



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

IX SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

Sistema Integrado para la Optimización de los Datos “On Line” – Mistral y “Off Line” – Midas del Sistema Adas y de la Central de Informaciones - CI, que hacen a la Seguridad Estructural de la Represa de Itaipu.

Marco Saccarello dos Santos.

Resumen.

Este trabajo presenta dos módulos que hacen parte del SOAA – Sistema de Optimización del Análisis de la Auscultación, cuyo objetivo es el de identificar, integrar, seleccionar y registrar las mejores prácticas para optimizar el análisis de la seguridad de las presas y estructuras afines, de las presas de la Central Hidroeléctrica de Itaipu.

Los nuevos módulos recientemente implementado en la ITAIPU, son el MISTRAL y el MIDAS. Ambos complementan al Sistema de Adquisición Automática de Datos (ADAS), que tiene por objetivo supervisar el comportamiento de las presas de hormigón, de enrocado, de tierra y de sus fundaciones, en forma “on line”.

El Sistema Mistral es un sistema especialista, para análisis cualitativo (estado de la presa en base a valores pre-establecidos), implementado en un nivel superior al Sistema Adas, es decir posee las aplicaciones que atienden al usuario final, utilizando la metodología “Árbol de Falla”. El Sistema Midas se sirve de las informaciones proveídas por la Base de datos de la Instrumentación Civil (Central de Informaciones – CI) para realizar análisis del tipo cuantitativo (emisión de gráficos magnitud/tiempo, series temporales, etc).

Palabras clave: Auscultación, Adas, Mistral, Midas, CI, SOAA.

1. Introducción

Mediante la adecuada instalación de la instrumentación civil de la Presa de ITAIPU, ya definida en la fase de proyecto, fue posible evaluar la integridad de las estructuras civiles desde la fase constructiva de la obra, hasta la actualidad.

Con el objetivo de optimizar el control de la seguridad estructural adecuándose a la actualización tecnológica del Área Técnica se prosiguió con la implantación del sistema integrado denominado (SOAA). Posteriormente fueron identificados nuevos objetivos, ya en la etapa de operación, con la colecta de datos, selección, automatización, planificación, inspección, análisis, y el registro de todo el conocimiento.

A través de estos Sistemas Midas & Mistral se realiza, actualmente, una eficiente operación y control del monitoreo estructural para la seguridad de la Usina de ITAIPU.

2. Sistema Adas

El Sistema de Adquisición Automática de Datos (ADAS), tiene por objetivo supervisar el comportamiento de las presas de hormigón, de enrocado, de tierra y de sus fundaciones, en tiempo real, a

IX SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

través de un sistema automatizado de monitoreo “on line” con instrumentos y sensores, con vistas a la adquisición automática, de las informaciones, con frecuencia de colecta parametrizable por el usuario.

Varios grupos de sensores serán conectados a las Unidades de Adquisición Remotas (UAR's), donde las informaciones procedentes de los mismos serán transmitidas automáticamente a una Estación Central (CDA) para su tratamiento, almacenamiento y procesamiento, y que podrán ser visualizados finalmente a través de una estación del usuario (ECA).

Las características principales del ADAS pueden resumirse en:

- Adquisición automática de datos de mas de 300 puntos de medición.
- Colecta de datos, rápida y segura con frecuencia definida a través de las UARs y transferencia de los mismos entre estas y la Central de Control y Procesamiento de Sistema (denominada CDA).

Básicamente el ADAS puede ser dividido en:

- a) Sensores e Instrumentos, encargados de la interconexión con el campo. Cada sensor o instrumento traducirá un fenómeno específico con una precisión requerida.
- b) Subsistema de Adquisición Remota (UARs), encargado del gerenciamiento y de la interconexión con los sensores monitorando y supervisando las actividades de recolección y almacenamiento de datos.
- c) Subsistema de Comunicación, Control y Procesamiento Central (ver Figura 1), es la parte principal del sistema, encargada de todas las actividades necesarias para un completo gerenciamiento del sistema con el objetivo de permitir la colecta y distribución de los datos a otros sistemas externos, tales como el ECA (estación cliente) y al SCADA (sistema automatizado del grupo electromecánico, donde habrá emisión de alarma cuando se sobrepase valores límites de control).
- d) Fuente de Alimentación Ininterrumpida encargada del suministro de la energía necesaria para el funcionamiento del sistema de manera confiable.

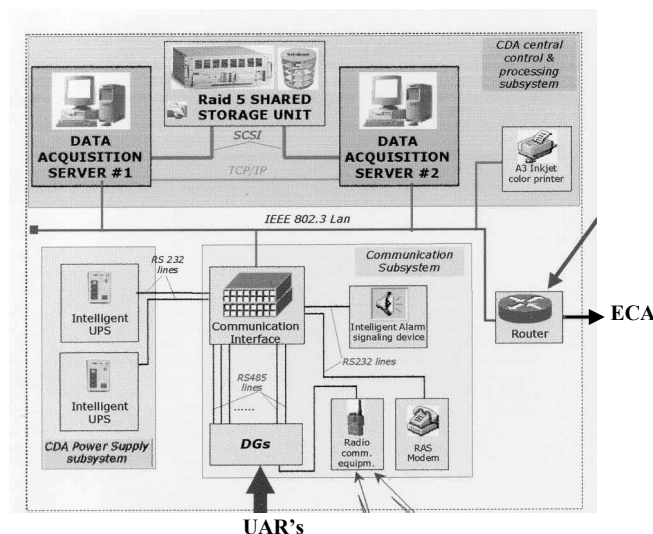


Figura 2.1 – Sistema Adas – Esquema del CDA

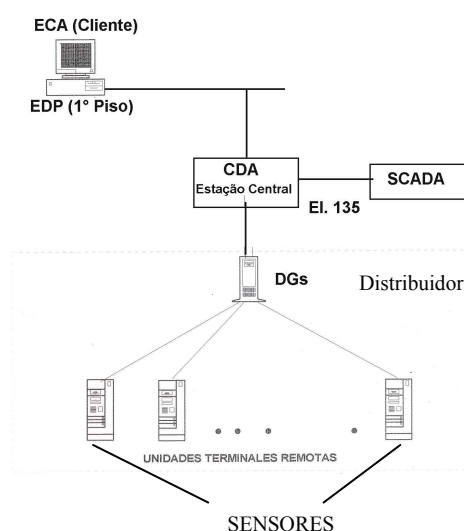


Figura 2.2 – Esquema funcional del Sistema Adas

3. Central de Informaciones - CI

Este sistema permite integrar las diversas fuentes de datos e informaciones existentes en sus distintos formatos y dispone estos para efectuar el análisis y evaluación de la Seguridad de la Presa.

Su entorno es analítico y permite analizar la información histórica y ejecuta las siguientes funciones:

- Importa datos de fuentes remotas.
- Transforma y unifica datos.
- Unifica nomenclaturas.
- Ejecuta cálculos estadísticos diversos para análisis de consistencia de datos.

El Sistema Midas está implementado en esta CI.

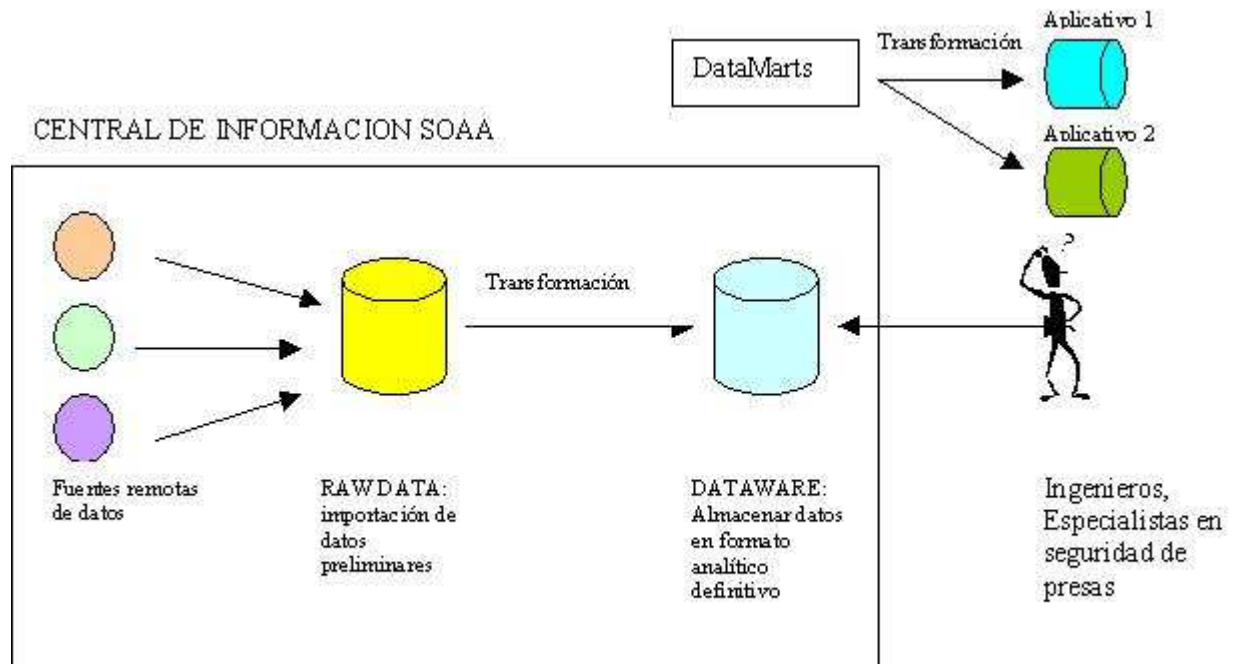


Figura 3.1 – Central de Informaciones – CI.

4. Sistema Midas

Es Sistema Midas está implementado en la CI y consiste en un Sistema “ Off Line”.

La interpretación de los archivos creados en el banco de datos deberá servir para el análisis del comportamiento de la obra o de algunas de sus partes con respecto al tiempo a través de los datos levantados por la instrumentación. El análisis se efectuará a través de la caracterización del comportamiento estructural de la presa como respuesta a los ciclos de carga conexos al ejercicio (p. ej.: carga hidrostática, carga térmica, precipitaciones) de forma tal a poner en evidencia eventuales comportamientos singulares y/o anomalías, evaluar su importancia y, si fuera posible, individualizar las causas de las mismas.

Los datos de medición deberán ser objeto de un análisis con la siguiente finalidad:

- buscar una correlación entre las causas que actúan y la respuesta estructural (análisis causa – efecto);
- analizar la regularidad de los comportamientos y poner en evidencia eventuales peculiaridades en el comportamiento de los instrumentos analizados individualmente;
- evaluar la homogeneidad del cuadro de comportamiento ofrecido por la instrumentación. En especial deberán ser analizados los datos levantados por el sistema de monitoreo automático comparados con las correspondientes mediciones manuales;
- verificar la estabilidad del comportamiento de la obra en el tiempo ante la presencia de eventuales fenómenos de deriva. Por fenómenos de deriva, se entiende la búsqueda de eventuales trend irreversibles en los fenómenos monitoreados.

IX SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

- preparar modelos de interpretación de tipo estadístico regresivo, para las magnitudes (identificadas con los diferentes instrumentos) más representativas/significativas, con la finalidad de definir el modelo de comportamiento de la presa y que serán utilizados por los técnicos de Itaipu durante el control de las estructuras. Las magnitudes causa consideradas, son todas las disponibles en una serie cronológica regular y que se pueden correlacionar a la magnitud efecto. Típicamente se utiliza el nivel de embalse, la temperatura del aire, las precipitaciones.

Con este fin se deberán crear modelos interpretativos de tipo estadístico, para las magnitudes más representativas que serán seleccionadas por Itaipu, que permitan evaluaciones objetivas respecto al comportamiento de la presa, mediante la comparación entre valores medidos por los instrumentos de campo y los valores previstos en modo teórico. En esta fase los modelos estadísticos serán determinados sobre toda la vida de la estructura (a partir de las mediciones manuales) y luego utilizados también sobre las mediciones levantadas por el sistema automático el cual actualmente pone a disposición mediciones con solamente un año de profundidad histórico. Los modelos realizados con Midas son luego implementados en Mistral, para la verificación en tiempo real de las mediciones levantadas.

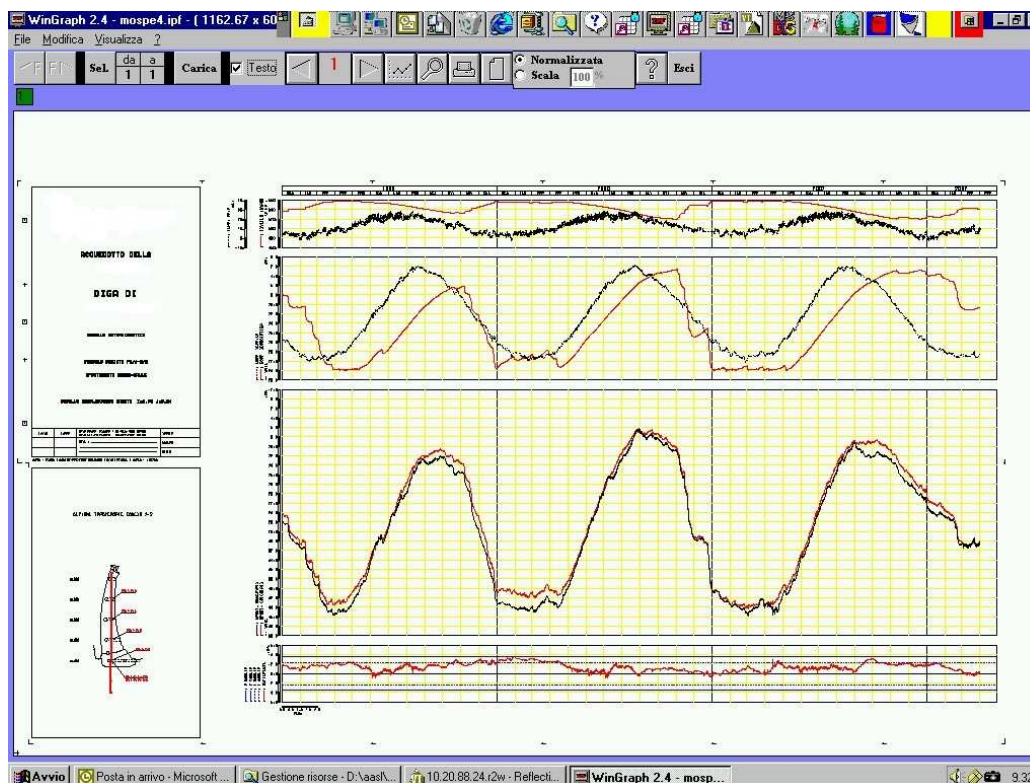


Figura 4.1 – Sistema Midas – Visualización gráfica.



5. Sistema Mistral

Todas las mediciones, recogidas de manera automática o manual, tienen que ser procesadas para analizar el comportamiento de la presa. Para ello, se definirán modelos estadísticos de la respuesta de los instrumentos más significativos para poder predecir el comportamiento de la magnitud controlada en función de las causas que provocan su variación (como por ejemplo las variaciones de temperatura y el nivel del embalse).

Durante las actividades off-line, se determinan los parámetros utilizados para el control on-line y se efectúa la calibración de los modelos teóricos utilizando las mediciones reales.

Para los modelos representativos de las mediciones más importantes se definirán también umbrales de validez ingenieril que posteriormente se utilizarán como trigger de situaciones de anomalía.

Los umbrales de control serán:

- valor absoluto de la medición (en función de la magnitud controlada);
- velocidad de variación de la medición;
- diferencia absoluta de la medición respecto al modelo teórico de comportamiento.

El sistema MISTRAL está instalado en el CDA del Sistema Adas, verifica continuamente el estado de cada medición con respecto a los umbrales definidos según los criterios indicados en el punto anterior para evaluar:

- algoritmos de alerta, asociando en estos casos los conocimientos sobre la significatividad y la confiabilidad de cada instrumento;
- el estado de la presa y de cada componente estructural de la misma;
- procesos anómalos y verificación de la confiabilidad de las mediciones a través de controles de congruencia.

El Sistema Mistral es un Sistema Especialista que utiliza como máquina de inferencia al CDA del Sistema Adas y está complementado por la metodología del “Árbol de Falla”.

IX SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

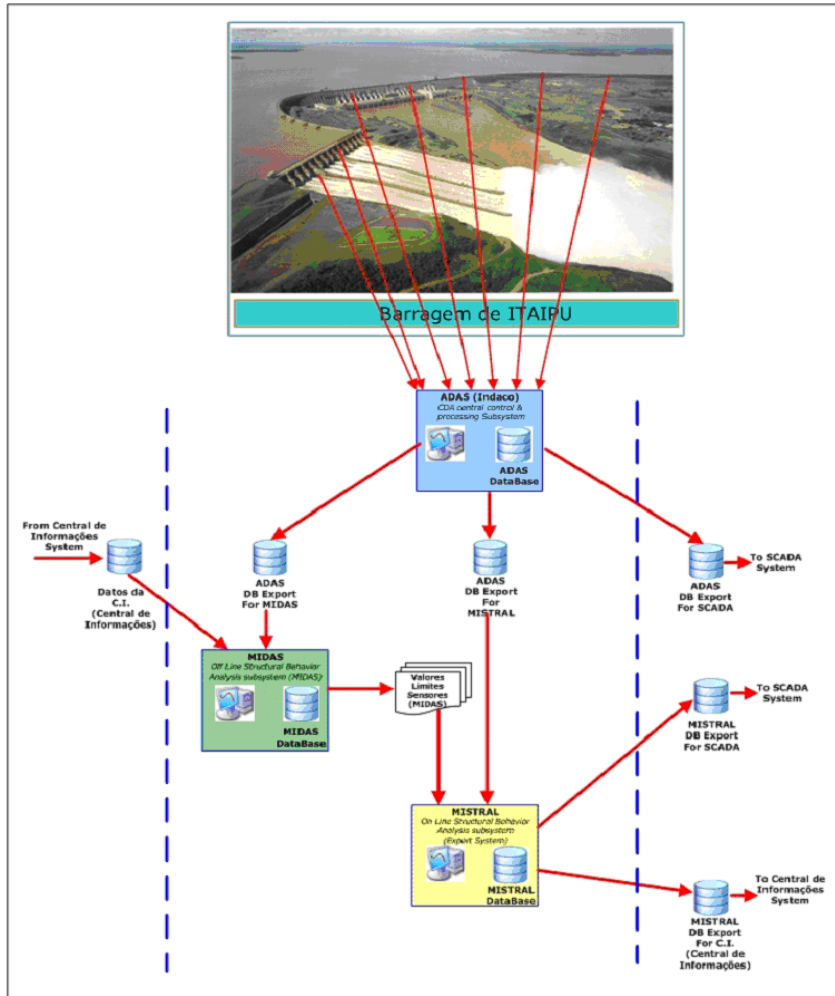


Figura 5.1 – Sistema Mistral – Arquitectura general.

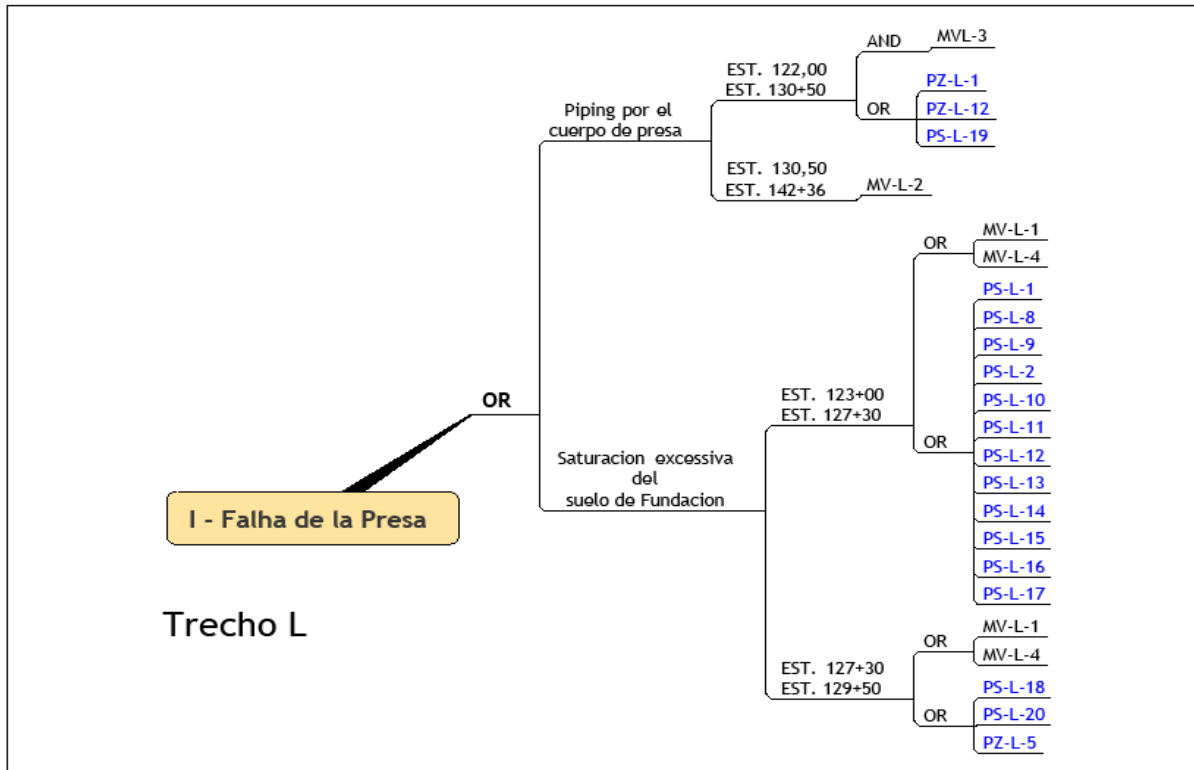


Figura 5.2 – Ejemplo del Árbol de Falha de un trecho.

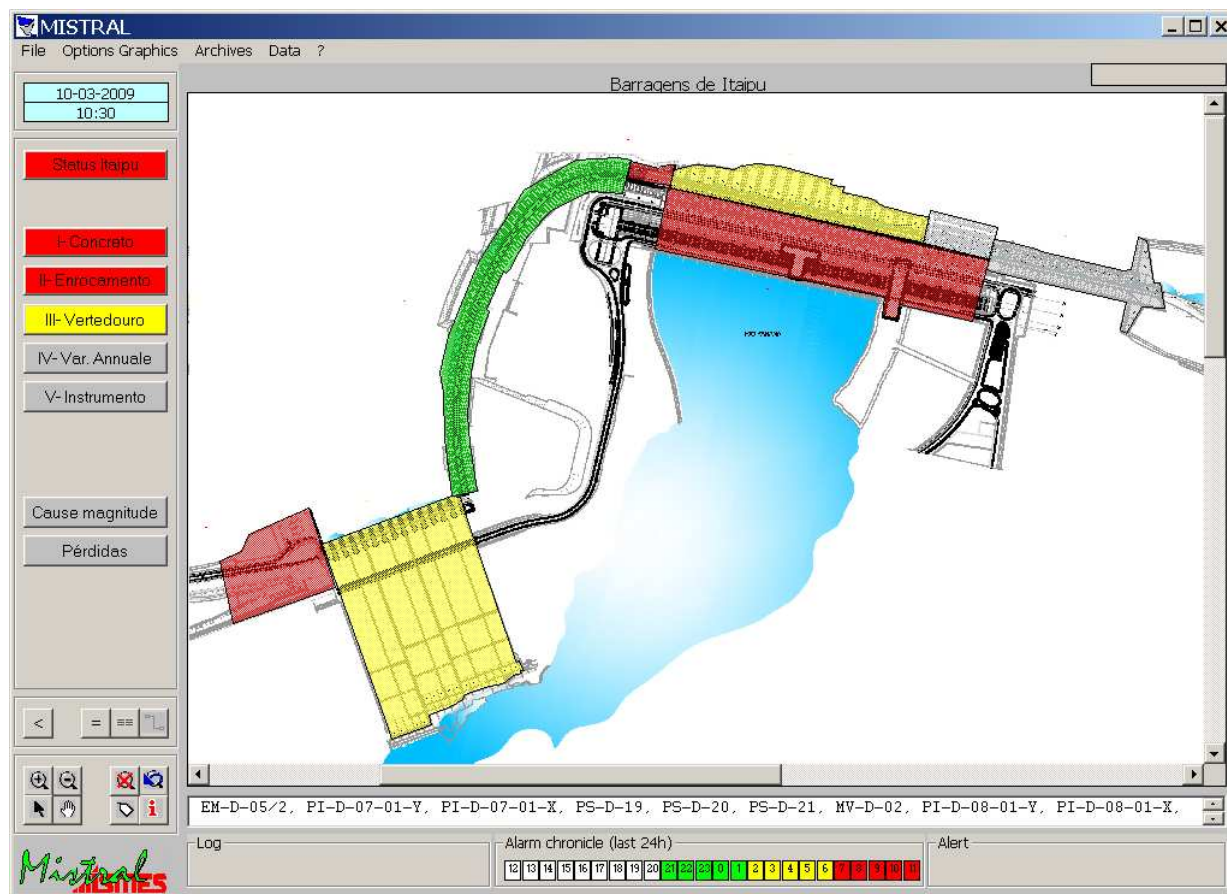


Figura 5.3 – Sistema Mistral – Visualización gráfica

6. Conclusiones

El sistema presentado en este trabajo para el control de la CHI de ITAIPU, es decurrente de una consolidada experiencia internacional. Esa experiencia engloba principalmente, el área de gerenciamiento, elaboración e interpretación de medidas obtenidas en obras hidroeléctricas de aproximadamente 300 presas en Italia, y en el mundo para instituciones de renombre como El Bureau Reclamation y el U.S. Army corps of Engineers de los Estados Unidos.

El sistema Mistral vendrá a complementar al sistema ADAS actual de Itaipu, mientras que el Midas (off-line) optimizará el proceso del análisis periódico realizado por los técnicos de la Itaipu.

Se concluye que los sistemas para evaluación estructural en cuestión sean elaborados por empresas competentes y familiarizadas con el proyecto y con otros sistemas ya implantados, como el ADAS actualmente en uso, de modo que se mantenga el mismo padrón de calidad en la evaluación de la seguridad estructural.



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

IX SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

Bibliografía

1. Especificación Técnica del Sistema ADAS. Itaipu 2002
2. Automatic Data Acquisition System for the Civil Instrumentation of the Dam (ADAS). Work Statement. Enel. Hydro. 2004.
3. Estabelecimento de Níveis de alerta para a Instrumentação das Estruturas Civas. Itaipu 2002.
4. Especificación Técnica y Work Statement de los Sistemas Midas & Mistral.