

Región Industrial



Nº33
MARZO 2005

Revista del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de la Región de Murcia



Cristina Narbona:

“Soy consciente de la importancia del agua para el progreso de Murcia”

Líquidos Penetrantes

Una técnica sencilla para el control de calidad de soldaduras

Jesús H. Alcañiz Martínez (*)

En artículos anteriores de esta revista ya se ha hablado de la calidad de las soldaduras en estructuras metálicas y de los distintos aspectos prácticos para el Ingeniero Técnico Industrial. En este tercer y último artículo de la serie que nos planteábamos hace alguno meses, vamos ahora a profundizar un poco más en el método de ensayo más habitual utilizado en las estructuras metálicas convencionales, con las que habitualmente nos vamos a encontrar.

De todos los métodos de ensayo conocidos, destructivos (Tracción, dureza, plegado, impacto, etc.) y no destructivos (Inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, inspección radiográfica e inspección por ultrasonidos), ya se ha comentado en profundidad el desarrollo de la primera fase de la inspección visual, centrándonos ahora en el método de aplicación de Líquidos Penetrantes, como técnica para el control de calidad de las soldaduras de nuestras naves industriales.

Pasos previos

Como pasos previos en todo trabajo de control de soldaduras, se realizará una inspección visual general de toda la estructura donde estamos actuando. En este primer paso se confirmará:

- Comprobación de los certificados de los materiales de base y de aportación.
- Medición de las características geométricas de los elementos a soldar, para asegurar que cumplen los requisitos de proyecto.
- Inspección visual de las superficies para detectar posibles defectos.
- Verificación de las secciones

punteadas para la soldadura:

Preparación de bordes, dimensiones y acabado de la superficie, dimensiones y tolerancias de los elementos a soldar, aplicación y fijación de los componentes, limpieza de las superficies y especialmente el tratamiento de los bordes a soldar).

- Revisión de las especificaciones de los procesos y de los procedimientos.

- Verificar que los parámetros de soldadura empleados son adecuados.

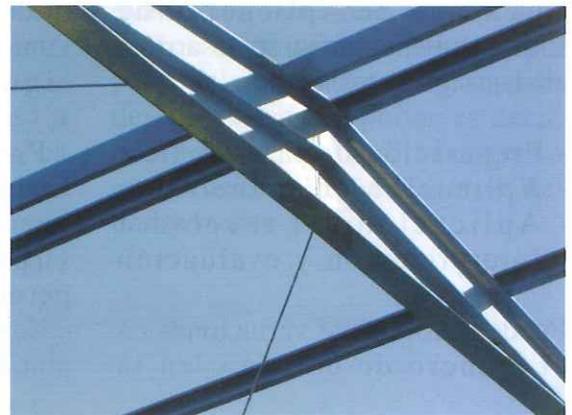
- Inspeccionar la limpieza de la unión, las posibles deformaciones y los tiempos a emplear.

- Examinar la pasada de soldadura de raíz para detectar posibles grietas.

- Inspeccionar el saneado de la raíz para verificar si es adecuado.

- Observar el proceso general de preparación y ejecución de la soldadura.

A partir de aquí, una vez realizadas todas estas operaciones previas, dará comienzo la prueba en si o el ensayo propiamente dicho.



Aspecto general de una obra ejecutada con estructura metálica, donde se han realizado las inspecciones y pruebas de aplicación de Líquidos Penetrantes

Fundamento del método

La inspección por Líquidos Penetrantes es un ensayo no destructivo, mediante el cual es posible detectar discontinuidades que afloran a la superficie de sólidos no porosos.

Se utiliza un líquido que, aplicado sobre la pieza a examinar penetra en las discontinuidades y una vez eliminado el exceso, el retenido en el interior de las mismas, exuda y con la ayuda del revelador, puede ser observado en la superficie de la pieza.

Este ensayo se clasifica en función del líquido penetrante utilizado, en ensayo con penetrante fluorescente y en ensayo con

penetrante coloreado.

Los penetrantes coloreados incorporan pigmentos de un color rojo brillante que producen muy buen contraste con el color blanco del revelador y son los más habituales, dada su facilidad de aplicación, el reducido costo, la rapidez de su ejecución, la obtención de los resultados y en la facilidad de interpretación de los mismos, con las especificaciones claras en cuanto a las condiciones de aceptación o rechazo.

Etapas básicas de realización del ensayo

El ensayo de Aplicación de Líquidos Penetrantes, se desarrolla en las siguientes etapas:

- Preparación de la superficie
- Aplicación del penetrante
- Aplicación del revelador
- Interpretación y evaluación

Pueden producirse variaciones en el número de etapas o en la

realización de alguna de ellas, en función del tipo de penetrante, su eliminación o del tipo de revelador, teniendo en cuenta que con independencia de las reglas generales y con objeto de prevenir resultados erróneos, es muy importante que estos ensayos se realicen de acuerdo con un procedimiento previamente aprobado y por personal operador cualificado.

Procedimiento operativo

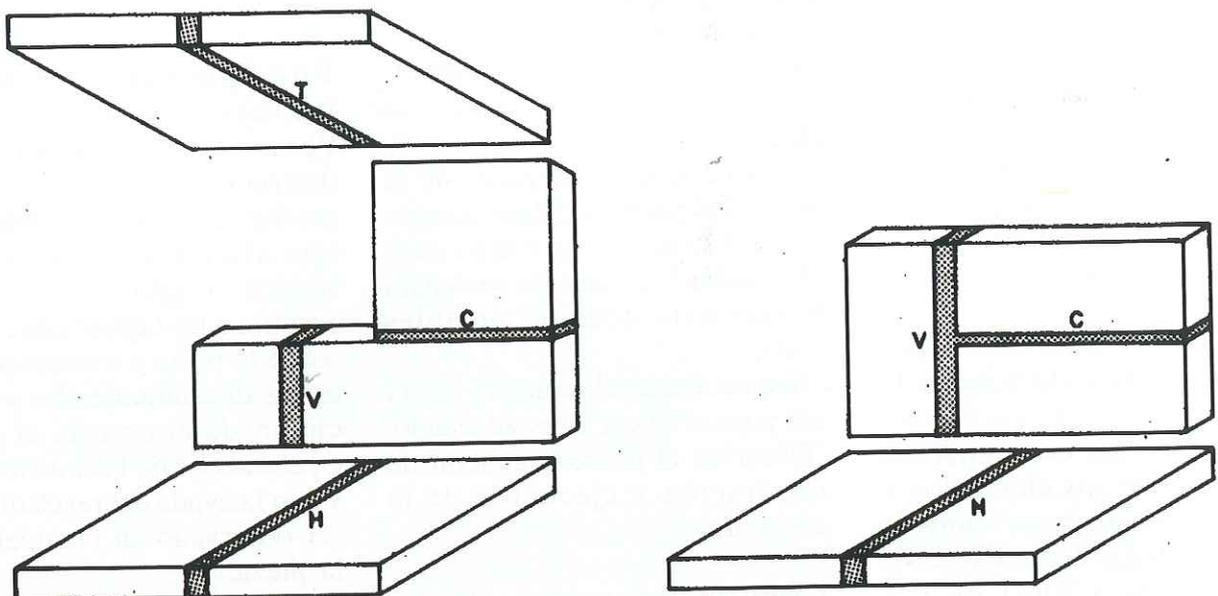
Vamos a desarrollar ahora, de forma sencilla y esquemática, el proceso operativo a seguir para la ejecución del Control de Calidad mediante la Aplicación de Líquidos Penetrantes, centrándonos en las siguientes etapas básicas:

- Preparación de la superficie
Es importante conseguir que las discontinuidades que afloran a la superficie y que puedan permanecer ocultas por óxido, cascarilla, escoria, grasa, aceite, pintura, etc. queden libres de estos

obstáculos. Se procederá al descascarillado y limpieza enérgica de cada uno de los cordones a inspeccionar, con objeto de dejar la superficie exenta de suciedad y perfectamente seca y libre de aceites o cualquier otro contaminante, para lo que se emplea el producto "Eliminador".

Después de la limpieza y antes de aplicar el penetrante, la superficie deberá estar completamente seca y libre de restos de los productos limpiadores empleados. El tiempo mínimo de secado deberá establecerse en el procedimiento y oscilará alrededor de un minuto (Tiempo de secado del Líquido Limpiador).

- Aplicación del penetrante
Una vez preparada la superficie se aplica el "Líquido Penetrante Rojo", hasta quedar toda la superficie completamente cubierta, esperando unos minutos, con la finalidad de dar tiempo a la introducción del líquido en las



Esquema de posiciones de soldeo, según la NBE-EA-95 donde "H" es un cordón en horizontal, "T" es soldeo en techo, "C" en cornisa y "V" un cordón con soldeo en vertical, con las dificultades propias del soldeo, por su posición

discontinuidades que pudieran existir.

El penetrante será aplicado por pulverización. El método mas empleado es la pulverización por medio de "spray". El tiempo de penetración es un valor crítico y es el que hay que dejar actuar al penetrante sobre la superficie para que se introduzca en todas las discontinuidades. En general se tomará el recomendado por el fabricante del producto y en cualquier caso deberá estar especificado en el procedimiento, oscilando en el entorno de los dos o tres minutos.

A continuación se procederá a la eliminación del exceso de penetrante, siendo una etapa también crítica por su influencia en la sensibilidad del ensayo, ya que un lavado excesivo puede eliminar todo o parte del penetrante alojado en las discontinuidades y un lavado por defecto, dejará en la superficie restos de líquido penetrante, que contribuirán a enmascarar posibles discontinuidades.

- Aplicación del revelador
Utilizamos ahora el tercero de los componentes, el "Revelador". Su misión es la de actuar como "extractor" del líquido penetrante, acelerando su tendencia a salir de la oquedad y extendiéndose ligeramente por los bordes de la misma, poniendo de manifiesto el posible defecto. El revelador aplicado a la superficie a examinar, una vez que el penetrante sobrante ha sido eliminado, tiene por objeto facilitar tanto el afloramiento a la superficie del penetrante alojado en las discontinuidades existentes, como la percepción de las indicaciones que se producen. Los reveladores húmedos acuosos se agitarán siempre antes de utilizarlos, para conseguir la dispersión de las partículas suspendidas en agua. Se aplicarán

mediante pulverizador de "spray", después del necesario secado, con una delgada capa de polvo de espesor uniforme.

- Interpretación y evaluación
Una vez transcurridos unos minutos, procedemos a la inspección visual sobre este revelador, para buscar los posibles defectos en el cordón ensayado, procediendo a la cuantificación y evaluación de los mismos, así como a la realización de la instantánea fotográfica, que pondrá de manifiesto el estado final del cordón de soldadura ensayado. La interpretación consiste en determinar si las indicaciones observadas son reales, es decir, si corresponden a discontinuidades existentes en la pieza inspeccionada o si son falsas, es decir, si se deben a otras causas no relacionadas con la presencia

de discontinuidades en la pieza. La evaluación tiene por objeto determinar si las indicaciones reales detectadas son aceptables o no, de acuerdo con los criterios de aceptación y rechazo, generalmente establecidos en la documentación aplicable e incluidos en el procedimiento y a veces en el Proyecto.

Para efectuar una adecuada interpretación y evaluación hay que dejar transcurrir el tiempo suficiente para permitir que el penetrante, atraído por el revelador, exude de las discontinuidades. Cuando se utilizan reveladores húmedos, la interpretación y la evaluación debe realizarse dentro de los diez minutos contados a partir del momento de la formación de la fina capa de polvo, es decir, cuando se ha producido la evaporación total del agua o del componente volátil.

FICHA DE INSPECCION DE CORDONES DE SOLDADURA	CORDÓN Nº 2
FECHA DE INSPECCION: 27/06/2003	
POSICION DEL CORDON: Vertical	
TIPO DE SOLDADURA: Continua	
SITUACION: Nudo "H" en cercha nº 10. Tirante inferior. (En el suelo, sin montar)	
LONGITUD DEL CORDON: 16 cm	
ESPESOR DE GARGANTA: Variable entre 10/11 mm; Anchura del cordón: 26 mm	
OBSERVACIONES:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Buen aspecto exterior ▪ Ausencia de defectos superficiales ▪ Gran dificultad en su ejecución 	



Ficha de Inspección tipo, cumplimentada tras la realización de la Aplicación de Líquidos Penetrantes

Por otra parte, la manipulación poco cuidadosa de las piezas con las manos o útiles contaminados con penetrantes, pueden dar lugar también a falsas indicaciones, por lo que se recomienda una buena limpieza, sobre todo entre las operaciones de lavado y revelado. La forma, nitidez, ancho y altura con que las partículas están depositadas, son características que pueden ayudar a identificar determinadas discontinuidades, dentro del proceso de interpretación y de evaluación del resultado del ensayo, destacando:

- Grietas superficiales: El polvo está muy definido y retenido con un grosor apreciable. La dimensión y profundidad de la grieta está relacionada con la nitidez y grosor de la indicación.
- Grietas de cráter: Se reconocen fácilmente, son pequeñas y se localizan al final del cordón. Puede ser una simple línea, en cualquier dirección o líneas múltiples, en forma de estrella.
- Falta de fusión: Acumulación de polvo que a veces puede observarse en el borde de la soldadura. Es difícil detectar a no ser que la dimensión sea importante y se encuentre próxima a la superficie.
- Falta de penetración: La indicación es típica de una discontinuidad superficial y únicamente se podrá ver si es grande y se encuentra próxima a la superficie.
- Porosidad y escorias: Producen indicaciones muy poco definidas y solo se podrán detectar si se encuentran muy cerca de la superficie.
- Geometría: Un cambio en la sección o un taladro en la pieza, producirán indicaciones que debemos tener en cuenta, para no confundirlas con discontinuidades, ni con otros defectos propios del cordón.

Un caso concreto

Recapitulando lo expuesto y centrándonos en la aplicación de un caso concreto, para una estructura metálica de tipo medio, podríamos proponer la realización del siguiente Plan de Actuación.

- Inspección visual detallada de los cordones de soldadura más representativos, efectuados en la estructura metálica objeto de actuación, a través de distintas visitas de inspección, con especial atención en uniones con pilares, placas de anclajes, apoyo de cerchas, pletinas, presi-llas, soldaduras de mayor responsabilidad y otros puntos críticos de unión, cuidando con especial atención los puntos singulares.
- Control de calidad de diez (10) cordones de soldaduras a elegir de forma aleatoria en la obra, en aquellos que se consideren más representativos, mediante la Aplicación de Líquidos Penetrantes.
- Confección de un plano de situación, indicando los cordones controlados ó inspeccionados, así como los detalles de mayor interés que se observen en las distintas visitas de inspección en obra.
- Comprobación de la acreditación oficial de la empresa suministradora y del certificado de aptitud de los soldadores.
- Identificación del material metálico (procedencia, marca, homologación, etc.) y su comprobación de soldabilidad.
- Confección de un completo reportaje fotográfico de los resultados de la inspección y control, donde se pondrá de manifiesto los posibles defectos ó deficiencias en la ejecución de la soldadura (poros, grietas, fisuras, etc.).
- Con todos los resultados se debe confeccionar un Informe de Evaluación Final en donde se



Detalle del resultado de la aplicación del líquido penetrante revelador, donde se observan los defectos detectados

recogerán los trabajos realizados, resultados obtenidos y conclusiones a que nos conducen los mismos, con la indicación de las condiciones de aceptación o rechazo de las soldaduras estudiadas, así como de las posibles reparaciones recomendadas, para la subsanación de los defectos. Todas estas actividades pueden ser realizadas por nosotros mismos, como técnicos de la obra, si disponemos de los medios, utensilios, herramientas y productos necesarios para llevarlas a cabo, en adecuadas condiciones o se pueden encargar a técnicos independientes o empresas colaboradoras.

El resultado de todas estas actuaciones, complementarán nuestro trabajo como Director de Ejecución de la Obra y pasarán a formar parte de los documentos técnicos del expediente correspondiente a la obra objeto de supervisión.

(*) El autor de este artículo es Arquitecto Técnico, Jefe del Área de Edificación de "ESFERA CONSULTORES DE CONSTRUCCIÓN" (Organización de Control), Profesor de la Escuela de Arquitectura Técnica de la UNIVERSIDAD CATÓLICA "SAN ANTONIO" de MURCIA (UCAM) y Especialista de Materiales del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos (COAATMU) de la Región de Murcia.

esfera.murcia@esferaconsultores.com