

Mejorando infraestructuras

## Protección contra la corrosión para calderas

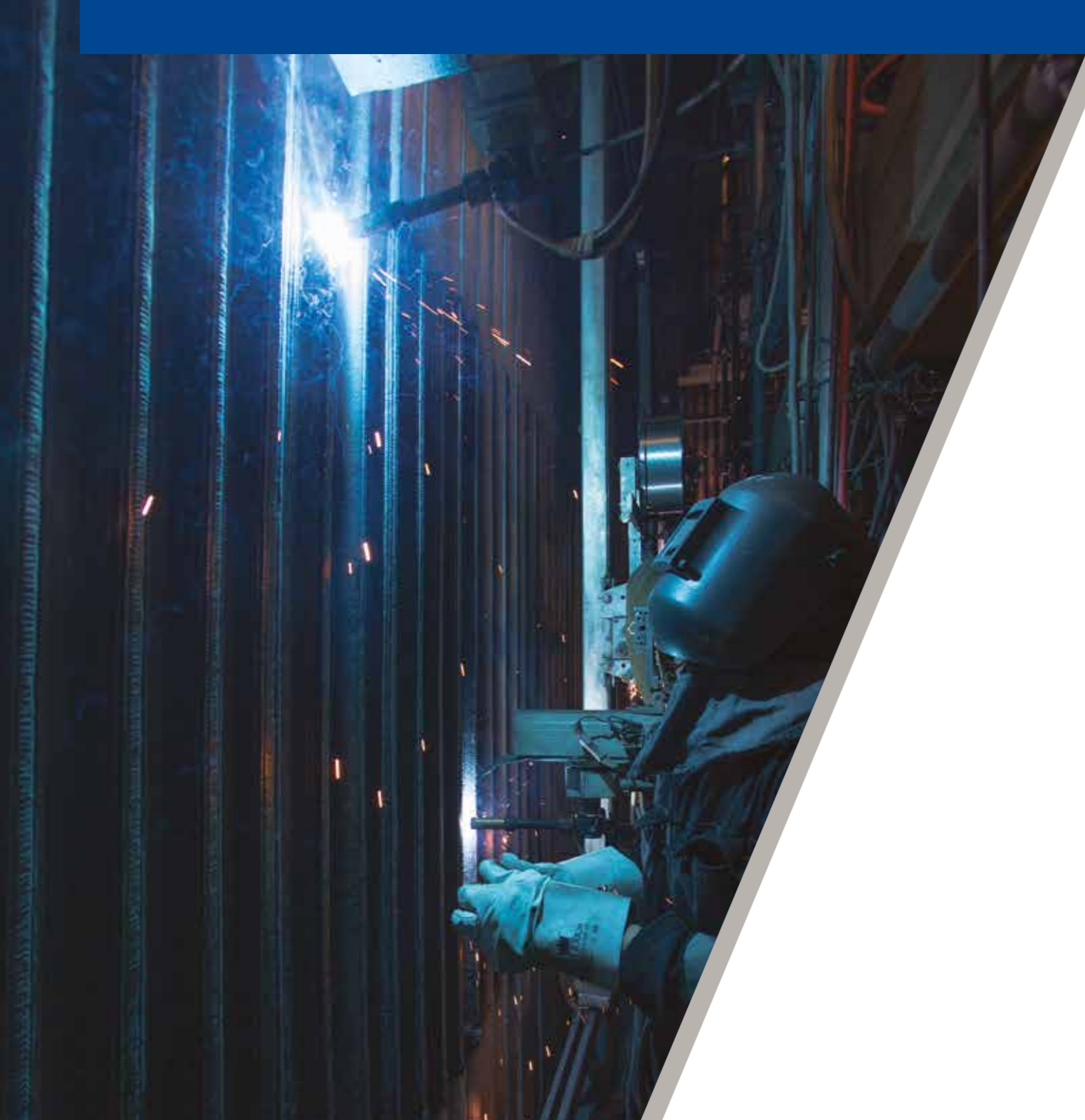


Calderas de producción de energía a partir de residuos ←

Calderas de biomasa ←

Centrales térmicas de carbón ←

Calderas de recuperación ←



## Lograr el máximo retorno de la inversión

AZZ WSI tiene un historial impecable en industrias de todo el mundo y ofrece un importante retorno de la inversión con la aplicación de sus soluciones.

Retos	Soluciones
<b>Prolongar la vida útil de los activos y mejorar su rendimiento</b>	Ofrecemos soluciones a largo plazo que evitan la necesidad de sustitución. Las soluciones de recargue con soldadura son más duraderas que otros métodos convencionales y pueden ser reparadas y sometidas a mantenimiento.
<b>Mejorar la integridad mecánica de los equipos</b>	La integridad de los equipos industriales, como los equipos a presión, es fundamental para garantizar la seguridad, el retorno de la inversión y la fiabilidad en el funcionamiento. Los equipos existentes pueden sufrir cambios procedimentales que den lugar a mayores índices de corrosión. Con el paso a una tecnología avanzada, se conservará la integridad mecánica y se garantizarán unos mayores niveles de fiabilidad.
<b>Reducir los costes de mantenimiento</b>	La reparación a largo plazo en lugar de la sustitución de los paneles existentes podría significar menos mantenimiento. Tenemos la capacidad de responder en plazos cortos y ajustados.
<b>Calidad constante según los estándares</b>	Todas nuestras soluciones se someten a procesos de control y garantía de la calidad, con certificaciones ASME y EN para la soldadura automatizada y personal especializado y plenamente formado.
<b>Dificultades con materiales, ubicaciones, geometrías y entornos problemáticos</b>	El soporte completo de ingeniería que ofrecemos incluye diseño de herramientas, asesoramiento metalúrgico y diseño de procesos de soldadura.
<b>Cumplir los estándares de seguridad</b>	La atención y el compromiso con los estándares de seguridad, salud y medio ambiente (HSE) son uno de nuestros pilares y están presentes en todos nuestros proyectos y soluciones.

### Protección contra la corrosión para calderas

En el entorno comercial actual, cada vez más competitivo, se espera que las soluciones de ingeniería mejoren el rendimiento del producto y la fiabilidad operativa de la fábrica.

AZZ WSI® con su sede central europea en Hellevoetsluis (Países Bajos), es el mayor proveedor mundial de reparaciones automatizadas. Tanto en nuestra fábrica de Radom (Polonia) como sobre el terreno, hemos aplicado numerosos recargues con soldadura resistentes a la corrosión y la erosión a calderas de todo el mundo, algunas en los entornos más exigentes que quepa encontrar.

Reparación de pared de agua en una caldera de incineración de residuos



Formación de soldador



Nuestra fábrica de Radom (Polonia) con una producción continua todos los días del año.



Línea de tubos **Unifuse 360**



## Tecnología Unifuse®

El diseño y la construcción de calderas se rigen por unos estrictos estándares y códigos (p. ej., EN y ASME) que establecen unos exigentes requisitos. La mayoría de estos componentes tiene un margen de corrosión permisible en el espesor inicial de su pared, pero las condiciones operativas y el entorno pueden suponer un desgaste excesivo. Esto puede provocar que las calderas no funcionen de forma eficiente sin la protección adecuada de la superficie contra la corrosión, la erosión e incluso las fisuras.

Con más de 30 años de experiencia en la protección de calderas, la tecnología **Unifuse®** de AZZWSI responde a esta necesidad, ofreciendo una protección óptima de la superficie de calderas de incineración de residuos, de biomasa, de carbón, de recuperación y de altos hornos y campanas para la fabricación de acero, como los hornos de arco eléctrico (EAF) y los hornos básicos de oxígeno (BOF).

**Unifuse** es una solución de ingeniería rentable contra los ataques de la erosión y la corrosión de los productos de la combustión en las calderas y de los gases de escape calientes que generan los sistemas de recuperación del calor residual. **Unifuse** prolonga la vida útil de los tubos y los paneles de las paredes de agua, con lo cual se evitan o se retrasan costosas sustituciones.

Es fundamental determinar qué tipo de proceso perjudicial afecta al equipo. La protección mediante recargue con soldadura puede degradarse con el paso del tiempo y su longevidad depende no solo de la calidad de la aplicación, sino también de las condiciones en que funcione la caldera. Una temperatura muy localizada, las turbulencias, el efecto de los gases de escape y las cenizas pueden provocar una reducción de la vida de servicio del recrecimiento. **Unifuse** ofrece la mejor calidad con la menor disolución posible tanto si se utiliza en el proceso de reconstrucción del material base para el recrecimiento del espesor mínimo (garantizando la restauración de la pared de presión) como si se aplica como un recargue resistente a la corrosión, lo cual permite que la caldera funcione de la forma más eficiente.



**Unifuse** prolonga la vida útil de los tubos y de los paneles de las paredes de agua y evita o retrasa sustituciones costosas

*Unifuse 180: prolongación de la vida útil de los paneles de las calderas*

## Recrecimiento con soldadura automatizado en nuestra fábrica

AZZWSI es líder mundial por su capacidad de fabricación con una extensa capacidad de creación de recargue en su fábrica de Radom (Polonia).

### Unifuse 180: prolongación de la vida útil de los paneles de las calderas

El proceso **Unifuse 180** ofrece una protección de alta calidad de la superficie de los paneles. Nuestra fábrica cuenta con la tecnología GMAW y con sistemas de montaje de paneles que permiten recrer paneles planos de hasta 18 m de largo y 2 m de ancho.



*Unifuse 180: prolongación de la vida útil de los paneles de las calderas*

### Unifuse 360: protección de los tubos de las calderas

El proceso **Unifuse 360** ofrece protección frente a la corrosión y la erosión en todo el perímetro de los tubos de las calderas. Nuestra fábrica puede aplicar un espesor de recrecimiento de 1,2-3,0 mm (o incluso más si es necesario con un recargue de varias capas) a los diseños de los tubos y colectores de hasta 15 m de largo con diámetros de entre 21 y 273 mm.



*Unifuse 360: protección de los tubos de las calderas*



*Unifuse 180: Prolongación de la vida útil de los paneles de las calderas*



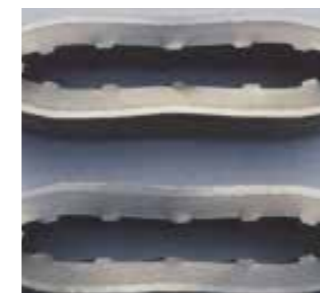
*Unifuse 360: Nuestro exclusivo proceso GMAW/GTAW*



*Banco sobrecalentador*



*Panel fabricado con tubos en espiral*



*Ensayo de aplastamiento*



*Control del espesor*



*PMI para el control de la dilución*



*Apertura fabricada con tubos en espiral*



## Recrecimiento con soldadura automatizado in situ

Además de nuestra fábrica, también realizamos reparaciones y mejoras in situ. Las condiciones operativas específicas que afectan a la caldera pueden provocar un envejecimiento del recargue con soldadura que conlleve un desgaste excesivo, en cuyo caso podemos realizar las reparaciones necesarias sobre el terreno. Podemos aplicar un recargue con soldadura en tubos de acero al carbono nuevos o usados, así como volver a aplicar el recargue con soldadura sobre un recargue antiguo (p. ej., Inconel).

### Auditoría previa al trabajo

Durante la fase de evaluación del proyecto, realizamos una visita previa para asegurarnos de que nuestro personal y procedimientos respondan a las exigencias de los clientes en materia de seguridad, salud, medio ambiente y control de calidad.

Mediante diversas pruebas, determinaremos si es necesario recrecer los tubos, realizar una reparación concreta para restaurar la barrera de presión o si se puede recargar directamente la caldera.



### Preparación de la superficie

Antes del recargue, nuestros inspectores de calidad de nivel II o III revisarán la superficie previamente chorreada (SA 3), determinarán el espesor e identificarán los defectos.

Las superficies deben estar libres de cualquier posible contaminación, como revestimientos refractarios o Inconel fatigado. En caso de que existiese un recargue con soldadura anterior, hay que desbastar la superficie para eliminar los posibles defectos (p. ej., poros). Durante esta fase se repararán todos los defectos visibles.



### Proceso de Unifuse

Este se realiza en el modo vertical descendente desde la membrana a la sección de tubos, siguiendo una secuencia preprogramada del cordón de soldadura para lograr una cobertura uniforme y una superficie lisa. A cada cordón de soldadura se le superpone un cordón posterior para garantizar una cobertura total con un recrecimiento de 2 mm de espesor.

Si el espesor del tubo está por debajo del nivel mínimo para el recrecimiento, esto es, 2,2 mm en vertical y 2,5 mm en no vertical, entonces es necesario realizar recargue de acero al carbono antes del recargue anticorrosivo.



### Inspección

Nuestros inspectores redactan un completo informe del trabajo realizado, que incluye los siguientes ensayos no destructivos (NDT):

- Medición de espesor por ultrasonidos (UT) e inspección (VT) antes del recargue
- inspección aleatoria durante la aplicación del recargue
- identificación positiva del material (PMI), líquidos de penetrantes (PT), UT y VT una vez terminado el recargue



Reparación de pared de agua en una instalación de producción de energía a partir de residuos

## Calderas de incineración de residuos y de biomasa

La gestión de los problemas de corrosión relacionados con las calderas que incineran residuos sólidos urbanos y que queman combustible de materiales orgánicos es un reto importante para los operadores.

### Calderas de incineración de residuos

Los residuos sólidos urbanos son un combustible heterogéneo que contiene numerosas impurezas (p. ej., cloro, azufre, sodio, zinc, plomo y otros metales pesados). Durante la combustión del combustible, estas impurezas generan un entorno corrosivo que reduce la vida del acero al carbono. Esto a menudo acaba afectando a los tubos y, en consecuencia, se procede a realizar paradas imprevistas de la caldera. La atmósfera corrosiva afecta a los tubos de la caldera, las paredes de agua, los tubos de los sobrecalentadores, los hornos, recalentadores y los economizadores.

### Calderas de biomasa

Las calderas de biomasa utilizan combustible obtenido de materiales orgánicos, como restos agrícolas, restos forestales o de plantas, cultivos energéticos y virutas RT (combustible de madera recuperada) que se pueden mezclar con los residuos urbanos. Estos combustibles a menudo contienen cantidades importantes de elementos como cloro, potasio, metal alcalino, sodio, azufre, plomo o zinc.

El proceso de combustión libera gases de escape que contienen compuestos de bajo punto de fusión, los cuales provocan corrosión y forman depósitos que se funden en la superficie del tubo sobrecalentador y limitan el coeficiente de transferencia de calor al vapor de los tubos.

### Recargue con soldadura Unifuse con aleación 625

Para que una caldera funcione en estas duras condiciones durante numerosos años, los tubos deben tener una capa que los proteja de la corrosión. **Unifuse** con aleación 625 (entre otros) ha demostrado que es la solución más eficiente para los ataques de corrosión de los productos de la combustión en las calderas y de los flujos de gases de escape calientes en los sistemas de recuperación de calor residual. Asimismo, esta solución mantiene la integridad estructural de las paredes de agua.

Son los fabricantes de calderas quienes deben decidir si apuestan por maximizar los beneficios económicos de una vida de servicio más larga, evitar apagados imprevistos y ahorrar costes de mantenimiento durante la próxima avería.



## Calderas de carbón

La industria mundial del carbón ha estado sometida a numerosos reglamentos, a cambios económicos y al aumento de las extracciones de gas de las formaciones de pizarra. Esta tendencia ha reconvertido a Europa en el principal comprador de carbón con alto contenido de azufre corrosivo.

Al quemarlo, el azufre, la principal impureza del carbón, genera emisiones de óxidos de azufre (SOx) que provocan problemas como la corrosión a altas temperaturas. Tras la combustión, las cenizas del carbón pueden ser arrastradas en los gases de escape y provocar erosión por cenizas volantes en las superficies que absorben el calor (p. ej., los tubos de las paredes de agua, los lechos fluidizados, los recalentadores y los economizadores). Los problemas de escoriación provocados por los depósitos de cenizas en las paredes de los hornos pueden provocar problemas de incrustaciones. Los métodos de eliminación de cenizas (con vapor, chorros de agua o cañones de agua) también pueden conllevar una nueva corrosión/erosión y fatiga térmica.

### Recargue con soldadura Unifuse con aleación 622

AZZ WSI ha sido elegido para aportar recargue con soldadura en muchas centrales térmicas de carbón usando **Unifuse 622**. **Unifuse** con aleación 622 cuenta con un historial de rendimiento demostrado frente a la corrosión, la corrosión/erosión y la fatiga térmica, y es especialmente eficaz a la hora de proteger las paredes de agua ante la corrosión en condiciones de combustión baja de óxidos de nitrógeno (NOx).



Corrosión en la cara expuesta al fuego de una caldera de carbón



La reparación de AZZ WSI con **Unifuse 622** prolongó la vida útil de la caldera de carbón

## Calderas de recuperación

La caldera de recuperación es uno de los sistemas de procesamiento más críticos de las fábricas de pasta y papel, donde el aumento de la corrosión en los tubos recalentadores se ve muy afectado por los factores operativos de la caldera (p. ej., la temperatura).

Los recalentadores suelen estar hechos de acero al carbono o aceros de cromo-molibdeno (p. ej., acero ferrítico: T11, T22). La corrosión rápida a altas temperaturas de estos tubos de acero se puede producir allí donde hay zonas de alta potencia calorífica. La combustión de las leñas produce una fusión inorgánica que es rica en carbonato sódico (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) y sulfuro de sodio (Na<sub>2</sub>S). Su combustión genera un estrechamiento de las paredes de los tubos debido a la sulfuración del acero al carbono, otros sulfuros y sales de potasio también pueden depositarse en los tubos, colada en el suelo, la pared del labio de colada y las principales aperturas de aire y provocar una corrosión aún mayor.

### El recargue con soldadura Unifuse con tubos de aleación 309, 310 y GR383

protegidos con **Unifuse** con aleación 309, 310 o GR383, usando el proceso GMAW/GTAW patentado de AZZ WSI, es una solución eficiente y a largo plazo para el problema de la corrosión de los recalentadores, además de eliminar la necesidad de soldaduras con metales diferentes.



Reparación sobre el terreno en una caldera de recuperación de leñas negras

## Seguridad, calidad, ingeniería y análisis

AZZ WSI cuenta con la experiencia y la estructura mundial para ofrecer una solución completa a todos los aspectos de la reparación y mejora automatizada de calderas. La misma atención al detalle en la ingeniería, la capacidad técnica puntera y la atención absoluta a la salud y la seguridad se aplica a todas nuestras actividades y servicios para ofrecerle una confianza total y ayudarle a tener éxito ahora y en el futuro.

### Plan de seguridad, salud y medio ambiente

Es muy sencillo, la seguridad es la principal prioridad para AZZ WSI. Por ello, es fundamental el cumplimiento total de las normas de seguridad, salud y medio ambiente (HSE) en cada fase de todos los proyectos que asumimos. Un completo plan que cubre todos los aspectos de HSE respalda todas nuestras acciones, desde el análisis hasta la implementación, e incluye una completa evaluación de riesgos que refleja las certificaciones adecuadas, la planificación, las responsabilidades, la formación y el análisis de riesgos de las tareas.



Reuniones diarias de seguridad

### Control de calidad

Todas nuestras soluciones se someten a procesos de control y garantía de la calidad, con certificaciones ASME y EN para nuestra soldadura automatizada y personal especializado y plenamente formado.

Todos los especialistas de AZZ WSI están cualificados según EN 287-1, EN 1418 y EN ISO 14732 o ASME, y el alcance de los trabajos se realiza de conformidad con los requisitos de la Directiva sobre equipos a presión 97/23/CE y de los códigos aplicables de fabricación y diseño para los equipos a presión. Contamos con un Programa de garantía de la calidad certificado por EN-ISO 3834-3, AD-Merkblatt HP0 (TRB 200), TRD 201 y ASME U & S. Todos los procedimientos de soldadura respetan los requisitos de EN-ISO 15614-1 y 7 o de EN 288 y TÜV Merkblatt 1156/1166 o ASME BPVC.



Formación de empleados

### Ingeniería

Nuestro departamento de ingeniería ofrece una gama completa de análisis, tales como mitigación de la distorsión, análisis de la tensión, estabilidad estructural y procedimientos especiales de soldadura para asegurar un rendimiento óptimo en todo momento, tanto si se trabaja en la fábrica como in situ. Además, ingenieros altamente capacitados y especializados en mecanización, metalurgia, corrosión y soldadura se esfuerzan por determinar las soluciones técnicas más adecuadas para nuestros clientes.



Una completa gama de análisis

### Análisis cualitativo y cuantitativo

Nuestro proceso automático ofrece un recrecimiento con soldadura de alta calidad. Entre la cualificación y los parámetros del proceso que hemos desarrollado se incluyen ensayos destructivos para comprobar las características del recrecimiento con soldadura, como la disolución en el material de base, que se mide con precisión en todo momento con el control de los parámetros del proceso. También es importante mantener al mínimo el contenido férrico del material de base, ya que es el responsable del deterioro de la corrosión.



Análisis cualitativo y cuantitativo (por dispersión de energía de rayos X)





## El programa de mantenimiento de calderas de AZZ WSI

Los cambios en las operaciones o el tipo de combustible pueden suponer una mayor degradación de las partes a presión y un menor rendimiento; ignorar el mantenimiento de estos activos valiosos puede causar costosas reparaciones o sustituciones.

Un programa de mantenimiento personalizado es la forma más rentable de proteger su equipo. Durante el programa de mantenimiento, supervisamos el rendimiento de sus equipos con regularidad.

Al utilizar una inspección regular del recargue existente podemos entregar un informe específico al cliente con información detallada sobre el estado del recargue, asesorar sobre la reparación más eficaz y ofrecer una indicación de la durabilidad.

En el caso de la exposición del metal de base, se aplicarán reparaciones puntuales al recargue después de la preparación de la superficie de la zona. En el supuesto de que sean necesarias reparaciones mayores, AZZ WSI puede ofrecer una solución de reparación usando la tecnología **Unifuse**, que se ha aplicado con éxito en calderas durante más de treinta años y ofrece una solución eficiente al ataque de la corrosión generada por los productos de la combustión en las calderas y por los gases de escape calientes que generan los sistemas de recuperación del calor residual.



*Pared de agua tras la prueba del sulfato de cobre*



*Reparaciones puntuales en un viejo recargue con soldadura 625*



*Si los daños son extensos, habrá que realizar un recargue con soldadura **Unifuse** automático para recuperar el espesor necesario de la protección anticorrosiva*



*Ventanas fabricadas con tubos en espiral*

Un programa de mantenimiento personalizado es la forma más rentable de proteger su equipo. Durante el programa de mantenimiento, supervisamos el rendimiento de sus equipos con regularidad.

*Inspección in situ del recargue existente*

## Garantías

Nuestros servicios garantizan una adherencia metalúrgica tanto a las membranas como a los tubos de la pared de agua en las que se hayan aplicado la aleación resistente a la corrosión. Se pueden facilitar garantías a partir de la fecha en que el recargue se expondrá al fuego/gas. Estas garantías están sujetas al acuerdo tras la recepción de los parámetros a los que está expuesto el recargue. Nuestra evaluación toma en consideración todos los factores operativos relevantes (p. ej., tipo de caldera, características de los gases, condiciones de funcionamiento de la caldera y condiciones actuales de los tubos).

Mejorando infraestructuras



AZZ WSI® es una empresa especializada que presta servicio a escala mundial y que ofrece un mantenimiento innovador mediante soluciones automáticas de reparación por soldadura que prolongan la vida útil y maximizan el valor de los activos de nuestros clientes en la industria energética.

**AZZ WSI B.V.**

Marconiweg 16  
3225 LV Hellevoetsluis  
The Netherlands

T: +31 88 27 84 539

E: [wsj-europe@azz.com](mailto:wsj-europe@azz.com)

[www.azz.com/wsj-europe](http://www.azz.com/wsj-europe)

WSI 112-0415ES

