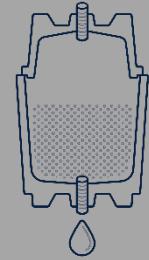


# HEAD WASH REPAIR WELD (HWR)

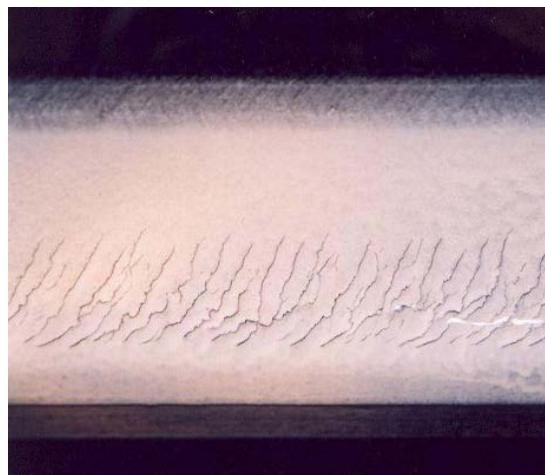
La Solución para reparar  
defectos en la cabeza del carril  
y soldaduras eléctricas



## Defectos de la cabeza del rail



Contacto Rueda/Rail



Estado y evolución de la cabeza del rail

Todas las redes ferroviarias están afectadas por defectos en la cabeza del rail. Estos defectos comienzan en el contacto rueda/rail y luego se extienden a lo largo del mismo tanto de manera horizontal como vertical o simultáneamente en ambas direcciones. Eventualmente conducirá a una rotura.

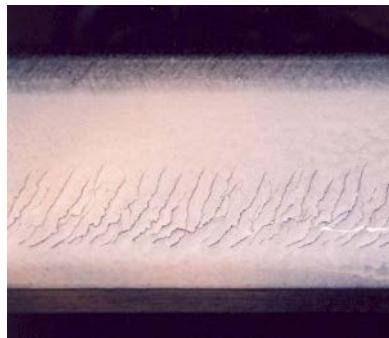
Se encuentran tanto en los railes como en la soldadura (ATW y FBW)

El objetivo de la red es detectar el defecto en su etapa inicial y tratarlo antes de que alcance un tamaño crítico.

## Reparación de defectos en la cabeza del rail



(c) 2015 by Craig Sanders



Los ferrocarriles utilizan diferentes métodos para evitar fallas, el más común es el rectificado preventivo por amolado de la cabeza del rail para eliminar el defecto antes de que se propague.

Si el defecto no se detecta a tiempo, la sección completa del rail deberá ser reemplazada.

El sistema HWR se utiliza en USA y Canadá desde 2008. En UK desde 2013 y se aprobó en Francia en 2015

## Aplicación HWR

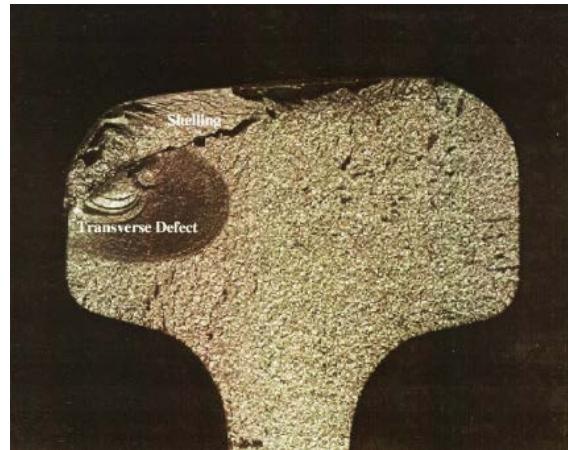
Squat



Defectos transversales



Shelling



Segregaciones en los bordes



## Comparación de las soluciones de reparación de defectos en la cabeza del rail

Soluciones	Reemplazo de rail 	Soldadura al arco 	HWR 
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puede reparar cualquier defecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puede aplicarse sobre un defecto relativamente largo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operación muy rápida</li> </ul>
Inconvenientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muy costosa</li> <li>Requiere corte de rail</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El tiempo de operación depende de la profundidad del defecto.</li> <li>Requiere trabajadores cualificados o herramientas caras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Longitud limitada (55 a 80 mm)</li> </ul>
Aplicación	→ Defectos longitudinales cuando la sección dañada es larga	→ Defectos de superficie con poca profundidad ( $\approx 12\text{mm}$ máximo)	→ Todos los defectos que no excedan la longitud HWR

Una vez que el defecto se ha profundizado y no puede eliminarse mediante un amolado preventivo, se ofrecen 3 opciones a la Red:

Reemplazo de rail, reparación por soldadura al arco (recargue) y HWR

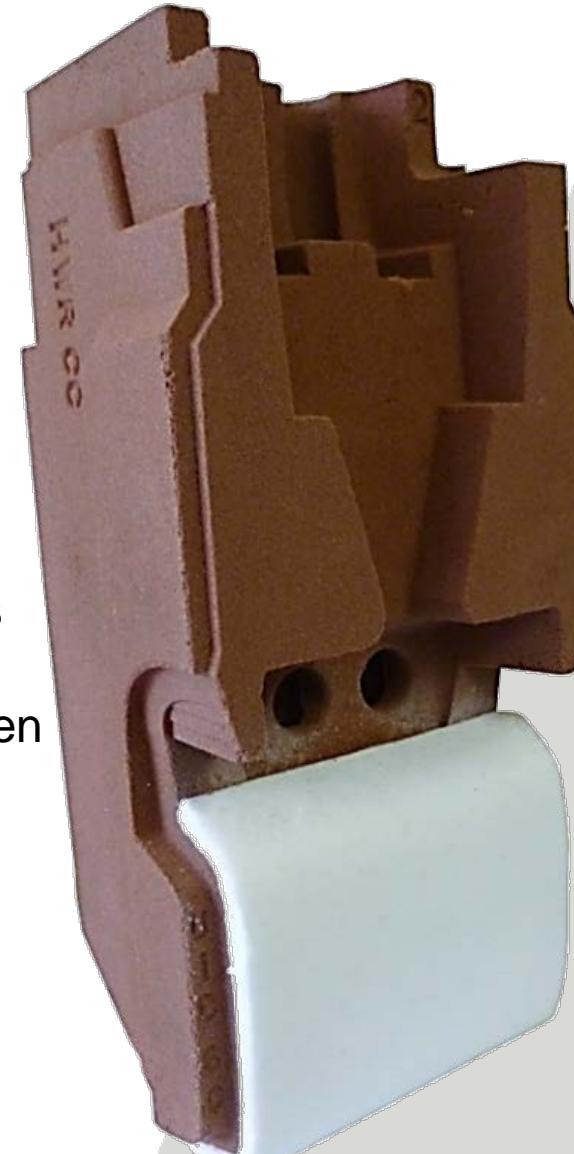
# El concepto de HWR

Con el aumento de la Dureza del rail, el desgaste del mismo se ha vuelto menos problemático con el tiempo y los defectos en la cabeza del carril se han convertido en una de las causas más comunes de reemplazo de rail.

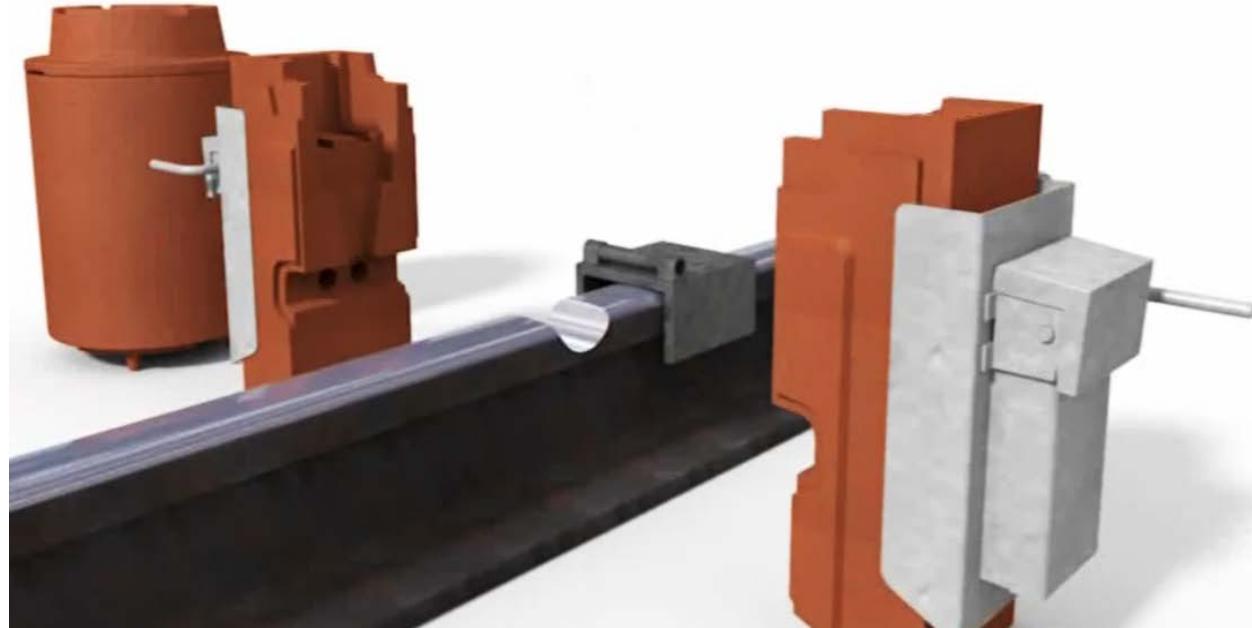
El HWR proporciona una solución rápida y rentable para reparar los defectos en esta zona del rail, reduciendo significativamente el coste de

mantenimiento en las redes ferroviarias modernas.

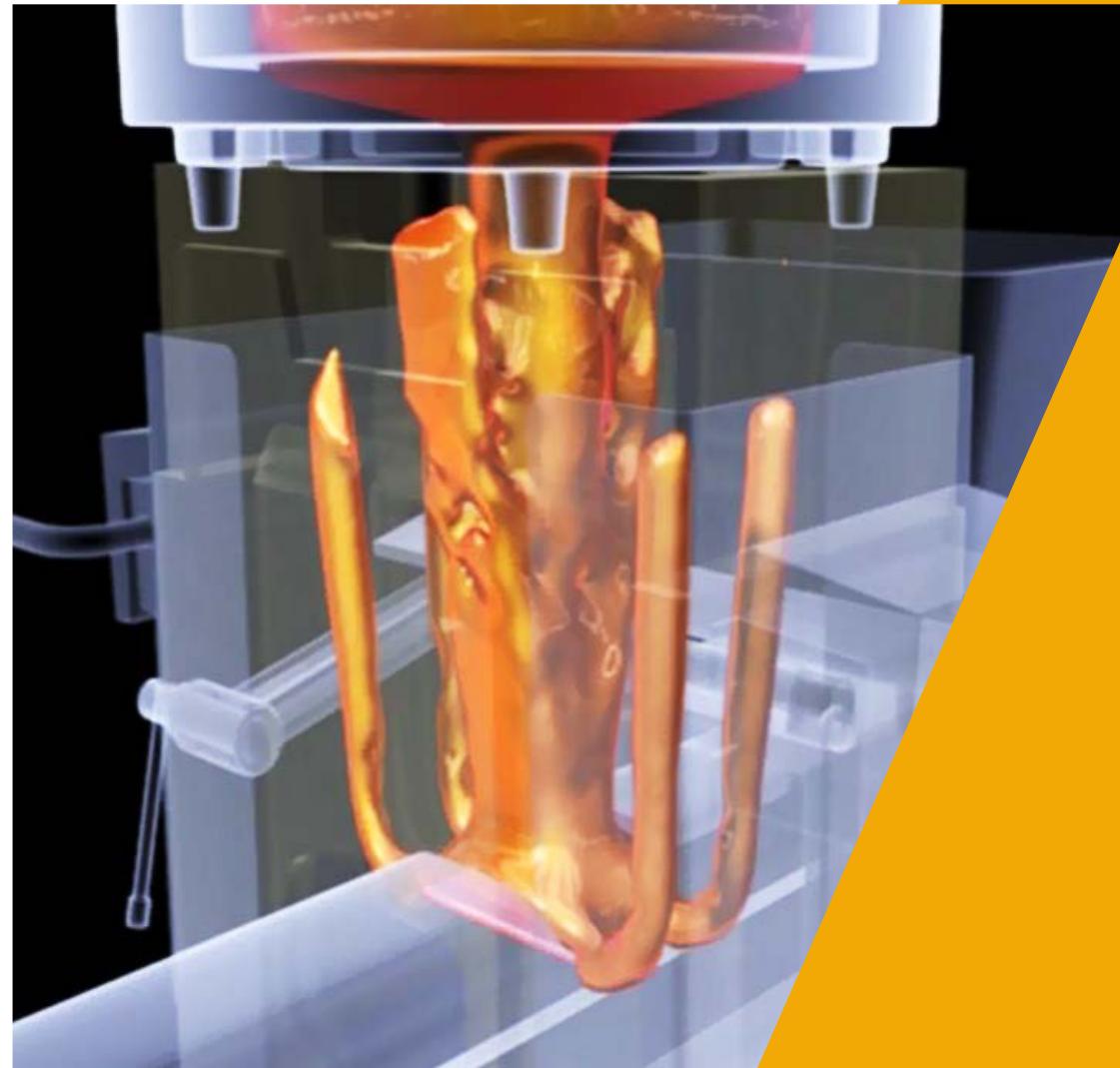
La última mejora en HWR amplía las posibilidades al permitir la reparación de las **soldaduras eléctricas** (FBW) que, a menudo, sufren defectos de tipo squat.



## El concepto de HWR



El principio del HWR es sanear parte de la cabeza del rail para eliminar el defecto y después llenar la zona como en una soldadura aluminotérmica standard.



## Reparación de defectos en la cabeza del rail con HWR



- 1 sustitución de rail
- 2 soldaduras ( $\approx 3 - 4h$ )
- Sin reemplazo de rail
- Instalación rápida ( $\approx 1h30$ )
- Sin cambio en el estado tensional del rail
- Mínima mano de obra

**Reducción  
significativa en los  
costes de  
mantenimiento**

## Ventajas del HWR

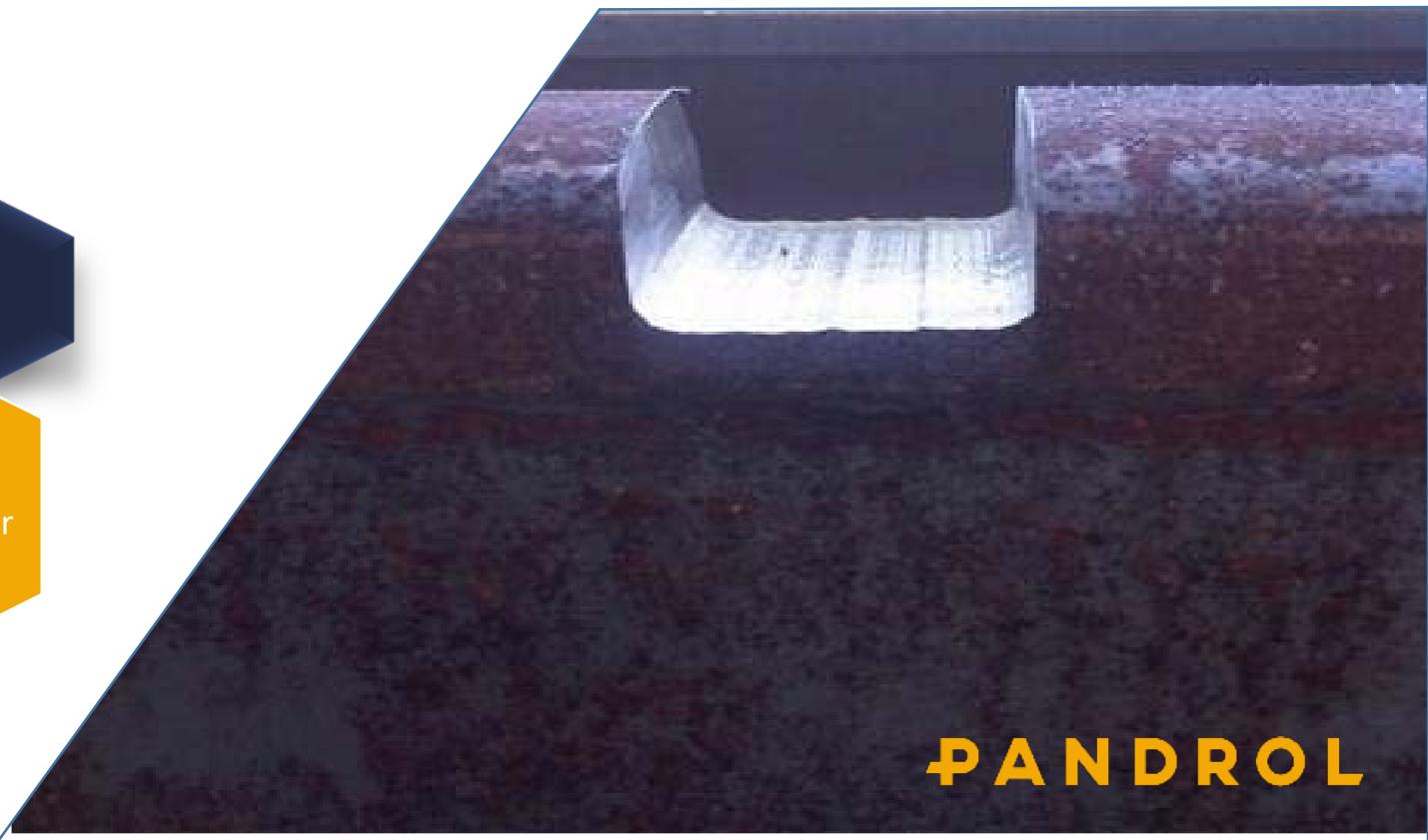
### Enfoque general:

La eliminación del defecto en la cabeza y la aplicación de una soldadura de reparación en su lugar tiene las siguientes ventajas en términos de ahorro de costes:



El proceso HWR ofrece nuevas capacidades para el mantenimiento ferroviario. Proporciona una solución rápida y rentable para eliminar un defecto de hasta 1 pulgada de profundidad, dependiendo del perfil de rail.

Esto funciona tanto en el rail como en soldaduras FBW



### Caso estudiado « Francia »



La Red ferroviaria francesa SNCF identificó más de 10000 soldaduras eléctricas con defectos tipo squat. Estos defectos eran anteriormente reparados mediante la sustitución de 12m de rail.

La dirección técnica de la SNCF homologó el HWR en 2015 con el objetivo de reducir los costes de reparación de estos defectos.

#### Proceso de sustitución del rail:

- **12m fijaciones + personal/equipo para manejarlo**
- **2 soldaduras aluminotérmicas + 1 equipo de soldadura**

El ratio de coste es de aproximadamente 4 a 1 favorable a HWR.

Sin estar considerado el coste de la liberación de tensiones si esto fuera preciso.

## Caso estudiado « Norteamérica »

El proceso HWR es utilizado por 4 operadores ferroviarios en el mercado norteamericano: Canadian National Railroad, Canadian Pacific Railroad, Union Pacific Railroad, Toronto Transit Commission



CANADIAN  
PACIFIC  
RAILWAY



La aplicación principal es la reparación de defectos transversales, segregaciones en los bordes y squats/shelling. Más de 2000 HWR han sido ya soldados en redes norteamericanas.

El ratio de coste es de aproximadamente 6 a 1 favorable a HWR. Este ratio no considera el potencial coste del cambio de carril.

## Características del HWR

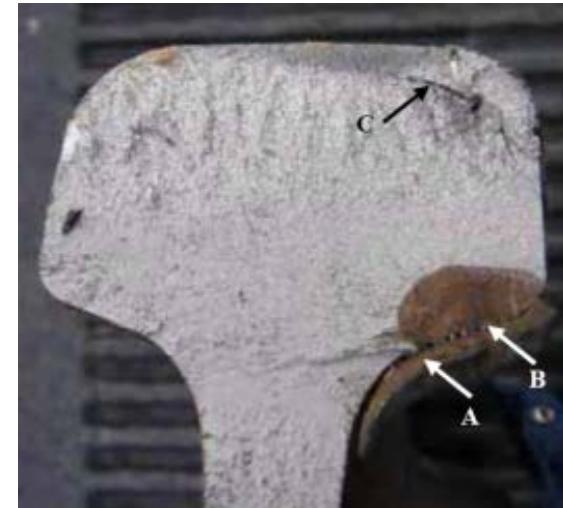
Capa de fieltro para ajuste con el rail  
Permite que los moldes HWR se adapten a una FBW.



Moldes apoyados sobre el patín del rail para un óptimo ajuste



Esas dos características aseguran un buen sellado debajo de la cabeza del rail lo que evita que pueda disminuir la resistencia a la fatiga.

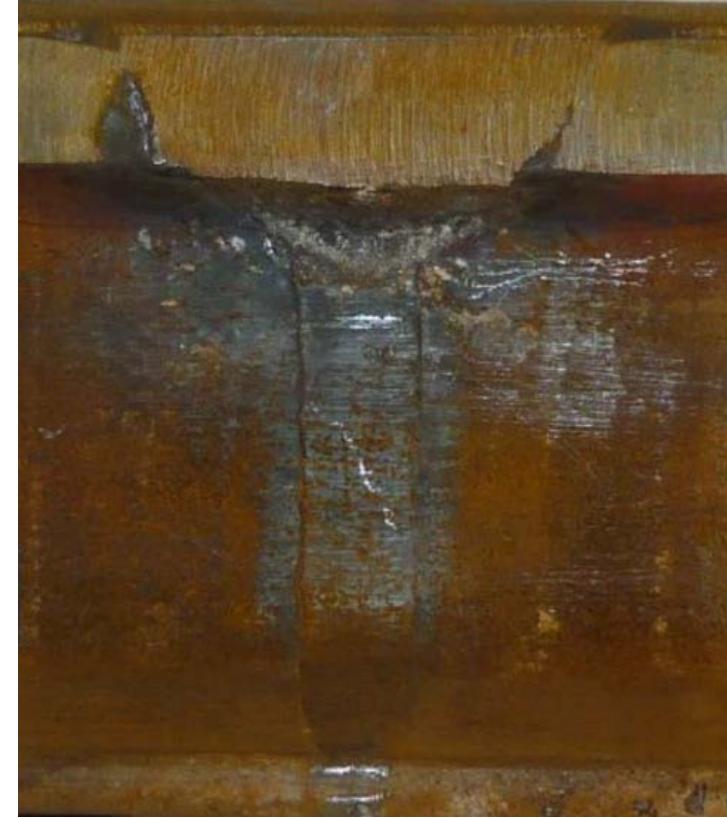


## Características del HWR

La región de mayor tensión de tracción en HWR se encuentra en el radio de acuerdo alma-cabeza del rail. El fieltro de HWR evita el flashing en esta ubicación crítica y fortalece en gran medida la resistencia a la fatiga.

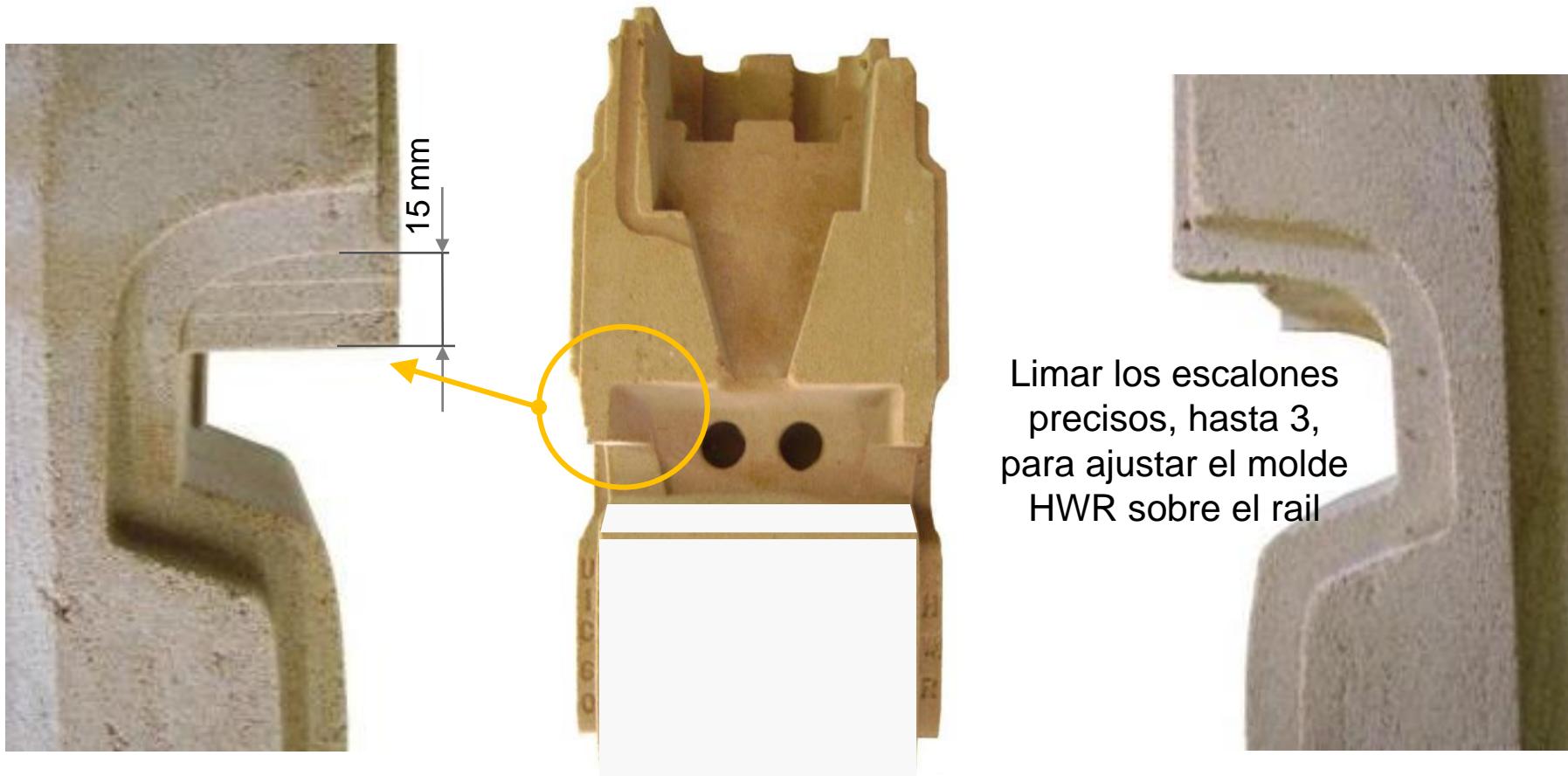


HWR en rail



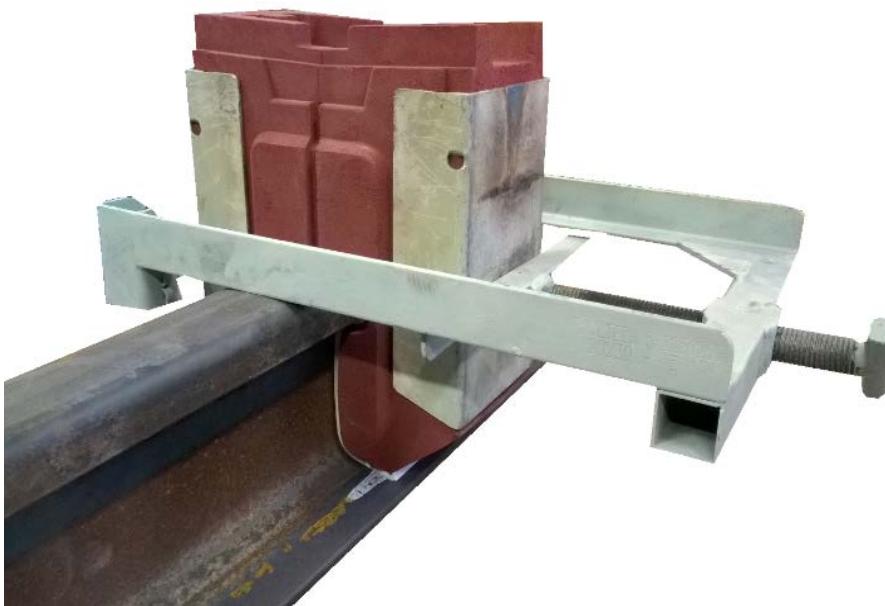
HWR en FBW

## Características del HWR

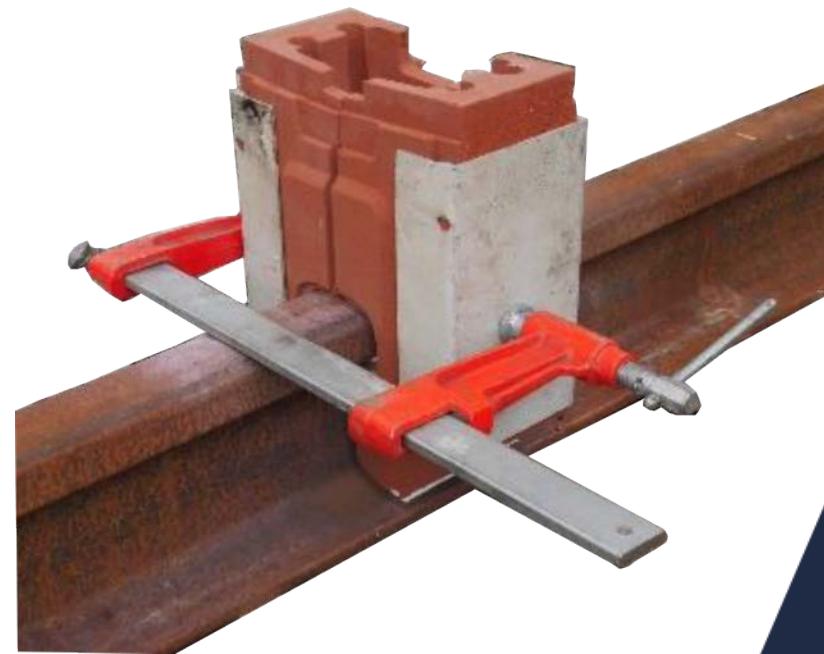


Los “escalones” del patentado Sistema Hybrid aseguran un ajuste perfecto del molde a la superficie de rodadura, tanto en railes nuevos como desgastados.

## Compatible con accesorios existentes



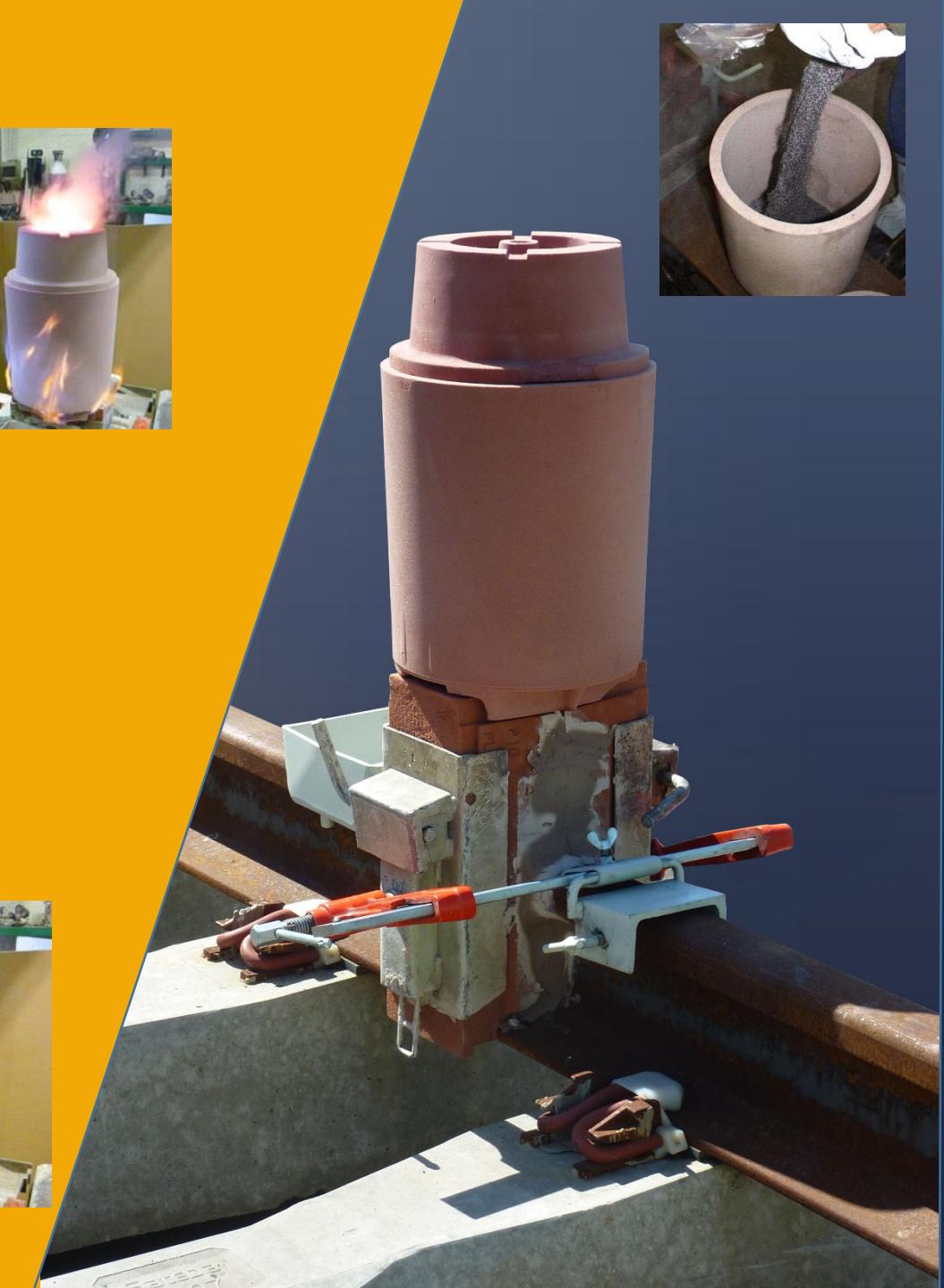
Accesorio (Tipo WG68)



Accesorio (Tipo PLA68)



# Proceso HWR



## Proceso HWR

### Etapas del proceso HWR:

Eliminación defecto

Test líquidos penetrantes

Precalentamiento

Soldadura

Acabado de la soldadura

Completar un HWR require unos 90 minutos

El proceso HWR se basa en tecnología ATW con una diferencia principal: no requiere corte de rail. Consiste en cortar o amolar una parte de la cabeza de rail para eliminar el defecto y luego llenarla con metal.



## Eliminación del defecto

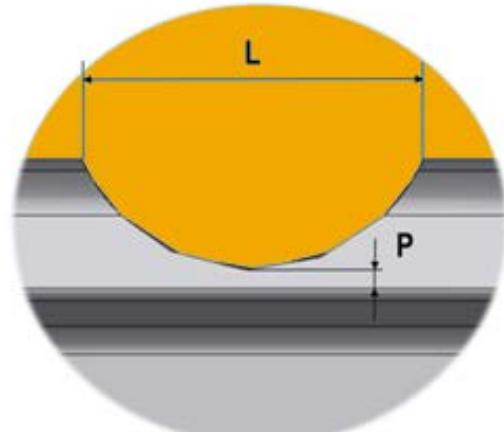
HWR propone 2 formas de eliminar el defecto:

### ① Corte por oxipropano

#### Dimensiones

Profundidad  $P = 8 \text{ mm mínima}$   
(Automática con el accesorio de corte)

Longitud  $L = 80 \text{ mm}$

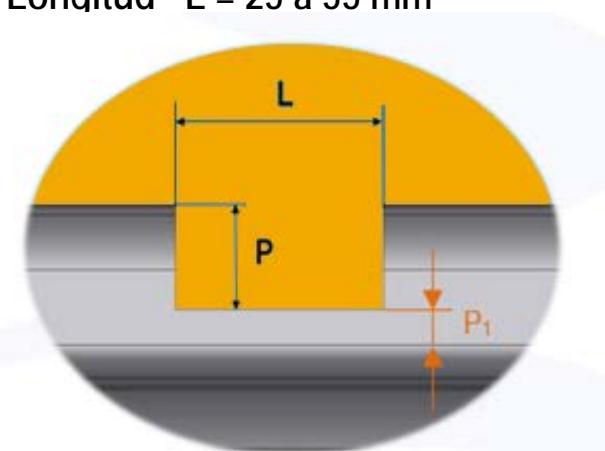


### ② Amolado

#### Dimensiones

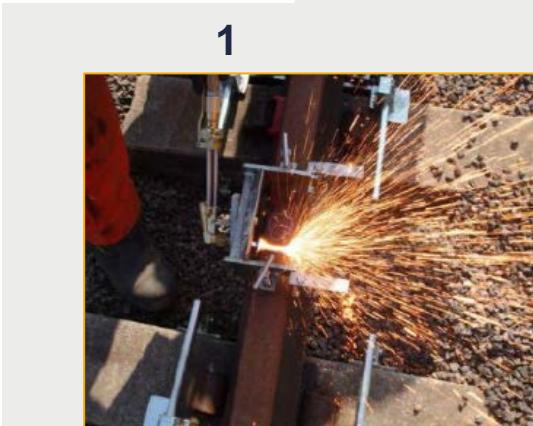
Profundidad  $P = 25 \text{ mm máximo}$   
 $P_1 = 12 \pm 2 \text{ mm mínimo}$

Longitud  $L = 25 \text{ a } 55 \text{ mm}$



### Eliminar el defecto

- 1 – Cortar con oxipropano
- 2 – Forma en bruto conseguida
- 3 – Esmerilado para quitar impurezas
- 4 – Alojamiento finalizado

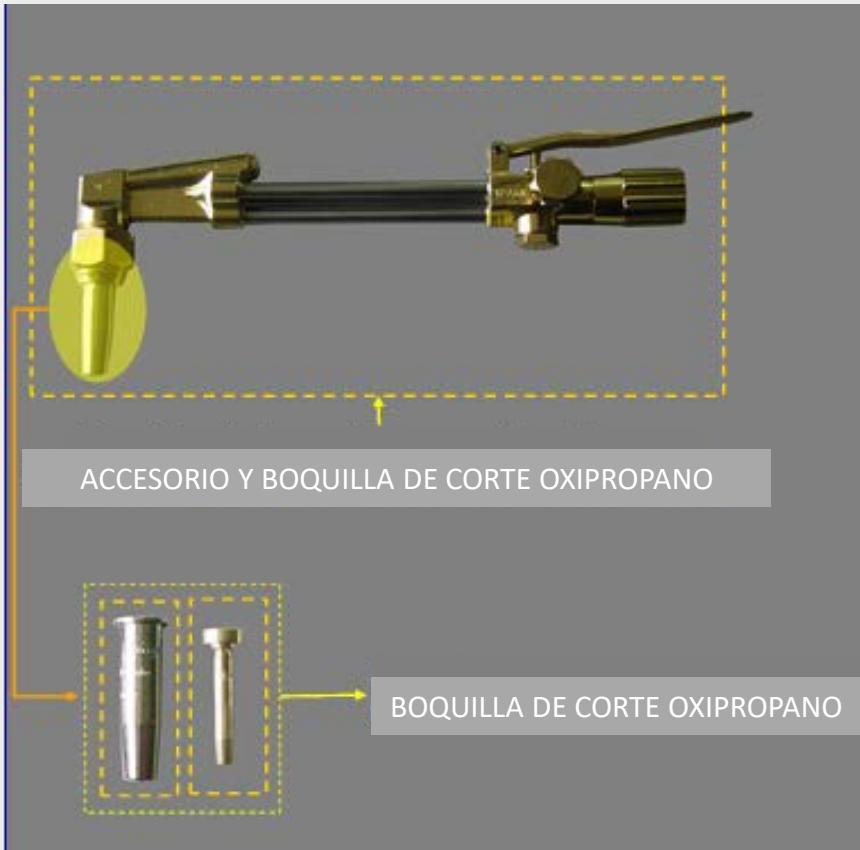


#### Ventajas :

- Operación rápida
- No requiere equipo pesado
- Puede usar las mismas botellas de gas que el precalentamiento.
- **Hasta 8mm por encima del acuerdo cabeza/alma**

## Eliminar el defecto

ACCESORIOS PARA EL CORTE PARA HWR (USADO CON LA LÍNEA DE  
PRECALENTAMIENTO )  
Referencia : S0 000 360



### Eliminar el defecto

1 & 2 – Marcado de la zona

3 – Amolado

4 – Alojamiento finalizado



### Ventajas:

- Operación fácil
- No se requiere habilidades especiales
- No hay residuos que eliminar en el alojamiento

## Amolado de la cabeza



1 – Amoladora eléctrica



2 – Amoladora hidráulica (HWG) + grupo de fuerza



## Verificación de la eliminación del defecto



La superficie del alojamiento obtenido se puede verificar mediante ensayos por líquidos penetrantes o mediante inspección por partículas magnéticas, para asegurar la completa eliminación del defecto.

## Ajuste del rail



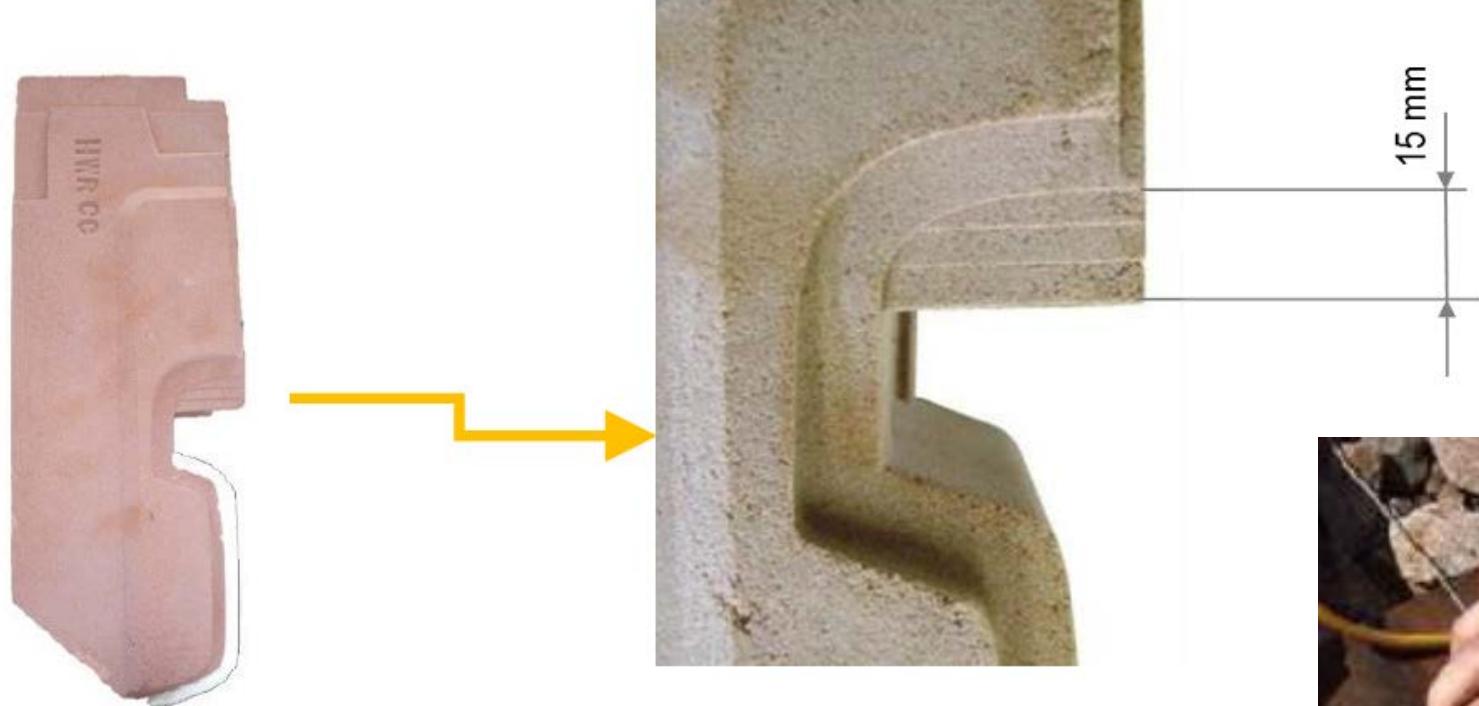
Se usa un cilindro hidráulico de elevación para alzar el rail.  
Ajustar la flecha. (0,8 a 1mm)

Se deben aflojar 5 fijaciones a cada lado de la soldadura.

Cuñas ajustables se emplean para sostener el rail durante la soldadura.



## Preparación del molde

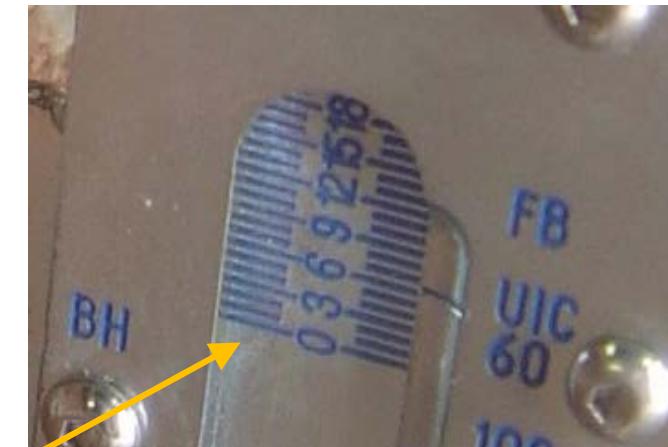


“Escalones” para el ajuste a la superficie de rodadura

El molde se ajusta manualmente al desgaste del rail



## Medición del desgaste del rail



Ejemplo : Rail UIC 60 - desgaste 6 mm

## Precalentamiento

El proceso HWR está disponible con 5 tipos de precalentamiento

### Oxipropano 1

Oxígeno: 1,2 Bar

Propano: 0,6 Bar

(OP RTI22T Línea versión C)

Tiempo : 4 minutos

Altura de la boquilla: 110 mm



### Oxipropano 2

Oxígeno: 70 Psi (ajuste a Popping)

Propano: 10 Psi

(OP RTI22T Línea versión A)

Tiempo : 5 minutos

Altura de la boquilla: 110 mm



### Oxiacetileno

Oxígeno: 0,6 Bar

Acetileno: 0,6 bar

(OA RTI 8T C)

Tiempo : 6 minutos

Altura de la boquilla: 110 mm



## Precalentamiento

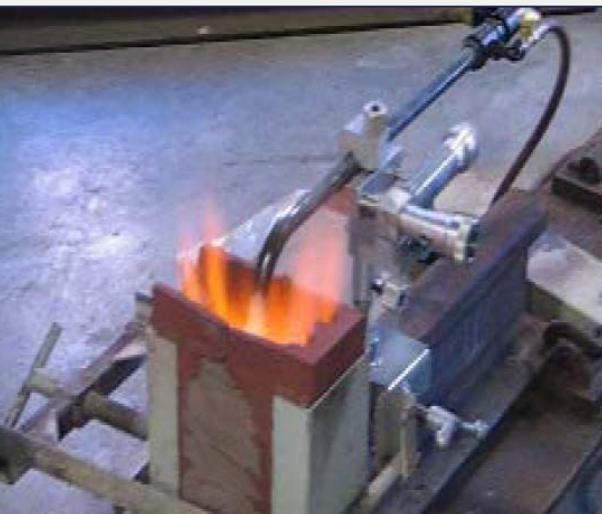
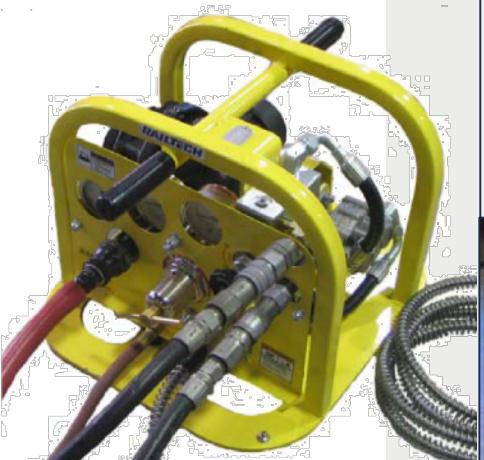
El proceso HWR está disponible con 5 tipos de precalentamiento

### Grupo Matweld

Aire: 2,5 PSI Ox: 8-10PSI

Tiempo: 5 min

Altura boquilla: Al nivel del  
“tapón”



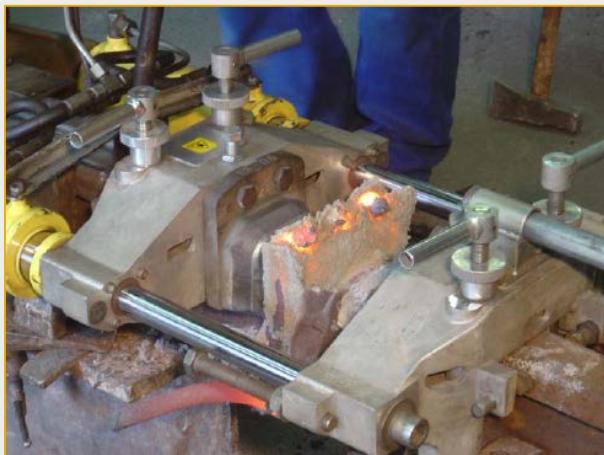
### BAI: 3 Bar

Tiempo: 12 min

Altura de la boquilla: Autoajustada



## Colada / Corte mazarota y amolado



Estos procesos son similares a los clásicos de una ATW

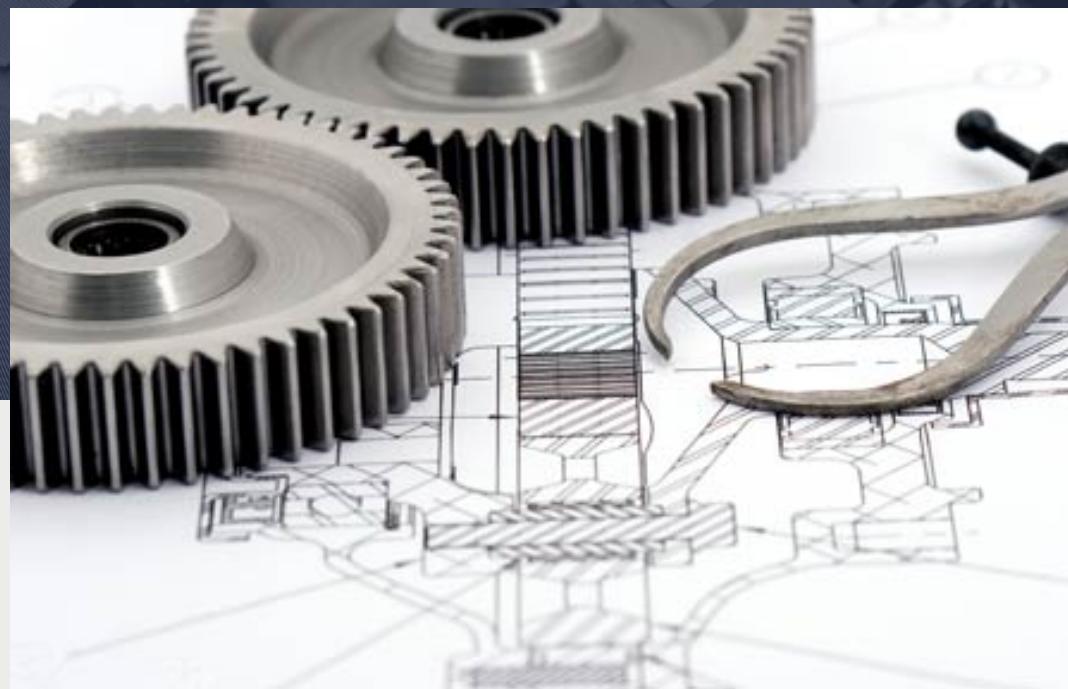
Retirada placas: a 7 min

Desmoldeo: a 10 min

Corte de la mazarota: a 13 min

Puesta en servicio: a 50 min

# HWR Propiedades mecánicas



PANDROL

## Dureza y composición química

El procedimiento HWR está disponible para diferentes durezas

La composición química, la especificación de dureza y las dimensiones del área de dureza suavizada cumplen con los requisitos de las normas para ATW.

## Ensayo de flexión lenta

Los resultados del ensayo de flexión lenta son mejores que los de ATW standard.

Soldadura	Posición	Fuerza (kN)	Deflexión (mm)	Resultado
HWR 60E1 n°5	Foot in tension	1672	34,4	No broken
HWR 60E1 n°6	Foot in tension	1672	34,1	Not broken
HWR 60E1 n°7	Foot in tension	1674	34,4	Not broken

*Extraído del informe de homologación de SNCF en rail 60E1 R260 – Tensión en el patín*

## Área de fusión

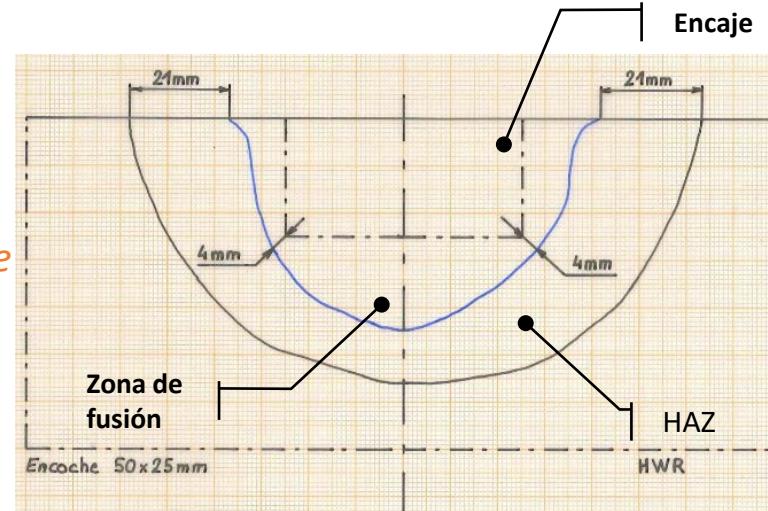
El ancho del área de fusión es de aproximadamente:

- 120 mm usando el método de oxicorte
- 80 mm usando el método de amolado

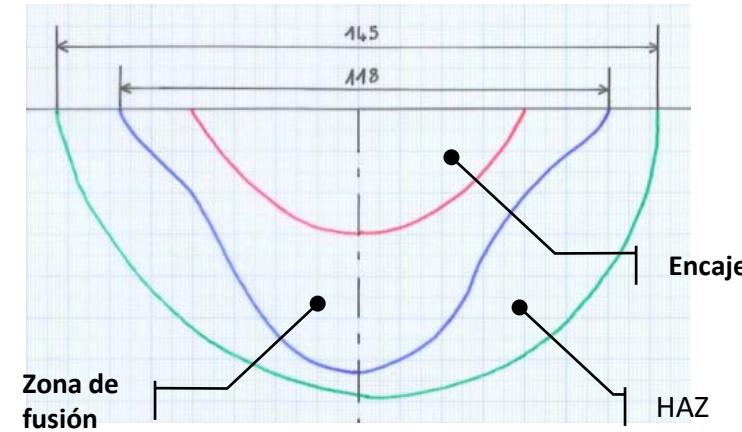


Área de fusión de una reparación HWR en una soldadura eléctrica

*Método de  
amolado*



*Método de  
oxicorte*



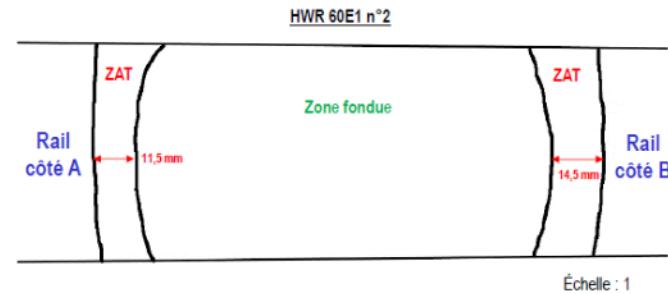
La zona de fusión alcanza 30 mm por debajo del encaje, **asegurando una eliminación total del defecto.**

## Zona afectada térmicamente

Ejemplo para grado R260 - Probeta n°2



(1) Extracto del informe de homologación de SNCF en rail 60E1 (Grado R260) - Probeta HWR 60E1 n°2 Placa 21



### ZAT Visible

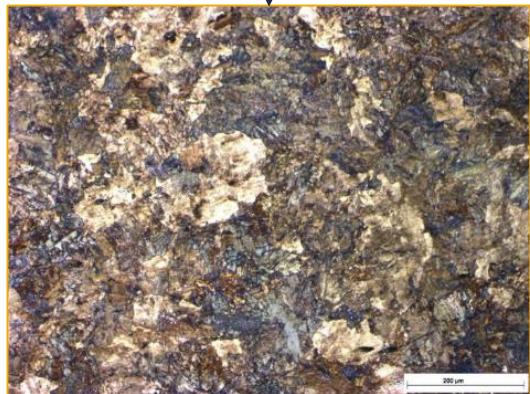
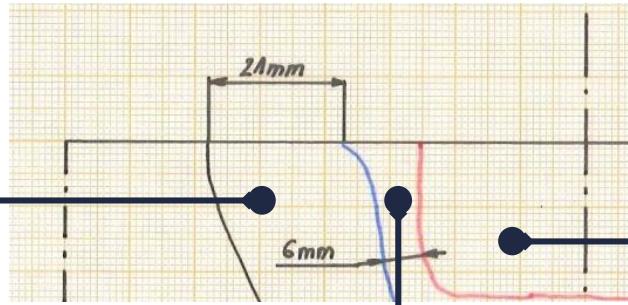
(2) Extracto del informe de homologación SNCF en rail 60E1 (Grado R260) - Probeta HWR 60E1 n°2 Placa 3

Weld	Depth	Withd of soft hardened zone	
		Side A	Side B
HWR 60E1 n°2	4mm	8,5	7,8

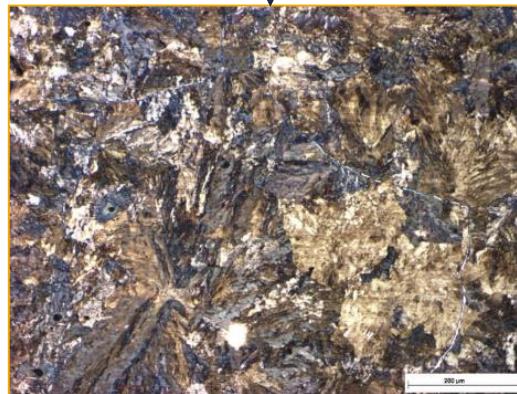
(3) Extracto del informe de homologación SNCF en rail 60E1 (Grado R260) - Probeta HWR 60E1 n°2 Página 14/14

## Examen micrográfico de la cabeza del rail HWR

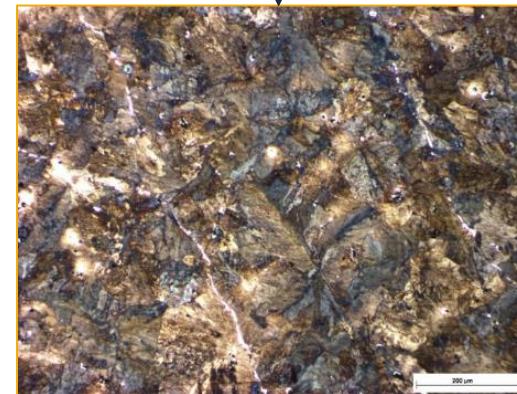
Los resultados son idénticos  
a las soldaduras  
aluminotérmicas standard



Rail: Matriz perlítica

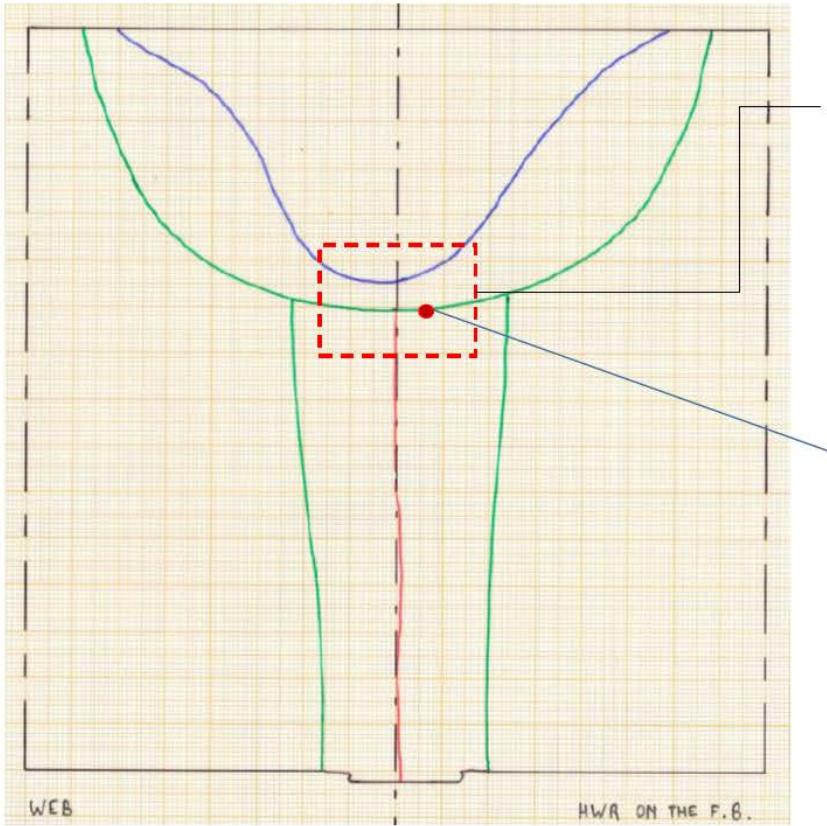


ZAT: Matriz perlítica



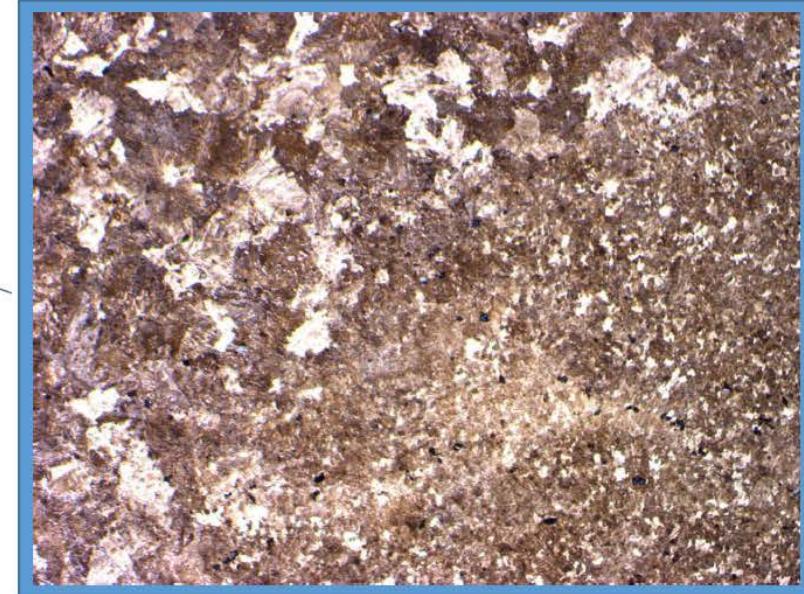
Área de fusión: Matriz perlítica

## Examen micrográfico de la reparación de una soldadura eléctrica con HWR



Área de la  
micrografía

Unión entre la ZAT de HWR  
y la estructura perlítica de  
la soldadura eléctrica x100



## Tensión residual

La tensión residual en HWR es equivalente en magnitud a la de la soldadura aluminotérmica standard

El nivel de tensión es similar en al área superior de la soldadura, independientemente de que se haya realizado en el rail o en una soldadura eléctrica.

The region of highest tensile stress in thermite railhead repair welds was located in the radius under the railhead. These stresses were 1.2 to 2 times the residual stresses under the railhead for standard thermite welds. Although these stresses were higher, it should be noted that they were similar in magnitude to the stresses found in the web of standard thermite welds. The fact that these increased stresses were located under the railhead means that greater care must be taken to avoid flashing or cold lapping occurring under the railhead. In testing previously conducted at FAST, welds that fractured had fatigue cracks that initiated at regions of cold lapping under the railhead that were located in this area of high residual tensile stress.<sup>1</sup>

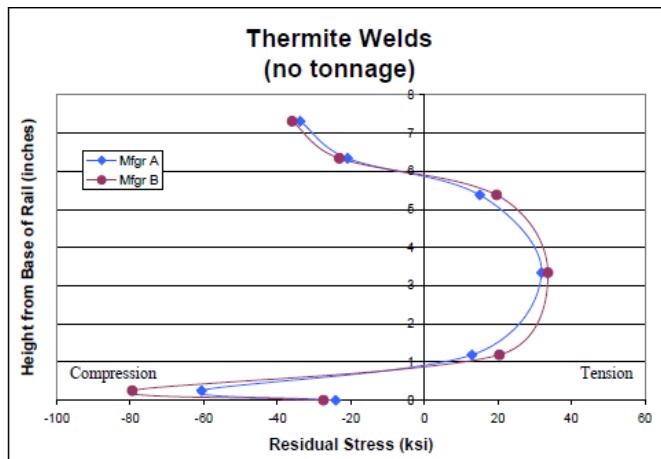


Figure 3. Longitudinal Residual Stress Profiles for New Thermite Welds

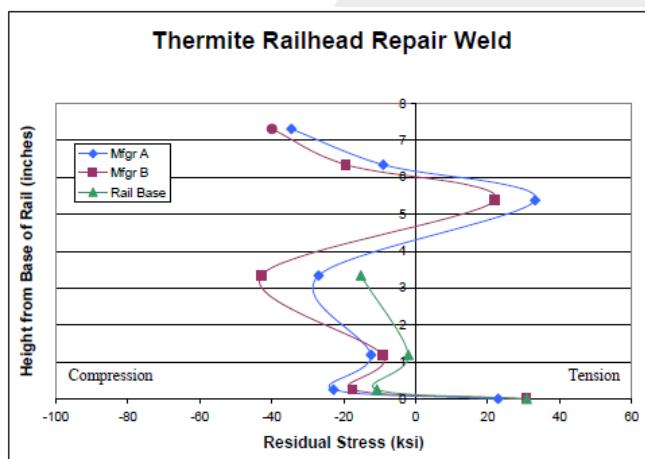


Figure 5. Longitudinal Residual Stress Profiles for Thermite Railhead Repair Welds. The lower four points of a rail base profile are included for comparison (see Figure 2).

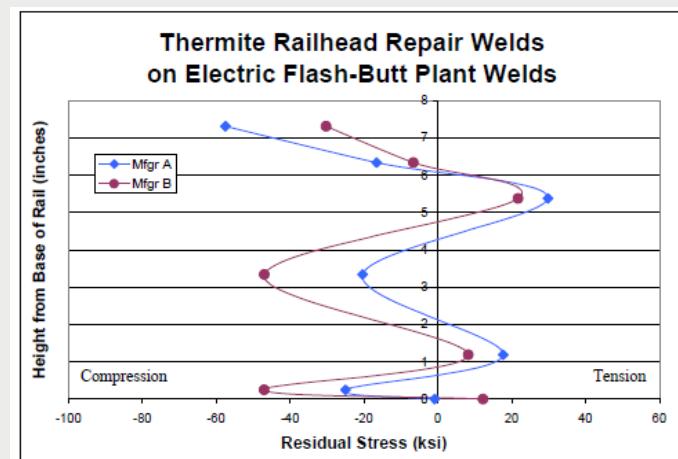


Figure 6. Longitudinal Residual Stress Profiles for Thermite Railhead Repair Welds for Two Different Manufacturers made on Electric Flash-butt Plant Welds

Los datos se de extrajeron de un artículo de TCI publicado en « Technologie digest » marzo 2010. (TD-10-007-March 2010)

# Acreditación y certificados

HWR está aprobado en USA, Canadá, Reino Unido y Francia. Se utiliza en:

- USA y Canadá desde 2008 por
  - Canadian National Railroad
  - Canadian Pacific Railroad
  - Union Pacific Railroad
  - Toronto Transit Commission
- Reino Unido desde 2013 por Network Rail
- Francia desde 2014 por SNCF



CANADIAN  
PACIFIC  
RAILWAY



## Homologación SNCF (Francia)

**SNCF INFRA**  
**DIRECTION MAINTENANCE DU RESEAU (DMR)**  
**INGÉNIERIE ET MAINTENANCE – SUBDIVISION IM 2**  
Section Soudage et Cœurs (DMR ER IM2SC)

19 rue de Charentonneau – 75010 PARIS  
CRT PARIS NORD

AFFAIRE SUIVIE PAR : Arnaud LORIEUX  
Tél. : +33 (0)1 71 32 33 27 / 28 33 27 Mail : [mailto:arnaud.lorieux@sncf.fr](mailto:mailto:arnaud.lorieux@sncf.fr)

SNCF

Paris, le 15 décembre 2014

Réf. : DMR ER IM2SC/AL/n° 2014-1403

Objet : Homologation du procédé de soudage HWR-CC (Air induit), profils 60 E1 et 50 E6 et applicable pour la nuance R260

Monsieur,

Les différents essais métallurgiques réalisés (rapports L2131 2013-07 établi par le Centre d'Expertise des Rails et TR/FR/HWR-CC/60 E1-50 E6/AI/00/SB établi par Railtech International) ainsi que le suivi du comportement en voies exploitées des réparations HWR-CC (Air induit) sur une période d'un an ont donné des résultats conformes aux exigences normatives et aux attentes particulières de DMR ER IM2.

J'ai par conséquent le plaisir de vous informer que je prononce l'homologation de votre procédé de soudage des rails par aluminothermie HWR-CC (Air induit).

Une copie du présent courrier sera transmise à la Direction des Achats SNCF pour la suite utile concernant l'ajout des matériels, outillages et consommables au contrat cadre en vue de l'approvisionnement de nos équipes en production.

Pour rappel, la mise en production de ce procédé est conditionnée par la disponibilité de l'ensemble de l'outil homologué par DPI-EO.

Je vous prie de croire, Monsieur, à l'assurance de ma considération distinguée.

Le chef de la Subdivision des Rails,



Pierre François VIGNERIE

SOCIÉTÉ NATIONALE DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS - R.C.S. PARIS B 552 049 447

**SNCF RESEAU**  
**MAINTENANCE ET TRAVAUX (MT-M)**  
**DIRECTION TECHNIQUE VOIE – DIVISION DT V2**  
Section Soudage et Cœurs (DMR ER IM2SC)

10 rue de Charentonneau – 75010 PARIS  
CRT PARIS NORD

AFFAIRE SUIVIE PAR : Arnaud LORIEUX  
Tél. : +33 (0)1 71 32 33 27 / 28 33 27 Mail : [mailto:arnaud.lorieux@sncf.fr](mailto:mailto:arnaud.lorieux@sncf.fr)

RAILTECH INTERNATIONAL  
A l'attention de M DELCROIX  
ZI du Bas Pré  
BP9 59590 RAISMES

Paris, le 15 décembre 2015

Réf. : MT-M DT V2SC/AL/n° 2015-1598

Objet : Homologation du procédé de soudage HWR-CC JS (oxygène-propane), profils 60 E1 et applicable pour la nuance R260

Monsieur,

Les différents essais métallurgiques réalisés (rapports L2131 2014-89 établi par le Centre d'Expertise des Rails et TR/FR/HWR-CC/60 E1-50 E6/OP/00/SB établi par Railtech International) ainsi que le suivi du comportement en voies exploitées des réparations HWR-CC JS (oxygène-propane) sur une période d'un an ont donné des résultats conformes aux exigences normatives et aux attentes particulières de MT-M DT V2.

J'ai par conséquent le plaisir de vous informer que je prononce l'homologation de votre procédé de soudage des rails par aluminothermie HWR-CC JS (oxygène-propane). Ce procédé de réparation peut être utilisé sur l'ensemble des lignes du Réseau Ferré National sur des rails de profil 60 E1 et de nuance R260.

Une copie du présent courrier sera transmise à la Direction des Achats SNCF pour la suite utile concernant l'ajout des matériels, outillages et consommables au contrat cadre en vue de l'approvisionnement de nos équipes en production.

Je vous prie de croire, Monsieur, à l'assurance de ma considération distinguée.

Le chef de la Division des Rails,



Pierre François VIGNERIE

SOCIÉTÉ NATIONALE DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS - R.C.S. PARIS B 552 049 447

**PANDROL**

# Homologación Network Rail (UK)

Technology Introduction Group  
Asset Management Services  
The Quadrant, MK  
Elder Gate  
Milton Keynes  
MK9 1EN

**NetworkRail**

**Certificate of Acceptance**

Certificate No: PA05/04447 Issue: 3  
Valid from: 29/01/2013 Page 1 of 5

Product	Head Wash Repair (HWR) technique for the removal of rail head defects in flat bottomed rails.
Manufacturer	Railtech International

**Network Rail Acceptance Panel (NRAP) hereby authorises the product above for use on railway infrastructure for which Network Rail is the Infrastructure Manager under the ROGS regulations.**

**Failure to abide by the requirements in this Certificate of Acceptance may invalidate the certificate, thereby restricting the right to operate the product and / or limiting the future supply and deployment of the product on the infrastructure.**

**This certificate can only be amended by Network Rail Asset Management Services. Any alterations made by a different person will invalidate the entire certificate.**

**Scope of Acceptance**

Welding of CEN60 rail profiles are to be conducted in conjunction with All Routes under the control of the Senior Asset Engineers (Support) [Track].

Railtech Head Wash Repair (HWR) process for the removal of railhead defects in the following profiles and grades:

110/113A (56E1) rail profiles in R220 and R260 grades without the need to replace rail. Repairs to be carried out using the Railtech PLA process, pre-heating methods oxy-propane and oxy-acetylene fuel gases.

60E1/E2 rail profiles in R260 grade without the need to replace rail. Repairs to be carried out using the Railtech PLA process, with oxy-propane and oxy-acetylene fuel gases.

Repairs to the 60E1/E2 rail profile are only authorised with prior permission from the Senior Asset Engineer (Support) [Track].

The following type, size and location of defects can be removed by the HWR method:

**Squat type defects<sup>1</sup>:**

- Maximum excavation size (finish ground) - 95mm long, full railhead width, 8mm remaining above the lower edge of the head

**Wheelburns<sup>1</sup>:**

- Maximum number of 2 overlapping repairs (2<sup>nd</sup> repair shall overlap the 1<sup>st</sup> by a minimum distance of 30mm measured from the edge of the fusion line).
- Maximum length of visibly damaged area - 160mm.
- Depth - as for squat type defects (standard depth excavation).

**Defect location:**

Network Rail Infrastructure Ltd Registered Office Kings Place 90 York Way London N1 9AG Registered in England and Wales No. 2904067 www.networkrail.co.uk  
Version 6.1 Nov 2012

Technology Introduction Group  
Asset Management Services  
The Quadrant, MK  
Elder Gate  
Milton Keynes  
MK9 1EN

**NetworkRail**

**Certificate of Acceptance**

Certificate No: PA05/04447 Issue: 3  
Valid from: 29/01/2013 Page 2 of 5

- In plain line (not currently permitted above fishbolt holes >15mm diameter).
- Where repairs are to be carried out near a fishbolt hole, the edge of the excavation shall be a minimum distance of 125mm from the edge of the nearest bolt hole measured vertically through the railhead.
- Repairs can be installed into light or moderate RCF, but are not permitted where heavy or severe RCF is present unless there is a minimum of 100mm of clean rail either side of the proposed repair.
- Above flash butt welds<sup>2</sup> (Mould adjustment may be required to accommodate the trimmed upset).
- Above defective arc weld repairs.
- Where multiple defects are to be removed, a minimum distance of 100mm shall be observed between repairs, however, a minimum time of 2 hours shall be observed between finish profile grinding and commencement of the next repair.

**Notes:**

<sup>1</sup> defects repaired using the HWR method subsequently found to be defective following NDT, may be re-repaired using the same method.  
<sup>2</sup> subject to weld straightness check before repair (no dipped joints).

**Authorised by**

*Andy Jones*  
Andy Jones CEng, MICE 28/1/13  
Head of Track Engineering

## Ensayos realizados en Pueblo (USA) por TTCI desde 2008



### Conclusión

**“ El comportamiento de HWR es idéntico a la soldadura de cala ancha. El shelling aparece alrededor de 30-50 MGT para HWR y 35 MGT para soldaduras de cala ancha. El shelling aparece debido a la diferencia entre la naturaleza de la soldadura y el rail.**

TTCI: (Transportation Technology Center Inc) sirve a los ferrocarriles miembros a través del programa de investigación tecnológica de AAR y se enfoca en mejorar la seguridad, confiabilidad y productividad del ferrocarril. TTCI también desempeña un papel importante en el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías para ferrocarriles, proveedores, gobiernos y otros involucrados en el transporte ferroviario

**Para realizar una HWR, se deben aflojar 5 fijaciones en cada lado de la soldadura y conseguir un repunte de 0,035 pulgadas utilizando un pistón hidráulico.**

**HWR es más sensible a las condiciones climáticas y el tiempo de corte de las mazarotas puede variar en 1,5 minutos respecto al tiempo indicado.**