



# PROYECTO DE DESARROLLO DEL SIMULADOR REPLICA DE ATUCHA II

Fernando Ortega

LAS -ANS SIMPOSIO 2013  
Buenos Aires - 24-28 de Junio de 2013

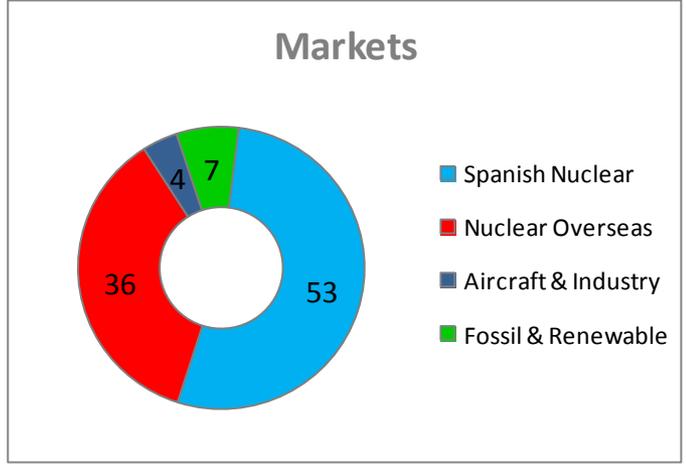
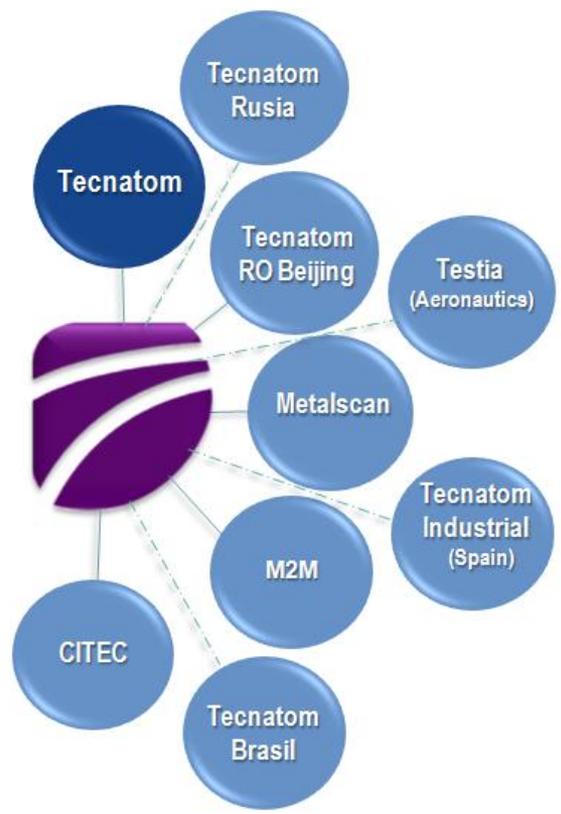


# Tecnatom

Since 1957

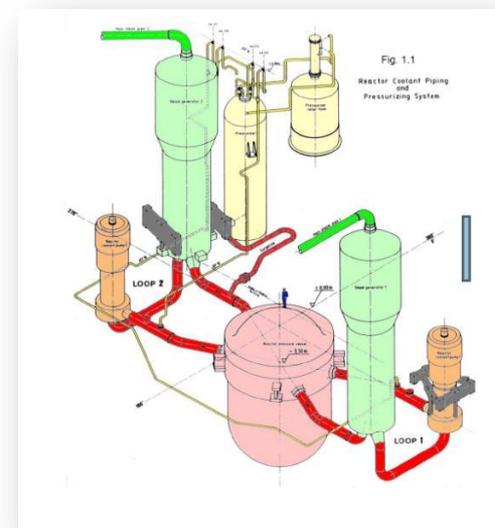
Tecnatom provides global services:

- Simulation
- Operation Support
- Training
- Engineering
- Inspection & Testing



# ANTECEDENTES DEL PROYECTO

- ◆ Atucha II (PHWR-745 MWe) central en última etapa de construcción. La fecha de la operación comercial está prevista en el segundo semestre del 2013.
- ◆ **NA-SA** decidió abordar el desarrollo del proyecto de simulador réplica de alcance total para la mejora de la formación del personal de operación.
- ◆ **NA-SA** contrató a **Tecnatom** en febrero del año 2010 el proyecto de construcción del Simulador de Alcance Total de Atucha II



# ALCANCE DEL SIMULADOR DE ATUCHA II

## VISION GLOBAL

- ◆ Desarrollo de un **simulador** que modela **todos los Sistemas** de C.N. Atucha II **operados y controlados desde los paneles y consolas de la Sala de Control Principal** a través de:
  - ◆ Interfaz de usuario **réplica** de paneles, consolas, instrumentos e interfaz gráfica disponible en monitores del sistema de control distribuido SPPA-T2000/OM690 (**Simulador Réplica de Alcance Total**)
  - ◆ Interfaz de usuario gráfica, en base a Diagramas (S.G.I. **Simulador Gráfico Interactivo** - Simulador de Aula ).

**Dos entregas/Fases:** Mes 17 y 36.

- ◆ Desarrollo de **material de formación** de Atucha II, **diseño de escenarios** de entrenamiento en simulador y **formación de los instructores**.



# PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL SIMULADOR

- ◆ Utilización prioritaria del simulador para entrenamiento del personal de operación, y adicionalmente:
  - ◆ Ingeniería de diseño y de operación
  - ◆ Simulacros de emergencia
  - ◆ Evaluación de cambios de diseño en la central
- ◆ El alcance de la simulación soporta, con la máxima fidelidad, las evoluciones de la planta en los distintos modos de operación:
  - ◆ Operación normal: Potencia, arranque, espera caliente, parada caliente, parada fría.
  - ◆ Operación anormal y de emergencia, mediante las malfunciones simuladas del proceso.
  - ◆ Amplia variedad de malfunciones (específicas y genéricas) y operación sobre equipos locales
- ◆ Sistemas digitales de I&C simulados (SPPA-T2000 & OM690 )

# PLAN DE PROYECTO

EDT	NOMBRE TAREA	DURACION	COMIENZO	FIN
A	<b>ORGANIZACION Y GESTION PROYECTO</b>	782 días	15/02/2010	12/02/2013
B	<b>DISEÑO SIMULADOR</b>	121 días	01/03/2010	16/08/2010
C	<b>DESARROLLO MODELOS DE PLANTA</b>	694 días	15/06/2010	08/02/2013
D	<b>INTERFAZ GRAFICA SGI</b>	320 días	15/06/2010	05/09/2011
E	<b>CONSOLA INSTRUCTOR</b>	304 días	15/06/2010	12/08/2011
F	<b>SISTEMA COMPUTO SIMULADOR</b>	477 días	15/04/2010	10/02/2012
H	<b>MISCEL y FORMACION TECNICOS NASA</b>	699 días	14/06/2010	14/02/2013
I	<b>FABRICACION PANELES / TESIS</b>	475 días	17/05/2010	09/03/2012
J	<b>DOC. ATP - PRUEBAS DE ACEPTACION</b>	741 días	15/04/2010	14/02/2013
K	<b>MATERIAL DIDACTICO CAPACITACION</b>	781 días	15/02/2010	11/02/2013

# ALCANCE DE MODELOS DEL SIMULADOR

## Sistemas de CN Atucha II alcance del Simulador:120

### MODELOS SGI FASE INICIAL

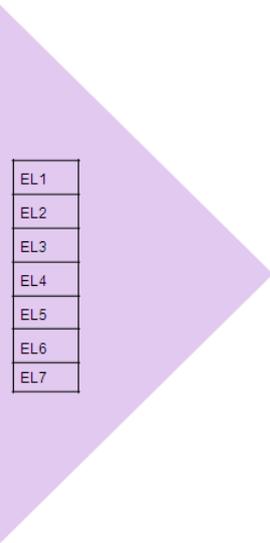
JA  
JF  
JK  
JND  
JR  
JS  
JT  
KAG  
KB  
LA  
LB  
MA  
NUC

FA  
FB  
FC  
GHC  
GHW  
JD  
JKU  
JM  
JY  
KA  
KBC  
KBD  
KJM  
KL  
KLX  
KLY  
KPF  
KPL  
KTA

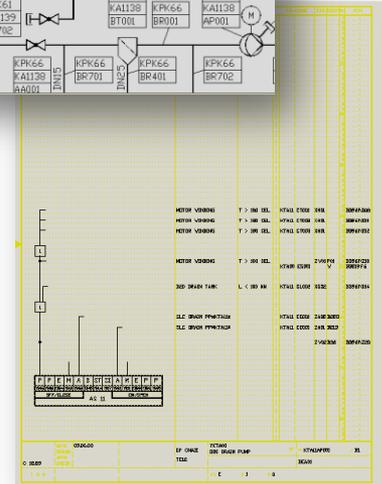
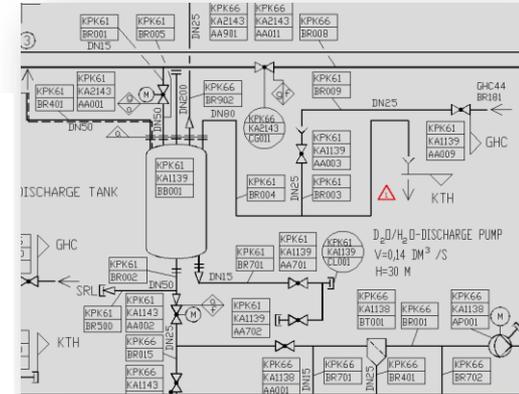
### MODELOS SAT

KTB  
KTC  
KTE  
KTY  
KU  
LBG  
LBS  
LBX  
LC  
LCM  
LCQ  
MA  
MAD  
MAG  
MAL  
MAN  
MAX  
MAV  
MAW  
MK

MY  
PA  
PC  
PCJ  
PE  
PG  
PJ  
QJ  
QK  
QN  
QU  
SA  
SC  
SG  
UJA  
XE  
XJ



EL1  
EL2  
EL3  
EL4  
EL5  
EL6  
EL7



# HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN

## Tecnatom Simulation Technology

Modeling

TRAC-RT

NEMO /  
PANAC11

TEAM-SUITE  
FLOW  
LOGIC  
ELECTRIC

TEAM-AIDES

TEAM-MAAP

Instructor  
Station & HMI

TEAM - STATION

TEAM - SKETCH

TEAM-TRAC

VIRTUAL  
REALITY

I/O

TESIS+

O & M

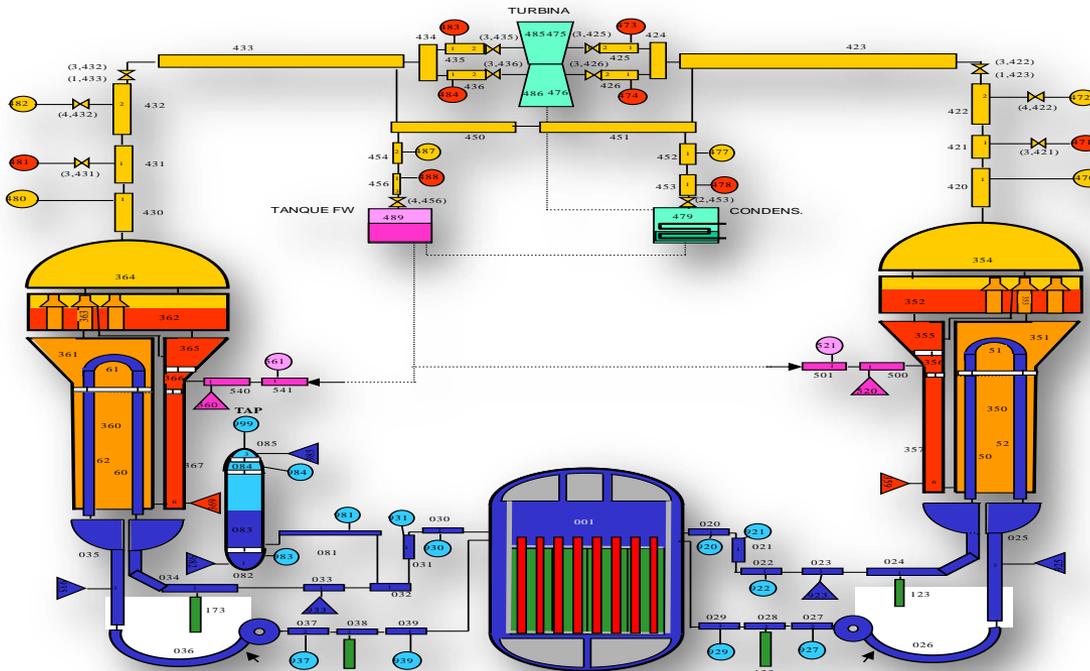
SICOSIS

SOAS\_WEB

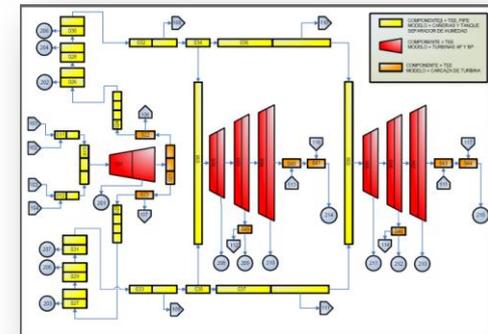
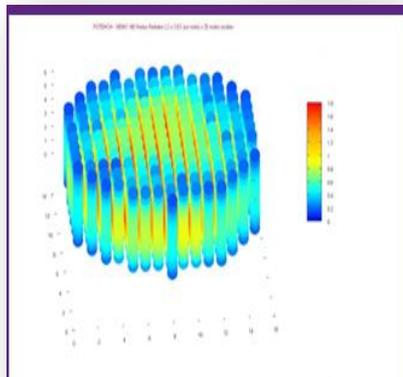


# HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN

## TRAC\_RT Código termohidráulico / NEMO Modelo neutrónico 3D



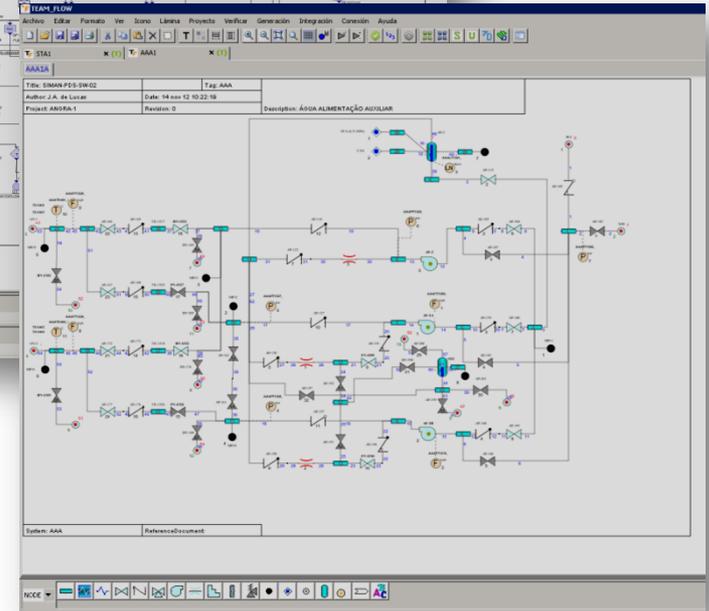
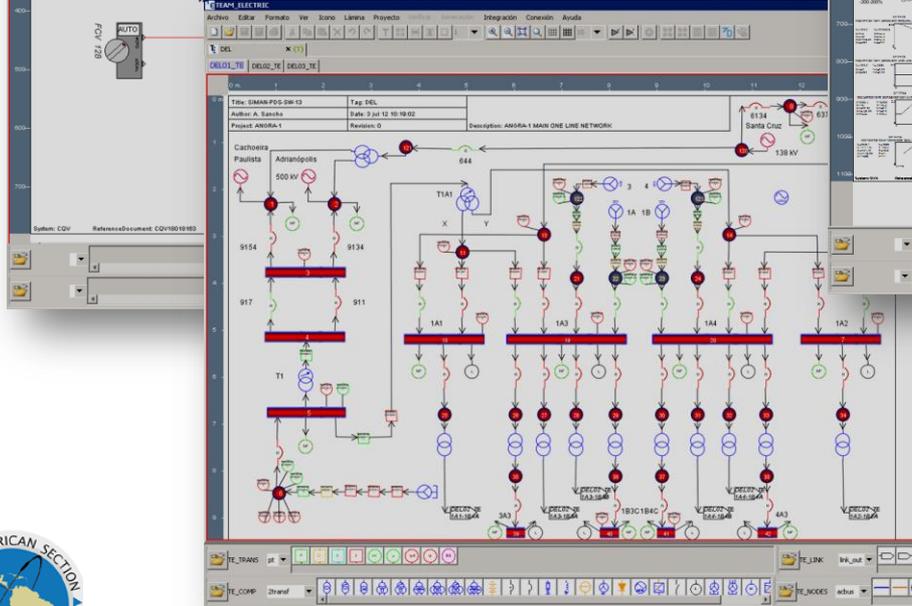
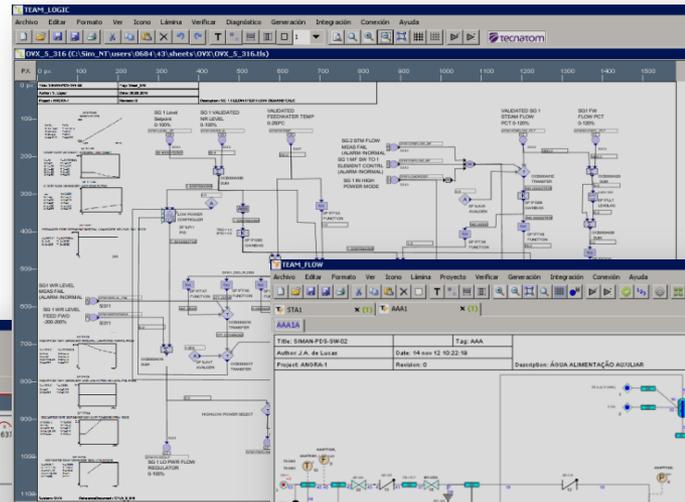
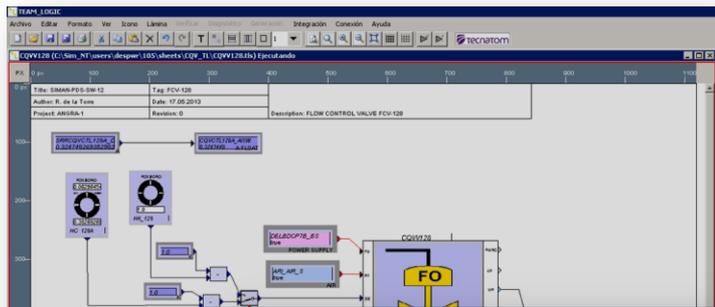
- Nodalización TRAC: **2.007** nodos
- Nodalización neutrónica: **3.300** nodos



# HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN

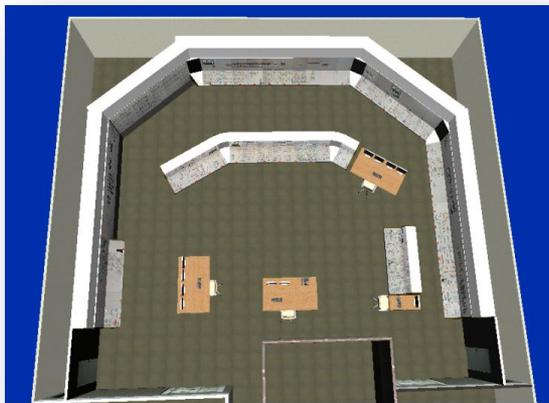
## Herramientas TEAM "Tecnatom Application for Modelling"

Sistemas hidráulicos, eléctricos y de lógica y control modelados con TEAM\_SUITE ("graphic model builder")



# SALA DE CONTROL DEL SIMULADOR DE ATUCHA II

- Replica 1:1 de los paneles e instrumentos existentes en la Sala de Control
- Los paneles-instrumentos cumplen con los criterios de fidelidad física y funcional requeridos por la norma ANSI-ANS 3.5



- La sala de control del simulador ocupa 260 m<sup>2</sup> y cuenta con 62 paneles.
- 19.450 señales de E/S
- 6.490 instrumentos
- 11.400 señales digitales + 2.560 señales analógicas del computador de supervisión.
- 3.400 señales adicionales para el sistema SPPA-T2000/OM690.

# MONTAJE DEL SIMULADOR FINALIZADO

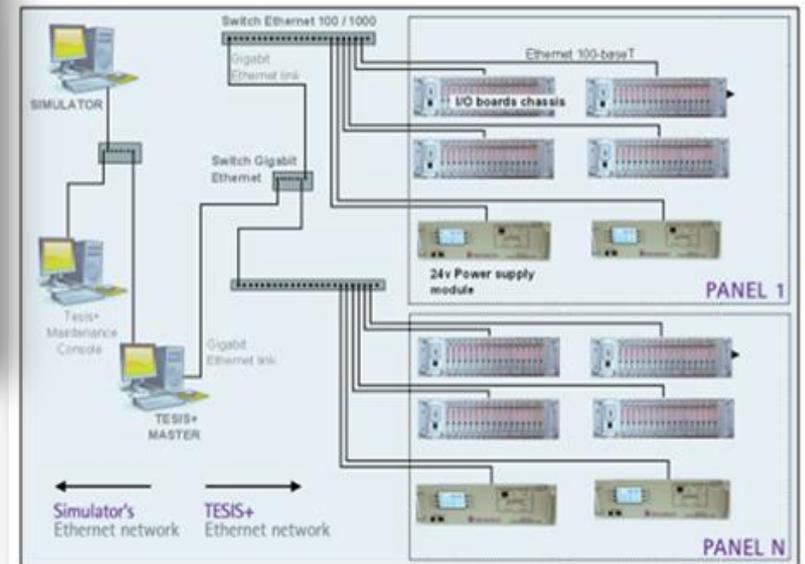


# SISTEMA DE INTERFASE I/O

## TESIS+ (TECNATOM System Interface for Simulator Plus)



Instalación del sistema Tesis+ en paneles del simulador C.N. Atucha II



Arquitectura general del sistema Tesis+



Tesis+ simulador C.N. Atucha II. Tarjetas Panel de Entrada/Salida

# S.G.I.- SIMULADOR DE AULA / HMI

Incluyendo:

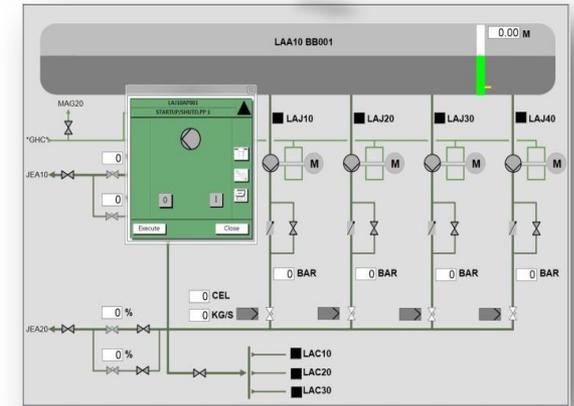
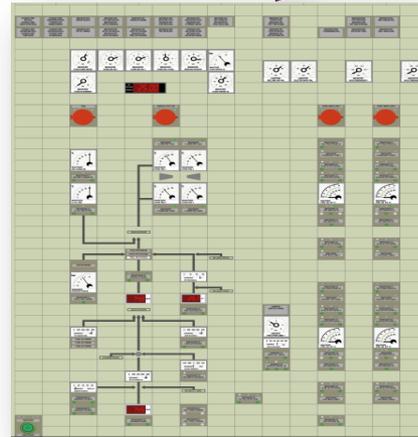
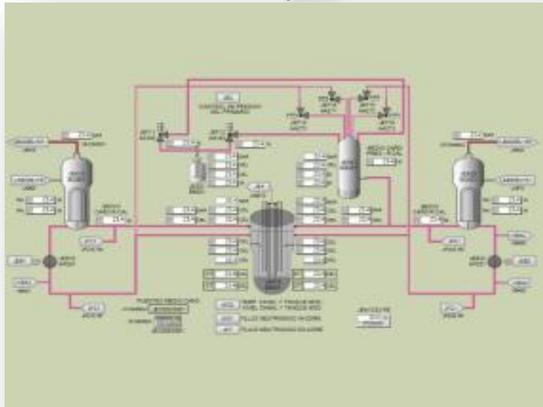
Diagramas de proceso(P&Ids)

+

Soft-panels

+

Diagramas OM690



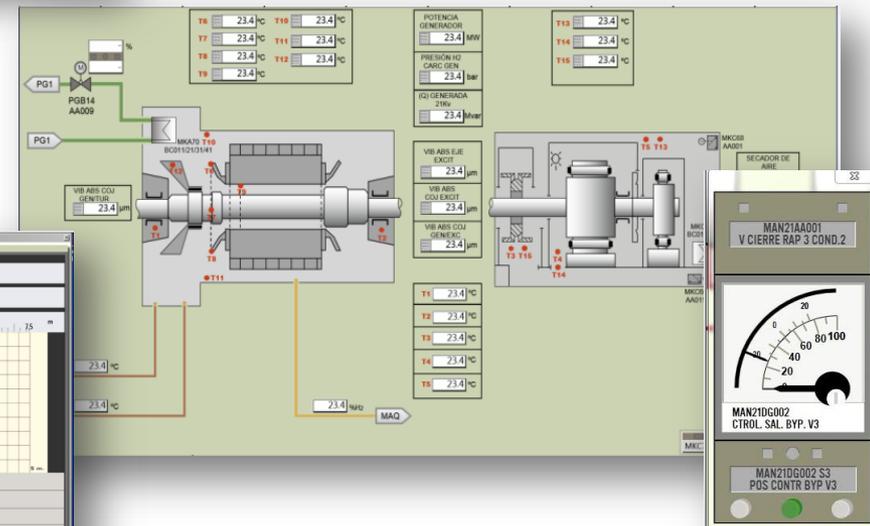
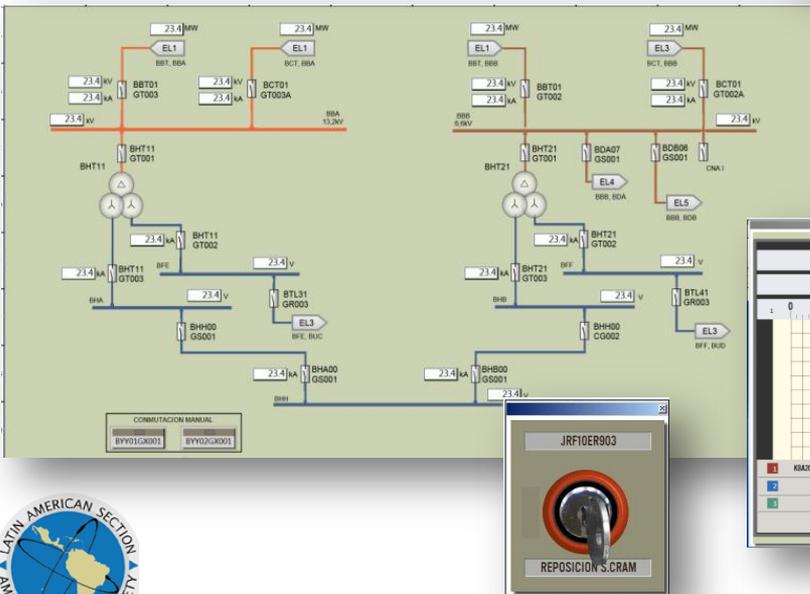
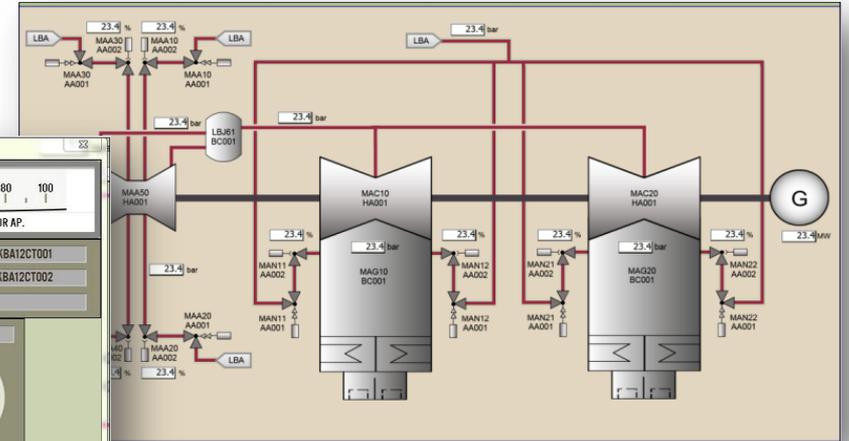
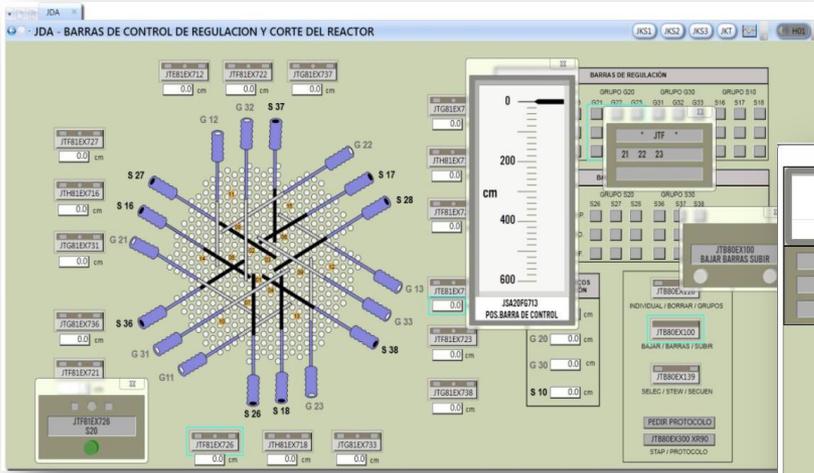
- Diseño de diagramas siguiendo los (P&Ids) en tuberías y disposición de equipos.
- Criterios de colores de equipos siguiendo la sala de control
- Controles-mandos replicas de sala de control (soft-panels)



- Criterios de diseño Siemens OM690.
- Códigos de color en función de los criterios de diseño.
- Tipos de controles funcionales OM690

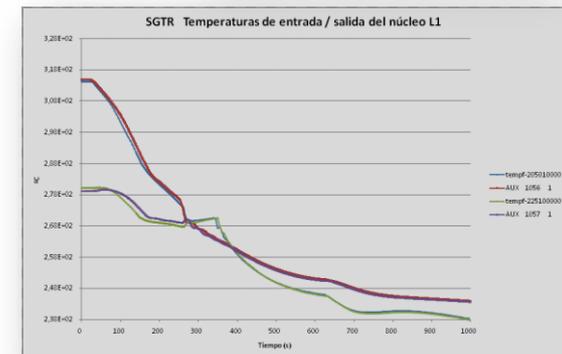
ENTORNO BASADO EN SERVICIO WEB

# S.G.I.- SIMULADOR DE AULA / HMI



# PRUEBAS DE ACEPTACION DEL SIMULADOR

- ◆ Se han desarrollado y ejecutado los manuales de aceptación del simulador (ATP's):
  - ◆ Configuración hardware, configuración software, consola de instructor e interfaz gráfica del SGI.
  - ◆ Sala de control del simulador: paneles, instrumentos, leyendas, etc.
  - ◆ Sistemas de planta simulados.
  - ◆ Operación general y transitorios
  - ◆ Comparación de 24 transitorios contra resultados de RELAP ejecutado por NASA
- ◆ Mas de **2.300** Horas de pruebas de aceptación en el simulador.
- ◆ Plan de Verificación Validación diseñado, realizado y documentado de acuerdo a la norma ANSI 3.5



# FINALIZACION DEL DESARROLLO



17 meses después...



36 meses después...



**5 de Marzo de 2013 Firma NASA-Tecnatom del Acta de Recepción**

# RETOS Y CLAVES

## RETOS

- Disponibilidad de documentación en una central en construcción y cambios de diseño
- Ausencia de datos de planta
- Diseño “novedoso” para Tecnatom

## CLAVES

- La participación del personal de NA-SA ha resultado muy positiva
- Las capacidades globales de Tecnatom incluyen conocimiento de la operación y tecnología nuclear
- Tecnología de simulación potente y contrastada
- Experiencia en el desarrollo de simuladores complejos para entrenamiento e ingeniería



# CONCLUSIONES

- El proyecto ha cumplido sus objetivos en plazo
- La estrategia de dos fases ha permitido formación y apoyo en la puesta en marcha desde el mes 17
- Los operadores se están formando en el simulador ahora, antes del arranque de la central
- Las pruebas y validaciones del simulador han anticipado mejoras del diseño
- En marcha la actualización del simulador según las modificaciones de planta implantadas de acuerdo con el control de configuración





[www.tecnatom.es](http://www.tecnatom.es)