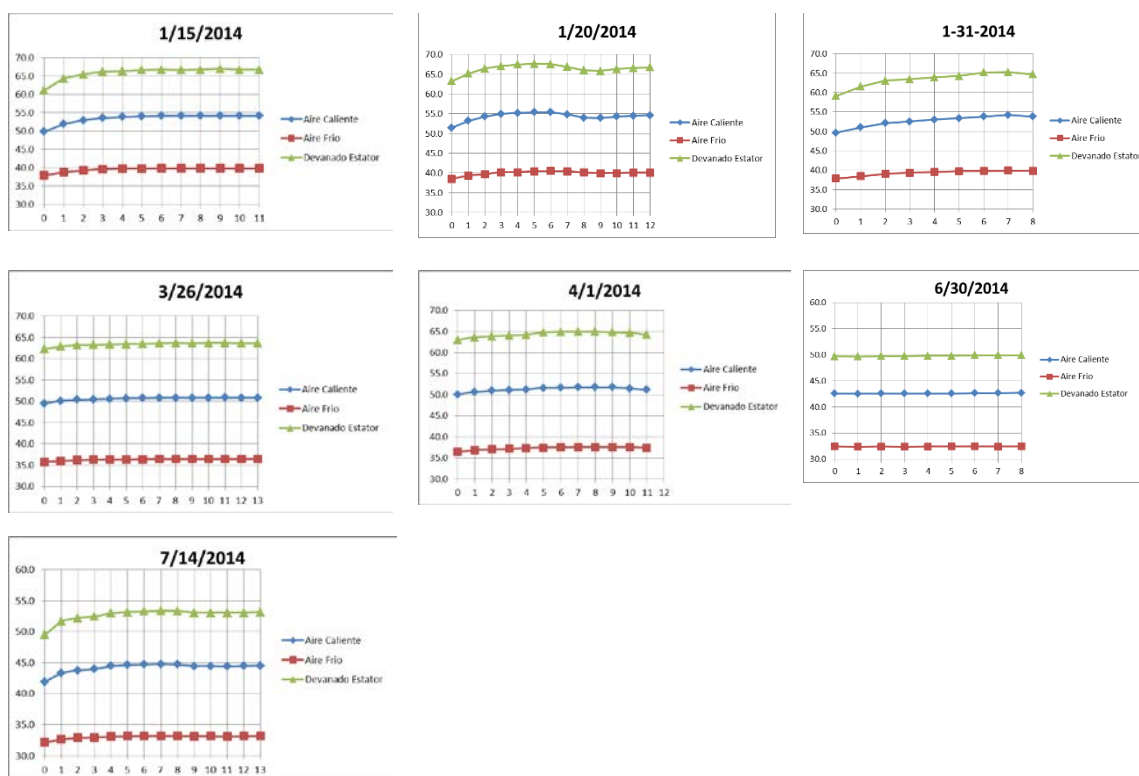


Figura 28 - Temperaturas del bobinado del estator, temperatura del aire de refrigeración a la salida del enfriador y entrada al enfriador

Todos los gráficos muestran que las temperaturas del bobinado del estator así como las temperaturas del aire de refrigeración fueron estables y por consiguiente pudo determinarse el incremento de temperatura.

Los datos operacionales del generador fueron todos para un factor de potencia uno. Para el factor de potencia nominal se utilizó el ensayo realizado por POWER MACHINES.

La tabla de abajo resume los datos operacionales del generador.

Current Square	Corriente FASE	Aire Caliente	Aire Frio	Aire Temp rise	Devanado Estator	Stator Temp Rise
(10⁶ A²)	(A)	(deg C)	(deg C)	(deg C)	(deg C)	(deg C)
15.2	3899	42.6	32.5	10.2	49.8	17.3
18.8	4333	44.5	33.1	11.4	53.1	20.0
22.9	4787	53.9	39.8	14.1	65.0	25.2
26.7	5165	54.5	40.2	14.3	66.5	26.4
28.8	5370	54.1	39.8	14.3	66.7	26.9
30.1	5485	50.8	36.4	14.4	63.6	27.2
31.8	5642	51.6	37.5	14.1	64.8	27.3

Tabla 18 - Datos operacionales del generador

La figura de abajo muestra la elevación de temperatura del bobinado del estator en función del cuadrado de la corriente de fase.

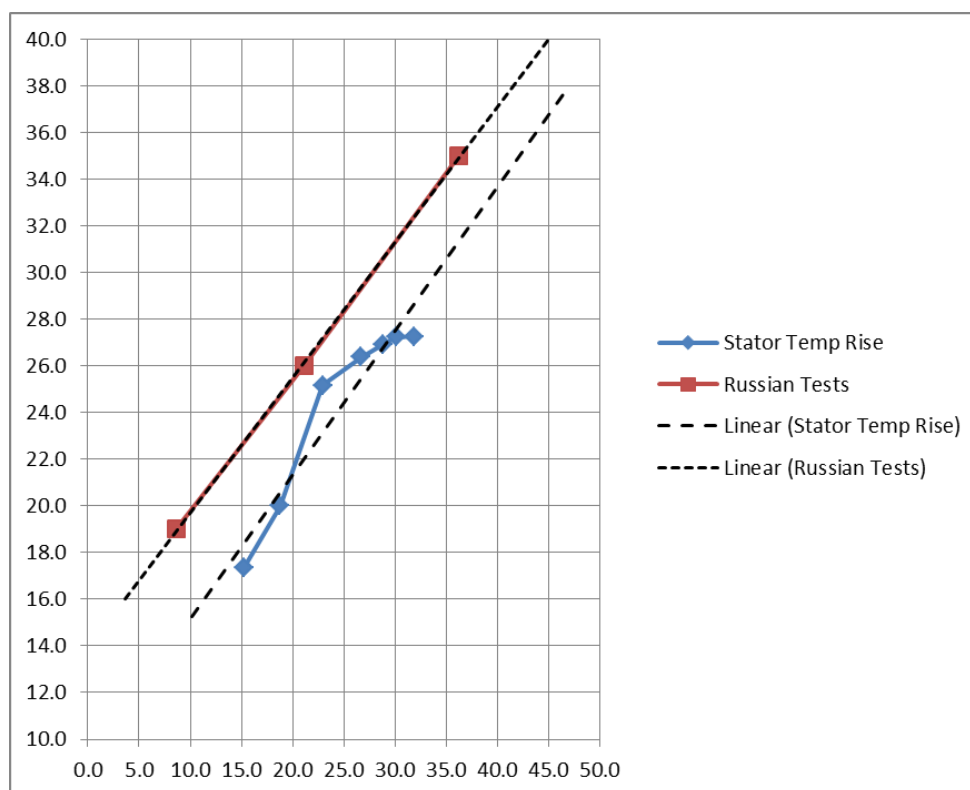


Figura 29 - Elevación de temperatura del bobinado del estator

La corriente nominal es 6280 A y por consiguiente $I^2=39.4 \cdot 10^6 \text{ A}^2$. Usando una extrapolación lineal, el incremento de temperatura esperado a la corriente nominal sería 34°C con un factor de potencia unitario y 37°C con el factor de potencia nominal (0,90). Este es un incremento menor de la mitad del incremento límite de la temperatura de diseño.

b. Recomendaciones

La estructura del estator está en buena condición y puede continuar en servicio.

El concreto alrededor de las placas de fundación del estator no muestra signos de fisuras, rotura o desplazamiento. Se encuentran en condiciones de seguir operando. El núcleo del estator presenta pandeo, pero no es progresivo como para que pueda dañar el bobinado estatórico.

La planta efectúa un buen mantenimiento preventivo del núcleo estatórico. El núcleo estatórico puede continuar en operación en la condición que se encuentra si se mantienen las frecuencias y condiciones de mantenimiento. No obstante, la presencia de pandeo, indica que la rigidez de la carcasa estatorica es mayor que la del núcleo, lo que previene la deformación radial por temperatura del núcleo. Las barras estatóricas pueden continuar en operación con el núcleo existente. Sin embargo, esto puede modificarse si las barras del estator son reemplazadas por otras de aislación dura, impregnadas con resina epóxica. Es altamente probable que el núcleo estatórico deba ser reemplazado en el caso de que se modifique el bobinado por aumento en la capacidad de potencia del generador, para garantizar una operación confiable por los próximos 35 a 40 años. El bobinado estatórico se encuentra en buena condición y puede continuar en servicio en forma satisfactoria.

C. Rotor del Generador

a. Diagnostico

El ensayo de impedancia fue ejecutado en los años 1991, 1996, 1998 y 2007. Los resultados de los ensayos se muestran en los gráficos de abajo.

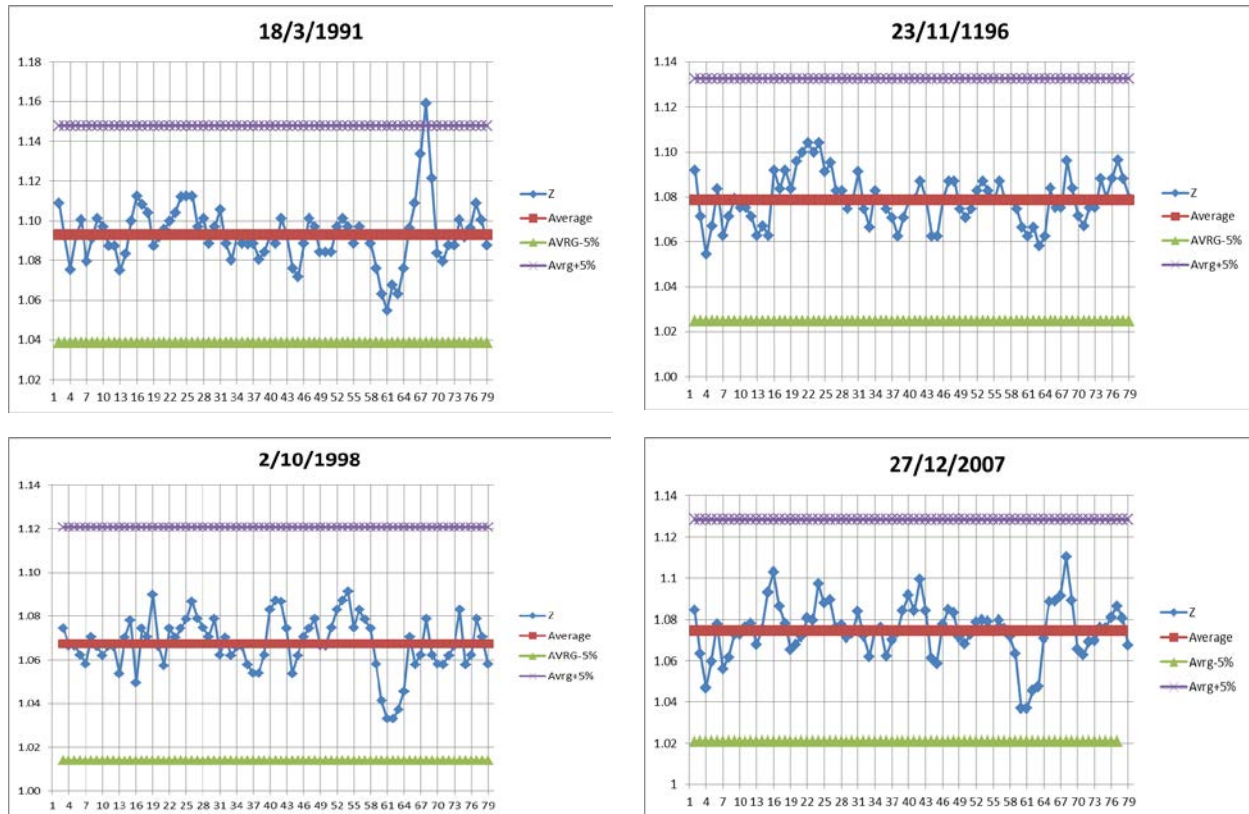


Figura 30 - Ensayo de impedancia

El ensayo realizado en 1991 indica que el polo #68 podría tener vueltas en cortocircuito, Sin embargo esa indicación no se presentó en los ensayos de los años 1996; 1998 y 2007.

Sobre la base de los ensayos de caída de polo ejecutados en 2007, se deduce que no hay vueltas en corto circuito. Sin embargo esta conclusión es sólo válida en las condiciones del ensayo, es decir estáticas. En condiciones dinámicas la fuerza centrífuga puede comprimir entre sí las vueltas en corto circuito del bobinado.

En 2013 se llevó a cabo una prueba de impulso y mostró que el polo #4 tiene vueltas en corto circuito.

MWH solicitó al personal de planta los registros de operación de la unidad en los últimos dos años para análisis y estudio. Sin embargo no fue registrada la tensión de la excitación y consecuentemente no es posible evaluar la elevación de temperatura del rotor. El ensayo llevado a cabo por POWER MACHINES en 2011 determinó que la elevación de temperatura del bobinado del rotor podría ser de 41°C. Eso es la mitad de la elevación de temperatura de diseño.

En la planta se entregaron para análisis registros de las mediciones de entrehierro ejecutadas durante las paradas para mantenimiento pasadas.

Los gráficos de abajo muestran la evolución de la forma del rotor en los últimos 24 años.

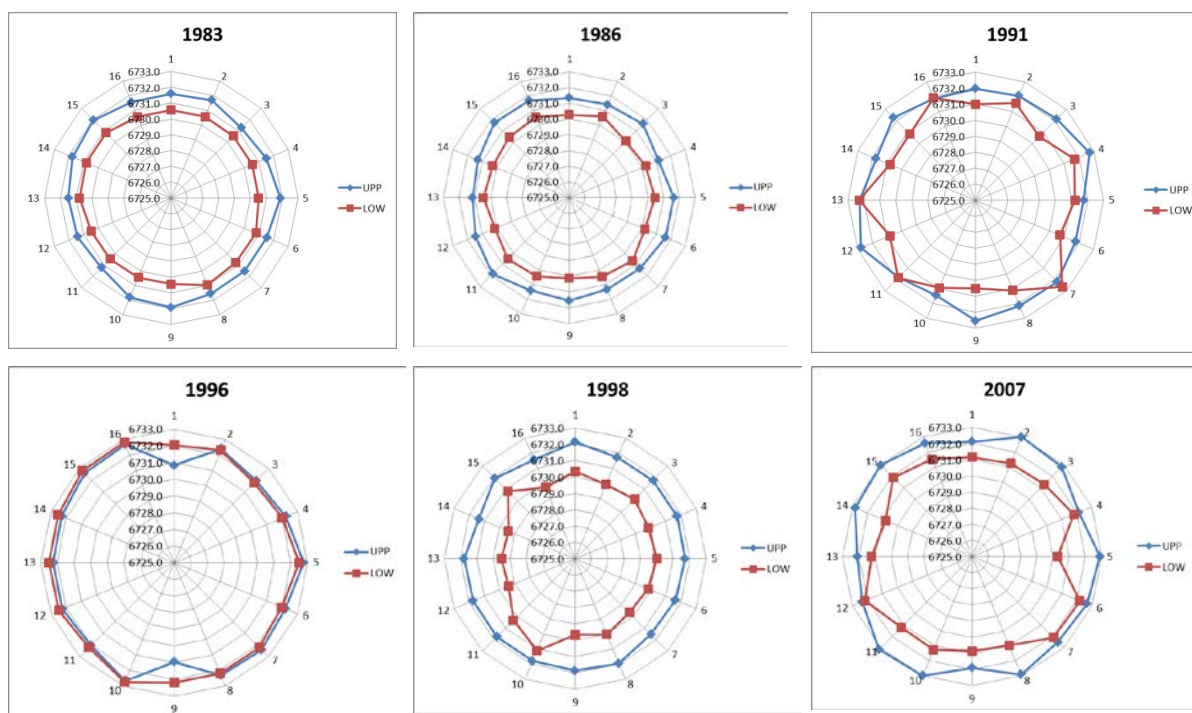


Figura 31 - Evolución de la forma del rotor en los últimos 24 años

El mejor centro del rotor está dentro de los límites aceptables. El gráfico de abajo muestra la evolución del mejor centro durante los últimos 24 años. El límite aceptable es 5% del entrehierro promedio mostrado en verde en los gráficos de abajo.

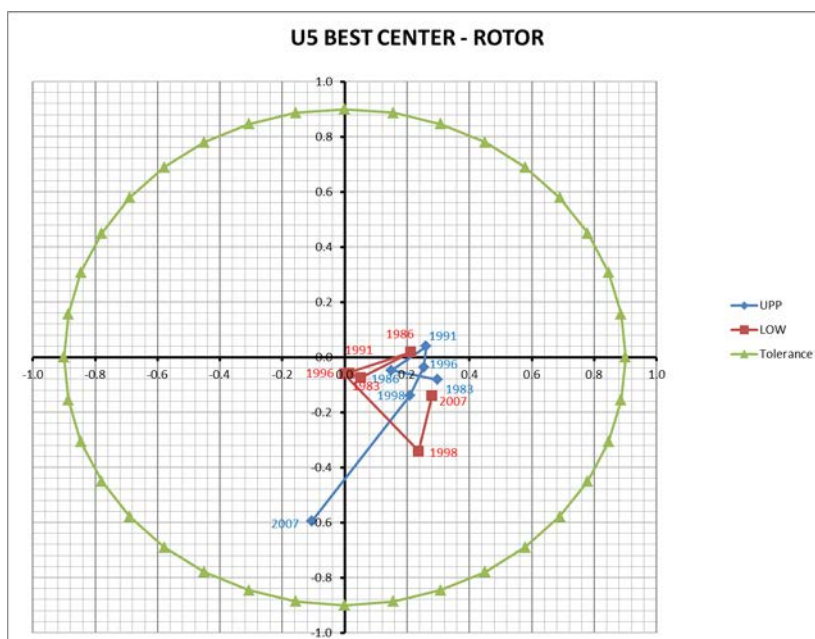


Figura 32 - Evolución del mejor centro durante los últimos 24 años

La evolución de la circularidad el rotor se muestra en el gráfico de abajo. El límite aceptable para la circularidad del rotor es 12% del entrehierro promedio.

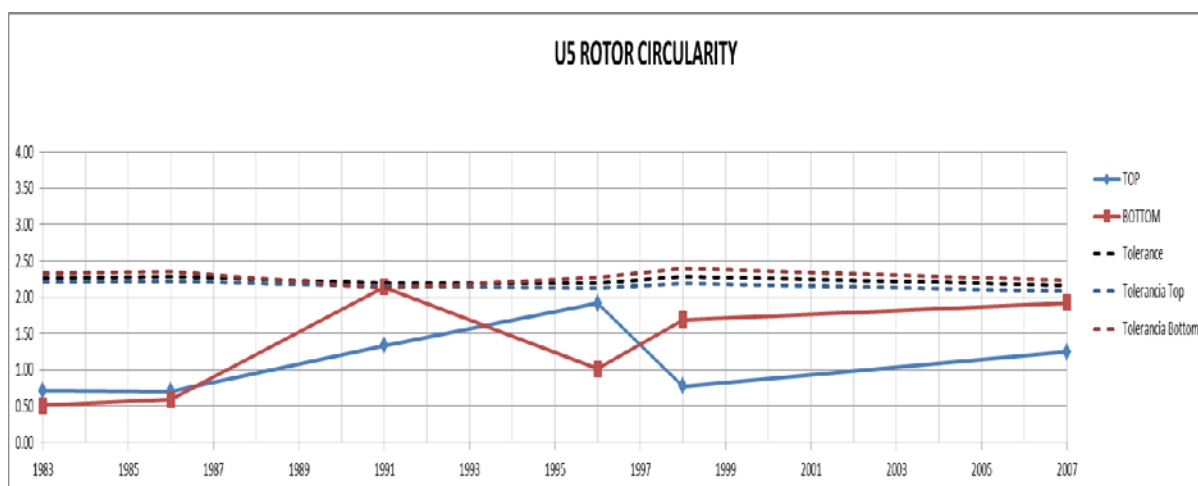


Figura 33 - Evolución de la circularidad el rotor

La circularidad el rotor está dentro de límites aceptables.

Las mediciones dimensionales indican que el rotor mantiene su forma con mínima distorsión.

b. Recomendaciones

Los polos del rotor y el bobinado de los mismos se encuentran en buena condición y puede ser reusado. No obstante, debido a signos de rotura en las curvas del bobinado y considerando que es un bobinado Clase B que contiene asbestos, se recomienda reemplazar la aislación por materiales más modernos de aislación Clase F.

Se recomienda efectuar una ingeniería inversa del polo, (reverse Engineering), puesto que las bobinas no poseen soportes interpolares. Modificar el sistema de apoyo de la bobina polar sin tomar este hecho en consideración puede conducir a una falla de fatiga prematura de las bobinas polares. Se deberá proveer nuevos collares aislantes superiores e inferiores. Para incrementar la confiabilidad, las guías polares y la conexión amortiguadora deben ser reemplazadas.

La llanta rotórica se encuentra en buena condición y continúa ajustada a los brazos de la estrella. Se recomienda verificar y re-ajustar los espárragos de la llanta.

Los brazos de la estrella del rotor y el cubo del rotor se encuentran en buena condición.

En general el rotor del generador se encuentra en buena condición por treinta o más años adicionales de operación. El programa de mantenimiento de la planta es extendido y bien ejecutado.

D. Sistema de Enfriamiento del Generador

a. Diagnostico

De acuerdo al manual de operación del generador, cada enfriador ha sido diseñado para 6,7 m³/s de flujo de aire por enfriador (un total de 80 m³/s para 12 enfriadores) con una temperatura máxima del agua de enfriamiento de 30°C y capaz de mantener la temperatura del aire de enfriamiento a un máximo 40°C.

De acuerdo a indicación de los ingenieros de la planta, POWER MACHINES efectuó mediciones del flujo entre el 28/11/2011 y el 7/12/2011 y se entregaron el informe de ensayo para revisión.

Según el informe el caudal total de aire medido fue de 104 m³/s.

El plano del sistema de ventilación (Sistema de Ventilación, plano número 11012, hoja 1) muestra que el caudal de aire de diseño fue 80 m³/s. El caudal operativo de aire es 30% mayor que el de diseño.

El beneficio de disponer de un caudal de aire mayor es que la temperatura global del generador es menor causando una reducción de la variación de la temperatura entre carga máxima y parada. El incremento de temperatura del núcleo del estator, bobinado del estator, bobinado de campo, llanta del rotor y polos del rotor es menor. Un menor incremento de la temperatura global contribuye a la longevidad de los componentes del generador.

La desventaja de tener un mayor caudal de aire son las mayores pérdidas por ventilación, reducción del rendimiento, mayor caída de presión y mayor caudal de aire en los enfriadores. Los últimos dos aspectos pueden causar problemas operacionales como vibración, ruido y fisuras por fatiga de los tubos del mismo.

Se suministraron los datos operacionales y su análisis se presenta abajo.

Usando los datos operacionales suministrados en el período indicado en la sección 1.3.4, las temperaturas y su incremento en la entrada y la salida del enfriador de aire son:

MVA	Corriente FASE	Aire Caliente	Aire Frio	Aire Temp rise
(MVA)	(A)	(deg C)	(deg C)	(deg C)
90	3899	42.6	32.5	10.2
102	4333	44.5	33.1	11.4
118	4787	53.9	39.8	14.1
127	5165	54.5	40.2	14.3
130	5370	54.1	39.8	14.3
133	5485	50.8	36.4	14.4
134	5642	51.6	37.5	14.1

Tabla 19 - Temperaturas y su incremento en la entrada y en la salida del enfriador de aire

Los datos operacionales de arriba muestran que el máximo incremento de temperatura del aire de refrigeración es menor de 15°C.

Los ensayos llevados a cabo en 2011 por POWER MACHINES muestran que el máximo incremento de la temperatura de aire de refrigeración con las prestaciones indicadas en la placa característica sería de 18°C.

La placa característica del enfriador muestra que el flujo térmico es de 188 kW y el flujo de aire es de 7,5 m³/s; por consiguiente el incremento de temperatura de diseño del enfriador es de aproximadamente 22°C.

Dado que la unidad está funcionando con un incremento máximo de temperatura del aire de 15°C y el incremento nominal de temperatura de los enfriadores es aproximadamente 22°C, se infiere que los enfriadores operan dentro de sus límites de diseño.

De acuerdo con la placa característica de los enfriadores, cada uno de ellos fue diseñado para un caudal de 7,5 m³/s (un total de 90 m³/s para 12 enfriadores). No obstante las mediciones de POWER MACHINES muestran que el caudal real de aire es de 104 m³/s. Dado que los enfriadores operan satisfactoriamente desde la puesta en servicio con 104 m³/s, es seguro asumir que los enfriadores pueden soportar ese caudal y presión aumentadas y continuar operando en esas condiciones.

b. Recomendaciones

El sistema de enfriamiento funciona adecuadamente. Los enfriadores han sido diseñados para proveer de suficiente capacidad de enfriamiento a los generadores.

Los resultados de calentamiento y medición de aire no se encuentran disponible al momento de escribir este informe, de aquí que un análisis completo de la capacidad de enfriamiento no ha podido ser efectuado. No obstante, se espera que no existan problemas, pudiendo el sistema de enfriamiento continuar en operación sin inconvenientes.

E. Escobillas del Generador y Anillo Colectores

El anillo colector se encuentra en buena condición. No obstante no se mide la temperatura del anillo colector, no existe evidencia de desgastes desparejos, sobrecalentamiento o arco en los anillos colectores. La densidad de corriente por escobilla es de 7 A/cm² lo que significa baja temperatura del colector y ausencia o inadecuada película de pátina. No obstante no se observa este fenómeno lo que se puede explicar por una adecuada selección del grado de la escobilla para baja densidad de corriente.

El soporte escobilla se encuentra en buena condición.

Un informe de inspección de POWER MACHINES, indica que los portaescobillas no se encuentran desplazados de acuerdo a lo recomendado por el fabricante. Sin embargo, la ausencia de desgaste irregular o despasejo de los anillos colectores es una indicación que el desplazamiento recomendado por el fabricantes, siendo una buena práctica, no afecta la operación de los anillos colectores o del anillo portaescobilla.

Existe una oportunidad de mejorar el funcionamiento de los anillos colectores reduciendo el número de escobillas. La densidad por escobilla debe estar dentro de la recomendada para la escobilla, para un mejor funcionamiento. Sin embargo, existen varias variables ambientales que afectan el funcionamiento del anillo colector y de aquí que estos ajustes deben seguir métodos empíricos en lugar de cálculos teóricos.

F. Cruceta superior del Generador

La cruceta superior se encuentra en buena condición si signos de fatiga. La pared de hormigón no presenta signos de fisuras o problemas potenciales. No existen fisuras en las soldaduras de los brazos de la cruceta, deformación, distorsión o fricción relativa de sus componentes. De las inspecciones puede determinarse que la cruceta y el cojinete guía se encuentra centrado con el eje y el empuje magnético desbalanceado parece estar dentro de valores aceptables.

G. Generador sincrónico de Imanes permanentes (GSIP)

El generador sincrónico de imanes permanentes funciona satisfactoriamente. No obstante, sensores modernos de velocidad están disponibles en el mercado, tales como rueda dentada y sensores laser de velocidad.

H. Calefactores del generador

Los calefactores de parada se encuentran operativos y pueden continuar en servicio.

I. Índice de condición del Generador de Salto Grande

- El Rotor del generador posee un índice de condición de 6,83.
- El estator del generador posee un índice de condición de 6,12.

Los presentes valores son de acuerdo al índice del hydroAMP. Ver el Capítulo 5 para un mejor entendimiento del significado de este índice

4.2.2 SISTEMA DE FRENO Y DE IZAJE DEL GENERADOR

4.2.2.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

Los frenos y gatos se encuentran debajo del rotor montados en bloques de hormigón. Los frenos son usados para detener el rotor y por lo general aplicados cuando la velocidad está por debajo el 18 al 19 % de la velocidad nominal. (13-14 rpm). Los gatos se usan para levantar la unidad durante el mantenimiento y desmontaje de la misma.

Existe un anillo de freno debajo de la llanta del rotor que funciona como placa extrema de esta. El anillo de freno se encuentra segmentado para facilitar su transporte e instalación.

Las placas de freno originales, suministradas por ELECTROSILA, eran de materiales con contenido de asbestos y fueron reemplazadas por personal de planta por materiales libres de asbestos. Desde entonces las placas de freno no han sido reemplazadas.

a. Descripción general /características

Los anillos de freno fueron provistos originalmente en 80 segmentos que se encuentran unidos al lado inferior de la llanta del rotor. Los espárragos que sujetan los segmentos del anillo de

freno son también los espárragos que contribuyen al apilado del rotor. Existen 36 cilindros de frenado agrupados en 12 grupos con tres cilindros por cada grupo.

Los frenos son operados con el sistema de aire comprimido de la central, la presión normal de aire es de 7 bar. El tiempo de frenado es de aproximadamente 90 segundos después de la aplicación de los frenos. Se desconoce el incremento de temperatura del anillo de frenado y no se dispone en los planos o en el manual de operación de la unidad de esta información.

Los gatos son operados a través del sistema de alta presión. Se utilizan solo cuando la unidad está detenida para levantar el rotor en el caso de mantenimiento.



Fotografía 124- Segmento de anillo de freno



**Fotografía 125
Conjunto de cilindros de freno**



**Fotografía 126
Cilindro de freno**

b. Reparaciones relevantes

No se registran reparaciones de importancia en los frenos y gatos del generador.

c. Cronograma de mantenimiento

Los frenos y gatos de mantenimiento se inspeccionan de acuerdo al mantenimiento programado de la unidad. En la última inspección no se encontraron problemas con los mismos.

d. Inspecciones visuales / Observaciones

Los frenos parecen funcionar en forma apropiada. No se observan signos de pérdidas de aire comprimido con los fines de carrera funcionando satisfactoriamente y sin señales de mal funcionamiento en los resortes de retorno. Los gatos no presentan pérdidas o problemas de operación. El anillo de freno no presenta signos de sobrecalentamiento o fisuras superficiales. Los sistemas de aire y aceite a presión de estos sistemas funcionan satisfactoriamente.

e. Observaciones y problemas informados por el personal de Planta

No se registran problemas respecto a los frenos y los gatos por parte del personal de planta.

f. Información Adicional

Las placas de freno originales se reemplazaron con un material libre de asbestos entre el 2001 y 2002.

4.2.2.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

a. Diagnostico

Sobre la base de los datos operacionales suministrados, las pastillas de freno originales de ELECTROSILA soportaron 2090 operaciones de frenado durante 20 años de operación. Las pastillas de reemplazo fueron expuestas hasta el momento a 1860 operaciones de frenado y continúan en condiciones operativas. Debe hacerse notar que el promedio de las operaciones de arranque-parada antes de 2001 eran aproximadamente 105 por año (pastillas originales) y entre 2002 y 2014 los ciclos de arranque-parada se incrementaron a 143 por año. El promedio de los ciclos de arranque-parada se incrementó en 36% desde 2002 en relación a los años anteriores.

b. Recomendaciones

Los frenos y gatos funcionan correctamente, por lo que pueden continuar en operación. En un futuro proceso de modernización debe considerarse el recambio de los pistones de gatos y

frenos. Este recambio debe incluir nuevos sellos y resortes de retorno, nuevos fines de carrera, reemplazo de los patines de freno, limpieza y pintura y eventualmente rectificado de los cilindros y reemplazo de pistones.

4.2.3 SISTEMA DE EXCITACIÓN Y REGULACIÓN AUTOMÁTICA DE TENSIÓN

4.2.3.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

El sistema de excitación está basado en un sistema estático alimentado por un transformador de excitación conectado a la barra principal de generación.

Todos los sistemas de excitación originales fueron reemplazados por sistemas ABB Unitrol 5000 Excitation System. La Tabla 20 muestran las fechas de la aceptación provisional y la final del nuevo sistema de excitación.

Unidad	Puesta en Marcha	Recepción Provisionaria	Recepción Definitiva
1	19/02/2008	20/03/2008	20/03/2009
2	30/03/2008	01/05/2008	01/05/2009
3	25/02/2011	28/04/2011	28/04/2012
4	28/04/2011	28/05/2011	28/05/2013
5	11/01/2008	11/02/2008	11/02/2009
6	16/04/2007	26/06/2007	26/06/2008
7	24/05/2009	25/06/2009	25/06/2010
8	14/04/2010	14/05/2010	14/05/2011
9	14/05/2012	14/06/2012	14/06/2013
10	28/12/2008	28/01/2009	28/01/2010
11	24/02/2010	26/03/2010	26/03/2011
12	18/05/2007	26/06/2007	26/06/2008
13	02/03/2012	11/04/2012	11/04/2013
14	17/04/2013	17/05/2013	

Tabla 20 – Fechas de puesta en marcha del sistema ABB Unitrol 5000



Fotografía 127 - ABB Unitrol 5000 A5T-O/U2H1-2000

A. Descripción General /Características

El nuevo sistema de excitación fue provisto por ABB entre 2007 y 2013. Todos los sistemas de excitación fueron reemplazados y se encuentran en operación comercial.

Las características relevantes de la excitación son:

DATOS DE LAS SEÑALES PRINCIPALES

Señal	Valor nominal	Transductor	Comentarios
Potencia Aparente S_N [MVA]	150	--	
Tensión Nominal de la Máquina U [V_{CA}]	13'800	13'800 / 115	
Corriente Nominal de la Máquina I [A_{CA}]	6'276	8'000 / 5	
Frecuencia Nominal de la Máquina f [Hz]	50	--	
Reactancia Sincrónica eje d X_d [p.u.]	0.92	--	
Reactancia Sincrónica eje q X_q [p.u.]	0.51	--	
Corriente de campo en vacío I_0 [A_{CC}]	880	--	Para sistemas con excitatriz rotante, los valores son válidos para excitatriz de campo.
Corriente de campo nominal I_{fN} [A_{CC}]	1'500	--	
Corriente de techo I_p [A_{CC}]	2'900	--	
Tensión de campo en vacío U_0 [V_{CC}]	146	--	Para sistemas con excitatriz rotante, los valores son válidos para excitatriz de campo.
Tensión nominal de campo U_{fN} [V_{CC}]	325	--	
Tensión de techo U_p [V_{CC}]	770	--	
Modo de alimentación	Shunt	--	Auxiliar solo temporalmente
Transformador de Excitación U_1 / U_2 [V_{CA}]	13'800 / 636	--	
Frecuencia Excitatriz [Hz]	--	--	
Tensión de Alimentación Convertidor [V_{CA}] (*)	636	--	Fase a fase
Frecuencia de alimentación convertidor [Hz]	50	--	
Corriente nominal del sistema de excitación I_{EN} [A_{CC}]	1'650	--	
Alimentación auxiliar U_{aux} [V_{CA} / Hz]	3*/380 / 220 / 50	--	
Alimentación Batería 1 U_{batt} [V_{CC}]	125	--	
Alimentación Batería 2 U_{batt} [V_{CC}]	125	--	

(*) En vacío, secundario de transformador de excitación [volt]

Tabla 21 – Características principales

Placa de Identificación de Excitación

Descripción	Valor Nominal
TIPO :	A5T-O/U2H1-D2000
ABB N° REF. :	UNIT SPECIFIC DATA
AÑO DE ENTREGA :	UNIT SPECIFIC DATA
CORRIENTE CONTINUA MAX. :	1650 A
TENSION DE TECHO :	770 V
ALIMENT. DEL CONVERT. :	636 V
FRECUENCIA :	50 Hz
GRADO DE PROTECCION :	IP54
TEMP. AMBIENTE MAX. :	55 °C
ESQUEMA :	3BHS221363 S20
INSTRUCCIONES DE OPERACION :	3BHS221363 S80
ID N° :	UNIT SPECIFIC DATA

Tabla 22 - Placa de identificación de excitación

Los datos indicados en la Tabla 21 son idénticos para todas las unidades y fue extraída de los ensayos y puesta en servicio efectuados sobre la U13. La Tabla 22 es típica para todos los sistemas de excitación.

Los transformadores de excitación fueron reusados y se trata de los transformadores originales suministrados por ELECTROSILA cuya placa de identificación se muestra más abajo:



Fotografía 128

Placa característica del transformador de excitación



Fotografía 129

Placa característica del transformador de excitación

B. Inspección Visual /Observaciones

El sistema ABB Unitrol 5000 es confiable, habiendo sido instalado en muchas plantas hidroeléctricas, incluyendo centrales de bombeo. Unitrol 5000 tiene un diseño probado y un excelente registro de operación

Los transformadores de excitación, si bien son los originales son del tipo seco y de muy baja temperatura de operación.

C. Observaciones y problemas informados por el personal de Planta

Los ingenieros de planta informaron que el sistema de excitación se encuentra funcionando bien. Se verifica la condición del transformador del sistema de excitación en cada parada programada, para esto se efectúa un programa de inspecciones que incluye ensayos eléctricos. Estos registros de ensayos eléctricos fueron provistos por la planta para análisis posterior.

Debe destacarse que el reemplazo del sistema de excitación no alcanzó al transformador de excitación, que sigue siendo el original provisto por el contratista ruso, es decir, actualmente el sistema de excitación de cada generador está compuesto por el sistema nuevo Unitrol (interruptor de campo, convertidor, regulador de tensión, excitación inicial, descarga de campo, etc.), y transformador original de fabricación rusa.

El sistema Unitrol funciona con ventilación forzada con alimentación segura como expresado por el personal de operación de la central, para que no dependa todo el Sistema de la falla de los ventiladores de enfriamiento. Si falla un puente convertidor el sistema pasa automáticamente al otro puente convertidor y sigue operando con el mismo regulador de tensión.

Por la salida de la ventilación forzada de los sistemas de excitación Unitrol al ambiente de la galería de máquinas, ésta ha aumentado su temperatura ambiente media en 2°C a 3°C, razón por lo cual se ha tenido que ampliar la ventilación de los transformadores de excitación antes mencionados, para mantener la temperatura de los mismos en valores adecuados técnicamente.

D. Información Adicional

Nuevos sincronizadores ABB Synchrotat SYN 5202 se instalaron en conjunto con el sistema de excitación ABB.

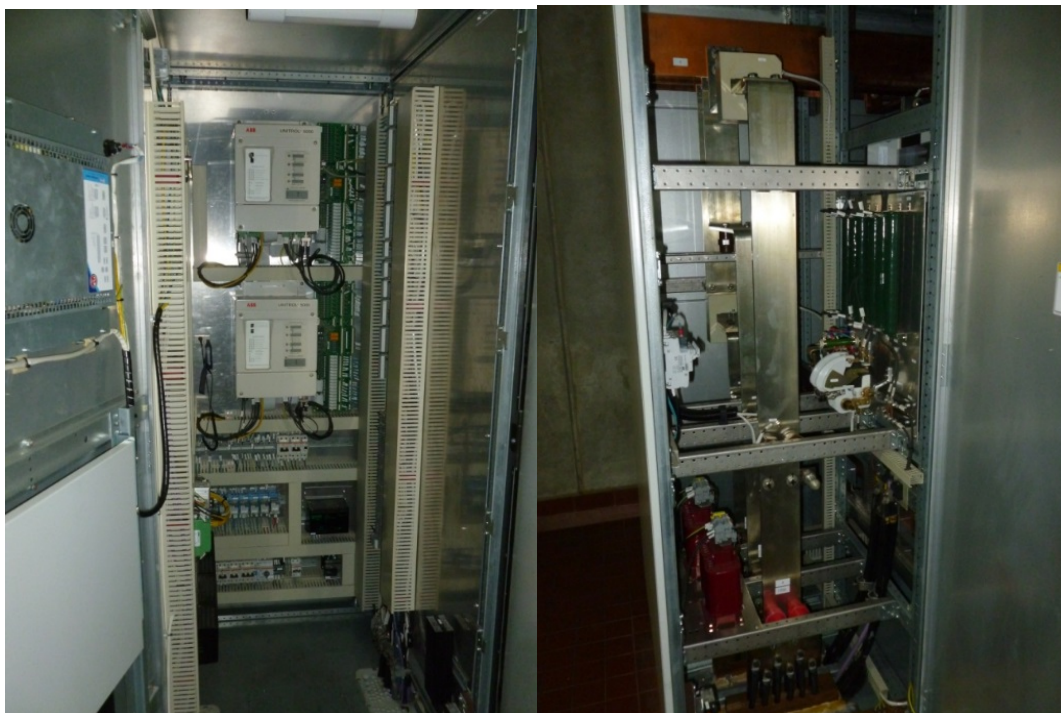


Fotografía 130
ABB SYNCHROTACT 5

Fotografía 131
ABB SYNCHROTACT 5

4.2.3.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Se ha reemplazado el sistemas original provisto por el contratista ruso de cada generador, por un equipamiento nuevo que fue provisto por ABB modelo Unitrol 5000 A5T-O/U2H1-2000.



Fotografía 132 - Unitrol 5000 A5T-O/U2H1-2000.

- B. Pero debe destacarse que el cambio no alcanzo al transformador de excitación, que sigue siendo el original provisto por el contratista ruso, es decir, actualmente el sistema de excitación de cada generador está compuesto por el sistema nuevo Unitrol (interruptor de campo, convertidor puentes convertidores (están duplicados), regulador de tensión, excitación inicial, descarga de campo, etc.), y transformador original de fabricación rusa.
- C. Estos transformadores son secos del tipo encintados y embebidos en resina epoxy. Según información del personal de mantenimiento de la central, hay serias dudas de su comportamiento al ser sometido al Ensayo de Descargas Parciales.
- D. El sistema Unitrol funciona con ventilación forzada con alimentación segura como expresado por el personal de operación de la central, para que no dependa todo el Sistema de excitación de la falla de los ventiladores de enfriamiento. Si falla un puente convertidor el sistema pasa automáticamente al otro puente convertidor y sigue operando con el mismo regulador de tensión.
- E. Se recomienda continuar con la implementación de la salida de la ventilación forzada de los Unitrol al exterior de la Galería de Maquinas, disminuyendo así la temperatura ambiente media de la Galería a valores apropiados.
- F. Los transformadores de excitación rusos originales no son como los transformadores secos modernos que se construyen encapsulados y moldeados en resina epoxy (aislación clase F), con arrollamientos realizados con banda o folio de aluminio o cobre.
- G. Se recomienda el cambio de los transformadores de excitación originales por dichos transformadores secos encapsulados con tecnología de última generación.
- H. Índice de condición del sistema de excitación y regulación automática de tensión.

El sistema de excitación y regulación automática de tensión posee un índice de 3.94 de acuerdo al índice del hydroAMP. Ver Capítulo 5 para un mejor entendimiento del significado de este índice

4.2.4 INSTRUMENTACIÓN

4.2.4.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

De las inspecciones de los generadores se pudo observar las características de los instrumentos y su condición. Se solicitó también a CTM las lecturas que se efectúan a través del sistema SCADA que provienen de señales de esos instrumentos, cuyo listado se encuentra en el Anexo I del Tomo I.

Si bien se determinó que el sistema SCADA recibe un gran número de señales de lectura y control en particular de los parámetros del generador, existen otra serie de parámetros que bien no tienen medición o solamente tienen indicación local no eléctrica. Lo que en muchos casos se debe a la ausencia de instrumentación o a la necesidad de actualizar el tipo de instrumento para que provea de dicho input.

Tal es el caso de los controles de nivel de aceite en las respectivas cubas de los cojinetes o bien indicadores de presión de agua de enfriamiento o de caudal de agua de enfriamiento a través de los intercambiadores del cojinete, o bien detectores de presencia de agua en el aceite de los cojinetes.

CHSG informó que se encuentra en el proceso de adquisición de un sistema de monitoreo de vibraciones para las unidades lo que implicará lograr un mejor registro de desplazamientos y vibración de la línea de ejes y del estado de los cojinetes de la unidad. No se contempla por el momento la medición dinámica de entrehierro para dicho sistema.

4.2.4.II DIAGNOSTICO Y RECOMENDACIONES

Se sugiere una actualización y reemplazo de la instrumentación del generador considerando las siguientes recomendaciones que son consideradas de aplicación general en máquinas modernas de similares características a las de CHSG. El listado sugerido es solo indicativo y deberá ser revisado según posibilidades de instalación, disponibilidad de las unidades y existencia de repuestos de los instrumentos existentes. El listado debe ser considerado un objetivo de largo plazo.

A. Cojinetes

- Sensor Capacitivo de Aceite de los Cojinetes para alarma por nivel bajo, muy bajo, alto, o disparo.
- Indicador de flujo de agua de refrigeración de los cojinetes.
- Medidor de flujo de agua de refrigeración de los cojinetes.
- Indicador de presencia de agua en el aceite

- Indicador de presión de agua de refrigeración
- Presostato de agua de refrigeración
- Indicador de temperatura de agua de enfriamiento a la entrada de los cojinetes (DTR) empuje y guía
- Indicador de temperatura de agua de enfriamiento a la salida del cojinete (DTR) empuje y guía.
- Sensor de desplazamiento (run out) y acelerómetro para cojinete guía. (2 x 90 grados)
- Sensor de desplazamiento y acelerómetro axial para cojinete de empuje.

B. Sistema de aceite alta presión

- Indicador de flujo
- Interruptor de Presión
- Indicador de temperatura del aceite

C. Estator

- Revisar y reemplazar de ser necesario los RTD existentes tanto para temperatura del metal como del aire de enfriamiento.
- Medición de entrehierro
- Detectores de humo del sistema de protección contra incendio.

4.3 EQUIPAMIENTO HIDROMECÁNICO DEL VERTEDERO Y DE LA CENTRAL

4.3.1 COMPUERTAS DEL VERTEDERO

4.3.1.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

El equipamiento se compone de 19 compuertas radiales de 19,5 m de alto, 15,3 m de ancho y 18,5 m de radio, con accionamiento hidráulico.

- A. No existen problemas de operación de las mismas, no obstante se evidencia la necesidad de mejorar la protección superficial a través de un proceso de granallado y pintura de la estructura.
- B. No se observan tampoco problemas en la estructura de la compuerta. El personal de la CTM indicó haber detectado diferencias en la compresión de los sellos laterales contra sus pistas de deslizamiento entre uno y otro lado del vano.
- C. CTM ha efectuado estudios de viabilidad de incrementar el nivel de agua del embalse. Este incremento conlleva aumento de la altura del escudo de la compuerta. Existen estudios efectuados por otra firma consultora, que han determinado que la resistencia

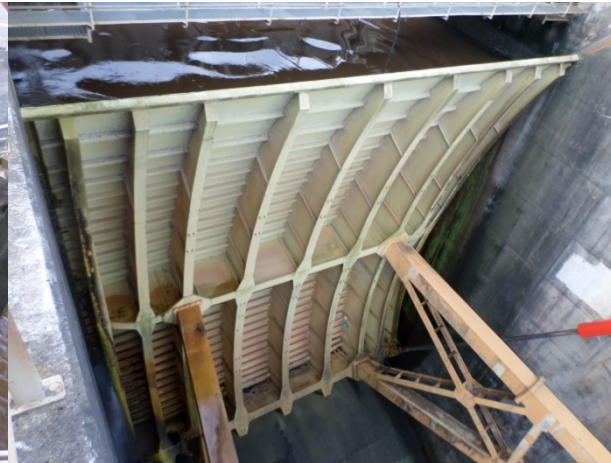
de la compuerta se vería afectada por tal incremento ante la mayor carga hidrostática que este representa. Las conclusiones de dicho estudio indican que es necesario una intervención sobre la compuerta reforzando las zonas más solicitadas.



Fotografía 133 - Compuertas del vertedero



Fotografía 134
Compuerta Radial- Estructura de los
brazos



Fotografía 135
Compuerta Radial - Estructura del
escudo



Fotografía 136
Compuerta Radial - Detalle del sello Lateral

4.3.1.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Si bien los estudios anteriores arriban a conclusiones de importancia respecto de la estructura de la compuerta operando a diferentes niveles de embalse, es de destacar que tales estudios no consideran el modelo de la estructura completa, y por lo tanto se asumen rigidez que en la estructura real puede ser distinta arrojando diferentes valores de tensiones y deformaciones. A efectos de superar lo efectuado hasta el momento y poder disponer de un análisis general de toda la estructura, se ha desarrollado un nuevo

análisis por elementos finitos de la compuerta, modelando su estructura completa. Dicho análisis se ha efectuado para diferentes condiciones de carga o niveles de embalse (Nivel 35 m, Nivel 36 m, Nivel 37 m y Nivel 38 m).

- B. A efectos de comparar la carga total de presiones se ha calculado de manera analítica dicha carga para cada condición citada más arriba y los resultados basados en el esquema de carga de la Figura 34 son los que se indican en la Tabla 23.

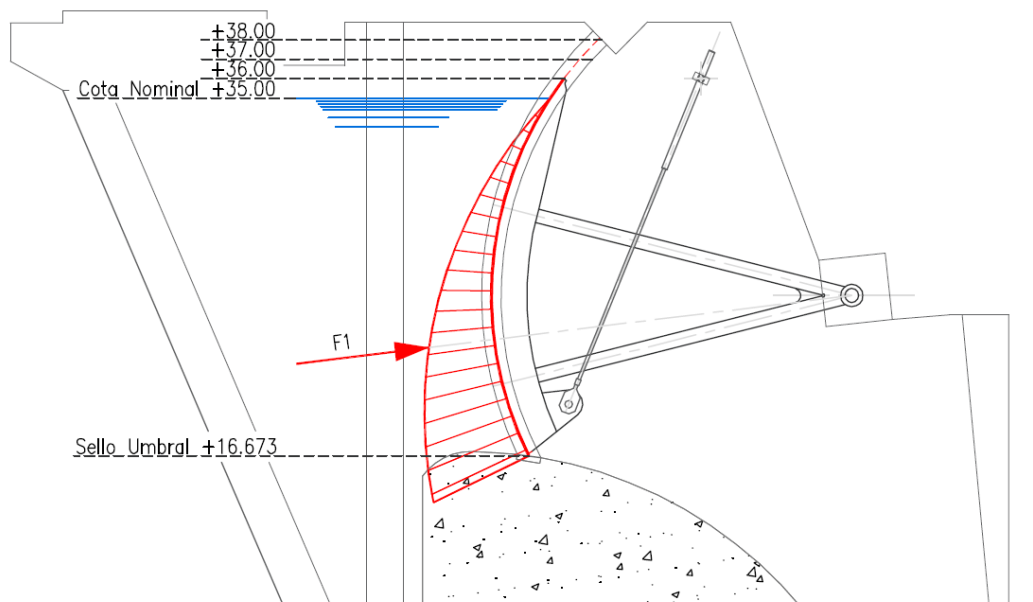


Figura 34 – Condiciones de Carga

Nivel de embalse [m]	Carga resultante de presiones F_1 [t]	Incremento porcentual [%]
+35.00	2586	-
+36.00	2872	11.1
+37.00	3173	22.7
+38.00	3489	34.9

Tabla 23 – Cargas resultantes según nivel de embalse

Los porcentajes indicados muestran el aumento de la carga total actuantes respecto de la condición de diseño de la compuerta.

C. Modelación por FEM de la estructura de la compuerta Radial.

Se efectuó una modelación de la estructura de la compuerta a través de elementos finitos. Dada la simetría de cargas y geométrica, y a efectos de optimizar tamaño del modelo se utilizó condiciones de simetría sobre el plano medio vertical de la estructura.

Se modelaron diferentes condiciones de nivel de embalse, cuyos resultados se muestran más abajo. En todos los casos se asume que la **compuerta se encuentra cerrada y la presión máxima del embalse actúa sobre la misma.**

De acuerdo a las especificaciones y planos del constructor el material utilizado para la compuerta responde a las siguientes características.

a. Material Compuerta

- Chapa Fe 52 – C-UNI 7070
- Tensión de Rotura = $5200 \text{ Kg/cm}^2 = 509 \text{ MPa}$
- Tensión de Fluencia = $3600 \text{ kg / cm}^2 = 352 \text{ MPa}$ Espesor $\leq 16 \text{ mm}$; Tensión de fluencia adoptada según las prescripciones del contrato: 316 MPa
- Tensión de Fluencia = $3500 \text{ kg / cm}^2 = 343 \text{ MPa}$ Espesor $\leq 30 \text{ mm}$; Tensión de fluencia adoptada según las prescripciones del contrato: 308 MPa
- Tensión de Fluencia = $3400 \text{ kg / cm}^2 = 333 \text{ MPa}$ Espesor $\leq 50 \text{ mm}$; Tensión de fluencia adoptada según las prescripciones del contrato: 300 MPa

Las tensiones de fluencia adoptadas se basan en los valores indicadas más arriba, afectadas de un coeficiente de reducción general a 0,9 según lo indicado en las especificaciones técnicas.

b. Primer Caso, Nivel 35 m

- Carga hidrostática actuando sobre el escudo correspondiente al nivel 35 m
- Peso propio de la compuerta
- Compuerta soportada sobre el borde inferior y en la articulación del muñón

Se considera que en el ojal de la compuerta que conecta con el vástago del servo solo actúa la fuerza debida al peso del vástago.

El modelo está referido a un sistema de coordenadas X, Y, Z ubicado en el centro de rotación de la compuerta.

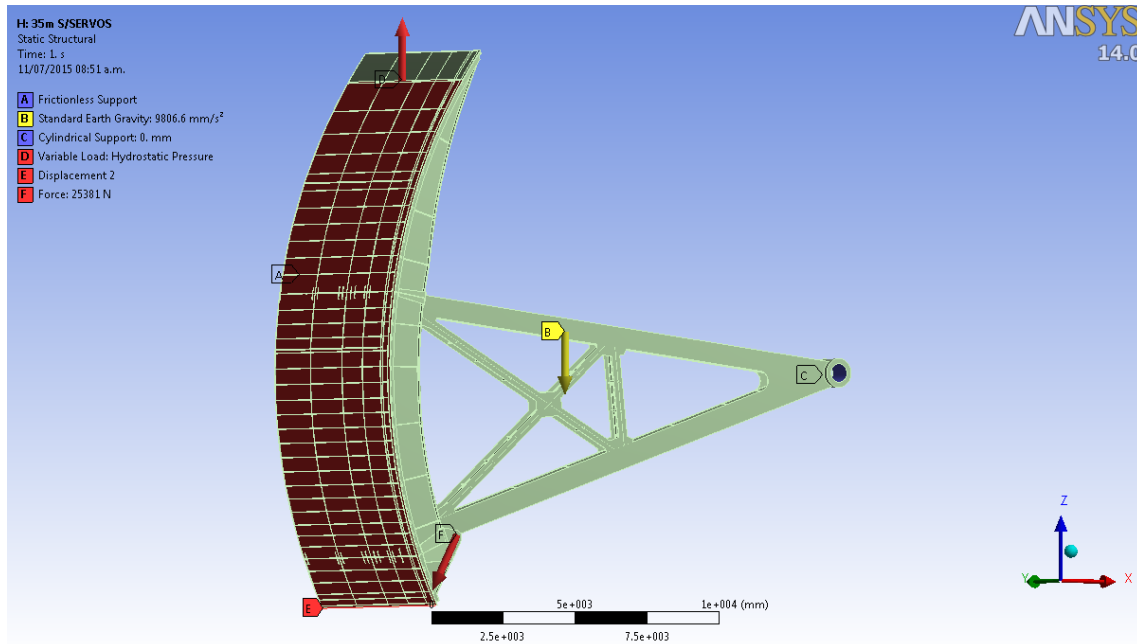


Figura 35 – Estado de cargas

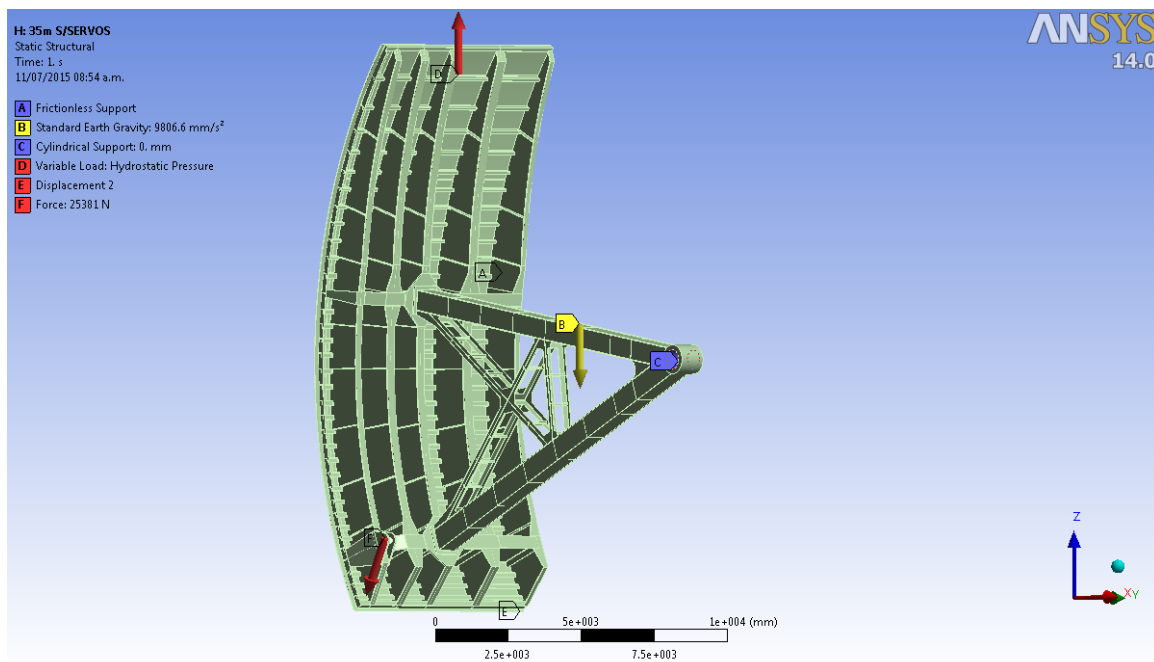


Figura 36 - Estado de cargas

- Deformaciones en la dirección X (horizontal)

Se observa en la Figura 37 que la mayor deformación es en la dirección en X siendo esta al centro de la sección del escudo comprendida entre los brazos principales y de un valor de 17.75 mm

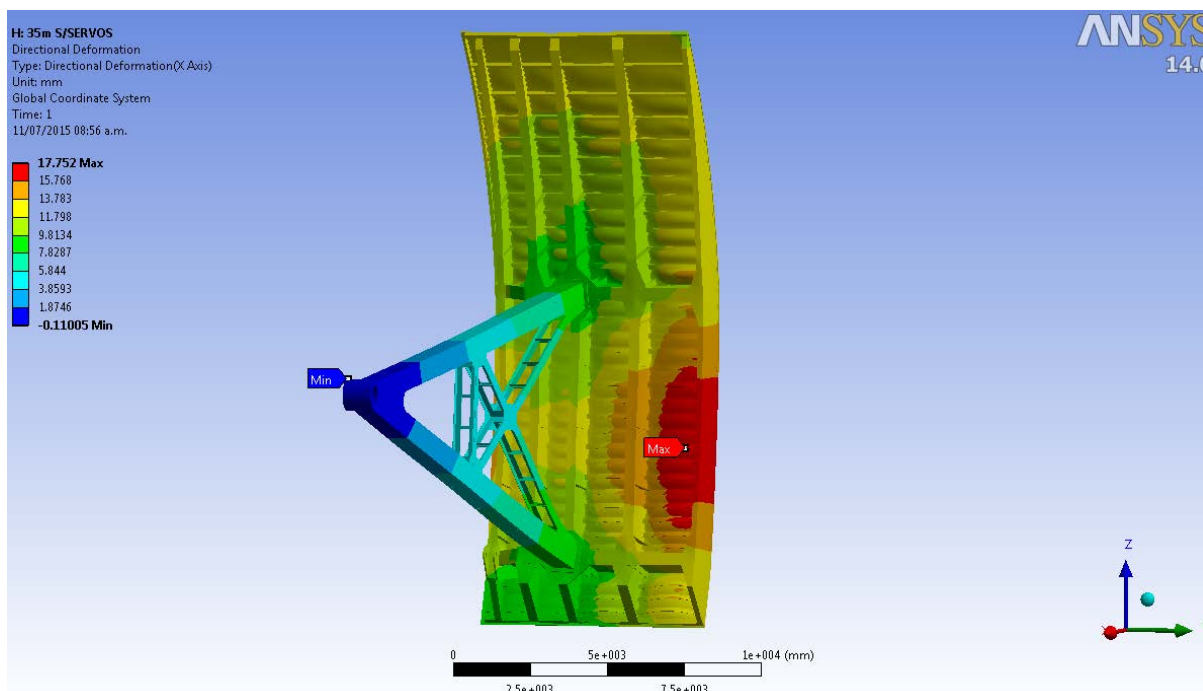


Figura 37 - Deformaciones en la dirección X

- Tensiones principales

Las tensiones principales corresponden a tracción en la viga horizontal inferior, con un valor de 154 MPa en su zona de unión con la viga vertical central (ver Figura 38).

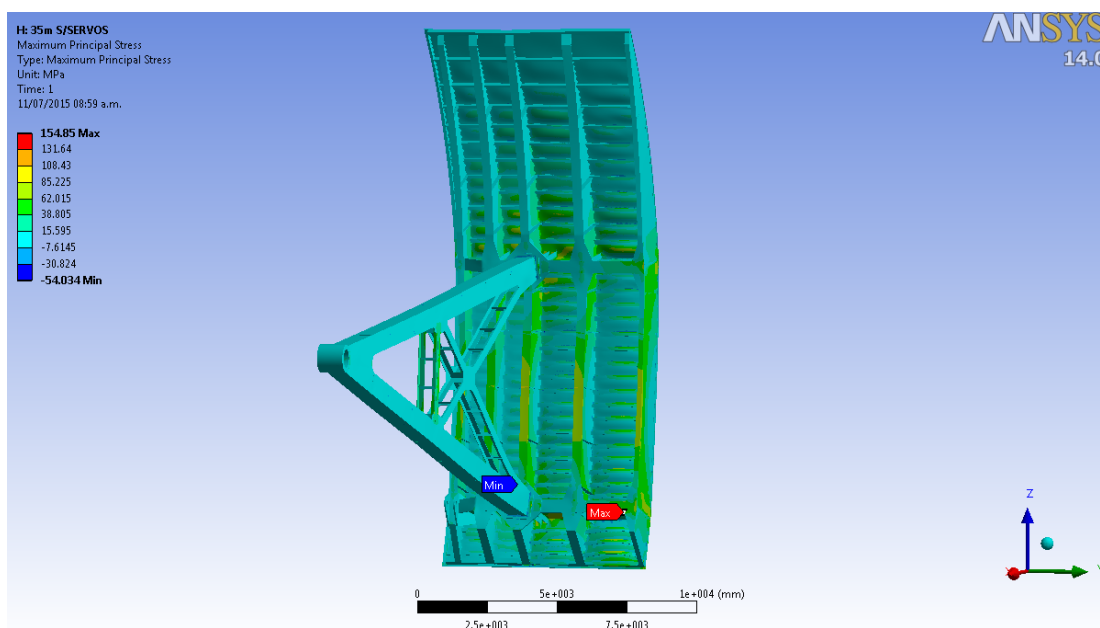


Figura 38 – Tensiones principales

- Tensiones de Von Mises

Las tensiones de Von Mises muestran una zona muy pequeña y reducida de tensión pico, que es en la zona de conexión de la viga horizontal inferior con el brazo inferior (ver Figura 39, Figura 40, Figura 41 y Figura 42). El valor pico si bien es cercano al valor de fluencia del material tiene un gradiente importante de tensiones, como se observa en la Figura 41.

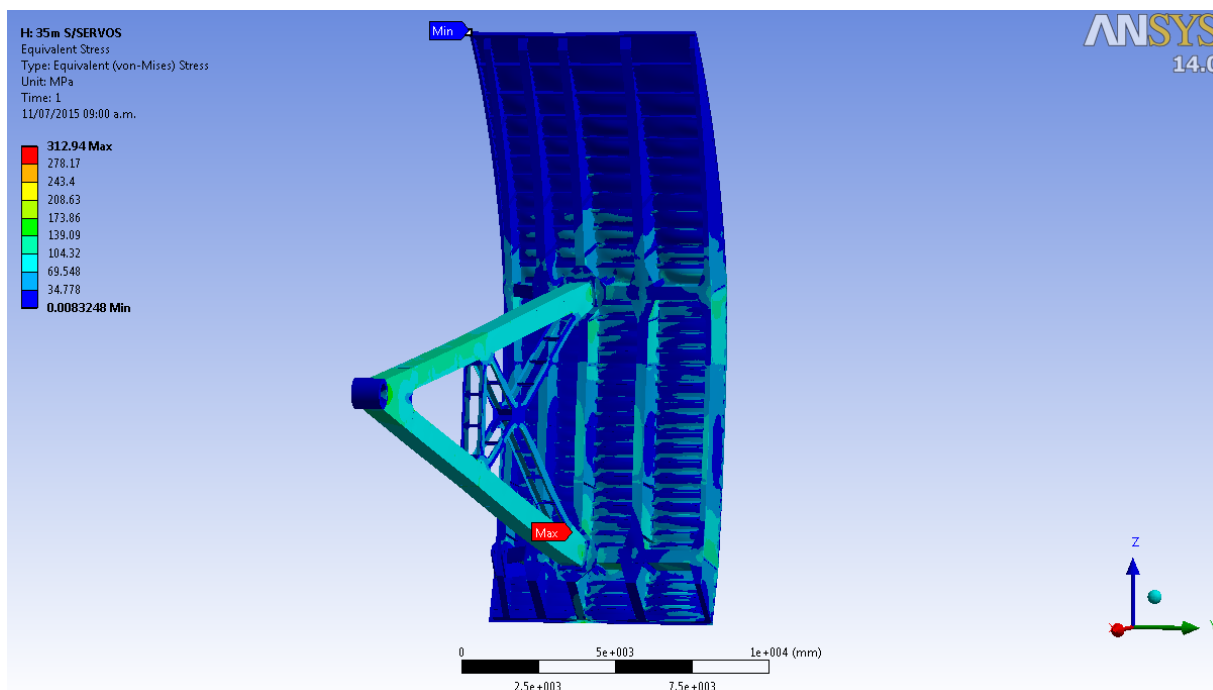


Figura 39 – Tensiones de Von Mises

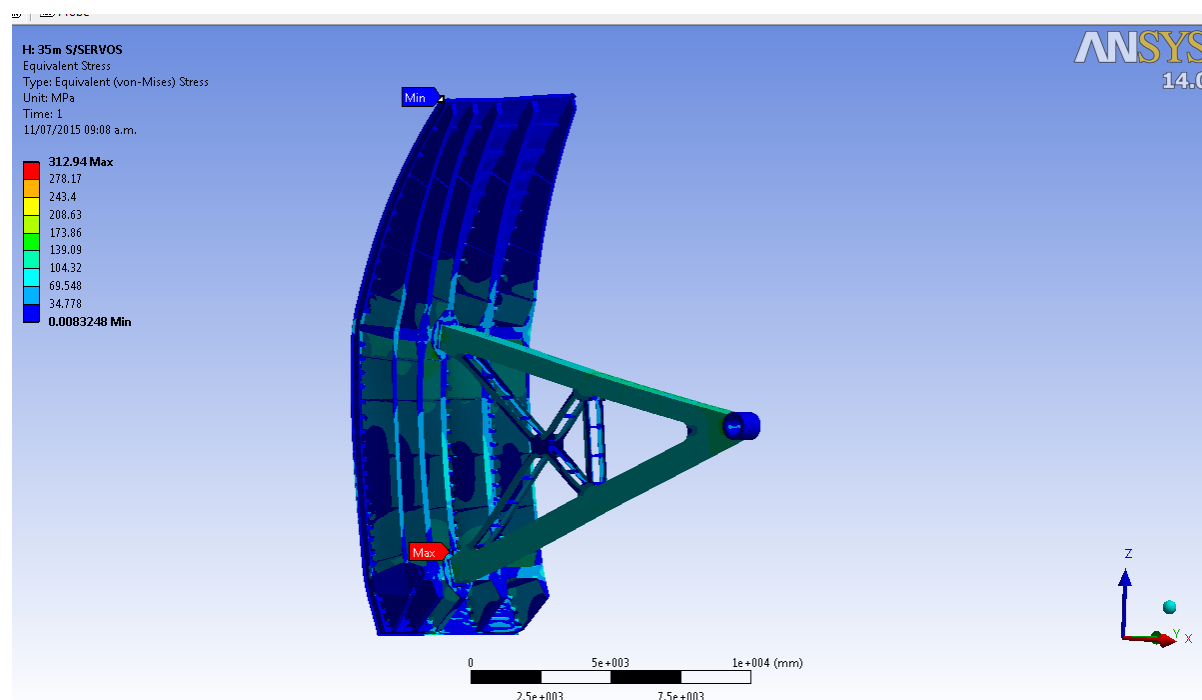


Figura 40 - Tensiones de Von Mises

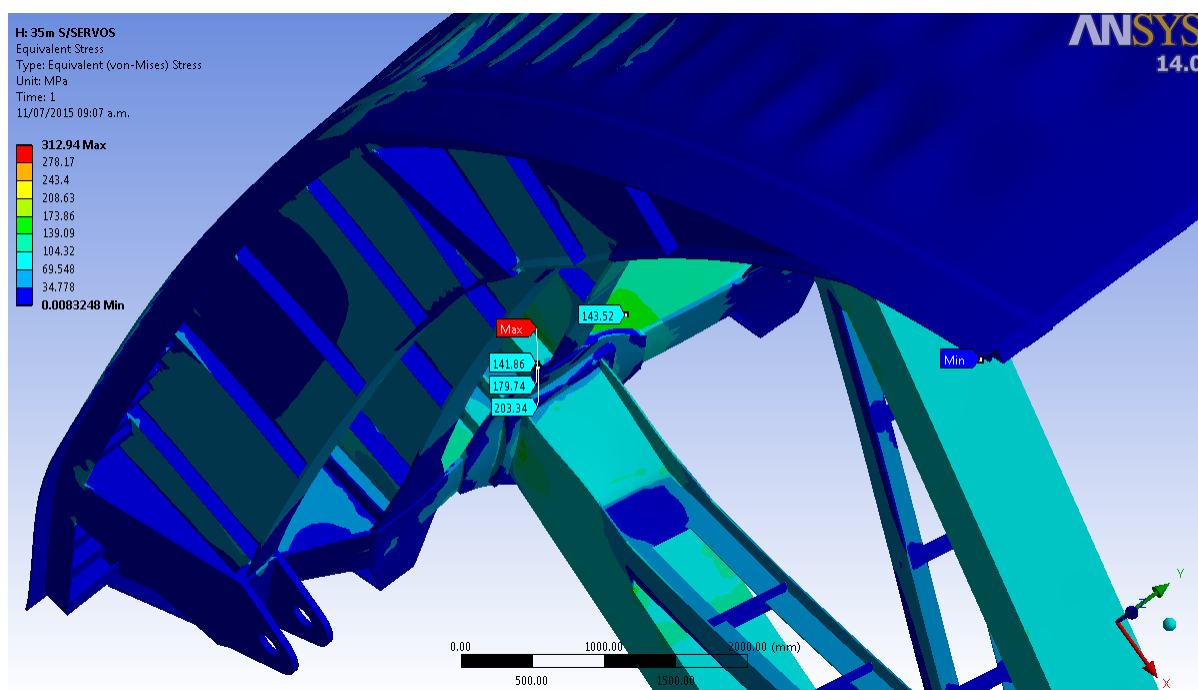


Figura 41 - Tensiones de Von Mises

El gradiente de tensiones pronunciado se produce alrededor de la zona de unión del brazo inferior con la viga. Las tensiones en esta zona caen rápidamente a valores del orden del 60% de la tensión de fluencia del material.

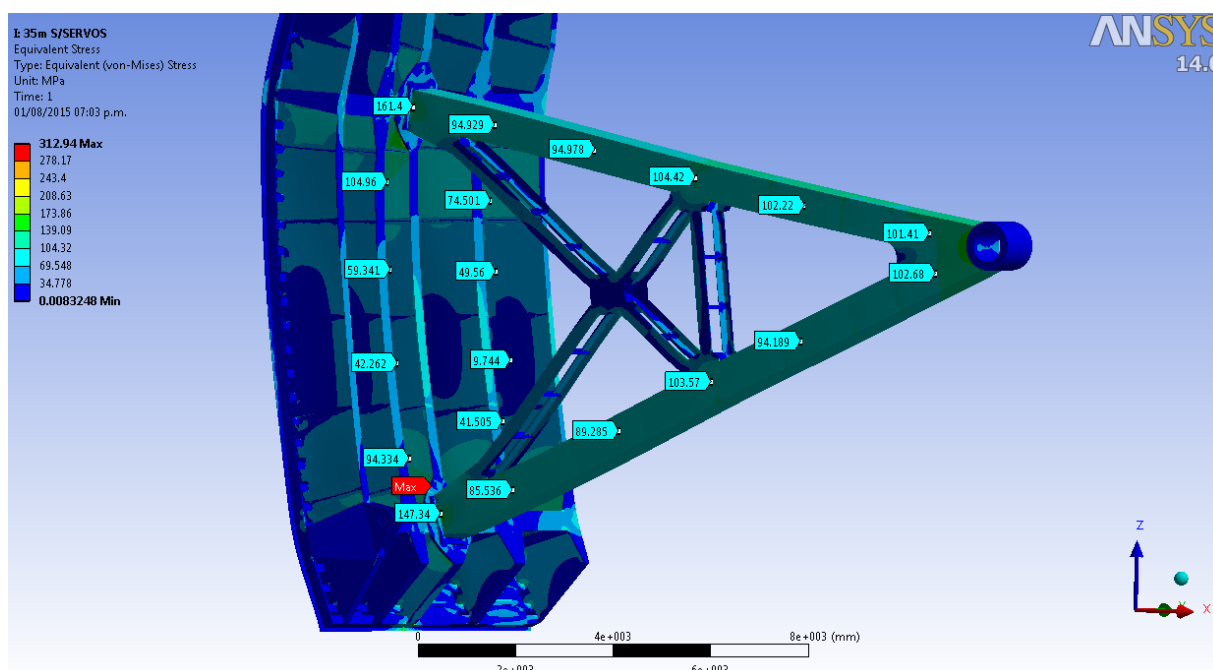


Figura 42 - Tensiones de Von Mises

c. Segundo Caso, Nivel 36m.

- Carga hidrostática actuando sobre el escudo correspondiente al nivel 36m.
- Peso propio de la compuerta.
- Idénticas condiciones de borde al primer caso Nivel 35m.

- Deformaciones en la dirección X

Las mayores deformaciones comienzan a registrarse en el borde superior de la compuerta por encima de la superficie del agua, según muestra en la Figura 43.

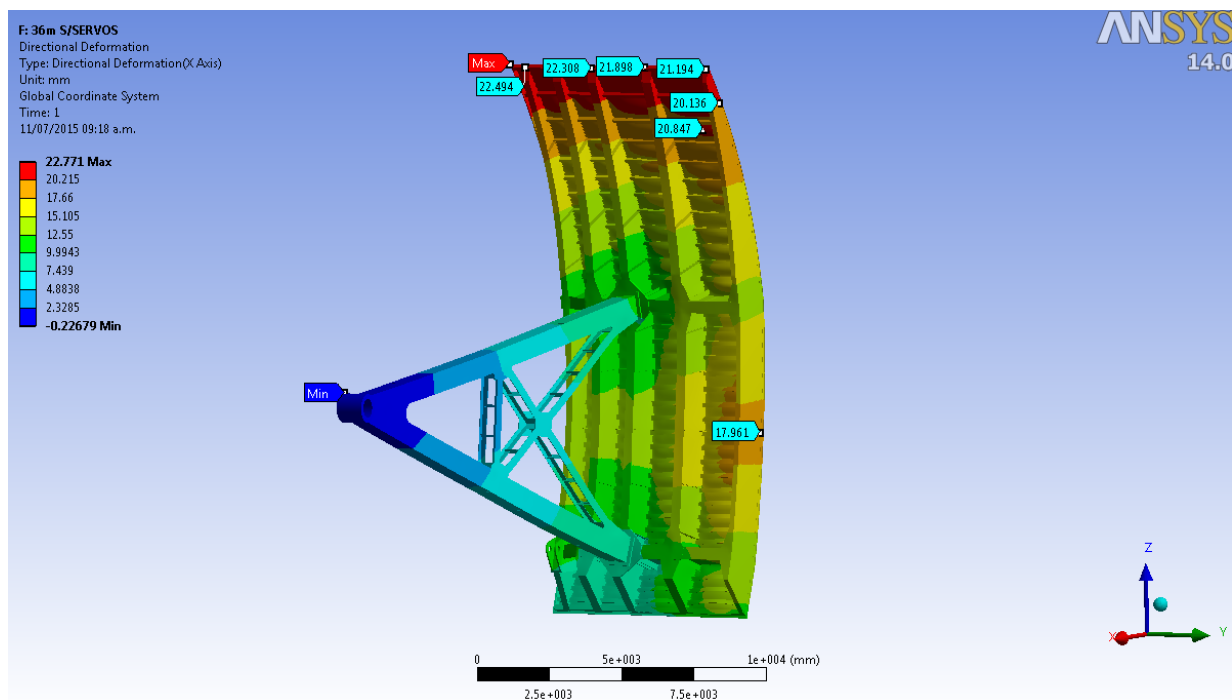


Figura 43 - Deformaciones en la dirección X

- Tensiones principales

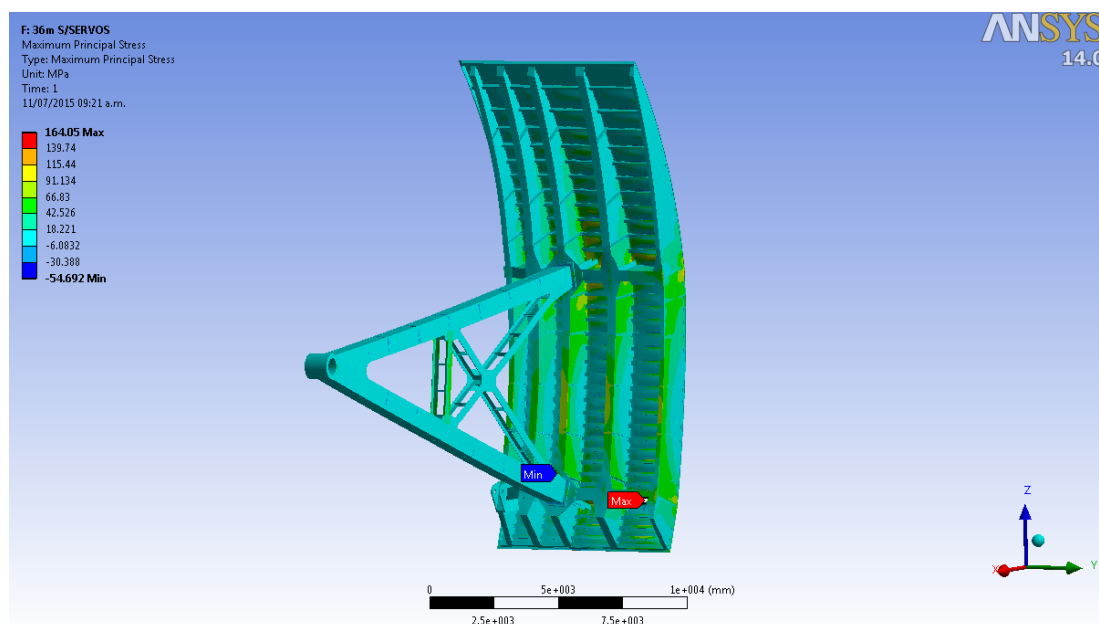


Figura 44 - Tensiones principales

Las tensiones principales de tracción se producen en una zona idéntica al caso anterior con un valor ligeramente superior.

- Tensiones de Von Mises

De igual manera las tensiones de Von Mises se producen en la misma zona que en el caso anterior.

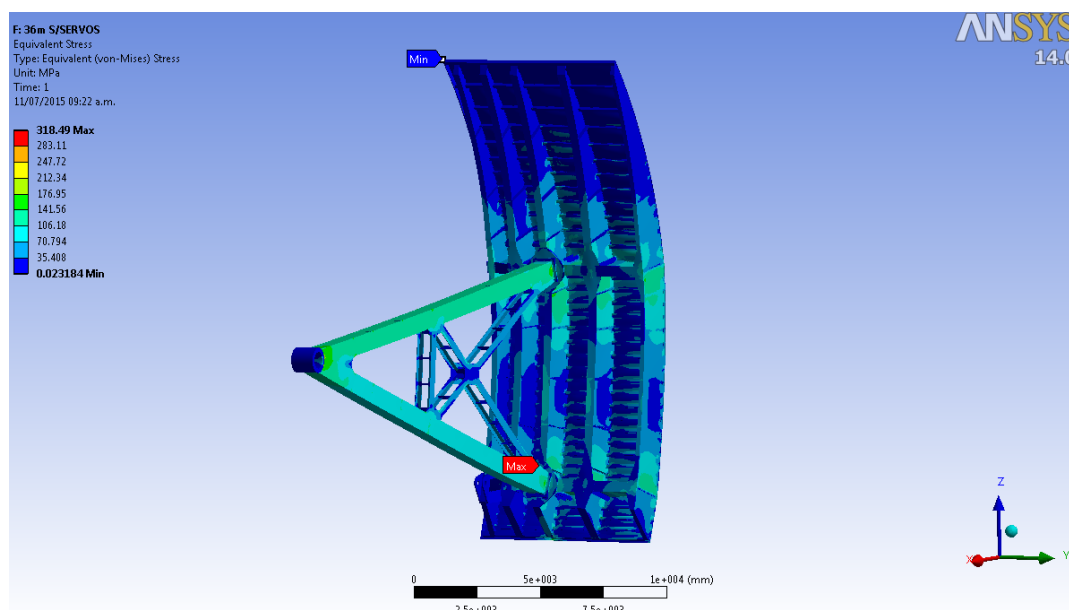


Figura 45 – Tensiones de Von Mises

Si bien las tensiones pico de Von Mises, son ligeramente superiores al valor de fluencia adoptado para el proyecto, la zona es muy puntual decreciendo rápidamente a valores bastante inferiores a este como se observa en la Figura 46.

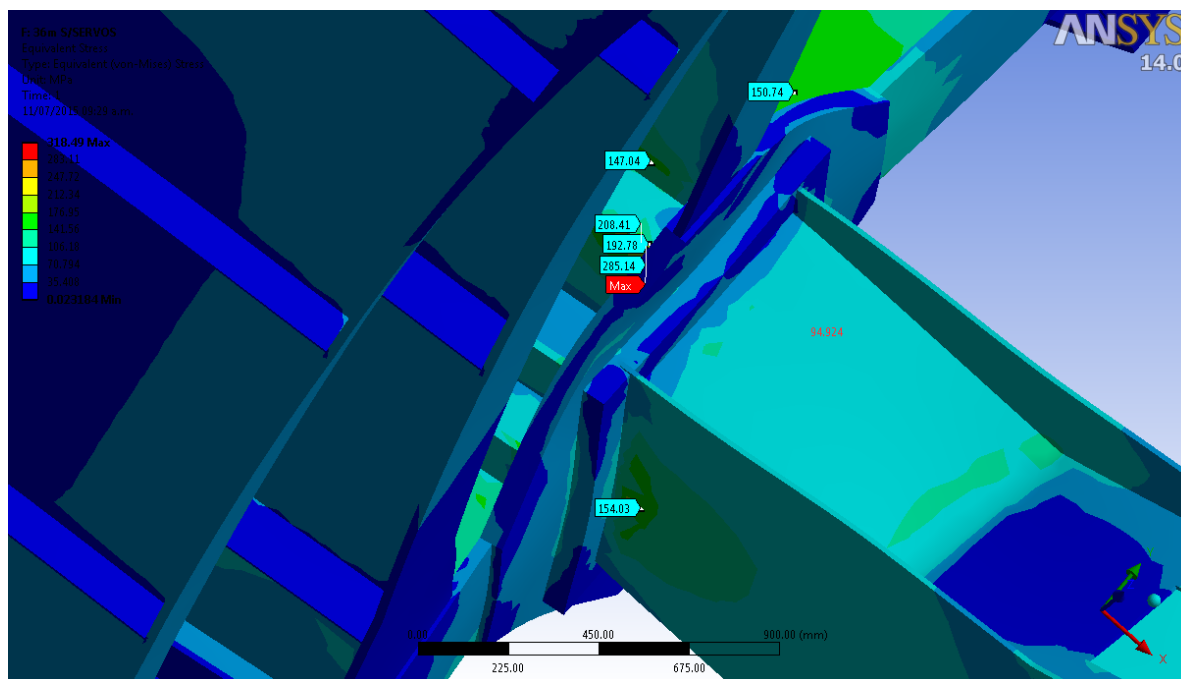


Figura 46 - Tensiones de Von Mises

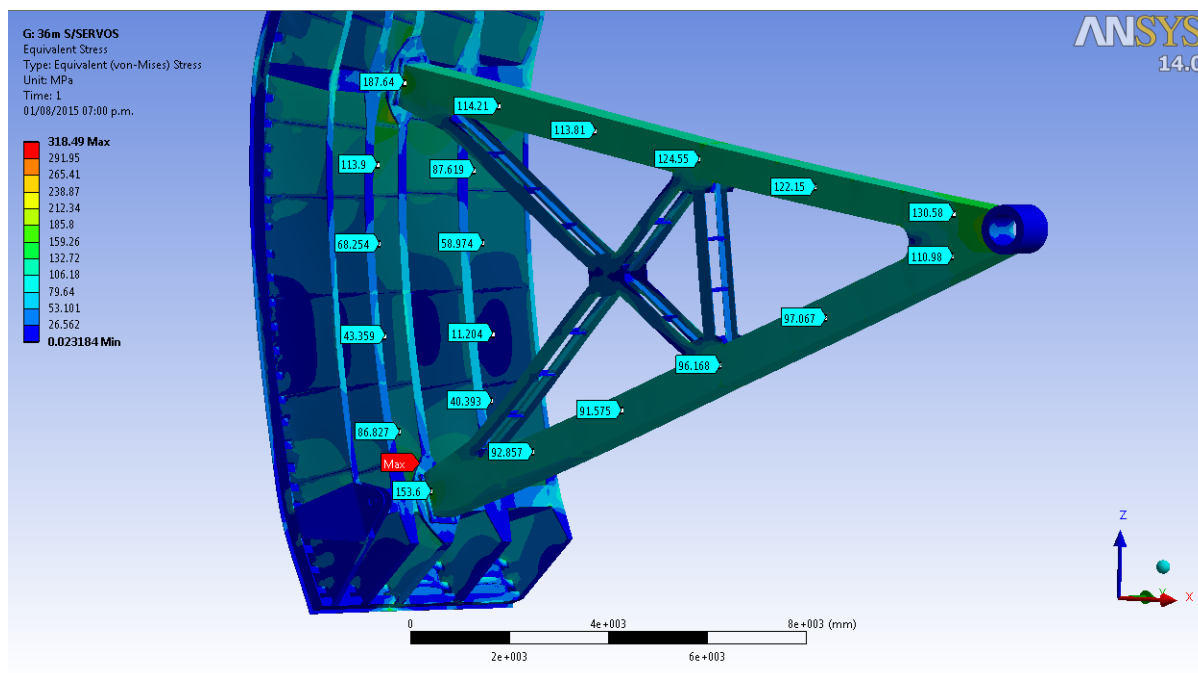


Figura 47 - Tensiones de Von Mises

d. Tercer Caso, Nivel 37 m

- Carga hidrostática actuando sobre el escudo correspondiente al nivel 37m.
- Peso propio de la compuerta
- Idénticas condiciones de borde al primer caso Nivel 35m.

- Deformaciones en la dirección X

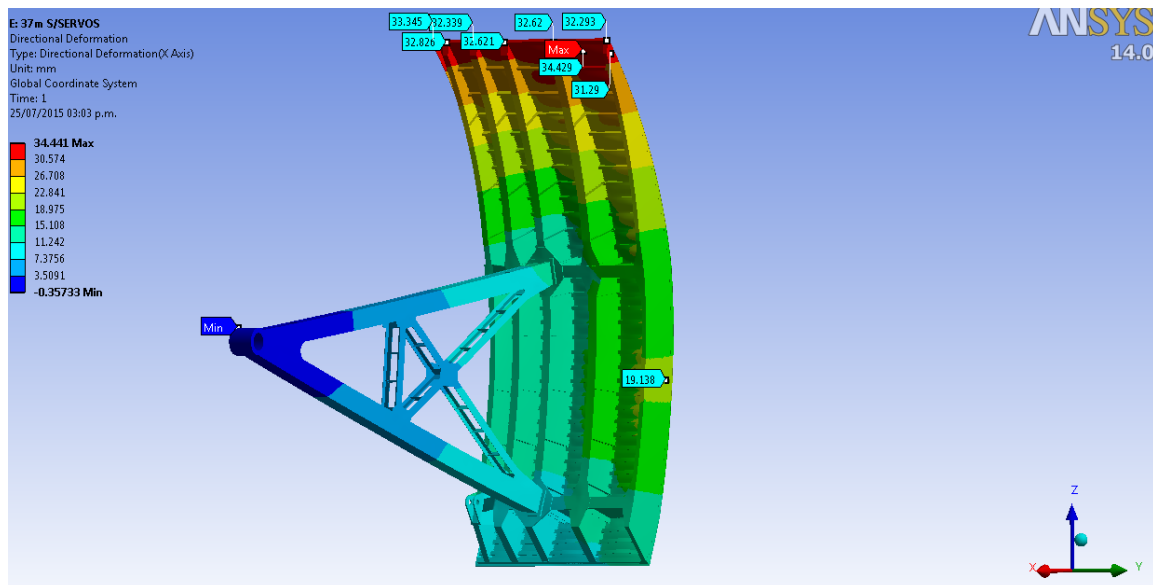


Figura 48 – Deformaciones en la dirección X

En este caso se observa un incremento importante en el valor de las deformaciones del borde superior con respecto al caso de EL. 35 m. Observando las deformaciones se pone de manifiesto que el centro de presiones o resultante de cargas de la carga hidrostática, se desplaza hacia la parte superior de la bisectriz ente los dos brazos, manifestando una mayor flexibilidad de la zona superior de la compuerta.

- Tensiones principales

Las tensiones principales de tracción aparecen sobre la chapa del escudo, en la zona media de la compuerta según lo indicado en la Figura 49.

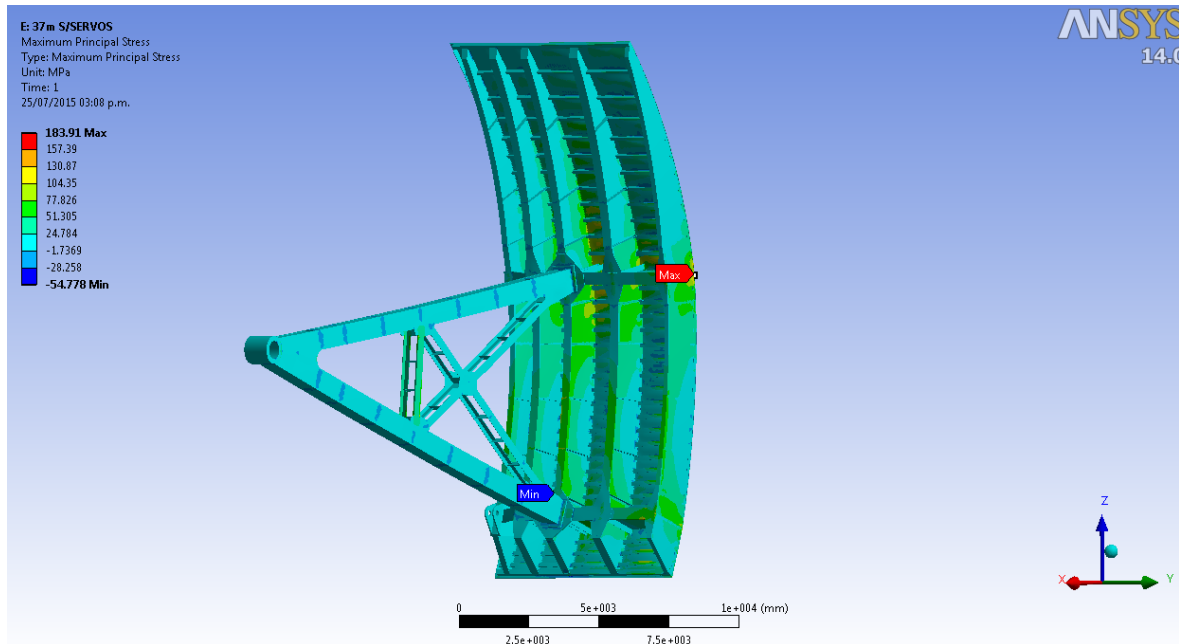


Figura 49 – Tensiones principales

- Tensiones de Von mises

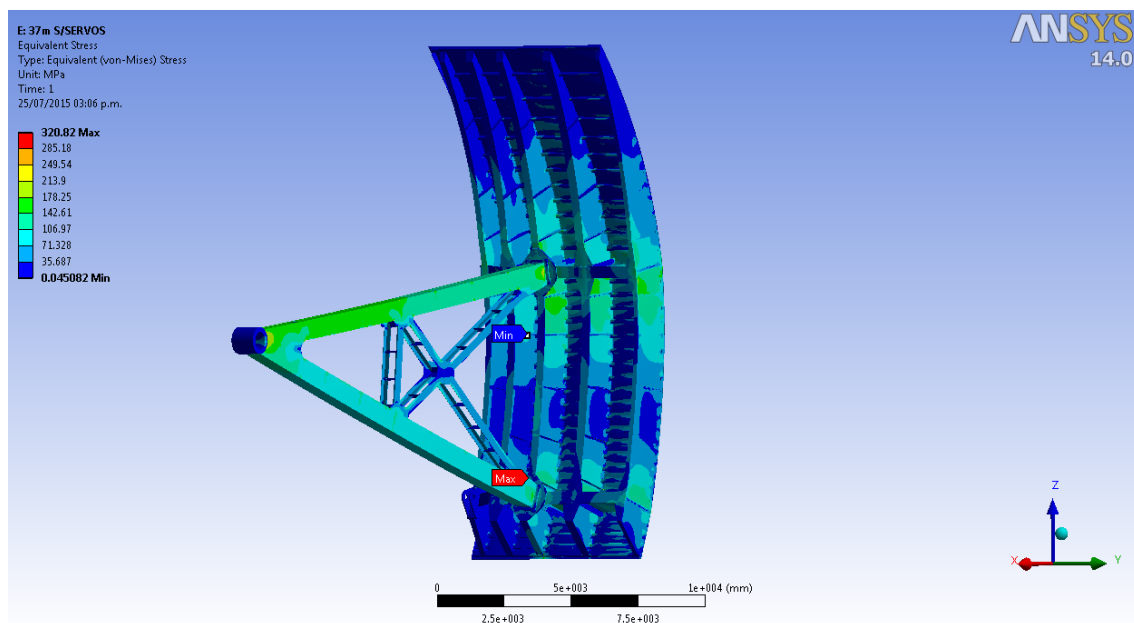


Figura 50 – Tensiones de Von Mises

Las Tensiones de Von mises continúan apareciendo en la zona de unión brazo inferior viga vertical, En este caso, el valor de tensión pico es superior al caso anterior y abarca una zona más extendida. Existe un gradiente pronunciado de tensiones que decrece a valores de un 60 al 70 % de la tensión de fluencia adoptada. (Ver Figura 50, Figura 51 y Figura 52)

- Zona de mayores tensiones. Unión brazo / viga horizontal.

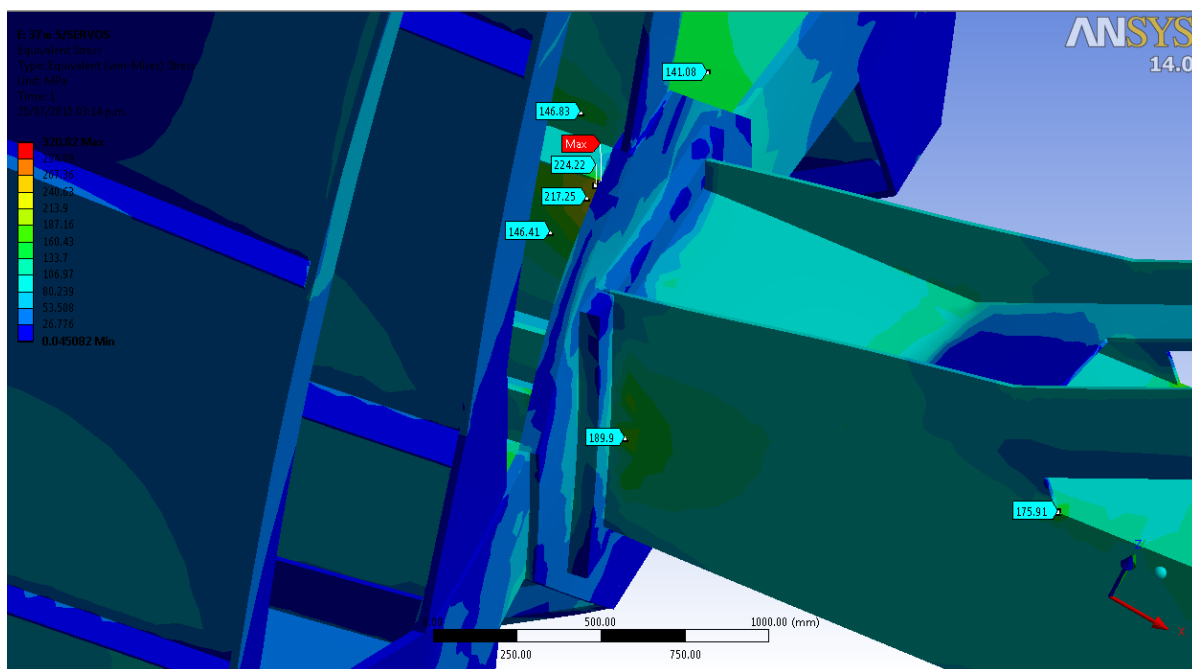


Figura 51 – Zona de mayores tensiones

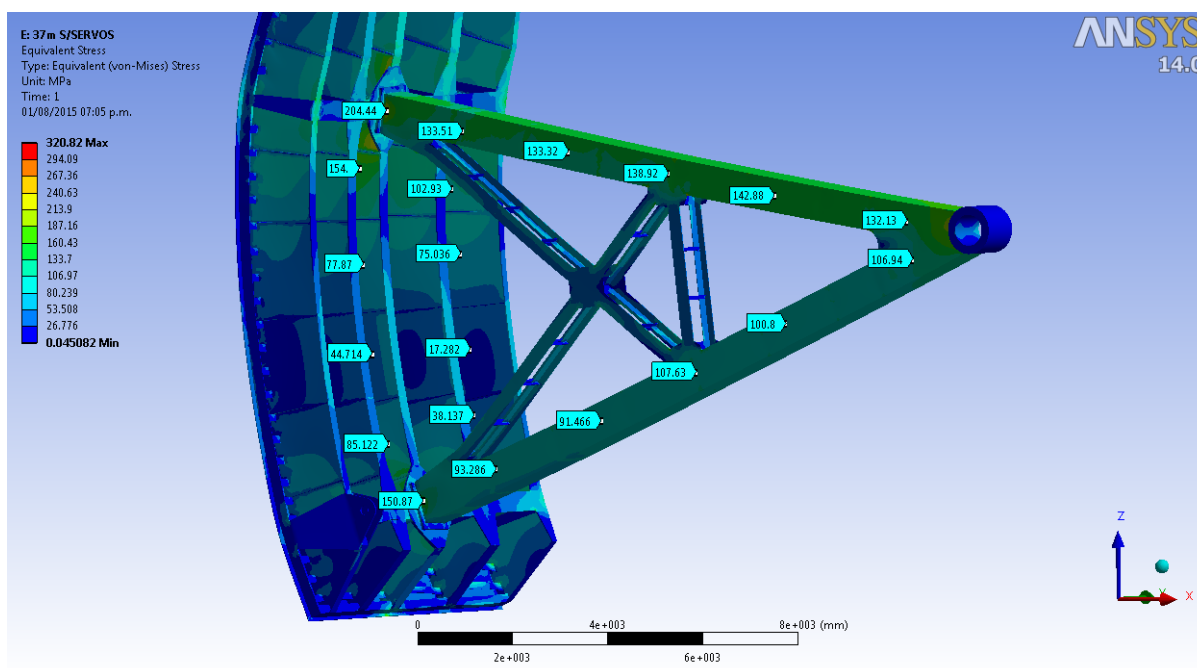


Figura 52 – Tensiones de Von Mises

Se observan también las tensiones en la chapa del escudo que están por debajo de la fluencia pero con valores bastante mayores a las de la condición nominal de EL.35 y con tensiones de tracción en la zona de contacto del escudo con la viga horizontal superior. Para esta condición se visualizan mayores tensiones en el brazo superior con respecto a los casos de carga anteriores. Ver Figura 53.

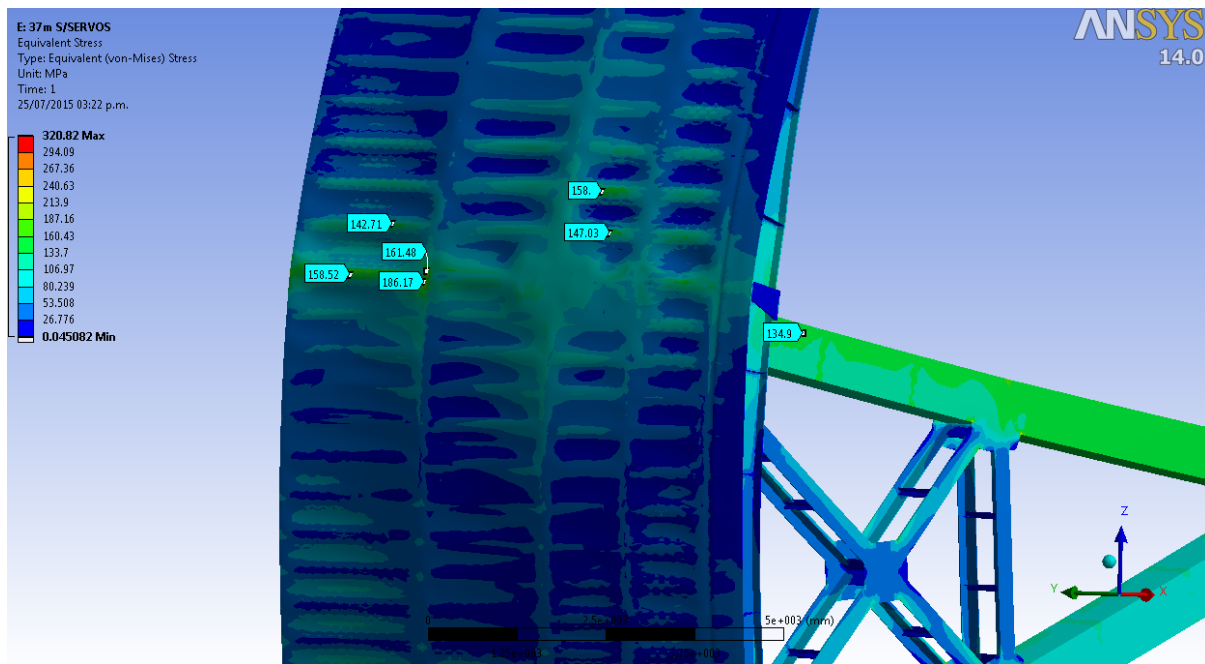


Figura 53 – Zona de mayores tensiones

- e. Cuarto Caso, Nivel 38 m
 - Carga hidrostática actuando sobre el escudo correspondiente al nivel 38 m
 - Peso propio de la compuerta
 - Idénticas condiciones de borde al primer caso Nivel 35 m

- Deformaciones en la dirección X

Siendo las mayores en la zona del borde superior. De la figura de desplazamientos se observa que las vigas verticales de la estructura tienen una marcada flexión a partir de la unión con el brazo superior. Ver Figura 54.

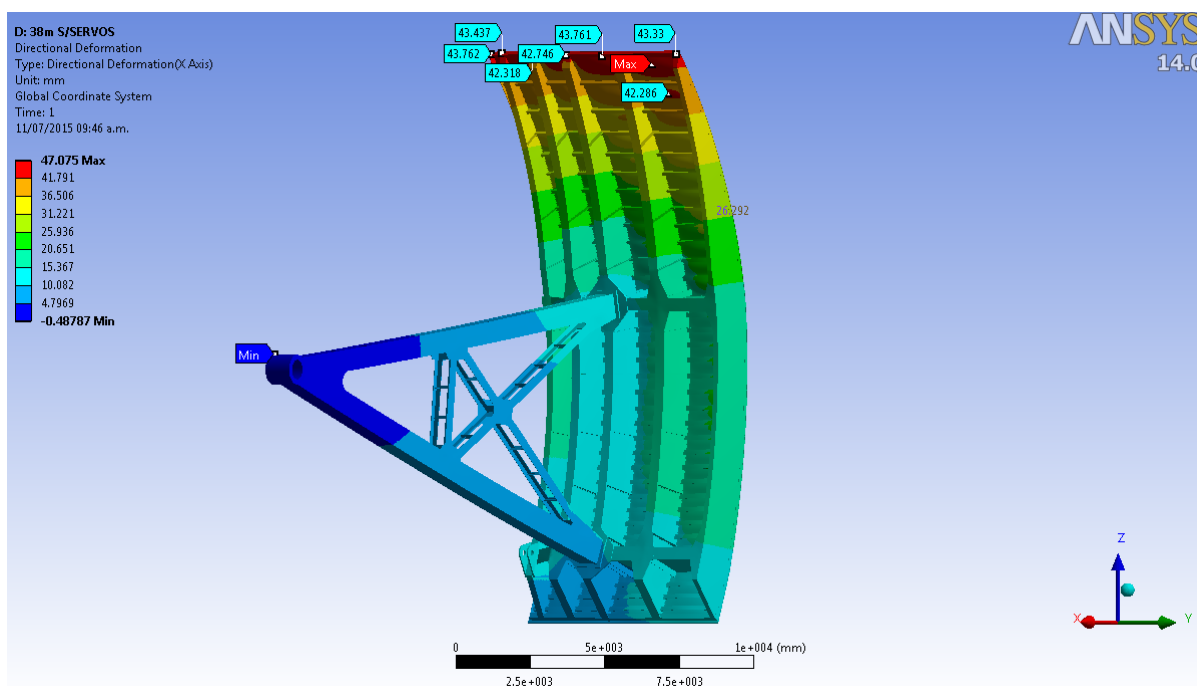


Figura 54 – Deformación en la dirección X

- Tensiones principales.

En este caso las tensiones principales se ubican en una zona diferente a los casos anteriores, según se observa en la Figura 55 y con un valor superior, siendo este de tracción. También la chapa del escudo y de los refuerzos horizontales tienen mayores tensiones respecto a los casos anteriores de acuerdo a lo mostrado en Figura 55 y Figura 56.

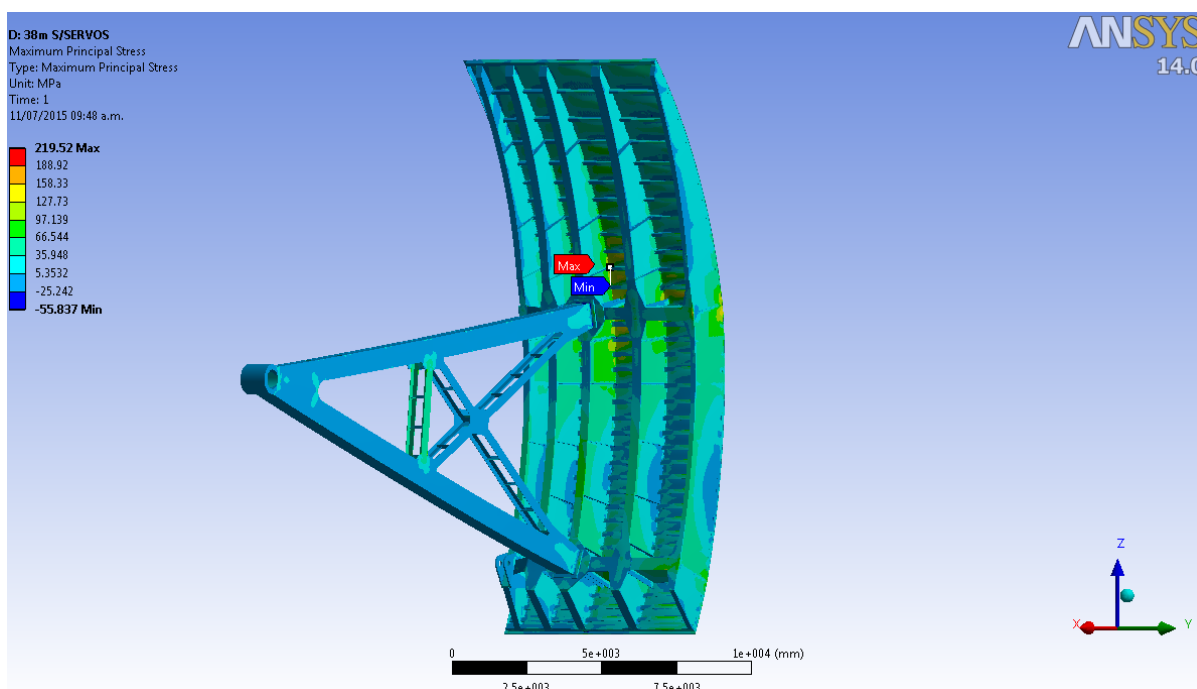


Figura 55 – Tensiones principales

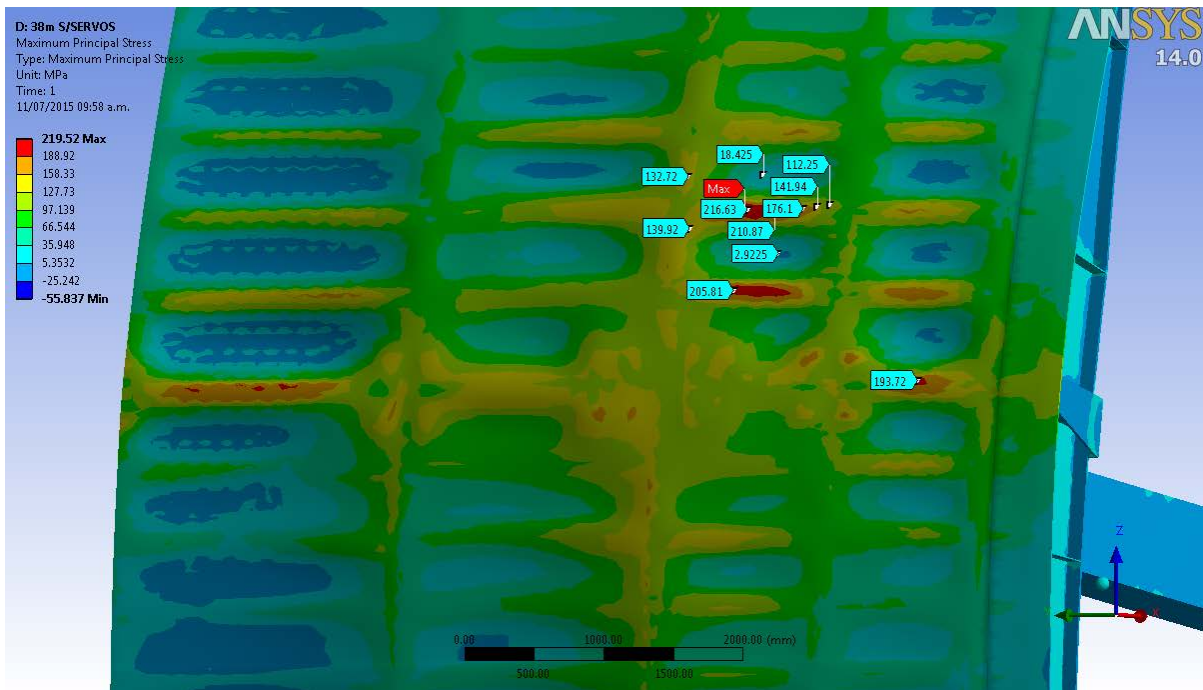


Figura 56 – Zona de mayores tensiones

El valor pico de tensiones de Von Mises se encuentran muy próximo a la fluencia del material en correspondencia con las zonas de mayor tensión principal, de acuerdo a las Figura 57 y Figura 58. En esta condición de carga las zonas que tienen valores de tensiones mayores se han trasladado a la zona próxima de unión del brazo superior y la viga vertical respectiva. Las tensiones en el brazo superior y en los refuerzos horizontales resultan superiores a los casos anteriores.

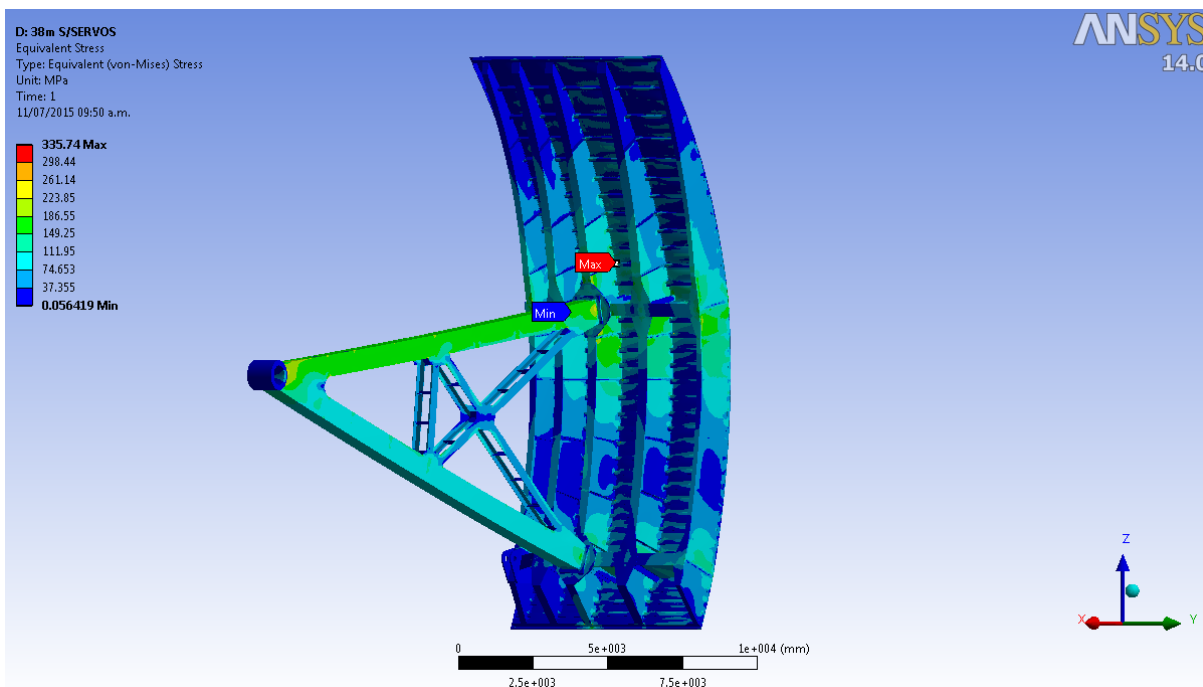


Figura 57 – Tensiones de Von Mises

Detalle de tensiones de Von Mises y su distribución en la estructura.

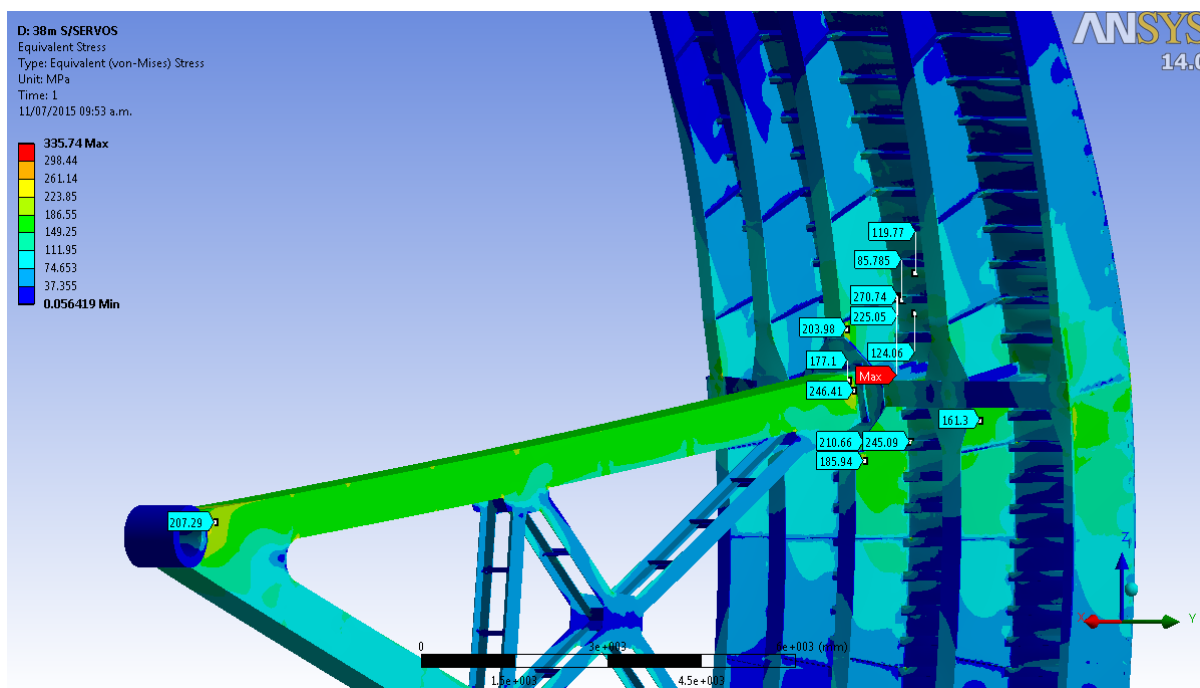


Figura 58 - Tensiones de Von Mises

Detalle de tensiones de Von Mises y su distribución en la estructura.

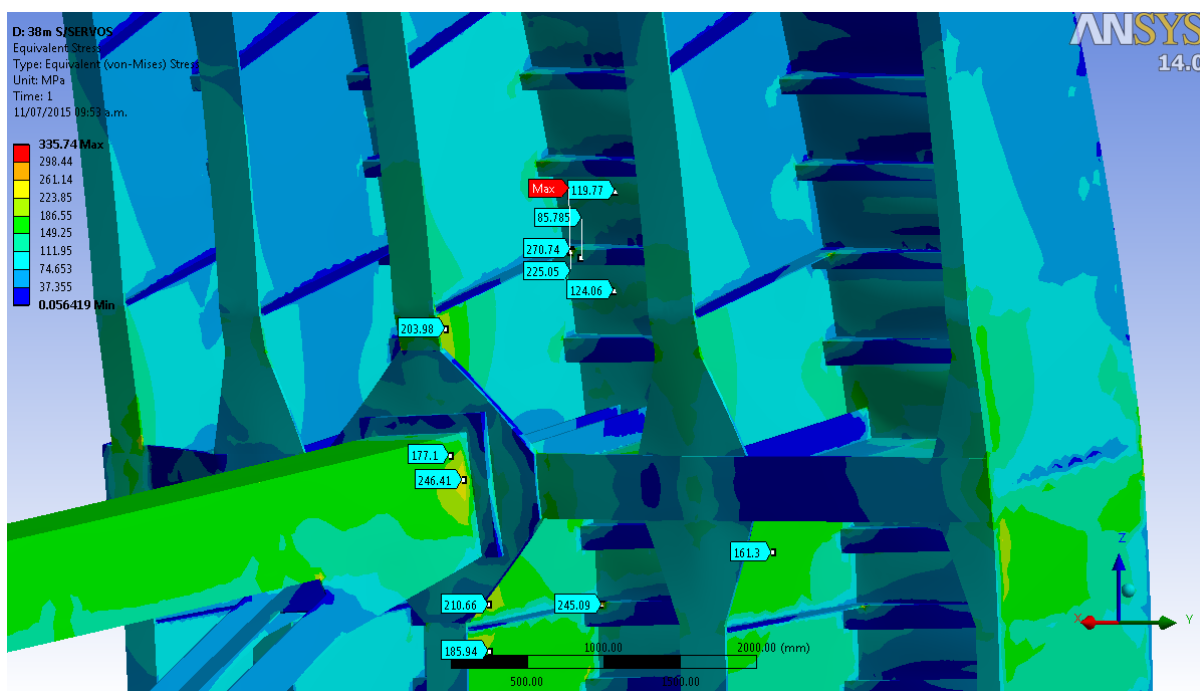


Figura 59 - Zona de mayores tensiones

Detalle de tensiones de Von Mises lado escudo.

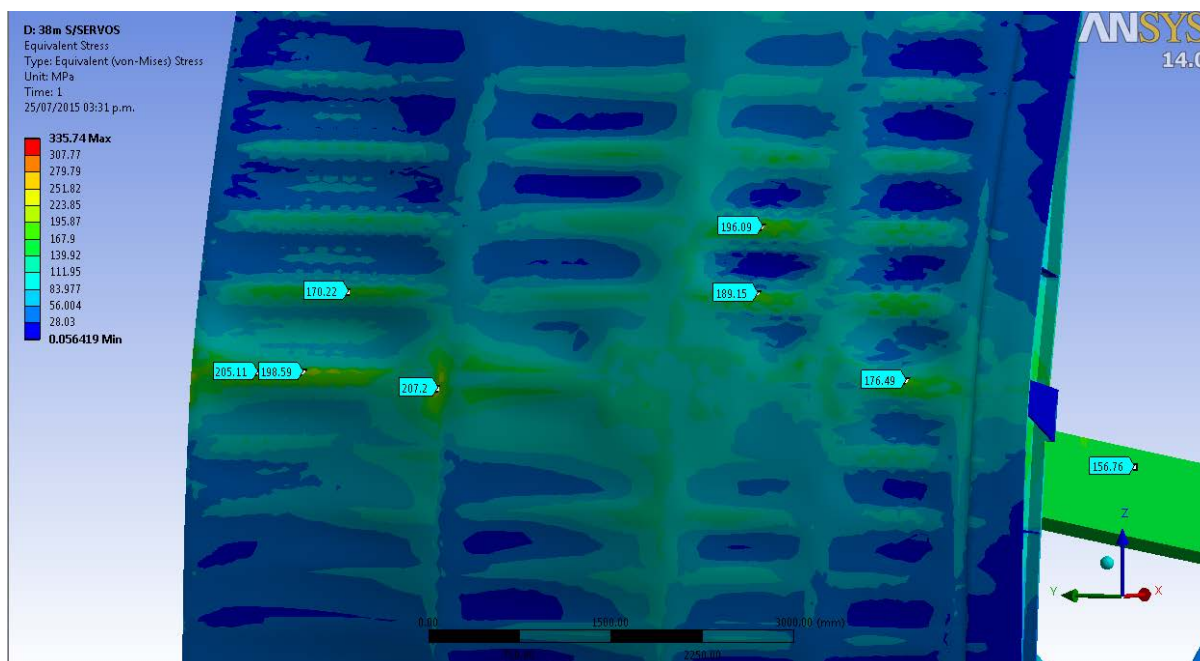


Figura 60 - Tensiones de Von Mises

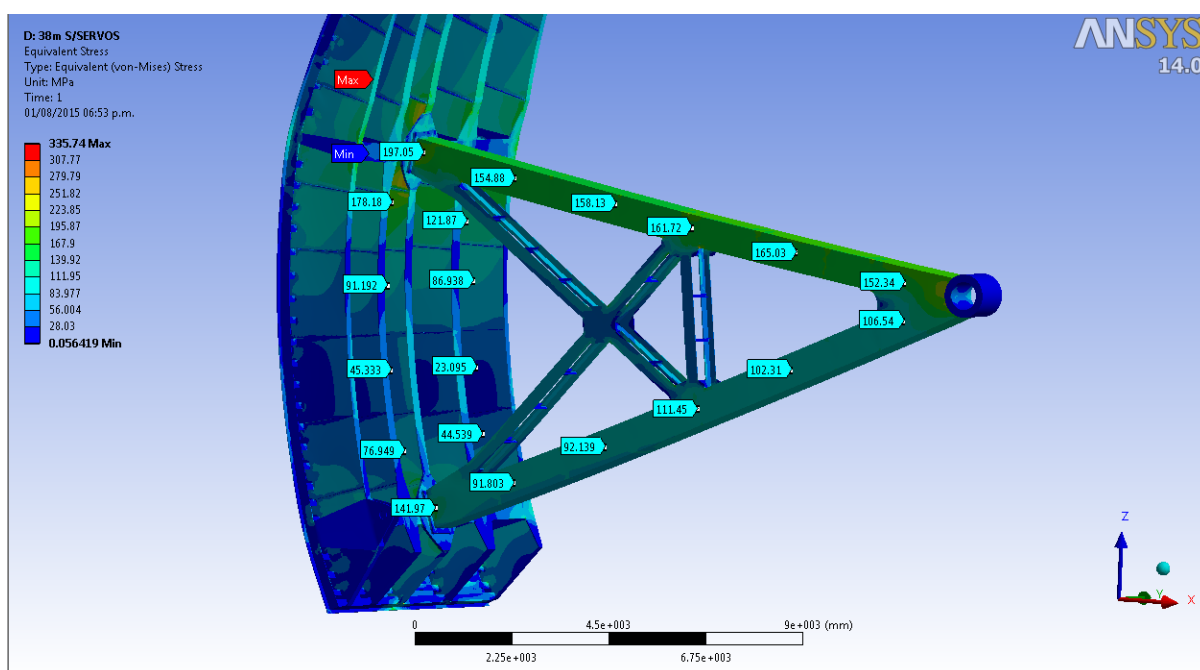


Figura 61 - Tensiones de Von Mises

f. Adicionalmente a los casos anteriormente mostrados se ha utilizado el modelo para efectuar las siguientes simulaciones:

- Nivel de Embalse EL. 37 m y EL 38 m
- Nivel en la restitución EL. 18, 19 y EL. 20 m

El objetivo de estas modelaciones es determinar el efecto que tendría un nivel superior aguas abajo sobre la estructura de la compuerta considerando que la misma estuviera cerrada y sin carga de los servos. Estos estados de carga agregan seis nuevos posibles casos de análisis.

1^{er} caso

- Nivel Aguas Arriba EL. 37 m
- Nivel Aguas Abajo EL.18 m

Las condiciones de borde y de apoyo del modelo en este caso son idénticas a las ya mostradas en los casos anteriores con la excepción que existe una carga de presión sobre la cara de aguas abajo del escudo equivalente a una presión hidrostática por encima de la zona de cierre de la compuerta, correspondiente a EL.18 m. según muestran las Figura 62 y Figura 63.

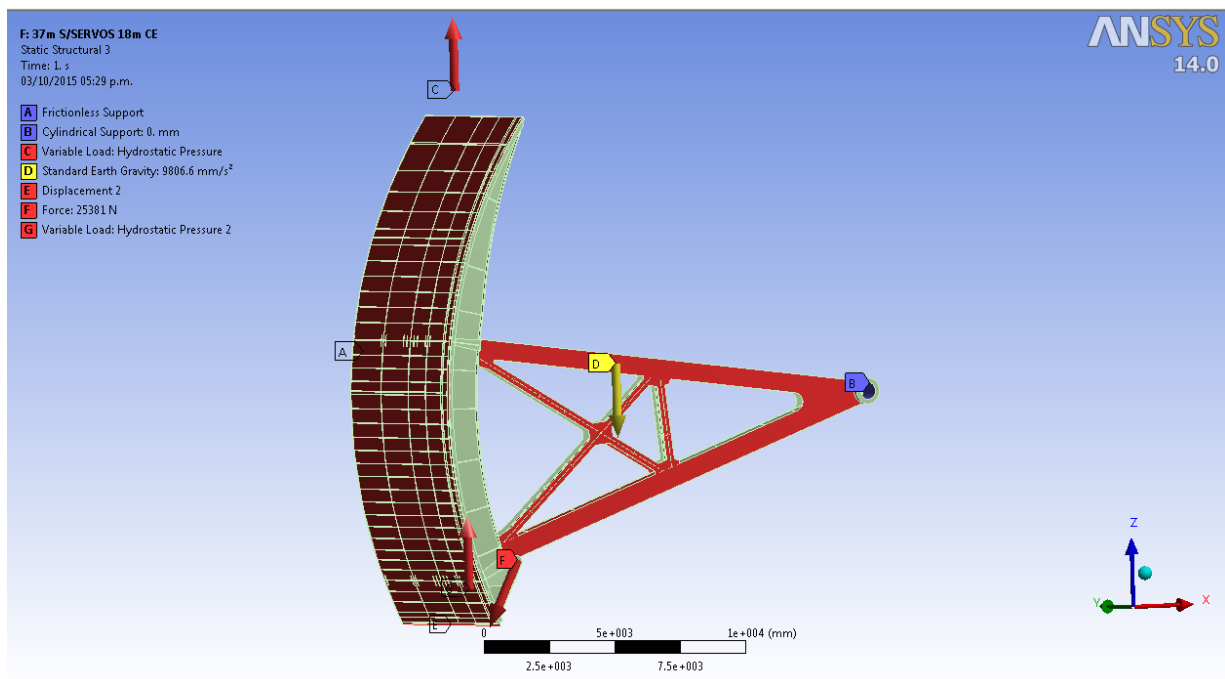


Figura 62 – Estado de cargas

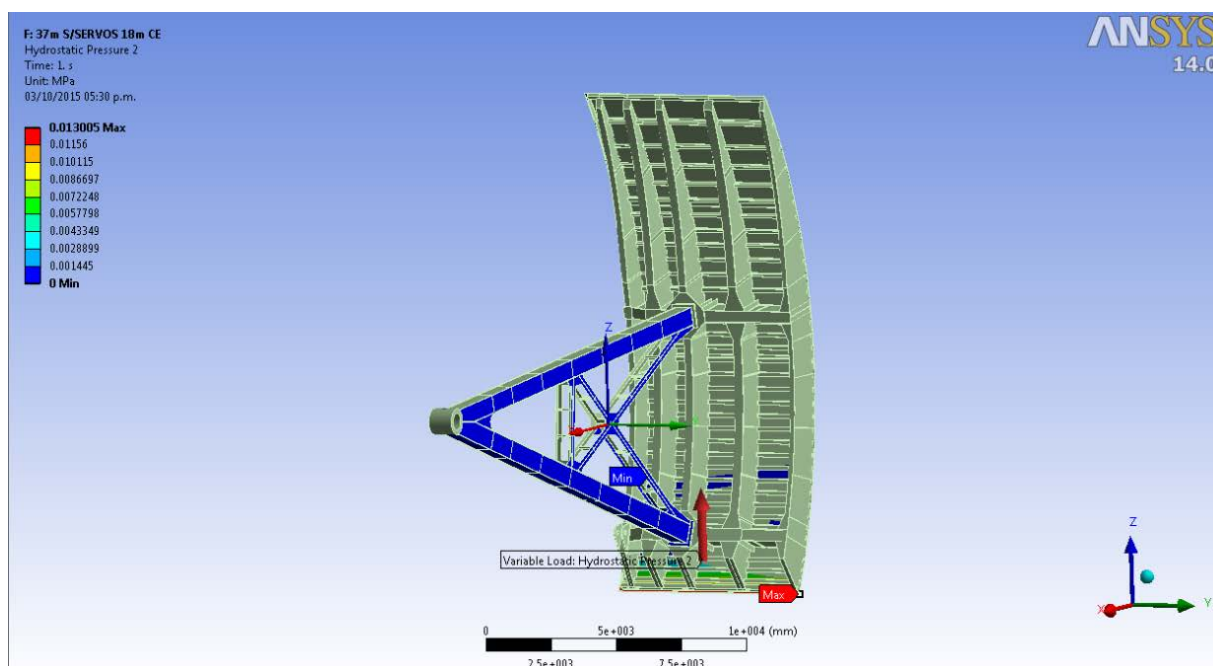


Figura 63 - Estado de cargas

- Deformaciones en la dirección X

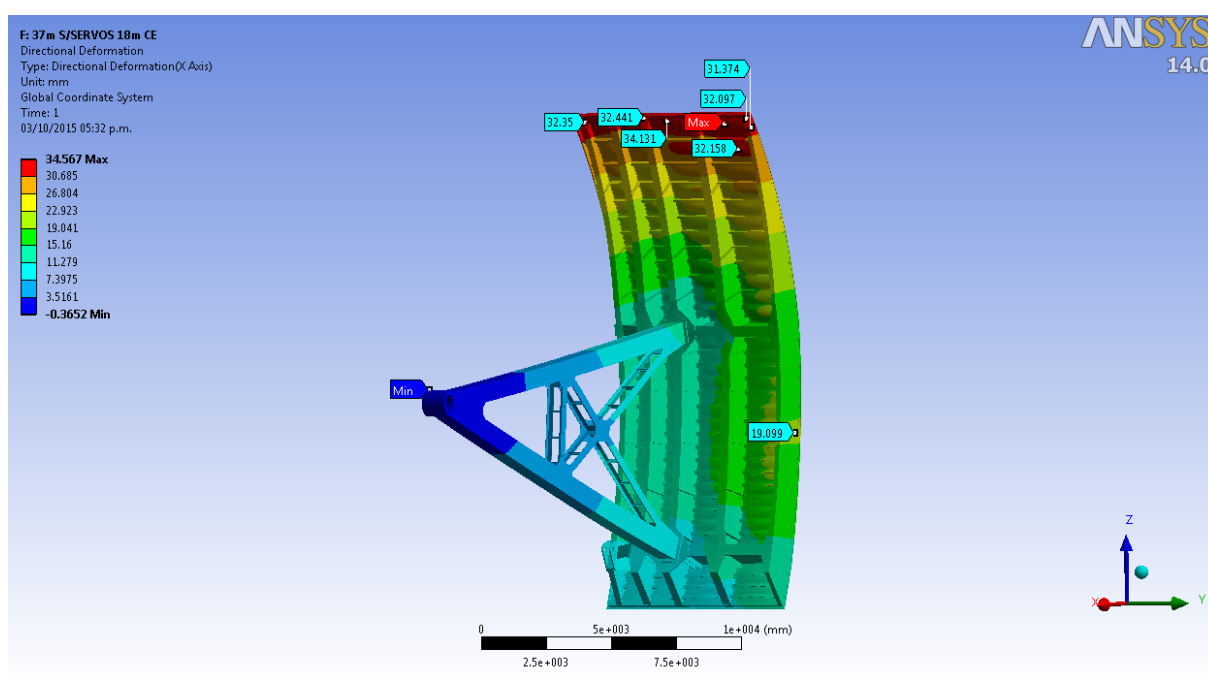


Figura 64 – Deformaciones en la dirección X

Los valores de desplazamiento que se observan en este caso son similares a los obtenidos para el caso EL.37 sin nivel de agua en la restitución.

- Tensiones principales.

Las tensiones principales, mostradas en la Figura 65 tienen una distribución similar a idéntico caso de carga sin presión de aguas abajo sobre el escudo de compuerta, correspondiendo este valor pico de tensión principal a una tensión de tracción.

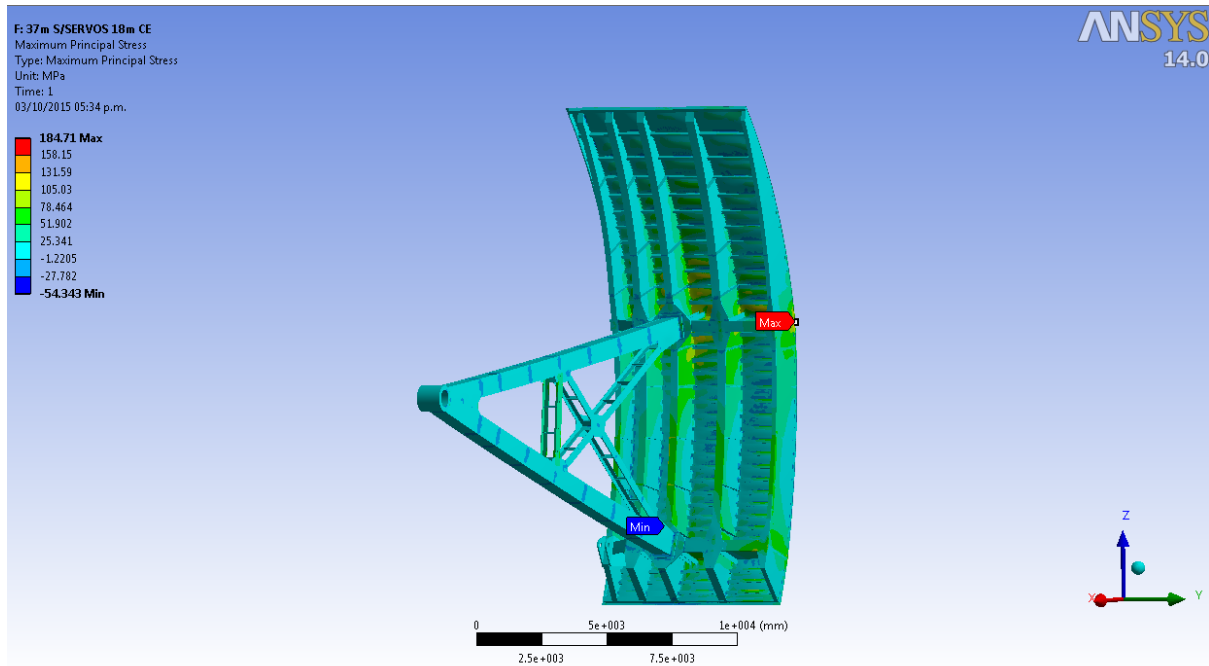


Figura 65 – Tensiones principales

- Tensiones Equivalentes de Von Mises

El esfuerzo de Von Mises pico tiene un valor muy similar al caso en que la compuerta no tiene carga de presión en la cara de aguas abajo del escudo. La distribución de esfuerzos y el gradiente de tensiones resulta también similar, siendo la zona más crítica la que vincula el brazo inferior con la viga horizontal.

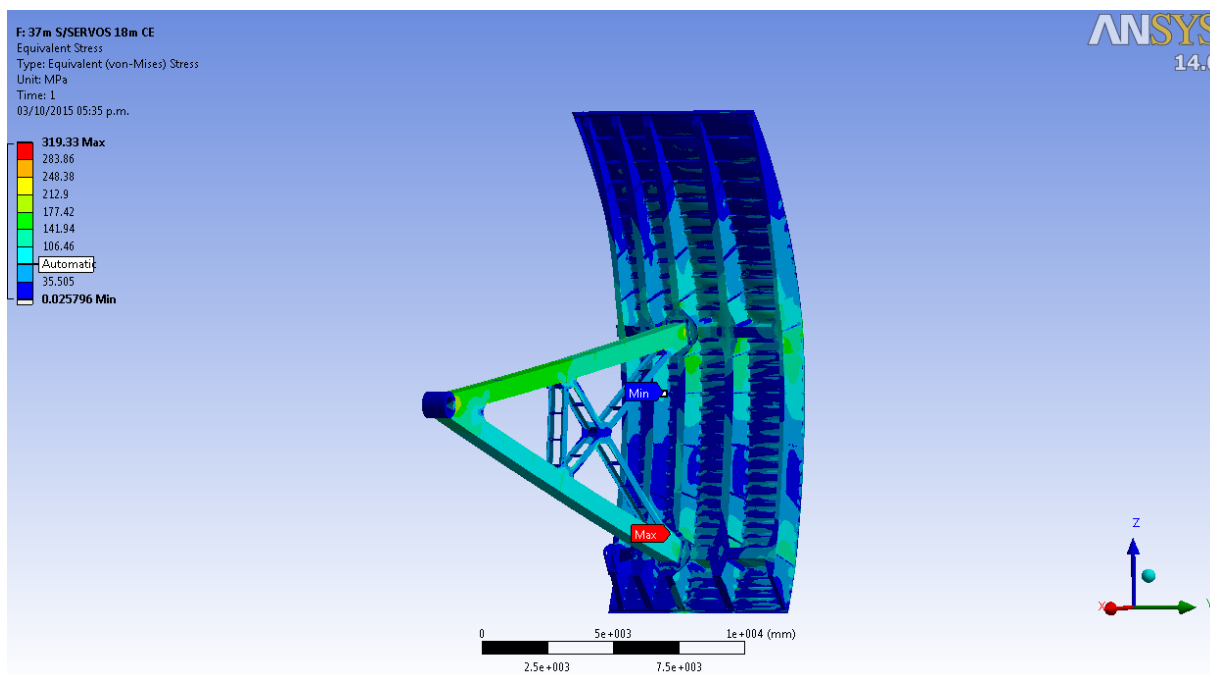


Figura 66 – Tensiones de Von Mises

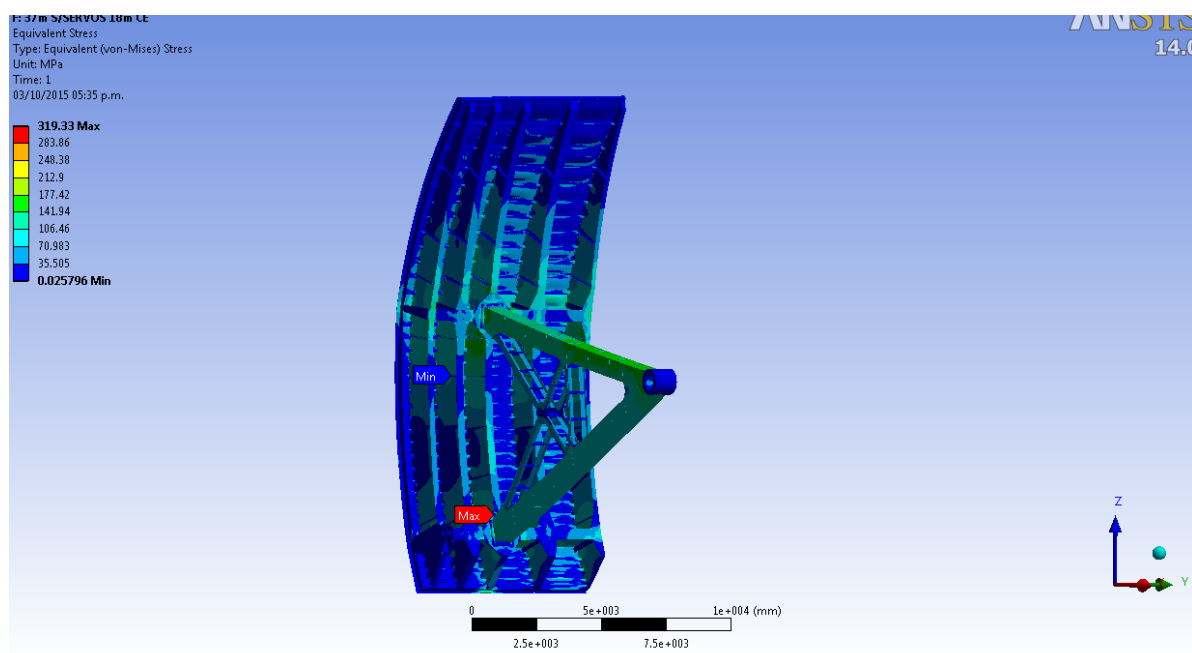


Figura 67 – Tensiones de Von Mises

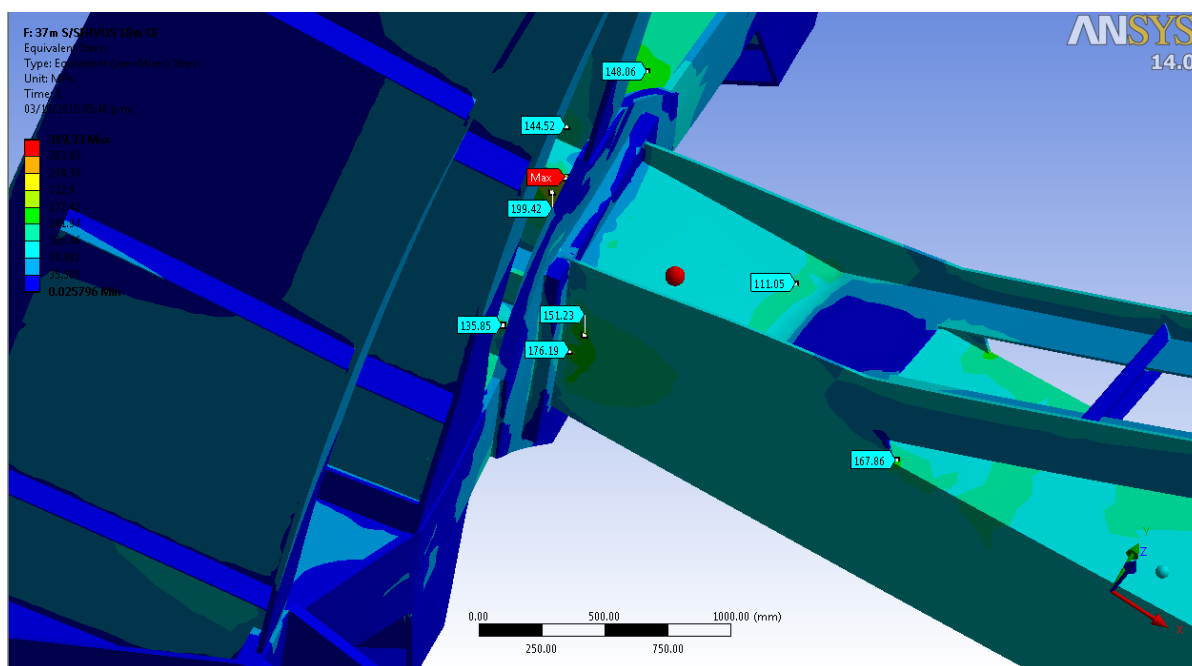


Figura 68 – Zona de mayores tensiones

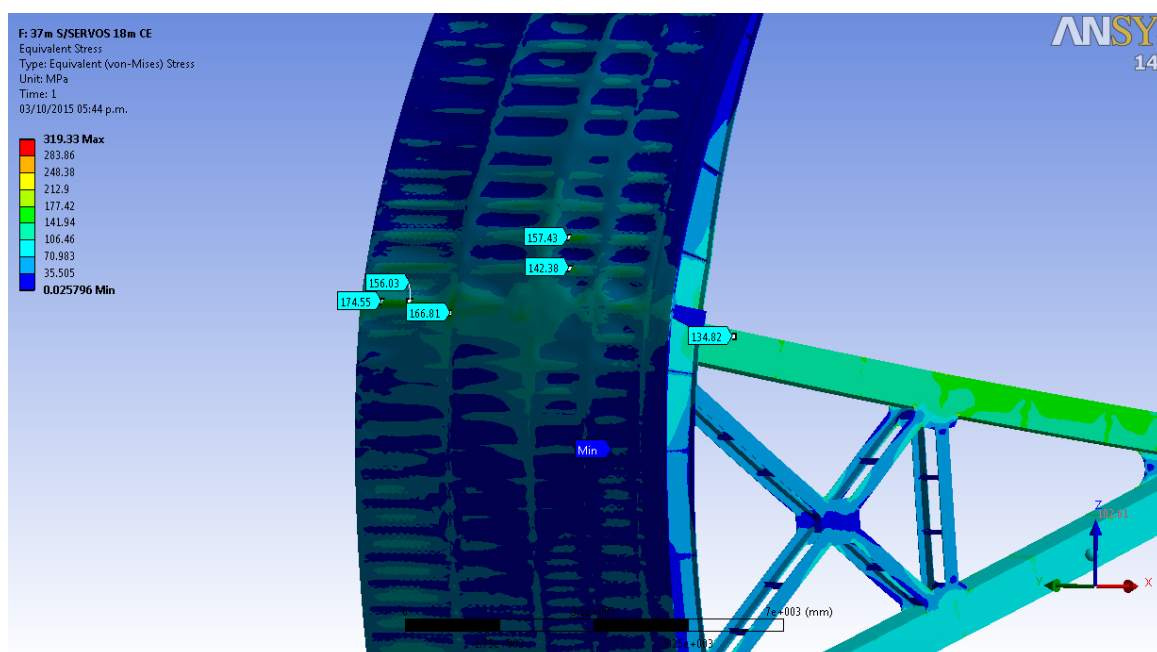


Figura 69 – Tensiones de Von Mises

Se observan en el escudo tensiones combinadas concentradas en la zona de intersección del escudo con la viga horizontal superior de acuerdo a lo mostrado en la Figura 69.

2^{do} caso

- Nivel Aguas Arriba EL. 37 m
- Nivel Aguas Abajo EL.19 m

Las condiciones de borde y de apoyo del modelo en este caso son idénticas a las ya mostradas en los casos anteriores con la excepción que existe una carga de presión sobre la cara de aguas abajo del escudo equivalente a una presión hidrostática por encima de la zona de cierre de la compuerta, correspondiente a EL.19 m. según muestran las Figura 70.

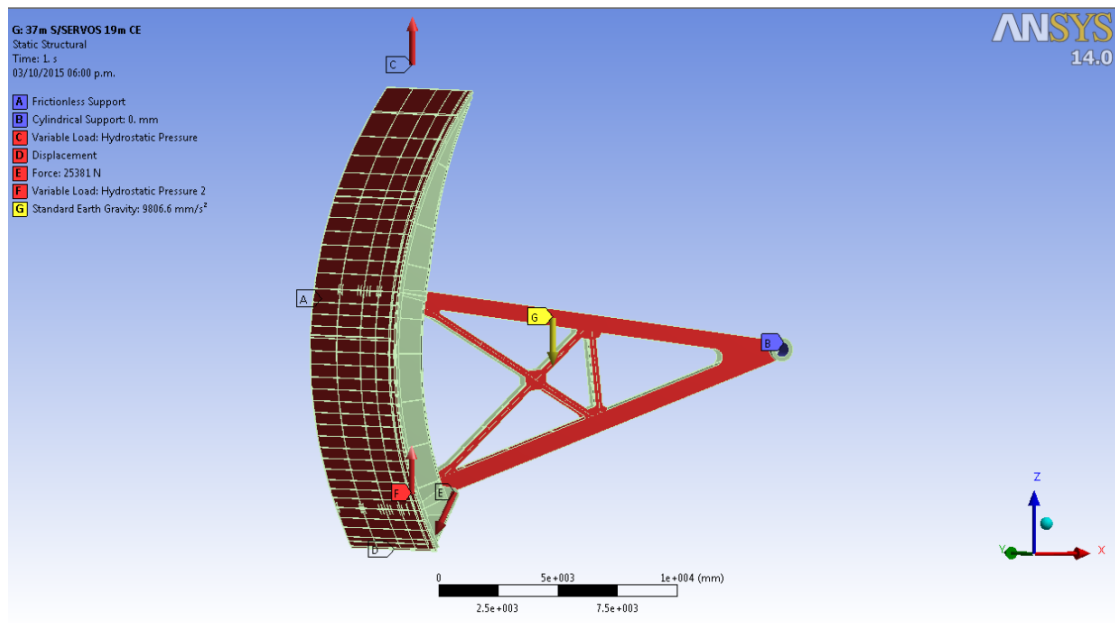


Figura 70 - Estado de cargas

- Deformaciones en la dirección X

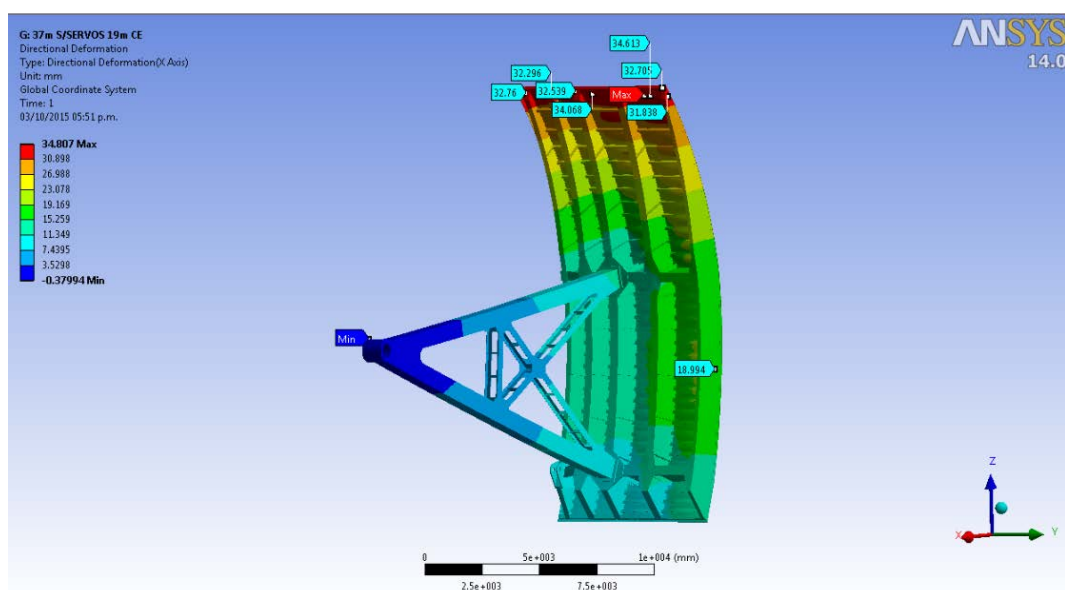


Figura 71 – Deformaciones en la dirección X

Los valores de desplazamiento que se observan en este caso son similares a los obtenidos para el caso EL.37 sin nivel de agua en la restitución. No se observan importantes variaciones respecto a los valores de desplazamiento

- Tensiones principales.

Las tensiones principales, mostradas en la Figura 72 tienen una distribución similar a idéntico caso de carga sin presión de aguas abajo sobre el escudo de compuerta, correspondiendo este valor pico de tensión principal a una tensión de tracción. El valor de tensión principal es ligeramente superior.

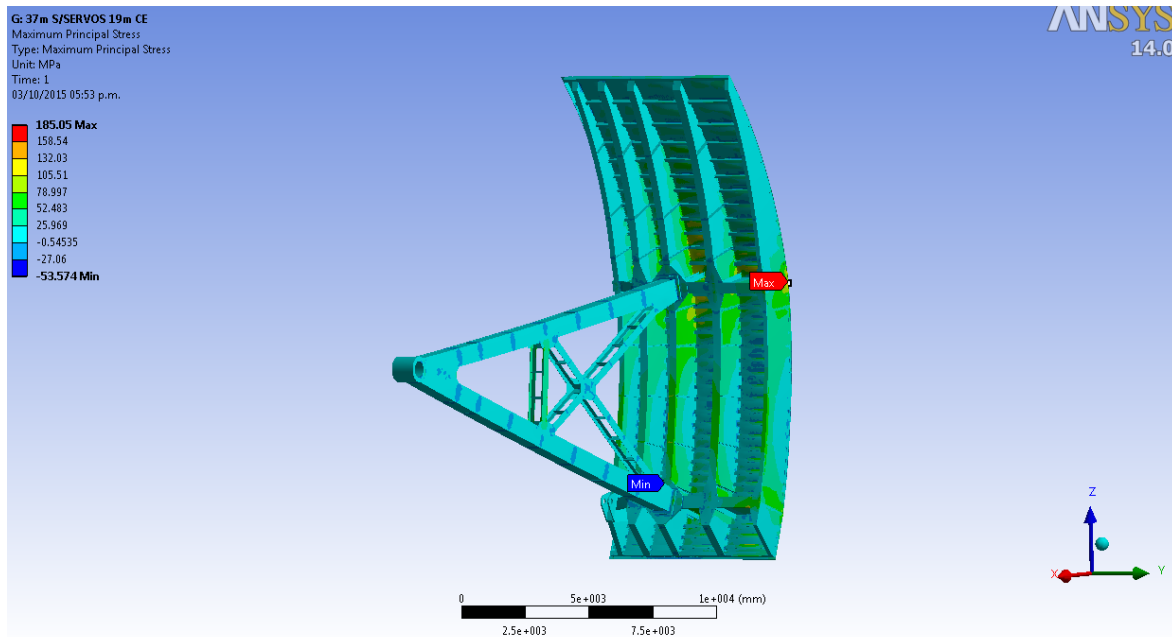


Figura 72 – Tensiones principales

- Tensiones Equivalentes de Von Mises

El esfuerzo de Von Mises pico tiene un valor ligeramente menor, (1%), al caso en que la compuerta no tiene carga de presión en la cara de aguas abajo del escudo. La distribución de esfuerzos y el gradiente de tensiones resulta también similar, siendo la zona más crítica la que vincula el brazo inferior con la viga horizontal.

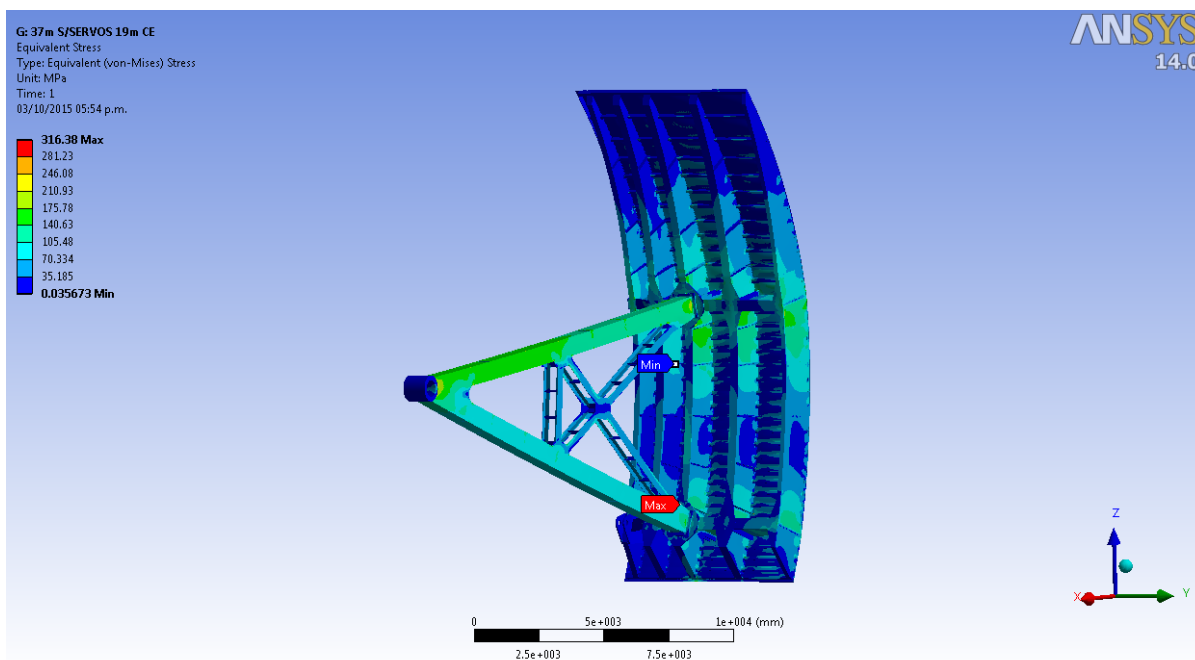


Figura 73 – Tensiones de Von Mises

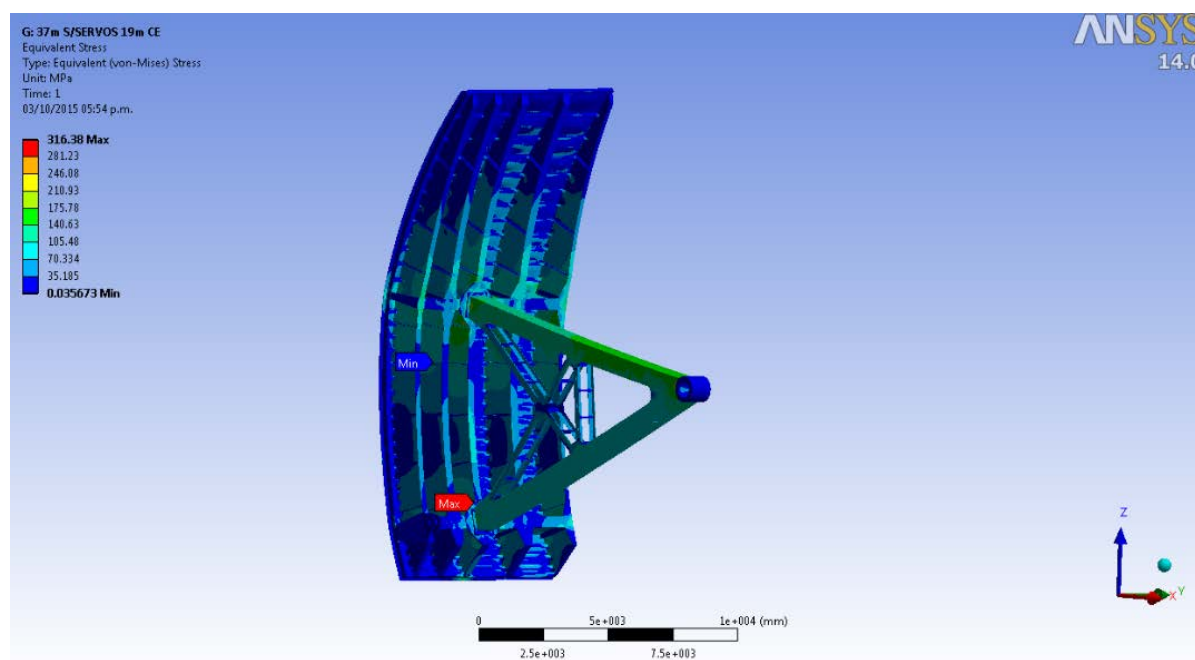


Figura 74 – Tensiones de Von Mises

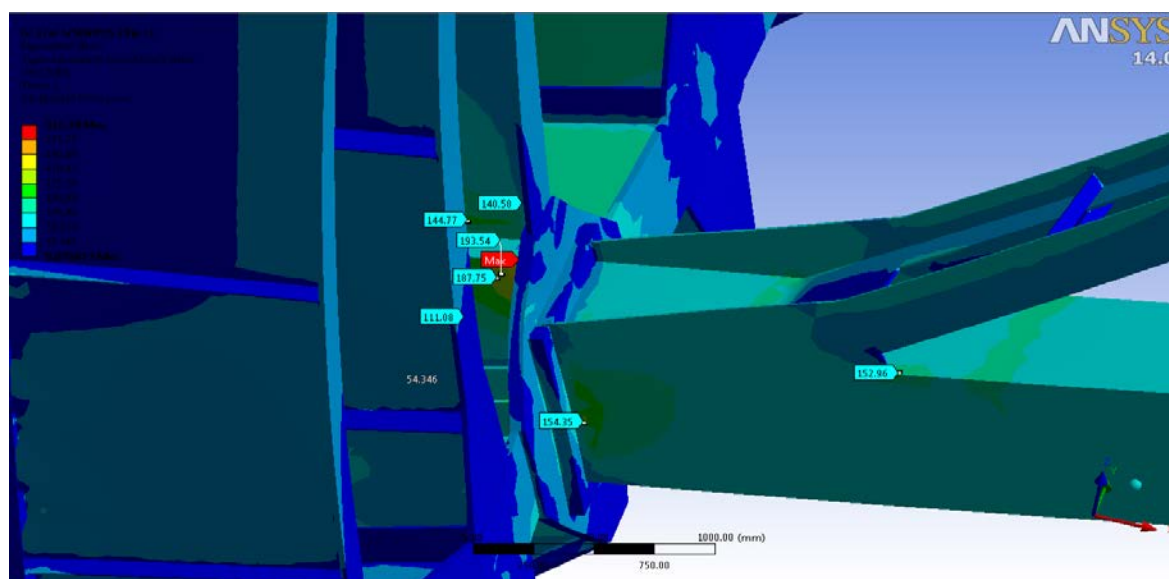


Figura 75 – Zona de mayores tensiones

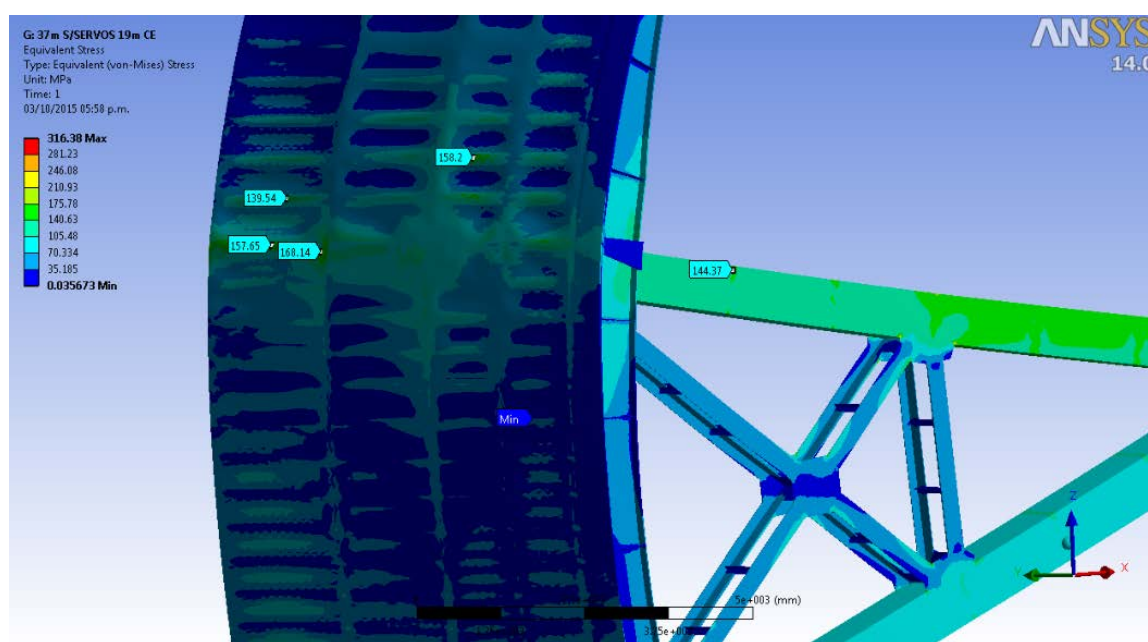


Figura 76 – Tensiones de Von Mises

Se observan en el escudo tensiones combinadas concentradas en la zona de intersección del escudo con la viga horizontal superior de acuerdo a lo mostrado en la Figura 76.

3^{er} caso

- Nivel Aguas Arriba El. 37 m
- Nivel Aguas Abajo EL.20 m

Las condiciones de borde y de apoyo del modelo en este caso son idénticas a las ya mostradas en los casos anteriores con la excepción que existe una carga de presión sobre la cara de aguas

abajo del escudo equivalente a una presión hidrostática por encima de la zona de cierre de la compuerta, correspondiente a EL.20 m. según muestra en la Figura 77

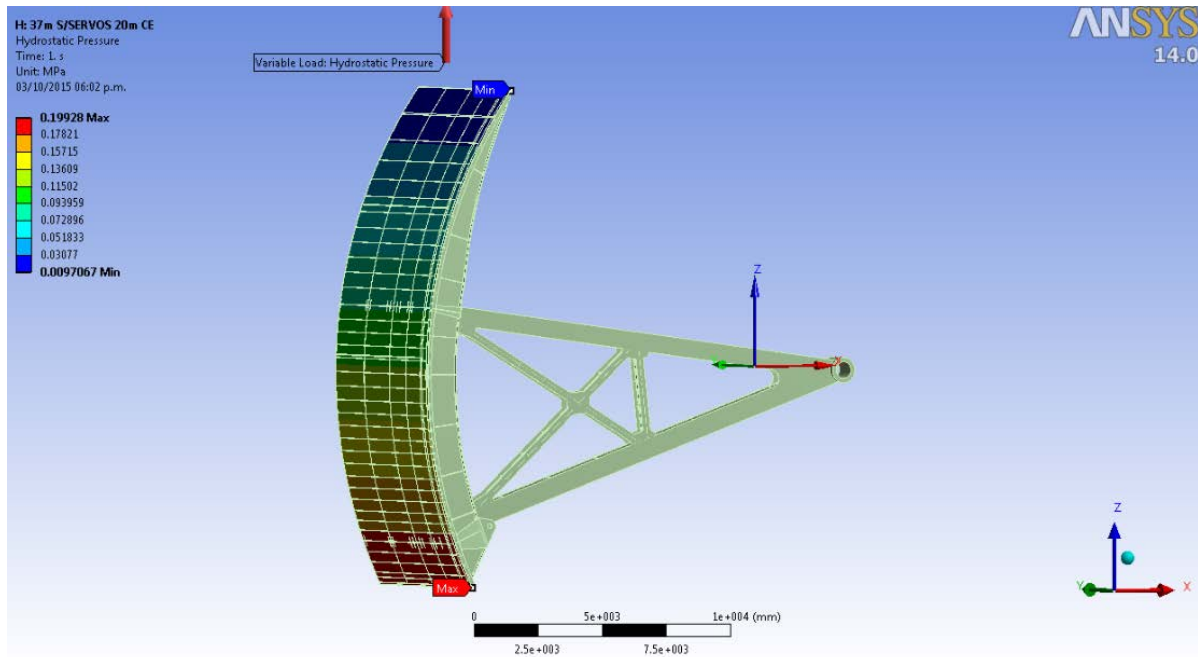


Figura 77 – Presión hidrostática

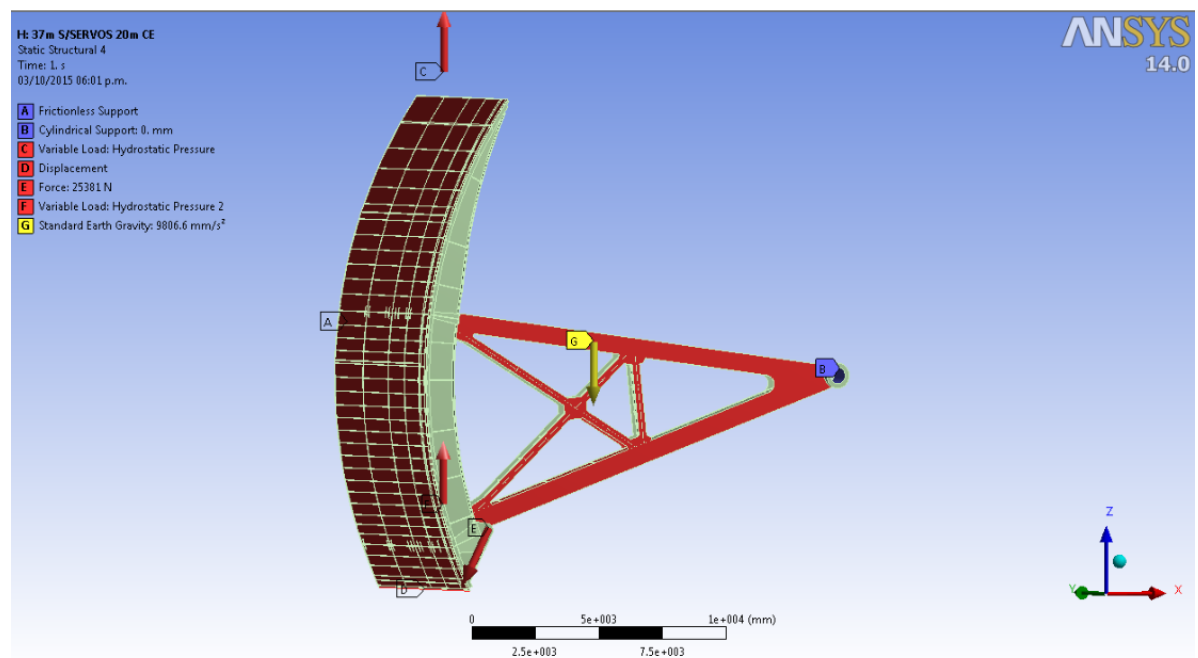


Figura 78 – Estado de cargas

- Deformaciones en la dirección X

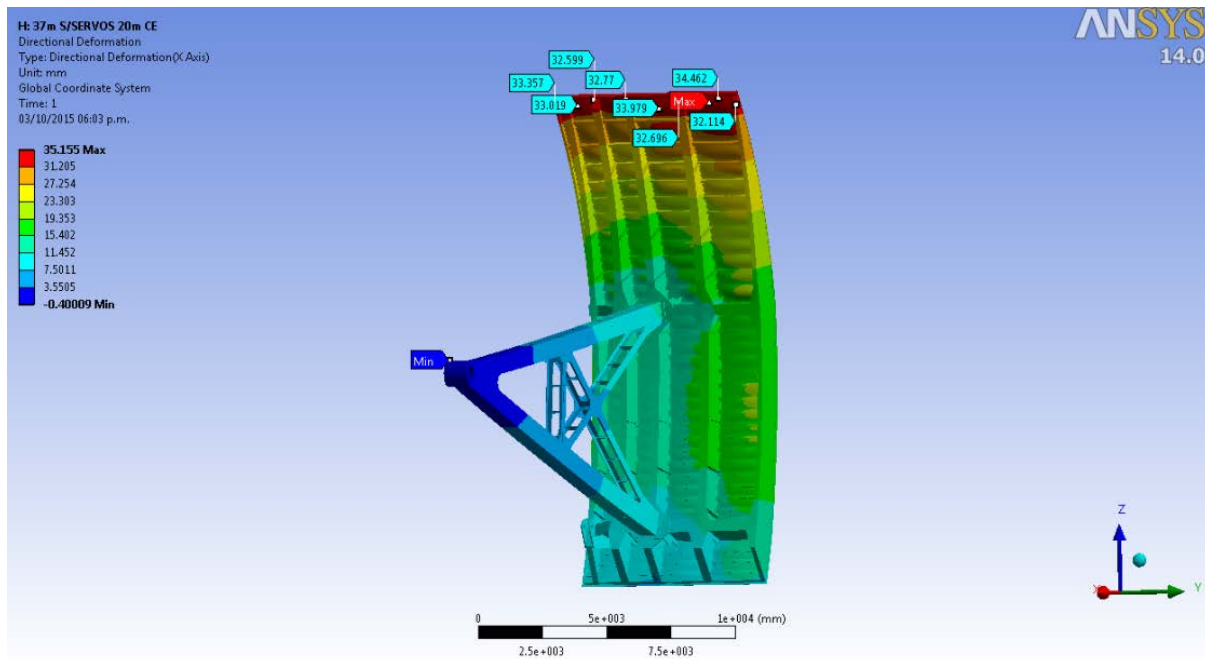


Figura 79 – Deformaciones en la dirección X

Los valores de desplazamiento que se observan en este caso son similares a los obtenidos para el caso EL.37 sin nivel de agua en la restitución. No se observan importantes variaciones respecto a los valores de desplazamiento.

- Tensiones principales.

Las tensiones principales, mostradas en la Figura 80 tienen una distribución similar a idéntico caso de carga sin presión de aguas abajo sobre el escudo de compuerta correspondiendo este valor pico de tensión principal a una tensión de tracción.

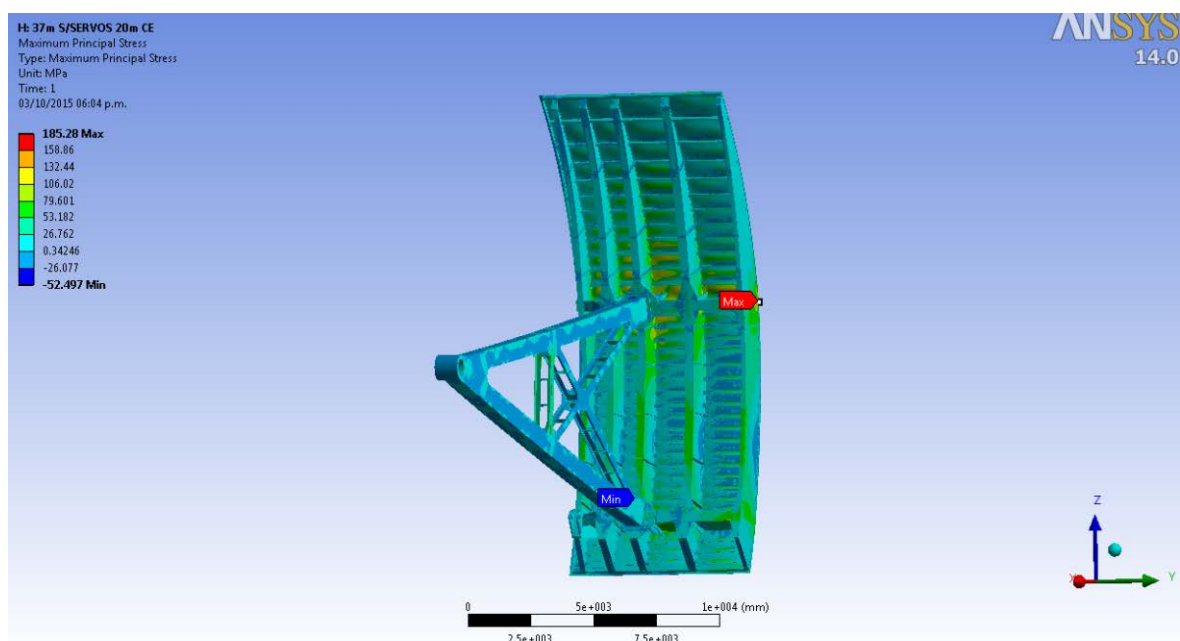


Figura 80 – Tensiones principales

- Tensiones Equivalentes de Von Mises

El esfuerzo de Von Mises pico tiene un valor ligeramente inferior, (2%), al caso en que la compuerta no tiene carga de presión en la cara de aguas abajo del escudo. La distribución de esfuerzos y el gradiente de tensiones resulta también similar, siendo la zona más crítica la que vincula el brazo inferior con la viga horizontal.

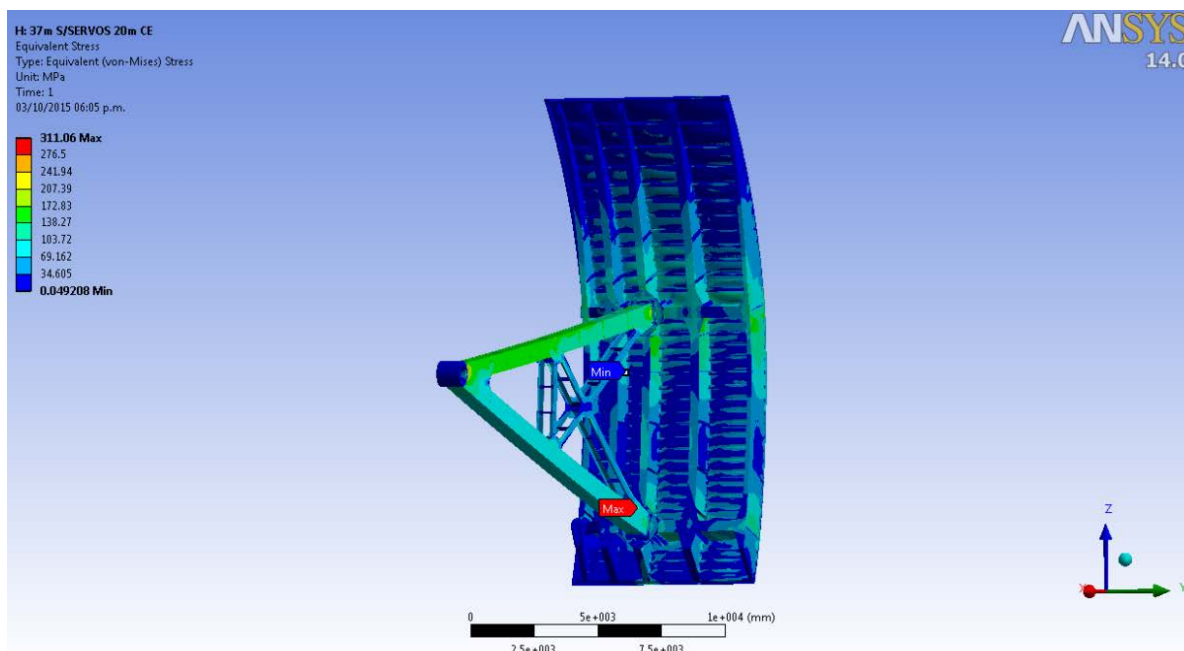


figura 81 – Tensiones de Von Mises

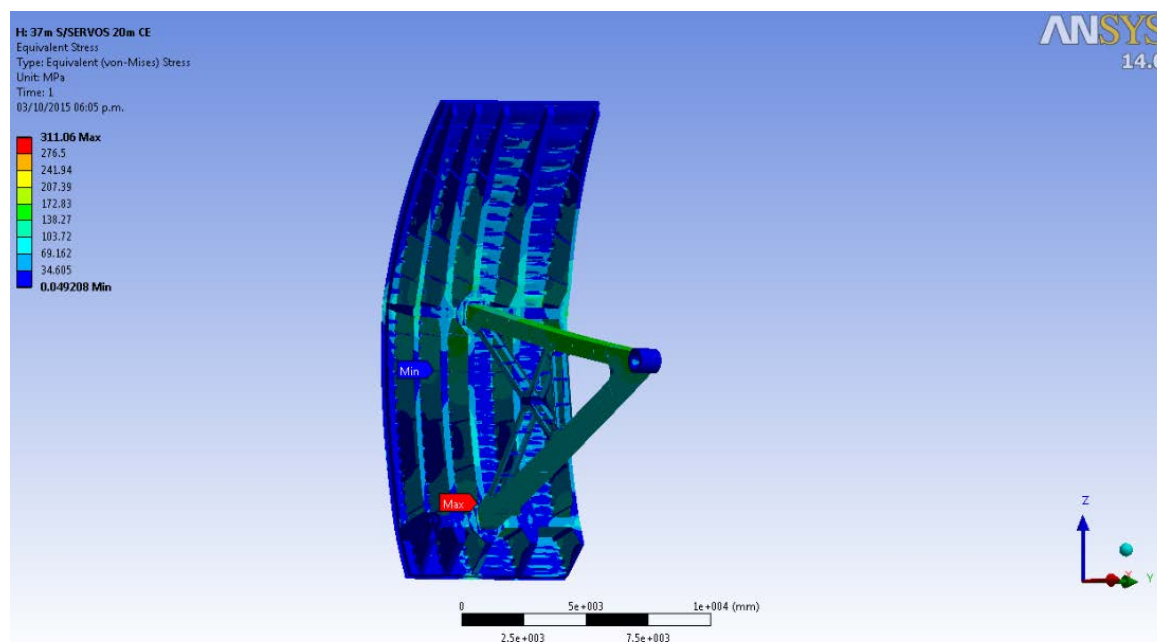


Figura 82 - Tensiones de Von Mises

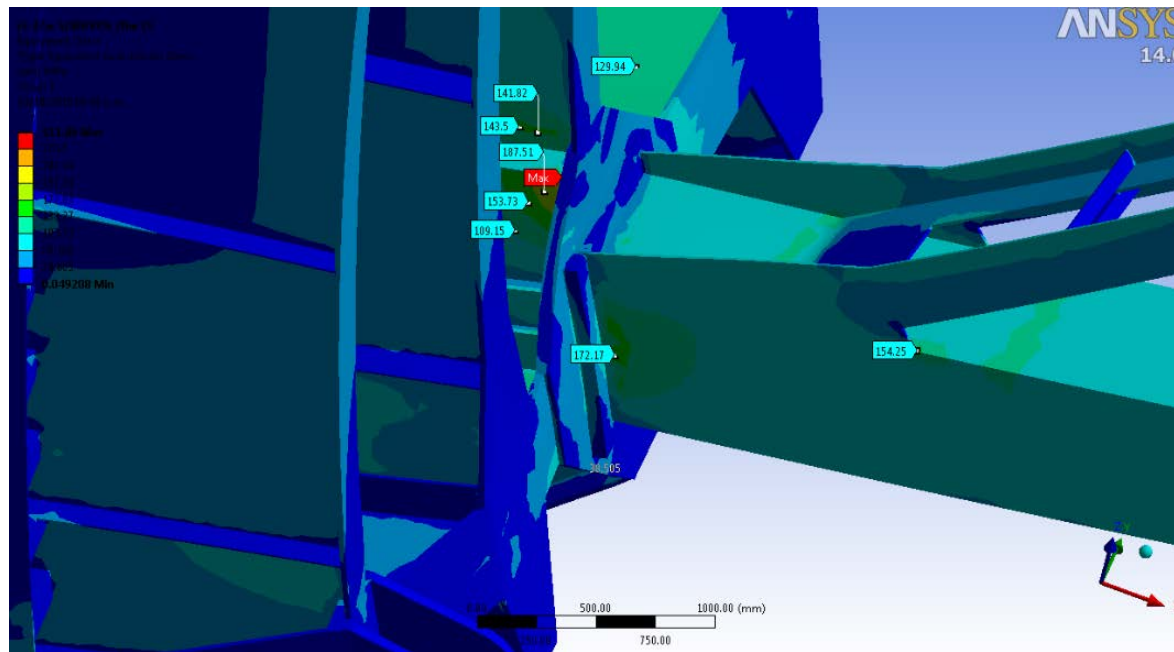


Figura 83 - Zona de mayores tensiones

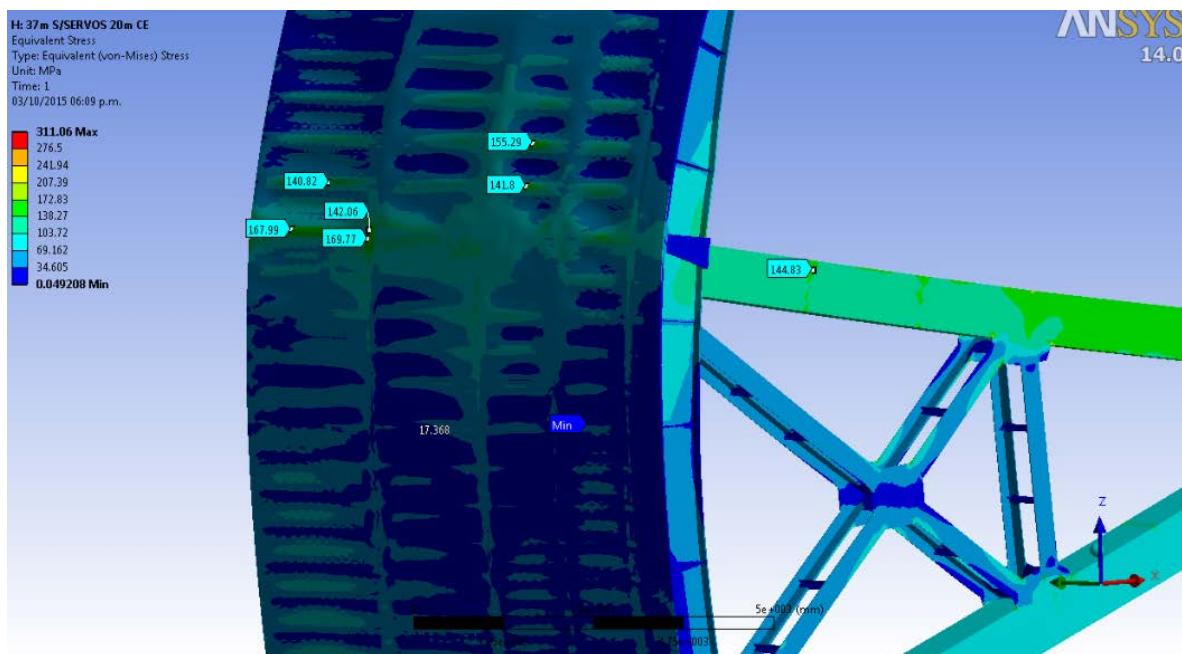


Figura 84 - Tensiones de Von Mises

Se observan en el escudo tensiones combinadas concentradas en la zona de intersección del escudo con la viga horizontal superior de acuerdo a lo mostrado en la Figura 84.

4^{to} caso

- Nivel Aguas Arriba El. 38 m
- Nivel Aguas Abajo El. 18 m

Las condiciones de borde y de apoyo del modelo en este caso son idénticas a las ya mostradas en los casos anteriores con la excepción que existe una carga de presión sobre la cara de aguas abajo del escudo equivalente a una presión hidrostática por encima de la zona de cierre de la compuerta, correspondiente a EL.18 m. y la carga hidrostática correspondiente al nivel El 38 m sobre el lado de aguas arriba, según muestra en la Figura 85.

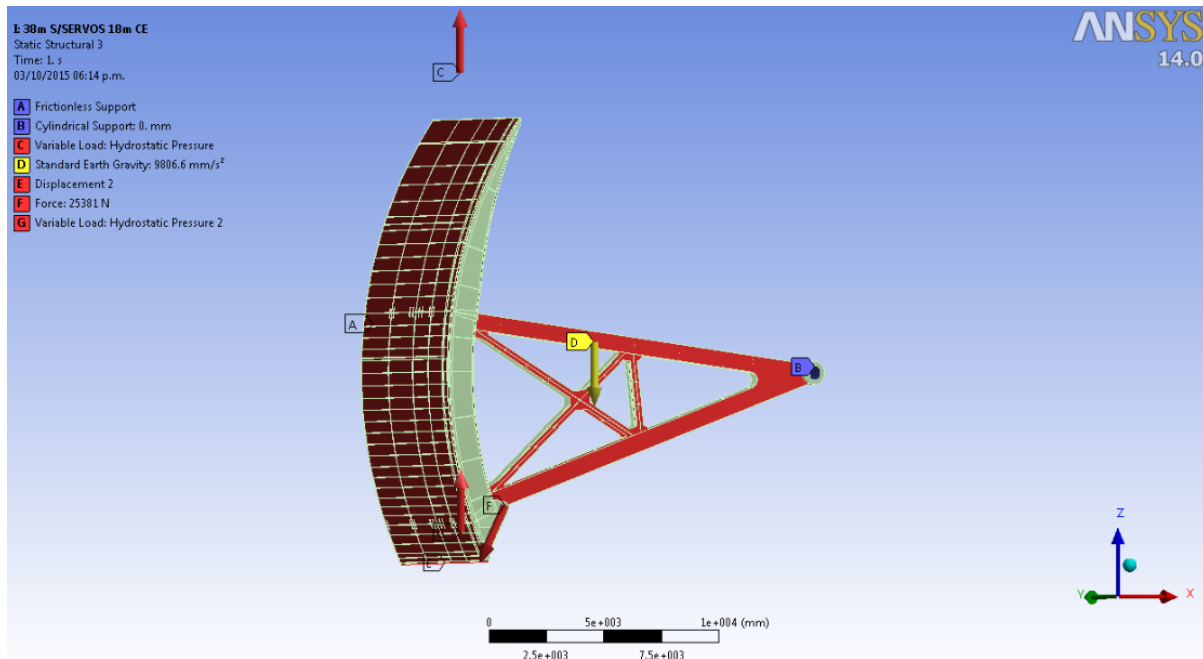


Figura 85 – Estado de cargas

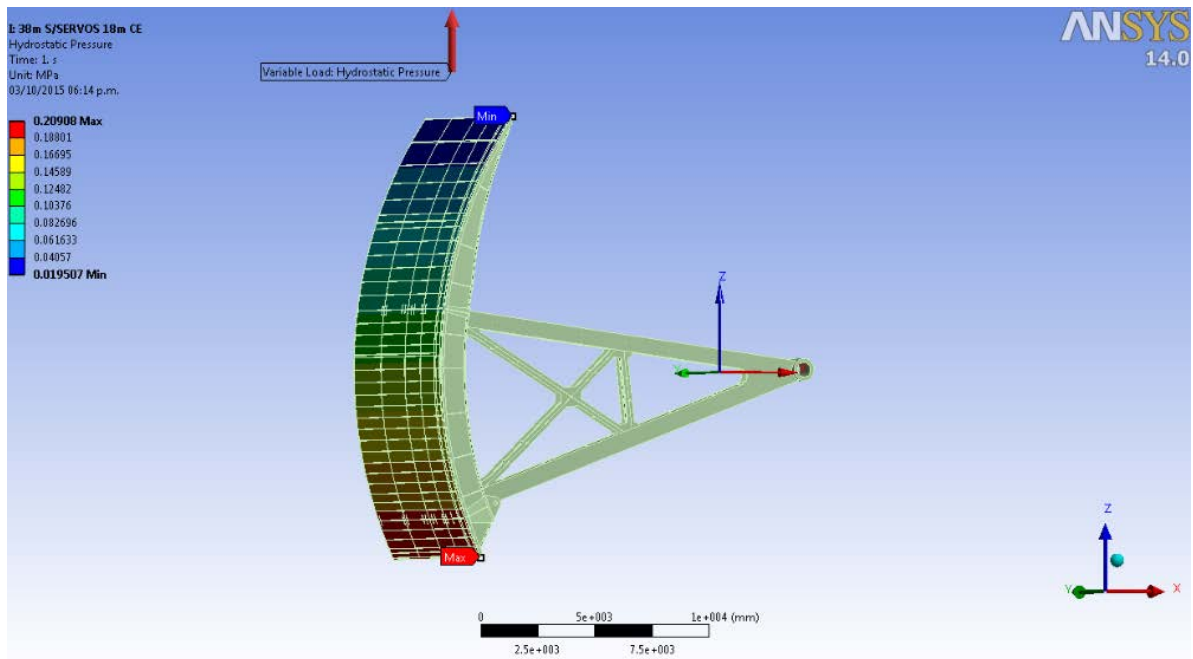


Figura 86 – Presión hidrostática

- Deformaciones en la dirección X

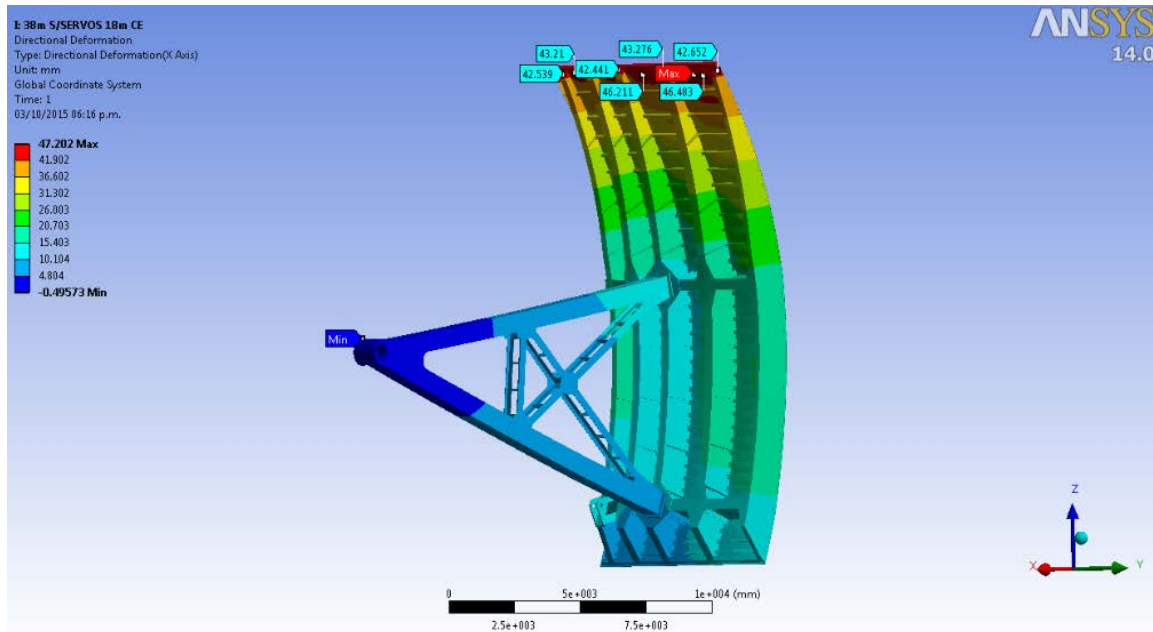


Figura 87 – Deformaciones en la dirección X

Los valores de desplazamiento que se observan en este caso son ligeramente mayores a los obtenidos para el caso EL.38 sin nivel de agua en la restitución. El efecto de la presión en la cara de aguas abajo de la compuerta produce una rotación adicional sobre la zona del borde superior de la compuerta como se observa en la Figura 87.

- Tensiones principales.

Las tensiones principales, mostradas en la Figura 88 tienen una distribución similar a idéntico caso de carga sin presión de aguas abajo sobre el escudo de compuerta, correspondiendo este valor pico de tensión principal a una tensión de tracción.

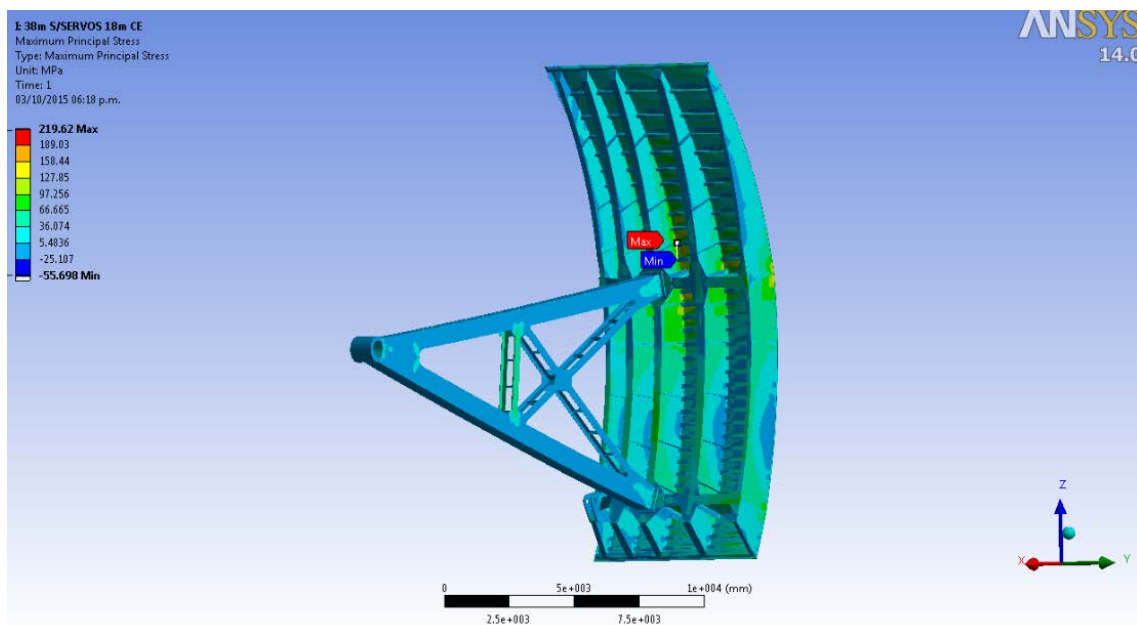


Figura 88 – Tensiones principales

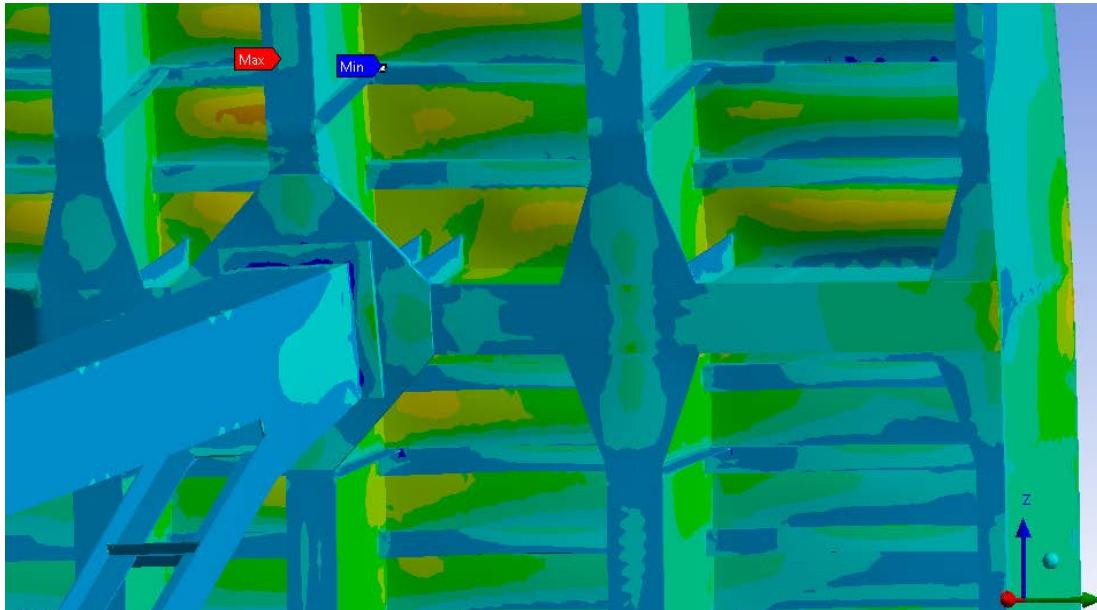


Figura 89 - Tensiones principales

El escudo de la compuerta resulta con tensiones de tracción en una zona extendida según se muestra en la Figura 90, con picos de tensión de tracción en la zona de contacto con los refuerzos de la cara de aguas abajo de la compuerta.

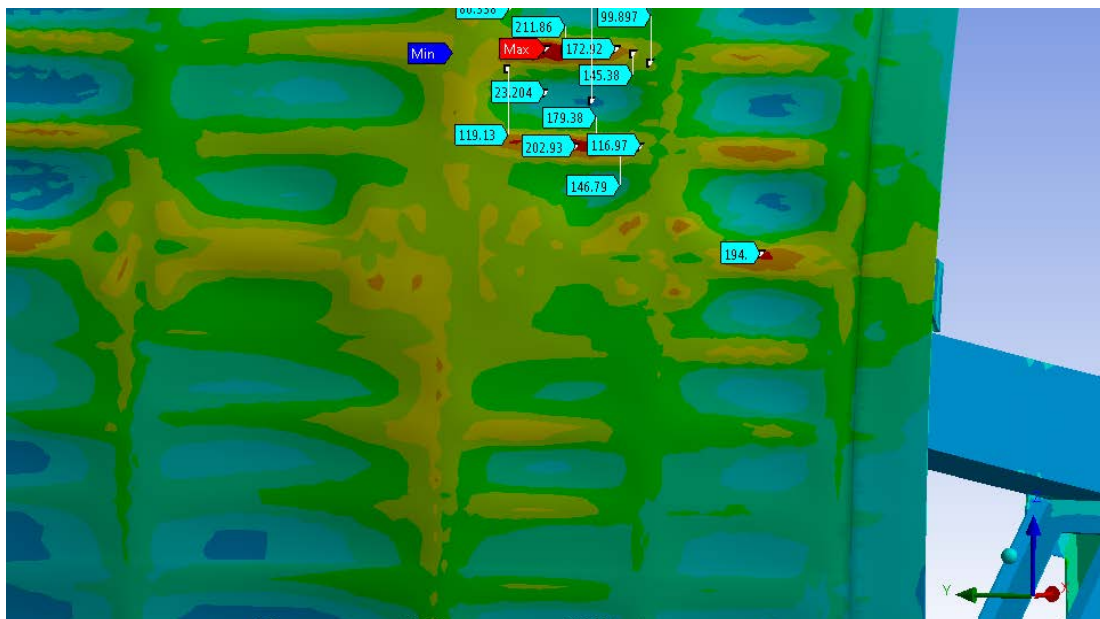


Figura 90 - Zona de mayores tensiones

- Tensiones Equivalentes de Von Mises

El esfuerzo de Von Mises pico es casi idéntico al caso en que la compuerta no tiene carga de presión en la cara de aguas abajo del escudo. La distribución de esfuerzos y el gradiente de tensiones resultan también similar, siendo la zona más crítica la que vincula el brazo superior con la viga horizontal superior. Se remarca en este caso que con un nivel de embalse de EL38

y un nivel de restitución de EL 18 m, el efecto en la reducción de las tensiones combinadas es prácticamente inexistente.

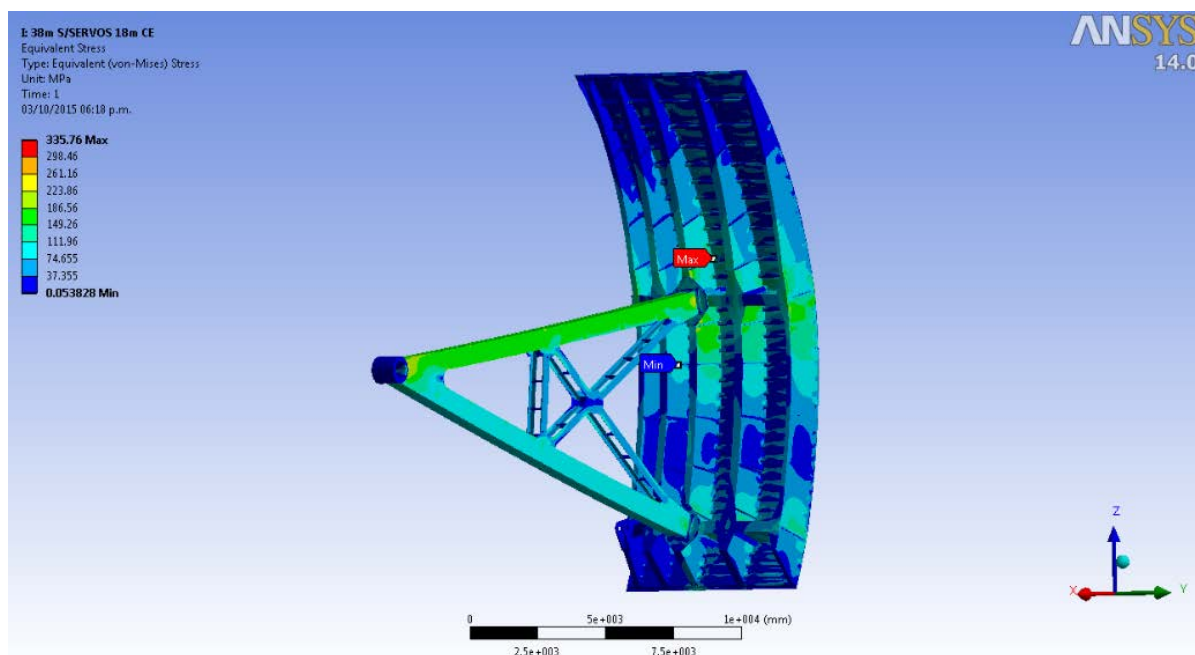


Figura 91 - Tensiones de Von Mises

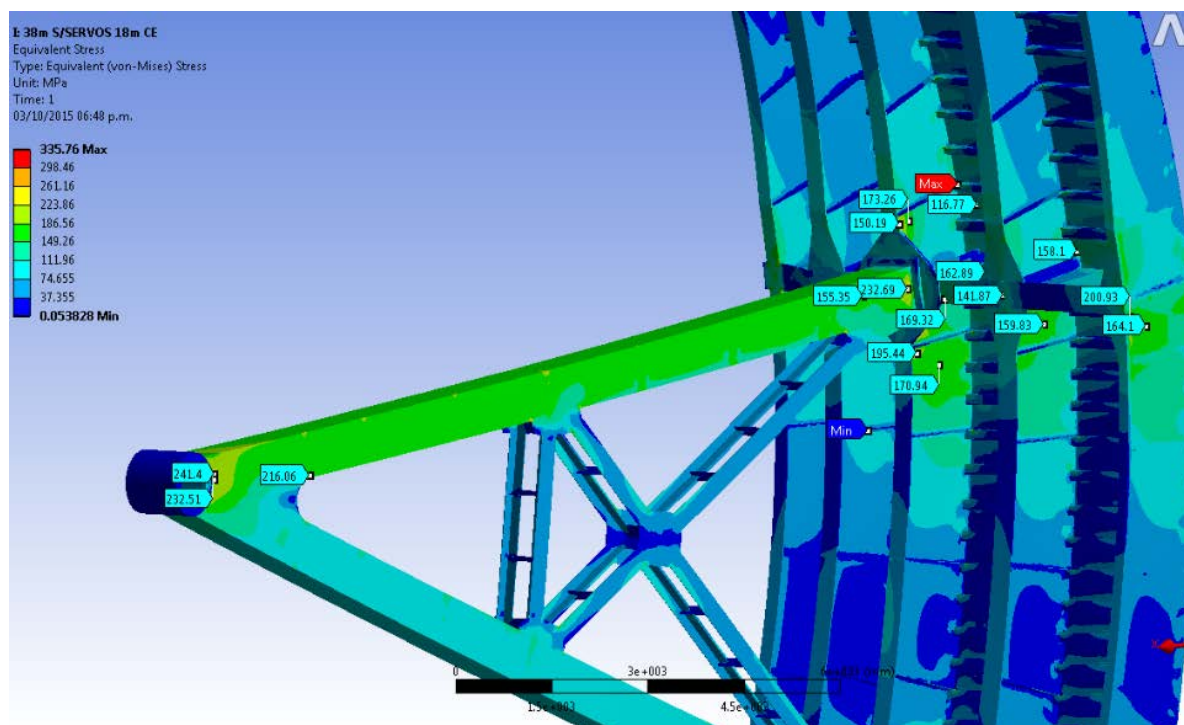


Figura 92 - Tensiones de Von Mises

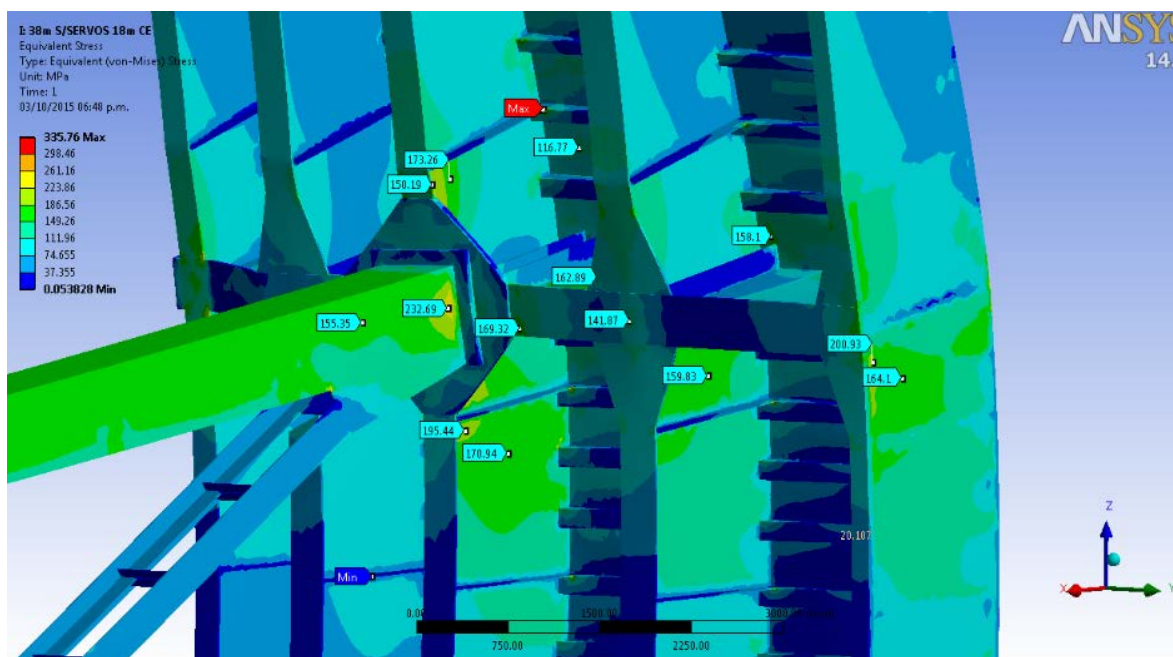


Figura 93 - Zona de mayores tensiones

Se observan en el escudo tensiones combinadas concentradas en la zona de intersección del escudo con la viga horizontal superior de acuerdo a lo mostrado en la Figura 93.

5^{to} caso

- Nivel Aguas Arriba El. 38 m
- Nivel Aguas Abajo El. 19 m

Las condiciones de borde y de apoyo del modelo en este caso son idénticas a las ya mostradas en los casos anteriores con la excepción que existe una carga de presión sobre la cara de aguas abajo del escudo equivalente a una presión hidrostática por encima de la zona de cierre de la compuerta, correspondiente a EL.19 m. y la carga hidrostática correspondiente al nivel El 38 m sobre el lado de aguas arriba, según muestra en la Figura 94.

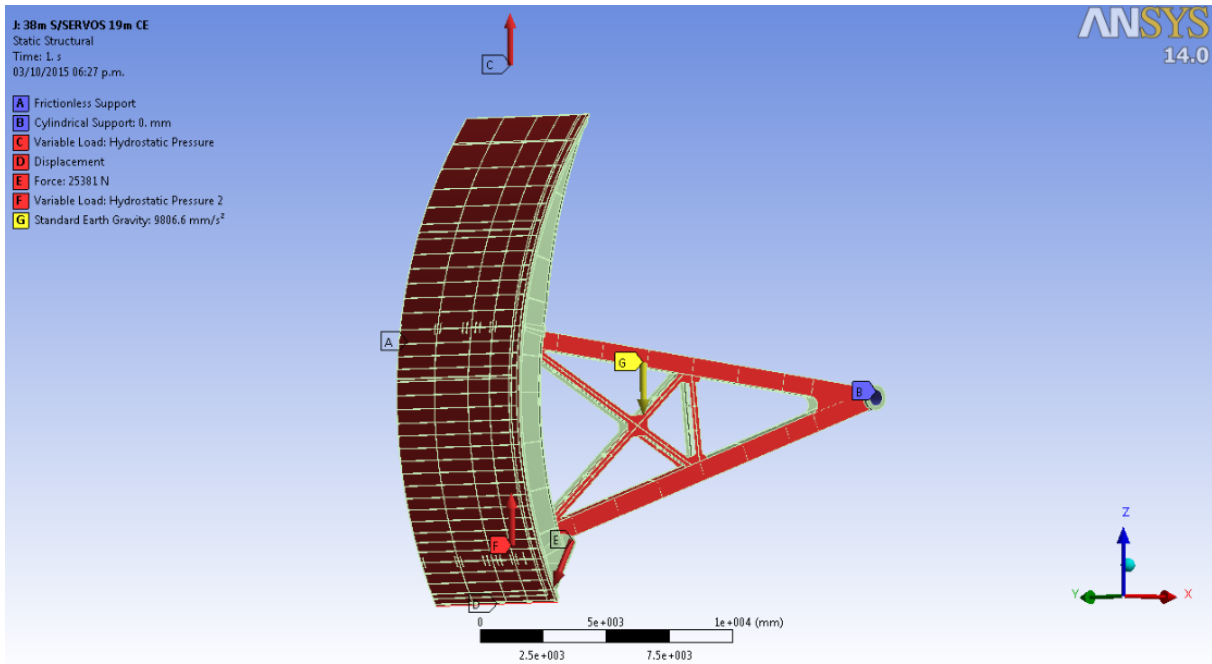


Figura 94 - Estado de cargas

- Deformaciones en la dirección X

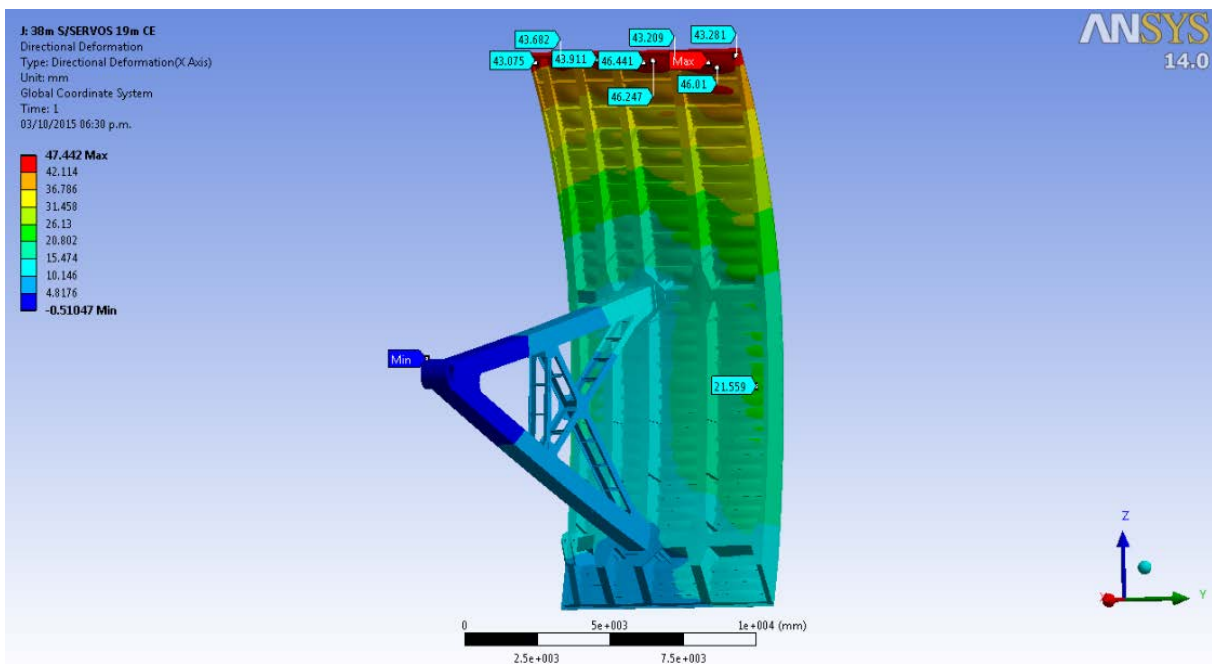


Figura 95 – Deformaciones en la dirección X

Los valores de desplazamiento que se observan en este caso son ligeramente mayores a los obtenidos para el caso EL.38 sin nivel de agua en la restitución. El efecto de la presión en la cara de aguas abajo de la compuerta produce una rotación adicional sobre la zona del borde superior de la compuerta como se observa en la Figura 95.

- Tensiones principales.

Las tensiones principales, mostradas en la Figura 96 tienen una distribución similar a idéntico caso de carga sin presión de aguas abajo sobre el escudo de compuerta, correspondiendo este valor pico de tensión principal a una tensión de tracción.

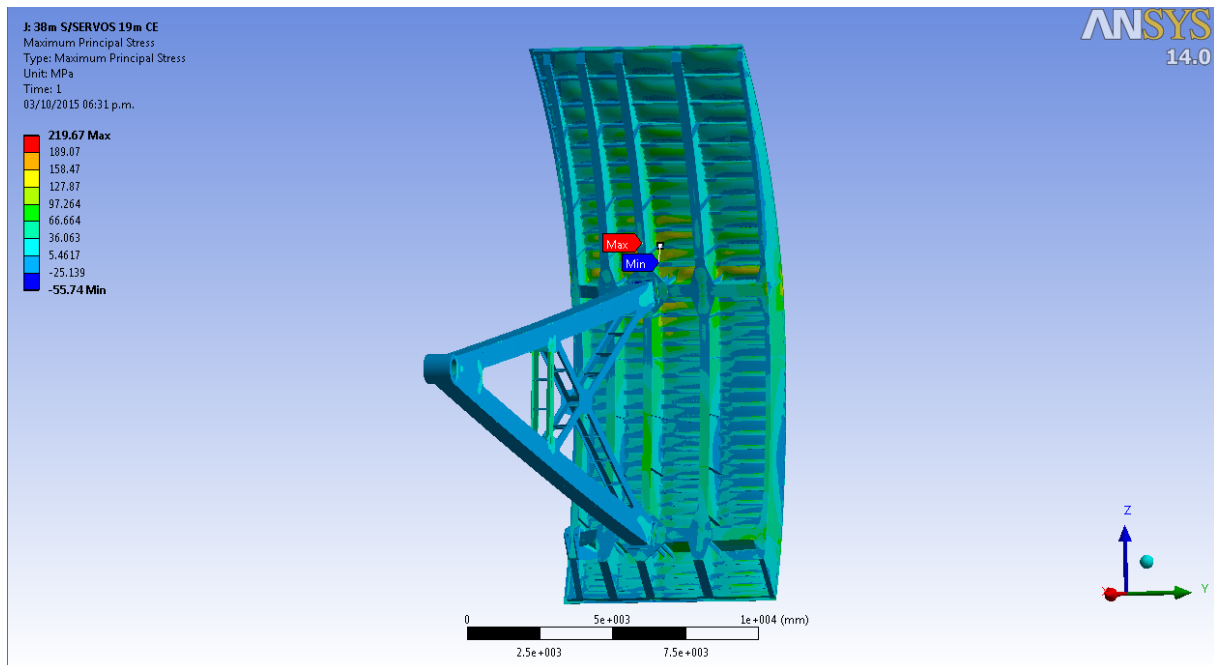


Figura 96 – Tensiones principales

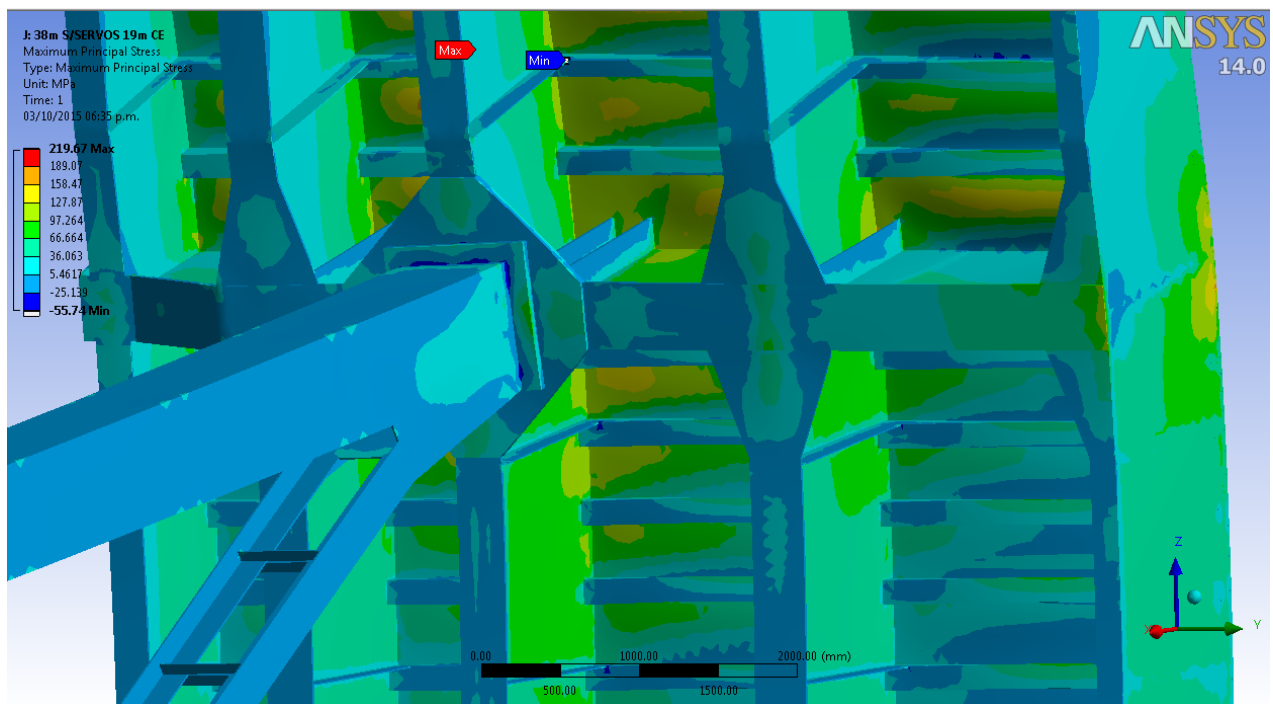


Figura 97 - Tensiones principales

El escudo de la compuerta resulta con tensiones de tracción en una zona extendida según se muestra en la Figura 98, con picos de tensión de tracción en la zona de contacto con los refuerzos de la cara de aguas abajo de la compuerta, similar al caso de no tener presión del lado de aguas abajo.

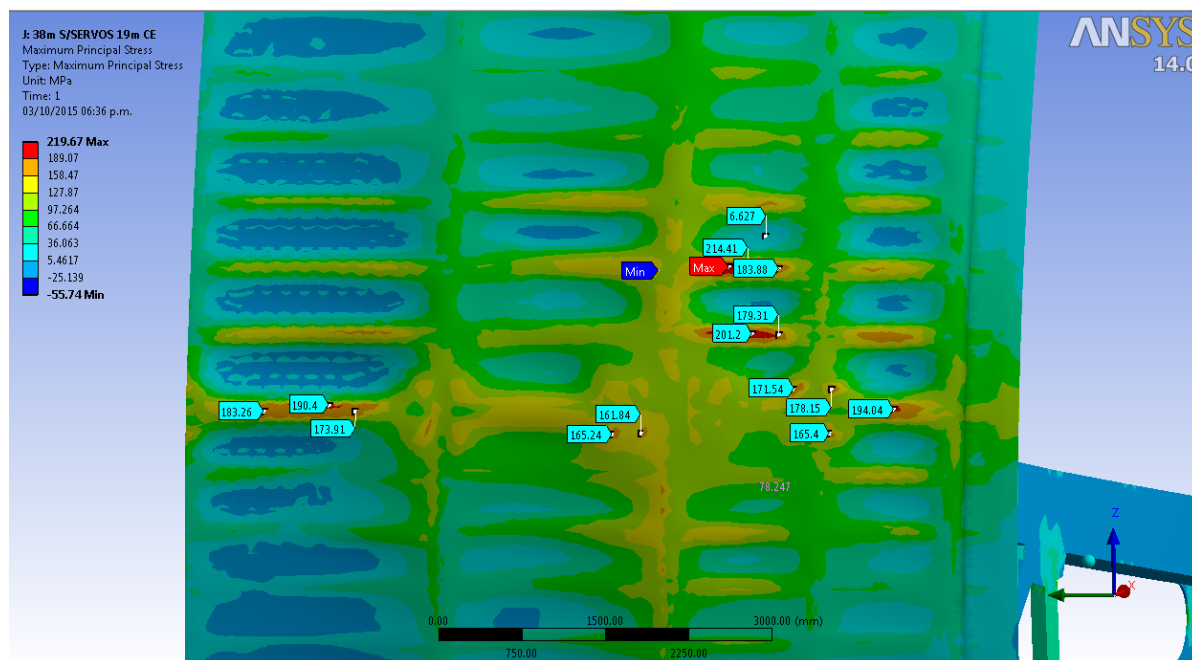


Figura 98 - Zona de mayores tensiones

- Tensiones Equivalentes de Von Mises

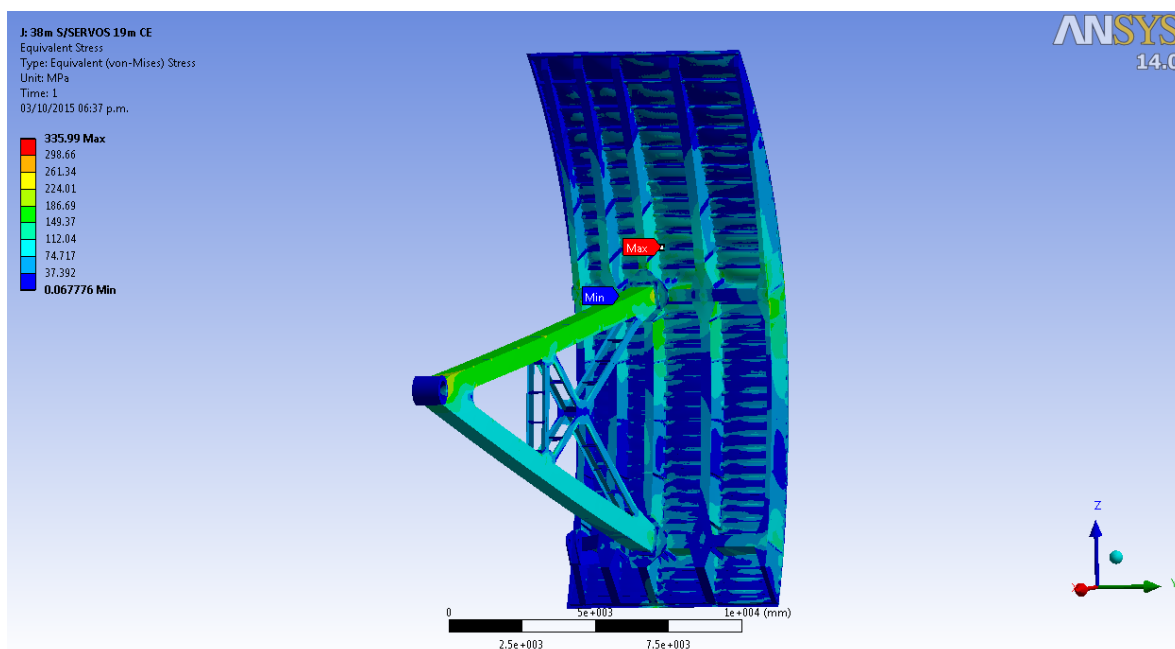


Figura 99 – Tensiones de Von Mises

El esfuerzo de Von Mises pico es ligeramente superior al caso en que la compuerta no tiene carga de presión en la cara de aguas abajo del escudo. La distribución de esfuerzos y el gradiente de tensiones resultan también similar, siendo la zona más crítica la que vincula el brazo superior con la viga horizontal superior. Se remarca en este caso que con un nivel de embalse de EL38 y un nivel de restitución de EL 19 m, no existe una reducción en los valores de tensiones combinadas.

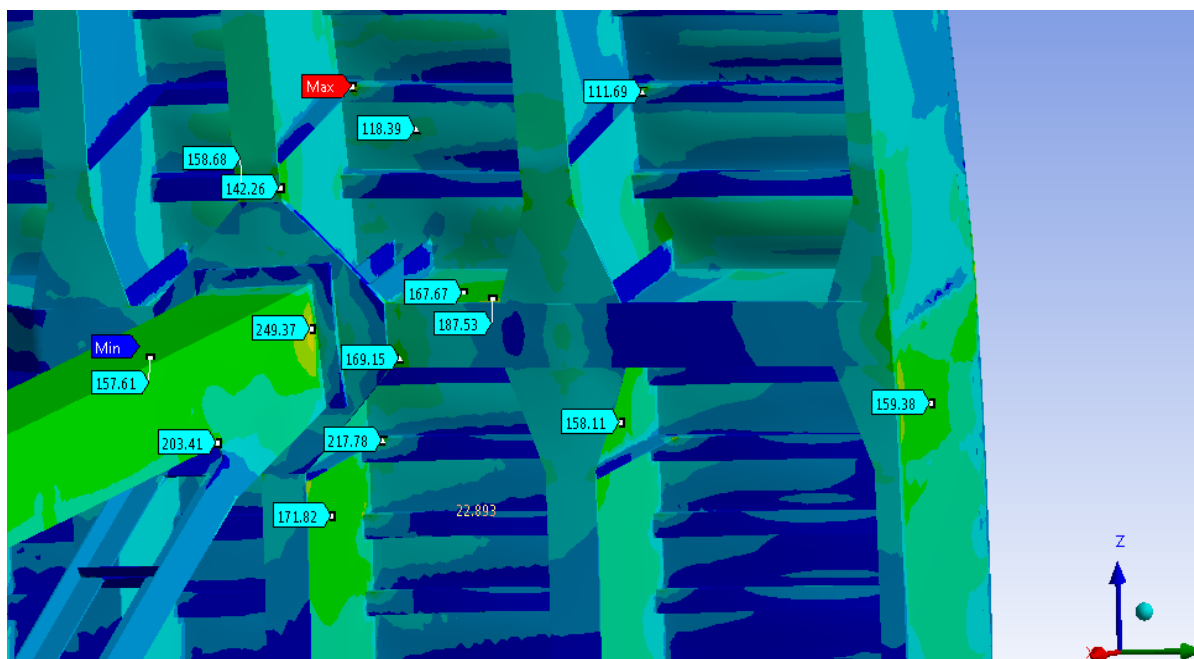


Figura 100 – Tensiones de Von Mises

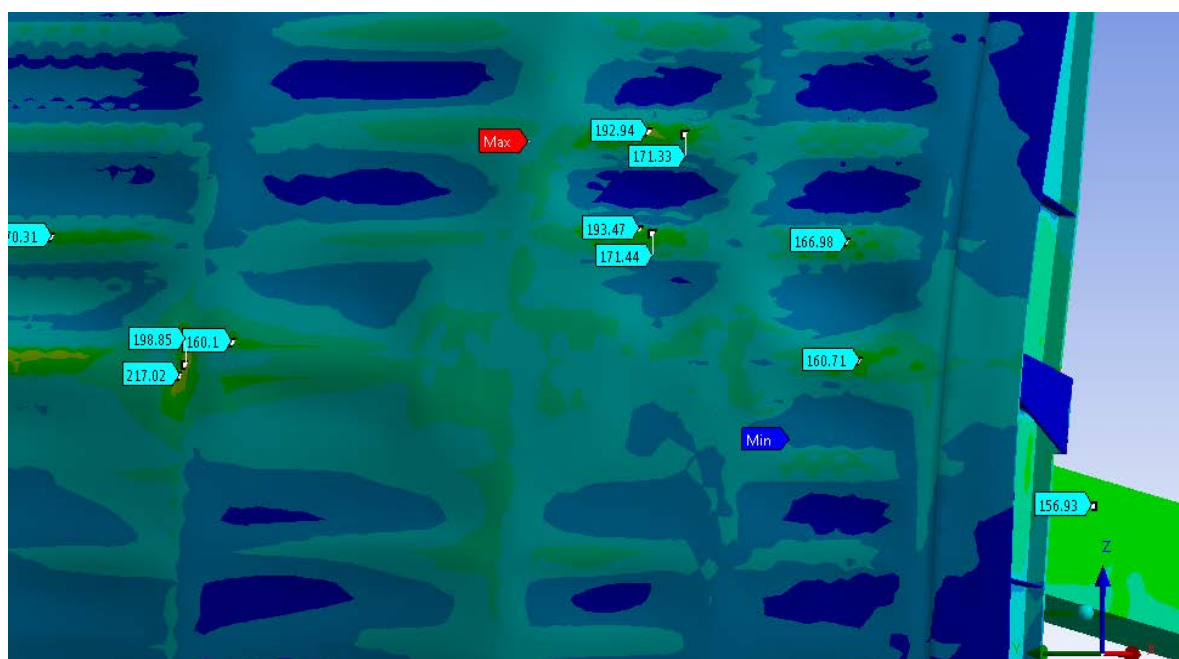


Figura 101 – Tensiones de Von Mises en el escudo

Se observan en el escudo tensiones combinadas concentradas en la zona de intersección del escudo con la viga horizontal superior de acuerdo a lo mostrado en la Figura 101.

6^{to} caso

- Nivel Aguas Arriba El. 38 m
- Nivel Aguas Abajo El. 20 m

Las condiciones de borde y de apoyo del modelo en este caso son idénticas a las ya mostradas en los casos anteriores con la excepción que existe una carga de presión sobre la cara de aguas abajo del escudo equivalente a una presión hidrostática por encima de la zona de cierre de la compuerta, correspondiente a EL.20 m. y la carga hidrostática correspondiente al nivel El 38 m sobre el lado de aguas arriba, según muestra en la Figura 102.

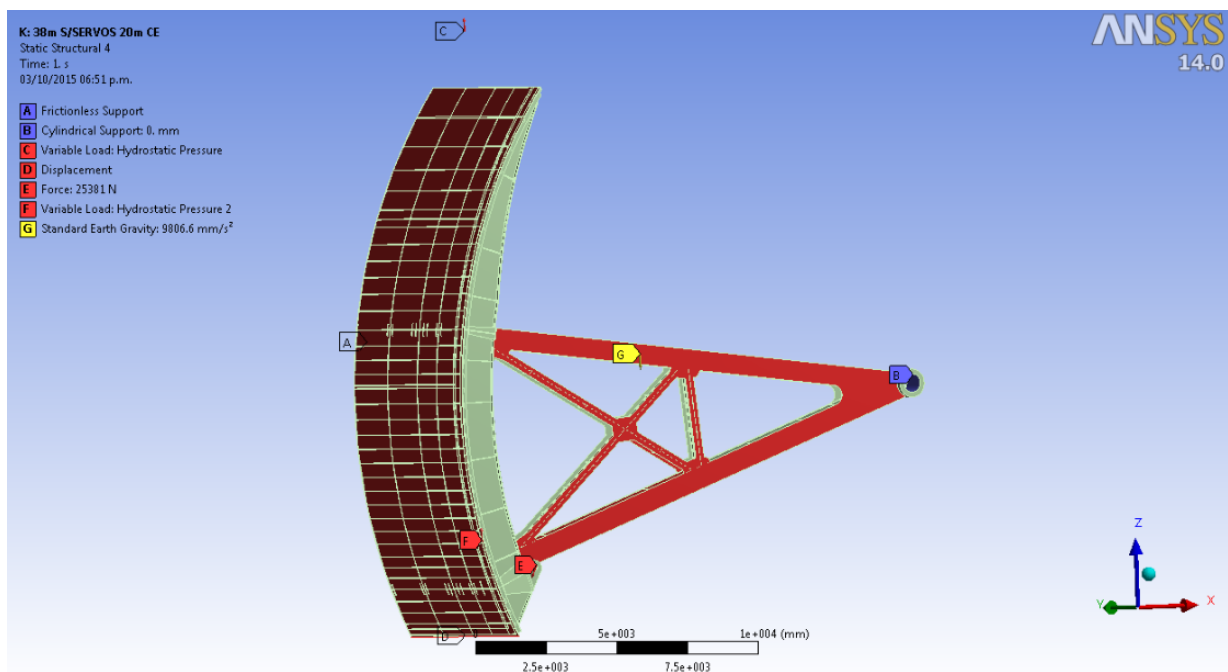


Figura 102 – Estado de cargas

- Deformaciones en la dirección X

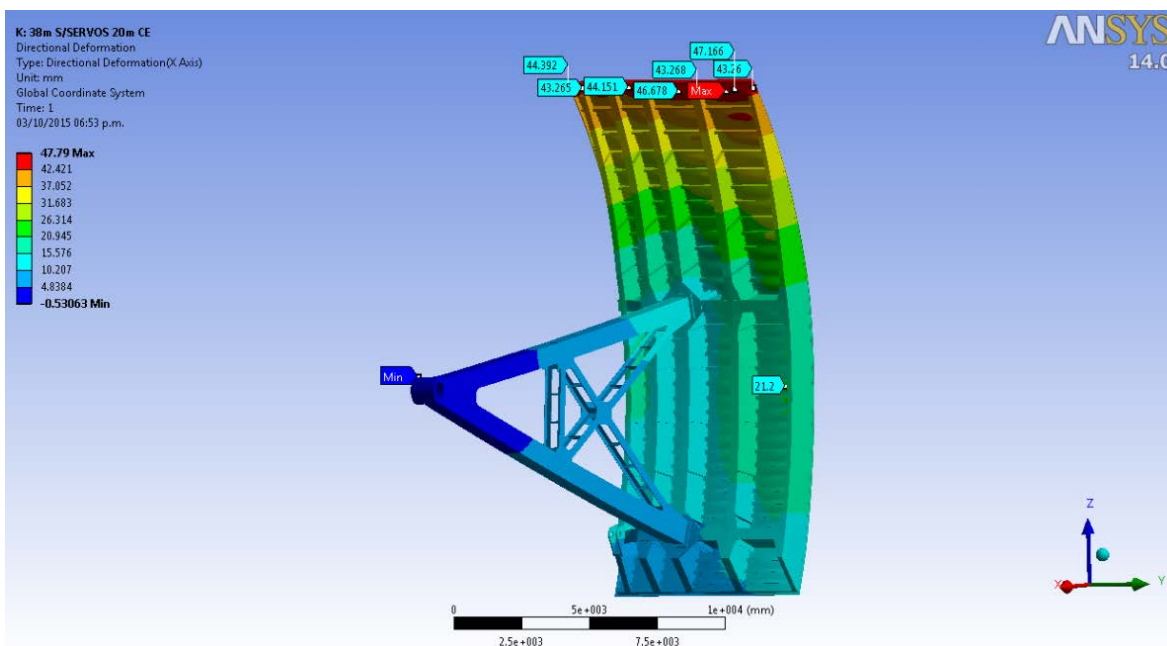


Figura 103 – Deformaciones en la dirección X

Los valores de desplazamiento que se observan en este caso son ligeramente mayores a los obtenidos para el caso EL.38 sin nivel de agua en la restitución. El efecto de la presión en la cara de aguas abajo de la compuerta produce una rotación adicional sobre la zona del borde superior de la compuerta como se observa en la Figura 103.

- Tensiones principales.

Las tensiones principales, mostradas en la Figura 105 tienen una distribución similar a idéntico caso de carga sin presión de aguas abajo sobre el escudo de compuerta, correspondiendo este valor pico de tensión principal a una tensión de tracción.

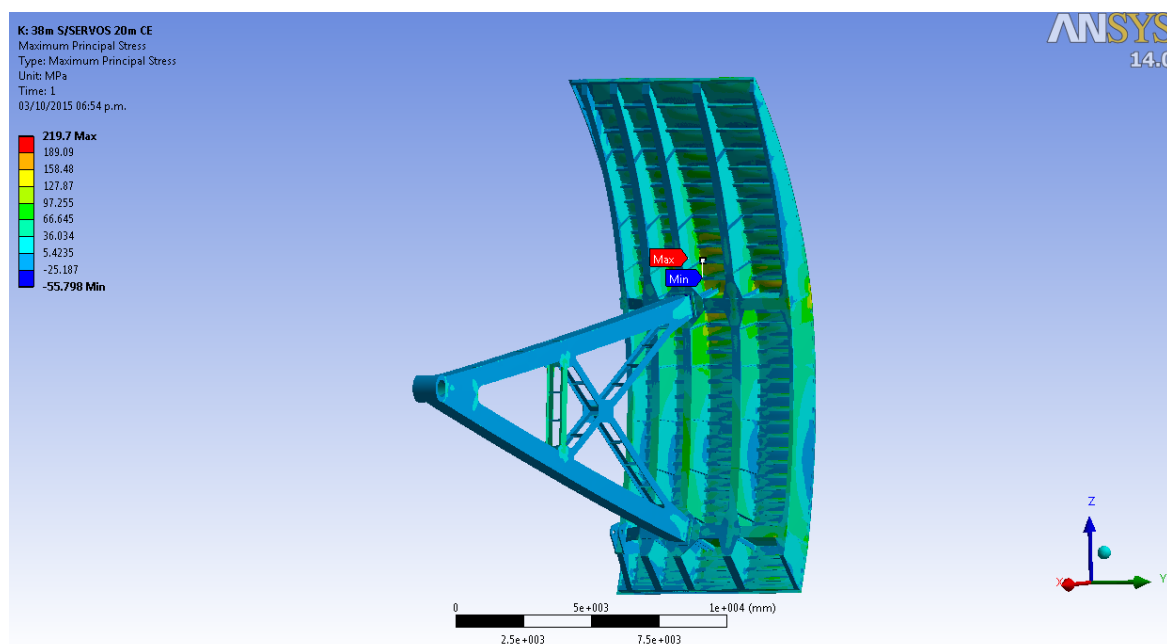


Figura 104 – Tensiones principales

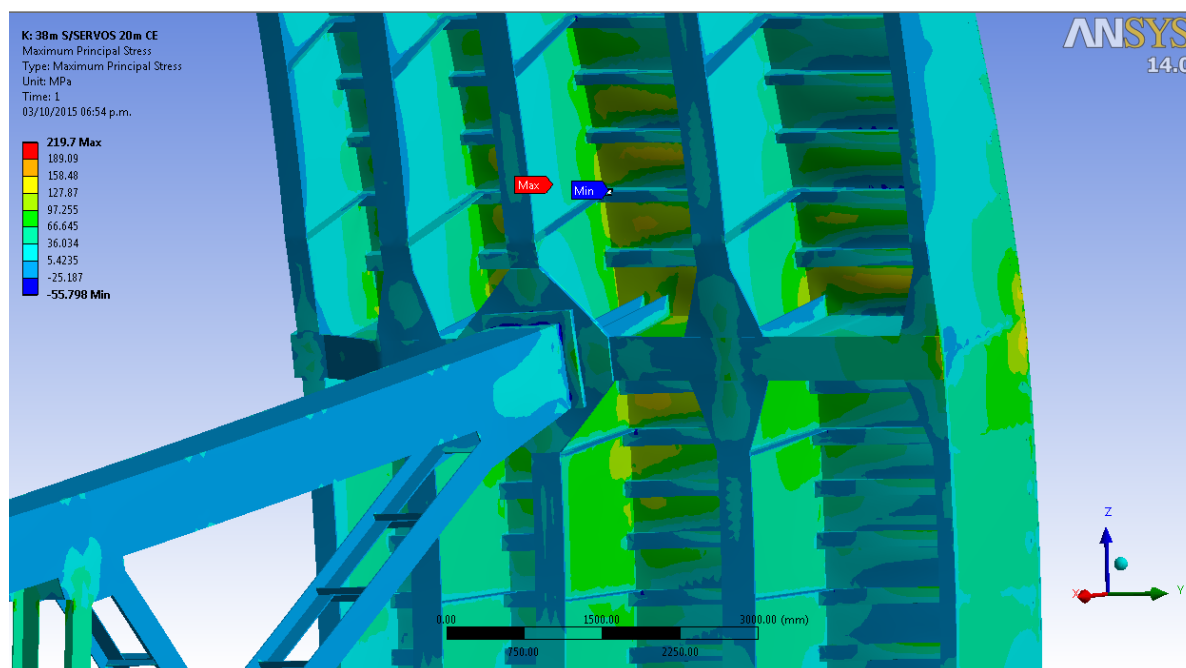


Figura 105 – Tensiones principales

El escudo de la compuerta resulta con tensiones de tracción en una zona extendida según se muestra en la Figura 106, con picos de tensión de tracción en la zona de contacto con los refuerzos de la cara de aguas abajo de la compuerta, similar al caso de no tener presión del lado de aguas abajo.

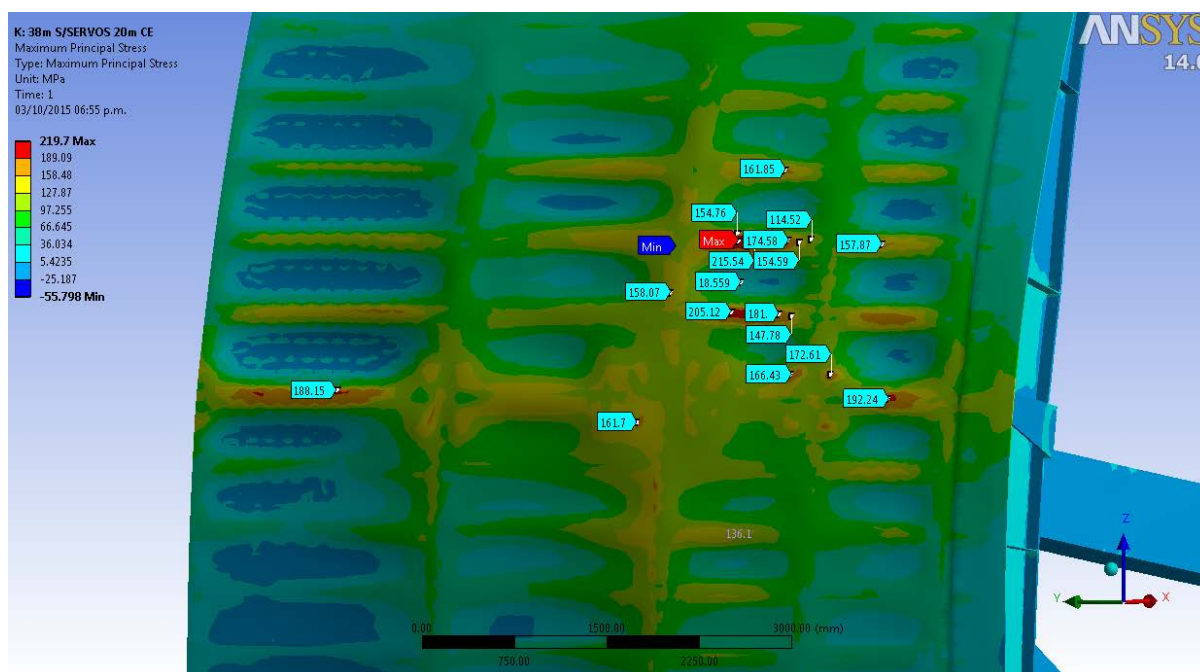


Figura 106 - Zona de mayores tensiones

- Tensiones Equivalentes de Von Mises

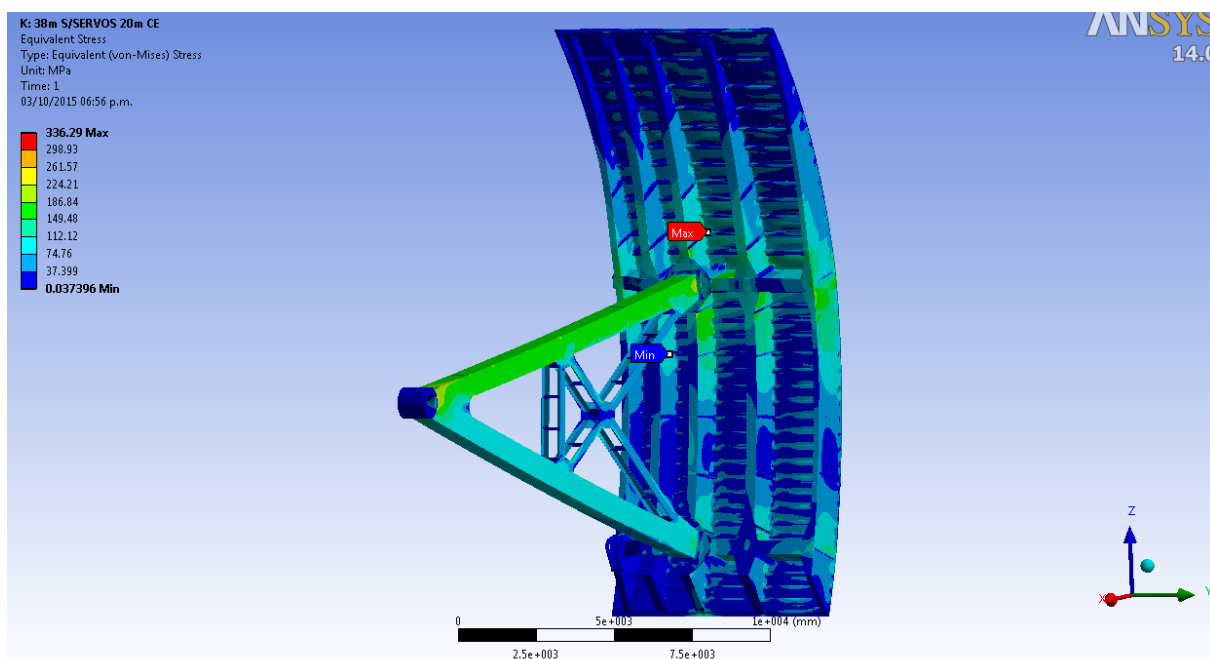


Figura 107 – Tensiones de Von Mises

El esfuerzo de Von Mises pico es ligeramente superior (1%) al caso en que la compuerta no tiene carga de presión en la cara de aguas abajo del escudo. La distribución de esfuerzos y el gradiente de tensiones resultan también similar, siendo la zona más crítica la que vincula el brazo superior con la viga horizontal superior. Se remarca en este caso que con un nivel de embalse de EL38 y un nivel de restitución de EL 20 m, no existe una reducción en los valores de tensiones combinadas.

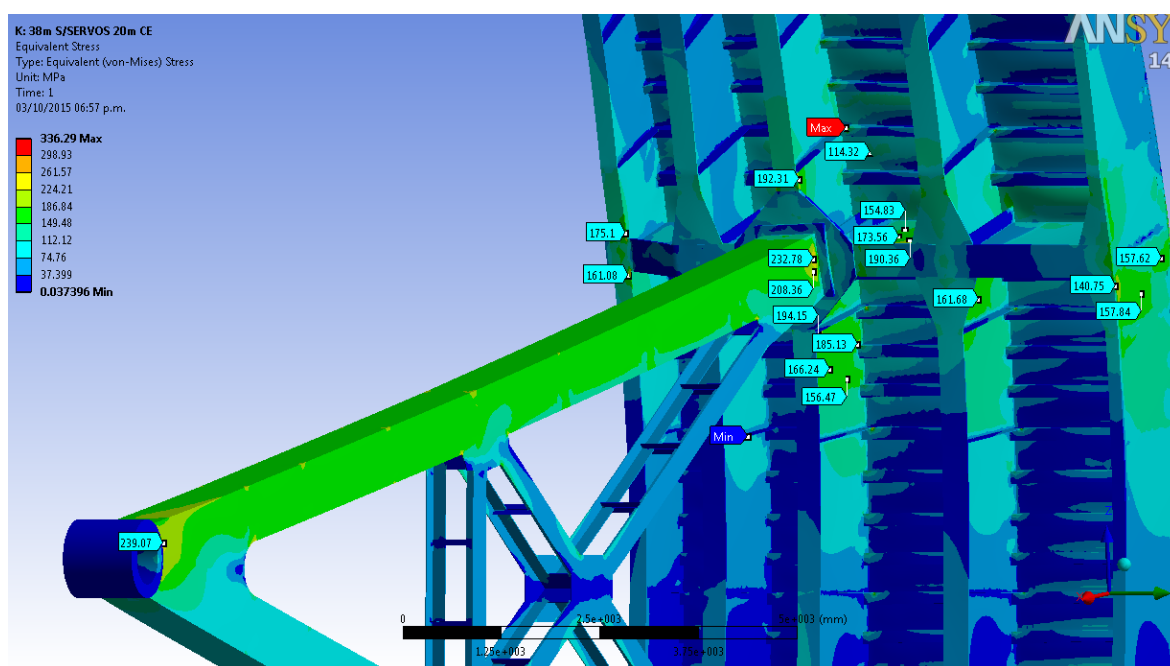


Figura 108 – Tensiones de Von Mises

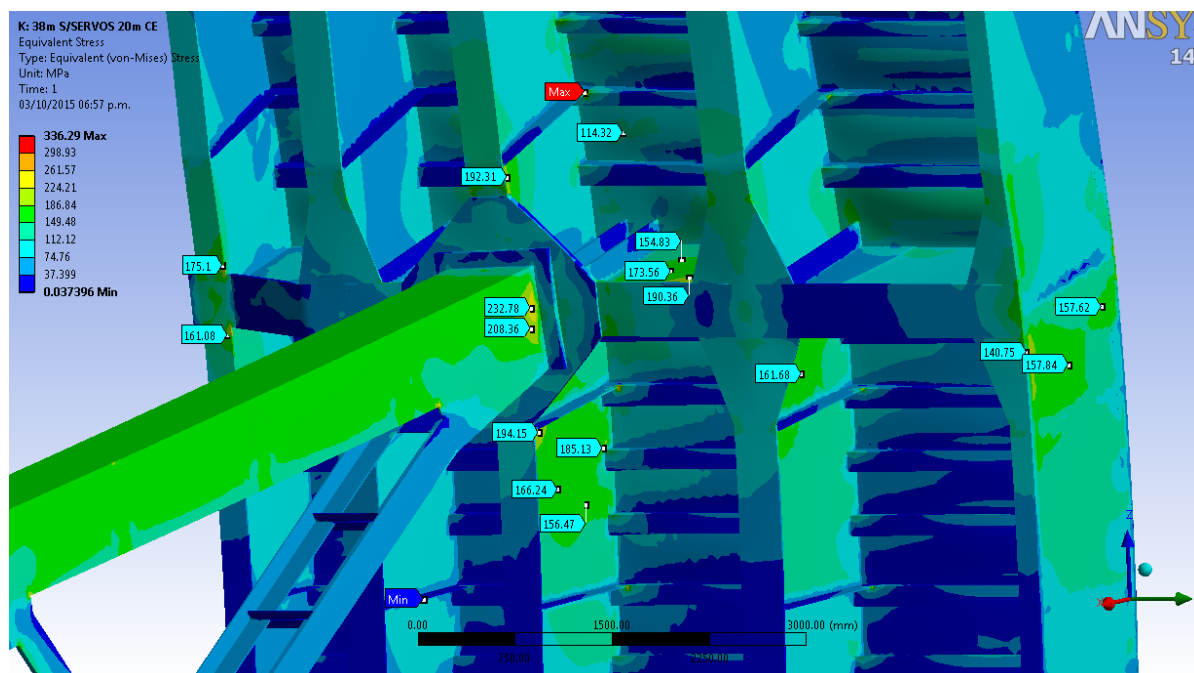


Figura 109 – Zona de mayores tensiones

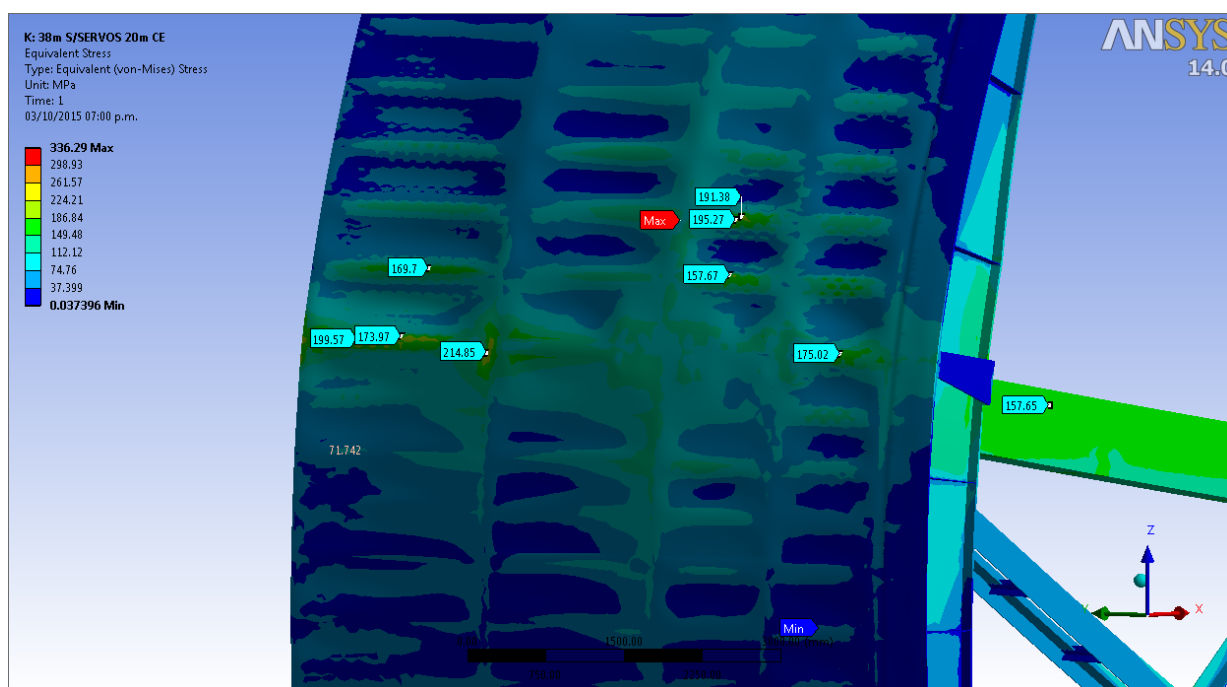


Figura 110 – Tensiones de Von Mises

Se observan en el escudo tensiones combinadas concentradas en la zona de intersección del escudo con la viga horizontal superior de acuerdo a lo mostrado en la Figura 110.

Conclusiones Relevantes del Análisis

Del análisis efectuado se desprende que en ninguno de los casos de carga considerados para la estructura se presentan condiciones de rotura catastrófica para la misma. No obstante operar la compuerta en los niveles EL37 y EL38 es someter a la estructura de la misma a condiciones de carga diferentes a las de diseño no solo en cuanto al valor de la carga, sino también en cuanto a la dirección donde actúa, exponiendo la estructura a niveles de tensión por encima de los valores para los que fue proyectada.

Si excepcionalmente la misma debiera operar en esos niveles en una condición de emergencia que justifique asumir el riesgo, esta situación debería ser de duración muy limitada, en lo posible en condiciones estáticas, es decir reducir al mínimo la acción de cargas variables o el movimiento de la compuerta o la aplicación de la carga de los servomotores, para evitar solicitar aún más la estructura.

Es recomendable después de una operación de estas características someter a una inspección general a la compuerta, en particular aquellas zonas determinadas más críticas en esta modelación. La inspección no solo es inspección visual sino que puede contemplar medios más exhaustivos como PT o MT a efectos de descartar posibles fisuras incipientes, sobre todo en zonas singulares de transición de espesor o de cruces de soldaduras o chapas.

Se observa en el modelo que las zonas de tensiones máximas se desplazan hacia la zona de unión de brazos superior con la viga horizontal superior en las condiciones de EL 37 y EL 38. En las condiciones de EL35 y EL 36 la zona de máximas tensiones se encuentra en la unión entre el brazo inferior y la viga horizontal inferior.

Los mayores desplazamientos de la estructura para el caso de EL 36, EL37 y EL38 (ver Figura 43, Figura 48 y Figura 54) se encuentran en el borde superior de la misma. Mientras que para EL 35m, condición nominal de la compuerta se encuentran en la parte media del escudo. (Ver Figura 37)

Las tensiones máxima o pico de Von Mises para los casos de EL 37 y EL38 m están por encima de la tensión de fluencia adoptada para el proyecto a la admisible, no obstante en puntos muy localizados de la estructura, con gradientes de tensiones pronunciados.

Para los casos de carga EL35 y EL36 la estructura presenta un comportamiento distinto a los casos EL37 y EL38.

Al incrementarse el nivel de embalse, la resultante de presiones hidrostática se mueve hacia la los niveles superiores de la estructura, solicitando en mayor medida la zona de los brazos superiores. Para la condición de EL35 y EL36 la resultante de presiones se encuentra próxima a la bisectriz del ángulo formado por los brazos de la compuerta.

Se observa que la estructura tiene para los casos de carga EL37 y EL38 tensiones concentradas en áreas más extendidas de la estructura y con valores bastante mayores a aquellos que se observan para EL35 y EL36. Del análisis también surge evidente que las tensiones generales de la estructura son mayores. El porcentaje de aumento de las tensiones pico entre las

condiciones EL35 y EL38 es, para las máximas tensiones principales del 42% y para las tensiones equivalentes (Von Mises) del 7,4% no obstante las tensiones medias aumentan en forma generalizada para toda la estructura en estos dos casos. Asimismo, las tensiones membranales sobre los brazos de la compuerta se incrementan de manera importante para los casos de EL37 y EL38.

El mayor nivel de tensiones y la mayor extensión de tensiones relativamente elevadas sobre la estructura como se presenta para EL37 y EL38 induce a que esta sea más sensible a desarrollar fallas, particularmente en las zonas singulares descritas, como por ejemplo en la unión de vigas verticales y brazos y en el escudo mismo, donde las tensiones principales de tracción son extendidas en grandes zonas y de valores concentrados importantes. Debe tenerse en cuenta que el análisis hecho hasta aquí es solo estático, con la estructura de la compuerta en condición cerrada.

Adicionalmente a las conclusiones mencionadas se puede indicar que el efecto de la presión sobre el lado de aguas abajo de la compuerta tiene escasa influencia en reducir las tensiones sobre la estructura.

Contrariamente a lo que podría imaginarse en los seis escenarios analizados, con EL37 y EL38 m y con niveles de aguas debajo de EL 18, 19 y 20m el estado tensional de la estructura no tiene grandes modificaciones. En algunos de estos escenarios existe por el contrario un leve incremento en las tensiones respecto del caso de no considerar la presión en la cara de aguas abajo de la compuerta.

Con niveles EL.18 y EL19 aguas abajo de la compuerta y un nivel de EL37 sobre el lado aguas arriba, el efecto sobre la misma es casi imperceptible en tanto que con EL 20 aguas abajo, existe una reducción en las tensiones combinadas máximas de tan solo un 2 %.

Para el caso de EL38 aguas arriba, los niveles EL18 y EL19 no tienen efecto sobre la estructura que modifique su estado tensional. Con EL20 la tensiones combinadas pico se modifican aumentando levemente su valor.

Debe considerarse a su vez que existen otros estados de carga que si bien son transitorios generan tensiones adicionales sobre la estructura.

Uno de esos estados es en el instante de la apertura, con el máximo tiro de los servomotores. A la carga de presión hidrostática se le agregaría los esfuerzos producidos por el tiro de los servomotores al momento de la apertura.

Otros estado que también puede provocar esfuerzos adicionales es un mayor oleaje del agua en el nivel del lago, lo que generaría un esfuerzo variable adicional sobre la estructura.

Si bien estos estados no han sido considerados debe pensarse que su ocurrencia provocarían tensiones adicionales sobre la estructura que se adicionarían a las ya calculadas en forma estática.

Este modelo de elementos finitos puede ser validado a través de un ensayo de carga controlado, que se describe a continuación.

- a. Se colocarían las ataguías de vertedero con la compuerta cerrada.

- b. Se instrumentará la compuerta en las zonas más críticas con strain gages.
- c. Esas zonas serán localizadas de acuerdo al modelo efectuado.
- d. Se procederá a permitir el ingreso de agua entre las ataguías y el escudo de la compuerta de manera progresiva comenzando por una altura de 10 m sobre el umbral de la compuerta, para determinar deformaciones a través de los diferentes strain gages instalados.
- e. Luego se irá aumentando el nivel de carga en valores de no mas de 2 metros hasta llegar al nivel máximo del embalse en ese momento.
- f. Se tomará para cada caso las lecturas en los strain gages y se relevará una curva carga-deformación, que permita validar y calibrar el modelo efectuado.

D. Análisis de los bujes de compuerta

El modelo efectuado de elementos finitos permite calcular las cargas sobre los bujes de la compuerta. Los valores de las cargas sobre los bujes de compuerta según el modelo, se encuentran referidos a un sistema de ejes cartesiano, XYZ, ubicado sobre el gorrón de compuerta.

- a. Para el caso de 35 m, y siendo P la carga total, sus componentes en cada eje coordenado son
 - $P_x = -1.2523 \times 10^7 \text{ N}$
 - $P_y = 1.9169 \times 10^6 \text{ N}$
 - $P_z = -1.4878 \times 10^6 \text{ N}$

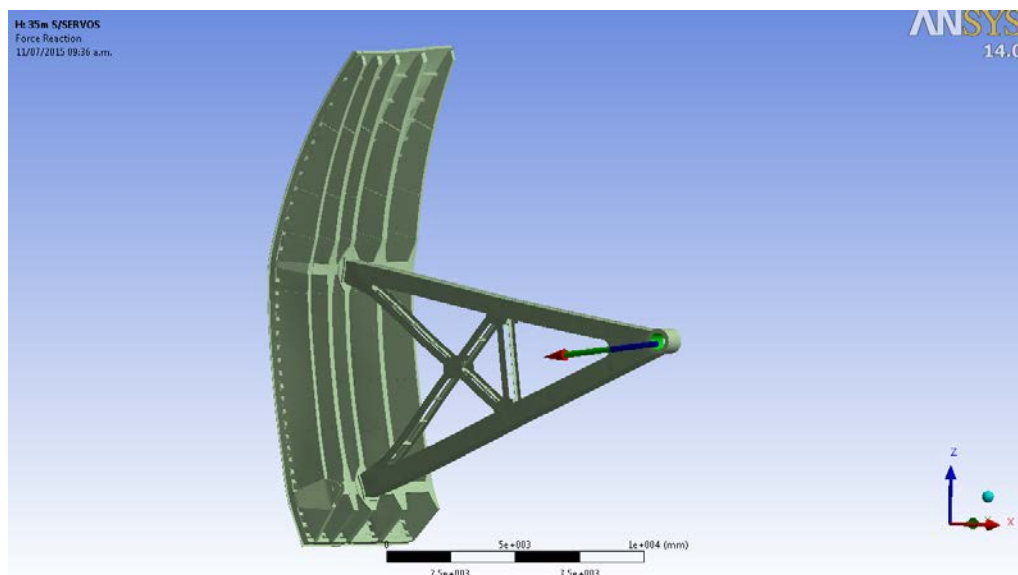


Figura 111 – Condiciones de carga

De acuerdo a estos valores y al siguiente esquema

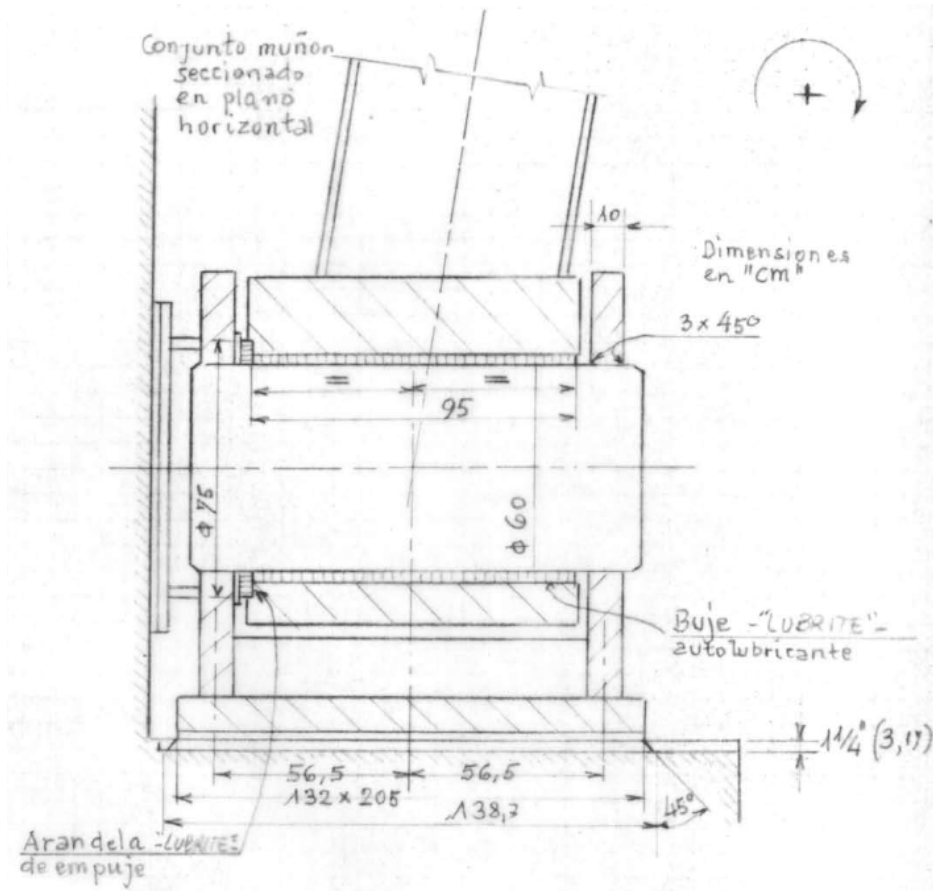


Figura 112 – Esquema del muñón

La carga normal sobre el buje de compuerta es P_n , cuyo valor se calcula:

$$P_x^2 + P_z^2 = P_n^2$$

$$P_n = 1.2611069 \times 10^7 \text{ N}$$

La presión específica media sobre el buje, P_{mb} resulta entonces:

$$\frac{P_n}{A_b} = P_{mb}$$

Siendo A_b el área proyectada del buje que para este caso es:

$$A_b = 950 \times 600 = 570.000 \text{ mm}^2$$

$$P_{mb} = 22.12 \text{ MPa}$$

La presión media sobre la arandela de apoyo P_{ma} , siendo A_a el área de la misma resulta:

$$A_a = 159043 \text{ mm}^2$$

$$\frac{P_y}{A_a} = P_{ma}$$

$$P_{ma} = 12,38 \text{ Mpa}$$

b. De igual manera para el caso de EL36 se tiene:

- $P_x = -1.3927 \text{ e}7 \text{ N}$
- $P_y = 2.1276 \text{ e}6 \text{ N}$
- $P_z = -1.3918 \text{ e}6 \text{ N}$
- $P_n = 1.3996372 \text{ e}7 \text{ N}$

Siendo en este caso:

$$P_{mb} = 24.55 \text{ MPa}$$

$$P_{ma} = 13.37 \text{ MPa}$$

c. De igual manera para el caso de EL37 se tiene

- $P_x = -1.5369 \text{ e}7 \text{ N}$
- $P_y = 2.3436 \text{ e}6 \text{ N}$
- $P_z = -1.269 \text{ e}6 \text{ N}$
- $P_n = 1.54213 \text{ e}7 \text{ N}$

Siendo en este caso:

$$P_{mb} = 27. \text{MPa}$$

$$P_{ma} = 14.73 \text{ MPa}$$

d. De igual manera para el caso de EL38 se tiene:

- $P_x = -1.6811 \text{ e}7 \text{ N}$
- $P_y = 2.559 \text{ e}6 \text{ N}$
- $P_z = -1.1463 \text{ e}6 \text{ N}$
- $P_n = 1.685 \text{ e}7 \text{ N}$

Siendo en este caso:

$$P_{mb} = 29.56 \text{ MPa}$$

$$P_{ma} = 16.0 \text{ MPa}$$

La presión admisible para el buje LUBRITE de la compuerta radial de vertedero con aleación ASTM B22, no debe ser superior 27,4 MPa de acuerdo a los requerimientos de CHSG.

Es decir para el caso de EL38 la presión específica sobre los bujes de la compuerta supera el valor admisible de la especificación de diseño. Si bien para el caso de EL37 la presión media se encuentra cercana al valor límite indicado, los efectos de deformación y de borde pueden conducir a un incremento importante de la presión en los extremos del buje superando ampliamente el valor admisible.

Se ha contactado al fabricante de los bujes quien indica para el caso de los bujes LUBRITE, de aleación ASTM B22 C86300 como es el caso de Salto Grande, que la presión máxima admisible para tales bujes es de 55 MPa, (ver mail en Anexo III), no obstante de operarse la compuerta en esos niveles se lo estaría haciendo por encima de los valores de la especificación de diseño.

Estas conclusiones a las que se arriba, son otro motivo más para evitar la operación de las compuertas de vertedero a los niveles EL37 y EL38, además de las limitaciones estructurales previamente indicadas.

E. Análisis de los cables de pretensado de las vigas gorrón

La viga está diseñada mediante un sistema de cables de pretensado triaxial.

En las pilas intermedias cuentan con:

- Sistema de cables transversal consistente en 8 cables (dos filas de 4 cables)
- Sistema de cables verticales consistente en 6 cables (dos filas de 3 cables)
- Sistema de cables longitudinales consistente en 16 cables (dos filas de 8 cables)

En las pilas extremas cuentan con

- Sistema de cables transversal consistente en 8 cables (dos filas de 4 cables)
- Sistema de cables verticales consistente en 6 cables (dos filas de 3 cables)
- Sistema de cables longitudinales consistente en 13 cables (una fila de 9 y otra de 4 cables)

El diseño original fue realizado por ATB, posteriormente la firma SAICEM S. A. realizó una verificación con un estado de carga superior al de diseño original con cota del embalse +37.00 y sus conclusiones fueron que el sistema soportaba perfectamente el incremento de carga.

En el año 2013 la Consultora JL&A realizó una amplia verificación sobre la capacidad de las Compuertas Radiales con mayores niveles del embalse (+36.50, +37.00, +37.50, +38.00) e incluía la verificación de los sistemas de pretensado. Sus conclusiones, en lo que respecta a los cables de pretensado, indican que para esos estados de carga las tensiones en las sección en el contacto entre la viga gorrón y la pila estaban dentro de los valores admisible.

En la siguiente tabla se encuentra la verificación de las tensiones en las pilas centrales de los vertederos, para los distintos niveles del embalse:

Tensiones admisibles	Compresión $f_c(t/m^2) = 1424$	Propiedades mecánicas	A(m ²)	W(m ³)
	Tracción $f_y(t/m^2) = 267$		4,76	5,89

Nivel AA	Pretensado			Esfuerzos Componente Radial			Compuerta Radial		Total		Incremento
	V(t)	TB(t/m ²)=	TB'(t/m ²)	P(t)	ep(m)	M TM	TB(t/m ²)=	TB'(t/m ²)	TB(t/m ²)=	TB'(t/m ²)	
36	-4910,4	-1031,6	-1031,6	1530,0	2,6	3978,0	996,8	-354,0	-34,8	-1385,6	1,00
	-4910,4	-1031,6	-1031,6	3060,0	0,0	0,0	642,9	642,9	-388,7	-388,7	
36,5	-4910,4	-1031,6	-1031,6	1661,2	2,6	4319,0	1082,3	-384,3	50,7	-1415,9	1,09
	-4910,4	-1031,6	-1031,6	3322,3	0,0	0,0	698,0	698,0	-333,6	-333,6	
37	-4910,4	-1031,6	-1031,6	1732,9	2,6	4505,5	1129,0	-400,9	97,4	-1432,5	1,13
	-4910,4	-1031,6	-1031,6	3465,8	0,0	0,0	728,1	728,1	-303,5	-303,5	
37,5	-4910,4	-1031,6	-1031,6	1804,8	2,6	4692,6	1175,9	-417,5	144,3	-1449,1	1,18
	-4910,4	-1031,6	-1031,6	3609,7	0,0	0,0	758,3	758,3	-273,3	-273,3	
38	-4910,4	-1031,6	-1031,6	1877,0	2,6	4880,2	1222,9	-434,2	191,3	-1465,8	1,23
	-4910,4	-1031,6	-1031,6	3754,0	0,0	0,0	788,7	788,7	-242,9	-242,9	

Tabla 24 – Verificación de tensiones en pilas de vertedero

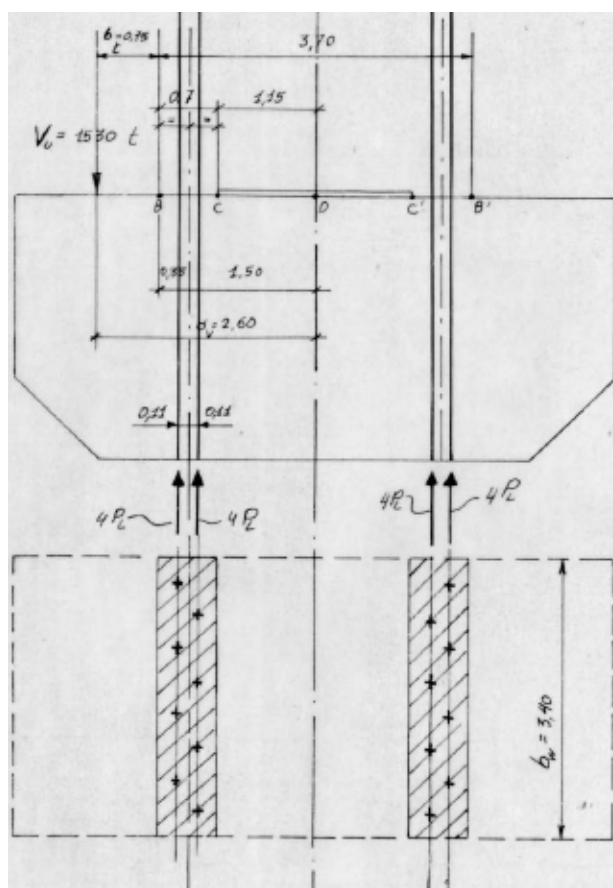


Figura 113 – Viga gorrón

F. Otras recomendaciones.

Además de las recomendaciones respecto de evitar en lo posible la operación de la compuerta a los niveles indicados, se tienen otras sugerencias referidas a inspecciones y mantenimiento a efectuar sobre la compuerta.

- Se recomienda continuar con el plan previsto de repintado de las compuertas de vertedero pues se observan signos de un marcado deterioro de la protección superficial en todas ellas. Este proceso deberá hacerse removiendo la pintura existente y aplicando un nuevo esquema de protección a través de granallado.
- Dado que tanto los métodos de aplicación de pinturas como las protecciones superficiales han mejorado respecto de los procedimientos y pinturas originales que se usaron en la etapa de construcción del proyecto, se sugiere reanalizar los esquemas de pintura a utilizar puesto que pinturas de última generación ofrecen idéntico grado de protección con ventajas respecto a su facilidad de aplicación, tiempo de secado y requerimientos de limpieza de la superficie base. Como es de conocimiento las pinturas epoxídicas con base de alquitrán, por cuestiones de salud y ambientales han sido prohibidas en algunos países. Estas pinturas fueron por mucho tiempo la forma de protección usual de superficies parcial o permanentemente sumergidas en agua, como es el caso del escudo de las compuertas de vertedero. Dichas pinturas fueron reemplazadas por otras que

permiten un tiempo de secado más rápido, tienen menores requerimientos de limpieza de la superficie base y los ensayos muestran idénticos o mejores resultados de protección y durabilidad, además de permitir reparaciones con mayor facilidad que los esquemas tradicionales. A manera de ejemplo se brinda en Anexo III la hoja técnica de una de las posibles alternativas comerciales de pintura a utilizar para esta aplicación que es la JOTAMASTIC 87 de JOTUN. (<http://www.jotun.com>) o bien International's (Interseal 670HS), Carboline's, Tnemec's or Ameron's como fabricantes alternativos. Adicionalmente se ha incluido en Anexo III una especificación de pintura típica para una compuerta radial, la que puede servir de base comparativa con el esquema que se ha decidido aplicar a las mismas

- Durante el repintado de la compuerta puede procederse también a la renovación de los sellos de la misma.
- Adicionalmente se sugiere que durante un mantenimiento de la compuerta se efectúe una inspección externa de los bujes de articulación de las compuertas. La misma se pueden hacer retirando la tapa externa del muñón de la compuerta y exteriormente revisar la condición del buje, que no se encuentren fisuras, o limaduras de bronce indicativas de algún problema con el mismo. Se podrá en esta inspección renovar el sello de goma del muñón.
- Se recomienda inspeccionar el estado de los sellos de los servomotores de accionamiento de las compuertas para detectar fugas incipientes de aceite a través de los mismos.

4.3.2 COMPUERTAS PLANAS DEL VERTEDERO

4.3.2.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. Las compuertas planas para el cierre aguas arriba del vertedero están compuestas por tableros de cierre de 16,24 m de ancho, secciones inferiores (denominadas A) e intermedias (denominadas B) ambas de 7 m de alto y secciones superiores (C) de 3,5 m de alto. Existen 6 tableros del tipo A, 6 tableros del tipo B y 12 tableros del tipo C.
- B. Los paneles de compuertas planas son operados mediante la grúa pórtico de aguas arriba equipada con la correspondiente viga pescadora.
- C. El personal de planta no indicó particularidades especiales respecto de estas compuertas planas.

4.3.2.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Las compuertas planas del vertedero, se encuentran en buen estado general de operación.
- B. Continuar con el plan de mantenimiento que contemple la revisión periódica del estado estructural, así como de las ruedas y sus ejes, la condición de los sellos y el estado de la protección superficial.

- C. Teniendo en cuenta que las consultas previas efectuadas por el personal de la CTMSG con una empresa especializada en sistemas de protección catódica arrojaron resultados negativos, resultando que no sería posible incorporar tal sistema a las guías y umbral de las compuertas planas y como el fenómeno de la corrosión es esencialmente progresivo recomendamos implementar dentro del programa de mantenimiento un control sistemático (por ejemplo semestral) del avance de la corrosión sobre las piezas sumergidas no factibles de recibir alguna protección superficial, registrando los resultados de dicho avance por medio de mediciones de la profundidad del ataque y registros fotográficos en puntos preestablecidos para evaluar el avance del fenómeno en vista de futuros cursos de acción. En la medida que se observe que la evolución de la corrosión pudiere interferir con la operación, efectuar las correcciones respectivas, ya sea con recargue de soldadura o la sustitución de la pieza.

4.3.3 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA, MANDO Y CONTROL DE LAS COMPUERTAS DEL VERTEDERO

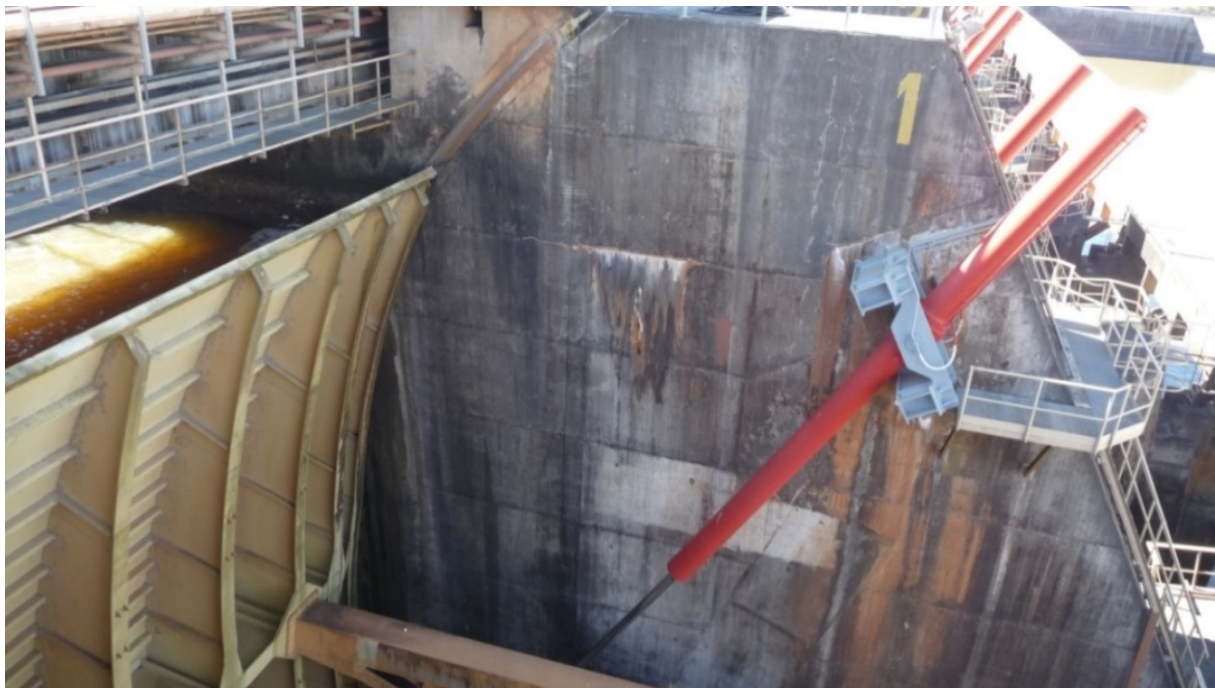
4.3.3.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. El sistema de mando de las compuertas radiales del vertedero es del tipo oleo-hidráulico compuesto por dos servos basculantes laterales y centrales hidráulicas de mando montadas sobre las pilas. Cada una de ellas comanda dos compuertas adyacentes.
- B. Los servos son de construcción ATB y el sistema oleo-dinámico de construcción RIVA-CALZONI.



Fotografía 137 – Servomotor de la compuerta radial

- C. El sistema de comando original RIVA-CALZONI fue reemplazado por un sistema con PLC's que como se ha dicho sirve a dos compuertas adyacentes.



Fotografía 138

Compuerta radial - servomotor de accionamiento

- D. Se modificó el sistema original de comando individual de cada compuerta con lógica cableada, por un sistema de comando digital único para cada dos compuertas, sin mando manual cableado. El cableado conjuntamente con el tablero original fue removido. Esto significó un retroceso de filosofía de control.
- E. En la actualidad para efectuar la maniobra manualmente deben operarse varias válvulas en el orden adecuado, cosa que no todo el personal efectivamente conoce y resultaría una operación riesgosa en un estado de emergencia que implica, confusión, tensión y nerviosismo en el personal a cargo.
- F. Los sensores de posición de las compuertas no funcionan correctamente; dan indicación errónea aleatoriamente. Esta situación se magnifica en los sensores instalados en las compuertas ubicadas en extremos del vertedero, debido a las vibraciones que inducen las propias de los edificios de las centrales que conducen a una falsa indicación.
- G. Se están instalando sensores de posición (inclinómetros) marca RITTMEYER en el escudo de la compuerta, que están funcionando satisfactoriamente. La instalación es precaria pues, para hacerla correctamente debería canalizarse los cables en tuberías hasta la caja eléctrica del gorrón de compuerta.
- H. El cableado de control que permite la operación de las compuertas, actualmente es en serie. Esto significa que en caso de ruptura se pierde el control de las compuertas ubicadas por detrás del punto de falla.



Fotografía 139 – Ubicación del inclinómetro RITTMEYER

4.3.3.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Ante una emergencia climática grave (un incremento inusitado del nivel del Embalse superior al nivel nominal, combinada con una tormenta con intensas descargas eléctricas) que requeriría un manejo urgente de las compuertas, si falla el PLC de control o se pierde la alimentación eléctrica del control (por ej. por las descargas eléctricas atmosféricas), queda un mando manual restringido que es para mantenimiento y que debe ser operado por personal calificado, pues actúa directamente sobre las válvulas del sistema oleoneumático de la compuerta.
- B. Implementar un control digital exclusivo para **cada** compuerta, con un control cableado de respaldo para permitir la operación manual en caso de falla del primero.
- C. Se recomienda renovar el tablero de 400V de alimentación eléctrica de vertedero.
- D. Se recomienda cambiar la ubicación del sensor de posición RITTMEYER, instalándolo en los brazos de la compuerta, de manera tal que se facilite el acceso desde la caja eléctrica ubicada próxima al gorrón de compuerta, facilitando el cableado por medio de cañerías.
- E. Dada la precisión en la medición del desplazamiento angular de dicho sensor con dicha configuración e instalando 2 equipos de medición, uno en cada brazo de la compuerta, es posible detectar durante los movimientos de apertura o cierre de las compuertas,

diferencias en los desplazamientos de los brazos la compuerta, evidenciando una resistencia asimétrica de la operación.



Fotografía 140 – Posición de instalación del equipo de medición angular RITTMEYER modelo Rivert.

- F. Se recomienda hacer un cableado de control de las compuertas en anillo, de manera de brindar mayor seguridad operativa al sistema.

4.3.4 REJAS

4.3.4.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. Existen 42 juegos de rejillas distribuidos en paneles de 6.5 m de ancho libre por 18.8 m de altura, con barras verticales de 22mm de espesor que dejan un ancho libre de pasaje de 25 cm entre sí.
- B. La disposición de las rejillas es vertical y pueden ser extraídas y montadas mediante la grúa pórtico de aguas arriba mediante la correspondiente viga pescadora.
- C. El personal de planta manifiesta que las rejillas de Toma se obstruyen frecuentemente por los residuos vegetales y camalotes que arrastra el río, aumentando la pérdida de carga en la reja con la consiguiente pérdida en la capacidad de generación.
- D. Durante la parada programada de la unidad N°13, se han inspeccionado las rejillas. De la inspección resulta que la reja S-1 se encuentra obstruida con 3 metros de mejillones y ramas amalgamados. Dicha reja no ha podido ser extraída, se encontraba atascada. Las rejillas S-2 y S-3 se encontraban medianamente limpias y la reja S-4 se encontraba con una considerable cantidad de mejillones adheridos.



Fotografía 141 - Reja S-4

- E. Se menciona que en algún caso se han medido pérdidas de carga de hasta 2 mca.
- F. El sistema utilizado para limpiar actualmente las rejas es mediante la compactación con un bloque de hormigón en el fondo de la estructura de entrada, lo cual ha generado una acumulación de basura que estaría por encima de los dos (2) metros del fondo de la toma.

4.3.4.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

Conforme a la información obtenida por medio de las personas de operación y mantenimiento y en virtud de lo observado durante las visitas realizadas se pueden considerar los siguientes problemas:

- A. Se recomienda una inspección mediante buzos, vehículo submarino (ROV) o registro fotográfico del estado de las rejas (especialmente la reja inferior S-1 la cual puede estar doblada o deformada por la presión que ejerció la acumulación de basura sobre ella)

previa al proyecto e instalación de un limpia-rejas en cada central del tipo accionado por cables para la limpieza secuencial de los 21 paños de rejas de la toma.

- B. Se recomienda elaborar un plan de acción que tenga como meta extraer todos los paños de rejas, incluyendo la S-1 que al día de la fecha, se encuentra atascada. La dificultad principal para la limpieza y dragado en la zona anterior a la reja de toma, con una embarcación flotante, se debe al espacio reducido existente con el embalse a cota +35.00 y el puente internacional, el cual, la época de estiaje facilitaría la operación.
- C. Las rejas se ubican aproximadamente desde el nivel -1.00 hasta el nivel +17.80 por lo cual se encuentran muy por debajo del nivel habitual del embalse, por tal razón los residuos que se mantuviesen superficiales no afectarían su funcionamiento y solo los residuos arrastrados a bajo nivel o aquellos de superficie que se sumergieran en la zona cercana a la toma o los que pudieran generarse en el lecho del embalse y luego arrastrados pueden producir su obstrucción.
- D. Por tales razones, consideramos la instalación de barreras superficiales en el embalse complementado con un limpiarrejas que actúen directamente eliminando los residuos de las propias rejas, quedando cubiertas todas las posibilidades de llegada de residuos, sean ellos superficiales que luego se sumerjan o aquellos normalmente sumergidos y sin perjuicio de los estudios previos correspondientes.
- E. El limpiarrejas podrá ser del tipo trasladado mediante el gancho secundario (2x17.5t) de la grúa pórtico de aguas arriba como en el ejemplo de la Fotografía 142.



Fotografía 142 - Limpiarrejas

O bien podrá tener su propio sistema de vías y su grúa de translación, previa solución de la interferencia con la mencionada grúa pórtico existente.

Debido a la simplicidad y menor instalación necesaria recomendamos el tipo de limpia-rejas trasladado con la grúa pórtico existente. Este tipo de limpia-rejas permitiría efectuar la limpieza aún con la unidad en operación. La experiencia recogida de otras plantas con similar diseño de rejás, muestra que el tipo indicado en la fotografía tiene un buen rendimiento y operación aún con la máquina en funcionamiento. Para condiciones de operación severa no es necesario detener la unidad. Eventualmente puede reducirse la potencia generada por la turbina, reduciendo el caudal de ingreso para permitir el descenso del limpia-rejas sobre las superficies del agua con importante cantidad de desechos.

Se sugiere tener o construir un juego de rejás de respaldo de una unidad, para poder realizar la operación de remoción y remplazo en un tiempo más acotado y realizar la operación de restauración del panel que se retiró en forma programada.

No se recomienda un limpia rejás con brazo hidráulico articulado, ya que el mismo tendría dificultades de operación por interferencias con el puente internacional durante la operación. Tampoco es recomendable un limpiador con brazo hidráulico recto ya que los mismos son recomendables para rejás de menor profundidad a la de Salto Grande.

- F. Como medida complementaria al limpia-rejas, recomendamos la instalación de una barrera flotante para contener la basura superficial. Dichas barreras comprenden de secciones unidas de un cuerpo flotante, una reja sumergida adosada, y en algunos modelos, una protección al personal que camina por la pasarela.

Para analizar la ubicación, se han estudiado diferentes alternativas para su instalación, si bien recomendamos efectuar estudios complementarios como los esfuerzos involucrados en la barrera dependiente de la velocidad del flujo, detalle del pilote de anclaje, radio de catenaria, facilidad de recolección de la basura acumulada, etc. Dentro de los estudios efectuados y consultados con fabricantes, las configuraciones siguientes han sido evaluadas:

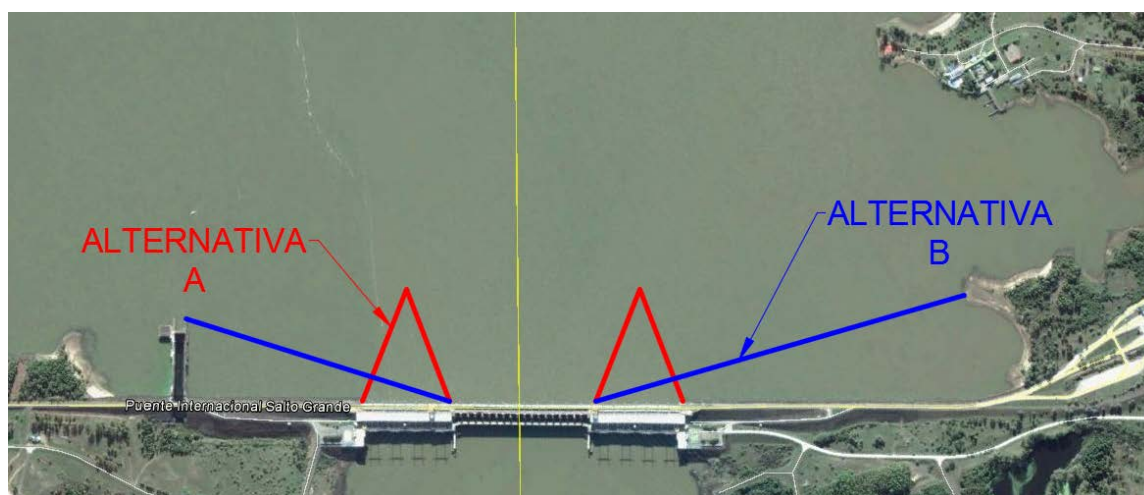


Figura 114 – Alternativas de instalación de barreras flotantes.

La alternativa A posee las ventajas de reducir la longitud de la barrera y que la basura acumulada se oriente hacia el vertedero. Como desventaja, la instalación de o bien un pilote en el vértice del triángulo que forma la barrera o un anclaje de hormigón. La alternativa B, no prevé la instalación de un pilote, aunque se incrementa su longitud y disminuye el ángulo respecto a la presa, dificultándose el vertido de la basura hacia el vertedero.

El material de construcción del elemento flotante de dichas barreras es diverso, pudiendo ser de acero, plástico, hormigón, etc. A modo de referencia, un posible fabricante de barreras de construcción plástica es la marca WORTHINGTON (<http://www.tuffboom.com/>) cuyo catálogo se encuentra en el Anexo III. La recolección de los desechos flotantes remanentes que no hayan podido ser descargados por el vertedero deberá efectuarse con ayuda de una embarcación.



Fotografía 143 – Barrera flotante plástica

Otra opción de material para el cuerpo flotante principal es la utilización de una estructura de hormigón armado pre-moldeado con núcleo de poliestireno expandido o bien vacío. (Fotografía 144 y Figura 115). En las figuras se presentan dimensiones preliminares a ser definidas en la ingeniería de detalle, junto con el cálculo de la estabilidad al vuelco. Dicho modelo forma una de pasarela, facilitando la limpieza de la basura acumulada. A modo de referencia, una empresa fabricante de barreras similares a la descrita es TRANSPAC MARINAS (<http://www.transpacmarinas.com/wells-dam.aspx>).



Fotografía 144 – Barrera flotante de hormigón pre-moldeado

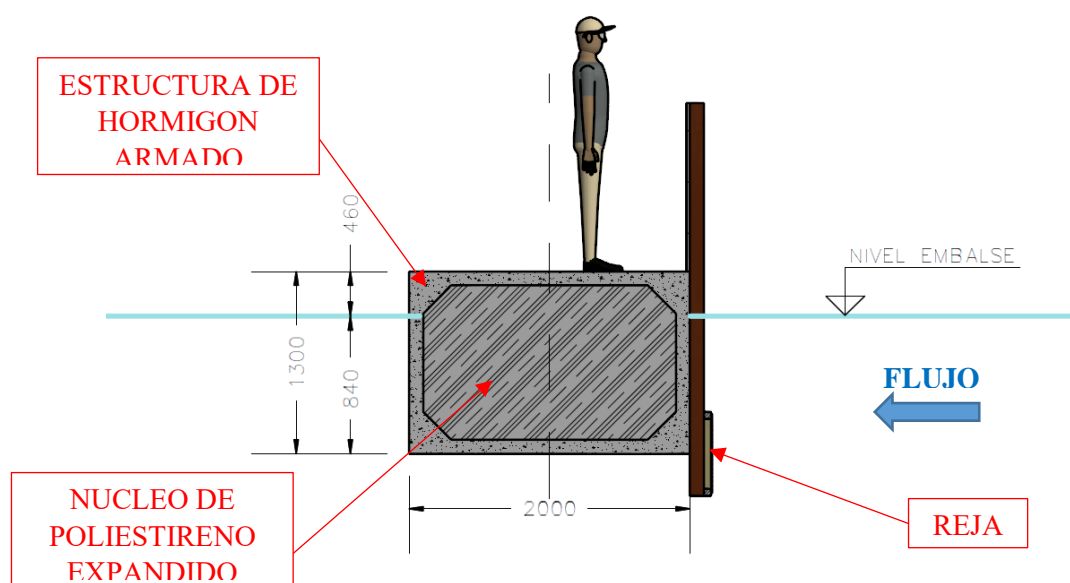


Figura 115 – Sección de la barrera

- G. Para mitigar la incrustación de bivalvos se recomienda aplicar alguno de los sistemas recomendados por USACE (Corp of Engineers), que pueden ser pinturas de acabado a base de vinilo o bien el uso de metalizado con zinc en las estructuras de las rejas de la toma, si bien este último método no garantiza un espesor uniforme y una adecuada adherencia sobre todo en zonas de vértices pronunciados de difícil acceso durante la proyección del recubrimiento. (Ver Anexo III)

4.3.5 ATAGUÍAS DE TOMA Y DEL TUBO DE ASPIRACIÓN

4.3.5.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. Las ataguías de toma y del tubo de aspiración que permiten el cierre de aguas arriba y aguas abajo de las máquinas, se operan mediante las grúas pórtico de aguas arriba y de aguas abajo de la central.
- B. El personal de planta se encuentra efectuando inspecciones y análisis sobre un problema de corrosión de las guías laterales y del umbral de las ataguías manifestando que el problema no parece grave en las guías, y en los umbrales se manifestó de importancia solo en uno de los vanos.



Fotografía 145 - Ataguía (año 2009)



Fotografía 146
Ataguía de Aguas Arriba- perdida en
sello inferior (año 2009)

Fotografía 147
Ataguía de aguas arriba - perdidas por
sellos (año 2009)

4.3.5.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que las consultas previas efectuadas por el personal de la CTMSG con una empresa especializada en sistemas de protección catódica arrojaron resultados negativos, resultando que no sería posible incorporar tal sistema a las guías y umbral de las ataguías y como el fenómeno de la corrosión es esencialmente progresivo recomendamos implementar dentro del programa de mantenimiento un control sistemático (por ejemplo semestral) del avance de la corrosión sobre las piezas sumergidas no factibles de recibir alguna protección superficial, sobre todo en los umbrales cuya corrosión afecta el sellado de las ataguías, registrando los resultados de dicho avance por medio de mediciones de la profundidad del ataque y registros fotográficos en puntos preestablecidos para evaluar el avance del fenómeno en vista de futuros cursos de acción. En la medida que se observe que la evolución de la corrosión pudiere interferir con la operación de las ataguías, efectuar las correcciones respectivas, ya sea con recargue de soldadura o la sustitución de la pieza.

4.3.6 COMPUERTAS DE TOMA

4.3.6.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. El equipamiento comprende 42 compuertas de toma de 15 m de alto por 7,5 m de ancho.
- B. El personal de planta se encuentra actualmente efectuando un mantenimiento capital en una de las compuertas, incluyendo la reparación de la superficie con pintura, y recambio de los rodillos los que no se encontraban en condiciones apropiadas presentando profundas picaduras en la superficie de rodadura, la reparación se está efectuando extrayendo la corona, mecanizando y colocando nuevas coronas en caliente, todo según indicaciones del fabricante de las compuertas.
- C. Se encuentra en proceso de fabricación una compuerta en el astillero Rio Santiago.
- D. Al igual que para las ataguías, el personal de planta efectúa, cuando se encuentran accesibles a la inspección, investigaciones y análisis del problema de la corrosión de las guías laterales y del umbral.

4.3.6.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. El personal de CTM se encuentra actualmente efectuando un mantenimiento profundo en una de las compuertas, incluyendo la fabricación y recambio de los rodillos de dicha compuerta los cuales no se encontraban en condiciones.
- B. Son válidas las recomendaciones dadas para el caso de las ataguías de toma y aspiración del párrafo A del punto 4.3.5.II. Sin embargo para las compuertas (dado que dichas compuertas pueden dejarse en seco por colocación de los tableros de cierre) existe además la posibilidad de que, si en el futuro el avance de la corrosión lo justificara, se reemplace, durante una parada de maquina prolongada, la pista de rodadura y el umbral de acero al carbono de la compuerta por otro de acero inoxidable, Por lo anterior recomendamos implementar el control del avance de la corrosión mencionado, con el fin de evaluar la oportunidad de efectuar el estudio y ejecución de las intervenciones antes citadas.

- C. Se recomienda elaborar un plan de acción que tenga como meta efectuar periódicamente, ensayos operativos de las compuertas de toma. Como ejemplo, se cita las prácticas que efectúa el US Bureau of Reclamation. (Ver Anexo III):

Ensayo de cierre según US Bureau of Reclamation		
Carga	Equilibrada	Desequilibrada
Frecuencia	Anual	Cada 6 años
Particularidades	Ensayo de ciclo de apertura y cierre completo	Ensayo con carga desequilibrada

Tabla 25 – Ensayos recomendados para las compuertas de toma

4.3.7 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA, MANDO Y CONTROL DE COMPUERTAS DE TOMA

4.3.7.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. El sistema de mando de las compuertas de toma es el típico oleohidráulico compuesto por un servo de construcción IHI que permite, para protección del grupo turbina-generador, la caída controlada de la compuerta ante una situación de emergencia.
- B. Una central electrohidráulica de comando atiende el servicio de las compuertas de las 7 máquinas de cada central.



Fotografía 148
Servomotores de Compuertas de guardia



Fotografía 149
Detalle del servomotor de la compuerta de guardia

4.3.7.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Se recomienda seguir con el proceso de repintado de los órganos de accionamiento de las compuertas iniciado por CHSG.
- B. Se recomienda considerar las frecuencias de ensayos de cierre de las compuertas sugeridas más arriba

4.3.8 COMPUERTAS DEL DESCARGADOR DE FONDO

4.3.8.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. El equipamiento comprende 6 descargadores de fondo cada uno con una compuerta de cierre de 6,64 x 11,78 m capaz de cortar flujo, equipada con rodillos de 700 mm de diámetro y 115mm de ancho. La compuerta posee una válvula by-pass de llenado del recinto. Existen además dos grupos de tableros auxiliares de cierre uno a aguas arriba y otro a aguas abajo, los que permiten poner en seco el túnel del descargador mediante el sistema de desagote. Dichos grupos de tableros auxiliares son los mismos correspondientes a las ataguías de toma y del tubo de aspiración. Colocados los tableros de cierre de aguas arriba y de aguas abajo la compuerta puede ser operada en aguas equilibradas o en seco.
- B. Se inspeccionaron las compuertas del descargador de fondo de margen derecha. CTM informó que los rodillos de las mismas se lubrican anualmente.
- C. En 2013 se retiró la compuerta de aguas arriba del descargador, una por vez, en uno de los vanos de la margen izquierda, estando solo una de las ataguías de aguas abajo instalada. En esta operación no hubo inconvenientes en el movimiento de la compuerta de aguas arriba, no obstante al no haberse instalado la ataguía superior se produjo la descarga de agua a través del vano libre de la misma.

4.3.8.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. El estado de las ataguías de toma y de aspiración ya se han comentado anteriormente, mientras que el estado de mantenimiento las compuertas de los descargadores de fondo se supone es similar al de las compuertas de guardia de las unidades.
- B. Tratándose de un órgano de seguridad, se deberá analizar la extensión de los planes de mantenimiento aplicados a las compuertas de guardia de las unidades, para las compuertas de los descargadores de fondo con las adaptaciones necesarias.
- C. Del análisis y resultado de las inspecciones efectuadas con buzos entre Mayo y Junio de 2015 en zona próxima a rejas de toma, se concluye que la cantidad de sedimentos y material depositado frente a las rejas de cada unidad es de consideración, estimándose un depósito de al menos dos metros de altura acumulada. Esto hace pensar que la zona cercana a los descargadores de fondo también presente una situación similar.
- D. Si bien CTM ha decidido iniciar un proceso de dragado y limpieza de dichas áreas con acumulación de depósitos, esta operación en un área limitada puede tener eficacia parcial. Es de esperar que dichas áreas de acumulación se extiendan en todo el frente de la presa. Por tal motivo se recomienda efectuar una inspección extendida la que puede hacerse con un vehículo submarino (ROV), operado en forma remota. Este

vehículo está equipado con cámaras de video y con un radar emisor que permite establecer en zonas profundas el perfil de la presa. De esta manera podrían recolectarse imágenes con posiciones de referencia en diferentes puntos de la presa a través de un barrido completo de la misma. Estas imágenes pueden permitir establecer una batimetría de la presa y determinar las áreas de mayor acumulación de sedimentos, determinando el volumen útil de la misma y la reducción del volumen desde la construcción.

- E. En Anexo III se da como referencia una de las posibles firmas que pueden efectuar esta inspección y el detalle de los vehículos usados durante las inspecciones. MWH posee una vasta experiencia en este tipo de inspecciones, que resultan de mucha utilidad donde el acceso con buzos no es posible o bien donde se trata de agua de elevada turbidez y poco acceso de luz natural como es el caso de túneles de aducción a centrales, habiendo sido los resultados de esas experiencias de mucha utilidad para tomar decisiones futuras.
- F. Por otra parte se recomienda la elaboración de un plan de acción que tenga como meta final a largo plazo la posibilidad de efectuar periódicamente (con periodicidad a determinar) un ensayo operativo de los descargadores de fondo. Puesto que nunca se han abierto los descargadores, existen dudas e incógnitas a resolver antes de intentar tal operación de apertura como un ensayo funcional periódico. Tener en cuenta que, por un error de operación ocurrido el día 10/05/13 en uno de los descargadores de fondo, estando la compuerta baja y los tableros de aguas arriba extraídos pero faltando colocar un tablero de aguas abajo, se inició la apertura de la compuerta con lo que comenzó el pasaje de un caudal importante por el descargador (Fotografía 150). Advertida la situación se cerró la compuerta la cual cerró adecuadamente sin que se detectasen dificultades, ni gran pasaje de residuos, ni problemas con el accionamiento de la grúa pórtico.



Fotografía 150

Inicio de la apertura de la compuerta con un tablero de aguas abajo sin colocar

G. Como ejemplo, se cita las prácticas que efectúa el US Bureau of Reclamation. (Ver Anexo III):

Ensayo de cierre según US Bureau of Reclamation		
Carga	Equilibrada	Desequilibrada
Frecuencia	Anual	Cada 6 años
Particularidades	Ensayo de ciclo de apertura y cierre completo	Ensayo con carga desequilibrada

Tabla 26 – Ensayos recomendados para las compuertas del descargador de fondo

H. Antes de poner en práctica un plan de inspección periódico del descargador de fondo es necesario verificar los sistemas de mando y control de sus órganos de cierre determinando su correcta operatividad y funcionamiento. Más abajo se ha efectuado un análisis de la capacidad requerida para los mismos a efectos de poder planificar su adecuación durante la operación del descargador

4.3.9 SISTEMA DE MANDO Y CONTROL DE LAS COMPUERTAS DEL DESCARGADOR DE FONDO

4.3.9.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

El mando de las compuertas de cierre de los descargadores de fondo se opera mediante la grúa pórtico de 2x 75t de aguas arriba y su correspondiente sistema de barras de izado, de manera tal que resulta de la mayor importancia el estado de mantenimiento y operatividad de dicho pórtico pues suponiendo que hubiera sido necesario abrir un descargador de fondo, su cierre se deberá efectuar con la compuerta cortando flujo operada con la grúa pórtico que es un dispositivo que no tiene la robustez y capacidad de absorción de esfuerzos dinámicos de un servomotor hidráulico como el de las compuertas de guardia de las unidades.

4.3.9.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

A. Con el objeto de calcular el Down-pull de la compuerta del descargador de fondo se ha utilizado la siguiente bibliografía:

- Eduard Naudascher, ASCE, R.P.Rao, A.Richter, P.Vargas, G.Wonik, Prediction and control of down-pull on tunnel gates, Journal of hydraulic engineering, vol112, No5, May1986
- Eduard Naudascher, ASCE, H.E.Koubs, R.P.Rao, Hydrodynamic Analysis for high-head leaf gates. Journal of the hydraulics division, ASCE, vol90, No.HY3, 1964.

Para el cálculo se usa un programa FORTRAN que utiliza la metodología y matemática contenida en los dos artículos de Naudascher citados arriba.

B. Casos analizados

Para la entrada de datos se utilizó la geometría de la compuerta contenida en los planos:

- Compuertas de los Descargadores de Fondo. Conjunto de la compuerta. Dibujo 11-06.
- Compuertas de los Descargadores de Fondo. Detalle de Sellado. Dibujo 11-02.
- Corte Transversal por la Unidad. Plano OT.01.015.

C. **Caso 1.** Se usa un caso extremo con nivel de embalse de 35 m y contraembalse de 22.5 m que da un flujo por descargador de 783 m³/s, total 4700 m³/s. En el siguiente listado está los datos de entrada y la salida del programa da la siguiente información:

Datos de entrada:

Tipo de compuerta (1=tunnel gate,2=face gate)		1
Altura del túnel en la compuerta	y0	11
Ancho del túnel en la compuerta	b	6.5
Diámetro del túnel en la sección circular	di	8.17
Espesor de la compuerta	d	1.1
Ancho de la compuerta	bb	7.44
Inclinación del umbral de la compuerta	tita	-22
Prolongación de la chapa (skinplate)	e	0.08
Radio de empalme del umbral	r	0
Luz entre comp. y pared del pozo aguas abajo	a2	0.4
Luz entre com. y pared del pozo aguas arriba	a1	0.069
Diferencia de alturas	deltah	12.5
carga en la solera de la compuerta	hh	34
Máxima apertura de la compuerta	y _{max}	11
Caudal máximo a través de la compuerta	q _{max}	783

Resultados:

$$Co = q_{max} / (y_0 * b * (2 * g * \text{deltah})^{0.5}) \text{ Coeficiente descarga. } = 0.699$$

Q_{max} = Caudal máximo a través de la compuerta (m^3/seg). = 783.000

Apertura = y/y_0

V_j = Velocidad del flujo bajo la compuerta (m/seg).

Q = Caudal bajo la compuerta (m^3/seg).

Kappa = Coeficiente de downpull.

Downpull = Downpull en la compuerta (kN).

Apertura	V_j	Q	kappa	ft	fb	Downpull	Hpozo
0.08	16.83	104.74	0.01	64.1	37.10 2	6.99 20	0.16
0.1	17.11	130.82	0.25	64.66	-251.52	316.18	19.69
0.15	17.74	198.8	0.33	65.59	-373.36	438.96	18.58
0.2	18.25	269.56	0.41	65.56	-504.29	569.85	17.64
0.25	18.57	333.04	0.35	64.16	-444.67	508.83	17.02
0.3	18.75	396.58	0.29	61.85	-374.2	436.04	16.66
0.35	18.77	451.03	0.3	58.62	-389.45	448.07	16.6
0.4	18.66	504.22	0.31	54.66	-398.83	453.49	16.79
0.45	18.41	551.27	0.38	50.27	-485.56	535.84	17.22
0.5	18.02	596.87	0.45	45.37	-558.12	603.49	17.91
0.55	17.59	631.24	0.55	40.78	-664.44	705.22	18.66
0.6	17.11	659.86	0.63	36.14	-722.27	758.41	19.47
0.65	16.51	687.39	0.65	31.23	-702.7	733.93	20.45
0.7	15.99	706.2	0.65	27.18	-658.83	686.01	21.28
0.75	15.36	724.5	0.65	22.96	-608.35	631.31	22.25
0.8	14.74	738.96	0.52	19.15	-444.53	463.67	23.17
0.85	14.13	750.22	0.4	15.73	-314.64	330.37	24.04
0.9	13.42	760.63	0.51	12.17	-368.67	380.85	25.01

Para hacer el análisis de la capacidad de la grúa se tienen en cuenta los siguientes datos:

Capacidad de la grúa	150.000 Tn
Peso de la Compuerta	80.000 Tn
Peso de la viga pescadora	3.190 Tn
Máximo Downpull 758.41 kN	77.389 Tn
Fuerza Total Necesaria	160.579 Tn

Tal como se indica en la Figura 116 para las condiciones de embalse y contraembalse indicadas los valores de downpull varía según la apertura de la compuerta, alcanzando valores que sumados al peso de la compuerta y de la viga de izaje superan la capacidad de la grúa pórico de aguas arriba.

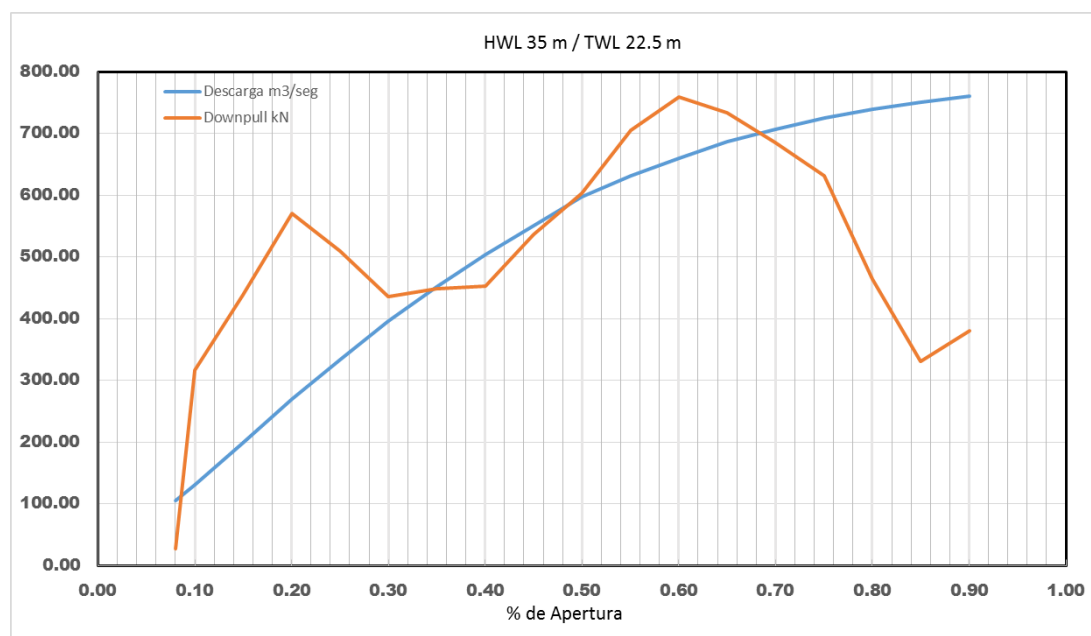


Figura 116 – Downpull vs Apertura de la compuerta

D. **Caso 2.** En el caso de que el nivel de embalse sea 35 m y la restitución 10 m el caudal por cada descargador sube a 1100 m³/s y el resultado del programa de downpull es el siguiente:

Datos de entrada:

Tipo de compuerta (1=tunnel gate,2=face gate)		1
Altura del túnel en la compuerta	y0	11
Ancho del túnel en la compuerta	b	6.5
Diámetro del túnel en la sección circular	di	8.17
Espesor de la compuerta	d	1.1

Tipo de compuerta (1=tunnel gate,2=face gate)		1
Ancho de la compuerta	bb	7.44
Inclinación del umbral de la compuerta	tita	-22
Prolongación de la chapa (skinplate)	e	0.08
Radio de empalme del umbral	r	0
Luz entre comp. y pared del pozo aguas abajo	a2	0.4
Luz entre com. y pared del pozo aguas arriba	a1	0.069
Diferencia de alturas	deltah	25
carga en la solera de la compuerta	hh	34
Máxima apertura de la compuerta	y _{max}	11
Caudal máximo a través de la compuerta	q _{max}	1100

Resultados:

$C_o = q_{max}/(y_0*b*(2*g*deltah)**0.5)$ Coeficiente descarga. = 0.695

Q_{max} = Caudal máximo a través de la compuerta (m³/seg). 1100.000

Apertura = y/y_0

V_j = Velocidad del flujo bajo la compuerta (m/seg).

Q = Caudal bajo la compuerta (m³/seg).

$Kappa$ = Coeficiente de downpull.

Downpull = Downpull en la compuerta (kN).

Apertura	Vj	Q	kappa	ft	fb	Downpull	Hpozo
0.08	23.8	148.1	0.01	128.16	74.19	53.97	6.32
0.1	24.19	184.97	0.25	129.27	-502.85	632.12	5.39
0.15	25.07	281.02	0.32	131.08	-722.27	853.35	3.19
0.2	25.31	373.81	0.31	126.08	-722.27	848.36	2.4
0.25	25.09	449.97	0.31	117.12	-722.27	839.4	2.81
0.3	24.87	525.93	0.29	108.77	-658.09	766.86	3.23
0.35	24.67	592.55	0.3	101.18	-672.17	773.35	3.62
0.4	24.45	660.68	0.31	93.85	-684.74	778.59	4.02
0.45	24.23	725.41	0.33	87.05	-722.27	809.32	4.42

Apertura	Vj	Q	kappa	ft	fb	Downpull	Hpozo
0.5	23.99	794.49	0.33	80.39	-722.27	802.66	4.86
0.55	23.77	853.25	0.34	74.51	-722.27	796.78	5.24
0.6	23.56	908.84	0.34	68.57	-722.27	790.84	5.61
0.65	23.23	967.14	0.35	61.82	-722.27	784.09	6.35
0.7	22.49	993.33	0.37	53.78	-722.27	776.05	8.02
0.75	21.6	1018.78	0.4	45.41	-722.27	767.68	9.94
0.8	20.72	1038.88	0.43	37.84	-722.27	760.11	11.78
0.85	19.86	1054.52	0.4	31.08	-621.65	652.73	13.5
0.9	18.87	1068.98	0.51	24.04	-722.27	746.31	15.42

Para hacer el análisis de la capacidad de la grúa se tienen en cuenta los siguientes datos:

Capacidad de la grúa	150.000 Tn
Peso de la Compuerta	80.000 Tn
Peso de la viga pescadora	3.190 Tn
Máximo Downpull 758.41 kN	87.065 Tn
Fuerza Total	170.255 Tn

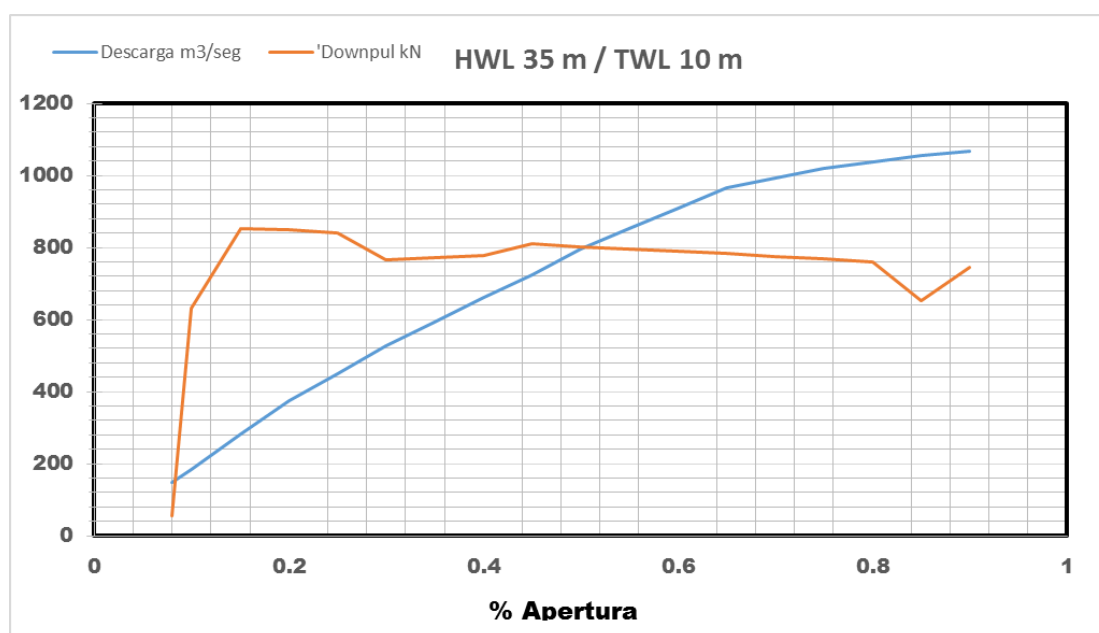


Figura 117 - Downpull vs Apertura de la compuerta

Los dos casos analizados demuestran que la capacidad de la grúa es insuficiente para operar la compuerta del descargador de fondo.

En el primer caso la fuerza total máxima alcanza a 160,579 Tn para una apertura del 60%, una cota de embalse de 35 m, de restitución de 22.5 m y un caudal de 783 m³/s por descargador. En el segundo caso la fuerza total máxima alcanza a 170.255 Tn para una apertura del 15%, una cota de embalse de 35 m, de restitución de 10 m y un caudal de 1100 m³/s por descargador.

En ninguno de los dos casos la grúa soporta la carga dado que la máxima es de 150 Tn.

De resultados de la aplicación para diferentes condiciones de embalse y restitución se muestra un gráfico con los límites operativos para los cuales se puede utilizar la grúa.

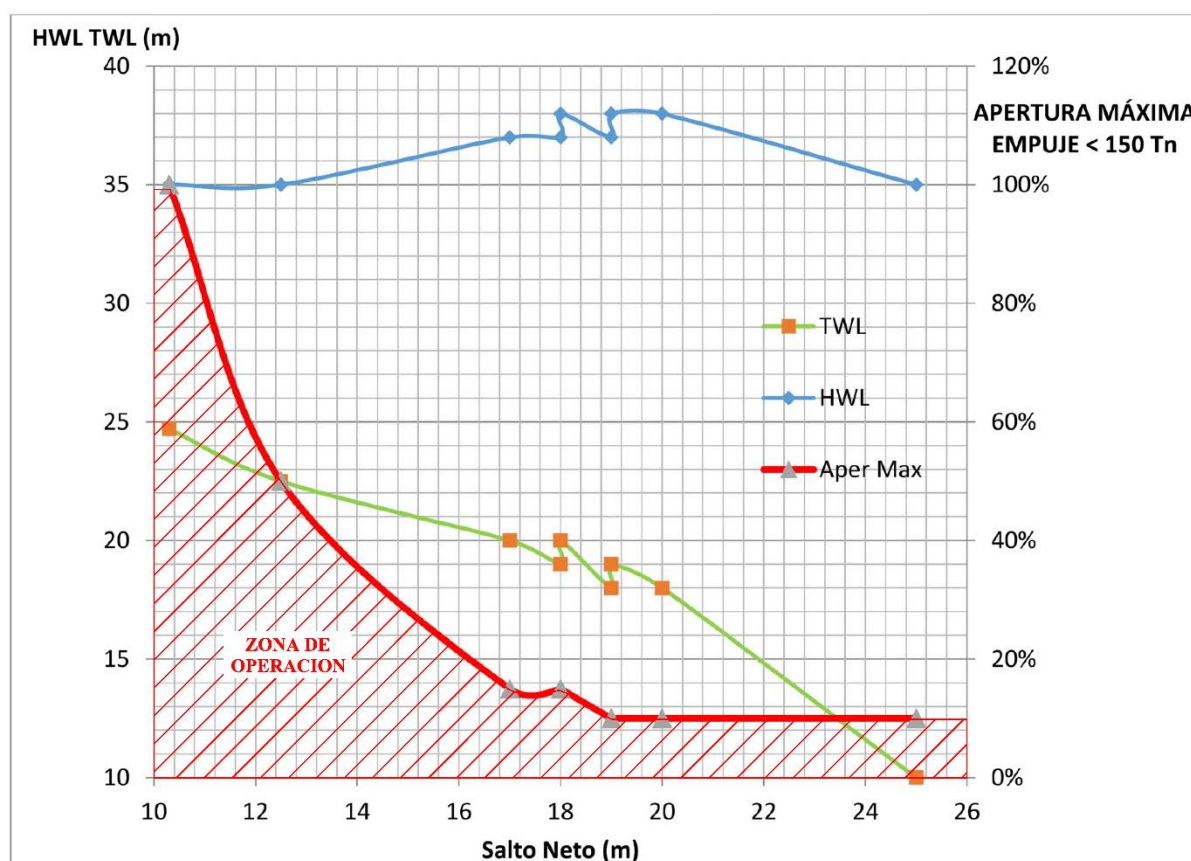


Figura 118 - Límites de apertura de la compuerta

La curva roja del gráfico anterior muestra el límite de apertura de la compuerta para diferentes valores de embalse y nivel de restitución, siendo debajo de esta, la zona de operación con la capacidad disponible del pórtico de aguas arriba. Los valores por encima de dicha línea presentarían cargas sobre el pórtico grúa superiores a la capacidad de la misma.

Esto deberá validarse efectuando ensayos en primer lugar sobre la grúa para determinar su capacidad real de izaje y luego validar los resultados del valor del downpull teórico calculado instalando celdas de carga sobre la grúa y operando la compuerta de acuerdo con el plan orientativo descripto a continuación

E. Condiciones a cumplir antes de comenzar el plan de ensayo.

La secuencia de ensayo a seguir puede ser la descripta más abajo pero previamente a ello deberán cumplirse ciertas condiciones de ensayo que se describen a continuación.

1. La grúa y la viga de izaje deberán estar verificadas en su capacidad de carga y las nuevas celdas de carga calibradas
2. Verificar las correctas condiciones en su estado de conservación y alineación de ruedas, sellos de la compuerta, guías, barras de izaje, etc.
3. Acondicionar el mecanismo indicador de posición de la compuerta
4. Limpieza del embalse frente a la zona de los descargadores
5. Verificar a partir del registro de niveles de embalse y restitución que la zona de operación se encuentre dentro de la admisible marcada en el grafico indicado anteriormente

F. Secuencia de ensayo

1. Registrar los niveles de embalse y restitución y verificar con el gráfico anterior la apertura máxima permitida para la compuerta.
2. Con el túnel cerrado mediante la compuerta, colocar los tableros de cierre de aguas arriba y de aguas abajo en aguas equilibradas mediante las grúas pórticos correspondientes.
3. Abrir la compuerta y desagotar el túnel mediante las bombas de desagote.
4. Limpiar e inspeccionar el túnel en su extensión entre tableros de cierre aguas arriba y aguas abajo incluyendo umbral y guías laterales de la compuerta y las tuberías y válvulas de desagote.
5. Cerrar la compuerta bajándola en seco comprobando su adecuado deslizamiento por las guías.
6. Medir y registrar el valor del tiro en la celda de carga con la compuerta en seco tanto con la compuerta suspendida como en movimiento vertical ascendente y descendente
7. Llenado de las secciones del túnel aguas arriba y aguas abajo de la compuerta mediante las válvulas by-pass.
8. Extracción de los tableros de cierre de aguas arriba y aguas abajo en aguas equilibradas.
9. Medir y registrar el valor del tiro en la celda de carga para una apertura incipiente de la compuerta

10. Apertura de la compuerta permitiendo el pasaje del flujo de descarga hasta una apertura controlada, del 5 %.
11. Medir y registrar el valor de tiro en la celda de carga.
12. Repetir la operación 9 y 10 para aperturas incrementales del 5%, controlando y registrando los valores de las celdas de carga, que no deberán superar las 145ton. La apertura de la compuerta no deberá exceder el valor del gráfico anterior para las condiciones de embalse y restitución dadas.
13. Cierre de la compuerta cortando flujo, dejando el descargador operable ante una situación de emergencia.

De validarse los resultados teóricos, deberán tomarse las acciones correctivas necesarias para modificar el mando de la compuerta.

Estas acciones pueden ser:

- Dotar a la grúa de dispositivos de seguridad de manera que se impida la operación fuera del rango de servicio permitido.
- De extenderse el rango operativo, modificar el mando de la compuerta del descargador colocando un accionamiento con servomotor hidráulico.

4.4 MEDIOS DE IZAJE DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO

4.4.1 GRÚAS PUENTES

4.4.1.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. En cada sala de máquinas existen dos grúas puentes principales de 2x 175t + 35t que pueden acoplarse en tándem y una grúa puente auxiliar de 25t + 5t todas de construcción WAAGNER-BIRÓ-CALVIÑO.
- B. Como es habitual las grúas de mayor capacidad previstas para el montaje están inactivas la mayor parte del tiempo y son sometidas a una inspección y mantenimiento preventivo limitados.
- C. Respecto de las grúas puente principales 2x175t el personal de planta informa que tienen pérdidas de aceite, posiblemente producida por la sequedad de los retenes de las cajas de reducción debida a la inactividad. Por otra parte se remarcó la presencia de desalineaciones en dichas cajas de engranajes.
- D. La correspondiente inspección y corrección de tales problemas no resulta fácil por la escasa distancia entre la parte superior de los mecanismos y el techo de la sala de máquinas.
- E. Por otra parte el personal de planta informa que el coeficiente de seguridad de los cables de izado originales instalados es de 5 (ö-norm) pero actualmente los reglamentos (el argentino al menos) exigen 6 como mínimo.
- F. Una de las vigas de acople necesita reparaciones.

- G. Los rieles de rodadura del movimiento de translación de los puentes presentan luces entre sus tramos, mayores que las supuestamente establecidas durante su montaje, llegando en algún caso hasta 20 mm.
- H. Para las grúas de 25t, los problemas resultan los normalmente esperables para grúas que se utilizan habitualmente durante las operaciones en la casa de máquinas, sin embargo también presentan problemas puntuales, por ejemplo según informa el personal de planta, las cajas reductoras fabricadas por CALVIÑO presentan desalineaciones en el alesado de los ejes y el freno adicional de emergencia que no funciona.
- I. Estas grúas tienen mando por radio desde piso, el personal de planta informa que la velocidad de los ganchos de izado no es constante y que las señalizaciones no son confiables.
- J. Según el personal de mantenimiento eléctrico de CTM, están funcionando con algunas dificultades los siguientes controles o equipos:
- La velocidad seleccionada del gancho no permanece constante durante una operación; varía intempestivamente.
 - El freno por corrientes parásitas presenta fallas en operación.
 - Hay fallas en el sistema de comando.
 - Hay fallas en las señalizaciones.



Fotografía 151
Grúa Puesto 2x 175t



Fotografía 152
Grúa Puesto 25t

4.4.1.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Para los puentes 2x175t es necesario iniciar un programa de mantenimiento mayor no solo pensando en un posible desarme de las unidades por modernización sino en una eventual emergencia por falla de una unidad.

- B. Para las grúas puente de 25t, se recomienda resolver el problema con las cajas reductoras de fabricación Calviño, adquiriendo nuevas cajas reductoras para solucionar el problema del desalineamiento.
- C. Considerando que la operación deber ser segura por los próximos cuarenta años, se sugiere sustituir los componentes obsoletos del sistema de control o aquellos que sean responsables del mal funcionamiento de la grúa.
- D. Se recomienda la instalación de una celda de carga como los fabricados por AIRPES (<https://www.airpes.com/es/lifting/pesaje/celulas-de-carga/>) o similar (ver Anexo III).

4.4.2 GRÚAS PÓRTICOS

4.4.2.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

Tanto para la grúa pórtico de aguas arriba como para la de aguas abajo el personal de planta informa sobre las siguientes particularidades:

- A. En ambos pórticos entra agua en la estructura disparando la consiguiente corrosión y deterioro de la misma.
- B. También para ambos pórticos se informa que el sistema de control funciona correctamente y tiene accionamiento por radio desde el piso. El personal de planta no considera importante cambiarlo por un sistema de control por variación de frecuencia.
- C. Para el pórtico de aguas arriba se indica la existencia de una desalineación de los tambores grandes.
- D. No se conoce el estado y los valores de calibración de los dispositivos de seguridad por cable flojo y exceso de carga.
- E. En el pórtico de aguas abajo existe una flexión del carro al pasar del estado sin carga al estado bajo carga, dicha flexión modifica el contacto entre piñón y corona.
- F. El personal de planta informa que en ese mismo pórtico de aguas abajo se produjo en el año 1993 un accidente durante una operación de izado debido a una falla de la caja reductora.
- G. La traslación de la grúa en una sola margen de la central, es decir en tramos cortos se efectuaba originalmente alimentando los motores eléctricos de traslación con el cable que tiene una longitud determinada, conectado a tomacorrientes instalados en pedestales a lo largo del trayecto entre las dos centrales.
- H. Pero la traslación entre las dos Centrales (tramo muy largo), debía hacerse cambiando la alimentación a los tomacorrientes instalados en pedestales a lo largo del trayecto entre las mismas. Esta operación era muy inapropiada práctica y técnicamente. Debido a esa dificultad, el sistema de traslación se modificó instalando un grupo Diésel-generador en la grúa que alimenta los motores de traslación para el trayecto entre las dos Centrales, prescindiendo en esta operación de la alimentación desde los tomacorrientes.



Fotografía 153 - Grúa Pórtico de aguas arriba

- I. Según el informe de “*Inspección de Equipos de Izaje*” realizado por Bureau Veritas (ver Anexo I del Tomo I), existe estancamiento de agua en la viga superior de la grúa, según el cual “*se deberá drenar los cajones, limpiar, medir, mesurar daños y tomar acciones correctivas*”.



Fotografía 154
Grúa Pórtico de aguas arriba - bogie



Fotografía 155
Grúa Pórtico de aguas arriba
- Anclaje contra huracanes

- J. Los motores originales austriacos son con rotor bobinado para la regulación de velocidad y no presentan problemas de operación.



Fotografía 156
Grúa Pórtico aguas abajo



Fotografía 157
Grúa Pórtico aguas arriba

4.4.2.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

Grúa pórtico de aguas arriba

- A. El resultado del cálculo de down-pull de la compuerta del descargador de fondo, indica que existen limitaciones en la capacidad de las grúas de aguas arriba para operar las compuertas del descargador dentro de un cierto rango de niveles de embalse y restitución.
- B. Si bien las determinaciones efectuadas deben ser validadas a través de ensayos, puede afirmarse que para ciertos niveles de operación y aperturas de compuerta los esfuerzos hidráulicos sumados al peso propio de la compuerta y viga de izaje hacen que se exceda la capacidad nominal de la grúa. En el capítulo 4.3.9 “Sistema de mando y control de las compuertas del descargador de fondo” se encuentran los detalles del cálculo y se definen los límites operativos en base al nivel de embalse y restitución y a la apertura de la compuerta.
- C. No se recomienda operar la compuerta del descargador con la grúa por encima de la zona de operación recomendada pues existe la posibilidad de que los esfuerzos superen la capacidad de la misma. Se sugiere efectuar sobre las grúas los ensayos indicados en 4.3.9 para validar los resultados teóricos indicados en dicho acápite a través de la medición con celdas de carga.
- D. Dado que el elemento operativo propuesto para el limpiador de rejas será la grúa pórtico de aguas arriba, su frecuencia de uso será mucho mayor que en la situación actual. Por lo tanto se recomienda para la misma completar y terminar las acciones correctivas encontradas durante la inspección de las grúas indicadas por la empresa REYSE en Setiembre de 2014.

- E. Debe estudiarse la desalineación de los tambores e introducir las medidas correctivas, esta anomalía debe tratarse de manera tal que permita evaluar su influencia en el comportamiento del mecanismo de izado principal pues es el encargado de la operación de las compuertas de los descargadores de fondo que son capaces de cortar flujo.
- F. Dentro de las mejoras a implementar y recomendaciones efectuadas en las inspecciones anteriores se destaca efectuar el perforado de las vigas para drenar el agua de las mismas con agujeros de 1 pulgada de diámetro. Al mismo tiempo efectuar un sellado de las tapas de acceso al interior de las vigas, instalando sellos de goma respectivos
- G. Considerando que la operación deber ser segura por los próximos cuarenta años, se sugiere reparar el sistema de control de velocidad renovando los componentes eléctricos del mismo. En un futuro podrá considerarse su reemplazo por un sistema de control de velocidad variable continuo a través del control de frecuencia, lo que implicaría un reemplazo de los motores

Grúa pórtico de aguas abajo

- A. Verificar operación de la caja reductora y descartar problemas de flexión del carro corroborando que el mismo no presente flexión. De existir este problema, deberá analizarse reforzar la estructura para lograr valores admisibles de deflexión.
- B. Se repite la recomendación respecto del recambio de resistores y otros elementos del circuito de regulación de velocidad de la grúa. En un futuro podrá considerarse su reemplazo por un sistema de control de velocidad variable continuo a través del control de frecuencia, lo que implicaría un reemplazo de los motores.
- C. Se sugiere una inspección general similar a la efectuada para el pórtico de aguas arriba donde se inspeccionen:
 - Componentes Estructurales, Izaje Principal y Auxiliar
 - Verificación de cadena cinemática en ascenso y descenso
 - inspección de ruedas, poleas, ejes y tambores de izaje. Y acoplamientos.
 - Inspección de uniones abulonadas
 - Inspección del esquema de pintura
 - Control de cajas reductoras
 - Inspección de rodamientos de ruedas, reductores y poleas (auditiva, visual, temperatura)
 - Cabina de comando
 - Medición de aislación de motores
 - Frenos, Alimentación eléctrica, Cableado y conexionado.
 - Iluminación, Tableros de comando y operación
 - Sistema de control Estación
 - Sensores y Límites de carrera

- Paradas de emergencia, Elementos de indicación durante la operación

Para ambos pórticos de la central se recomienda

- A. Ensayos sin carga y a su vez un ensayo dinámico con carga nominal (de acuerdo a ASME B30.2-2005 y ensayo dinámico de sobrecarga (de acuerdo a ASME B30.2-2005).
- B. Una vez implementadas las modificaciones sugeridas de la inspección de Setiembre de 2014 para el pórtico de aguas arriba y de efectuadas las inspecciones y reparaciones para el pórtico de aguas abajo, se sugiere re-certificar la grúas de acuerdo a la Ley 19.587 y su Decreto Reglamentario 351/79, artículos 114 al 127 referentes a puentes grúas y elementos de izaje y las indicaciones de la norma ASME B30.
- C. Se recomienda la instalación de celdas de carga como los fabricados por AIRPES (<https://www.airpes.com/es/lifting/pesaje/celulas-de-carga/>) o similar (ver Anexo III).
- D. Los informes de las inspecciones indican que en algunos sistemas de izado, los cables de acero no cumplen con el requerimiento de coeficiente de seguridad mínimo igual a 6 exigido por la ley argentina 19587/72. Para tal caso recomendamos que se prevea el cambio de dichos cables por otros de igual diámetro, composición y flexibilidad que los originales pero fabricados con acero de resistencia específica de 200 o 220 kg/mm² según corresponda (los originales son de acero de 180 kg/mm²) de manera que su carga mínima de rotura sea igual o superior a la necesaria para obtener un coeficiente de seguridad de 6 mínimo.

4.4.3 ASCENSORES, MONTACARGAS Y GRUAS MOVILES

4.4.3.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. El personal de planta considera que las capacidades de 3000 kg y 3200 kg de esos equipos resultan apropiadas.
- B. En estos momentos se encuentra en curso la renovación de dos montacargas por otros OTIS. Estos últimos presentan algunos problemas con el funcionamiento de las puertas.

4.4.3.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Recientemente se han instalado ascensores OTIS en la central, los originales funcionan con algunas deficiencias.
- B. Se recomienda continuar con el recambio por equipamiento moderno y más seguro.
- C. Se considera necesario considerar la renovación de la grúa móvil existente, en vistas de que la operatividad y confiabilidad de la misma debe estar garantizada por los próximos treinta años.

4.5 SISTEMAS AUXILIARES MECÁNICOS

4.5.1 SISTEMA DE DESAGOTE Y DRENAJE DE LA CENTRAL

4.5.1.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. El sistema de drenaje y desagote se divide en sistemas independientes, uno correspondiente al drenaje de la galería de inspección de aguas arriba a cota -8.00 margen derecha, otro correspondiente al drenaje de la galería de inspección de aguas arriba a cota -8.00 y de la galería a cota -3.00 en el vertedero (ver Fotografía 162) en margen izquierda, otro para el drenaje de sala de montaje y áreas de servicio de la central, uno para cada margen, y un sistema de desagote de las unidades, uno para cada margen.
- B. El sistema de desagote de las unidades, permite vaciar tanto en forma parcial como total los pasajes de agua de cualquier unidad y de los descargadores de fondo.
- C. Para lograr el vaciado parcial de la unidad, se desagotan por gravedad los pasajes de agua hasta la cota de restitución, luego con el sistema de tuberías y válvulas fijo de la central, instalados en la galería de acceso al rodete, se descarga al pozo de desagote logrando de esta manera llegar al nivel de instalación de la plataforma para mantenimiento del rodete.
- D. Posteriormente se accede a la plataforma de mantenimiento y mediante la utilización de una bomba portátil sumergible conectada al sistema fijo de tuberías que descargan en el pozo de desagote, se realiza el vaciado total.
- E. Cada unidad está conectada a un colector de descarga al pozo mencionado que está equipado con tres bombas de eje vertical marca Byron Jackson que descargan a nivel de la restitución.
- F. Se suele desagotar dos máquinas al año.
- G. Los sistemas de control de nivel tanto en el pozo de desagote como en el de drenaje, instalados originalmente era del tipo controlado por dispositivos de burbujeo. Ese sistema ha sido eliminado y reemplazado por controles del tipo electrónico, el que no dispone de un respaldo y visualización de anomalías.
- H. Los pozos de Desagote ubicados debajo de las áreas de servicio disponen de tapas de acceso para la inspección. Dichos accesos poseen 3 tapas superpuestas (Ver Figura 119). Las tapas son de acero y su operación es manual.
- I. Durante la inspección, la plataforma corrediza no se la ha encontrado colocada y la tapa estanca corrediza, abierta.
- J. Dado que los pozos de Drenaje y los pozos de Desagote no poseen forma de visualizar su estado se hace necesario para el personal de operación tener abiertas las tapas de los mismos para observar su estado.



Fotografía 158
Medición y diagrama de Control

K. El manipuleo dificultoso por su peso y la fricción para el cierre, son motivos para que se encuentren abiertas constituyendo una preocupación para CTM.

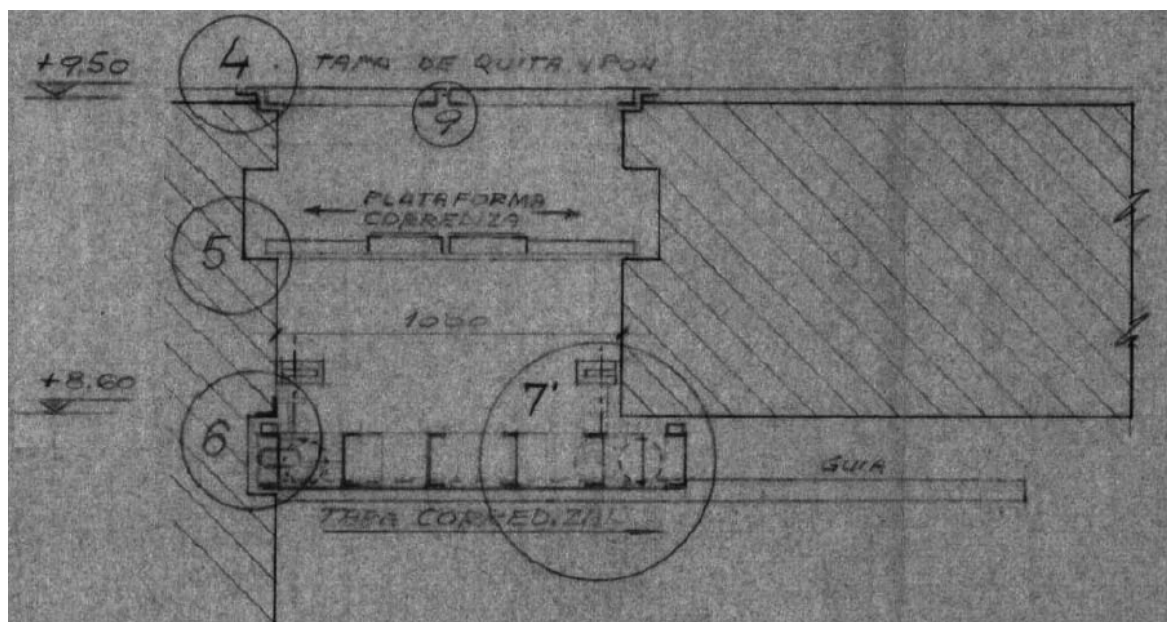


Figura 119 – Tapas de pozo de desagote



Fotografía 159 – Tapa de pozo de desagote



Fotografía 160 – Tapa de pozo de desagote

- L. En el pozo de drenaje, no disponen de dispositivos para la separación de aceite que pueda contener el agua. El personal de CTM realiza una extracción parcial del aceite sobrenadante pero la mezcla remanente se vierte al río.
- M. Los procedimientos de mantenimiento de las bombas no están claramente especificados. CTM entiende que los procedimientos consignados en los manuales son muy conservadores. Actualmente CTM emplea como método para detectar anomalías, el análisis de los ruidos de funcionamiento para detectar rozamientos y/o mal funcionamiento de los rodamientos o ejes de transmisión en el caso de bombas de eje vertical y la capacidad de descarga de las bombas. El último mantenimiento integral con desarme de las bombas se efectuó hace 10 años. CTM expresó la necesidad de disponer de recomendaciones sobre mantenimiento de las bombas en función del tiempo de funcionamiento.



Fotografía 161 - Bombas de desagote y Bombas de drenaje

N. Los pozos Sumideros de Drenaje y Desagote de las galerías de Inspección e Inyección contaban con sensores de nivel que de peras basculantes, que activaban un micro interruptor interno, que arrancaba o detenía una bomba o activaba un dispositivo de alarma (Ver Fotografía 163). Estos pozos contaban con cuatro indicadores (peras basculantes), tres para arranque y una de parada de bombas, los cuales permitían que las mismas arrancaran en forma escalonada y se detuvieran en el mínimo nivel de operación de estas, impidiendo que las mismas funcionen en vacío y una para alarma de alto nivel. El otro sensor, se utilizaba para detectar el límite máximo - máximo, del pozo, lo que indicaría una falla en el arranque o en los sensores o ingreso excesivo de agua, dando solamente indicación de alarma; sin embargo por conversaciones mantenidas con el personal del CTM, dicho sistema ha sido reemplazado por un sensor de presión mediante una membrana de acero inoxidable. No obstante este sensor no envía indicación discriminada en los paneles de alarma Local y en el panel de alarmas de la Sala de Control.



Fotografía 162 – Galería de inspección e inyección



Fotografía 163 – Sensores de nivel del pozo sumidero de Drenaje y Desagote de la galería de drenaje e inspección

4.5.1.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

A. Manuales de operación y mantenimiento

Se ha verificado que los manuales de operación y mantenimiento vigentes no están actualizados. Se recomienda fuertemente actualizar dichos manuales. Como ejemplo, el sistema de control de nivel por burbujeo del pozo de drenaje y pozo de desagote ha sido desplazado por un control del tipo electrónico de marca SIEMENS en el cual no figura en el manual de O&M.

B. Bombas

Durante la inspección efectuada se reveló que tanto las bombas de desagote como las de drenaje, emiten el característico ruido a desgaste cuando éstas se encontraban en funcionamiento.

De acuerdo con la información suministrada por las personas responsables del mantenimiento y control de repuestos, se entiende que se dispondría de elementos suficientes para realizar un reemplazo de todos aquellos elementos que presenten síntomas de desgaste o mal funcionamiento, por lo que se recomienda realizar una exhaustiva reparación de cada una de las bombas y luego verificar los repuestos que quedarían disponibles. De esta manera se podría realizar una proyección del tiempo de funcionamiento sustentable de las bombas existentes y realizar una programación del reemplazo de las mismas en el futuro por equipos más modernos.

Posteriormente para realizar un seguimiento del estado de las bombas, se recomienda seguir el programa sugerido de inspección, desarrollado por Byron Jackson, la Empresa Constructora Salto Grande S.A. y el Bureau of Reclamation.

Del mismo se desprende entre otras cosas la recomendación de desarrollar un mantenimiento predictivo basado en la medición de las vibraciones de las bombas en funcionamiento, llevar el control de horas de funcionamiento de las mismas, cada 6 meses efectuar una medición de parámetros de operación de los motores (vibraciones, temperatura, velocidad e intensidad de corriente de las 3 fases).



Fotografía 164 - Bombas de desagote

C. Cañerías de conducción

Del análisis de los resultados de la inspección visual se entiende que es necesario efectuar un mantenimiento integral al sistema de conducción, en el cual se efectúe sustitución de tramos de tuberías, cambios de juntas en las bridas, repintado, etc. Dado lo anterior, se vislumbra que aún no se ha dado lugar a la sustitución de cañerías del sistema de drenaje y desagote de cota +9.50 y cota +11.00, descrito en el procedimiento abreviado N° 01016.



Fotografía 165
Descarga Bombas de Drenaje

D. Tapas de inspección de los pozos de desagote

Para la tapa de inspección de los pozos de desagote, se han estudiado 2 alternativas:

- La primera alternativa, con el objetivo de permitir su operación de manera práctica, recomienda reemplazar todas las tapas del acceso a los pozos de

desagote con otras de nuevo diseño (ver Anexo III) es decir una sola tapa estanca similar a la indicada en la figura siguiente:

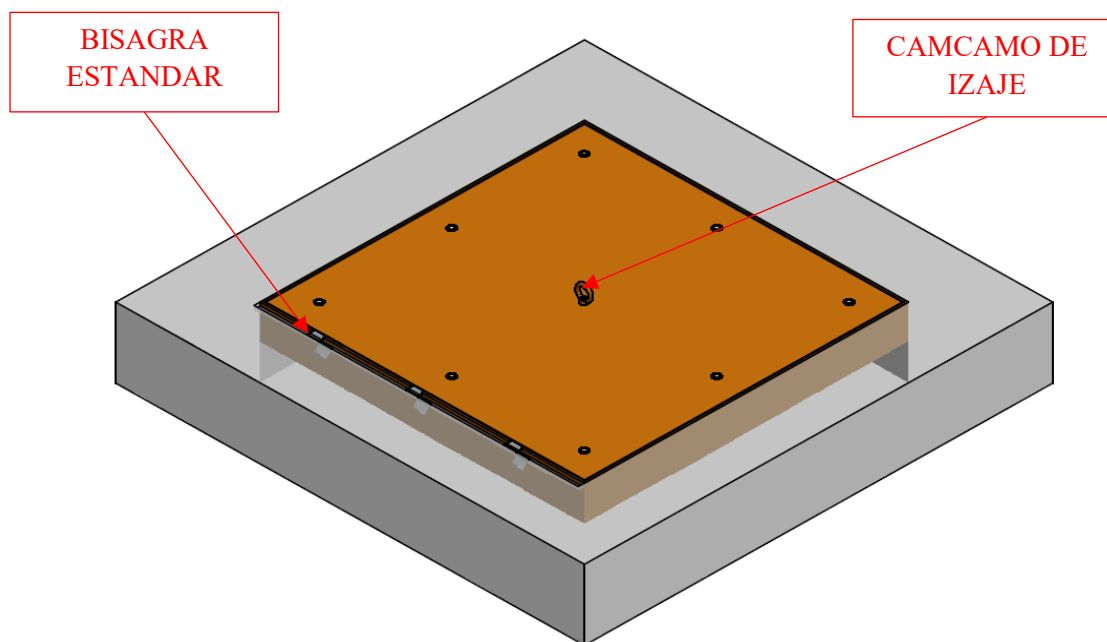


Figura 120- Tapa estanca de pozo de desagote (Alternativa 1)

- Como segunda alternativa se propone modernizar la tapa existente. Para ello, como primer paso se deberá reacondicionar la tapa corrediza, las guías, sus ruedas y los marcos existentes. Luego se propone instalar para el accionamiento de la tapa, un sistema mediante la utilización de un actuador neumático alimentado por medio del sistema de aire comprimido de baja presión de la central. Ver Anexo III.

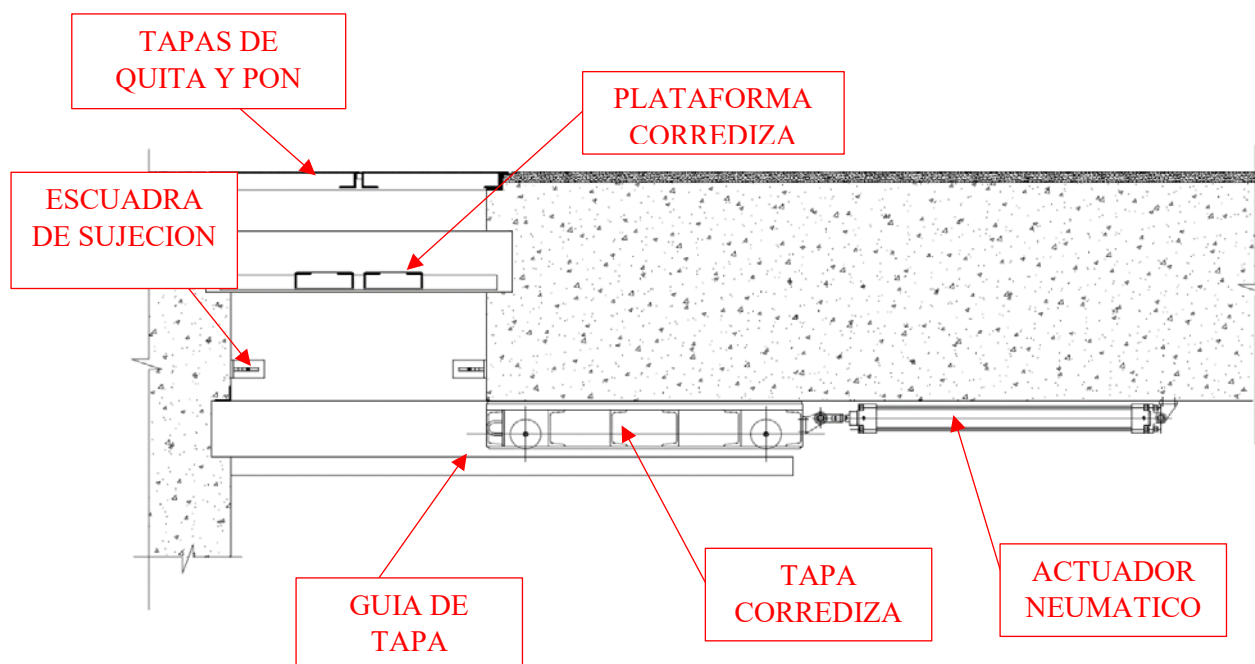


Figura 121- Tapa estanca de pozo de desagote (Alternativa 2)

Dada la necesidad del personal de CTM de monitorear el interior del pozo de desagote, y la dificultad para operar las tapas debido al estado de estas, las tapas del pozo se mantienen abiertas. Como solución, se recomienda la instalación de un sistema de monitoreo remoto por medio de una video-cámara.



Fotografía 166– Interior del pozo de desagote

E. Control de nivel del pozo de desagote y del pozo de drenaje

Se recomienda implementar un respaldo de la alarma de alto nivel a dichos pozos. Este respaldo podría ser por medio de la instalación de un transmisor de nivel de agua tipo transductor de presión sumergible. El transmisor de nivel medirá el nivel de agua por detección de la presión hidrostática sobre una membrana de acero inoxidable que actúa sobre el elemento de medición piezo- resistivo u otro que se considere apropiado.

F. Separación de agua y aceite en el pozo de drenaje.

Con el objetivo de separar el agua y el aceite provenientes de los drenajes de las turbinas y galerías, se proponen las siguientes modificaciones:

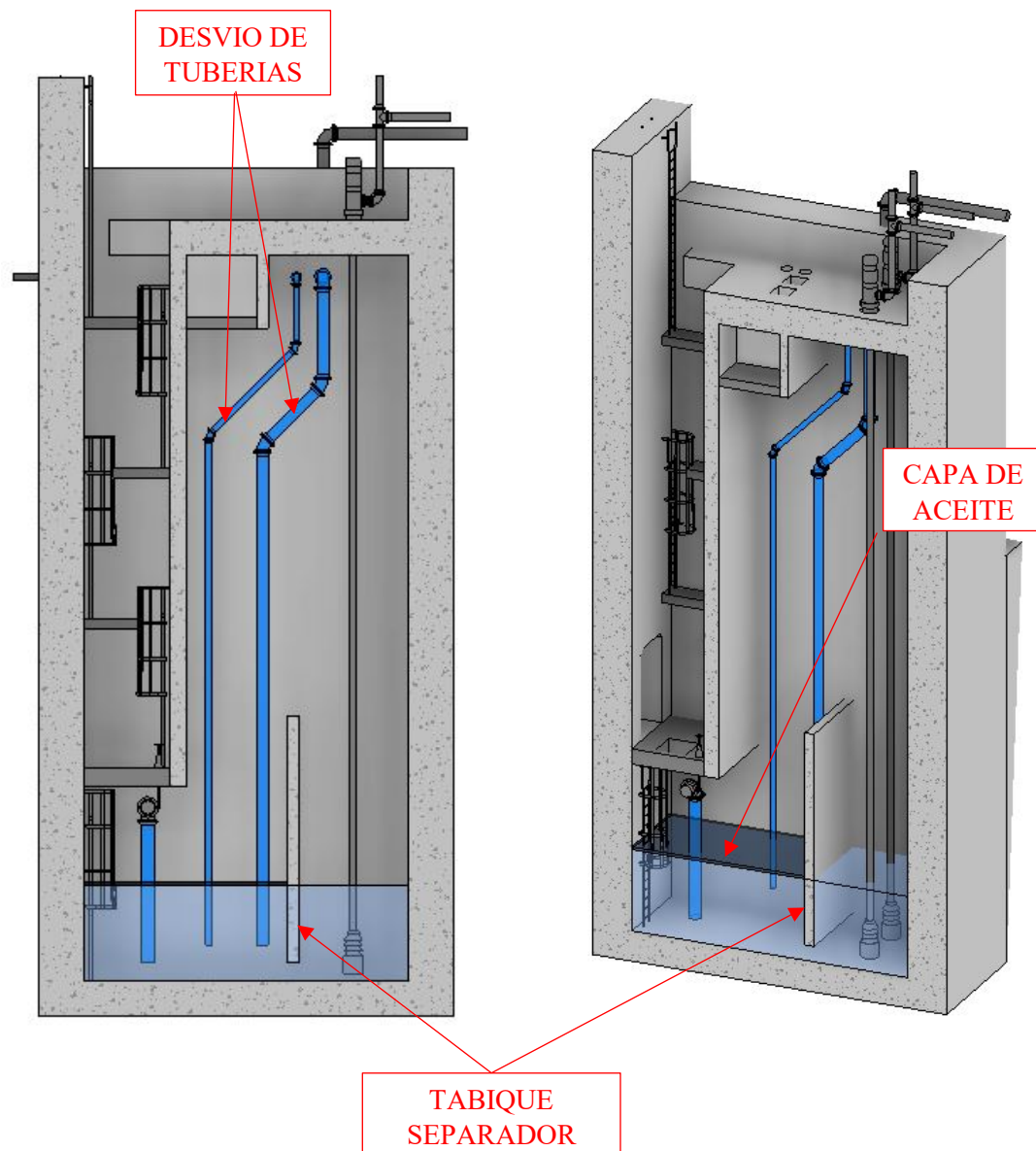


Figura 122 – Pozo de drenaje con separador de aceite

Se construirá un tabique dentro de pozo de drenaje según se muestra en la Figura 123. Dicho tabique separador se encuentra dimensionado de manera que supere el nivel de alarma de nivel (cota +6.00). El filo inferior del tabique se encuentra 0,5 metros sobre el fondo de pozo y lo suficientemente alejado de las bombas para que puedan trabajar sin ser afectadas en su operación y al mismo tiempo, cuando el nivel de agua en el sumidero está cercano a la detención de estas no se produzca una atracción del aceite.

El tabique puede ser de hormigón de unos 0.20 m de espesor o bien en realizado en estructura de perfiles y chapa de acero inoxidable.

Con el fin de aumentar el espacio entre el tabique y las bombas, se debe desviar las descargas de las tuberías de drenaje como se ve en la Figura 123. Con el fin de evitar que la descarga de agua de drenaje emulsione la capa de aceite sobrenadante, la descarga de las tuberías deberá situarse a cota -11.00. (Ver plano en Anexo III)

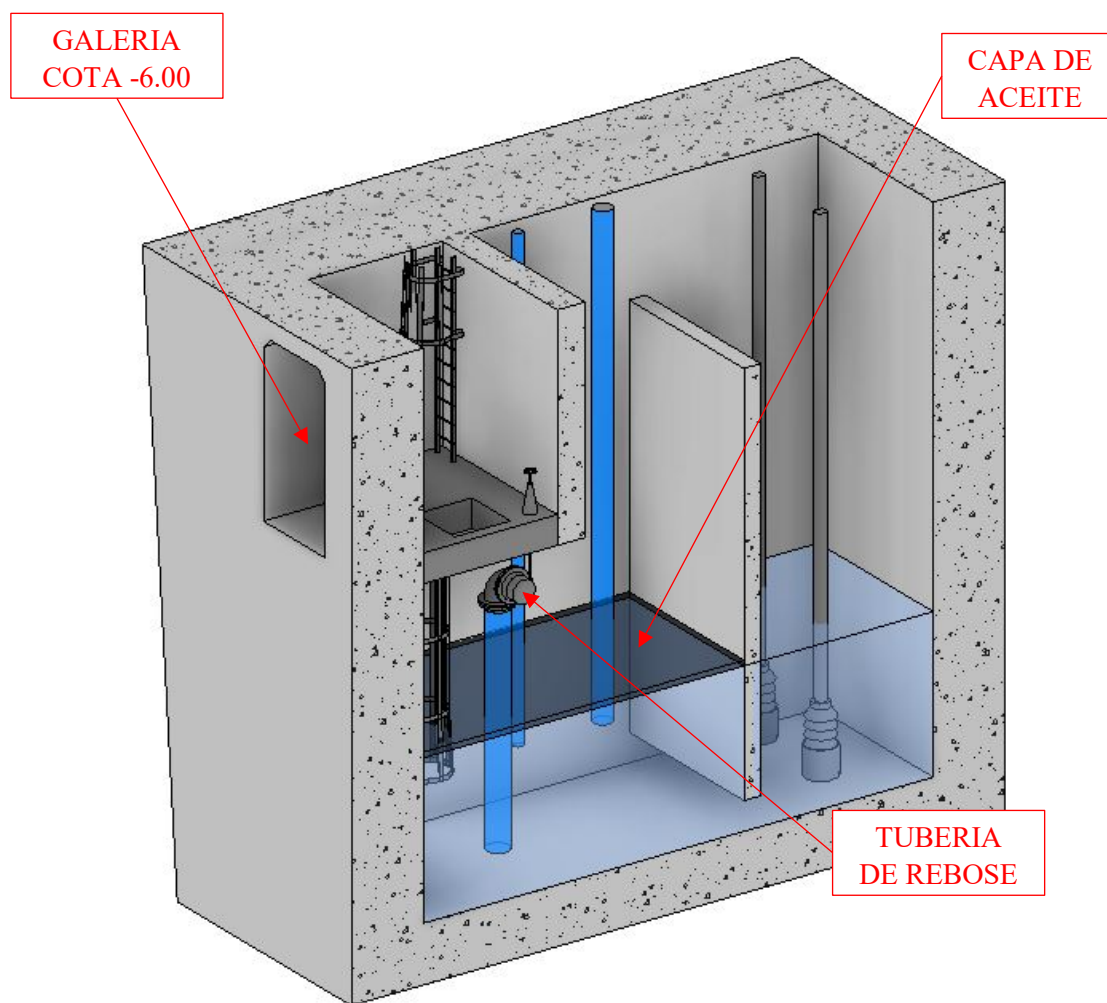


Figura 123 – Pozo de drenaje con separador de aceite

Se deberá instalar un monitor de espesor de película de hidrocarburos del tipo ultrasónico, capaz de detectar películas flotando sobre el agua entre 1 y 100 mm de espesor con una resolución mínima de 2mm. El detector estará encerrado en una carcasa de acero inoxidable y/o de polímeros resistentes a los hidrocarburos. Un dispositivo similar al descrito es el fabricado por GENERAL ELECTRIC Leakwise (Ver Anexo III).

El aceite sobrenadante se retirará del pozo por medio de una bomba flotante o mediante un skimmer (ver Anexo III) de rebosadero con flotador y bomba de aspiración externa. En esta última opción, la bomba de aspiración debe ser autocebante y de caudal

variable. El rebosadero flotante se debe ajustar automáticamente según la velocidad de la bomba de modo tal que el rebosadero ascienda a baja velocidad recogiendo capas finas de hidrocarburo con mínimo contenido de agua y viceversa. El skimmer ingresara al pozo de drenaje por el acceso para inspección que se encuentra en la galería de la cota -6.00.



Fotografía 167 – Skimmer de rebosadero

Para evitar un traspaso del aceite sobrenadante desde el pozo sumidero de drenaje hacia el pozo sumidero de desagote, a través de la tubería de rebalse (ver Figura 124), ante un aumento de nivel en el primer pozo sumidero, se deberá adicionar a dicha tubería un tramo de manera que la succión se encuentre a 0.50 metros sobre el fondo. De esta manera se evita el traspaso del aceite que se encuentra en la parte superior del líquido contenido en este.

G. Tableros de señalización y control de los pozos sumideros de drenaje y desagote de la galería de Inspección e Inyección

Para aumentar la seguridad en el sistema de control, se recomienda implementar un respaldo de la alarma de alto nivel en dichos pozos. Este respaldo podría ser por medio del transmisor de nivel de agua tipo transductor sumergible de presión utilizado actualmente y como sistema de medición de nivel sería conveniente colocar un sistema similar al utilizado en los pozos de drenaje y de desagote. En el Anexo III se incluye el catálogo de un fabricante del sensor y detalles del equipo sugerido, el cual puede ser reemplazado por un modelo similar de otro fabricante.

La instalación y calibración posterior podrá ser efectuada por personal de mantenimiento de CHSG. El sensor, según se observa podrá ser montado en una de las paredes del pozo, a través de escuadras de acero inoxidable para su fijación mecánica.

La calibración deberá ser hecha tomando como referencia un nivel de operación de los pozos en correspondencia con los niveles de disparo de las peras basculantes y permitiendo algunos centímetros más en el nivel de agua, ya que este es un elemento de respaldo del sistema.

Al mismo tiempo, se sugiere modificar la interconexión en los tableros locales existentes.

La señal proveniente de los sensores de nivel que detecta el límite de los pozos de Drenaje y Desagote máximo- máximo, que actualmente no están discriminadas en los paneles de alarma Local y en el panel de alarmas de la Sala de Control, debe ser conducida a los mismos para indicación de la situación respectiva en cada pozo.

H. Lógica de funcionamiento del sistema de control de los pozos sumideros de Drenaje y Desagote de las Galerías de Inspección y Drenaje

Los pozos sumideros de la referencia poseen un tablero de control local y un tablero de control principal. El tablero de control local cuenta con un PLC el cual permite que todo el proceso de drenaje se realice en forma automática o manual. Los sensores de nivel indican los siguientes parámetros:

1. Bajo Nivel - Alarma
2. Parada - Bombas 1 y 2
3. Arranque - Bomba 1
4. Arranque - Bomba 2
5. Alto Nivel – Alarma + Arranque de Bombas 1 y 2

Por lo tanto cuando este tablero trabaja en forma automática duplicado su información con el tablero de control principal. Ahora bien, cuando se produce la señal de alarma N° 5 esto indica que se debe recurrir a la instalación del pozo sumidero para detectar cual es el problema existente y una vez localizado, desde el tablero de control local pasar a control manual las bombas y operarlas de esta manera.

Conforme a lo indicado en el **Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema de Drenaje y Desagote**, de Main y Asociados, Empresa Constructora Salto Grande S.A., Contrato S.G. 01, en la Sección 2.4 (Pag. 25) Operaciones de Emergencia del Sistema de Drenaje y Desagote y en la Sección 3.2 (Pag. 36) Sistema de Drenaje de la Galería de Inspección, se observa claramente la operación y funcionalidad del sistema.

I. **Muy Importante.** Se recomienda que todos los Sistemas de Drenaje y Desagote estén alimentados eléctricamente de los tableros de Servicios Esenciales.

4.5.2 SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

4.5.2.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. El sistema de agua de enfriamiento es del tipo abierto y utiliza agua de río. Las tuberías son de acero negro, con costura o espiraladas Sch.40. El sistema de cada unidad tiene una capacidad suficiente para esa unidad y la adyacente para usar en caso de

emergencia. Los filtros de toma son del tipo dúplex TATE TEMCO. Los filtros del agua para el sello son también del tipo dúplex. Según indica el personal de planta no existen mayores problemas con la calidad de agua para el sistema ya que está suficientemente sedimentada. Hay moluscos presentes en el embalse.

- B. El espesor de las tuberías corresponde al sch 40 y en el montaje originalmente estaban soldadas. Durante los sucesivos mantenimientos las tuberías de hasta diámetro 150 mm, se han bridado. CTM comenta que las tuberías espiraladas poseen un desgaste uniforme frente a la corrosión, no provocando inconvenientes porque se está procediendo durante el mantenimiento programado al arenado y pintado interior con epoxi. No sucede lo mismo con las tuberías sin costura, en las cuales se suelen picar por lo que deben ser reparadas o reemplazadas. Las tuberías de refrigeración poseen una camisa de corrosión en la unión con el hormigón.
- C. CTM informa que la entrada a la refrigeración de cada máquina es una tubería de 500mm y la distribución de 300 mm. La entrada de 500 mm está dimensionada para abastecer a dos máquinas adyacentes en caso de emergencia. Normalmente cada unidad es alimentada por su tubería de servicio, por lo que la velocidad de flujo es baja y los moluscos se adhieren a la tubería. Cuando se efectúa la parada de máquina, estos mueren desprendiéndose de la pared permaneciendo en el interior de los tubos, por lo que antes del arranque es necesario un enjuague para evitar que los moluscos muertos se acumulen en los filtros y los tapen prematuramente. Dentro de los tubos de los enfriadores no se acumulan moluscos debido a la relativamente alta velocidad. En zonas de baja velocidad de circulación de flujo como fin de tuberías, filtros principales, cabezales de los enfriadores, etc., la limpieza se efectúa con más frecuencia. De todos modos los moluscos no son un problema importante, salvo el costo adicional de limpieza



Fotografía 168 – Moluscos en tubería de refrigeración.



Fotografía 169 – Camisa de corrosión.

Los tubos de los enfriadores de aire de los generadores son de Monel. La limpieza química se efectúa con compuestos químicos. Se encontraron picaduras de las placas-tubo de los enfriadores de los generadores que fueron reparadas y se envió a fabricar un juego de tapas de repuesto.

- D. El personal de mantenimiento de CTM informó cierta preocupación sobre el estado de las tuberías embebidas en hormigón, las mismas son Sch 40.

4.5.2.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. La invasión del mejillón de agua dulce de origen asiático (*Limnoperna fortunei*) presentes en el embalse ocurrió varios años después de la inauguración de la CHSG, siendo detectado por primera vez en aguas del Río de la Plata en 1991. Por tal razón, cuando fue diseñado el sistema de agua de enfriamiento dicha problemática no existía. El surgimiento de los moluscos, genera problemas que resultan en un aumento del costo de limpieza y eventuales tiempos de paradas generadas por la obturación de filtros. El personal de mantenimiento de CTM ha estudiado cómo operar y efectuar el mantenimiento del sistema con la presencia de los moluscos dentro de las tuberías.
- B. Dado el tiempo transcurrido desde la instalación, se recomienda el monitoreo del estado de las tuberías embebidas mediante la inspección de al menos una unidad por margen, por medio de un boroscopio y efectuar también la medición de espesores con ultrasonido de una sección que se considere representativa del resto de la misma y continuar con las restantes si los resultados no son satisfactorios. Esta inspección puede

ser un buen indicador del estado de resto de sistema que se encuentra embebido en hormigón. Ante la posibilidad de que los estudios efectuados sobre las tuberías embebidas en hormigón no arrojen resultados favorables deberá analizarse la posibilidad de encamisar los extremos con tuberías de acero inoxidable.

- C. Debido a la aparición de los moluscos asiáticos se hizo necesario el aumento de la frecuencia de limpieza de los filtros que son manuales. Para mejorar los tiempos de mantenimiento y la seguridad de la operación, se recomienda el reemplazo de todos los filtros del sistema de agua de enfriamiento e instalar filtros del tipo auto limpiante, con el fin de facilitar las operaciones de mantenimiento. Dicho filtro serán de lavado automático en el sentido del escurrimiento. Para hacer frente a la problemática de los bivalvos, los elementos de filtro, el equipo de lavado, etc. deberán ser de acero protegidos con un esquema de revestimiento metalizado con zinc. El tipo de filtro recomendado para utilizarse deberá tener las características funcionales, como el fabricado por Fluid Engineering modelo Hiper- Jet serie 700 o similar (Ver Anexo III). Conforme a la instalación de los filtros existentes, según plano M 351-861 Disposición de Bombas y Filtros en la Galería +3.00 m, los filtros recomendados se podrían instalar de acuerdo a los siguientes croquis:

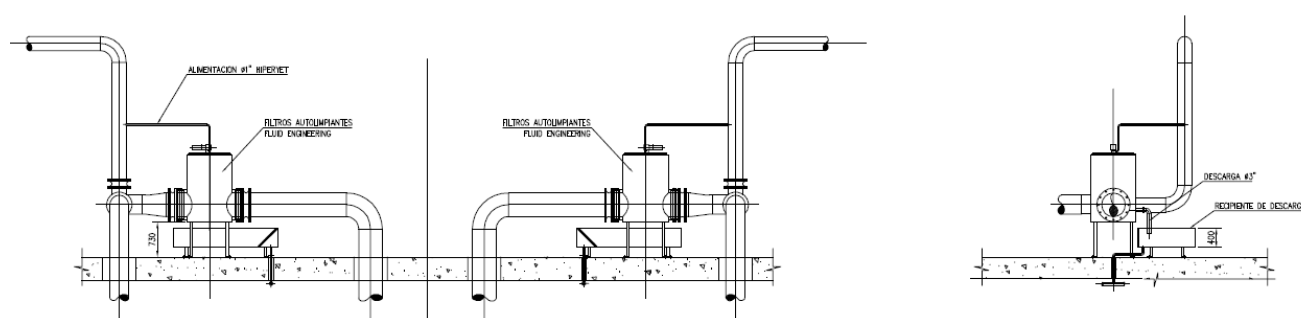


Figura 124 – Instalación de filtros autolimpiantes

Los filtros actualmente colocados poseen una malla de 3.17 mm (Mesh 6), se sugiere analizar la posibilidad de colocar de 1.575 (Mesh 10), lo cual ayudaría a mejorar la prestación de los filtros del agua de sello. Esto no debería presentar ningún problema al funcionamiento de las bombas dado que se tiene succión positiva.

Por otro lado cabe señalar que este tipo de filtros utiliza para el lavado del canasto una serie de boquillas de hidrojet, las cuales necesitan una determinada presión de funcionamiento, para lo cual el fabricante tiene como opcionales ese tipo de instalación.

La actuación del filtro es totalmente automática y es provisto con su tablero de funcionamiento.

Dado que estamos hablando de la descarga de bivalvos muertos en cantidad importante se considera necesario la instalación de una batea de descarga y una malla de filtrado antes de descargar al drenaje, lo cual también ayudara a la limpieza.



Fotografía 170 – Filtros de Agua Cruda

- D. La presencia de estos moluscos produce disminución en el área útil de las rejillas de toma y asimismo en las rejillas de toma de agua cruda, se recomienda realizar el mismo tratamiento indicado para los accesorios del filtro, es decir recubrimiento metalizado con zinc.

4.5.3 SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA CENTRAL

4.5.3.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. La central dispone de sistemas de ventilación para las salas de generadores, las galerías y locales de equipo y servicio y aire acondicionado para los edificios de control y oficinas. El sistema de ventilación de la central es esencialmente abierto, con aire exterior filtrado, sin enfriamiento y calefacción con resistores en los conductos de inyección. Existen algunos sistemas en que parte del aire es recirculado; globalmente el sistema de ventilación originalmente instalado no renueva el 100% del aire. Actualmente el sistema es objeto de modificaciones.

- B. El sistema de ventilación original es del tipo mecánico con inyección, retorno e ingreso de un 20% de aire exterior para la atención de los cotas +22.00, +16.00 y +9.50 con un sistema complementario de recirculación e inyección desde el cota +9.50 a las galerías inferiores (cota +3.00) con extracción al exterior para las galerías de la cámara espiral y de desagote (cotas -2.00 y -6.00). Se encuentra en reforma.
- C. El personal de planta informa que en el año 2007, comenzaron a efectuar mediciones de la calidad del aire de la central, dando como resultado general que el contenido de aceite mineral era mayor a 5 mg/m^3 y en algunas zonas de la central como encima de los cabezales Kaplan, en los pozos de turbina, cojinete de empuje, cercanías del sello del eje en la tapa inferior del generador, encima de los tanques de sumidero del sistema de regulación, el contenido era superior.
- D. Como medida correctiva se instalaron filtros coalescentes en los lugares de extracción de aire de zonas de gran emisión de vapor de aceite ya citadas. Las salidas de los filtros se canaliza hacia a las extracciones. Adicionalmente, se eliminaron los retornos a esas zonas. Dichos filtros se compraron en EEUU y personal de planta informó que la instalación de los mismos ha dado muy buen resultado.
- E. En el diseño original, en el caso de un incendio en la galería +9.50, con este esquema de distribución del aire, el humo podría distribuirse por todas las galerías inferiores y también por la zona de los auxiliares donde están los comedores.
- F. Atendiendo a esas deficiencias, se contrató la reforma integral de los sistemas de ventilación. Las modificaciones principales consistieron en la inyección de aire exterior en todo el sistema y la descarga al exterior de los retornos de aire. Se repotenciaron los motores de los ventiladores de inyección, se agrandaron las tomas de aire y se reemplazaron los ventiladores de extracción. En la cota +39.00 se instalaron ventiladores de extracción adicionales. La inyección de aire a las áreas auxiliares como el comedor, se independizaron con tomas de aire del exterior y con la instalación de equipos de aire acondicionado. La salida de los filtros coalescentes se canalizó a un conducto colector central y se expulsa al exterior en tres lugares distintos.
- G. Las tomas de aire no disponían de la capacidad necesaria. Con las medidas adoptadas durante el periodo 2009 - 2010, según informa el personal de planta, la situación ha mejorado considerablemente.
- H. Se ha observado que la temperatura en el interior de la central es muy elevada en relación a la exterior, se considera que este problema surge a consecuencia de que aún no se han terminado las reformas contratadas.



Fotografía 171 – Filtro coalescente

4.5.3.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Se ha analizado cuidadosamente el Contrato SG-472 “Reforma de las instalaciones y extracción de aire en la Central Hidroeléctrica de Salto Grande” en conjunto con la documentación de presentada por el contratista LD Ingeniería S.R.L. y como resultado se concluye que la documentación presentada por el contratista responde a los requisitos del pliego nombrado. Personal de CTM informa que el trabajo de reforma del sistema de ventilación estará finalizado a fines del 2016.

- B. A través de las visitas a la central y con las revisiones de documentos facilitados por CTM, se ha verificado que los trabajos de reforma del sistema de ventilación se están ejecutando en forma escalonada. Se ha observado que se han adquirido un gran porcentaje de los elementos a instalar y el resto está en proceso de licitación.
- C. Según los estudios realizados, fue necesario la modificación de las tomas de aire en la cota +27,80, lo que llevó a modificaciones en la obra civil. De las seis tomas existentes, cuatro ya se han modificado, una se encuentra en proceso de reforma quedando una pendiente de ejecución. Asimismo la reforma del sistema requiere que se ejecuten en losas pases de conductos. Estas tareas han comenzado y se estima que el avance alcanza alrededor de un 20%.
- D. En las salas de ventilación, se ha recomendado el cambio de los filtros; estos han sido adquiridos y hasta el día de la fecha se han cambiado los filtros de tres salas, se está finalizando con la tarea en una cuarta sala y quedan dos salas a ser modificadas según la planificación de CTM.
- E. Por último, se ha observado que en los comedores se han instalado equipos de aire acondicionado como se estipula en las Especificaciones Técnicas Particulares del contrato SG-472. Actualmente, las obras realizadas muestran el avance de la adecuación del sistema.
- F. Por consiguiente de la revisión del diseño básico y las previsiones adoptadas por CTM sobre el particular en los cambios a implementar, se estima que se lograra mejorar sustancialmente la prestación del sistema.

4.5.4 SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO DE BAJA Y ALTA PRESIÓN

4.5.4.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. La central dispone de sistemas de aire comprimido de baja y alta presión. El sistema de baja presión que se destina a los servicios generales de planta y el frenado de los generadores, el sistema de alta presión alimenta a los reguladores de velocidad.

Las presiones de los sistemas de aire comprimido son las siguientes:

- Baja presión (8bar): Utilizado para aire de servicio y el sistema de frenado de los generadores.
- Alta presión (40bar): Utilizado para alimentar el sistema de regulación de las unidades.

Es de hacer notar que cuando se inauguró la central, se contaba con un sistema de 200 bar que se utilizaba para el accionamiento de los interruptores de los generadores, como consecuencia del reemplazo de estos, actualmente este sistema se ha dejado de utilizar.

Tanto el sistema de aire de baja presión como el de alta presión constan de compresores con sus accesorios, tanques de aire, dispositivos de comando y control, dispositivos de protección, tableros eléctricos de control, tuberías, válvulas y accesorios. Los componentes principales y sus elementos asociados se encuentran ubicados en la nave principal de cada una de las centrales en ambas márgenes en cota +16.00. En condiciones

normales de funcionamiento cada sistema atiende la margen que le corresponde, pero ambos sistemas están interconectados para poder atender cualquiera de las márgenes.

- B. Los dos compresores de aire de baja presión fueron fabricados por ATLAS-COPCO, modelo GA 710 (ver Fotografía 172). Cada compresor entrega 330 m³/h nominales de aire a una presión de descarga de 8,5 kg/cm². Los tres tanques son del tipo vertical, dos de ellos con una capacidad de 5m³ y el restante de 3m³.
- C. El sistema de alta presión, utiliza compresores de dos marcas, los compresores de marca BURCKHARDT los cuales se instalaron con la inauguración de la central y los de marca MANTERO cuales se adquieren a posteriori. Los compresores de marca MANTERO, presentan dificultad para obtener sus repuestos y se encuentran muy desgastados. CTM proyecta adquirir compresores de mayor capacidad utilizando de respaldo a los compresores BURCKHARDT. Los tres compresores de aire de alta presión actualmente en servicio fueron fabricados por BURCKHARDT modelo C3 N4F. Cada compresor entrega 60 m³/h nominal de aire a una presión de descarga de 42,5 bar. Los tres tanques de almacenamiento son del tipo vertical, con una capacidad de 2,5 m³ cada uno.



Fotografía 172 - Compresores de baja presión



Fotografía 173 - Compresor marca BURCKHARDT y tanque de alta presión

El personal de planta afirma que los compresores de baja presión se encuentran en buen estado pero tienen problemas de repuestos dada su antigüedad. Durante el verano, la capacidad, debido a la temperatura del aire de ingreso es insuficiente por lo que CTM ha adquirido compresores portátiles.



Fotografía 174 - Compresor Mantero

- D. Durante el verano, en ocasiones en que las maquinas operan con poca carga, la cantidad de oxígeno en el agua de la zona de la toma se reduce. Por lo cual se hace necesario inyectar aire para los peces. Se ha instalado un sistema de cañerías que conducen aire del sistema de baja presión que descargan por la recata de la compuerta de guardia (ver Fotografía 175, línea roja). Para no reducir la capacidad del sistema de baja presión, se ha adquirido 2 compresores adicionales, uno para cada margen, los cuales se instalaran al sistema fijo.
- E. El purgado de las tuberías no es automático, lo que conlleva a que en ocasiones el sistema contenga agua en exceso, debido a la falta de operación de purgado.



Fotografía 175 – Tuberías para inyección de aire en las tomas.

4.5.4.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

Luego de la inspección se ha notado que los sistemas de aire comprimido se encuentran en un estado aceptable, aun así, requieren se efectúen inversiones para que sean más confiables y funcionales, por lo tanto:

A. Compresores de baja presión

Los 2 compresores de baja presión (8 bar) marca ATLAS COPCO funcionan correctamente pero dada su antigüedad, es difícil la adquisición de repuestos. Con el fin de aumentar la confiabilidad de la planta, se recomienda reemplazar dichos compresores por equipos de última generación.

B. Tanques acumuladores

Los tanques acumuladores de aire se encuentran en correcto estado, verificado con los ensayos e inspecciones que se les efectúan en los periodos indicados en el manual de mantenimiento.

C. Sistema de distribución

Para facilitar las operaciones de mantenimiento, se recomienda la instalación de dispositivos de purga de agua automáticos, tanto en el sistema de aire comprimido de alta presión como en el de baja.

4.5.5 SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIO

4.5.5.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

En la central Salto Grande se ha instalado los siguientes sistemas de lucha contra incendio:

- Sistema de inundación con CO₂ para los generadores,
- Sistema de agua presurizada que sirve a hidrantes en las galerías de las centrales, el sistema de agua fraccionada para los transformadores, el vertedero, las tomas y el edificio de mando,
- Sistemas de espuma para los locales de tanques de aceite y de los reguladores de velocidad de las turbinas.
- Equipos portátiles distribuidos en la central

La revisión de los sistemas de incendio comienza en el año 2003 a pedido de la aseguradora que pide certificar el sistema. Debido a esto, se realizan dos consultorías, una en el año 2003 y otra en el año 2012.

El sistema de incendios de la central Salto Grande había sido diseñado sobre la base de la norma NFPA, si bien algunos componentes no están certificados UL.

El personal de planta informa que todo el sistema de protección contra incendio se encuentra en un plan de adecuación a la normativa NFPA según las recomendaciones de las consultorías efectuadas en los años 2003 y 2012, con especial énfasis a los catalogados de corto plazo.

La presurización del sistema de extinción de incendio con agua, se logra por medio de dos bombas de recalque y un tanque hidroneumático de 6m³ que asimismo se alimenta con aire comprimido de baja presión (8 bar).

Ante una caída de presión en la línea de incendio debido a una demanda, el caudal inicial que se entrega a la línea proviene del tanque hidroneumático y las bombas de recalque. El sistema automático de arranque de las bombas principales se efectúa por medio de sensores de nivel que se encuentran en el tanque hidroneumático. Debido al gran volumen de agua acumulado en ese tanque, el arranque de las bombas de incendio se retarda, demorando también el establecimiento de la presión de trabajo de la línea, por lo que el funcionamiento del sistema en su fase inicial no es correcto.

La recomendación de la consultoría en línea con las normas NFPA, fue retirar el tanque hidroneumático del sistema dado que es un elemento más en juego, susceptible a fallas, e instalar presostatos la línea del sistema, integrando su señal de control dentro de los tableros con sello UL. CTM se encuentra en proceso de instalación de dichos tableros y remoción del tanque hidroneumático y adecuación de componentes obsoletos (caso sensores de temperatura de los transformadores) a los requerimientos de UL/NFPA.

Se informa que los pañoles aun no poseen rociadores de agua. Esta es una de las instalaciones que la consultoría del 2012 recomienda efectuar a mediano plazo.



Fotografía 176 - Motobomba de incendio y tanque hidroneumático

El sistema de extinción de incendio del generador se basa en la inundación del recinto con CO₂. Las toberas de descarga se ubican dentro del pozo del generador, debajo de la cubierta superior y dentro de la cubierta de las cabezas de bobinas.

El sistema consiste en dos baterías de botellones de CO₂ cada una por margen. Ambas baterías cuentan con dos tipos de descarga, una rápida y otra lenta. La segunda batería es de reserva. La descarga de CO₂ depende de dos eventos que deben suceder en simultáneo: un disparo de la protección diferencial y un disparo de un sensor de temperatura. Los sensores de temperatura se encuentran ubicados dentro de la cubierta de las cabezas de bobinas del estator.

La descarga inicial libera CO₂ para inundar todo el volumen del generador, de manera que la concentración de CO₂ alcance el 30% en 2 minutos y el 50% en 7 minutos. Luego se descarga CO₂ lenta pero continuamente para mantener la concentración de CO₂ en un 30% durante 20 minutos.

El sistema es centralizado y se ubica en la cota +10.00. Hay dos locales de estiba de CO₂, uno para las unidades 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 13 y otro para las unidades 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 14. Cada sala aloja un total de 70 cilindros de CO₂, 40 para la descarga rápida y 30 para la descarga diferida, más un juego completo redundante de cilindros de repuesto.

La descarga inicial (descarga rápida) libera 1800 kg de CO₂ en 60 segundos a través de 24 toberas para inundar todo el volumen del generador. Luego se descarga CO₂ lenta pero continuamente a través de solamente 6 toberas. Se descarga un total de 1.350 kg de CO₂, en 30 min para saturar la atmósfera dentro del generador.

El personal de planta no registra ningún tipo de problemas con respecto al sistema de CO₂. La auditoría recomienda que dado el nivel de riesgo sobre la salud humana, odorizar el gas para detectar su presencia.

Se encuentra habilitado un sistema de extinción de incendio por descarga de CO₂ en la sala de los tanques de combustible y lubricantes.



Fotografía 177
Baterías principales de botellones de CO₂ de descarga rápida y lenta



Fotografía 178
Baterías de reserva de botellones de CO₂



Fotografía 179 - Depósito de Combustible y lubricantes

El personal de planta informa que el sistema de espuma de la sala del regulador, cuenta con la certificación de UL.



Fotografía 180 - Equipo de espuma de sala del regulador

Dentro de la sala de tratamiento de aceite, la protección se efectúa por medio de un sistema de espuma de alta expansión. En dicha sala, los equipos fueron provistos originalmente por la firma DRAGO y no tienen el sello UL. El personal de planta comenta que se encuentran en proceso de cambio.



Fotografía 181 - Equipo de espuma de la sala de tratamiento de aceite

Asimismo el personal de planta informa que se tiene previsto desinstalar el sistema de extinción basado en la inyección de espuma de baja expansión dentro de los tanques, acorde con la recomendación efectuada por la consultoría del año 2012.

La auditoría señala en su informe que la bomba Diésel de la sala de bombas de almacenes, no logra su velocidad de diseño y recomendó su reparación. El personal de planta informa que la bomba Diésel se ha reparado.

El presupuesto anual para la adecuación de los sistemas contra incendio es de USD 150.000 al año, monto considerado importante por las autoridades de CTM.

Se ha observado que una cierta cantidad de puertas que en condiciones normales deberían estar cerradas, al momento de la visita permanecían abiertas sin necesidad aparente. Posiblemente la situación estaba ligada a la elevada temperatura ambiente y la percepción del personal que de esa forma se mejoran las condiciones ambientales.

4.5.5.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Para el diagnóstico del Sistema de Extinción de Incendio, se ha tomado como referencia la "Evaluación de la Seguridad Contra incendio de la Central Salto Grande y Subestaciones Anexas" realizada por la firma IFSC en el año 2012. En el Anexo III "Estado de avance según informe IFSC" se resumen en una tabla todas las recomendaciones que en su momento arrojó el informe mencionado y el estado actual en que se encuentra la ejecución de cada una de esas recomendaciones.
- B. En referencia al tanque hidroneumático, se recomienda sustituirlo por uno con la capacidad adecuada, de manera tal que ante mínimas caídas de presión por perdidas en las tuberías del sistema, tener un elemento amortiguador que no encienda las bombas de recalque continuamente e instalar el sistema de control por presostatos.
- C. Sistema de Protección contra Incendio del Generador
En el sistema de protección contra incendio del generador no se han registrado mayores inconvenientes, por lo que no se efectuaron reparaciones mayores al sistema. El mismo se verifica en cada salida de mantenimiento programada. Las cañerías y las boquillas de descarga de CO₂ se encuentran correctamente ubicadas dentro de la cámara del generador y de las cubiertas de las cabezas de bobinas del generador. La lógica para la descarga de CO₂ es típica y confiable.

4.5.6 PLANTAS DE AGUA POTABLE Y TOMAS DE AGUA

4.5.6.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

Originalmente la provisión de agua potable se proyectó para ser suministrada por plantas compactas instaladas en cada margen y vinculadas entre sí. Con la evolución y operación del proyecto la alimentación se efectúa a la central de margen izquierda desde un sistema construido sobre la base de instalaciones existentes del contratista principal y en la margen

derecha desde una planta compacta instalada cerca del embalse. La evolución de la demanda a las plantas, especialmente en margen derecha ha sufrido un proceso bastante complejo.

A. Plantas de agua potable

Las plantas potabilizadoras que se encontraban en la cota +16.00 de ambas márgenes de la central no existen más en la actualidad.

El sistema de agua potable especialmente el de margen derecha, está brindando servicio a un conjunto importante de consumidores que no se encontraban previstos en el proyecto original. El tanque de agua de margen derecha se ubica más alto que el de margen izquierda (10 m). La planta de margen derecha tiene una capacidad de 20m³/h y la planta de la margen izquierda posee mayor capacidad (50m³/h).

Ambas plantas se vinculan por medio de un tubo que atraviesa el vertedero instalándose una bomba de recalque en la planta de margen izquierda. Se ha revestido el hormigón de las piletas de las plantas de potabilización. Esto solo se efectuó con las plantas de margen izquierda. CTM comenta que se ha pedido una auditoria de control de la planta.



Fotografía 182 - Planta de tratamiento de agua de MD.

En la margen derecha, existe la posibilidad de instalar un segundo módulo. Este segundo módulo tenía como objetivo respaldar al primero. CTM comenta que el consumo de agua es muy alto debido a factores no ligados directamente a la generación.

En la margen uruguaya, el contrato de concesión del Hotel Horacio Quiroga, convenía que Salto Grande abastecería de agua fría al hotel recibiendo a cambio un canon. Al tiempo, la concesionaria del hotel construyó el pozo termal, y además del uso como terma enfrían parte del agua y se abastecen de agua fría. No sucedió lo mismo del lado argentino.

B. Tomas de agua

Durante la recorrida en conjunto con el personal de planta, se observa que la toma de agua de la margen derecha se cubre de arena debido a las corrientes en el embalse. La toma posee cuatro tubos de los cuales tres se encuentran tapados por la arena. La solución instrumentada consistió en instalar una balsa con bombas.



Fotografía 183 - Toma margen derecha



Fotografía 184 - Toma margen derecha

La situación descrita en la toma de la margen derecha no se repite en la toma izquierda.



Fotografía 185 - Toma margen izquierda

CTM informa que con las dos plantas en operación y el estado de demanda de agua actual, ha puesto al sistema en estado crítico. Los problemas principales son de mantenimiento y de contaminación ambiental.

4.5.6.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

A. Plantas de agua potable

Las plantas de agua existentes son instalaciones fijas que fueron realizadas durante el periodo de construcción de la CHSG, que han provisto de agua durante todos estos años a la central en ambas márgenes, estando vinculadas entre sí a través de una tubería que atraviesa el vertedero.

Se tiene conocimiento a través del personal de mantenimiento de CTM que, en la actualidad dichas plantas están abasteciendo a barrios y a un hotel externo a la Central en la margen derecha. Por tal razón no es posible dentro del marco de esta consultoría, realizar un diagnóstico del impacto ni del alcance de la ampliación o modificación que debieran sufrir estas instalaciones a fin de satisfacer las necesidades que podría fijar CTM.

B. Tomas de agua

Las tomas de agua, que abastecen a dichas plantas, están instaladas una en cada margen sobre el lago de la represa.

La toma ubicada sobre la margen derecha está presentando el problema del avance de los bancos de arena sobre la instalación de la bomba.

Dado que solamente se cuenta con el diagrama de flujo de la instalación y no se tiene un panorama cierto con referencia a como ha variado la batimetría del embalse en la zona de la toma, primeramente sería conveniente contar con una batimetría actualizada.

Por otro lado, lo recomendable en este caso, es poder recuperar la tubería de toma del nivel +29.00, mediante refulado de la arena acumulada, analizar el estado en que se encuentra o directamente remplazarla por una tubería nueva de HDPE con una longitud aproximada de 300 a 350 metros, ubicándose la toma en una posición no afectada por el fenómeno de acumulación de arena.

La misma deberá estar anclada al fondo, en cuyo extremo se coloque un bifurcador, de esta manera tendremos dos puntos de toma, en cuyo extremo se le colocara un malla autolimpiadora de toma de bomba.

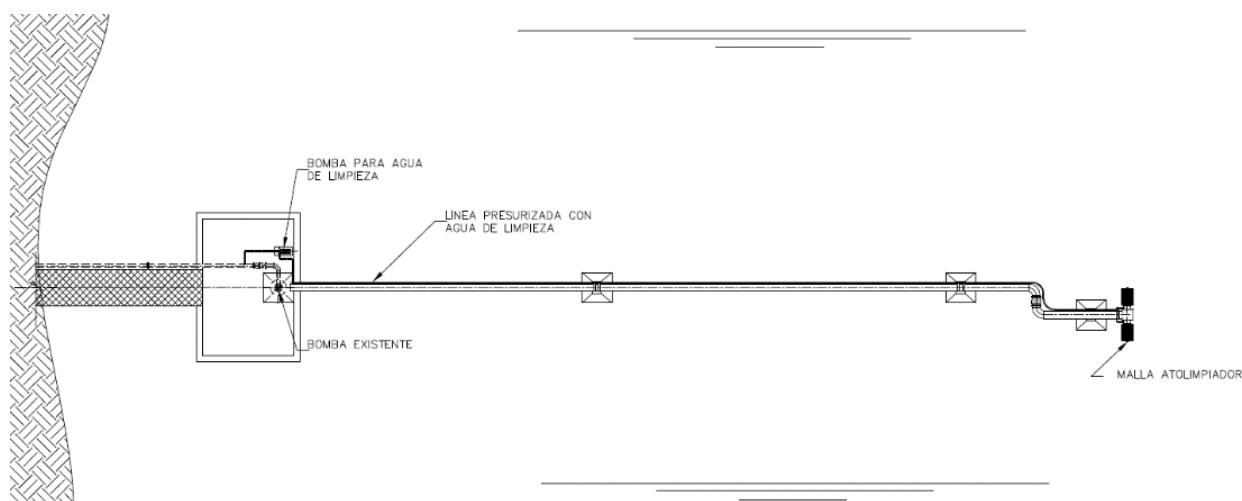


Figura 125 - Tomas de agua (Planta)

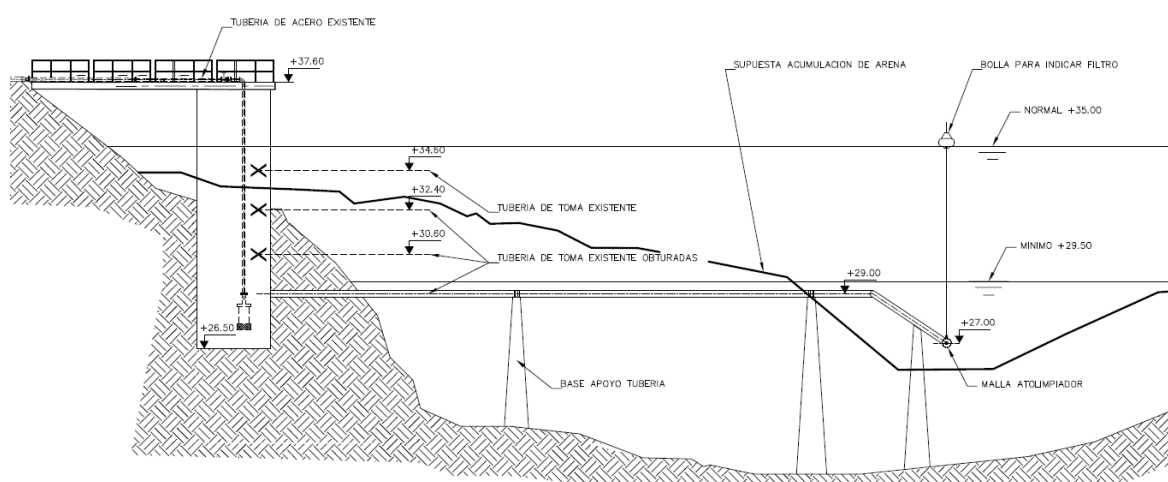


Figura 126 - Tomas de agua (Sección)

Como puede verse en Figura 125 y Figura 126, en la zona de las mallas autolimpiadoras, se instalará una boya sujeta a las mismas para lograr tener su ubicación y acceder a su mantenimiento o reparación. Por tal motivo se ha colocado una unión giratoria en el último tramo que permitirá levantar las mallas.

Las mallas autolimpiadoras, se recomienda que sean del tipo a las fabricadas por LAKOS (Separator and Filtration Solutions), modelo ISF o similar. (Ver características en Anexo III).

4.5.7 PLANTAS DE AGUAS RESIDUALES

4.5.7.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. El sistema de tratamiento de agua residual consta de dos plantas de tratamiento tipo paquete abiertas y de lagunas de oxidación.
- B. Dentro de la central se encuentran las dos plantas de tratamiento de líquidos residuales, una por cada margen.



Fotografía 186 - Cuba de la planta de tratamiento y triturador



Fotografía 187 - Triturador y estado de las chapas de la cuba

- C. El primer problema es que dichas plantas se encuentran en la sala de las bombas de drenaje y desagote, y sala de máquinas del ascensor, dado que son salas muy visitadas por los operarios de operación y mantenimiento, los olores que inevitablemente se producen y las salpicaduras, originan inconvenientes con el personal. CTM preferirían una planta compacta cerrada con acceso sólo para el personal que la opera.
- D. En segundo lugar las cubas de los trituradores de ambas plantas se encuentran en muy mal estado, no así los trituradores, y una de las cubas de las plantas que ha sido reparada en el lugar recientemente.
- E. El personal de planta informa que es costoso trasladar las plantas de tratamiento fuera del edificio de la central, debido a dos problemas. En caso de trasladarla fuera del edificio, esta tendría que ir ubicada en cota +27.00 y dado que los terrenos en la cercanía son bajos e inundables, eso se logra en un predio alejado al menos 1km del edificio de la central. En particular, en la margen derecha existe el problema que el canal de navegación, el cual se encuentra inconcluso y debe evitarse interferir la ubicación del tendido de la planta con la traza de este.

- F. La laguna de oxidación de margen izquierda fue construida como provisoria por la empresa constructora de la central y consta de una laguna principal y dos piletas más pequeñas que se encuentran abandonadas. Al tiempo, se construyó una laguna grande a la cual evacua toda la zona baja, finalmente termina drenando en la laguna principal. En las lagunas se le instalaron aireadores para aumentar su rendimiento. En estas descargan todas las áreas del complejo de esa margen (controles de paso una cámara séptica con bombeo del Hotel Horacio Quiroga, nuevos edificios, almacenes, etc.). Existen diferencias entre las lagunas de margen izquierda con las de margen derecha. Las lagunas de oxidación de margen derecha constan de una laguna de digestión y otra de aireación. Estas lagunas se construyeron con la obra principal. El hotel Ayuí y las termas vuelcan a esta laguna. CTM entiende que esta laguna se encuentra sobrecargada. En los planos de construcción estaba prevista la ampliación.



Fotografía 188 - Lagunas de oxidación de margen derecha.

4.5.7.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Las plantas de tratamiento instaladas en la actualidad en ambas márgenes son plantas compactas abiertas. Las mismas salvo la plataforma de apoyo de las bombas del triturador que deberían ser reparadas, no presentan síntomas de deterioro importante ya que se les ha realizado un mantenimiento correcto. A causa de las conversaciones mantenidas con el personal de mantenimiento de CTM, se confirmó que se ha iniciado un proceso de llamado a licitación para la adquisición de 2 plantas de tratamiento de efluentes compactas cerradas, uno para cada margen, con el fin de sustituir las plantas actuales, razón por la cual se considera que CTM está encaminada correctamente para dar fin con los conflictos existentes.
- B. Con referencia a las lagunas de oxidación de ambas márgenes cabe señalar que para poder diagnosticar que hacer para que ambas márgenes puedan cumplir con la demanda que actualmente tienen, se debería realizar un censo para determinar primeramente la cuantía del aporte actual a ambas lagunas.

4.6 SISTEMAS AUXILIARES ELÉCTRICOS

4.6.1 DUCTOS DE BARRAS Y CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

4.6.1.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. El sistema de barras de fases segregadas o aisladas; que interconecta el generador (G) con su celda de neutro, con el transformador de excitación (TXEX), con el Interruptor de generador (IG), con el Transformador de servicios auxiliares (TXS) (en Unidades 2, 4, 6, 8, 10 y 12), con el Transformador Principal (TXP) y su Celda de Medición asociada; es el original.
- B. En el sistema de barras de fases aisladas instalado, está compuesto por el ducto envolvente del conductor de fase, y éste instalado concéntricamente en el interior del ducto y soportado por tres aisladores en disposición estrella y con placas en ambos extremos de las barras (placa A en Generador y placa B en TXP, y en los extremos de las derivaciones a otros aparatos), que cortocircuitan las tres envolturas, como indica la figura adjunta, en cada conjunto de fase (ducto envolvente-conductor), la corriente en el ducto es igual y contraria a la corriente del conductor en todo instante del ciclo de corriente alterna. Al ser las corrientes iguales y contrarias en todo instante del ciclo, el flujo magnético externo al conjunto ducto-conductor, es muy bajo, alrededor del 5% o menos que el que existiría si los ductos no estuvieran.

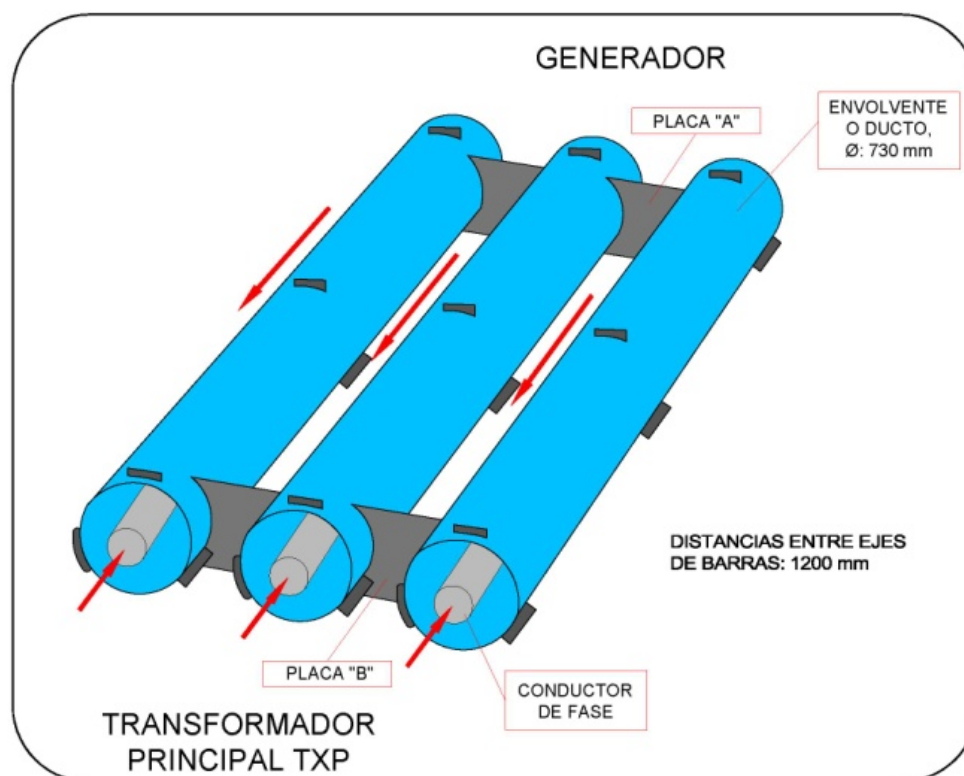


Figura 127 - Esquema de barras de fases aisladas de salto grande

- C. Entonces dejando una distancia entre los ejes de ductos de fase de 1,64 diámetros del ducto como es en las Centrales, el funcionamiento de los tres conjuntos es

independiente desde el punto de vista de esfuerzos electromagnéticos entre barras de distintas fases. El sistema es auto ventilado por aire natural.

4.6.1.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Debido a las grandes corrientes que circulan normalmente por el ducto envolvente del conductor de fase (aproximadamente la In: 6275 A), debe verificarse el estado de todos los elementos componentes del ducto: las juntas de expansión, uniones, tornillería, placas de cortocircuito, etc. y realizar un mantenimiento sistemático.
- B. También debe hacerse un mantenimiento sistemático de la conexión del ducto de barras de fases aisladas a las respectivas celdas de media tensión.

4.6.2 INTERRUPTORES DEL GENERADOR

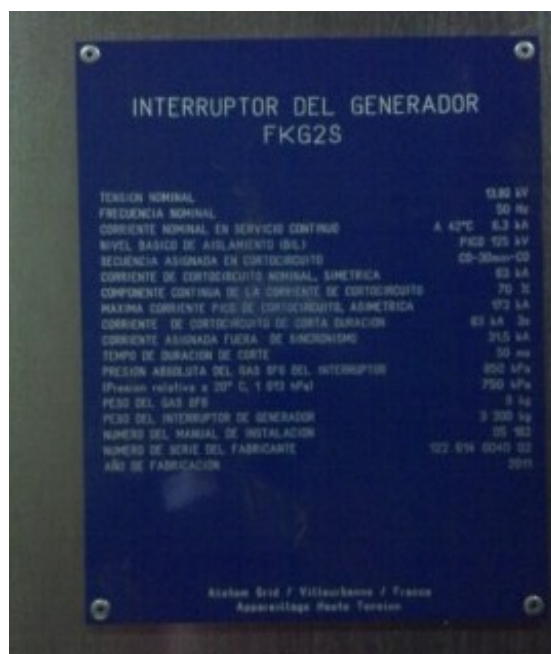
4.6.2.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

Se han reemplazado los catorce interruptores originales que eran los DR36 de ABB. El equipamiento nuevo fue provisto por ALSTOM (ex AREVA). Los interruptores de 13,8 KV son del tipo FKG2S. Figura 1.

Han debido hacer cambios en la distancia entre las barras de fases aisladas de salida del generador, para adecuarlas a los nuevos interruptores.



Fotografía 189
Interruptor del generador



Fotografía 190
Placa característica del interruptor del generador



Fotografía 191
Interruptor del generador



Fotografía 192
Galería en cota +22.00

4.6.2.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con el plan de mantenimiento recomendado por el fabricante y/o SG.

4.6.3 TRANSFORMADORES AUXILIARES DE POTENCIA

4.6.3.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. Los transformadores de servicio TXS1, TXS12 y TXS2 (6000 kVA, 13,8/6.6 kV), que alimentan respectivamente los Tableros de Servicio de 6,6 kV, TS1 y TS2, fallaron durante el periodo de garantía, por el cual se reemplazaron todos los transformadores TXS (ambas márgenes) siendo los actuales de marca ABB.
- B. Los Cambiadores de tomas bajo carga de los TXS son los originales, marca MR-Reinhausen.
- C. A los Cambiadores de tomas bajo carga MR-Reinhausen de dichos transformadores, hace dos años se le hizo mantenimiento y actualmente se reitera el mantenimiento.

4.6.3.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. El funcionamiento de los Transformadores de servicios auxiliares marca ABB, es correcto.
- B. Se recomienda verificar periódicamente el buen funcionamiento de los Cambiadores de tomas bajo carga MR-Reinhausen

4.6.4 TABLEROS DE C.A. DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

4.6.4.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. Tableros de servicios auxiliares de media tensión (6,6 kV)

- Los interruptores de 6,6 kV de los tableros de servicios auxiliares de media tensión, son en pequeño volumen de aceite, si bien operan satisfactoriamente, presentan la dificultad que sus repuestos no están disponibles fácilmente en el mercado.



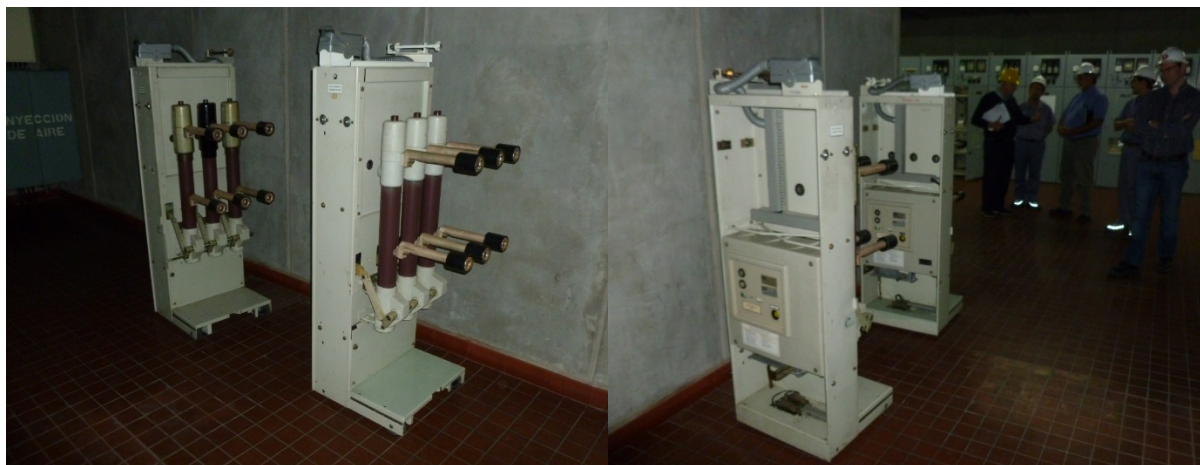
Fotografía 193
Tableros de 0,4 kV.



Fotografía 194
Tableros de 6,6 kV



Fotografía 195 - Tableros de 6,6 kV.



Fotografía 196
Interruptores de 6,6 kV en pequeño volumen de aceite.

Fotografía 197
Interruptores de 6,6 kV en pequeño volumen de aceite

- En los tableros de TS1 se cambiaron 4 interruptores originales (pequeño volumen de aceite) por interruptores de vacío marca SIEMENS y se procedió a modernizar algunas de las protecciones del sistema de 6,6 kV.
- Se modernizaron algunas protecciones del sistema de 6,6 kV.

B. Tableros de baja tensión (0,380 - 0,220 kV)

- Los Tableros de Carga de Unidad (TCU1 al TCU14) son los originales no registrando problemas en su operación.
- El tablero del sistema de aire comprimido, presenta inconvenientes de operación fundamentalmente porque sus relés marca CAMSA funcionan con deficiencias.
- Los tableros auxiliares de servicio (TAS), el tablero edificio de mando (TEM), el tablero bombas sumidero (TCBS) y el tablero toma y vertedero (TTIV) no registran problemas de operación y funcionamiento.

4.6.4.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

A. Tableros de servicios auxiliares de media (6,6 kV)

- Los interruptores originales de 6,6 kV de los Tableros de servicios auxiliares de media tensión, son en pequeño volumen de aceite que es una tecnología superada por los nuevos interruptores de vacío. Por la razón precedente es difícil conseguir repuestos.
- Al Tablero TS1 se le cambiaron 4 interruptores originales (pequeño volumen de aceite) por interruptores de vacío marca SIEMENS. También se le modernizaron algunas protecciones, del sistema de 6,6 kV.

- Al resto, TS2, TS3, TS4, se recomienda el cambio de todos los interruptores en pequeño volumen de aceite, por interruptores de vacío marca Siemens, como los ya instalados en el TS1 y continuar con la modernización de algunas de sus protecciones, del sistema de 6,6 kV.
- También se recomienda la verificación del cumplimiento del tablero a los requerimientos de resistencia al arco interno, de acuerdo a las recomendaciones dada por la norma IEC 61439. Se recomienda ver en Anexo III el Cuaderno de aplicaciones técnicas N°9 respecto de esta normativa.

B. Tableros de baja tensión (0,380-0,220 kV)

- El tablero del sistema de aire comprimido, tienen algunos problemas porque no funcionan correctamente los relés marca CAMSA que componen su equipamiento.
- Si bien los Tableros de Carga de Unidad (TCU1 a TCU14) funcionan correctamente, se recomienda el cambio de los relés CAMSA ya que están técnicamente obsoletos y no funcionan correctamente.
- Si bien los tableros TAS, TEM, TCBS y TTIV están funcionando correctamente, se recomienda continuar con el plan de mantenimiento dispuesto para los tableros auxiliares de baja tensión.
- También se recomienda la verificación del cumplimiento del tablero a los requerimientos de resistencia al arco interno, de acuerdo a las recomendaciones dada por la norma IEC 61439. Se recomienda ver en Anexo III el Cuaderno de aplicaciones técnicas N°9 respecto de esta normativa.

4.6.5 BANCO DE BATERÍAS Y CARGADORES TRIFÁSICOS

4.6.5.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

Todo el sistema de corriente continua en 125 Vcc, (cargadores de baterías trifásicos, banco de baterías, convertidores estáticos) y sus tableros componentes, no presentan inconvenientes de funcionamiento. Se debe mencionar que los dos bancos de baterías fueron recientemente renovados por baterías del tipo abierto, así también se renovaron los convertidores estáticos y los cargadores de baterías trifásicos.

4.6.5.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Todo el sistema de corriente continua en 125 Vcc, (cargadores de baterías trifásicos, banco de baterías, convertidores estáticos) y sus tableros componentes, está funcionando bien.
- B. Las baterías estacionarias se cambiaron varias veces desde la instalación original. Previo a las actuales se habían instalado baterías herméticas de bajo mantenimiento, pero no dieron buen resultado porque necesitan atmosfera controlada con temperatura máxima de 18 °C.

- C. Se cambiaron las baterías de los cuatro bancos (2 por cada Central), por baterías de Plomo Acido del tipo abiertas marca FIAMM italianas.
- D. Recomendación: continuar con el plan de mantenimiento recomendado por el fabricante.

4.6.6 TABLEROS DE CORRIENTE CONTINUA

4.6.6.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

Los tableros del sistema de corriente continua de 125 Vcc, son los originales.

4.6.6.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Los tableros del sistema de corriente continua de 125 Vcc, están funcionando correctamente.
- B. Se recomienda continuar con el plan de mantenimiento recomendado de los tableros del sistema de corriente continua de 125 Vcc.



Fotografía 198 - Tablero de Corriente Continua

4.6.7 GRUPO ELECTRÓGENO DE EMERGENCIA

4.6.7.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. Los grupos electrógenos de emergencia (uno por cada margen) fueron instalados originalmente durante la construcción de la central.
- B. La potencia del GDE (750 kVA, 638 kW con $\cos(\varphi) = 0,85$), es suficiente para arrancar en forma directa la bomba de Incendio, para mantener los servicios esenciales de la Central y poder arrancar una unidad generadora, ante el colapso del sistema de 500 kV.
- C. El motor que impulsa el generador de emergencia posee las siguientes características:

Marca	MWM
Modelo	TDB 602 – V16S
Potencia	750kVA
Cantidad de cilindros	16
Disposición	V
Arranque	Aire comprimido

Tabla 27 – Características del grupo electrógeno de emergencia



Fotografía 199 - Generador de emergencia

- D. El sistema es de arranque automático ante el surgimiento de un blackout. Existe un grupo de emergencia por margen. El generador Diésel eléctrico se encuentra instalado en una sala dentro de la central. El sistema se completa con un tanque principal de pared

doble de 7500 litros de capacidad y un tanque intermedio de 250 litros instalados dentro una batea de hormigón para limitar los derrames en caso de pérdidas.



Fotografía 200 - Sala de almacenaje de combustible

- E. Los grupos de emergencia se arrancan vez por semana, no más de 1 a 2 horas, con baja carga (iluminación). Esto lleva a tener problemas de carbonización en los cilindros, válvulas, etc.
- F. Solo a uno de los generadores se les hizo una recorrida total. El personal informa que las piezas tienen poco desgaste dado su poco uso. Las piezas que suelen cambiar son las que envejecen como por ejemplo, los retenes y juntas de goma.
- G. El personal de CTM informa que están estudiando la reforma del tanque intermedio instalándole una pared doble.
- H. El sistema de arranque es con aire comprimido cuyos botellones se alimentan del sistema de alta presión de 40 kg/cm². La presión se reduce a 28 kg/cm² para su almacenaje y tiene el beneficio de ser un aire muy seco.
- I. CTM solicita una recomendación sobre el procedimiento de mantenimiento general. Comentan que el servicio oficial de MWM, a pesar de haberlos contactado, no los asistieron por el cual también solicitan una recomendación sobre una empresa que los pueda asesorar y eventualmente efectuarle un mantenimiento general a los motores.
- J. La autonomía de los tanques de combustible es de 48 horas. Dada la cercanía de lugares de provisión de combustible, esa autonomía la consideran aceptable. También, ante un escenario de no disponibilidad de un generador de emergencia (por ejemplo, mantenimiento), existe las posibilidades de interconectar ambas márgenes, o bien alimentarse desde la subestación.

- K. Se ha conversado respecto a la hipótesis de duración del colapso del Sistema de 500 kV, para definir la autonomía que debe tener el GDE y consecuentemente la cantidad de combustible Diesel almacenado correspondiente a dicha autonomía.
- L. En la sala del generador de emergencia se agregó un sistema de toma de aire exterior de manera de permitir la extracción de gases con la puerta cortafuego cerrada y el generador funcionando.
- M. El grupo de generación de emergencia es el original. Se informó que se ha cambiado el panel de control, por un sistema de control digital, marca Woodward que funciona correctamente, igual a la original.



Fotografía 201
Tablero de control del GDE

4.6.7.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Los grupos de generación de emergencia GDE son los originales. se encuentran en buenas condiciones de funcionamiento.
- B. Se recomienda verificar la cantidad de combustible Diésel almacenado en base a los parámetros mencionados y otros aleatorios, por ejemplo:
- C. Una gran bajante del embalse por sequía, combinada con un colapso del Sistema de 500 kV.

- D. Falla de los cables de alimentación desde los respectivos Tableros Auxiliares de Servicio (TAS) al Tablero de Cargas Esenciales, que es el tablero al que accede la potencia generada por el GDE.
- E. Si se dispone de una Estación de Servicio expendedora de combustible Diesel, es recomendable realizar un contrato de entrega de Diésel ante una emergencia para llenar el tanque de reserva del GDE.
- F. Debido al almacenamiento prolongado, el combustible Diésel se envejece reduciendo su calidad, debido a reacciones que se generan por presencia de oxígeno proveniente del aire, y el agua que contiene el mismo o que se origina por condensación del vapor de agua contenido en el aire en las paredes del tanque de almacenamiento. El agua se disuelve en el combustible como también se acumula en el fondo del tanque, por debajo del combustible Diesel. Los microorganismos dependen del agua y adicionalmente se nutren de moléculas orgánicas e inorgánicas, creciendo a expensas de los componentes del combustible. A medida que los microorganismos se reproducen se genera biomasa, residuos del metabolismo y células muertas que se acumulan y se establecen como lodo en el fondo del tanque. Otros efectos del crecimiento son: acumulación de ácidos orgánicos, biofilm, reducción de sulfato y crecimiento de sulfitos. etc. Los primeros síntomas en el motor son: la sustitución frecuente de los filtros de combustibles, posteriormente debido a su combustión ineficiente se producen depósitos de carbón y hollín en las cámaras de combustión y en los inyectores provocando que estos se obstruyan, desgaste en las piezas del motor, etc. Existen varias razones que producen una aceleración de este proceso:
- El contacto con metales como el cobre, zinc o aleaciones que contengan estos metales.
 - La presencia de agua, que permite el crecimiento bacteriológico.
 - Exposición a altas temperaturas. A una temperatura de almacenamiento de 20°C, el combustible dura 12 o más meses. A una temperatura de 30°C, la vida del combustible diésel se reduce a 6 a 12 meses.
 - Composición química del combustible.

Para evitar dichos inconvenientes generados por el almacenaje prolongado, se recomienda lo siguiente:

- Efectuar regularmente un monitoreo de la calidad del combustible en intervalos regulares. En primer lugar en el mercado, se encuentran disponibles productos de fácil utilización, que permiten determinar el nivel de contaminación biológico, rápidamente, tales como los que se indican a continuación o similares:

<http://www.conidia.com/industry/marine-2/detect-diesel-bug/>

<http://dieselfueldoctor.com/pdf/Fuel-Testing1.pdf>



Fotografía 202 – kit de monitoreo bacteriológico para el combustible

En segundo lugar, como opción, se puede extraer muestras del combustible y enviarlas a un laboratorio para realizar un análisis más profunda de las mismas.

- Asegurarse que el combustible no se encuentra en contacto con superficies que contengan zinc o cobre.
- Establecer un mantenimiento regular del combustible almacenado en el tanque principal, removiendo el agua y las impurezas que contengan. Este mantenimiento se puede realizar mediante la utilización de un equipo que realiza una purificación del combustible mediante recirculación del mismo, del tipo STS 6000-SX Programmable Automated Fuel Filtration System (<http://dieselfueldoctor.com/sts.html>), o similar.
- Es recomendable drenar periódicamente el tanque de combustible, al menos una vez al mes, para remover el agua acumulada en el fondo.
- Para ello la forma del tanque debe permitir la acumulación de agua y la válvula de drenaje debe estar colocada en el punto más bajo, de este.
- El tanque deberá estar lleno, con el menor volumen de aire, para evitar la condensación de agua.
- Los tanques deben vaciarse y limpiarse al menos una vez cada 10 a ños, dependiendo de la calidad del combustible utilizado.
- Recambiar el combustible regularmente por combustible nuevo.
- La instalación de un purificador de combustible intercalado entre la salida del tanque diario y el GDE, como el Skimoil TFP 80 o similar.

En el Anexo III se encuentran los correspondientes catálogos de los productos.

- G. Para el programa de mantenimiento y ensayos del grupo electrógeno de emergencia, se sugiere tener en cuenta la norma NFPA 110 – “Standard for emergency and stand by power systems” al cual el US Bureau of Reclamation hace referencia. Teniendo en cuenta que la falla del generador puede resultar en un aumento en los riesgos del manejo de los sistemas esenciales de la central, el sistema de emergencia se clasifica en nivel 1.
- H. Para el mantenimiento del motor del grupo electrógeno, se han averiguado los siguientes talleres posibles:

Nombre	Dirección	Teléfono	Página web	e-mail
Talleres Lilo	Defensa 1883, (1871) Dock Sud, Buenos Aires	4222-1289	www.tallereslilo.com.ar	tallereslilo@tallereslilo.com.ar
Taller Natalichio	Brandsen 501 5° A - CABA	4300-8226	www.natalichiojose.com.ar	natalichiojose@speedy.com.ar
Standard Motor	Avenida Don Pedro de Mendoza 2011 - CABA	4301-1332	-	smotor@speedy.com.ar

4.6.8 SISTEMA DE ILUMINACIÓN NORMAL Y DE EMERGENCIA

4.6.8.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. No obstante haberse reemplazado las luminarias existentes por luminarias del tipo LED, se siguen observando zonas de baja intensidad luminosa en algunas galerías de la central.
- B. No existen registros de un estudio detallado de intensidad lumínica en áreas de alto tránsito, especialmente para el caso de iluminación de señalización de emergencia.
- C. En la señalización de emergencia, hay indicadores pero no están iluminados.

4.6.8.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. El sistema de iluminación normal y de emergencia, funciona correctamente.
- B. Se cambiaron artefactos con lámparas convencionales por artefactos con LED.
- C. Se recomienda la medición de los niveles de iluminación, comprobando que cumplen con los requisitos de la norma UNE 12464.1. Las siguientes tablas resumen los valores recomendados por dicha norma:

Nº ref	Tipo de interior, tarea y actividad	E_m lux	UGR_L	R_a	Observaciones
1.1	Áreas de circulación y pasillos	100	28	40	<ul style="list-style-type: none"> - Iluminancia al nivel del suelo. - R_a y UGR similares a áreas adyacentes. - 150 lux si hay vehículos en el recorrido. - El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre interior y exterior de día o de noche. - Debería tenerse cuidado para evitar el deslumbramiento de conductor y peatones
1.2	Escaleras, cintas transportadoras, rampas/tramos de carga	150	25	40	

Tabla 28 – Iluminación en zonas de tráfico

Nº ref	Tipo de interior, tarea y actividad	E_m lux	UGR_L	R_a	Observaciones
15.1	Planta de suministro de combustible	50	-	20	<ul style="list-style-type: none"> - Se deben reconocer los colores de seguridad
15.2	Alojamiento caldera	100	28	40	
15.3	Salas de máquinas	200	25	80	<ul style="list-style-type: none"> - Los paneles de control suelen estar en vertical - Puede requerirse regulación del flujo luminoso
15.4	Salas laterales (de bombas, de condensadores...)	200	25	60	
15.5	Salas de control	500	16	80	
15.6	Aparatos de conmutación exterior	20	-	20	

Tabla 29 – Iluminación de centrales de energía eléctrica

- D. Se recomienda por razones de costo y de horas de mantenimiento, el cambio de todo el sistema a artefactos con LED.
- E. En el Sistema de iluminación de emergencia, se recomienda verificar que todos indicadores estén iluminados y que los niveles de iluminación cumplan con los requisitos de las leyes pertinentes vigentes.

4.6.9 SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

4.6.9.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. A pedido de la aseguradora que requiere la certificación el sistema, se comienza en el año 2003 con la revisión de los sistemas de incendio y continua con una segunda en el año 2012.
- B. Durante la primera consultoría se hace notar que los sistemas de detección con más de 25 años de servicio no eran confiables y se encontraban técnicamente obsoletos. CTM se encuentra trabajando en la implementación de los cambios.
- C. Actualmente CTM está implementando el desarrollo de la instalación de la alarma de evacuación. CTM contrató una empresa especializada en el tema, para que desarrolle el diseño de acuerdo a las normas de la NFPA. CTM informa que el diseño de la señal acústica de alarma es muy específico, dado que se debe poder escuchar en cualquier lugar de la central. Se encuentra en proceso de compra para la instalación de alarmas.
- D. Cada generador posee 24 sensores. Dada la recomendación de la consultoría sobre la antigüedad de los sensores originales, estos se encuentran en proceso de cambio. En la actualidad, poseen un sistema de detección con sensores de temperatura, que presentan fallas por interferencias magnéticas, estando CTM implementando la solución dada por el fabricante. Dada la necesidad de que los sensores se comuniquen con el sistema supervisor, también se están reemplazando las centrales para que todo el conjunto sea compatible.
- E. En los transformadores, este año serán reemplazados por sensores del tipo cable.
- F. Todo el sistema de detección en el almacén técnicamente obsoleto. Se reemplazaron los sensores de radiación dado que estos se encuentran prohibidos. También se reemplazaría el cableado nuevo para todos los sensores.
- G. El personal de planta informa que los canales de cables representan un riesgo ante un incendio, dada la toxicidad de los humos que estos generan y se diseminan dentro de la central. El personal de planta informa que se está evaluando una opción que consiste en pintar con pintura intumescente los cables de las bandejas. La auditoría recomienda la instalación de sensores por aspiración de humo. La dificultad que se presenta a pesar de ser sencillos, es la cantidad de sensores a instalar. CTM comenta que se encuentra resolviendo la cuestión.

4.6.9.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Para el diagnóstico del Sistema de Extinción de Incendio, se ha tomado como referencia la "Evaluación de la Seguridad Contra incendio de la Central Salto Grande y Subestaciones Anexas" realizada por la firma IFSC en el año 2012.
- B. En el Anexo III "Estado de avance según informe IFSC" se resumen en una tabla todas las recomendaciones que en su momento arrojó el informe mencionado y el estado actual en que se encuentra la ejecución de cada una de esas recomendaciones.
- C. El sistema de protección contra incendios del generador está actualizado y se encuentra funcionando correctamente. No se requieren modificaciones.

4.6.10 PROTECCION CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS

4.6.10.I ANALISIS DE LA SITUACION

La zona que comprende el norte de Argentina, Paraguay y el sur de Brasil es una de las 4 regiones del mundo con mayor densidad de tormentas eléctricas. De acuerdo a la WWLLN (Word Wide Lightning Location Network) el mapa isoceraúnico de la Argentina indicando las zonas de mayor densidad ceraúnica es el que se muestra a continuación:

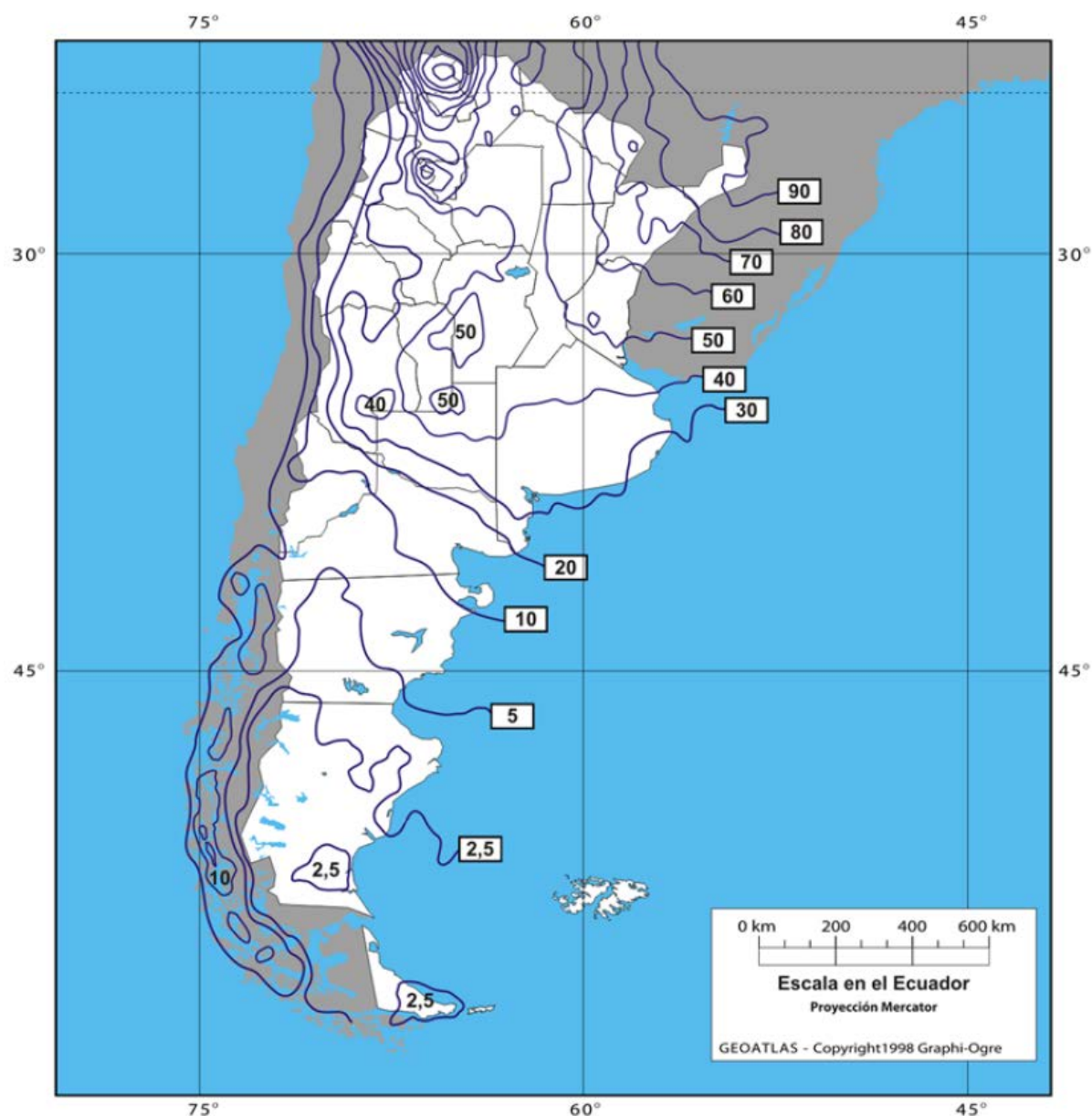


Figura 128 – Curvas de niveles ceraúnicos T_a argentinos del periodo 2005/11 (siendo T_a la cantidad de días de tormentas eléctricas por año)

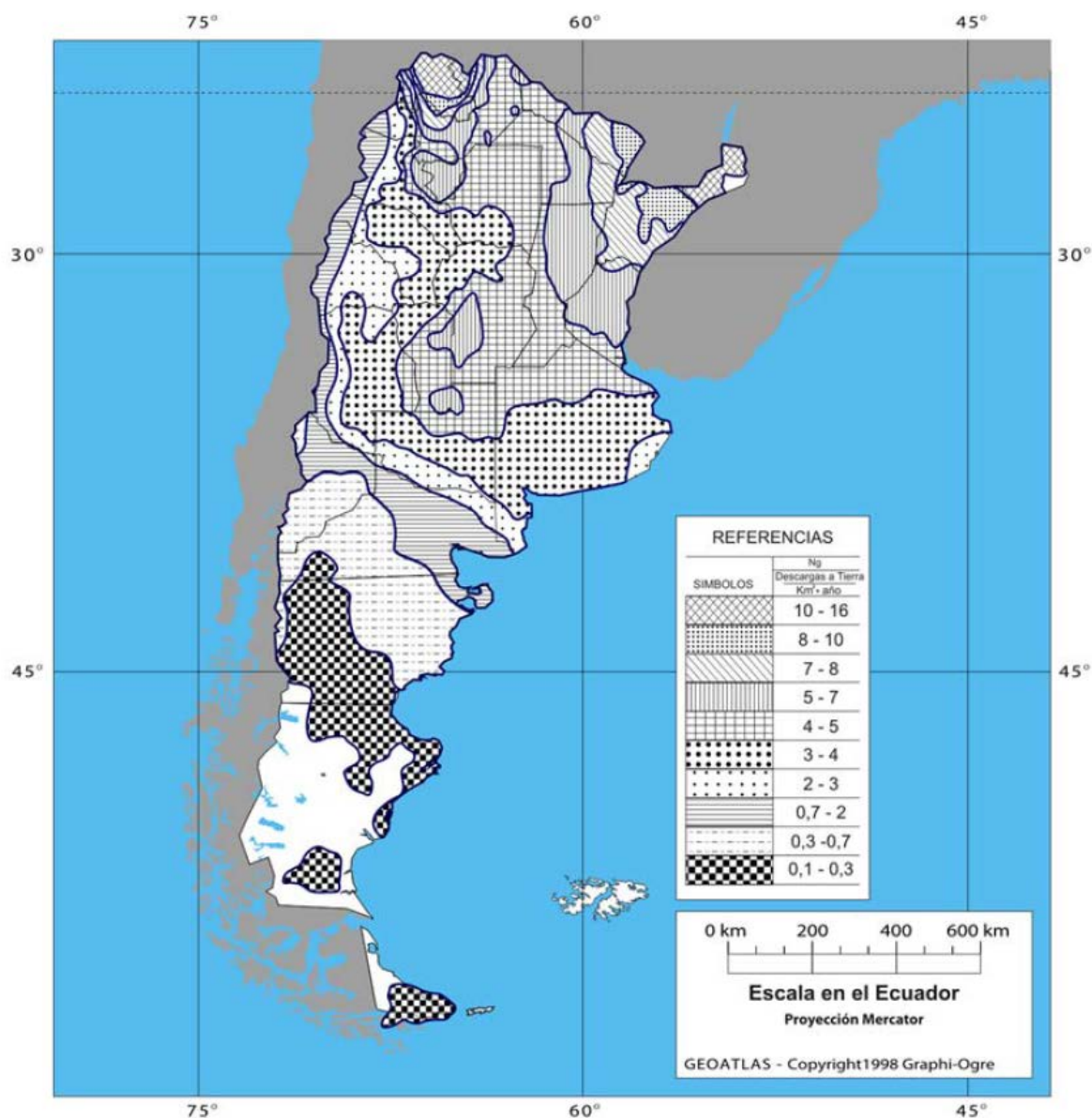


Figura 129 – Densidades cerámicas N_g del periodo 2005/11 (siendo N_g la densidad de descargas eléctricas atmosféricas a tierra)

La decisión de dotar a una estructura, de un adecuado Sistema de Protección Contra el Rayo, depende de factores como la probabilidad de caídas de rayo en la zona (densidad de nivel cerámico), su intensidad, consecuencias para los edificios, personas y maquinaria de procesos.

En la actualidad y derivado de la mayor actividad cerámica, los procedimientos recomendados para la Protección contra Tormentas Eléctricas, se encuentran contenidos en actuales emisiones de Normas nacionales e internacionales vigentes.

4.6.10.II RECOMENDACIONES

Se recomienda efectuar un estudio siguiendo los lineamientos de la Norma IEC 62305, a efectos de determinar si los niveles de protección de CHSG son los adecuados para los mayores niveles cerámicos encontrados. Dicha norma se divide en 4 partes:

- Principios generales: Esencialmente describe como diseñar un sistema de protección contra descargas atmosféricas.
- Gestión de riesgo: se analiza en la necesidad de protección contra las descargas atmosféricas.
- Protección de estructuras y de personas: trata sobre la protección contra materiales y del riesgo para la vida humana.
- Protección de sistemas eléctricos y electrónicos en estructuras: Protección contra los efectos del impulso electromagnético de la descarga atmosférica.

En el anexo III se describe los conceptos generales de protección ante descargas atmosféricas, concepto de zonas de protección y los métodos de protección aprobados por dicha norma.

4.7 **SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO, SUPERVISIÓN, PROTECCIÓN Y MEDICIÓN DEL CHSG**

4.7.1 CONTROL AUTOMATICO Y SUPERVISION

4.7.1.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. Respecto de la transmisión de información del sistema de operación en tiempo real (SOTR) de CHSG, se indica que la actual vinculación de datos para SOTR con UTE se efectúa mediante un enlace de datos de ANTEL de baja velocidad (64kbps) que es propiedad de UTE, y no habiendo enlace de respaldo
- B. Aún se encuentra pendiente establecer un vínculo de comunicaciones entre CHSG y TRANSENER, debiendo ser un enlace que transmita el protocolo de comunicaciones ELCOM90
- C. Respecto de las remotas de telecontrol (RTUs) en la CHSG, se indica que se encuentran instaladas nueve remotas por cada lado (ARG, URU), siendo siete de ellas asignadas para máquinas, otra para servicios auxiliares, protecciones de unidades generadoras, ondulator GUTOR, etc., y otra en cota +16.00 con la información de bancos de transformadores y sistema contra incendio
- D. Las actuales remotas de telecontrol GENERAL ELECTRIC (GE) de la CHSG poseen procesadores D20 ofertados en 2005, con limitada capacidad (actualmente suficiente), pero no contemplando futuras ampliaciones y crecimientos. Así mismo no disponen de puertos suficientes para vinculación a dispositivos inteligentes (PLCs; IEDs) y/u otras facilidades
- E. La actual existente doble red LAN óptica existente actualmente en la CHSG se considera aceptable y suficiente para el funcionamiento del sistema supervisorio de la central con adecuada confiabilidad

- F. Los servidores de la estación maestra del control supervisorio (Históricos, Aplicaciones) poseen redundancia espejada, con lo cual la confiabilidad del procesamiento y control de CHSG se encuentra suficientemente asegurada.
- G. Se dispone de tres estaciones de trabajo puestas en servicio en 2010 con permanente atención de dos operadores de CHSG (en contacto con los operadores de las EETT ya mencionado anteriormente). Adicionalmente, se dispone de una consola de ingeniería (en el mismo ámbito del COU) que puede officiar también como de trabajo (en emergencias).



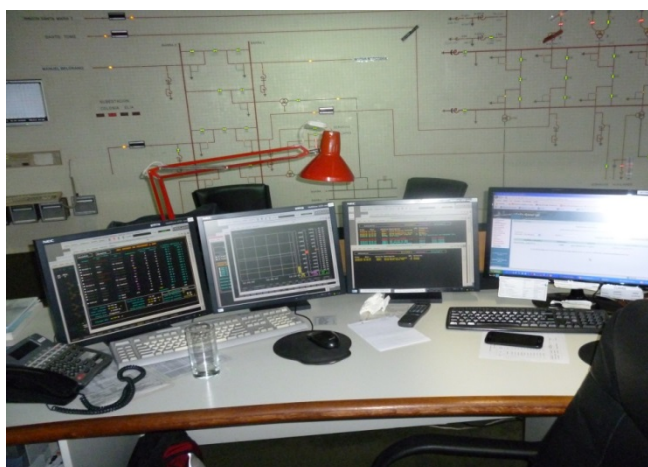
Fotografía 203
Servidores de la Estación Maestra del Control Supervisorio de la CHSG y PatchPanel de Redes de fibras

Fotografía 204
Servidores del Sistema Supervisorio de CHSG

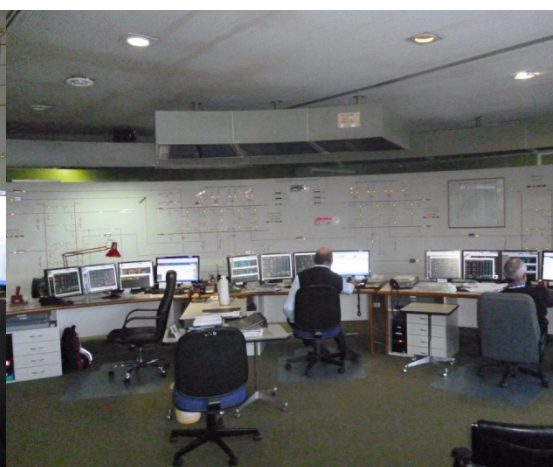
- H. El tablero mímico mosaico fue remozado durante el proceso finalizado en 2010, con iluminación de LEDs en reemplazo de la señalización convencional antigua
- I. Respecto de la Estación Maestra (EM) del sistema supervisorio de la CHSG, se informa que fue reemplazado con un proyecto desarrollado en los años 2005/2006, aunque finalizada su instalación y puesta en servicio en 2010.
- J. CTM hace mención que la tecnología es originaria del año 2005, por lo cual dicha tecnología ya posee 10 años, mencionando que debiera preverse la factibilidad de actualizaciones próximas
- K. CTM menciona que se han producido fallas en discos de los servidores de la EM, debiendo ser utilizados los elementos de repuesto para solucionarlo. Se torna cada vez más difícil la obtención de repuestos ya que no se encuentran disponibles en el mercado.
- L. El sistema supervisorio de la CHSG funciona supervisando todos los equipos y elementos de Estación Maestra, los periféricos (RTUs) y redes, que lo conforman por lo que los operadores de COU poseen información en tiempo real de estados, alarmas,

etc., disponiendo de total conocimiento del funcionamiento del sistema supervisorio y sus dispositivos componentes.

- M. CHSG está recibiendo ofertas para la gestión remota de las protecciones de generadores, transformadores principales y transformadores de servicios auxiliares. Sería un sistema independiente con su propia red, y la propuesta en análisis por parte de CTM proviene de la firma ABB
- N. CTM indica no habría necesidad de equipar a las áreas de mantenimiento, con instrumentos y herramientas, dado que CTM está comprando a medida que los necesita
- O. CTM menciona que dispone de lote de repuestos para cada área, por lo cual no habría necesidad de nuevas adquisiciones



Fotografía 205
Estaciones de Trabajo de Estación Maestra
(Centro Operaciones Unificado-COU)



Fotografía 206
Estaciones de Trabajo completas del
Control Supervisorio CHSG

- P. CTM menciona la necesidad de cursos de capacitación para el personal de mantenimiento, con el fin de realizar mediciones adecuadas y completas, con mayor precisión y conocimiento
- Q. CTM menciona la necesidad de cursos de capacitación para personal de ingeniería, en temas de informática, para complementar la formación de su personal en tales aspectos
- R. Se recorrieron los emplazamientos del centro de operaciones unificado (COU), con el fin de verificar el estado de las instalaciones y la tecnología del equipamiento.



Fotografía 207

Mímico CHSG, Estaciones de Trabajo, Estación de Registro de Eventos

4.7.1.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

A. Tecnología

Dado los 30 años de antigüedad que posee la CHSG, y teniendo en cuenta los criterios de vida útil:

- a. Equipamiento electromecánico de generación (turbinas, generadores, etc.): intervalo de 40 a 50 años.
- b. Equipamiento electrónico: máximo 30 años.
- c. Sistemas y equipos de procesamiento de datos: diez años.

Los sistemas y equipos que involucran una actualización, son los incluidos en los ítems b y c.

El ítem b será tratado en el punto 4.9.3 de este Informe, y a continuación se tratará lo relativo al ítem c que corresponde al Sistema Supervisorio de Control de la Central.

La Estación Maestra (EM) del Sistema Supervisorio está ubicada en el Centro de Control del edificio de máquinas de margen izquierda, incluyendo las funciones de Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA), del EMS (Energy Management System), y de optimización del despacho hidroenergético. Este Sistema fue reemplazado hacia 2005/2006 y finalizada su puesta en servicio hacia febrero 2010.

Habida cuenta de esta situación, en lo inmediato no sería necesario realizar cambios, sino prever que deberá realizarse una actualización del Sistema Supervisorio dentro de los próximos cinco años (previo a 2020).

El periodo mediano sugerido para efectuar el reemplazo del Sistema Supervisorio, deberá considerar también las adecuaciones y cambios de arquitectura y de funcionamiento de Estaciones Transformadoras dentro del cuadrilátero 500kV, todo lo cual será detallado más adelante. En resumen, el recambio del Sistema Supervisorio en un término mediano, debiera basarse en:

- Evolución de la tecnología
- Disposición de repuestos.
- Cambios en la arquitectura de las EETT y nuevas facilidades a ser implementadas en el cuadrilátero.

El actual Servidor de Base de Datos para manejo de la información en tiempo real del sistema SCADA/EMS se dispone en configuración redundante, con un Servidor Principal y Servidor de Respaldo, conmutando en caso de fallas, en forma automática las funciones de supervisión y control.

El actual Servidor de Históricos, para almacenaje, manejo y acceso a la información de datos históricos, también se encuentra en configuración redundante.

En caso que se deseara mayor seguridad para la Central, sería deseable analizar un sistema de almacenamiento de reserva de datos e históricos, en una locación fuera del predio físico de CHSG, y con ello preservar la información en caso de ocurrencia de un evento que pudiera afectar las áreas físicas donde se encuentran emplazados los actuales Servidores (redundantes pero en igual emplazamiento)

Sería recomendable un sistema de almacenamiento (cloud storage) mediante una compañía reconocida y fuera de CTMSG. Tal podría ser el caso (orientativo) de:

- Google Cloud Storage
- IBM Spectrum Storage
- etc

Este mecanismo permitirá disponer de una infraestructura de muy alta Confiabilidad (Ri), con excelente desempeño (QoS) y máxima Disponibilidad (Ai), habida cuenta que el crecimiento de los datos será permanente e inexcusable, especialmente frente a la deseada modernización/actualización descrita en el presente Informe de Fase I. Los crecimientos involucrarán la Estación Maestra en sí misma, así como las EETT del Sistema de Transmisión 500kV (que reportan a la EM).

Si bien cada punto físico de medición, estado, etc., se representa como un objeto en la Base de Datos y se muestra en la IHM (interfaz humano maquina) del sistema EMS, también se dispone de un tablero mímico a mosaicos al cual se le han reemplazando las lámparas incandescentes (y controlador) por otras de estado sólido (LED).

Habida cuenta que se conversa de un traslado del COU hacia otro Edificio nuevo, en tal caso sería deseable desafectar el tablero mosaico actual y reemplazar su función por un Sistema de Video Wall, en el que los operadores y el supervisor/jefe de despacho puedan enviar información para ser presentada y/o ser recuperada en los puestos de trabajo.

Sería conveniente utilizar un Video Wall compuesto por varios cubos con retroproyectores iluminados por lámparas LED, incluyendo el Servidor para manejo de cubos, el software de control respectivo, y la totalidad de licencias para uso del software

Debe mencionarse que se han producido fallas en discos de la EM, por lo cual CTMSG debió utilizar elementos de repuesto que poseía en su stock.

Adicionalmente se ha mencionado la dificultad de obtener repuestos ya que no se los encuentra disponibles en el mercado.

Motivo de lo cual se recomienda realizar una compra adelantada de elementos para aumentar el stock de repuestos actual y con ello minimizar el efecto de fallas futuras y eventual falta de provisión por parte de los fabricantes.

El listado de elementos a ser adquirido debe evaluarse por CTMSG, en función de la criticidad de los elementos y del registro de fallas acontecidas (recurrencia).

Dado la rápida y constante evolución de tecnología y su generación, en los Servidores que se utilizan en la EM, se recomienda efectuar la compra de tres Servidores completos, de igual prestación y características (Sun MicroSystem) de los actualmente en uso, de manera de disponerlos como repuesto en los próximos años (sin incertidumbre).

Respecto del sistema de pupitres de mando manual centralizados en ambas Salas de Control, y teniendo en cuenta la implementación del Sistema Supervisor, así como la disponibilidad de mandos manuales a pie de equipo, sería posible considerar la desafectación de los pupitres de mando manual, en tanto y cuanto la totalidad de lógicas de operación de la Central se encuentren todas ellas incluidas en las Consolas Locales (caso de arranque y parada de máquinas, etc).

Por otro lado, CTMSG menciona que existe personal de operación en cada estación transformadora (ET), para realizar la operación manual la ET de acuerdo a las instrucciones recibidas desde el Centro de Control Unificado (COU).

Es aconsejable analizar la implementación de lógicas de control local dentro de las remotas de telecontrol (RTU) de cada estación transformadora, como forma de disponer de un control automático en la propia estación en caso de eventual pérdida de enlace con la EM del Sistema Supervisorio en la CHSG. Ello es independiente de mantener la permanencia del personal en la ET.

B. Sistema

Se encuentran instaladas nueve remotas por cada lado de la Central CHSG (lado ARG; lado URU), siendo siete de ellas asignadas para máquinas, otra para servicios auxiliares, protecciones de unidades generadoras, ondulator GUTOR, etc., y otra en la cota +16 con la información de bancos de transformadores y sistema contra incendio.

Se trata de remotas de telecontrol General Electric (GE) con procesadores D20.

Se recomienda el reemplazo de los procesadores D20 hacia procesadores de ultima generacion, con lo cual se dispondrá de mayor capacidad de procesamiento (ampliaciones y agregados futuros), así como disponer de mayor numero de puertos libres para vinculación a nuevos dispositivos inteligentes (PLCs; IEDs) y/u otras facilidades

La actual doble red LAN óptica existente, disponible en la CHSG, permite la comunicación de datos de alta velocidad, por lo cual se considera aceptable y suficiente para el funcionamiento del Sistema Supervisorio de la Central.

Se encuentran instaladas cuatro remotas de telecontrol (RTU), dentro del cuadrilátero de 500kV, una en cada estación de transformación y maniobra del Sistema de Extra Alta Tensión y las Líneas de 500kV que las interconectan. Estas estaciones son:

- ET Salto Grande Uruguay (SG UY)
- ET Salto Grande Argentina (SG AR)
- ET San Javier (SJA-V-URU)
- ET Colonia Elia (CELI-ARG).

Las remotas incluidas en las EETT, son del fabricante GE y poseen procesadores D20, que se encuentran reportando a la EM del COU.

También aquí sería recomendable el reemplazo de los procesadores D20 hacia procesadores de última generación, con lo cual se dispondrá de mayor capacidad de procesamiento (ampliaciones y agregados futuros), así como disponer de mayor numero de puertos libres para vinculación a nuevos dispositivos inteligentes (PLCs; IEDs), e incluso poder operar bajo arquitectura de norma IEC 61850.

Desde el punto de vista de los Niveles del Control de todo el Sistema, se podría representar en una jerarquía de control en las EETT, como sigue:

- Nivel Cero: representado por el Bus de Proceso en las EETT e incluyendo los equipos de campo de tales EETT.
- Nivel Uno: representado por el Bus de Estación e incluyendo los switches administrables y el cableado óptico en EETT.
- Nivel Dos: representado por las remotas de telecontrol (RTU), consola de control local, etc., en cada ET.
- Nivel Tres: representado por el Sistema Supervisorio en COU.

Dado la actualización ya efectuada por CTMSG a la Estación Maestra y remotas de telecontrol en las EETT, las próximas tareas debieran centrarse principalmente en el Nivel Uno, lo cual será desarrollado más adelante de este Informe.

La incorporación de Merging Units (MU) a los equipos eléctricos de campo (lo cual se describirá más adelante) permitirá mayor alcance de prestaciones dentro del Nivel Uno, y consecuentemente realizar un proceso de manejo de información del sistema de 500kV en

tiempo real, y transformándolos en estructura comprensible para su uso por parte del Sistema Supervisorio del COU.

C. Sistema de operación en tiempo real (SOTR)

a. Fundamento

De acuerdo al Anexo 25 de la reglamentación de CAMMESA, el Centro de Control de Operación del Generador (COG) de la CH Sto. Grande, deberá satisfacer:

- Cumplir con las consignas de CAMMESA (COC)
- Maniobrar su propio equipamiento, según indicación del Centro de Operaciones del Transportista Principal (COT) TRANSENER
- Informar al COC y al COT sobre los acontecimientos

Consecuentemente, el Sistema de Operación en Tiempo Real (SOTR) deberá enviar en tiempo real, al Centro de Control del Organismo Encargado del Despacho (COC) lo indicado en el Anexo 24 para el agente del MEM que es la CH Sto. Grande (Generador).

Equivalentemente se aplica para el Despacho de Cargas de UTE.

El Centro de Control de Operaciones de Generador (COG) de CHSG deberá establecer enlaces de datos bidireccionales con el COC, así como recibir información en sentido inverso desde el COC hacia el COG (de CHSG). Equivalentemente se aplica para el Despacho de Cargas de UTE. (Figura 130).

Adicionalmente, el COG deberá enviar información mediante enlaces de datos en tiempo real al Centro de Control de Área (CCA) en lo que constituyen enlace de datos secundarios. En este caso el COG de CHSG deberá enviar los datos al CCA que se encuentra en el COT de TRANSENER (Rosario).

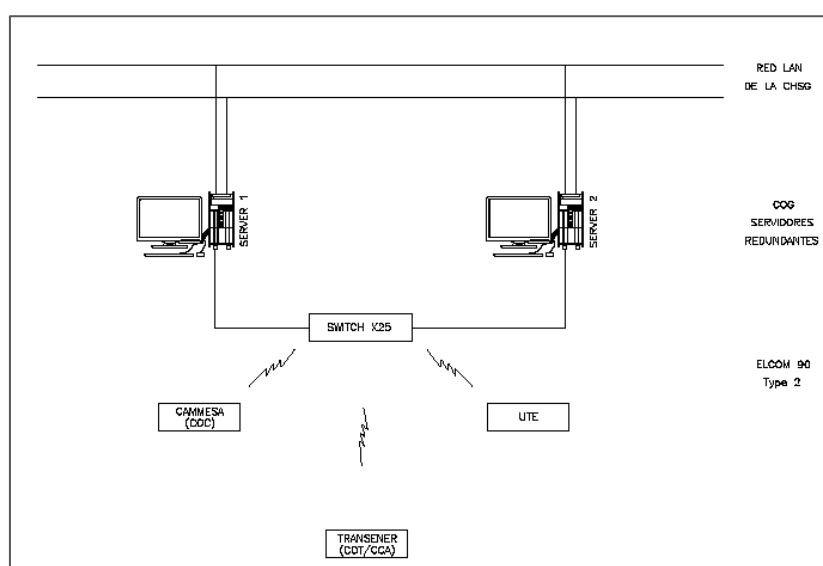


Figura 130 – Comunicación SOTR

Por todo lo cual, el Sistema Supervisorio debe comunicarse con los sistemas antes indicados, (Figura 131), mediante protocolo de comunicaciones ELCOM90:

- Con Despacho Nacional de Cargas de UTE (Melilla)
- Con Despacho Nacional CAMMESA (COC) (Pérez)
- Con Centro de Control TRANSENER (COT y CCA) (Rosario)

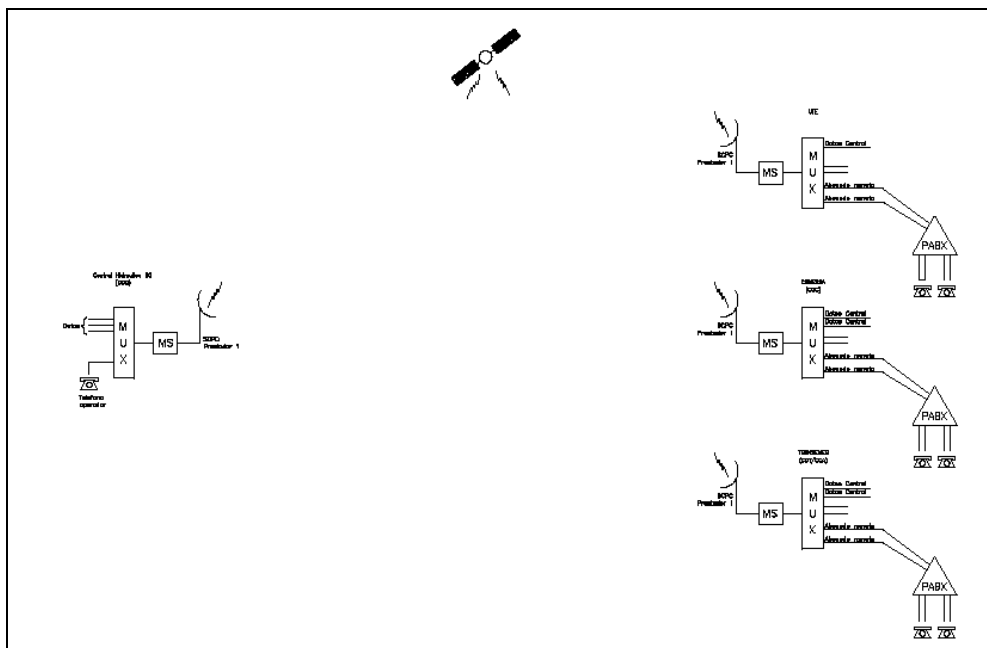


Figura 131 – Enlace satelital (SOTR)

Deberán establecerse enlaces para intercambiar información en tiempo real de forma de cumplimentar los Procedimientos de Despacho de cada país.

Tanto el acceso a las Bases de Datos de Históricas, así como transferencia de datos entre los Entes y la Estación Maestra, no deberán afectar el desempeño en tiempo real del Sistema Supervisorio.

b. Vinculación COG-Despacho de Cargas UTE

La actual vinculación de datos para el Sistema de Operación en Tiempo Real (SOTR) de la CHSG y del cuadrilátero 500kV, con la empresa UTE-Uruguay, se efectúa mediante un enlace de datos de ANTEL de baja velocidad (64kbps) que es propiedad de UTE, y no habiendo enlace de respaldo, motivo de lo cual se recomienda adicionar un enlace satelital propio y dedicado entre CHSG y UTE, mediante enlace dedicado SCPC apto para transmitir un canal de datos de 64kbps (se trata de canal de respaldo), con más un canal de voz comprimida (8kbps) para ser utilizado entre operadores de UTE y de CHSG.

El enlace satelital sería rentado en forma mensual por CTMSG a un carrier satelital a decidir, siendo el equipamiento y antenas parabólicas instaladas dentro del predio de CHSG y del predio de UTE, con lo cual la seguridad de acceso, términos de contrato, jurisdicción, etc., pertenecerá a CTMSG.

c. Vinculación COG-COC

La actual vinculación de datos para el sistema SOTR de la CHSG y del cuadrilátero 500kV, con la empresa administradora CAMMESA-Argentina, se efectúa mediante un servicio contratado a Telecom de baja velocidad (19kbps) dedicado y transparente punto a punto (vinculo principal).

Posee doble camino: uno de cobre y otro de fibra óptica, entre el Centro de Operación Unificada (COU) y la caseta de Telecom (conmutación manual), y luego un radioenlace Telecom hacia Concordia, por lo cual se recomienda adicionar un nuevo enlace principal propio y dedicado entre CHSG y CAMMESA, mediante un enlace satelital dedicado SCPC, apto para enviar la información de datos SOTR (canal de datos a 64kbps) y un canal de voz comprimido (8kbps) para ser utilizado entre operadores de CHSG y de CAMMESA.

Se mantendrá el camino actual de onda portadora y microondas como vínculo de respaldo.

De esta forma se implementará el doble vínculo requerido por CAMMESA y con ello evitar la criticidad de eventuales fallas en las comunicaciones actualmente existentes y dar cumplimiento a las normativas del MEM

d. Vinculación COG-CCA

Dado que se encuentra pendiente establecer un vínculo de comunicaciones entre el COG de CHSG y el COT (CCA) de TRANSENER, para que esta empresa pueda realizar supervisión de operación del cuadrilátero 500kV, mediante enlace de comunicaciones con protocolo de comunicaciones ELCOM90, se recomienda optimizar el enlace satelital SCPC mencionado anteriormente, mediante la instalación de un tercer punto de bajada de información en el emplazamiento del predio COT-TRANSENER en Rosario.

De esta forma el enlace instalado en la CHSG tendría tres destinos:

- CAMMESA
- TRANSENER
- Centro Despacho UTE

e. Responsabilidad de implementación

Se recomienda mantener los proyectos y especificaciones de los futuros sistemas de comunicaciones bajo la responsabilidad y jurisdicción de las áreas eléctricas, y no dependiendo del área IT.

El área IT debiera ser responsable de las separadas e independientes redes para uso corporativo, administrativo, facturación, etc.

4.7.2 SISTEMA DE PROTECCIÓN

4.7.2.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

Las protecciones eléctricas del conjunto Generador – Turbina - Transformador de Servicios Auxiliares TXS, derivación en 13,8kV al transformador de Excitación TXEX, regulador automático de tensión, regulador de turbina, interruptor de generador y transformador de Principal TXP, estaba protegido originalmente por el sistema de protecciones de BBC, GSX5, con matriz de disparo.



Fotografía 208
Sistema de protecciones de BBC, GSX5, con matriz de disparo.

Ahora ha sido reemplazado por el sistema REG670 (Control, Protección y Monitoreo) de ABB, con protecciones digitales con total redundancia (Red A y Red B). El REG670 está funcionando correctamente.



Fotografía 209
Sistema REG670 (Control, Protección y Monitoreo) de ABB



Fotografía 210
Sistema REG670 (Control, Protección y Monitoreo) de ABB

El Registrador Automático de Fallas RAF, no es el original de Siemens, actualmente se encuentra en proceso de compra de dos registradores de fallas dedicada en ambas márgenes.

4.7.2.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

Las protecciones eléctricas del conjunto Generador G - Turbina T, Transformador de Servicios Auxiliares TXS, derivación en 13,8kV al transformador de Excitación TXEX, regulador automático de tensión, regulador de turbina, interruptor de generador y Transformador de Principal TXP, era protegido originalmente por el sistema de protecciones de BBC, GSX5, con matriz de disparo.

Ahora ha sido reemplazado por el sistema REG670 (Control, Protección y Monitoreo) de ABB, con protecciones digitales con total redundancia (Red A y Red B).

Se recomienda realizar sistemáticamente el plan de mantenimiento recomendado por el fabricante y/o SG.

4.7.3 SISTEMA DE MEDICIÓN

4.7.3.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

A. Transductor Inteligente.

La medición de energía generada se efectiviza, en forma selectiva, desde cada generador. Para ello el sistema de medición dispone, por cada generador, de un transductor inteligente para la medición de energía, marca Phoenix Contact EMpro EEM-MA600. El transductor recibe

información básica, de corriente y de tensión, desde los secundarios de los transformadores de medición, que se encuentran instalados en cada fase del generador en cuestión. Con la información de tensiones y corrientes, el transductor calcula diversas magnitudes pero, fundamentalmente potencia activa, reactiva y energía activa/reactiva cada 15 minutos.

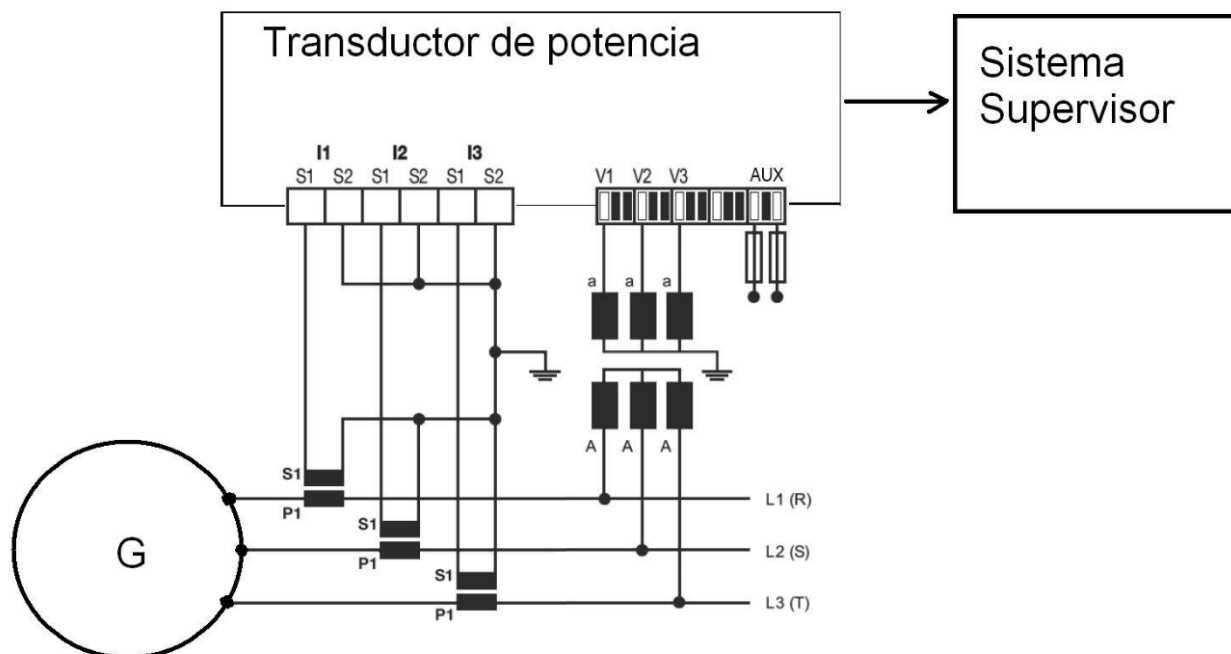


Figura 132 – Medición de energía

B. Unidad Remota

Por cada unidad generadora se encuentra ubicada, además, una RTU (Unidad Terminal Remota) que se encuentra interconectada con el Transductor Inteligente vía comunicación Modbus. La RTU de cada generador envía en tiempo real, vía Ethernet, toda la información al sistema totalizador SCADA centralizado en el COU (Centro de operación Unificada) ubicado en la margen izquierda de la Central. El sistema SCADA totaliza por hora y por día.

C. Sistema Adquisición de datos

El sistema de adquisición de datos SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) luego totaliza, en tiempo real, toda la información adquirida y crea una Base de Datos, por hora y por día de la energía producida por cada generador y por el conjunto de ellos. El sistema SCADA mantiene repetidoras sectoriales en lugares propuestos para ello.

4.7.3.II DIAGNOSTICO Y RECOMENDACIONES

Dada la reciente implementación del nuevo sistema SCADA se advierte que el sistema trabaja en forma satisfactoria.



Fotografía 211 - Transductor inteligente para la medición de energía

4.8 TRANSFORMADORES PRINCIPALES DE LA CENTRAL

4.8.1 TRANSFORMADORES

4.8.1.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. Cada par de unidades generadoras cuenta con un banco de transformadores monofásicos del tipo *duoblock* de 100 MVA, refrigerados por circulación forzada de aceite y de aire (OFAF).
- B. Las máquinas originales fueron fabricadas entre 1978 y 1979 por MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION en Japón, con relación de transformación 13,8-13,8/525: $\sqrt{3} \pm 2 \times 2,5\%$ kV. Su aislación es de papel común y la sobreelevación de temperatura de operación, de 65 °C.
- C. Originalmente la expansión del aceite se efectuaba contra la atmósfera. Con posterioridad se instaló un pulmón de nitrógeno en contacto con el aceite, sin posibilidad de regular presión.
- D. En 1996 se produjo la explosión de una unidad, motivo por el cual se decidió la compra de nuevas máquinas con relación de transformación 13,8-13,8/512: $\sqrt{3}$ kV, aisladas con

papel térmicamente mejorado (TU) y sobreelevación de temperatura de operación de 55 °C. El listado detallado es el siguiente:

- 10 ZAPOROZTRANSFORMATOR (9 en servicio y 1 de reserva) (1999)
 - 7 ABB España (en servicio) (2001)
 - 1 EFACEC Portugal (reserva) (2013)
- E. Durante la operación se había detectado la existencia de puntos calientes y, al descubrir la unidad siniestrada, se pudo observar la presencia de disulfuro de cobre en algunas piezas de papel y de cartón aislante en zonas cercanas a la falla. No se había detectado la presencia de compuestos de azufre corrosivos en el aceite con los métodos establecidos por las normas existentes en esa fecha.
- F. Según lo manifestado por el personal de CTM, algunas de las máquinas “nuevas” en servicio, fabricadas por ABB, también tienen puntos calientes.
- G. Se encontró además disulfuro de dibencilo (DBDS), compuesto precursor de azufre corrosivo, en el aceite (marca NYNAS) de todos los nuevos transformadores (ABB y ZTR), habiéndose procedido a agregarle pasivador como medida de mitigación.
- H. En la Tabla 30 se resume la composición actual del parque de transformadores de las centrales de ambas márgenes como resultado del reemplazo de las unidades originales por las adquiridas posteriormente.

Central	Unidades	Designación	Identificación	Fabricante	Relación (kV)	Año	Impedancia (%)	
							EAT/MT ₁	EAT/MT ₂
Margen Derecha	1 - 2	B1 FR	156240	ZTR	13,8-13,8/512:√3	1999	11,3	11,3
		B1 FS	156241	ZTR	13,8-13,8/512:√3	1999	11,4	11,3
		B1 FT	156245	ZTR	13,8-13,8/512:√3	1999	11,3	11,2
	3 - 4	B2 FR	62969	ABB	13,8-13,8/512:√3	2001	11,0	11,1
		B2 FS	9786400101	Mitsubishi	13,8-13,8/512:√3 (sin tomas)	1997	11,17	10,15
		B2 FT	8442900101	Mitsubishi	13,8-13,8/511,875:√3 (toma 2)	1984	11,08	10,11
	5 - 6	B3 FR	156211	ZTR	13,8-13,8/512:√3	1999	11,2	11,2
		B3 FS	156212	ZTR	13,8-13,8/512:√3	1999	11,3	11,4
		B3 FT	156213	ZTR	13,8-13,8/512:√3	1999	11,4	11,4
	13	B7 FR	7932190404	Mitsubishi	13,8-13,8/511,875:√3 (toma 2)	1979	11,06	10,09
		B7 FS	7932190405	Mitsubishi	13,8-13,8/511,875:√3 (toma 2)	1979	11,06	10,09
		B7 FT	7932190406	Mitsubishi	13,8-13,8/511,875:√3 (toma 2)	1979	11,07	10,12

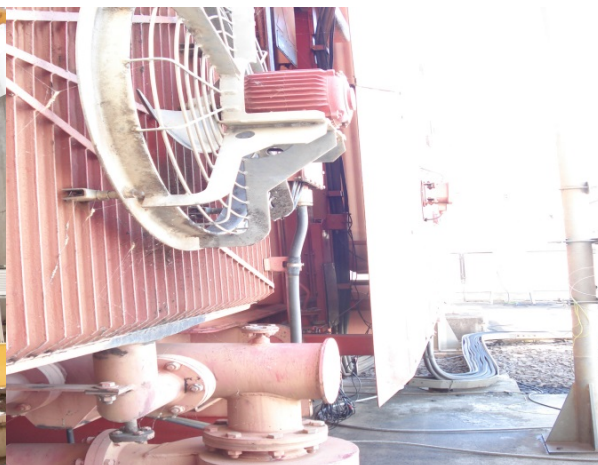
Central	Unidades	Designación	Identificación	Fabricante	Relación (kV)	Año	Impedancia (%)	
							EAT/MT ₁	EAT/MT ₂
	--	Repuesto	7932190504	Mitsubishi	13,8-13,8/511,875:√3 (toma 2)	1979		
Margen Izquierda	7 - 8	B4 FR	62963	ABB	13,8-13,8/512:√3	2001	10,9	11,0
		B4 FS	62964	ABB	13,8-13,8/512:√3	2001	11,0	11,1
		B4 FT	62965	ABB	13,8-13,8/512:√3	2001	11,0	11,0
	9 - 10	B5 FR	156242	ZTR	13,8-13,8/512:√3	1999	11,4	11,4
		B5 FS	156244	ZTR	13,8-13,8/512:√3	1999	11,4	11,4
		B5 FT	156243	ZTR	13,8-13,8/512:√3	1999	11,5	11,4
	11 - 12	B6 FR	62967	ABB	13,8-13,8/512:√3	2001	11,0	11,1
		B6 FS	62968	ABB	13,8-13,8/512:√3	2001	11,0	11,1
		B6 FT	62966	ABB	13,8-13,8/512:√3	2001	10,9	11,1
	14	B8 FR	7932190401	Mitsubishi	13,8-13,8/511,875:√3 (toma 2)	1979	11,05	10,10
		B8 FS	7932190403	Mitsubishi	13,8-13,8/511,875:√3 (toma 2)	1979	11,01	10,14
		B8 FT	7932190402	Mitsubishi	13,8-13,8/511,875:√3 (toma 2)	1979	11,00	10,09
	--	Repuesto	7832190203	Mitsubishi	13,8-13,8/511,875:√3 (toma 2)	1978		
Almacén	Repuesto			ZTR	13,8-13,8/512:√3	1999	11,2	11,2
	Repuesto			EFACEC	13,8-13,8/512:√3	2013	10,5	10,5

Tabla 30 - Características de Transformadores de Unidades Generadoras

- I. Las unidades MITSUBISHI originales (banco 2, fase T y bancos 7 y 8) tienen una placa frontal de protección ante una eventual explosión. Las correspondientes a los bancos 7 y 8 no estarían comprometidas desde el punto de vista térmico debido a que sólo trabajan al 50 % de su potencia nominal por estar vinculadas a un único generador. En varias de estas unidades se ha observado la generación esporádica de H₂ y CH₄ (indicadores de descargas parciales internas) a partir de 1992. Ellas están monitoreadas.



Fotografía 212
Banco 7 - Fase R. Diafragma anti-explosión. Vista frontal

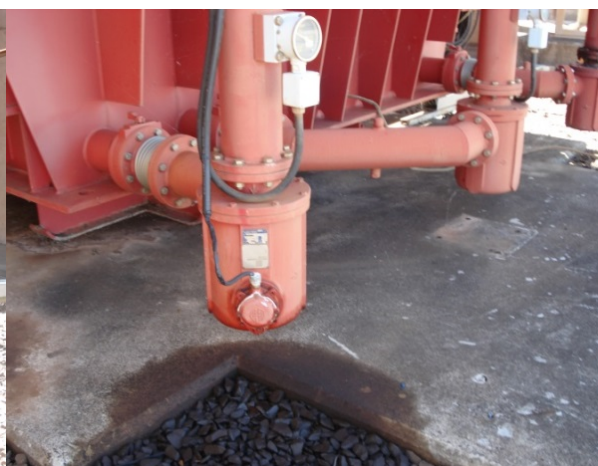


Fotografía 213
Banco 7 - Fase T. Diafragma anti-explosión. Vista lateral

- J. El banco 2 está conformado por 3 unidades de distintas procedencias (ABB, MITSUBISHI “nueva” y MITSUBISHI original), con diferencias de hasta 10 % en su impedancia de cortocircuito
- K. En general no se observan pérdidas de aceite en la cuba. Sólo hay pérdidas menores en bridas de cañerías y en bombas de circulación.



Fotografía 214
Banco 6 - Fase T. Pérdida de aceite en brida



Fotografía 215
Banco 4 - Fase T. Pérdida de aceite en bomba

- L. Se observa la instalación de unidades de filtrado de aceite marca HYDAC y de equipos de análisis de gases y humedad en línea modelos Calisto 2 (hidrógeno y monóxido de carbono), Calisto 5 (hidrógeno, monóxido de carbono, metano, acetileno y etileno), fabricados por MORGAN SCHAFFER, e INSULOGIX H (sólo hidrógeno), fabricado por WEIDMANN.



Fotografía 216

Unidad de filtrado de aceite Hydac



Fotografía 217

Banco 7 - Fase T. Equipo de análisis de gases y humedad en línea Calisto 5



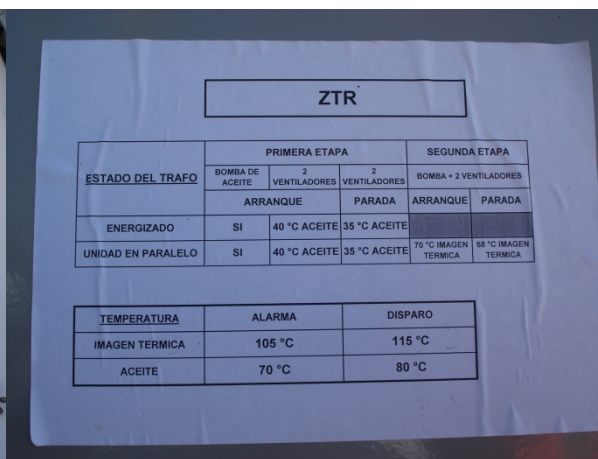
Fotografía 218 - Equipo de análisis de hidrógeno en línea InsuLogix H

M. Todos los transformadores cuentan con un sistema de control de enfriamiento basado en relés de imagen térmica que opera sobre la segunda etapa. La primera entra en servicio con el transformador energizado (alguno de los interruptores de 13,8 ó 500kV cerrado)



Fotografía 219

Transformador ZTR. Equipo de control de enfriamiento



Fotografía 220

Transformador ZTR. Equipo de control de enfriamiento. Temperaturas de operación de etapas

N. Durante las reuniones mantenidas en la central de Salto Grande, el personal de CTM ha puesto en manifiesto que se encontraban en plena ejecución de los trabajos recomendados bajo las observaciones efectuadas por la consultora IFSC, cuyo documento ha sido considerado como parte de la información a tener en cuenta para el desarrollo del informe. Basándose en los requerimientos de NFPA 850, dicho informe contiene indicaciones tanto sobre las capas de piedras como sobre el sistema de extinción.

4.8.1.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

A. Los resultados de los análisis de gases disueltos en el aceite (AGD) muestran concentraciones elevadas de gases combustibles en las siguientes unidades:

a. Transformadores Mitsubishi (1979 - 1984 - 1997):

- Banco 2 - Fase S: concentración de hidrógeno (H₂) y de etano (C₂H₆) hasta 100 % superior a la admisible, creciendo.
- Banco 2 - Fase T: concentración de metano (CH₄) y etano (C₂H₆) hasta 200 % superior a la admisible, creciendo.
- Banco 7 - Fase S: concentración de hidrógeno (H₂) superior a la admisible, creciendo
- Banco 8 - Fase T: concentración de hidrógeno (H₂) 140 % superior a la admisible, disminuyendo. Según lo manifestado por el personal de CTMSGSG, la unidad de filtrado de aceite HYDAC sería responsable del incremento observado. La concentración disminuye una vez completado el ciclo de filtrado.

b. Transformadores ABB (2001):

- Banco 4 - Fase R: concentración de metano (CH₄) y etano (C₂H₆) superior a la admisible, creciendo.

- Banco 4 - Fase S: concentración de etano (C_2H_6) superior a la admisible, creciendo
- Banco 4 - Fase T: concentración de etano (C_2H_6) superior a la admisible, creciendo
- Banco 6 - Fase R: concentración de metano (CH_4) y etano (C_2H_6) hasta 500 % superior a la admisible, creciendo.
- Banco 6 - Fase S: concentración de etano (C_2H_6) 200 % superior a la admisible, creciendo.
- Banco 6 - Fase T: concentración de metano (CH_4) y etano (C_2H_6) hasta 300 % superior a la admisible, creciendo.

B. Evaluación mediante el triángulo de Duval

Se calcularon los porcentajes de acetileno (C_2H_2), etileno (C_2H_4) y metano (CH_4), con los siguientes resultados:

Parámetro	Central Margen Derecha				Central Margen Izquierda						
	B2 FR	B2 FS	B2 FT	B7 FS	B4 FR	B4 FS	B4 FT	B6 FR	B6 FS	B6 FT	B8 FT
	ABB	Mit.'97	Mit.'84	Mit.'79	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB	Mit.'79
C ₂ H ₂ %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7
C ₂ H ₄ %	2,4	1,4	1,4	6,3	2,9	0,0	4,0	4,1	0,0	6,3	19
CH ₄ %	98	99	99	94	97	100	96	96	100	94	77
TDCG (ppm)	511	666	752	428	427	350	510	923	436	650	499
Duval	T1/PD	PD	PD	T1	T1	PD	T1	T1	PD	T1	DT
IEEE C57.104	4	4	4	2	4	4	2	4	4	4	2
Furanos	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
CO ₂ /CO	37,3	16,6	6,12	5,32	47,3	73,4	32,4	73,7	80,8	47,1	16,4

Tabla 31 – Evaluación de AGD en unidades críticas.

Referencias:

PD: descargas parciales

T1: puntos calientes $t < 300\text{ }^{\circ}\text{C}$

DT: combinación de descargas parciales y puntos calientes

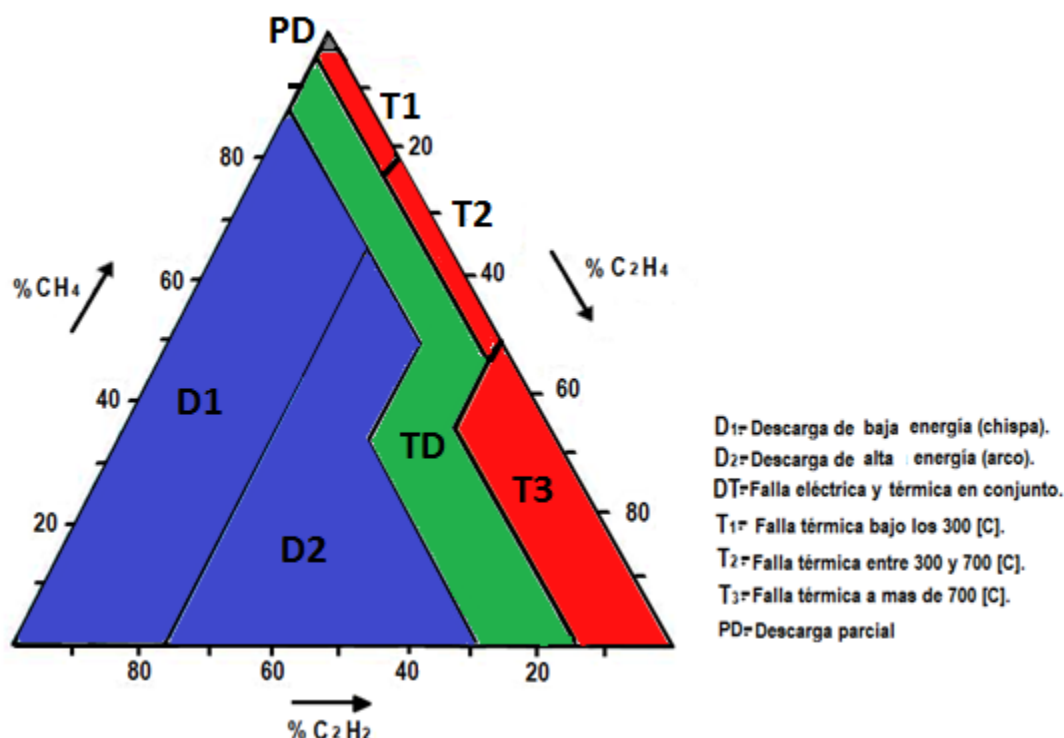


Figura 133 – Triángulo de Duval

Es probable que las máquinas con diagnóstico PD estén en realidad en la categoría T1, teniendo en cuenta que los valores de metano están muy cerca del límite de 98 % entre ambas áreas del triángulo. También el transformador B8 FT puede ser considerado en la categoría T1, teniendo en cuenta que, según lo manifestado por el personal de CTMSGSG, el acetileno sería producido por la unidad de filtrado de aceite HYDAC al comprimir burbujas de aire y no por una falla eléctrica.

C. Evaluación mediante el total de gases combustibles disueltos (TDCG) (norma IEEE C57.104)

Esta evaluación permite clasificar a las unidades como se indica:

- a. Transformadores Mitsubishi B7 FS y B8 FT y ABB B4 FT: condición 2 ($721 \text{ ppm} < \text{TDCG} < 1.920 \text{ ppm}$), con todos los gases combustibles con concentraciones admisibles para ella.
- b. Restantes transformadores analizados: condición 4, debido a que la concentración de etano (C_2H_6) supera 150 ppm.

La clasificación prevista por la norma responde a lo siguiente:

- a. Condición 2: nivel de gases superior al normal, debiendo controlarse los gases combustibles cuya concentración supere los valores normales.
- b. Condición 4: excesivo nivel de descomposición de la celulosa y/o el aceite, con alta posibilidad de falla de la unidad.

D. Medición de furanos y relación CO_2/CO

Ninguna unidad supera 100 ppb de concentración de 2-furfural, lo cual indicaría un envejecimiento normal de la aislación de papel, con 90 % de vida remanente. En las unidades Mitsubishi B2 FS, B2 FT, B7 FS y B8 FT la relación CO₂/CO disminuyó hasta valores inferiores a 3 en varias y sucesivas oportunidades. No obstante, dado que las correspondientes concentraciones de ambos gases no alcanzan los valores mínimos que otorgan certidumbre a dicha relación (5.000 y 500 ppm, respectivamente, según norma IEEE Std. C57.104), no puede corroborarse la existencia de sobrecalentamiento y/o deterioro de la aislación de papel.

E. Recomendaciones

- a. Se sugiere mantener la frecuencia cuatrimestral de AGD en todas las unidades y mensual en las consideradas críticas, con el objeto de evaluar la tasa de generación de gases y prever la eventualidad de reemplazar algunas de ellas. A tal efecto es conveniente incrementar la cantidad de equipos de control de gases disueltos en línea.
- b. Todas las unidades ABB tienen diagnóstico de falla térmica de baja temperatura (T1). Habiéndose desestimado la posibilidad de que su fabricante intervenga en la investigación del origen del problema por falta de respuesta satisfactoria a los reclamos de CTMSG, se considera conveniente efectuar mediciones de descargas parciales en el lugar. En función de los resultados que se obtengan en cada unidad y una vez que se cuente con unidades de repuesto, podrá procederse al desencubado de una unidad a fin de revisar las partes activas, investigar la localización y origen de los puntos calientes y evaluar la solución del problema. En el Anexo III se adjunta la oferta de INDUCOR Ingenieria S.A. para efectuar el ensayo de descargas parciales.
- c. El banco 2 está conformado por 3 unidades de distintas procedencias (ABB, MITSUBISHI “nueva” y MITSUBISHI original), con diferencias de hasta 10 % en su impedancia de cortocircuito. Teniendo en cuenta el eventual reemplazo de las 2 unidades Mitsubishi de este banco, se sugiere requerir que la impedancia de las nuevas unidades a adquirir sea similar a la de los equipos ABB.
- d. Existen pérdidas de aceite menores en bridas de cañerías y en bombas de circulación. Se recomienda mantener el programa de eliminación de las pérdidas.
- e. El sistema de extinción de incendio existente en los transformadores, a base de agua pulverizada, es considerado adecuado, teniendo en cuenta lo estipulado por Bureau of Reclamation en su publicación FIST Volume 3-32 *Transformer Fire Protection*. A fin de asegurar su correcto funcionamiento, se considera conveniente aplicar los requisitos de inspección, prueba y mantenimiento (ITM) estipulados por la norma NFPA 25. Tanto en ella como en el manual FIST 3-32 del Bureau of Reclamation se establece que la prueba operacional debe realizarse con frecuencia anual. Según el manual mencionado, la prueba debe efectuarse con el transformador des-energizado con el objeto de evitar descargas producidas por los contaminantes del agua. No obstante, si éste no fuera el caso del agua usada en la C.H. Salto Grande, teniendo en cuenta que la descarga está dirigida hacia la cuba, no se ven inconvenientes para que la prueba sea efectuada con los transformadores en servicio.

4.8.2 OBRAS DE HORMIGÓN

4.8.2.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. De la inspección y acorde al informe de IFSC sobre la “Evaluación de la seguridad contra incendio de la central Salto Grande y subestaciones anexas” se vislumbra la necesidad de instalar un medio de recolección de agua con separador de aceite. Dicha necesidad es fundamente en el caso de generarse un incendio en uno de los transformadores, con el consecuente derrame de aceite de la cuba de este más el agua utilizada para extinguir el incendio, que actualmente drenan al rio.

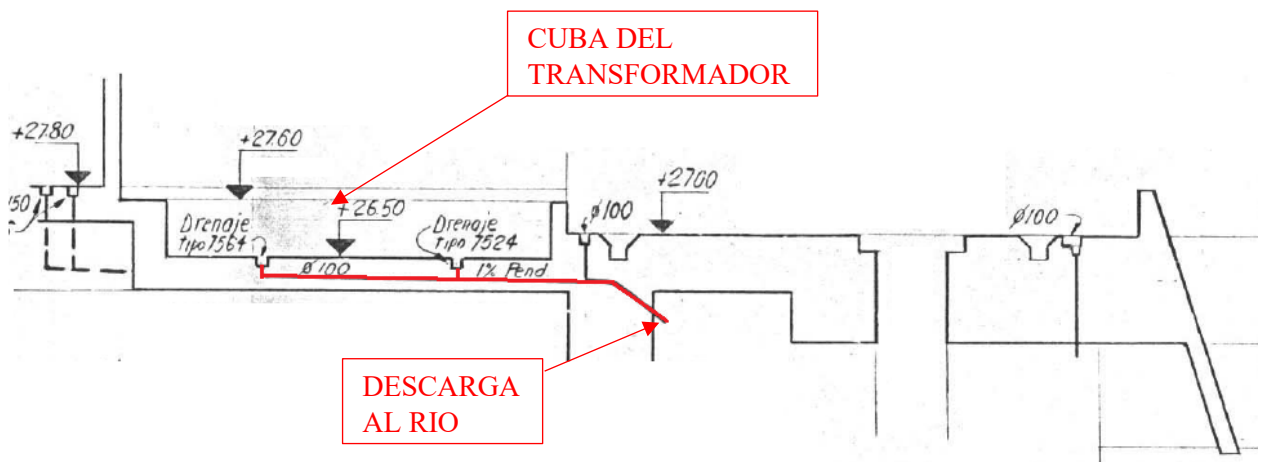


Figura 134 – Drenaje de los transformadores

- B. En el eventual caso de derrame de aceite del transformador, como se aprecia en la Fotografía 221, el aceite derramará hacia el camino por el hormigón de la losa anterior y no será recogido en la batea.



Fotografía 221 – Posible camino de derrame

4.8.2.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. El tamaño del tanque deberá calcularse teniendo en cuenta el contenido de aceite de un transformador más la cantidad de agua liberada por los rociadores para apagar el incendio durante los 10 minutos programados.

- B. La solución planteada es, construir un tanque en hormigón utilizando la losa superior del descargador de fondo como base, las pilas laterales y el muro de aguas arriba como paredes, con lo cual construyendo la pared lateral de aguas abajo y la losa de techo se tendrá definido el tanque de recolección, el cual deberá tener un acabado superficial

interior de pintura epoxi resistente al aceite, para facilitar su limpieza, una tapa de acceso, un venteo y una descarga de agua lateral con válvula de cierre.

- C. Al mismo se puede acceder desde la losa cota +27.00 por el paso de hombres que hay en el piso.
- D. El colector sería una tubería de diámetro 200 m m que se colocaría a través de perforaciones en las pilas y con conexiones de ramales a 4 5° con las descargas existentes. (Ver plano en Anexo III)

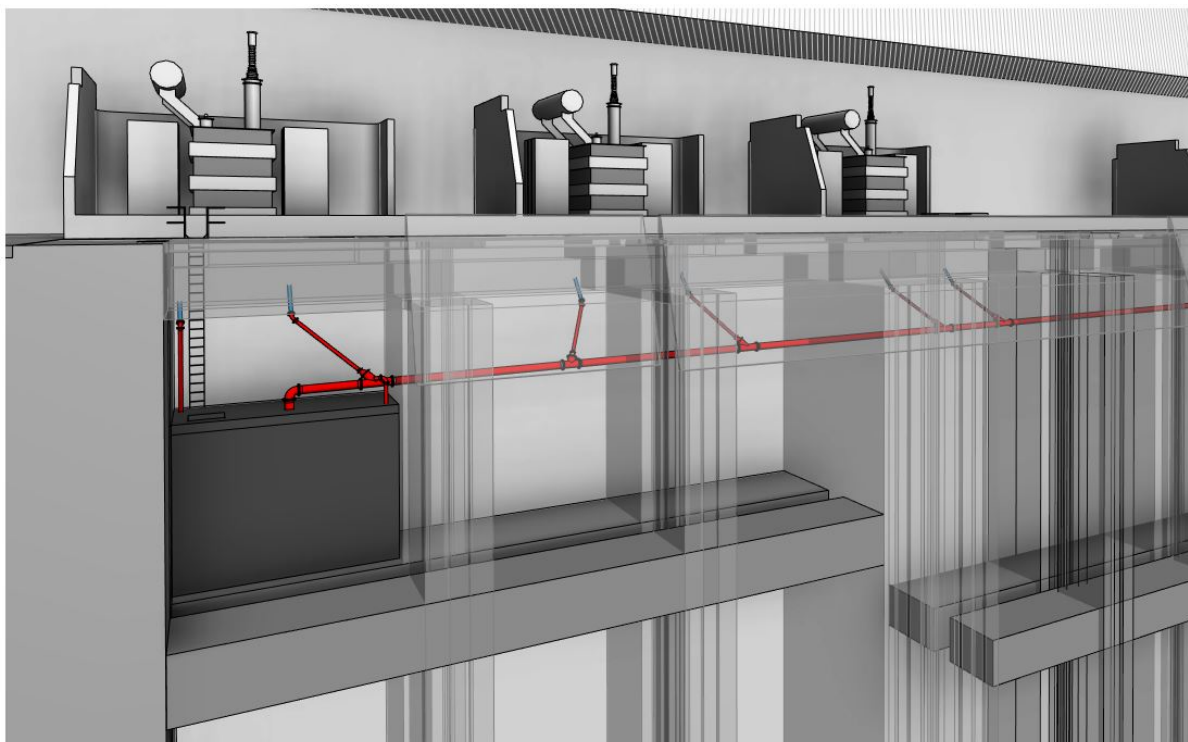


Figura 135 – Tanque de descarga Agua/Aceite de los Transformadores

- E. El siguiente listado son algunas de las empresas que podrían efectuar la tarea de perforación de las pilas.
 - CORTE Y PERFORADO - www.corteyperforado.com.ar -
 - CORTES Y SISTEMAS S.R.L. - www.cortesysistemas.com.ar –
- F. Se ha evaluado la posibilidad de conducir el caño colector de aceite a través de la galería de la cota +22.00m. Como se observa en la Fotografía 222, la existencia de equipos, tableros, bandejas portacables y ductos de conducción, dificultan su implementación.



Fotografía 222 – Galería cota +22.00m

G. Para evitar el derrame de aceite hacia el camino, se recomienda construir un zócalo de altura 0.15m, con escaleras desmontables para el acceso (ver Figura 136).

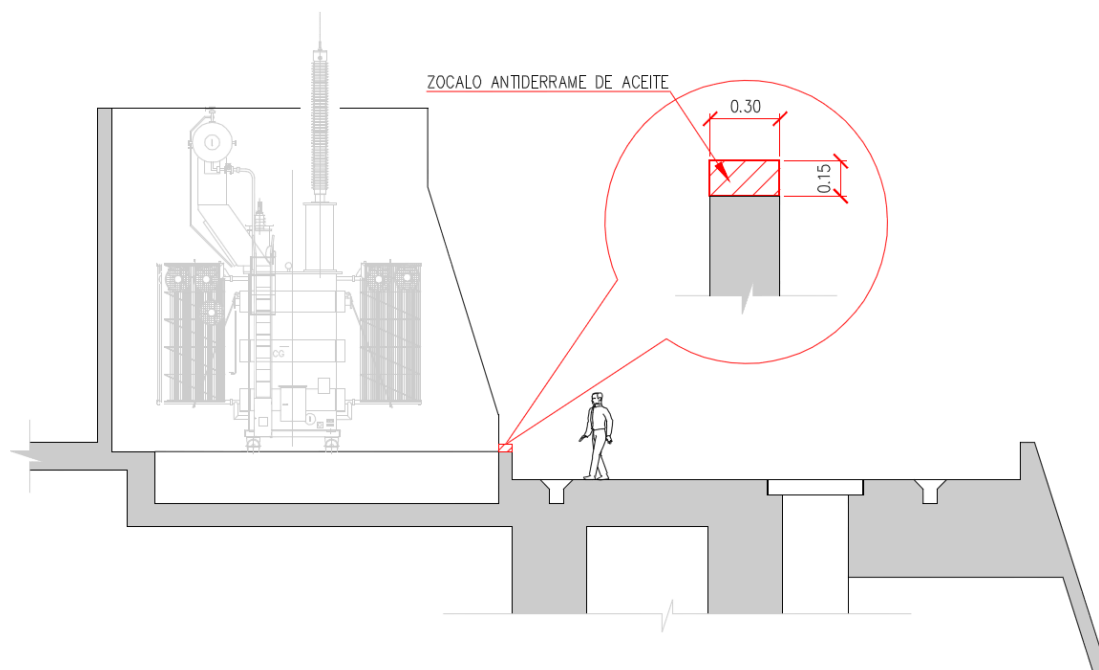


Figura 136 – Zócalo Anti-derrame

H. Observaciones adicionales

A partir de observaciones efectuadas por el personal de CTM, se efectúan las siguientes aclaraciones:

- I. El estudio efectuado para la propuesta de solución planteada posee un grado de detalle del nivel conceptual de manera de estudiar su factibilidad y luego durante la Fase III, su costo de manera preliminar, para las consideraciones de inversión. Se recomienda que el proyecto se ejecute durante los primeros 5 años del comienzo de la modernización de la central.
- J. Debe considerarse que el plan estratégico de modernización al que se ha arribado con el estudio es a nivel de pre-factibilidad, lo que significa que en una etapa posterior, con los lineamientos generales establecidos, podrán hacerse modificaciones que contemplen con más detalle la prioridad y conveniencia de adelantar algunas de las tareas planteadas.
- K. Debe tenerse en cuenta que las múltiples tareas que se listan en dicho plan deben agruparse para lograr economías de escala durante la implementación de la mismas.

4.9 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE 500KV

4.9.1 ESTACIONES DE 500 kV Y SUS AUXILIARES

4.9.1.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. Las visitas a las EE.TT. fueron realizadas el 24/02/15 (SGA y SGU) y el 25/02/15 (SJ y CE). En ellas se recopiló información sobre el estado de los equipos y sobre las instalaciones en general. Con excepción de los inconvenientes en transformadores y reactores y otros superados anteriormente, el personal de CTM no ha informado la existencia de situaciones críticas sino un funcionamiento aceptable e ininterrumpido del cuadrilátero. En virtud de la información recolectada, de los registros de funcionamiento histórico, y principalmente del estado de conservación general, el criterio de los especialistas de MWH – IATASA determinó que no era necesario ejecutar inspecciones más intensivas o realizar mediciones que hubieran implicado interrupciones en el servicio.
- B. E.T. Salto Grande Argentina
 - a. Transformadores y Reactores
 - En la Tabla 32 se resume la composición del parque de transformador y reactores de la estación, que se ha mantenido desde su puesta en servicio.
 - El transformador FUJI, de origen japonés, es sellado. De acuerdo con lo informado por el personal de CTM, no han presentado mayores inconvenientes desde su puesta en servicio, siendo satisfactorios los análisis de aceite. Cuenta con conmutador de tomas bajo carga.
 - Existe además un banco de transformadores monofásicos ZAPOROZTRANSFORMATOR (3 unidades en servicio + una unidad en reserva), de igual potencia, propiedad de la empresa LITSA, operado y mantenido por CTM.

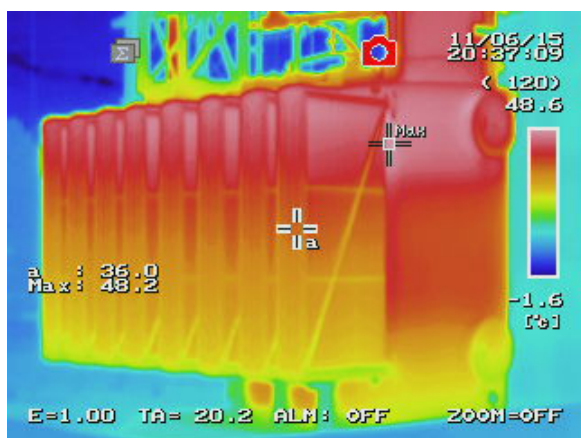


Fotografía 223
E.T. Salto Grande Argentina
Transformador SAL 132 kV

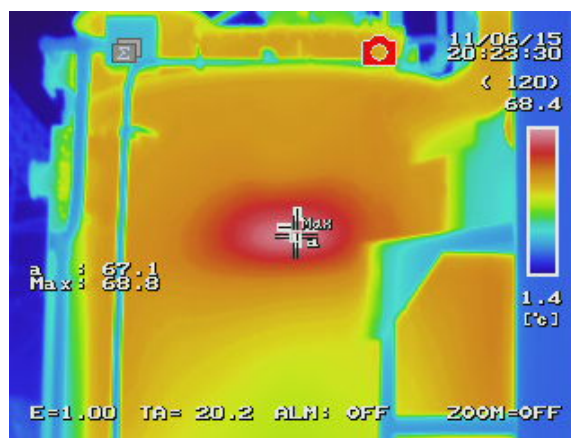


Fotografía 224
E.T. Salto Grande Argentina - Reactores

- Las máquinas FUJI, de origen japonés, son selladas. De acuerdo con lo informado por el personal de CTM, no han presentado mayores inconvenientes desde su puesta en servicio, siendo satisfactorios los análisis de aceite. Hay unidades con diagnóstico de falla térmica T2 ($t < 700^{\circ}\text{C}$) desde hace muchos años (ver termografías Fotografía 225 y Fotografía 226). Teniendo en cuenta que tanto la concentración de gases combustibles como su variación son aceptables, se considera que el diagnóstico no compromete directamente la vida de los equipos.



Fotografía 225
E.T. Salto Grande Argentina –
Termografía de Reactor



Fotografía 226
E.T. Salto Grande Argentina –
Termografía de Reactor

- No hay reactores de reserva (marca FUJI) en esta estación. En caso de necesidad, puede recurrirse a las reservas (marca TOSHIBA) existentes en SGU y SJ. Con

la salvedad de que, si fuera necesario reemplazar un reactor FUJI con secundario de 13,8 kV (caso SGA-CE y CE-SGA) el repuesto TOSHIBA tiene secundario de 31,5 kV. Estos secundarios brindan la segunda alimentación de servicios auxiliares de 380 VAC de las estaciones.

- Se han realizado reuniones con CAMMESA para establecer la potencia reactiva con la que debería contar esta estación, adecuada a las condiciones actuales del sistema. Si bien se está esperando el informe respectivo, es posible que implique la conveniencia del reemplazo de los reactores de barras de 50 MVar por otros de 100 MVar, con lo cual quedarían 6 máquinas aptas para ser usadas como reserva de las instaladas en las líneas.
- Independientemente de esto, en el presupuesto 2015 ya se previó la adquisición de 3 nuevos reactores para reemplazo de las unidades más comprometidas en cualquiera de las estaciones.

Tipo	Ubicación	Designación	Identificación	Fabricante	Potencia (MVA/MVar)	Año
Transformador ²	Tramo 2	SAL 132 kV	AG 69023 T11	Fuji	150	1979
Reactores	Barras 1	B1 FA	AG 69023 T13-1	Fuji	16,67	1979
		B1 FB	AG 69023 T13-2	Fuji	16,67	1979
		B1 FC	AG 69023 T13-3	Fuji	16,67	1979
	Barras 2	B2 FA	AG 69023 T13-4	Fuji	16,67	1979
		B2 FB	AG 69023 T13-5	Fuji	16,67	1979
		B2 FC	AG 69023 T13-6	Fuji	16,67	1979
	Línea a Colonia Elía	LCE FA	AG 69023 T14-1	Fuji	16,67	1979
		LCE FB	AG 69023 T14-2	Fuji	16,67	1979
		LCE FC	AG 69023 T14-3	Fuji	16,67	1979
		LCE N	79909002	Toshiba	1.667 Ω	1979
	Línea a Santo Tomé	LST FA	AG 69023 T13-7	Fuji	16,67	1979
		LST FB	AG 69023 T13-8	Fuji	16,67	1979
		LST FC	AG 69023 T13-9	Fuji	16,67	1979
		LST N	AG 69023 T16	Fuji	2.500 Ω	1979

Tabla 32 - E.T. Salto Grande Argentina - Características de Transformadores y Reactores

- No se observan pérdidas de aceite. El aspecto exterior de las máquinas permite apreciar un mantenimiento aceptable.

b. Equipos de Playa

² Relación: 500/132/13,8 kV

- El estado general de la playa es bueno (Ver Fotografía 227 y Fotografía 228). La totalidad de los equipos de propiedad de CTM son los existentes a la fecha de puesta en servicio, con excepción de los descargadores de sobretensiones, que están siendo reemplazados por similares a base de óxido de cinc.



Fotografía 227
E.T. Salto Grande Argentina. Playa de 500 kV

Fotografía 228
E.T. Salto Grande Argentina. Playa de 500 kV (tramos 7 y 1 a 3)

- Existieron graves problemas en todos los transformadores de tensión (capacitivos) de la dotación original, detectados tempranamente mediante análisis de gases disueltos. Esto llevó a que el fabricante (ALSTOM) proporcionara nuevas unidades, de diferente diseño, habiéndose completado el proceso de sustitución en el año 2000. Desde entonces se produjeron dos fallas en las nuevas unidades.
- Los transformadores de corriente no han presentado mayores inconvenientes desde su puesta en servicio. Existe un programa de controles periódicos mediante análisis de gases disueltos.
- Los resultados de estos análisis son buenos en la gran mayoría de las unidades. En los casos en que se ha detectado presencia de gases combustibles en cantidades superiores a las consideradas como típicas (Norma IEC 60599), su tendencia no registra incrementos.
- Dos unidades fueron reemplazadas por haber alcanzado una concentración total de gases combustibles de 4.000 ppm con tendencia creciente.
- Debido a la observación de descargas en los puentes de conexiones de transformadores de corriente durante la operación de seccionadores, los transformadores de corriente cuentan con descargadores de sobretensiones externos de 500 V instalados oportunamente por su fabricante (ALSTOM), que deben ser reemplazados periódicamente (Fotografía 229).
- En los interruptores se aprecia la ejecución de tareas que responden a su plan de mantenimiento integral. En tal sentido ya se ha completado un ciclo de

mantenimiento y se han intervenido 4 de las 14 unidades existentes en el segundo ciclo



Fotografía 229
E.T. Salto Grande Argentina. Transformador de corriente con descargador de sobretensiones externo

- Si bien las estructuras metálicas no muestran signos preocupantes de corrosión, se observa la presencia de manchas de óxido superficial. No se visualizan fisuras en sus fundaciones.



Fotografía 230
E.T. Salto Grande Argentina. Interruptores con mantenimiento terminado (tramo 7)



Fotografía 231
E.T. Salto Grande Argentina. Óxido superficial en estructuras

c. Sala de Control

- En la sala de control coexiste la instalación original, con un tablero convencional y protecciones electromecánicas, y las terminales del sistema SCADA.
- El tablero se mantiene operativo, con todos sus elementos en buenas condiciones.
- El edificio no muestra signos de deterioro.



Fotografía 232
E.T. Salto Grande Argentina - Sala de control

C. E.T. Salto Grande Uruguay

c. Transformadores y Reactores

- En la Tabla 33 se resume la composición del parque de transformador y reactores de la estación, que se ha mantenido desde su puesta en servicio.
- Las máquinas TOSHIBA, de origen japonés, respiraban originalmente a la atmósfera, con la consiguiente degradación del aceite. Esta situación se modificó entre 1995 y 1996 con la instalación de bolsas flexibles en todas las unidades. Además se sustituyó o regeneró el aceite, que se encuentra en buenas condiciones desde la fecha indicada.
- Inicialmente la refrigeración era de tipo ONAN, habiéndose verificado, mediante análisis de gases disueltos, la existencia de calentamiento y posible afectación de la aislación celulósica. A partir de 1990 se instalaron ventiladores en todas las unidades. Posteriormente, mediante análisis de compuestos furánicos, se tuvo evidencia de la afectación de la aislación celulósica, comprobada en oportunidades en que se pudo inspeccionar internamente algunas unidades.
- Hay unidades con diagnóstico de falla térmica desde hace muchos años.
- Todos los reactores, excepto dos fases de la línea a San Javier, cuentan con secadores de zeolitas.
- Se encuentra en ejecución la instalación de un segundo banco de transformadores con una potencia total de 150 MVA.
- No se observan pérdidas de aceite. El aspecto exterior de las máquinas permite apreciar un mantenimiento aceptable

Tipo	Ubicación	Designación	Identificación	Fabricante	Potencia (MVA/MVAr)	Año
Transformador ³	Tramo 5	SAL 150 kV FA	77900045	Toshiba	50	1979
		SAL 150 kV FB	77900043	Toshiba	50	1979
		SAL 150 kV FC	77900042	Toshiba	50	1979
	Reserva	SAL 150 kV RE	77900044	Toshiba	50	1979
Reactores	Barras 1	B1 FA	77900058	Toshiba	16,67	1979
		B1 FB	77900059	Toshiba	16,67	1979
		B1 FC	77900060	Toshiba	16,67	1979
	Barras 2	B2 FA	77900055	Toshiba	16,67	1979
		B2 FB	77900056	Toshiba	16,67	1979
		B2 FC	77900057	Toshiba	16,67	1979

³ Relación: 500/150/31,5 kV

Tipo	Ubicación	Designación	Identificación	Fabricante	Potencia (MVA/MVAr)	Año
	Línea a San Javier	LSJ FA	77900035	Toshiba	16,67	1979
		LSJ FB	77900036	Toshiba	16,67	1979
		LSJ FC	77900037	Toshiba	16,67	1979
		LSJ N	77909009	Toshiba	1.667 Ω	1979
	Reserva	LSJ RE	77900038	Toshiba	16,67	1979

Tabla 33 - E.T. Salto Grande Uruguay - Características de Transformadores y Reactores

b. Equipos de Playa

- El estado general de la playa es bueno. La totalidad de los equipos son los existentes a la fecha de puesta en servicio, con excepción de los descargadores de sobretensiones, que están siendo reemplazados por similares a base de óxido de cinc, y de los transformadores de tensión
- Existieron graves problemas en todos los transformadores de tensión (capacitivos) de la dotación original, detectados tempranamente mediante análisis de gases disueltos. Esto llevó a que el fabricante (ALSTOM) proporcionara nuevas unidades, de diferente diseño, habiéndose completado el proceso de sustitución en el año 2000.
- Los transformadores de corriente no han presentado mayores inconvenientes desde su puesta en servicio. Existe un programa de controles periódicos mediante análisis de gases disueltos.
- Los resultados de estos análisis son buenos en la gran mayoría de las unidades. En los casos en que se ha detectado presencia de gases combustibles en cantidades superiores a las consideradas como típicas (Norma IEC 60599), su tendencia no registra incrementos.
- Debido a la observación de descargas en los puentes de conexiones de transformadores de corriente durante la operación de seccionadores, los transformadores de corriente cuentan con descargadores de sobretensiones externos de 500 V instalados oportunamente por su fabricante (ALSTOM), que deben ser reemplazados periódicamente.
- En los interruptores se aprecia la ejecución de tareas que responden a su plan de mantenimiento integral. En tal sentido ya se ha completado un ciclo de mantenimiento y se han intervenido 2 de las 13 unidades existentes en el segundo ciclo. Si bien las estructuras metálicas no muestran signos preocupantes de corrosión, se observa la presencia de manchas de óxido superficial. No se visualizan fisuras en sus fundaciones.
- Está en ejecución la ampliación para la instalación del nuevo transformador



Fotografía 233 - E.T. Salto Grande Uruguay. Obras de ampliación para la instalación del transformador N° 2 (tramo 8)



Fotografía 234
E.T. Salto Grande Uruguay Interruptores con
mantenimiento terminado

Fotografía 235
E.T. Salto Grande Uruguay
Óxido superficial en
estructuras

c. Sala de Control

- En la sala de control coexiste la instalación original, con un tablero convencional y protecciones electromecánicas, y las terminales del sistema SCADA.
- El tablero se mantiene operativo, con todos sus elementos en buenas condiciones.
- El edificio no muestra signos de deterioro.



Fotografía 236
E.T. Salto Grande Uruguay. Sala de control

D. E.T. San Javier

a. Transformadores y Reactores

- En la Tabla 34 se resume la composición del parque de transformadores y reactores de la estación, que se ha mantenido desde su puesta en servicio.
- Las máquinas TOSHIBA, de origen japonés, respiraban originalmente a la atmósfera, con la consiguiente degradación del aceite. Esta situación se modificó entre 1995 y 1996 con la instalación de bolsas flexibles en todas las unidades. Además se sustituyó o regeneró el aceite, que se encuentra en buenas condiciones desde la fecha indicada.
- Inicialmente la refrigeración era de tipo ONAN, habiéndose verificado, mediante análisis de gases disueltos, la existencia de calentamiento y posible afectación de

la aislación celulósica. A partir de 1990 se instalaron ventiladores en todas las unidades. Posteriormente, mediante análisis de compuestos furánicos, se tuvo evidencia de la afectación de la aislación celulósica, comprobada en oportunidades en que se pudo inspeccionar internamente algunas unidades.

- Hay unidades con diagnóstico de falla térmica desde hace muchos años. Si bien en general no alcanza valores críticos, se observa una concentración elevada de gases combustibles disueltos en el aceite en los reactores y en el transformador.
- Todos los reactores cuentan con secadores de zeolitas.
- No se observan pérdidas de aceite. El aspecto exterior de las máquinas permite apreciar un mantenimiento aceptable

Tipo	Ubicación	Designación	Identificación	Fabricante	Potencia (MVA/MVAr)	Año
Transformador ⁴	Tramo 1	SAL 150 kV FA	77900039	Toshiba	50	1979
		SAL 150 kV FB	77900040	Toshiba	50	1979
		SAL 150 kV FC	77900041	Toshiba	50	1979
Reactores	Línea a Palmar 1	LP1 FA	77900029	Toshiba	16,67	1979
		LP1 FB	77900030	Toshiba	16,67	1979
		LP1 FC	77900031	Toshiba	16,67	1979
		LP1 N	77909000	Toshiba	16,67	1979
	Línea a Palmar 2	LP2 FA	77900046	Toshiba	16,67	1979
		LP2 FB	77900047	Toshiba	16,67	1979
		LP2 FC	77900048	Toshiba	16,67	1979
		LP2 N	77909001	Toshiba	16,67	1979
	Línea a Salto Grande Uruguay	LSGU FA	77900049	Toshiba	16,67	1979
		LSGU FB	77900050	Toshiba	16,67	1979
		LSGU FC	77900051	Toshiba	16,67	1979
		LSGU N	77909011	Toshiba	1.667 Ω	1979

Tabla 34 - E.T. San Javier - Características de Transformadores y Reactores

⁴ Relación: 500/150/31,5 kV



Fotografía 237

E.T. San Javier. Reactor con unidad de secado por adsorción en línea TRANSEC

b. Equipos de Playa

- El estado general de la playa es bueno. La totalidad de los equipos son los existentes a la fecha de puesta en servicio, con excepción de los descargadores de sobretensiones, que están siendo reemplazados por similares a base de óxido de cinc, y de los transformadores de tensión.
- Existieron graves problemas en todos los transformadores de tensión (capacitivos) de la dotación original, detectados tempranamente mediante análisis de gases disueltos. Esto llevó a que el fabricante (ALSTOM) proporcionara nuevas unidades, de diferente diseño, habiéndose completado el proceso de sustitución en el año 2000.
- Los transformadores de corriente no han presentado mayores inconvenientes desde su puesta en servicio. Existe un programa de controles periódicos mediante análisis de gases disueltos.
- Los resultados de estos análisis son buenos en la gran mayoría de las unidades. En los casos en que se ha detectado presencia de gases combustibles en cantidades superiores a las consideradas como típicas (Norma IEC 60599), su tendencia no registra incrementos.

- Debido a la observación de descargas en los puentes de conexiones durante la operación de seccionadores, los transformadores de corriente cuentan con descargadores de sobretensiones externos de 500 V instalados oportunamente por su fabricante (ALSTOM), que deben ser reemplazados periódicamente.
- En los interruptores se aprecia la ejecución de tareas que responden a su plan de mantenimiento integral. En tal sentido ya se ha completado un ciclo de mantenimiento y se han intervenido 5 de las 8 unidades existentes en el segundo ciclo.



Fotografía 238
E.T. San Javier - Interruptores con
mantenimiento terminado

Fotografía 239
E.T. San Javier - Óxido superficial en
estructuras. Fundaciones protegidas con
pintura epoxi

- Si bien las estructuras metálicas no muestran signos preocupantes de corrosión, se observa la presencia de manchas de óxido superficial. No se visualizan fisuras en sus fundaciones, que están siendo protegidas con pintura epoxi en sus superficies expuestas a la intemperie.

c. Sala de Control

- En la sala de control coexiste la instalación original, con un tablero convencional y protecciones electromecánicas, y las terminales del sistema SCADA.
- El tablero se mantiene operativo, con todos sus elementos en buenas condiciones.
- El edificio no muestra signos de deterioro.

E. E.T. Colonia Elía

a. Transformadores y Reactores

- En la Tabla 35 se resume la composición del parque de transformadores y reactores de la estación.

- La estación cuenta con dos transformadores trifásicos de 150 MVA: el T1, marca FUJI, de la dotación original de 1979, y el T2, marca FARADAY, instalado en 2004. Se encuentra en el emplazamiento un nuevo transformador ZTR de 300 MVA que reemplazará al T2, que permanecerá como reserva. La potencia disponible aumenta entonces a 450 MVA.
- Todos los transformadores cuentan con conmutador de tomas bajo carga

Tipo	Ubicación	Designación	Identificación	Fabricante	Potencia (MVA/MVAr)	Año
Transformadores ⁵	Tramo 3	SAL 132 kV - 1	AG 69023 T21	Fuji	150	1979
	Tramo 1	SAL 132 kV - 2	P317.01	Faraday	150	2004
Reactores	Línea a Campana	LCAMP FA	AG 69023 T23-1	Fuji	16,67	1979
		LCAMP FB	AG 69023 T23-2	Fuji	16,67	1979
		LCAMP FC	AG 69023 T23-3	Fuji	16,67	1979
		LCAMP N	AG 69023 T26	Fuji	2.500 Ω	1979
	Línea a Salto Grande Argentina	LSGA FA	AG 69023 T24-1	Fuji	16,67	1979
		LSGA FB	AG 69023 T24-2	Fuji	16,67	1979
		LSGA FC	AG 69023 T24-3	Fuji	16,67	1979
		LSGA N	79909003	Toshiba	1.667 Ω	1979
	Reserva	LSGA R	79900061	Toshiba	16,67	1979

Tabla 35 - E.T. Colonia Elía - Características de Transformadores y Reactores



Fotografía 240
E.T. Colonia Elía Nuevo transformador
ZTR de 300 MVA

Fotografía 241
E.T. Colonia Elía Transformador SAL
132 kV – 2

•

⁵ Relación: 500/132/13,8 kV

- Las máquinas FUJI, de origen japonés, son selladas. De acuerdo con lo informado por el personal de CTM, no han presentado mayores inconvenientes desde su puesta en servicio, siendo satisfactorios los análisis de aceite.
- Hay unidades con diagnóstico de falla térmica desde hace muchos años. Si bien en general no alcanza valores críticos, se observa una concentración elevada de gases combustibles disueltos en el aceite en los reactores.
- No se observan pérdidas de aceite. El aspecto exterior de las máquinas permite apreciar un mantenimiento aceptable.



Fotografía 242 - E.T. Colonia Elía - Reactores

b. Equipos de Playa

- El estado general de la playa es bueno. La totalidad de los equipos son los existentes a la fecha de puesta en servicio, con excepción de los descargadores de sobretensiones, que están siendo reemplazados por similares a base de óxido de cinc, y de los transformadores de tensión.
- Existieron graves problemas en todos los transformadores de tensión (capacitivos) de la dotación original, detectados tempranamente mediante análisis de gases disueltos. Esto llevó a que el fabricante (ALSTOM) proporcionara nuevas unidades, de diferente diseño, habiéndose completado el proceso de sustitución en 1998.
- Los transformadores de corriente no han presentado mayores inconvenientes desde su puesta en servicio. Existe un programa de controles periódicos mediante análisis de gases disueltos.
- Los resultados de estos análisis son buenos en la gran mayoría de las unidades. En los casos en que se ha detectado presencia de gases combustibles en cantidades superiores a las consideradas como típicas (Norma IEC 60599), su tendencia no registra incrementos.

- Debido a la observación de descargas en los puentes de conexiones durante la operación de seccionadores, los transformadores de corriente cuentan con descargadores de sobretensiones externos de 500 V instalados oportunamente por su fabricante (ALSTOM), que deben ser reemplazados periódicamente.
- En los interruptores se aprecia la ejecución de tareas que responden a su plan de mantenimiento integral. En tal sentido ya se ha completado un ciclo de mantenimiento y se han intervenido 3 de las 7 unidades existentes en el segundo ciclo.



Fotografía 243 - E.T. Colonia Elía. Interruptores con mantenimiento terminado, estructuras con óxido superficial, fundaciones protegidas con pintura epoxi

- Si bien las estructuras metálicas no muestran signos preocupantes de corrosión, se observa la presencia de manchas de óxido superficial. No se visualizan fisuras en sus fundaciones, que están siendo protegidas con pintura epoxi en sus superficies expuestas a la intemperie
- c. Sala de Control
- En la sala de control coexiste la instalación original, con un tablero convencional y protecciones electromecánicas, y las terminales del sistema SCADA.
 - El tablero se mantiene operativo, con todos sus elementos en buenas condiciones.
 - El edificio no muestra signos de deterioro.

d. Acceso

- El acceso a la estación se efectúa desde Concepción del Uruguay por la antigua RN 14 (hoy bajo jurisdicción provincial), un camino de ripio con tramos complicados en días lluviosos. Esta situación dificulta a menudo los cambios de guardia del personal de operación.

4.9.1.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

A. Consideraciones sobre los transformadores de las EE.TT.

Cabe aclarar que, de acuerdo con la regulación, las inversiones en potencia de transformación de las EE.TT. deben ser afrontadas por la demanda. Por otra parte una limitación en la energía vendida en esos puntos no afecta la producción de la central. Por esos motivos no se efectuaron análisis de proyección de demanda que justificaran la instalación de mayor potencia de transformación.

B. Consideraciones sobre los reactores.

Dado que no hay reactores de emergencia, en un caso de emergencia, podrían utilizarse los terciarios vacantes de los transformadores 500/138/13.8kV.

C. E.T. Salto Grande Argentina

- a. Las termografías de los reactores Fuji evidencian la existencia de puntos calientes.
- b. Los resultados de los análisis de gases disueltos en el aceite (AGD) muestran concentraciones elevadas de gases combustibles dentro de los valores normales.
- c. Medición de furanos y relación CO_2/CO

Ninguna unidad supera 100 pp b de concentración de 2-furfural, lo cual indicaría un envejecimiento normal de la aislación de papel, con 100 % de vida remanente. Tampoco se observa que la relación CO_2/CO esté por debajo de 3, lo cual indicaría ausencia de sobrecalentamiento y de deterioro de la aislación de papel.

D. E.T. Salto Grande Uruguay

- a. Los resultados de los análisis de gases disueltos en el aceite (AGD) muestran concentraciones elevadas de gases combustibles en las siguientes unidades:
 - Reactor de Barras 1 - Fase A: concentración de monóxido de carbono (CO) superior a la admisible, creciendo
 - Reactor de Barras 1 - Fase B: concentración de hidrógeno (H_2) y de monóxido de carbono (CO) superior a la admisible, esta última creciendo

- Reactor de Barras 1 - Fase C: concentración de monóxido de carbono (CO) 200 % superior a la admisible, creciendo
- Reactor de Barras 2 - Fase C: concentración de monóxido de carbono (CO) superior a la admisible, creciendo
- Reactor de línea SJ - Fase A: concentración de monóxido de carbono (CO) superior a la admisible, creciendo
- Reactor de línea SJ - Fase B: concentración de metano (CH₄) superior a la admisible, creciendo
- Reactor de línea SJ - Fase C: concentración de monóxido de carbono (CO) 150 % superior a la admisible, creciendo
- Transformador SAL 150 kV - Fase B: concentración de monóxido de carbono (CO) 100 % superior a la admisible
- Transformador SAL 150 kV - Fase C: concentración de monóxido de carbono (CO) superior a la admisible

b. Evaluación mediante el triángulo de Duval. Se calculan los porcentajes de acetileno (C₂H₂), etileno (C₂H₄) y metano (CH₄), con los siguientes resultados:

Parámetro	B1 FA	B1 FB	B1 FC	B2 FC	LSJ FA	LSJ FB	LSJ FC	SAL 150 kV FB	SAL 150 kV FC
	Toshiba	Toshiba	Toshiba	Toshiba	Toshiba	Toshiba	Toshiba	Toshiba	Toshiba
C ₂ H ₂ %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C ₂ H ₄ %	2,4	13	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	53	21
CH ₄ %	98	88	98	100	100	100	100	47	79
TDCG (ppm)	1.027	958	1.977	684	1.027	855	1.577	1.234	743
Duval	T1/PD	T1	T1/PD	PD	PD	PD	PD	T2	T1
IEEE C57.104	3	3	4	3	3	2	4	3	3
Furanos	1.700	1.500	500	1.300	1.200	800	700	300	400
CO₂/CO	8,2	6,4	2,1	13,2	11,9	13,3	7,2	8,9	13,6

Tabla 36 - E.T. Salto Grande Uruguay - Evaluación de AGD en unidades críticas.

Referencias:

PD: descargas parciales

T1: puntos calientes $t < 300\text{ }^{\circ}\text{C}$

T2: puntos calientes $300\text{ }^{\circ}\text{C} < t < 700\text{ }^{\circ}\text{C}$

c. Evaluación mediante el total de gases combustibles disueltos (TDCG) (norma IEEE C57.104)

Esta evaluación permite clasificar a las unidades como se indica:

- Reactor LSJ FB: condición 2 ($721 \text{ ppm} < \text{TDCG} < 1.920 \text{ ppm}$), con todos los gases combustibles con concentraciones admisibles para ella.
- Reactores B1 FC y LSJ FC: condición 4, debido a que la concentración de monóxido de carbono (CO) supera 1.400 ppm.
- Restantes reactores y transformadores analizados: condición 3, debido a que la concentración de monóxido de carbono (CO) está comprendida entre 571 y 1.400 ppm.
- La clasificación prevista por la norma responde a lo siguiente:
- Condición 2: nivel de gases superior al normal, debiendo controlarse los gases combustibles cuya concentración supere los valores normales.
- Condición 3: alto nivel de descomposición de la celulosa y/o el aceite, con posibilidad de existencia de fallas.
- Condición 4: excesivo nivel de descomposición de la celulosa y/o el aceite, con alta posibilidad de falla de la unidad.

d. Medición de furanos y relación CO_2/CO

- La concentración de 2-furfural de los reactores analizados está comprendida entre 500 y 1.700 ppb, lo cual los ubica en una tasa de envejecimiento acelerado de la aislación de papel. No obstante, el personal de CTMSG destaca que esta situación se ha venido observando durante los últimos 20 años, sin una tendencia creciente de la concentración
- En los transformadores analizados, en cambio, esa concentración no supera 400 ppb, un nivel intermedio entre envejecimiento normal y acelerado.
- La relación CO_2/CO es superior a 3 en todas las unidades analizadas, con la sola excepción del reactor de barras B1 FC, lo cual está corroborando la ausencia general de sobrecalentamiento y/o deterioro de la aislación de papel. En la máquina mencionada, en cambio, es probable que se verifiquen los daños mencionados, teniendo en cuenta que, además, la concentración de ambos gases es elevada.

E. E.T. San Javier

a. Los resultados de los análisis de gases disueltos en el aceite (AGD) muestran concentraciones elevadas de gases combustibles en las siguientes unidades:

- Reactor de línea SGU - Fase B: concentración de todos los gases combustibles hasta 400 % superior a la admisible, en general creciendo
- Reactor de línea P1 - Fase B: concentración de metano (CH_4), etano (C_2H_6), etileno (C_2H_4) y monóxido de carbono (CO) hasta 300 % superior a la admisible, creciendo

- Reactor de línea P1 - Fase C: concentración de hidrógeno (H₂) y metano (CH₄) hasta 100 % superior a la admisible, estable
- Reactor de línea P2 - Fase B: concentración de todos los gases combustibles hasta 1.900 % superior a la admisible, en general creciendo
- Reactor de línea P2 - Fase C: concentración de hidrógeno (H₂), metano (CH₄), etileno (C₂H₄) y monóxido de carbono (CO) hasta 100 % superior a la admisible, estable
- Transformador SAL 150 kV - Fase A: concentración de monóxido de carbono (CO) 200 % superior a la admisible, creciendo
- Transformador SAL 150 kV - Fase B: concentración de monóxido de carbono (CO) 200 % superior a la admisible
- Transformador SAL 150 kV - Fase C: concentración de monóxido de carbono (CO) 200 % superior a la admisible

b. Evaluación mediante el triángulo de Duval

Se calculan los porcentajes de acetileno (C₂H₂), etileno (C₂H₄) y metano (CH₄), con los siguientes resultados:

Parámetro	LSGU FB	LP1 FB	LP1 FC	LP2 FB	LP2 FC	SAL 150 kV FA	SAL 150 kV FB	SAL 150 kV FC
	Toshiba	Toshiba	Toshiba	Toshiba	Toshiba	Toshiba	Toshiba	Toshiba
C ₂ H ₂ %	3,1	0,4	0,7	2,1	0,7	0,0	0,0	0,0
C ₂ H ₄ %	66	56	37	55	53	22	29	28
CH ₄ %	31	44	62	43	46	78	71	72
TDCG (ppm)	3.778	2.636	1.170	8.945	1.731	1.854	1.873	1.762
Duval	T3	T3	T2	T3	T3	T3	T2	T2
IEEE C57.104	4	4	3	4	4	4	4	4
Furanos	800	900	1.200	300	1.300	< 100	< 100	< 100
CO₂/CO	8,5	8,0	2,2	4,8	3,3	4,4	4,1	2,6

Tabla 37 - E.T. San Javier - Evaluación de AGD en unidades críticas

Referencias:

T2: puntos calientes 300 °C < t < 700 °C

T3: puntos calientes t > 700 °C

c. Evaluación mediante el total de gases combustibles disueltos (TDCG) (norma IEEE C57.104)

Esta evaluación permite clasificar a las unidades como se indica:

- Reactor LP1 FC: condición 3, debido a que la concentración de etileno (C_2H_4) está comprendida entre 101 y 200 ppm.
- Reactor LP2 FB: condición 4 ($TDCG > 4.630$ ppm).
- Reactores LSGU FB y LP1 FB: condición 4, debido a que la concentración de etano (C_2H_6) supera 150 ppm y la de etileno (C_2H_4), 200 ppm.
- Reactor LP2 FC: condición 4, debido a que la concentración de etileno (C_2H_4) supera 200 ppm.
- Transformadores SAL 150 kV FA, FB y FC: condición 4, debido a que la concentración de monóxido de carbono (CO) supera 1.400 ppm.

La clasificación prevista por la norma responde a lo siguiente:

- Condición 3: alto nivel de descomposición de la celulosa y/o el aceite, con posibilidad de existencia de fallas.
- Condición 4: excesivo nivel de descomposición de la celulosa y/o el aceite, con alta posibilidad de falla de la unidad.

d. Medición de furanos y relación CO_2/CO

- La concentración de 2-furfural de los reactores analizados está comprendida entre 300 y 1.300 ppb, lo cual los ubica en una tasa de envejecimiento acelerado de la aislación de papel. No obstante, el personal de CTMSG destaca que esta situación se ha venido observando durante los últimos 20 años, sin una tendencia creciente de la concentración.
- En los transformadores analizados, en cambio, esa concentración no supera 100 ppb, lo cual indicaría un envejecimiento normal de la aislación de papel, con 79 % de vida remanente.
- La relación CO_2/CO es igual o inferior a 3 en la fase C del transformador y en los reactores LP1 FC, LP2 FB y LP2 FC, lo cual estaría corroborando la existencia de sobrecalentamiento y deterioro de la aislación de papel. Esa sospecha es particularmente aplicable a la fase C del transformador debido a la observación de concentraciones elevadas de ambos gases, lo que otorga certidumbre a la relación.

F. E.T. Colonia Elía

- a. Las termografías de los reactores FUJI evidencian la existencia de puntos calientes.
- b. Los resultados de los análisis de gases disueltos en el aceite (AGD) muestran concentraciones elevadas de gases combustibles en las siguientes unidades:

- Reactor de línea SGA - Fase A: concentración de metano (CH₄), etano (C₂H₆), etileno (C₂H₄) y acetileno (C₂H₂) hasta 300 % superior a la admisible, creciendo
- Reactor de línea SGA - Fase B: concentración de monóxido de carbono (CO) superior a la admisible, creciendo
- Reactor de línea SGA - Fase C: concentración de hidrógeno (H₂), metano (CH₄), etano (C₂H₆), etileno (C₂H₄) y acetileno (C₂H₂) hasta 600 % superior a la admisible, creciendo
- Reactor de línea CAMP - Fase B: alta tasa de incremento de la concentración de acetileno (C₂H₂)

c. Evaluación mediante el triángulo de Duval

Se calculan los porcentajes de acetileno (C₂H₂), etileno (C₂H₄) y metano (CH₄), con los siguientes resultados:

Parámetro	LSGA FA	LSGA FB	LSGA FC	LCAMP FB
	Fuji	Fuji	Fuji	Fuji
C ₂ H ₂ %	4,7	0,0	5,5	2,4
C ₂ H ₄ %	70	13	63	56
CH ₄ %	25	87	32	42
TDCG (ppm)	2.062	1.041	3.697	371
Duval	T3	T1	T3	T3
IEEE C57.104	4	3	4	2
Furanos	< 100	800	< 100	< 100
CO₂/CO	13,2	9,9	12,9	26,4

Tabla 38 - E.T. Colonia Elía - Evaluación de AGD en unidades críticas

Referencias:

T1: puntos calientes t < 300 °C

T3: puntos calientes t > 700 °C

- d. Evaluación mediante el total de gases combustibles disueltos (TDCG) (norma IEEE C57.104)

Esta evaluación permite clasificar a las unidades como se indica:

- Reactor LSGA FA: condición 4, debido a que la concentración de etano (C₂H₆) es superior a 150 ppm y la de etileno (C₂H₄), superior a 200 ppm. Teniendo en cuenta que no hay indicios de deterioro de la aislación, se sospecha que la falla térmica detectada afectaría sólo a partes metálicas.

- Reactor LSGA FB: condición 3, debido a que la concentración de monóxido de carbono (CO) está comprendida entre 571 y 1.400 ppm. Teniendo en cuenta que no hay indicios de deterioro de la aislación, se sospecha que la falla térmica detectada afectaría sólo a partes metálicas.
- Reactor LSGA FC: condición 4, debido a que la concentración de etano (C₂H₆) es superior a 150 ppm, la de etileno (C₂H₄), superior a 200 ppm y la de acetileno (C₂H₂), superior a 80 ppm.
- Reactor LCAMP FB: condición 2, debido a que la concentración de etano (C₂H₆) está comprendida entre 66 y 100 ppm y la de etileno (C₂H₄), entre 51 y 100 ppm. Teniendo en cuenta que no hay indicios de deterioro de la aislación, se sospecha que la falla térmica detectada afectaría sólo a partes metálicas.

La clasificación prevista por la norma responde a lo siguiente:

- Condición 2: nivel de gases superior al normal, debiendo controlarse los gases combustibles cuya concentración supere los valores normales.
- Condición 3: alto nivel de descomposición de la celulosa y/o el aceite, con posibilidad de existencia de fallas.
- Condición 4: excesivo nivel de descomposición de la celulosa y/o el aceite, con alta posibilidad de falla de la unidad.

e. Medición de furanos y relación CO₂/CO.

La medición de la concentración de 2-furfural del reactor LSGA FB efectuada en junio de 2014 arroja un valor de 800 ppb, que lo ubicaría en una tasa de envejecimiento acelerado de la aislación de papel. No obstante esa situación no se ve corroborada por la relación CO₂/CO, que está dentro de los valores normales.

En los restantes reactores analizados, en cambio, esa concentración no supera 100 ppb, lo cual indicaría un envejecimiento normal de la aislación de papel, con 100% de vida remanente.

Recomendación

- a. Se sugiere mantener la frecuencia cuatrimestral de AGD en todas las unidades y mensual en las consideradas críticas, con el objeto de evaluar la tasa de generación de gases y prever la eventualidad de reemplazar algunas de ellas. A tal efecto es conveniente incrementar la cantidad de equipos de control de gases disueltos en línea.
- b. Se considera conveniente encarar cuanto antes el reemplazo de los reactores de barras por otros de mayor potencia a fin de contar con reactores de línea de reserva.
- c. La vida útil de los reactores es en general la de la aislación de su arrollamiento, establecida normalmente en alrededor de 40 años. En consecuencia es razonable prever que los reactores de las líneas integrantes del cuadrilátero sean reemplazados paulatinamente a partir de 2020. La renovación, que podría realizarse a lo largo de 10 años, debería comenzar por las máquinas Toshiba instaladas en SGU y SJ, cuyo diagnóstico es más preocupante. Teniendo en cuenta la criticidad de las líneas involucradas, los trabajos correspondientes deberán planificarse detalladamente,

pudiendo preverse la posibilidad de una operación temporaria con menor compensación reactiva.

G. Interruptores

Los interruptores se encuentran en buenas condiciones, estando en ejecución una nueva secuencia de mantenimiento integral. El personal de CTMSG no ha manifestado la existencia de inconvenientes en su operación y mantenimiento. No obstante debe tenerse en cuenta su antigüedad de 35 años a fin de evaluar la cercanía del final de su vida útil económica, estimada normalmente en el orden de 45 años. Esta situación se pone de manifiesto por el incremento de los costos de mantenimiento y de las dificultades en la obtención de repuestos.

En consecuencia se recomienda establecer un plan de reemplazo paulatino de estos aparatos a partir de 2020. La renovación, que podría realizarse a lo largo de aproximadamente 10 años, debería comenzar por los interruptores cuyo último mantenimiento integral es más antiguo, siempre que las condiciones operativas lo permitan. Se sugiere escalonar el reemplazo a lo largo de 10 años.

H. Seccionadores

- a. Debido a las condiciones de operación del cuadrilátero de 500 kV, la frecuencia de operación de los seccionadores es extremadamente reducida y también la posibilidad de realizar tareas de mantenimiento en ellos. Es aconsejable establecer una periodicidad para la verificación de su correcta operación y para la realización de trabajos de mantenimiento.
- b. Es aplicable también a estos aparatos lo recomendado para los interruptores: establecimiento de un plan de reemplazo paulatino. Teniendo en cuenta que actualmente todavía es posible obtener repuestos para los aparatos instalados y que los seccionadores nuevos no difieren tecnológicamente de aquéllos, la renovación podría comenzar hacia 2030 y extenderse a lo largo de aproximadamente 10 años.

I. Transformadores de corriente

- a. Dos transformadores de corriente fueron reemplazados por haber alcanzado una concentración total de gases combustibles de 4.000 ppm con tendencia creciente.
- b. Se considera conveniente continuar con el AGD para evaluar el estado de estos equipos y la tasa de generación de gases combustibles. Ante la eventual necesidad de reemplazarlos, debe mantenerse el lote de repuestos (actualmente 2 de 2 núcleos y 9 de 3 núcleos).
- c. Es aplicable también a estos aparatos lo recomendado para los interruptores: establecimiento de un plan de reemplazo paulatino a partir de 2020, extendido a lo largo de aproximadamente 10 años.

J. Transformadores de tensión

Si bien los transformadores originales fueron reemplazados totalmente en 1998, los nuevos están promediando su vida útil. En consecuencia se recomienda efectuar un nuevo reemplazo paulatino a partir de 2030, extendido a lo largo de aproximadamente 10 años.

K. Aisladores soporte

Se considera conveniente someter un aislador a los ensayos de tipo correspondientes a fin de verificar sus características nominales e incrementar la cantidad de repuestos disponibles. Si los resultados de los ensayos no resultaran satisfactorios, podrían repetirse sobre una o más muestras antes de decidir un plan de reemplazo.

L. Servicios auxiliares

- a. Si bien no se registró la existencia de inconvenientes en los equipos correspondientes a estos servicios, es razonable prever su reemplazo hacia el final de una vida útil estimada en 45 años, o sea a partir de 2025. Por otra parte los avances tecnológicos hacen aconsejable, por razones de seguridad, la puesta al día de las celdas de media tensión y de los tableros de baja tensión.¹³
- b. Los equipos incluidos en el plan serían:
 - i. Celdas de media tensión
 - ii. Transformadores MT/0,400-0,231 kV
 - iii. Tableros TGSACA 380/220 V – 50 Hz
 - iv. Tableros TGSACC 125 Vcc
 - v. Tableros TGSACC 48 Vcc
 - vi. Cargadores de baterías 125 V
 - vii. Cargadores de baterías 48 V
 - viii. Onduladores 125 Vcc/220 V – 50 Hz
- c. El reemplazo debería hacerse en forma completa para cada subestación. Teniendo en cuenta la criticidad de este equipamiento, se considera conveniente analizar la posibilidad de ejecutar y ensayar las nuevas instalaciones manteniendo las actuales en servicio. Una vez habilitadas aquéllas debería planificarse el traspaso sucesivo de las cargas alimentadas.

M. Sistemas de Protecciones

- a. Paralelamente con la renovación de los sistemas de protecciones de líneas prevista como parte de los Sistemas de Comunicaciones, Teleprotecciones y Telecontrol del Cuadrilátero 500 kv, se propone modernizar los sistemas de protecciones existentes en las estaciones, a saber:

- i. Protección diferencial de barras
- ii. Protecciones de transformadores y sus acometidas
- iii. Protecciones de reactores

N. Estructuras metálicas

- a. Si bien las estructuras no muestran signos preocupantes de corrosión, se observa la presencia de manchas de óxido superficial.
- b. Se sugiere implementar un plan de tratamiento de todas las estructuras mediante la aplicación de pintura reparadora del cincado.

O. Acceso a la E.T. Colonia Elía

- a. El acceso a la estación se efectúa desde Concepción del Uruguay por la antigua RN 14 (hoy bajo jurisdicción provincial), un camino de ripio con tramos complicados en días lluviosos. Esta situación dificulta a menudo los cambios de guardia del personal de operación.
- b. Se sugiere gestionar ante la DPV la pavimentación de una vía de acceso, eventualmente compartiendo el costo de la inversión.

4.9.2 LÍNEAS DE 500KV

4.9.2.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. Las líneas de transmisión de 500 kV de propiedad de CTM suman 357 km. Son las siguientes:
- Central Margen Derecha - Salto Grande Argentina (4 x 1.900 m)
 - Central Margen Izquierda - Salto Grande Uruguay (4 x 1.300 m)
 - Salto Grande Argentina - Salto Grande Uruguay (Cruce Norte) (3.700 m)
 - Salto Grande Argentina - Colonia Elía (159 km)
 - Salto Grande Uruguay - San Javier (157 km)
 - San Javier - Colonia Elía (Cruce Sur) (23 km)
- B. Están conformadas por estructuras auto-soportadas con aislación de vidrio. Cada fase está conformada por cuatro sub-conductores de aluminio-acero (ACSR) con espaciadores amortiguadores. La protección contra descargas atmosféricas está constituida por dos cables de guardia de acero cincado de 70 m m². No existen transposiciones pero la secuencia de fases es ABC del lado argentino y BAC del lado uruguayo.
- C. Según lo manifestado por el personal de CTM no existen mayores problemas de mantenimiento ni se ha sufrido la caída de estructuras por fenómenos meteorológicos. En zonas con alta ocurrencia de vandalismo se ha reemplazado la aislación de vidrio por similar del tipo polimérica.



Fotografía 244
Líneas Central Margen Derecha - Salto
Grande Argentina
(desde Central Margen Derecha)



Fotografía 245
Líneas Central Margen Izquierda - Salto
Grande Uruguay
(desde E.T. Salto Grande Uruguay)

D. Las líneas no fueron inspeccionadas en detalle, habiéndose adoptado para su diagnóstico lo expresado por el personal de CTMSG y la ausencia de eventos importantes a lo largo de los 35 años de operación.



Fotografía 246
Línea Salto Grande Argentina - Santo
Tomé (desde E.T. Salto Grande
Argentina)



Fotografía 247
Línea Salto Grande Uruguay - San Javier
(desde E.T. San Javier)

El único inconveniente atribuible a las líneas es de orden eléctrico. Debido aparentemente a la ausencia de transposiciones, con la consiguiente asimetría de las impedancias de fase, y a las diferencias de impedancias entre las líneas de ambas márgenes, se ha observado la existencia de componentes de secuencia inversa y

homopolar en la corriente. Su persistencia en el tiempo podría llegar a dañar las cabezas polares de los generadores.

- E. Actualmente el área de transmisión posee 2 grúas móviles, ambas del tipo todo terreno. Una Grove RT158 de 16 toneladas de capacidad y una Grove RT865 de 60 toneladas de capacidad. CTM considera en un futuro próximo renovar ambas grúas por una equivalente a la de 16 toneladas de capacidad y a la de 60 toneladas de capacidad, por una de similar porte pero del tipo ``sobre camión``.



Fotografía 248
Línea San Javier - Colonia Elía (Cruce Sur)
(desde E.T. San Javier)



Fotografía 249
Línea San Javier - Colonia Elía (Cruce Sur)
(desde E.T. Colonia Elía)



Fotografía 250 - Línea Salto Grande Argentina - Colonia Elía
(Desde E.T. Colonia Elía)

4.9.2.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Debido aparentemente a la ausencia de transposiciones, con la consiguiente asimetría de las impedancias de fase, y a las diferencias de impedancias entre las líneas de ambos márgenes, se ha observado la existencia de componentes de secuencia inversa y homopolar en la corriente. Su persistencia en el tiempo podría llegar a dañar las cabezas polares de los generadores.
- B. Se recomienda verificar las eventuales consecuencias de las componentes de corrientes de secuencia inversa sobre las cabezas polares de los generadores. Si éstas existieran y fueran importantes, debería analizarse la necesidad de ejecutar transposiciones en las líneas.
- C. Ante la eventual disminución de la altura libre por efecto de la relajación de conductores (*creep*), se sugiere efectuar un control de alturas libres y encarar el reflechado.
- D. Con el objeto de detectar una eventual disminución de la eficiencia de los espaciadores amortiguadores por desgaste o envejecimiento, se recomienda extraer una muestra representativa de aquéllos y encarar un análisis de eficiencia en un laboratorio independiente.
- E. Se aconseja detectar la eventual presencia de puntos calientes en retenciones de conductores verificando las conexiones de *cuellos muertos* en todas las retenciones mediante termografía.
- F. La línea de 500 kV que vincula la unidad 14 con la E.T. Salto Grande Uruguay pasa por sobre el edificio donde está instalada la Sala de Control de la central y del sistema de transmisión.
- Teniendo en cuenta el campo electromagnético que genera toda línea de transmisión eléctrica, se considera conveniente efectuar mediciones de los campos eléctrico y magnético en la Sala de Control. En tal sentido podrían adoptarse los valores de referencia establecidos en el documento ICNIRP Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric and Magnetic Fields (1 Hz - 100 kHz) publicado en 2010 por la Comisión Internacional para la Protección contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP).
 - Los valores espaciales máximos recomendados para exposición ocupacional (personal que conoce los efectos de las radiaciones y soporta los que, no siendo perjudiciales, son apreciables) para un rango de frecuencias entre 25 y 300 Hz son:
 - Intensidad de campo eléctrico (E): $5 \times 10^2 / f = 10 \text{ kV/m}$ (para $f = 50 \text{ Hz}$)
 - Intensidad de campo magnético (H): 800 A/m
 - Densidad de flujo magnético (B): 1 mT
- G. La vida útil económica de los componentes de una línea de transmisión puede estimarse según las siguientes pautas, correspondientes a áreas de baja contaminación:
- a. estructuras reticuladas de acero: 60 años
 - b. conductores ACSR: 70 a 100 años

- c. cables de guardia de acero galvanizado: 60 a 75 años
 - d. espaciadores amortiguadores: 30 año
 - e. aisladores de vidrio: 70 años⁶
- H. Estructuras: No es esperable su reemplazo en los próximos 30 años. Con el objeto de establecer el estado y encarar eventuales tareas de mantenimiento, es aconsejable inspeccionar la totalidad de las estructuras cada 5 años, o sea un 20 % por año. Esa inspección puede hacerse escalando las estructuras o bien en forma aérea. De esa forma puede detectarse una corrosión incipiente o bien la ausencia de bulones o elementos estructurales.
- I. Conductores: No es esperable su reemplazo en los próximos 30 años. La vida útil depende de la ausencia de corrosión y de daños producidos por vibraciones en las suspensiones y en correspondencia con los espaciadores. Se considera conveniente establecer un ciclo de inspección completo cada 5 años.
- J. Cables de guardia: Su situación es similar a la de los conductores, aunque es previsible que uno de ellos reemplazado si se decidiera la instalación de cable del tipo OPGW.
- K. Espaciadores: Estarían actualmente al final de su vida útil. La decisión sobre la prolongación de ésta o el reemplazo debe ser adoptada sobre la base de una inspección exhaustiva y del ensayo de eficiencia mencionado anteriormente.
- L. Aisladores: Tendrían una vida útil económica remanente del orden de 35 años.
- M. Grapería: Si bien no se han encontrado criterios establecidos para su vida útil económica, debe tenerse en cuenta que se trata en general de elementos de acero galvanizado, sujetos a daños por corrosión y por fatiga. En función de la vida útil asignada a componentes similares, se estima una remanencia del orden de 5 a 10 años. En consecuencia se recomienda la extracción de muestras a fin de someterlas a inspección visual y a ensayos mecánicos.
- N. Puesta a tierra: Se recomienda continuar con la medición sistemática de la resistencia en cada piquete, desvinculando la puesta a tierra de la estructura correspondiente, y el reemplazo de las que muestren deficiencias del material, discontinuidad o valores elevados de resistencia.

4.9.3 SISTEMAS DE COMUNICACIONES, TELEPROTECCIONES, TELECONTROL, CABLES OPTICOS, PARA EL SISTEMA DE TRANSMISION DEL CUADRILÁTERO 500kV

4.9.3.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. Se efectuaron reuniones, inspección y relevamientos, con el fin de tomar conocimiento del estado actual de los sistemas y su equipamiento constitutivo, así como para detectar anomalías de funcionamiento, carencias de funcionalidad, eventuales fallas y/o

⁶ Expectativa de vida correspondiente a zonas de contaminación baja o benigna, según estudio realizado en 2013 por Transpower New Zealand Ltd.

- problemas que afecten a la operación, confiabilidad del desempeño, disposición de utilización y prestaciones, etc., de los sistemas de control, comunicaciones, teleprotección, redes, que son utilizados en las EETT y LEATs del Cuadrilátero 500kV.
- B. Respecto de la transmisión de información del sistema de operación en tiempo real (SOTR) de las Estaciones Transformadoras (EETT) del Cuadrilátero de Transmisión 500kV, se indica que la actual vinculación de datos para SOTR del cuadrilátero 500kV con UTE se efectúa mediante un enlace de datos de ANTEL de baja velocidad (64kbps) que es propiedad de UTE, y no habiendo enlace de respaldo.
 - C. La actual vinculación de datos para SOTR del cuadrilátero 500kV con CAMMESA se efectúa mediante un servicio contratado a Telecom de baja velocidad (19kbps) dedicado transparente punto a punto (vinculo principal). Posee doble camino: uno de cobre y otro de fibra óptica, entre el Centro de Operaciones Unificado (COU) y la caseta de Telecom (conmutación manual), y luego un radioenlace Telecom hacia Concordia.
 - D. El respaldo de transmisión de información es por onda portadora analógica ALSPA hacia Sto. Tome (y próximamente ET Gran Paraná 500kV). Actualmente se encuentra fuera de servicio por falta de módems. CTM indica que va a estudiar la viabilidad de utilizar un enlace de microondas como solución alternativa y luego mediante microondas hasta Rosario (CAMMESA).
 - E. Aún se encuentra pendiente establecer un vínculo de comunicaciones entre CHSG y TRANSENER (aparente supervisión de operación del cuadrilátero 500kV), debiendo ser un enlace que transmita el protocolo de comunicaciones ELCOM90.
 - F. Las actuales remotas de telecontrol GE de las EETT poseen procesadores D20 ofertados en 2005, con limitada capacidad (actualmente suficiente), pero no contemplando futuras ampliaciones y crecimientos. Así mismo no disponen de puertos suficientes para vinculación a nuevos dispositivos inteligentes (PLCs, IEDs) y/u otras facilidades, ni para operar bajo norma IEC 61850.
 - G. No se dispone de redes ópticas LAN en cada una de las cuatro EETT, tal que permita el acceso y transmisión de información en forma digitalizada, así como tampoco permitir la intervencionalidad de IEDs en tiempo futuro (interoperabilidad entre legacy installations y equipamiento nuevo futuro).
 - H. No se dispone de redes ópticas en las EETT que permitan intercambiar mensajería Goose entre los nuevos dispositivos IEDs bajo norma IEC 61850 que se vayan incorporando en el futuro.
 - I. No se dispone de lógicas de control local en las RTUs de cada ET, como forma de tener un control automático independiente en la propia ET, en caso de eventual pérdida de enlace con la EM. La operación de las EETT se efectúa en forma manual mediante personal (Operadores) que reciben instrucciones del Centro de Operaciones Unificado (COU) en la CHSG.
 - J. Respecto de sistemas de protecciones en las EETT, se indica no se dispone de sistemas de protección diferencial con el fin de contar con máxima Disponibilidad (Ai) de las LEATs del cuadrilátero 500 kV.
 - K. Se dispone de sistemas de protección convencional (función de impedancia, función de tierra direccional, transferencia de disparo directo), de anterior tecnología a la generación representada por los dispositivos IED.

- L. La vinculación de las protecciones existentes con las RTUs y con los equipos eléctricos de potencia, se efectúa mediante cableado tradicional dentro de la playa de maniobras de las EETT.
- M. Se dispone de dos sistemas de protección separados e independientes entre ellos, canalizando la transmisión de ordenes vía equipos de teleprotección analógica ALSPA (de antigua generación), vinculados mediante equipos (dos) de onda portadora analógica ALSPA (de antigua generación) y equipo (uno) de onda portadora digital Dimat (de generación anterior aunque más actual).
- N. Entre la ET SGAR y la ET SGUY se dispone de un sistema de protección por comparación de fase (de antigua generación), con una vinculación mediante cable coaxial a lo largo de aproximado 6 km.
- O. Respecto de comunicaciones entre EETT, se indica que el cuadrilátero de 500kV posee sistemas de comunicaciones por onda portadora digital del fabricante DIMAT (de generación no-actual), y equipos analógicos ALSPA (de antigua generación), que no son aptos para la transmisión de nuevas aplicaciones, cuentan con reducido ancho de banda y la consecuente limitación para impedir la utilización para protección diferencial en las LEATs, teleprotección digital, vinculación de redes Ethernet, etc.
- P. CTM menciona la dificultad de disponer de repuestos para los equipos de onda portadora, de los equipos de teleprotección, y otros, dado la obsolescencia de dicha tecnología.
- Q. No se dispone de sistemas de Gestionamiento Remoto (Network Management System-NMS) para los:
 - Sistema de comunicaciones
 - Sistema de protecciones
 - Sistema de teleprotección

En particular, el sistema DIMAT no tiene un servidor que permita el Gestionamiento de sus terminales (despliegue de graficos en una Workstation, etc.)

- R. CTM indica no había necesidad de equipar a las áreas de mantenimiento, con instrumentos y herramientas, dado que CTM está comprando a medida que los necesita.
- S. CTM menciona que dispone de lotes parciales de repuestos para cada área,
- T. Se recorrieron los emplazamientos de ETSGAR, ETSGUY, y el COU, con el fin de verificar el estado de las instalaciones y la tecnología del equipamiento.
- U. Respecto de E.T. S. Javier y E.T. C. Elia (distantes a 150km), la empresa informó que disponían de igual equipamiento y configuración, por lo cual no se consideró necesario su vista.
- V. Las fotografías tomadas durante el relevamiento abarcan los emplazamientos:
 - E.T. Salto Grande Argentina (ET SGAR)
 - E.T. Salto Grande Uruguay (ET SGUY)



Fotografía 251 – Elementos de acoplamiento sistema onda portadora (ET SGAR)



Fotografía 252
Trampas de onda (acoplamiento onda portadora) (ET SGAR)



Fotografía 253
Elementos de acoplamiento onda portadora (CCTV/capacitor acoplamiento) (ET SGAR)



Fotografía 254
Elementos de acoplamiento onda
portadora (CCTV/capacitor
acoplamiento)
(ET SGAR)



Fotografía 255
Filtros de acoplamiento e híbrido de
acoplamiento (ET SGAR)



Fotografía 256
Mímico de comando y operación de la
estación transformadora (ET SGAR)



Fotografía 257
Consolas de Operación y Eventos (ET
SGAR)



Fotografía 258
Remota de Telecontrol en estación transformadora (ET SGAR)



Fotografía 259
Equipos de onda portadora (fabricantes Dimat y ALSPA)

4.9.3.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

A. Tecnología

Como se ha introducido en punto 4.7.1 de este Informe, el equipamiento electrónico de comunicaciones, teleprotección, y otros, incluidos en las estaciones transformadoras (EETT) debieran ser reemplazados por otros de tecnología digital de banda ancha, aptos para una utilización inmediata y con aptitud de escalabilidad futura (con solo agregado de licencias operativas)

Es el tiempo adecuado para realizar una migración desde la arquitectura convencional actual de cableado rígido (point-to-point), hacia una arquitectura digital virtual conformada por dispositivos inteligentes (IED) y redes ópticas Ethernet.

B. Estaciones transformadoras inteligentes

a. Redes

Dado que no se dispone de redes ópticas LAN en las EETT, se recomienda implementar en ellas, redes de comunicación de datos de alta velocidad Gigabit Ethernet (GbE), en topología de anillo.

Es fundamental no utilización de routers ni switches comerciales, sino switches industriales robustizados, para lograr:

- Funcionamiento determinístico

- Aislar dispositivos (según redes virtuales)
- Proveer enlaces de alta velocidad entre diferentes dominios de colisiones
- Operar en modo full duplex
- Inmunidad electromagnética (para instalaciones AT)
- Seguridad de puertos (mediante configuración y mediante medio físico)
- Separar red de operación eléctrica AT de las redes administrativas y/o Corporativas
- Gestionar en modo remoto

b. Estaciones

La utilización de redes permitirá disponer infraestructura digital de alta capacidad, que sirva de soporte al intercambio de información entre dispositivos inteligentes (IED), así como a la transmisión de información en forma óptima y segura hacia el COU, mediante las remotas RTUs y/o Gateways, y permitir amplia accesibilidad futura (Ver Figura 137).

Adicionalmente poseerá las ventajas de:

- Reducción de tiempos de instalación
- Máxima inmunidad electromagnética
- Prescindir de cableado galvánico
- Digitalización de la información
- Accesibilidad máxima a equipos en nivel de bus de estación (y eventual bus de proceso)

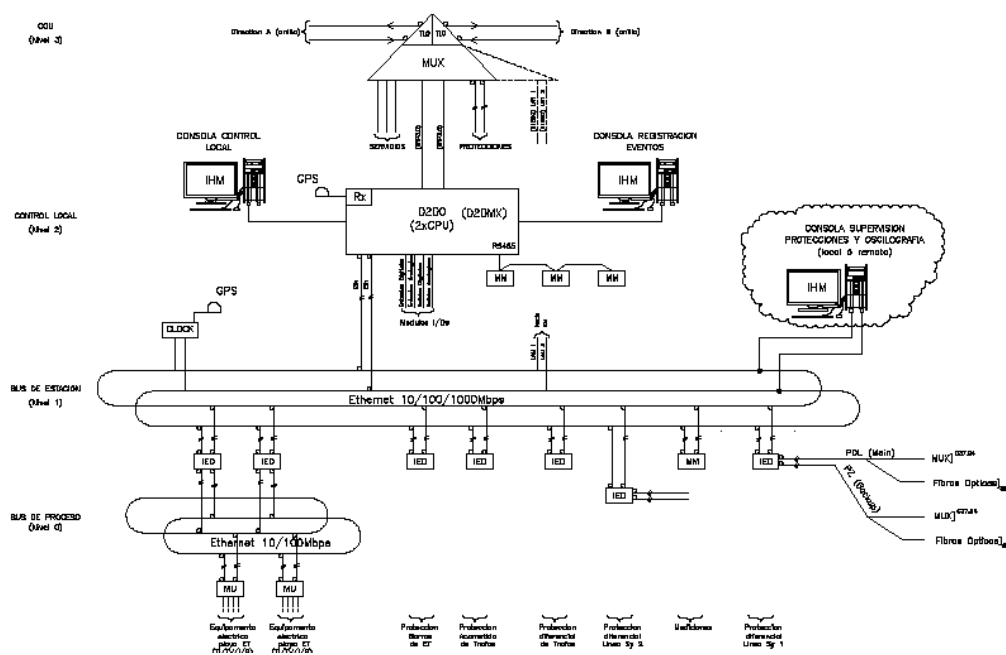


Figura 137 – Estación transformadora digital

La infraestructura así diseñada permitirá la virtualización en cada estación transformadora y con ello el manejo digitalizado de la información, y facilitar el vínculo de nuevo equipamiento:

- Con diferentes fabricantes
- Con instalaciones existentes que puedan no tener aptitud para vincularse

Se recomienda que las redes y el equipamiento aseguren la transmisión de diversos protocolos de comunicación (IEC 60870-5-104; ModBus/RTU; ProfiBus; DNP3.0/TCP; IEC 61850; etc).

Los criterios de interoperabilidad y de convivencia deben ser prioritarios, con el fin de permitir las migraciones tecnológicas, las eventuales ampliaciones, las adecuaciones específicas de CTMSG, etc, sin condicionamientos hacia CTMSG.

Deben tenerse en cuenta los conceptos de escalabilidad en todo lo que se adquiera, así como el crecimiento paulatino según necesidades, el uso de plataformas abiertas, etc.

Y especialmente que la infraestructura permita el intercambio de mensajería Goose entre los próximos nuevos dispositivos IEDs bajo IEC 61850 (que se pudieran incorporar).

La infraestructura digital mediante redes Ethernet en las EETT, permitirá:

- Utilizar nuevos IEDs para funciones de protección, control, oscilografía
- Utilizar merging units para digitalizar la información de los equipos eléctricos existentes (trafos, interruptores, seccionadores) y disponer la información digitalizada de cada ET
- Permitir la adquisición de datos desde la Estación Maestra (EM) mediante las remotas de telecontrol (RTU) hacia la Red y los propios IEDs
- Compartir la utilización de protocolos IEC 61850 (en caso de utilizarse) con otros protocolos particulares
- Dejar preparada la ET para incorporar nuevo equipamiento en las futuras ampliaciones de cada ET (coexistencia con legacy installations)

Adicionalmente, el hecho de implementar redes digitales Ethernet en las EETT permitirá el monitoreo online de:

- Transformadores
- Interruptores
- Seccionadores
- Comunicaciones
- Protecciones
- Teleprotección
- Otros dispositivos

B. Cyber seguridad de redes

La introducción del concepto de estación transformadora inteligente, con redes, equipamiento IED, protocolos y arquitectura IEC 61850, y otros conceptos ya desarrollados, implica el agregado de requerimientos necesarios de CyberSecurity en los próximos proyectos.

La conformación de redes virtuales VLAN permitirá aumentar la seguridad de operación de los sistemas de protección, control, oscilografía, etc., frente a amenazas externas (y/o internas).

El particionamiento de la Red Ethernet en varias redes virtuales incrementará sustancialmente la seguridad del sistema de control y protecciones de las EETT, habida cuenta de la separación de funciones dentro del dominio de cada VLAN.

Se deberá aislar el tráfico en tiempo real que se curse en forma simultanea dentro de los elementos físicos de las redes LAN (tráfico de protecciones dentro de un dominio de VLAN1; tráfico de control dentro de un dominio de VLAN2; etc).

Dentro de las redes virtuales, y en forma adicional a las de control y protecciones, pueden implementarse y cursarse otras funciones convenientes como:

- Telefonía VoIP
- Procesos corporativos propios de CTMSG

Los IED, switches, y toda la red Ethernet que sea utilizada para fines operativos deberán encontrarse protegidos por antivirus y firewall, debiendo actualizarse las licencias de seguridad en forma permanente y sistemáticamente.

Deberán utilizarse mecanismos de seguridad tanto en el gerenciamiento como en la propia Red, de manera de asegurar mecanismos para el entorno de operación seguro, incluyendo temas como:

- Autenticación
- Autorización
- Encriptado
- Auditoria

Cumplimentando según normas específicas de IEEE, IEC, Cigre, NERC-CIP

Se recomienda que, en caso de existir/implementarse eventuales redes para uso corporativo dentro de la ET, ellas sean configuradas en forma independiente mediante fibras ópticas separadas de iguales cables ópticos del networking (independencia física)

C. Protección y teleprotección

Respecto de las protecciones en cada estación transformadora, se recomienda incorporar sistemas de protección diferencial para protección de las Líneas de 500kV (LEAT) del cuadrilátero de EAT.

El sistema de protección diferencial deberá conformar el sistema principal de protección (Main System) mediante dispositivos inteligentes IED.

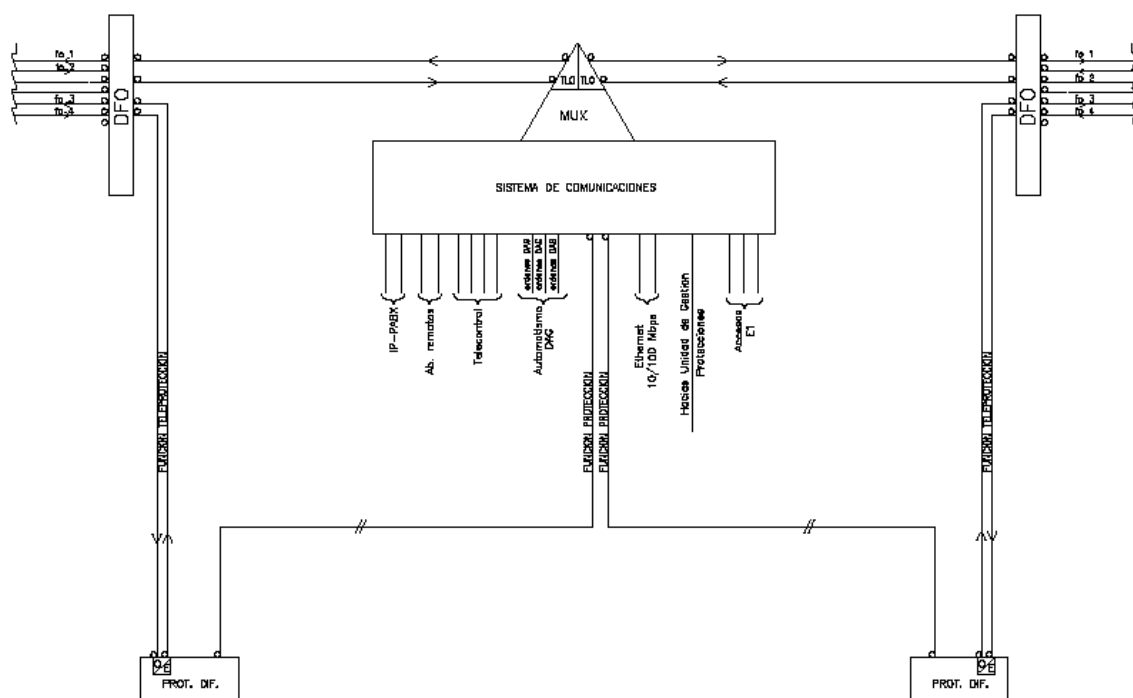


Figura 138 – Sistema de teleprotección vía Fibra Óptica

El sistema de respaldo de protección (Backup System) lo constituirá la función de protección de impedancia incluida en el mismo IED.

Se recomienda que el sistema principal de protección diferencial se canalice mediante interfaz óptica IEEE C37.94 hacia un sistema de comunicación digital (descrito más adelante), lo cual conformaría el Camino 1 (path #1) para la transmisión de funciones de protección. La necesidad de equipos de comunicación digital para vinculación entre los dispositivos IED de protección diferencial, se debe la extensión de 150km de LEATs del cuadrilátero.

Se recomienda que la función de protección de respaldo (protección de impedancia) se canalice en forma separada e independiente de la trama de la protección diferencial, utilizando equipos de teleprotección digital. (Ver Figura 138)

Los equipos de teleprotección ingresarían a otra interfaz del multiplexor digital, para conformar el Camino 2 (path #2) de la función de protección. (Figura 139)



En la etapa inmediata la red digital Ethernet de la ET permitiría obtener estados y alarmas de los IED, así como canalizar la oscilografía desde los nuevos IED de protecciones. Manteniendo como se ha mencionado antes, el cableado rígido (hardwiring) para los comandos de accionamientos (y verificar funcionamiento de la mensajería Goose)

- Mediante mensajería Goose
- Mediante cableado galvánico

>> Migración paulatina hacia IEC 61850 <<

Respecto de la vinculación entre la protección de respaldo y el equipo de teleprotección, sería conveniente realizarla directamente mediante mensajería Goose, con lo cual utilizar igual tecnología y consolidar la confianza en la transmisión virtual (eventualmente con repetición mediante contactos).

Habida cuenta que el cuadrilátero 500kV dispone de dos sistema (existentes) de protecciones, se recomienda el reemplazo de uno de los dos sistemas actuales por uno nuevo de protección diferencial, y mantener el segundo sistema existente como en la actualidad (migración escalonada).

Los enlaces de comunicaciones sufrirán variaciones de velocidad de transmisión, debidos a fenómenos varios. Osciladores de baja estabilidad, variaciones de temperatura en los nodos de comunicaciones, ruido impulsivo, etc.

Ello incide en la perdida de sincronización en el funcionamiento de los sistemas de protección diferencial, por lo cual se recomienda incorporar a cada IED de protección diferencial, un receptor GPS propio y dedicado, de manera de asegurar la sincronización de los terminales IED de ambos extremos del enlace (independencia del medio)

Adicionalmente debe mencionarse que actualmente se dispone de un sistema de protección por comparación de fase entre la ET SGA y ETSGU, de gran antigüedad y vinculación mediante cable coaxial (6km). Motivo de lo cual es recomendable reemplazarlo por un sistema de protección diferencial (IEDs) entre ambas EETT, vinculando ambos IED mediante fibras ópticas de un nuevo cable óptico dedicado y totalmente dieléctrico, tendido en los canales de cables existentes.

La protección de respaldo del mismo IED (protección de impedancia) sería conveniente fuera transmitida en forma independiente por otro par de fibras separadas, del mismo cable óptico dieléctrico (independencia de caminos)

D. Backbone óptico de comunicaciones

Respecto de los sistemas de comunicaciones del cuadrilátero de 500kV, actualmente se dispone de sistemas de comunicaciones por onda portadora digital del fabricante DIMAT, así como equipos analógicos ALSPA, los cuales no son aptos para nuevas aplicaciones, poseen reducido ancho de banda, limitación de utilización para protección diferencial (pérdida de sincronización), dificultad de obtener repuestos, etc.

Debido a ello, se recomienda la implementación de un nuevo medio de comunicación digital por fibras ópticas (Main System) con el uso de un cable óptico entre las cuatro EETT del cuadrilátero 500kV. (Figura 140)

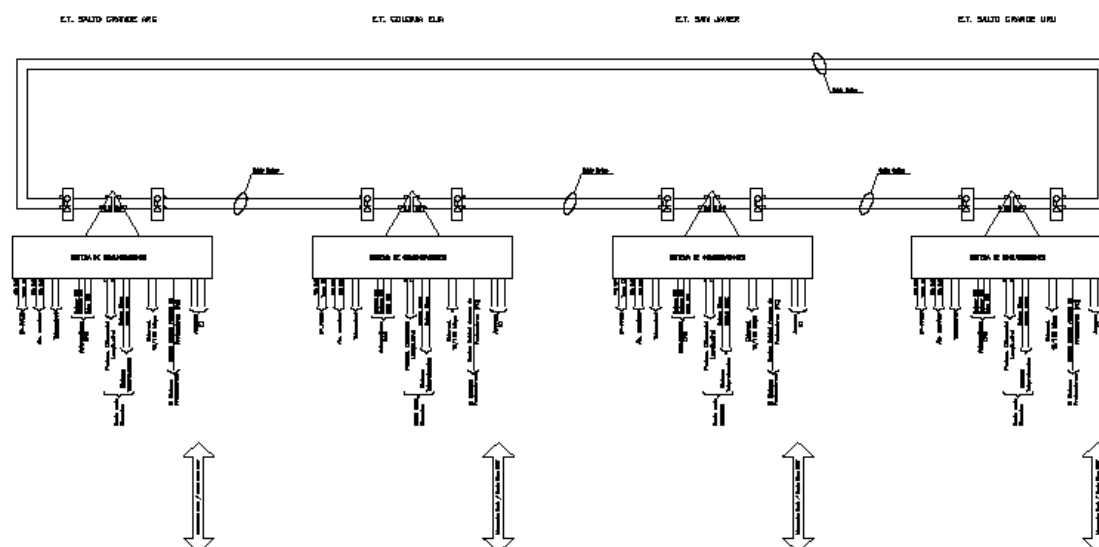


Figura 140 –Backbone Óptico

Ya en la licitación pública SG-339 se requería en ítem 5.1.1.1 alternativas de comunicaciones entre las EETT, con filosofía de redundancia y empleo de fibras ópticas. Como opción se solicitaba mejoras para lograr mayor ancho de banda y brindar diferencias/diversidad con los enlaces existentes de onda portadora.

Consecuentemente, se sugiere la implementación de un Backbone Óptico de propiedad de CTMSG, para uso múltiple:

- Funciones críticas para operación del sistema eléctrico de potencia
- Funciones no-críticas para operación del sistema eléctrico de potencia
- Funciones corporativas
- Funciones de gestionamiento remoto de sistemas y equipamiento
- Eventual rentado y/o comercialización de infraestructura y capacidad sobrante del backbone óptico (rentabilidad agregada)

El Backbone Óptico sería mediante la conformación de un anillo óptico de comunicaciones digital dentro del cuadrilátero 500kV, tal que permita la transmisión de todas las funciones (críticas y no-críticas), así como lograr máxima Disponibilidad y Confiabilidad del Sistema Eléctrico de Potencia (redundancia por anillo) (Figura 141)

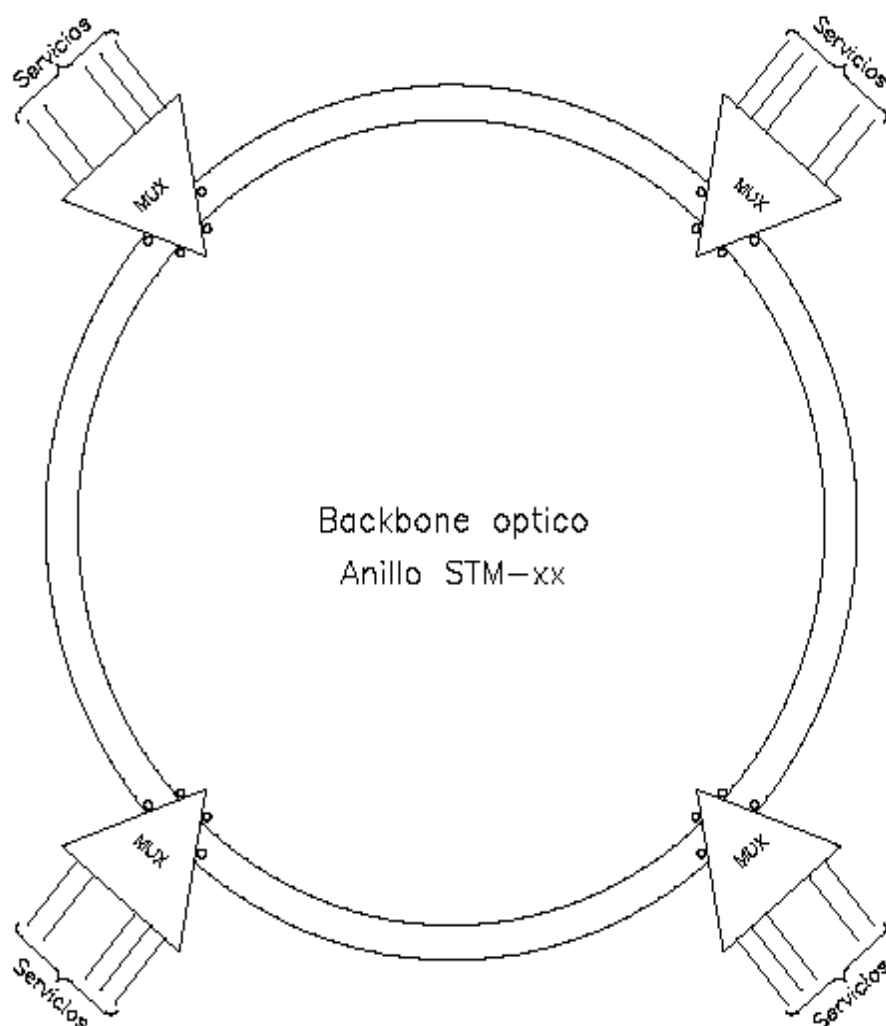


Figura 141 – Anillo óptico de comunicación digital

La topología de redundancia de caminos mediante anillo brindará:

- Máxima confiabilidad al desempeño de los Sistemas
- Plena transmisión de datos desde/hacia todos los emplazamientos
- Funcionamiento en modo pleno full dúplex
- Desempeño en tiempo real
- Mínima latencia
- Derivación/vínculo con futuros enlaces/direcciones:

*mediante tramas E1

*mediante vinculación óptica (con adicionado de agregados ópticos)

Adicionalmente, la utilización del Backbone Óptico con fibras single mode (SM) acorde con UIT-T G.652D permitirá a CTMSG utilizar tecnologías de multiplexación de longitudes de onda gruesa (CWDM) y densa (DWDM), con lo cual se multiplicará grandemente el potencial de comunicación de las fibras ópticas físicas del cable óptico:

- En la cantidad de canales efectivamente disponible para propio uso de CTMSG
- En la cantidad de canales para comercialización hacia Terceros

El equipamiento de comunicaciones a ser incorporado debiera tener aptitud:

a. Accesibilidad mediante conmutación de circuitos (TDM) para los servicios existentes y nuevos, que deberán ser detallados en los proyectos a realizar. A modo de ejemplo se indican:

- RS232C, V.24/V.28, para datos sincrónicos a 64kbps (telecontrol)
- G.703.1 para datos codireccional a 64kbps
- V.35 para datos sincrónicos nx64kbps (DAG/DAC)
- IEEE C37.94 óptica (protección diferencial)
- IEEE C37.94 óptica (teleprotección digital)
- LAN Ethernet para 10/100 Mbps (protocolo TCP/IP)
- LAN Ethernet operando a 10/100 Mbps (videomonitorio de equipos)
- G.703.6 operando en 2Mbps (videomonitorio de equipos)
- 4W, E&M (troncales telefónicas analógicas)
- G.703.6 (troncales telefónicas digitales E1)
- 2W (abonados remotos)
- Otros

b. Accesibilidad mediante conmutación de paquetes, para servicios Ethernet que se decidan implementar posteriormente (escalabilidad y actualización).

Se recomienda que el sistema de comunicaciones principal del anillo óptico del cuadrilátero 500kV, posea una jerarquía digital inicial STM-4 (622 Mbps), operando sobre dos fibras ópticas dedicadas para su sistema (fo1; fo2), y reservando otro par de fibras independientes (fo3; fo4) para eventual reemplazo (en caso de fallas)

En forma separada y dedicadas deberán asignarse otras fibras (fo5; fo6; fo7, fo8; etc.) para el exclusivo uso de:

- Sistema de protección diferencial

- Sistema de teleprotección digital (en caso de establecerse enlace punto a punto)
- Otras funciones

Restantes fibras del cable óptico podrán ser utilizadas para otros fines:

- Corporativos propios de CTMSG
- Rentado de fibras oscuras
- Rentado de fibras iluminadas
- Etc.

Con lo cual permite disponer de ingresos remunerados hacia CTMSG

E. Sistema de comunicaciones de respaldo

Se recomienda como solución de máxima Confiabilidad del Sistema Eléctrico de Potencia 500kV, implementar un doble sistema de comunicaciones conformado como sigue:

- **Sistema de comunicación principal:** sistema digital por fibras ópticas, con lo cual obtener: máxima capacidad de transmisión de información, totalidad de funciones, máximo ancho de banda, mínima latencia, máxima inmunidad, etc.
- **Sistema de comunicación de respaldo:** sistema de onda portadora, para el uso exclusivo de funciones de respaldo en teleprotección, telecontrol y telefonía (habida cuenta de la restricción de ancho de banda)

El utilizar sistema de onda portadora como sistema de comunicaciones de respaldo, podrá tener alternativas:

- Utilizar los actuales terminales de onda portadora y los acoplamientos existentes (trampas de onda, capacitores de acoplamiento, filtros de acoplamiento, híbridos), funcionando en las condiciones actuales (y/o con adecuaciones/ajustes)
- Reemplazar los terminales de onda portadora existentes y/o los acoplamientos, por nuevos elementos de un nuevo sistema de onda portadora (con su proyecto completo y a satisfacción)

Más allá de lo antes expuesto, y debido a la antigüedad de los actuales equipos de OP, se recomienda dar prioridad al reemplazo de sistemas de onda portadora existentes por otros nuevos (Figura 142).

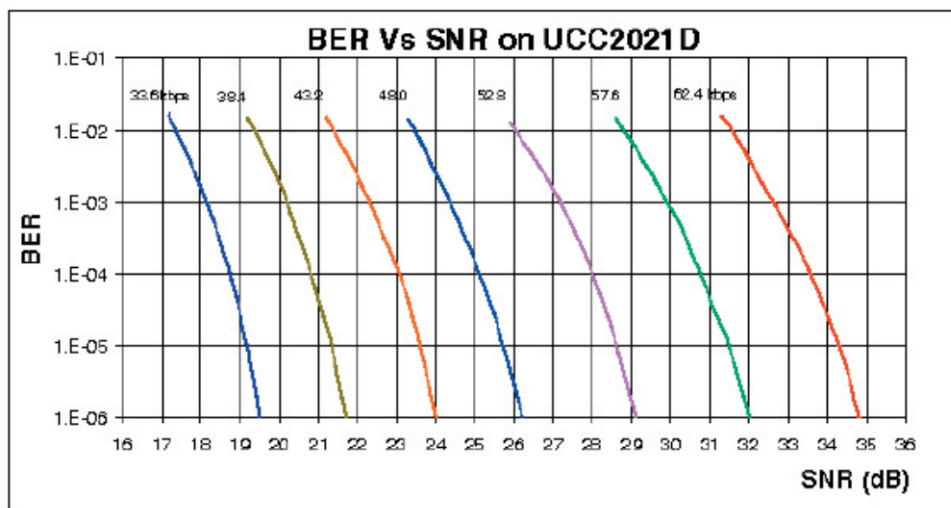


Figure 3. BER vs SNR

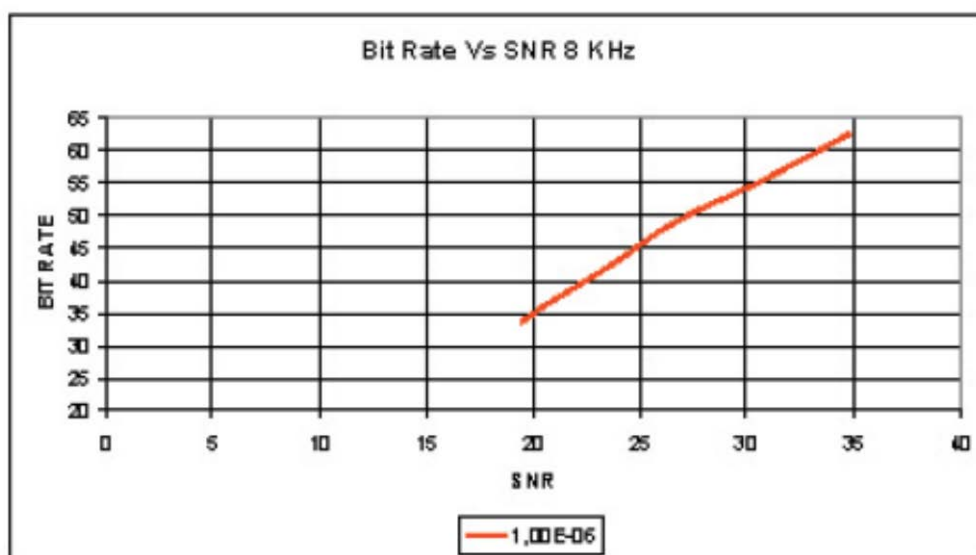


Figura 142

De ser posible la implementación del backbone óptico mediante sistema digital por fibras ópticas, y tratándose de una topología en anillo, se dispondrá el re-ruteo de la información transmitida, y con ello brindar máxima Confiabilidad al Sistema de Transmisión 500kV.

Un mayor grado de Confiabilidad sería disponer de un sistema de onda portadora adicional al sistema digital por fibras ópticas, pues ante una eventual fuera de servicio del cable OPGW, se continuara con el sistema de onda portadora, dado que la transmisión se realiza por los conductores de fases y el hilo de guardia convencional (elementos diferentes a los utilizados por el anillo óptico). Si no se deseara colocar un sistema de onda portadora nuevo, podría mantenerse el sistema de onda portadora existente, que aunque posee limitadas prestaciones, sería un backup para el anillo óptico (en funciones mínimas).

F. Consideraciones especiales para los sistemas

La extensión de vida útil de equipos y sistemas debe ser el objetivo de los nuevos sistemas, mediante las prestaciones:

- Escalabilidad plena
- Actualización permanente
- Interoperabilidad entre modelos y/o fabricantes

De tal forma que en el futuro no sea imprescindible el reemplazo de equipamiento por obsolescencia (como en los antiguos sistemas).

Los sistemas deberán ser abiertos, sin restricciones, operando en tiempo real, interoperables con equipos de otros fabricantes así como con las instalaciones existentes (legacy installations).

Su escalabilidad deberá permitir la expansión con el solo adición de licencias (hardware establecido).

Las fuentes de alimentación, la matriz de conmutación del multiplexor, y los elementos de almacenamiento críticos, deberán encontrarse en configuración redundante, así como reconfigurarse y/o reemplazarse en modo seguro sin introducir errores ni producir caída del sistema (hitless switching; hot swapping).

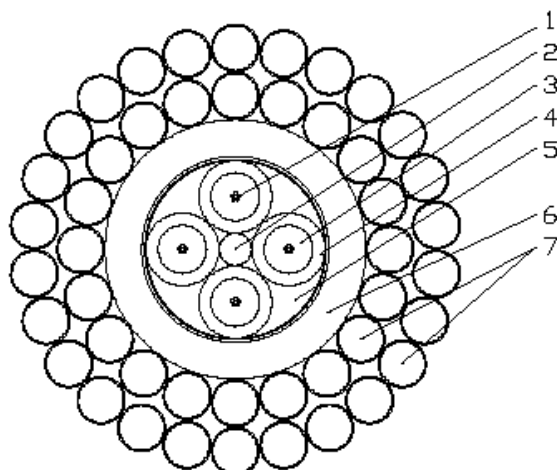
Las actualizaciones deben ser posibles de realizar en modo online, sin que sea afectado el proceso ni las comunicaciones en curso activo.

El suministro deberá incluir la totalidad de licencias para todo el software que se utilice. Ello implica licencias de desarrollo, de configuración, de reconfiguraciones, de incorporación de nuevos objetos en base de datos, etc.

G. Cable óptico de enlace

Respecto del medio óptico utilizado para enlazar los sistemas de comunicaciones, sistema de protección diferencial, sistema de teleprotección, etc, sería conveniente el reemplazo de uno de los dos hilos de guardia (HG) de las LEATs, por un cable óptico OPGW (Figura 143), logrando:

- Máxima seguridad en la comunicación
- Máxima estabilidad en tiempo
- Máxima calidad de servicio (QoA)
- Gran capacidad de fibras
- Extensa vida útil



Composición:

- 1 - 6 (seis) fibras por tubo. Total del cable 24 fibras.
- 2 - Soporte central dieléctrico.
- 3 - Gel antihumedad dentro de cada tubo.
- 4 - 4 tubos helados de PBT.
 - Tubo 1 color azul.
 - Tubo 2 color naranja.
 - Tubo 3 color verde.
 - Tubo 4 color marrón.
- 5 - Gel antihumedad y absorbente de hidrógeno.
- 6 - Tubo aluminio extruido. Diámetro Interior/Exterior (indicar de acuerdo a pliego) mm.
- 7 - Cable doble capa de acero aluminizado, excepto que el pliego admite conformación neta de capas.

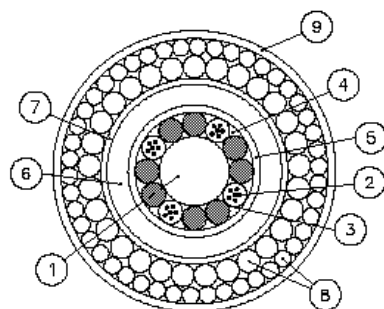
CABLE OPTICO OPGW

Figura 143 – Cable óptico OPGW

Dada la aparente capacidad de CTMSG para colaborar e integrar un grupo de trabajo conjunto con un Contratista (Tercerización), podrían efectuarse tareas bajo tensión para ejecutar el reemplazo del hilo de guardia por un OPGW.

El hecho que las LEATs dispongan doble HG, minimizara los riesgos de periodos de indisponibilidad de la LEAT durante los trabajos de reemplazo del hilo guardia.

Una alternativa a la solución descrita mediante cable óptico OPGW (reemplazando el HG existente), sería la instalación de un cable óptico dieléctrico autosoportado (ADSS), tendido dentro de las estructuras metálicas de las LEATs, lo que permitirá no reemplazar el HG existente, y minimizar aún más una eventual indisponibilidad de las LEAT durante los trabajos. También facilitaría eventuales tareas de mantenimiento del ADSS durante la vida útil del mismo. (Figura 144)



ELEMENTOS Y PARTES	
POS	DESCRIPCION
1	NUCLEO DIELECTRICO RPP
2	FIBRA OPTICA ZPM-SM (GLASS)
3	TUBOS HELICOIDALES (LOOSE TUBES)
4	LIQUIDO BLOQUEANTE DE HUMEDAD ENTRE TUBOS
5	CUBIERTA DE NUCLEO
6	EMBAUTIMIENTO INTERIOR
7	CUBIERTA DE SUPERIMBAUTIMIENTO
8	ARMADURA DIELECTRICA (HILOS DE KAPTON / KETAN)
9	CUBIERTA EXTERIOR ANTITRALCAMIENTO

CABLE OPTICO DIELECTRICO
AUTOSOPORTADO ADSS

Figura 144 – Cable Óptico Dielectrico Autosoportado ADSS

Respecto de la asignación de uso de las fibras del cable óptico futuro, ello debiera ser decidido por el área comunicaciones y protecciones.

Los cables ópticos deberían contar con fibras ópticas single mode (SM) de tipo cero pico de agua (acorde con UIT-T G.652D), con el fin de lograr máximo aprovechamiento del espectro de longitudes de onda a utilizar por el sistema de comunicaciones, así como por el sistema de protección diferencial y/u otras funciones. (Figura 145)

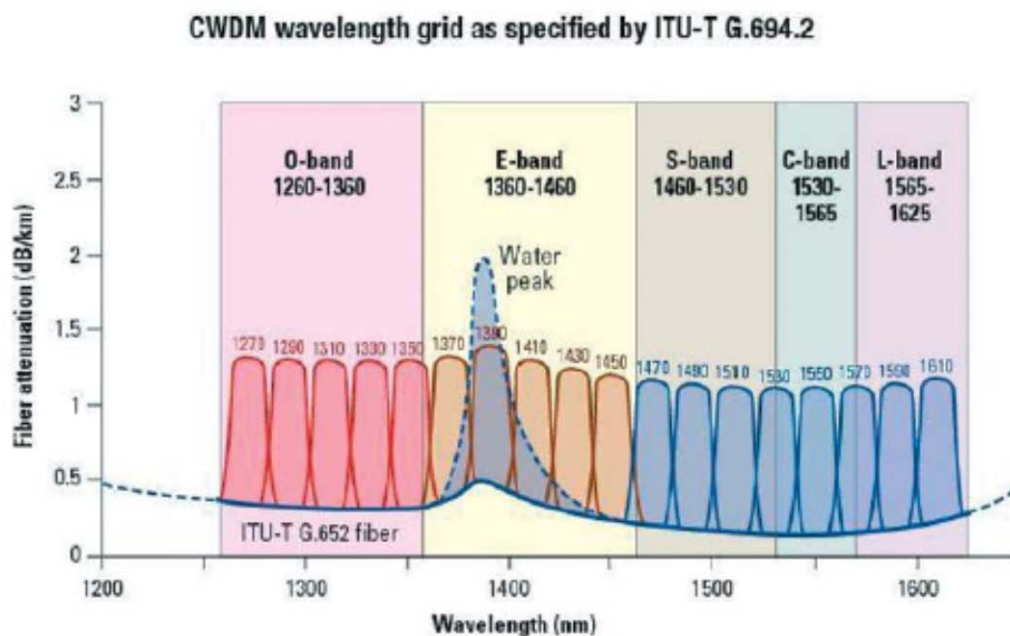


Figura 145

La máxima Confiabilidad se logrará mediante la instalación de un cable óptico (OPGW) en función de uno de los dos hilos de guardia del Sistema de Transmisión de 500kV

En el eventual caso de no poder implementarse la solución del OPGW (debido a motivos económicos; no poder realizar los trabajos bajo alta tensión; no ser factible la indisposición de la LEAT; etc), la solución sería la instalación del cable dieléctrico ADSS tendido dentro de las estructuras metálicas de la LEAT, con lo cual poder implementar el backbone óptico y lograr la transmisión de totalidad de funciones (críticas y no-críticas) vía fibras ópticas.

Como se ha detallado más arriba, la utilización de cables ópticos con fibras SM G.652D permitirá a CTMSG utilizar tecnologías de multiplexación de longitudes de onda gruesa (CWDM) y densa (DWDM), con lo cual se multiplicaría grandemente el potencial de comunicación de las fibras ópticas físicas del cable óptico, facilitándole contar con:

- Cantidad de canales efectivamente disponible para propio uso de CTMSG
- Cantidad de canales para comercialización hacia Terceros

H. Sistema de gestionamiento remoto

Actualmente el Sistema Supervisorio del COU dispone de un Sistema de Gestionamiento Remoto, de sus equipos y dispositivos.

Esta situación no acontece en el área de Estaciones Transformadoras, por lo cual se recomienda implementar y adquirir Sistemas de Gestionamiento Remoto (NMS), dedicados e independientes del que posee el Sistema Supervisorio, para disponer de pleno acceso (remotamente) a los Sistemas y a los equipos que actualmente no lo disponen:

- Sistema de comunicaciones
- Sistema de protecciones
- Sistema de teleprotección
- Cables ópticos (OPGW; ADSS)

Si bien se declara que los equipos existentes del fabricante Dimat disponen de Gestionamiento, debiera adicionarse el Sever respectivo, con los despliegues de pantallas, cuadro de estados y alarmas, etc, para su utilización plena. Debe verificarse la plena accesibilidad remota desde el Server hacia todos los terminales, y contar con software completo sin restricciones y licencias plenas

Respecto de las Redes LAN en EETT, una vez que las mismas hayan sido desplegadas, también deberán contar con un Sistema de Gestión de Red, tal que permita:

- Obtener informes de funcionamiento de la red
- Informar la calidad de los servicios prestados
- Realizar trabajos preventivos en las instalaciones
- Etc.

El software de administración de Redes efectuará el monitoreo en tiempo real del funcionamiento, desempeño, detección de anomalías, fallas, etc.

Para lograr el correcto funcionamiento de las redes se deberá disponer un plan de gestión y mantenimiento, que permita:

- Detección de fallas
- Reparación de fallas
- Re-distribución del tráfico en las redes en caso de congestión
- Mantener el contacto y suministrar información a los usuarios
- Etc.

Dentro de la operación de los sistemas es fundamental evitar fallas críticas en el desempeño de los mismos, para lo cual debe evidenciarse paulatina y adelantadamente, la degradación del sistema, evidenciándolos por los parámetros intrínsecos de cada sistema, como ser:

- Incremento de la tasa de error BER
- Aumento de pérdidas del enlace
- Alarmas y estados alterados de su ajuste (setting) normal
- Disparos erróneos
- Etc.

Es necesario el diagnostico precoz de fallas, mediante el monitoreo y supervisión continua a través de los Sistemas de Gestión Remota que se ha mencionado antes.

Se recomienda que cada uno de los NMS antes enumerados sea operado por el área de ingeniería de mantenimiento de cada especialidad (protecciones, comunicaciones, subestaciones, etc.).

Ello permitirá el acceso a los equipos, análisis de estados, verificación de alarmas y niveles, eventuales reconfiguraciones, detección de degradaciones, etc., con lo cual reducir el OPex de cada área y aumentar la Disponibilidad (Ai) de los sistemas y equipos.

>> Migración de un mantenimiento preventivo a un mantenimiento predictivo<<

Lograr un mantenimiento predictivo confiable implica los procesos mínimos:

- Supervisión permanente de cada sistema o subsistema para temprana detección de degradación de desempeño
- Medición continua de los parámetros determinantes de los sistemas, cables y otros dispositivos, de manera de conocer si los parámetros se mantienen dentro de los valores referenciales
- Durante el proceso de falla:
 - *conmutación a sistemas de respaldo

- *inversión de la transmisión dentro de un anillo
- *utilización de otras fibras ópticas de reserva
- *degradación del desempeño antes que caída del servicio
- *otros.

- Restablecimiento de la operación normal luego de una reparación, con nueva parametrización de equipos y dispositivos
- Análisis de la falla acontecida, para futuras acciones preventivas y/o modificaciones

Debe buscarse incremento en la Calidad de Servicio (QoS) mediante:

- Reducción de fallas catastróficas (fuera de servicio)
- Minimizar el reemplazo de módulos y partes
- Reducir el eventual tiempo de fuera de servicio (out-of-service)
- Incrementar la efectiva vida útil de los sistemas y de los equipos
- Reducir los costos de mantenimiento buscando reparaciones mínimas
- Otros

I. Implementación de soluciones

Para asegurar la calidad y el desempeño efectivo de los Sistemas y Subsistemas, se recomienda que CTMSG realice un futuro proyecto de Ingeniería Básica, donde definir, anteproyectar, especificar, dibujar, etc., los Sistemas que luego deberán ser propuestos por fabricantes internacionales con experiencia demostrable en sistemas de iguales características

Es importante que el proyecto de ingeniería básica que prepare CTMSG, determine biunívocamente los sistemas que desea implementar con sus necesidades, como mínimo:

- Anteproyecto a nivel Sistemas con detalle de funcionalidades
- Especificaciones técnicas de los Sistemas
- Especificaciones técnicas de los equipos que conformen los sistemas
- Planillas de datos técnicos garantizados que se requerirán a los fabricantes
- Planos a nivel sistemas
- Tabla de alcance de la provisión (incluido y excluido)

Debe detallarse el nivel de calidad (QA) requerido para ser utilizado por los fabricantes, dentro de cual debe figurar:

- Ensayos de tipo

- Ensayos de rutina (por parte del fabricante)
- Ensayos de recepción en fabrica (FAT)
- Ensayos en obras (SAT)
- Puesta en servicio (commissioning)

Adicionalmente CTMSG deberá prestar especial atención a las etapas de implementación de los sistemas, como:

- Supervisión de la realización de ingeniería de detalle por parte del fabricante
- Embalajes para seguro transporte a obra
- Procedimientos de instalación y montaje
- Integración con otros Sistemas

Durante el periodo de garantía de los Sistemas se deberán actualizar las versiones de software (incluido licencias) sin cargo para CTMSG.

Es importante se realicen y fiscalicen los siguientes pasos con el fin de obtener la calidad final durante el periodo de vida útil (y no solamente durante el periodo de commissioning):

- Efectuar un periodo de marcha industrial
- Realizar la recepción provisoria (luego de aprobada la marcha industrial)
- Transcurrir el periodo de garantía verificando el desempeño
- Realizar la recepción definitiva de las obras

Luego de la recepción definitiva de las obras, es recomendable contratar un soporte técnico mínimo, que incluya personal del fabricante y repuestos, para actualización de versiones de software, extensión de licencias, corrección de software-bugs; provisión de repuestos por diez años; etc.

Se recomienda mantener los proyectos y especificaciones de los futuros sistemas de comunicaciones, cables ópticos, control, teleprotección, protecciones, telefonía, redes.

LAN para protecciones y control, etc., bajo la responsabilidad y jurisdicción de las áreas eléctricas, y no dependiendo del área IT.

El área IT debiera ser responsable de las separadas e independientes redes para uso corporativo, administrativo, facturación, etc.

Se recomienda que CTMSG solicite propuestas (posteriores a la confección de ingeniería básica) directamente a los Fabricantes internacionales de tales Sistemas, y no a distribuidores/integradores, con lo cual asegurar la mejor solución, y contar con el debido respaldo directo de casa matriz.

Eventualmente, la propuesta de un Integrador debiera contar con el acuerdo y aceptación explícita del fabricante.

Este criterio recomendado, vale para sistemas de comunicaciones, teleprotección, protección diferencial, telecontrol, control local, cables ópticos, redes (networking).

La Ingeniería Básica a desarrollar por CTMSG mencionada más arriba debe incluir normas internacionales a que deberán dar cumplimiento las provisiones. Tales normas internacionales deberán ser de cumplimiento generalizado: IEC, UIT-T, IEEE y recomendaciones de Cigre, de acuerdo al tema específico que se trate, y que deberán detallarse/complementarse en el proyecto de ingeniería básica.

No se recomienda el uso de normas particulares de los países de procedencia del equipamiento y elementos (NBR; VDE; etc) con el fin de uniformar el grado de cumplimiento de los diferentes proveedores. Además permite comparar en pie de igualdad las diferentes propuestas que se reciban.

J. Disponibilidad (A_i)

El principal objetivo de los sistemas de comunicaciones, protecciones y teleprotección, es lograr una extremadamente baja probabilidad de fallas y alta Disponibilidad Anual Total (A_i), buscando que no prevalezca la predicción de una falla, sino que la misma no se produzca, y en caso de producirse, que no sea catastrófica.

Se recomienda que, para asegurar el discernimiento de máxima A_i , se establezca un claro conocimiento de la condición de la “Degradación de Sistema”, clarificando las condiciones para que el sistema de comunicaciones y afines, sea considerado “Indisponible”. Ello permitirá contabilizar los tiempos consecuentes y verificar el desempeño efectivo real.

La Disponibilidad (A_i) representa el porcentaje de tiempo que los sistemas de control, comunicaciones, etc., cumplen con las funciones que le son aplicables:

- El sistema falla en comunicar cierta información por un periodo breve, debido a disturbios, pero regresa a su estado normal. Esto significa una afectación menor de los valores de A_i .
- El sistema falla en comunicar cierta información debido a fallas en hard y/o software, y demanda cantidad de horas en ser reparado. Esto significa una afectación importante en los valores de A_i .

Todas las soluciones a ser implementadas deberán asegurar altos valores de Disponibilidad (A_i), mediante topología de redundancias, y requiriendo los cálculos de A_i de cada subsistema, mediante:

- Los valores de MTBF (tiempo medio entre fallas) demostrables por el fabricante de origen del equipamiento.

- Los valores de MTTR (tiempo medio de reparación) efectivamente posible de obtener (personal permanente en zona; lote de repuestos; instrumental; etc), tomando el periodo de tiempo que media entre la falla y la efectiva nueva puesta en servicio en condiciones aceptadas.

El cálculo de Ai deberá tener en cuenta e incluir no solamente las fallas en hardware sino también las fallas de programas (software-bugs).

Para lograr extender la vida útil de los sistemas y equipos, es fundamental disponer de las prestaciones siguientes:

- Escalabilidad plena
- Actualización permanente
- Interoperabilidad entre equipos y modelos (ambas situaciones)

Con lo cual se logra:

>> Hacer no imprescindible el reemplazo de equipos por obsolescencia<<

K. Instrumental

Respecto del instrumental y herramental, CTMSG dispone de elementos para los equipos y dispositivos actualmente instalados.

En caso que se implementara el Backbone Óptico y/o se reemplazaran Sistemas de Onda Portadora y/o se incorporaran otros sistemas diferentes a los actuales, se recomienda la adquisición de:

- Lote de instrumental nuevo acorde a nuevo equipamiento.
- Lote de herramental nuevo acorde a nuevo equipamiento.

Dentro de las herramientas de software deben incluirse programas para diagnóstico y localización de fallas (troubleshooting), con sus licencias de pleno desarrollo y manuales de uso.

También deben incluirse programas de aplicación para el mantenimiento y la administración online, de los Sistemas y Subsistemas

Todas las adquisiciones deben concretarse en simultáneo con la compra de los nuevos Sistemas:

>> (equipos + instrumental + herramental + repuestos + capacitación)<<

El listado de instrumental recomendados en forma orientativa es el siguiente:

1. Para sistema digital

- Medidor de datos, para medición performance canales de datos
- Valija de medición óptica, incluyendo medidor generador de nivel óptico

- Osciloscopio de amplia memoria con ancho de banda hasta 300MHz, para medición
- teleprotección
- Analizador Ethernet/IP para 10Mbps y 10Gbps, y SDH, con plataforma para
- Medición de interfaces diversas Ethernet, PDH, SDH
- Valija para medición selectiva de nivel y mediciones en audio para multiplexores
- Multímetro digital
- Conjunto de medicion optica para redes LAN y WAN con combinaciones de fibras
- multimode y single mode
- Analizador PCM y medidor de tasa de error

2. Para fibras ópticas

- Reflectometro OTDR
- Emisor óptico Laser
- Receptor óptico (power meter)
- Medidor de coeficiente de dispersión PMD
- Máquina para efectuar empalmes, con centrado automático de núcleos

3. Para sistema onda portadora

En CTMSG se dispone del instrumental siguiente, que puede ser reutilizado:

- Medidor de nivel (PEGELMESSER) SPM-3 + Medidor de impedancia SSFZ-1
- Medidor de nivel (PEGELMESSER) SPM-3
- Generador de señal (PEGELSENDER) PS-3.
- Medidor de nivel selectivo SPM-33A Wandel & Goltermann.
- Generador de nivel PS-33A Wandel & Goltermann.
- Generador de funciones HP-3310B
- Osciloscopio Tektronix 2211.
- Osciloscopio Tektronix 2225.
- Osciloscopio Tektronix TDS 3014B.
- Fuente regulable BK 1762.
- Generador de audio LEADER LAG-26.
- Medidor LCR Escort ELC-130.
- Puente de resistencias.

- Puente de capacitores.
- Multímetro DMM VA38
- Pinza amperometrica Kyoritsu 2004.
- Valijas con herramientas varias

Pudiendo agregarse la compra de otro instrumento de nueva generación:

- Valija para medición selectiva de nivel para mediciones en onda portadora, en audio, generación y medición, hasta 2MHz

L. Repuestos.

Actualmente se dispone de repuestos de la mayoría de los módulos que conforman los equipos de onda portadora y de teleprotección existentes (fabricantes ALSPA y DIMAT). También se dispone de un equipo de onda portadora digital DIMAT completo, así como unidades de acoplamiento marca ALSPA y DIMAT (como repuestos).

Adicionalmente, podrían quedar como repuesto tres equipos de onda portadora y sus acoplamientos, actualmente utilizados en enlaces entre las EETT Sto. Tome y Sto. Grande Argentina, que son propiedad de TRANSENER, y que podrían ser cedidos a CTMSG (a confirmar, sin seguridad).

En caso de implementarse el Backbone Óptico y/o se reemplazaran Sistemas de Onda Portadora y/o se incorporaran otros sistemas diferentes a los actuales, se recomienda la adquisición de lote de repuestos nuevos acordes al nuevo equipamiento, como sigue:

a. Para equipos y dispositivos:

- Un lote de repuestos conformado por un módulo de cada uno de los módulos diferentes constitutivos del terminal más completo de cada equipo.
- No deberá incluirse como repuesto subracks de 19", ni gabinetes completos.

b. Como repuesto de cable óptico se debe considerar la provisión de una longitud de cable igual a la longitud de cuatro vanos de máxima extensión.

c. Como repuesto de accesorios se debe considerar el 2% de la cantidad de cada accesorio y elemento de montaje que sea necesario instalar.

Esta adquisición debiera concretarse en simultáneo con la compra de los nuevos Sistemas, tal como se ha mencionado más arriba para instrumental.

M. Capacitación del personal

Es importante que CTMSG disponga de su propio personal óptimamente capacitado, tanto para la operación, como mantenimiento, actualización, etc, de cada subsistema, y con ello minimizar dependencia con fabricantes

La capacitación debiera incluir mínimamente:

- Funcionamiento de sistemas y sus partes.
- Mantenimiento.
- Configuraciones.
- Localización de fallas.
- Etc.

La capacitación deberá estar dictada por los fabricantes de equipos en forma directa, y utilizando equipamiento igual al de la provisión.

Estos cursos debieran tener en cuenta, mínimamente los siguientes criterios:

- Un período de enseñanza de no menos de siete días
- Para un grupo del orden de 8 personas
- Incluyendo documentación completa sobre elementos y equipos
- Efectuando la enseñanza mediante simulación o equipos reales
- Dictado en idioma español
- Con instrumental del fabricante

Tener en cuenta que se deberán incorporar nuevos conceptos y revisión de los conceptos de mediciones, con simulaciones y ejercitaciones prácticas, como forma de refresco de conocimientos y actualización para las nuevas tecnologías a ser incorporadas

Entre otros cursos se recomiendan incluir temas como los que se listan a modo orientativo:

- Prácticas de medición de atenuación y pérdida de retorno en líneas de transmisión como soporte de onda portadora
- Sistemas de onda portadora en general
- Medición de tasa de error
- Medición de desempeño de redes Ethernet
- Caracterización de fibras ópticas
- Medición de desempeño de enlaces ópticos
- Medición de tiempos involucrados en la cadena de despeje de fallas
- Otros

Adicionalmente, se recomienda la realización de cursos de capacitación para el personal de ingeniería y mantenimiento, en temas de transmisión de datos, aplicaciones de software, protocolos de comunicación, modelo OSI, y otros temas ligados a informática, como forma de complementar su formación en tales aspectos.

N. Recomendaciones adicionales

a. Se recomienda el reemplazo de los actuales sistemas de protección de líneas por sistemas de protección diferencial longitudinal de línea con respaldo de protección de impedancia, tal como se dispone en las líneas de 500kV del SADI, para incrementar sustancialmente la Confiabilidad de operación del Cuadrilátero. El estudio y recomendaciones de las protecciones del cuadrilátero de 500 kV, comprende el equipamiento que es propiedad de CTM. Los comentarios de CTM sobre sistemas de protección de Líneas hacia afuera del Cuadrilátero deben ser analizados con Terceros que operan las LEATs (externas del Cuadrilátero).

b. Se recomienda la implementación del sistema de comunicaciones mediante anillo digital por fibras ópticas (máxima Disponibilidad) como imprescindible para migrar hacia la mayor Confiabilidad de operación del Cuadrilátero, lo cual sería logrado por los sistemas de protección diferencial de línea, situación que no es posible alcanzar mediante sistemas de onda portadora. No se recomienda mantener los sistemas de onda portadora actuales dada la antigüedad de los equipos y la posibilidad de no disponer de repuestos ante una situación crítica. El anillo digital óptico ofrece muy alta Disponibilidad para la transmisión de las funciones críticas y funciones no-críticas, por lo cual debiera ser implementado a corto plazo (periodo 5 a años), y mientras tanto continuar operando las LEATs como en la actualidad. La implementación del anillo óptico puede efectuarse en corto tiempo y constituir una solución definitiva completa. Se remarca que un sistema de comunicaciones de onda portadora que funcione como respaldo del anillo digital óptico, poseerá una restricción de desempeño habida cuenta de sus limitaciones (reducida capacidad de transmisión, afectabilidad a la relación señal/ruido SNR, etc.).

c. Se recomienda realizar los circuitos de comando mediante hardwiring pero también utilizar los mensajes goose para permitir la familiarización con la tecnología.

d. Dado que los osciloperturbografos han dejado de fabricarse (SIEMENS, ABB, SCHNEIDER, GENERAL ELECTRIC, etc) y si eventualmente se encontrara algún otro fabricante se estima seria de menor nivel, se recomienda utilizar la capacidad de registro oscilografico y de eventos de cada cada IED, lo que significa una solución más confiable que disponer toda la información en un solo equipo osciloperturbografo cuya falla implica pérdida total de información. La capacidad de registración de la sumatoria de IEDs es mucho mayor que la de un equipo antiguo. Iguales comentarios son aplicables para el localizador de fallas: antiguamente se utilizaba un equipo independiente y hoy es una función integrada en la proteccion de distancia del IED. Incluso hay IED que se utilizan solamente como registrador independiente de fallas (minimizando su funcionalidad limitándose solo a la función de registro). Otra ventaja adicional de los IEDs es que ellos permiten el registro cronológico de eventos, por lo cual el análisis de oscilografia es simultáneo con los eventos producidos durante la falla.

4.9.4 OBRAS DE HORMIGÓN

4.9.4.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

Las obras de hormigón en esas instalaciones consisten básicamente en las bases de los equipos instalados en las Subestaciones transformadoras y las bases de las estructuras de las LAT 500 kV que conforman el cuadrilátero.



Fotografía 260
Fundaciones equipos y bases de
estructuras de la Sub Estación
Transformadora Salto Grande Margen
Uruguay



Fotografía 261
Fundaciones equipos y bases de
estructuras de la Sub Estación
Transformadora Salto Grande Margen
Uruguay



Fotografía 262
Fundaciones equipos y bases de
estructuras de la Sub Estación
Transformadora Colonia Elía Margen
Argentina



Fotografía 263
Fundaciones equipos y bases de
estructuras de la Sub Estación
Transformadora Colonia Elía Margen
Argentina



Fotografía 264
Fundaciones equipos y bases de
estructuras de la Sub Estación
Transformadora San Javier Margen
Uruguaya

Fotografía 265
Fundaciones equipos y bases de
estructuras de la Sub Estación
Transformadora San Javier Margen
Uruguaya

4.9.4.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

- A. Estas estructuras no presentan daños y además, según informó el personal de CTM encargado de su control, no se han informado problemas que puedan afectar a su seguridad o durabilidad de estas obras.
- B. Desde el punto de vista ambiental, se recomienda contener los posibles derrames de aceite. Se han desarrollado 2 alternativas.
- La alternativa A es a través de un sistema de sellado de una posible pérdida de aceite con el sistema IMBIBER BEADS, cuyos detalles y ejemplos de aplicaciones se muestran en Anexo III y brevemente en el siguiente esquema. El sistema consta de un tanque contenedor de esferas hidrofóbicas y oleofílicas que ante la presencia de un aceite mineral o cualquier hidrocarburo, sellan la salida del líquido y evitan que el derrame pase a la tierra que rodea la instalación. El agua de lluvia vertida sobre recinto puede pasar libremente ya que las esferas permiten su pasaje. Con el objetivo de poder efectuar un muestreo de la calidad de los vertidos, se instala una cámara de inspección antes del drenaje

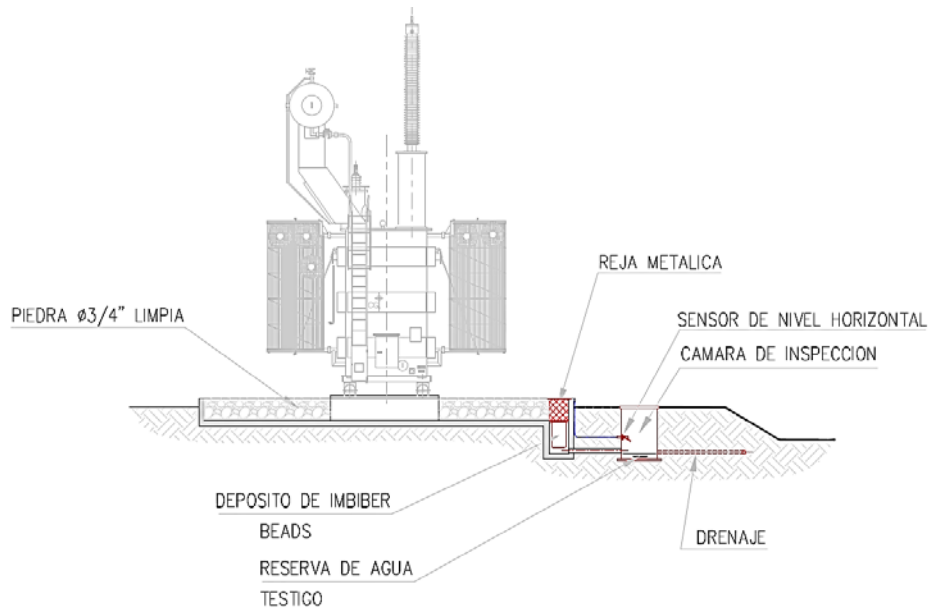


Figura 146
Contención del aceite derramado por medio del sistema IMBIBER BEADS

- La alternativa B, contempla utilizar sobre la cuba de hormigón existente, gaviones que contienen una membrana que actúa permeable al agua e impermeable al aceite. Dada la necesidad de inspeccionar la calidad del agua a drenar, en el perímetro de la cuba se construye una canaleta que conduce el fluido a una cámara de inspección.

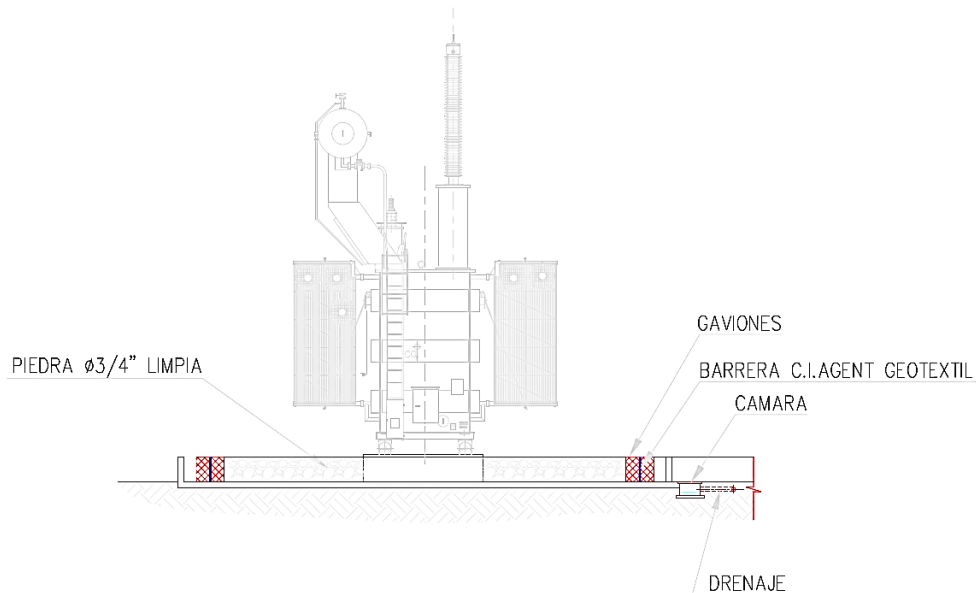


Figura 147
Contención del aceite derramado por medio del sistema C.I. AGENT Barrier Boom

C. Debe hacerse notar que todos los sistemas requieren una construcción civil como las mostradas que permite recoger el volumen de derrame posible, mientras que el tanque que contiene las esferas, o los gaviones que contienen la manta, hace solo de cierre o tapón a la salida de aceite. Se sugiere visitar el Anexo III para ver las aplicaciones de estos sistemas y la instalación.

D. Observaciones adicionales

a. El estudio efectuado para la propuesta de solución planteada posee un grado de detalle del nivel conceptual de manera de estudiar su factibilidad y luego durante la Fase III, su costo de manera preliminar, para las consideraciones de inversión. Se recomienda que el proyecto se ejecute durante los primeros 5 años del comienzo de la modernización de la central.

b. Debe considerarse que el plan estratégico de modernización al que se ha arribado con el estudio es a nivel de pre-factibilidad, lo que significa que en una etapa posterior, con los lineamientos generales establecidos, podrán hacerse modificaciones que contemplen con más detalle la prioridad y conveniencia de adelantar algunas de las tareas planteadas.

c. La definición por una u otra alternativa posee necesidades de estudios más profundos que deberán efectuarse durante una etapa posterior.

4.10 OBRA CIVIL DE LA PRESA Y DE LA CENTRAL

4.10.1 OBRAS DE HORMIGÓN

4.10.1.1 ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

A continuación se presenta en detalle el reconocimiento efectuado sobre cada parte de las obras civiles durante la visita realizada donde participaron especialistas en estructuras y en tecnología del hormigón.

A. Galerías de inspección y drenaje

- Se recorrieron todas las galerías de inspección y drenaje de ambas centrales y del vertedero sin observarse fisuras de importancia; todas las galerías están secas.
- En general el agua que fluye por los drenes es mínima, apenas perceptible a nula. La limpieza de éstos se encuentra actualmente programada cada 5 años. Cuentan con aforos a cada embocadura de los pozos de bombeo los que totalizan caudales provenientes de los drenes y filtraciones en general. Además se aforan los 350 drenes individualmente una o dos veces por año. Las canaletas de drenaje cuentan con un divisorio de aguas para discriminar las zonas de aporte a cada

aforador. Los caudales registrados pueden visualizarse en el Volumen 2 del Informe General de Instrumentación.



Fotografía 266
Vista de un tramo de la galería de drenaje

a. Galería de drenaje de la Central Uruguaya

- En dos drenes ubicados en el extremo de MI se observó abundante flujo de agua, posiblemente debido a un estado de fracturación de la fundación. En otros drenes adyacentes el drenaje es menor y en los siguientes el flujo se hace mínimo en consonancia con la situación general descrita anteriormente.

b. Galería de drenaje del vertedero

- Se observan algunas lixiviaciones carbonatadas, en su mayor parte secas. Como ejemplo, algunas de ellas se precisan en los puntos que siguen.



Fotografía 267 - Galería de drenaje del vertedero. Se observan algunas filtraciones con lixiviación



Fotografía 268 - Galería de drenaje del vertedero. Se observa una filtración menor



Fotografía 269

Galería de drenaje. Filtración menor en el muro (izquierda) y lixiviaciones en el techo (derecha)

- En la progresiva del Dren 173 hay una junta de contracción con pérdida de agua.
- En la progresiva del Dren 186 hay una filtración con lixiviación
- En la progresiva de los Drenes 181 a 183 se observaron filtraciones de agua con lixiviación.



Fotografía 270
Galería de drenaje. Lixiviaciones

B. Centrales

a. Cota +3.00

- No se observan anomalías en los muros en contacto con el agua ni fisuras en los muros.
- En la losa de techo de la U3 existe una fisura carbonatada y seca.



Fotografía 271 - Junta de contracción entre las U1 y U2. No se observan anomalías

- En la U3 hay una filtración de agua proveniente del embalse a través de una junta de contracción. La filtración es recogida y conducida por una canaleta de chapa galvanizada adosada a la losa y vinculada a una cañería vertical.



Fotografía 272
Unidad U3. Se observa la canaleta de chapa adosada a la losa.

b. Cota -2.00

No se observan anomalías en los muros en contacto con el agua, salvo alguna filtración carbonatada y seca. No se observan fisuras en los muros.



Fotografía 273 - Unidad 1 y unidad 2

c. Galería de drenaje a cota -8.00

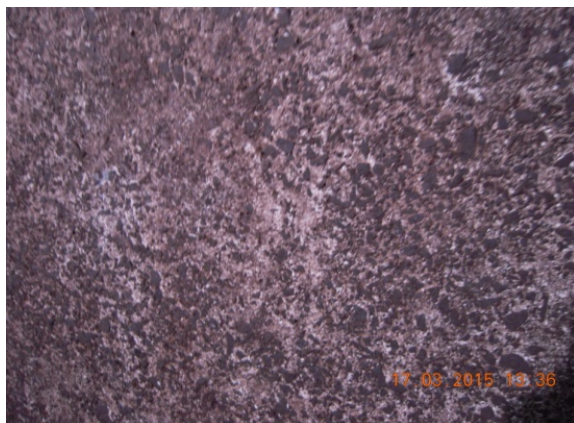
No se observan fisuras ni otras anomalías, la galería está seca.

d. Obra de toma y cámara espiral de la Unidad 13.

- Esta unidad se encontraba en una parada de mantenimiento mayor, por lo que se pudo acceder al interior de la obra de toma y de la cámara espiral y no se observaron fisuras ni otros daños en el hormigón.
- Hay una erosión incipiente de la superficie expuesta al flujo de agua. Ello provocó la eliminación de la capa superficial de mortero hasta llegar a descubrir la superficie de las partículas de agregados gruesos sin socavar el material entre dichas partículas. No es significativo dado el tiempo en servicio transcurrido.



Fotografía 274 - Obra de toma de la U13. Vista desde la cámara espiral.



Fotografía 275
U13. Vista de un sector de la cámara
espiral donde se aprecia la erosión
superficial.



Fotografía 276
Entrada a la U13

- Se está reparando el revestimiento de acero de la cintura conjugada entre la cámara del rodete y el revestimiento del tubo de aspiración. CTM detectó que el revestimiento de chapa de acero está separado del hormigón. Se está realizando una reparación consistente en la colocación de pernos con anclaje químico (resina epoxi) soldados a la chapa de revestimiento. Posteriormente se inyecta con resina epoxi el huelgo entre la chapa de acero y el hormigón. (Fotografía 277)



Fotografía 277

U13. Vista de un sector de la cintura conjugada. Se aprecian los puntos de soldaduras de los anclajes a la chapa de revestimiento

e. Cota +27.00

Se está reparando la impermeabilización de la plataforma de la cota +27.00.

C. Vertedero

a. Consideraciones generales

No se observaron daños significativos que puedan afectar al funcionamiento del vertedero ni a la generación de la CHSG.

b. Pilas

- En general no se detectan daños consistentes en figuraciones de importancia ni manchas de lixiviación en las juntas de construcción ni en otras zonas.

- En la pila 1U existe una filtración en una junta de contracción proveniente del embalse, que moja y mancha el hormigón, pero no parece progresar.



Fotografía 278 - Vertedero. Pila 1U. Se aprecia la lixiviación en una junta horizontal entre tongadas

c. Cresta

En general se observan oquedades menores sobre la superficie de las crestas, con alguna filtración mínima en las juntas de contracción entre monolitos del vertedero.



**Fotografía 279 -
Cresta de un vano de vertedero donde se observa una filtración menor a través de una junta constructiva.**

En el monolito 15 del vertedero, existe una erosión en la zona central de la cresta que requiere su tratamiento.



Fotografía 280 - Cresta del vano 15 del vertedero - Se observa la zona deteriorada que requiere reparación.

d. Estructuras metálicas de las compuertas radiales del vertedero

Se observa deterioro de la pintura. En la actualidad se ha encarado un repintado sistemático



Fotografía 281
Vertedero - Se observa el estado de la pintura del brazo de la compuerta y de la cara
aguas abajo del escudo

e. Vigas Gorrón apoyo de las Compuertas Radiales

- Las vigas soporte de las compuertas radiales (gorrones) no presentan signos de deterioros y fisuras de importancia.
- Las vigas soporte de los soportes de rotación de los vanos de la margen derecha presentan los signos de las reinyecciones en la zona de los anclajes activos realizados en 1998. En dichas zonas había aparecido importantes muestras de lixiviación.



Fotografía 282 - Viga Gorrón del Vertedero

- En una de las vigas soporte de los gorrones inyectados se observa que nuevamente se está produciendo una incipiente lixiviación.



Fotografía 283 - Viga soporte de gorrón con incipiente lixiviación

D. Lecho disipador del vertedero

- CTM había realizado una inspección subacuática del lecho disipador del vertedero.
- En el informe de la última inspección se describe la existencia de erosiones al pie de las pilas del veredero. Según los profesionales de CTM, entre las dos inspecciones mencionadas anteriormente no se apreciaba un avance de la erosión.

E. Puente internacional

- Del análisis de la documentación analizada y de las inspecciones parciales efectuadas no se detectaron anomalías

F. Puente de servicio

- El puente de servicio, originalmente construido para ser utilizado en la etapa de la construcción y por lo tanto preparado para su desmontaje, fue finalmente dejado como parte de la obra por su utilidad en la fase operativa de CHSG.



Fotografía 284 - Puente de Servicio

- Los apoyos de los tramos, sobre cada pila del vertedero, están conformados por ménsulas prefabricadas, sustentadas por puntales metálicos y un sistema de cables pretensados.
- El sistema de pretensado, según se indica en las memorias de cálculo originales, consiste en 4 cables postesados, integrados por 23 alambres de 7.9mm (BS 2307.9) con una precompresión de 360 t.



Fotografía 285 - Sistema de pretensado – Anclajes activos

- Igual sucede con el sistema de pretensado que se utiliza en las vigas transversales del tablero. Este sistema preveía el desmontaje de la viga ubicada aguas arriba para colocar los stop-blocks entre las pilas del vertedero, cuando fue necesario completar la construcción de las crestas de éstos.



Fotografía 286 - Puente de Servicio – Vigas Transversales – Sistema de pretensado

G. Esclusa de navegación

- No se observaron daños significativos. Sólo se apreció lixiviación generalizada en las juntas de construcción.



Fotografía 287

Esclusa de navegación, muro izquierdo. Se observan las lixiviaciones en las juntas horizontales entre tongadas

H. Observación de patologías en el hormigón

- No se observaron evidencias patológicas en el hormigón de Salto Grande. Puede afirmarse que no hay reacciones perjudiciales debidas a una reacción álcalis agregados ni degradación de los agregados basálticos.

4.10.1.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

A. Observación de patologías en el hormigón

a. Patologías por reacciones deletéreas

- La observación de las obras de hormigón de Salto Grande no reveló evidencias de patologías debidas a reacciones químicas y/o fenómenos físico-químicos entre sus componentes. Estas observaciones también están avaladas por los estudios y controles realizados durante la construcción de las obras, respecto de los cuales existe abundante información.

- En la actualidad no existen señales de una reacción entre los álcalis del cemento y los agregados utilizados. Por otra parte, el cemento empleado en la construcción poseía un contenido de álcalis equivalente, expresado como ONa_2 , del orden de 0,2% en peso. Con ese contenido no existe posibilidad de que se produzca una reacción perjudicial.
 - Tampoco se encontraron signos de degradación de los agregados basálticos debidos a la presencia de minerales secundarios de la familia de la montmorillonita. A ese respecto cabe agregar que durante la construcción de las obras se realizó un control cuidadoso en cantera y en planta de agregados para asegurar el uso de basaltos no contaminados.
- b. Fisuras por contracción
- Se inspeccionaron todos los lugares con acceso posible. Ello incluyó las galerías de inspección y drenaje, las salas de máquinas, la cámara espiral y parte del interior de la toma de la Unidad 13, el interior de la esclusa y los dos puentes. En ningún caso se observó la existencia de fisuras por contracción del hormigón, ya sea de origen térmico, por secado o autógeno.
- c. Erosión y otros daños provocados por el agua en escurrimiento.
- Cámara espiral. Existe una erosión incipiente de la superficie expuesta al flujo de agua. Ello provocó la eliminación de la capa superficial de mortero hasta llegar a descubrir la superficie de las partículas de agregados gruesos sin socavar el material entre dichas partículas. No es significativo dado el tiempo en servicio transcurrido. Se recomienda observar el estado de situación de las superficies similares en las distintas unidades, cuando las paradas de mantenimiento de las turbinas lo permitan. Esta observación debería realizarse en las primeras oportunidades que se produzcan y luego a intervalos de aproximadamente 5 años. El avance de la erosión no es preocupante para el hormigón mientras no se socave la interfaz de las partículas del agregado grueso y se descubra 1/3 de la altura de las partículas mayores.
 - Pilas y crestas del vertedero. No existe erosión generalizada sobre las superficies de las crestas del vertedero. Solo se observan daños puntuales.
 - Lecho disipador del vertedero. Existe erosión en algunos lugares del lecho disipador, que se describe en el numeral 4.10.1.II D de este informe.
- d. Lixiviación de hidróxido de calcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$
- En distintos lugares de las obras de hormigón se observan lixiviaciones de hidróxido de calcio que se ha depositado sobre la superficie expuesta del hormigón y posteriormente se ha carbonatado.

- En términos generales podemos afirmar que la lixiviación observada no es importante. Se ha producido en juntas de construcción entre tongadas (retomas), algunas juntas de construcción verticales y en defectos constructivos puntuales.
 - La lixiviación se debe al pasaje de agua a través de poros o defectos del hormigón. Al hacerlo disuelve el hidróxido de calcio soluble contenido en la pasta de cemento hidratada. Cuando la solución aflora sobre la superficie, el agua se evapora y el hidróxido de calcio precipita y luego, por combinación con el CO₂ del aire se convierte en carbonato de calcio (Ca CO₃), que es prácticamente insoluble.
 - Según sea el flujo de agua a través de los poros o defectos, la lixiviación puede tener dos evoluciones diferentes. Si el flujo es bajo, los depósitos de hidróxido carbonatado terminan sellando las vías de escurrimiento. En el caso opuesto, al arrastre de hidróxido va incrementando las vías y la lixiviación se hace creciente en el tiempo y debilita al hormigón adyacente al escurrimiento.
 - Si la lixiviación se hace creciente, teniendo en cuenta la extensión de vida útil remanente del aprovechamiento, debe preverse una futura inyección con resina epoxi para sellar la vía de agua.
 - Para las lixivitaciones existentes en las distintas estructuras son de aplicación los conceptos generales que se formulan a continuación.
 - Cuando la lixiviación esté carbonatada y seca, y no provoque inconvenientes estéticos, conviene dejarla. Ella ha sellado las vías de escurrimiento y el proceso está detenido.
 - Si la lixiviación está húmeda o se observa agua libre sobre su superficie, se recomienda seguir su evolución en el tiempo, pues de persistir deberá en algún momento futuro inyectarse con resina epoxi.
 - En los casos en que se observe escurrimiento de agua importante que impida el depósito de hidróxido, se recomienda realizar una inyección con resina epoxi en un futuro inmediato.
 - Cuando la lixiviación tenga las características mencionadas anteriormente pero por razones estéticas se deban eliminar los depósitos carbonatados, previamente se deberán sellar las vías de escurrimiento mediante su inyección con resina epoxi.
 - Sin perjuicio de lo expuesto precedentemente conviene enfatizar que, al presente las lixivitaciones señaladas no afectan a la seguridad de las estructuras ni al funcionamiento de la CHSG. Las recomendaciones anteriores apuntan a la sustentabilidad de las obras de hormigón.
- e. Daños en la superficie de la cresta del vertedero
- La Fotografía 279, se ilustran los daños. Debe asumirse que ellos deben repararse ya que el continuo pasaje de agua tenderá a incrementarse en el tiempo y afectará al hormigón adyacente.

- Para reparar este tipo de daños es de aplicación lo que se indica a continuación en el apartado f.
- En la inspección se mencionó que en el módulo 15 del vertedero existe una erosión en la zona central de la Cresta que requiere su tratamiento. Ella puede observarse en la Fotografía 280.

f. Para su reparación se recomienda:

- Delimitar el área afectado mediante un corte con disco diamantado. El corte debe ser a 90° respecto de la superficie de la cresta.
- Eliminar el hormigón afectado hasta encontrar material sano y resistente.
- Limpiar cuidadosamente con agua a presión y luego eliminar toda el agua libre.
- Aplicar un puente de adherencia a base de resina epoxi capaz de endurecer y adherir a superficies húmedas.
- Rellenar el hueco con una mezcla de hormigón similar a las del hormigón existente, en tamaño máximo de agregado y resistencia.
- Terminar a frías.
- Luego del fraguado final del hormigón, este debe cubrirse con una arpillera que se mantendrá húmeda durante 15 días para asegurar el curado y evitar la formación de fisuras y/o separación del relleno respecto del hormigón existente.

B. Situación de los drenes de la fundación, ubicados en las galerías de inspección y drenaje.

a. Generalidades

- En la inspección se indicó que, en general, el agua que fluye por los drenes es mínima, apenas perceptible a nula, aunque no se pudo correlacionar dicho flujo con el estado de mantenimiento de los drenes.
- Lo expresado en el párrafo anterior es válido con la excepción de algunos drenes de la galería de drenaje de la Central Uruguay. En dos drenes ubicados en el extremo de MI se observó abundante flujo de agua. En otros drenes adyacentes el drenaje es menor y en los siguientes el flujo se hace mínimo en consonancia con la situación general antes descripta.
- CTM nos informó que se estaban limpiando los drenes. Anteriormente la limpieza se hacía a demanda, pero actualmente la realizan en forma programada.
- CTM informó que se aforan 350 drenes individualmente una o dos veces por año.
- De acuerdo a la información suministrada por CTM, durante los años 2007 a 2014 se realizaron las tareas de mantenimiento de drenes que se indican a continuación:

- Año 2007: En los sistemas de alivio de supresiones (drenes) ubicados en galería de inspección aguas arriba de cota -8.00 se realizaron los siguientes trabajos:

- *Limpieza de perforación drenante.
- *Limpieza y pintura de cabezales metálicos “Tee”.
- *Colocación de cabezales plásticos.
- *Recambio de cabezales en mal estado.

Las perforaciones drenantes poseen una longitud aproximada de 25-30 m de los cuales los primeros 2 metros en hormigón se encuentran encamisados (tubo metálico) y los restantes en roca libre. La limpieza de dichas perforaciones se realizó con máquina desobstructora rotatoria propiedad de CTM. Asimismo, los cabezales metálicos fueron pintados y los que estaban muy averiados, se reemplazaron por cabezales de plástico.

- Años 2008 y 2010: Se continuó el recambio de cabezales en 90 y 45 drenes, en forma similar a las de 2007.
- Año 2014: Se limpió la totalidad de los drenes en forma similar a la realizada en 2007.

b. Observaciones y mediciones realizadas por CTM sobre el comportamiento de los drenes luego de la limpieza.

- En 2014, se observaron las paredes de algunos drenes, antes y después de la limpieza. Para ello se utilizó una cámara subacuática. Se apreció un cambio en el aspecto de la superficie, notándose libre de partículas.
- No se apreció cambio en los caudales medidos en los aforadores.
- No se realizaron mediciones de caudal de cada dren posteriormente a los trabajos.

c. Propuesta de CTM para el futuro mantenimiento de los drenes.

- Se ha programado la limpieza del sistema drenante cada 5 años. Asimismo se está considerando la ejecución de dicha limpieza con equipos hidráulicos, es decir, mediante barridos de la superficie drenante con chorros de agua a presión. Tiene como ventaja la remoción de deposiciones que no se ubican sobre la superficie y la eliminación de los sólidos en suspensión generados por la limpieza.

d. Recomendaciones

- Continuar con las tareas de mantenimiento realizadas en 2007/2014 las que son adecuadas.
- Continuar con la limpieza futura, la que es adecuada.

- Continuar con el aforo total del agua de drenaje, sobre todo las de mayor caudal y observar su comportamiento futuro

C. Cámara espiral. Reparación del revestimiento de acero de la cintura conjugada

a. Recomendaciones:

- En la próxima parada de mantenimiento de la Unidad, se podrá verificar la bondad de los trabajos realizados.
- Como estas tareas se realizarán en las otras unidades, a medida que se produzcan paradas de mantenimiento y se verifique el mismo problema, se podrá a partir de los trabajos realizados mejorar los procedimientos utilizados para resolver el problema de la separación del revestimiento del hormigón de respaldo.

D. Erosión en el lecho disipador del vertedero

a. Inspección subacuática realizada en el año 2011

La inspección fue realizada por buzos del Grupo de la Armada de la República Oriental del Uruguay, bajo la dirección del equipo técnico del Área Civil de CTM.

Los sitios inspeccionados fueron determinados por tipología estructural y en coincidencia con los establecidos en relevamientos anteriores. Ello permitió evaluar la evolución de la erosión respecto de inspecciones anteriores.

Se inspeccionaron:

- Las pilas y las crestas, en una altura de 2,00m medidos desde la losa del lecho disipador hacia la superficie.
- Los dados disipadores, en la totalidad de sus superficies expuestas.
- El muro umbral en sus superficies expuestas y con una proyección hacia aguas abajo sobre el lecho natural de 3,00m.

b. Informe de CTM sobre los resultados de inspección. Estado de las estructuras en marzo de 2011.

De acuerdo al documento “Inspección Subacuática del Vertedero – Marzo de 2011”, entregado por CTM, la situación encontrada por los buzos en esa fecha fue la siguiente:

- Pilas del vertedero.

*Estado en marzo de 2011. Un porcentaje menor de la superficie tenía erosiones con profundidades medias de 5 cm. En mayor medida se trata de desgaste de la capa superficial (2 - 4cm) y sin presencia de material flojo. Donde se encuentra armadura expuesta, el avance de

la afectación es leve, sin presencia de material flojo. Las armaduras están bien ancladas (armaduras sin movimiento ni pérdida de adherencia por vibración al hormigón contiguo).

*Evolución de la erosión respecto de la inspección realizada en el año 1998. Respecto al relevamiento realizado en 1998 no se encontró un avance considerable del proceso erosivo. En el año 2000 se habían realizaron reparaciones con mortero epoxi en determinadas superficies de las pilas 9, 10, 11 y 12. El relevamiento de 2011 mostró esas reparaciones habían dado un resultado satisfactorio.

Consecuentemente, CTM consideró que el procedimiento y los productos utilizados en las reparaciones eran satisfactorios.

- Datos del lecho disipador.

Las superficies afectadas son mayoritariamente bajas y sin avance respecto al relevamiento realizado en el año 1998. El grado de afectación es bajo y también se ha mantenido estable.

- Muro umbral.

La estructura de hormigón no presenta estados de afectación. El paramento vertical del lecho natural que sirve de apoyo para dicho muro no presenta erosiones en la interfaz lecho-hormigón.

c. Evaluación de la información obrante en los Anexos al documento “Inspección Subacuática del Vertedero – Marzo de 2011”, entregado por CTM.

- Pilas del vertedero
- En la Tabla 39 - Erosión en las pilas del vertedero se resume la información contenida en el Anexo I del informe de CTM. Siguiendo a dicho anexo, se consideró que:
- *Erosión baja es la que tiene menos que 10 cm de profundidad.
- *Erosión media a la que tiene entre 10 y 20 cm de profundidad.

Erosión en las pilas del vertedero				
Vano	Grado de afectación	Superficie afectada	Armadura expuesta	Deterioro respecto 1998
1 a 7	Bajo	Baja	No	Igual
8	Bajo	Baja	Si	Igual o mayor
9	Bajo	Baja	Si	Mayor
10	Bajo	Baja	Si	Igual
11	Bajo a medio	Baja a media	Reparada	Igual o mayor
12	Bajo a medio	Baja	Reparada	Igual
13 y 14	Bajo	Baja	No	Igual
15	Bajo a medio	Baja a media	Si	Igual

Erosión en las pilas del vertedero				
Vano	Grado de afectación	Superficie afectada	Armadura expuesta	Deterioro respecto 1998
16	Medio	Media	Si	Igual
17	Medio	Baja	Si	Igual
18	Baja	Media	No	Nueva
19	Medio	Baja	Si	Igual
20	Bajo	Baja	no	Igual

Tabla 39 - Erosión en las pilas del vertedero

- Datos del lecho disipador.

Las superficies afectadas son mayoritariamente bajas y sin avance respecto al relevamiento realizado en el año 1998. El grado de afectación es bajo y también se ha mantenido estable.

Adicionalmente, se observaron muy pocos sectores con barras de armadura expuesta.

- Muro umbral.

La estructura de hormigón no presenta estados de afectación. El paramento vertical del lecho natural que sirve de apoyo para dicho muro no presenta erosiones en la interfaz lecho-hormigón.

Debe agregarse que se observa erosión en la roca aguas abajo del muro umbral.

- Comentarios

Las erosiones observadas en el lecho disipador, en su estado actual no son preocupantes.

El avance de la erosión es lento. Durante el período 1998 a 2011 no se ha producido un avance significativo de los daños.

En las pilas existen zonas con barras de armadura expuestas. Ellas deben ser reparadas para evitar la corrosión del acero.

El procedimiento de reparación utilizado en 2000 dio resultados satisfactorios y puede ser de aplicación en el futuro.

E. Puente Internacional

Se deberá planificar una inspección global de la estructura del puente, examinando el estado de las vigas principales, vigas de arriostamiento, las ménsulas soporte del puente y los apoyos de neopreno.

Esta inspección deberá ser realizada mediante embarcación desde el embalse, se efectuará en todos los tramos correspondientes a las Salas de Máquinas de ambas márgenes y Vertederos.

F. Puente de servicio

- a. La superestructura del puente, de vigas prefabricadas pretensadas con un tablero de hormigón armado y vigas transversales se encuentran en perfectas condiciones estructurales.
- b. Los puntales, conformados por cajones metálicos, presentan un buen aspecto, aunque con cierto deterioro de la pintura de protección.
- c. Los anclajes activos del sistema de pretensado que conforman el sistema de las ménsulas de apoyo se encuentran sin una protección adecuada y con signos de deterioro en la pintura de protección y con aparentes signos de una corrosión insipiente como se aprecia en la Fotografía 285. Los sistemas no son todos de idénticas características.
- d. Los sistemas no son todos de idénticas características y existen tres tipos de anclajes activos diferentes indicados esquemáticos en la Figura 148:
 - El anclaje Tipo 1 que muestra los cables con cabecitas remachadas y la tuerca del anclaje como se indica en Fotografía 288, que es el pretensado normal.
 - El anclaje Tipo 2 que muestra la utilización de barras rígidas de acople y dos tuercas, una en la barra con rosca y otra tuerca que completa anclaje activo como se indica en la Fotografía 289.
 - El anclaje Tipo 3 que muestra la utilización de barras rígidas de acople con una sola tuerca que completa el anclaje activo, como se indica en la Fotografía 290.

Los dos últimos anclajes se utilizaron en los casos que la longitud de las varillas con cabecitas remachadas no tenían la longitud suficiente y fue necesario realizar empalmes

Con relación a las inyecciones solamente en los anclajes Tipo 1 se observa, en muchos de ellos, que las vainas donde se alojan los cables han sido inyectadas, como puede observarse en la Fotografía 288.

En los otros tipos de anclajes no se puede observar el grado de inyección que ha sido realizado.

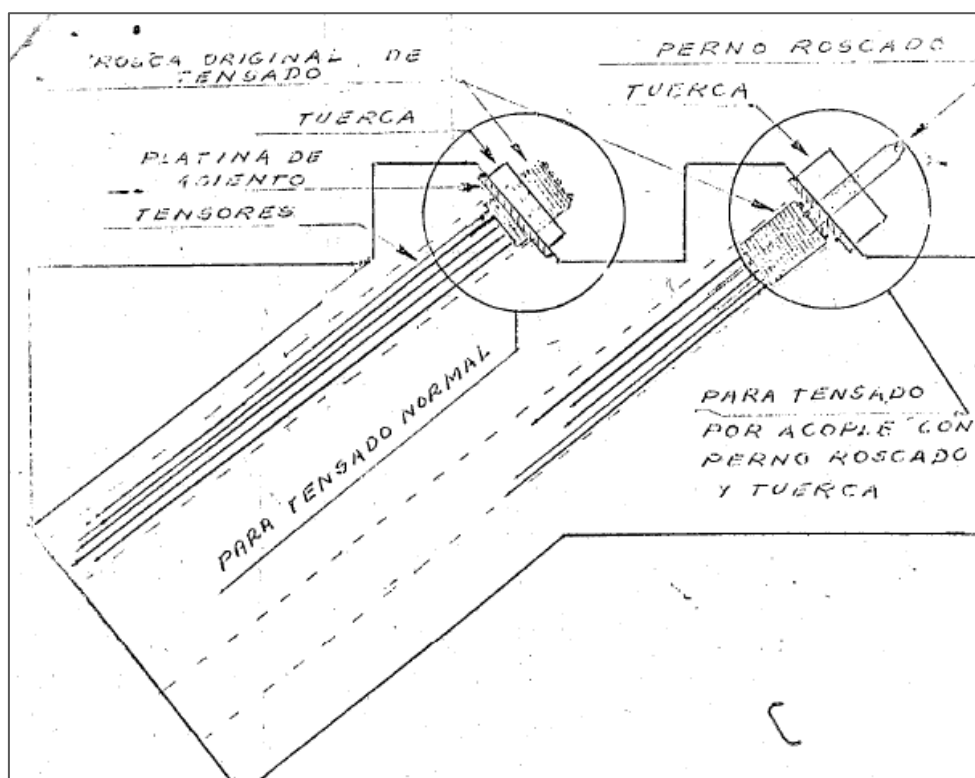
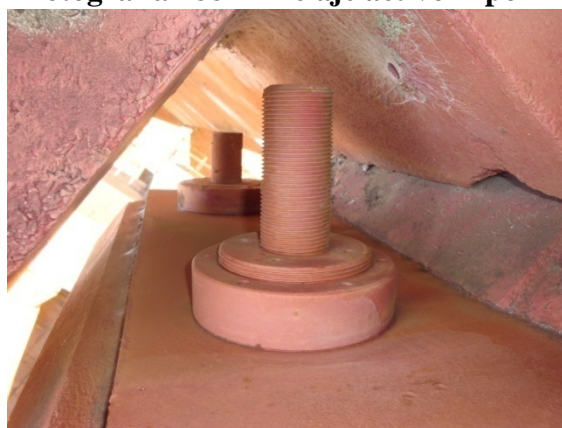


Figura 148 - Tipos de anclajes activos



Fotografía 288 - Anclaje activo Tipo 1



Fotografía 289 - Anclaje activo Tipo 2



Fotografía 290 - Anclaje activo Tipo 3

e. Por otra parte, CTM envió un listado de los trabajos realizados en el que consta que, en el año 2000 se realizó la inspección y reparaciones en vigas de puente de servicio. También CTM envió un plano que indica la ubicación de las perforaciones de investigación de las inyecciones en la Pila 7 y la extracción de testigos en las pilas 6 y 7. No se recibió información sobre los resultados de los estudios y ensayos realizados.

f. De lo expuesto precedentemente resulta que:

- Macroscópicamente no se observan indicios de que la estructura del puente esté comprometida. La superestructura del puente de vigas prefabricadas pretensadas con un tablero de hormigón armado y vigas transversales, se encuentran en perfectas condiciones estructurales.
- Los anclajes activos del sistema de pretensado que conforman el conjunto de las ménsulas de apoyo, se encuentran sin una protección adecuada y con signos de deterioro en la pintura de protección y con aparentes signos de corrosión incipiente.
- El puente fue proyectado como una estructura provisoria, por lo que puede no haberse pensado en la protección de sus elementos constitutivos para una vida en servicio prolongada como la que corresponde a la CHSG.

g. Recomendaciones

Consecuentemente recomendamos que:

- Se investigue el estado actual de las armaduras pretensadas (cables y/o barras de acero) y de los cabezales de anclaje activos, expuestos.
- Hasta tanto se tenga un diagnóstico sobre la base de la investigación necesaria anteriormente indicada, se deberá limpiar los cabezales de anclaje y protegerlos con una pintura anticorrosiva.
- Teniendo en cuenta lo mencionado en el punto anterior, deberá establecerse un protocolo de revisiones y mantenimiento periódico del puente de servicio.

Dichas acciones deben ser archivadas en forma tal de que, en el futuro se pueda seguir la evolución histórica de sus elementos estructurales.

G. Vigas soporte de los gorriones de las compuertas

a. Inspecciones y reparaciones realizadas en el período 1989 / 1993.

- En 1989 se detectaron filtraciones con arrastre de hidróxido de calcio que se visualizaban en la superficie de aguas abajo de algunas de las vigas soporte de los gorriones correspondientes a las Pilas 2, 3, 4 y 19.
- En abril de 1991 CTM investigó el origen y afectación de esas filtraciones. Para ello contó con la ayuda de un técnico de la firma VSL Losinger, que había suministrado el sistema de pretensado.
- Se encontró que algunos tubos de venteo estaban llenos de agua. Cuando se los drenó se observó que de ellos fluía agua clara.
- Se inyectó agua coloreada hacia aguas arriba por los venteos y se verificó que salía por las juntas de construcción entre tongadas.
- Dicha verificación permitió asumir que, en las condiciones de servicio, el agua penetraba por defecto constructivo de las juntas de construcción entre togadas, ingresaba a las vainas por el anclaje pasivo y fluía en su interior a través de defectos de inyección.
- Posteriormente, en los meses de noviembre y diciembre de 1993, se inyectaron con resina epoxi vainas de las pilas 2 (5 vainas), 3 (4 vainas), 4 (2 vainas) y 19 (3vainas), que eran las que tenían filtraciones.

b. Reinyecciones realizadas en 1993

CTM informó que en 1993 se reinyectaron vainas cables pos-tensado de viga gorrón.

c. Situación actual

- En la actualidad, no se observan filtraciones importantes. Existe solamente una nueva filtración con incipiente lixiviación en alguno de los cables de la viga soporte del gorrón de pila 4, la que ya había sido reinyectada en oportunidad de realizarse los trabajos en el año 1993.
- Esto está indicando que la reparación fue adecuada, salvo en pila 4 donde se deberá nuevamente realizar la investigación para detectar los lugares por donde ingresa el agua para luego realizar las inyecciones correspondientes.



Fotografía 291 - Lixiviación en la Viga Gorrón de la Pila 4

d. Recomendaciones

- Realizar una investigación sobre la viga soporte del gorrón de la Pila 4 para determinar la importancia de las filtraciones que se están produciendo y en caso de ser necesario volver a inyectar.
- En el resto de las vigas soporte de gorrón hacer un seguimiento y observar si se producen filtraciones.
- En alguna intervención futura conviene verificar el estado de pasivación de los cables que han tenido las mayores filtraciones. Para verificar el estado de pasivación de cables de pretensado, en situaciones similares a las existentes en las pilas del vertedero, no son de aplicación las técnicas habituales en otras estructuras de hormigón. Ello se debe a las condiciones de acceso a los cables y a los espesores de hormigón existentes entre los cables y las superficies expuestas de la estructura.
- La verificación aconsejada requiere la participación de especialistas en corrosión y aplicación de técnicas novedosas. Estas últimas podrán enriquecerse con nuevos desarrollos y nuevos equipos, que vayan surgiendo durante la vida remanente de las estructuras afectadas.
- En Argentina existen antecedentes de ocurrencias de problemas similares, en el Aprovechamiento Hidroeléctrico de Piedra del Águila, donde también se dieron filtraciones en la zona de cables, que se observaron en las vigas gorriones. Los estudios fueron realizados por especialistas en corrosión de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Las técnicas aplicadas y los resultados obtenidos fueron volcadas por sus autores en la publicación que se adjunta en el Anexo III

- Establecer un protocolo de revisiones y mantenimiento periódico de los soportes de los gorriones. Dichas acciones deben ser registradas en forma tal de que, en el futuro se pueda seguir la evolución histórica de las filtraciones y el estado de pasivación de los cables.

4.10.2 PRESA DE TIERRA

4.10.2.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

A. Coronamiento

- No se observan problemas visibles y el aspecto es normal.
- Se aprecian diferencias de nivel entre el contacto de la obra de hormigón y el arranque de las presas de tierra. La diferencia más notable es del orden de los 3 a 4 cm. Como no se aprecia reparación alguna, este asentamiento diferencial pareciera corresponder a los 40 años de servicio. No se observan dificultades en la circulación de vehículos; tampoco diferencias entre tramos de rieles que pudieran obstaculizar el tránsito ferroviario. El alineamiento de los “flex-beam” es bueno indicando que no existen corrimientos en horizontal del coronamiento.

B. Presa agua abajo – Inmediaciones

No se observan problemas. Se aprecia que de ejecutarse una limpieza y sistematización al pie del talud en un ancho de unos 10 m, para ejecutar una colectora de control de filtraciones, deberán realizarse trabajos más complejos sobre la margen argentina que sobre la margen uruguaya, pero en todos los casos relativamente simples.

C. Taludes

a. Talud agua abajo

No se aprecian desniveles respecto de lo que sería la línea original de talud. Sí se aprecian en zonas localizadas deterioro de los fragmentos de basalto por meteorización. En los extremos de las presas en donde la protección basáltica es somera o no existe, no se observan cárcavas en el tapiz vegetal de recubrimiento.

b. Talud agua arriba

Se observa en general cierto grado de degradación de los fragmentos basálticos del rip-rap. El proceso no caracteriza todo el frente de ambas presas, sino en algunas zonas localizadas.

c. Talud margen izquierda (lado uruguayo).

Se observan en zonas restringidas un cambio de pendiente del talud con desniveles en vertical que podrían estimarse hasta en unos 50-60 cm. Puede deberse a rotación y desplazamiento de fragmentos que han perdido tamaño por intemperización.

d. Talud margen derecha (lado argentino).

Se aprecian áreas sustancialmente mayores que en el caso anterior, con desniveles en vertical que podrían apreciarse en el orden del metro. Este aspecto se presenta mayormente en la presa entre la Central y la Esclusa. No se observa material de acopio que en su oportunidad fuera requerido mantener en margen izquierda como reserva.

D. Otros aspectos

a. Cuneta de pie de presa

No está definida una cuneta integral de pie de presa. El escurrimiento a través de la presa y fundación entre la esclusa y el extremo de margen derecha de la misma, en margen argentina, se capta al pie de la esclusa y se controla con un aforador tipo Thompson. El agua es límpida. Periódicamente se controla el caudal. En el resto de las presas no hay ningún control, pero tampoco se visualizan pérdidas de agua al pie. Entre esclusa y central se observa escurrimiento pero no se puede aseverar su origen ya que lo que trasvasa el aforador tipo Thompson descarga en el recinto de la esclusa para luego conducirse por el pie hasta la laguna contra la central. No se puede discernir si la presa alta genera aportes a dicho escurrimiento.

No se visualizan pérdidas en presa de tierra de margen izquierda

b. Protección vegetal

Se encuentra en los lugares que corresponde

c. Contacto con esclusa de navegación

Aparentemente sin nada objetable.

d. Inspección de galería de inyección y drenaje

Galería en perfectas condiciones. Todo el sistema se encuentra en funcionamiento. Los caudales registrados se presentan en Volumen 2 del Informe General de Instrumentación.

4.10.2.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

El aprovechamiento hidroeléctrico de Salto Grande está en su cuarta década operativa. En marzo de 2015 se efectuó una visita a obra y se mantuvieron reuniones con los responsables del manejo del aprovechamiento. Lo siguiente se refiere a los aspectos de la inspección de la Presa de Tierra. Se basa en las observaciones realizadas y en la documentación recibida sobre aspectos significativos de su comportamiento geotécnico y estructural.

Se considera pertinente incluir los aspectos básicos referidos al proyecto y construcción de las obras cuyo comportamiento se evalúan. Se presentan los datos que permiten la mejor comprensión de las conclusiones de este Informe.

A. Presa de tierra margen izquierda, entre obras de hormigón y “Presa Baja”

a. Características geométricas

Contigua al Muro de Ala y denominada como “Presa Alta”, se extiende en una longitud de aproximadamente 400 m y está cimentada en roca basáltica. Tiene un “núcleo central ancho” con taludes 1:1,25 aguas arriba y 1:1,6 aguas abajo, constituido por suelos cohesivos provenientes de un préstamo cercano denominado Cañada del Sauce y espaldones de roca basáltica producto de voladuras ejecutadas en la zona de estabilidad aceptable. Los basaltos extraídos en las excavaciones de central y vertedero de la primera etapa, fueron acopiados en dos grandes pilas para ser empleados en las presas de materiales sueltos y en las obras de hormigón. Sin embargo, con el paso del tiempo se manifestó un proceso de notable intemperización que afectaba en forma heterogénea al material acopiado. El mismo no pudo ser empleado para los hormigones y solamente una parte del material del acopio pudo ser utilizado en los espaldones. La cubierta externa está constituida por un escollerado de rocas seleccionadas de “basaltos de alta estabilidad” provenientes de la cantera “Paso del Terrible” con un espesor normal al talud no menor de 2,5 m. Entre ambas zonas – enrocado y núcleo – se colocaron materiales con granulometrías de transición incluyendo filtros de arenas medianas y en el talud de agua abajo material de dren de gravas. Los taludes externos son: aguas arriba 1(V):2,5(H), pero en correspondencia con una gran berma agua abajo, contigua a la Sala de Control, la pendiente del talud es 1(V):2(H). La Sala de Control de la Central del lado uruguayo – en voladizo - está cimentada sobre el muro de ala de aguas abajo.

La roca basáltica de apoyo de la presa tiene una configuración muy irregular, con importantes zonas de material muy intemperizado que fue removido totalmente. En correspondencia con el apoyo del núcleo y filtro fino, la superficie fue intensamente tratada con limpieza de agua a presión, con la incorporación de “hormigón dental” en localizaciones que requerían sistematización de pendientes, distribución horizontal de lechada rica en cemento aplicada con cepillos y completando también con una capa integral de hormigón de granulometría fina de aproximadamente 5 cm de espesor mínimo distribuido sobre la totalidad de superficie de roca fisurada. En continuidad con la solera de hormigón integral de contacto en la zona del núcleo, se ejecutó una fila de inyecciones de cemento con presión equivalente al peso total de “la tapada” para asegurarse contra la existencia de oquedades y/o grandes discontinuidades de la roca basáltica de fundación. La superficie de apoyo de enrocados y escollerados solamente fueron tratadas eliminando los basaltos alterados y/o microfisurados. El diseño de las presas

debió ser totalmente modificado con respecto de la configuración original, en consideración a la disponibilidad de materiales aptos y cambios en los programas constructivos.

b. Núcleo

El núcleo está constituido por arcillas limosas. En general se colocaron las arcillas de mayor plasticidad aguas arriba, pero la compactación fue ejecutada en forma homogénea sobre la totalidad de los materiales tratados, empleando rodillos lisos vibrantes de 10 t de peso estático, el espesor de las capas fue entre 25 y 30 cm, la cantidad de pasadas fue regulado para obtener el 98% de la densidad seca máx. correspondiente al ensayo Proctor Normal y se especificó la humedad de compactación en $\pm 2\%$ de la óptima, pero con preferencia sistemática de compactar “del lado húmedo”. Debido a interrupciones durante el proceso constructivo que se mantuvieron en algunos casos varios meses, las superficies fueron protegidas con una capa de arenas finas las que fueron removidas oportunamente. Las arcillas ya colocadas previamente fueron escarificadas en un espesor del orden de los 25 cm, controlada su humedad y re compactadas para proseguir el proceso constructivo de rutina. Las características de resistencia y deformabilidad del material de núcleo habían sido previamente investigadas ejecutando ensayos triaxiales drenados S, consolidados-no drenados R (con y sin medición de la presión neutra) y ensayos no drenados-no drenados Q. Teniendo en cuenta cierta heterogeneidad del material proveniente de diferentes “préstamos” y amplio rango de resultados de los ensayos de laboratorio, se adoptaron valores conservadores de 25° para el ángulo de fricción y relaciones de alto desarrollo de presiones de poros en condiciones no drenadas. La selección de un “núcleo ancho” fue condicionada no solamente por la disponibilidad de materiales sino también teniendo en cuenta los costos unitarios convenidos en el contrato pero de aplicación mandatoria, independientemente de las eventuales modificaciones de proyecto.

c. Enrocados

Los basaltos producto de las excavaciones de Central, Descargador y Vertedero fueron acopiados en grandes pilas localizadas agua abajo de la obra. En el ínterin se apreció un proceso relativamente rápido de intemperización de grandes masas de los basaltos, lo que condujo a ejecutar trincheras de observación del material en el interior de las pilas. El proceso de degradación en porciones significativas se presentó como notable en grandes fragmentos que en un lapso de 2 a 3 meses se transformaban en materiales prácticamente “suelos”.

Una observación mineralógica determinó la presencia de montmorillonitas y celadonitas, que son materiales muy expansivos cuando se hidratan. La capacidad de hidratarse de estos basalto depende en parte de su muy fina fisuración, la que se presenta en forma muy errática, con resultados que para similares contenidos de “materiales verdes” dentro del matriz de roca, el tiempo y grado de deterioro mecánico de la masa de los fragmentos se presente como extremadamente variable. Del examen practicado en el interior de las grandes pilas, se observó que cuando el material estaba sometido a presiones de alrededor de 1 bar o superior, el proceso se reducía drásticamente, lo que condujo a utilizar el material como enrocado en la presa, pero previa selección en la pila y siempre que en la presa estuviera suficientemente confinado.

Este material producto de las grandes excavaciones de la obra de hormigón no pudo ser empleado en los hormigones (como estaba originalmente previsto) ni en los escolleros de la presa de materiales sueltos, ya sea en el talud agua arriba sujetos a la acción de humedad-secado

y oleaje, o al talud agua abajo expuestos a las acciones del clima ; por tanto , la parte exterior de los enrocados fueron tratados como escollerados utilizando basaltos de alta estabilidad provenientes de la cantera “Paso del Terrible” , los que también fueron empleados para los hormigones y , convenientemente triturados , y sólo en algunas localizaciones , como filtros.

Estos basaltos de alta estabilidad y resistencia fueron también empleados para el “rip-rap” de protección contra el oleaje, ya sea en el talud aguas arriba desde cota +25 hasta la cresta (aprox. +40), así como en las partes de talud aguas abajo desde los basaltos de apoyo hasta cota aproximada +24 que se consideró la máxima máxima de inundación.

d. Transiciones y filtros

Estos materiales granulares son de procedencia natural, constituidos por enrocados finos, gravas arenosas naturales y/o procesadas y arenas naturales. Todos los materiales en contacto cumplen con las leyes de filtro determinadas por Terzaghi-Bertram y ajustadas según las normas del Army Corps.

e. Presa baja

Se construyó en la margen izquierda una presa de sección prácticamente “homogénea” apoyada en suelos naturales finos, según progresivas crecientes y con alturas decrecientes a partir de unos 10 m al fin de una transición. Previamente se removieron los suelos superficiales, se colocaron materiales de transición de los suelos gruesos de los taludes exteriores de los espaldones - aguas arriba, 1(V):3(H) – y se ejecutó un “diente” en la trinchera central debajo del materiales de núcleo. Además, se dispuso una solera drenante integral de apoyo del talud aguas abajo.

f. Transición entre “Presa Alta y Presa Baja”

Entre la “presa alta” apoyada totalmente en la roca basáltica y la “presa baja” totalmente apoyada sobre los suelos arcillo limosos naturales, la presa se desarrolla como una transición cimentada en suelos naturales, progresivamente de mayor espesor, cuyo plano de cimentación se aleja de los basaltos. La transición se desarrolla longitudinalmente con una pendiente sistematizada de aproximadamente 1(V): 6(H) con cambio de pendientes en las transiciones y taludes. Para captar las aguas subterráneas aflorantes al tiempo de la ejecución de la obra se debieron construir zanjas de drenaje y soleras complementarias de transición para acoplar las dos geometrías descritas en los párrafos anteriores, como así también pantallas de material de núcleo que fueron compactadas rellenando zanjas previamente ejecutadas para el control de dichos afloramiento y permitir así la correcta compactación del cuerpo “impermeable” de la presa. Los materiales empleados y las características de compactación fueron los mismos que los ya indicados.

En lo que respecta a las evaluaciones de estabilidad de las presas de materiales sueltos, es pertinente hacer el siguiente comentario. Las secciones de las presas en M.I. y M.D. son muy diferentes. Se desarrollaron teniendo en cuenta los requerimientos propios de cada localización, y de los materiales de mejor calidad y menor costo disponibles para cada ubicación. En la relación que se hace por separado se puntualizan algunas peculiaridades que corresponden a cada una de las márgenes.

g. Cálculos de estabilidad

La estabilidad de la presa se estudió verificando coeficientes de seguridad para las distintas condiciones de su vida útil, mediante superficies curvas de falla, empleando los métodos disponibles de Bishop y/o similares.

Se analizaron los casos de fin de construcción, carga en operaciones con el nivel máximo del embalse, descenso rápido del nivel de lago, carga máxima de la restitución, etc. Se introdujeron valores altos del parámetro B efectivo de Skempton en las evaluaciones de sensibilidad. En los contactos del material de núcleo y de las estructuras de hormigón correspondientes a la obra de la Central, se trabajó con humedades por encima del óptimo y sobre compactación.

B. Presa de tierra margen derecha, entre obras de hormigón y esclusa

a. Características geométricas

La longitud total de esta porción de la presa es de aproximadamente 400 m. El perfil estratigráfico natural mostró la presencia de una capa de unos 30 cm de espesor de suelos superficiales con contenido de materia orgánica, seguidos por limos arcillosos con regular cantidad variable de arenas en un espesor de unos 4 a 6 m. Subyacentes se presentan gravas arenosas en general mal graduadas de espesor variable entre 0,5 y 2 m con un pasa T.Nº 200 del orden del 15% que se apoyan en la roca basáltica apreciablemente descompuesta en los primeros metros y fragmentados en profundidad, en un espesor total del orden de los 5 m. La pila litológica muestra luego basaltos III con diaclasamiento predominantemente sub-vertical hasta el máximo de la profundidad explorada.

b. Materiales disponibles

Para la construcción de la presa se disponía en las proximidades acopios constituidos por:

- Basaltos producto de voladuras provenientes del emplazamiento de la Central margen derecha, los cuales fueron discriminados en distintas pilas según las distintas profundidades de la excavación de origen. El volumen total del material obtenido entre cotas +4.00 y -8.50 es del orden de 260.000 m³, pero solamente pudieron utilizarse para ser incorporados a la presa como materiales de aceptable durabilidad, unos 180.000m³. Los basaltos obtenidos entre cotas -8.50 y -19.00 pudieron ser empleados en su totalidad con un volumen del orden de 185.000 m³. El volumen de los obtenidos entre cotas -19 y fondo de la excavación fue del orden de los 45.000 m³. Por tanto, se dispusieron de unos 230.000 m³ de basaltos de primera calidad y granulometría y 180.000 m³ de segunda calidad debido a su fragmentación y estabilidad litológica.
- Limos y arcillas arenosas, provenientes de las excavaciones en el sitio de la presa y que predominantemente corresponden a materiales SC o CL. Este material se excavó con frente vertical lo que permite la mezcla de los suelos diferenciados por su estratigrafía horizontal. Los suelos se acopiaron en capas horizontales constituyendo un acopio especial, cuya explotación se efectuó también con frente

vertical. Estas operaciones permitieron una homogeneización suficiente como para ser colocados en capas compactadas en la zona correspondiente al núcleo. El volumen disponible de estos suelos cohesivos es aproximadamente 275.000 m³ pero podían obtenerse unos 80.000 m³ adicionales ampliando las excavaciones agua debajo de la presa.

- Gravas arenosas provenientes del yacimiento Ayuí, aguas abajo del emplazamiento, con granulometría media en peso del 72% de partículas tamaño mayor a T.Nº 4 ; 24% de material con partículas entre T.Nº 4 y T.Nº 200 y un pasa T.Nº 200 del 4%. Con características granulométricas similares se disponían gravas arenosas en yacimientos agua arriba. El total de este material económicamente utilizable fue del orden de los 840.000 m³. Pudieron obtenerse en forma diferenciada para su explotación aproximadamente en un tercio del volumen total gravas arenosas sin finos plásticos y un pasa T.Nº 200 < 8%, o sea algo más de 250.000 m³; el resto presentaba un pasa T.Nº 200 entre el 8% y el 13%, en parte con finos plásticos.
- Arenas limpias o ligeramente limosas, con no más del 12% bajo el T.Nº 200, que clasifican como SP o SP-SM, en un volumen no inferior a los 500.000 m³.
- Fragmentos de basalto producto de voladuras, con un volumen disponible del orden de 230.000 m³ con destino espaldón aguas arriba y 180.000 m³ para el espaldón aguas abajo.
- Fragmentos de basalto producto de voladura proveniente del yacimiento Paso del Terrible, apto para su utilización como escollero (Rip-Rap), en volumen disponible de acuerdo con requerimiento.
- Como materiales adicionales que podían disponerse para la construcción de la presa de tierra se tenían suelos cohesivos constituidos por arenas arcillosas/arcillas arenosas de mediana plasticidad localizadas en un yacimiento cercano al Gualaguaycito, aguas arriba del emplazamiento, con un volumen disponible de 750.000 m³.
- Con los materiales indicados se construyó la totalidad de la presa de margen derecha pero solamente se utilizó parte de estos volúmenes, lo que obligó a una cuidadosa zonificación para establecer las secciones de la presa.

c. Propiedades de los materiales

- Los suelos cohesivos provenientes de las excavaciones en el lugar y que fueron reusados para el núcleo, quedan definidos por curvas granulométricas con banda muy ancha dada su variabilidad; lo mismo puede decirse respecto a las características de plasticidad. El procesamiento previo de doble mezcla produjo suficiente homogeneización como para poder establecer los límites inferiores de las propiedades mecánicas que se emplean en las evaluaciones de estabilidad y deformabilidad del terraplén compactado.
- De un huso granulométrico originalmente amplio se logró un material que queda limitado dentro de una banda granulométrica mucho más estrecha. Sin embargo, para determinar las características granulométricas del material en contacto, se

tuvo en cuenta el límite que determina el material más fino. El D85 correspondiente es igual a la abertura del T.Nº 200; 0,074 mm, por lo que el D15 del material en contacto más grueso es $5 \times 0,074 = 0,37$ mm. La condición se satisface para las arenas SP o SP-SM naturales; las mismas arenas lavadas de tal manera de obtener un p. T.Nº 200 < 5%, o arenas provenientes de las gravas arenosas cortadas en el T.Nº 4 no se fisura y pueden emplearse para el contacto aguas abajo para evitar la erosión interna y facilitar la caída de la línea superior de flujo.

- Las arenas limpias lavadas provenientes de las gravas arenosas protegen el material del núcleo o las SP o SP-SM. Por otra parte, el D85 para dichas arenas lavadas es del orden de 2,5 mm; el D15 máx. de las gravas provenientes de las gravas arenosas cumple con la condición de filtro D15 < 12,5 mm.
- Es de hacer notar que estas relaciones se cumplen bien con las gravas provenientes de Ayuí pero podían resultar no totalmente satisfecha para las gravas provenientes del yacimiento aguas arriba. Los valores medios estadísticos sí cumplen todos los requerimientos, por lo que debieron verificarse “in situ” las condiciones particulares D15 filtro < 4 a 5 D85 material a proteger.
- Teniendo en cuenta que dichos materiales se obtienen por procesado y se disponen en pilas, las características granulométricas de los materiales producidos corresponden a los valores medios. Por otra parte se observa que el D85 de las gravas más finas obtenidas por procesado es del orden de 14 mm; el D15 del enrocado fino es de 45 mm, o sea $45\text{mm} < 5 \times 14 = 70\text{mm}$.
- Los materiales especificados para la presa son:
 - Núcleo – Zona 1 - malla Standard * % pasa: 1 1/2” * 100; 3/8” * 85/100; Nº16 * 70/100; Nº50 * 50/100; Nº200 * 25/85. Límite Líquido < 60.
 - Arenas SP o SP-SM Zonas 2 y 2· 3/8” * 100; Nº4 * 95/100; Nº 40 * 25/95; Nº100 * 0/20 (0/10 para 2·); Nº 200 * 0/ 12 (0/5 para 2) finos no plásticos (material 2, a. arriba – material 2·, agua abajo del núcleo.
 - Arenas provenientes de procesado y lavado de las gravas arenosas – Zona 3 3/8” * 100 , Nº4 * 85/100 ; Nº 10 * 50/80 ; Nº40 * 20/40 : Nº100 * 0/12 ; Nº200 * 0/5 (finos no plásticos)
 - Gravas arenosas (Zonas 4 y 4·) 3” * 85/100; 3/4” * 35/95; 3/8” * 15/70; Nº4 * 10/45; Nº40 * 3/25; Nº200 * 0/5 (0/10 para el mat.4). El material 4· se coloca a. arriba y el 4 a. abajo. e) Gravas provenientes de procesado de gravas arenosas 6” * 100; 3” * 75/100; 3/4” * 30/90; 3/8” * 10/50; Nº4 * 0/10; Nº10 < 3. f) Enrocado fino proveniente de las excavaciones de la Central. Zona 6 24” * 100; 6” * 50/100; 1 1/2” * 10/50; 3/8” * 0/15.
 - Escollero (Rip-Rap) Las características de este material son iguales a las correspondientes a la presa margen izquierda.

d. Cálculo de estabilidad

Se han ejecutado las verificaciones correspondientes sobre superficies potenciales cilíndricas de falla y para las condiciones: a) fin de la construcción; b) descenso instantáneo del nivel del

lago; c) con embalse lleno. Las secciones estudiadas fueron las correspondientes a formas optimizadas en consideración a los materiales disponibles, valorizando los coeficientes de seguridad empleando los parámetros de resistencia al corte mínimos y máximo desarrollo de las presiones neutras. Además, se efectuaron verificaciones del talud agua abajo para los niveles de máxima inundación, considerando superficies potenciales de falla planas en posibles zonas de roca muy meteorizada. Todas estas verificaciones no presentaron novedades respecto a los análisis convencionales.

e. Colocación y compactación de los materiales

En general la colocación y compactación de los materiales siguieron las pautas convencionales establecidas en este tipo de obras. En particular:

- Núcleo: El material se compacta con una densidad seca no menor al 98% de la densidad seca máxima correspondiente al ensayo Proctor Normal (ASTM-D-98). En las zonas correspondientes a los contactos con la fundación, con el dique de hormigón y con la esclusa, la humedad de compactación era +2 % de la humedad óptima.
- Arenas y gravas arenosas: La densidad relativa no será menor al 75%. Durante la colocación y compactación de las zonas constituidas por gravas arenosas, filtros de arena o grava, se minimiza la segregación de los materiales de tal manera que en todos los puntos de las áreas de contacto se cumplimenten las condiciones de filtro. Cuando se requiriera, antes de la colocación de una capa se procede a la escarificación de la anterior.
- Enrocado: En el talud aguas arriba durante el proceso de colocación y compactación se agregó agua mediante monitores en cantidad del 25% respecto del volumen. En un espesor de 3 m medidos en horizontal y contiguo a la zona de gravas el material que constituye el enrocado fue seleccionado de las pilas de tal manera que el tamaño máximo no resulte superior a 1 2"; el espesor compactado en esta sub-zona no fue mayor a 30 cm. El Rip-Rap suprayacente se colocó siguiendo el procedimiento aplicado para la margen izquierda.

Se ejecutó un terraplén de prueba que incluyó al menos los siguientes materiales: material de núcleo, arenas SP o SP-SM y gravas arenosas; los procedimientos de ejecución en la presa se ajustaron a los resultados obtenidos en dicho terraplén de prueba y a las observaciones efectuadas durante la construcción general.

f. Contactos de la presa con la fundación

- Tratamiento de la fundación en el contacto con el núcleo: En todas las zonas en donde la fracturación de la roca resultó notoria se procedió de igual manera que en el dique de margen izquierda colocando una capa de mortero plástico. Si los resultados de absorción de cemento en los primeros 5 a 10 m de roca inyectada en la cortina de inyección lo indicó, se procedió al tratamiento de consolidación de la roca debajo de la totalidad del área de contacto del núcleo con la fundación. Esto se realizó mediante la inyección a t aladro completo de perforaciones ejecutadas con equipos neumáticos distribuidas según una malla de 5 m de separación. Para la sistematización de la superficie de la roca, no se emplearon

explosivos, los cuales podían ser eventualmente utilizados con estricto control en zonas aisladas empleando cargas reducidas y micro retardo para minimizar la alteración del macizo. En dichas zonas se desarrollaron con especial prolijidad el tratamiento de consolidación. En general se procedió como en el dique de margen izquierda en lo que respecta a limpieza de roca, relleno de oquedades, sistematización de pendientes máximas, utilización de lechadas de cemento, mortero, arena-cemento u hormigón.

- Tratamiento de la fundación para el contacto con los espaldones: Los espaldones se apoyan sobre roca o sobre gravas arenosas que se encuentran sobre los basaltos V según se indicaba en los resultados de las investigaciones. En el espaldón aguas arriba y en las áreas correspondientes al contacto con las arenas provenientes de las gravas arenosas, se examinaba cuidadosamente el estado de la roca; si la misma presentaba fisuras cuyo tamaño permite la fuga de la arena durante el descenso rápido (D_{15} de la arena/ancho fisura $< 1,2$), se procedía a la aplicación de lechada de cemento o mortero colocando en cualquier caso una capa de grava arenosa limpia. En las áreas correspondientes al apoyo de gravas arenosas o gravas, sobre las gravas arenosas, sobre las gravas arenosas existentes en la fundación se aseguraban los requerimientos correspondientes a las condiciones de filtros. En el talud aguas abajo, iguales precauciones para el contacto con las arenas. En el contacto de la solera de gravas bajo las gravas arenosas existentes se aseguraban las condiciones de filtro con el objeto de evitar el arrastre de finos de la fundación hacia la solera. En ambos casos, en toda el área de apoyo constituida por gravas arenosas naturales, las mismas eran convenientemente niveladas y compactadas con un mínimo de 4 pasadas de rodillo vibrante. Con respecto a esto último y teniendo en cuenta las posibles faltas de homogeneidad en los espesores de estas gravas arenosas, se disminuían las pasadas de rodillo en todos aquellos lugares que el espesor resultaba inferior a los 50 cm, pudiendo ser suficiente en este caso la sistematización efectuadas con topadoras de orugas (D-9).

g. Contacto de la presa con las obras de hormigón

Para el contacto entre el núcleo y el elemento de transición del dique de hormigón, resultaba de aplicación lo dicho anteriormente respecto a la humedad de compactación y calidad del material. Lo mismo para el contacto con la esclusa, y en este caso a ambos lados de la misma, empotrada a la estructura de hormigón se colocó una pantalla flexible con imprimación asfáltica que penetra en el núcleo y permite los movimientos diferenciales, para reducir el gradiente de percolación. Para este último caso y durante la construcción, los niveles a ambos lados del material que se compactaban en capas, no diferían en más de 25 cm.

h. Control de filtraciones

El volumen de agua percolada a través de la fundación no resulta significativo para esta obra. Sin embargo, se ha considerado conveniente la ejecución de una cortina de inyecciones de una

sola fila y realizada en etapas primaria, secundaria, etc., para el control del estado general del macizo a todo lo largo de esta parte de la presa y precaver el eventual arrastre de finos. El contacto con el núcleo se efectuó mediante un tratamiento previo de lechada de cemento y capa de hormigón fino.

i. Instrumentos

Fueron previstos puntos de referencia sobre los taludes, asentímetros y unos pocos piezómetros para el control de deformaciones y verificación del desarrollo de la presión neutra, como se muestra en los Planos de Proyecto.

C. Presa de tierra margen derecha entre esclusa y extremo de progresivas (“presa baja” margen derecha)

Entre la esclusa y hacia el extremo de la presa la obra se extiende unos 500 metros, con alturas decrecientes a medida que aumentan las progresivas. La estratigrafía bajo la presa puede describirse en forma simple de la siguiente manera:

- Una capa de unos 30 cm de espesor de suelos superficiales con contenido de materia orgánica.
- Arenas arcillosas medianamente densas y densas en espesores crecientes con las progresivas de unos 7 a 15 metros.
- Un estrato de transición constituido por gravas arenosas o arenas con gravas densas, de espesores variables entre 1 a 3 m, algo cementadas.
- La roca basáltica. Se pueden diferenciar estratos o lentes de arcillas o limos plásticos de 4 a 7 m de espesor dentro de la formación general areno-arcillosa, con techo a unos 7 a 9 m de profundidad respecto del terreno natural. Los valores de permeabilidad de las arenas arcillosas y/o limosas son menores a 5×10^{-4} cm/s. Para las gravas arenosas puede también adoptarse este valor aun cuando los ensayos de campo muestran en general magnitudes menores.

a. Materiales disponibles

- Basaltos producto de voladuras ya indicados anteriormente.
- Limos y arcillas similares a los descritos para el núcleo de la porción de presa ya descrita anteriormente.
- Gravas arenosas provenientes del yacimiento de Ayuí y de aguas arriba de la presa. Las propiedades físico-mecánicas de estos materiales ya han sido descriptas. Con los valores más desfavorables de los parámetros respectivos se efectuaron las verificaciones de estabilidad mediante los métodos convencionales de equilibrio límite.

b. Colocación y compactación de los materiales

- Los suelos superficiales fueron excavados y acopiados para ser destinados a áreas de parquización.
 - El plano de apoyo de la presa se ubicó aproximadamente a unos 2 a 3 m de profundidad, verificando previamente las condiciones de todas las superficies de apoyo. Eventualmente se ejecutó aguas arriba un diente en trinchera de material de núcleo compactado y una trinchera longitudinal rellena con material permeable que actúe como una expansión de la solera drenante.
 - En la zona correspondiente al actual talud 1.5 (H): 1(V) de la excavación ejecutada para la esclusa, el apoyo se desarrolla según una pendiente 3(H): 1(V). En las zonas que queden expuestas las gravas arenosas conglomerádicas, se garantizó el cumplimiento de las condiciones de filtro para el material de contacto; previo a la colocación de la primera capa, el terreno de fundación se compactó de similar manera al material del terraplén.
- c. Control de filtraciones e instrumentación

Se incluyen en los planos de proyecto los detalles del tratamiento de la fundación en la zona cercana a la esclusa, lo mismo que la localización de los instrumentos a colocar en esta zona de la presa.

D. Fundaciones de las centrales y obras de evacuación

Las obras de hormigón son las convencionales para este tipo de obras, con centrales espejadas correspondientes a cada margen, que tienen un desarrollo vertical máximo de aproximadamente unos 70 m. El vertedero central descarga sobre una pileta de aquietamiento relativamente “corta” con dados de disipación de energía, con una platea apoyada sobre los basaltos excavados horizontalmente que está totalmente drenada mediante “medias cañas” con cruce ortogonal. Las medias cañas están apoyadas sobre el basalto con “hormigón poroso” muy rico en cemento y colectan a su vez un sistema de drenes constituidos por talados subyacentes perforados con retro percusión. Ante la eventual erosión de los dados de disipación, se discutió sectorizar longitudinalmente la estructura de amortiguación al pie del perfil vertedor para facilitar requerimientos de mantenimiento.

E. Conclusiones y recomendaciones

De las observaciones directas realizadas en obra, y de la documentación facilitada por CHSG y estado del mantenimiento de la presa, surgen las siguientes conclusiones:

a. Coronamiento de la presa

No se observan problemas visibles de operación y/o geometría. El aspecto general es normal y se aprecia un tránsito regular de vehículos. Se manifiesta una diferencia de nivel entre el contacto de las obras de hormigón y los arranques de las distintas secciones correspondientes de las presas de materiales sueltos, pero la diferencia de nivel más notable apreciada no supera un número del orden de los 3 a 4 cm. Como no se tiene conocimiento de reparaciones

efectuadas en el pasado, estos asentamientos diferenciales parecieran corresponder a los más de 30 años de servicio. Algunos elementos del pavimento articulado muestran deterioro producido por el tránsito debido a asientos localizados, pero no se observa que generen obstáculo para el tránsito.

Recomendaciones

Restituir bloques de hormigón deteriorados o niveles diferenciales reponiendo base de asiento y sellos interbloques. Si no se dispone de stock de bloques, sistematizar niveles con una capa de concreto asfáltico en caliente o una mezcla de agregado granular con emulsión asfáltica en frío. Para el caso de la línea férrea, en caso de requerirse, proceder en la forma convencional empleada para el caso en extremos de rieles.

b. Talud agua arriba

Se observa en general cierto grado de degradación de tamaño de los fragmentos basálticos del escollero (Rip-Rap). La situación se manifiesta principalmente en la zona de la presa M.D, entre la obra de hormigón y la esclusa. Hay alguna irregularidad local de niveles de hasta unos 50-60 cm en zonas aisladas de la Presa Alta de la M.I. Se considera que la causa de estas deficiencias respecto del talud original, pueden ser independientes y concurrentes:

- Intemperización y pérdida de volumen de los fragmentos del escollero.
- Desplazamiento y rotación por descalce de los fragmentos mayores.
- En la M.D. y entre Central y Esclusa, corrimiento de porciones del escollero en zonas en donde la cota de la base se encuentra por encima de la cota +25 del Proyecto original. Esto último debido a ciertos períodos de operación en las proximidades – por encima y debajo – de la cota +30. La línea superior del talud del escollero entre Central Derecha y Esclusa presenta desniveles estimados de hasta en unos 1,5 m en vertical. En las condiciones actuales no se consideran riesgos a corto plazo, pero es necesario reponer la línea original de talud.

Recomendaciones:

Reponer material de escollero para restaurar las líneas originales del talud. Los tamaños de fragmentos de roca dura y durable se consideran más abajo. El volumen a reponer podría estimarse en unos 5000m³. Las características granulométricas del escollero pueden evaluarse como sigue:

- RIP RAP Roca basáltica producto de voladuras γ_s (t/m³) = 2,85
- Altura de ola: Gaillard/Molitor + 30% $H(ft) = 1,3 \{ 0,17 [V(mi/h) \cdot D(mi)]^{1/2} \}$
- Velocidad del Viento $V = 70$ mi/h ; Fetch $D = 9$ mi
- $H = 1,3 \times 0,17 \times (70 \times 9)^{1/2} = 5,5$ ft = 1,69 m
- Peso fragmento medio $W_{50}(t) = [\gamma_s/(m^3) / kRR \cdot ctg\beta] \cdot [H(m) / (\gamma_s/\gamma_w) - 1]^{1/3}$
- $W_{50} = (2,85/4 \times 2,5) \cdot (1,69/2,85 - 1)^{1/3} = 0,217$ t

- Diámetro equivalente fragmento medio $D_{\text{medio}} = 1,1 (W_{50}/\gamma_s)^{1/3}$
- $D_{\text{medio}} = 1,1 (0,217/2,85)^{1/3} = 0,47 \text{ m aprox. } 11/2 \text{ ft} = 18''$
- $W_{\text{máx}} = 4 \times W_{50} = 0,87 \text{ t}$; $W_{\text{mín}} = 1/8 \times W_{50} = 0,027 \text{ t}$

Teniendo en cuenta una posible degradación de tamaño y/o rotación por descalce de fragmentos, se adoptan los siguientes valores:

- $W^*_{50} = 1,5 \times W_{50} = 1,5 \times 0,217 = 0,325 \text{ t}$
- $D^*_{\text{medio}} = 1,1 \times (0,325/2,85)^{1/3}$, aprox. 0,55 m ó 21'' á 22''
- $W^*_{\text{máx}} = 1,3 \text{ t}$ ($D^*_{\text{máx}} = 0,85 \text{ m}$) , $W^*_{\text{mín}} = 0,040 \text{ t}$ ($D^*_{\text{mín}} = 0,26 \text{ m}$)

Se deja aclarado que la fecha de inspección fue realizada en marzo 2015. En la fecha correspondiente a la emisión de este informe ya se había realizado la obra de mantenimiento del enrocado.

c. Talud agua abajo

No se aprecian desniveles sustanciales respecto de lo que sería originalmente la línea del talud, pero sí deterioros de fragmentos de basalto por meteorización. En los extremos de las presas de M.I. y M.D. en donde la protección de basaltos es somera, no se observan cárcavas en el tapiz vegetal de recubrimiento.

Recomendaciones:

En zonas localizadas restituir niveles con el material de escollero considerado anteriormente.

d. Toda la zona longitudinal de pie de obra de materiales sueltos

No se observan novedades salvo la localización del escurrimiento que se manifiesta en la zona de M.D. de la Esclusa. En extensos tramos, no se puede apreciar el terreno natural que se extiende agua abajo a pie de presa debido al desarrollo de vegetación.

Recomendaciones:

Proceder a la limpieza integral agua abajo a lo largo de las presas M.I. y M.D. Ejecutar en un ancho de 5 a 10 m una excavación de aproximadamente 50 a 60 cm de profundidad respecto de la línea de pie de talud y restituir niveles conformando un filtro invertido disponiendo en un espesor de unos 20 a 30 cm arena graduada limpia similar a la empleada para hormigón apoyada en el fondo de la excavación previamente practicada. Suprayacente, colocar una capa de gravas limpias tamaño máximo 3'' y p.T.Nº 200 < 5% de espesor aproximado a los 30 cm. Esta solera drenante puede emplearse para colocar cualquier sistema de recolección, direccionamiento y control de caudales – en tramos o en la totalidad de la línea – que interese; en particular las filtraciones que se observan en M.D. y en la zona de la Esclusa.

e. Protección vegetal

En donde corresponde, no se observaron novedades de interés.

f. Contacto de la presa de materiales sueltos con esclusa de navegación

No se observaron mayores novedades que las diferencias de niveles en el coronamiento ya señaladas. No se observaron novedades estructurales en la Esclusa en correspondencia con el contacto.

F. Adenda

Durante la ejecución del Proyecto y Construcción de Salto Grande, se tuvo conocimiento de posibles mayores requerimientos de evacuación de caudales para circunstancias extraordinarias, derivadas de reexámenes hidrológicos que incluían futuras modificaciones de las condiciones en la cuenca alta del río. Atendiendo a esta circunstancia se adaptó el proyecto de las “presas bajas” para que actuaran como eventuales “vertederos fusibles”. En efecto, en caso de sobrepaso, las zonas de Presa Alta en M.I. y M.D. en correspondencia con progresivas entre Centrales y Esclusa, tienen una reserva de estabilidad contra la erosión que provee el enrocado y cubierta de material de escollero de agua abajo. En cambio, los extremos de la presa, tanto en M.I. como en M.D. tienen una somera protección en el talud de agua abajo más fácilmente erosionable. En caso de sobrepaso, primero se producirá la erosión de estas zonas extremas de la presa, incluyendo su fundación, que está constituida por los suelos originales. Una erosión en aproximadamente 200 metros longitudinales a ambos lados, supone una descarga adicional muy considerable. Si la erosión determinara una lámina de unos 6 a 8 m, el caudal por m. erogado resultaría – en una muy grosera aproximación - del orden de $Q = 2 \times 6^{3/2} \text{ m}^3/\text{s}$, que es aproximadamente unos $30 \text{ m}^3/\text{s}$ /m, o sea que la descarga adicional resultaría de unos $200 \text{ m} \times 2 \times 30 \text{ m}^3/\text{s}$, aproximadamente unos $10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ de erogación adicional. Este caudal es aún mayor que lo que pueden erogar las centrales con las turbinas en bandera. Desde ya, que si el caudal de entrada aumenta, también aumentaría la erosión y por tanto la capacidad de evacuación.

Durante la visita a obra se tuvo conocimiento que las eventuales modificaciones aguas arriba del embalse podrían considerar una crecida máx. máxima que supera la del Proyecto original. Si se acepta el funcionamiento como “fusibles” de los extremos de las presas, se puede acondicionar en forma muy económica a la obra para este evento. Por ejemplo puede construirse un modesto muro de HºAº en L sobre el borde del puente y coronamiento a lo largo de los tramos de presa alta en M.I. y M.D. de unos 0,9 m de altura que se continúa en otros 200 m contiguos a ambos lados, con una altura del murete de 0,45 m (Ver Anexo III). La erosión se iniciará por los extremos avanzando hacia el centro, e inclusive, si sobrepasa este murete bajo, erosionará tramos adicionales de las presas bajas aumentando también progresivamente la erogación en esta extrema situación.

Esta eventual solución - que evitaría la necesidad de construir una obra de alivio adicional - debe ser reexaminada a la vista de los nuevos datos de la hidrología que se encuentra en proceso de reajuste.

No obstante la función prevista para el muro es la de contener temporariamente la sobreelevación del embalse originada por una crecida extraordinaria y proteger el sector de la obra, correspondiente a las centrales, donde una inundación produciría una importante inutilización de equipamiento electromecánico. Es necesario desarrollar esta propuesta para determinar si esta solución es viable o si tiene demasiados problemas insalvables que no la hacen aconsejable. Entre los problemas que es necesario estudiar y solucionar tiene que ver con los cierres hidráulicos del muro, el sector de esclusa y principalmente el nivel +39.00 de las Centrales.

4.10.3 AUSCULTACIÓN Y VIGILANCIA

4.10.3.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

A. Obra de hormigón

En las galerías de drenaje se observaron los sistemas de auscultación consistentes en:

- a. Inclínómetros de péndulo directo e invertido. Durante la inspección de las galerías pudo observarse la instalación de los equipos y las mediciones que en ese momento se estaban realizando.
- b. Piezómetros: se observaron a lo largo de las galerías de drenaje que los sistemas de piezómetros de cuerda vibrante no funcionan. Los que se encuentran funcionando son las celdas de carga (piezómetros hidráulicos).
- c. Sistema de medición de desplazamientos horizontales en juntas de contracción entre módulos de centrales o vertederos.



Fotografía 292
Local para el instrumental de medición - inclinómetros



Fotografía 293
Sistema para medición de desplazamientos horizontales



Fotografía 294
Manómetros del sistema de piezómetros

B. Presa de tierra

Durante la visita el personal de planta encargado del Control y Seguimiento describió el instrumental para auscultación de presa y su estado de situación. Los resultados de las mediciones se encuentran en el Volumen 2 del Informe General de Instrumentación.

4.10.3.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

A. Piezómetros de cuerda vibrante

No funcionan.

B. Piezómetros Tubo Abierto, Pozos de Fundación y Freatímetros

En operación. Mediciones; sin novedades significativas, en consideración al cambio periódico en el nivel del embalse, cota de restitución en inmediaciones de las márgenes del río, y a la influencia de lluvias de variable intensidad. Mediciones erráticas y discontinuas durante los primeros años. En piezómetros, no mayores a las máximas consideradas en el Proyecto. Se ejecuta un programa de limpieza de tubos filtrantes de pie y ejecución eventual de freáticos adicionales.

Los piezómetros de tubo abierto freáticos funcionan todos. Los que no están funcionando son los piezómetros hidráulicos de presa de tierra, con puntos de control en núcleo y fundación.

Recomendaciones

Restituir funcionamiento en los instrumentos recuperables y sistematizar lecturas.

Para los piezómetros hidráulicos de presa de tierra realizar el plan de acción propuesto por CTM para recomponer las plantas des-aireadores y evaluar potencial recuperación de algún piezómetro.

C. Asentímetros de brazos cruzados

Las mediciones en estos instrumentos son generalmente de interés en los primeros años de la construcción del terraplén.

Dos de los tres instrumentos están activos, tiene registros con algunos periodos sin lectura

D. Control de asentamientos mediante jabalinas

Las existentes - fundamentalmente las dos a los lados de la Esclusa – captaron mediciones desde 1979, pero luego los registros se discontinuaron, habiéndose reiniciado en los últimos años. Se midieron asientos en el primer año valores del orden de los 4 cm. En el reinicio, se anotaron hasta la fecha un par de centímetros adicionales. Los asentamientos de los terraplenes en relación con el nivel del Puente Internacional no son relevantes para la circulación de vehículos.

E. Medición de caudales

En la obra de hormigón: se aforan caudales del sistema de alivio de supresiones, y filtraciones por las juntas.

En las presas de tierra: se controla caudal localizado al pie de presa en la línea del muro derecho de la esclusa. El caudal mantenido es del orden de 2 l/s; el agua que escurre a través de un aforador tipo Thompson es límpida.

Recomendaciones

Luego de ejecutada la solera filtrante, localizar afloramientos significativos y conducirlos a un aforador como el actualmente existente, eventualmente sectorizando los tramos de interés. Controlar mensualmente el caudal sólido eventualmente erogado.

De la observación practicada “in situ”, no se aprecia ninguna situación visible insatisfactoria para la normal operación del embalse.

4.10.4 ESCLUSA DE NAVEGACIÓN – GALERIA NIVEL +17.00

4.10.4.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

La esclusa de navegación se encuentra inconclusa porque solo se construyó la estructura de hormigón y los tableros para el cierre aguas arriba de esta. En años recientes se construyeron un conjunto de nuevos tableros que se ubicaron agua abajo de los primitivos y se utilizaron para poder realizar tareas de inspección y mantenimiento en los tableros originales.

La esclusa posee dos galerías que se desarrollan a lo largo y en ambos muros laterales, entre los niveles +33.00 y +35.00 destinada a los túneles de cables. Una galería subterránea se desarrolla transversal a la dirección de la esclusa, en el nivel +17.00, que se conecta a ambas galerías superiores mediante un pozo de vinculación, indicados con líneas rojas en la Figura 149 y en la Figura 150. Dicha galería se encuentra en el bloque 2 y solo tiene acceso desde los túneles de cables ubicado en la cota +35.00, sin escaleras para acceder. Actualmente dicha galería se encuentra inundada al igual que los pozos de acceso hasta el nivel del embalse y se desconocen las razones por las cuales se ha producido esta inundación.

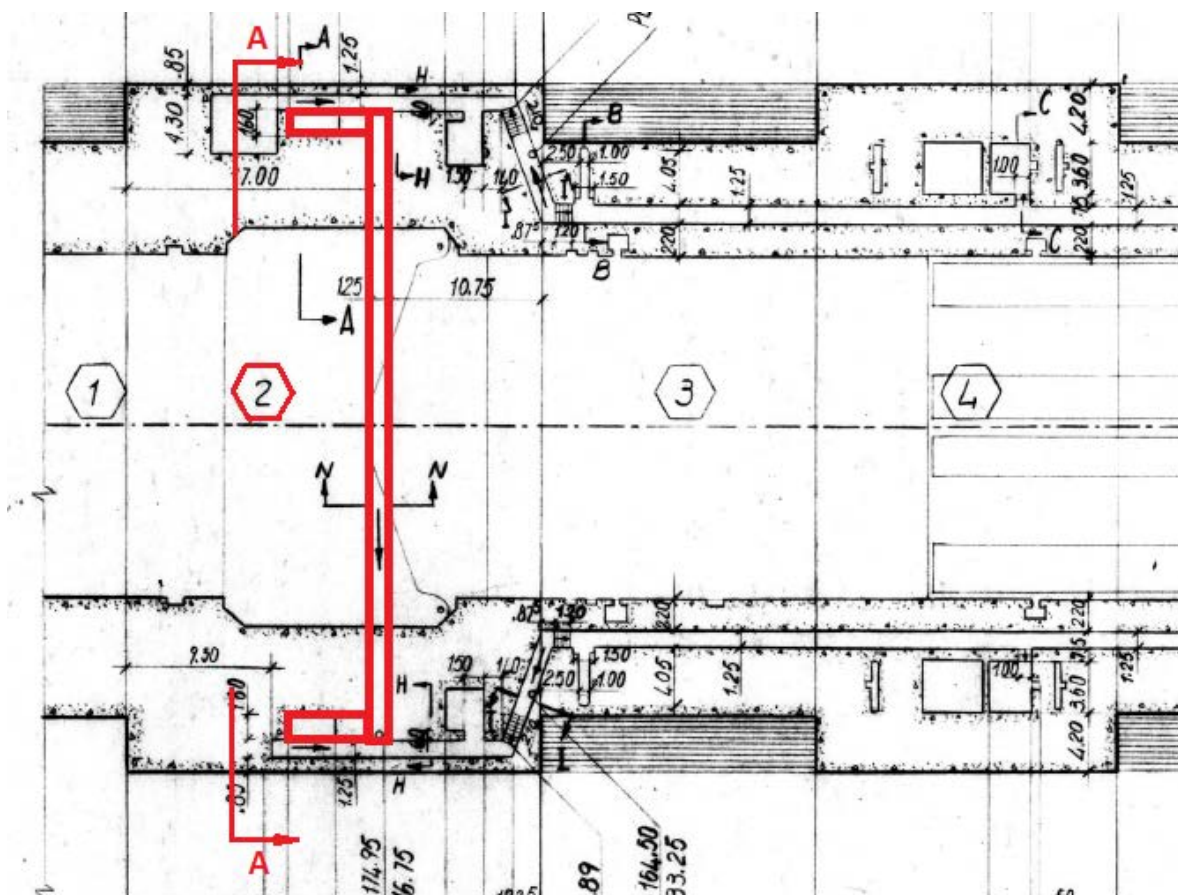


Figura 149 - Galería de inspección en bloque 2 – Planta

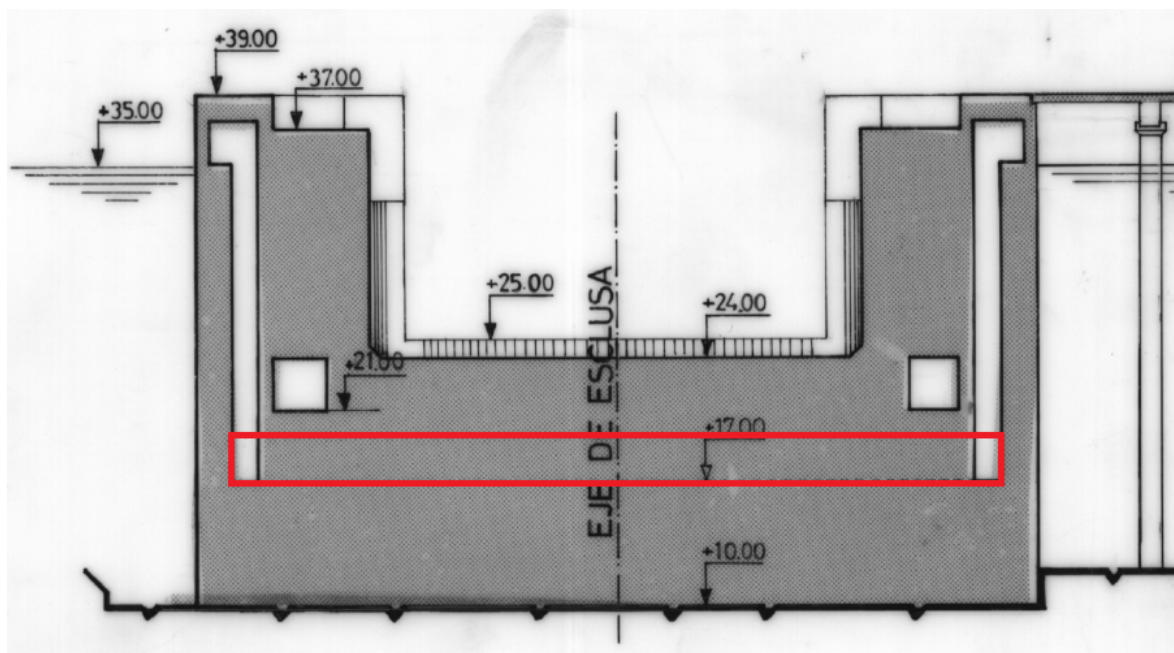


Figura 150 - Galería de inspección en bloque 2 – Corte AA

4.10.4.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES:

La galería ubicada en el nivel +17.00 no debería estar inundada y por lo tanto se requiere saber las razones por las que esto ocurrió a lo largo de los años y poder así eliminar las causas que originó esta situación.

Para llevar a cabo esta tarea es necesario previamente vaciar la galería y los pozos de acceso, para luego detectar los lugares de filtración y actuar en consecuencia eliminando los lugares por donde se produce el ingreso del agua que genera la inundación.

4.11 ESCALA DE PECES

4.11.1 SISTEMA DE MANDO Y COMPUERTAS

4.11.1.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

- A. En Proyecto Salto Grande existen dos escalas de peces tipo Borland, una a cada lado del vertedero en sus módulos extremos.
- B. El funcionamiento de la escala es cíclico y se regula automáticamente mediante la operación de dos compuertas una en cada extremo del túnel, una aguas arriba (compuerta superior) y otra aguas abajo (compuerta inferior).



Fotografía 295
Compuerta Superior



Fotografía 296
Compuerta inferior – servo

- C. En el proyecto original la compuerta inferior se encontraba dividida en dos paneles. Tal sistema se reemplazó modificando la compuerta a un solo panel que posee dos válvulas mariposa de 300mm de diámetro las que en la etapa correspondiente y con la compuerta inferior cerrada, permiten establecer el caudal de llamada para la subida de los peces.

- D. Durante las primeras operaciones de este sistema se produjeron importantes vibraciones de la compuerta inferior al abrirse dichas válvulas, por lo cual se agregaron a su salida amortiguadores de vibración que resolvieron el problema de las vibraciones pero, tienen el inconveniente que se tapan con el pasaje de residuos y exigen una esporádica limpieza.
- E. Por otra parte la compuerta superior sufre periódicas roturas de sus ruedas de apoyo. Existen estudios para la solución de tales problemas.
- H. La modificación de la compuerta superior se encuentra en etapa de ejecución.

4.11.1.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

Se recomienda que efectuados los estudios ictiológicos y medioambientales correspondientes se debe revisar el proyecto original de la escala de peces tipo Borland y las posteriores modificaciones incorporadas, así como los estudios existentes al respecto, para si fuera posible, optimizar tales proyectos, sobre todo en lo referente al mando de la válvula mariposa de 14" de aguas abajo.

4.11.2 OBRAS DE HORMIGÓN

4.11.2.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

Cada escala consiste en un túnel de hormigón de 3x3 m de sección, el que asciende en un ángulo de aproximadamente 31°, partiendo desde una amplia cámara para el ingreso de los peces ubicada en el lado aguas abajo a cota +3.00 (fondo de la cámara de acceso) hasta la salida al lago en el cota +32.60 (fondo del canal de salida).

4.11.2.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

Se recomienda inspeccionar el estado de la superficie del conducto y en caso de ser necesario, reparar con mortero epoxi, tarea que ya fue realizada en algunas oportunidades con dicho material según indicó CTM.

4.12 EVALUACIÓN DE STOCK DE REPUESTOS

4.12.1.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

En la visita efectuada a planta se recorrió la playa de almacenaje de repuestos y los galpones de almacenes en los que se pudo visualizar la organización y el ambiente del depósito y el estado del stock de repuestos.

Se verificó como es la identificación y localización de los repuestos dentro del almacén.

CTM tiene previsto realizar compartimentos estancos en los depósitos para aislar zona de riesgo frente a la propagación de incendios. Esta adaptación de los almacenes se está llevando a cabo como parte de la adecuación de los mismos a la norma NFPA.



Fotografía 297
Almacenes cubiertos



Fotografía 298
Almacén exterior

Se informó también cómo es el seguimiento de la adquisición de repuestos a través del código de identificación respectivo y la metodología y gestión de stock existente.

Se solicitó a CTM el diagrama de proceso de adquisición de repuestos para permitir identificar puntos críticos del proceso de manera de optimizar el mismo en función de las necesidades generales de la planta.

Se ha podido conocer a través de las entrevistas al personal de planta que la adquisición es a través de un sistema informático cuyo software ha sido adquirido por CHSG para tal fin, pero que por el momento no permite un registro y control del stock completo de repuestos o de almacenes sino que está orientado al control de las compras de los repuestos y consumibles que cada sector demanda.

Las necesidades de repuestos y consumibles se planifican por sector no efectuándose de manera integrada para la central. No existe un registro de retorno a almacenes o al stock de aquellos repuestos o consumibles que luego de ser adquiridos o que hayan sido retirados previamente de los almacenes, no son utilizados.

Cada responsable de área efectúa un seguimiento individual de los repuestos pertenecientes a su área. El seguimiento y registro de la cantidad, tipo y clase de repuestos y consumibles no utilizados lo efectúa exclusivamente el jefe de área. Existen alrededor de 10.000 repuestos que integran los listados respectivos.

4.12.1.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

De las inspecciones realizadas y las conclusiones arribadas surgen varios frentes de acción. Existen tareas específicas relativas a las adquisiciones, otras al almacén y otras de carácter general.

La implementación de estas sugerencias y modificaciones tiene diferente temporalidad, siendo algunas de ellas de carácter inmediato, las que deberán combinarse con otras de más largo plazo.

Puede afirmarse que el sistema de adquisición, control de repuestos y administración de almacenes necesita importantes actualizaciones y mejoras, ya que por la cantidad de componentes que se administran y la diversidad de los mismos se hace casi imposible efectuar la gestión combinada en forma manual y por sistema como se lo hace actualmente.

Los sistemas de gestión de compras y almacenes existentes deben ser integrados para lograr una gestión más eficiente tanto de los repuestos que deben reponerse, como de la identificación y guarda de los mismos, de manera que se tenga una completa trazabilidad de su ubicación física en almacenes como de la cantidad real en existencia.

A. Recomendaciones respecto de adquisiciones

- Las requisitorias de compras se efectúan por sector, siendo el jefe del sector respectivo quien inicia la requisitoria basado en las proyecciones propias del sector. La verificación de existencia de stock para un sector dado, corresponde al jefe del sector, pero se hace de manera limitada por imposibilidad de conocer a través de un sistema de gestión la existencia de los ítems de repuesto. Esto conduce a que la primera recomendación al respecto es la de vincular e integrar el sistema de compras actual con uno que permita visualizar el stock real existente.
- Alternativamente el uso de una tarjeta de compras de limitado monto puede facilitar y agilizar el proceso de adquisiciones de elementos menores, sin necesidad de utilizar el circuito regular de adquisiciones que puede resultar de mayor duración.
- A efectos de evitar demoras en el proceso de adquisición el jefe de área podría eventualmente decidir la compra de un producto más caro, siempre que el mismo no superase un cierto valor del precio medio de mercado. Por ejemplo, 20 %.
- Debe considerarse la posibilidad de asignar un responsable de adquisiciones por área, de manera de que haga el seguimiento del proceso y poder cumplir las fechas de necesidad de un determinado ítem o repuesto. Esta persona responsable puede ser designada como el gestor técnico de compras, quien efectuaría el seguimiento de la requisición hasta que el ítem ingresa al almacén, en el tiempo previsto.

- La disponibilidad de un registro histórico de compras facilitaría la adquisición de ítems que tengan recurrencia de compras. El gestor técnico de compras mencionado sería la persona que pueda acceder al mismo para consultas.
- Se sugiere una ampliación del catálogo de elementos de alta rotación facilitando la reposición automática de los mismos, con frecuencias que el propio sistema de seguimiento de compras permitirá establecer y sin que se afecte el stock de los mismos. Para este tipo de elementos se puede establecer una codificación particular que permita su inmediata identificación.
- Se remarca la conveniencia en el desarrollo de proveedores, manteniendo un registro de aquellos calificados de manera que para aquellos ítems de adquisición recurrente, exista un grupo identificado de proveedores que previamente hayan sido evaluados por staff de Salto Grande y conozcan los procesos administrativos y de calidad de CHSG para reducir los tiempos de adquisición de estos elementos.

B. Recomendaciones respecto de almacenes

- Dado que existen varias bases de datos, FOX, K2B y tarjetas de papel, se recomienda uniformar la identificación de las matriculas en cada una de ellas con el objetivo que en el futuro pueda existir una única base de datos que muestre información consistente del stock mostrado como equivalente al stock real.
- La actualización de la base de datos conlleva también a una actualización de la ubicación física de los repuestos, de manera que la misma se identifique por el sistema.
- Se sugiere también un re-estudio de la ubicación de los repuestos en almacén, agrupándolos por áreas o bien por las necesidades de condición de almacenamiento equivalente.
- Aquellos materiales que reingresen al almacén ya sea por excedente o por que no fueron finalmente usados deben tener también trazabilidad y permitir su reingreso al almacén con un registro en el sistema.
- Una mención especial debe hacerse para aquellos repuestos que han quedado en existencia, pero que se han transformado en obsoletos por renovación de los equipos originales. Existe un número importante de los mismos, para lo cual se sugiere una identificación, la baja en el sistema existente de registro, dando lugar a una optimización de espacio en almacenes y reducción de códigos en el sistema de inventario.

C. Recomendaciones de carácter general

- Para facilitar la identificación y reconocimiento de las matrículas se sugiere el uso de matrículas con códigos nemotécnicos e inteligentes, de manera que fácilmente permita la identificación rápida de repuestos mejorando su rápido reconocimiento y trazabilidad.
- A largo plazo se puede pensar en la introducción del sistema KKS para identificación de los elementos de la CHSG, siendo este sistema de aplicación internacional y largamente probado en diferentes plantas de generación eléctrica

de alta complejidad. (Se incluye copia en Anexo III de este sistema de identificación para referencia de los diferentes niveles de codificación que el mismo presenta).

- La ausencia de un sistema integrado que permita gestionar las compras y el stock en forma simultánea reduce la confiabilidad del sistema de gestión de repuestos e incrementa el costo de gestión. Reduce la confiabilidad pues se desconoce la cantidad real de un repuesto existente en almacenes y por otro lado motiva a generar stock innecesario. De aquí que, la recomendación más importante de este análisis es la de lograr un sistema integrado de control de stock, gestión de almacenes y de compras.

D. Recomendaciones sobre Repuestos Críticos

- De las visitas efectuadas a los almacenes se pudo observar un gran número de repuestos de largo tiempo de adquisición, considerados como críticos, tanto para turbina como para generador y otros repuestos pertenecientes a las EETT del cuadrilátero de 500 kV. La frecuencia de recambio que los mismos han tenido en los últimos 35 años de operación de la planta lleva a concluir que el número existente de estos repuestos considerados como críticos cubriría las necesidades eventuales de reemplazo ante una falla de esos elementos.

4.13 EVALUACIÓN DE PLANES DE CAPACITACIÓN

4.13.1.I ANALISIS DE LA DOCUMENTACION E INSPECCIONES

Se efectuó una entrevista al personal de CTM a efectos de recoger información sobre las necesidades de capacitación de la planta y los planes formales de capacitación vigentes.

Se enfocó principalmente a la capacitación específica de la industria no solo para los equipos y sistemas de la central sino también al plan de entrenamiento del personal de planta ante eventuales contingencias.

Además de la capacitación general respecto del mantenimiento y operación de equipos que son propios de la industria se puso especial énfasis en las instrucciones vigentes de simulacros operativos en condiciones de emergencia, acciones frente a la ocurrencia de incendios, planes de evacuación, procedimientos preestablecidos del accionar de cada persona frente a diferentes eventos donde la seguridad personal se encuentre en riesgo.

4.13.1.II DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

Del análisis de las necesidades de capacitación de CHSG surgen recomendaciones para implementar de manera inmediata y a su vez la necesidad de establecer programas formales de entrenamiento de más largo plazo de aplicación.

CHSG dispone de una fuerza de trabajo que en su gran proporción ha comenzado o se encuentra próxima a retirarse, habiendo sido este personal el que participó de los inicios de operación de la planta, conociendo su historial no solo de operación sino también de construcción.

Por otro lado existen datos concretos que las universidades, principalmente de Argentina, muestran una creciente disminución en la graduación de ingenieros, lo que sin duda afecta a la industria en general y en particular a Salto Grande ya que por la naturaleza de la industria las necesidades de entrenamiento son mayores. A nivel internacional el sector eléctrico en general, invierte una proporción mucho mayor en entrenamiento por empleado que otras industrias.

Este escenario, hace considerar no solo una posible carencia en la disponibilidad de recursos entrenados sino en el proceso de transferencia que debe existir con el personal de planta que se retira. Esto sugiere que el entrenamiento debe ser efectuado a través de procesos formales dentro de la central y también desarrollado en forma complementaria en conjunto con otras instituciones educativas. Adicionalmente debe existir un plan de sucesión en la planta que permita lograr esa transferencia de conocimientos.

El entrenamiento interno tiene dos aspectos bien diferenciados. Por un lado se trata del entrenamiento técnico necesario para que el staff se desarrolle en áreas de conocimiento indispensables para su trabajo. Se destaca a manera de ejemplo el programa de BC Hydro EIT (ingeniero en entrenamiento) para profesionales de menor experiencia que se incorporan a la organización y el programa de entrenamiento de operadores cuyos detalles pueden verse en Anexo III.

El otro aspecto a considerar para el entrenamiento interno incluye a todo el staff de planta y está relacionado con la seguridad y la instrucción ante situaciones de riesgo en el lugar de trabajo.

Se hace necesario complementar estos entrenamientos con aquel provisto por instituciones externas en temas puntuales para incrementar y dar soporte al conocimiento técnico necesario para el trabajo.

La Tabla 40 provee un desglose de los tipos de entrenamientos a considerar:

ENTRENAMIENTO/CAPACITACIÓN	
Internos (Orientados a todo el personal)	Externos (Orientados a sector específico)
Simulacros en situación de riesgo (Crecidas, Incendio, etc.)	Certificación NFPA
Entrenamiento de operadores	Certificación de gruistas
Instructivos de emergencia	Certificación de soldadores
Contingencias ambientales	Certificación Inspección visual, partículas magnéticas y tintas penetrantes

ENTRENAMIENTO/CAPACITACIÓN	
Internos (Orientados a todo el personal)	Externos (Orientados a sector específico)
	Gestión ambiental
	Curso de Vibraciones
	Mediciones eléctricas
	Eslingado de cargas
	Curso de turbinas
	Membresía y Programas de CEATI

Tabla 40 – Entrenamientos a considerar

Dada la complejidad de los entrenamientos y la cantidad de empleados involucrados es indispensable que exista personal dedicado a la planificación de los mismos. Este personal puede formar parte del área de recursos humanos o bien pertenecer a un área específica de entrenamiento. La trascendencia y el impacto futuro de los entrenamientos, hace necesario la participación de la alta gerencia de CHSG en la definición de objetivos, colaborando para establecer los procesos a seguir y definiendo a su vez indicadores de gestión que sirvan como evaluación de los entrenamientos y la necesidad de dedicar un presupuesto anual a dichos entrenamientos. La métrica de evaluación debe estar dirigida también a aquellos entrenamientos externos que se efectúen y debe permitir corregir y modificar acciones futuras en cuanto a impartir determinados entrenamientos.

Estas métricas no solo deben estar relacionadas con las mejoras en el rendimiento del staff que recibe el entrenamiento sino también deben contemplar la actualización tecnológica, el uso de materiales y de estándares y la mejora en los procesos de la organización.

Un entrenamiento efectivo debe permitir alcanzar un objetivo prefijado y cubrir una necesidad detectada en la organización. El entrenamiento resulta costoso para las organizaciones no solo desde lo económico sino en los recursos dedicados al mismo, de aquí la necesidad de analizar las necesidades que cubre un entrenamiento pre-determinado. El proceso de análisis para que un entrenamiento sea efectivo debe ser capaz de responder las siguientes preguntas claves:

- Por qué se necesita el entrenamiento. Existen necesidades detectadas que lo requiera?
- Quien necesita el entrenamiento? Individuos, grupos de trabajadores, toda la empresa?
- Qué habilidades se requieren, técnicas ó habilidades de gestión, etc?
- Cuando se necesita disponer de esas habilidades?
- En que se necesita el entrenamiento?

- Donde se efectuará el entrenamiento? Será con personal de planta o externo?
- Cómo se hará el entrenamiento? Que metodología se usará?

Basado en un análisis profundo de las necesidades y objetivos es posible diseñar un entrenamiento efectivo para CHSG.

Una medición indirecta del resultado de un entrenamiento, puede ser por ejemplo una reducción de la cantidad de accidentes en el lugar de trabajo, o una mejora en la respuesta a eventos de riesgo que se presenten en el lugar de trabajo.

Se sugiere la implementación de un modelo de entrenamiento usado por empresas del tamaño y las características de CHSG que está basado en competencias. Tal es el caso de empresas del sector eléctrico como Ontario Power Generation, Fortis, BC Hydro y otras de Canadá. Se sugiere referirse a la siguiente dirección para más información sobre el particular.
<http://electricityhr.ca/train/english/objectives/index.html>

Este tipo de entrenamientos permiten que los empleados ejecuten durante el aprendizaje actividades que efectivamente harán en su tarea diaria durante el trabajo, asegurando así que realmente adquieran las capacidades y conocimiento para ejecutarlo adecuadamente. Cuando los empleados pueden conectar el aprendizaje y como este se aplica a situaciones de trabajo, la motivación al aprendizaje se incrementa, motivándolos también a ejecutar esas tareas de una manera más segura.

Un ejemplo de este tipo de entrenamientos, son los simulacros ante situaciones de riesgo o catástrofe. Se destaca la necesidad que CHSG disponga de los procedimientos e instructivos formales para situaciones de emergencia y que se efectúen en forma planificada los simulacros respectivos, por ejemplo en el caso de crecida o incendio. Se deben diagramar los planes de respuesta ante estos escenarios, designar los líderes respectivos que impartirán las instrucciones durante el evento, instalar la adecuada señalización, cartelería de emergencia y alarmas, efectuando los simulacros para relevar la respuesta de los sectores individuales y de toda la organización. Una vez efectuados estos simulacros podrán extraerse conclusiones importantes que permitan corregir la respuesta al riesgo de la planta en general y ser usados como herramienta de aprendizaje y entrenamiento.

El entrenamiento externo sugerido, no solo se enfoca en convenios en temas técnicos específicos con universidades y otras instituciones nacionales, que permitan lograr certificaciones en áreas específicas como ensayos no destructivos, soldadura y operación de grúas sino también aquel que pueda obtenerse por intercambio con entidades que agrupan a diferentes operadores mundiales de energía eléctrica como CEATI.

CEATI posee varios grupos de interés y de colaboración con los que CHSG puede efectuar comparativas e intercambios en los aspectos de operación, mantenimiento, inversiones operativas, monitoreo y seguridad operativa y del personal. Esta institución posee varios proyectos en ejecución, que serían de sumo interés para la participación del staff técnico de CHSG cuyo status se encuentran online en:

<http://www.ceati.com/collaborative-programs/generation/hydraulic-plant-life/>

Otra organización a la que se sugiere suscribirse para entrenamiento es la NFPA, que ofrece entrenamiento y certificación no solo en temas específicos relacionados con incendio sino también para trabajadores con sistemas eléctricos, como lo es el caso de CHSG. Para más información se sugiere visitar:

<http://www.nfpa.org/training/certification-programs>

5. MAPA DE ELEMENTOS CRITICOS

5.1 INTRODUCCION

La guía ``Hydropower Asset Managment Using Condition Assessments and Risk-Based Economic Analyses`` denominado hydroAMP tiene como principales objetivos la evaluación del equipamiento hidroeléctrico y el establecimiento de las prioridades de inversiones. Dicha herramienta ha sido desarrollada por cuatro organizaciones, el Bureau of Reclamation, Hydro-Quebec, U.S. Army Corps of Engineers y Bonneville Power Administration, creando un marco común de gestión de activos. Las guías de evaluación específicas se han desarrollado para los siguientes equipos principales del tren de potencia y componentes auxiliares de la Central Salto Grande:

- Turbina
- Reguladores
- Generadores
- Sistema de excitación
- Transformadores
- Baterías
- Sistema de aire comprimido
- Compuertas de guardia
- Descargadores
- Grúas

Adicionalmente, existe una guía de evaluación para el balance de planta que comprende a todos aquellos componentes/equipos que contribuyen a la producción eléctrica. Esta evaluación provee información del estado de los equipos que constituyen la planta asumiendo que tienen una vida útil definida, poseen cierto riesgo de falla y existen consecuencias en caso de falla.

Si bien las organizaciones que generaron la guía hydroAMP activamente efectúan un proceso de actualización y el mismo ha sido periódicamente actualizado desde su inicio, no todas las guías individuales de cada equipo tienen una actualización anual.

En la dirección citada más abajo en este informe es posible acceder a las guías hydroAMP descriptas. A efectos de conocer quien son los usuarios de las mismas, quienes crearon estas guías desean tener la información de contacto del usuario respectivo y poder enviar las respectivas actualizaciones y/o comentarios sobre las mismas.

Los usuarios hydroAMP, consideran estas guías como el punto de partida pudiendo de alguna manera adaptar los sistemas de evaluación a sus propias necesidades. Estos usuarios, normalmente son lo que permiten re-alimentar con más datos las actualizaciones respectivas de las guías.

Para mayor detalle, en la siguiente dirección, se puede descargar la guía completa:
<http://operations.usace.army.mil/hydro/pdfs/bmp-HydroAMP.pdf>

5.2 METODOLOGIA DE EVALUACIÓN

El método de evaluación comprende de 2 niveles complementarios.

A. Evaluación de nivel I: se basa en resultados que se obtiene normalmente de las actividades de mantenimiento de rutina. En general, son utilizados los siguientes indicadores de condición

- Inspecciones
- Ensayos
- Historial de operación y mantenimiento
- Antigüedad o cantidad de operaciones

Dichos indicadores de condición intentan reflejar los niveles de aceptación a nivel industrial para equipos de diseño similar, fabricación, o años de operación en ambientes similares.

Obtenido los indicadores de condición, se efectúa un promedio ponderado con cada indicador de condición para calcular el índice de condición de equipo, cual toma valores entre el 0 y el 10.

Índice de condición (IC)	Clasificación de la condición del equipo	Definición
$8 \leq \text{Índice} \leq 10$	Correcta	Hay un alto nivel de confianza en que el componente tenga un buen rendimiento en condiciones normales de funcionamiento. Continuar con las prácticas actuales de O&M. Continuar con la evaluación del estado con normal frecuencia. Considere la posibilidad de realizar pruebas de nivel II cuando sea conveniente para proporcionar buenos datos de referencia para la comparación con las pruebas futuras.
$6 \leq \text{Índice} \leq 8$	Razonable	Hay un nivel medio de confianza de que el componente operara bien bajo condiciones normales de funcionamiento. El componente puede requerir investigaciones adicionales para confirmar su aptitud. Continuar con las prácticas actuales de O&M, puede ser necesario restricciones mínimas de operación y/o mantenimiento de menor importancia. Repetir la evaluación del estado con frecuencia normal. Considere la posibilidad de realizar pruebas de nivel II para proporcionar una mayor comprensión de la condición del equipo y ajustar la puntuación índice de condición, según sea necesario.

Índice de condición (IC)	Clasificación de la condición del equipo	Definición
$3 \leq \text{Índice} \leq 6$	Marginal	Hay un nivel bajo de confianza de que el componente operara bien bajo condiciones normales de funcionamiento. El componente requiere investigaciones adicionales para confirmar su aptitud al servicio. Serán necesarias restricciones mínimas de operación y/o mantenimiento de menor importancia. Realizar pruebas de nivel II y ajustar la puntuación índice de condición, según sea necesario. Consultar con especialistas técnicos. Repetir la evaluación de la condición con mayor frecuencia.
$0 \leq \text{Índice} \leq 3$	Pobre	El componente no trabaja bien bajo condiciones normales de funcionamiento. Presentan síntomas físicos de serios daños o deterioro. Restricciones significativas de operación y/o mantenimiento no rutinario son necesario. Realizar inmediatamente pruebas de nivel II y ajustar la puntuación índice de condición, según sea necesario. Consultar con especialistas técnicos. Repetir la evaluación de la condición con mayor frecuencia.

Tabla 41 – Índice de condición, clasificación de la condición del equipo y definiciones

Adicionalmente, se utiliza un indicador independiente que refleja la calidad/confianza de la información utilizada para la evaluación de la condición del equipo. Puede darse el caso de que la información sea antigua, no estar disponible o de integridad cuestionable.

Resultado	Puntuación del indicador del calidad de la información
Todos los indicadores de condición del nivel I fueron evaluados con frecuencia normal y sus resultados son confiables.	10
Uno o más indicadores de condición fueron evaluados luego de los 6 y 24 meses posteriores a la frecuencia normal de evaluación	7
Uno o más indicadores de condición fueron evaluados luego de los 24 y 36 meses posteriores a la frecuencia normal de evaluación	4

Uno o más indicadores de condición fueron evaluados luego de los 36 meses posteriores a la frecuencia normal de evaluación o no hay resultados no se encuentran disponibles	0
---	---

Tabla 42 – Puntuación de la calidad de la información y definiciones

La puntuación relativa a la calidad de información con la que se evalúan los indicadores de condición es dependiente de la disponibilidad de pruebas o ensayos. Se considera que por encima de tres años la calidad de información tiene un valor nulo, aconsejándose que para validar la información y por ende el índice de condición se efectúen ensayos de los parámetros que determinan el índice.

- B. Evaluación de nivel II: Esta evaluación se utiliza para ajustar o redefinir los índices de condición evaluados en el nivel I, como consecuencia de que el equipamiento haya resultado con bajo índice de condición. El ajuste de los índices obtenidos en el nivel I, no se obtiene de las actividades de mantenimiento de rutina y generalmente requiere de equipamiento especializado.

Con el fin de evaluar y obtener el índice de condición del Complejo Hidroeléctrico Salto Grande, se efectúa el estudio de la condición del equipamiento a nivel I.

5.3 DESARROLLO

Los equipos inspeccionados han sido:

Componente	Unidad/margen
Turbina	13
Regulador	10
Generador	5
Sistema de excitación	5
Interruptores	Margen derecha
Transformadores	Todos
Baterías	Margen derecha
Sistema de aire comprimido	Margen derecha
Compuertas de Guardia	Margen derecha
Descargadores	Margen derecha
Grúas	Varios
Balance de planta	Varios

Tabla 43 – Componentes inspeccionados

Dada la información suministrada por el personal de CTM y las inspecciones visuales efectuadas a la margen izquierda, se han replicado los índices de condición al resto de las unidades no inspeccionadas con detalle.

Para los componentes del balance de planta, se ha utilizado los años de vida útil especificados en la guía. La siguiente lista detalla los componentes/equipos que se han evaluados:

- Compuertas radiales
- Mando de las compuertas Radiales
- Rejas
- Tableros Auxiliares de toma
- Sistema de extinción y detección de incendios
- HVAC
- Sistema de desagote y drenaje
- Tuberías del sistema de aire comprimido
- Tuberías del sistema de distribución de aceite
- Sistema de agua de Enfriamiento
- Sistema de purificación de aceite
- Generador de Emergencia
- Transformadores de Servicios Auxiliares
- Interruptores de media tensión
- Sistema de protección por relés
- Sistema de comunicaciones
- Sistema de teleprotección
- SCADA
- Líneas de 500 kV
- Control de la subestación (GDACS)
- Barras y Aisladores de EETT
- Estructuras metálicas de EETT
- Conexiones P.A.T
- Cables de 500 kV de EE.TT.
- Aparatos de Maniobra
- Descargadores de EETT
- Reactores de EETT
- Transformadores de EETT

La metodología de evaluación de los transformadores de la central se desarrolla en el Anexo I. También en dicho anexo, se encuentran las planillas de inspección de campo, las planillas de evaluación y el Resumen de índices de los equipos evaluados.

5.4 RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LA CONDICION.

Con el fin de visualizar todos los resultados, se desarrolla una tabla en la cual, al Complejo hidroeléctrico Salto Grande se lo divide en Central (por margen y por unidad), Sub estaciones Transformadoras y Vertedero.

En la Central Salto Grande, excepto para las unidades 13 y 14, cada par de unidades generadoras cuenta con un banco de transformadores del tipo monofásico. Dada la presente disposición de transformadores, se divide por fase cada componente.

La siguiente tabla resume la evaluación de los equipos. La tabla también conocida como ``heat map`` representa por colores el estado de los elementos principales de la central, siendo una herramienta que permite identificar rápidamente en que equipos deben enfocarse las acciones inmediatas para garantizar a futuro una operación confiable de la central

	Componente	Derecha							Izquierda						
		U13	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U14
Tren de potencia	Turbina	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
	Regulador	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
	Rotor del Generador	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
	Estator del Generador	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
	Sistema de excitación	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
	Transformador - Fase R	7.1	7.1		7.8		7.1		7.1		7.8		6.7		7.1
	Transformador - Fase S	6.0	7.1		7.1		7.8		7.1		7.1		7.8		7.1
	Transformador - Fase T	6.0	7.1		7.1		7.8		7.1		7.1		6.7		6.0
	Interruptores	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Equipamiento auxiliar EM de la Central	Rejas	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
	Tableros aux. de toma	7.7													
	Compuertas de Toma	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
	Puente Grúa de S.M.	5.4							5.4						
	Grúa Pórtico Aguas Arriba	4.4							4.4						
	Grúa Pórtico Aguas Abajo	4.4							4.4						

Componente	Derecha							Izquierda						
	U13	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U14
Sistema de aire comprimido - Baja Presión	7.6							7.6						
Sistema de aire comprimido - Alta Presión	7.6							7.6						
Tuberías del sistema de aire comprimido	8.3							8.3						
HVAC	7.0							7.0						
Sistema de Protección contra incendios	6.3							6.3						
Sistema de Agua de Enfriamiento	9.0							9.0						
Tuberías de distribución de aceite	9.0							9.0						
Sistema de purificación de Aceite	8.0							8.0						
Sistema de desagote y drenaje	7.0							7.0						
Sistema de protección por relés	7.0							7.0						
Baterías	10.0							10.0						
Generador de Emergencia	7.0							7.0						
SCADA	10.0							10.0						
Sistema de comunicaciones	2.7							2.7						
Transformadores de Sistemas Auxiliares	9.0							9.0						
Sistema de Teleprotección	7.0							7.0						

Componente	Derecha							Izquierda						
	U13	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U14
Interruptores de media tension	8.0							8.0						

Equipamiento de la subestación	Componente	EE.TT.			
	Cables de 500 kV de EE.TT.	9			
	Descargadores de EETT	7			
	Barras y Aisladores de EE.TT.	9			
	Estructuras Metalicas de EE.TT.	8.3			
	Transformadores SG Arg SAL 132 kV	4.5			
	Transformadores SG Uru SAL 150 kV	FA	FB	FC	RE
		5.7	5.7	5.7	5.7
	Transformadores San Javier 150 kV	FA	FB	FC	
		5.7	5.7	5.7	
	Transformadores Colonia Elía 132 kV	1		2	
		5.7		5.2	

	Componente	EE.TT.		
		FA	FB	FC
	Reactores SG Arg. B1	6.4	6.4	5.2
	Reactores SG Arg. B2	6.4	4.1	5.2
	Reactores SG Arg. LCE	7.1	7.1	7.1
	Reactores SG Arg. LST	5.2	6.4	5.2
	Reactores SG Uru. B1	7.1	7.1	6
	Reactores SG Uru. B2	7.1	7.1	7.1
	Reactores SG Uru. LSJ	6	6	6
	Reactores San Javier LP1	7.1	6	6

	Componente	EE.TT.		
		FA	FB	FC
	Reactores San Javier LP2	7.1	4.8	6
	Reactores San Javier LSGU	7.1	4.8	7.1
	Reactores Colonia Elía LCAMP	6	6	6
	Reactores Colonia Elía LSGA	5.2	6.4	5.2
	Lineas de 500kV	9		
	Conexiones PAT	9		
	Aparatos de Maniobra	9		
	Control de la subestacion (GDACS)	10		

	Vertedero
Compuertas Radiales	8.3
Mando de Compuertas Radiales	8.0

Tabla 44 – Índice de conducción de componte/sistema

6. SÍNTESIS CONCLUSIVA

A continuación, se resume las principales recomendaciones efectuadas en el presente estudio. Dichas recomendaciones se dividen en dos: Recomendaciones particulares para equipos y Sistemas y Recomendaciones generales sobre todos los equipos de la planta.

6.1 RECOMENDACIONES PARTICULARES SEGÚN EQUIPOS Y SISTEMAS

Capítulo/ Componente			Recomendación
4.1 Turbinas y auxiliares propios	4.1.1	Turbina	Para mantener la operación confiable de la turbina por los próximos 30 años, se deberá considerar el reemplazo futuro de algunos componentes de las turbinas tales como bujes del álabes de distribuidor, bujes del cubo del rodete, sellos del álabe del rodete, elemento de desgaste del sistema del sello del eje y modernizar la instrumentación de la turbina.
	4.1.2	Sistema de refrigeración del sello del eje	Se sugiere reconsiderar el uso del filtro hidro-ciclónico utilizando un filtro provisto por un fabricante reconocido.
	4.1.3	Sistema de regulación de velocidad de las turbinas	Continuar con el reemplazo de los sensores de nivel del tanque aire-aceite. Reemplazo del regulador electrónico por uno digital. Se debe continuar con la instalación de los transmisores de presión para determinar el salto neto a realimentar en el regulador mecánico actual o electrónico futuro.
4.2 Generadores y auxiliares propios	4.2.1	Generador	Para el rotor, se recomienda reemplazar la aislación por materiales más modernos de aislación Clase F. También se recomienda modificar el sistema de apoyo de la bobina polar. Verificar y reajustar los espárragos de la llanta. Se recomienda estudiar la optimización de funcionamiento de los anillos colectores. Se recomienda utilizar un sensor de velocidad a través de rueda dentada y sensor electrónico, en correspondencia con el recambio de regulador digital, descartando el GSIP actualmente en funcionamiento.

Capítulo/ Componente			Recomendación
	4.2.2	Sistema de freno y de izaje del generador	En un futuro proceso de modernización debe considerarse el recambio de los pistones de gatos y frenos y los respectivos sellos.
	4.2.3	Sistema de excitación y regulación automática de tensión	Se recomienda continuar con la implementación de la salida de la ventilación forzada de los UNITROL al exterior de la galería de máquinas, disminuyendo así la temperatura ambiente media de la galería a valores apropiados. Se recomienda el cambio de los transformadores de excitación originales por transformadores secos encapsulados con tecnología de última generación.
	4.2.4	Instrumentación	Se recomienda actualizar la instrumentación del generador reemplazándolo por equipamiento considerado de aplicación general en máquinas modernas.
4.3 Equipamiento hidromecánico del vertedero y de la central	4.3.1	Compuertas del vertedero	<p>Validar los resultados del modelo de elementos finitos por medio de ensayos. Hasta tanto, se recomienda evitar la operación de las compuertas con niveles +37.00 y +38.00. Se recomienda continuar con el plan previsto de repintado de las compuertas de vertedero, analizando nuevamente los esquemas de pintura a utilizar puesto que pinturas de última generación ofrecen idéntico grado de protección con ventajas respecto a su facilidad de aplicación.</p> <p>Durante el repintado de la compuerta puede procederse también a la renovación de los sellos de la misma.</p> <p>Se sugiere que durante el mantenimiento de las compuertas se efectúe una inspección externa de los bujes de articulación de las compuertas y renovar el sello de goma.</p> <p>Se recomienda inspeccionar el estado de los sellos de los servomotores de accionamiento de las compuertas para detectar fugas incipientes de aceite a través de los mismos.</p>
	4.3.2	Compuertas planas del vertedero	<p>Continuar con el plan de mantenimiento que contemple la revisión periódica del estado estructural, así como de las ruedas y sus ejes, la condición de los sellos y el estado de la protección superficial.</p> <p>Se recomienda implementar dentro del programa de mantenimiento, un control sistemático (por ejemplo semestral) del avance de la corrosión sobre las piezas sumergidas no factibles de recibir alguna protección superficial para evaluar el avance del fenómeno en vista de futuros cursos de acción. Cuando la evolución de la</p>

Capítulo/ Componente			Recomendación
			corrosión interfiera con la operación de las compuertas planas, efectuar las correcciones respectivas.
	4.3.3	Sistema de alimentación eléctrica, mando y control de las compuertas del vertedero	<p>Se recomienda implementar un control digital para cada compuerta, con un control cableado de respaldo redundante.</p> <p>Se recomienda renovar el tablero de 400 V de alimentación eléctrica del vertedero.</p> <p>Se recomienda cambiar la ubicación del sensor de posición RITTMEYER, instalándolo en los brazos de la compuerta, de manera tal que se facilite el acceso desde la caja eléctrica ubicada próxima al gorrón de compuerta, facilitando el cableado por medio de cañerías.</p> <p>Se recomienda hacer un cableado de control de las compuertas en anillo, de manera de brindar mayor seguridad operativa al sistema.</p>
	4.3.4	Rejas	<p>Se recomienda una inspección sub-acuática para verificar el estado de las mismas, previo al proyecto de la instalación del limpia-rejas.</p> <p>Se recomienda elaborar un plan de acción que tenga como meta extraer todos los paños de rejas, incluyendo la S-1 que al día de la fecha, se encuentra atascada en algunas tomas.</p> <p>Se recomienda la instalación de barreras flotantes superficiales en complemento con un limpia-rejas que sea operado a través de la grúa pórtico de aguas arriba. Deberá tenerse en cuenta para la especificación del mismo la capacidad máxima de la grúa y el espacio disponible entre el puente internacional y la estructura de la toma. Para mitigar la adherencia de bivalvos se recomienda aplicar alguno de los sistemas recomendados por USACE a base de zinc o de pinturas a base de vinilo.</p> <p>Se sugiere construir un juego de rejas de respaldo de una unidad.</p>
	4.3.5	Ataguías de toma y del tubo de aspiración	Se recomienda implementar dentro del programa de mantenimiento, un control sistemático del avance de la corrosión sobre las piezas sumergidas no factibles de recibir alguna protección superficial para evaluar el avance del fenómeno en vista de futuros cursos de acción. En la medida

Capítulo/ Componente			Recomendación
			que el avance de la corrosión interfiera con la operación, efectuar las correcciones respectivas.
	4.3.6	Compuertas de toma	<p>Se recomienda implementar dentro del programa de mantenimiento, un control sistemático (por ejemplo semestral) del avance de la corrosión sobre las piezas sumergidas no factibles de recibir alguna protección superficial para evaluar el avance del fenómeno en vista de futuros cursos de acción. Existe la posibilidad de reemplazo durante una parada programada de maquina prolongada, por piezas de acero inoxidable. Evaluar la oportunidad de efectuar el estudio y ejecución de las intervenciones citadas.</p> <p>Se recomienda elaborar un plan de acción que tenga como meta efectuar periódicamente, ensayos operativos de las compuertas de toma.</p>
	4.3.7	Sistema de alimentación eléctrica, mando y control de compuertas de toma	<p>Se recomienda seguir con el proceso de repintado de los órganos de accionamiento de las compuertas iniciado por CHSG.</p> <p>Se recomienda considerar las frecuencias de ensayos de cierre de las compuertas sugeridas más arriba.</p>
	4.3.8	Compuertas del descargador de fondo	<p>Si bien CTM ha decidido iniciar un proceso de dragado y limpieza se recomienda efectuar una inspección extendida a todo el frente de la presa, la que puede hacerse con un vehículo submarino (ROV).</p> <p>Se recomienda la elaboración de un plan de acción que tenga como meta final a largo plazo la posibilidad de efectuar periódicamente ensayos operativos de los descargadores de fondo. Antes de poner en práctica dichos planes es necesario verificar los sistemas de mando y control de sus órganos de cierre, determinando su correcta operatividad.</p>

Capítulo/ Componente			Recomendación
	4.3.9	Sistema de mando y control de las compuertas del descargador de fondo	<p>La capacidad de la grúa para la operación del descargador de fondo es insuficiente. Se recomienda realizar ensayos sobre la grúa para determinar su capacidad real de izaje y luego validar los resultados del valor del down-pull teórico calculado, instalando celdas de carga sobre la grúa y operando la compuerta de acuerdo con el plan orientativo descrito en el cuerpo del informe. De validarse los resultados teóricos, se deberá:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dotar a la grúa de dispositivos de seguridad de manera que se impida la operación fuera del rango de servicio permitido, o • De extenderse el rango operativo, modificar el mando de la compuerta del descargador colocando un accionamiento con servomotor hidráulico.
4.4 Medios de izaje del complejo hidroeléctrico	4.4.1	Grúas puentes	<p>Para las grúas 2x175t y para las grúas de 25t, se recomienda iniciar un programa de mantenimiento mayor.</p> <p>Además para las grúas puentes de 25t, se recomienda adquirir nuevas cajas reductoras.</p> <p>Se sugiere sustituir los componentes obsoletos del sistema de control o a aquellos que sean responsables del mal funcionamiento de la grúa.</p> <p>Se recomienda instalar celdas de carga.</p>
	4.4.2	Grúas pórticos	<p>Grúa pórtico de aguas arriba</p> <p>No se recomienda operar la compuerta del descargador con la grúa a niveles superiores a los indicados en el gráfico de límite de apertura de las compuertas. Se deben instalar celdas de carga que aseguren que la capacidad máxima de la grúa no sea superada.</p> <p>Se recomienda completar y terminar las acciones correctivas encontradas durante la inspección de las grúas indicadas por la empresa REYSE en Setiembre de 2014.</p> <p>Debe estudiarse la desalineación de los tambores e introducir las medidas correctivas, esta anomalía debe tratarse de manera tal que permita evaluar su influencia en el comportamiento del mecanismo de izado principal.</p>

Capitulo/ Componente			Recomendación
			<p>Efectuar el perforado de las vigas para drenar el agua de las mismas con agujeros de 1 pulgada de diámetro y efectuar un sellado de las tapas de acceso al interior de las vigas, instalando sellos de goma respectivos.</p> <p>Se sugiere reparar el sistema de control de velocidad renovando los componentes eléctricos del mismo.</p> <p>Grúa pórtico de aguas abajo</p> <p>Verificar operación de la caja reductora y descartar problemas de flexión del carro corroborando que el mismo no presente flexión. De existir este problema, deberá analizarse reforzar la estructura para lograr valores admisibles de deflexión.</p> <p>Se sugiere una inspección general similar a la efectuada para el pórtico de aguas arriba donde se inspeccionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Componentes Estructurales, izaje principal y auxiliar. • Verificación de cadena cinemática en ascenso y descenso • Inspección de ruedas, poleas, ejes y tambores de izaje y acoplamientos. • Inspección de uniones abulonadas. • Inspección del esquema de pintura • Control de cajas reductoras • Inspección de rodamientos de ruedas, reductores y poleas (auditiva, visual, temperatura). • Cabina de comando. • Medición de aislación de motores. • Frenos, alimentación eléctrica, cableado y conexionado. • Iluminación, tableros de comando y operación. • Sistema de control. • Sensores y límites de carrera. • Paradas de emergencia, elementos de indicación durante la operación. <p>Para ambos pórticos de la central se recomienda:</p> <p>Ensayos sin carga y a su vez un ensayo dinámico con carga nominal y sobrecarga (de acuerdo a ASME B30.2-2005).</p> <p>Una vez implementadas las modificaciones sugeridas de la inspección de Septiembre de 2014 para el pórtico de aguas arriba y de efectuadas las inspecciones y reparaciones para</p>

Capitulo/ Componente			Recomendación
4.5 Sistemas auxiliares mecánicos			<p>el pórtico de aguas abajo, se sugiere re-certificar la grúas de acuerdo a la Ley 19.587 y su Decreto Reglamentario 351/79, artículos 114 al 127 referentes a puentes grúas y elementos de izaje y las indicaciones de la norma ASME B30.</p> <p>Se recomienda la instalación de celdas de carga.</p> <p>Los informes de las inspecciones indican que en algunos sistemas de izado, los cables de acero no cumplen con el requerimiento de coeficiente de seguridad mínimo igual a 6 exigido por la ley argentina 19587/72. Para tal caso recomendamos que se prevea el cambio de dichos cables por otros de igual diámetro, composición y flexibilidad que los originales pero fabricados con acero de resistencia específica de 200 o 220 kg/mm² según corresponda (los originales son de acero de 180 kg/mm²) de manera que su carga mínima de rotura sea igual o superior a la necesaria para obtener un coeficiente de seguridad de 6 mínimo.</p>
	4.4.3	Ascensores y montacargas	<p>Se recomienda continuar con el recambio por equipamiento moderno y más seguro.</p> <p>Se considera necesario considerar la renovación de la grúa móvil existente, en vistas de que la operatividad y confiabilidad de la misma debe estar garantizada por los próximos treinta años.</p>
	4.5.1	Sistema de desagote y drenaje de la central	<p>Se recomienda actualizar los manuales de operación y mantenimiento.</p> <p>Se recomienda realizar una exhaustiva reparación de cada una de las bombas, para luego verificar los repuestos que quedarían disponibles, con el fin de programar el reemplazo de las mismas por equipos más modernos. Se recomienda seguir el programa de mantenimiento sugerido, desarrollado por Byron Jackson, la Empresa Constructora Salto Grande S.A. y el Bureau of Reclamation.</p> <p>Así mismo, desarrollar un programa de mantenimiento predictivo basado en la medición de vibraciones y horas de funcionamiento.</p> <p>Se recomienda realizar un mantenimiento integral al sistema de conducción.</p> <p>Se recomienda la modificación de las tapas de inspección de los pozos de desagote.</p>

Capítulo/ Componente			Recomendación
			<p>Se recomienda la modificación de los pozos de drenaje, construyendo un tabique separador para efectuar la separación de agua y aceite, en conjunto con la incorporación de implementos detallados en el informe.</p> <p>En los pozos sumideros de drenaje y desagote de la galería de inspección e, se recomienda implementar un respaldo de la alarma de alto nivel, modificar la interconexión de los tableros locales existentes e implementar el arranque de las bombas 1 y 2 junto con el disparo de la alarma de alto nivel.</p> <p>Se recomienda que todos los Sistemas de Drenaje y Desagote estén alimentados eléctricamente de los tableros de Servicios Esenciales.</p>
	4.5.2	Sistema de agua de enfriamiento	<p>Se recomienda el monitoreo del estado de las tuberías embebidas mediante la inspección de al menos una unidad por margen, y continuar con las restantes si los resultados no son satisfactorios.</p> <p>Se recomienda el reemplazo de todos los filtros del sistema de agua de enfriamiento e instalar filtros del tipo auto limpiante, con el fin de facilitar las operaciones de mantenimiento.</p> <p>Se recomienda recubrimiento metalizado con zinc a las rejillas de toma de agua cruda.</p>
	4.5.3	Sistema de ventilación de la central	<p>Se recomienda la continuación de las modificaciones expresadas en el contrato SG-472 "Reforma de las instalaciones y extracción de aire en la central hidroeléctrica de Salto Grande".</p>
	4.5.4	Sistema de aire comprimido de baja y alta presión	<p>Con el fin de aumentar la confiabilidad de la planta, se recomienda reemplazar los compresores de baja presión marca ATLAS COPCO por equipos de última generación.</p> <p>Se recomienda la instalación de dispositivos de purga de agua automáticos.</p>
	4.5.5	Sistema de extinción de incendio	<p>Se recomienda la continuación de las modificaciones basadas en la "Evaluación de la seguridad contra incendio de la Central Salto Grande y subestaciones anexas" realizada por la firma IFSC en el año 2012.</p> <p>En referencia al tanque hidroneumático, se recomienda sustituirlo por uno con la capacidad adecuada, de manera tal que ante mínimas caídas de presión por pérdidas en las tuberías del sistema, tener un elemento amortiguador que no</p>

Capítulo/ Componente			Recomendación
			encienda las bombas de recalque continuamente e instalar el sistema de control por presostatos.
	4.5.6	Plantas de agua potable y tomas de agua	Sobre la toma ubicada sobre la margen derecha se recomienda recuperar la tubería de toma del nivel +29.00, mediante refulado de la arena acumulada, analizar el estado en que se encuentra o directamente reemplazarla por una tubería nueva de HDPE con una longitud aproximada de 300 a 350 metros, ubicándose la toma en una posición no afectada por el fenómeno de acumulación de arena.
	4.5.7	Plantas de aguas residuales	Se recomienda la continuación de las modificaciones programadas.
4.6 sistemas auxiliares eléctricos	4.6.1	Ductos de barras y celdas de media tensión	Debido a las grandes corrientes que circulan normalmente por el ducto envolvente del conductor de fase, debe verificarse el estado de todos los elementos componentes del ducto: las juntas de expansión, uniones, tornillería, placas de cortocircuito, etc. y realizar un mantenimiento sistemático. También debe hacerse un mantenimiento sistemático de la conexión del ducto de barras de fases aisladas a las respectivas celdas de media tensión.
	4.6.2	Interruptores del generador	Se recomienda continuar con el plan de mantenimiento recomendado por el fabricante y/o SG.
	4.6.3	Transformadores auxiliares de potencia	Se recomienda verificar periódicamente el buen funcionamiento de los cambiadores de tomas bajo carga MR-Reinhausen.
	4.6.4	Tableros de C.A. de media y baja tensión	<p>Se recomienda el cambio de todos los interruptores en pequeño volumen de aceite en los tableros TS2, TS3 y TS4, por interruptores de vacío marca siemens, como los ya instalados en el TS1 y continuar con la modernización de protecciones del sistema de 6,6 kV.</p> <p>Se recomienda el reemplazo de los relés CAMSA en los tableros TCU1 al TCU14 ya que están técnicamente obsoletos y no funcionan correctamente.</p> <p>Se recomienda en los tableros TAS, TEM, TCBS y TTYV continuar con el plan de mantenimiento.</p> <p>Se recomienda la verificación del cumplimiento de los tableros a los requerimientos de resistencia al arco interno,</p>

Capítulo/ Componente			Recomendación
			de acuerdo a las recomendaciones dada por la norma IEC 61439.
	4.6.5	Banco de baterías y cargadores trifásicos	Se recomienda continuar con el plan de mantenimiento recomendado por el fabricante y/o SG.
	4.6.6	Tableros de corriente continua	Se recomienda continuar con el plan de mantenimiento recomendado de los tableros del sistema de corriente continua de 125 Vcc.
	4.6.7	Grupo electrógeno de emergencia	<p>Para el programa de mantenimiento y ensayos del grupo electrógeno de emergencia, se sugiere tener en cuenta la norma NFPA 110 – “Standard for Emergency and Stand-by Power Systems” al cual el US Bureau of Reclamation hace referencia.</p> <p>Se recomienda verificar la cantidad de combustible almacenado y la autonomía de los generadores. Se recomienda realizar un contrato con una estación expendedora de combustible que ante una emergencia, pueda llenar los tanques de combustibles.</p> <p>Efectuar los controles y el mantenimiento en el combustible almacenado, adquiriendo productos para ensayos, purificadoras, separadores de agua y aceite, etc.</p> <p>Efectuar regularmente un monitoreo de la calidad del combustible en intervalos regulares.</p> <p>Se recomienda efectuar el mantenimiento integral del grupo electrógeno con especialistas (talleres).</p>
	4.6.8	Sistema de iluminación normal y de emergencia	<p>Se recomienda efectuar estudios de niveles de iluminación en todos sectores de la central, adaptando los niveles existentes a los recomendados para cada zona particular de acuerdo a la norma UNE 12464.1</p> <p>Se recomienda por razones de costo y de horas de mantenimiento, el cambio de todo el sistema a artefactos con led.</p> <p>Se recomienda para el Sistema de iluminación de emergencia, verificar que todos indicadores estén iluminados y que los niveles de iluminación cumplan con los requisitos de las leyes pertinentes vigentes.</p>

Capitulo/ Componente			Recomendación
	4.6.9	Sistema de detección de incendios	Se recomienda la continuación de las modificaciones basadas en la ``Evaluación de la seguridad contra incendio de la central Salto Grande y subestaciones anexas`` realizada por la firma IFSC en el año 2012.
	4.6.10	Protección contra descargas eléctricas atmosféricas	Se recomienda efectuar un estudio siguiendo los lineamientos de la Norma IEC 62305 a efectos de determinar si con los nuevos niveles cerámicos, la protección de CHSG resulta la adecuada.
4.7 Sistema de control automático, supervisión, protección y medición del chsg	4.7.1	Control automático y supervisión	<p>Se recomienda efectuar la compra de tres servidores completos, de igual prestación y características (SUN MICROSYSTEM) de los actualmente en uso, de manera de disponerlos como repuesto en los próximos años.</p> <p>Se recomienda el reemplazo de los procesadores D20 hacia procesadores de tecnología actualizada..</p> <p>Se recomienda mantener los proyectos y especificaciones de los futuros sistemas de comunicaciones bajo la responsabilidad y jurisdicción de las áreas eléctricas, y no dependiendo del área IT.</p>
	4.7.2	Sistema de protección	Se recomienda realizar sistemáticamente el plan de mantenimiento recomendado por el fabricante y/o SG.
	4.7.3	Sistema de medición	Dada la reciente implementación del nuevo sistema SCADA se advierte que el sistema trabaja en forma satisfactoria.
4.8 Transformadores principales de la central	4.8.1	Transformadores	<p>Se sugiere mantener la frecuencia cuatrimestral de análisis de gases disueltos en todas las unidades y mensual en las consideradas críticas, con el objeto de evaluar la tasa de generación de gases y prever la eventualidad de reemplazar algunas de ellas.</p> <p>Teniendo en cuenta el eventual reemplazo de las 2 unidades MITSUBISHI del banco 2, se sugiere requerir que la impedancia de las nuevas unidades a adquirir sea similar a la de los equipos ABB.</p> <p>Existen pérdidas de aceite menores en bridas de cañerías y en bombas de circulación. Se recomienda mantener el programa de eliminación de las pérdidas.</p>
	4.8.2	Obras de hormigón	Se recomienda, para cada margen, la instalación de un caño colector de los drenajes de las bateas de los transformadores a través de las pilas, descargando a un tanque en hormigón, cuya construcción será utilizando la losa superior del

Capítulo/ Componente			Recomendación
			descargador de fondo como base, ubicados en los extremos de cada margen. Adicionalmente se construirá un zócalo antiderrame de aceite en el muro anterior de los transformadores.
4.9 Sistema de transmisión de 500 kV	4.9.1	Estaciones de 500kV y sus auxiliares	<p>Se considera conveniente continuar con el análisis de gases disueltos en el aceite para evaluar el estado de estos equipos y la tasa de generación de gases combustibles. Ante la eventual necesidad de reemplazarlos, debe mantenerse el lote de repuestos (actualmente 2 de 2 núcleos y 9 de 3 núcleos).</p> <p>Se sugiere implementar un plan de tratamiento de todas las estructuras mediante la aplicación de pintura reparadora del cincado.</p> <p>Se considera conveniente encarar cuanto antes el reemplazo de los reactores de barras por otros de mayor potencia a fin de contar con reactores de línea de reserva.</p> <p>Se sugiere prever que los reactores de las líneas integrantes del cuadrilátero sean reemplazados paulatinamente a partir de 2020. La renovación, que podría realizarse a lo largo de 10 años, debería comenzar por las máquinas Toshiba instaladas en SGU y SJ, cuyo diagnóstico es más crítico.</p> <p><u>Interruptores</u></p> <p>Se recomienda establecer un plan de reemplazo paulatino de estos aparatos a partir de 2020. La renovación, que podría realizarse a lo largo de aproximadamente 10 años, debería comenzar por los interruptores cuyo último mantenimiento integral es más antiguo, siempre que las condiciones operativas lo permitan. Se sugiere escalonar el reemplazo a lo largo de 10 años.</p> <p><u>Seccionadores</u></p> <p>Es aconsejable establecer una periodicidad para la verificación de su correcta operación y para la realización de trabajos de mantenimiento.</p> <p>Es aplicable también a estos aparatos lo recomendado para los interruptores: establecimiento de un plan de reemplazo paulatino. Teniendo en cuenta que actualmente todavía es posible obtener repuestos para los aparatos instalados y que los seccionadores nuevos no difieren tecnológicamente de</p>

Capítulo/ Componente			Recomendación
			<p>aquéllos, la renovación podría comenzar hacia 2030 y extenderse a lo largo de aproximadamente 10 años</p> <p><u>Transformadores de corriente</u></p> <p>Se considera conveniente continuar con el AGD para evaluar el estado de estos equipos y la tasa de generación de gases combustibles. Ante la eventual necesidad de reemplazarlos, debe mantenerse el lote de repuestos (actualmente 2 de 2 núcleos y 9 de 3 núcleos).</p> <p>Es aplicable también a estos aparatos lo recomendado para los interruptores: estableciendo un plan de reemplazo paulatino a partir de 2020, extendido a lo largo de aproximadamente 10 años.</p> <p><u>Transformadores de tensión</u></p> <p>Si bien los transformadores originales fueron reemplazados totalmente en 1998, los nuevos están promediando su vida útil. En consecuencia se recomienda efectuar un nuevo reemplazo paulatino a partir de 2030, extendido a lo largo de aproximadamente 10 años.</p> <p><u>Aisladores soporte</u></p> <p>Se considera conveniente someter un aislador a los ensayos de tipo correspondientes a fin de verificar sus características nominales e incrementar la cantidad de repuestos disponibles. Si los resultados de los ensayos no resultaran satisfactorios, podrían repetirse sobre una o más muestras antes de decidir un plan de reemplazo.</p> <p><u>Servicios auxiliares</u></p> <p>Prever su reemplazo hacia el final de una vida útil estimada en 45 años, o sea a partir de 2025. Por otra parte los avances tecnológicos hacen aconsejable, por razones de seguridad, la puesta al día de las celdas de media tensión y de los tableros de baja tensión.</p> <p>Los equipos incluidos en el plan de renovación son:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Celdas de media tensión b. Transformadores MT/0,400-0,231 kV c. Tableros TGSACA 380/220 V – 50 Hz

Capítulo/ Componente			Recomendación
			<ul style="list-style-type: none"> d. Tableros TGSACC 125 Vcc e. Tableros TGSACC 48 Vcc f. Cargadores de baterías 125 V g. Cargadores de baterías 48 V h. Onduladores 125 Vcc/220 V – 50 Hz <p>El reemplazo debería hacerse en forma completa para cada subestación. Teniendo en cuenta la criticidad de este equipamiento, se considera conveniente analizar la posibilidad de ejecutar y ensayar las nuevas instalaciones manteniendo las actuales en servicio.</p> <p><u>Sistemas de Protecciones</u></p> <p>Paralelamente con la renovación de los sistemas de protecciones de líneas prevista como parte de los Sistemas de Comunicaciones, Teleprotecciones y Telecontrol del Cuadrilátero 500 kV, se propone modernizar los sistemas de protecciones existentes en las estaciones, que considera:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Protección diferencial de barras b. Protecciones de transformadores y sus acometidas c. Protecciones de reactores
	4.9.2	Líneas de 500kV	<p>Se recomienda verificar las eventuales consecuencias de las componentes de corrientes de secuencia inversa sobre las cabezas polares de los generadores.</p> <p>Se sugiere efectuar un control de alturas libres y encarar el reflechado.</p> <p>Se aconseja detectar la eventual presencia de puntos calientes en retenciones de conductores verificando las conexiones de cuellos muertos en todas las retenciones mediante termografía.</p> <p>Se sugiere extraer una muestra representativa de espaciadores y encarar un análisis de eficiencia sobre ellos en un laboratorio independiente.</p> <p>Se recomienda la medición sistemática de la resistencia en cada piquete, desvinculando la puesta a tierra de la</p>

Capítulo/ Componente			Recomendación
4.10 Obra civil de la presa y de la central			estructura correspondiente, y el reemplazo de las que muestren deficiencias del material, discontinuidad o valores elevados de resistencia.
	4.9.3	Sistemas de comunicaciones, teleprotecciones y telecontrol del cuadrilátero 500kv	<p>Se recomienda implementar redes de comunicación de datos de alta velocidad gigabit Ethernet (GbE).</p> <p>Se recomienda incorporar sistemas de protección diferencial para protección de las líneas de 500 kV (LEAT) del cuadrilátero de EAT.</p> <p>Se recomienda la implementación de un nuevo medio de comunicación digital por fibras ópticas (main system) con el uso de un cable óptico entre las cuatro EETT del cuadrilátero 500kV.</p> <p>Actualización de procesadores D20 por procesadores de tecnología actualizada en las remotas de telecontrol en cada una de las 4 EETT.</p> <p>Se recomienda realizar los circuitos de comando mediante hardwiring pero también utilizar los mensajes goose para permitir la familiarización con la tecnología.</p> <p>Se recomienda utilizar la capacidad de registro oscilografico y de eventos de cada IED, lo que significa una solución más confiable que disponer toda la información en un solo equipo osciloperturbografo cuya falla implica pérdida total de la información registrada.</p>
	4.9.4	Obras de hormigón	Se recomienda contener los posibles derrames de aceite de los transformadores a través de algunas de las 2 alternativas siguientes, utilizando el sistema IMBIBER BEADS o similar o gaviones que contienen una membrana que actúa permeable al agua e impermeable al aceite. Ambas alternativas requieren construcción civil.
	4.10.1	Obras de hormigón	<p>Realizar una investigación sobre la viga soporte del gorrón de la Pila 4 para determinar la importancia de las filtraciones que se están produciendo y en caso de ser necesario volver a inyectar.</p> <p>En el resto de las vigas soporte de gorrón hacer un seguimiento y observar si se producen filtraciones.</p>

Capítulo/ Componente			Recomendación
			<p>En alguna intervención futura conviene verificar el estado de pasivación de los cables que han tenido las mayores filtraciones.</p> <p>Establecer un protocolo de revisiones y mantenimiento periódico de los soportes de los gorriones. Dichas acciones deben ser registradas en forma tal de que, en el futuro se pueda seguir la evolución histórica de las filtraciones y el estado de pasivación de los cables.</p>
	4.10.2	Presa de tierra	<p>Reponer material de escollero para restaurar las líneas originales del talud. Los tamaños de fragmentos de roca dura y durable se consideran más abajo. El volumen a reponer podría estimarse en unos 5000 m³.</p> <p>Restituir bloques de hormigón deteriorados o niveles diferenciales reponiendo base de asiento y sellos interbloques.</p>
	4.10.3	Auscultación y vigilancia	Restituir funcionamiento en los instrumentos recuperables y sistematizar lecturas. Luego de ejecutada la solera filtrante, localizar afloramientos significativos y conducirlos a un aforador como el actualmente existente, eventualmente sectorizando los tramos de interés. Controlar mensualmente el caudal sólido eventualmente erogado.
	4.10.4	Esclusa de navegación – galería nivel +17.00	Se recomienda desagotar la galería en el nivel +17.00 y poder así identificar las causas que originó esta situación.
4.11 Escala de peces	4.11.1	Sistema de mando y compuertas	Se recomienda que, efectuados los estudios ictiológicos y medioambientales correspondientes, se revise el proyecto original de la escala de peces tipo Borland y las posteriores modificaciones incorporadas, así como los estudios existentes al respecto.
	4.11.2	Obras de hormigón	Se recomienda inspeccionar el estado de la superficie del conducto y en caso de ser necesario, reparar con mortero epoxi..

Capítulo/ Componente	Recomendación
4.12 Evaluación de stock de repuestos	<p>Los sistemas de gestión de compras y existentes deben ser integrados para lograr una gestión más eficiente.</p> <p>Adquisiciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vincular e integrar el sistema de compras actual con uno que permita visualizar el stock real existente. • Considerar el uso de una tarjeta de compras de limitado monto para adquisiciones de elementos menores, • A efectos de evitar demoras en el proceso de adquisición el jefe de área podría eventualmente decidir la compra de un producto más caro, siempre que el mismo no superase un cierto valor del precio medio de mercado. • Asignar un responsable de adquisiciones por área, de manera de que haga el seguimiento del proceso y poder cumplir las fechas de necesidad de un determinado ítem o repuesto. • Generar un registro histórico de compras para facilitar la adquisición de ítems que tengan recurrencia de compras. • Se sugiere una ampliación del catálogo de elementos de alta rotación facilitando la reposición automática de los mismos. • Desarrollo de proveedores, manteniendo un registro de aquellos calificados. <p>Almacenes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uniformar la identificación de las matriculas en cada base de datos en uso con el objetivo que en el futuro pueda existir una única base de datos que muestre información consistente del stock equivalente al stock real. • La actualización de la base de datos conlleva también a una actualización de la ubicación física de los repuestos, de manera que la misma se identifique por el sistema. • Re-estudiar de la ubicación de los repuestos en almacén, agrupándolos por áreas o bien por las necesidades de condición de almacenamiento equivalente. • Aquellos materiales que reingresen al almacén deben tener trazabilidad y permitir su reingreso, con un registro del sistema.

Capítulo/ Componente	Recomendación
	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar y dar de baja repuestos de equipos que han quedado obsoletos por que los equipos han sido reemplazados. <p>Generales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usar matrículas con códigos nemotécnicos e inteligentes, de manera que fácilmente permita la identificación rápida de repuestos. • Considerar la introducción del sistema KKS para identificación de los elementos de la CHSG, • Alcanzar un sistema integrado de control de stock, gestión de almacenes y de compras. <p>Repuestos críticos</p> <ul style="list-style-type: none"> • De la inspección se concluye que la cantidad de repuestos críticos, cubriría las necesidades ante una falla de esos elementos.
4.13 Evaluación de planes de capacitación	<p>Generales</p> <p>El entrenamiento debe ser efectuado a través de procesos formales dentro de la central y también desarrollado en forma complementaria en conjunto con otras instituciones educativas. Adicionalmente debe existir un plan de sucesión en la planta que permita lograr esa transferencia de conocimientos.</p> <p>Cursos Internos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulacros en situación de riesgo (Crecidas, Incendio, etc.) • Entrenamiento de operadores • Instructivos de emergencia • Contingencias ambientales <p>Cursos Externos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificación NFPA • Certificación de grúas • Certificación de soldadores • Certificación Inspección visual, partículas magnéticas y tintas penetrantes • Gestión ambiental • Curso de Vibraciones

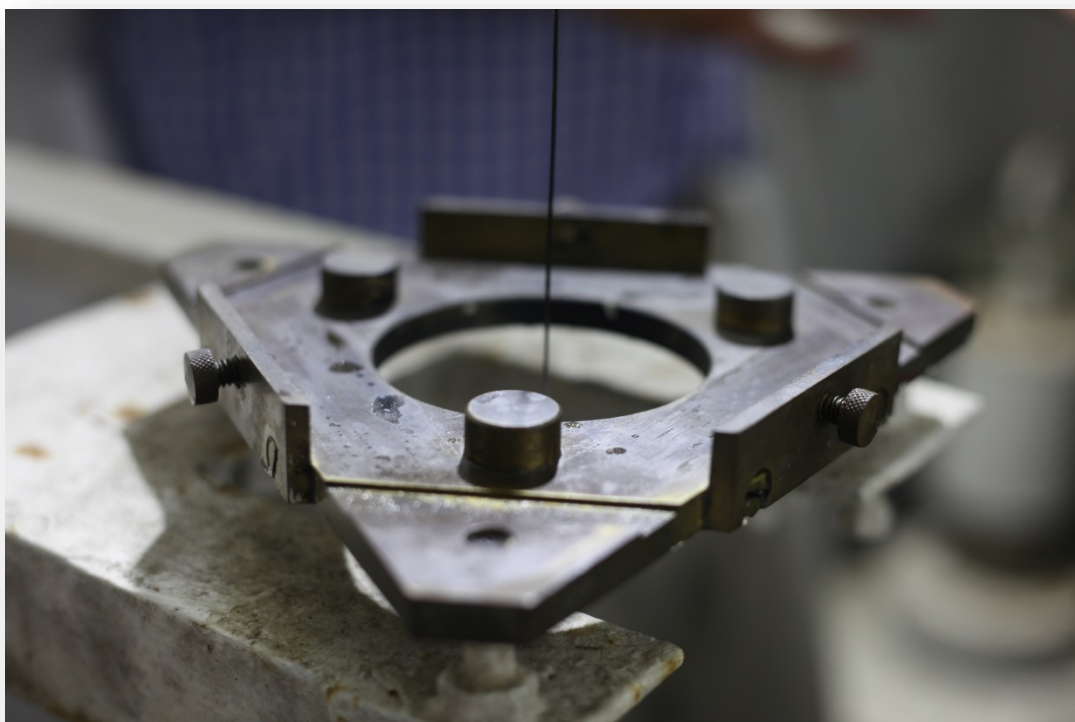
Capítulo/ Componente	Recomendación
	<ul style="list-style-type: none"> • Mediciones eléctricas • Eslingado de cargas • Curso de turbinas <p>Es necesario que exista personal dedicado a la planificación de los cursos. Se sugiere la implementación de un modelo de entrenamiento usado por empresas de las características de SG.</p>

6.2 **RECOMENDACIONES GENERALES PARA CHSG:**

- A. Dada la vida de operación que tienen algunos de los equipos del tren de potencia, se recomienda que se incremente la frecuencia de los ensayos de rutina para poder conocer con mejor precisión las tendencias de ciertos parámetros que resultan relevantes para predecir posibles fallas de los equipos.
- B. El presente estudio ha permitido generar planillas de indicadores basados en dichos parámetros y sería conveniente para CHSG continuar monitoreando los mismos con la frecuencia recomendada por hydroAMP.
- C. Adicionalmente se recomienda mantener actualizada la documentación técnica de los equipos; en particular de las interfaces entre el equipo y el sistema al que pertenecen, sus características técnicas y su disposición final conforme a obra, a efectos de poder efectuar un mejor seguimiento de potenciales problemas o fallas de los mismos.
- D. Si bien la magnitud de la planta y la variedad de sus componentes hacen compleja las tareas de mantenimiento, se sugiere que aquellos equipos o sistemas que son auxiliares a los equipos principales de generación, pero cuya puesta fuera de servicio no afecta la generación, dispongan de un plan de inspecciones y mantenimiento preventivo independiente de las intervenciones de mantenimiento mayor de los equipos principales y cuya frecuencia permita recuperarlos sin necesidad de efectuar acciones correctivas sobre los mismos.

FIN DEL DOCUMENTO

ESTUDIOS PARA EL DIAGNOSTICO Y MODERNIZACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SALTO GRANDE



TOMO III Informe Final - Fase I - ANEXO I

Preparado por



Para



Comisión Técnica Mixta de Salto Grande



Inter-American Development Bank

Contrato #INE/ENE-RG-T2256-SN1

Agosto 2016

ESTA PAGINA SE DEJO EN BLANCO INTENCIONALMENTE

ESTA PAGINA SE DEJO EN BLANCO INTENCIONALMENTE

TABLA DE CONTENIDOS

ANEXO I.....	5
ANEXO II	247

ANEXO I
PLANILLAS DE EVALUACION DE CONDICION hydroAMP

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Margen	Equipo	Fabricante	Unidad #	Años en servicio	C I 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	C I 3	Factor de ponderación 3	C I 4	Factor de ponderación 4	C I 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Derecha	Turbina	Turboatom	U1	35	2	0.667	4	1.25	3	0.5	2	0.5	0	0	8.8
Derecha	Turbina	Turboatom	U2	35	2	0.667	4	1.25	3	0.5	2	0.5	0	0	8.8
Derecha	Turbina	Turboatom	U3	35	2	0.667	4	1.25	3	0.5	2	0.5	0	0	8.8
Derecha	Turbina	Turboatom	U4	35	2	0.667	4	1.25	3	0.5	2	0.5	0	0	8.8
Derecha	Turbina	Turboatom	U5	35	2	0.667	4	1.25	3	0.5	2	0.5	0	0	8.8
Derecha	Turbina	Turboatom	U6	35	2	0.667	4	1.25	3	0.5	2	0.5	0	0	8.8
Izquierda	Turbina	Turboatom	U7	35	2	0.667	4	1.25	3	0.5	2	0.5	0	0	8.8
Izquierda	Turbina	Turboatom	U8	35	2	0.667	4	1.25	3	0.5	2	0.5	0	0	8.8
Izquierda	Turbina	Turboatom	U9	35	2	0.667	4	1.25	3	0.5	2	0.5	0	0	8.8
Izquierda	Turbina	Turboatom	U10	35	2	0.667	4	1.25	3	0.5	2	0.5	0	0	8.8
Izquierda	Turbina	Turboatom	U11	35	2	0.667	4	1.25	3	0.5	2	0.5	0	0	8.8
Izquierda	Turbina	Turboatom	U12	35	2	0.667	4	1.25	3	0.5	2	0.5	0	0	8.8
Derecha	Turbina	Turboatom	U13	33	2	0.667	4	1.25	3	0.5	2	0.5	0	0	8.8
Izquierda	Turbina	Turboatom	U14	33	2	0.667	4	1.25	3	0.5	2	0.5	0	0	8.8
Derecha	Regulador	Leningradski Metalichecki Zavod	U1	35	1	0.25	2	1.17	1	0.83	2	1.75	0	0	6.9
Derecha	Regulador	Leningradski Metalichecki Zavod	U2	35	1	0.25	2	1.17	1	0.83	2	1.75	0	0	6.9
Derecha	Regulador	Leningradski Metalichecki Zavod	U3	35	1	0.25	2	1.17	1	0.83	2	1.75	0	0	6.9
Derecha	Regulador	Leningradski Metalichecki Zavod	U4	35	1	0.25	2	1.17	1	0.83	2	1.75	0	0	6.9

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Margen	Equipo	Fabricante	Unidad #	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Derecha	Regulador	Leningradski Metalichecki Zavod	U5	35	1	0.25	2	1.17	1	0.83	2	1.75	0	0	6.9
Derecha	Regulador	Leningradski Metalichecki Zavod	U6	35	1	0.25	2	1.17	1	0.83	2	1.75	0	0	6.9
Izquierda	Regulador	Leningradski Metalichecki Zavod	U7	35	1	0.25	2	1.17	1	0.83	2	1.75	0	0	6.9
Izquierda	Regulador	Leningradski Metalichecki Zavod	U8	35	1	0.25	2	1.17	1	0.83	2	1.75	0	0	6.9
Izquierda	Regulador	Leningradski Metalichecki Zavod	U9	35	1	0.25	2	1.17	1	0.83	2	1.75	0	0	6.9
Izquierda	Regulador	Leningradski Metalichecki Zavod	U10	35	1	0.25	2	1.17	1	0.83	2	1.75	0	0	6.9
Izquierda	Regulador	Leningradski Metalichecki Zavod	U11	35	1	0.25	2	1.17	1	0.83	2	1.75	0	0	6.9
Izquierda	Regulador	Leningradski Metalichecki Zavod	U12	35	1	0.25	2	1.17	1	0.83	2	1.75	0	0	6.9
Derecha	Regulador	Leningradski Metalichecki Zavod	U13	33	1	0.25	2	1.17	1	0.83	2	1.75	0	0	6.9
Izquierda	Regulador	Leningradski Metalichecki Zavod	U14	33	1	0.25	2	1.17	1	0.83	2	1.75	0	0	6.9
Derecha	Rotor del Generador	Electrosila	U1	34	3	0.95	2	0.95	2	0.65	1	0.78	0	0	6.8
Derecha	Rotor del Generador	Electrosila	U2	34	3	0.95	2	0.95	2	0.65	1	0.78	0	0	6.8

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Margen	Equipo	Fabricante	Unidad #	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Derecha	Rotor del Generador	Electrosila	U3	34	3	0.95	2	0.95	2	0.65	1	0.78	0	0	6.8
Derecha	Rotor del Generador	Electrosila	U4	34	3	0.95	2	0.95	2	0.65	1	0.78	0	0	6.8
Derecha	Rotor del Generador	Electrosila	U5	34	3	0.95	2	0.95	2	0.65	1	0.78	0	0	6.8
Derecha	Rotor del Generador	Electrosila	U6	33	3	0.95	2	0.95	2	0.65	1	0.78	0	0	6.8
Izquierda	Rotor del Generador	Electrosila	U7	35	3	0.95	2	0.95	2	0.65	1	0.78	0	0	6.8
Izquierda	Rotor del Generador	Electrosila	U8	35	3	0.95	2	0.95	2	0.65	1	0.78	0	0	6.8
Izquierda	Rotor del Generador	Electrosila	U9	35	3	0.95	2	0.95	2	0.65	1	0.78	0	0	6.8
Izquierda	Rotor del Generador	Electrosila	U10	35	3	0.95	2	0.95	2	0.65	1	0.78	0	0	6.8
Izquierda	Rotor del Generador	Electrosila	U11	36	3	0.95	2	0.95	2	0.65	1	0.78	0	0	6.8
Izquierda	Rotor del Generador	Electrosila	U12	35	3	0.95	2	0.95	2	0.65	1	0.78	0	0	6.8
Derecha	Rotor del Generador	Electrosila	U13	33	3	0.95	2	0.95	2	0.65	1	0.78	0	0	6.8
Izquierda	Rotor del Generador	Electrosila	U14	33	3	0.95	2	0.95	2	0.65	1	0.78	0	0	6.8
Derecha	Estator del Generador	Electrosila	U1	34	3	0.69	2	0.47	3	0.47	1	1.7	0	0	6.12
Derecha	Estator del Generador	Electrosila	U2	34	3	0.69	2	0.47	3	0.47	1	1.7	0	0	6.12
Derecha	Estator del Generador	Electrosila	U3	34	3	0.69	2	0.47	3	0.47	1	1.7	0	0	6.12

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Margen	Equipo	Fabricante	Unidad #	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Derecha	Estator del Generador	Electrosila	U4	34	3	0.69	2	0.47	3	0.47	1	1.7	0	0	6.12
Derecha	Estator del Generador	Electrosila	U5	34	3	0.69	2	0.47	3	0.47	1	1.7	0	0	6.12
Derecha	Estator del Generador	Electrosila	U6	33	3	0.69	2	0.47	3	0.47	1	1.7	0	0	6.12
Izquierda	Estator del Generador	Electrosila	U7	35	3	0.69	2	0.47	3	0.47	1	1.7	0	0	6.12
Izquierda	Estator del Generador	Electrosila	U8	35	3	0.69	2	0.47	3	0.47	1	1.7	0	0	6.12
Izquierda	Estator del Generador	Electrosila	U9	35	3	0.69	2	0.47	3	0.47	1	1.7	0	0	6.12
Izquierda	Estator del Generador	Electrosila	U10	35	3	0.69	2	0.47	3	0.47	1	1.7	0	0	6.12
Izquierda	Estator del Generador	Electrosila	U11	36	3	0.69	2	0.47	3	0.47	1	1.7	0	0	6.12
Izquierda	Estator del Generador	Electrosila	U12	35	3	0.69	2	0.47	3	0.47	1	1.7	0	0	6.12
Derecha	Estator del Generador	Electrosila	U13	33	3	0.69	2	0.47	3	0.47	1	1.7	0	0	6.12
Izquierda	Estator del Generador	Electrosila	U14	33	3	0.69	2	0.47	3	0.47	1	1.7	0	0	6.12
Derecha	Sistema de excitación	ABB	U1	7	1	0.93	1	0.71	1	0.46	1	0.46	3	0.46	3.9
Derecha	Sistema de excitación	ABB	U2	7	1	0.93	1	0.71	1	0.46	1	0.46	3	0.46	3.9
Derecha	Sistema de excitación	ABB	U3	7	1	0.93	1	0.71	1	0.46	1	0.46	3	0.46	3.9
Derecha	Sistema de excitación	ABB	U4	7	1	0.93	1	0.71	1	0.46	1	0.46	3	0.46	3.9

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Margen	Equipo	Fabricante	Unidad #	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Derecha	Sistema de excitación	ABB	U5	7	1	0.93	1	0.71	1	0.46	1	0.46	3	0.46	3.9
Derecha	Sistema de excitación	ABB	U6	7	1	0.93	1	0.71	1	0.46	1	0.46	3	0.46	3.9
Izquierda	Sistema de excitación	ABB	U7	7	1	0.93	1	0.71	1	0.46	1	0.46	3	0.46	3.9
Izquierda	Sistema de excitación	ABB	U8	7	1	0.93	1	0.71	1	0.46	1	0.46	3	0.46	3.9
Izquierda	Sistema de excitación	ABB	U9	7	1	0.93	1	0.71	1	0.46	1	0.46	3	0.46	3.9
Izquierda	Sistema de excitación	ABB	U10	7	1	0.93	1	0.71	1	0.46	1	0.46	3	0.46	3.9
Izquierda	Sistema de excitación	ABB	U11	7	1	0.93	1	0.71	1	0.46	1	0.46	3	0.46	3.9
Izquierda	Sistema de excitación	ABB	U12	7	1	0.93	1	0.71	1	0.46	1	0.46	3	0.46	3.9
Derecha	Sistema de excitación	ABB	U13	7	1	0.93	1	0.71	1	0.46	1	0.46	3	0.46	3.9
Izquierda	Sistema de excitación	ABB	U14	7	1	0.93	1	0.71	1	0.46	1	0.46	3	0.46	3.9
Derecha	Transformador - Fase R	ZTR	U1/U2	16	3	1.143	0.75	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	7.1
Derecha	Transformador - Fase S	ZTR	U1/U2	16	3	1.143	0.75	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	7.1
Derecha	Transformador - Fase T	ZTR	U1/U2	16	3	1.143	0.75	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	7.1
Derecha	Transformador - Fase R	ABB	U3/U4	14	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	7.8
Derecha	Transformador - Fase S	Mitsubishi	U3/U4	18	3	1.143	0.75	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	7.1

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Margen	Equipo	Fabricante	Unidad #	Años en servicio	C I 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	C I 3	Factor de ponderación 3	C I 4	Factor de ponderación 4	C I 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Derecha	Transformador - Fase T	Mitsubishi	U3/U4	31	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Derecha	Transformador - Fase R	ZTR	U5/U6	16	3	1.143	0.75	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	7.1
Derecha	Transformador - Fase S	ZTR	U5/U6	16	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	7.8
Derecha	Transformador - Fase T	ZTR	U5/U6	16	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	7.8
Izquierda	Transformador - Fase R	ABB	U7/U8	14	3	1.143	0.75	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	7.1
Izquierda	Transformador - Fase S	ABB	U7/U8	14	3	1.143	0.75	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	7.1
Izquierda	Transformador - Fase T	ABB	U7/U8	14	3	1.143	0.75	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	7.1
Izquierda	Transformador - Fase R	ZTR	U9/U10	16	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	7.8
Izquierda	Transformador - Fase S	ZTR	U9/U10	16	3	1.143	0.75	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	7.1
Izquierda	Transformador - Fase T	ZTR	U9/U10	16	3	1.143	0.75	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	7.1
Izquierda	Transformador - Fase R	ABB	U11/U12	14	2	1.143	1.5	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	6.7
Izquierda	Transformador - Fase S	ABB	U11/U12	14	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	7.8
Izquierda	Transformador - Fase T	ABB	U11/U12	14	2	1.143	1.5	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	6.7
Derecha	Transformador - Fase R	Mitsubishi	U13	36	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Derecha	Transformador - Fase S	Mitsubishi	U13	36	2	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.0

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Margen	Equipo	Fabricante	Unidad #	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Izquierda	Transformador - Fase T	Mitsubishi	U13	36	2	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.0
Izquierda	Transformador - Fase R	Mitsubishi	U14	36	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Izquierda	Transformador - Fase S	Mitsubishi	U14	36	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Derecha	Transformador - Fase T	Mitsubishi	U14	36	2	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.0
Derecha	Interruptores	ALSTOM	U1	4	3	0.439	3	1.316	2	1.316	3	0.702	0	0	10.0
Derecha	Interruptores	ALSTOM	U2	4	3	0.439	3	1.316	2	1.316	3	0.702	0	0	10.0
Derecha	Interruptores	ALSTOM	U3	4	3	0.439	3	1.316	2	1.316	3	0.702	0	0	10.0
Derecha	Interruptores	ALSTOM	U4	4	3	0.439	3	1.316	2	1.316	3	0.702	0	0	10.0
Derecha	Interruptores	ALSTOM	U5	4	3	0.439	3	1.316	2	1.316	3	0.702	0	0	10.0
Derecha	Interruptores	ALSTOM	U6	4	3	0.439	3	1.316	2	1.316	3	0.702	0	0	10.0
Izquierda	Interruptores	ALSTOM	U7	4	3	0.439	3	1.316	2	1.316	3	0.702	0	0	10.0
Izquierda	Interruptores	ALSTOM	U8	4	3	0.439	3	1.316	2	1.316	3	0.702	0	0	10.0
Izquierda	Interruptores	ALSTOM	U9	4	3	0.439	3	1.316	2	1.316	3	0.702	0	0	10.0
Izquierda	Interruptores	ALSTOM	U10	4	3	0.439	3	1.316	2	1.316	3	0.702	0	0	10.0
Izquierda	Interruptores	ALSTOM	U11	4	3	0.439	3	1.316	2	1.316	3	0.702	0	0	10.0
Izquierda	Interruptores	ALSTOM	U12	4	3	0.439	3	1.316	2	1.316	3	0.702	0	0	10.0

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Margen	Equipo	Fabricante	Unidad #	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Derecha	Interruptores	ALSTOM	U13	4	3	0.439	3	1.316	2	1.316	3	0.702	0	0	10.0
Izquierda	Interruptores	ALSTOM	U14	4	3	0.439	3	1.316	2	1.316	3	0.702	0	0	10.0
Derecha	Rejas	Consorcio Japones	U1	40	2	1	2	0.667	2	1	3	0.667	0	0	7.335
Derecha	Rejas	Consorcio Japones	U2	40	2	1	2	0.667	2	1	3	0.667	0	0	7.335
Derecha	Rejas	Consorcio Japones	U3	40	2	1	2	0.667	2	1	3	0.667	0	0	7.335
Derecha	Rejas	Consorcio Japones	U4	40	2	1	2	0.667	2	1	3	0.667	0	0	7.335
Derecha	Rejas	Consorcio Japones	U5	40	2	1	2	0.667	2	1	3	0.667	0	0	7.335
Derecha	Rejas	Consorcio Japones	U6	40	2	1	2	0.667	2	1	3	0.667	0	0	7.335
Izquierda	Rejas	Consorcio Japones	U7	40	2	1	2	0.667	2	1	3	0.667	0	0	7.335
Izquierda	Rejas	Consorcio Japones	U8	40	2	1	2	0.667	2	1	3	0.667	0	0	7.335
Izquierda	Rejas	Consorcio Japones	U9	40	2	1	2	0.667	2	1	3	0.667	0	0	7.335
Izquierda	Rejas	Consorcio Japones	U10	40	2	1	2	0.667	2	1	3	0.667	0	0	7.335
Izquierda	Rejas	Consorcio Japones	U11	40	2	1	2	0.667	2	1	3	0.667	0	0	7.335
Izquierda	Rejas	Consorcio Japones	U12	40	2	1	2	0.667	2	1	3	0.667	0	0	7.335
Derecha	Rejas	Consorcio Japones	U13	40	2	1	2	0.667	2	1	3	0.667	0	0	7.335
Izquierda	Rejas	Consorcio Japones	U14	40	2	1	2	0.667	2	1	3	0.667	0	0	7.335

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Margen	Equipo	Fabricante	Unidad #	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Ambas margenes	Tableros aux. de toma	Consorcio Japones	-	40	2	1	2	0.667	3	1	2	0.667	0	0	7.668
Derecha	Compuertas de Toma	IHI	U1	39	1	0.8	2	1	2	1	2	0.4	2	0.4	6.4
Derecha	Compuertas de Toma	IHI	U2	39	1	0.8	2	1	2	1	2	0.4	2	0.4	6.4
Derecha	Compuertas de Toma	IHI	U3	39	1	0.8	2	1	2	1	2	0.4	2	0.4	6.4
Derecha	Compuertas de Toma	IHI	U4	39	1	0.8	2	1	2	1	2	0.4	2	0.4	6.4
Derecha	Compuertas de Toma	IHI	U5	39	1	0.8	2	1	2	1	2	0.4	2	0.4	6.4
Derecha	Compuertas de Toma	IHI	U6	39	1	0.8	2	1	2	1	2	0.4	2	0.4	6.4
Izquierda	Compuertas de Toma	IHI	U7	39	1	0.8	2	1	2	1	2	0.4	2	0.4	6.4
Izquierda	Compuertas de Toma	IHI	U8	39	1	0.8	2	1	2	1	2	0.4	2	0.4	6.4
Izquierda	Compuertas de Toma	IHI	U9	39	1	0.8	2	1	2	1	2	0.4	2	0.4	6.4
Izquierda	Compuertas de Toma	IHI	U10	39	1	0.8	2	1	2	1	2	0.4	2	0.4	6.4
Izquierda	Compuertas de Toma	IHI	U11	39	1	0.8	2	1	2	1	2	0.4	2	0.4	6.4
Izquierda	Compuertas de Toma	IHI	U12	39	1	0.8	2	1	2	1	2	0.4	2	0.4	6.4
Derecha	Compuertas de Toma	IHI	U13	39	1	0.8	2	1	2	1	2	0.4	2	0.4	6.4
Izquierda	Compuertas de Toma	IHI	U14	39	1	0.8	2	1	2	1	2	0.4	2	0.4	6.4

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Margen	Equipo	Fabricante	Unidad #	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Derecha	Puente Grúa de S.M.	Waagner Biro	-	39	1	1.2	3	1	1	1.2	0	0.5	0	0	5.4
Izquierda	Puente Grúa de S.M.	Waagner Biro	-	39	1	1.2	3	1	1	1.2	0	0.5	0	0	5.4
Derecha	Grúa Pórtico Aguas Arriba	Waagner Biro	-	39	1	1.2	2	1	1	1.2	0	0.5	0	0	4.4
Izquierda	Grúa Pórtico Aguas Arriba	Waagner Biro	-	39	1	1.2	2	1	1	1.2	0	0.5	0	0	4.4
Derecha	Grúa Pórtico Aguas Abajo	Waagner Biro	-	39	1	1.2	2	1	1	1.2	0	0.5	0	0	4.4
Izquierda	Grúa Pórtico Aguas Abajo	Waagner Biro	-	39	1	1.2	2	1	1	1.2	0	0.5	0	0	4.4
Derecha	Sistema de aire comprimido - Alta Presión	Burckhardt	-	37	3	0.7	3	1.2	1	1.5	1	0.4	0	0	7.6
Derecha	Sistema de aire comprimido - Baja Presión	Atlas Copco	-	37	3	0.7	3	1.2	1	1.5	1	0.4	0	0	7.6
Izquierda	Sistema de aire comprimido - Alta Presión	Burckhardt	-	37	3	0.7	3	1.2	1	1.5	1	0.4	0	0	7.6

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Margen	Equipo	Fabricante	Unidad #	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Izquierda	Sistema de aire comprimido - Baja Presión	Atlas Copco	-	37	3	0.7	3	1.2	1	1.5	1	0.4	0	0	7.6
Derecha	Tuberías del sistema de aire comprimido	-	-	40	2	1	3	0.667	3	1	2	0.667	0	0	8.335
Izquierda	Tuberías del sistema de aire comprimido	-	-	40	2	1	3	0.667	3	1	2	0.667	0	0	8.335
Derecha	HVAC	-	-	40	2	1	3	0.667	1	1	3	0.667	0	0	7.002
Izquierda	HVAC	-	-	40	2	1	3	0.667	1	1	3	0.667	0	0	7.002
Derecha	Sistema de Protección contra incendios	-	-	40	2	1	3	0.667	1	1	2	0.667	0	0	6.335
Izquierda	Sistema de Protección contra Incendios	-	-	40	2	1	3	0.667	1	1	2	0.667	0	0	6.335
Derecha	Sistema de Agua de Enfriamiento	-	-	40	2	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	9.002
Izquierda	Sistema de Agua de Enfriamiento	-	-	40	2	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	9.002

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Margen	Equipo	Fabricante	Unidad #	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Derecha	Tuberías de distribución de aceite	-	-	40	2	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	9.002
Izquierda	Tuberías de distribución de aceite	-	-	40	2	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	9.002
Derecha	Sistema de purificación de Aceite	-	-	40	1	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	8.002
Izquierda	Sistema de purificación de Aceite	-	-	40	1	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	8.002
Derecha	Sistema de desagote y drenaje	-	-	40	2	1	2	0.667	3	1	1	0.667	0	0	7.001
Izquierda	Sistema de desagote y drenaje	-	-	40	2	1	2	0.667	3	1	1	0.667	0	0	7.001
Ambas margenes	Sistema de protección por relés	-	-		0	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	7.002
Derecha	Baterías	FIAMM	-	6	3	0.833	3	0.833	3	1.667	0	0	0	0	10.0
Izquierda	Baterías	FIAMM	-	1	3	0.833	3	0.833	3	1.667	0	0	0	0	10.0
Derecha	Generador de Emergencia	MWM	-	40	2	1	1	0.667	3	1	2	0.667	0	0	7.001
Izquierda	Generador de Emergencia	MWM	-	40	2	1	1	0.667	3	1	2	0.667	0	0	7.001

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Margen	Equipo	Fabricante	Unidad #	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Ambas margenes	SCADA	GE	-	10	3	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	10.002
Ambas margenes	Sistema de comunicaciones	DIMAT/ALSPA	-	30	0	1	0	0.667	2	1	1	0.667	0	0	2.667
Derecha	Transformadores de Sistemas Auxiliares	ABB	-	29	2	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	9.002
Izquierda	Transformadores de Sistemas Auxiliares	ABB	-	29	2	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	9.002
Ambas margenes	Sistema de Teleprotección	ALSPA	-	30	0	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	7.002
Derecha	Interruptores de media tension	EMA Electromecánica SA	-	35	1	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	8.002
Izquierda	Interruptores de media tension	EMA Electromecánica SA	-	35	1	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	8.002

Equipo	Fabricante	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Cables de 500 kV de EE.TT.	-	36	2	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	9.0

Equipo	Fabricante	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Descargadores de EETT	Ohio Brass/ABB	36/5	2	1	2	0.667	3	1	1	0.667	0	0	7.0
Barras y Aisladores	-	36	2	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	9.0
Estructuras Metalicas	-	36	2	1	3	0.667	3	1	2	0.667	0	0	8.3
Transformadores SG Arg SAL 132 kV	Fuji	36	2	1.143	0	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	4.5
Transformadores SG Uru SAL 150 kV FA	Toshiba	36	3	1.143	0	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	5.7
Transformadores SG Uru SAL 150 kV FB	Toshiba	36	3	1.143	0	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	5.7
Transformadores SG Uru SAL 150 kV FC	Toshiba	36	3	1.143	0	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	5.7
Transformadores SG Uru SAL 150 kV RE	Toshiba	36	3	1.143	0	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	5.7
Transformadores San Javier 150 kV FA	Toshiba	36	3	1.143	0	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	5.7
Transformadores San Javier 150 kV FB	Toshiba	36	3	1.143	0	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	5.7
Transformadores San Javier 150 kV FC	Toshiba	36	3	1.143	0	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	5.7
Transformadores Colonia Elía 132 kV -1	Fuji	36	3	1.143	0	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	5.7

Equipo	Fabricante	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Transformadores Colonia Elía 132 kV -2	Faraday	11	2	1.143	0	0.952	2	0.762	2	0.714	0	0	5.2
Reactores SG Arg. B1 FA	Fuji	36	3	1.143	0.8	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.4
Reactores SG Arg. B1 FB	Fuji	36	3	1.143	0.8	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.4
Reactores SG Arg. B1 FC	Fuji	36	2	1.143	0.8	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	5.2
Reactores SG Arg. B2 FA	Fuji	36	3	1.143	0.8	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.4
Reactores SG Arg. B2 FB	Fuji	36	1	1.143	0.8	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	4.1
Reactores SG Arg. B2 FC	Fuji	36	2	1.143	0.8	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	5.2
Reactores SG Arg. LCE FA	Fuji	36	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Reactores SG Arg. LCE FB	Fuji	36	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Reactores SG Arg. LCE FC	Fuji	36	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Reactores SG Arg. LST FA	Fuji	36	2	1.143	0.8	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	5.2
Reactores SG Arg. LST FB	Fuji	36	3	1.143	0.8	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.4
Reactores SG Arg. LST FC	Fuji	36	2	1.143	0.8	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	5.2
Reactores SG Uru. B1 FA	Toshiba	36	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Reactores SG Uru. B1 FB	Toshiba	36	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Reactores SG Uru. B1 FC	Toshiba	36	2	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.0

TOMO III
Informe Final – Fase I – Anexo I y II

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Equipo	Fabricante	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Reactores SG Uru. B2 FA	Toshiba	36	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Reactores SG Uru. B2 FB	Toshiba	36	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Reactores SG Uru. B2 FC	Toshiba	36	3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Reactores SG Uru. LSJ FA	Toshiba	36	2	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.0
Reactores SG Uru. LSJ FB	Toshiba	36	2	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.0
Reactores SG Uru. LSJ FC	Toshiba	36	2	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.0
Reactores San Javier LP1 FA	Toshiba		3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Reactores San Javier LP1 FB	Toshiba		2	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.0
Reactores San Javier LP1 FC	Toshiba		2	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.0
Reactores San Javier LP2 FA	Toshiba		3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Reactores San Javier LP2 FB	Toshiba		1	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	4.8
Reactores San Javier LP2 FC	Toshiba		2	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.0
Reactores San Javier LSGU FA	Toshiba		3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Reactores San Javier LSGU FB	Toshiba		1	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	4.8
Reactores San Javier LSGU FC	Toshiba		3	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	7.1
Reactores Colonia Elía LCAMP FA	Fuji	36	2	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.0

TOMO III
Informe Final – Fase I – Anexo I y II
Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Equipo	Fabricante	Años en servicio	CI 1	Factor de ponderación 1	CI 2	Factor de ponderación 2	CI 3	Factor de ponderación 3	CI 4	Factor de ponderación 4	CI 5	Factor de ponderación 5	Puntaje Nivel I
Reactores Colonia Elía LCAMP FB	Fuji	36	2	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.0
Reactores Colonia Elía LCAMP FC	Fuji	36	2	1.143	1.5	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.0
Reactores Colonia Elía LSGA FA	Fuji	36	2	1.143	0.8	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	5.2
Reactores Colonia Elía LSGA FB	Fuji	36	3	1.143	0.8	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	6.4
Reactores Colonia Elía LSGA FC	Fuji	36	2	1.143	0.8	0.952	2	0.762	1	0.714	0	0	5.2
Líneas de 500kV	-	36	2	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	9.0
Conexiones PAT	-	36	2	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	9.0
Aparatos de Maniobra		36	2	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	9.0
Control de la subestación (GDACS)	GE	10	3	1	3	0.667	3	1	3	0.667	0	0	10.0
Compuertas Radiales	Cometarsa/Riva Calzoni	39	2	1	2	0.667	3	1	3	0.667	0	0	8.3
Mando de Compuertas Radiales	Cometarsa/Riva Calzoni	40	2	1	3	0.667	2	1	3	0.667	0	0	8.0

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B1 FR Manufacturer: ZTR Yr. Mfd.: 1999

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B1 FS Manufacturer: ZTR Yr. Mfd.: 1999

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B1 FT Manufacturer: ZTR Yr. Mfd.: 1999

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B2 FR Manufacturer: ABB Yr. Mfd.: 2001

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.8
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande
 Transformer Identifier: B2 FS Manufacturer: mitsubishi Yr. Mfd.: 1997
 No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3 (sin tomas)

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande
 Transformer Identifier: B2 FT Manufacturer: mitsubishi Yr. Mfd.: 1984
 No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13.8-13.8/511.875:√3 (tomas 2)

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B3 FR Manufacturer: ZTR Yr. Mfd.: 1999

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor =	Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B3 FS Manufacturer: ZTR Yr. Mfd.: 1999

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor =	Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.8
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B3 FT Manufacturer: ZTR Yr. Mfd.: 1999

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.8
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B4 FR Manufacturer: ABB Yr. Mfd.: 2001

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B4 FS Manufacturer: ABB Yr. Mfd.: 2001

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B4 FT Manufacturer: ABB Yr. Mfd.: 2001

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B5 FR Manufacturer: ZTR Yr. Mfd.: 1999

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.8
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B5 FS Manufacturer: ZTR Yr. Mfd.: 1999

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor =	Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B5 FT Manufacturer: ZTR Yr. Mfd.: 1999

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B6 FS Manufacturer: ABB Yr. Mfd.: 2001

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				6.7
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B6 FS Manufacturer: ABB Yr. Mfd.: 2001

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.8
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B6 FT Manufacturer: ABB Yr. Mfd.: 2001

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/515:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				6.7
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande
 Transformer Identifier: B7 FR Manufacturer: MITSUBISHI Yr. Mfd.: 1979
 No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/511,875:√3 (toma 2)

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B7 FS Manufacturer: mitsubishi Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/511,875:√3 (toma 2)

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				6.0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande
 Transformer Identifier: B7 FT Manufacturer: MITSUBISHI Yr. Mfd.: 1979
 No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/511,875:√3 (toma 2)

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				6.0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B8 FR Manufacturer: MITSUBISHI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/511,875:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B8 FR Manufacturer: MITSUBISHI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/511,875:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: C.H. Salto Grande

Transformer Identifier: B8 FT Manufacturer: MITSUBISHI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: 1 MVA: 100 Voltage: 13,8-13,8/511,875:√3

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				6.0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Argentina
 Transformer Identifier: SAL 132 Kv Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979
 No. of Phases: 3 MVA: 150 Voltage: 500/132/13.8 Kv

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0	0.952	0.0
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				4.5
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elia
 Transformer Identifier: SAL 132 Kv-1 Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979
 No. of Phases: 3 MVA: 150 Voltage: 500/132/13.8 kV

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0	0.952	0.0
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				5.7
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elia
 Transformer Identifier: SAL 132 Kv-2 Manufacturer: FARADAY Yr. Mfd.: 2004
 No. of Phases: 3 MVA: 150 Voltage: 500/132/13.8 kV

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0	0.952	0.0
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.714	1.4
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				5.2
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Uruguay
 Transformer Identifier: SAL 150 kV FA Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: 1979
 No. of Phases: 3 MVA: 50 Voltage: 500/150/31.5 kV

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor =	Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0	0.952	0.0
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				5.7
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Uruguay
 Transformer Identifier: SAL 150 kV FB Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: 1979
 No. of Phases: 3 MVA: 50 Voltage: 500/150/31.5 kV

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor =	Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0	0.952	0.0
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				5.7
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Uruguay
 Transformer Identifier: SAL 150 kV FC Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: 1979
 No. of Phases: 3 MVA: 50 Voltage: 500/150/31.5 kV

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor =	Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0	0.952	0.0
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				5.7
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: E.T. San Javier
 Transformer Identifier: SAL 150 kV FA Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: 1979
 No. of Phases: 3 MVA: 50 Voltage: 500/150/31.5 kV

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor =	Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0	0.952	0.0
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				5.7
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: E.T. San Javier
 Transformer Identifier: SAL 150 kV FB Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: 1979
 No. of Phases: 3 MVA: 50 Voltage: 500/150/31.5 kV

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor =	Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0	0.952	0.0
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				5.7
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: E.T. San Javier
 Transformer Identifier: SAL 150 kV FC Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: 1979
 No. of Phases: 3 MVA: 50 Voltage: 500/150/31.5 kV

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor =	Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0	0.952	0.0
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				5.7
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Uruguay
 Transformer Identifier: SAL 150 kV RE Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: 1979
 No. of Phases: 3 MVA: 50 Voltage: 500/150/31.5 kV

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor =	Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0	0.952	0.0
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				5.7
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Argentina

Transformer Identifier: B1 FA Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				6.4
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Argentina

Transformer Identifier: B1 FB Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor =	Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				6.4
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Argentina

Transformer Identifier: B1 FC Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				5.2
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Argentina

Transformer Identifier: B2 FA Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				6.4
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Argentina

Transformer Identifier: B2 FB Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	1.143	1.1
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				4.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Argentina
 Transformer Identifier: B2 FC Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979
 No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor =	Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				5.2
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Argentina
Transformer Identifier: LCE FA Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979
No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
Management Review: _____ Copies to: _____
(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Argentina

Transformer Identifier: LCE FB Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Argentina

Transformer Identifier: LCE FC Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Argentina

Transformer Identifier: LST FA Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				5.2
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Argentina

Transformer Identifier: LST FB Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				6.4
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Argentina

Transformer Identifier: LST FC Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				5.2
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Uruguay

Transformer Identifier: B1 FA Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Uruguay

Transformer Identifier: B1 FB Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Uruguay

Transformer Identifier: B1 FC Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				6.0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Uruguay

Transformer Identifier: B2 FA Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Uruguay

Transformer Identifier: B2 FB Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Uruguay

Transformer Identifier: B2 FC Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Uruguay

Transformer Identifier: LSJ FA Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				6.0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Uruguay
 Transformer Identifier: LSJ FB Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979
 No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				6.0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Salto Grande Uruguay
 Transformer Identifier: LSJ FC Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979
 No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				6.0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elía

Transformer Identifier: LP1 FA Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: _____

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elía

Transformer Identifier: LP1 FB Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: _____

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				6.0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elía
 Transformer Identifier: LP1 FC Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: _____
 No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor =	Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				6.0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elía

Transformer Identifier: LP2 FA Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: _____

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elía

Transformer Identifier: LP2 FB Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: _____

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	1.143	1.1
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				4.8
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elía

Transformer Identifier: LP2 FC Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: _____

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				6.0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elía

Transformer Identifier: LSGU FA Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: _____

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elía
 Transformer Identifier: LSGU FB Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: _____
 No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	1.143	1.1
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				4.8
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elía
Transformer Identifier: LSGU FC Manufacturer: TOSHIBA Yr. Mfd.: _____
No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				7.1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
Management Review: _____ Copies to: _____
(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elía

Transformer Identifier: LCAMP FA Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				6.0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elía

Transformer Identifier: LCAMP FB Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				6.0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elía

Transformer Identifier: LCAMP FC Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1.5	0.952	1.4
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				6.0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elía

Transformer Identifier: LSGA FA Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				5.2
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

18-5

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elía

Transformer Identifier: LSGA FB Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor =	Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.143	3.4
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				6.4
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

18.5 Summary

TRANSFORMER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY (REACTORS)

Date: _____ Location: E.T. Colonia Elía

Transformer Identifier: LSGA FC Manufacturer: FUJI Yr. Mfd.: 1979

No. of Phases: _____ MVA: 16.67 Voltage: _____

Tier 1 Transformer Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	x Weighting Factor	= Total Score
1	Oil Analysis (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.143	2.3
2	Power Factor and Excitation Current Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0.75	0.952	0.7
3	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.762	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.714	0.7
Tier 1 Transformer Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>				5.2
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydroAMP - Field Inspection Guide -Transformer

Project: SALTO GRANDE Unit/Transformer #: B1 FR Date: 24/02/2015
 Manufacturer: Zaporoztransformator Year Mfd: 1999 Phases: 1 MVA: 100
Winding Voltages:
 Primary: 2x13,8 kV Secondary: 512/1,73 kV Tertiary: _____

Operation & Maintenance History:

Check all that apply:

- ☐ Sustained Overloading ☒ High Operating Temps ☐ High Temps Indicated by Infrared
☐ High Corona ☒ Cooling System Problems ☐ Deteriorated Control/Protective Wiring/Devices
☐ Increased Corrective Maintenance ☐ Physical Inspection Anomalies (leaks, faulty gauges, etc.)
☐ Previous Failures

Notes:

Enfriamiento OFAF, 3 etapas. Transformador energizado: 1 etapa (invierno), 2 etapas (verano). Relé de imagen térmica opera 2da. etapa (invierno) ó 3ra. etapa (verano).

Power Factor Test Results:

- ☐ Test Results Normal/Good - G
☐ Test Results Show Minor Degradation/Deterioration - D
☐ Test Results Show Significant Deterioration/Investigate - I
☐ Test Results Show Severe Degradation/Bad - B

Excitation Current Test Results:

- ☐ Normal Excitation Current Values and Patterns
☐ Minor Deviation in Excitation Current Values and Patterns
☐ Significant Deviation in Excitation Current Values and Patterns
☐ Severe Deviation in Excitation Current Values and Patterns

Notes:

Mediciones de factor de potencia: abril 2004 y febrero 2008. Valores aceptables. No hay mediciones actuales ni de corriente de excitación.

Insulating Oil Analysis:

Submit a copy of the insulating oil analysis test results with hydroAMP Transformer inspection sheet.

General Notes:

Nota especial de evaluación de transformadores

En la evaluación de los transformadores, se ha tenido en cuenta lo siguiente:

A. Evaluación del indicador N° 1 – Análisis de aceite.

En las hojas siguientes se incluyen, para cada máquina, los resultados de análisis de gases disueltos desde 2005, así como las curvas correspondientes a la concentración total de gases combustibles disueltos (TDCG, ppm) y a su variación mensual (Δ TDCG, ppm/mes).

En las tablas se resaltan con color las siguientes condiciones anormales:

- Según capítulo 18 de HydroAMP Guide: variación mensual de la concentración de gases individuales y de la concentración total de gases.
- Según norma IEEE C57.104: concentración de gases individuales y concentración total de gases.

El código utilizado es el siguiente:

Condición HydroAMP	Condición IEEE
3	1
2	2
1	3
0	4

Los gases combustibles analizados son los siguientes:

H₂: hidrógeno

CH₄: metano

C₂H₂: acetileno

C₂H₄: etileno

C₂H₆: etano

CO: monóxido de carbono

Para cada medición se calculó el indicador hydroAMP correspondiente, que se indica en la última columna. Con el objeto de definir un indicador representativo para cada máquina se obtuvo el promedio ponderado de los valores calculados en cada medición para los últimos 5, 2 y 1 años. Se descartaron los valores con antigüedad superior a 5 años y el obtenido en el análisis de 2015, que, por ser único, puede conducir a conclusiones erróneas.

Según lo observado por el personal de CTMSG, las unidades de filtrado de aceite HYDAC TCU generan hidrógeno durante su operación, alterando las mediciones de concentración de este gas. En consecuencia, dando crédito a esa experiencia, se resolvió repetir los cálculos sin considerar las variaciones de esa concentración. En algunos transformadores de la central se obtienen diferencias en el indicador hydroAMP. No sucede lo mismo con los transformadores de las estaciones ni con los reactores.

Los resultados obtenidos se resumen en los cuadros siguientes:

- Transformadores de la Central (sin Hidrógeno)

Ubicación	Designación	Fabricante	Evaluación HydroAMP					
			10 años	5 años	2 años	1 año	2015	Propuesta
Central Margen Derecha	B1 FR	ZTR	2,9	2,9	2,8	2,6	3,0	3
	B1 FS	ZTR	0,2	2,9	2,8	2,6	3,0	3
	B1 FT	ZTR	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3
	B2 FR	ABB	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3
	B2 FS	Mitsubishi	2,9	2,9	2,9	2,8	3,0	3
	B2 FT	Mitsubishi	2,7	2,7	2,8	2,6	3,0	3
	B3 FR	ZTR	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3
	B3 FS	ZTR	2,8	2,9	3,0	3,0	3,0	3
	B3 FT	ZTR	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3
	B7 FR	Mitsubishi	2,7	2,8	2,8	2,6	3,0	3
	B7 FS	Mitsubishi	2,8	2,6	2,4	2,4	3,0	2
	B7 FT	Mitsubishi	2,0	1,8	1,8	2,0	3,0	2
Central Margen Izquierda	B4 FR	ABB	2,9	2,8	2,9	2,8	3,0	3
	B4 FS	ABB	2,9	2,7	2,9	2,8	3,0	3
	B4 FT	ABB	2,7	2,8	2,8	2,8	3,0	3
	B5 FR	ZTR	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3
	B5 FS	ZTR	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3
	B5 FT	ZTR	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3
	B6 FR	ABB	2,3	2,2	2,0	1,8	3,0	2
	B6 FS	ABB	2,9	2,8	2,7	2,6	3,0	3
	B6 FT	ABB	2,4	2,5	2,3	2,2	3,0	2
	B8 FR	Mitsubishi	3,0	2,9	2,8	3,0	3,0	3
	B8 FS	Mitsubishi	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3
	B8 FT	Mitsubishi	2,7	2,4	1,6	1,5	3,0	2

- Transformadores de EE.TT.

Ubicación	Designación	Fabricante	Evaluación HydroAMP					
			10 años	5 años	2 años	1 año	2015	Propuesta
E.T. S.G. Arg.	SAL 132 kV	Fuji	2,5	2,1	2,7	2,3		2
E.T. Salto Grande Uruguay	SAL 150 kV FA	Toshiba	2,9	3,0	3,0	3,0		3
	SAL 150 kV FB	Toshiba	2,7	2,7	2,8	2,5		3
	SAL 150 kV FC	Toshiba	3,0	3,0	3,0	3,0		3
	SAL 150 kV RE	Toshiba	3,0	3,0	3,0	3,0		3
E.T. San Javier	SAL 150 kV FA	Toshiba	2,7	2,8	3,0	3,0		3
	SAL 150 kV FB	Toshiba	2,7	2,8	3,0	3,0		3
	SAL 150 kV FC	Toshiba	2,6	2,8	3,0	3,0		3
E.T. Colonia Elía	SAL 132 kV - 1	Fuji	2,8	2,6	2,0	3,0		3
	SAL 132 kV - 2	Faraday	2,4	1,9	2,0	3,0		2

- Reactores

Ubicación	Designación	Fabricante	Evaluación HydroAMP					
			10 años	5 años	2 años	1 año	2015	Propuesta
E.T. Salto Grande Argentina	SGA B1 FA	Fuji	2,9	2,9	3,0	3,0		3
	SGA B1 FB	Fuji	2,8	2,7	3,0	3,0		3
	SGA B1 FC	Fuji	2,7	2,5	2,1	2,4		2
	SGA B2 FA	Fuji	3,0	3,0	3,0	3,0		3
	SGA B2 FB	Fuji	1,8	1,5	1,1	1,6		1
	SGA B2 FC	Fuji	2,5	2,0	1,7	1,6		2
	SGA LCE FA	Fuji	2,9	2,9	3,0	3,0		3
	SGA LCE FB	Fuji	3,0	2,9	3,0	3,0		3
	SGA LCE FC	Fuji	2,9	3,0	3,0	3,0		3
	SGA LST FA	Fuji	2,5	2,2	2,3	2,4		2
	SGA LST FB	Fuji	2,3	2,4	2,5	2,8		3
	SGA LST FC	Fuji	2,6	2,2	2,1	2,2		2
E.T. Salto Grande Uruguay	SGU B1 FA	Toshiba	2,8	2,9	2,8	2,7		3
	SGU B1 FB	Toshiba	2,5	2,5	2,8	2,7		3
	SGU B1 FC	Toshiba	1,9	2,1	1,9	1,7		2
	SGU B2 FA	Toshiba	2,4	2,5	2,9	3,0		3
	SGU B2 FB	Toshiba	2,5	2,6	3,0	3,0		3
	SGU B2 FC	Toshiba	2,5	2,4	2,6	2,7		3
	SGU LSJ FA	Toshiba	2,6	2,6	2,5	2,4		2
	SGU LSJ FB	Toshiba	2,2	2,3	2,5	2,4		2
	SGU LSJ FC	Toshiba	2,7	2,5	2,4	2,4		2
E.T. San Javier	SJ LP1 FA	Toshiba	2,9	2,9	3,0	3,0		3
	SJ LP1 FB	Toshiba	1,3	1,3	1,7	2,1		2
	SJ LP1 FC	Toshiba	2,0	2,1	2,3	2,1		2
	SJ LP2 FA	Toshiba	2,4	2,8	3,0	3,0		3
	SJ LP2 FB	Toshiba	0,5	0,6	0,6	1,1		1
	SJ LP2 FC	Toshiba	2,0	1,6	1,6	1,8		2
	SJ LSGU FA	Toshiba	2,2	2,3	3,0	3,0		3
	SJ LSGU FB	Toshiba	1,4	0,9	0,4	1,0		1
	SJ LSGU FC	Toshiba	2,5	2,6	3,0	3,0		3
E.T. Colonia Elía	CE LCAMP FA	Fuji	2,6	2,3	1,9	2,2		2
	CE LCAMP FB	Fuji	1,9	2,2	2,3	1,7		2
	CE LCAMP FC	Fuji	1,7	1,6	1,7	1,8		2
	CE LSGA FA	Fuji	1,4	1,6	1,6	3,0		2
	CE LSGA FB	Fuji	2,8	2,9	2,8	3,0		3
	CE LSGA FC	Fuji	1,4	1,4	1,6	3,0		2

B. Evaluación del indicador N° 2 – Mediciones de factor de potencia y corriente de excitación

Considerando que no se cuenta con mediciones de la corriente de excitación, el puntaje máximo asignado a este indicador en todas las máquinas fue 1,5 (50 % del valor 3 previsto por hydroAMP).

Si bien no se tienen mediciones de factor de potencia obtenidas con equipo Doble, se verificó que todos los valores medidos son inferiores o iguales a 0,5 %, lo cual indica que la condición del aislamiento es buena.

En consecuencia se asignó un puntaje de 1,5 a todas las máquinas cuya medición fue hecha a partir de 2010 (últimos 5 años). Las máquinas cuya medición es anterior fueron calificadas con 0,75 puntos. No consta la ejecución de mediciones en los transformadores de las estaciones, motivo por el cual estas máquinas fueron calificadas con cero puntos.

C. Evaluación del indicador N° 3 – Historial de operación y mantenimiento

Se considera que todas las máquinas han experimentado algunas condiciones operativas anormales y requirieron un mantenimiento superior al normal. Por ese motivo se asigna el valor 2 a este indicador.

D. Evaluación del indicador N° 4 – Antigüedad

Se asigna el valor 1 a las máquinas que forman parte de la dotación original o incorporadas hasta 1985 y el valor 2 a las incorporadas a partir de dicho año.

Evaluación global

Se presentan a continuación los resultados de la evaluación global de cada máquina sobre la base de las consideraciones anteriores.

Transformadores de la Central (sin Hidrógeno)

No.	Condition Indicator	Weighting Factor	B1 FR		B1 FS		B1 FT		B2 FR		B2 FS		B2 FT		B3 FR		B3 FS		B3 FT		B7 FR		B7 FS		B7 FT	
			Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score
1	Oil Analysis	1,143	3	3,4	3	3,4	3	3,4	3	3,4	3	3,4	3	3,4	3	3,4	3	3,4	3	3,4	3	3,4	2	2,3	2	2,3
2	Power Factor and Excitation Current Tests	0,952	0,75	0,7	0,75	0,7	0,75	0,7	1,5	1,4	0,75	0,7	1,5	1,4	0,75	0,7	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4
3	Operation & Maintenance History	0,762	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5
4	Age	0,714	2	1,4	2	1,4	2	1,4	2	1,4	2	1,4	1	0,7	2	1,4	2	1,4	2	1,4	1	0,7	1	0,7	1	0,7
Tier 1 Transformer Condition Index				7,1		7,1		7,1		7,8		7,1		7,1		7,1		7,8		7,8		7,1		6,0		6,0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator				7		7		7		7		7		7		7		7		7		7		7		7

No.	Condition Indicator	Weighting Factor	B4 FR		B4 FS		B4 FT		B5 FR		B5 FS		B5 FT		B6 FR		B6 FS		B6 FT		B8 FR		B8 FS		B8 FT	
			Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score
1	Oil Analysis	1,143	3	3,4	3	3,4	3	3,4	3	3,4	3	3,4	3	3,4	2	2,3	3	3,4	2	2,3	3	3,4	3	3,4	2	2,3
2	Power Factor and Excitation Current Tests	0,952	0,75	0,7	0,75	0,7	0,75	0,7	1,5	1,4	0,75	0,7	0,75	0,7	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4
3	Operation & Maintenance History	0,762	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5
4	Age	0,714	2	1,4	2	1,4	2	1,4	2	1,4	2	1,4	2	1,4	2	1,4	2	1,4	2	1,4	1	0,7	1	0,7	1	0,7
Tier 1 Transformer Condition Index				7,1		7,1		7,1		7,8		7,1		7,1		6,7		7,8		6,7		7,1		7,1		6,0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator				7		7		7		7		7		7		7		7		7		7		7		7

Transformadores de las EE.TT.

No.	Condition Indicator	Weighting Factor	Salto Grande Argentina		Salto Grande Uruguay								San Javier						Colonia Elía			
			SAL 132 kV		SAL 150 kV FA		SAL 150 kV FB		SAL 150 kV FC		SAL 150 kV RE		SAL 150 kV FA		SAL 150 kV FB		SAL 150 kV FC		SAL 132 kV - 1		SAL 132 kV - 2	
			Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score
1	Oil Analysis	1,143	2	2,3	3	3,4	3	3,4	3	3,4	3	3,4	3	3,4	3	3,4	3	3,4	3	3,4	2	2,3
2	Power Factor and Excitation Current Tests	0,952	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
3	Operation & Maintenance History	0,762	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5
4	Age	0,714	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	2	1,4
Tier 1 Transformer Condition Index				4,5		5,7		5,7		5,7		5,7		5,7		5,7		5,7		5,7		5,2
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator				7		7		7		7		7		7		7		7		7		7

Reactores E.T. Salto Grande Argentina

No.	Condition Indicator	Weighting Factor	B1 FA		B1 FB		B1 FC		B2 FA		B2 FB		B2 FC		LCE FA		LCE FB		LCE FC		LST FA		LST FB		LST FC	
			Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score
1	Oil Analysis	1,143	3	3,4	3	3,4	2	2,3	3	3,4	1	1,1	2	2,3	3	3,4	3	3,4	3	3,4	2	2,3	3	3,4	2	2,3
2	Power Factor and Excitation Current Tests	0,952	0,75	0,7	0,75	0,7	0,75	0,7	0,75	0,7	0,75	0,7	0,75	0,7	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	0,75	0,7	0,75	0,7	0,75	0,7
3	Operation & Maintenance History	0,762	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5
4	Age	0,714	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7
Tier 1 Transformer Condition Index				6,4		6,4		5,2		6,4		4,1		5,2		7,1		7,1		7,1		5,2		6,4		5,2
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator				7		7		7		7		7		7		7		7		7		7		7		7

E.T. Salto Grande Uruguay

TOMO III
Informe Final – Fase I – Anexo I y II

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

No.	Condition Indicator	Weighting Factor	B1 FA		B1 FB		B1 FC		B2 FA		B2 FB		B2 FC		LSJ FA		LSJ FB		LSJ FC	
			Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score
1	Oil Analysis	1,143	3	3,4	3	3,4	2	2,3	3	3,4	3	3,4	3	3,4	2	2,3	2	2,3	2	2,3
2	Power Factor and Excitation Current Tests	0,952	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4
3	Operation & Maintenance History	0,762	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5
4	Age	0,714	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7
Tier 1 Transformer Condition Index				7,1		7,1		6,0		7,1		7,1		7,1		6,0		6,0		6,0
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator				7		7		7		7		7		7		7		7		7

E.T. San Javier

No.	Condition Indicator	Weighting Factor	LP1 FA		LP1 FB		LP1 FC		LP2 FA		LP2 FB		LP2 FC		LSGU FA		LSGU FB		LSGU FC	
			Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score
1	Oil Analysis	1,143	3	3,4	2	2,3	2	2,3	3	3,4	1	1,1	2	2,3	3	3,4	1	1,1	3	3,4
2	Power Factor and Excitation Current Tests	0,952	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4
3	Operation & Maintenance History	0,762	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5
4	Age	0,714	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7
Tier 1 Transformer Condition Index				7,1		6,0		6,0		7,1		4,8		6,0		7,1		4,8		7,1
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator				7		7		7		7		7		7		7		7		7

E.T. Colonia Elía

No.	Condition Indicator	Weighting Factor	LCAMP FA		LCAMP FB		LCAMP FC		LSGA FA		LSGA FB		LSGA FC	
			Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score	Score	Total Score
1	Oil Analysis	1,143	2	2,3	2	2,3	2	2,3	2	2,3	3	3,4	2	2,3
2	Power Factor and Excitation Current Tests	0,952	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	0,75	0,7	0,75	0,7	0,75	0,7
3	Operation & Maintenance History	0,762	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5
4	Age	0,714	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7
Tier 1 Transformer Condition Index				6,0		6,0		6,0		5,2		6,4		5,2
Tier 1 Transformer Data Quality Indicator				7		7		7		7		7		7

Evaluación del Análisis de Gases Disueltos
TRANSFORMADOR B1 FR

TOMO III

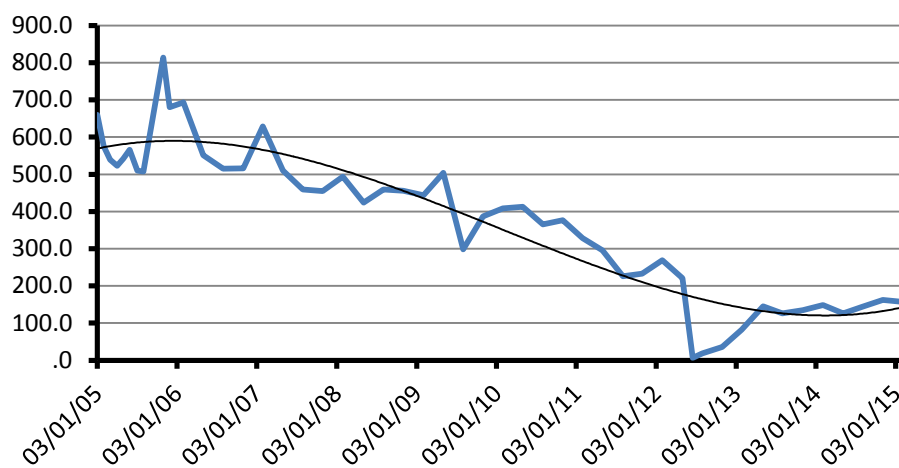
Informe Final – Fase I – Anexo I y II

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

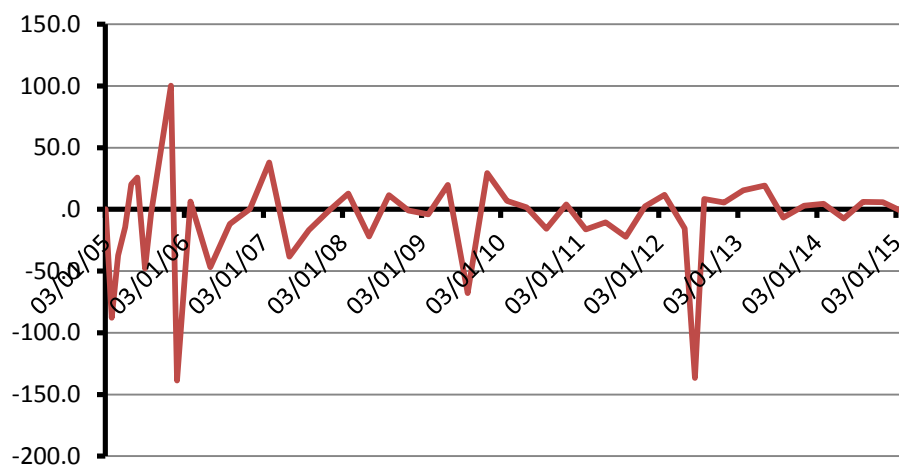
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05			22				15		5		640		660		3.327	5	1.881	34.716
01/02/05			19	-3			12	-3	5		558	-85	575	-88	2.770	5	1.867	32.180
02/03/05			21	2			13	1	5		521	-38	539	-37	3.571	7	2.346	34.534
04/04/05			20	-1			12	-1	4	-1	507	-13	523	-15	2.671	5	2.254	33.941
02/05/05			20				12		5	1	525	19	542	20	3.226	6	2.292	34.315
30/05/05			16	-4			10	-2	4	-1	552	29	566	26	3.053	6	1.101	33.670
04/07/05			18	2			10		4		496	-48	510	-48	3.368	7	1.490	33.761
01/08/05			18				10		4		493	-3	507	-3	3.072	6	1.116	34.927
01/11/05			20	1			11	0	5	0	798	99	814	100	3.505	4	1.414	37.077
30/11/05			20				9	-2	4	-1	667	-136	680	-139	3.989	6	1.394	37.635
31/01/06			21	0			11	1	6	1	676	4	693	6	3.887	6	2.227	39.740
02/05/06			22	0			9	-1	4	-1	538	-45	551	-47	3.647	7	2.093	37.922
01/08/06			20	-1			8	0	5	0	502	-12	515	-12	3.134	6	1.815	35.525
01/11/06			20				10	1	5		501	0	516	0	3.626	7	2.233	42.984
29/01/07			24	1			12	1	6	0	611	37	629	38	5.140	8	1.302	46.238
02/05/07			24				9	-1	8	1	493	-38	510	-38	4.195	9	2.539	44.520
01/08/07			20	-1			7	-1	3	-2	449	-15	459	-17	3.766	8	1.123	38.819
31/10/07			21	0			7		5	1	443	-2	455	-1	4.783	11	1.021	41.832
30/01/08	7	2	22	0			9	1	6	0	472	10	494	13	4.764	10	1.346	43.866
05/05/08		-2	21	0			10	0	6		408	-20	424	-22	4.591	11	1.484	46.652
04/08/08	13	4	24	1			10		9	1	427	6	459	12	4.969	12	1.701	43.872
03/11/08	5	-3	25	0			9	0	7	-1	435	3	456	-1	5.387	12	1.484	47.140
02/02/09		-2	26	0			9		8	0	427	-3	444	-4	5.177	12	1.593	52.906
04/05/09			35	3			12	1	9	0	483	18	504	20	5.346	11	1.819	51.457
03/08/09			23	-4				-4	5	-1	293	-63	298	-68	3.977	14	1.881	42.956
02/11/09			27	1			6	2	5		376	27	387	29	5.946	16	1.248	47.605
01/02/10			23	-1			5	0	8	1	395	6	408	7	5.309	13	1.113	53.276
03/05/10			23				10	2	5	-1	398	1	413	2	5.975	15	1.147	48.083
02/08/10			24	0			10		6	0	349	-16	365	-16	5.581	16	952	48.105
01/11/10			25	0			10		6		361	4	377	4	5.797	16	1.362	50.702
31/01/11			24	0			11	0	6		311	-16	328	-16	5.990	19	1.648	50.570
02/05/11			27	1			10	0	7	0	279	-11	296	-11	6.119	22	1.637	51.014
04/08/11			23	-1			8	-1	6	0	212	-21	226	-22	4.963	23	1.616	47.806
31/10/11			24	0			4	-1	6		223	4	233	2	5.875	26	763	51.036
30/01/12			28	1			11	2	8	1	250	9	269	12	2.507	10	710	53.176
02/05/12			25	-1			10	0	7	0	204	-15	221	-15	5.617	28	743	52.231
18/06/12				-16				-6		-4	7	-126	7	-137	307	44	184	1.992
31/07/12			2	1			1	1			18	8	19	8	1.588	88	275	4.484
31/10/12			1	0				0			36	6	36	6	2.305	64	280	6.060
28/01/13			4	1			1	0	1	0	80	15	82	16	3.580	45	975	13.078

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
06/05/13	11	3	12	2			2	0	2	0	130	15	145	19	4.454	34	220	8.959
01/08/13		-4	6	-2			2		1	0	123	-2	126	-7	3.511	29	630	9.310
04/11/13			4	-1			3	0	1		131	3	135	3	4.718	36	309	9.256
03/02/14			7	1			3		1		145	5	149	5	4.668	32	453	10.813
07/05/14			6	0	2	1	2	0	2	0	120	-8	126	-7	5.182	43	1.258	8.772
04/08/14			8	1		-1	1	0	1	0	142	7	144	6	4.497	32	239	9.655
04/11/14			8				6	2	3	1	153	4	162	6	5.384	35	1.319	9.556
02/02/15			9	0				-2	1	-1	156	1	157	-2	5.254	34	612	11.853

B1 FR - TDCG (ppm)



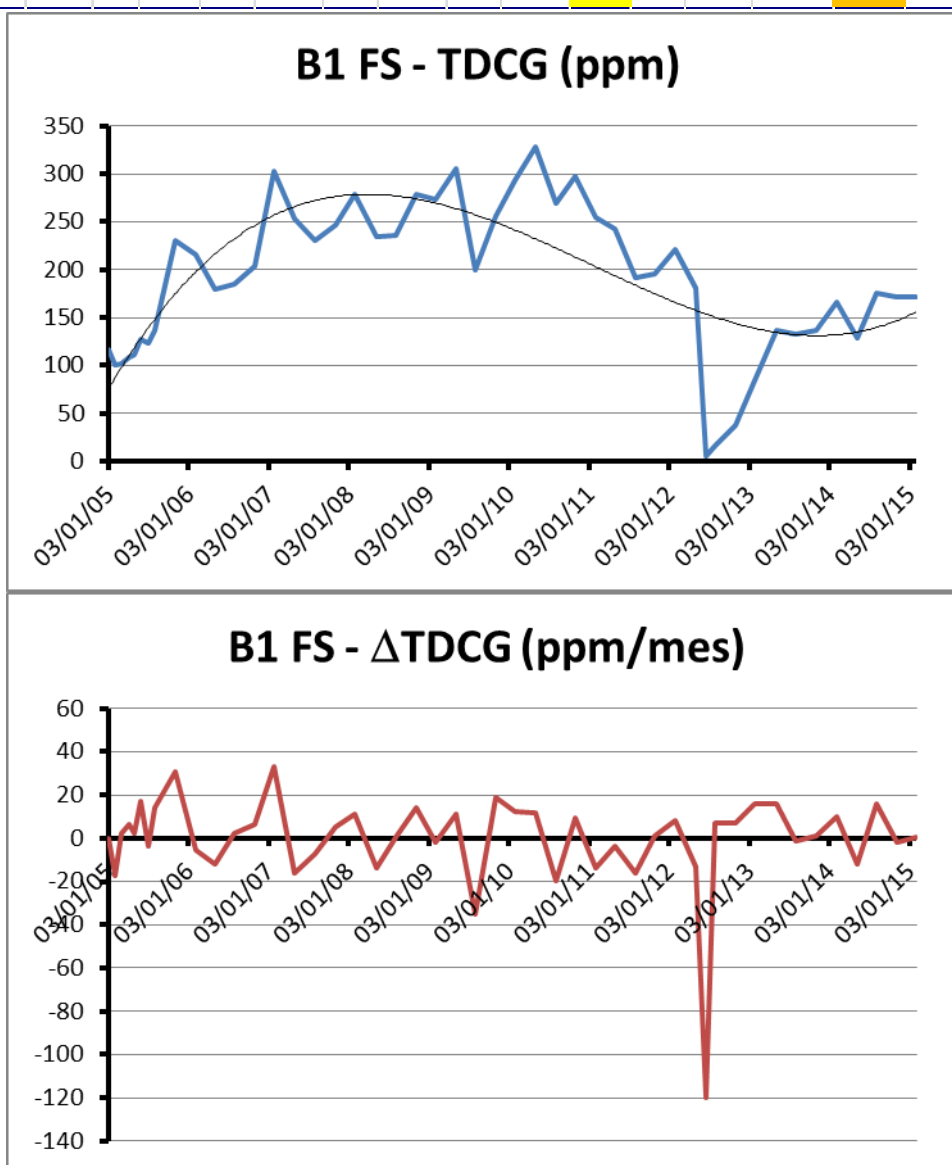
B1 FR - ΔTDCG (ppm/mes)



TRANSFORMADOR B1 FS

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05							1				116		117		1.435	12	1.263	9.216
01/02/05								-1			100	-17	100	-18	1.521	15	1.297	6.968
02/03/05											102	2	102	2	2.075	20	1.827	8.318
04/04/05	9	8	2	2			1	1			99	-3	109	6	1.450	15	1.912	8.622
02/05/05		-10	2				1				110	12	111	2	1.836	17	1.914	9.035
30/05/05			2					-1			127	18	127	17	1.882	15	1.156	9.320
04/07/05			3	1							123	-3	123	-3	2.059	17	1.313	9.654
01/08/05			3								136	14	136	14	1.998	15	988	10.436
01/11/05			3								231	31	231	31	2.319	10	1.138	11.850
02/02/06			4	0			1	0			214	-5	215	-5	2.218	10	2.018	14.428
02/05/06			5	0				0			179	-12	179	-12	2.515	14	2.021	14.644
01/08/06			3	-1							185	2	185	2	2.416	13	1.749	15.307
01/11/06			4	0							204	6	204	6	2.719	13	2.008	18.566
29/01/07	13	4	4				1	0	2	1	287	28	303	33	3.725	13	1.392	20.819
02/05/07		-4	13	3				0		-1	253	-11	253	-16	3.227	13	1.286	18.780
01/08/07			10	-1							231	-7	231	-7	2.890	13	987	18.560
31/10/07			6	-1							246	5	246	5	3.935	16	949	21.443
30/01/08			7	0			5	2			274	9	279	11	3.701	14	1.245	23.113
05/05/08				-2				-2			235	-12	235	-14	3.661	16	1.349	24.886
04/08/08			9	3							236	0	236	0	3.991	17	1.485	24.326
03/11/08			9								278	14	278	14	4.524	16	1.199	27.614
02/02/09			7	-1			4	1			269	-3	273	-2	4.303	16	1.594	31.478
04/05/09			19	4				-1			306	12	306	11	4.455	15	1.992	30.748
03/08/09			10	-3							199	-35	199	-35	3.448	17	1.729	26.859
02/11/09			11	0							256	19	256	19	4.879	19	1.648	29.987
01/02/10			7	-1			3	1			290	11	293	12	4.446	15	2.435	37.240
03/05/10			13	2			3		2	1	323	11	328	12	5.458	17	1.296	33.227
02/08/10			12	0			3		3	0	263	-20	269	-19	5.158	20	937	33.698
01/11/10			18	2			3		2	0	292	10	297	9	5.465	19	1.385	40.024
31/01/11			14	-1			3		3	0	249	-14	255	-14	5.656	23	1.517	35.941
02/05/11			15	0			4	0	2	0	237	-4	243	-4	5.738	24	1.440	36.083
04/08/11			12	-1			3	0	2		187	-16	192	-16	4.727	25	1.111	33.974
31/10/11			13	0				-1	1	0	195	3	196	1	5.552	28	818	35.902
30/01/12			16	1			4	1	3	1	214	6	221	8	6.009	28	1.387	38.708
02/05/12			14	-1			3	0	3		175	-13	181	-13	5.289	30	1.122	38.807
15/06/12				-10				-2		-2	5	-116	5	-120	213	43	188	1.269
31/07/12			1	1							16	7	16	7	1.492	93	370	4.076
31/10/12			2	0							37	7	37	7	2.278	62	297	5.111
28/01/13			1	0			1	0			84	16	85	16	3.573	43	697	10.193
06/05/13			3	1				0			136	16	136	16	4.294	32	366	7.575

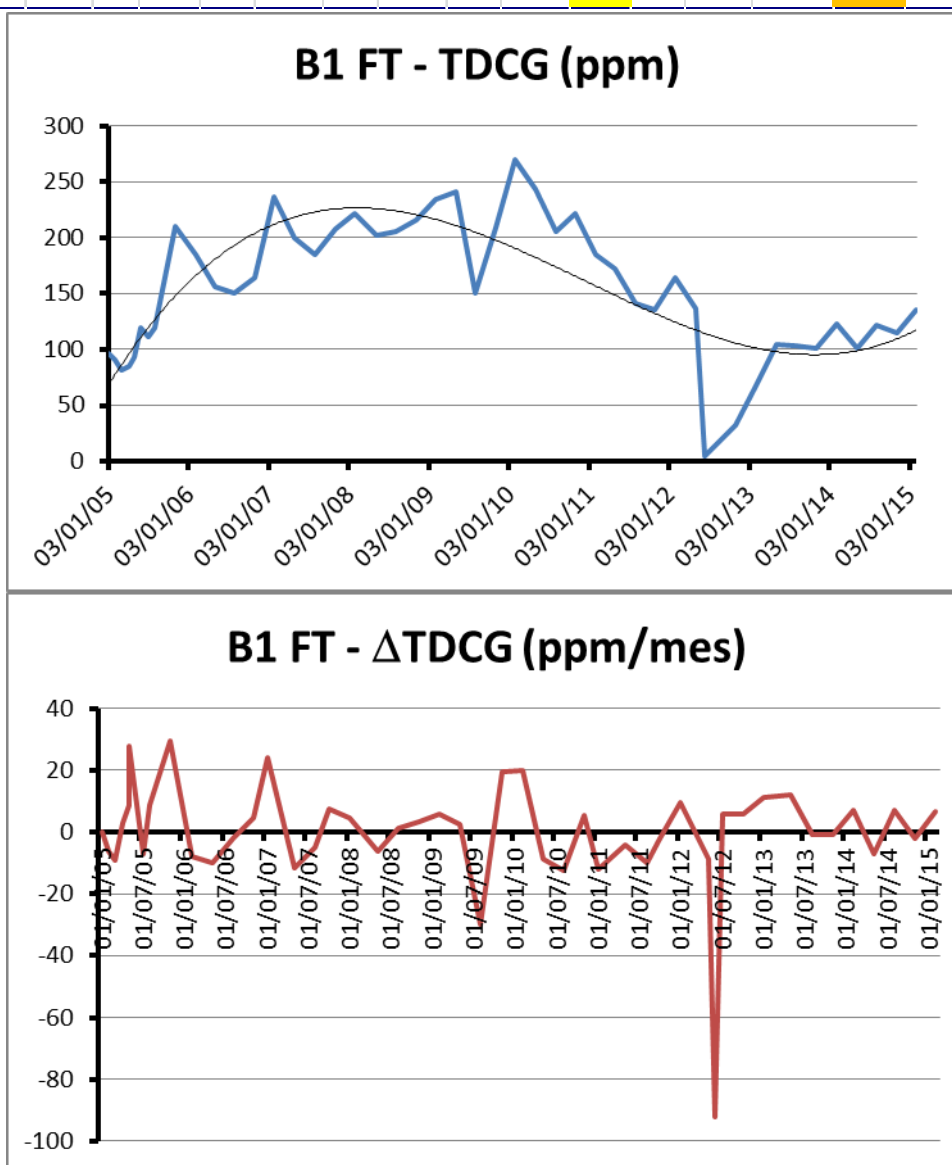
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
01/08/13			3								132	-1	132	-1	3.613	27	569	8.440
04/11/13			4	0			1	0	1	0	134	1	136	1	4.739	35	350	8.131
03/02/14			6	1			1		1		164	10	166	10	4.884	30	671	10.453
07/05/14			5	0	1	0	1		1		126	-12	129	-12	5.324	42	1.250	7.510
04/08/14			7	1		0		0	2	0	174	16	176	16	5.388	31	130	8.851
04/11/14			7				4	1	2		165	-3	171	-2	6.282	38	1.278	8.309
02/02/15			8	0			1	-1	2		169	1	172	0	4.833	29		10.728



TRANSFORMADOR B1 FT

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05											97		97		1.473	15	1.080	6.948
01/02/05											91	-6	91	-6	1.704	19	1.412	7.109
02/03/05											82	-9	82	-9	2.157	26	1.860	8.339
04/04/05			2	2							85	3	85	3	1.570	18	1.994	8.552
02/05/05			2								93	9	93	9	1.989	21	1.983	9.082
30/05/05			2								119	28	119	28	2.101	18	1.564	9.832
04/07/05			3	1							111	-7	111	-7	2.329	21	1.245	9.605
01/08/05			2	-1							119	9	119	9	2.165	18	548	10.406
01/11/05			3	0							210	30	210	30	2.658	13	1.196	12.297
02/02/06			5	1							185	-8	185	-8	2.353	13	1.273	13.833
02/05/06			5								156	-10	156	-10	2.534	16	2.307	15.870
01/08/06			5								150	-2	150	-2	2.329	16	1.675	14.589
01/11/06			4	0							164	5	164	5	2.898	18	2.425	19.979
29/01/07			5	0			1	0			235	24	236	24	3.864	16	1.343	20.711
02/05/07			8	1				0			200	-11	200	-12	3.264	16	1.662	18.856
01/08/07			7	0							185	-5	185	-5	3.036	16	2.075	21.845
31/10/07			5	-1							208	8	208	8	4.111	20	1.599	22.783
30/01/08			7	1							222	5	222	5	3.937	18	1.360	22.955
05/05/08			7								202	-6	202	-6	3.794	19	1.408	25.993
04/08/08			7								206	1	206	1	4.090	20	1.471	24.197
03/11/08			8	0							216	3	216	3	4.747	22	1.537	28.488
02/02/09			7	0			2	1			232	5	234	6	4.350	19	1.604	31.600
04/05/09			6	0			4	1	3	1	234	1	241	2	4.479	19	1.982	30.518
03/08/09			8	1				-1		-1	150	-28	150	-30	3.341	22	1.737	27.054
02/11/09			11	1							209	19	209	19	5.354	26	1.172	30.081
01/02/10			6	-2			2	1			268	19	270	20	4.560	17	1.357	36.556
03/05/10			9	1			2		2	1	239	-10	243	-9	5.395	23	1.228	32.685
02/08/10			11	1			3	0	2		200	-13	205	-13	4.966	25	895	33.331
01/11/10			12	0			3		3	0	215	5	221	5	5.236	24	625	34.746
31/01/11			11	0			3		1	-1	181	-11	185	-12	5.255	29	1.673	35.223
02/05/11			12	0			3		2	0	167	-5	172	-4	5.426	32	1.560	35.130
04/08/11			11	0			3		2		136	-10	141	-10	4.314	32	1.234	33.592
31/10/11			11					-1	1	0	134	-1	135	-2	5.115	38	1.175	35.742
30/01/12			13	1			4	1	3	1	157	8	164	10	5.575	36	1.883	40.305
02/05/12			12	0			3	0	2	0	132	-8	137	-9	4.726	36	1.591	39.972
14/06/12				-8				-2		-1	5	-89	5	-92	291	58	224	2.254
31/07/12											14	6	14	6	1.362	97	300	4.987
31/10/12			1	0							32	6	32	6	2.151	67	457	6.560
28/01/13				0			1	0			64	11	65	11	3.235	51	817	11.800
06/05/13			2	1				0	2	1	103	12	105	12	3.870	38	521	10.439

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
01/08/13			2							-1	103		103	-1	3.224	31	697	12.276
04/11/13			3	0			1	0			100	-1	101	-1	4.157	42	586	12.484
03/02/14			4	0			1				122	7	123	7	4.378	36	884	15.094
07/05/14			4				1		1	0	99	-7	101	-7	4.884	49	1.433	12.479
04/08/14			6	1				0	1		121	7	122	7	4.366	36	536	14.511
04/11/14			6				2	1	1		112	-3	115	-2	5.566	50	1.714	13.974
02/02/15			5	0				-1	1		134	7	135	7	5.153	38	900	18.093

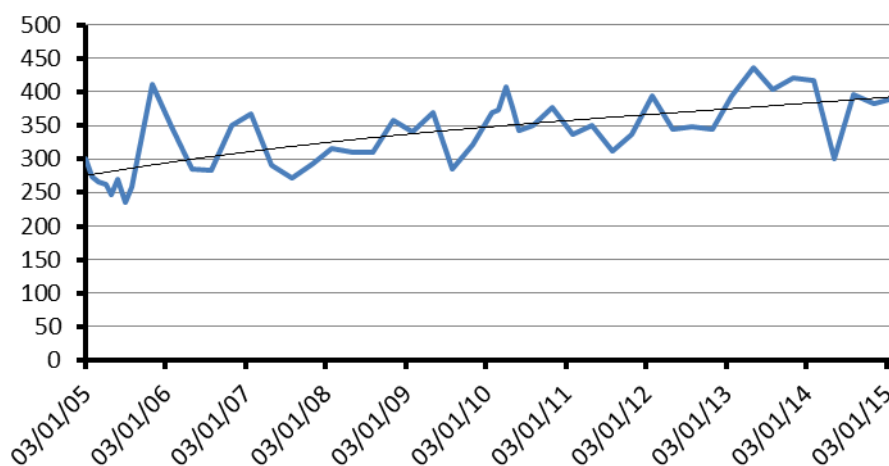


TRANSFORMADOR B2 FR

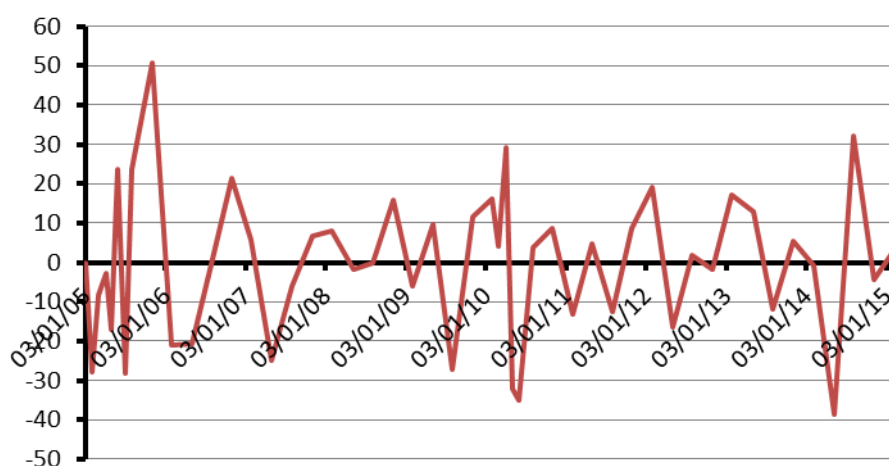
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05			31				2		36		263		301		1.884	7	526	19.458
01/02/05			33	2			2		35	-1	237	-27	274	-28	2.113	9	116	17.377
02/03/05			33				3	1	36	1	227	-10	266	-8	2.859	13	91	18.341
04/04/05			33				2	-1	37	1	224	-3	263	-3	2.164	10	194	19.002
02/05/05			33				2		37		208	-17	247	-17	1.942	9	133	18.658
30/05/05			31	-2			2		36	-1	231	25	269	24	2.528	11		17.931
04/07/05			34	3			1	-1	37	1	198	-28	236	-28	2.978	15	108	18.327
01/08/05			35	1			1		40	3	217	20	258	24	2.587	12		19.092
31/10/05	3	1	45	3			2	0	51	4	356	46	412	51	3.175	9	194	21.177
31/01/06		-1	48	1			3	0	59	3	286	-23	348	-21	3.511	12	145	22.318
02/05/06			48					-1	56	-1	229	-19	285	-21	2.767	12	138	20.449
01/08/06	7	2	48				1	0	60	1	216	-4	284	0	2.281	11	151	20.217
01/11/06	8	0	66	6			1		83	8	258	14	350	22	3.084	12	380	27.705
29/01/07		-3	63	-1			3	1	84	0	280	7	367	6	4.335	15		25.321
02/05/07			58	-2			1	-1	77	-2	212	-22	290	-25	3.583	17	268	21.341
01/08/07			54	-1				0	70	-2	202	-3	272	-6	3.432	17	381	22.447
31/10/07			66	4					87	6	205	1	292	7	4.145	20	98	23.182
30/01/08			69	1			1	0	99	4	216	4	316	8	4.065	19	97	24.051
05/05/08			67	-1			3	1	106	2	201	-5	310	-2	3.713	18	45	26.557
04/08/08			67					-1	107	0	203	1	310		4.294	21	128	24.268
03/11/08	5	2	71	1					127	7	226	8	358	16	4.944	22	141	26.534
02/02/09		-2	77	2			4	1	124	-1	212	-5	340	-6	4.220	20		29.227
04/05/09			95	6			6	1	126	1	237	8	369	10	4.364	18	819	29.725
03/08/09			70	-8				-2	122	-1	164	-24	286	-27	2.825	17	919	26.103
02/11/09			77	2					125	1	196	11	321	12	5.076	26	81	25.106
01/02/10			69	-3			2	1	173	16	195	0	370	16	4.353	22	155	29.795
02/03/10			78	9				-2	193	21	181	-14	374	4	4.431	24	113	28.592
05/04/10			94	14					185	-7	222	36	407	29	4.551	21		30.430
03/05/10			89	-5			4	4	145	-43	228	6	377	-32	5.002	22	207	29.013
01/06/10			86	-3			4		132	-13	207	-22	343	-35	4.231	20	447	28.275
02/08/10			88	1			5	0	153	10	193	-7	351	4	4.657	24		27.540
01/11/10			95	2			5		154	0	218	8	377	9	4.596	21		27.780
31/01/11			86	-3			6	0	157	1	174	-15	337	-13	4.848	28	399	26.528
02/05/11			98	4			5	0	160	1	186	4	351	5	4.725	25	179	28.512
04/08/11			84	-4			5		144	-5	163	-7	312	-12	4.020	25		25.953
31/10/11			93	3				-2	162	6	175	4	337	9	4.938	28		29.487
30/01/12			112	6			8	3	192	10	195	7	395	19	5.176	27		29.474
02/05/12			91	-7			6	-1	173	-6	165	-10	344	-16	3.907	24		31.307
31/07/12			100	3			6		175	1	168	1	349	2	3.948	24		29.021
31/10/12			103	1			5	0	181	2	158	-3	344	-2	4.266	27		30.774

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
28/01/13			106	1			7	1	199	6	189	10	395	17	6.074	32	100	29.953
06/05/13			125	6			7		230	9	200	3	437	13	5.834	29		32.814
01/08/13			120	-2			6	0	209	-7	188	-4	403	-12	4.452	24		32.222
04/11/13			119	0			8	1	226	5	186	-1	420	5	6.167	33	250	33.077
03/02/14			122	1			8		228	1	182	-1	418	-1	6.178	34	131	35.118
06/05/14			97	-8			5	-1	156	-23	139	-14	300	-38	6.696	48	821	27.241
04/08/14			121	8			11	2	208	17	177	13	396	32	8.722	49	1.276	36.143
04/11/14			116	-2			9	-1	221	4	153	-8	383	-4	9.073	59	1.411	27.835
02/02/15			120	1			3	-2	236	5	152	0	391	3	5.667	37		32.942

B2 FR - TDCG (ppm)



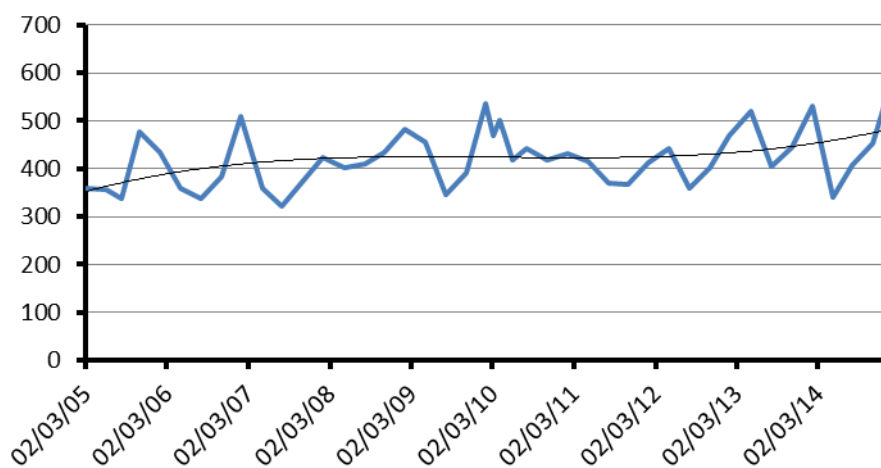
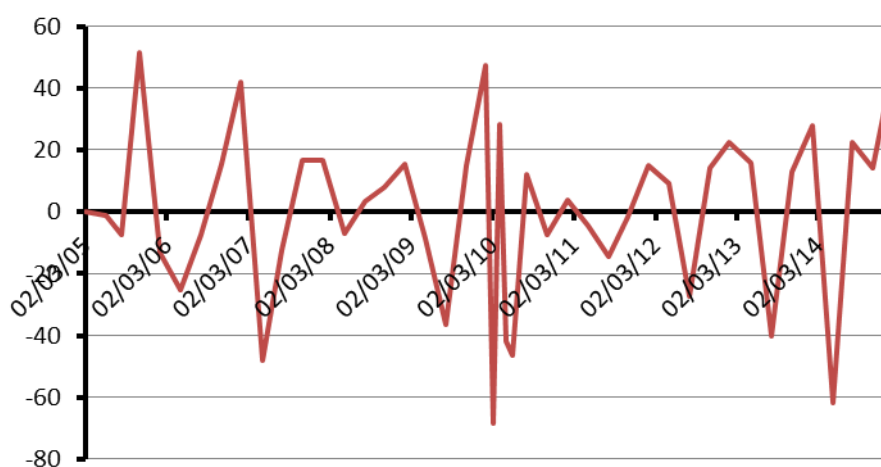
B2 FR - ΔTDCG (ppm/mes)



TRANSFORMADOR B2 FS

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
02/03/05	59		43						100		200		359		2.248	11		28.364
30/05/05	49	-3	39	-1					93	-2	213	4	355	-1	1.822	9	115	27.968
11/08/05	51	1	40	0	2	1			89	-2	195	-7	337	-7	1.679	9	97	28.204
31/10/05	49	-1	45	2		-1			104	6	323	47	476	51	2.282	7		30.482
31/01/06	56	2	47	1					115	4	264	-19	435	-13	2.363	9	113	31.356
02/05/06	50	-2	44	-1					108	-2	201	-21	359	-25	1.783	9		28.948
01/08/06	37	-4	43	0					106	-1	194	-2	337	-7	1.375	7	125	28.197
01/11/06	51	5	46	1					119	4	214	7	384	15	1.944	9	182	34.837
29/01/07	104	18	51	2					139	7	266	18	509	42	2.927	11		35.597
02/05/07	50	-17	49	-1					103	-12	207	-19	360	-48	2.295	11	317	29.263
01/08/07	42	-3	38	-4					95	-3	185	-7	322	-13	1.786	10	988	30.005
31/10/07	42		49	4					118	8	213	9	373	17	2.828	13	317	32.613
30/01/08	79	12	49						125	2	220	2	424	17	2.466	11	88	31.835
05/05/08	66	-4	46	-1					133	3	202	-6	401	-7	2.146	11	43	35.350
04/08/08	44	-7	53	2					137	1	230	9	411	3	2.327	10	181	32.311
03/11/08	35	-3	55	1					147	3	253	8	435	8	2.973	12	65	37.233
02/02/09	133	32	54	0			2	1	129	-6	218	-12	482	15	2.003	9	112	38.369
04/05/09	76	-19	58	1				-1	140	4	240	7	456	-9	2.329	10		37.166
03/08/09	45	-10	46	-4					130	-3	170	-23	345	-37	1.285	8	73	30.937
02/11/09	45		51	2					127	-1	219	16	391	15	2.847	13	122	33.164
01/02/10	115	23	55	1					189	20	231	4	535	47	3.898	17	89	38.915
02/03/10	64	-53	58	3					211	23	194	-38	469	-68	2.445	13		37.002
05/04/10	78	12	58						177	-30	246	46	501	28	2.687	11	28	38.676
03/05/10	66	-13	55	-3			1	1	134	-46	261	16	462	-42	2.679	10	451	36.006
01/06/10	51	-16	54	-1				-1	130	-4	236	-26	417	-47	2.624	11		35.716
02/08/10	41	-5	60	3					150	10	251	7	442	12	2.949	12	508	35.370
01/11/10	38	-1	56	-1			1	0	137	-4	243	-3	419	-8	2.501	10	210	34.618
31/01/11	73	12	57	0				0	142	2	215	-9	430	4	2.696	13	141	33.867
02/05/11	56	-6	60	1			1	0	144	1	215		416	-5	2.510	12	185	35.040
04/08/11	41	-5	52	-3				0	132	-4	198	-5	371	-14	2.238	11		33.347
31/10/11	34	-2	52						135	1	197	0	366	-2	2.601	13		34.273
30/01/12	37	1	58	2			1	0	151	5	223	9	412	15	2.504	11		35.817
02/05/12	90	17	58					0	151		200	-7	441	9	1.992	10		35.284
31/07/12	36	-18	56	-1			1	0	139	-4	183	-6	359	-27	1.671	9	191	33.301
31/10/12	60	8	56				1		147	3	194	4	402	14	2.421	12		37.779
28/01/13	51	-3	69	4			1		168	7	249	19	469	23	3.881	16	73	41.202
06/05/13	81	9	69				1		183	5	256	2	521	16	3.420	13		41.023
01/08/13	28	-18	64	-2				0	155	-10	221	-12	404	-40	2.264	10		38.660
04/11/13	29	0	68	1			1	0	176	7	239	6	445	13	3.505	15		40.446
03/02/14	123	31	60	-3			1		173	-1	233	-2	530	28	3.477	15		42.334

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
06/05/14	30	-30	57	-1			1		123	-16	186	-15	340	-62	4.430	24	1.682	38.299
04/08/14	26	-1	67	3			2	0	156	11	224	13	408	23	4.308	19	1.282	44.566
04/11/14	69	14	62	-2			2		166	3	215	-3	452	14	5.034	23	1.322	35.285
02/02/15	163	31	73	4			1	0	188	7	241	9	593	47	4.000	17		45.255

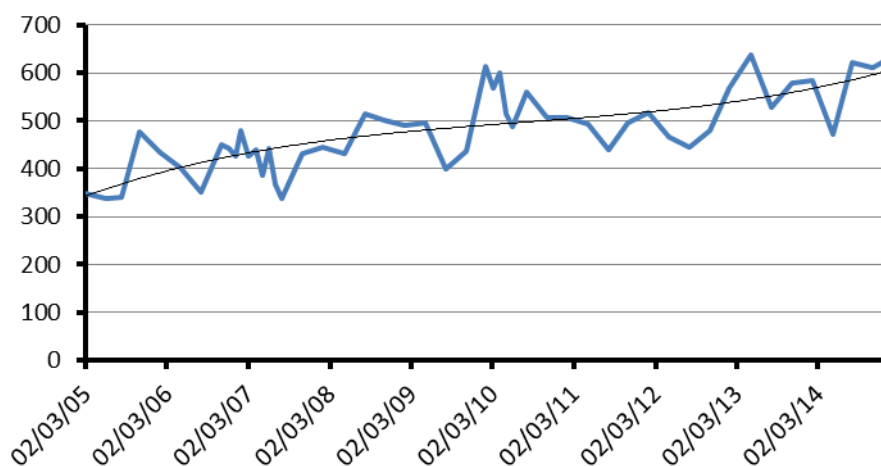
B2 FS - TDCG (ppm)**B2 FS - ΔTDCG (ppm/mes)**

TRANSFORMADOR B2 FT

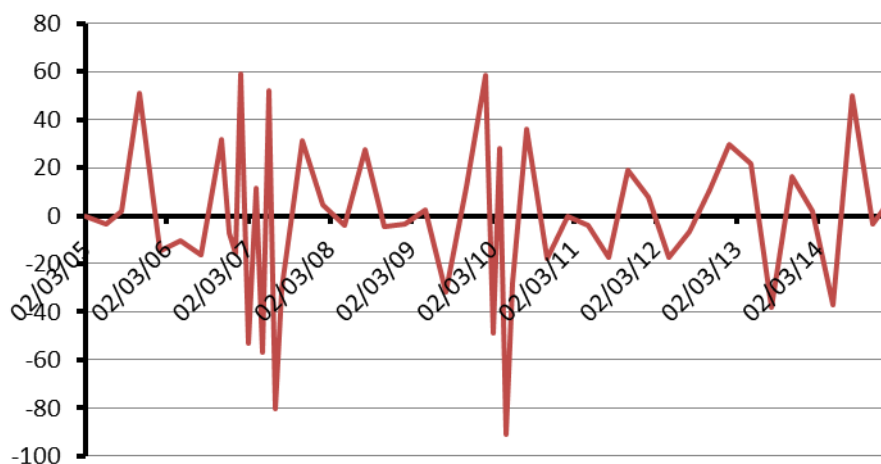
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
02/03/05			97				3		159		185		347		1.178	6	249	32.591
30/05/05			91	-2			2	0	149	-3	186	0	337	-3	973	5		31.430
11/08/05			94	1			2		152	1	187	0	341	2	879	5		32.520
31/10/05			110	6			2		183	11	293	39	478	51	1.382	5	205	34.612
31/01/06			109	0			2		190	2	241	-17	433	-15	1.184	5	153	35.345
02/05/06	4	1	115	2			2		194	1	201	-13	401	-11	960	5	309	34.982
01/08/06		-1	104	-4			2		174	-7	176	-8	352	-16	671	4	73	31.702
01/11/06			131	9			3	0	218	14	229	17	450	32	1.074	5		38.176
04/12/06	16	15	115	-15			2	-1	199	-17	225	-4	442	-7	1.473	7		38.126
02/01/07		-17	114	-1			2		198	-1	227	2	427	-16	1.635	7		38.311
29/01/07			130	18			2		221	26	257	33	480	59	1.658	6		40.604
28/02/07			118	-12			3	1	202	-19	222	-35	427	-53	1.537	7	493	39.514
03/04/07	5	4	125	6			3		201	-1	231	8	440	11	1.646	7	76	37.186
02/05/07		-5	108	-18			3		173	-29	209	-23	385	-57	1.365	7	209	33.618
04/06/07	10	9	114	5			2	-1	204	28	226	15	442	52	1.505	7	236	35.981
02/07/07		-11	109	-5			2		174	-32	191	-38	367	-80	1.053	6	85	32.441
01/08/07			95	-14			2		156	-18	179	-12	337	-30	972	5	1.336	34.205
31/10/07			125	10			2		203	15	226	15	431	31	1.757	8	627	38.602
30/01/08			110	-5			3	0	210	2	231	2	444	4	1.485	6	227	37.374
05/05/08			121	3			2	0	213	1	216	-5	431	-4	1.263	6	103	40.787
04/08/08	13	4	130	3			3	0	232	6	266	16	514	27	1.419	5	203	39.509
03/11/08	10	-1	126	-1			5	1	221	-4	264	-1	500	-5	1.691	6	332	42.223
02/02/09		-3	137	4			2	-1	215	-2	272	3	489	-4	1.308	5		45.875
04/05/09			135	-1				-1	223	3	273	0	496	2	1.377	5		41.933
03/08/09			107	-9			2	1	204	-6	194	-26	400	-32	734	4	58	34.508
02/11/09			114	2				-1	196	-3	241	15	437	12	1.722	7	74	36.968
01/02/10			137	8					314	39	300	19	614	58	2.766	9	73	50.294
02/03/10			123	-14					326	12	241	-61	567	-49	1.505	6	58	43.448
05/04/10	5	4	119	-4			2	2	270	-49	322	71	599	28	1.696	5	61	43.267
03/05/10		-5	130	12			3	1	207	-68	304	-19	514	-91	1.711	6	174	42.707
01/06/10			120	-10			3		202	-5	282	-23	487	-28	1.655	6	321	39.830
02/08/10			137	8			3		235	16	323	20	561	36	1.670	5		42.112
01/11/10			127	-3			3		211	-8	293	-10	507	-18	1.523	5	445	40.119
31/01/11	8	3	124	-1			4	0	225	5	269	-8	506	0	1.707	6		39.570
02/05/11	9	0	127	1			3	0	225		257	-4	494	-4	1.584	6	207	41.136
04/08/11		-3	116	-4			3		201	-8	235	-7	439	-18	1.292	5		37.736
31/10/11			129	4			1	-1	227	9	267	11	495	19	1.709	6		43.373
30/01/12			131	1			3	1	235	3	280	4	518	8	1.603	6		42.176
02/05/12			121	-3			4	0	221	-5	240	-13	465	-17	1.173	5	286	47.384
31/07/12			121				3	0	208	-4	234	-2	445	-7	1.028	4		39.141

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
31/10/12			128	2			3		227	6	249	5	479	11	1.573	6		44.013
28/01/13			138	3			4	0	251	8	312	21	567	30	2.449	8	185	48.139
06/05/13			158	6			5	0	280	9	353	13	638	22	2.297	7		50.153
01/08/13			140	-6			2	-1	238	-14	288	-22	528	-38	1.483	5		45.030
04/11/13			146	2			4	1	262	8	313	8	579	16	2.215	7		46.684
03/02/14			140	-2			4		251	-4	330	6	585	2	2.307	7		55.241
06/05/14			121	-6			5	0	182	-23	284	-15	471	-37	2.592	9	1.131	51.847
04/08/14			147	9			6	0	249	22	366	27	621	50	3.230	9	1.218	74.586
04/11/14			143	-1			6		264	5	340	-8	610	-4	3.139	9	1.228	60.647
02/02/15	13	4	146	1			2	-1	275	4	345	2	635	8	2.630	8		75.818

B2 FT - TDCG (ppm)



B2 FT - ΔTDCG (ppm/mes)

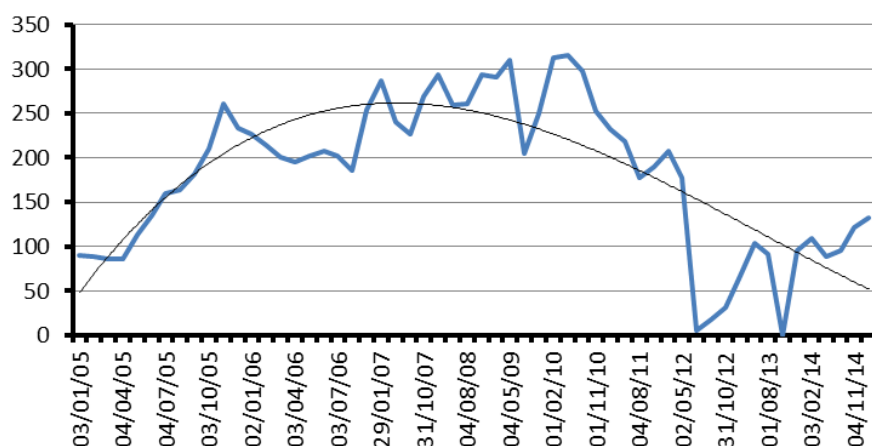


TRANSFORMADOR B3 FR

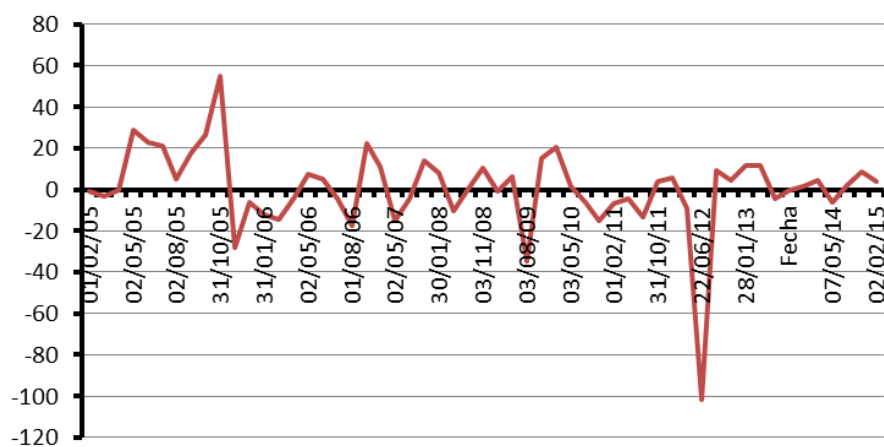
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05											90		90		1.352	15	2.287	9.163
01/02/05											89	-1	89	-1	1.345	15	1.162	5.985
02/03/05											86	-3	86	-3	2.066	24	1.840	7.775
04/04/05			2	2			1	1			85	-1	86		1.473	17	1.742	7.427
02/05/05			17	16			15	15	5	5	93	9	113	29	1.492	16	1.736	8.054
31/05/05			24	7			20	5	8	3	107	14	135	23	1.710	16	1.252	7.756
04/07/05	12	11	35	10			28	7	11	3	108	1	159	21	2.108	20	981	8.300
02/08/05	12		34	-1			28		12	1	112	4	164	5	1.992	18	975	8.376
31/08/05	8	-4	36	2			30	2	12		131	20	181	18	2.101	16	1.086	8.879
03/10/05	11	3	38	2			34	4	13	1	152	19	210	26	2.478	16	1.056	9.636
31/10/05	6	-5	41	3			32	-2	13		210	62	261	55	2.435	12	2.493	15.463
30/11/05		-6	38	-3			31	-1	13		189	-21	233	-28	2.831	15	869	11.199
02/01/06			37	-1			32	1	14	1	180	-8	226	-6	2.567	14	1.221	11.505
31/01/06			34	-3			30	-2	15	1	169	-11	214	-12	1.555	9	1.730	13.128
01/03/06			37	3			29	-1	12	-3	159	-10	200	-14	2.281	14	1.716	12.448
03/04/06	10	9	34	-3			28	-1	12		145	-13	195	-5	2.480	17	1.811	12.994
02/05/06		-10	35	1			29	1	12		161	17	202	7	2.443	15	1.756	13.511
31/05/06	7	7	39	4			29		10	-2	161		207	5	2.322	14	1.681	13.846
03/07/06		-6	38	-1			27	-2	12	2	163	2	202	-5	2.519	15	1.624	13.688
01/08/06			36	-2			27		12		146	-18	185	-18	2.064	14	1.421	13.452
01/11/06			42	2			36	3	16	1	202	18	254	23	2.739	14	2.285	19.168
29/01/07			41	0			30	-2	15	0	242	13	287	11	3.680	15	886	18.303
02/05/07			39	-1			26	-1	13	-1	201	-13	240	-15	3.226	16	1.305	16.785
01/08/07			39				22	-1	12	0	193	-3	227	-4	3.030	16	971	17.737
31/10/07			37	-1			25	1	14	1	230	12	269	14	4.010	17	839	18.929
30/01/08			37				26	0	14		253	8	293	8	4.152	16	1.062	21.232
05/05/08			37				28	1	14		218	-11	260	-10	3.893	18	1.389	24.155
04/08/08			36	0			22	-2	14		225	2	261	0	4.161	18	1.179	21.972
03/11/08	9	3	37	0			24	1	16	1	244	6	293	11	4.771	20	1.058	26.171
02/02/09		-3	39	1			28	1	16		247	1	291	-1	3.841	16	1.084	29.932
04/05/09			39				32	1	13	-1	265	6	310	6	5.089	19	1.446	29.628
03/08/09			36	-1			15	-6	11	-1	178	-29	204	-35	4.130	23	1.366	26.160
02/11/09			39	1			18	1	13	1	219	14	250	15	5.252	24	850	27.090
01/02/10			37	-1			22	1	17	1	273	18	312	20	6.856	25	699	32.244
03/05/10			38	0			23	0	12	-2	281	3	316	1	5.873	21	1.945	33.826
02/08/10			32	-2			25	1	15	1	258	-8	298	-6	5.948	23	953	32.082
01/11/10			30	-1			23	-1	14	0	216	-14	253	-15	5.779	27	3.372	39.393
01/02/11			34	1			24	0	15	0	193	-8	232	-7	6.307	33	1.268	32.267
02/05/11			42	3			23	0	16	0	179	-5	218	-5	6.223	35	1.497	34.489
04/08/11			36	-2			19	-1	13	-1	145	-11	177	-13	5.145	35	1.055	32.499

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
31/10/11			39	1			16	-1	12	0	161	5	189	4	6.088	38	571	36.945
30/01/12			42	1			22	2	14	1	171	3	207	6	6.679	39	663	36.696
02/05/12			36	-2			20	-1	14		144	-9	178	-9	5.462	38	669	39.097
22/06/12				-21				-12		-8	5	-82	5	-102	166	33	106	947
31/07/12			3	2			2	2	1	1	14	7	17	9	1.623	116	302	3.941
31/10/12			4	0			1	0	2	0	28	5	31	5	2.262	81	179	5.030
28/01/13			4				3	1	2		61	11	66	12	3.584	59	373	5.900
06/05/13			6	1			3		3	0	97	11	103	11	4.158	43	286	7.302
01/08/13			6				2	0	2	0	87	-3	91	-4	3.273	38	399	9.129
04/11/13			8	1			3	0	1	0	91	1	95	1	4.606	51	709	8.666
03/02/14			6	-1			3		2	0	104	4	109	5	4.572	44	565	9.485
07/05/14			6				2	0	2		85	-6	89	-6	4.874	57	1.255	7.548
04/08/14			6				1	0	2		92	2	95	2	4.321	47	227	8.186
04/11/14			9	1			5	1	3	0	113	7	121	8	6.529	58	1.407	8.708
02/02/15			10	0			3	-1	4	0	125	4	132	4	5.198	42		11.989

B3 FR - TDCG (ppm)



B3 FR - ΔTDCG (ppm/mes)

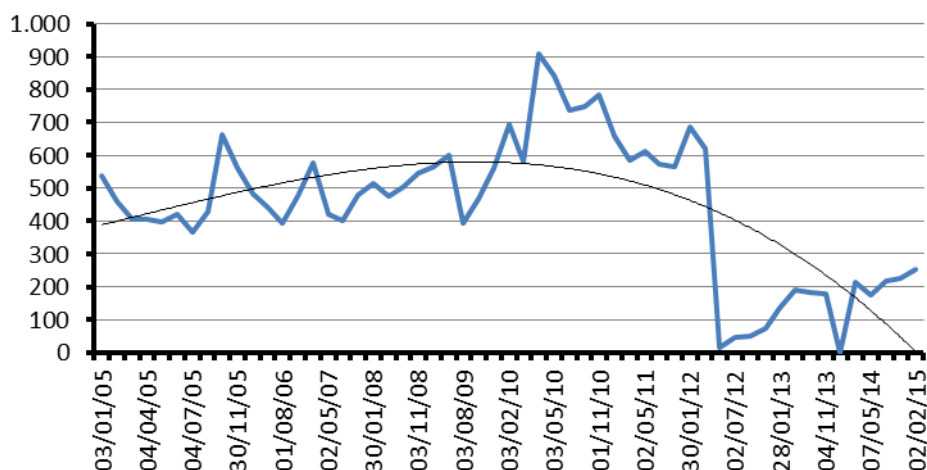


TRANSFORMADOR B3 FS

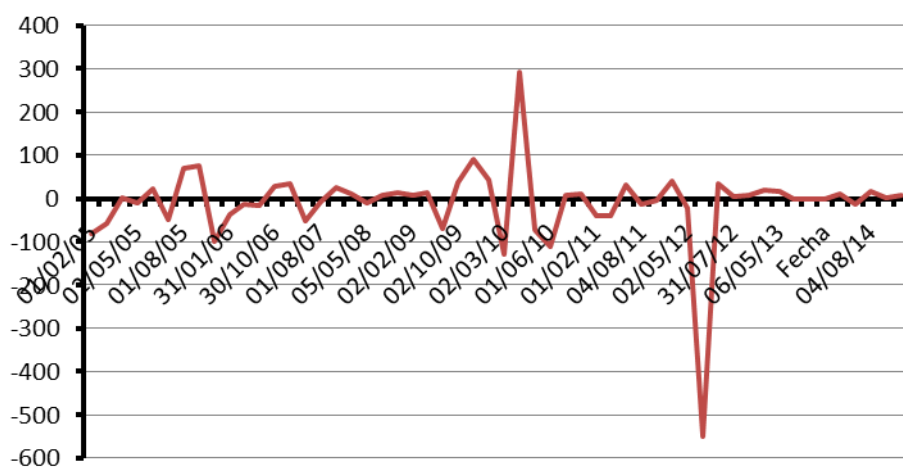
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05			8				2				537		539		2.815	5	2.321	40.424
01/02/05			10	2			2		1	1	456	-84	459	-83	2.791	6	3.140	38.921
02/03/05			10				2		2	1	400	-58	404	-57	4.036	10	4.626	39.940
04/04/05			9	-1			2		1	-1	404	4	407	3	2.897	7	2.918	36.297
02/05/05			9				2		2	1	394	-11	398	-10	2.821	7	2.546	35.629
31/05/05			8	-1				-2	1	-1	418	25	419	22	3.200	8	1.968	34.449
04/07/05			8							-1	365	-47	365	-48	3.630	10	3.355	37.839
01/08/05			9	1							430	70	430	70	3.785	9	817	39.047
31/10/05			11	1			2	1			660	76	662	76	3.810	6	1.864	41.080
30/11/05			10	-1				-2			562	-98	562	-100	4.679	8	1.727	43.092
31/01/06			10				1	0	1	0	481	-39	483	-38	2.334	5	3.300	44.438
02/05/06			11	0				0		0	440	-14	440	-14	3.795	9	3.238	43.606
01/08/06			10	0					1	0	394	-15	395	-15	3.017	8	2.890	42.567
30/10/06			13	1					1		475	27	476	27	4.632	10	3.709	52.755
29/01/07			14	0			2	1	3	1	573	32	578	34	5.488	10	2.929	57.616
02/05/07			12	-1				-1		-1	419	-50	419	-51	4.252	10	3.783	48.562
01/08/07			11	0							401	-6	401	-6	3.840	10	3.262	49.188
31/10/07			14	1			3	1			477	25	480	26	5.106	11	3.148	57.307
30/01/08			13	0			4	0			510	11	514	11	5.013	10	3.266	60.021
05/05/08			16	1			5	0			472	-12	477	-12	4.759	10	4.468	66.638
04/08/08			8	-3			4	0			497	8	501	8	4.854	10	4.682	59.817
03/11/08			12	1			4				541	15	545	15	5.624	10	4.948	69.338
02/02/09			12				7	1			557	5	564	6	4.376	8	4.373	75.908
04/05/09			14	1			11	1			590	11	601	12	5.569	9	6.483	70.842
03/08/09			12	-1				-4			393	-65	393	-69	4.682	12	8.416	65.577
02/10/09			10	-1			5	3	1	1	461	34	467	37	4.389	10	6.221	65.359
02/11/09			11	1			8	3	2	1	551	87	561	91	5.886	11	5.968	70.381
03/02/10			12	0			11	1		-1	684	43	695	43	7.734	11	3.835	81.665
02/03/10			9	-3			13	2			566	-131	579	-129	4.250	8	3.411	80.465
05/04/10	6	5	17	7			10	-3	2	2	892	288	910	292	6.268	7	4.109	86.566
03/05/10		-6	14	-3			16	6	2		824	-73	842	-73	6.891	8	3.683	81.591
01/06/10			16	2			15	-1	3	1	718	-110	736	-110	5.904	8	4.805	79.085
02/08/10			16				18	1	2	0	729	5	749	6	6.736	9	4.152	75.472
01/11/10			15	0			18		2		764	12	784	12	6.515	9	4.334	80.402
01/02/11			12	-1			19	0	3	0	637	-41	659	-41	6.978	11	4.319	75.836
01/04/11			13	1			18	-1	4	1	561	-39	583	-39	6.192	11	5.578	74.933
02/05/11			15	2			18		3	-1	593	31	614	30	6.878	12	4.708	75.631
04/08/11			15				17	0	3		554	-12	574	-13	6.052	11	2.737	72.863
31/10/11			15				13	-1	1	-1	550	-1	564	-3	6.228	11	1.365	72.673
30/01/12			18	1			20	2	3	1	664	38	687	41	7.746	12	1.270	78.110

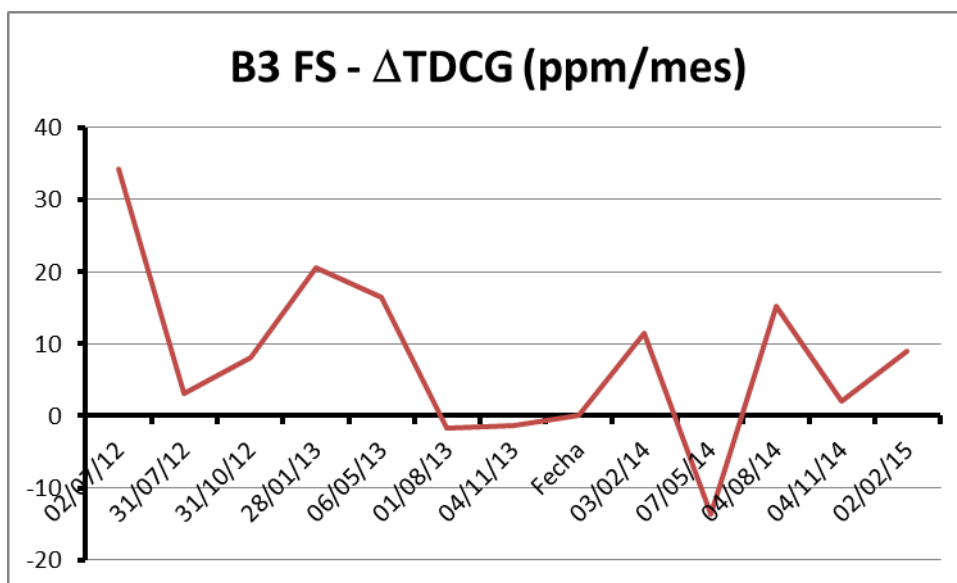
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
02/05/12			16	-1			20		3		596	-22	619	-22	6.273	11	1.480	87.037
04/06/12				-15				-18		-3	14	-529	14	-550	332	24	74	2.209
02/07/12							1	1			45	33	46	34	1.500	33	257	5.852
31/07/12							1				48	3	49	3	1.708	36	279	6.436
31/10/12			3	1			1				73	8	74	8	2.401	33	353	7.830
28/01/13			3				3	1			132	20	135	21	3.941	30	354	9.098
06/05/13			4	0			3				186	17	189	17	4.342	23	524	11.152
01/08/13			4				2	0			182	-1	184	-2	3.515	19	232	11.284
04/11/13			5	0			3	0			177	-2	180	-1	4.578	26	495	11.059
03/02/14			5				3		1	0	211	11	215	12	4.775	23	560	13.330
07/05/14			5				2	0	1		170	-13	173	-14	4.890	29	1.321	10.319
04/08/14			5					-1		0	218	16	218	15	4.846	22	451	12.227
04/11/14			6	0			6	2	2	1	216	-1	224	2	5.755	27	1.822	12.105
02/02/15			5	0				-2		-1	251	12	251	9	5.480	22	609	14.217

B3 FS - TDCG (ppm)



B3 FS - ΔTDCG (ppm/mes)



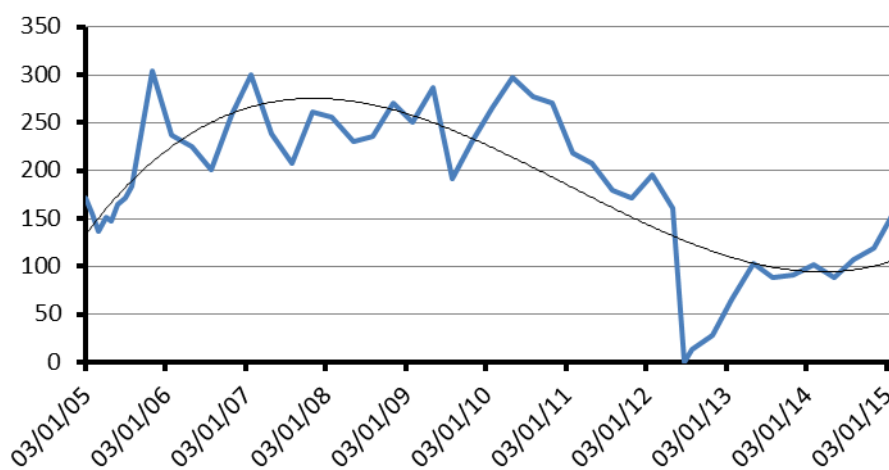
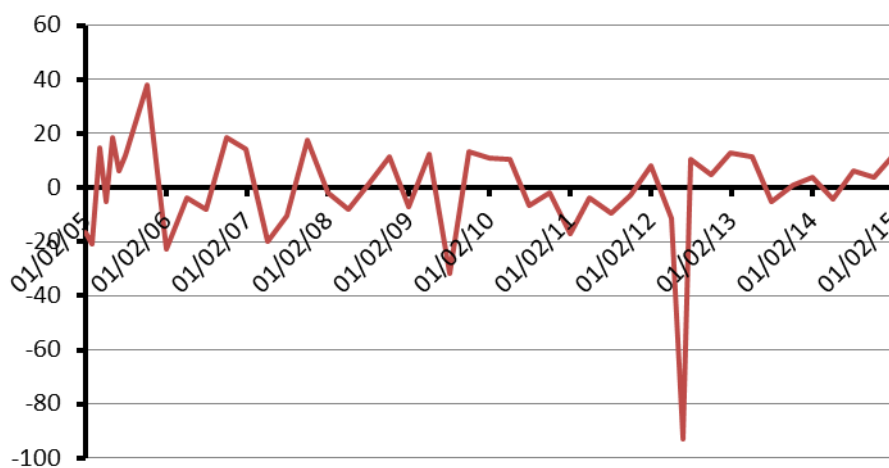


Detalle 2012 - 2015

TRANSFORMADOR B3 FT

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05							2				170		172		1.457	9	1.345	12.941
01/02/05								-2			156	-14	156	-17	1.569	10	1.211	11.965
02/03/05							1	1			135	-22	136	-21	2.187	16	2.945	16.703
04/04/05			2	2			1				151	15	152	15	1.669	11	1.693	13.604
02/05/05			2				1				146	-5	147	-5	1.640	11	1.401	13.225
31/05/05			1	-1				-1			165	20	165	19	1.874	11	1.080	13.233
04/07/05			2	1							172	6	172	6	2.296	13	967	13.868
01/08/05				-2							183	12	183	12	2.173	12	594	14.275
04/11/05			2	1							304	38	304	38	2.229	7	818	15.273
31/01/06			3	0							237	-23	237	-23	1.500	6	1.274	16.917
02/05/06			3								225	-4	225	-4	2.745	12	2.193	18.134
01/08/06			3								201	-8	201	-8	1.978	10	989	15.968
01/11/06	14	5	2	0							244	14	258	19	2.590	11	1.111	18.547
29/01/07		-5	5	1			1	0			299	19	300	14	3.556	12	804	20.499
02/05/07			5					0			239	-19	239	-20	2.877	12	999	17.513
01/08/07			5								207	-11	207	-11	2.451	12	774	16.359
01/11/07			7	1							261	18	261	18	3.593	14	647	19.560
30/01/08			4	-1							256	-2	256	-2	3.539	14	2.023	23.638
05/05/08				-1							231	-8	231	-8	3.257	14	905	22.124
04/08/08			4	1							236	2	236	2	3.293	14	1.397	20.896
03/11/08			4								271	12	271	12	3.982	15	1.067	24.461
02/02/09				-1							250	-7	250	-7	3.171	13	964	26.371
04/05/09											287	12	287	12	4.123	14	1.214	26.356
03/08/09			7	2							191	-32	191	-32	3.283	17	1.027	22.214
02/11/09			6	0							232	14	232	14	4.200	18	692	23.486
01/02/10			7	0							265	11	265	11	5.363	20	741	26.723
03/05/10			9	1			1	0	1	0	295	10	297	11	4.633	16	965	27.655
02/08/10			9				1		2	0	274	-7	277	-7	4.616	17	937	26.268
01/11/10			7	-1			1		1	0	269	-2	271	-2	4.601	17	817	27.217
01/02/11			8	0			2	0	1		216	-17	219	-17	4.947	23	1.013	26.099
02/05/11			10	1			1	0	1		206	-3	208	-4	5.001	24	1.113	28.060
04/08/11			9	0			1		2	0	176	-10	179	-9	4.235	24	1.081	27.215
31/10/11			10	0				0	1	0	170	-2	171	-3	9.624	57	596	27.822
30/01/12			11	0			2	1	1		193	8	196	8	5.425	28	833	30.619
02/05/12			12	0			2		2	0	157	-12	161	-11	4.233	27	723	30.727
23/06/12				-7				-1		-1		-91		-93	288	#DIV/0!	56	288
31/07/12											13	10	13	10	1.209	93	352	2.834
31/10/12											28	5	28	5	1.976	71	292	2.889
28/01/13											66	13	66	13	3.130	47	454	6.218
06/05/13			2	1			3	1			100	10	103	11	3.489	35	494	6.599

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
01/08/13			3	0				-1			88	-4	88	-5	2.751	31	232	7.420
04/11/13			1	-1							91	1	91	1	3.587	39	649	7.421
03/02/14			3	1							102	4	102	4	3.567	35	2.552	12.052
07/05/14			3								89	-4	89	-4	3.781	42	1.476	6.527
04/08/14			3								107	6	107	6	3.550	33	281	7.449
04/11/14			4	0			1	0	1	0	117	3	119	4	4.506	39	1.371	7.569
02/02/15			6	1			1		3	1	151	11	155	12	4.424	29		11.087

B3 FT - TDCG (ppm)**B3 FT - ΔTDCG (ppm/mes)**

TRANSFORMADOR B7 FR

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05			7						3		72		75		270	4	123	8.814
01/02/05			7						2	-1	73	1	75		248	3	390	8.663
02/03/05	23	24	8	1					2		77	4	102	28	452	6	372	9.840
04/04/05	18	-5	8						2		81	4	101	-1	230	3	578	10.324
02/05/05	16	-2	10	2					2		87	6	105	4	270	3	835	11.297
30/05/05	20	4	8	-2					2		89	2	111	6	291	3	571	11.197
04/07/05	21	1	11	3					2		101	10	124	11	320	3	237	12.896
01/08/05	25	4	11						3	1	102	1	130	6	272	3		13.195
31/08/05	16	-9	10	-1					2	-1	100	-2	118	-12	270	3	472	13.662
03/10/05	14	-2	11	1					3	1	138	35	155	34	317	2	549	14.168
01/11/05	22	8	11						4	1	193	57	219	66	340	2	75	15.120
30/11/05	14	-8	12	1					3	-1	175	-19	192	-28	426	2		17.104
02/01/06	18	4	12						3		187	11	208	15	441	2	447	18.980
02/02/06	22	4	12						2	-1	210	22	234	25	377	2	1.171	22.731
01/03/06	21	-1	11	-1					3	1	194	-18	218	-18	426	2	1.167	22.410
03/04/06	71	45	20	8					5	2	198	4	274	51	474	2	963	23.780
31/05/06	26	-23	4	-8						-3	21	-92	47	-117	87	4	199	2.655
03/07/06	43	15	4						1	1	16	-5	60	12	91	6	213	2.543
01/08/06	72	30	8	4					1		25	9	98	39	135	5	386	3.645
04/09/06	129	50	14	5					2	1	30	4	161	56	148	5	265	4.855
02/10/06	224	102	20	6					4	2	47	18	275	122	251	5	649	7.520
01/11/06	275	51	29	9					3	-1	55	8	333	58	272	5	1.044	9.660
04/12/06	382	97	39	9					15	11	93	35	490	143	422	5		13.902
22/01/07	451	42	48	6					8	-4	140	29	599	67	480	3	966	18.453
28/02/07	85	-297	9	-32						-6	42	-79	127	-383	266	6	857	6.246
02/05/07	211	60	20	5					3	1	74	15	288	77	337	5	1.119	9.996
04/06/07	400	172	28	7					4	1	85	10	489	183	368	4	491	10.229
02/07/07	401	1	31	3					4		76	-10	481	-9	279	4	649	10.111
01/08/07	510	109	40	9					4		78	2	592	111	251	3	474	10.451
01/10/07	869	177	76	18					6	1	105	13	980	191	339	3	939	13.595
31/10/07	1.095	226	95	19					9	3	133	28	1.237	257	493	4	200	15.086
03/12/07	1.274	163	100	5					12	3	166	30	1.452	195	586	4	331	16.227
02/01/08	1.334	60	118	18					14	2	167	1	1.515	63	578	3	387	19.620
30/01/08	1.432	105	127	10					15	1	188	23	1.635	129	604	3	261	21.598
03/03/08	1.324	-98	141	13					14	-1	187	-1	1.525	-100	577	3	1.013	23.696
05/05/08	1.747	201	163	10					17	1	206	9	1.970	212	543	3	1.486	29.467
02/06/08	1.746	-1	164	1					22	5	214	9	1.982	13	503	2	1.493	29.436
30/06/08	1.882	146	163	-1					20	-2	216	2	2.118	146	465	2	1.767	28.817
04/08/08	1.784	-84	190	23					22	2	277	52	2.083	-30	518	2	659	30.581
01/09/08	1.826	45	197	8					26	4	299	24	2.151	73	555	2	1.247	32.303

TOMO III

Informe Final – Fase I – Anexo I y II

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

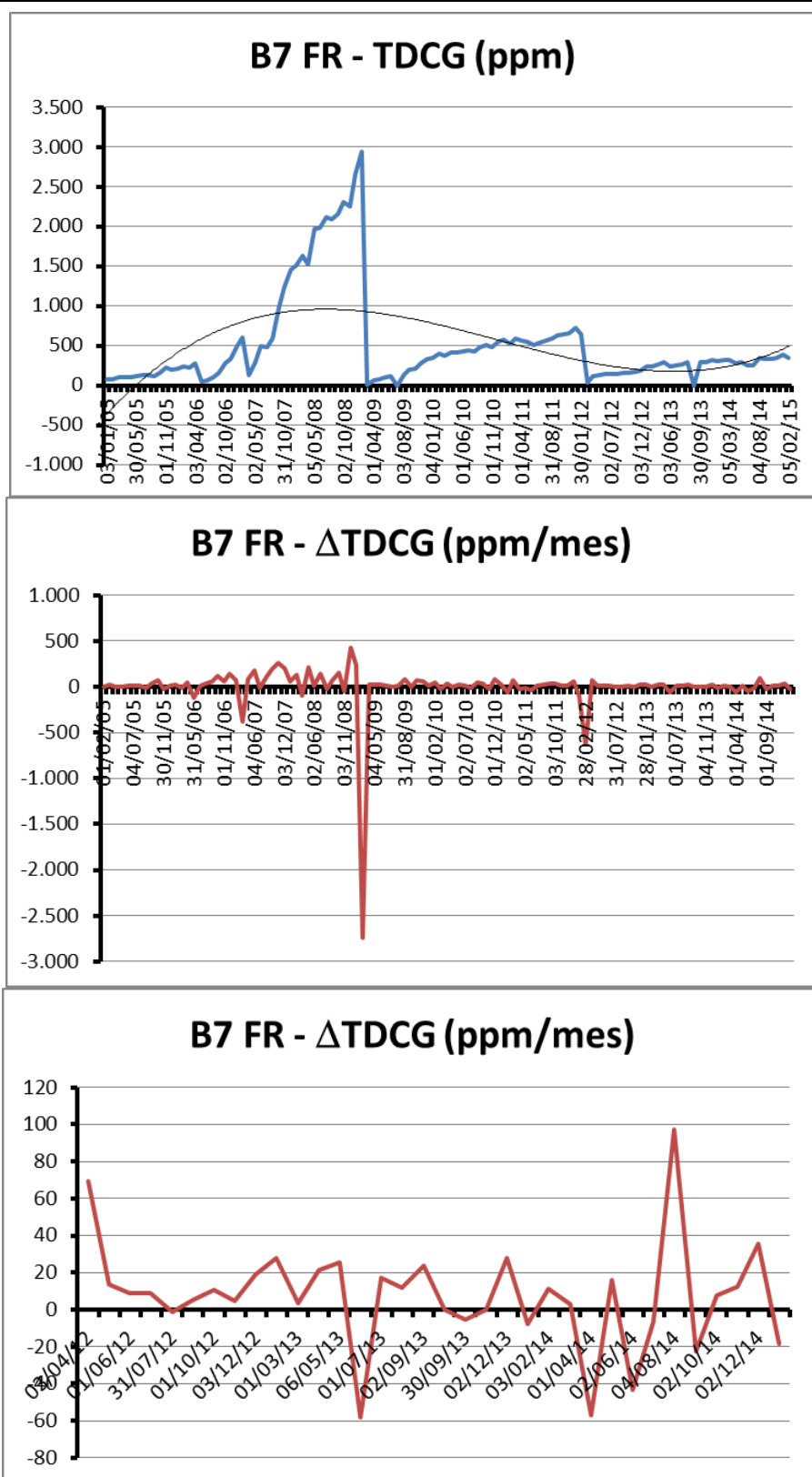
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
02/10/08	1.972	141	205	8					24	-2	308	9	2.304	148	573	2	1.980	32.847
03/11/08	1.902	-66	208	3					25	1	329	20	2.256	-45	778	2	578	37.041
01/12/08	2.235	357	224	17					33	9	391	66	2.659	432	941	2	215	40.258
05/01/09	2.449	183	263	33					36	3	453	53	2.938	239	979	2	419	43.220
06/02/09	10	-2.287		-247						-34	3	-422	13	-2.742	44	15	308	2.225
01/04/09	37	15									19	9	56	24	201	11	478	4.448
04/05/09	39	2									38	17	77	19	217	6	1.373	7.904
01/06/09	53	15	4	4							48	11	101	26	138	3	1.053	10.232
30/06/09	56	3	6	2			1	1	2	2	55	7	114	13	97	2	1.541	10.695
03/08/09	65	8	6					-1		-2	61	5	126	11	139	2	1.828	12.500
31/08/09	79	15	10	4			2	2	2	2	119	62	202	81	171	1	2.011	16.991
02/10/09	71	-8	12	2			4	2	1	-1	131	11	207	5	141	1	1.063	17.389
02/11/09	84	13	15	3			2	-2	2	1	187	54	275	66	346	2	657	21.797
03/12/09	113	28	16	1			2		1	-1	220	32	336	59	451	2	829	27.716
04/01/10	117	4	18	2			2		1		232	11	352	15	523	2	361	29.037
01/02/10	133	17	17	-1				-2		-1	263	33	396	47	666	3		32.990
02/03/10	114	-20	17				3	3	5	5	253	-10	375	-22	590	2	197	31.766
05/04/10	118	4	21	4			2	-1	5		285	28	410	31	550	2	625	31.985
03/05/10	98	-21	22	1			3	1	3	-2	306	23	410		554	2	1.129	34.979
01/06/10	113	16	24	2			2	-1	4	1	313	7	432	23	549	2	285	36.381
02/07/10	110	-3	24				3	1	4		324	11	441	9	485	1	512	37.654
02/08/10	119	9	26	2			3		5	1	305	-18	432	-9	506	2	127	38.482
31/08/10	127	8	27	1			3		6	1	339	35	475	44	526	2	222	41.001
30/09/10	136	9	31	4			4	1	7	1	359	20	506	31	600	2	255	44.980
01/11/10	127	-8	32	1			4		8	1	336	-22	475	-29	585	2	374	45.351
01/12/10	146	19	37	5			4		9	1	394	58	553	78	648	2	240	48.917
03/01/11	177	28	37				4		9		386	-7	576	21	715	2		50.489
31/01/11	164	-14	39	2			4		10	1	346	-43	524	-56	657	2	243	50.580
01/03/11	194	31	37	-2			4		11	1	380	35	589	67	723	2	168	52.122
01/04/11	197	3	40	3			4		11		352	-27	564	-24	671	2	189	52.447
02/05/11	199	2	44	4			5	1	13	2	337	-15	554	-10	672	2	393	53.751
01/06/11	187	-12	41	-3			5		12	-1	309	-28	513	-41	588	2	251	52.530
01/07/11	195	8	40	-1			5		11	-1	318	9	529	16	504	2	178	52.627
03/08/11	234	35	42	2			5		13	2	304	-13	556	25	490	2	137	53.747
31/08/11	258	26	43	1			5		14	1	316	13	593	40	526	2	142	56.056
03/10/11	275	15	47	4			5		16	2	334	16	630	34	559	2	51	58.505
31/10/11	261	-15	51	4			4	-1	19	3	361	29	645	16	675	2		63.294
01/12/11	245	-15	50	-1			6	2	21	2	384	22	656	11	695	2		63.866
03/01/12	270	23	62	11			7	1	23	2	427	39	727	65	743	2	64	65.249
30/01/12	238	-36	56	-7			7		29	7	367	-67	641	-96	759	2		65.413

TOMO III

Informe Final – Fase I – Anexo I y II

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
28/02/12	20	-226	2	-56				-7	1	-29	14	-365	35	-627	55	4	73	3.045
03/04/12	35	13	8	5			1	1	3	2	77	54	116	69	328	4	129	13.906
02/05/12	37	2	11	3			1		4	1	87	10	129	13	342	4		16.810
01/06/12	30	-7	11				2	1	4		102	15	138	9	376	4	127	19.884
02/07/12	31	1	13	2			3	1	6	2	107	5	147	9	367	3	116	23.270
31/07/12	28	-3	14	1			4	1	9	3	105	-2	146	-1	329	3		22.652
03/09/12	28		16	2			5	1	12	3	107	2	152	5	411	4		25.106
01/10/12	17	-12	18	2			5		14	2	126	20	162	11	427	3		26.985
31/10/12	19	2	21	3			6	1	19	5	123	-3	167	5	405	3	116	29.928
03/12/12	26	6	22	1			6		20	1	136	12	188	19	562	4		32.399
28/01/13	30	2	27	3			7	1	28	4	175	21	240	28	745	4	332	40.924
01/03/13	18	-11	28	1			8	1	33	5	185	9	244	4	746	4		42.316
01/04/13	24	6	35	7			9	1	36	3	197	12	266	21	790	4	276	45.552
06/05/13	15	-8	46	9			11	2	45	8	225	24	296	26	798	4		47.911
03/06/13	17	2	34	-13			11		38	-8	176	-53	242	-58	610	3	168	46.670
01/07/13	13	-4	38	4			10	-1	42	4	193	18	258	17	639	3		49.575
01/08/13	13		38				10		41	-1	206	13	270	12	572	3	108	48.330
02/09/13	20	7	41	3			13	3	48	7	214	8	295	23	649	3		50.963
30/09/13	23	3	41				13		49	1	205	-10	290	-5	645	3		54.695
04/11/13	14	-8	46	4			14	1	56	6	206	1	290		744	4		53.540
02/12/13	17	3	46				15	1	57	1	227	23	316	28	827	4		57.407
02/01/14	10	-7	45	-1			15		58	1	225	-2	308	-8	900	4	142	56.976
03/02/14		-9	50	5			16	1	61	3	243	17	320	11	903	4		63.643
05/03/14			51	1			17	1	65	4	241	-2	323	3	878	4		64.823
01/04/14			43	-9			14	-3	58	-8	200	-46	272	-57	736	4		60.016
06/05/14	14	12	46	3			13	-1	52	-5	212	10	291	16	827	4	857	53.551
02/06/14	4	-11	44	-2			13		52		183	-32	252	-43	720	4	957	54.448
03/07/14		-4	44				13		60	8	172	-11	245	-7	505	3	964	51.534
04/08/14			59	14			18	5	71	10	260	83	349	98	987	4	1.091	73.932
01/09/14			59				17	-1	61	-11	250	-11	328	-23	842	3	1.368	71.963
02/10/14			63	4			17		60	-1	259	9	336	8	1.310	5	1.528	73.656
04/11/14			60	-3			19	2	85	23	246	-12	350	13	876	4	1.133	61.644
02/12/14	10	11	68	9			24	5	93	9	256	11	383	35	837	3	216	70.514
05/02/15		-5	62	-3			20	-2	87	-3	236	-9	343	-18	672	3		67.067



Detalle 2012 - 2015

TRANSFORMADOR B7 FS

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05											22		22		224	10		3.637
01/02/05											31	9	31	9	273	9	196	3.709
02/03/05											41	10	41	10	530	13	370	4.610
04/04/05											39	-2	39	-2	293	8	260	4.461
02/05/05			3	3					1	1	50	12	51	13	368	7	113	4.722
30/05/05				-3						-1	49	-1	49	-2	384	8	182	4.382
04/07/05			2	2							51	2	51	2	383	8	131	5.135
01/08/05			2								53	2	53	2	357	7	58	4.531
31/08/05			2								53		53		366	7	145	4.744
03/10/05			2								70	15	70	15	430	6	161	4.957
01/11/05			3	1							98	29	98	29	447	5	18	5.205
30/11/05	10	10	3						3	3	95	-3	108	10	532	6	303	5.482
02/01/06		-9	3						1	-2	89	-5	90	-16	547	6		5.266
31/01/06			4	1						-1	106	18	106	17	599	6	387	6.822
01/03/06			4						1	1	90	-17	91	-16	554	6	135	5.854
03/04/06			3	-1						-1	82	-7	82	-8	570	7		5.640
02/05/06			7	4							88	6	88	6	541	6	62	5.889
31/05/06			4	-3					1	1	84	-4	85	-3	453	5	1.209	11.318
03/07/06			4						1		93	8	94	8	478	5	188	5.635
01/08/06			5	1					1		96	3	97	3	462	5	142	5.200
04/09/06	9	8	4	-1					1		90	-5	100	3	399	4	90	5.271
02/10/06	7	-2	5	1					3	2	113	25	123	25	567	5		6.465
01/11/06	6	-1	5							-3	112	-1	118	-5	558	5		6.853
04/12/06	16	9	6	1							122	9	138	18	714	6		6.859
02/01/07		-17	5	-1							131	9	131	-7	858	7	79	7.293
29/01/07	10	11	8	3					3	3	148	19	161	33	807	5		7.358
28/02/07		-10	7	-1						-3	144	-4	144	-17	789	5	76	7.307
03/05/07			9	1							125	-9	125	-9	713	6	259	6.441
01/08/07			6	-1							128	1	128	1	507	4		7.322
31/10/07	13	4	7	0							164	12	177	16	869	5	44	9.835
30/01/08	14	0	8	0							217	17	231	18	979	5		12.051
05/05/08		-4	8						2	1	205	-4	207	-8	847	4		13.432
04/08/08	8	3	9	0						-1	255	16	263	18	803	3	640	14.731
09/10/08	9	0	9								253	-1	262	0	795	3		16.501
03/11/08	14	6	9						3	4	308	66	325	76	1.171	4	547	19.844
02/02/09	28	5		-3						-1	342	11	370	15	1.135	3	88	23.492
04/05/09	17	-4	16	5							370	9	387	6	1.150	3	514	22.304
03/08/09	15	-1	10	-2					2	1	288	-27	305	-27	881	3	141	20.247
02/11/09	18	1	12	1					3	0	404	38	425	40	1.373	3		24.104
01/02/10		-6	14	1						-1	465	20	465	13	1.990	4	270	29.318

TOMO III

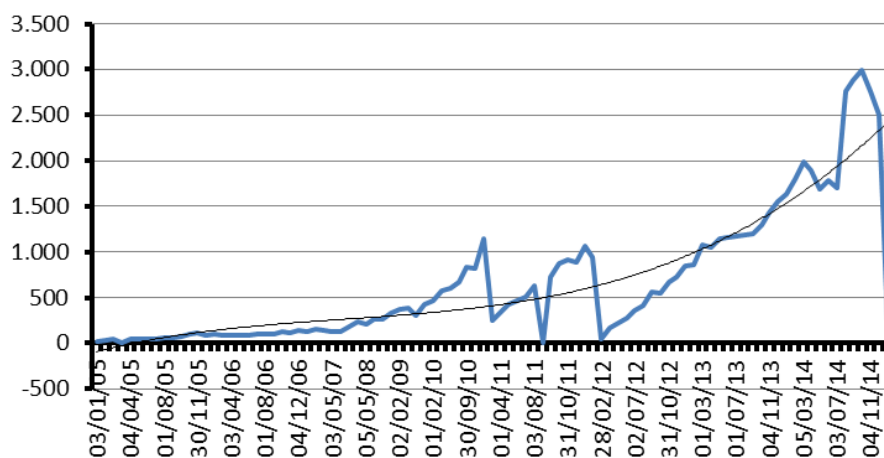
Informe Final – Fase I – Anexo I y II

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

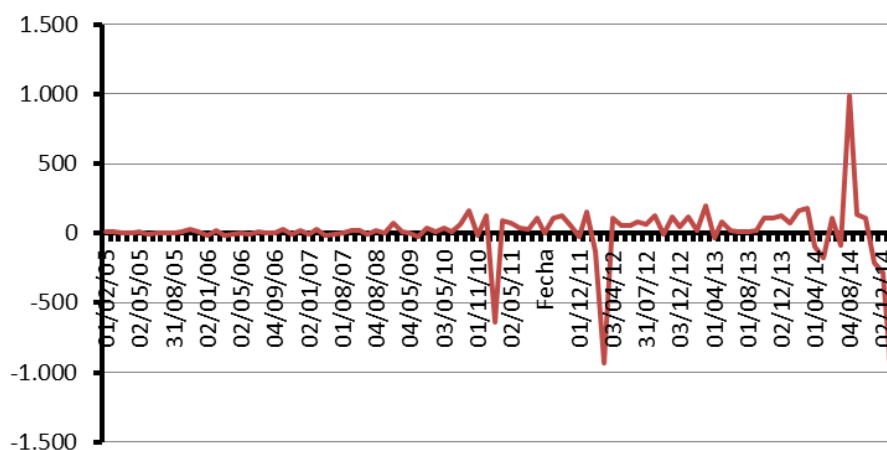
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/05/10	28	9	14				1	0	4	1	544	26	577	37	1.555	3	459	30.009
02/08/10	71	14	14					0	5	0	530	-5	606	10	1.388	3	231	30.732
31/08/10	79	8	17	3			1	1	5		586	58	671	67	1.386	2	447	31.972
30/09/10	144	65	20	3			1		5		685	99	835	164	1.561	2	559	35.165
01/11/10	181	35	19	-1			1		5		627	-54	814	-20	1.549	2	453	35.182
18/01/11	440	100	29	4			1		7	1	701	28	1.149	129	1.687	2	493	39.666
01/03/11	149	-208	6	-16				-1	1	-4	106	-425	256	-638	785	7		6.220
01/04/11	225	74	10	4					2	1	122	15	349	90	864	7	264	7.561
02/05/11	295	68	13	3					2		132	10	429	77	893	7	292	9.022
01/06/11	342	47	14	1					2		127	-5	471	42	835	7	14	9.634
01/07/11	363	21	15	1					3	1	136	9	502	31	712	5	294	9.128
03/08/11	489	115	17	2					3		131	-5	623	110	695	5	726	10.287
31/08/11	579	96	21	4					3		143	13	725	109	771	5	345	10.964
03/10/11	704	114	26	5					4	1	160	15	868	130	833	5		11.592
31/10/11	732	30	27	1					4		180	21	916	51	1.022	6	235	13.605
01/12/11	681	-49	30	3					5	1	204	23	890	-25	1.084	5	107	14.917
03/01/12	800	108	39	8					5		256	47	1.061	155	1.208	5	173	16.432
30/01/12	706	-104	35	-4					5		231	-28	942	-132	1.208	5	70	17.022
28/02/12	33	-696		-36						-5	8	-231	41	-932	80	10	84	1.214
03/04/12	118	73	6	5							51	37	169	110	500	10		4.056
02/05/12	162	46	6						1	1	59	8	222	55	531	9		5.064
01/06/12	211	49	11	5						-1	66	7	277	55	579	9	263	6.020
02/07/12	280	67	10	-1					2	2	76	10	358	78	562	7	285	7.303
31/07/12	339	61	14	4					1	-1	77	1	417	61	521	7		8.209
03/09/12	464	110	19	4					2	1	95	16	561	127	688	7		10.561
01/10/12	445	-20	25	6					2		108	14	555	-6	730	7	146	10.978
31/10/12	552	107	25						3	1	115	7	670	115	663	6		12.092
03/12/12	570	16	27	2					3		153	35	726	51	956	6		13.062
02/01/13	645	75	31	4					2	-1	199	46	846	120	1.039	5		14.233
28/01/13	636	-10	31						4	2	226	31	866	23	1.272	6	171	17.308
01/03/13	818	171	40	8					5	1	252	24	1.075	196	1.299	5		18.465
01/04/13	763	-53	45	5					5		276	23	1.044	-30	1.368	5	936	20.535
06/05/13	774	9	60	13					6	1	361	73	1.141	83	1.507	4		23.401
03/06/13	870	103	46	-15					6		286	-80	1.162	23	1.182	4		25.069
01/07/13	848	-24	50	4					7	1	315	31	1.170	9	1.239	4	1.195	27.511
01/08/13	835	-13	53	3					7		338	22	1.180	10	1.138	3		28.651
02/09/13	833	-2	63	9					9	2	357	18	1.199	18	1.302	4	808	31.547
30/09/13	933	107	56	-8			1	1	8	-1	359	2	1.301	109	1.324	4	1.092	35.049
04/11/13	1.017	72	64	7			1		10	2	401	36	1.429	110	1.510	4		37.744
02/12/13	1.062	48	72	9			1		10		475	79	1.548	128	1.685	4		39.378

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
02/01/14	1.112	48	73	1				-1	10		506	30	1.628	77	1.942	4		40.644
03/02/14	1.213	95	89	15			1	1	11	1	578	68	1.803	164	1.975	3		45.397
05/03/14	1.372	159	83	-6			3	2	12	1	595	17	1.982	179	1.938	3	121	46.544
01/04/14	1.367	-6	79	-4				-3	11	-1	515	-89	1.893	-99	1.699	3		45.135
06/05/14	1.172	-167	78	-1			1	1	11		506	-8	1.690	-174	2.002	4	841	40.541
02/06/14	1.292	133	78				1		12	1	484	-24	1.789	110	1.572	3	924	41.923
03/07/14	1.204	-85	82	4			1		14	2	483	-1	1.702	-84	1.323	3	689	41.287
04/08/14	1.997	743	119	35			2	1	18	4	739	240	2.756	988	2.530	3	1.330	60.069
01/09/14	2.107	118	123	4			2		16	-2	758	20	2.883	136	2.278	3	1.157	60.727
02/10/14	2.187	77	128	5			2		16		791	32	2.996	109	3.352	4	1.183	61.556
04/11/14	1.974	-194	130	2			4	2	26	9	764	-25	2.768	-207	2.162	3	944	51.498
02/12/14	1.683	-312	146	17				-4	28	2	795	33	2.506	-281	2.134	3		60.323
05/02/15	156	-705	8	-64					3	-12	58	-340	217	-1.056	249	4		5.884

B7 FS - TDCG (ppm)



B7 FS - ΔTDCG (ppm/mes)



TRANSFORMADOR B7 FT

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05			10						4		9		13		165	18	326	4.251
01/02/05	32	33	15	5					4		19	10	55	43	196	10	243	4.162
02/03/05	43	11	15						5	1	23	4	71	17	411	18	639	5.956
04/04/05	40	-3	15						5		25	2	70	-1	217	9	364	5.609
02/05/05	49	10	17	2					4	-1	29	4	82	13	253	9	145	6.073
30/05/05	50	1	17						4		32	3	86	4	273	9	238	6.087
04/07/05	54	3	19	2					5	1	36	3	95	8	289	8	371	7.491
01/08/05	64	11	22	3					6	1	36		106	12	261	7	68	7.108
31/08/05	58	-6	23	1					6		35	-1	99	-7	275	8	823	9.042
03/10/05	69	10	24	1					9	3	49	13	127	25	317	6	402	8.245
01/11/05	90	22	27	3					7	-2	68	20	165	39	328	5	78	8.744
30/11/05	127	38	31	4					9	2	67	-1	203	39	375	6	76	9.478
02/01/06	168	37	31						8	-1	63	-4	239	33	408	6	101	9.657
31/01/06	228	62	38	7					9	1	79	17	316	80	432	5	199	11.463
01/03/06	274	48	41	3					9		73	-6	356	41	413	6	317	11.842
03/04/06	335	55	41						10	1	65	-7	410	49	432	7		11.453
02/05/06	314	-22	44	3					11	1	80	16	405	-5	404	5	561	12.414
31/05/06	334	21	45	1					12	1	71	-9	417	12	338	5	199	12.244
03/07/06	344	9	50	5					11	-1	82	10	437	18	355	4	296	11.941
01/08/06	474	134	61	11					15	4	80	-2	569	137	345	4	635	12.789
04/09/06	819	304	81	18					17	2	76	-4	912	303	291	4	238	12.543
29/09/06	1.304	582	109	34					21	5	94	22	1.419	608	426	5	346	16.377
30/10/06	1.579	266	122	13					25	4	110	15	1.714	285	463	4	236	16.643
04/12/06	2.120	464	150	24					29	3	134	21	2.283	488	608	5		19.124
02/01/07	2.146	27	166	17					31	2	147	13	2.324	42	708	5	424	21.365
28/02/07	391	-924	26	-74					3	-15	34	-59	428	-998	289	9		3.810
03/04/07	761	326	42	14					5	2	43	8	809	336	397	9	95	4.637
03/05/07	854	93	46	4					5		46	3	905	96	369	8	54	4.763
04/06/07	1.439	548	69	22					9	4	61	14	1.509	566	394	6		5.791
02/07/07	1.290	-160	71	2					9		49	-13	1.348	-173	299	6	138	5.587
01/08/07	1.420	130	78	7					10	1	52	3	1.482	134	271	5		6.135
01/10/07	1.738	156	115	18					15	2	62	5	1.815	164	337	5	358	8.922
31/10/07	1.964	226	132	17					18	3	77	15	2.059	244	480	6	105	8.768
03/12/07	2.176	193	140	7					21	3	98	19	2.295	215	543	6	93	9.754
02/01/08	2.359	183	165	25					24	3	108	10	2.491	196	604	6		11.536
30/01/08	2.394	38	183	19					27	3	114	6	2.535	47	593	5		12.138
03/03/08	2.152	-220	187	4					28	1	102	-11	2.282	-230	532	5	219	11.399
05/05/08	3.211	504	221	16					31	1	123	10	3.365	516	521	4		14.417
02/06/08	2.831	-407	210	-12					34	3	119	-4	2.984	-408	456	4	549	14.165
30/06/08	3.341	546	242	34					35	1	125	6	3.501	554	458	4	468	16.371

TOMO III

Informe Final – Fase I – Anexo I y II

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

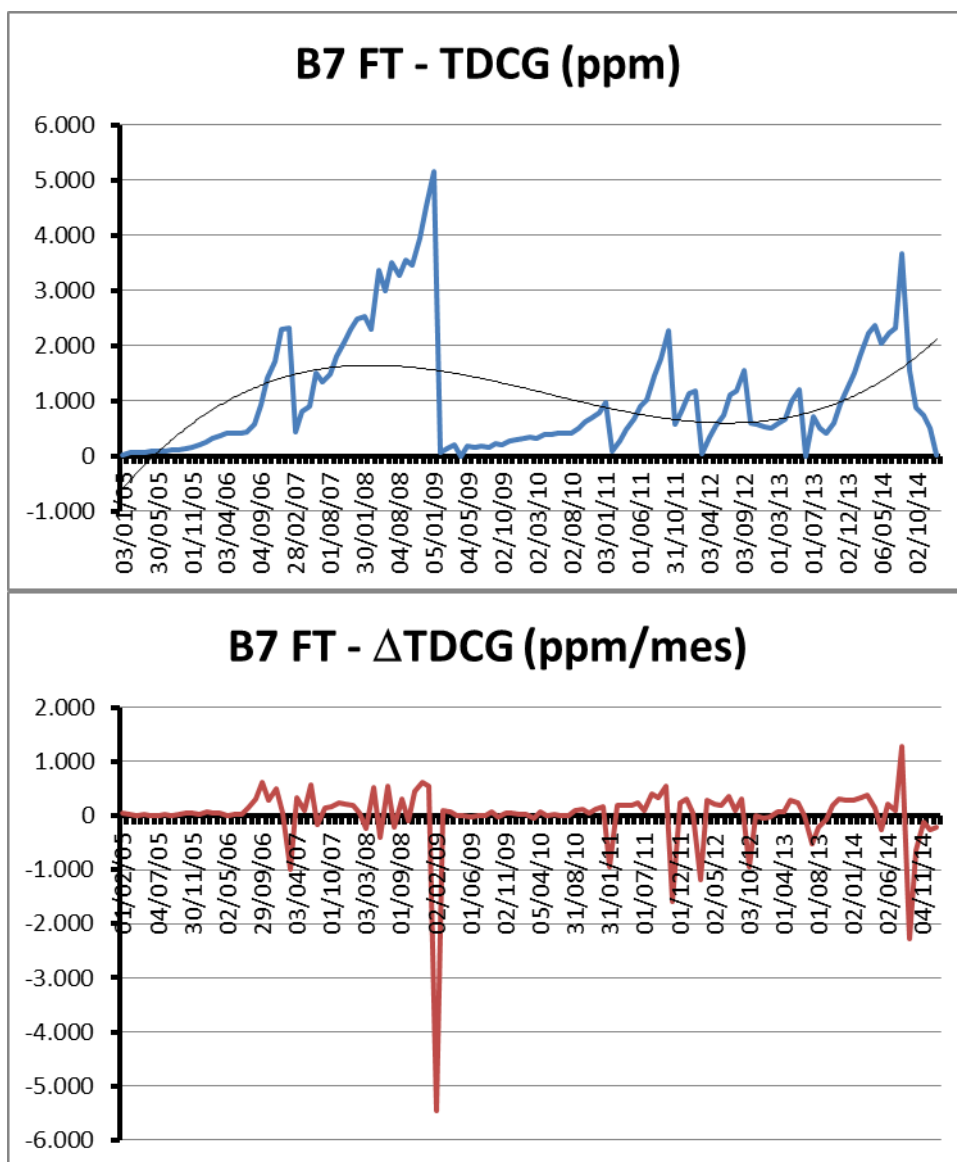
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
04/08/08	3.047	-252	297	47					45	9	168	37	3.260	-207	504	3	1.166	18.634
01/09/08	3.330	303	308	12					44	-1	171	3	3.545	305	539	3	1.114	20.316
02/10/08	3.230	-97	305	-3					44		180	9	3.454	-88	529	3	1.586	20.344
03/11/08	3.663	406	342	35					49	5	224	41	3.936	452	755	3	852	24.637
01/12/08	4.206	582	359	18					53	4	257	35	4.516	621	884	3	278	25.501
05/01/09	4.761	476	430	61					61	7	334	66	5.156	549	920	3	265	26.989
02/02/09	50	-5.048		-461						-65	8	-349	58	-5.462	71	9	116	3.742
02/03/09	111	65	8	9							24	17	135	83	196	8	445	7.250
01/04/09	120	9	17	9							77	53	197	62	364	5	277	9.394
04/05/09	106	-13	32	14							79	2	185	-11	349	4	1.272	10.091
01/06/09	89	-18	16	-17					1	1	75	-4	165	-21	317	4	801	11.839
30/06/09	82	-7	14	-2					3	2	84	9	169	4	304	4	1.293	12.572
03/08/09	70	-11	17	3					2	-1	84		156	-11	299	4	1.344	14.607
31/08/09	81	12	21	4					3	1	143	63	227	76	496	3	1.717	17.987
02/10/09	58	-22	21						2	-1	150	7	210	-16	433	3	920	17.552
02/11/09	59	1	19	-2					2		199	47	260	48	637	3	408	20.181
03/12/09	61	2	25	6					2		234	34	297	36	738	3	153	23.409
04/01/10	54	-7	22	-3					1	-1	267	31	322	23	867	3	392	26.319
01/02/10	48	-6	23	1						-1	300	35	348	28	959	3	78	26.176
02/03/10	41	-7	23								270	-31	311	-38	792	3	127	25.498
05/04/10	37	-4	27	4					5	4	353	73	395	74	862	2	217	25.561
03/05/10	36	-1	28	1					4	-1	344	-10	384	-12	833	2	689	26.896
01/06/10	50	14	26	-2					3	-1	358	14	411	28	804	2	450	28.228
02/07/10	38	-12	26						3		366	8	407	-4	679	2	977	29.603
02/08/10	56	17	28	2					5	2	340	-25	401	-6	676	2	352	29.485
31/08/10	90	35	32	4			1	1	5		398	60	494	96	758	2	1.296	32.163
30/09/10	153	63	37	5				-1	5		464	66	622	128	873	2	439	36.193
01/11/10	215	58	41	4					8	3	457	-7	680	54	898	2	1.653	37.373
01/12/10	298	83	49	8					9	1	484	27	791	111	1.000	2	1.127	39.851
03/01/11	388	82	56	6			1	1	10	1	571	79	970	163	1.165	2	902	41.866
31/01/11	42	-371	4	-56				-1		-11	49	-559	91	-942	228	5		4.377
01/03/11	188	151	13	9					1	1	90	42	279	194	504	6		7.257
01/04/11	359	165	27	14					3	2	108	17	470	185	547	5		8.535
02/05/11	553	188	42	15					4	1	116	8	673	196	598	5	568	10.620
01/06/11	774	221	64	22					7	3	123	7	904	231	555	5	459	11.832
01/07/11	877	103	76	12					9	2	118	-5	1.004	100	471	4	804	12.361
03/08/11	1.307	391	99	21					13	4	126	7	1.446	402	468	4	1.176	14.136
31/08/11	1.599	313	118	20					16	3	141	16	1.756	332	514	4	1.020	16.516
29/09/11	2.084	502	158	41					21	5	166	26	2.271	533	644	4	1.030	17.783
31/10/11	521	-1.465	38	-113					6	-14	44	-114	571	-1.594	319	7		4.825

TOMO III

Informe Final – Fase I – Anexo I y II

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
01/12/11	741	213	64	25					9	3	64	19	814	235	430	7	46	6.564
03/01/12	1.037	269	96	29					13	4	90	24	1.140	296	509	6	299	8.682
30/01/12	1.053	18	113	19					15	2	104	16	1.172	36	616	6	84	10.166
28/02/12	27	-1.061	2	-115						-16	1	-107	28	-1.183	17	17	126	624
03/04/12	318	249	25	20					1	1	31	26	350	276	283	9		3.956
02/05/12	508	197	39	14					1		35	4	544	201	292	8	121	5.325
01/06/12	677	169	53	14					6	5	46	11	729	185	320	7	557	7.339
02/07/12	1.039	350	80	26					6		57	11	1.102	361	341	6	1.269	10.506
31/07/12	1.121	85	81	1					8	2	54	-3	1.183	84	296	5	1.526	14.499
03/09/12	1.446	287	111	26					11	3	81	24	1.538	313	426	5	423	15.248
03/10/12	526	-920	73	-38	2	2	8	8	11		48	-33	595	-943	340	7	1.062	7.716
03/12/12	479	-23	90	8	2		12	2	15	2	75	13	583	-6	518	7		6.899
02/01/13	420	-59	83	-7	2		15	3	15		81	6	533	-50	563	7	118	6.504
28/01/13	402	-21	86	3	2		19	5	19	5	71	-12	513	-23	647	9		4.643
01/03/13	486	79	93	7	3	1	21	2	20	1	68	-3	598	80	655	10		5.319
01/04/13	530	43	104	11	3		25	4	28	8	82	14	668	68	672	8	672	6.342
06/05/13	812	242	145	35	2	-1	29	3	31	3	119	32	993	279	776	7		9.041
03/06/13	1.056	261	129	-17	1	-1	22	-8	28	-3	98	-23	1.205	227	595	6		10.487
01/07/13	571	-520	125	-4	4	3	30	9	32	4	84	-15	721	-519	565	7	124	7.769
01/08/13	365	-199	100	-24	5	1	29	-1	28	-4	68	-15	495	-219	479	7		6.302
02/09/13	265	-94	101	1	7	2	40	10	32	4	63	-5	407	-83	522	8		5.894
30/09/13	443	191	102	1	5	-2	38	-2	32		72	10	590	196	550	8	346	8.354
04/11/13	764	275	131	25	5		39	1	37	4	105	28	950	309	688	7	140	10.641
02/12/13	991	243	151	21	4	-1	36	-3	38	1	138	35	1.207	275	807	6		12.748
02/01/14	1.259	259	159	8	2	-2	35	-1	40	2	167	28	1.503	286	951	6		14.188
03/02/14	1.548	271	194	33	3	1	35		43	3	218	48	1.847	323	1.016	5		16.835
05/03/14	1.915	367	205	11	3		35		46	3	221	3	2.220	373	976	4		18.116
01/04/14	2.078	181	194	-12	2	-1	28	-8	42	-4	207	-16	2.357	152	882	4		19.250
06/05/14	1.777	-258	205	9	1	-1	23	-4	37	-4	203	-3	2.041	-271	911	4	798	17.861
02/06/14	1.961	204	208	3	1		24	1	40	3	198	-6	2.224	203	820	4	866	18.437
03/07/14	2.031	68	233	24	1		26	2	50	10	214	15	2.322	95	743	3	744	19.634
04/08/14	3.236	1.130	344	104	3	2	35	8	67	16	335	113	3.676	1.269	1.285	4	915	29.463
01/09/14	1.307	-2.067	239	-113	3		29	-6	52	-16	167	-180	1.558	-2.269	987	6	1.315	14.620
02/10/14	704	-584	183	-54	4	1	27	-2	45	-7	106	-59	886	-650	1.397	13	1.433	8.260
04/11/14	546	-144	165	-16	5	1	33	5	71	24	89	-15	744	-129	798	9	1.070	5.525
02/12/14	324	-238	151	-15	3	-2	36	3	64	-8	71	-19	498	-264	762	11		6.343
05/02/15	10	-145	5	-67		-1	1	-16	2	-29	9	-29	22	-220	97	11	108	2.553

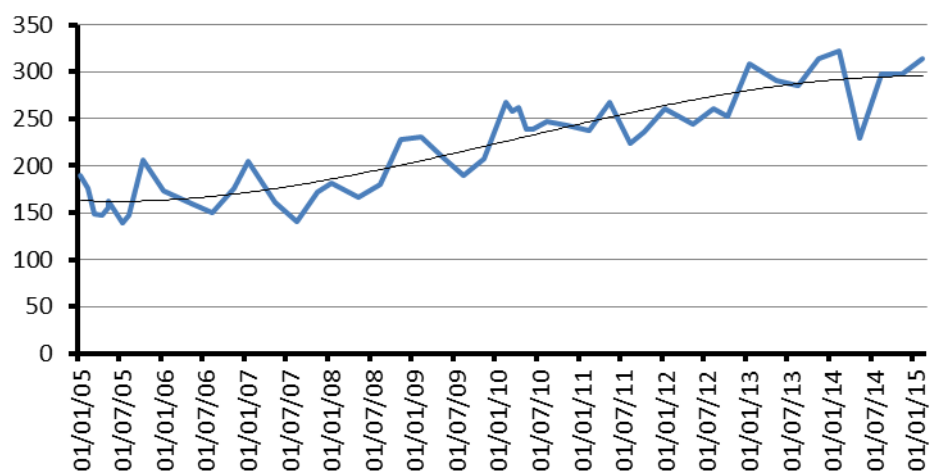


TRANSFORMADOR B4 FR

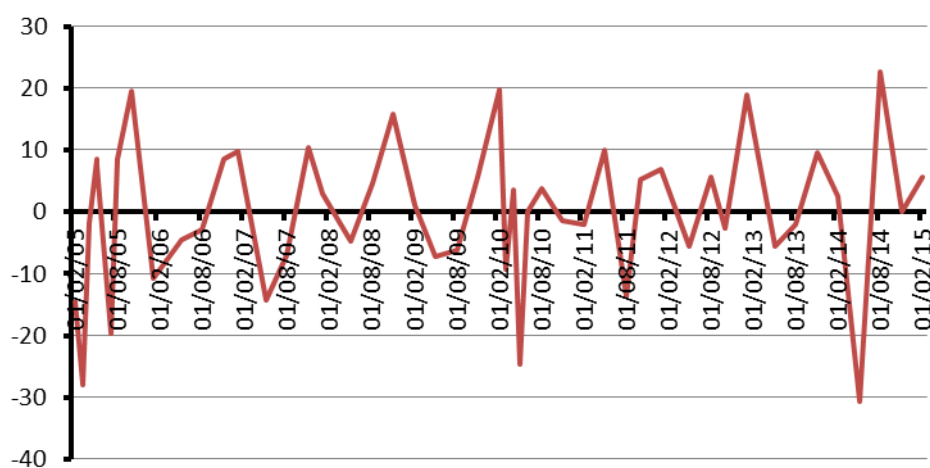
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05			34						45		145		190		1.797	12	823	15.076
01/02/05			33	-1			1	1	40	-5	135	-10	176	-14	1.821	13	61	11.643
02/03/05			32	-1			2	1	38	-2	109	-27	149	-28	2.122	19	175	12.660
04/04/05			30	-2			2		37	-1	108	-1	147	-2	1.841	17		12.120
02/05/05			33	3			1	-1	40	3	114	6	155	9	1.982	17	118	13.259
30/05/05			34	1				-1	40		122	9	162	8	2.378	19		13.236
04/07/05			31	-3			1	1	37	-3	101	-18	139	-20	2.493	25	101	12.620
01/08/05			34	3				-1	39	2	108	8	147	9	2.293	21	234	13.957
31/10/05			42	3					47	3	159	17	206	19	2.692	17	151	14.839
31/01/06			41	0					49	1	124	-11	173	-11	1.698	14	270	16.310
02/05/06			46	2					51	1	108	-5	159	-5	2.441	23	336	15.736
02/08/06			47	0					50	0	100	-3	150	-3	2.079	21	140	15.539
01/11/06			55	3					62	4	114	5	176	9	2.543	22		18.086
29/01/07			61	2					71	3	134	7	205	10	3.892	29	70	20.706
02/05/07	4	1	53	-3					59	-4	98	-12	161	-14	2.983	30	406	18.332
01/08/07		-1	49	-1					54	-2	86	-4	140	-7	2.463	29	111	16.477
01/11/07			61	4					73	6	99	4	172	10	3.717	38	87	18.932
30/01/08			61						84	4	97	-1	181	3	3.350	35	164	21.711
05/05/08			60	0			1	0	80	-1	85	-4	166	-5	2.744	32	232	24.515
04/08/08			55	-2				0	76	-1	104	6	180	5	2.977	29	201	23.988
03/11/08	8	3	74	6					96	7	124	7	228	16	4.074	33		33.781
02/02/09		-3	75	0			3	1	95	0	133	3	231	1	2.632	20		37.050
04/05/09			75				4	0	96	0	109	-8	209	-7	2.802	26		37.247
03/08/09			71	-1				-1	90	-2	100	-3	190	-6	2.262	23	205	34.423
02/11/09			76	2					88	-1	119	6	207	6	3.946	33	213	38.628
01/02/10			80	1			5	2	141	17	121	1	267	20	5.035	42	251	43.675
02/03/10			108	29				-5	136	-5	122	1	258	-9	1.809	15		43.177
05/04/10			86	-19					141	4	121	-1	262	4	3.677	30	110	43.941
03/05/10			89	3			3	3	104	-40	132	12	239	-25	3.867	29	162	43.309
01/06/10			92	3			3		106	2	130	-2	239		3.684	28	245	43.064
02/08/10			89	-1			4	0	115	4	128	-1	247	4	3.743	29	456	40.766
01/11/10			91	1			4		111	-1	128		243	-1	3.614	28	202	43.113
01/02/11			89	-1			5	0	120	3	112	-5	237	-2	4.293	38	286	41.702
02/05/11	9	3	103	5			5		131	4	122	3	267	10	4.237	35		44.629
04/08/11		-3	87	-5			4	0	115	-5	105	-5	224	-14	3.108	30	200	41.196
12/10/11			102	7				-2	127	5	109	2	236	5	4.077	37		42.543
30/01/12			104	1			5	1	140	4	116	2	261	7	4.191	36	579	47.178
02/05/12			98	-2			5		136	-1	103	-4	244	-5	3.180	31	172	48.634
02/08/12			104	2			5		139	1	117	5	261	6	3.333	28		47.540
31/10/12			108	1			6	0	139		108	-3	253	-3	3.711	34		50.548

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
28/01/13			117	3			7	0	168	10	134	9	309	19	5.857	44	151	52.766
06/05/13			112	-2			6	0	166	-1	119	-5	291	-6	4.994	42		54.027
05/08/13			123	4			6		164	-1	115	-1	285	-2	3.577	31		54.228
04/11/13			128	2			8	1	178	5	128	4	314	10	5.388	42	100	57.050
05/02/14			129	0			7	0	183	2	132	1	322	3	5.560	42	76	63.215
07/05/14			99	-10			5	-1	120	-21	104	-9	229	-31	6.065	58	950	46.193
05/08/14			127	9			8	1	162	14	127	8	297	23	7.709	61	1.425	65.450
04/11/14			124	-1			7	0	183	7	107	-7	297		6.409	60	1.287	50.834
02/02/15	11	4	127	1			3	-1	194	4	106	0	314	6	5.172	49		59.328

B4 FR - TDCG (ppm)



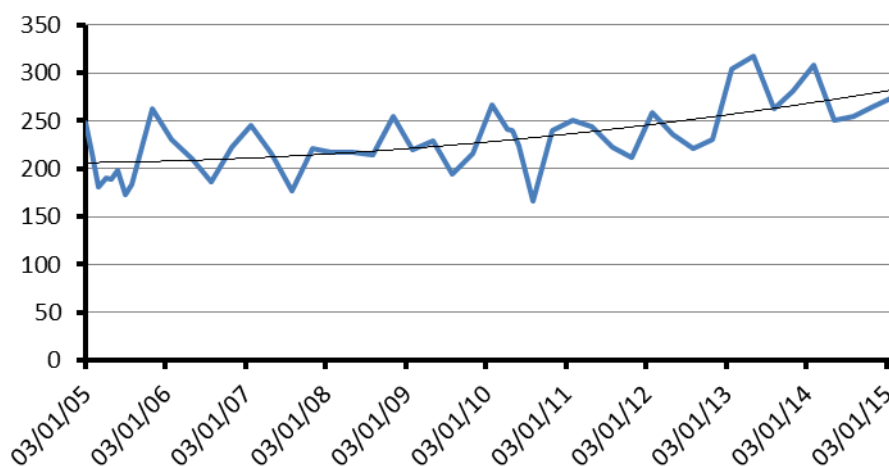
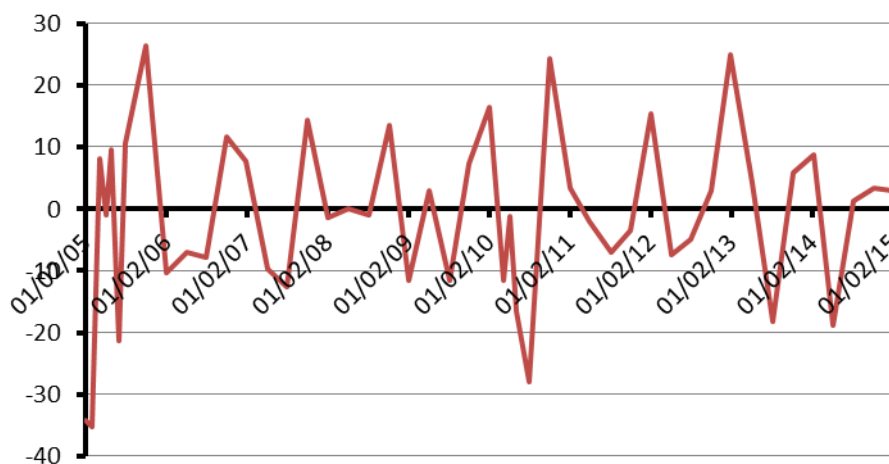
B4 FR - ΔTDCG (ppm/mes)



TRANSFORMADOR B4 FS

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05			51				1		74		173		248		2.550	15		12.770
01/02/05			47	-4			2	1	64	-10	149	-25	215	-34	2.512	17	60	11.298
02/03/05			41	-6			2		59	-5	120	-30	181	-35	2.852	24	225	11.714
04/04/05			43	2			1	-1	61	2	128	7	190	8	2.629	21	241	11.643
02/05/05			44	1			2	1	61		126	-2	189	-1	2.713	22	772	14.569
30/05/05			42	-2				-2	61		137	12	198	10	3.236	24		11.777
04/07/05			47	4					60	-1	113	-21	173	-21	3.538	31	502	12.571
01/08/05			48	1					60		123	11	183	11	3.101	25	305	13.413
31/10/05			55	2					71	4	192	23	263	26	3.705	19	216	13.762
31/01/06			52	-1					76	2	155	-12	231	-10	2.408	16		14.630
02/05/06			58	2					74	-1	136	-6	210	-7	3.539	26	188	14.135
01/08/06			52	-2					67	-2	119	-6	186	-8	2.392	20	128	12.747
01/11/06			64	4					86	6	136	6	222	12	3.371	25	306	15.791
29/01/07			73	3					92	2	153	6	245	8	5.143	34	621	18.291
02/05/07	10	3	59	-5			2	1	78	-5	125	-9	215	-10	4.082	33	213	14.345
01/08/07		-3	55	-1				-1	67	-4	110	-5	177	-13	3.429	31	482	14.411
01/11/07			68	4					92	8	129	6	221	14	5.154	40	56	15.605
30/01/08			67	0					95	1	122	-2	217	-1	4.320	35	305	16.063
05/05/08	7	2	69	1					99	1	111	-3	217		3.887	35	125	17.446
04/08/08		-2	65	-1					94	-2	120	3	214	-1	4.398	37	198	15.744
03/11/08			72	2					113	6	142	7	255	14	5.376	38	145	18.389
02/02/09			76	1					103	-3	117	-8	220	-12	3.518	30	106	20.483
04/05/09			70	-2			1	0	103		125	3	229	3	3.865	31	219	19.523
03/08/09			73	1				0	100	-1	94	-10	194	-12	2.835	30	184	16.655
02/11/09			74	0					102	1	114	7	216	7	5.046	44	250	17.595
01/02/10			75	0					155	17	111	-1	266	16	6.096	55	260	20.275
07/04/10			80	2					134	-10	107	-2	241	-12	4.424	41	142	18.989
03/05/10			96	18			2	2	108	-30	130	27	240	-1	5.027	39		19.737
01/06/10			74	-23				-2	109	1	115	-16	224	-17	4.736	41	201	19.203
02/08/10			83	4			1	0	53	-27	112	-1	166	-28	5.026	45	234	19.534
01/11/10			77	-2			1		118	21	121	3	240	24	4.750	39	209	19.358
01/02/11	15	5	88	4			2	0	123	2	110	-4	250	3	5.616	51		19.223
02/05/11	6	-3	79	-3			1	0	123		114	1	244	-2	5.235	46		19.812
04/08/11		-2	82	1			1		115	-3	106	-3	222	-7	4.271	40	838	20.907
31/10/11			80	-1				0	116	0	96	-3	212	-3	4.712	49	213	19.598
30/01/12			90	3			2	1	140	8	117	7	259	15	5.517	47	126	20.626
02/05/12			86	-1			2		135	-2	99	-6	236	-7	4.167	42	87	22.058
02/08/12			83	-1			2		125	-3	94	-2	221	-5	3.937	42		18.717
31/10/12			92	3			2		134	3	94		230	3	4.618	49	157	21.946
28/01/13	30	10	90	-1			2		157	8	115	7	304	25	7.230	63	428	22.902

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
06/05/13	49	6	87	-1			2		156	0	111	-1	318	4	6.232	56		23.442
05/08/13		-16	102	5			2		155	0	106	-2	263	-18	4.489	42		24.136
04/11/13			103	0			2		167	4	112	2	281	6	6.867	61	103	23.880
05/02/14			101	-1			2		155	-4	151	13	308	9	6.465	43		25.561
07/05/14	35	12	86	-5			2		116	-13	98	-17	251	-19	7.958	81	1.123	22.530
05/08/14		-12	104	6			4	1	147	10	104	2	255	1	9.457	91	1.412	26.223
04/11/14			96	-3			9	2	164	6	92	-4	265	3	8.085	88	1.287	20.879
02/02/15			110	5			2	-2	168	1	104	4	274	3	6.267	60		26.654

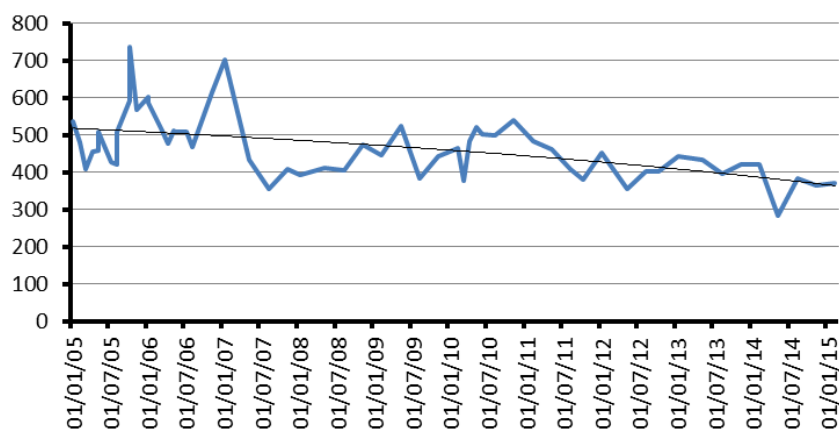
B4 FS - TDCG (ppm)**B4 FS - ΔTDCG (ppm/mes)**

TRANSFORMADOR B4 FT

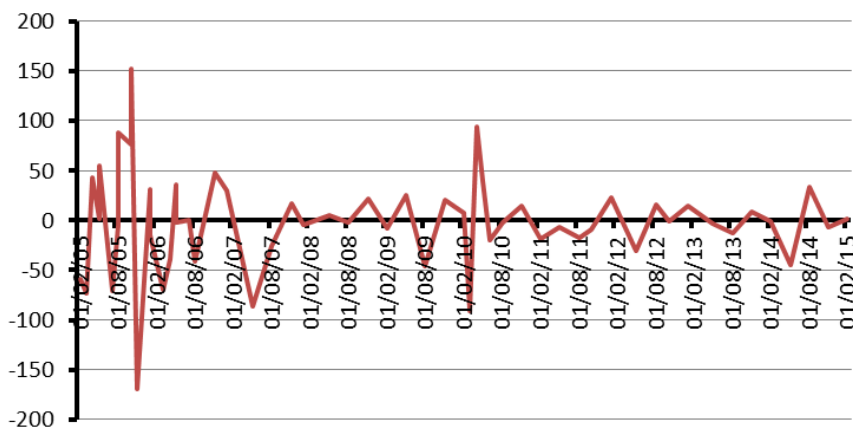
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05			53				4		38		495		537		2.782	6	616	71.293
01/02/05			51	-2			3	-1	34	-4	443	-54	480	-59	2.812	6	324	61.641
02/03/05			44	-7			4	1	31	-3	374	-71	409	-73	3.315	9	603	63.982
04/04/05			47	3			4		34	3	418	40	456	43	3.192	8	635	67.499
02/05/05			46	-1			3	-1	34		420	2	457	1	3.214	8	218	67.640
30/05/05			50	4			2	-1	33	-1	473	57	508	55	3.796	8	69	69.075
04/07/05			46	-3			3	1	32	-1	391	-70	426	-70	4.140	11	136	66.407
01/08/05			47	1			2	-1	32		388	-3	422	-4	3.467	9	123	67.494
31/08/05			52	5			3	1	35	3	472	84	510	88	3.867	8	650	70.592
03/10/05			52				4	1	36	1	554	75	594	76	4.416	8	418	70.846
31/10/05			57	5			3	-1	38	2	695	151	736	152	4.353	6	176	76.398
30/11/05			44	-13				-3	36	-2	531	-164	567	-169	4.011	8	593	73.863
02/01/06			54	9			4	4	38	2	559	25	601	31	4.633	8	274	76.264
31/01/06	19	20	55	1			3	-1	36	-2	528	-32	586	-16	2.790	5	276	78.023
01/03/06		-20	57	2				-3	37	1	482	-48	519	-69	3.930	8	481	73.400
03/04/06			52	-5			5	5	33	-4	438	-40	476	-39	4.168	10	161	74.661
02/05/06			58	6				-5	35	2	476	39	511	36	4.043	8	694	74.090
31/05/06			57	-1			3	3	36	1	470	-6	509	-2	3.456	7	873	75.135
03/07/06			58	1			2	-1	36		471	1	509		3.642	8	736	72.572
01/08/06			53	-5			3	1	33	-3	433	-39	469	-41	2.894	7	715	69.724
01/11/06	11	4	58	2				-1	43	3	560	41	614	47	4.291	8	42	84.725
29/01/07		-4	73	5			4	1	49	2	649	30	702	30	6.747	10		95.201
02/05/07	9	3	66	-2				-1	38	-4	387	-85	434	-86	5.187	13	372	73.527
01/08/07		-3	56	-3					32	-2	323	-21	355	-26	4.344	13	310	70.536
01/11/07			99	14					45	4	363	13	408	17	6.245	17	203	78.013
30/01/08			65	-11					44	0	349	-5	393	-5	5.634	16	254	79.037
05/05/08			69	1			4	1	50	2	357	3	411	6	5.097	14	495	87.596
04/08/08	5	2	62	-2			4		42	-3	355	-1	406	-2	5.393	15	462	73.745
03/11/08		-2	70	3				-1	46	1	427	24	473	22	6.125	14	129	86.540
02/02/09			74	1			4	1	51	2	392	-12	447	-9	4.553	12	221	95.616
04/05/09			68	-2			6	1	48	-1	470	26	524	25	5.178	11	311	89.433
03/08/09			63	-2				-2	43	-2	340	-43	383	-46	3.739	11	538	75.689
02/11/09			71	3					44	0	400	20	444	20	6.348	16	202	76.060
01/02/10			75	1			3	1	67	8	396	-1	466	7	7.734	20	511	88.613
02/03/10			102	28				-3	85	19	293	-107	378	-91	2.925	10	230	89.605
05/04/10			77	-22					63	-19	422	114	485	94	5.580	13	330	85.947
03/05/10			94	18			5	5	50	-14	467	48	522	40	6.520	14	127	85.582
01/06/10			78	-17			5		50		448	-20	503	-20	6.069	14	204	83.247
02/08/10			77	0			6	0	53	1	439	-4	498	-2	6.319	14	554	79.463
01/11/10			80	1			5	0	55	1	481	14	541	14	6.155	13	254	83.717

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
01/02/11	24	8	82	1			6	0	57	1	395	-28	482	-19	7.078	18	229	78.042
02/05/11		-8	89	2			6		61	1	396	0	463	-6	6.646	17	254	81.635
04/08/11			77	-4			5	0	56	-2	347	-16	408	-18	5.536	16	241	78.673
31/10/11			77					-2	57	0	324	-8	381	-9	6.014	19	242	78.616
30/01/12			88	4			7	2	72	5	372	16	451	23	6.954	19		83.047
02/05/12			79	-3			6	0	65	-2	285	-28	356	-31	4.817	17	225	80.237
02/08/12			92	4			8	1	71	2	324	13	403	15	5.597	17		81.897
31/10/12			94	1			7	0	73	1	321	-1	401	-1	7.165	22	407	84.071
28/01/13			137	14			9	1	89	5	345	8	443	14	8.778	25	1.308	90.956
06/05/13	17	5	98	-12			8	0	91	1	318	-8	434	-3	7.602	24	243	86.875
05/08/13		-6	108	3			7	0	93	1	297	-7	397	-12	5.658	19		87.782
04/11/13			112	1			9	1	102	3	311	5	422	8	8.378	27	326	88.203
05/02/14			114	1			9		110	3	301	-3	420	-1	8.421	28		98.149
07/05/14			75	-13			6	-1	71	-13	207	-31	284	-45	9.068	44	1.049	66.762
05/08/14			108	11			12	2	102	10	271	21	385	34	11.243	41	1.364	93.484
04/11/14			104	-1			12		120	6	234	-12	366	-6	10.470	45	1.358	73.101
02/02/15			107	1			4	-3	129	3	238	1	371	2	7.767	33		82.548

B4 FT - TDCG (ppm)



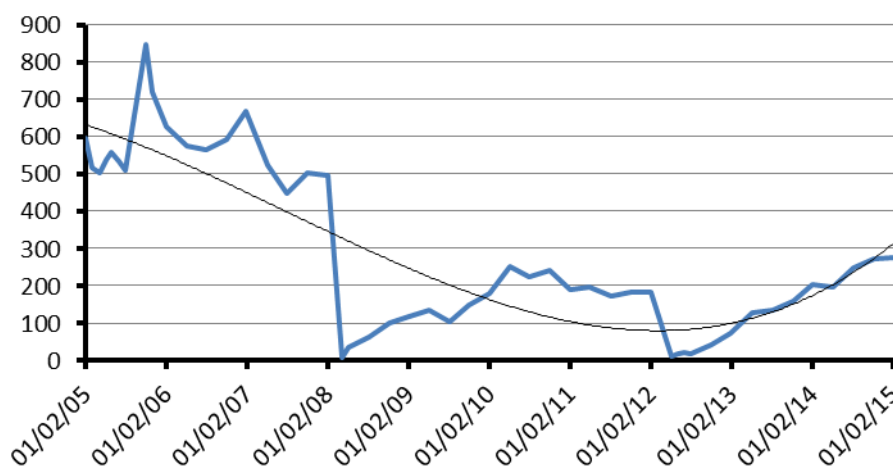
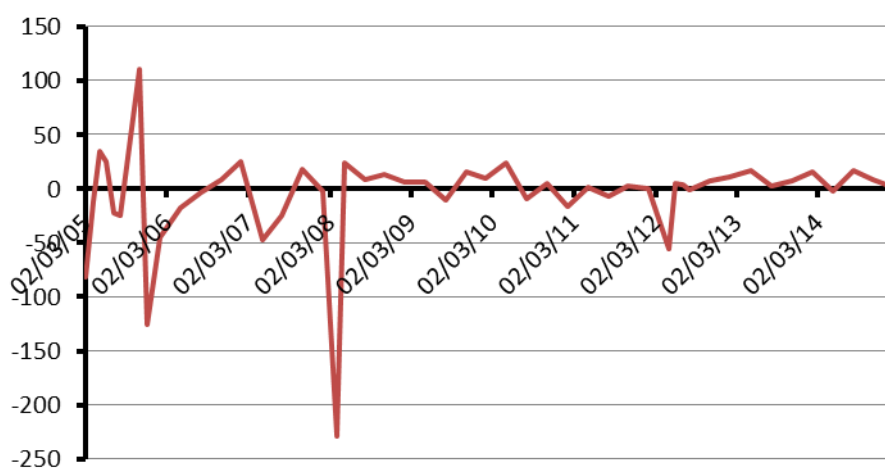
B4 FT - ΔTDCG (ppm/mes)



TRANSFORMADOR B5 FR

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
01/02/05			9				3		2		590		595		2.382	4	1.558	28.893
02/03/05			10	1			4	1	2		510	-83	516	-82	3.033	6	2.282	31.511
04/04/05			9	-1			3	-1	1	-1	499	-10	503	-12	2.637	5	1.748	29.969
03/05/05			9				3			-1	533	35	536	34	2.699	5	1.835	31.116
30/05/05			11	2			2	-1	2	2	555	24	559	26	3.131	6	1.263	30.823
04/07/05			10	-1			2		2		529	-22	533	-22	3.373	6	1.265	32.163
01/08/05			10					-2	2		508	-23	510	-25	2.932	6	1.455	32.158
31/10/05			11	0			1	0	1	0	844	111	846	111	3.556	4	1.178	32.564
30/11/05			10	-1				-1		-1	720	-124	720	-126	3.988	6	1.387	35.534
31/01/06			11	0			1	0	2	1	625	-46	628	-45	2.495	4	1.186	35.627
02/05/06			12	0				0		-1	576	-16	576	-17	3.612	6	1.857	34.541
02/08/06			12				1	0	1	0	564	-4	566	-3	3.265	6	1.625	33.803
01/11/06			13	0				0		0	592	9	592	9	3.337	6	1.597	39.491
29/01/07			14	0			2	1	3	1	663	24	668	26	4.986	8	1.266	42.251
02/05/07			13	0				-1	2	0	520	-46	522	-47	4.118	8	2.135	38.244
01/08/07			15	1						-1	447	-24	447	-25	3.364	8	922	34.013
01/11/07			17	1							502	18	502	18	4.428	9	850	38.052
30/01/08			13	-1							495	-2	495	-2	4.717	10	1.206	39.895
03/04/08				-6							8	-228	8	-228	173	22	210	1.688
05/05/08											34	24	34	24	1.100	32	786	6.102
04/08/08											61	9	61	9	1.675	27	1.047	7.606
03/11/08											101	13	101	13	2.122	21	961	9.678
02/02/09											118	6	118	6	1.853	16	1.259	11.254
04/05/09											135	6	135	6	2.202	16	1.740	11.688
03/08/09			4	1							103	-11	103	-11	1.466	14	1.568	11.792
02/11/09			3	0							150	15	150	15	2.655	18	1.170	12.820
01/02/10			5	1							180	10	180	10	3.521	20	2.109	19.453
03/05/10			6	0			1	0	1	0	250	23	252	24	3.514	14	1.192	17.311
02/08/10			5	0			1		2	0	222	-9	225	-9	3.443	16	1.029	17.205
01/11/10			7	1			1		1	0	239	6	241	5	3.494	15	543	18.614
01/02/11			6	0			2	0	1		188	-17	191	-16	3.662	19	1.494	18.917
02/05/11			7	0			1	0	2	0	193	2	196	2	3.787	20	1.641	21.484
04/08/11			7				1		1	0	171	-7	173	-7	3.335	20	1.832	24.281
31/10/11			7					0	1		181	3	182	3	4.007	22	1.581	27.785
30/01/12			7				2	1	3	1	177	-1	182		3.808	22	2.370	28.231
02/05/12				-2				-1		-1	11	-54	11	-55	566	51	201	3.007
01/06/12											16	5	16	5	920	58	381	3.055
02/07/12											20	4	20	4	1.033	52	490	3.447
31/07/12											19	-1	19	-1	1.077	57	534	3.458
31/10/12							1	0			42	8	43	8	1.994	47	525	4.679

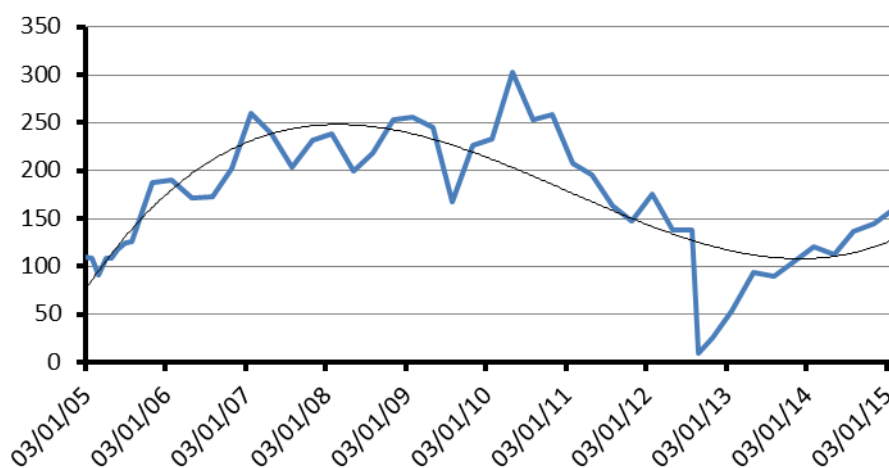
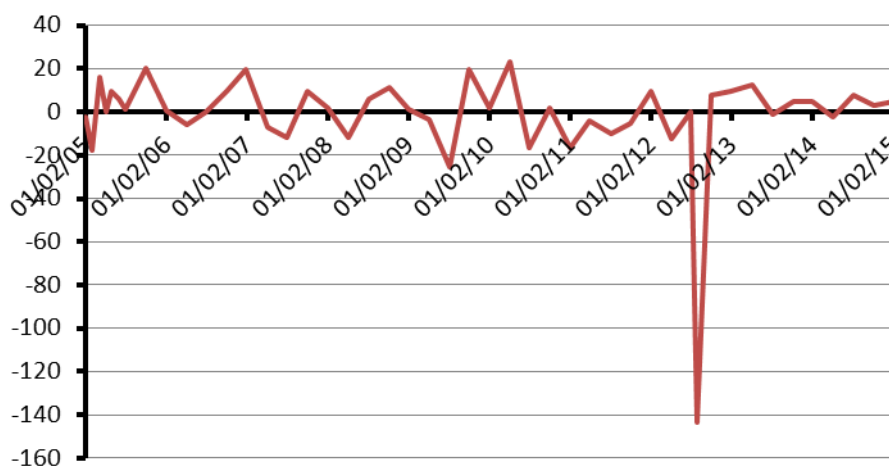
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
28/01/13							0				74	11	74	10	2.310	31	1.273	8.593
06/05/13			3	1			1	0			126	16	127	16	2.909	23	1.307	14.690
05/08/13			2	0			0				134	3	134	2	2.457	18	1.822	20.259
04/11/13			5	1			1	0			156	7	157	8	3.457	22	2.134	24.738
03/02/14			4	0			1				202	15	203	15	3.632	18	2.391	31.229
07/05/14			4				1		1	0	195	-2	197	-2	4.561	23	2.637	26.982
05/08/14			5	0			0	1			247	17	248	17	3.979	16	1.551	34.255
04/11/14			6	0			2	1	1		269	7	272	8	5.542	21	2.884	36.110
02/02/15			7	0			2		1		272	1	275	1	4.231	16	2.263	46.015

B5 FR - TDCG (ppm)**B5 FR - ΔTDCG (ppm/mes)**

TRANSFORMADOR B5 FS

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05											110		110		1.203	11	2.145	10.797
01/02/05			2	2							108	-2	108	-2	1.317	12	1.357	7.177
02/03/05				-2							91	-18	91	-18	1.591	17	1.650	7.727
04/04/05			1	1							109	16	109	16	1.411	13	1.724	8.272
02/05/05			1								109		109		1.467	13	1.014	8.607
30/05/05			2	1							118	10	118	10	1.711	15	1.242	8.373
04/07/05			2								125	6	125	6	1.994	16	1.244	9.532
01/08/05			3	1							126	1	126	1	1.776	14	1.109	9.890
31/10/05			3								188	20	188	20	1.982	11	1.186	11.184
31/01/06			3								190	1	190	1	1.709	9	1.500	13.934
02/05/06			3								172	-6	172	-6	2.287	13	1.889	13.704
02/08/06			4	0							173	0	173	0	2.207	13	1.959	14.555
01/11/06			4								202	10	202	10	2.336	12	1.769	17.161
29/01/07			6	1							260	20	260	20	3.618	14	4.530	26.274
02/05/07			5	0							239	-7	239	-7	3.095	13	3.764	25.873
01/08/07			5								203	-12	203	-12	2.582	13	983	17.383
01/11/07			10	2							232	9	232	9	3.448	15	920	19.705
30/01/08			7	-1							238	2	238	2	3.563	15	1.220	21.222
05/05/08				-2							200	-12	200	-12	2.933	15	1.336	21.758
04/08/08			7	2							219	6	219	6	3.437	16	1.346	21.766
03/11/08			11	1							253	11	253	11	3.971	16	1.368	27.244
02/02/09			3	-3					4	1	252	0	256	1	3.291	13	2.745	36.244
04/05/09			10	2						-1	245	-2	245	-4	3.686	15	2.040	28.265
03/08/09			8	-1							167	-26	167	-26	2.351	14	1.698	25.111
02/11/09			9	0							227	20	227	20	4.688	21	2.298	30.667
01/02/10			16	2							233	2	233	2	4.870	21	2.045	33.005
03/05/10			11	-2			1	0	2	1	300	22	303	23	4.884	16	1.141	31.499
02/08/10			11					0	2		251	-16	253	-16	4.707	19	1.032	30.216
01/11/10			9	-1			2	1	2		255	1	259	2	4.732	19	349	32.125
01/02/11	9	3	12	1			2		1	0	196	-19	208	-17	4.899	25	1.678	31.462
02/05/11		-3	10	-1			2		2	0	191	-2	195	-4	4.871	26	1.616	33.023
04/08/11			11	0			1	0	2		160	-10	163	-10	4.171	26	1.373	33.074
31/10/11			11					0	1	0	146	-5	147	-5	4.483	31	1.189	32.515
30/01/12			15	1			2	1	2	0	172	9	176	10	4.994	29	1.516	35.190
02/05/12			11	-1			2		2		134	-12	138	-12	3.786	28	1.764	35.411
31/07/12			11				2		3	0	133	0	138		4.069	31	1.352	34.284
27/08/12				-12				-2		-3	9	-138	9	-143	787	87	230	2.917
31/10/12											26	8	26	8	2.087	80	411	4.638
28/01/13											54	9	54	9	2.602	48	1.221	10.189
06/05/13			2	1							94	12	94	12	3.147	33	584	7.942

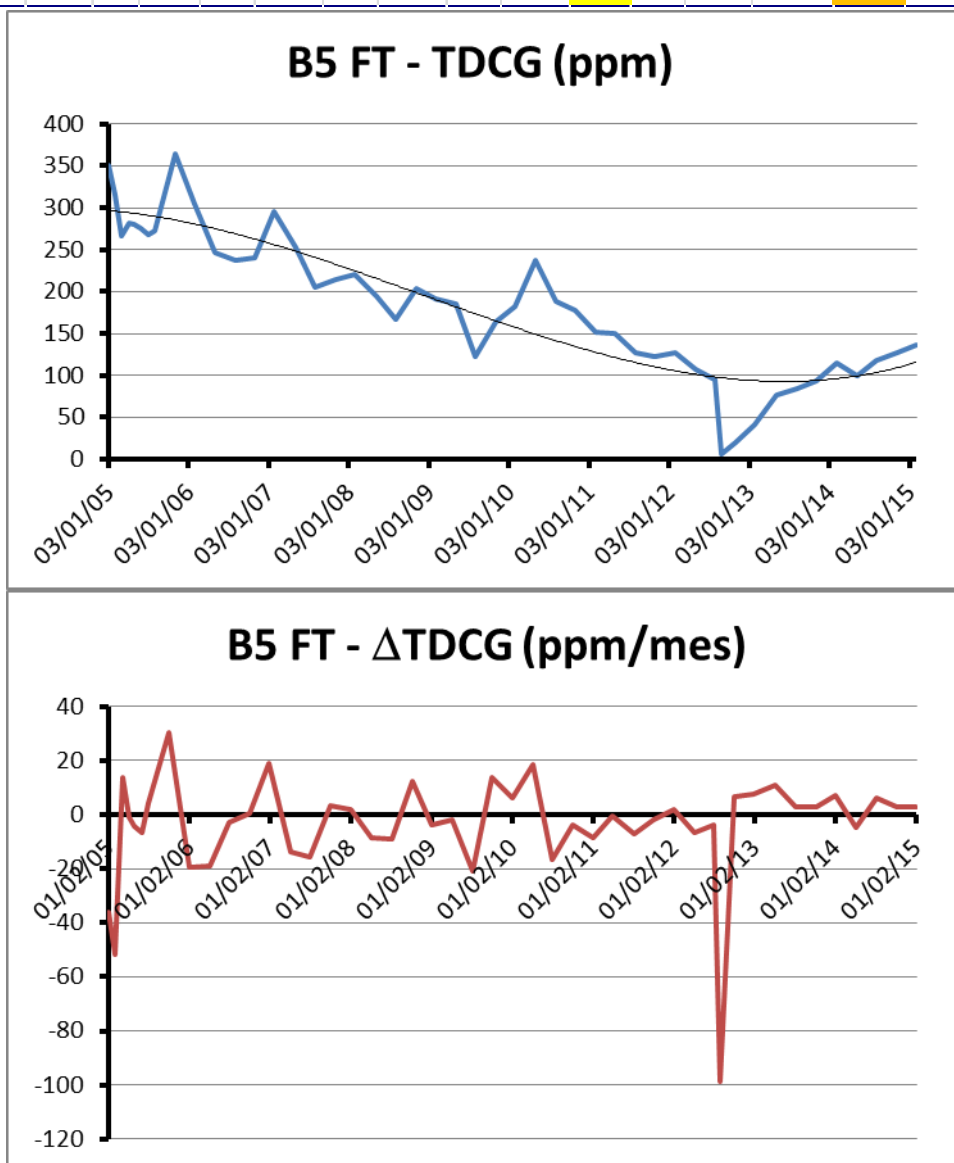
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
05/08/13			4	1							90	-1	90	-1	2.522	28	817	9.801
04/11/13			3	0			1	0			104	5	105	5	3.575	34	595	9.101
03/02/14			4	0				0			120	5	120	5	3.601	30	1.190	10.639
07/05/14			4				1	0	1	0	110	-3	112	-3	4.304	39	1.570	8.370
05/08/14			4					0	1		135	8	136	8	3.847	28	458	9.713
04/11/14			6	1			2	1	1		142	2	145	3	4.804	34	2.045	9.793
02/02/15			6				1	0		0	159	6	160	5	4.555	29	786	12.162

B5 FS - TDCG (ppm)**B5 FS - ΔTDCG (ppm/mes)**

TRANSFORMADOR B5 FT

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05			9				2		3		346		351		2.762	8	1.523	31.192
01/02/05			10	1			2		2	-1	312	-35	316	-36	2.937	9	1.269	28.436
02/03/05			9	-1			2		2		262	-52	266	-52	3.547	14	1.698	29.732
04/04/05			9				1	-1	3	1	277	14	281	14	3.252	12	1.622	30.963
02/05/05			9				2	1	3		275	-2	280	-1	3.306	12	1.325	30.573
30/05/05			9					-2	2	-1	274	-1	276	-4	3.271	12	883	28.525
04/07/05			9						2		266	-7	268	-7	4.100	15	904	30.728
01/08/05			10	1					2		270	4	272	4	3.860	14	919	32.591
31/10/05			12	1						-1	364	31	364	30	3.866	11	859	32.304
31/01/06			11	0					2	1	302	-20	304	-20	3.012	10	991	34.723
02/05/06			10	0					2		245	-19	247	-19	4.024	16	1.511	32.566
02/08/06			13	1					2		236	-3	238	-3	4.054	17	1.423	33.573
01/11/06			14	0					3	0	237	0	240	1	3.991	17	1.144	37.665
29/01/07			15	0			2	1	4	0	290	18	296	19	5.927	20	1.300	41.671
04/05/07			15					-1	3	0	249	-13	252	-14	5.225	21	806	35.675
01/08/07			14	0						-1	205	-15	205	-16	4.272	21	750	33.975
01/11/07			17	1							215	3	215	3	5.566	26	750	37.471
30/01/08			11	-2					4	1	217	1	221	2	5.582	26	966	38.566
05/05/08			12	0						-1	194	-7	194	-8	5.038	26	1.098	42.273
04/08/08			13	0					5	2	162	-11	167	-9	5.506	34	1.082	38.418
03/11/08			14	0					4	0	200	13	204	12	5.913	30	1.227	44.827
02/02/09			11	-1					11	2	181	-6	192	-4	4.600	25	1.333	46.899
04/05/09			10	0					2	-3	184	1	186	-2	5.236	28	1.483	48.036
03/08/09			16	2					2		121	-21	123	-21	3.406	28	1.258	39.690
02/11/09			17	0					2		162	14	164	14	6.661	41	1.167	43.518
01/02/10			14	-1						-1	182	7	182	6	6.990	38	647	46.474
03/05/10			18	1			2	1	5	2	231	16	238	18	6.751	29	993	46.764
02/08/10			18				2		4	0	182	-16	188	-16	6.702	37	875	44.018
01/11/10			18				2		3	0	172	-3	177	-4	6.114	36	736	45.027
01/02/11			18				3	0	5	1	143	-9	151	-8	2.826	20	1.229	44.070
02/05/11			19	0			2	0	4	0	144	0	150	0	6.879	48	989	46.658
04/08/11			19				3	0	5	0	119	-8	127	-7	6.051	51	965	47.240
31/10/11			20	0				-1	3	-1	119		122	-2	6.742	57	886	48.848
30/01/12			22	1			2	1	5	1	120	0	127	2	6.636	55	1.802	48.446
02/05/12			18	-1			3	0	4	0	100	-6	107	-6	5.380	54	1.636	49.689
31/07/12			19	0			3		4		88	-4	95	-4	5.564	63	817	45.175
27/08/12				-21				-3		-4	6	-91	6	-99	1.049	175	240	3.436
31/10/12											20	6	20	6	2.886	144	215	4.803
28/01/13											42	7	42	7	3.312	79	652	6.344
06/05/13			7	2							77	11	77	11	4.228	55	306	8.174

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
05/08/13			7				3	1	2	1	80	1	85	3	3.248	41	225	8.232
04/11/13			8	0			5	1	2		86	2	93	3	4.723	55	423	8.338
03/02/14			10	1			5		2		108	7	115	7	4.815	45	701	10.090
07/05/14			9	0			5		2		93	-5	100	-5	5.795	62	1.341	8.010
05/08/14			12	1			6	0	3	0	109	5	118	6	4.983	46	177	9.065
04/11/14			13	0			11	2	4	0	112	1	127	3	5.245	47	2.493	12.142
02/02/15			16	1			10	0	4		122	3	136	3	4.809	39		11.673



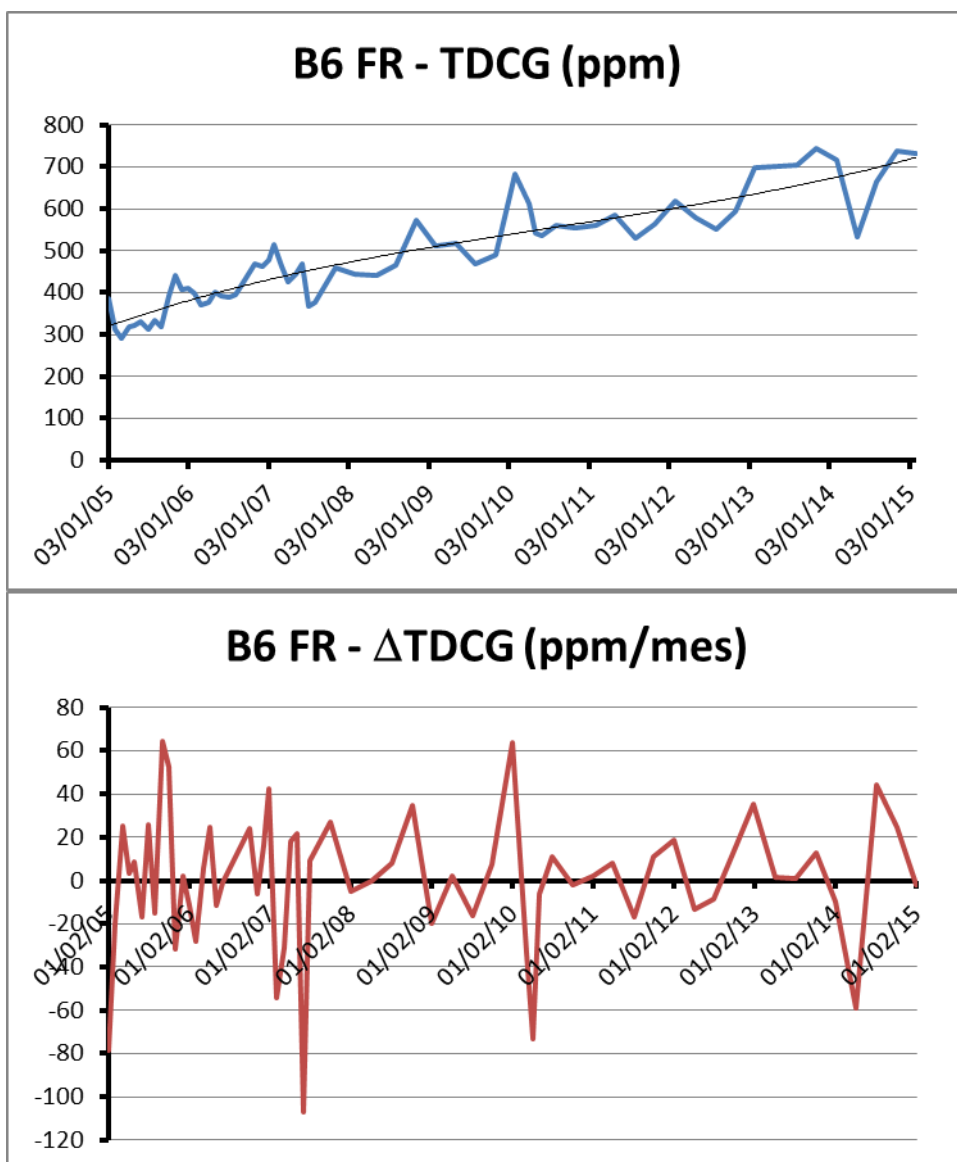
TRANSFORMADOR B6 FR

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05			104		1		9		190		187		387		2.416	13		67.132
01/02/05			90	-14		-1	8	-1	152	-39	151	-37	311	-79	3.140	21	187	62.853
02/03/05			83	-7			8		153	1	131	-21	292	-20	2.836	22	195	60.762
04/04/05			94	10			8		170	15	142	10	320	25	2.532	18	123	63.132
02/05/05			94				8		179	10	136	-6	323	3	2.240	16	71	64.988
30/05/05			96	2			7	-1	175	-4	149	14	331	9	2.928	20	65	65.027
04/07/05			94	-2			6	-1	170	-4	135	-12	311	-17	3.267	24	257	64.333
01/08/05			101	8			7	1	185	16	143	9	335	26	3.039	21	271	69.853
31/08/05			97	-4			8	1	183	-2	129	-14	320	-15	3.070	24		67.563
03/10/05			107	9			9	1	207	22	175	42	391	65	3.578	20	1.084	73.487
31/10/05			117	11			8	-1	227	21	205	32	440	53	3.992	19		74.449
30/11/05			113	-4			6	-2	231	4	171	-34	408	-32	3.251	19		74.954
02/01/06			115	2			9	3	231		170	-1	410	2	3.765	22	141	74.513
31/01/06			109	-6			7	-2	232	1	160	-10	399	-11	2.875	18		73.964
01/03/06			113	4			6	-1	225	-7	141	-20	372	-28	2.765	20	220	70.249
03/04/06	14	13	116	3			9	3	214	-10	141		378	5	3.508	25	93	75.729
02/05/06	16	2	121	5			7	-2	237	24	142	1	402	25	3.046	21	204	72.402
31/05/06	20	4	121				7		232	-5	132	-10	391	-11	2.479	19	148	74.388
03/07/06	21	1	120	-1			7		225	-6	137	5	390	-1	2.862	21	73	71.475
02/08/06	18	-3	118	-2			7		227	2	143	6	395	5	2.779	19	89	72.524
01/11/06	19	0	136	6			9	1	285	19	155	4	468	24	3.155	20	268	84.076
04/12/06	23	4	120	-15			10	1	270	-14	158	3	461	-6	4.229	27		85.553
02/01/07	25	2	136	17			9	-1	286	17	157	-1	477	17	4.857	31	263	87.813
29/01/07	29	4	149	14			10	1	306	22	170	14	515	42	4.796	28		90.353
28/02/07	10	-19	142	-7			8	-2	292	-14	151	-19	461	-54	4.514	30	68	82.995
03/04/07		-9	142				9	1	271	-19	146	-4	426	-31	4.330	30	43	80.367
03/05/07	10	10	151	9			7	-2	280	9	147	1	444	18	3.902	27	100	74.116
04/06/07	16	6	137	-13			3	-4	294	13	154	7	467	22	4.252	28	160	79.812
02/07/07		-17	117	-21			7	4	245	-53	115	-42	367	-107	3.137	27	175	67.066
01/08/07			121	4			6	-1	246	1	124	9	376	9	3.445	28	194	72.010
01/11/07			144	8			9	1	319	24	130	2	458	27	4.872	37	92	80.781
30/01/08			134	-3			7	-1	314	-2	122	-3	443	-5	4.047	33	104	78.547
05/05/08	8	3	134				10	1	313	0	111	-3	442	0	3.524	32	193	80.848
04/08/08		-3	137	1			9	0	332	6	125	5	466	8	4.268	34	172	76.432
03/11/08	13	4	160	8			10	0	401	23	148	8	572	35	4.889	33	139	90.728
02/02/09		-4	148	-4			10		381	-7	121	-9	512	-20	3.177	26		94.260
04/05/09			169	7			12	1	373	-3	133	4	518	2	4.014	30		98.382
03/08/09			140	-10				-4	362	-4	106	-9	468	-16	4.616	44	157	77.139
02/11/09			152	4			6	2	363	0	121	5	490	7	5.380	44	141	82.774
01/02/10	15	5	159	2			8	1	522	52	138	6	683	64	5.786	42	206	86.533

TOMO III
Informe Final – Fase I – Anexo I y II

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

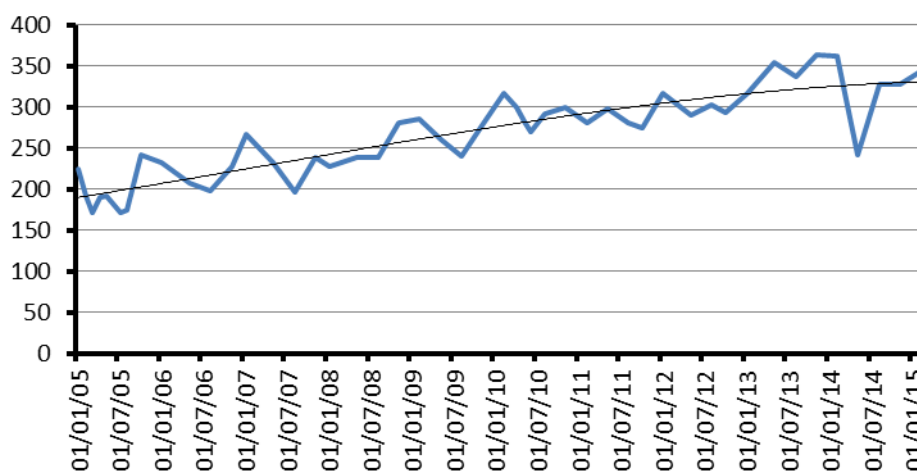
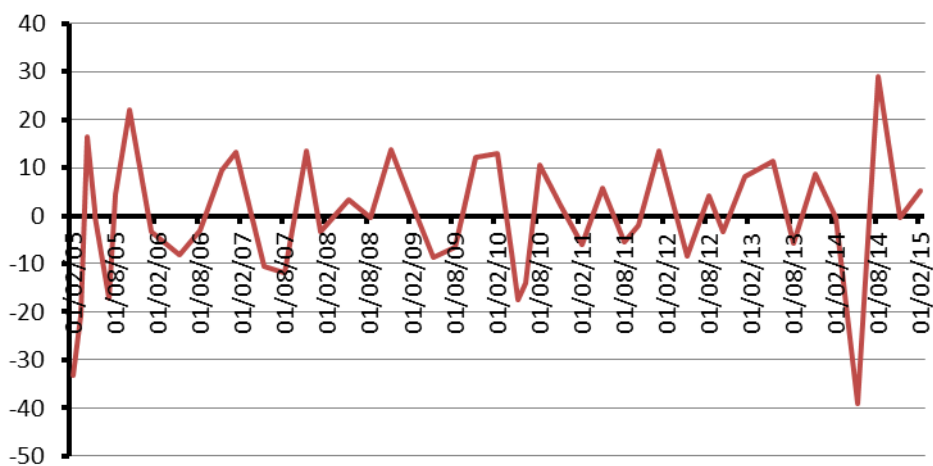
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
05/04/10		-7	158	0			6	-1	495	-13	112	-12	613	-33	4.558	41	93	85.291
04/05/10			165	7			12	6	396	-102	134	23	542	-73	5.338	40	160	85.718
01/06/10			158	-8			10	-2	398	2	128	-6	536	-6	4.938	39	203	84.733
02/08/10			168	5			11	0	429	15	119	-4	559	11	5.398	45	217	80.980
01/11/10			163	-2			11		413	-5	129	3	553	-2	4.851	38	188	83.234
01/02/11	9	3	162	0			12	0	433	7	106	-8	560	2	5.646	53	200	78.471
02/05/11	7	-1	179	6			11	0	449	5	117	4	584	8	5.639	48		82.730
04/08/11		-2	156	-7			10	0	422	-9	99	-6	531	-17	4.942	50	157	76.549
31/10/11			166	3			6	-1	453	11	104	2	563	11	5.049	49	126	83.318
30/01/12			181	5			12	2	492	13	115	4	619	18	5.391	47	156	83.111
02/05/12			163	-6			11	0	469	-7	98	-5	578	-13	4.314	44		79.394
02/08/12			160	-1			11		448	-7	93	-2	552	-8	4.343	47		74.220
31/10/12			178	6			11		482	11	100	2	593	14	5.952	60		80.732
28/01/13			195	6			14	1	567	29	116	5	697	35	7.828	67	205	86.301
06/05/13			192	-1			14		574	2	114	-1	702	2	6.936	61		87.090
05/08/13			210	6			12	-1	588	5	105	-3	705	1	5.308	51		90.432
04/11/13			210				13	0	615	9	116	4	744	13	7.876	68	155	89.047
03/02/14			204	-2			13		596	-6	106	-3	715	-10	6.965	66		90.579
07/05/14			166	-12			9	-1	438	-51	85	-7	532	-59	8.381	99	1.161	71.491
05/08/14			201	12			18	3	540	34	106	7	664	44	11.152	105	1.416	92.980
04/11/14			193	-3			16	-1	628	29	95	-4	739	25	9.584	101	1.402	75.652
02/02/15			202	3			7	-3	633	2	93	-1	733	-2	7.270	78		85.625



TRANSFORMADOR B6 FS

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05			38				2		68		154		224		1.882	12	176	11.863
01/02/05			37	-1			1	-1	64	-4	127	-28	192	-33	2.552	20	567	12.259
02/03/05			32	-5			2	1	59	-5	111	-17	172	-21	2.325	21	238	10.994
04/04/05			36	4			2		65	5	123	11	190	16	2.106	17	1.015	13.903
02/05/05			41	5				-2	70	5	121	-2	191	1	2.045	17	70	12.292
30/05/05			39	-2					65	-5	126	5	191		2.486	20	110	11.109
04/07/05			37	-2					64	-1	107	-16	171	-17	2.784	26	512	12.134
01/08/05			38	1			1	1	64		110	3	175	4	2.355	21		11.503
31/10/05			44	2				0	74	3	168	19	242	22	3.157	19	287	14.015
31/01/06			46	1					89	5	143	-8	232	-3	2.557	18	80	14.325
02/05/06			54	3					90	0	117	-9	207	-8	2.568	22	247	13.484
02/08/06			46	-3			1	0	85	-2	112	-2	198	-3	2.243	20	150	13.220
01/11/06			59	4				0	107	7	120	3	227	10	2.575	21	66	14.862
29/01/07			65	2					119	4	147	9	266	13	4.048	28		17.259
03/05/07	8	3	62	-1					113	-2	112	-11	233	-11	3.409	30	165	14.335
01/08/07		-3	53	-3					96	-6	101	-4	197	-12	2.938	29	126	13.564
01/11/07			63	3					123	9	115	5	238	13	4.154	36	359	16.922
30/01/08			59	-1					123		105	-3	228	-3	3.352	32	175	15.768
05/05/08			63	1			2	1	136	4	101	-1	239	3	3.155	31	334	17.608
04/08/08			63					-1	134	-1	104	1	238	0	3.584	34	268	15.817
03/11/08			71	3					156	7	124	7	280	14	4.135	33		18.111
02/02/09			79	3					163	2	123	0	286	2	2.820	23	116	21.219
04/05/09			70	-3					147	-5	113	-3	260	-9	3.251	29		20.441
03/08/09			65	-2					148	0	92	-7	240	-7	3.619	39	250	16.820
02/11/09			78	4					166	6	111	6	277	12	5.180	47	736	19.905
01/02/10			69	-3					209	14	107	-1	316	13	4.807	45	1.875	22.981
05/04/10			77	4					204	-2	96	-5	300	-8	4.204	44	229	19.289
04/05/10			81	4			3	3	164	-41	116	21	283	-18	4.610	40	118	19.600
01/06/10			76	-5			2	-1	158	-6	110	-6	270	-14	4.133	38	700	20.559
02/08/10			84	4			2		179	10	111	0	292	11	4.698	42	346	18.883
01/11/10			85	0			3	0	177	-1	119	3	299	2	4.376	37		19.945
01/02/11			84	0			2	0	182	2	97	-7	281	-6	4.992	51	1.152	22.108
02/05/11	6	2	88	1			2		186	1	104	2	298	6	4.880	47	159	19.270
04/08/11		-2	85	-1			2		178	-3	101	-1	281	-5	4.586	45	79	20.669
31/10/11			83	-1				-1	184	2	91	-3	275	-2	4.478	49	3.741	34.554
30/01/12			93	3			3	1	211	9	102	4	316	14	4.790	47	898	24.827
02/05/12			87	-2			3		199	-4	88	-5	290	-8	3.877	44		20.305
02/08/12			95	3			3		205	2	95	2	303	4	4.213	44		20.950
31/10/12			88	-2			2	0	200	-2	91	-1	293	-3	5.232	57		21.237
28/01/13			95	2			3	0	238	13	76	-5	317	8	6.903	91	109	22.860

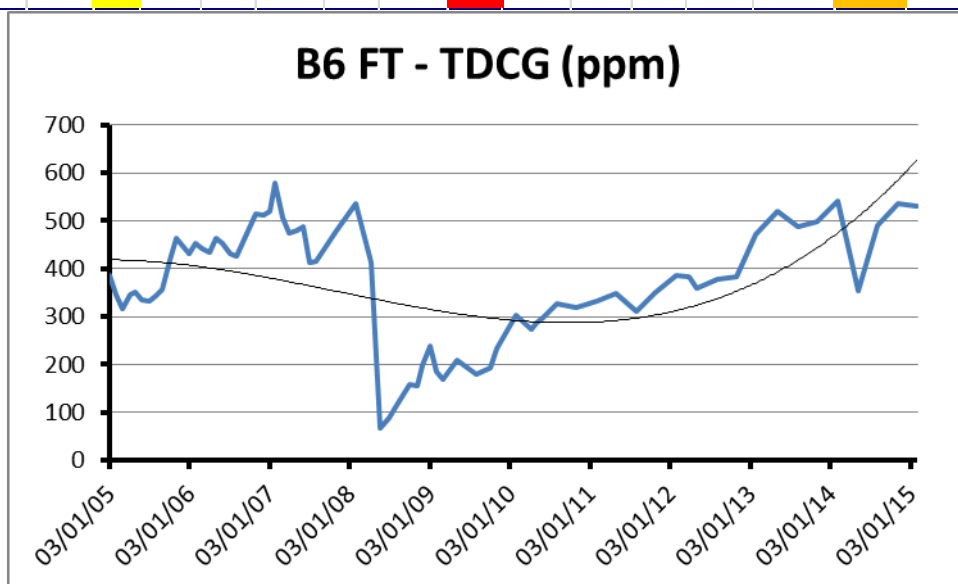
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
06/05/13			101	2			3		244	2	107	9	354	11	6.167	58		24.117
05/08/13			109	3			2	0	241	-1	94	-4	337	-6	4.694	50		24.206
04/11/13			114	2			3	0	259	6	101	2	363	9	6.921	69	220	23.978
03/02/14			113	0			3		255	-1	104	1	362	0	6.387	61		25.963
07/05/14			83	-10			2	0	169	-28	70	-11	241	-39	6.849	98	1.317	18.624
05/08/14			111	9			3	0	226	19	99	10	328	29	9.854	100	1.396	26.829
04/11/14			102	-3			9	2	234	3	84	-5	327	0	7.521	90	1.368	20.230
02/02/15			112	3			6	-1	258	8	79	-2	343	5	5.014	63		24.213

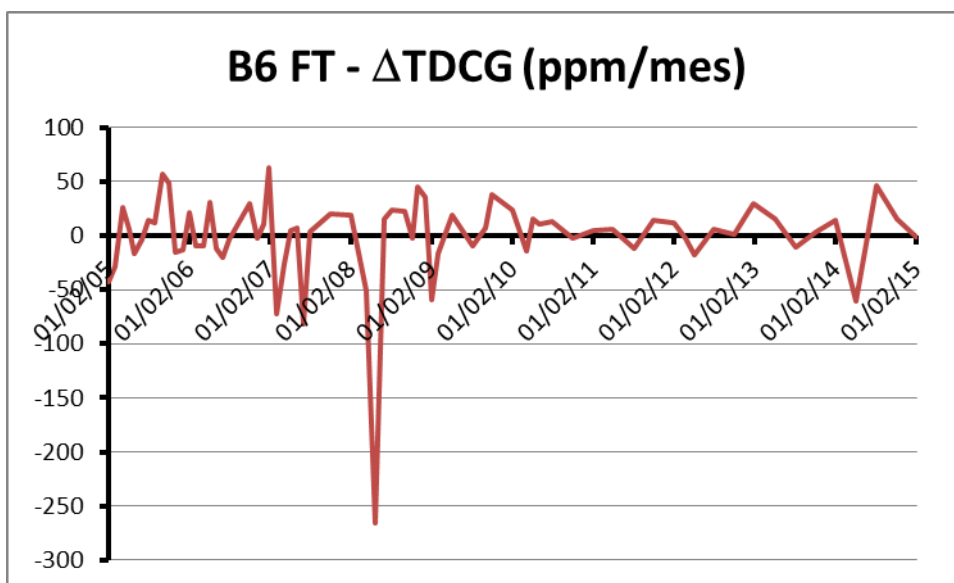
B6 FS - TDCG (ppm)**B6 FS - ΔTDCG (ppm/mes)**

TRANSFORMADOR B6 FT

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05			108				11		185		190		386		1.942	10	114	60.228
01/02/05			100	-8			10	-1	172	-13	163	-28	345	-42	2.620	16	157	58.116
02/03/05			91	-9			10		162	-10	145	-19	317	-29	2.467	17	805	58.803
04/04/05			101	9			10		178	15	157	11	345	25	2.222	14	194	60.882
02/05/05			105	4			10		189	12	152	-5	351	6	2.134	14	80	62.576
30/05/05			103	-2			8	-2	175	-15	152		335	-17	2.489	16	282	59.048
04/07/05			105	2			9	1	182	6	140	-10	331	-3	2.878	21	307	61.178
01/08/05			107	2			9		185	3	150	11	344	14	2.495	17	120	63.946
31/08/05			110	3			11	2	197	12	148	-2	356	12	2.686	18	179	65.618
03/10/05			115	5			12	1	223	24	183	32	418	56	3.072	17	1.303	66.773
31/10/05	7	8	125	11			10	-2	230	8	216	35	463	48	3.211	15	57	69.506
30/11/05	10	3	124	-1			10		247	17	180	-36	447	-16	2.665	15	262	71.886
02/01/06		-9	125	1			12	2	243	-4	177	-3	432	-14	3.128	18	817	72.592
31/01/06			133	8			12		274	32	167	-10	453	22	2.067	12		76.496
02/03/06			136	3			10	-2	267	-7	166	-1	443	-10	2.441	15	167	74.548
03/04/06	18	17	137	1			12	2	244	-22	159	-7	433	-9	2.931	18	79	73.877
02/05/06	18		138	1			11	-1	275	32	159		463	31	2.696	17	697	75.315
31/05/06	19	1	142	4			10	-1	268	-7	155	-4	452	-11	2.174	14	85	77.658
03/07/06	19		134	-7			10		250	-16	151	-4	430	-20	2.454	16		72.151
02/08/06	15	-4	127	-7			9	-1	251	1	151		426	-4	2.288	15	67	71.311
01/11/06	26	4	147	7			15	2	307	18	166	5	514	29	2.568	15		83.338
04/12/06	22	-4	149	2			13	-2	303	-4	173	6	511	-3	3.492	20		86.629
02/01/07	20	-2	154	5			13		317	14	171	-2	521	10	4.081	24	202	88.472
29/01/07	22	2	170	18			15	2	335	20	206	39	578	63	4.059	20		90.923
28/02/07		-22	159	-11			11	-4	328	-7	166	-40	505	-73	3.898	23	147	85.042
03/04/07	9	8	151	-7			12	1	297	-27	157	-8	475	-26	3.683	23	72	81.877
03/05/07	12	3	143	-8			11	-1	310	13	147	-10	480	5	3.359	23	1.207	75.951
04/06/07	10	-2	156	12			9	-2	311	1	158	10	488	8	3.610	23	85	79.379
02/07/07		-11	132	-26			10	1	270	-44	132	-28	412	-81	2.760	21	94	72.328
01/08/07	10	10	130	-2			9	-1	265	-5	132		416	4	2.837	21	89	71.866
01/11/07		-3	155	8			11	1	328	21	140	3	479	21	3.965	28	67	80.131
30/01/08			156	0			13	1	368	13	154	5	535	19	3.620	24	279	84.071
11/04/08			126	-13			10	-1	286	-34	116	-16	412	-51	2.340	20	342	76.705
20/05/08			19	-82			1	-7	34	-194	32	-65	67	-265	1.644	51	141	19.818
30/06/08			4	-11			4	2	42	6	42	7	88	15	2.288	54		27.029
04/08/08	13	11	26	19			3	-1	43	1	56	12	115	23	2.217	40	534	26.880
02/10/08	19	3	34	4			3		52	5	85	15	159	22	2.507	29	301	35.490
03/11/08	12	-7	37	3			2	-1	67	14	75	-9	156	-3	2.691	36	528	41.309
01/12/08	23	12	37				5	3	79	13	91	17	198	45	3.382	37	130	43.898
05/01/09	47	21	51	12			4	-1	85	5	103	10	239	35	2.852	28	76	44.982

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
02/02/09		-50	40	-12			5	1	84	-1	95	-9	184	-59	1.917	20	74	51.211
02/03/09	15	16	43	3			7	2	75	-10	72	-25	169	-16	2.322	32	539	57.927
04/05/09	19	2	38	-2			7		86	5	97	12	209	19	2.325	24		57.605
03/08/09		-6	47	3				-2	90	1	90	-2	180	-10	2.688	30	113	51.541
02/10/09			50	2			1	1	100	5	92	1	193	7	2.447	27		53.774
02/11/09	13	13	55	5			1		112	12	106	14	232	38	3.567	34	117	60.690
01/02/10		-4	61	2			10	3	176	21	118	4	304	24	3.588	30	541	67.648
07/04/10			60	0			3	-3	165	-5	106	-6	274	-14	3.193	30	185	65.189
04/05/10	23	26	68	9			7	4	137	-31	121	17	288	16	3.429	28	125	66.626
01/06/10	25	2	67	-1			6	-1	144	8	123	2	298	11	3.316	27		68.466
02/08/10	29	2	74	3			8	1	169	12	120	-1	326	14	3.672	31	215	67.951
01/11/10	7	-7	95	7			8		172	1	131	4	318	-3	3.305	25	170	71.791
01/02/11	22	5	76	-6			8		188	5	113	-6	331	4	3.769	33		69.919
02/05/11	18	-1	77	0			8		204	5	119	2	349	6	3.742	31		73.652
04/08/11		-6	79	1			8		193	-4	111	-3	312	-12	3.385	30	458	72.219
31/10/11			91	4			6	-1	233	14	113	1	352	14	3.623	32	176	81.193
30/01/12			96	2			10	1	254	7	123	3	387	12	3.661	30	688	80.375
26/03/12			94	-1			11	1	256	1	115	-4	382	-3	3.418	30		83.774
02/05/12			90	-3			10	-1	242	-11	108	-6	360	-18	2.991	28		78.075
02/08/12			99	3			10		254	4	115	2	379	6	3.170	28		78.848
31/10/12			99				10		263	3	111	-1	384	2	4.220	38		81.293
28/01/13	13	4	111	4			12	1	316	18	130	6	471	29	5.470	42		84.890
06/05/13	53	12	112	0			12		329	4	127	-1	521	15	4.859	38		87.677
05/08/13	12	-14	124	4			11	0	343	5	121	-2	487	-11	3.771	31		91.971
04/11/13		-4	125	0			13	1	361	6	124	1	498	4	5.377	43	130	88.862
03/02/14	42	14	124	0			12	0	362	0	124		540	14	4.916	40		93.164
07/05/14	9	-11	97	-9			8	-1	249	-36	87	-12	353	-60	5.507	63	1.329	67.883
05/08/14	25	5	129	11			14	2	331	27	120	11	490	46	7.358	61	1.522	96.126
04/11/14	54	10	115	-5			13	0	369	13	100	-7	536	15	6.186	62	1.579	71.789
02/02/15	28	-9	129	5			5	-3	394	8	104	1	531	-2	5.115	49		85.031

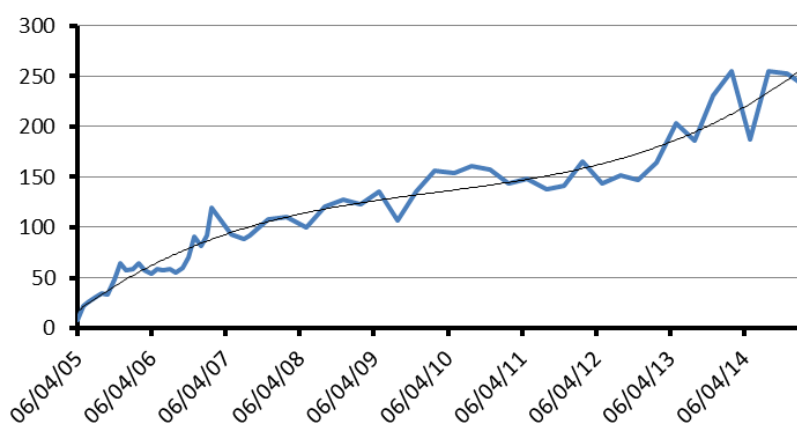
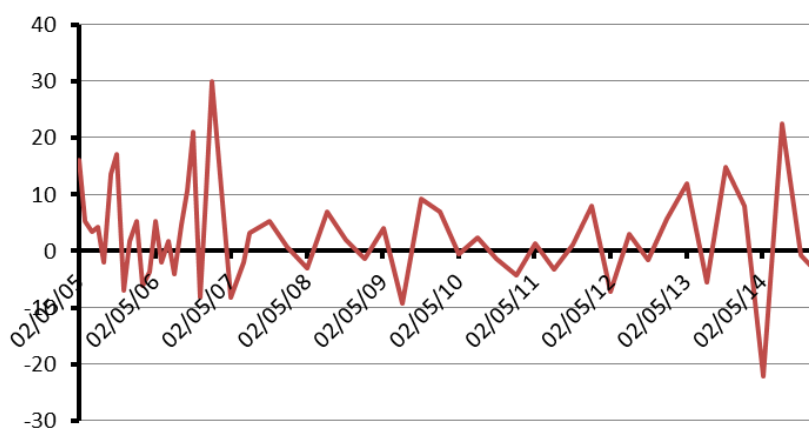




TRANSFORMADOR B8 FR

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
06/04/05											8		8		98	12	86	2.332
02/05/05											22	16	22	16	273	12	113	5.014
30/05/05											27	5	27	5	475	18	61	5.307
04/07/05											31	3	31	3	600	19		6.037
01/08/05											35	4	35	4	558	16		6.716
31/08/05											33	-2	33	-2	625	19		7.285
03/10/05			2	2							48	14	48	14	737	15	109	7.562
31/10/05			2								64	17	64	17	828	13		7.392
30/11/05			3	1					1	1	56	-8	57	-7	798	14	179	8.177
02/01/06			2	-1					2	1	57	1	59	2	835	15		7.338
31/01/06			3	1					2		62	5	64	5	799	13		8.244
01/03/06			4	1					1	-1	57	-5	58	-6	899	16	154	8.043
03/04/06			3	-1						-1	54	-3	54	-4	915	17		8.260
02/05/06			4	1					2	2	57	3	59	5	799	14	101	8.082
31/05/06			3	-1					1	-1	56	-1	57	-2	668	12		8.473
03/07/06			3						1		58	2	59	2	676	12	66	7.736
02/08/06			3							-1	55	-3	55	-4	625	11		8.713
04/09/06			4	1					2	2	58	3	60	5	717	12		8.126
02/10/06			5	1						-2	70	13	70	11	888	13		8.912
01/11/06	3	3	5						3	3	85	15	91	21	1.010	12	183	9.439
04/12/06		-3	2	-3					3		79	-5	82	-8	1.083	14		9.579
02/01/07			4	2					4	1	88	9	92	10	1.265	14		9.815
29/01/07	9	10	4						3	-1	107	21	119	30	1.366	13	144	10.519
03/05/07		-3	4						1	-1	92	-5	93	-8	1.170	13		8.798
04/07/07			4						4	1	85	-3	89	-2	833	10		8.047
01/08/07			3	-1						-4	92	8	92	3	888	10	233	9.031
01/11/07			6	1					4	1	104	4	108	5	1.273	12	72	9.804
30/01/08			5	0						-1	110	2	110	1	1.385	13	352	12.286
05/05/08				-2							100	-3	100	-3	1.090	11		10.672
04/08/08											121	7	121	7	1.157	10	315	11.190
03/11/08			4	1					6	2	121		127	2	1.223	10	598	11.890
02/02/09				-1						-2	123	1	123	-1	1.029	8		12.336
04/05/09			9	3					4	1	131	3	135	4	1.372	10		13.001
03/08/09			6	-1					3	0	104	-9	107	-9	1.112	11	68	10.013
02/11/09			5	0					3		132	9	135	9	1.614	12	59	11.380
01/02/10			5							-1	156	8	156	7	2.053	13	603	13.960
04/05/10			6	0					4	1	150	-2	154	-1	1.543	10	218	12.037
02/08/10			6						7	1	154	1	161	2	1.575	10	255	11.853
01/11/10			7	0					5	-1	152	-1	157	-1	1.497	10	389	12.340
01/02/11			9	1					4	0	140	-4	144	-4	1.799	13		11.434

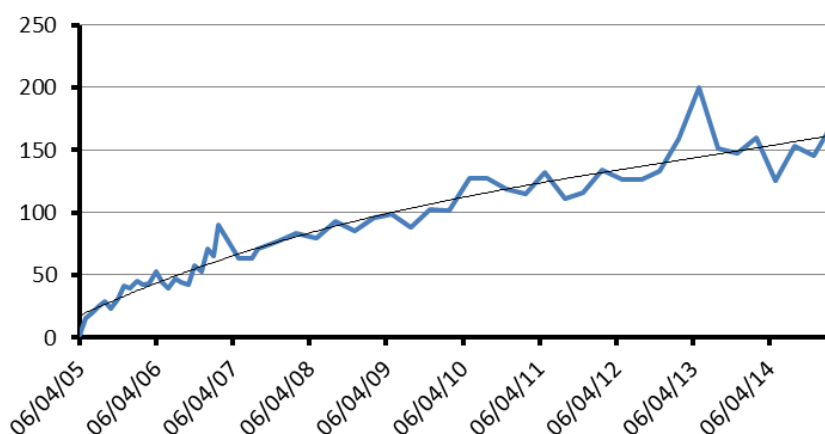
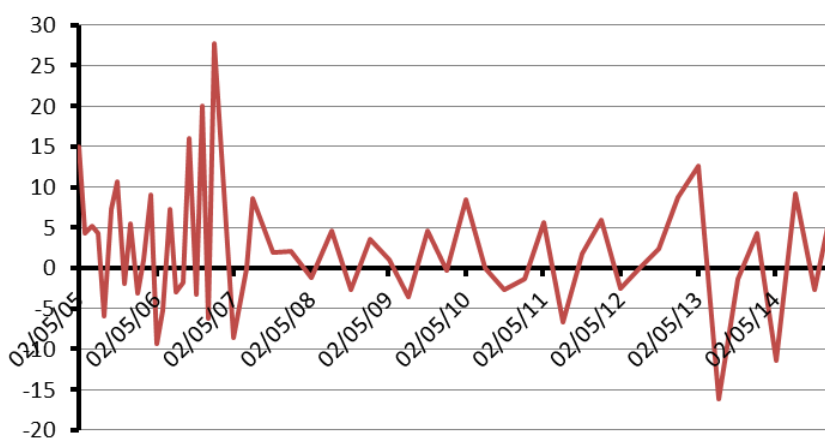
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
02/05/11			7	-1					4		144	1	148	1	1.643	11	189	12.224
04/08/11			7						3	0	135	-3	138	-3	1.281	9	269	13.057
31/10/11			7						4	0	137	1	141	1	1.540	11	62	12.661
30/01/12			8	0					4		161	8	165	8	1.800	11	43	12.466
02/05/12			6	-1					4		139	-7	143	-7	1.423	10	70	12.590
02/08/12			8	1					5	0	147	3	152	3	1.326	9		12.289
31/10/12			8						4	0	143	-1	147	-2	1.597	11		11.988
28/01/13			6	-1	2	1			4		158	5	164	6	2.228	14	113	14.250
06/05/13			9	1		-1			5	0	198	12	203	12	2.062	10	352	17.516
05/08/13			7	-1					5		181	-6	186	-6	1.436	8		18.264
04/11/13			9	1					7	1	224	14	231	15	2.046	9	161	20.756
03/02/14			8	0					4	-1	251	9	255	8	2.341	9		22.075
06/05/14			8						3	0	184	-22	187	-22	2.120	12	907	16.667
05/08/14			8						4	0	251	22	255	22	2.111	8		19.612
04/11/14			10	1					5	0	248	-1	253	-1	2.944	12	1.610	18.846
02/02/15			12	1			1	0	8	1	231	-6	240	-4	2.093	9		22.544

B8 FR - TDCG (ppm)**B8 FR - ΔTDCG (ppm/mes)**

TRANSFORMADOR B8 FS

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
06/04/05											2		2		39	20		575
02/05/05											15	15	15	15	189	13	166	2.486
30/05/05			1	1							19	4	19	4	335	18		2.675
04/07/05				-1							25	5	25	5	444	18	106	3.715
01/08/05											29	4	29	4	407	14	691	8.113
31/08/05			3	3							23	-6	23	-6	425	18	67	3.421
03/10/05				-3							31	7	31	7	520	17		3.650
31/10/05			2	2							41	11	41	11	601	15	66	3.721
30/11/05			2								39	-2	39	-2	556	14	100	3.927
02/01/06			2						2	2	43	4	45	5	653	15		4.018
31/01/06			2							-2	42	-1	42	-3	553	13	106	4.153
01/03/06			2								43	1	43	1	677	16	145	4.421
03/04/06	10	9	3	1							43		53	9	686	16	125	4.396
02/05/06		-10	2	-1					1	1	43		44	-9	619	14	70	4.526
31/05/06			2							-1	39	-4	39	-5	453	12	126	4.346
03/07/06			2						1	1	46	6	47	7	501	11	139	4.385
02/08/06	6	6	2							-1	38	-8	44	-3	448	12	152	4.839
04/09/06		-5	2						1	1	41	3	42	-2	466	11		4.260
02/10/06			1	-1					2	1	55	15	57	16	586	11		5.240
07/11/06			2	1						-2	53	-2	53	-3	711	13		4.812
04/12/06			4	2					2	2	69	18	71	20	822	12		5.370
02/01/07			4						1	-1	64	-5	65	-6	956	15		5.416
29/01/07	5	6	8	4					3	2	82	20	90	28	984	12		5.712
03/05/07		-2	5	-1						-1	63	-6	63	-9	895	14	114	5.439
04/07/07			2	-1							63		63		623	10		4.762
01/08/07			3	1					1	1	70	8	71	9	672	10	318	6.003
01/11/07			5	1						0	77	2	77	2	961	12	83	5.952
30/01/08	6	2	4	0					2	1	75	-1	83	2	993	13	179	6.071
05/05/08		-2		-1						-1	79	1	79	-1	874	11	138	6.594
04/08/08											93	5	93	5	847	9	87	5.947
03/11/08			4	1							85	-3	85	-3	901	11	377	6.718
04/02/09				-1							96	4	96	4	770	8		7.750
04/05/09									4	1	95	0	99	1	1.018	11		7.371
03/08/09			6	2					3	0	85	-3	88	-4	867	10	66	7.025
02/11/09			6						2	0	100	5	102	5	1.230	12	147	6.900
01/02/10				-2						-1	101	0	101	0	1.440	14	1.395	10.407
04/05/10			6	2					4	1	123	7	127	8	1.157	9	100	7.485
02/08/10			6						4		123		127		1.192	10	388	8.004
01/11/10			4	-1					2	-1	117	-2	119	-3	1.146	10	309	8.355
01/02/11			5	0					2		113	-1	115	-1	1.378	12		7.168

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
02/05/11			7	1					3	0	129	5	132	6	1.280	10		7.563
04/08/11			6	0					3		108	-7	111	-7	1.024	9	106	7.423
31/10/11			7	0					3		113	2	116	2	1.169	10	58	8.079
30/01/12			8	0					4	0	130	6	134	6	1.378	11		7.817
02/05/12			6	-1					4		122	-3	126	-3	1.148	9		8.489
02/08/12			6						4		122		126		1.041	9		8.110
31/10/12			7	0					5	0	128	2	133	2	1.356	11		8.363
28/01/13			6	0					4	0	155	9	159	9	1.831	12		8.877
06/05/13	21	6	10	1					4		175	6	200	13	1.636	9		10.214
05/08/13		-7	7	-1					5	0	146	-10	151	-16	1.149	8		10.357
04/11/13			6	0					3	-1	144	-1	147	-1	1.610	11	403	9.896
03/02/14			6						5	1	155	4	160	4	1.811	12		10.127
06/05/14			7	0					3	-1	122	-11	125	-11	1.721	14	806	7.922
05/08/14			8	0					6	1	147	8	153	9	1.552	11	114	8.590
04/11/14			10	1					4	-1	141	-2	145	-3	2.187	16	4.257	24.215
02/02/15			10						7	1	164	8	171	9	2.064	13		12.059

B8 FS - TDCG (ppm)**B8 FS - ΔTDCG (ppm/mes)**

TRANSFORMADOR B8 FT

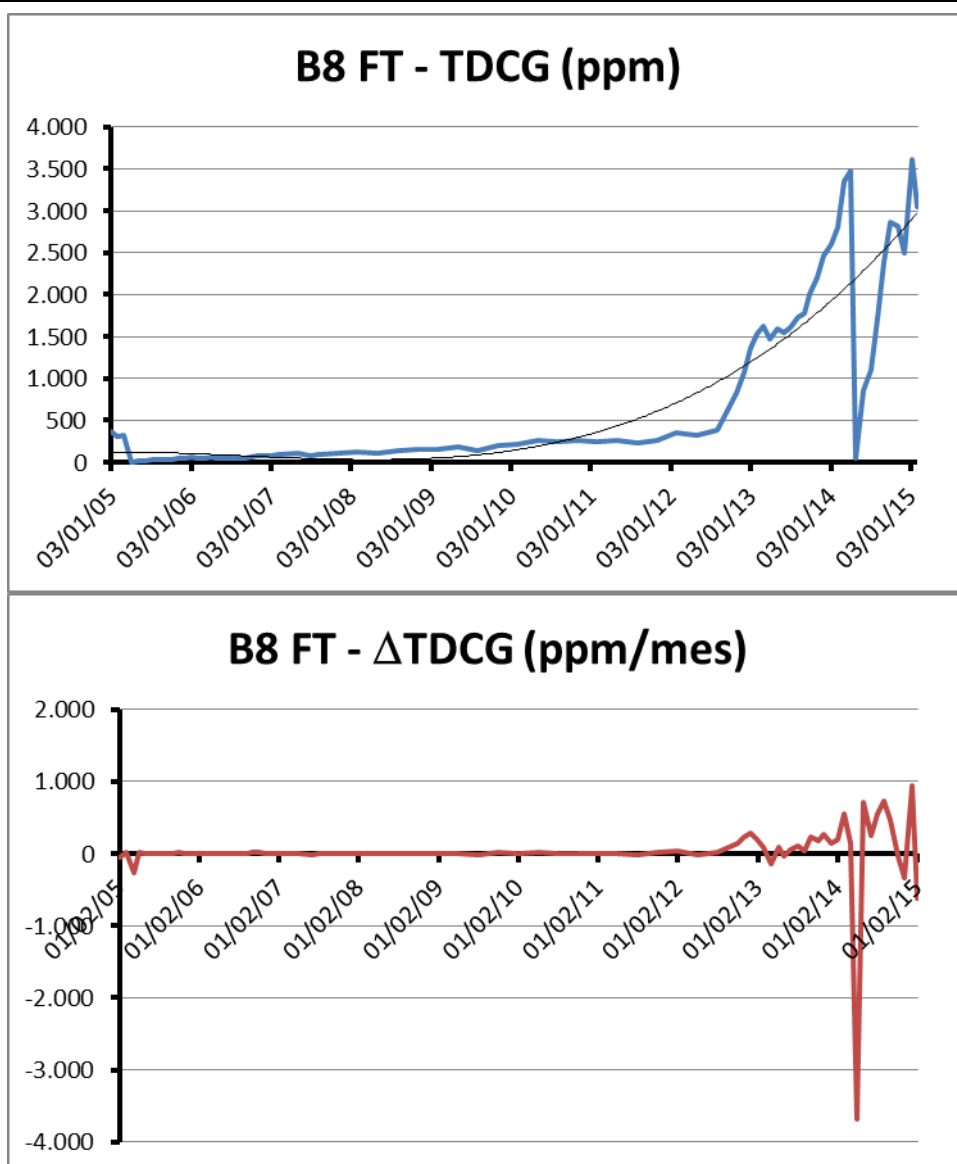
Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
03/01/05	124		33						7		238		369		661	3	2.157	29.417
01/02/05	133	9	29	-4					6	-1	171	-69	310	-61	812	5	88	14.810
02/03/05	143	10	29						6		176	5	325	16	805	5		15.982
06/04/05		-123		-25						-5	6	-146	6	-273	46	8		1.065
02/05/05											15	10	15	10	130	9		2.284
30/05/05			1	1							22	8	22	8	236	11		2.447
04/07/05				-1							27	4	27	4	316	12	203	3.490
01/08/05			2	2							28	1	28	1	286	10	74	3.460
31/08/05			3	1							30	2	30	2	302	10	188	3.972
03/10/05			2	-1							37	6	37	6	357	10		3.462
31/10/05			2								50	14	50	14	426	9		3.509
30/11/05			5	3							47	-3	47	-3	386	8	98	4.209
02/01/06			4	-1					2	2	54	6	56	8	469	9		3.988
31/01/06			2	-2						-2	51	-3	51	-5	399	8		4.068
01/03/06			4	2							48	-3	48	-3	445	9	185	4.312
03/04/06			5	1							55	6	55	6	473	9	171	4.857
02/05/06			5						1	1	52	-3	53	-2	426	8	111	4.735
31/05/06			4	-1					1		47	-5	48	-5	320	7		4.919
03/07/06			4							-1	53	5	53	5	365	7	167	4.658
02/08/06			5	1							50	-3	50	-3	294	6	111	5.273
04/09/06			5						2	2	51	1	53	3	320	6		4.513
02/10/06			7	2					2		64	14	66	14	417	7		5.713
01/11/06			6	-1					2		80	16	82	16	549	7	403	6.986
04/12/06			5	-1					3	1	80		83	1	592	7	103	6.505
02/01/07			5							-3	81	1	81	-2	717	9		6.578
29/01/07			8	3							86	6	86	6	714	8		6.782
07/05/07	18	6	7	0							93	2	111	8	681	7	88	6.468
04/07/07		-9	4	-2					2	1	83	-5	85	-13	485	6		6.216
01/08/07			7	3					1	-1	93	11	94	10	553	6	1.901	12.657
01/11/07			6	0						0	106	4	106	4	745	7	161	7.960
30/01/08			7	0					2	1	116	3	118	4	827	7	426	9.600
05/05/08			4	-1						-1	108	-3	108	-3	657	6	209	9.576
04/08/08			7	1							133	8	133	8	672	5	606	11.562
03/11/08			5	-1							155	7	155	7	793	5	420	13.282
04/02/09				-2							153	-1	153	-1	630	4	65	12.486
04/05/09			11	4							179	9	179	9	848	5		13.619
03/08/09			7	-1					2	1	141	-13	143	-12	712	5	77	11.839
02/11/09			7						4	1	198	19	202	19	1.128	6	91	13.726
01/02/10				-2						-1	221	8	221	6	1.378	6	877	16.718
04/05/10			12	4					3	1	253	10	256	11	1.100	4		15.009

TOMO III

Informe Final – Fase I – Anexo I y II

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)			
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂
02/08/10			10	-1					3		250	-1	253	-1	1.064	4	560	15.638
01/11/10			11	0					3		263	4	266	4	1.073	4	367	15.506
01/02/11			11						2	0	240	-8	242	-8	1.265	5	208	14.187
02/05/11			11						3	0	252	4	255	4	1.216	5	258	15.061
04/08/11			10	0					3		226	-8	229	-8	924	4	363	15.393
31/10/11			12	1					4	0	256	10	260	11	1.150	4	586	20.453
30/01/12			14	1					3	0	343	29	346	28	1.433	4	1.008	29.064
02/05/12			11	-1			1	0	3		315	-9	319	-9	1.141	4		28.006
02/08/12	30	10	13	1				0	4	0	354	13	388	23	1.134	3		33.960
31/10/12	383	118	29	5					7	1	432	26	822	145	1.537	4		40.506
03/12/12	577	176	32	3					6	-1	495	57	1.078	233	1.653	3		43.702
02/01/13	769	192	38	6			1	1	6		588	93	1.364	286	1.857	3	509	45.155
28/01/13	852	96	50	14				-1	8	2	670	95	1.530	192	2.328	3	740	49.088
01/03/13	973	113	49	-1					9	1	635	-33	1.617	82	1.878	3	360	52.415
01/04/13	818	-150	52	3					9		646	11	1.473	-139	1.740	3	2.398	53.397
06/05/13	781	-32	62	9			1	1	11	2	794	127	1.587	98	2.272	3	2.325	57.462
03/06/13	927	156	52	-11				-1	8	-3	619	-188	1.554	-35	1.821	3	243	55.779
01/07/13	916	-12	66	15			1	1	11	3	682	68	1.610	60	1.881	3	1.022	58.642
05/08/13	1.036	103	70	3				-1	12	1	687	4	1.735	107	1.606	2		61.918
02/09/13	1.022	-15	77	8					13	1	738	55	1.773	41	2.068	3	1.720	58.795
30/09/13	1.225	218	82	5			1	1	12	-1	760	24	1.998	241	2.199	3	2.685	64.120
04/11/13	1.414	162	88	5			1		13	1	772	10	2.200	173	2.340	3	2.729	64.410
02/12/13	1.559	155	103	16			1		16	3	882	118	2.458	276	2.745	3		67.130
02/01/14	1.697	134	108	5			1		18	2	882		2.598	135	2.971	3		67.130
03/02/14	1.847	141	112	4			1		16	-2	936	51	2.800	189	2.888	3	1.026	71.647
05/03/14	2.338	491	130	18			1		18	2	1.001	65	3.358	558	2.862	3		74.132
01/04/14	2.565	252	123	-8			1		18		898	-114	3.482	138	2.760	3		72.968
29/04/14	29	-2.717	2	-130				-1		-19	11	-950	40	-3.688	56	5	901	1.062
02/06/14	690	583	27	22					3	3	158	130	851	716	1.001	6	913	12.227
03/07/14	919	222	40	13					6	3	182	23	1.107	248	1.025	6	875	14.181
05/08/14	1.436	470	59	17					8	2	278	87	1.722	559	1.407	5		19.070
01/09/14	2.071	706	78	21					8		308	33	2.387	739	1.656	5	1.017	25.774
02/10/14	2.464	380	99	20					10	2	388	77	2.862	460	2.430	6	931	30.440
04/11/14	2.466	2	93	-5					12	2	342	-42	2.820	-38	2.175	6	1.252	24.172
02/12/14	2.096	-396	117	26					16	4	390	51	2.502	-341	1.928	5		30.815
06/01/15	3.106	866	148	27					18	2	482	79	3.606	946	2.478	5		36.408
02/02/15	2.535	-634	143	-6					19	1	490	9	3.044	-624	2.355	5		37.180



E.T. SALTO GRANDE ARGENTINA - TRANSFORMADOR SAL 132 kV

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	

TOMO III
Informe Final – Fase I – Anexo I y II

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

21/04/05	34		28				2		29		96		161		1.348	14	27	6.815	
28/03/06	49	1	32	0				0	36	1	113	1	198	3	1.715	15	103	7.882	3
09/05/07	54	0	42	1			3	0	41	0	111	0	209	1	1.478	13	66	12.607	3
13/05/08	36	-1	45	0			4	0	50	1	132	2	222	1	1.565	12	441	24.096	3
23/06/09	37	0	38	-1				0	42	-1	109	-2	188	-3	1.242	11	86	9.449	3
27/05/10	40	0	45	1	1	0	4	0	49	1	161	5	255	6	1.755	11	380	19.510	1
17/05/11	45	0	47	0	5	0	5	0	51	0	159	0	265	1	1.798	11	321	25.207	1
08/05/12	39	-1	43	0		0	3	0	45	-1	135	-2	222	-4	1.708	13	80	11.911	3
08/06/12	33	-6	40	-3			3		45		127	-8	208	-14	1.749	14	241	12.341	3
14/05/13	30	0	56	1			7	0	67	2	190	6	294	8	2.107	11		30.665	3
13/01/14	33	0	52	0			4	0	56	-1	174	-2	267	-3	2.247	13		10.306	3
15/05/14	30	-1	39	-3	2	0	4		39	-4	136	-9	211	-14	2.164	16	1.112	12.564	1

E.T. SALTO GRANDE URUGUAY - TRANSFORMADOR SAL 150 kV FA

Fecha	Gases Com bustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva.l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
18/08/05	45		2								230		275		1.767	8		14.523	
18/09/06	147	8	6	0							422	15	569	22	2.614	6		17.262	3
04/10/07		-12	4	0							490	5	490	-6	3.791	8	72	18.786	3
24/09/08	154	13	7	0					5	0	543	4	702	18	3.791	7		19.422	2
06/04/09	51	-16		-1						-1	637	15	688	-2	4.645	7		21.809	3
31/07/09		-13									13	-161	13	-175	128	10		1.872	3
07/10/09											24	5	24	5	561	23	218	2.496	3
12/10/10	10	1	1	0			2	0			123	8	135	9	1.020	8	2.640	27.349	3
12/10/11		-1	3	0				0			191	6	191	5	2.433	13	127	5.452	3
10/10/12			5	0							260	6	260	6	2.996	12		8.139	3
30/09/13			8	0					2	0	388	11	390	11	4.393	11		12.215	3
27/12/13	12	4	9	0			1	0	2		402	5	417	9	4.711	12		11.704	3
06/02/14	11	-1	6	-2				-1	1	-1	437	26	449	23	5.260	12	253	15.183	3
22/09/14		-1	11	1			1	0	3	0	434	0	438	-1	7.353	17	1.127	8.667	3

E.T. SALTO GRANDE URUGUAY - TRANSFORMADOR SAL 150 kV FB

Fecha	Gases Com bustibles (ppm)													Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂

TOMO III
Informe Final – Fase I – Anexo I y II

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

18/08/05			3								308		308		1.995	6	1.956	38.781	
18/09/06	13	1	9	0			2	0	2	0	794	37	811	38	3.391	4	119	68.533	2
04/10/07		-1	9				4	0		0	1.124	26	1.128	25	5.082	5	207	77.971	3
24/09/08	16	1	11	0			7	0	5	0	1.230	9	1.258	11	4.428	4	87	77.829	3
03/04/09		-3		-2				-1		-1	5	-192	5	-197	89	18		1.681	3
28/09/09											123	20	123	20	1.259	10	6.273	40.321	3
12/10/10	18	1	4	0			4	0	2	0	632	40	656	42	3.252	5	615	38.969	2
12/10/11	29	1	8	0				0		0	797	14	826	14	4.524	6	314	40.986	3
10/10/12		-2	7	0			7	1	2	0	964	14	973	12	4.965	5	273	47.740	3
30/09/13			11	0			10	0	3	0	1.150	16	1.163	16	6.785	6	108	62.258	3
27/12/13	11	4	13	1			11	0		-1	1.188	13	1.210	16	7.608	6	258	66.584	3
06/02/14		-8	11	-1			11		2	1	1.393	150	1.406	143	8.125	6	1.838	71.152	
22/09/14			15	1			17	1	4	0	1.198	-26	1.219	-25	10.685	9	1.235	73.240	3

E.T. SALTO GRANDE URUGUAY - TRANSFORMADOR SAL 150 kV FC

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
24/01/05											16		16		158	10	2.271	8.294	
18/08/05			2	0							203	27	203	27	1.130	6	5.211	40.737	3
18/09/06	12	1	7	0			1	0	2	0	504	23	519	24	2.714	5	8.728	68.209	3
09/05/07	11	0		-1				0		0	7	-64	18	-65	86	12	101	1.089	3
04/10/07		-2	11	2					9	2	252	50	261	49	3.596	14	60	11.738	2
14/04/08				-2			3	0		-1	96	-24	99	-25	977	10	1.861	10.684	3
24/09/08							6	1			212	21	218	22	1.695	8		12.964	3
28/09/09							3	0			338	10	341	10	2.420	7	252	15.224	3
12/10/10			8	1			8	0	1	0	561	18	570	18	3.738	7	409	19.672	3
12/10/11	32	3	12	0				-1	1		516	-4	549	-2	4.600	9	49	14.004	3
10/10/12		-3	11	0			6	0	2	0	553	3	561	1	4.819	9	572	16.436	3
30/09/13	14	1	13	0			7	0	2		675	10	698	12	6.280	9		19.120	3
27/12/13	12	-1	13				7		2		725	17	746	16	6.939	10		20.921	3
06/02/14	16	3	14	1			6	-1	4	1	726	1	752	4	7.166	10		20.501	3
22/09/14		-2	22	1			6		5	0	710	-2	721	-4	9.682	14	1.056	20.708	3

E.T. SALTO GRANDE URUGUAY - TRANSFORMADOR SAL 150 kV RESERVA

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	

TOMO III
Informe Final – Fase I – Anexo I y II

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

24/01/05	15		37				5		23		1.605		1.648		6.958	4	42	74.496	
18/08/05	13	0	34	0			2	0	18	-1	1.468	-20	1.501	-21	4.431	3		60.396	3
17/10/05		-7	2	-16				-1	2	-8	52	-708	54	-724	328	6		3.672	3
18/09/06			6	0					6	0	211	14	217	15	2.084	10		8.849	3
04/10/07				0						0	68	-11	68	-12	648	10	680	11.383	3
24/09/08	18	2	16	1					19	2	305	20	342	23	3.917	13		14.703	3
06/04/09	23	1	12	-1					14	-1	318	2	355	2	4.410	14		15.156	3
28/09/09	106	14	21	2					21	1	309	-2	436	14	3.805	12		22.588	2
12/10/10	135	2	29	1			2	0	27	0	455	12	619	14	4.481	10	375	22.764	3
12/10/11	21	-9	28	0				0	26	0	305	-12	352	-22	2.851	9		13.516	3
10/10/12	23	0	28				2	0	28	0	307	0	360	1	2.715	9	106	15.472	3
02/10/13	22	0	32	0			1	0	35	1	344	3	402	4	3.008	9		16.616	3
22/09/14		-2	27	0			2	0	31	0	279	-5	312	-8	3.954	14	1.347	29.295	3

E.T. SAN JAVIER - TRANSFORMADOR SAL 150 kV FA

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/07/05	31		4						2		553		586		4.407	8	783	70.133	
01/12/05	51	4	5	0					2		875	72	928	76	3.381	4	7.342	70.144	1
26/02/06	39	-4	6	0					3	0	910	12	952	8	4.814	5	9.855	69.530	3
24/07/06	47	2	5	0					2	0	948	8	997	9	3.859	4	2.033	68.604	3
26/07/07	68	2	13	1					4	0	1.199	21	1.271	22	4.516	4	31	65.028	3
22/08/08	56	-1	15	0					9	0	1.864	51	1.929	50	6.323	3	209	76.559	2
17/07/09	40	-1	24	1					13	0	1.342	-48	1.395	-49	5.283	4	107	69.584	3
05/07/10	37	0	26	0			7	1	14	0	1.921	49	1.979	50	5.447	3		73.091	2
05/07/11	18	-2	29	0			6	0	15	0	1.438	-40	1.477	-41	4.204	3		71.037	3
24/07/12	21	0	37	1			8	0	16	0	1.527	7	1.572	7	6.192	4		73.545	3
08/04/13		-2	40	0			9	0	18	0	1.734	24	1.761	22	7.210	4	204	84.430	3
03/07/13			35	-2			10	0	20	1	1.732	-1	1.762	0	6.247	4		81.753	3
25/07/14			40	0			11	0	15	0	1.788	4	1.814	4	7.783	4	1.066	82.444	3

E.T. SAN JAVIER - TRANSFORMADOR SAL 150 kV FB

Fecha	Gases Combustibles (ppm)													Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	

TOMO III
Informe Final – Fase I – Anexo I y II

Estudios para el Diagnostico y Modernización de la Central Hidroeléctrica Salto Grande

19/07/05	48		5				3		3		741		795		3.791	5	1.061	68.798	
01/12/05	39	-2	6	0				-1	2	0	974	52	1.015	49	3.288	3	4.985	65.448	2
26/02/06	48	3	6				3	1	3	0	1.095	42	1.149	46	4.970	5	2.641	69.245	2
24/07/06	54	1	11	1			5	0	3		1.122	5	1.184	7	3.940	4		70.135	3
26/07/07	47	-1	15	0			5		10	1	1.268	12	1.330	12	4.217	3	30	61.912	3
22/08/08	42	0	15				9	0	8	0	1.794	40	1.853	40	5.865	3		72.471	2
17/07/09	24	-2	21	1				-1	7	0	1.371	-39	1.402	-41	5.051	4	94	68.155	3
05/07/10	30	1	26	0			10	1	8	0	1.979	52	2.027	53	5.283	3		71.649	2
05/07/11	15	-1	34	1			10		9	0	1.482	-41	1.516	-42	4.030	3		67.795	3
24/07/12	17	0	30	0			12	0	12	0	1.612	10	1.653	11	6.087	4		70.242	3
08/04/13		-2	33	0			13	0	11	0	1.793	21	1.817	19	7.062	4		83.226	3
03/07/13			42	3			12	0	13	1	1.809	6	1.834	6	6.036	3		76.042	3
25/07/14			32	-1			13	0	9	0	1.819	1	1.841	1	7.392	4	1.056	76.860	3

E.T. SAN JAVIER - TRANSFORMADOR SAL 150 kV FC

Fecha	Gases Com bustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/07/05	66		15				2		7		939		1.014		4.278	5	67	70.468	
01/12/05	46	-4	7	-2			0	2	-1	1.294	79	1.342	73	3.869	3	136	75.629	1	
26/02/06	55	3	15	3				7	2	1.359	22	1.421	27	5.649	4	37	70.630	3	
24/07/06	55		14	0				8	0	1.304	-11	1.367	-11	4.183	3	102	71.353	3	
16/03/07	45	-1	29	2				9	0	1.561	33	1.615	32	5.315	3	1.572	87.730	2	
26/07/07	58	3	29				18	4	13	1	1.319	-55	1.408	-47	1.197	1	21	67.862	3
22/08/08	52	0	46	1			22	0	19	0	1.789	36	1.882	36	2.640	1	456	79.211	2
17/07/09	19	-3	39	-1			14	-1	17	0	1.281	-46	1.331	-50	2.384	2	128	69.998	3
05/07/10	30	1	42	0			19	0	18	0	1.857	49	1.924	50	3.053	2		75.148	2
05/07/11	13	-1	49	1			19		19	0	1.381	-39	1.432	-40	2.391	2		73.486	3
24/07/12	21	1	49				19		22	0	1.477	7	1.539	8	3.643	2		73.952	3
08/04/13		-2	52	0			20	0	20	0	1.641	19	1.681	17	4.245	3	44	85.321	3
03/07/13			51	0			21	0	20		1.655	5	1.696	5	3.795	2		80.534	3
25/07/14			52	0			20	0	18	0	1.672	1	1.710	1	4.334	3	1.061	81.854	3

E.T. COLONIA ELÍA - TRANSFORMADOR SAL 132 kV - 1

Fecha	Gases Com bustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
21/06/05	29		48				14		36		102		181		839	8	212	13.061	
21/06/06	24	0	56	1			16	0	44	1	127	2	211	2	1.223	10		11.522	3
25/06/07	33	1	56				15	0	45	0	120	-1	213	0	968	8	72	10.554	3
30/06/08	21	-1	61	0			17	0	51	0	167	4	256	3	1.266	8	195	12.589	3
06/07/09	27	0	61				16	0	52	0	122	-4	217	-3	1.286	11	2.723	22.197	3
24/06/10	36	1	64	0			16		47	0	157	3	256	3	1.189	8	452	13.152	3
27/06/11	26	-1	59	0			15	0	46	0	126	-3	213	-4	1.166	9	180	14.251	3
05/07/12	31	0	65	0			17	0	53	1	144	1	245	3	1.487	10	183	14.751	3
17/06/13	27	0	65		3	0	17		55	0	148	0	250	0	1.291	9	140	14.104	1
13/01/14	26	0	70	1		0	17		56	0	159	2	258	1	1.616	10		9.166	3
10/06/14	14	-2	58	-2			14	-1	43	-3	114	-9	185	-15	1.088	10	1.274	14.595	3

E.T. COLONIA ELÍA - TRANSFORMADOR SAL 132 kV - 2

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
03/05/05											4		4		23	6	1.846	7.862	
27/12/06											13	0	13	0	119	9	1.042	6.941	3
01/02/07											42	24	42	24	260	6	1.339	10.861	3
26/04/07											82	14	82	14	327	4	196	11.851	3
25/06/07	30	15	5	3							86	2	116	17	340	4	1.182	13.315	1
30/06/08	67	3	9	0							257	14	324	17	776	3	3.868	41.397	3
13/07/09	73	0	14	0			2	0	11	1	186	-6	272	-4	847	5	125	31.121	3
24/06/10	63	-1	21	1	1	0	4	0	24	1	267	7	359	8	928	3		37.906	1
23/08/10	58	-3	22	1	1		4		26	1	251	-8	340	-10	983	4	308	39.230	3
27/06/11	43	-1	27	0	2	0	5	0	32	1	204	-5	286	-5	942	5		37.583	1
05/07/12	38	0	30	0		0	6	0	45	1	206	0	295	1	1.282	6		40.688	3
17/06/13	46	1	36	1	1	0	6		52	1	214	1	319	2	1.332	6	144	43.366	1
13/01/14	32	-2	38	0	1		6		58	1	216	0	313	-1	1.600	7		30.185	3
10/06/14		-6	37	0	1		6		50	-2	162	-11	219	-19	1.301	8	1.353	36.356	3

E.T. SALTO GRANDE ARGENTINA - REACTOR B1 FA

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/04/05			97						122		276		398		10.463	38	365	33.607	
21/03/06			111	1					136	1	340	6	476	7	12.051	35		37.623	3
09/05/07	11	1	118	1					155	1	314	-2	480	0	10.305	33	56	38.728	3
14/11/07	13	0	113	-1					138	-3	350	6	501	3	10.374	30	68	48.998	3
23/02/08	11	-1	107	-2					140	1	320	-9	471	-9	10.033	31	989	58.634	3
13/05/08	9	-1	121	5					149	3	384	24	542	27	9.793	26	75	67.407	3
10/09/08		-2	99	-6					135	-4	320	-16	455	-22	10.483	33	2.165	53.920	3
20/11/08	10	4	117	8					161	11	376	24	547	39	11.335	30	1.669	60.397	2
24/02/09		-3	116	0					155	-2	354	-7	509	-12	12.476	35	1.532	72.361	3
23/06/09			122	2					163	2	320	-9	483	-7	9.337	29	70	51.109	3
22/10/09			139	4					167	1	381	15	548	16	10.376	27		60.638	3
12/01/10			142	1					208	15	401	7	609	22	10.821	27	98	65.421	1
27/05/10	20	4	135	-2					165	-10	444	10	629	4	9.943	22	222	61.426	3
20/09/10	10	-3	142	2					177	3	496	13	683	14	11.319	23	101	65.719	3
24/01/11		-2	160	4					197	5	516	5	713	7	9.712	19	2.213	74.345	3
17/05/11	11	3	142	-5					173	-6	400	-31	584	-34	10.454	26	157	66.206	3
02/09/11		-3		-39						-48		-111		-162	22			866	3
06/09/11											7	53	7	53	160	23		3.183	2
12/09/11			1	5							16	45	16	45	551	34	665	7.352	2
21/09/11			2	3							22	20	22	20	1.007	46	5.740	24.508	3
19/01/12			11	2					10	3	57	9	67	11	3.210	56	622	16.267	3
07/05/12			11				1	0	11	0	60	1	72	1	2.895	48		13.006	3
06/12/12			13	0				0	15	1	63	0	78	1	3.739	59	189	13.706	3
15/05/13			16	1			1	0	19	1	85	4	105	5	3.848	45	738	25.482	3
03/09/13	7	2	17	0				0	23	1	95	3	125	5	4.387	46	128	20.121	3
20/01/14		-2	22	1			2	0	26	1	97	0	125		4.670	48		11.528	3
14/05/14			19	-1			1	0	19	-2	77	-5	97	-7	5.411	70	1.630	13.388	3
11/09/14			21	1			2	0	21	1	91	4	114	4	4.885	54	1.100	14.638	3

E.T. SALTO GRANDE ARGENTINA - REACTOR B1 FB

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/04/05			145						182		318		500		11.052	35		68.704	
21/03/06			160	1					195	1	368	4	563	6	12.335	34		77.016	3
09/05/07	16	1	155	0					207	1	321	-3	544	-1	10.267	32	315	72.664	3
14/11/07	13	0	150	-1					190	-3	349	4	552	1	10.431	30	62	79.712	3
23/02/08	13		171	6					215	7	359	3	587	10	11.560	32	37	87.524	3
13/05/08	13		152	-7					198	-6	357	-1	568	-7	9.858	28	42	86.955	3
10/09/08		-3	135	-4					189	-2	348	-2	537	-8	10.530	30	106	76.692	3
20/11/08	13	5	164	12					229	17	432	35	674	58	11.701	27	68	89.890	1
24/02/09	7	-2	172	3					220	-3	435	1	662	-4	12.787	29	1.594	98.814	3
23/06/09		-2	161	-3					222	1	321	-29	543	-30	9.381	29	46	78.203	3
22/10/09			188	7					243	5	387	16	630	22	10.053	26		90.323	3
12/01/10			184	-1					271	10	385	-1	656	10	10.143	26	43	93.557	2
27/05/10	21	5	176	-2	1	0	2	0	219	-12	454	15	697	9	9.954	22	201	87.510	1
20/09/10		-5	174	-1		0	2		223	1	460	2	685	-3	11.190	24	296	86.999	3
24/01/11			190	4			3	0	245	5	466	1	714	7	9.424	20	205	91.403	3
17/05/11			241	14			2	0	223	-6	371	-25	596	-31	10.550	28	195	83.504	2
01/09/11			2	-67				-1	2	-62	14	-100	16	-163	502	36		7.461	3
06/09/11				-12					1	-6	15	6	16		554	37	1.175	9.435	3
12/09/11			1	5					2	5	25	50	27	55	956	38	542	13.110	2
21/09/11			2	3					3	3	33	27	36	30	1.340	41	4.535	25.992	2
19/01/12			13	3					11	2	57	6	68	8	3.311	58	972	21.549	3
07/05/12			17	1			1	0	17	2	66	2	84	4	3.177	48		21.570	3
06/12/12			19	0				0	24	1	79	2	103	3	4.024	51		21.743	3
15/05/13			24	1			1	0	28	1	84	1	113	2	3.849	46		25.049	3
03/09/13			25	0			2	0	30	1	96	3	128	4	4.451	46		26.089	3
20/01/14			27	0			2		36	1	111	3	149	5	4.756	43		20.251	3
14/05/14			26	0			2		27	-2	86	-7	115	-9	5.444	63	1.652	23.416	3
11/09/14			30	1			4	1	30	1	104	5	138	6	4.731	45	921	25.448	3

E.T. SALTO GRANDE ARGENTINA - REACTOR B1 FC

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/04/05	17		138				24		152		268		461		10.711	40	193	25.696	
21/03/06	13	0	143	0			16	-1	154	0	305	3	488	2	11.553	38		24.585	3
09/05/07	19	0	143				18	0	181	2	278	-2	496	1	9.770	35	49	27.927	3
14/11/07	18	0	143				18		167	-2	289	2	492	-1	10.102	35	148	28.242	3
23/02/08	25	2	131	-4			26	2	180	4	229	-18	460	-10	9.602	42	2.390	45.552	3
13/05/08	16	-3	145	5			28	1	177	-1	285	21	506	17	9.163	32		35.227	3
10/09/08	32	4	135	-3			16	-3	168	-2	311	7	527	5	11.455	37	1.138	29.563	3
20/11/08	37	2	164	12			22	3	200	14	318	3	577	21	10.504	33	281	34.248	2
24/02/09	86	15	141	-7	2	1	35	4	201	0	275	-13	599	7	11.083	40	2.400	62.873	1
23/06/09	51	-9	156	4		-1	14	-5	178	-6	261	-4	504	-24	8.498	33	113	24.883	3
27/10/09	59	2	177	5			21	2	189	3	331	17	600	23	12.043	36	91	28.559	3
12/01/10	83	9	183	2				-8	221	12	319	-5	623	9	10.037	31	56	36.874	2
27/05/10	74	-2	182	0			30	7	198	-5	374	12	676	12	10.252	27	656	37.358	3
20/09/10	76	1	181	0			30		193	-1	382	2	681	1	11.317	30	85	31.927	3
24/01/11	83	2	283	24			37	2	215	5	405	5	740	14	9.373	23	1.150	46.132	1
17/05/11	6	-20	5	-74			1	-10	7	-55	16	-103	30	-188	1.708	107	2.576	10.089	3
01/09/11		-2		-1				0		-2	8	-2	8	-6	134	17		2.441	3
06/09/11											13	30	13	30	163	13	2.634	11.497	2
12/09/11			1	5							17	20	17	20	255	15	70	5.376	3
21/09/11			1								21	13	21	13	407	19	2.898	15.295	3
19/01/12	19	5	9	2			5	1	5	1	29	2	58	9	1.305	45	597	9.309	3
07/05/12		-5	17	2			9	1	15	3	42	4	66	2	1.320	31		7.977	3
19/08/12	24	7	19	1			14	1	13	-1	46	1	97	9	1.644	36	320	6.667	3
06/12/12	27	1	24	1			17	1	17	1	58	3	119	6	1.987	34		10.352	3
15/05/13	23	-1	29	1	1	0	26	2	25	2	67	2	142	4	2.031	30		15.757	1
03/09/13	22	0	37	2		0	32	2	30	1	71	1	155	4	2.330	33		12.317	3
20/01/14	40	4	43	1			38	1	36	1	84	3	198	9	2.594	31	161	10.514	3
14/05/14	28	-3	41	-1			29	-2	30	-2	66	-5	153	-12	3.034	46	1.725	8.423	3
11/09/14	27	0	47	2	1	0	37	2	34	1	77	3	176	6	2.537	33	1.029	8.531	1

E.T. SALTO GRANDE ARGENTINA - REACTOR B2 FA

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/04/05	14		103						153		245		412		11.617	47	11	30.300	
27/04/05	6	-30	113	38					144	-34	242	-11	392	-75	10.816	45	95	29.337	
21/03/06		-1	132	2					165	2	284	4	449	5	12.837	45	388	32.642	3
09/05/07			125	-1					167	0	251	-2	418	-2	10.756	43		29.744	3
05/11/07				-21						-28	9	-40	9	-68	226	25		3.116	3
12/11/07											16	30	16	30	622	39	174	5.065	2
13/11/07	4	120									16		20	120	758	47	1.105	7.174	
14/11/07		-120									22	180	22	60	904	41	696	10.907	1
26/11/07									2	5	29	18	31	23	1.497	52	52	6.694	3
23/02/08	7	2	6	2					6	1	42	4	55	8	2.912	69	4.817	31.397	3
13/05/08		-3	3	-1					8	1	54	5	62	3	3.067	57	3.130	23.008	3
10/09/08			6	1					13	1	56	1	69	2	3.489	62	824	13.968	3
20/11/08			10	2					12	0	77	9	89	8	3.993	52	612	24.690	3
24/02/09	4	1	7	-1					18	2	92	5	114	8	4.912	53	3.871	39.156	3
23/06/09		-1	15	2					16	-1	57	-9	73	-10	3.522	62		10.883	3
22/10/09			24	2					19	1	85	7	104	8	3.890	46	212	28.029	3
12/01/10			18	-2					24	2	81	-1	105	0	3.728	46	56	12.781	3
27/05/10	26	6	20	0			3	1	21	-1	84	1	134	6	3.968	47	254	15.344	3
20/09/10	6	-5	22	1			2	0	26	1	102	5	136	1	4.377	43	385	19.326	3
24/01/11	16	2	25	1			4	0	31	1	112	2	163	6	4.239	38	4.735	41.585	3
17/05/11	12	-1	26	0			3	0	29	-1	98	-4	142	-6	4.261	43	228	18.623	3
21/09/11	15	1	30	1				-1	32	1	139	10	186	10	4.262	31	56	39.973	3
19/01/12	14	0	34	1			4	1	38	2	146	2	202	4	5.358	37		33.365	3
07/05/12		-4	34				3	0	41	1	138	-2	182	-6	4.476	32		27.131	3
06/12/12			37	0			3		41		135	0	179	0	5.103	38		24.852	3
11/12/12	22	132		-222				-18		-246	38	-582	60	-714	442	12	623	4.420	
15/05/13		-4	39	8			4	1	51	10	152	22	207	28	5.306	35		27.911	3
03/09/13			42	1			5	0	53	1	165	4	223	4	5.989	36		29.189	3
20/01/14			47	1			4	0	57	1	169	1	230	2	6.133	36		21.197	3
14/05/14			36	-3			3	0	37	-5	126	-11	166	-17	7.409	59	1.741	25.670	3
11/09/14			42	2			6	1	44	2	155	7	205	10	6.023	39	999	27.505	3

E.T. SALTO GRANDE ARGENTINA - REACTOR B2 FB

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/04/05	40		216		4		86		163		362		655		9.341	26	4.987	55.598	
27/04/05	45	19	207	-34	5	4	87	4	161	-8	312	-188	610	-169	10.301	33		27.788	1
21/03/06	54	1	249	4	7	0	115	3	189	3	408	9	773	15	11.925	29		29.928	1
09/05/07	73	1	241	-1	6	0	125	1	197	1	370	-3	771	0	10.049	27		29.526	3
05/11/07		-12		-40		-1		-21		-33	6	-61	6	-128	260	43		5.631	3
12/11/07											4	-9	4	-9	254	64	359	5.384	3
13/11/07											8	120	8	120	351	44	792	7.617	
14/11/07											8		8		457	57	1.268	11.276	3
26/11/07			4	10							16	20	16	20	936	59	32	16.255	2
23/02/08	10	3	15	4			11	4	14	5	36	7	71	19	1.927	54	5.781	53.401	3
13/05/08	15	2	21	2			21	4	19	2	43	3	98	10	2.162	50	1.681	35.866	3
10/09/08	33	5	34	3	5	1	30	2	27	2	70	7	165	17	2.956	42	842	39.192	1
20/11/08	48	6	44	4	6	0	43	5	35	3	78	3	210	19	3.105	40	131	41.825	1
24/02/09	25	-7	49	2	7	0	52	3	38	1	92	4	214	1	3.806	41	3.718	65.199	1
23/06/09	41	4	51	1	4	-1	55	1	36	-1	74	-5	210	-1	2.686	36		31.356	3
22/10/09	57	4	67	4	5	0	66	3	43	2	99	6	270	15	2.870	29	700	51.983	1
12/01/10	63	2	66	0	6	0	63	-1	41	-1	94	-2	267	-1	2.770	29	192	37.872	1
27/05/10	60	-1	73	2	6		85	5	44	1	115	5	310	10	3.212	28	220	37.045	3
20/09/10	81	5	76	1	7	0	95	3	46	1	130	4	359	13	3.507	27	429	43.573	1
24/01/11	60	-5	92	4	8	0	111	4	53	2	132	0	364	1	3.508	27		39.962	1
17/05/11	60		89	-1	8		114	1	53		123	-2	358	-2	3.574	29		39.432	3
21/09/11	61	0	94	1	7	0	114		53		139	4	374	4	3.277	24	77	46.630	3
19/01/12	79	5	109	4	9	1	140	7	62	2	149	3	439	16	4.256	29	84	39.813	1
07/05/12	65	-4	121	3	10	0	152	3	66	1	154	1	447	2	3.719	24		38.132	1
06/12/12	67	0	121		11	0	161	1	66		162	1	467	3	4.198	26		36.864	1
11/12/12	8	-354	2	-714		-66		-966		-396	45	-702	53	-2.484	502	11	181	5.030	3
15/05/13	48	8	125	24	8	2	181	35	78	15	178	26	493	85	4.209	24		43.529	
03/09/13	59	3	153	8	13	1	209	8	82	1	207	8	570	21	4.854	23		39.825	1
20/01/14	60	0	136	-4	15	0	188	-5	73	-2	189	-4	525	-10	4.664	25	154	30.131	1
15/05/14	51	-2	129	-2	7	-2	165	-6	60	-3	163	-7	446	-21	6.081	37	1.713	34.658	3
11/09/14	57	2	146	4	14	2	208	11	67	2	204	10	550	26	4.731	23	1.015	39.155	1

E.T. SALTO GRANDE ARGENTINA - REACTOR B2 FC

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/04/05	7		141				8		153		274		442		10.685	39		29.542	
27/04/05		-26	141				8		161	30	275	4	444	8	11.358	41		30.828	
21/03/06			159	2				-1	174	1	325	5	499	5	12.681	39		30.803	3
09/05/07			150	-1					181	1	298	-2	479	-1	10.996	37	41	3.069	3
05/11/07				-25						-30	9	-48	9	-78	417	46	72	2.897	3
12/11/07											13	17	13	17	609	47	44	2.666	3
13/11/07											15	60	15	60	675	45	1.392	7.237	2
14/11/07											17	60	17	60	801	47	441	5.567	2
26/11/07											16	-3	16	-3	1.210	76	144	5.125	3
23/02/08			5	2					6	2	38	7	44	9	2.821	74	7.599	44.945	3
13/05/08			5				3	1	8	1	34	-2	45	0	2.453	72	2.742	15.233	3
10/09/08			13	2			5	1	12	1	51	4	68	6	3.311	65	1.250	17.532	3
20/11/08	11	5	16	1			7	1	15	1	58	3	91	10	3.350	58	109	13.259	3
24/02/09	5	-2	22	2			13	2	16	0	87	9	121	9	4.203	48	72	23.775	3
23/06/09		-1	26	1			13		19	1	60	-7	92	-7	2.781	46	76	9.858	3
22/10/09			27	0			17	1	21	0	74	3	112	5	2.830	38	2.079	24.965	3
12/01/10	12	4	30	1			12	-2	24	1	65	-3	113	0	2.871	44	55	7.940	3
27/05/10	20	2	32	0	2	0	25	3	25	0	87	5	159	10	3.489	40	192	21.606	1
20/09/10	24	1	32			-1	30	1	29	1	91	1	174	4	3.815	42	391	22.746	3
24/01/11	30	1	38	1	1	0	37	2	33	1	104	3	205	7	3.809	37	242	23.087	1
17/05/11	18	-3	44	2	2	0	38	0	34	0	84	-5	176	-8	3.799	45	143	14.257	1
21/09/11	22	1	42	0	1	0	35	-1	32	0	97	3	187	3	3.466	36	60	17.386	3
19/01/12	31	2	53	3	3	1	50	4	41	2	100	1	225	10	4.620	46		14.198	1
07/05/12	24	-2	51	-1	2	0	49	0	41		99	0	215	-3	3.869	39		15.027	3
06/12/12	25	0	58	1	2		55	1	44	0	109	1	235	3	4.729	43		13.686	3
11/12/12		-150	1	-342		-12		-330		-264	63	-276	63	-1.032	910	14	562	4.782	3
15/05/13	24	5	68	13	3	1	74	14	56	11	140	15	297	45	4.546	32		32.424	1
03/09/13	16	-2	69	0	2	0	75	0	47	-2	138	-1	278	-5	5.119	37		17.781	3
20/01/14	20	1	65	-1	3	0	72	-1	56	2	122	-3	273	-1	5.206	43		10.635	1
15/05/14	15	-1	64	0	1	-1	67	-1	47	-2	113	-2	243	-8	6.104	54	1.881	13.192	3
11/09/14		-4	71	2	2	0	73	2	49	1	123	3	247	1	4.962	40	1.100	11.018	1

E.T. SALTO GRANDE ARGENTINA - REACTOR LCE FA

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/04/05	12		127						164		460		636		14.542	32	846	33.062	
28/03/06	13	0	141	1					189	2	549	8	751	10	17.049	31		32.639	3
09/05/07		-1	132	-1					176	-1	493	-4	669	-6	14.309	29	46	33.304	3
14/11/07	9	1	128	-1					169	-1	495	0	673	1	14.409	29	85	35.338	3
23/02/08	26	5	141	4					185	5	519	7	730	17	15.672	30	82	39.667	3
13/05/08	8	-7	126	-6					173	-5	489	-11	670	-23	12.776	26	118	37.954	3
10/09/08		-2	130	1					182	2	566	19	748	20	16.346	29	587	38.898	3
20/11/08	19	8	142	5					203	9	599	14	821	31	14.628	24	85	42.596	2
24/02/09		-6	166	8					199	-1	650	16	849	9	17.310	27	216	49.948	3
23/06/09			147	-5					204	1	468	-46	672	-45	10.322	22	82	38.384	3
22/10/09			153	1					196	-2	578	27	774	25	11.057	19	70	45.932	3
13/01/10			143	-4					219	8	492	-31	711	-23	14.150	29		46.474	3
27/05/10	17	4	151	2					193	-6	648	35	858	33	13.126	20	1.474	49.557	2
20/09/10	7	-3	157	2			1	0	204	3	652	1	864	2	15.197	23	311	46.233	3
22/12/10		-2		-51				0		-66	9	-207	9	-276	377	42		4.089	3
12/01/11											37	40	37	40	1.359	37	1.838	13.598	2
13/01/11											39	60	39	60	1.505	39	2.763	13.613	2
17/01/11			2	15							71	240	71	240	2.106	30	1.470	20.473	
24/01/11			5	13					3	13	85	60	88	73	2.533	30	464	17.973	1
17/05/11			20	4			1	0	10	2	142	15	153	17	3.560	25	398	49.361	3
21/09/11	15	4	33	3				0	17	2	172	7	204	12	3.723	22		65.778	3
19/01/12	24	2	49	4			4	1	23	2	238	17	289	21	4.979	21		79.464	3
07/05/12	30	2	57	2			4		26	1	231	-2	291	1	4.325	19	70	86.022	3
06/12/12	24	-1	66	1			6	0	36	1	308	11	374	12	5.281	17		78.263	3
14/05/13	14	-2	69	1			12	1	59	4	318	2	403	5	5.546	17		84.049	3
12/07/13		-7		-35				-6		-30		-162		-205	24			1.126	3
31/07/13			4	6							28	44	28	44	849	30		8.441	2
03/09/13			13	8			1	1	4	4	53	22	58	26	1.756	33		13.226	3
20/01/14			15	0			2	0	5	0	123	15	130	16	2.459	20	107	12.588	3
15/05/14			17	1			2		6	0	134	3	142	3	2.606	19	1.187	15.794	3
11/09/14			23	2			9	2	15	2	233	25	257	29	2.907	12	1.291	25.052	3

E.T. SALTO GRANDE ARGENTINA - REACTOR LCE FB

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/04/05			104						116		378		494		11.562	31	65	31.201	
28/03/06			127	2					137	2	457	7	594	9	13.969	31	67	34.134	3
09/05/07			117	-1					132	0	394	-5	526	-5	11.360	29	87	35.955	3
14/11/07	17	3	119	0					132		406	2	555	5	11.779	29	211	39.761	3
23/02/08	13	-1	132	4					152	6	436	9	601	14	12.363	28	2.565	59.276	3
13/05/08	10	-1	128	-2					151	0	444	3	605	2	11.693	26	499	47.738	3
10/09/08		-3	128						144	-2	480	9	624	5	13.623	28	142	42.412	3
24/11/08			132	2					161	7	497	7	658	14	14.010	28		46.079	3
24/02/09	10	3	141	3					157	-1	547	16	714	18	14.290	26	2.002	61.561	3
23/06/09		-3	132	-2					157		375	-43	532	-46	8.351	22	76	42.538	3
22/10/09	15	4	137	1					149	-2	448	18	612	20	8.461	19	134	50.239	3
13/01/10		-5	134	-1					178	10	421	-10	599	-5	11.769	28	119	53.878	2
27/05/10	16	4	142	2			5	1	154	-5	547	28	722	28	10.625	19	301	52.447	3
20/09/10	11	-1	141	0			4	0	160	2	545	-1	720	-1	12.354	23	446	53.437	3
22/12/10		-4		-45				-1	1	-51	28	-167	29	-223	639	23		9.341	3
12/01/11										-1	35	10	35	9	1.244	36	5.005	21.723	3
13/01/11											44	270	44	270	1.400	32	3.942	19.260	
17/01/11			1	8							70	195	70	195	1.838	26	2.726	23.068	
24/01/11			6	21					2	9	114	189	116	197	2.396	21	1.211	25.827	
17/05/11			23	5			1	0	15	3	135	6	151	9	3.030	22	2.904	54.494	3
21/09/11	8	2	36	3				0	26	3	164	7	198	11	3.146	19		66.769	3
19/01/12		-2	48	3			3	1	42	4	221	14	266	17	4.252	19		83.143	3
07/05/12			53	1			2	0	43	0	196	-7	241	-7	3.534	18		84.746	3
06/12/12			64	2			4	0	51	1	240	6	295	8	4.553	19		85.008	3
14/05/13			63	0			5	0	57	1	240		302	1	4.494	19		84.126	3
24/07/13				-27				-2		-24		-101		-128	34		116	705	3
31/07/13			3	13					3	13	18	77	21	90	895	50	674	9.960	
03/09/13			7	4					6	3	40	19	46	22	1.720	43		12.681	3
20/01/14			16	2			1	0	12	1	72	7	85	8	2.223	31	127	12.968	3
15/05/14			18	1			1		10	-1	82	3	93	2	2.208	27	1.087	17.899	3
11/09/14			26	2			4	1	14	1	137	14	155	16	2.450	18	1.138	20.843	3

E.T. SALTO GRANDE ARGENTINA - REACTOR LCE FC

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/04/05			204				17		187		380		584		10.749	28		70.082	
28/03/06	16	1	251	4			11	-1	256	6	393	1	676	8	12.682	32	118	84.232	3
09/05/07	18	0	199	-4			11		237	-1	290	-8	556	-9	9.664	33		77.700	3
14/11/07	14	-1	186	-2			15	1	232	-1	306	3	567	2	9.899	32	233	79.296	3
23/02/08	12	-1	232	14			23	2	292	18	355	15	682	34	11.709	33	87	88.410	1
13/05/08	11	0	186	-17			21	-1	246	-17	330	-9	608	-28	9.486	29	451	85.384	3
10/09/08	10	0	184	-1			18	-1	263	4	344	4	635	7	11.593	34	417	79.052	3
20/11/08	17	3	178	-3			16	-1	267	2	399	23	699	27	10.965	27	330	81.247	3
24/02/09	24	2	210	10			19	1	242	-8	458	18	743	14	11.099	24		91.595	2
23/06/09	9	-4	175	-9			16	-1	262	5	342	-29	629	-29	6.984	20	1.001	78.752	3
22/10/09	14	1	184	2			14	0	259	-1	441	25	728	25	7.331	17	127	84.048	3
13/01/10	11	-1	167	-6				-5	284	9	418	-8	713	-5	10.104	24	56	87.555	3
27/05/10	18	2	168	0			23	5	241	-10	554	30	836	28	9.322	17	286	81.260	3
20/09/10	20	1	159	-2			24	0	244	1	546	-2	834	-1	10.569	19	495	81.126	3
22/12/10		-6		-51				-8		-79	30	-166	30	-259	535	18	550	13.254	3
12/01/11											30		30		873	29	6.355	24.490	3
13/01/11									1	30	36	180	37	210	951	26	4.627	22.668	
17/01/11			1	8					1		60	180	61	180	1.278	21	4.344	25.379	
24/01/11			4	13			1	4	3	9	95	150	99	163	1.585	17	5.368	28.205	
17/05/11			13	2			2	0	6	1	173	21	181	22	2.552	15	3.276	32.679	3
21/09/11	13	3	17	1				0	8	0	215	10	236	13	2.750	13	1.310	40.973	3
19/01/12		-3	21	1			4	1	14	2	279	16	297	15	3.568	13	78	42.440	3
07/05/12			26	1			4		17	1	255	-7	276	-6	3.191	13	245	45.869	3
06/12/12			34	1			4		24	1	309	8	337	9	3.965	13		47.267	3
14/05/13			38	1			8	1	29	1	361	10	398	12	4.329	12		60.472	3
25/07/13				-16				-3	1	-12	13	-145	14	-160	170	13	184	3.855	3
31/07/13			2	10					2	5	25	60	27	65	721	29	671	6.311	1
03/09/13			5	3			3	3	5	3	49	21	57	26	1.451	30		9.987	3
20/01/14	12	3	17	3			7	1	10	1	96	10	125	15	2.022	21	379	10.008	3
15/05/14		-3	20	1			9	1	11	0	115	5	135	3	2.027	18	1.143	14.372	3
11/09/14			27	2			10	0	11		180	16	201	17	2.111	12	1.019	19.441	3

E.T. SALTO GRANDE ARGENTINA - REACTOR LST FA

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/04/05	9		220				129		184		300		622		10.153	34		26.393	
28/03/06	32	2	246	2			132	0	205	2	328	2	697	7	11.018	34		28.073	3
09/05/07	35	0	226	-1			119	-1	200	0	325	0	679	-1	9.847	30		30.265	3
14/11/07	33	0	224	0			121	0	188	-2	322	0	664	-2	10.012	31	67	31.812	3
23/02/08	82	15	244	6			131	3	209	6	332	3	754	27	10.613	32	43	50.687	2
13/05/08	76	-2	219	-9			121	-4	188	-8	316	-6	701	-20	8.969	28	259	37.365	3
10/09/08	28	-12	229	3			118	-1	202	4	351	9	699	-1	10.573	30	128	35.146	3
12/11/08		-13		-109				-56		-96	25	-155	25	-321	444	18	229	8.903	3
24/11/08			2	5							31	15	31	15	790	25	1.862	9.386	3
26/11/08				-30							45	210	45	210	1.185	26	1.219	10.426	
01/12/08			4	24			4	24	4	24	53	48	61	96	1.483	28	1.035	11.283	
24/02/09			17	5			15	4	15	4	91	13	121	21	2.529	28			3
23/06/09			21	1	2	1	20	1	13	-1	72	-5	107	-4	1.940	27	52	12.603	1
22/10/09	14	3	28	2		0	27	2	18	1	95	6	154	12	2.023	21	203	26.155	3
13/01/10	24	4	29	0			27		18		89	-2	158	1	2.212	25	55	18.470	3
27/05/10	34	2	36	2	2	0	49	5	26	2	114	6	225	15	2.918	26	212	20.896	1
20/09/10	45	3	40	1	2		58	2	24	-1	116	1	245	5	2.975	26	382	25.371	3
24/01/11	38	-2	44	1	3	0	69	3	30	1	120	1	260	4	3.129	26	6.057		1
17/05/11	34	-1	50	2	3		74	1	30		116	-1	257	-1	3.223	28	229	19.886	3
21/09/11	40	1	51	0	3		73	0	30		112	-1	258	0	2.920	26		19.332	3
19/01/12	43	1	62	3	3		99	7	40	3	132	5	317	15	4.006	30		17.840	3
07/05/12	31	-3	61	0	2	0	93	-2	36	-1	117	-4	279	-10	3.196	27	134	14.264	3
06/12/12	36	1	75	2	3	0	113	3	43	1	137	3	332	7	4.130	30		15.439	1
15/05/13	24	-2	70	-1	2	0	124	2	49	1	150	2	349	3	3.864	26			3
03/09/13	31	2	90	5	4	1	149	7	56	2	180	8	420	19	4.568	25		22.389	1
20/01/14	49	4	89	0	3	0	148	0	53	-1	161	-4	414	-1	4.717	29	102	13.821	3
15/05/14	25	-6	81	-2	2	0	130	-5	45	-2	132	-8	334	-21	5.271	40	1.907	14.151	3
11/09/14	24	0	93	3	4	1	148	5	47	1	168	9	391	14	4.379	26	1.028	15.240	1

E.T. SALTO GRANDE ARGENTINA - REACTOR LST FB

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/04/05	13		299				67		277		247		604		9.834	40	517	34.882	
28/03/06	24	1	353	5			72	0	324	4	291	4	711	9	11.651	40	67	36.297	3
14/05/07	23	0	329	-2	2	0	67	0	295	-2	267	-2	654	-4	10.201	38	38	37.258	1
14/11/07	26	0	309	-3		0	71	1	282	-2	272	1	651	0	9.525	35	106	37.874	3
23/02/08	27	0	359	15			85	4	331	15	297	7	740	26	11.038	37		59.894	2
13/05/08	19	-3	303	-21			81	-2	293	-14	276	-8	669	-27	8.969	32	435	40.680	3
10/09/08	26	2	319	4			79	-1	302	2	292	4	699	8	10.886	37	146	37.999	3
12/11/08		-12		-152				-38		-144	11	-134	11	-328	413	38		4.193	3
24/11/08			1	3							21	25	21	25	1.027	49	1.941	11.457	3
26/11/08				-15							34	195	34	195	1.318	39	2.094	13.298	
01/12/08			8	48			6	36	4	24	52	108	62	168	2.047	39	264	15.348	
24/02/09			10	1			9	1	18	5	85	12	112	18	2.159	25	1.944	61.567	3
23/06/09	11	3	57	12			15	2	52	9	91	2	169	14	2.255	25	100	62.106	2
22/10/09	19	2	71	3	2	0	19	1	62	2	122	8	224	14	2.330	19	624	80.002	1
13/01/10	16	-1	83	4	3	0	18	0	83	8	122		242	7	2.700	22		85.612	1
27/05/10	29	3	92	2	2	0	33	3	79	-1	147	6	290	11	3.273	22	277	84.290	3
20/09/10	21	-2	101	2	2		38	1	85	2	156	2	302	3	3.385	22	40	84.652	3
24/01/11	17	-1	111	2	3	0	45	2	102	4	169	3	336	8	3.449	20	262	90.730	1
17/05/11	20	1	121	3	2	0	48	1	102		153	-4	325	-3	3.611	24	483	82.724	3
21/09/11	22	0	113	-2	2		45	-1	99	-1	149	-1	317	-2	3.259	22		77.941	3
19/01/12	33	3	130	4	2		63	5	117	5	191	11	406	22	4.369	23		87.618	3
07/05/12	21	-3	130		2		62	0	113	-1	174	-5	372	-9	3.654	21		87.381	3
06/12/12	32	2	148	3	3	0	72	1	128	2	221	7	456	12	4.699	21		83.629	1
15/05/13	23	-2	141	-1	2	0	93	4	129	0	221		468	2	4.489	20		77.168	3
03/09/13	14	-2	183	11	3	0	98	1	158	8	294	20	567	27	5.445	19		89.844	1
20/01/14	34	4	179	-1	3		95	-1	149	-2	282	-3	563	-1	5.571	20		70.444	3
15/05/14	18	-4	161	-5	2	0	89	-2	129	-5	240	-11	478	-22	6.191	26	1.789	85.008	3
29/07/14		-7		-64		-1	1	-35	2	-51		-96	3	-190	35		1.110	385	3
11/09/14			19	13	2	1	13	8	11	6	43	29	69	45	2.023	47	9.179	35.932	1

E.T. SALTO GRANDE ARGENTINA - REACTOR LST FC

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/04/05	13		159				40		163		262		478		10.842	41		27.806	
28/03/06	13		154	0			32	-1	172	1	286	2	503	2	11.396	40		26.900	3
09/05/07	23	1	164	1			31	0	171	0	280	0	505	0	10.072	36	77	28.425	3
14/11/07	19	-1	160	-1			35	1	172	0	280		506	0	10.301	37	139	29.488	3
23/02/08	17	-1	194	10			44	3	187	4	293	4	541	10	11.560	39	1.493	51.949	2
13/05/08	17		179	-6			45	0	184	-1	311	7	557	6	10.067	32	73	36.671	3
10/09/08	13	-1	170	-2			38	-2	180	-1	309	-1	540	-4	11.663	38	87	30.134	3
12/11/08		-6		-81				-18		-86		-147		-257	80			962	3
24/11/08											10	25	10	25	896	90	478	4.728	3
26/11/08											14	60	14	60	1.238	88	1.268	7.302	2
01/12/08			3	18			1	6	2	12	23	54	26	72	1.952	85	728	9.374	1
24/02/09				-1			6	2	16	5	55	11	77	18	2.876	52			3
23/06/09	11	3	19	5			10	1	19	1	38	-4	78	0	2.296	60	68	13.344	3
22/10/09		-3	24	1			17	2	22	1	53	4	92	3	2.164	41	124	21.596	3
13/01/10	16	6	25	0			15	-1	24	1	49	-1	104	4	3.138	64	50	14.108	3
27/05/10	28	3	32	2	2	0	35	4	25	0	61	3	151	11	3.076	50	254	15.399	1
20/09/10	25	-1	37	1	2		43	2	26	0	38	-6	134	-4	3.177	84	1.261	18.459	3
24/01/11	40	4	43	1	4	0	55	3	38	3	73	8	210	18	3.320	45	4.817		1
17/05/11	29	-3	50	2	3	0	63	2	34	-1	70	-1	199	-3	3.520	50	371	15.775	3
21/09/11	41	3	52	0	3		59	-1	40	1	84	3	227	7	3.131	37	87		3
19/01/12	43	1	61	2	5	1	86	7	45	1	85	0	264	9	4.161	49	86	17.117	1
07/05/12	45	1	64	1	4	0	91	1	44	0	76	-2	260	-1	3.478	46		14.968	3
06/12/12	42	0	72	1	4		103	2	44		84	1	277	2	4.096	49		12.948	3
15/05/13	70	5	89	3	3	0	121	3	69	5	131	9	394	22	3.532	27			3
03/09/13	44	-7	96	2	7	1	153	9	60	-2	117	-4	381	-4	4.732	40		16.824	1
20/01/14	92	10	97	0	7		149	-1	59	0	112	-1	419	8	4.792	43		13.552	2
15/05/14	73	-5	83	-4	3	-1	123	-7	45	-4	92	-5	336	-22	4.805	52	1.020	14.944	3
11/09/14	33	-10	104	5	6	1	150	7	50	1	123	8	362	7	4.979	40	1.248	15.798	1

E.T. SALTO GRANDE URUGUAY - REACTOR B1 FA

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
09/05/05	29		99				9		20		1.979		2.037		19.071	10		77.883	
17/05/05		-109		-371				-34		-75	36	-7.286	36	-7.504	486	14	310	3.044	3
20/05/05			2	20							47	110	47	110	632	13	143	3.273	
23/05/05			3	10							77	300	77	300	807	10		7.588	
28/07/05			5	1			1	0			119	19	120	20	1.498	13	1.374	15.497	3
11/10/05	5	2	9	2			2	0	1	0	251	53	259	56	2.454	10	87	18.033	2
30/01/06	16	3	15	2				-1		0	429	48	445	50	3.680	9	277	25.074	2
25/09/06	22	1	30	2					5	1	666	30	693	31	6.821	10		44.600	2
05/07/07		-2		-3						-1	7	-70	7	-73	169	24	687	2.137	3
06/07/07											10	90	10	90	223	22	804	2.998	
07/07/07											14	120	14	120	229	16	76	3.313	
10/07/07											17	30	17	30	352	21	369	3.653	2
03/10/07	15	5	7	2							43	9	58	14	882	21		5.205	3
09/12/07	22	3	12	2			2	1	3	1	80	17	107	22	1.188	15		15.484	3
20/03/08	21	0	18	2			3	0		-1	171	27	195	26	2.227	13	9.242		3
07/06/08	30	3	18				6	1			114	-22	150	-17	2.384	21	4.284	19.045	3
18/09/08	30		26	2			6		7	2	193	23	236	25	3.045	16	2.778		3
17/12/08	33	1	30	1			6		9	1	183	-3	231	-2	3.602	20	3.416	21.075	3
17/03/09	37	1	27	-1			4	-1	8	0	156	-9	205	-9	3.684	24	1.834		3
20/07/09	36	0	35	2				-1	6	0	198	10	240	8	4.677	24	1.062	13.353	3
28/09/09	38	1	40	2					7	0	242	19	287	20	5.074	21	60	24.684	3
19/02/10	42	1	47	1					7		271	6	320	7	5.246	19	2.420	18.285	3
09/06/10	48	2	52	1			4	1	10	1	407	37	469	41	5.742	14	213	8.584	2
12/10/10	57	2	52				7	1	11	0	408	0	483	3	6.742	17	1.775	21.971	3
17/02/11	63	1	62	2			8	0	13	0	398	-2	482	0	7.732	19		10.523	3
27/06/11	71	2	65	1			8		13		403	1	495	3	7.289	18	200	11.244	3
12/10/11	88	5	76	3				-2	12	0	441	11	541	13	8.411	19		13.009	3
08/02/12	83	-1	77	0			10	3	16	1	494	13	603	16	8.530	17	666	17.701	3
19/04/12	78	-2	74	-1			9	0	16		434	-25	537	-28	8.714	20	1.527	15.674	3
10/07/12	94	6	80	2			11	1	7	-3	476	15	588	19	10.008	21	524	15.409	3
10/10/12	117	8	84	1			8	-1	15	3	511	11	651	21	10.165	20	128	13.660	3
04/02/13	118	0	87	1			11	1	19	1	595	22	743	24	11.693	20	94	18.627	3
27/06/13	131	3	105	4			11		22	1	676	17	840	20	11.684	17	312		3
30/09/13	127	-1	102	-1			12	0	21	0	720	14	880	13	13.847	19		18.854	3
06/02/14	124	-1	114	3			13	0	23	0	759	9	919	9	13.633	18		17.803	3
02/06/14	77	-12	84	-8			9	-1	16	-2	476	-73	578	-88	4.326	9	1.632	17.139	3
22/09/14	81	1	103	5			15	2	20	1	619	38	735	42	5.169	8	995	19.275	2

E.T. SALTO GRANDE URUGUAY - REACTOR B1 FB

Fecha	Gases Com bustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
09/05/05	414		49				6		12		1.441		1.873		22.116	15	46	45.783	
17/05/05		-1.553		-184				-23		-45	6	-5.381	6	-7.001	100	17	86	1.145	3
20/05/05											16	100	16	100	259	16	110	3.084	
23/05/05											28	120	28	120	398	14	77	5.327	
08/06/05											41	24	41	24	830	20		1.742	3
28/07/05	14	8	2	1							59	11	73	19	1.031	17	62	11.407	3
11/10/05	37	9	4	1							111	21	148	30	1.860	17		6.858	2
30/01/06	102	18	7	1							162	14	264	31	2.604	16		7.762	1
25/09/06	129	3	14	1					2	0	217	7	348	11	4.433	20		8.391	3
28/03/07	166	6	21	1			2	0	4	0	274	9	446	16	5.656	21	1.384	15.196	3
05/07/07		-50		-6				-1		-1	3	-82	3	-134	33	11	283	1.006	3
06/07/07											7	120	7	120	89	13	854	2.473	
07/07/07											10	90	10	90	99	10	54	2.703	
10/07/07											14	40	14	40	194	14	427	4.195	2
03/10/07	19	7									44	11	63	17	695	16	51	4.297	3
09/12/07	47	13	5	2							86	19	133	31	1.163	14		12.153	2
20/03/08	109	18	8	1			1	0			114	8	224	27	2.127	19		14.873	1
07/06/08	103	-2	8				5	2			109	-2	217	-3	2.237	21	1.548	12.080	3
18/09/08	119	5	15	2			4	0	1	0	154	13	278	18	2.638	17	122	10.843	3
17/12/08	122	1	13	-1			4			0	148	-2	274	-1	3.092	21	2.314	14.790	3
17/03/09	169	16	13				5	0	3	1	165	6	342	23	3.371	20	988	16.979	1
20/07/09	173	1	18	1				-1	2	0	162	-1	337	-1	3.821	24	772	12.211	3
28/09/09	162	-5	21	1					3	0	210	21	375	16	4.410	21	72	17.809	3
19/02/10	191	6	26	1					6	1	244	7	441	14	4.831	20	918	14.503	3
09/06/10	205	4	30	1			5	1	5	0	359	31	574	36	5.412	15		9.296	2
12/10/10	247	10	33	1			8	1	6	0	375	4	636	15	6.532	17	459	19.888	2
17/02/11	264	4	34	0			8		7	0	365	-2	644	2	7.674	21	232	11.738	3
27/06/11	272	2	33	0			8		7		345	-5	632	-3	7.047	20		13.100	3
12/10/11	408	38	44	3				-2	6	0	377	9	791	45	8.153	22		12.287	
08/02/12	347	-15	46	1			11	3	10	1	437	15	805	4	9.638	22		14.664	3
19/04/12	405	25	44	-1			10	0	9	0	416	-9	840	15	9.409	23	343	13.346	1
10/07/12	441	13	49	2			11	0	10	0	449	12	911	26	10.629	24		15.326	2
10/10/12	392	-16	47	-1			9	-1	10		452	1	863	-16	10.139	22	81	15.705	3
04/02/13	354	-10	49	1			11	1	12	1	502	13	879	4	11.394	23	405	24.684	3
27/06/13	374	4	60	2			13	0	14	0	574	15	975	20	11.467	20		21.089	3
30/09/13	360	-4	61	0			12	0	13	0	658	27	1.043	21	13.958	21	218		3
06/02/14	366	1	60	0			13	0	13		629	-7	1.021	-5	12.998	21		19.147	3
02/06/14	256	-28	49	-3			7	-2	12	0	356	-71	631	-101	2.053	6	2.329	24.881	3
22/09/14	279	6	61	3			12	1	13	0	494	37	798	45	2.250	5	941	25.400	2

E.T. SALTO GRANDE URUGUAY - REACTOR B1 FC

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
09/05/05	28		63				25		15		1.901		1.969		26.428	14		75.454	
12/05/05		-280		-630				-250		-150	20	-18.810	20	-19.490	333	17	325	1.978	3
20/05/05											47	101	47	101	762	16	608	3.824	
23/05/05											63	160	63	160	976	15	968	6.938	
28/07/05			4	2			1	0			139	35	140	35	2.224	16	2.276	14.444	2
11/10/05	12	5	5	0			3	1			335	78	350	84	3.627	11	2.735	28.512	
30/01/06	16	1	10	1				-1	1	0	712	102	729	102	6.091	9	2.989	46.369	
25/09/06	26	1	18	1					1		1.084	47	1.111	48	10.801	10		70.991	2
05/07/07		-3		-2						0	9	-114	9	-117	155	17	1.472	7.117	3
06/07/07											20	330	20	330	203	10	961	8.634	
07/07/07											19	-30	19	-30	207	11	85	9.503	3
10/07/07											18	-10	18	-10	279	16	1.799	10.603	3
03/10/07			6	2			11	4			108	32	119	36	454	4	181	24.414	2
09/12/07	22	10	9	1			13	1			217	49	252	60	741	3	1.580	33.123	2
20/03/08	10	-4	14	1			14	0			506	85	530	82	1.752	3	1.758	70.012	
07/06/08	18	3	19	2			20	2	6	2	547	16	591	23	1.457	3	4.472	57.453	3
18/09/08	17	0	21	1			17	-1	4	-1	768	64	806	63	1.655	2	601	63.033	1
17/12/08	13	-1	23	1			20	1	4		1.051	94	1.088	94	2.862	3	3.764	75.728	
05/03/09	19	2	20	-1			20		9	2	1.064	5	1.112	9	4.278	4	2.185	86.650	3
17/03/09	28	23	26	15			20		3	-15	1.072	20	1.123	28	3.864	4	268	83.065	1
20/07/09	11	-4	25	0			11	-2	4	0	995	-18	1.021	-24	3.888	4	2.180	72.280	3
28/09/09	11		28	1			10	0	4		1.281	123	1.306	122	4.809	4	427	81.241	
19/02/10	15	1	31	1			9	0	6	0	1.377	20	1.407	21	5.809	4	479	86.969	3
09/06/10	11	-1	32	0			17	2	5	0	1.973	163	2.006	163	6.848	3	173	86.190	
12/10/10	21	2	35	1			20	1	7	0	2.148	42	2.196	46	8.609	4	234	88.893	2
17/02/11	17	-1	34	0			19	0	7		1.852	-69	1.895	-71	10.783	6	198	83.807	3
27/06/11	16	0	34				18	0	8	0	1.465	-89	1.507	-90	3.161	2	276	81.975	3
12/10/11	28	3	40	2			14	-1	7	0	1.560	27	1.609	29	3.523	2		79.033	3
08/02/12	47	5	42	1			19	1	9	1	1.850	73	1.925	80	5.650	3	102	92.818	1
19/04/12	30	-7	39	-1			16	-1	9		1.568	-119	1.623	-128	5.009	3	156	89.815	3
10/07/12	23	-3	42	1			16		9		1.580	4	1.628	2	4.944	3		89.533	3
10/10/12	32	3	41	0			14	-1	9		1.697	38	1.752	40	5.898	3	192	87.972	2
04/02/13	43	3	43	1			14		9		1.815	30	1.881	33	7.334	4		91.364	2
27/06/13	39	-1	46	1			4	-2	9		1.401	-87	1.453	-90	1.466	1		94.643	3
30/09/13	36	-1	47	0			3	0	9		1.622	70	1.670	69	1.412	1		97.400	1
06/02/14	30	-1	48	0			5	0	10	0	1.758	32	1.803	31	2.204	1		99.689	2
02/06/14	18	-3	38	-3			3	-1	7	-1	1.254	-130	1.282	-135	2.652	2	1.491	74.873	3
22/09/14		-5	45	2			6	1	9	1	1.588	89	1.603	86	3.065	2	1.096	83.012	

E.T. SALTO GRANDE URUGUAY - REACTOR B2 FA

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
27/07/05	94		62						9		1.755		1.858		23.182	13	129	72.074	
25/09/06	96	0	77	1					10	0	2.225	33	2.331	33	25.867	12	61	87.226	2
28/03/07	121	4	91	2					17	1	2.159	-11	2.297	-6	29.118	13	328	83.239	3
03/10/07	122	0	89	0					11	-1	2.179	3	2.312	2	27.957	13	47	82.668	3
09/12/07	108	-6	88	0					12	0	2.170	-4	2.290	-10	24.302	11	41	81.236	3
20/03/08	123	4	85	-1					20	2	2.015	-46	2.158	-39	23.909	12	22	81.795	3
07/06/08	98	-9	93	3					12	-3	1.845	-65	1.955	-77	23.714	13	489	78.911	3
18/09/08	144	13	89	-1					9	-1	2.277	126	2.430	138	28.787	13	84	87.459	
17/12/08	98	-15	91	1					17	3	2.269	-3	2.384	-15	27.705	12	1.266	79.969	3
17/03/09	128	10	117	9					18	0	1.934	-112	2.080	-101	23.581	12	199	88.742	2
20/07/09	121	-2	94	-6					9	-2	1.837	-23	1.967	-27	25.326	14	187	80.358	3
28/09/09	109	-5	103	4					11	1	2.136	128	2.256	124	26.808	13		82.975	
19/02/10	105	-1	106	1					19	2	1.947	-39	2.071	-39	18.986	10	99	84.985	3
09/06/10	85	-5	105	0					18	0	2.976	281	3.079	275	21.446	7		87.170	
12/10/10	125	10	114	2					20	0	3.061	20	3.206	30	26.493	9	467	86.577	2
17/02/11	130	1	113	0					22	0	2.546	-121	2.698	-119	31.358	12	251	82.717	3
27/06/11	123	-2	98	-3					18	-1	1.829	-165	1.970	-168	21.537	12	1.186	73.863	3
13/10/11	209	24	115	5					17	0	2.165	93	2.391	117	25.119	12	37	77.467	
08/02/12	162	-12	119	1					23	2	2.362	50	2.547	40	29.205	12	78	86.334	2
10/07/12	168	1	128	2					24	0	2.255	-21	2.447	-20	32.958	15		91.047	3
10/10/12	186	6	115	-4					21	-1	1.998	-84	2.205	-79	23.611	12	66	79.120	3
05/12/12		-100		-62						-11	22	-1.059	22	-1.169	216	10		2.544	3
11/12/12	22	110									38	80	60	190	442	12	623	4.420	
25/02/13	29	3	5	2					1	0	148	43	178	47	587	4	89	15.817	2
27/06/13	26	-1	8	1					1		177	7	204	6	724	4		17.166	3
30/09/13	35	3	8						1		228	16	264	19	1.179	5		18.473	3
07/02/14	38	1	10	0			1	0	2	0	272	10	313	11	2.650	10		20.597	3
02/06/14	31	-2	12	1			1		2		220	-14	254	-15	3.245	15	1.511	18.254	3
22/09/14	17	-4	14	1			2	0	4	1	322	27	345	24	4.045	13	1.027	21.890	3

E.T. SALTO GRANDE URUGUAY - REACTOR B2 FB

Fecha	Gases Com bustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
27/07/05	110		46				9		8		1.054		1.181		15.221	14	120	28.117	
25/09/06	102	-1	57	1				-1	9	0	1.380	23	1.491	22	17.849	13	26	35.327	3
03/10/07	83	-2	67	1					9		1.398	1	1.490	0	19.220	14	36	34.922	3
09/12/07	85	1	63	-2	1	0	11	5	12	1	1.375	-10	1.484	-3	16.070	12	114	35.120	1
20/03/08	77	-2	68	1		0	16	1	16	1	1.395	6	1.504	6	17.193	12	47	38.870	3
07/06/08	62	-6	68				12	-2	11	-2	1.166	-87	1.251	-96	15.269	13	745	34.115	3
18/09/08	75	4	68					-3	13	1	1.569	117	1.657	118	19.823	13	340	40.310	
17/12/08	42	-11	75	2					16	1	1.651	27	1.709	17	20.434	12	176	38.713	3
17/03/09	92	17	73	-1			8	3	15	0	1.395	-85	1.510	-66	17.142	12		41.709	1
20/07/09	65	-6	68	-1				-2	9	-1	1.189	-49	1.263	-59	17.099	14	56	34.178	3
28/09/09	56	-4	76	3					12	1	1.433	105	1.501	102	16.620	12	224	41.358	
19/02/10	64	2	76						16	1	1.327	-22	1.407	-20	12.853	10		39.367	3
09/06/10	55	-2	75	0			14	4	15	0	1.944	168	2.028	169	15.307	8	266	37.664	
12/10/10	74	5	82	2			19	1	17	0	2.165	53	2.275	59	29.128	13	531	39.915	2
17/02/11	71	-1	82				17	0	17		1.754	-96	1.859	-98	21.934	13	145	37.907	3
27/06/11	68	-1	73	-2			14	-1	16	0	1.388	-84	1.486	-86	15.374	11	95	35.755	3
13/10/11	81	4	83	3				-4	13	-1	1.539	42	1.633	41	18.246	12		38.717	2
08/02/12	65	-4	81	-1			15	4	18	1	1.662	31	1.760	32	20.494	12		43.646	2
10/07/12	71	1	83	0			16	0	18		1.603	-12	1.708	-10	22.542	14		46.972	3
10/10/12	57	-5	78	-2			14	-1	17	0	1.458	-47	1.546	-53	17.160	12		41.620	3
05/12/12		-31		-42				-8		-9	25	-768	25	-815	304	12		2.097	3
11/12/12	8	40	2	10							45	100	53	140	502	11	181	5.030	
25/02/13	15	3	6	2			1	0	3	1	103	23	122	27	1.603	16		10.133	3
27/06/13	15		5	0				0		-1	122	5	137	4	2.012	16	917	9.029	3
30/09/13	17	1	7	1					2	1	145	7	164	9	2.388	16		7.144	3
07/02/14	28	3	7				1	0	1	0	191	11	221	13	3.190	17		8.290	3
02/06/14	16	-3	8	0			1		2	0	162	-8	181	-10	3.862	24	1.500	9.202	3
22/09/14	21	1	9	0			2	0	2		217	15	242	16	5.813	27	1.243	7.125	3

E.T. SALTO GRANDE URUGUAY - REACTOR B2 FC

Fecha	Gases Com bustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
27/07/05	87		100				33		19		989		1.128		14.279	14	236	21.207	
25/09/06	84	0	127	2			37	0	24	0	1.345	25	1.490	26	16.524	12		28.584	3
28/03/07	88	1	149	4			45	1	32	1	1.335	-2	1.500	2	19.507	15	425	27.844	3
03/10/07	83	-1	151	0			43	0	27	-1	1.320	-2	1.473	-4	17.962	14		27.202	3
09/12/07	84	0	146	-2			42	0	29	1	1.308	-5	1.463	-4	15.589	12		33.880	3
20/03/08	67	-5	147	0			51	3	32	1	1.332	7	1.482	6	17.149	13	2.149	56.353	3
07/06/08	65	-1	151	2			48	-1	34	1	1.236	-36	1.383	-38	15.962	13	3.422	41.788	3
18/09/08	81	5	151		1	0	43	-1	30	-1	1.528	85	1.683	87	18.039	12	1.777	38.760	
17/12/08	75	-2	174	8		0	51	3	34	1	1.746	73	1.906	74	20.948	12	1.069	41.050	1
17/03/09	104	10	178	1			44	-2	29	-2	1.402	-115	1.579	-109	15.997	11		38.947	3
20/07/09	75	-7	150	-7			27	-4	25	-1	1.160	-58	1.287	-70	16.151	14	122	32.126	3
28/09/09	77	1	163	6			32	2	28	1	1.407	106	1.544	110	15.302	11	101	33.904	
19/02/10	80	1	176	3			29	-1	34	1	1.377	-6	1.520	-5	11.964	9	55	36.839	3
09/06/10	68	-3	167	-2			49	5	31	-1	1.947	155	2.095	157	14.566	7	217	30.153	
12/10/10	94	6	185	4			56	2	36	1	2.088	34	2.274	43	18.941	9	279	34.453	2
17/02/11	91	-1	168	-4			53	-1	35	0	1.614	-111	1.793	-113	20.886	13	142	31.138	3
27/06/11	84	-2	160	-2			47	-1	31	-1	1.347	-62	1.509	-66	15.590	12	366	28.778	3
13/10/11	145	17	180	6			35	-3	32	0	1.427	22	1.639	36	17.326	12		29.432	1
08/02/12	110	-9	181	0			52	4	37	1	1.568	36	1.767	33	20.573	13		32.002	2
10/07/12	105	-1	180	0			51	0	37		1.471	-19	1.664	-20	22.332	15		34.819	3
10/10/12	112	2	177	-1			44	-2	34	-1	1.343	-42	1.533	-43	17.026	13		30.285	3
05/12/12		-60		-95				-24		-18	37	-700	37	-801	482	13		3.584	3
11/12/12			1	5							63	130	63	130	910	14	562	4.782	
25/02/13	12	5	6	2			1	0	1	0	156	37	170	42	2.258	14		10.169	2
27/06/13		-3	8	0			1		1		233	19	235	16	2.885	12	3.364	24.811	3
30/09/13	25	8	11	1			1		2	0	309	24	337	32	3.747	12		20.990	2
07/02/14	20	-1	15	1			2	0	1	0	441	30	464	29	4.840	11	248	25.875	3
02/06/14	15	-1	12	-1			2		2	0	333	-28	352	-29	5.680	17	2.722	20.842	3
22/09/14		-4	18	2			3	0	3	0	458	33	464	30	8.258	18	1.348	25.864	2

E.T. SALTO GRANDE URUGUAY - REACTOR LSJ FA

Fecha	Gases Com bustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
28/07/05	177		46						8		851		1.036		16.256	19		25.987	
11/10/05	138	-16	49	1					12	2	1.197	138	1.347	124	18.601	16	117	28.391	
18/09/06	85	-5	58	1					12		961	-21	1.058	-25	3.619	4		39.062	3
02/01/07	76	-3	65	2					15	1	982	6	1.073	4	5.620	6	103	43.926	3
03/10/07	70	-1	61	0					13	0	993	1	1.076	0	6.775	7		40.406	3
09/12/07	64	-3	60	0					12	0	964	-13	1.040	-16	6.293	7	2.154	50.763	3
20/03/08	41	-7	60						15	1	940	-7	996	-13	6.592	7	1.569	59.083	3
07/06/08	42	0	60						16	0	918	-8	976	-8	6.809	7	2.027	44.164	3
18/09/08	47	1	57	-1	2	1			14	-1	1.030	33	1.093	34	7.459	7	2.478	45.543	1
17/12/08	32	-5	72	5		-1			16	1	1.197	56	1.245	51	8.497	7	3.092	50.095	2
17/03/09	64	11	69	-1					18	1	935	-87	1.017	-76	7.135	8	190	52.995	2
20/07/09	47	-4	67	0					12	-1	944	2	1.003	-3	7.643	8	137	43.827	3
28/09/09	33	-6	67						13	0	1.014	30	1.060	24	7.125	7	674	44.128	3
19/02/10	35	0	72	1					18	1	831	-38	884	-37	5.289	6	2.838	54.739	3
07/06/10	41	2	68	-1					15	-1	1.242	114	1.298	115	7.616	6	2.010	44.567	
21/07/10		-28	3	-44						-10	13	-838	13	-876	91	7	268	3.246	3
19/08/10				-3							61	50	61	50	613	10	563	6.290	2
12/10/10			4	2							149	49	149	49	1.364	9	709	11.399	2
17/02/11	19	4	9	1					2	0	196	11	217	16	2.236	11		11.310	3
27/06/11	24	1	8	0					1	0	233	9	258	9	2.377	10	247	12.880	3
13/10/11	32	2	12	1					1		282	14	315	16	3.097	11	89	16.328	3
08/02/12	39	2	11	0					3	1	357	19	399	21	4.202	12	1.515	23.126	3
10/07/12	49	2	14	1			1	0	2	0	403	9	455	11	4.961	12		23.026	3
10/10/12	62	4	16	1				0	3	0	468	21	533	25	5.648	12	150	23.362	3
25/02/13	105	9	23	2			1	0	3		624	34	733	43	7.388	12		31.731	2
27/06/13	107	0	21	0				0	3		600	-6	710	-6	7.031	12	138	34.978	3
01/10/13	92	-5	24	1			2	1	4	0	672	23	770	19	8.264	12		33.113	3
07/02/14	72	-5	25	0				0	4		779	25	855	20	8.836	11		39.853	3
02/06/14	55	-4	22	-1			1	0	3	0	544	-61	603	-66	9.499	17	2.019	30.133	3
22/09/14	52	-1	30	2			2	0	5	1	787	65	846	65	13.883	18	1.090	38.786	1

E.T. SALTO GRANDE URUGUAY - REACTOR LSJ FB

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
28/07/05	644		142						30		654		1.328		18.484	28		17.543	
11/10/05	412	-93	149	3					36	2	872	87	1.320	-3	20.607	24	494	22.133	2
18/09/06	472	5	175	2					38	0	882	1	1.392	6	21.559	24	125	23.511	3
28/03/07	506	5	204	5					47	1	868	-2	1.421	5	23.957	28	528	24.576	3
03/10/07	692	30	198	-1					43	-1	890	3	1.625	32	24.318	27		23.459	
09/12/07	580	-50	185	-6					42	0	896	3	1.518	-48	20.556	23	969	40.149	3
20/03/08	501	-23	201	5					49	2	937	12	1.487	-9	22.350	24	5.576	69.036	3
07/06/08	440	-23	198	-1					44	-2	782	-59	1.266	-84	18.706	24	1.741	32.127	3
18/09/08	456	5	201	1					45	0	960	52	1.461	57	24.003	25	4.248	43.588	2
17/12/08	466	3	248	16					52	2	1.198	79	1.716	85	26.926	22	2.200	42.867	
17/03/09	562	32	264	5					52		942	-85	1.556	-53	20.184	21	886	55.699	
20/07/09	484	-19	211	-13					44	-2	783	-38	1.311	-59	20.075	26	386	31.507	3
28/09/09	451	-14	239	12					48	2	974	82	1.473	69	19.367	20	1.846	44.338	1
19/02/10	373	-16	259	4					67	4	920	-11	1.360	-24	13.352	15	175	43.386	3
14/05/10	324	-18	279	7					60	-3	1.264	123	1.648	103	19.415	15	424	25.963	
07/06/10	356	40	271	-10					61	1	1.169	-119	1.586	-78	17.827	15	1.948	33.430	
21/07/10		-243		-185						-42	9	-791	9	-1.075	225	25	698	5.268	3
19/08/10			3	3			1	1			36	28	37	29	547	15	200	10.687	3
12/10/10	24	13	10	4			1		2	1	69	18	96	33	477	7	300	14.234	2
17/02/11	111	20	19	2			1		5	1	81	3	198	24	648	8	162	15.138	1
27/06/11	124	3	34	3			2	0	7	0	100	4	233	8	642	6	162	15.237	3
13/10/11	187	18	48	4			1	0	10	1	115	4	313	22	812	7	96	14.851	1
08/02/12	173	-4	65	4			2	0	15	1	169	14	359	12	1.648	10		18.837	3
10/07/12	150	-5	75	2			3	0	17	0	178	2	348	-2	1.753	10		20.017	3
10/10/12	154	1	87	4			2	0	18	0	199	7	373	8	2.254	11	113	19.579	3
25/02/13	221	15	114	6			3	0	26	2	300	22	550	38	4.140	14	114	23.088	2
27/06/13	221		128	3			4	0	30	1	290	-2	545	-1	3.984	14		23.361	3
01/10/13	208	-4	132	1			4		29	0	317	8	558	4	4.670	15		23.435	3
07/02/14	232	6	152	5			4		34	1	357	9	627	16	5.397	15		24.216	3
02/06/14	157	-20	136	-4			3	0	26	-2	255	-27	441	-49	5.453	21	1.892	18.320	3
22/09/14	124	-9	210	20			6	1	42	4	336	22	508	18	7.211	21	1.072	20.961	1

E.T. SALTO GRANDE URUGUAY - REACTOR LSJ FC

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
28/07/05											8		8		163	20	428	2.651	
29/07/05											23	450	23	450	382	17	857	3.388	
01/08/05											36	130	36	130	680	19	1.023	4.192	
11/10/05	16	7	2	1							155	50	171	57	2.338	15	1.325	12.158	2
30/01/06	51	9	3	0							229	20	280	29	3.463	15	233	15.792	3
18/09/06	65	2	6	0							279	6	344	8	4.860	17	34	17.834	3
28/03/07	75	2	10	1			1	0			277	0	353	1	4.535	16	819	23.707	3
03/10/07	74	0	8	0			1				313	6	388	6	1.032	3		30.913	3
09/12/07	70	-2	11	1			2	0			333	9	405	8	1.185	4	162	33.730	3
20/03/08	52	-5	12	0			3	0			353	6	408	1	1.616	5	2.656	53.989	3
07/06/08	49	-1	11	0			4	0			355	1	408		1.483	4	309	38.456	3
18/09/08	50	0	11				4		2	1	424	20	480	21	1.553	4	203	37.303	3
17/12/08	52	1	11				2	-1	2		496	24	552	24	2.459	5	306	40.624	3
17/03/09	62	3	10	0				-1		-1	417	-26	479	-24	2.983	7		43.727	3
20/07/09	33	-7	18	2							384	-8	417	-15	2.974	8	135	36.805	3
28/09/09	30	-1	15	-1							477	40	507	39	3.186	7	85	40.164	2
19/02/10	44	3	20	1							471	-1	515	2	3.252	7	1.192	51.140	3
07/06/10	52	2	18	-1					3	1	637	46	692	49	5.188	8	602	43.009	2
21/07/10	42	-7	20	1			1	1	3		621	-11	667	-17	5.371	9	353	46.521	3
12/10/10	28	-5	20				1		3		847	82	879	77	6.089	7	3.428	60.858	1
21/02/11	33	1	21	0			2	0	3		1.052	47	1.090	48	7.751	7	273	66.075	2
27/06/11	32	0	24	1			1	0	4	0	1.031	-5	1.068	-5	6.732	7	296	68.139	3
13/10/11	40	2	25	0				0	1	-1	1.033	1	1.074	2	7.374	7	53	64.662	3
08/02/12	37	-1	26	0			1	0	5	1	1.168	34	1.211	35	9.403	8		72.344	2
10/07/12	47	2	28	0			2	0	5		1.113	-11	1.167	-9	9.723	9		75.595	3
10/10/12	52	2	28				1	0	3	-1	1.131	6	1.187	7	9.054	8	150	69.974	3
25/02/13	58	1	30	0			3	0	6	1	1.358	49	1.425	52	10.738	8		80.072	2
27/06/13	55	-1	34	1			1	0	6		1.220	-34	1.282	-35	9.376	8		75.840	3
01/10/13	56	0	33	0			2	0	4	-1	1.322	32	1.384	32	11.103	8		77.916	2
07/02/14	52	-1	32	0				0	7	1	1.331	2	1.390	1	10.915	8		78.329	3
02/06/14	45	-2	26	-2			2	1	4	-1	961	-97	1.012	-99	10.368	11	1.082	60.397	3
22/09/14	33	-3	32	2			3	0	5	0	1.259	80	1.300	77	16.648	13	1.292	68.302	1

E.T. SAN JAVIER - REACTOR LP1 FA

Fecha	Gases Com bustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/07/05	128		32						6		636		770		12.052	19		34.279	
21/11/05		-31		-8						-1	32	-145	32	-177	471	15	1.756	12.593	3
19/01/06	24	12	3	2							102	36	126	48	1.811	18	2.968	15.643	2
24/07/06	67	7	7	1					1	0	105	0	173	8	2.177	21	279	9.853	3
08/08/07	97	2	5	0						0	160	4	257	7	3.434	21	2.838	21.144	3
05/11/07	93	-1	7	1							207	16	300	14	4.079	20	3.558	28.084	3
08/01/08	127	16	13	3							221	7	348	23	4.378	20	60	11.506	1
30/04/08	136	2	9	-1							222	0	358	3	4.837	22	140	10.467	3
06/08/08	134	-1	10	0					3	1	247	8	384	8	5.738	23	176	8.791	3
06/10/08	132	-1	13	1					2	0	317	34	451	33	5.666	18	72	27.661	2
11/12/08	139	3	19	3					10	4	410	42	559	49	7.007	17	105	18.242	2
28/05/09		-25		-3						-2	23	-69	23	-96	134	6	144	3.250	3
01/06/09											15	-60	15	-60	180	12		1.799	3
09/06/09											16	4	16	4	256	16	93	1.801	3
03/07/09											28	15	28	15	368	13	43	1.668	3
15/10/09	16	5	4	1					1	0	57	8	74	13	640	11	26	5.582	3
07/04/10	69	9	3	0						0	80	4	149	13	1.695	21		4.088	3
29/06/10	73	1	5	1					1	0	103	8	177	10	1.593	15		4.884	3
15/11/10	70	-1	6	0					2	0	137	7	209	7	2.194	16		5.506	3
11/03/11	96	7	8	1					2		222	22	320	29	2.894	13	2.969	37.050	3
12/07/11	92	-1	7	0					1	0	164	-14	257	-15	2.784	17		5.666	3
16/11/11	87	-1	11	1					2	0	179	4	268	3	3.537	20	96	7.744	3
15/03/12	127	10	13	1			1	0	3	0	233	14	364	24	4.052	17	75	9.367	2
23/07/12	125	0	14	0			1		6	1	245	3	377	3	4.412	18		7.856	3
14/11/12	138	3	17	1			2	0	2	-1	290	12	432	14	1.301	4	1.872	24.099	3
08/04/13	106	-7	15	0			3	0	2		337	10	448	3	1.700	5	24	20.535	3
03/07/13	95	-4	22	2			4	0	4	1	375	13	478	10	1.694	5		20.827	3
29/10/13	69	-7	22				6	1	5	0	399	6	479	0	2.690	7		21.832	3
18/03/14	77	2	21	0			3	-1	4	0	406	2	490	2	4.003	10		22.032	3
21/07/14	33	-11	25	1			3		4		430	6	470	-5	5.686	13	1.770	25.888	3

E.T. SAN JAVIER - REACTOR LP1 FB

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
24/01/05	521		424		2		315		113		1.050		2.001		12.832	12	1.175	62.592	
08/04/05	529	3	458	14	2		325	4	118	2	1.093	17	2.067	27	16.023	15	3.390	65.425	2
19/07/05	548	6	466	2	1	0	312	-4	112	-2	1.162	20	2.135	20	16.394	14	311	60.356	3
20/10/05	546	-1	532	21	5	1	379	22	129	5	1.494	107	2.553	135	15.996	11	474	36.087	
21/11/05		-512		-499		-5		-355		-121	18	-1.384	18	-2.377	98	5	68	3.106	3
24/11/05	5	50	6	60			4	40			35	170	44	260	315	9		4.943	
19/01/06	94	48	24	10			21	9	6	3	133	53	254	113	1.731	13	118	3.547	
19/04/06	165	24	38	5			30	3	10	1	145	4	350	32	2.213	15	1.219	14.217	1
24/07/06	261	30	70	10			52	7	16	2	162	5	491	44	2.322	14		4.521	
13/03/07	494	30	144	10			109	7	32	2	267	14	902	53	3.624	14	46	4.923	
26/07/07	443	-11	154	2			119	2	35	1	260	-2	857	-10	3.428	13		5.103	3
05/11/07	435	-2	178	7			155	11	44	3	311	15	945	26	4.055	13		7.966	2
08/01/08	501	31	248	33			212	27	61	8	383	34	1.157	99	5.000	13	388	7.990	
30/04/08	554	14	238	-3			224	3	62	0	374	-2	1.214	15	5.136	14	36	6.722	2
06/08/08	523	-9	296	18			259	11	79	5	450	23	1.311	30	5.972	13	62	5.618	1
06/10/08	512	-5	301	2			274	7	81	1	478	14	1.345	17	6.053	13	30	7.583	3
11/12/08	562	23	346	20			322	22	95	6	599	55	1.578	106	7.136	12	33	7.463	
28/05/09		-100	6	-61				-58	2	-17	39	-100	41	-274	149	4	153	2.966	3
01/06/09			3	-23			1	8		-15	28	-83	29	-90	185	7	1.322	8.461	3
09/06/09			5	8			4	11			27	-4	31	8	235	9	151	3.070	2
03/07/09	19	24	13	10			9	6	2	3	37	13	67	45	361	10		3.481	1
15/10/09	73	16	36	7			31	6	9	2	87	14	200	38	768	9		7.056	1
07/04/10	308	41	82	8	2	0	101	12	26	3	141	9	578	65	2.210	16		4.374	
29/06/10	277	-11	117	13	3	0	115	5	26		196	20	617	14	2.176	11		5.747	1
15/11/10	369	20	189	16	5	0	199	18	46	4	292	21	911	63	3.085	11	143	5.527	1
11/03/11	438	18	224	9	4	0	241	11	52	2	360	18	1.095	48	3.710	10	9.426	47.993	1
12/07/11	461	6	266	10	7	1	293	13	61	2	322	-9	1.144	12	3.422	11		4.464	1
16/11/11	483	5	325	14	10	1	380	21	81	5	373	12	1.327	43	4.444	12		6.580	1
15/03/12	555	18	388	16	7	-1	438	15	92	3	443	18	1.535	52	4.883	11	55	9.582	1
23/07/12	570	3	396	2	5	0	452	3	93	0	467	6	1.587	12	5.087	11		8.679	3
14/11/12	515	-14	456	16	4	0	457	1	102	2	511	12	1.589	1	1.507	3		16.394	1
08/04/13	453	-13	493	8	4		511	11	114	2	586	16	1.668	16	2.352	4	229	21.744	2
03/07/13	432	-7	535	15	5	0	566	19	129	5	603	6	1.735	23	2.376	4		18.900	1
29/10/13	397	-9	575	10	7	1	617	13	134	1	674	18	1.829	24	3.668	5		19.330	1
18/03/14	339	-12	547	-6	6	0	585	-7	130	-1	658	-3	1.718	-24	4.901	7		20.666	3
21/07/14	360	5	594	11	11	1	591	1	119	-3	740	20	1.821	25	7.236	10	1.756	24.180	1

E.T. SAN JAVIER - REACTOR LP1 FC

Fecha	Gases Com bustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/07/05	402		108				14		27		587		1.030		11.057	19		30.621	
21/11/05		-96		-26				-3		-6	33	-133	33	-239	305	9	4.042	21.026	3
19/01/06	70	36	9	5			1	1	3	2	105	37	179	74	1.494	14	916	8.557	
24/07/06	170	16	19	2			3	0	4	0	100	-1	277	16	1.948	19	169	6.235	1
08/08/07	306	11	47	2			16	1	11	1	157	5	490	17	3.055	19	76	13.203	2
05/11/07	228	-26	47				18	1	12	0	235	26	493	1	3.605	15	6.077	48.521	3
07/01/08	336	51	64	8			23	2	14	1	202	-16	575	39	3.937	19		8.523	
16/04/08	410	22	66	1			22	0	15	0	218	5	665	27	4.459	20	160	10.776	1
06/08/08	373	-10	81	4			25	1	19	1	268	13	685	5	5.385	20	1.627	15.360	3
06/10/08	396	11	78	-1			25		21	1	298	15	740	27	4.848	16		19.521	2
11/12/08	456	27	107	13			32	3	27	3	411	51	926	85	6.193	15	20	12.177	
28/05/09		-81		-19				-6		-5	7	-72	7	-164	47	7	118	1.207	3
01/06/09											23	120	23	120	183	8	1.690	9.509	
09/06/09			2	8							22	-4	22	-4	258	12	76	1.515	3
03/07/09	12	15	5	4			2	3			30	10	44	28	390	13		1.927	1
15/10/09	48	10	15	3			7	1	3	1	59	8	117	21	608	10	231	12.720	2
07/04/10	191	25	30	3			19	2	8	1	83	4	301	32	1.493	18		3.509	1
29/06/10	157	-12	38	3			25	2	8		112	10	302	0	1.491	13		4.380	3
15/11/10	193	8	56	4			47	5	13	1	160	10	413	24	2.059	13	274	6.211	3
11/03/11	242	13	66	3			48	0	14	0	166	2	470	15	2.478	15	397	5.381	2
12/07/11	255	3	84	4	1	0	59	3	17	1	175	2	507	9	2.337	13	141	4.079	1
16/11/11	256	0	101	4	1		87	7	24	2	220	11	588	19	3.307	15	4.300	35.682	3
15/03/12	326	18	118	4		0	93	2	28	1	246	7	693	26	3.487	14		6.233	1
23/07/12	356	7	140	5	1	0	106	3	30	0	267	5	760	15	3.841	14	87	7.147	1
14/11/12	389	9	159	5		0	117	3	33	1	280	3	819	16	3.969	14		5.513	3
08/04/13	409	4	187	6			139	5	39	1	341	13	928	23	4.900	14	55	7.562	3
03/07/13	429	7	224	13	1	0	163	8	48	3	392	18	1.033	37	4.998	13		8.264	1
29/10/13	396	-8	217	-2	1		156	-2	49	0	330	-16	932	-26	2.757	8		23.717	3
18/03/14	327	-15	230	3		0	111	-10	51	0	338	2	827	-23	634	2	206	30.768	3
21/07/14	307	-5	242	3	2	0	111		47	-1	337	0	804	-6	531	2	1.949	33.205	1

E.T. SAN JAVIER - REACTOR LP2 FA

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/07/05	204		23						5		581		790		11.040	19		37.625	
24/07/06	334	11	27	0					6	0	769	15	1.109	26	13.175	17		17.214	2
12/07/07	449	10	30	0					2	0	720	-4	1.171	5	13.903	19		16.946	3
05/11/07	517	18	36	2					5	1	985	69	1.507	87	15.642	16		26.329	
07/01/08	430	-41	35	0					10	2	897	-42	1.337	-81	17.068	19	67	19.529	3
06/03/08		-219		-18						-5	7	-453	7	-676	99	14		1.249	3
07/03/08											21	420	21	420	133	6	43	5.317	
08/03/08											14	-210	14	-210	143	10		4.697	3
13/03/08			2	12							40	156	40	156	254	6	100	7.502	
26/03/08	11	25		-5							41	2	52	28	363	9		10.077	
16/04/08	15	6	7	10							58	24	73	30	386	7	79	12.359	2
06/08/08	156	38	5	-1							119	16	275	54	987	8	2.722	25.299	
06/10/08	189	16	6	0							126	3	315	20	923	7	110	13.706	1
11/12/08	236	21	7	0					3	1	190	29	429	52	1.072	6	157	14.292	1
18/03/09	319	26	12	2						-1	141	-15	460	10	789	6		18.515	
17/07/09	287	-8	17	1					7	2	201	15	495	9	885	4	10	14.524	3
10/11/09	301	4	11	-2					2	-1	193	-2	496	0	1.074	6	61	17.084	3
07/04/10	339	8	12	0					2		233	8	574	16	1.760	8		16.506	3
29/06/10	207	-48	15	1			2	1	3	0	250	6	462	-40	1.417	6		17.460	3
25/11/10	194	-3	15				1	0	4	0	324	15	523	12	1.982	6	245	23.587	3
11/03/11	221	8	15					0	3	0	268	-16	492	-9	2.537	9	333	18.490	3
25/07/11	211	-2	18	1					4	0	298	7	513	5	2.794	9	200	18.789	3
18/11/11	177	-9	18						5	0	307	2	489	-6	3.210	10	207	19.088	3
15/03/12	199	6	20	1					4	0	340	8	543	14	4.144	12	282	22.386	3
26/07/12	104	-21	16	-1			4	1	5	0	251	-20	364	-40	3.363	13	4.883	35.501	3
14/11/12	226	33	24	2				-1	5		354	28	585	60	4.644	13	97	19.499	
08/04/13	246	4	27	1					5		427	15	678	19	5.750	13		22.997	3
03/07/13	200	-16	30	1			3	1	8	1	405	-8	616	-22	2.021	5		26.385	3
29/10/13	157	-11	31	0			2	0	8		476	18	643	7	1.290	3	235	30.145	3
25/03/14	127	-6	30	0			1	0	6	0	434	-9	568	-15	1.542	4	136	31.170	3
24/07/14	108	-5	35	1			1		7	0	486	13	602	8	1.893	4	1.178	33.349	3

E.T. SAN JAVIER - REACTOR LP2 FB

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
24/01/05	163		63		3		77		16		118		377		1.102	9	2.080	18.200	
08/04/05	187	10	80	7	4	0	108	13	24	3	156	15	479	41	1.755	11	5.812	31.879	1
19/07/05	341	45	166	25	8	1	188	24	42	5	183	8	762	83	2.005	11	226	11.572	
22/07/05	404	630	177	110	9	10	193	50	43	10	181	-20	830	680	1.982	11		4.673	
20/10/05	384	-7	284	36	15	2	324	44	69	9	321	47	1.113	94	2.405	7	311	7.894	
26/10/05	422	190	299	75	17	10	340	80	74	25	305	-80	1.158	225	2.515	8		4.462	
09/11/05	396	-56	295	-9	17		339	-2	73	-2	310	11	1.135	-49	2.494	8		4.857	3
25/11/05	455	111	340	84	19	4	381	79	82	17	350	75	1.287	285	2.512	7	133	7.278	
18/12/05	422	-43	334	-8	16	-4	394	17	81	-1	362	16	1.275	-16	1.820	5	1.134	12.434	1
19/01/06	541	112	410	71	15	-1	493	93	104	22	409	44	1.562	269	3.512	9	1.307	12.967	
31/01/06	552	28	403	-18	18	8	492	-3	96	-20	403	-15	1.561	-3	2.855	7		6.816	
19/04/06	668	45	455	20	19	0	542	19	105	3	409	2	1.743	70	3.754	9	61	7.360	
24/07/06	741	23	534	25	24	2	600	18	116	3	420	3	1.901	49	3.478	8	30	8.040	1
13/03/07	1.100	46	791	33	27	0	839	31	157	5	675	33	2.798	116	4.749	7	80	20.464	
12/07/07	964	-34	694	-24	28	0	784	-14	151	-1	566	-27	2.493	-76	4.301	8		9.864	1
05/11/07	1.019	14	848	40	41	3	971	48	190	10	763	51	2.984	127	5.147	7		16.817	
07/01/08	879	-67	974	60	41		1.104	63	213	11	763		3.000	8	5.754	8	35	9.243	
06/03/08		-447		-495		-21		-561		-108	15	-380	15	-1.518	54	4		4.148	3
07/03/08			7	210			2	60	2	60	34	570	38	690	116	3		9.646	
08/03/08			3	-120			2			-60	42	240	44	180	122	3	172	7.094	
13/03/08	6	36	5	12			5	18	2	12	39	-18	52	48	230	6	167	4.988	
26/03/08	21	35	19	32	2	5	18	30	6	9	46	16	93	95	516	11	32	8.025	
16/04/08	54	47	33	20	2		29	16	10	6	64	26	159	94	661	10		6.650	
06/08/08	126	19	99	18	9	2	87	16	28	5	94	8	344	50	1.200	13	112	5.527	1
06/10/08	146	10	137	19	8	0	115	14	38	5	136	21	443	49	1.364	10	80	12.044	1
11/12/08	186	18	186	22	10	1	153	17	54	7	195	27	598	70	1.942	10	76	13.737	1
18/03/09	308	38	244	18	7	-1	177	7	54		150	-14	696	30	1.757	12		9.097	
17/07/09	395	22	310	16	18	3	283	26	77	6	244	23	1.017	80	2.213	9		5.850	
10/11/09	473	20	453	37	20	1	447	42	156	20	333	23	1.429	107	2.735	8	1.882	19.624	
07/04/10	650	36	560	22	28	2	638	39	154	0	484	31	1.954	106	3.592	7		7.302	
29/06/10	522	-46	653	34	46	7	653	5	133	-8	523	14	1.877	-28	3.255	6	55	9.013	
25/11/10	716	39	954	61	75	6	999	70	197	13	762	48	2.749	176	4.179	5	236	10.406	
11/03/11	635	-23	895	-17	46	-8	977	-6	190	-2	639	-35	2.487	-74	4.431	7	250	10.437	3
25/07/11	873	53	1.128	51	84	8	1.317	75	241	11	716	17	3.231	164	4.800	7		8.892	
18/11/11	834	-10	1.211	21	103	5	1.404	23	255	4	810	24	3.406	45	5.035	6	110	10.415	1
15/03/12	766	-17	1.259	12	69	-9	1.471	17	272	4	815	1	3.393	-3	5.199	6		20.906	1
26/07/12	623	-32	1.169	-20	77	2	1.433	-9	265	-2	684	-30	3.082	-70	4.760	7	8.247	31.037	1
14/11/12	914	79	1.599	116	66	-3	1.805	101	321	15	925	65	4.031	256	5.731	6		10.787	
08/04/13	889	-5	1.802	42	68	0	2.057	52	370	10	1.106	37	4.490	95	6.786	6		16.518	
03/07/13	896	2	1.847	16	83	5	2.166	38	390	7	1.082	-8	4.617	44	6.397	6		13.766	
29/10/13	948	13	2.174	83	64	-5	2.467	77	454	16	1.215	34	5.148	135	3.760	3		14.777	
25/03/14	993	9	1.965	-43	69	1	2.149	-65	408	-9	1.094	-25	4.713	-89	3.023	3		20.488	1
24/07/14	1.452	114	2.526	139	195	31	2.707	138	445	9	1.391	74	6.190	366	4.120	3	879	20.273	
15/10/14	1.285	-60	2.394	-48	171	-9	2.647	-22	378	-24	1.314	-28	5.795	-143	7.320	6	1.260	23.925	3

E.T. SAN JAVIER - REACTOR LP2 FC

Fecha	Gases Com bustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/07/05	795		31				14		7		587		1.403		8.717	15	3.614	40.277	
22/07/05	78	-7.170	30	-10			14		6	-10	563	-240	661	-7.420	8.733	16		14.900	3
25/07/05	42	-360	31	10			15	10	6		554	-90	617	-440	8.614	16		14.548	2
24/07/06	106	5	39	1			14	0	8	0	686	11	814	16	9.454	14		18.077	3
12/07/07	207	9	49	1			12	0	7	0	664	-2	890	6	10.074	15		17.299	3
05/11/07	449	63	63	4			27	4	13	2	765	26	1.254	94	11.204	15	52	20.989	
07/01/08	467	9	65	1			31	2	15	1	807	20	1.320	31	12.360	15	25	20.284	2
06/03/08		-237		-33				-16		-8	53	-383	53	-644	282	5	111	8.612	3
07/03/08	6	180									33	-600	39	-420	231	7	72	6.057	
08/03/08	12	180	3	90							34	30	46	210	284	8	555	7.490	
13/03/08	8	-24	5	12					2	12	88	324	98	312	404	5	182	8.352	
26/03/08		-18	4	-2						-5	46	-97	46	-120	500	11	48	5.787	3
16/04/08				-6							47	1	47	1	670	14		1.700	3
06/08/08	57	15	8	2			7	2			99	14	163	31	1.243	13	264	5.459	1
06/10/08	95	19	8				11	2			96	-1	202	19	1.308	14	82	3.280	1
11/12/08	224	59	19	5			12	0	5	2	211	52	452	114	1.854	9		14.282	
18/03/09	118	-33	19				11	0	6	0	124	-27	259	-60	1.669	13		8.392	3
17/07/09	71	-12	30	3			17	1	8	0	208	21	304	11	2.335	11	42	4.281	3
10/11/09	89	5	42	3			33	4	9	0	191	-4	322	5	2.697	14	58	6.107	3
07/04/10	108	4	44	0			40	1	10	0	253	13	411	18	3.944	16	142	6.715	3
29/06/10	115	3	52	3	2	1	49	3	11	0	280	10	457	17	3.542	13		6.667	1
25/11/10	147	6	88	7	2		87	8	19	2	383	21	638	36	4.727	12	162	8.136	2
11/03/11	146	0	83	-1	1	0	78	-3	17	-1	352	-9	594	-12	5.305	15	318	9.705	3
25/07/11	182	8	112	6	3	0	121	9	25	2	371	4	702	24	5.898	16	70	7.986	1
18/11/11	194	3	142	8	6	1	153	8	30	1	428	15	811	28	6.432	15	55	9.206	1
15/03/12	215	5	148	2	3	-1	160	2	35	1	449	5	862	13	6.844	15		10.653	3
26/07/12	168	-11	328	41	20	4	477	72	98	14	372	-17	1.135	62	5.418	15	10.178	36.416	
14/11/12	289	33	193	-36	2	-5	212	-72	42	-15	470	26	1.015	-32	6.899	15		9.116	
08/04/13	297	2	222	6	2		244	7	49	1	581	23	1.173	33	8.715	15		12.610	2
03/07/13	321	8	252	10	3	0	206	-13	58	3	420	-56	1.008	-58	1.914	5		30.039	1
29/10/13	311	-3	289	9	4	0	233	7	70	3	527	27	1.145	35	1.112	2		33.487	1
25/03/14	292	-4	275	-3	3	0	237	1	66	-1	563	7	1.161	3	1.252	2		34.652	3
24/07/14	322	7	321	11	10	2	287	12	70	1	621	14	1.310	37	1.098	2	1.007	38.439	1
15/10/14	352	11	342	8	13	1	328	15	69	0	672	18	1.434	45	1.105	2	1.269	37.844	1

E.T. SAN JAVIER - REACTOR LSGU FA

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
24/01/05	305		151				151		40		820		1.316		11.278	14		26.602	
08/04/05	252	-21	151				150	0	40		752	-28	1.194	-49	13.418	18	535	24.168	3
19/07/05	299	14	162	3			155	1	41	0	843	27	1.338	42	14.131	17		21.564	2
22/07/05	324	250	156	-60	2	20	143	-120	38	-30	854	110	1.361	230	13.460	16		22.213	
20/10/05	218	-35	172	5	1	0	173	10	42	1	1.080	75	1.514	51	13.771	13	2.565	28.161	2
19/01/06	325	35	206	11		0	216	14	56	5	1.295	71	1.892	125	17.383	13	90	22.770	
24/04/06	313	-4	212	2			203	-4	50	-2	1.052	-77	1.618	-87	16.633	16		23.428	3
24/07/06	380	22	215	1			208	2	52	1	1.035	-6	1.675	19	16.580	16	55	23.499	1
13/03/07	392	2	236	3			200	-1	52		1.156	16	1.800	16	14.974	13	429	33.711	3
12/07/07	444	13	213	-6			196	-1	50	0	933	-55	1.623	-44	14.584	16		21.911	2
05/11/07	393	-13	254	11	2	1	260	17	64	4	1.161	59	1.880	66	16.632	14	563	28.638	1
08/01/08	430	17	283	14		-1	285	12	74	5	1.160	0	1.949	32	17.971	15	17	26.510	1
30/04/08	301	-34	245	-10			272	-3	69	-1	985	-46	1.627	-85	16.576	17	5.025	41.001	3
06/08/08	406	32	325	24			330	18	84	5	1.361	115	2.181	170	20.952	15		24.915	
06/10/08	329	-38	296	-14	6	3	317	-6	77	-3	1.269	-45	1.998	-90	18.986	15	1.902	35.106	1
11/12/08	436	49	364	31		-3	380	29	98	10	1.665	180	2.579	264	23.737	14	43	26.081	
26/05/09	487	9	341	-4			339	-7	83	-3	1.142	-95	2.051	-95	19.182	17	123	29.553	3
03/07/09	485	-2	334	-6	2	2	351	9	89	5	1.074	-54	2.001	-39	18.569	17	83	24.942	1
20/11/09	496	2	399	14	4	0	390	8	94	1	1.281	44	2.265	57	21.120	16	40	29.269	1
27/04/10	412	-16	439	8	3	0	479	17	110	3	1.872	112	2.876	116	17.389	9		28.472	
05/07/10	392	-9	395	-19	3		430	-21	101	-4	1.594	-121	2.520	-155	15.081	9	1.692	32.316	3
11/11/10	528	32	476	19	1	0	508	18	122	5	1.888	68	3.047	123	19.435	10	282	29.253	
10/03/11	538	3	465	-3		0	490	-5	118	-1	1.617	-68	2.763	-72	22.511	14	1.310	44.621	3
03/05/11	586	27	481	9	2	1	513	13	122	2	1.528	-49	2.751	-7	20.694	14	197	27.532	
04/06/11		-549	1	-450		-2	1	-480		-114	16	-1.418	17	-2.563	238	15		2.041	3
12/06/11				-4			2	4			24	30	26	34	367	15		2.016	2
13/06/11							2				27	90	29	90	440	16		2.458	
14/06/11	8	240	2	60			4	60			40	390	52	690	464	12		1.552	
06/07/11	15	10	7	7			11	10	2	3	57	23	85	45	641	11	181	3.972	2
15/11/11	71	13	39	7	4	1	49	9	10	2	119	14	253	38	1.662	14	50	20.522	1
15/03/12	222	37	76	9	4		99	12	19	2	184	16	528	68	2.663	14		6.219	
27/07/12	253	7	106	7	4		134	8	27	2	199	3	617	20	2.599	13	1.759	16.621	3
12/11/12	372	33	191	24	14	3	258	34	42	4	319	33	1.005	108	870	3		20.676	
08/04/13	507	28	324	27	35	4	537	57	78	7	442	25	1.599	121	1.659	4	57	22.458	
03/07/13	606	35	420	33	58	8	737	70	100	8	464	8	1.965	128	1.594	3		17.671	
29/10/13	715	28	564	37	80	6	1.008	69	130	8	593	33	2.526	143	2.570	4		19.253	
13/03/14	681	-8	596	7	69	-2	1.088	18	144	3	617	5	2.599	16	3.845	6		20.706	1
21/07/14	747	15	627	7	56	-3	1.080	-2	125	-4	631	3	2.639	9	4.364	7	1.786	22.204	1

E.T. SAN JAVIER - REACTOR LSGU FB

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
24/01/05	305		151				151		40		820		1.316		11.278	14		26.602	
08/04/05	252	-21	151				150	0	40		752	-28	1.194	-49	13.418	18	535	24.168	3
19/07/05	299	14	162	3			155	1	41	0	843	27	1.338	42	14.131	17		21.564	2
22/07/05	324	250	156	-60	2	20	143	-120	38	-30	854	110	1.361	230	13.460	16		22.213	
20/10/05	218	-35	172	5	1	0	173	10	42	1	1.080	75	1.514	51	13.771	13	2.565	28.161	2
19/01/06	325	35	206	11		0	216	14	56	5	1.295	71	1.892	125	17.383	13	90	22.770	
24/04/06	313	-4	212	2			203	-4	50	-2	1.052	-77	1.618	-87	16.633	16		23.428	3
24/07/06	380	22	215	1			208	2	52	1	1.035	-6	1.675	19	16.580	16	55	23.499	1
13/03/07	392	2	236	3			200	-1	52		1.156	16	1.800	16	14.974	13	429	33.711	3
12/07/07	444	13	213	-6			196	-1	50	0	933	-55	1.623	-44	14.584	16		21.911	2
05/11/07	393	-13	254	11	2	1	260	17	64	4	1.161	59	1.880	66	16.632	14	563	28.638	1
08/01/08	430	17	283	14		-1	285	12	74	5	1.160	0	1.949	32	17.971	15	17	26.510	1
30/04/08	301	-34	245	-10			272	-3	69	-1	985	-46	1.627	-85	16.576	17	5.025	41.001	3
06/08/08	406	32	325	24			330	18	84	5	1.361	115	2.181	170	20.952	15		24.915	
06/10/08	329	-38	296	-14	6	3	317	-6	77	-3	1.269	-45	1.998	-90	18.986	15	1.902	35.106	1
11/12/08	436	49	364	31		-3	380	29	98	10	1.665	180	2.579	264	23.737	14	43	26.081	
26/05/09	487	9	341	-4			339	-7	83	-3	1.142	-95	2.051	-95	19.182	17	123	29.553	3
03/07/09	485	-2	334	-6	2	2	351	9	89	5	1.074	-54	2.001	-39	18.569	17	83	24.942	1
20/11/09	496	2	399	14	4	0	390	8	94	1	1.281	44	2.265	57	21.120	16	40	29.269	1
27/04/10	412	-16	439	8	3	0	479	17	110	3	1.872	112	2.876	116	17.389	9		28.472	
05/07/10	392	-9	395	-19	3		430	-21	101	-4	1.594	-121	2.520	-155	15.081	9	1.692	32.316	3
11/11/10	528	32	476	19	1	0	508	18	122	5	1.888	68	3.047	123	19.435	10	282	29.253	
10/03/11	538	3	465	-3		0	490	-5	118	-1	1.617	-68	2.763	-72	22.511	14	1.310	44.621	3
03/05/11	586	27	481	9	2	1	513	13	122	2	1.528	-49	2.751	-7	20.694	14	197	27.532	
04/06/11		-549	1	-450		-2	1	-480		-114	16	-1.418	17	-2.563	238	15		2.041	3
12/06/11				-4			2	4			24	30	26	34	367	15		2.016	2
13/06/11							2				27	90	29	90	440	16		2.458	
14/06/11	8	240	2	60			4	60			40	390	52	690	464	12		1.552	
06/07/11	15	10	7	7			11	10	2	3	57	23	85	45	641	11	181	3.972	2
15/11/11	71	13	39	7	4	1	49	9	10	2	119	14	253	38	1.662	14	50	20.522	1
15/03/12	222	37	76	9	4		99	12	19	2	184	16	528	68	2.663	14		6.219	
27/07/12	253	7	106	7	4		134	8	27	2	199	3	617	20	2.599	13	1.759	16.621	3
12/11/12	372	33	191	24	14	3	258	34	42	4	319	33	1.005	108	870	3		20.676	
08/04/13	507	28	324	27	35	4	537	57	78	7	442	25	1.599	121	1.659	4	57	22.458	
03/07/13	606	35	420	33	58	8	737	70	100	8	464	8	1.965	128	1.594	3		17.671	
29/10/13	715	28	564	37	80	6	1.008	69	130	8	593	33	2.526	143	2.570	4		19.253	
13/03/14	681	-8	596	7	69	-2	1.088	18	144	3	617	5	2.599	16	3.845	6		20.706	1
21/07/14	747	15	627	7	56	-3	1.080	-2	125	-4	631	3	2.639	9	4.364	7	1.786	22.204	1

E.T. SAN JAVIER - REACTOR LSGU FC

Fecha	Gases Com bustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/07/05	274		72						18		755		1.047		11.196	15	1.795	45.748	
22/07/05	318	440	75	30					17	-10	782	270	1.117	700	11.051	14		38.878	
25/07/05	288	-300	73	-20					16	-10	743	-390	1.047	-700	10.533	14		36.760	3
24/07/06	258	-2	90	1					20	0	896	13	1.174	10	13.054	15	906	48.653	3
12/07/07	359	9	99	1					20		890	-1	1.269	8	12.505	14		45.404	3
05/11/07	316	-11	118	5					23	1	1.090	52	1.429	41	13.441	12	336	53.844	2
08/01/08	283	-15	115	-1					25	1	1.033	-27	1.341	-41	14.474	14	1.280	54.561	3
30/04/08	249	-9	107	-2					27	1	937	-25	1.213	-34	14.939	16	3.372	60.992	3
06/08/08	247	-1	108	0					27		1.058	37	1.332	36	14.911	14		45.467	2
06/10/08	250	1	117	4					28	0	1.240	90	1.518	91	16.436	13	119	54.473	
11/12/08	277	12	142	11					39	5	1.596	162	1.912	179	19.883	12	95	58.695	
26/05/09	316	7	140	0					31	-1	1.099	-90	1.446	-84	16.352	15		61.322	3
03/07/09	308	-6	131	-7					30	-1	1.003	-76	1.341	-83	15.760	16	91	55.208	3
20/11/09	274	-7	156	5					35	1	1.271	57	1.580	51	18.953	15	453	71.294	2
27/04/10	225	-9	142	-3					36	0	1.740	89	2.001	80	16.137	9		64.644	1
05/07/10	221	-2	137	-2					31	-2	1.472	-117	1.724	-120	13.471	9	445	61.958	3
11/11/10	312	21	169	7					40	2	1.796	75	2.148	99	17.134	10		68.364	
10/03/11	344	8	166	-1					39	0	1.488	-78	1.871	-70	19.013	13	186	68.393	3
03/05/11	335	-5	168	1					39		1.386	-57	1.760	-62	17.770	13		63.722	3
04/06/11		-314		-158						-37	9	-1.291	9	-1.642	150	17		1.515	3
12/06/11											21	45	21	45	295	14	299	2.422	2
13/06/11											31	300	31	300	367	12	268	3.030	
14/06/11											34	90	34	90	403	12		2.984	
06/07/11			4	5							69	48	69	48	320	5	229	5.982	2
15/11/11	16	4	8	1			1	0	3	1	142	17	162	21	456	3	88	12.606	3
15/03/12	39	6	14	1			1		2	0	197	14	239	19	968	5	120	15.282	3
27/07/12	60	5	16	0			2	0	2		193	-1	257	4	997	5		14.317	3
12/11/12	76	4	22	2			3	0	3	0	219	7	301	12	1.417	6		21.986	3
08/04/13	66	-2	28	1			4	0	6	1	281	13	357	11	2.314	8	47	18.550	3
03/07/13	70	1	32	1			3	0	8	1	278	-1	359	1	2.194	8		18.164	3
29/10/13	43	-7	35	1			5	1	8		305	7	361	1	2.492	8	437	28.586	3
13/03/14	65	5	41	1			5		8		337	7	415	12	3.574	11	100	19.809	3
21/07/14	28	-9	39	0			4	0	8		314	-5	354	-14	4.087	13	1.763	21.446	3

E.T. COLONIA ELÍA - REACTOR LCAMP FA

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
21/06/05			142				71		151		235		457		5.488	23	66	28.336	
21/06/06	12	1	182	3			88	1	190	3	282	4	572	9	6.391	23	100	33.488	3
25/06/07		-1	160	-2			81	-1	178	-1	258	-2	517	-4	5.706	22		29.947	3
17/12/07			159	0			81		168	-2	269	2	518	0	5.710	21	118	32.475	3
30/06/08			182	4			93	2	209	6	264	-1	566	7	6.585	25	219	33.870	3
16/10/08	16	4	208	7			100	2	220	3	348	23	684	33	7.521	22		34.621	2
18/12/08	15	0	195	-6			93	-3	216	-2	350	1	674	-5	7.687	22		36.087	3
18/03/09		-5	179	-5			91	-1	185	-10	247	-34	523	-50	5.423	22		37.973	3
06/07/09			171	-2			84	-2	191	2	245	-1	520	-1	5.805	24	435	33.701	3
05/10/09			180	3			83	0	207	5	279	11	569	16	6.165	22	525	34.040	3
21/04/10	10	2	219	6	1	0	104	3	209	0	390	17	714	22	7.122	18	180	39.461	1
24/06/10	12	1	183	-17		0	93	-5	191	-8	343	-22	639	-35	5.699	17	199	34.306	3
21/10/10	14	1	182	0			102	2	208	4	352	2	676	9	6.547	19	249	35.826	3
10/03/11	7	-2	182				97	-1	197	-2	286	-14	587	-19	6.588	23		33.337	3
27/06/11	5	-1	186	1			98	0	200	1	276	-3	579	-2	5.691	21		33.467	3
18/10/11	19	4	197	3			97	0	217	5	298	6	631	14	6.613	22		35.776	3
13/02/12	20	0	204	2	2	1	105	2	211	-2	300	1	638	2	7.080	24		36.967	1
05/07/12	15	-1	179	-5		0	99	-1	200	-2	271	-6	585	-11	6.807	25	894	38.914	3
29/11/12	14	0	197	4			103	1	212	2	259	-2	588	1	5.631	22		35.116	3
17/06/13		-2	195	0	1	0	113	2	219	1	300	6	633	7	6.518	22		37.068	1
08/10/13				-52		0		-30		-58	4	-79	4	-167	60	15		3.646	3
24/10/13			7	13			3	6	7	13	50	86	60	105	1.735	35		7.990	
13/03/14			24	4			15	3	26	4	77	6	118	12	2.627	34	1.310	21.668	3
10/06/14			29	2	1	0	22	2	30	1	66	-4	119	0	2.373	36	1.309	13.073	1

E.T. COLONIA ELÍA - REACTOR LCAMP FB

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
21/06/05	18		228		4		287		188		263		760		5.730	22	144	29.171	
21/06/06	21	0	289	5	5	0	358	6	234	4	302	3	920	13	6.510	22	269	32.212	1
25/06/07	20	0	255	-3	6	0	333	-2	231	0	267	-3	857	-5	5.833	22	1.765	35.818	1
17/12/07	33	2	256	0	6		332	0	210	-4	300	6	881	4	5.940	20	94	32.374	3
30/06/08	30	0	301	7	9	0	376	7	264	8	308	1	987	16	6.964	23	121	34.405	1
16/10/08	26	-1	350	14	11	1	428	14	289	7	403	26	1.157	47	8.234	20	140	36.337	1
18/12/08	28	1	324	-12	10	0	385	-20	270	-9	392	-5	1.085	-34	7.626	19	72	35.442	3
18/03/09	44	5	316	-3		-3	366	-6	222	-16	309	-28	941	-48	5.429	18		36.887	3
06/07/09	20	-7	286	-8	6	2	373	2	248	7	287	-6	934	-2	6.322	22	76	32.012	1
05/10/09	18	-1	283	-1	6		384	4	254	2	314	9	976	14	6.324	20	1.083	36.564	3
21/04/10	23	1	332	7	7	0	413	4	234	-3	439	19	1.116	21	7.311	17	551	41.880	1
24/06/10	29	3	329	-1	7		384	-14	222	-6	401	-18	1.043	-34	5.944	15	752	34.989	3
21/10/10	21	-2	318	-3	7		411	7	241	5	409	2	1.089	12	7.005	17	219	35.427	3
10/03/11	29	2	325	2	8	0	395	-3	230	-2	341	-15	1.003	-18	7.051	21		34.184	1
27/06/11	22	-2	281	-12	6	-1	390	-1	225	-1	312	-8	955	-13	5.919	19		32.401	3
18/10/11	29	2	320	10	6		424	9	271	12	340	7	1.070	31	6.763	20		36.347	2
13/02/12	27	-1	300	-5	8	1	398	-7	247	-6	325	-4	1.005	-17	7.225	22		35.436	1
05/07/12	23	-1	303	1	6	0	420	5	239	-2	327	0	1.015	2	7.634	23	66	41.564	3
29/11/12	18	-1	330	6	5	0	407	-3	266	6	294	-7	990	-5	5.856	20		64.577	3
17/06/13	26	1	332	0	4	0	415	1	301	5	252	-6	998	1	6.808	27		81.776	3
28/09/13		-8		-97		-1		-121		-88	7	-71	7	-289	123	18	809	6.217	3
24/10/13			10	12			11	13	8	9	59	60	78	82	1.587	27		9.914	
13/03/14			34	5	1	0	39	6	29	5	79	4	148	15	2.537	32		11.130	1
22/03/14	10	33	34		1		42	10	32	10	82	10	167	63	2.612	32	23	10.852	
10/06/14		-4	36	1	1		41	0	52	8	70	-5	164	-1	2.277	33	1.328	12.723	3

E.T. COLONIA ELÍA - REACTOR LCAMP FC

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
16/03/05	41		428		16		851		231		415		1.554		6.826	16	403	29.981	
21/06/05	53	4	413	-5	15	0	789	-19	207	-7	425	3	1.489	-20	6.525	15	128	27.600	3
23/09/05	50	-1	459	15	25	3	890	32	235	9	587	52	1.787	95	7.145	12		29.938	
09/11/05	41	-6	488	19	29	3	964	47	247	8	580	-4	1.861	47	7.486	13	1.293	33.352	
27/12/05	45	3	471	-11	26	-2	952	-8	241	-4	573	-4	1.837	-15	6.762	12	202	30.235	3
06/04/06	53	2	490	6	29	1	906	-14	230	-3	488	-26	1.706	-39	7.630	16	1.256	35.285	1
21/06/06	39	-6	504	6	23	-2	932	10	243	5	493	2	1.730	9	7.155	15		31.800	2
19/03/07	36	0	526	2	20	0	952	2	256	1	490	0	1.754	3	6.937	14	89	34.077	3
25/06/07	52	5	460	-20	19	0	861	-28	232	-7	450	-12	1.614	-43	6.666	15	104	31.358	3
17/12/07	50	0	451	-2	16	-1	854	-1	226	-1	472	4	1.618	1	6.519	14		32.468	3
30/06/08	45	-1	486	5	28	2	872	3	242	2	511	6	1.698	12	7.047	14	3.157	44.139	1
16/10/08	43	-1	565	22	26	-1	1.072	56	297	15	639	36	2.077	105	9.807	15	176	37.033	
18/12/08	53	5	586	10	25	0	1.046	-12	293	-2	643	2	2.060	-8	8.812	14	142	37.477	2
18/03/09	55	1	527	-20	22	-1	878	-56	244	-16	450	-64	1.649	-137	5.664	13		35.968	3
06/07/09	36	-5	477	-14	20	-1	937	16	254	3	425	-7	1.672	6	6.782	16	83	31.653	1
05/10/09	41	2	532	18	21	0	1.056	39	276	7	497	24	1.891	72	7.235	15	137	34.731	
21/04/10	51	2	596	10	22	0	1.024	-5	271	-1	691	29	2.059	25	7.982	12	1.094	43.389	1
24/06/10	44	-3	513	-39	24	1	961	-30	256	-7	637	-25	1.922	-64	6.555	10	272	33.882	1
21/10/10	31	-3	551	10	22	-1	995	9	273	4	643	2	1.964	11	7.580	12		35.097	3
10/03/11	47	3	506	-10	23	0	976	-4	264	-2	500	-31	1.810	-33	7.823	16	152	34.193	1
27/06/11	41	-2	493	-4	20	-1	924	-14	246	-5	480	-6	1.711	-27	5.990	12	158	31.690	3
18/10/11	36	-1	547	14	22	1	1.067	38	288	11	532	14	1.945	62	7.380	14		35.698	
13/02/12	38	1	542	-1	26	1	1.012	-14	273	-4	525	-2	1.874	-18	8.285	16		36.832	1
05/07/12	32	-1	515	-6	22	-1	1.018	1	282	2	483	-9	1.837	-8	8.276	17	82	35.128	3
29/11/12	38	1	578	13	23	0	1.063	9	278	-1	462	-4	1.864	6	6.577	14		35.792	1
17/06/13	34	-1	519	-9	24	0	1.039	-4	284	1	521	9	1.902	6	7.238	14		36.318	1
28/09/13		-10	2	-151		-7	7	-301	1	-82	18	-147	26	-546	273	15	231	5.415	3
12/10/13			2				7		2	2	16	-4	25	-2	427	27	6.648	18.644	3
24/10/13			14	30	3	8	31	60	5	8	62	115	101	190	1.550	25		10.481	
13/03/14	24	5	41	6	7	1	96	14	17	3	97	8	241	30	2.422	25	551	15.920	1
10/06/14	18	-2	51	3	4	-1	108	4	18	0	86	-4	234	-2	2.072	24	1.210	12.774	3

E.T. COLONIA ELÍA - REACTOR LSGA FA

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
16/03/05	111		311		19		587		127		264		1.108		3.877	15	1.005	27.787	
21/06/05	120	3	304	-2	28	3	546	-13	114	-4	270	2	1.078	-9	3.551	13	831	26.183	1
30/09/05		-36	6	-89		-8	22	-156	6	-32	14	-76	42	-308	211	15	2.533	10.718	3
27/12/05	22	8	28	8	12	4	75	18	12	2	106	31	227	63	1.279	12	3.534	27.210	1
06/04/06	75	16	57	9	18	2	137	19	18	2	102	-1	350	37	1.662	16	159	16.279	1
21/06/06	70	-2	68	4	20	1	171	13	23	2	127	10	411	24	1.650	13		16.909	1
14/03/07	121	6	105	4	24	0	248	9	32	1	142	2	567	18	1.726	12	451	28.899	1
25/06/07	138	5	104	0	25	0	271	7	38	2	136	-2	608	12	1.668	12	1.049	25.143	1
17/12/07	154	3	121	3	28	1	330	10	46	1	152	3	710	17	1.806	12	239	19.145	1
30/06/08	148	-1	159	6	32	1	393	10	56	2	180	4	809	15	2.104	12	236	17.686	1
16/10/08	171	6	193	9	42	3	499	29	70	4	213	9	995	52	2.562	12	252	20.420	
18/12/08	173	1	198	2	38	-2	482	-8	70		214	0	977	-9	2.487	12	149	20.111	3
18/03/09	142	-10	200	1	29	-3	447	-12	65	-2	156	-19	839	-46	1.823	12	1.314	23.865	3
06/07/09	148	2	174	-7	31	1	483	10	65		151	-1	878	11	1.816	12	97	17.162	1
05/10/09	168	7	203	10	39	3	568	28	71	2	196	15	1.042	54	2.261	12	102	19.529	
21/04/10	151	-3	250	7	40	0	601	5	79	1	245	7	1.116	11	2.456	10		20.504	1
24/06/10	137	-7	235	-7	39	0	596	-2	81	1	241	-2	1.094	-10	2.227	9	184	18.803	3
21/10/10	144	2	253	5	47	2	640	11	89	2	241		1.161	17	2.458	10	202	19.134	1
10/03/11	146	0	242	-2	45	0	651	2	88	0	204	-8	1.134	-6	2.503	12	165	18.689	3
27/06/11	132	-4	255	4	45		666	4	89	0	199	-1	1.131	-1	2.218	11		18.347	3
18/10/11	179	12	277	6	52	2	740	20	99	3	233	9	1.303	46	2.605	11		19.660	1
13/02/12	144	-9	281	1	54	1	715	-6	101	1	230	-1	1.244	-15	2.713	12	84	20.233	1
05/07/12	156	3	281		55	0	773	12	106	1	221	-2	1.311	14	2.834	13		20.163	1
29/11/12	137	-4	305	5	57	0	792	4	102	-1	211	-2	1.299	-2	2.509	12	268	20.526	1
17/06/13	124	-2	302	0	59	0	719	-11	114	2	242	5	1.258	-6	2.709	11	182	20.975	1
24/10/13	152	7	384	19	76	4	986	62	143	7	304	14	1.661	94	3.577	12		20.923	
13/03/14	128	-5	336	-10	62	-3	868	-25	122	-5	255	-11	1.435	-48	3.070	12	2.998	32.758	3
10/06/14	127	0	289	-16	34	-9	695	-58	82	-13	197	-20	1.135	-101	3.118	16	1.438	17.269	3

E.T. COLONIA ELÍA - REACTOR LSGA FB

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
16/03/05			125				101		103		254		458		3.984	16	213	80.676	
21/06/05			114	-3			91	-3	97	-2	255	0	443	-5	3.740	15	95	76.388	3
30/09/05			4	-33			6	-25	6	-27	14	-72	26	-124	260	19	73	8.518	3
27/12/05			12	3			9	1	9	1	159	49	177	51	1.516	10	1.984	41.879	2
06/04/06	17	5	21	3			13	1	10	0	281	37	321	43	2.245	8		60.644	2
21/06/06		-7	26	2			14	0	16	2	350	27	380	23	2.351	7		69.337	3
14/03/07			51	3			13	0	25	1	391	5	429	6	2.722	7	42	87.267	3
25/06/07	17	5	50	0			16	1	32	2	380	-3	445	5	2.682	7	70	75.337	3
17/12/07	30	2	54	1			16		28	-1	421	7	495	9	3.010	7	46	80.338	3
30/06/08		-5	62	1			20	1	36	1	524	16	580	13	3.828	7	1.332	84.336	3
16/10/08	23	6	83	6			25	1	43	2	722	55	813	65	4.814	7	142	91.621	1
18/12/08	27	2	78	-2			19	-3	43		725	1	814	0	4.812	7	70	92.037	3
18/03/09	18	-3	49	-10			18	0	33	-3	529	-65	598	-72	3.500	7		92.234	3
06/07/09		-5	69	5			17	0	36	1	488	-11	541	-16	3.720	8	104	76.772	3
05/10/09	10	3	76	2			12	-2	37	0	615	42	674	44	4.468	7	84	83.665	2
21/04/10	21	2	85	1			21	1	40	0	724	17	806	20	3.709	5		89.392	3
24/06/10	24	1	76	-4			21		41	0	841	55	927	57	4.391	5	240	85.301	2
21/10/10	18	-2	93	4			22	0	44	1	870	7	954	7	4.966	6	249	85.976	3
10/03/11	15	-1	82	-2			20	0	41	-1	727	-31	803	-32	5.208	7	147	82.443	3
27/06/11	9	-2	79	-1			19	0	41		652	-21	721	-23	4.533	7		79.258	3
18/10/11	12	1	89	3			16	-1	45	1	707	15	780	16	5.508	8	67	85.103	3
13/02/12	19	2	87	-1			20	1	48	1	730	6	817	9	5.901	8		85.381	3
05/07/12	13	-1	82	-1			20		44	-1	693	-8	770	-10	6.077	9	96	83.828	3
29/11/12	21	2	93	2			19	0	45	0	676	-3	761	-2	5.457	8		84.542	3
17/06/13		-3	88	-1			19		50	1	785	16	854	14	6.196	8	192	87.648	3
24/10/13	12	3	106	4			22	1	59	2	942	37	1.035	42	8.435	9		89.685	2
13/03/14	17	1	95	-2			18	-1	51	-2	809	-29	895	-30	7.173	9		90.305	3
10/06/14		-6	80	-5			22	1	43	-3	615	-65	680	-72	6.775	11	1.268	70.013	3

E.T. COLONIA ELÍA - REACTOR LSGA FC

Fecha	Gases Combustibles (ppm)														Otros Gases (ppm)				Eva l. HAMP
	H ₂	ΔH ₂	CH ₄	ΔCH ₄	C ₂ H ₂	ΔC ₂ H ₂	C ₂ H ₄	ΔC ₂ H ₄	C ₂ H ₆	ΔC ₂ H ₆	CO	ΔCO	TDCG	ΔTDCG	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	
19/01/05	210		692		237		1.618		216		306		2.587		4.249	14	6.230	36.501	
17/02/05	294	87	716	25	240	3	1.592	-27	215	-1	338	33	2.679	95	3.985	12	34	13.632	
16/03/05	189	-117	656	-67	203	-41	1.595	3	209	-7	295	-48	2.491	-209	4.214	14	8.170	44.779	3
21/04/05	292	86	702	38	188	-13	1.589	-5	204	-4	308	11	2.581	75	3.644	12		12.993	
24/05/05	291	-1	701	-1	202	13	1.594	5	205	1	322	13	2.614	30	4.141	13	60	13.034	
21/06/05	281	-11	672	-31	193	-10	1.541	-57	198	-8	307	-16	2.520	-101	3.360	11	155	13.027	3
20/07/05	279	-2	700	29	217	25	1.556	16	198		321	14	2.571	53	4.095	13		13.443	
31/08/05	294	11	786	61	255	27	1.786	164	229	22	400	56	2.964	281	4.565	11		14.662	
12/04/06		-39		-105		-34		-239		-31	3	-53	3	-397	15	5		2.419	3
13/04/06											2	-30	2	-30	31	16	1.262	4.844	3
14/04/06							1	30			3	30	4	60	49	16	1.094	5.937	
15/04/06	16	480					1				5	60	22	540	66	13	2.377	9.593	
20/04/06	11	-30	1	6	2	12	3	12			11	36	27	30	111	10	1.863	11.899	
26/04/06	4	-35	2	5	3	5	7	20			18	35	32	25	154	9	1.570	14.338	
21/06/06	37	18	18	9	11	4	34	14	10	5	47	16	139	57	359	8		9.297	1
27/06/06	33	-20	14	-20	10	-5	35	5	4	-30	31	-80	113	-130	335	11		8.463	3
09/11/06	98	14	50	8	27	4	123	20	15	2	57	6	320	46	473	8		8.486	1
19/03/07	130	7	89	9	30	1	191	16	21	1	88	7	460	32	965	11	1.230	16.465	1
25/06/07	183	16	105	5	29	0	215	7	28	2	97	3	552	28	952	10	31	7.932	1
17/12/07	228	8	142	6	37	1	312	17	37	2	115	3	729	30	1.275	11	38	8.747	1
30/06/08	198	-5	219	12	43	1	427	18	56	3	150	5	874	22	1.733	12	4.901	28.547	1
16/10/08	292	26	284	18	54	3	557	36	68	3	201	14	1.172	83	2.190	11	106	9.721	
18/12/08	264	-13	273	-5	46	-4	523	-16	72	2	221	10	1.126	-22	2.104	10	180	10.621	3
18/03/09	289	8	281	3	35	-4	502	-7	67	-2	155	-22	1.048	-26	1.617	10	83	10.056	3
06/07/09	285	-1	290	2	47	3	608	29	75	2	160	1	1.175	35	1.795	11	64	8.998	
05/10/09	276	-3	308	6	48	0	660	17	79	1	185	8	1.248	24	2.019	11	107	9.733	1
21/04/10	256	-3	421	17	55	1	755	14	94	2	241	8	1.401	23	2.063	9	90	12.299	1
24/06/10	244	-6	407	-7	54	0	762	3	97	1	280	18	1.437	17	2.330	8	271	12.733	3
21/10/10	284	10	447	10	65	3	835	18	115	5	303	6	1.602	42	2.684	9	202	12.382	1
10/03/11	296	3	432	-3	63	0	856	5	112	-1	254	-11	1.581	-5	2.782	11	1.599	18.289	3
27/06/11	258	-10	467	10	64	0	905	13	116	1	243	-3	1.586	1	2.504	10		13.179	1
18/10/11	403	38	535	18	81	5	1.059	41	136	5	284	11	1.963	100	3.039	11	98	13.130	
13/02/12	319	-21	540	1	86	1	1.026	-8	136		293	2	1.860	-26	3.336	11	57	19.701	1
05/07/12	348	6	516	-5	78	-2	1.030	1	136		271	-5	1.863	1	3.234	12	80	16.285	3
29/11/12	304	-9	623	22	96	4	1.199	34	149	3	276	1	2.024	33	3.136	11	2.252	23.714	
17/06/13	285	-3	639	2	106	2	1.262	9	170	3	331	8	2.154	20	3.569	11		15.355	1
24/10/13	318	8	777	32	129	5	1.517	59	205	8	383	12	2.552	93	4.660	12	76	17.382	
13/03/14	288	-6	743	-7	123	-1	1.393	-27	197	-2	372	-2	2.373	-38	4.182	11	337	19.205	3
10/06/14	275	-4	655	-30	68	-19	1.212	-61	155	-14	275	-33	1.985	-131	3.591	13	1.199	12.521	3

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

15.5 Summary

SF₆ CIRCUIT BREAKER TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Marzo 2015 Location: Salto Grande
 Circuit Breaker Identifier: FKG2S Manufacturer: ALSTOM Yr. Mfd.: 2011
 Current Rating: 6800 A Interrupting Rating: 63 kA Voltage: 13.8 kV

Tier 1 Circuit Breaker Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Dielectric Condition of Breaker (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.439	1.317
2	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.316	3.948
3	Contact Resistance (Score must be 0, 1, or 2)	2	1.316	2.632
4	Number of Operations (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.702	2.106
Tier 1 Circuit Breaker Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				10.0

Tier 1 Circuit Breaker Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)	
--	--

Evaluator: Ing. Guillermo D. Ungaro Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydroAMP - Field Inspection Guide - Breakers			
Project: <u>SALTO GRANDE</u>	Breaker #: <u>varios</u>	Date: <u>Marzo 2015</u>	
Manufacturer: <u>ALSTOM</u>	Number of Operations: <u>Menor que 2000</u>		
Rated Current: <u>6800 A</u>	Interrupting Capacity: <u>63 kA</u>	Voltage: <u>13,8 kV</u>	
Interrupting Medium: <input type="checkbox"/> ACB <input type="checkbox"/> OCB <input type="checkbox"/> GCB <input type="checkbox"/> VCB			
Operation & Maintenance History:			
Check all that apply:			
<input type="checkbox"/> Difficult or expensive to bring mechanism into compliance for timing and travel.			
<input type="checkbox"/> High number of fault current operations. If available, list currents and durations in notes.			
<input type="checkbox"/> Numerous forced outages or outage extensions to correct breaker problems.			
<input type="checkbox"/> Excessive or frequent corrective maintenance.			
<input type="checkbox"/> Difficulty in obtaining spare or replacement parts.			
Notes:			
<u>Son interruptores nuevos</u>			
Power Factor Test Results: (Not Applicable for VCBs)			
<input type="checkbox"/> Test Results Normal/Good - G			
<input type="checkbox"/> Test Results Show Minor Degradation/Deterioration - D			
<input type="checkbox"/> Test Results Show Significant Deterioration/Investigate - I			
<input type="checkbox"/> Test Results Show Severe Degradation/Bad - B			
Contact Resistance Test Results: (Not Applicable for VCBs)			
Contact Resistance Values: A Phase: _____ B Phase: _____ C Phase: _____			
<input type="checkbox"/> < 25% increase since last test AND below manufacturer recommended maximum resistance.			
<input type="checkbox"/> ≥ 25% and < 75% increase since last test AND below manufacturer recommended maximum resistance.			
<input type="checkbox"/> ≥ 75% increase since last test OR above manufacturer recommended maximum resistance.			
General Notes: <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>			

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Junio 2015 Location: Salto Grande
 Equipment: Rejas de Toma Manufacturer: Consorcio Japones
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Water Control
 Name: Rejas Year Manufactured: 1974 In-Service Year: 1975

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.667	1.334
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.0	2
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				7.334

Evaluator: Zamichiei Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Junio 2015 Location: Salto Grande
 Equipment: Tableros Cierre Toma Manufacturer: Consorcio Japones
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Water Control
 Name: Tableros Auxiliares Year Manufactured: 1974 In-Service Year: 1975

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.667	1,33
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.667	1,33
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				7,33

Evaluator: Zamichiei Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

28.7 Summary

EMERGENCY CLOSURE GATES TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Junio 2015 Location: Salto Grande - Toma

Unit: _____ Type of Hoists: Hidráulica

Tier 1 Emergency Closure Gate System Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	0.8	0,8
2	Physical Condition – Gates (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1	2
3.1	Physical Condition – Hoists	2	1	2
3.2	(Score must be 0, 1, 2, or 3)			
4	Operations History (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.4	0,8
5	Maintenance (Score must be 0, 1, or 2)	2	0.4	0,8
Tier 1 Emergency Closure Gate System Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				6,4
Tier 1 Emergency Closure Gate System Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7 or 10)				10

Evaluator: Zamichiei Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydroAMP - Field Inspection Guide - Hydraulic Driven Emergency Closure Gates		
Project: <u>Salto Grande</u>	Gate Location: <u>Toma</u>	Date: <u>Junio 2015</u>
Manufacturer: <u>Consorcio Japones</u>	Year Gate Mfd: <u>1975</u>	Year Operator Mfd: <u>1978</u>
Gate Physical Condition:		
Gate Corrosion: <input type="checkbox"/> Limited <input checked="" type="checkbox"/> Moderate <input type="checkbox"/> Large Areas <input type="checkbox"/> Severe Wheel/Roller Corrosion: <input type="checkbox"/> Limited <input type="checkbox"/> Moderate <input type="checkbox"/> Large Areas <input checked="" type="checkbox"/> Severe Wheels/Rollers: <input checked="" type="checkbox"/> All Turn <input type="checkbox"/> Most Turn <input type="checkbox"/> Few/None turn Anodes: <input type="checkbox"/> >75% Remaining <input type="checkbox"/> >50% Remaining <input type="checkbox"/> >25% Remaining <input type="checkbox"/> <25% Remaining Welds: <input checked="" type="checkbox"/> No Cracks <input type="checkbox"/> Some Cracks <input type="checkbox"/> Severe Cracks Bolts/Rivets: <input checked="" type="checkbox"/> None Loose <input type="checkbox"/> Some Loose <input type="checkbox"/> Some Missing Gate Guides: <input type="checkbox"/> Good Condition <input checked="" type="checkbox"/> Poor Condition Gate Sills: <input type="checkbox"/> Good Condition <input checked="" type="checkbox"/> Poor Condition Leakage: <input type="checkbox"/> Minimal <input type="checkbox"/> Moderate <input checked="" type="checkbox"/> Excessive		
Operator Physical Condition (Hydraulic Hoist):		
Check the following that are in good condition:		
<input checked="" type="checkbox"/> Seals <input checked="" type="checkbox"/> Stems <input checked="" type="checkbox"/> Cylinders <input checked="" type="checkbox"/> Hydraulic Piping/Valves/Controls <input checked="" type="checkbox"/> Protective Coating <input checked="" type="checkbox"/> Hydraulic Oil <input checked="" type="checkbox"/> Gate Position Indicators		
Check the following that are in deteriorated, but adequate, condition:		
<input type="checkbox"/> Seals <input type="checkbox"/> Stems <input type="checkbox"/> Cylinders <input type="checkbox"/> Hydraulic Piping/Valves/Controls <input type="checkbox"/> Protective Coating <input type="checkbox"/> Hydraulic Oil <input type="checkbox"/> Gate Position Indicators		
Check the following that are in poor condition:		
<input type="checkbox"/> Seals <input type="checkbox"/> Stems <input type="checkbox"/> Cylinders <input type="checkbox"/> Hydraulic Piping/Valves/Controls <input type="checkbox"/> Protective Coating <input type="checkbox"/> Hydraulic Oil <input type="checkbox"/> Gate Position Indicators		
Hydraulic System: <input checked="" type="checkbox"/> Tested Regularly <input type="checkbox"/> Exercised Regularly		
Gate Drift: <input type="checkbox"/> None <input checked="" type="checkbox"/> Some <input type="checkbox"/> Excessive		
Oil Leaks: <input checked="" type="checkbox"/> No Leaks <input type="checkbox"/> Some Leaks <input type="checkbox"/> Leaks into Water		
Operations History:		
Check all that apply.		
<input type="checkbox"/> Does Not Meet Original Operational Criteria <input type="checkbox"/> Not Tested as Required <input type="checkbox"/> Abnormal Noises <input type="checkbox"/> Known Design Deficiencies <input type="checkbox"/> Known Operational Deficiencies <input type="checkbox"/> System is inoperable <input type="checkbox"/> Remote Closure Inoperable		
Maintenance History:		
<input checked="" type="checkbox"/> Routine Maintenance Only <input type="checkbox"/> Some Corrective Maintenance <input type="checkbox"/> Excessive or Frequent Repairs		
<div style="border: 1px solid black; height: 80px; margin-top: 10px;"> <div style="padding: 5px;">General Notes:</div> <div style="padding: 5px;">En oil Leaks, corresponde: No Leaks</div> <div style="border-top: 1px solid black; height: 15px; margin-top: 5px;"></div> <div style="border-top: 1px solid black; height: 15px; margin-top: 5px;"></div> <div style="border-top: 1px solid black; height: 15px; margin-top: 5px;"></div> <div style="border-top: 1px solid black; height: 15px; margin-top: 5px;"></div> </div>		

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

26.5 Summary

CRANE TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Junio 2015 Location: Salto Grande
 Name of Crane: Puente Grúa Sala de Maquinas 25 + 5t
 Crane Manufacturer: Waagner Biro Yr. Installed: 1976
 Type of Crane: Puente Capacity of Crane: 25 + 5t
 Function of Crane: Mantenimiento de la central

Tier 1 Crane Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score x Weighting Factor = Total Score		
1	Physical Condition (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	1.2	1.2
2	Design Criteria (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
3	Maintenance Requirements (Score must be 0, 1, or 2)	1	1.2	1.2
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	0	0.5	0
Tier 1 Crane Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index: should be between 0 and 10)				5.4
Tier 1 Crane Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: J. Zamichei Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

hydroAMP - Field Inspection Guide - Crane			
Project: <u>Salto Grande</u>	Type/Location: <u>Puente Sala de Máquinas</u>	Date: <u>Agosto de 2014</u>	
Manufacturer: <u>Waagner Biro</u>	Year Mfd: <u>1975</u>	Rating: <u>2x175+2x35</u>	Heaviest Lift: <u>300 t / 31 t</u>
Physical Condition: Check all that apply: (Explain in Notes) <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Surface Corrosion/Defects</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Structural Damage/Cracks</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Loose Bolts/Rivets</div> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Oil Leaks</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Couplings Loose/Misaligned</div> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Contaminated Gearbox Oil</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Worn Drums/Sheaves</div> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Worn Gears</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Hoist Ropes Deformed/Broken Strands/Corroded</div> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Misoperating Limit Switches</div> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Brake Slippage</div> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Control Problems</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Excessive Motor Current/Overheating</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Hook Defects</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Unusual Noises/Vibrations</div> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Wheel/Rail Problems</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Increased Corrective Maintenance</div> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Spare Parts Unavailable</div> </div>			
Brake Pad Wear: <input type="checkbox"/> >50% Remaining <input checked="" type="checkbox"/> <50% and >20% Remaining <input type="checkbox"/> <20% Remaining			
Maintenance Requirements: Check one: <input type="checkbox"/> A small amount of routine annual preventative maintenance is required. <input checked="" type="checkbox"/> Some corrective maintenance required. <input type="checkbox"/> Frequent repairs or abnormal wear to components.			
Design Criteria: Check all that apply: <input type="checkbox"/> Crane is used for more than assembly/disassembly of units, i.e. moving equipment/supplies from erection bay to generator floor, unloading trucks, etc. <input type="checkbox"/> Crane requires modification in order to handle intended loads properly.			
Code Requirements: Check all that are missing/inoperable/problematic: <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Fire Extinguisher</div> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Rail Sweeps (Bridge/Trolley)</div> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Walkway Handrails/Toeboards</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Walkway Slip Resistant Coating</div> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Bumpers (Bridge/Trolley)</div> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Sheave Guards</div> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Cab Egress</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Guards for Moving Parts</div> <div style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> Brakes (Bridge/Trolley/Hoist)</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Limit Switches (Trolley/Hoist)</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Control Handles Spring Return to OFF Position</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Guarded/Inaccessible Runway Conductors</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Hook Latch/Mousing</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Travel Warning Device</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Operators Manual</div> </div>			
General Notes: <u>Según informe de inspección RE.Y.SE 384-14 de fecha Agosto de 2014 - Adjunto</u> <u>2 grúas iguales que pueden acoplarse en tandem para izar 700 t.</u> _____ _____ _____ _____			

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

26.5 Summary

CRANE TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Junio 2015 Location: Salto Grande
 Name of Crane: Grua Portico de Aguas Arriba
 Crane Manufacturer: Waagner Biro Yr. Installed: 1976
 Type of Crane: Portico Capacity of Crane: 2x75t / 2x17.5t / 2x7.5t
 Function of Crane: Operacion de compuertas, tableros y rejas de obra de toma

Tier 1 Crane Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score x Weighting Factor = Total Score		
1	Physical Condition (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	1.2	1.2
2	Design Criteria (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.0	2
3	Maintenance Requirements (Score must be 0, 1, or 2)	1	1.2	1.2
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	0	0.5	0
Tier 1 Crane Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index: should be between 0 and 10)				4.4
Tier 1 Crane Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				7

Evaluator: J. Zamichei Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

26.5 Summary

CRANE TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Junio 2015 Location: Salto Grande
 Name of Crane: Grua Pórtico de Aguas Arriba
 Crane Manufacturer: Waagner Biro Yr. Installed: 1976
 Type of Crane: Portico Capacity of Crane: 2x17.5t
 Function of Crane: Montaje y operación Ataguías de restitución

Tier 1 Crane Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score x Weighting Factor = Total Score		
1	Physical Condition (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	1.2	1.2
2	Design Criteria (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.0	2
3	Maintenance Requirements (Score must be 0, 1, or 2)	1	1.2	1.2
4	Age (Score must be 0, 1, or 2)	0	0.5	0
Tier 1 Crane Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index: should be between 0 and 10)				4.4
Tier 1 Crane Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				4

Evaluator: J. Zamichei Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

24.5 Summary

COMPRESSED AIR SYSTEM TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: **March 26, 2015** Location: **Salto Grande - Arg/Uru** System Working Pressure: **116** psi

Use of Compressed Air System: ☐ Governor Oil Pneumatic Tanks
☒ Generator Braking System
☐ Air Circuit Breakers
☒ Service Air
☐ Turbine Depression
☐ Turbine Air Injection
☐ Other

Compressor: Manufacturer: **Atlas Copco** Number of Stages: **-**
Cooling System Type: **-** Motor: **-** HP
Year Installed: **-** Nominal Flow: **194** scfm
Nominal Temperature: **-** Nominal Pressure: **121**
(last stage) (last stage)

Air Dryer: Manufacturer: **-** Type of Regeneration: **-**
Year Installed: **-** Nominal Wall Thickness – Dryer Tank: **-**
Dew Point Expected: **-**

Air Receiver: Manufacturer: **-** Year Installed: **-**
Safety Valve Model: **-** Valve Adjustment Pressure: **-**
Nominal Wall Thickness – Receiver Tank: **-**

Tier 1 Compressed Air System Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Physical Condition (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.7	2.1
2	Operation Run Time (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.20	3.6
3	Maintenance Requirements (Score must be 0, 1, or 2)	1	1.50	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	0.4	0.4
Tier 1 Compressed Air System Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				7.6

Tier 1 Compressed Air System Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)	4
---	----------

Evaluator: **Kina** Technical Review: **-**

Management Review: **-** Copies to: **-**

(Attach supporting documentation.)

Field Inspection Guide - Compressed Air System

Project: SALTO GRANDE Date: 2015-03-26

Manufacturer: Atlas Copco Year Mfd: _____ Operating PSI: 116

System Application: Sistema de aire comprimido de baja presion

Physical Condition:

Check all that apply: (Explain in Notes)

- ☐ Leaks (Air/Oil/Water) ☐ Unusual Noises/Vibrations ☐ Evidence of Heat/Corrosion/Warping
☐ Condensate/Water In Compressed Air ☐ Loose/Broken Fasteners ☐ Contaminated Lube Oil
☐ Loose Belts ☐ Cracks in Casting/Sheet Metal Shrouding ☐ Oil Vapor/Carbon Residue in Lines
☐ Dirty Air Filters ☐ Oil Discoloration ☐ Set Point Pressures Not Maintained ☐ Low Oil Level
☐ Failures/Alarms/Abnormal Changes on Indicators or Control Panels

Notes:

Los compresores se encuentran en buen estado. Dado que los compresores se encuentran discontinuados, no se consiguen repuestos.

Maintenance Requirements:

- ☐ Small Amount of Routine Preventative Maintenance Required
☒ Some Corrective Maintenance Necessary
☐ Frequent Repairs and/or Labor Intensive Maintenance Required

Notes:

Operation Run Time:

Run time assessment assumes no major air leaks in system. If major leaks are present, specify in Notes.

- ☒ Run Time Hours Match Air Consumption (100%)
☐ Run Time Slightly Increased with No Change in Consumption (>100% and <120%)
☐ Run Time Moderately Increased with No Change in Consumption (>120% and <150%)
☐ Run Time Significantly Increased with No Change in Consumption (>150%)

Notes:

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

24.5 Summary

COMPRESSED AIR SYSTEM TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: March 26, 2015 Location: Salto Grande - Arg/Uru System Working Pressure: 580 psi

Use of Compressed Air System: ☒ Governor Oil Pneumatic Tanks

☐ Generator Braking System

☐ Air Circuit Breakers

☐ Service Air

☐ Turbine Depression

☐ Turbine Air Injection

☐ Other

Compressor: Manufacturer: Burckhardt Number of Stages: 3

Cooling System Type: - Motor: 18.50 HP

Year Installed: 1978 Nominal Flow: 35 scfm

Nominal Temperature: - Nominal Pressure: 616
(last stage) (last stage)

Air Dryer: Manufacturer: - Type of Regeneration: -

Year Installed: - Nominal Wall Thickness – Dryer Tank: -

Dew Point Expected: -

Air Receiver: Manufacturer: - Year Installed: -

Safety Valve Model: - Valve Adjustment Pressure: -

Nominal Wall Thickness – Receiver Tank: -

Tier 1 Compressed Air System Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Physical Condition (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.7	2.1
2	Operation Run Time (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.20	3.6
3	Maintenance Requirements (Score must be 0, 1, or 2)	1	1.50	1.5
4	Age (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	0.4	0.4
Tier 1 Compressed Air System Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				7.6

Tier 1 Compressed Air System Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)	4
---	---

Evaluator: G. Kina Technical Review: -

Management Review: - Copies to: -

(Attach supporting documentation.)

Field Inspection Guide - Compressed Air System

Project: SALTO GRANDE Date: 2015-03-26

Manufacturer: Burckhardt Year Mfd: 1978 Operating PSI: 580

System Application: Sistema de aire comprimido de alta presión

Physical Condition:

Check all that apply: (Explain in Notes)

- ☐ Leaks (Air/Oil/Water) ☐ Unusual Noises/Vibrations ☐ Evidence of Heat/Corrosion/Warping
☐ Condensate/Water In Compressed Air ☐ Loose/Broken Fasteners ☐ Contaminated Lube Oil
☐ Loose Belts ☐ Cracks in Casting/Sheet Metal Shrouding ☐ Oil Vapor/Carbon Residue in Lines
☐ Dirty Air Filters ☐ Oil Discoloration ☐ Set Point Pressures Not Maintained ☐ Low Oil Level
☐ Failures/Alarms/Abnormal Changes on Indicators or Control Panels

Notes:

Los compresores se encuentran en buen estado. Dado que los compresores se encuentran discontinuados, no se consiguen repuestos.

Maintenance Requirements:

- ☐ Small Amount of Routine Preventative Maintenance Required
☒ Some Corrective Maintenance Necessary
☐ Frequent Repairs and/or Labor Intensive Maintenance Required

Notes:

Operation Run Time:

Run time assessment assumes no major air leaks in system. If major leaks are present, specify in Notes.

- ☒ Run Time Hours Match Air Consumption (100%)
☐ Run Time Slightly Increased with No Change in Consumption (>100% and <120%)
☐ Run Time Moderately Increased with No Change in Consumption (>120% and <150%)
☐ Run Time Significantly Increased with No Change in Consumption (>150%)

Notes:

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: March 26, 2015 Location: Salto Grande - Arg/Uru
 Equipment: Varios Manufacturer: Varios
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Infraestructura
Tuberías del sistema
 Name: de aire comprimido Year Manufactured: 1975 In-Service Year: 39

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.667	1.33
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				8.33

Evaluator: _____ Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: March 26, 2015 Location: Salto Grande - Arg/Uru
 Equipment: Varios Manufacturer: Varios
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Infraestructura
Sistema de Ventilacion
 Name: y Aire Acondicionado Year Manufactured: 1975 In-Service Year: 36

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	1.0	1
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				7

Evaluator: _____ Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: March 26, 2015 Location: Salto Grande - Arg/Uru
 Equipment: Varios Manufacturer: Varios
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Soporte a la operacion
 Name: Protección contra incendios Year Manufactured: 1975 In-Service Year: 36

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	1.0	1
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.667	1.34
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				6.34

Evaluator: _____ Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Mach 26, 2015 Location: Salto Grande - Arg/Uru
 Equipment: Varios Manufacturer: Varios
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Infraestructura
 Name: Sistema de agua de enfriamiento Year Manufactured: 1975 In-Service Year: 36

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				9

Evaluator: _____ Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: March 26, 2015 Location: Salto Grande - Arg/Uru
 Equipment: Varios Manufacturer: Varios
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): _____
 Name: Tuberías de distribución de aceite Year Manufactured: 1975 In-Service Year: 36

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				9

Evaluator: _____ Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: March 26, 2015 Location: Salto Grande - Arg/Uru
 Equipment: Varios Manufacturer: Varios
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Confiabilidad de la unidad
 Name: Sistema de purificación de aceite Year Manufactured: 1975 In-Service Year: 36

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	1	1.0	1
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				8

Evaluator: _____ Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: March 26, 2015 Location: Salto Grande - Arg/Uru
 Equipment: Varios Manufacturer: Varios
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Infraestructura
 Name: Sistema de desagote y drenaje Year Manufactured: 1975 In-Service Year: 36

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.667	1.33
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	0.667	0.667
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				7

Evaluator: _____ Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: JUNIO 2015 Location: SALTO GRANDE
 Equipment: HVL PROTECTION Manufacturer: _____
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): PROTECCION LINEAS AT
 Name: Sistema de proteccion por reles Year Manufactured: _____ In-Service Year: _____

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	0	1.0	0
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				7

Evaluator: DI PALMA Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

22.4 Summary

PLANT BATTERY TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Marzo 2015 Location: Salto Grande
 Battery Identifier: SMG(OPzV) y LM(OPzS)Type: Plomo Acido abiertas
 Location: Cota +9.50 Manufacturer: FIAMM (Italianas) Yr. Mfd.: 2009 y 2014
 No. of Cells: 60 Voltage: 125 Vcc

Tier 1 Plant Battery Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Visual Inspection <i>(Score must be 0, 1, 2, or 3)</i>	3	0.833	2.499
2	Age <i>(Score must be 0, 1, 2, or 3)</i>	3	0.833	2.499
3	Routine Testing <i>(Score must be 0, 1, 2, or 3)</i>	3	1.667	5.001
	Tier 1 Plant Battery Condition Index (Sum of individual Total Scores) <i>(Condition Index should be between 0 and 10)</i>			10.0
Tier 1 Plant Battery Data Quality Indicator <i>(Value must be 0, 4, 7, or 10)</i>				10.0

Evaluator: Ing. Guillermo D. Ungaro Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: March 26, 2015 Location: Salto Grande - Arg/Uru
 Equipment: _____ Manufacturer: MWM
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): _____
 Name: Generador de emergencia Year Manufactured: 1975 In-Service Year: 39

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	0.667	0.667
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.667	1.33
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				7

Evaluator: _____ Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: JUNIO 2015 Location: SALTO GRANDE
 Equipment: SISTEMA SUPERVISORIO Manufacturer: GENERAL ELECTRIC
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): CENTROL DE CONTROL
 Name: SCADA OF CHSG Year Manufactured: 2005 In-Service Year: 10

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	3	1.0	3
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				10

Evaluator: DI PALMA Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: JUNIO 2015 Location: SALTO GRANDE
 Equipment: ONDA PORTADORA Manufacturer: DIMAT; ALSPA
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): COMUNICACIONES
 Name: COMMUNICATION SYSTEMS Year Manufactured: 1985 In-Service Year: 30

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	0	1.0	0
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	0	0.667	0
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.0	2
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	0.667	0.667
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				2.667

Evaluator: DI PALMA Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: MARZO 2015 Location: SALTO GRANDE
Transformadores de sistemas
 Equipment: Auxiliares Manufacturer: ABB
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Station Service
 Name: _____ Year Manufactured: 1985 In-Service Year: 29

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				9

Evaluator: G. UNGARO Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: JUNIO 2015 Location: SALTO GRANDE
 Equipment: TELEPROTECCION Manufacturer: ALSPA
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): TELEPROTECCION
 Name: TELEPROTECTION SYSTEM Year Manufactured: 1985 In-Service Year: 30

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	0	1.0	0
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				7

Evaluator: DI PALMA Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: MARZO 2015 Location: SALTO GRANDE
 Equipment: Interrupidores de media tension Manufacturer: EMA Electromecánica S.A
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Station Service
 Name: _____ Year Manufactured: 1978 In-Service Year: 35

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	1	1.0	1
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				8

Evaluator: G. UNGARO Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Junio 2015 Location: Salto Grande

Equipment: Cables de 500 kV de EETT Manufacturer: _____

Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Infraestructura

Name: _____ Year Manufactured: 1979 In-Service Year: 36

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)		TBD*	
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				9

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Junio 2015 Location: Salto Grande

Equipment: Descargadores de EETT Manufacturer: Ohio Brass / ABB

Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Infraestructura

Name: _____ Year Manufactured: 1979 / 2010 In-Service Year: 36 / 5

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.667	1.33
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	0.667	0.67
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)		TBD*	
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				7

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Junio 2015 Location: Salto Grande

Equipment: Barras y Aisladores de EET Manufacturer: _____

Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Infraestructura

Name: _____ Year Manufactured: 1979 In-Service Year: 36

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)		TBD*	
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				9

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Junio 2015 Location: Salto Grande
 Equipment: Estructuras metalicas de EETT Manufacturer: _____
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Infraestructura
 Name: _____ Year Manufactured: 1979 In-Service Year: 36

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.667	1.33
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)		TBD*	
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				8.33

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Junio 2015 Location: Salto Grande

Equipment: Lineas de 500 kV Manufacturer: _____

Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Infraestructura

Name: _____ Year Manufactured: 1979 In-Service Year: 36

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)		TBD*	
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				9

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Junio 2015 Location: Salto Grande
 Equipment: Conexiones PAT de EETT Manufacturer: _____
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Infraestructura
 Name: _____ Year Manufactured: 1979 In-Service Year: 36

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)		TBD*	
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				9

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Junio 2015 Location: Salto Grande

Equipment: Aparatos de Maniobra Manufacturer: _____

Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Infraestructura

Name: _____ Year Manufactured: 1979 In-Service Year: 36

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)		TBD*	
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				9

Evaluator: A. Campos Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: JUNIO 2015 Location: SALTO GRANDE
 Equipment: TELECONTROL EETT Manufacturer: GENERAL ELECTRIC
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): TELECONTROL
 Name: SUBSTATION CONTROL (GDACS) Year Manufactured: 2005 In-Service Year: 10

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	3	1.0	3
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				10

Evaluator: DI PALMA Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Junio 2015 Location: Salto Grande
 Equipment: Compuerta Radiales Manufacturer: Cometarsa - Riva Calzoni
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Water Control
 Name: Compuerta Radiales Year Manufactured: 1976 In-Service Year: 1977

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.667	1,334
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	1.0	3
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2,0
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				8,33

Evaluator: Zamichiei Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

36.7 Summary

BALANCE OF PLANT COMPONENT TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: Junio 2015 Location: Salto Grande
 Equipment: Equipo Hidráulico de radiales Manufacturer: Cometarsa - Riva Calzoni
 Equipment Type (Infrastructure, Station Service, Water Control, etc.): Water Control
 Name: Mando Comp. Radiales Year Manufactured: 1974 In-Service Year: 1975

Tier 1 Balance of Plant Component Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2 or 3)	2	1.0	2
2	Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2,0
3	Operations Performance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.0	2
4	Physical Characteristics (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.667	2,0
5	“Other” (Score must be 0, 1, 2, or 3)	-	TBD*	-
Tier 1 Balance of Plant Component Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				8

Evaluator: Zamichiei Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

* If Condition Indicator 5 is used, a weight will need to be determined for this indicator and the remaining Condition Indicator weights will need to be adjusted to maintain a Condition Index range of 0 to 10.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

5.7 Summary

TURBINE TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: March 26, 2015 Location: Salto Grande, Argentina

Turbine Identifier: Unit 13 Manufacturer: TURBOATOM Yr. Mfd.: 1982

Tier 1 Turbine Condition Summary (For instructions on indicator scoring, please refer to condition assessment guide)				
No.	Condition Indicator	Score x Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.667	1.33
2	Physical Condition (Score must be 0, 1, 2, 3, or 4)	4	1.250	5.00
3	Operations (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.500	1.50
4	Maintenance (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.500	1.00
Tier 1 Turbine Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				8.83
Tier 1 Turbine Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				0

Evaluator: Ron Israelsen Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydroAMP - Field Inspection Guide - Turbine

Project: SALTO GRANDE Unit #: 10 Date: 2015-03-26
Commissioning Year: 1982 Current Turbine Runner Commissioning Date: 1982

Check all components repaired/replaced:

☐ Facing Plates/Gate End Seals ☐ Discharge Ring ☐ Servomotors ☐ Shift Ring
☐ Wicket Gates ☐ Wicket Gate Bushings ☐ Gate Lock Mechanisms ☐ Turbine Bearing

Notes:

Runner blades and wicket gates are stainless steel castings and are not painted. Runner cone is carbon steel and is painted. Stay ring is carbon steel and is painted.
No cracks were reported on turbines.

Physical Condition

Runner: ☒ Stainless or Bronze (non-ferrous)

Cavitation	
Depth	Area
<input type="checkbox"/> Frosting	<input type="checkbox"/> < 5%
<input type="checkbox"/> < 1/8"	<input type="checkbox"/> < 10%
<input type="checkbox"/> < 3/8"	<input type="checkbox"/> ≥ 10%
<input type="checkbox"/> ≥ 3/8"	

Cracking	
<input type="checkbox"/> No Cracks	
<input type="checkbox"/> < 1"	
<input type="checkbox"/> < 2"	
<input type="checkbox"/> ≥ 2"	

Paint	
Coverage	Corrosion
<input type="checkbox"/> > 90%	<input type="checkbox"/> Minor
<input type="checkbox"/> > 50%	<input type="checkbox"/> Major
<input type="checkbox"/> ≤ 50%	

*Were identified cracks present on previous inspection? ☐ Yes ☐ No

*If yes, have they grown since last inspection? ☐ Yes ☐ No

Wicket Gates: ☒ Stainless or Bronze (non-ferrous)

Cavitation	
Depth	Area
<input type="checkbox"/> Frosting	<input type="checkbox"/> < 5%
<input type="checkbox"/> < 1/8"	<input type="checkbox"/> < 10%
<input type="checkbox"/> < 3/8"	<input type="checkbox"/> ≥ 10%
<input type="checkbox"/> ≥ 3/8"	

Cracking	
<input type="checkbox"/> No Cracks	
<input type="checkbox"/> < 1"	
<input type="checkbox"/> < 2"	
<input type="checkbox"/> ≥ 2"	

Paint	
Coverage	Corrosion
<input type="checkbox"/> > 90%	<input type="checkbox"/> Minor
<input type="checkbox"/> > 50%	<input type="checkbox"/> Major
<input type="checkbox"/> ≤ 50%	

*Were identified cracks present on previous inspection? ☐ Yes ☐ No

*If yes, have they grown since last inspection? ☐ Yes ☐ No

Stay Vanes:

Cavitation	
Depth	Area
<input type="checkbox"/> Frosting	<input type="checkbox"/> < 5%
<input type="checkbox"/> < 1/8"	<input type="checkbox"/> < 10%
<input type="checkbox"/> < 3/8"	<input type="checkbox"/> ≥ 10%
<input type="checkbox"/> ≥ 3/8"	

Cracking	
<input type="checkbox"/> No Cracks	
<input type="checkbox"/> < 1"	
<input type="checkbox"/> < 2"	
<input type="checkbox"/> ≥ 2"	

Paint	
Coverage	Corrosion
<input type="checkbox"/> > 90%	<input type="checkbox"/> Minor
<input type="checkbox"/> > 50%	<input type="checkbox"/> Major
<input type="checkbox"/> ≤ 50%	

*Were identified cracks present on previous inspection? ☐ Yes ☐ No

*If yes, have they grown since last inspection? ☐ Yes ☐ No

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

3.5 Summary

GOVERNOR TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: March 27, 2015 Location: Salto Grande, Argentina
 Gov. Identifier: Unit 10 Gov. Manufacturer: Leningradski Metalichecki Zavod
 Yr. Manufactured: 1980 Yr. Rehabilitated: _____
 Gov. Control System: ☐ Mechanical ☒ Analog ☐ Digital

Tier 1 Governor Condition Summary (For instructions on indicator scoring, please refer to condition assessment guide)				
No.	Condition Indicator	Score x Weighting Factor = Total Score		
1	Age (Score must be 0, 1, or 2)	1	0.25	0.25
2	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	1.17	2.34
3	Availability of Spare Parts (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	0.83	0.83
4	Performance (Score must be 0, 1, or 2)	2	1.75	3.50
Tier 1 Governor Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				6.92

Tier 1 Governor Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)	0
--	---

Evaluator: Ron Israelsen Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

hydroAMP - Field Inspection Guide - Governor		
Project: <u>SALTO GRANDE</u>	Unit #: <u>10</u>	Date: <u>2015-03-27</u>
Manufacturer: <u>Leningradski Metalichecki Zavod</u>	Year Mfd: <u>1980</u>	Year Rehabbed: <u>NA</u>
Gov. Control System: <input type="checkbox"/> Mechanical <input type="checkbox"/> Analog <input type="checkbox"/> Digital		
Operation & Maintenance History:		
<input type="checkbox"/> Normal Preventative and Corrective Maintenance (< 50 hours/year/unit) <input type="checkbox"/> Significant Increase in Preventative Maintenance (over 1.5 x baseline) <input type="checkbox"/> Significant Increase in Corrective Maintenance (over 1.5 x baseline) <input type="checkbox"/> Repeated Corrective Maintenance		
List any operational constraints, temporary or permanent, associated with the governor, and estimated frequency:		
<u>No operational constraints were reported during March 2015 site visit</u>		
<u> </u>		
<u> </u>		
Availability of Spare Parts:		
<input type="checkbox"/> All Necessary Mechanical and Electronic Parts are Available from Original Supplier <input type="checkbox"/> Necessary Mechanical and Electronic Parts are Available from Alternate Suppliers <input type="checkbox"/> Some Electronic and Mechanical Parts are not Available and/or Some Must be Reversed Engineered <input type="checkbox"/> Most Parts are not Available and Significant Obstacles to Reverse-Engineering		
Governor Performance:		
<input type="checkbox"/> Long Synchronization Times <input type="checkbox"/> Poor Stability <input type="checkbox"/> Hunting Problems <input type="checkbox"/> Incapable of Black Start <input type="checkbox"/> Poor Response to Load Change and System Disturbances <input type="checkbox"/> Incapable of Remote Start <input type="checkbox"/> Incapable of Auto-Synchronization		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> General Notes: <u>During March 2015 site visit, it was reported that spare parts are not available for these governing systems.</u> <u> </u> <u>No performance issues reported during March 2015 site visit.</u> <u> </u> <u> </u> <u> </u> <u> </u> <u> </u> </div>		

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

7.5 Summary

GENERATOR ROTOR TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: **March 26, 2015** Location: **Salto Grande-Argentina**
 Gen. Identifier: **Unit 5** Gen. Manufacturer: **Electrosila** Yr. Mfd.: **1980**
 Stator Winding Manufacturer: **Electrosila** Yr. Winding Installed: **1980**
 Stator Insulation Type: **Class B** MVA: **150** PF: **0.9** Voltage: **13800**
 Field Winding Manufacturer: **Electrosila** Yr. Winding Installed: **1980**
 Field Insulation Type: **Class B** Current: **1500 A** Voltage: **325 V**

Tier 1 Generator Rotor Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score	Weighting Factor	Total Score
1	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.95	2.85
2	Physical Inspection (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.95	1.90
3	Insulation Resistance and Polarization Index (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.65	1.30
4	Winding Age (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	0.78	0.78
Tier 1 Rotor Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				6.83
Tier 1 Rotor Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				0

Evaluator: **Willian Akaishi** Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

Rotor Data Quality Indicator: No records of IR/PI were provided. However verbal confirmation was provided that the IR/PI are acceptable. A score of 2 was selected for the rotor IR/PI

hydroAMP - Field Inspection Guide - Generator Rotor

Project: SALTO GRANDE Unit #: 5 Date: 2015-03-26
 Field Winding In-Service Year: 1980 Manufacturer: ELECTROSILA-RUSSIA
 Field Insulation Type: CLASS B Field Current: 1500 A Field Voltage: 325 V

Operation & Maintenance History:

Check all that apply, explain:

- ☐ Maintenance Needs Increasing ☐ Re-Occuring Problems ☐ Load Rejections/Over Speeds
☐ Operation Outside of Voltage/Current Rating ☐ Previous Failures Due to Rotor or Field Winding
☐ Sustained Overloading ☐ Frequent rough-zone crossings ☐ Out-of-phase breaker closings

Notes:

Physical Inspection:

During physical inspection of the rotor, mark the following problems found. Detail any problems listed and note any additional problems. Inspection to include, at a minimum:

- Rotor hub, radial arms, and rim
- Field poles, collars, keys, and pole faces
- Field windings and interpole connections
- Field winding leads
- Amortisseur winding bars, shorting straps, and interconnections
- Rim-mounted fan blades

Check all that apply, explain:

- ☐ Overheating ☐ Loose/Vibrating Components ☐ Impact Damage ☐ Contamination

Notes:

Insulation Resistance:

Record the one minute and ten minute insulation resistance values in the table below.

	IR _{1 Min}	IR _{10 Min}
Rotor	N.A.	N.A.

Temperature: N.A. °F

Rel Humidity: N.A. %

Routine Testing: Include a copy of test results of other routine testing performed on the Generator Rotor, i.e. Hi-Pot Test, Pole Drop Test, Field Winding AC Impedance, etc.

General Notes:

Records o pole drop test and impedance test were provided

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

9.5 Summary

Revised - June 2015

GENERATOR STATOR TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: **March 26, 2015** Location: **Salto Grande-Argentina**
 Gen. Identifier: **Unit 5** Gen. Manufacturer: **Electrosila** Yr. Mfd.: **1980**
 Stator Winding Manufacturer: **Electrosila** Yr. Winding Installed: **1980**
 Stator Insulation Type: **Class B** MVA: **150** PF: **0.9** Voltage: **13800**
 Field Winding Manufacturer: **Electrosila** Yr. Winding Installed: **1980**
 Field Insulation Type: **Class B** Current: **1500 A** Voltage: **325 V**

Tier 1 Generator Stator Condition Summary				
No.	Condition Indicator	Score × Weighting Factor = Total Score		
1	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.69	2.07
2	Physical Inspection (Score must be 0, 1, 2, or 3)	2	0.47	0.94
3	Insulation Resistance and Polarization Index (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.47	1.41
4	Winding Age (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	1.70	1.70
	Tier 1 Stator Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)			6.12

Tier 1 Stator Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)	10
---	-----------

Evaluator: **Willian Akaishi** Technical Review: _____

Management Review: _____ Copies to: _____

(Attach supporting documentation.)

An updated Insulation resistance and polarization index test record was provided during the workshop. The tests were performed on June 02, 2015 and therefore the Data Quality Indicator was updated to 10.

hydroAMP - Field Inspection Guide - Generator Stator

Project: SALTO GRANDE Unit #: 5 Date: 2015-03-26

Stator Winding In-Service Year: 1980 Manufacturer: ELECTROSILA-RUSSIA

Stator Insulation Type: CLASS B MVA: 150 PF: 0.9 Voltage: 13800 V

Winding Type: ☐ Multiturn ☒ Bar

Operation & Maintenance History:

Check all that apply, explain:

☒ Maintenance Needs Increasing
 ☒ Re-Occurring Problems
 ☐ Abnormal Ozone Generation
☐ Sustained Overloading
 ☐ Out-of-Phase Breaker Closings
 ☐ Operated Above Max Temp
☐ Routinely Operated >105% of Rated Voltage
 ☐ Previous Failures Due to Stator Windings or Core
☐ Water/Moisture Problems
 ☐ Fretting
 ☐ Loose Laminations
 ☐ Loose Clamping

Notes:

Surface corona and degradation of end corona protection is found and repaired every outage. Stator core studs are retorqued every outage.

Physical Inspection:

During physical inspection of the generator, mark the following problems found. Detail any problems listed and note any additional problems. Inspection to include, at a minimum, stator windings, wedges, packing, blocking, bracing, circuit ring bus, end turns, and main/neutral leads.

Check all that apply, explain:

☐ Insulation Cracks
 ☐ Bulging or Puffy Coils
 ☒ Surface Corona
 ☐ Contamination
☐ Winding Movement
 ☐ Loose Bracing and Blocking
 ☐ Loose Wedges or Slot Fillers
☐ Carbon Tracks
 ☐ Loose Coils/Bars
 ☐ End Turn Dusting/Tracking/Cracked Tapes/Ties
☐ Girth Cracks/Soft Insulation (Asphalt Windings Only)
 ☐ Other (Explain)

Notes:

Insulation Resistance:

Record the one minute and ten minute insulation resistance values in the table below.

Phase	IR _{1 Min}	IR _{10 Min}
A	1450	9720
B	1540	9720
C	1551	10500

Temperature: 34C/93 °F

Rel Humidity: N.A. %

Routine Testing:

Include a copy of test results of other routine testing performed on the Generator Stator, i.e. Ramped Voltage Test, Hi-Pot Test, Partial Discharge Analysis, Power Factor Test, Corona Tests, Wedge Tightness Evaluation, etc.

General Notes:

Records of hi-pot DC and AC test, partial discharge, power factor, and wedge tightness were provided.

hydraAMP Guide, Hydropower Asset Condition Assessments

11.6 Summary

Revised - June 2015

EXCITATION SYSTEM TIER 1 CONDITION ASSESSMENT SUMMARY

Date: March 26, 2015 Excitation System Identifier: Unit 5
 Location: Salto Grande-Argentina Manufacturer: ABB Yr. Mfd. 2008
 No. of Phases: N.A. MVA: N.A. Voltage: 325 V

Tier 1 Excitation System Condition Summary (For instructions on indicator scoring, please refer to condition assessment guide)				
No.	Condition Indicator	Score	× Weighting Factor	= Total Score
1	Age (Score must be 0, 1, 2, 3, or 4)	1	0.93	0.93
2	Operation & Maintenance History (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	0.71	0.71
3	Availability of Spare Parts (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	0.46	0.46
4	Power Circuitry Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	1	0.46	0.46
5	Control Circuitry Tests (Score must be 0, 1, 2, or 3)	3	0.46	1.38
Excitation System Condition Index (Sum of individual Total Scores) (Condition Index should be between 0 and 10)				3.94
Tier 1 Excitation System Data Quality Indicator (Value must be 0, 4, 7, or 10)				10

Evaluator: Willian Akaishi Technical Review: _____
 Management Review: _____ Copies to: _____
 (Attach supporting documentation.)

Although the excitation system was replaced in 2008, the excitation transformer is the original one supplied by Electrosila more than 30Y ago. The excitation transformers is included as a components of the exciter power circuitry.

HydroAMP - Field Inspection Guide - Exciter			
Project: <u>SALTO GRANDE</u>	Unit #: <u>5</u>	Year Mfd: <u>2008</u>	Date: <u>2015-03-26</u>
Manufacturer: <u>ABB</u>	Rated Current: <u>1500</u>	Voltage: <u>325</u>	
<p>Operation & Maintenance History:</p> <p>Check all items that have been problematic or have had increased/corrective maintenance:</p> <p> <input type="checkbox"/> Motor Operated Adjuster <input type="checkbox"/> Supply Transformer <input type="checkbox"/> Exciter/Power Bridge <input type="checkbox"/> Field Breakers <input type="checkbox"/> Commutator/Collector/Brushes <input type="checkbox"/> Fans/Cooling Systems <input type="checkbox"/> Control/Protective Devices/Wiring </p> <p>Check all that apply:</p> <p> <input type="checkbox"/> High Temperatures Indicated by Infrared Scanning <input type="checkbox"/> Physical Inspection Anomalies <input type="checkbox"/> Previous Failures <input type="checkbox"/> Frequent Diagnostic/Failure Alarms/Tripping <input type="checkbox"/> Corrective Maintenance </p> <p>Notes:</p> <p><u>This is a new excitation system supplied by ABB</u></p> <p>_____</p> <p>_____</p>			
<p>Availability of Spare Parts:</p> <p> <input type="checkbox"/> Spare Parts are Readily Available <input type="checkbox"/> Some Spare Parts are not Readily Available, but are Still in Production <input type="checkbox"/> Some Spare Parts can only be Obtained on a Limited Basis <input type="checkbox"/> Spare Parts are Unavailable </p>			
<p>Power Circuitry Test:</p> <p> <input type="checkbox"/> Long Synchronization Times <input type="checkbox"/> Poor Stability <input type="checkbox"/> Hunting Problems <input type="checkbox"/> Incapable of Black Start <input type="checkbox"/> Poor Response to Load Change and System Disturbances <input type="checkbox"/> Incapable of Remote Start <input type="checkbox"/> Incapable of Auto-Synchronization </p>			
<p>Control Circuitry Test:</p> <p> <input type="checkbox"/> Long Synchronization Times <input type="checkbox"/> Poor Response to Load Change and System Disturbances <input type="checkbox"/> Incapable of Auto-Synchronization </p>			
<p>General Notes:</p> <p><u>The excitation system is working well. A new synchronizer was also provided by ABB (Synchrotact 5) and it is in good operational conditions.</u></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>			