

PREFABRICACION Y MONTAJE DE CAMERIAS EN  
CENTRALES NUCLEARES

FOR

H. SCHMIDT

ENACE S.A.  
Buenos Aires - República Argentina

Trabajo a ser presentado a la XVIII. Reunión Anual de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear, 22-26 octubre de 1990 en Buenos Aires, Argentina.





# PREFABRICACION Y MONTAJE DE CAÑERIAS EN CENTRALES NUCLEARES

Schmidt, H.  
ENACE S.A.

## 1. INTRODUCCION

El diseño de cañerías para los proyectos de centrales nucleares manifiesta en sus comienzos una modificación a través de la aplicación de nuevas técnicas de fabricación en el prefabricado y en el montaje.

En este informe se presenta una metodología de fabricación destinada a minimizar los costos de fabricación y montaje, así como a mejorar y asegurar la calidad, considerando los siguientes aspectos.

## 2. CONCEPTO DE PREFABRICACION DE CAÑERIAS

- \* Con suficiente tiempo de antelación al montaje, resulta imprescindible la elaboración detallada de la ingeniería de cañerías. En la planificación de cañerías y soportes se utiliza el modelo de diseño para mejorar y verificar la ingeniería de cañerías.
- \* Para la ejecución de los isométricos de fabricación, se tomarán como base las actuales dimensiones de los recintos, de las placas de montaje, de los pasamuros, etc. (véase la figura 1).
- \* La prefabricación de spools en taller es posible en tres direcciones, que posteriormente integrarán y se adaptarán en los sistemas de cañerías durante el montaje de la central.
- \* Para la prefabricación en taller y el premontaje de cañerías, soportes y puntos fijos, se minimizan los trabajos de adaptación de cañerías.

Los siguientes ejemplos muestran cómo pueden suprimirse las costuras de soldadura circunferenciales, reemplazándose las por la utilización de caños de acero curvados a medida (figura 2).

Evitar una costura circunferencial significa:

- evitar la preparación de los bordes de soldadura
- evitar las soldaduras
- evitar ensayos no destructivos
- evitar inspecciones en servicio.

Además, muchas cañerías se hallan recubiertas o aisladas. En las inspecciones en servicio, esto representa un insumo adicional por el desmontaje y la reinstalación correspondientes.

### 3. INTEGRACION DE LAS CURVAS EN LA FABRICACION DE LOS SPOOLS

En el área de la conformación de cañerías, actualmente el codo a soldar ( $R/D = 1,5$ ) -tal como se presenta en el cuadro como un spool clásico- es reemplazado por curvas en frío o inductivas. La finalidad en el caso de las curvas a integrar es la de limitar en  $\leq 12,5\%$  el debilitamiento del espesor de la pared correspondiente a pared exterior, para poder instalar el caño normal como material prefabricado, sin tolerancias adicionales. Aquí deberán admitirse las compresiones de pared en la fase interna superiores al 50%. Las ovalizaciones no podrán superar el 5%. El objetivo del nuevo concepto, como se ha dicho, es reducir la cantidad de soldaduras, ensayos, revisiones periódicas en servicio y de documentación. Especialmente importante es la reducción del tiempo de fabricación. (véase la figura 3).

#### a) Doblado inductivo

El equipo de inducción con accionamiento CNC "PB-Special", que aparece en el cuadro, con capacidad para curvas múltiples en diferentes planos, puede doblar caños de 50 a 323,9 mm de diámetro exterior, con espesores de pared de 4 a 50 mm, con curvas simples y en diferentes planos y con ángulos de 180° máximo. Durante el proceso de doblado se mide la temperatura de la zona de flexión mediante un pirómetro, se la regula automáticamente y se la registra. Mediante un dispositivo programado para controlar el debilitamiento de la pared y mediante la utilización de inductores especiales, el debilitamiento en la cara exterior de la curva queda limitado a  $\leq 12,5\%$  en caso de curvas  $r = 1,5 \cdot D$  (véase la figura 2).

Los problemas propios del material que anteriormente se presentaban en el doblado inductivo -tales como microfisuraciones y relajamiento estructural- se evitan gracias a este moderno dispositivo que permite programar el valor máximo de debilitamiento de pared en la parte superior de la curva y aplicar temperaturas de doblado óptimas.

#### b) Doblado en frío

El doblado en frío constituye un complemento adecuado al doblado por inducción. Vemos que el doblado en frío es aplicable a las instalaciones nucleares con radios de flexión  $\geq 3D$  y con diámetros nominales  $\leq DN 150$ . La comprobación de sus propiedades dentro del rango dimensional citado (sin tratamiento térmico) ha sido establecida en numerosas investigaciones mecánico-tecnológicas, fractográficas y de química

anticorrosiva relacionada con esta técnica de doblado. Mediante la utilización de máquinas para doblado en frío con accionamiento CNC y carga automática, hoy en día es posible aplicar un criterio de rentabilidad al doblado múltiple en diferentes planos con tolerancias mínimas.

4. Se utilizarán herramientas auxiliares para las adaptaciones de cañerías por tolerancias en los diámetros y espesores.

Al soldar componentes de la cañería (caño con caño, caño con codo, etc.), en la preparación no se utilizan medios auxiliares particulares, o bien éstos resultan deficientes. Esto genera situaciones de riesgo, ya que, durante los posteriores trabajos de soldadura, la costura que se encuentra en la construcción no está libre de cargas externas y pueden ocasionarse fisuras, tanto al soldar por puntos como al soldar la raíz.

Para lograr una soldadura óptima es condición la ausencia de tensiones al ensamblar las partes a soldar, la correcta preparación de la costura en relación con la forma de la junta de soldadura y la igualdad de diámetros en los labios de soldadura, además de la utilización de un procedimiento de soldadura correcto (véase la figura 5).

Tanto los caños como los codos presentan, de fábrica, divergencias en el diámetro (ovalizaciones) y en los espesores de pared, que pueden llegar a varios milímetros.

Para poder realizar un rellenado de bordes aceptable, de unos 0,5 mm en el punto de unión, los diámetros internos de los extremos a soldar del caño o del codo deben ser adaptados según procedimientos especiales.

Con el auxilio de un dispositivo para abocardar, se pueden ensanchar los extremos de caños y codos al diámetro interno requerido.

El espesor de pared ensanchable máximo es de unos 25 mm.

El dispositivo completo para el abocardado de las extremidades de caños y codos se ve en la figura 6.

El dispositivo para centrado de caños se aplica tanto en caños como en codos que presentan ovalizaciones demasiado grandes. Este dispositivo permite presionar elásticamente los extremos transversales de caños hasta llegar a una relación de aproximadamente 5% entre el espesor de la pared y el diámetro, y con la tensión interna permite obtener una conformación circular prácticamente exacta y conservarla durante el procedimiento de soldadura. En virtud de una adecuada conformación constructiva, este dispositivo puede permanecer en el caño durante los trabajos de soldadura, aun con materiales que deben ser precalentados antes de soldar (véase la figura 7).

En caso de que los extremos de los caños presenten idéntica dimensión nominal y una divergencia reducida en el perímetro interno (por ej.: 3 mm), mediante la tensión circunferencial (desovalización) en el área de soldadura de la raíz puede obtenerse un desplazamiento interno sumamente reducido (por ej.: 0,5 mm).

#### Dispositivo para centrado con equipo de abocardado y tensor rotativo

El dispositivo para centrado puede también usarse in situ, juntamente con el equipo de abocardar, que se situará sobre el dispositivo para centrado que se halla en el caño. A tal fin, el equipo de abocardar cuenta con una abertura obturable (segmento) en el contorno (véanse las figuras 7 y 10).

En los extremos de caños de paredes delgadas y muy ovaladas puede obtenerse un corte casi circular, que además se conservará durante la soldadura.

Como puede verse en las figuras 8 y 11, el dispositivo completo está compuesto por:

- Un cuerpo básico con brazos que rotan sobre un eje central y dos carros copiadores (para elaboración de juntas/corte de longitudes de ajuste, y también torneado interno y externo de los caños.
- La unidad impulsora insertable, con su caja para la conexión eléctrica.
- Varias reglas de copiado para juntas o para contornos internos/externos.

## 5. RESUMEN

El diseño de la prefabricación y montaje debe ser muy detallado y, al mismo tiempo, presentar un grado de libertad que permita conservar el curso de montaje, aun con la aparición de inconvenientes.

Para el montaje, especialmente, hace falta una planificación escrupulosa de los plazos y secuencias (planificación de detalle), con indicación de tiempos para el curso de las tareas. Esta planificación se realiza, en lo posible, con auxilio del modelo.

En obra, en base a las dimensiones de los recintos, placas de anclaje y pasamuros, se establecen las medidas reales para la preparación de los isométricos, que a menudo son transmitidos a los puntos de prefabricación por telecopiado. Esto permite obviar las medidas ajustadas. Lo expresado también es aplicable

a cañerías chicas. Es posible realizar la prefabricación íntegra de unidades y módulos que se han de integrar a la red de cañerías, efectuando las conexiones correspondientes in situ. Como base para la fabricación de spools y módulos, se ha previsto la implementación de curvados tridimensionales de la manera ya descrita, empleando el doblado en caliente y en frío. El montaje en talleres de cañerías, soportes y puntos fijos reduce a un mínimo los trabajos de soldadura y ajuste, incluso en cañerías de grandes dimensiones.

Como resultado de lo expuesto, se obtiene una reducción del tiempo total de montaje, al eliminarse las soldaduras y minimizarse las actividades de ensayo y los chequeos periódicos en las centrales nucleares.



