

## Counterpart PKL-ROSA

Jose F. Villanueva, Francisco Sánchez, Sofia Carlos, Sebastián Martorell

*Departamento de Ingeniería Química y Nuclear  
Universidad Politécnica de Valencia  
Apartado 22012, Valencia 46071*

*e-mail: jovillo0@iqn.upv.es*

### 1. Introducción

Desde los inicios de la explotación de las centrales nucleares la seguridad es uno de los principales campos de estudio en el desarrollo e implantación de la energía nuclear. Como consecuencia, llegar a conocer las condiciones de operación, fenómenos que tienen lugar durante operación normal o transitorios de planta y valores límites alcanzados por las variables de un sistema termohidráulico durante un transitorio suscita un gran interés. Estos estudios se pueden realizar utilizando códigos de simulación termohidráulica y mediante datos obtenidos en experimentos realizados en distintas instalaciones con la finalidad de compararlos con los resultados proporcionados por el código de simulación y, de esta manera analizar las capacidades del código para reproducir los fenómenos físicos que tienen lugar en el reactor al producirse un determinado accidente.

La aplicabilidad de dichos transitorios ejecutados en instalaciones experimentales de muy diversa índole (ROSA, PKL, BETHSY, etc.) hace que sea necesario un estudio detallado de la escalabilidad y compatibilidad de dichos estudios.

En esta línea se está desarrollando un “Counterpart test” entre dos de dichas instalaciones, PKL y ROSA, con el objetivo de comparar y extraer conclusiones al respecto.

Esta ponencia presenta el trabajo previo que se está realizando para el estudio de un LOCA en rama caliente en el marco de dicha comparación.

## 2. Descripción de las instalaciones

### Instalación experimental PKL

La instalación experimental PKL simula el comportamiento de un reactor de agua a presión (PWR) de diseño occidental con una potencia nominal de 1300 MWe, y se utiliza para la investigación del comportamiento termohidráulico de este tipo de plantas bajo condiciones de accidente [1].

La instalación simula completamente el primario, con 4 lazos distribuidos simétricamente alrededor de la vasija, y las partes más importantes del secundario del reactor con una escala de 1:145 en volumen y potencia, mientras que la longitud de los volúmenes corresponde con las dimensiones reales de la planta. La figura 1 muestra un esquema de la instalación experimental PKL.

Además, esta instalación también dispone de los sistemas operacionales y de seguridad tanto en el primario como en el secundario. Entre los sistemas de los que dispone la instalación PKL se encuentran cuatro inyecciones de seguridad a alta y baja presión, independientes para cada lazo, el sistema de extracción del calor residual, 8 acumuladores dispuestos tanto en las ramas calientes como en las frías de los lazos del primario, a la entrada y salida de la vasija, el sistema de control de la presión en el presionador, y el sistema de control de volumen. Todo esto hace que con esta instalación se puedan simular un amplio espectro de escenarios accidentales.

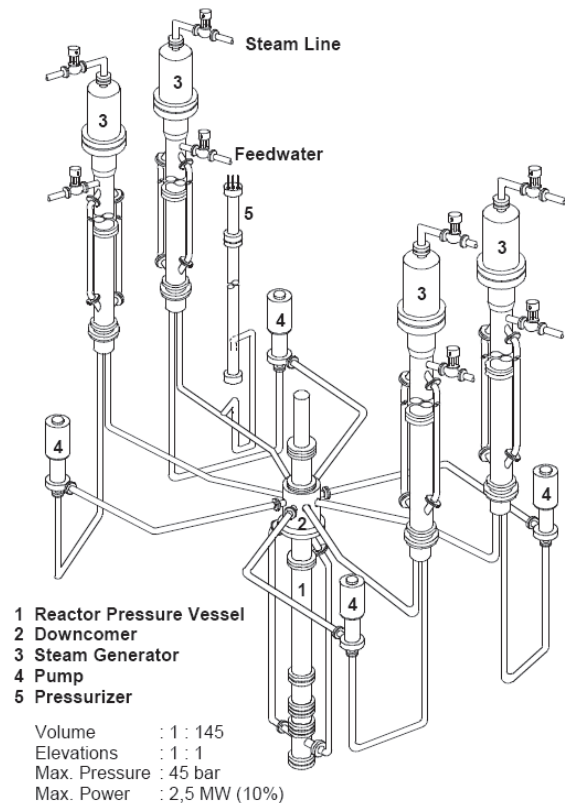


Figura 1. Esquema de la instalación PKL

### Instalación experimental ROSA

La instalación experimental ROSA simula el comportamiento de un reactor de agua a presión (PWR), concretamente el reactor Tsuruga-2/JAPC, con una potencia nominal de 3423 MWt, y se utiliza para la investigación del comportamiento termohidráulico de este tipo de plantas bajo condiciones de accidente.

La instalación simula completamente el primario, con 2 lazos distribuidos simétricamente alrededor de la vasija, y las partes más importantes del secundario del reactor con una escala de 1:48 en volumen y potencia, mientras que la longitud de los volúmenes corresponde con las dimensiones reales de la planta. La figura 2 muestra un esquema de la instalación experimental ROSA.

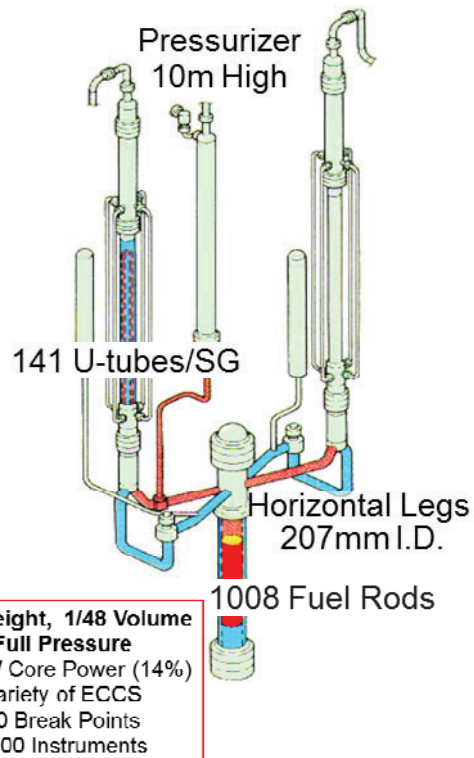


Figura 2. Esquema de la instalación ROSA

Al igual que en la instalación PKL, esta instalación también dispone de los sistemas operacionales y de seguridad tanto en el primario como en el secundario, con una gran variedad de posibilidades de inyecciones de refrigeración y seguridad, así como múltiples puntos de rotura. Todo esto hace que junto con la gran cantidad de instrumentación presente en esta instalación se puedan simular un amplio espectro de escenarios accidentales.

### Principales diferencias

Entre las principales diferencias de las dos instalaciones mostradas anteriormente cabe destacar la distinta capacidad que tiene cada una para trabajar a diferentes presiones. Mientras que la instalación ROSA puede trabajar a presiones relativamente altas, la instalación PKL no puede hacerlo. Esto hace que el experimento “Counterpart” propuesto deba transcurrir, en la fase común a las dos instalaciones, a presiones relativamente bajas (condiciones de parada) y que haya que acometer una fase previa de acoplamiento entre ambas instalaciones para poder comparar el experimento desde el punto de vista de las dos instalaciones.

Dicha fase de acoplamiento será diferente para las dos instalaciones hasta el inicio del transitorio, instante donde las condiciones serán similares y se simulará la rotura en la rama caliente del sistema de refrigeración del núcleo, siendo a partir de dicho momento las acciones a llevar a cabo iguales.

Respecto a las características físicas de las instalaciones se observan diferentes escalados en cuanto a áreas y volúmenes, no así en alturas que permanecen con una relación 1:1. La Tabla 1 muestra los factores de escala para diferentes componentes importantes entre ambas instalaciones.

**Tabla 1: Factores de escala entre instalaciones.**

Variable	PKL	ROSA	Factor de Escala
Volumen Núcleo	0.172	0.4477	2.6
Área Núcleo	0.0422	0.113	2.55
Longitud Núcleo	3.9	3.66	0.94
Volumen Lazos	1.248	4.1239	3.3
Volumen Vasija	1.31	2.754	2.102
Volumen Primario	2.558	6.67	2.688
Nº Elementos Combustible	314	1008	3.21
Diam. externo EC	0.01075	0.0095	
Superficie externa EC	0.11115	0.2615	2.35

### 3. Descripción del transitorio.

El transitorio objeto del Counterpart entre ROSA y PKL es una pequeña rotura con pérdida de refrigerante, LOCA, en la rama caliente con fallo del sistema de inyección a alta presión, HPIS, con despresurización de los GV como acción de gestión del accidente cuando se alcanza una determinada temperatura a la salida del núcleo y con posterior inyección por parte de los acumuladores.

El principal objetivo de este experimento de intercomparación es investigar los fenómenos más relevantes del accidente y su gestión, e investigar los efectos de escalado.

Concretamente, en cuanto a la fenomenología a simular se pretende observar:

- El descubrimiento del núcleo por ebullición con generación de vapor sobrecalentado como consecuencia del pequeño LOCA y el fallo de la inyección de alta presión.
- La disminución de la presión en el primario por debajo de la del secundario por efecto de la rotura (final del enfriamiento por reflujo).
- La despresurización del secundario de los generadores de vapor en función de la temperatura a la salida del núcleo, CET, e influencia en la presión del primario (inyección acumuladores).
- Inyección de los acumuladores antes o después de la despresurización de los generadores de vapor y su influencia en el enfriamiento del núcleo.
- Relación entre la máxima temperatura de vaina (PCT) y la temperatura a la salida del núcleo (CET) durante estos procesos.

La Figura 3, muestra el esquema del desarrollo del transitorio en cuanto a evolución de la presión, inventario y temperatura, así como de las distintas fases en que se compone el transitorio

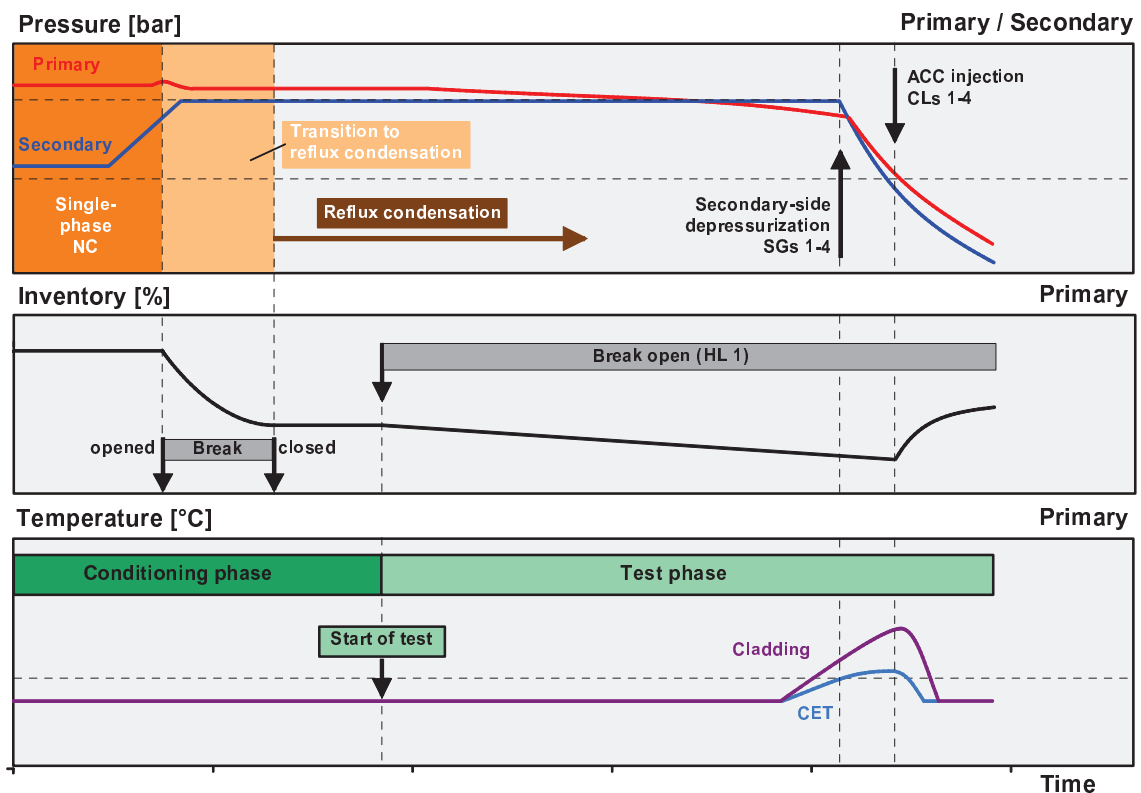


Figura 3. Desarrollo del escenario accidental

Previo a la realización de los experimentos ha habido una fase de preparación donde diferentes instituciones, entre ellas la Universidad Politécnica de Valencia, han colaborado en la definición del experimento habida cuenta de las diferencias que se presentan en la geometría de las dos instalaciones y en sus condiciones normales de funcionamiento.

En dichos estudios se ha analizado la mejor forma de conseguirlo los objetivos previstos en cuanto a relación entre el CET y la PCT, ya que se observan diferencias que pueden afectar a las señales seguidas, y la consecución de unas condiciones tras las respectivas fases de acondicionamiento (ROSA desde altas presiones y PKL desde presiones bajas) lo más comparables posibles.

#### **4. Conclusiones**

En la actualidad acaban de ejecutarse los experimentos en ambas instalaciones y se está empezando a hacer un estudio pormenorizado de los mismos.

Por parte de la Universidad Politécnica de Valencia se está simulando el transitorio mediante TRACEV5 para la instalación PKL con el objetivo comprobar si se observa la fenomenología esperada y que ocurre en el experimento.

Posteriormente y tras esta simulación Post-Test se procederá a un estudio, junto con los datos obtenidos de otros grupos referentes a la instalación ROSA, para estudiar el efecto que el escalado tiene sobre las diferentes instalaciones, con vistas a poder utilizar esa información para extrapolar de una forma más clara y metódica experimentos en instalaciones comerciales.

#### **Agradecimientos**

Este estudio es parte del trabajo desarrollado por la Universidad Politécnica de Valencia dentro de un proyecto de la OCDE, en el que los autores están participando bajo el liderazgo del Consejo de Seguridad Nuclear. Los autores queremos agradecer a los organizadores del programa PKL III, especialmente a AREVA, por la información suministrada.