

PARAGUAY



BRASIL

CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE ITAIPU

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CHI CON VISTA

A LA CONTRATACIÓN DEL SEGURO TIPO “ALL RISKS”

6	Actualización a la situación de enero/19	Julio Cesar Romero Ayala	22/01/19
5	Actualización a la situación de marzo/17	miltonga/elifinco	03/04/17
4	Correcciones en el texto de los ítemes 4 y 5	pedrovil/afonseca	12/02/15
3	Correcciones en el texto de los ítemes 1 y 2.1	MLP / CPN / SMA	01/08/08
2	Actualizado los ítemes 3; 5, 6; 7.1; 8 y 11, para retratar la situación en diciembre/2007	ASF / SMA	03/12/07
1	Actualizados los ítemes 3; 5; 5.1; 5.3; 7 y 7.1 para retratar la situación en enero/2004.	ASF / SMA	19/01/04
Nº	DESCRIPCIONES	APROB.	FECHA
REVISIONES			
Elab.: ASF/MLP	19/2/99	Visto: IB	19/2/99
Verif.: ASF	19/2/99	Aprob.: OV	19/2/99

EN.DT - Superintendencia de Ingeniería ENC.DT - Departamento de Ingeniería Civil y Arquitectura ENCC.DT - División de Ingeniería Civil y Arquitectura		
DIRECCIÓN TÉCNICA	2290.50.15219 - E	R06

**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE ITAIPU
VISANDO LA CONTRATACIÓN DEL SEGURO TIPO ALL RISKS**

Cantidad el Páginas de este Documento

Tapa y Contratapa.....	02
Índice.....	01
Informe.....	16
Total de Hojas	19

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE ITAIPU VISANDO LA CONTRATACIÓN DEL SEGURO TIPO ALL RISKS

ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN	1
2. INTRODUCCIÓN.....	1
2.1 Histórico del Proyecto	1
2.2 Trabajos Iniciales	2
2.3 El Tratado de ITAIPU y la Constitución de la ITAIPU BINACIONAL	3
3. OPERACIÓN DE LA CENTRAL	3
4. COORDINACIÓN DE LA OPERACIÓN INTERCONECTADA	5
5. SUPERVISIÓN Y CONTROL.....	6
5.1 Funciones generales.....	6
5.2 Funciones de programación de la operación	7
5.3 Funciones de supervisión y control de la operación	7
6. MANTENIMIENTO	7
7. SISTEMA DE TRANSMISIÓN.....	13
7.1 Interconexión con el Paraguay.....	13
7.2 Interconexión con el Brasil.....	14
8. CRONOLOGÍA ENTRADA EN OPERACIÓN DE LAS UNIDADES GENERADORAS	14
9. SISTEMA DE PROTECCIÓN Y COMBATE CONTRA INCENDIO.....	15
10. PROTECCIÓN DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS.....	15
11. SINIESTRALIDAD EN LA CENTRAL.....	15
12. REFERENCIAS.....	16

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE ITAIPU VISANDO LA CONTRATACIÓN DEL SEGURO TIPO ALL RISKS

1. PRESENTACIÓN

El objetivo de este informe es divulgar las características de la empresa visando la contratación del seguro tipo ALL RISKS. Se relata previamente un poco de la historia de ITAIPU, su origen y mostrando también como se buscó gerenciar cada grupo de actividades técnicas. Describiremos después las actividades de comisionamiento, operación, mantenimiento y la forma peculiar de transmisión y comercialización de energía, que es producida en volumen significativo. Por último, se presenta un resumen de las siniestralidades ocurridas en la Central.

La ingeniería del proyecto y los principales aspectos, tanto de la parte civil como de la electromecánica, están descritos detalladamente en el documento 1314.50.15200.E, donde son presentados resúmenes de cantidades, dimensiones y datos técnicos principales del proyecto ITAIPU.

Informaciones complementarias sobre sistemas de protección y otros relativos a la seguridad de las estructuras, instalaciones y equipos electromecánicos son presentadas con detalles en el documento 2290.50.15218.E.

Se debe destacar que el trabajo en ITAIPU se desarrolla dentro de una rutina especial, vista la particularidad que lo torna diferente de las demás empresas congéneres: por ser una entidad binacional, todas las actividades se realizan de forma coordinada entre paraguayos y brasileños.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Histórico del Proyecto

Tanto en el Brasil como en el Paraguay, durante muchos años, el potencial hidroeléctrico existente en el tramo del río Paraná, marco de la frontera entre los dos países, atrajo la atención de sus ingenieros. Algunos estudios de naturaleza general fueron realizados para su aprovechamiento. Para que pudiesen ser realizados estudios más detallados, fue necesario un acuerdo entre los gobiernos de ambos países.

El 22 de junio de 1966, los Ministerios de Relaciones Exteriores de las dos naciones, firmaron la declaración conjunta que se tornó conocida como Acta de Yguazu, por la

cual manifestaron la disposición de proceder de común acuerdo, al estudio y relevamiento de los recursos hídricos pertenecientes, en condominio, al Brasil y al Paraguay desde, e

inclusive, el Salto Grande de Sete Quedas o Salto del Guairá hasta la cuenca del río Yguazu. Se establecía también en aquel documento, que la energía eléctrica que fuese producida con la utilización de la caída existente en el río Paraná, en el tramo en cuestión, sería dividida equitativamente entre los dos países y, a cada uno de ellos conferido el derecho de preferencia de comprar, a precios justos, la energía no utilizada por el otro país para su consumo.

En fecha 12 de febrero de 1967, los gobiernos del Brasil y del Paraguay, instituyeron la COMISIÓN MIXTA TÉCNICA BRASILEÑO-PARAGUAYA para la implementación del Acta de Yguazu en lo relativo al estudio sobre el aprovechamiento de los recursos hídricos del tramo en cuestión.

El Convenio de Cooperación, celebrado el 10 de abril de 1970 entre la COMISIÓN, la ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A., del Brasil y la ANDE - Administración Nacional de Electricidad, del Paraguay, estableció las condiciones para la realización del estudio de evaluación de las posibilidades técnicas y económicas del aprovechamiento del potencial hidroeléctrico del río Paraná en el referido tramo. El Convenio previó que el estudio incluiría una apreciación general de beneficios adicionales como navegación, uso del agua para consumo humano e industrial, irrigación y actividades de recreo.

Fue prevista también la formación de un COMITÉ EJECUTIVO para ejercer el control administrativo y técnico del estudio, bajo la supervisión de la propia COMISIÓN, de la ELETROBRÁS y de la ANDE.

El 30 de mayo de 1970, las partes del Convenio solicitaron a varias firmas consultoras de ingeniería que presentasen, con plazo hasta el 7 de agosto de dicho año, propuestas para la realización del estudio. Fue seleccionado el consorcio formado por la International Engineering Company Inc. - IECO, de San Francisco, California, Estados Unidos y la ELC-Electroconsult Spa, de Milan, Italia. El contrato fue firmado el 18 de noviembre de 1970, en Río de Janeiro (Brasil) y el 21 de noviembre del mismo año, en Asunción (Paraguay) entrando en vigencia el 1º de febrero de 1971.

2.2 Trabajos Iniciales

Un trabajo de reconocimiento de campo que incluyó la inspección del área, visitas por tierra a los posibles locales de emplazamiento de la presa e investigaciones a lo largo del río, resultó en la identificación de diez locales para la concentración de los estudios. Esos locales fueron inventariados, siendo desdoblados en cerca de 50 diferentes concepciones para el aprovechamiento hidroeléctrico, las cuales fueron, a su vez, estudiadas y confrontadas con el mismo nivel de detalles.

Realizadas las comparaciones técnico-económicas de esos diferentes esquemas,

sobresalieron dos alternativas, que fueron sometidas por la Comisión Mixta a consideración de los dos gobiernos: la primera, constando de una presa única en el local denominado ITAIPU, aprovechando todo el potencial en una única usina y la segunda, constituida de dos presas, una en ITAIPU y otra en Santa María, 150 km aguas arriba. El cotejo de ambas alternativas indicó claramente las ventajas de la primera, o sea, la resolución de presa única en ITAIPU, resultando en su adopción por los dos gobiernos.

Se pasó entonces a la siguiente etapa, que consistió en el desarrollo del estudio de viabilidad. En esta fase, los estudios abarcaron, además de nuevos trabajos geológicos y geotécnicos de campo, importantes ensayos hidráulicos en modelo reducido. Esta etapa de los trabajos estaba ya bastante adelantada, cuando fue instalada, en mayo de 1974, la ITAIPU como Entidad Binacional. Inmediatamente, en julio de 1974, los Consultores presentaron estudios más detallados de topografía, batimetría, geología e hidrología, fijando, en forma definitiva, el esquema general del proyecto y demás características, la potencia instalada y cronograma de ejecución.

2.3 El Tratado de ITAIPU y la Constitución de la ITAIPU BINACIONAL

El 26 de abril de 1973 fue firmado el Tratado entre el Brasil y el Paraguay para el aprovechamiento hidroeléctrico de los recursos del río Paraná pertenecientes, en condominio, a los dos países.

Por dicho tratado, el Brasil y el Paraguay concordaron en realizar, de común acuerdo, el aprovechamiento de aquellos recursos y crearon para ese fin, una entidad denominada ITAIPU BINACIONAL.

El proyecto a ser ejecutado sería el de presa única, ya mencionado, constante del Anexo B del Tratado y que, posteriormente, sufrió alteraciones consecuentes de perfeccionamientos técnicos, y que resultaron en el proyecto final del aprovechamiento.

El día 17 de mayo de 1974 la entidad fue constituida y nombró su primer Consejo de Administración y su primera Dirección Ejecutiva.

3. OPERACIÓN DE LA CENTRAL

La operación de ITAIPU se inició con la puesta en servicio de la primera unidad de 50 Hz, en paralelo con el sistema ANDE, el día 05 de mayo de 1984.

A partir del día 08 de octubre de ese mismo año, fue iniciado el suministro, en 50 Hz, a FURNAS, posibilitando el inicio de las pruebas del sistema de transmisión en corriente continua por aquella concesionaria.

El 18 de junio de 1985 fue realizado el primer suministro simultaneo a la ANDE y FURNAS,

en 50 Hz.

El 16 de diciembre de 1986 ocurrió el primer sincronismo de las unidades de 60 Hz (unidades 14 y 15).

La operación de ITAIPU tiene las mismas características de apoyo y conducción, en tiempo real, de las empresas congéneres, destacándose como particularidad, ser ITAIPU una empresa de usina única, lo que implica en el beneficio de tener todo el equipo técnico de soporte a la operación en un único local, que es la propia Central.

Para su efectiva y confiable conducción y coordinación, la supervisión de la operación de la Central hidroeléctrica es efectuada en dos niveles jerárquicos:

Operación del sistema: responsable por la coordinación, supervisión y ejecución, en tiempo real de la operación interconectada en los aspectos energético, eléctrico e hidráulico.

Operación de la central: responsable por la generación de energía, ejecución de maniobras de control y monitoreo del estado de los equipos.

Estos dos niveles mantienen entre si un flujo de informaciones, tanto en el ámbito de apoyo como en el de operación.

En el ámbito de planificación de operación, son desarrollados estudios eléctricos, energéticos e hidrológicos que dan apoyo a las actividades de programación hidroenergética y eléctrica.

Son desarrolladas además, actividades de programación de desconexiones, tanto en la Central, cuanto en el Sistema, a fin de minimizar sus efectos en la conducción de la operación.

Las funciones desarrolladas por la operación, en tiempo real, tienen por objetivo coordinar y supervisar la ejecución de los programas establecidos o reprogramar la operación corriente, de modo a mantener o restablecer las condiciones de confiabilidad y calidad de los servicios, así como garantizar la integridad del equipamiento y seguridad del personal.

Las particularidades de la operación de ITAIPU están relacionadas con sus características propias y la de los sistemas a ella interconectados, que son listadas a continuación:

- La generación en doble frecuencia (mitad en 50 Hz y mitad en 60 Hz);
- El porte de la Central (con potencia instalada 14.00 MW);
- El porte de las unidades generadoras (la potencia nominal de cada unidad es de 700 MW);
- La Central está localizada en el río Paraná, un río internacional compartido por tres

países, existiendo un Tratado firmado entre Brasil, Paraguay y Argentina, cuyo cumplimiento impone restricciones a la operación hidroenergética;

- Los sistemas de transmisión asociados en extra alta tensión, siendo uno en corriente continua (± 600 kV), que interconecta las unidades de 50 Hz al sistema brasileño y otro en corriente alterna (750 kV).

4. COORDINACIÓN DE LA OPERACIÓN INTERCONECTADA

Para que la operación de un sistema eléctrico sea confiable, y la calidad del suministro garantizado, es esencial, el desarrollo de estudios de corto y mediano plazo.

Además de los estudios internos realizados en el ámbito de cada una de las empresas que componen un sistema interconectado, es esencial desarrollar estudios en un forum con representación de las principales empresas del sistema.

En el caso de ITAIPU, una vez que la Central hidroeléctrica interconectó los sistemas eléctricos del Brasil y del Paraguay, fue necesario crear un organismo que posibilitase la realización de estudios operativos del sistema interconectado ANDE/ITAIPU/ELETRORÁS.

El 23 de julio de 1981, fue creada la Comisión Mixta de Operación y Coordinación de los Sistemas de la ANDE, ITAIPU y ELETRORÁS, normalmente denominada Comisión Mixta de Operación o CMO, que se encuentra en pleno ejercicio de sus actividades.

Las actividades técnicas de la CMO son desarrolladas a través de cuatro grupos de estudios, constituidos por especialistas de cada una de las empresas. ITAIPU se hace representar, en cada grupo, por dos ingenieros, un brasileño y un paraguayo.

El Grupo de Estudios Nº 1 se ocupa de los estudios de carga, frecuencia y reserva de potencia.

El Grupo de Estudios Nº 2 está encargado de los estudios eléctricos de la operación.

El Grupo de Estudios Nº 3 es responsable por los estudios de protecciones.

El Grupo de Estudios Nº 5 tiene por atribución realizar la coordinación de los programas de comisionamiento (anteriormente atribuidos al Grupo de Estudios Nº 4, ya extinto) y ejecutar los estudios de procedimientos operativos.

Durante estos años de actividad, la CMO elaboró centenas de informes técnicos, que originaron las más diversas recomendaciones a las empresas e instrucciones a ser implementadas en la operación del sistema.

5. SUPERVISIÓN Y CONTROL

La supervisión y el control de la operación son ejecutados a través de los sistemas analógicos y digital SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), SCC (Sistema de Control Computarizado de la SEMD) y SDSC (Sistema Digital de Supervisión y Control – utilizado en las unidades generadoras 9 A y 18 A).

El sistema analógico, suministra las informaciones necesarias a la operación de la Central y de la SEMD, mientras que los sistemas digitales suministran informaciones clasificadas y detalladas, a ambos niveles de operación.

El sistema SCADA ("Supervisory Control and Data Acquisition"), en conjunto con el SCC y el SDSC, permite el control y la supervisión centralizados de la generación y transmisión de energía, utilizando como subsidio, los datos del proceso adquiridos en forma automática.

Los objetivos básicos de la supervisión y el control de la operación son:

- Proveer informaciones, en tiempo real, sobre las condiciones operativas de los sistemas eléctrico e hidráulico, equipos e instalaciones de ITAIPU, organizados de forma a permitir la toma de decisiones operativas y la ejecución de acciones de control adecuadas y oportunas, permitiendo optimizar la generación de energía.
- Interconectar la Central de ITAIPU a los sistemas de la ELETROBRÁS y ANDE, para intercambio de datos y mensajes operativos y la ONS, para intercambio de datos relativos al control automático de generación.
- Interconectar los sistemas computacionales internos de operación y mantenimiento, de operación hidráulica y seguridad de la Central.

5.1 Funciones generales

Estas funciones, que incluyen todas las actividades básicas que darán soporte a la ejecución de las funciones de aplicación del sistema, son las siguientes:

- Adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos en tiempo real;
- Transmisión de comandos de control;
- Intercambio de informaciones con sistemas internos y externos;
- Presentación y registro de informaciones.

La adquisición de datos del proceso es realizada a través de las unidades terminales remotas (UTR), controladores lógicos programables (CLPs para las unidades 9 A y 18 A), dispositivos electrónicos inteligentes (IEDs para los conjuntos T0X/R0X, T05/R05, Línea Villa Hayes y equipos del seccionamiento de la SEMD) y DAUC (Distribution, Acquisition Unit and

Contol), distribuídos en todas las instalaciones de la Central y SEMD e interconectados a los computadores centrales para su procesamiento.

5.2 Funciones de programación de la operación

Auxilian en la toma de decisiones operativas de naturaleza eléctrica, hidráulica y energética, de acuerdo con un horizonte preestablecido, suministrando subsidios a las actividades de supervisión y control de la operación, visando optimizar los recursos disponibles dentro de las restricciones operativas existentes.

Son ellas:

- Previsión hidrológica;
- Programación de generación y mantenimiento;
- Directrices para la operación de los sistemas hidráulico y eléctrico.

Las actividades de programación están apoyadas por 16 estaciones de trabajo del tipo PC, interconectadas a los computadores principales del sistema.

5.3 Funciones de supervisión y control de la operación

La finalidad de estas funciones es auxiliar a despachantes y operadores en el desempeño de las actividades de supervisión y control de la operación en tiempo real.

Son ellas:

- Monitoreo de los sistemas hidráulico, programación/intercambio eléctrico y de la reserva operativa;
- Control automático de generación (CAG) y de tensión (CAT);
- Estimador de Estados
- Análisis de disturbios para recomposición del sistema;
- Sartre – Sistema de Activación de Reglas em Tiempo Real, cuyo objetivo principal es evitar fallas humanas em maniobras em tempo real.
- Colecta de datos históricos.

Las actividades de supervisión y control de la operación son realizadas a partir de 2 salas de control por médio de consolas (estaciones de trabajo del tipo PC) del tipo “full graphics. La SDC (Sala de Despacho de Carga) posee 6 conjuntos conteniendo 1 consola, 2 monitores, 1 teclado y 1 mouse cada. La SDC también posee un conjunto de equipamientos que componen el videowall. La Sala de Control Centralizado posee 5 conjuntos conteniendo 2

consolas y 2 monitores, 1 teclado y 1 mouse compartidos por medio de un conmutador. Consolas localizadas en la Sala del Despacho de Carga con 2 monitores, 2 teclados funcionales y alfanuméricos y 2 “mouses”. Esta sala también posee un conjunto de equipamientos que compone otro videowall a más.

6. MANTENIMIENTO

A partir de la implantación de la estructura de operación de ITAIPU hubo preocupación en la preparación de un cuerpo de mantenimiento ágil y seguro.

Previamente al inicio del montaje de equipos, ITAIPU comenzó la provisión de recursos y materiales necesarios para esta actividad.

Se adoptó como premisa, para mejor preparación de este cuerpo técnico, que el comisionamiento sea la primera actividad de mantenimiento.

Dentro de este enfoque, al cabo de pocos años, la Superintendencia de Mantenimiento estaba convenientemente estructurada de forma que, disponiendo de personal calificado, métodos adecuados e inclusive de un laboratorio de instrumentación y ensayos, pueda ejercer tareas de puesta en servicio y mantenimiento.

A través de una estructura adecuada, fue creado un canal de negociación fuerte y ágil entre la coordinación de comisionamiento, los demás órganos de ITAIPU y los fabricantes, creando y estableciendo rutinas y flujos de información.

En razón de las características peculiares de la empresa, tales como la enorme cantidad y diversidad de equipos, el suministro a través de consorcios envolviendo innúmeros fabricantes, la necesidad de una nítida separación entre las etapas de montaje (contratada) y comisionamiento (recursos propios), así como el carácter heterogéneo de los equipos involucrados, compuestos por elementos de diversos orígenes y nacionalidades, se tornó imprescindible disponer de una metodología de comisionamiento detallada y envolvente.

La sistemática adoptada, alcanzó plenamente sus objetivos, viabilizando el comisionamiento de los equipos principales y auxiliares dentro de los plazos previstos, sin perjudicar la continuidad del ritmo intenso del montaje, además de permitir a la ITAIPU lograr diversos beneficios, dentro de los cuales cabe destacar:

- La absorción, por parte de su personal, de conocimientos necesarios para el comisionamiento y mantenimiento de los equipos;
- La revisión de diseños a través de procesos confiables;
- La reposición eficaz de componentes danificados durante el comisionamiento y la fase de garantía;

- La programación de soluciones de los problemas técnicos de responsabilidad de los fabricantes, de forma compatibilizada con los compromisos de generación;
- La utilización de un proceso confiable de relevamiento oportuno de problemas, propiciando soluciones basadas en negociaciones con los fabricantes.

Quedó claro, desde la fase de preparación del comisionamiento y actividades de mantenimiento, que la magnitud de los problemas a ser enfrentados en una Central hidroeléctrica del porte de ITAIPU, dada la enorme cantidad de equipos instalados (ver informe 1314.50.15200.E), presentaba muy complejas las etapas de planeamiento, ejecución y control del mantenimiento, implicando en la necesidad de sistematizarlos a través de recursos computacionales.

De esa forma, a partir de 1985, fueron especificados y adquiridos los equipamientos de computación necesarios, y aprovechando la experiencia asimilada con la operación y mantenimiento de las primeras unidades generadoras, fue iniciado, a mediados de 1986, el desarrollo del sistema de operación y mantenimiento, posteriormente designado, de forma abreviada, con la sigla SOM.

Todos los equipos instalados en la Central Hidroeléctrica de ITAIPU (CHI) están gerenciados por el sistema llamado SOM - SISTEMA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, que tiene por filosofía la prevención, planeando, normalizando y sistematizando los procesos de operación y mantenimiento.

El SOM está basado en las siguientes directrices:

- Dominio del proceso de producción a través del acompañamiento del desempeño de los equipos y estructuras a lo largo de su ciclo de vida;
- Utilización de técnicas preventivas y predictivas a través de inspecciones, ensayos y mediciones en los equipos y estructuras de la CHI. Los datos levantados constituyen la materia prima para la realización de análisis sistemáticos de acompañamiento del desempeño;
- Informatización del proceso de planeamiento, programación, control y análisis de la operación y mantenimiento, visando el tratamiento automatizado de informaciones;
- Documentación de instrucciones y normas visando la padronización de procedimientos y garantizando el amplio acceso a las informaciones;
- Integración de actividades de operación y mantenimiento buscando la eficacia y excelencia de la producción como un todo.

Con la finalidad de cumplir sus compromisos y responsabilidades, el SOM se define a través de los siguientes objetivos:

- Controlar permanentemente el desempeño de los equipos y estructuras, buscando minimizar los riesgos de ocurrencia de fallas y la utilización plena de la vida útil de los equipamientos;
- Racionalizar la ejecución de actividades de operación y mantenimiento, evitándose la alternancia de períodos de sobrecarga con otros de poco servicio;
- Establecer procedimientos padronizados para todas las acciones repetitivas que involucran complejidad, riesgos o costos elevados;
- Capacitar adecuadamente al personal, proporcionando el dominio completo de las actividades de operación y mantenimiento.

El SOM fue dividido en dos partes: un sistema de operación y un sistema de mantenimiento.

Como primera etapa, fueron codificados todos los equipamientos de manera a facilitar su identificación y cuantificación.

En lo referente al sistema de mantenimiento, el mismo fue subdividido en subsistemas, conforme indicado a seguir:

- Subsistema de mantenimientos aperiódicos, implantado a partir de dic/87

Este subsistema procesa informaciones referidas a los mantenimientos correctivos, preventivos no periódicos y otros servicios afines, tales como ensayos especiales, mejorías y estudios, disponiendo de un documento base para tal finalidad.

- Subsistema de mantenimientos periódicos, implantado a partir de ene/89;

Este subsistema procesa informaciones referentes a mantenimientos de carácter preventivo, con periodicidad de ejecución definida, disponiendo también de un documento base para tal finalidad.

- Subsistema de catastro (ficha técnica), implantado a partir de dic/89.

Este subsistema reúne informaciones de identificación y características técnicas de los equipamientos que componen la Central de ITAIPU.

- Subsistema de liberación de equipamientos, implantado a partir de ene/95.

Este subsistema procesa la emisión y liberación de autorizaciones de trabajo, controlando los procesos de ejecución del mantenimiento y operación, incrementando y garantizando la seguridad del personal y equipos.

- Subsistema de programación de desconexiones, implantado a partir de ene/96.

Este subsistema tiene por finalidad programar las desconexiones para el mantenimiento

de todos los equipos de la Central de ITAIPU, agregando las necesidades técnicas y distribución de recursos a las necesidades de atención a los sectores eléctricos del Brasil y Paraguay.

- Subsistema de Materiales de Reserva, implantado a partir de enero-99.

Este subsistema procesa las informaciones contenidas en las Listas de Materiales de Reserva, con el objetivo de identificar, especificar y definir límites para stock de repuestos, atendiendo a las necesidades del mantenimiento.

- Subsistema de Análisis de Costos, implantado a partir de enero-04.

Este subsistema tiene por objetivo establecer una sistemática de apropiación y control de los costos directos e indirectos del mantenimiento, esenciales para la elaboración del análisis y diagnóstico del desempeño del sistema de producción.

A partir de 2007, se inició un programa de modernización del SOM, enfocando la utilización de la Interface WEB e inclusión de otras funcionalidades, con previsión de conclusión para diciembre/2008.

Adicionalmente al control sobre los equipos electromecánicos, existe también la supervisión del comportamiento de las estructuras civiles. Para el efecto, ITAIPU dispone de un conjunto completo de instrumentos destinado al control y seguridad de las presas que la comprenden, incluyendo una red propia de sismógrafos (ver informe 2290.50.15218.E).

El conjunto de instrumentos distribuidos a lo largo de la Casa de Máquinas y de las Presas está destinado al control del desempeño de las fundaciones, de las estructuras de concreto. Son 2.383 instrumentos de los siguientes tipos:

- Medidores de juntas;
- Marcos de referencia
- Termómetros de masa y superficie;
- Tensómetros;
- Deformímetros;
- Péndulos directos e invertidos;
- Extensómetros;
- Piezómetros y medidores de nivel de agua;
- Prismas geodésicos;
- Medidores de caudal.

En 2005, ITAIPU adquirió e instaló un sistema automático (ADAS) para monitoreo de los

instrumentos considerados mas importantes (10% del total) con modulos de adquisición de datos a cada 30 minutos, enfocando el analisis del desempeño de las estructuras civiles.

Las actividades a ser realizadas durante los mantenimientos periódicos están incluidas en documentos conocidos como planillas de inspecciones y controles. Las informaciones anotadas en los documentos relativos a los mantenimientos periódicos y aperiódicos son grabadas en archivos de computador y forman el histórico de los equipos, pudiendo ser rescatadas en cualquier momento en formato de informes diversos, volviéndose instrumentos de inestimable valor para el análisis de desempeño.

La ITAIPU posee un cuadro de personal técnico propio para la realización de las actividades de mantenimiento.

La periodicidad del mantenimiento de los equipos de las unidades generadoras contempla intervenciones en forma NONAMESTRAL, TRISEMESTRAL y TRIENAL, donde la sucesión de eventos a ser inspeccionados en la etapa siguiente es más rigurosa que la anterior.

Como ejemplo, mencionamos a continuación la periodicidad de mantenimiento para los principales equipos:

- Las unidades generadoras tienen la siguiente secuencia de manutenciones programadas periódicas:
- Nonamestral, Trisemestral y Trienal, cuyos procedimientos se encuentran registrados em la Planillas de Mantenimiento.
- Em forma bimestral, se realizan em los Transformadores Principales el análisis cromatográfico del aceite. En caso de constatación de alguna anormalidad, la periodicidad es reducida hasta la frecuencia diaria.
- La calibración de válvulas de seguridad se realiza a cada dieciocho meses;
- El ensayo operacional de las puertas corta-fuego es realizado cada nueve meses;
- El ensayo operacional de nebulización en los transformadores es realizado cada dieciocho meses
- El ensayo operacional sin nebulización en transformadores es realizado cada nueve meses;
- El ensayo operacional de los detectores de humo en los transformadores es realizado cada dieciocho meses;
- La inspección del sistema de CO2 de los generadores es realizada a cada 18 meses (en las paradas trisemestrales y trienales);
- Mediciones de resistencia óhmica del rotor de los generadores son realizadas a cada 18

meses (en las paradas trisemestrales y trienales);

El análisis de desempeño es una macrofunción importante del mantenimiento, y para alcanzar su objetivo, utiliza como apoyo los aplicativos para análisis del mantenimiento periódico, análisis del mantenimiento aperiódico e índices de mantenimiento. Estos aplicativos tienen como finalidad asegurar la realimentación de todos los procesos integrantes del método de mantenimiento - SOM -, y principalmente garantizar la disponibilidad de los equipos.

Todos estos procesos de filosofía eminentemente preventiva, son complementados por un plan de acción y metas para reducción de la indisponibilidad forzada de las unidades generadoras.

El acierto de la conducta adoptada ha sido confirmado por el óptimo desempeño del parque generador de ITAIPU, contribuyendo al cumplimiento de metas y compromisos contraídos por la empresa.

7. SISTEMA DE TRANSMISIÓN

El sistema de transmisión asociado a la Central de ITAIPU, es uno de los mayores y más importantes del mundo, utilizando las más elevadas tensiones de operación comercial, tanto en corriente continua (± 600 kV), como en corriente alterna (750 kV), siendo poseedor de una elevada capacidad de transmisión de 14.000 MW.

Debido a la diferencia de frecuencias entre el Brasil y el Paraguay, diez generadores de ITAIPU operan en la frecuencia de 50 Hz y diez en la de 60 Hz.

Los generadores de 50 Hz, frecuencia del sistema paraguayo, están conectados al sistema de corriente continua, SEMD y SEFI (FURNAS Foz do Iguaçu), con capacidad de transmisión de 6.300 MW y los generadores de 60 Hz, al sistema de corriente alterna de 750 kV con compensación en serie, también con capacidad de 6.300 MW.

7.1 Interconexión con el Paraguay

El suministro de ITAIPU a la ANDE es realizado por la Subestación de la Margen Derecha. Para atender este suministro, se encuentran instalados actualmente, Seis conjuntos de autotransformadores-reguladores, con capacidad unitaria de 450 MVA, cuya función es reducir la tensión de 500 kV para 220 kV.

La interconexión es realizada a través de dos líneas de transmisión en 220 kV, de 4,7 km de extensión, conectando la Subestación de la Margen Derecha (ITAIPU) a la Central Hidroeléctrica de Acaray (ANDE) y otras dos de 220 kV para Asunción via Itaquyry,

Carayao-Limpio y una línea de 500 kV para Villa Hayes.

7.2 Interconexión con el Brasil

La energía producida por ITAIPU en 50 Hz, es suministrada al sistema paraguayo por la Subestación de la Margen Derecha y el excedente al sistema brasileño, por la subestación convertidora de Foz de Iguazu, a través de cuatro líneas en 500 kV conectando la Central de ITAIPU a la Subestación de la Margen Derecha y esta, a la subestación convertidora de Foz de Iguazu donde la tensión de 500 kV es convertida para ± 600 kvcc.

La energía producida en 60 Hz es entregada a través de cuatro líneas, también en 500 kV, en la subestación Foz de Iguazu, donde la tensión es elevada para 750 kV a través de transformadores elevadores conectados directamente a estas líneas.

De la subestación Foz de Iguazu parten líneas de transmisión en corriente alterna y en corriente continua, responsables por el suministro a las regiones sudeste y sur del Brasil.

8. CRONOLOGÍA DE ENTRADA EN OPERACIÓN DE LAS UNIDADES GENERADORAS

Unidades	Final del Montaje	Primeir Test Mecánico	Primera Sincronización	Operación Industrial
1	9/12/83	17/12/83	5/5/84	31/5/84
2	31/8/84	27/9/84	4/1/85	6/2/85
3	16/7/85	22/7/85	24/8/85	11/9/85
4	11/11/85	20/11/85	20/12/85	26/1/86
15	28/5/86	22/7/86	16/12/86	24/12/86
14	29/10/86	12/11/86	16/12/86	24/12/86
5	25/3/87	10/4/87	7/5/87	21/5/87
6	29/5/87	26/6/87	24/7/87	31/7/87
7	31/8/87	7/10/87	26/10/87	2/11/87
8	15/1/88	21/1/88	24/2/88	18/3/88
9	30/5/88	7/6/88	15/7/88	29/7/88
13	1/8/88	9/8/88	14/9/88	12/10/88
12	31/12/88	10/1/89	11/2/89	25/2/89
11	31/3/89	8/5/89	29/6/89	3/7/89
10	30/7/89	8/8/89	11/9/89	14/9/89
16	30/4/90	10/5/90	11/6/90	3/7/90
17	30/9/90	20/10/90	11/1/91	21/1/91
18	31/12/90	11/3/91	8/4/91	10/4/91
18A	25/9/05	26/10/05	2/11/05	5/2/07
9A	21/2/06	10/4/06	15/4/06	4/8/06

9. SISTEMA DE PROTECCIÓN Y COMBATE CONTRA INCENDIO

Los sistemas de protección de las instalaciones y equipos electromecánicos, así como el monitoreo de la seguridad de las estructuras civiles, están descritos en detalle, en el documento 2290.50.15218.E y complementados en los informes 1999.50.0001.P y 5000.50.0010.P.

10. PROTECCIÓN DE LOS SISTEMAS Y EQUIPAMIENTOS ELECTROMECAÑICOS

Todos los sistemas y equipamientos electromecánicos de la Usina, poseen protección contra fallas eléctricas y mecánicas, conforme descrito en el documento 1999.50.0001.P.

11. SINIESTROS EN LA CENTRAL

La ITAIPU viene contratando el seguro del tipo ALL RISKS, desde el inicio de la construcción de la Central.

En el primer seguro contratado por la ITAIPU, en el período del 18.10.78 al 30.11.92, para cobertura de la construcción de la Usina, ocurrieron siniestros en la etapa de montaje, de comisionamiento y de operación, destacándose entre otros los siguientes siniestros de la etapa de comisionamiento y operación:

Fecha	Equipo
10.12.84	SISTEMA DE EXCITACIÓN DE LA U-02
13.03.85	EJE DE LA U-05
03.04.85	SISTEMA DE EXCITACIÓN DE LA U-01
29.10.86	SISTEMA DE EXCITACIÓN DE LA U-03
15.06.87	SERVOMOTOR DE LA U-08
18.10.87	TRANSFORMADOR PRINCIPAL TU-01
22.02.88	TRANSFORMADOR DE EXCITACIÓN TEP-07
02.05.89	PARARRAYOS 525 kV
28.02.90	INCENDIO EN AMC – 2 - EJES A/B EL. 98
02.05.90	TRANSFORMADOR PRINCIPAL TU-11
21.07.92	CORTO CIRCUITO EN LA U-06

En el período del 01.12.92 al 30.11.94, ocurrieron siniestros en la etapa de operación, conforme la siguiente tabla:

Fecha	Equipo
17.03.93	ACCIDENTE EN LA U-06

26.04.93	EXPLOSIÓN DEL TRANSFORMADOR PRINCIPAL TU-17
14.07.94	COMPUERTA N.1 VERTEDERO

En el período del 01.12.94 al 31.12.18, ocurrieron siniestros en la etapa de operación, conforme la siguiente tabla:

Fecha	Equipo
02.03.95	SISTEMA DE EXCITACIÓN DE LA U-16
04.05.97	TRANSFORMADOR PRINCIPAL DE LA U-8
12.07.01	TRANSFORMADOR PRINCIPAL DE LA U-7 – FASE R
10.11.02	TRANSFORMADOR PRINCIPAL DE LA U-1 – FASE R
06.06.03	TRANSFORMADOR PRINCIPAL DE LA U-15 – FASE B. RETIRADO PREVENTIVAMENTE DE OPERACIÓN
19.01.06	GENERADOR DE LA U-15 – DAÑOS BARRAS ESTATÓRICAS
03.06.06	EXPLOSIÓN DEL TRANSFORMADOR PRINCIPAL DE LA U-10.
28.04.08	GENERADOR DE LA U-10 – DAÑOS EN EL SISTEMA DE AGUA PURA/BARRAS ESTATÓRICAS
24.09.10	TURBINA DE LA U-06 - FISURAS EN LA PALETA N° 11 Y ANILLO DE DESGASTE DE LA RUEDA DE LA TURBINA
04.07.12	SINIESTRO EN EL TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE EXCITACIÓN POSITIVA –TEP18A - FASE C
22.05.15	GENERADOR DE LA U-15 – DAÑOS EN EL SISTEMA DE AGUA PURA/BARRAS ESTATÓRICAS
23.03.16	GENERADOR DE LA U-08 – DAÑOS EN EL SISTEMA DE AGUA PURA/BARRAS ESTATÓRICAS

Cabe mencionar que, debido a diversas fallas, ITAIPU decidió los siguientes:

- Completo en mayo/2007 la sustitución de todos los aisladores pasantes de 500 kV tipo papel/aceite de los Transformadores Principales, por aisladores pasantes tipo papel/resina.
- Realizó el cierre de las 60 celdas de los TUs de la CHI con puertas metálicas desmontables con el objeto de minimizar daños que puedan ocasionar eventuales explosiones de los transformadores.

12. REFERENCIAS

- 1314.50.15200.E - Resumen de Cantidades, Dimensiones y Datos Técnicos Principales del Proyecto ITAIPU.
- 2290.50.15218.E - Aspectos Relacionados con la Seguridad de las Estructuras y Equipamientos.
- 1999.50.0001.P - Relatório Final de Projeto.
- 5000.50.0010.P - Sistema de Proteção contra Incêndio, Detecção, Alarme, Anunciação e Combate - Relatório Geral.