



Índice

**Bloque 1.
Sección transversal ferroviaria.**

**Bloque 2.
Geometría de la vía. Trazado**

**Bloque 3
Comportamiento mecánico de la vía**

**Bloque 4.
Calidad y mantenimiento**

**Bloque 5.
Instalaciones**



Índice

1. Introducción

2. El material móvil

3. La vía ferroviaria

3.1 El carril

3.2 La continuidad de la vía

3.3 La traviesa

3.4 Las sujeciones

3.5 El balasto. Capas de asiento



3.2

La continuidad de la vía

3.2.1. La vía con juntas

Introducción

Funciones

Partes

Tipos

Problemas



3.2

La continuidad de la vía

3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada (BLS)

Introducción

Planteamiento técnico

Tipos de soldadura

Características de la vía para admitir BLS

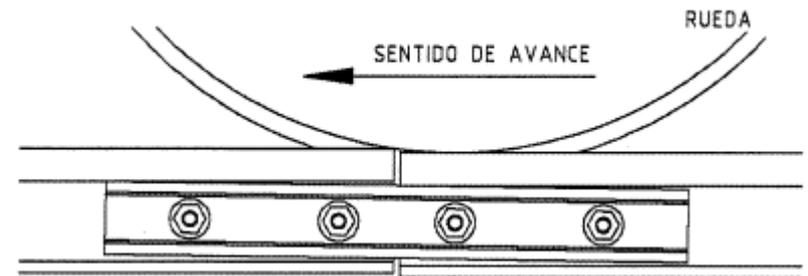
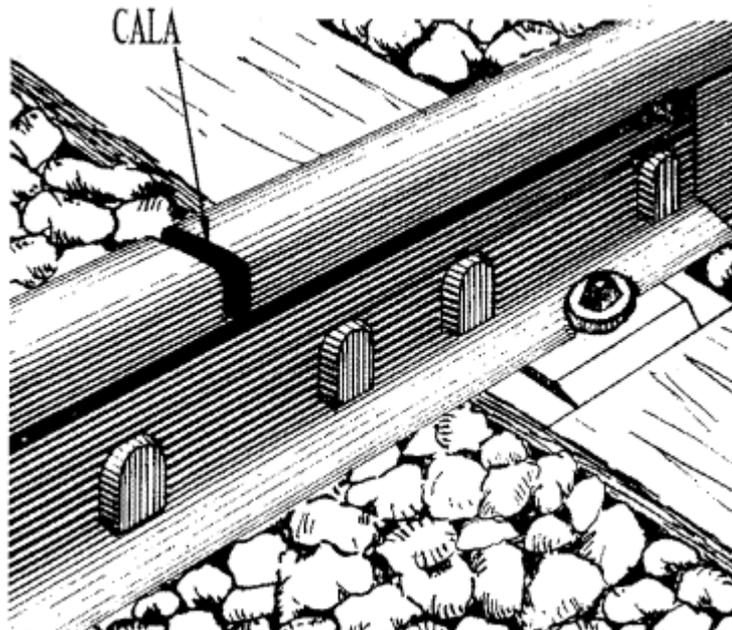


3.2.1. La vía con juntas

Junta: unión de dos carriles entre sí

Brida: pieza metálica que unen los carriles

Cala: pequeña separación que queda entre dos carriles consecutivos

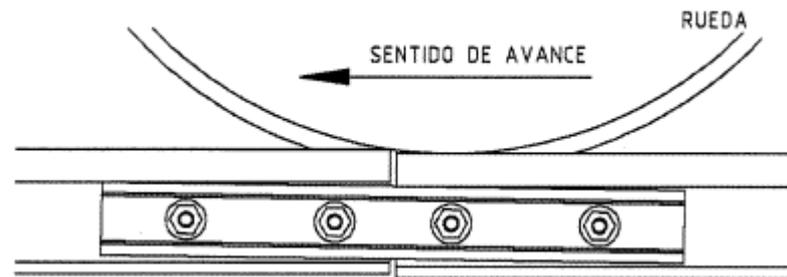




3.2.1. La vía con juntas

Funciones

1. Solidarizar los carriles
2. Resistencia a la deformación. Deformación solidaria
3. Impedir movimientos relativos
 - ✓ Laterales
 - ✓ Verticales
4. Permitir movimientos longitudinales (facilitar la dilatación del carril)

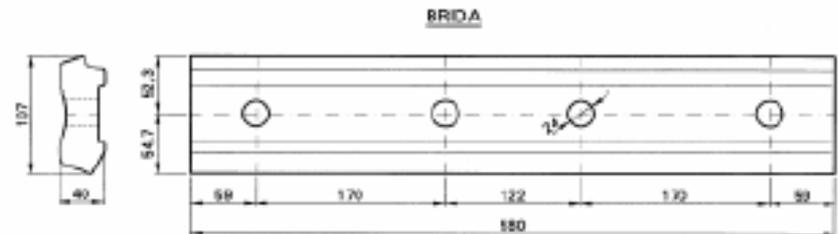
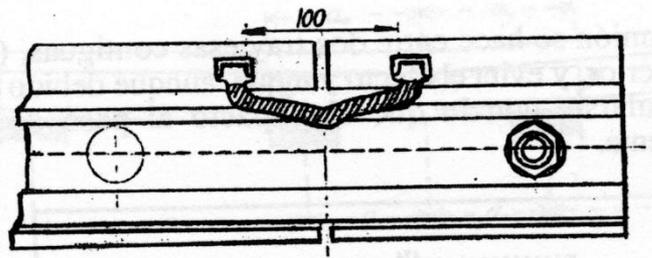
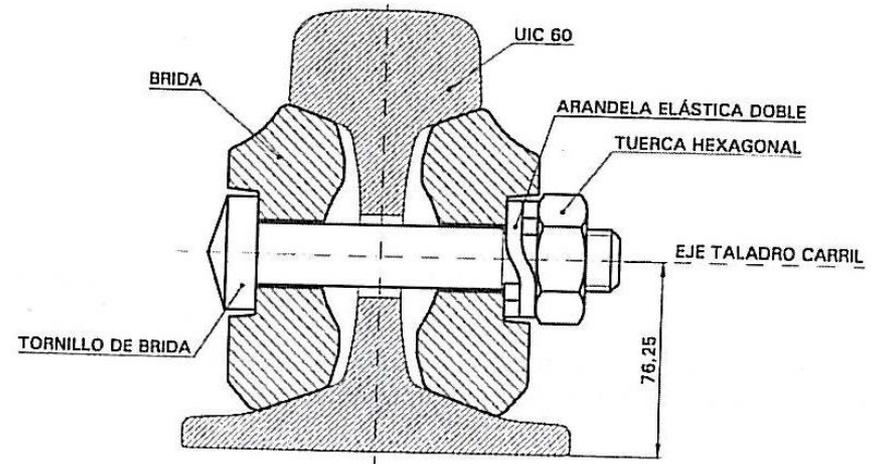




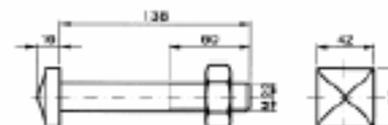
3.2.1. La vía con juntas

Partes

- ✓ Bridas
- ✓ Tornillos
- ✓ Conexiones de junta



TORNILLO DE BRIDA Y TUERCA



ARANDELA ELÁSTICA DOBLE





3.2.1. La vía con juntas

Posición

✓ Pareadas

Menos ruido

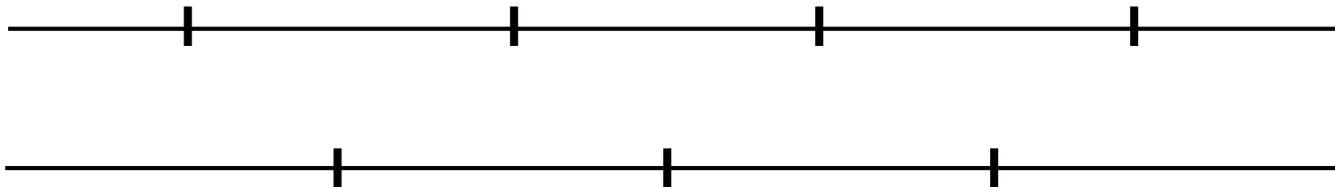
Problemas en curvas



✓ Alternadas

Más ruido

Mayor estabilidad

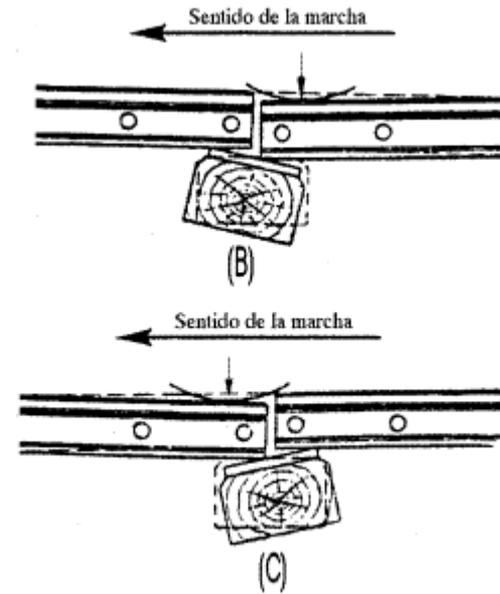
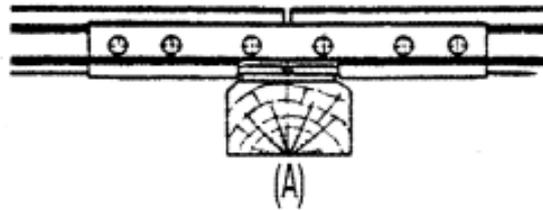




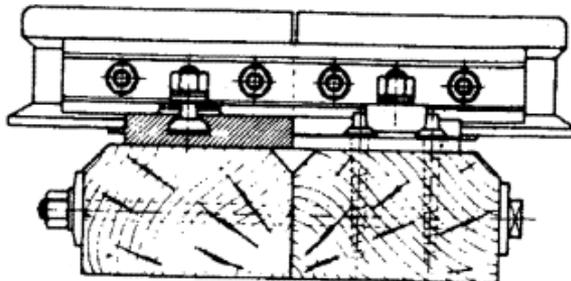
3.2.1. La vía con juntas

Tipos de juntas

✓ Apoyada simple



✓ Apoyada doble

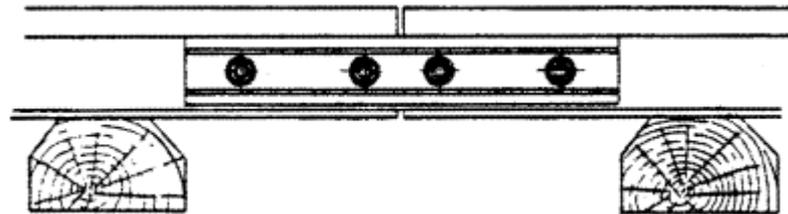




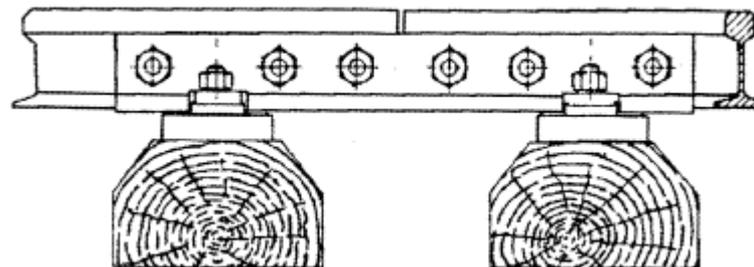
3.2.1. La vía con juntas

Tipos de juntas

- ✓ **Suspendida o al aire**



- ✓ **Semisuspendida**





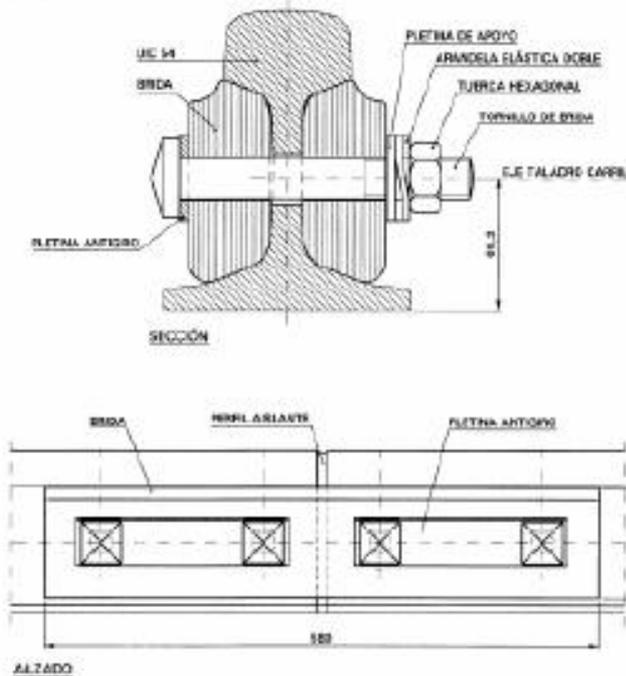
3.2.1. La vía con juntas

Tipos de juntas

✓ Aislantes

DESCRIPCIÓN GENERAL

- ØVC 54
- Altura carril: 68,2 mm



Elementos de las Juntas Aislantes:

- Forros aislantes entre las bridas y el carril
- Sección transversal del carril de material aislante (se coloca entre los dos carriles consecutivos)
- Cilindros aislantes que se colocan alrededor de los bulones



3.2.1. La vía con juntas

Tipos de juntas

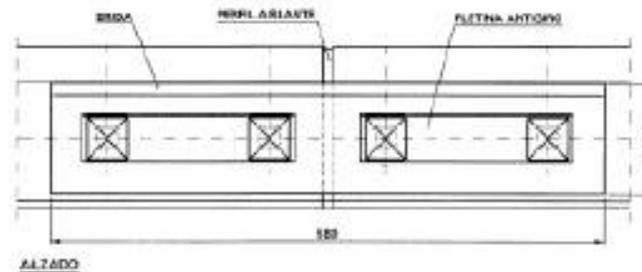
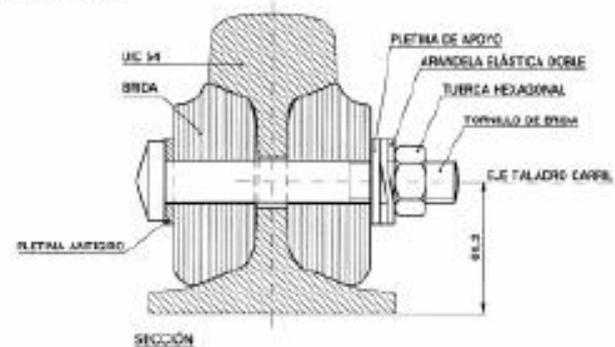


Aislantes

- Madera baquelizada
- Encoladas

DESCRIPCIÓN GENERAL

- ØVC 54
- Altura cañado carril 69,3 mm



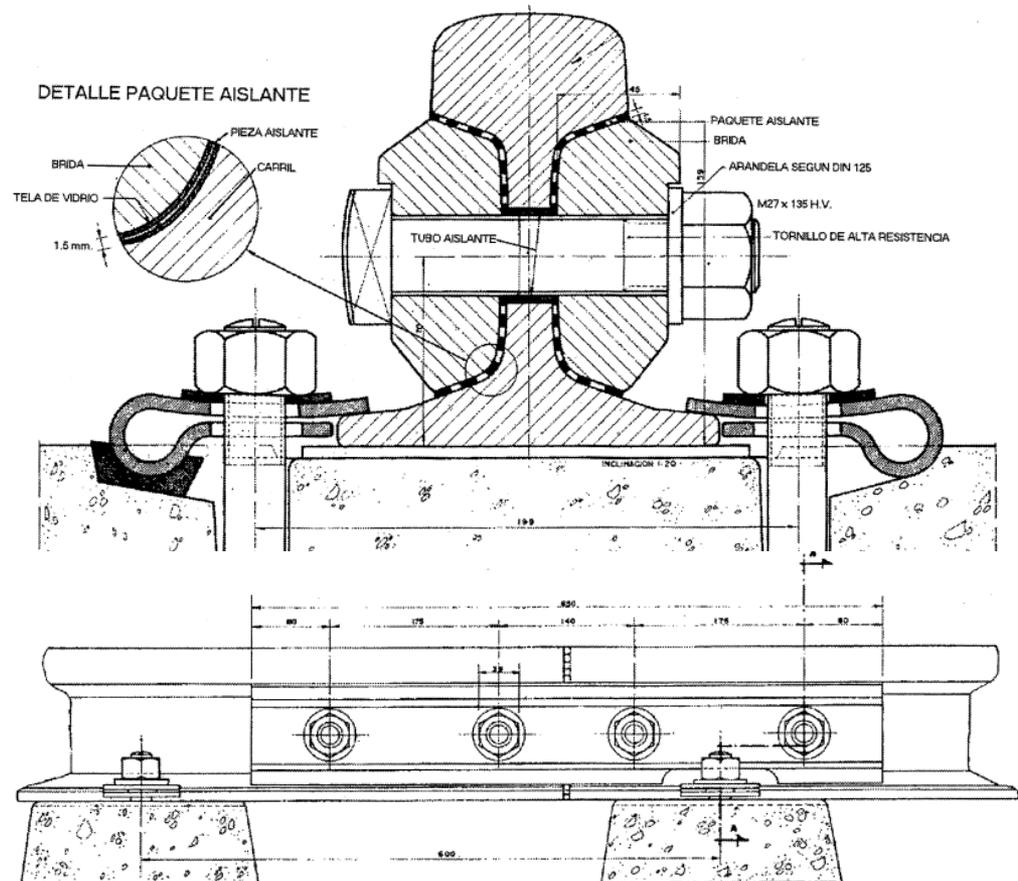


3.2.1. La vía con juntas

Tipos de juntas

✓ Aislantes

- Madera baquelizada
- Encoladas





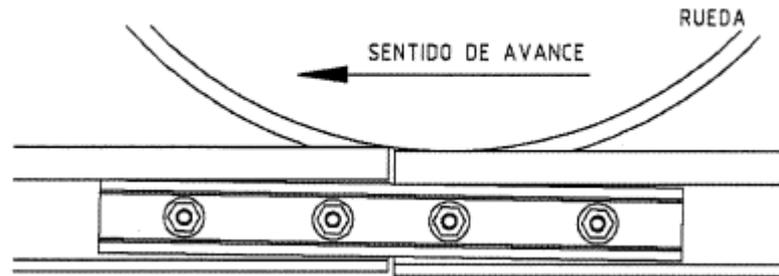
3.2.1. La vía con juntas

Problemas

- Fuertes acciones dinámicas
- Frecuente rotura de las bridas
- Altos gastos de conservación
- Aumento de la resistencia a la rodadura
- Pérdida de confort

Uso

- Líneas antiguas
- Débil tráfico





3.2

La continuidad de la vía

3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada (BLS)

Introducción

Planteamiento técnico

Tipos de soldadura

Características de la vía para admitir BLS



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Definición:

Vía cuyas barras, elementales o de taller, han sido soldadas para formar barras largas soldadas (BLS) de la mayor longitud posible, y que,

teniendo los extremos unidos a aparatos de dilatación, no debe experimentar ningún movimiento en la parte central del carril provocado por los cambios de temperatura ambiente, cuando está debidamente montada.





3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Ventajas:

- 1) Disminuye el mantenimiento
- 2) Aumenta la seguridad
- 3) Aumenta el confort
- 4) Permite mayores cargas y mayor velocidad de circulación
- 5) Disminuye la resistencia a la rodadura → ahorro energético
- 6) Continuidad del circuito eléctrico de tracción

Uso:

- Líneas modernas (alta velocidad)
- Tráfico intenso

Inconvenientes:

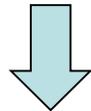
- Exige unas condiciones específicas de establecimiento
- Exige una estricta vigilancia de las condiciones de conservación



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Condicionantes:

- Laminación
- Transporte
- Dilatación térmica



Fuente:

<http://prensa.adif.es/ade/u08/GAP/Prensa.nsf/Vo000A/B0405CA0AB9C0617C1257D3800386D45?Opendocument>

Causas por las que la BLS no ha surgido hasta épocas recientes:

1. Dificultad técnica de la soldadura in situ.
2. Uniones carril-traviesa. Indispensable que sean permanentes de forma que los movimientos solo se produzcan entre traviesa y balasto.
3. Pandeo debido a los esfuerzos térmicos que tienen lugar en la vía.



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

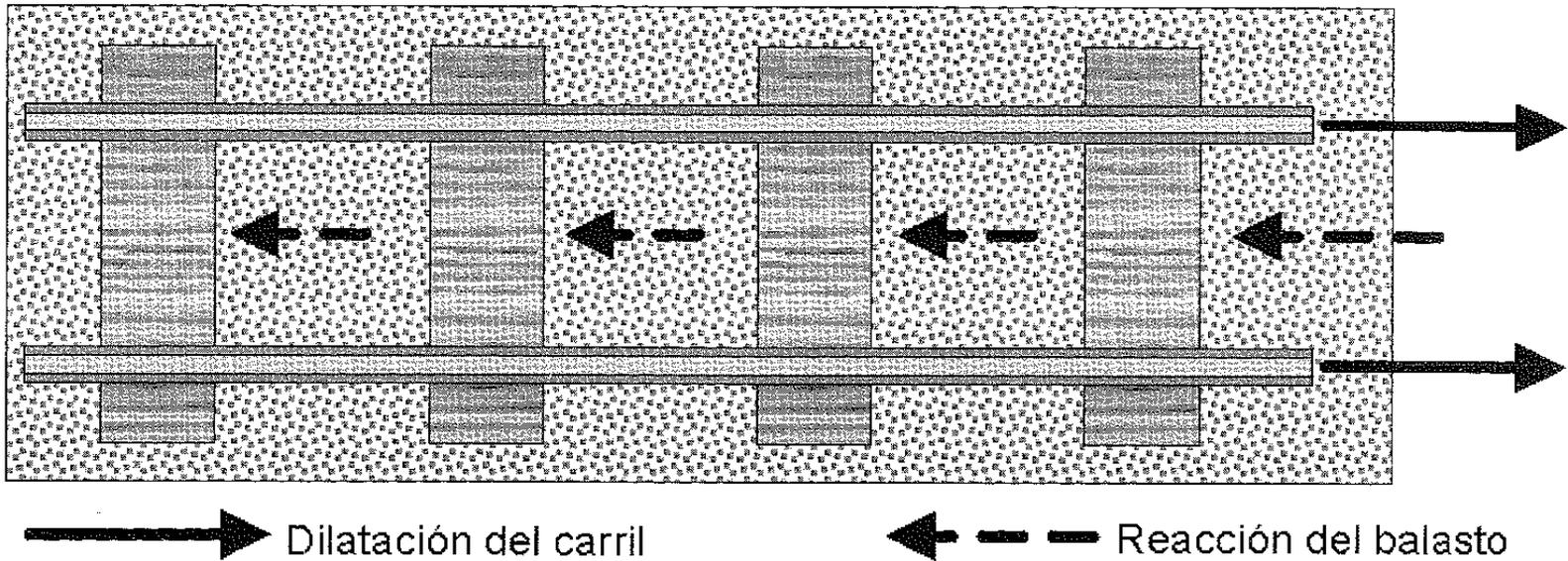
Planteamiento técnico

- Dilatación libre
- Dilatación restringida
- Desplazamientos
- Aparatos de dilatación
- Liberación de tensiones



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Planteamiento técnico





3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Planteamiento técnico

- Dilatación libre

$$\alpha = 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta L = L\alpha\Delta T$$

- Dilatación restringida

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \frac{\Delta L}{L} = E \frac{L\alpha\Delta T}{L} = E\alpha\Delta T$$

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

- Ley de Hooke (un carril)

$$F = A \cdot E \cdot \varepsilon = A \cdot E \cdot \frac{\Delta L}{L}$$

$$F = A \cdot \sigma = S \cdot \sigma = S \cdot E \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

- Esfuerzo axial en un carril

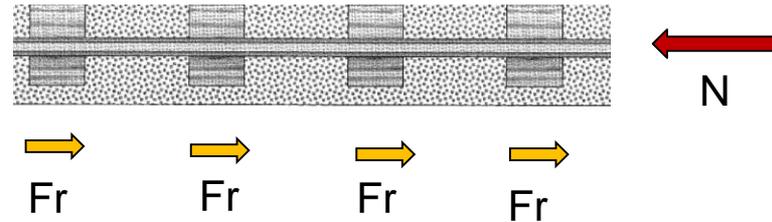
$$N = AE\alpha\Delta T \quad \longrightarrow \quad N \neq f(L)$$



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Planteamiento técnico

- Dilatación restringida



- Resistencia específica de la vía, r , depende de:
 - El tipo de carril (peso de la vía)
 - Las traviesas (forma y material por su empotramiento en el balasto)
 - La angulosidad del balasto (factor de calidad)

Traviesa de madera + carril ligero

$r \approx 500 \text{ kg/m}$

Traviesa de hormigón bloque

$r \approx 750 \text{ kg/m}$

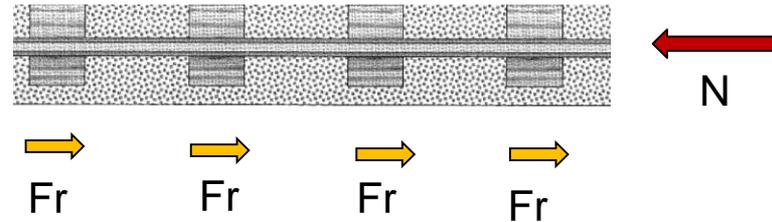
Traviesa de hormigón monobloque + carril pesado $r \approx 900 - 1000 \text{ kg/m}$



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Planteamiento técnico

- Dilatación restringida



- Resistencia de la vía en un punto L

$$R_{vía} = r \cdot L$$

Traviesa de madera + carril ligero

$r \approx 500 \text{ kg/m}$

Traviesa de hormigón bloque

$r \approx 750 \text{ kg/m}$

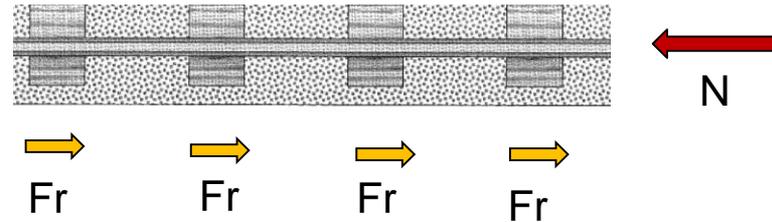
Traviesa de hormigón monobloque + carril pesado $r \approx 900 - 1000 \text{ kg/m}$



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Planteamiento técnico

- Dilatación restringida



- Punto de equilibrio entre la resistencia de la vía y el esfuerzo térmico → **Longitud de respiración**

El carril, a partir del punto de equilibrio, no se mueve, sino que se encuentra en tensión (compresión o tracción).

Por tanto la L_r es la única longitud de la vía que se mueve porque la resistencia de la vía no es capaz de oponerse totalmente al movimiento de la vía por los esfuerzo térmicos.

$$r \cdot L = S * E \alpha \Delta T$$

S^* = sección eficaz del emparrillado (traviesa + carril) »» 2* Sección del carril

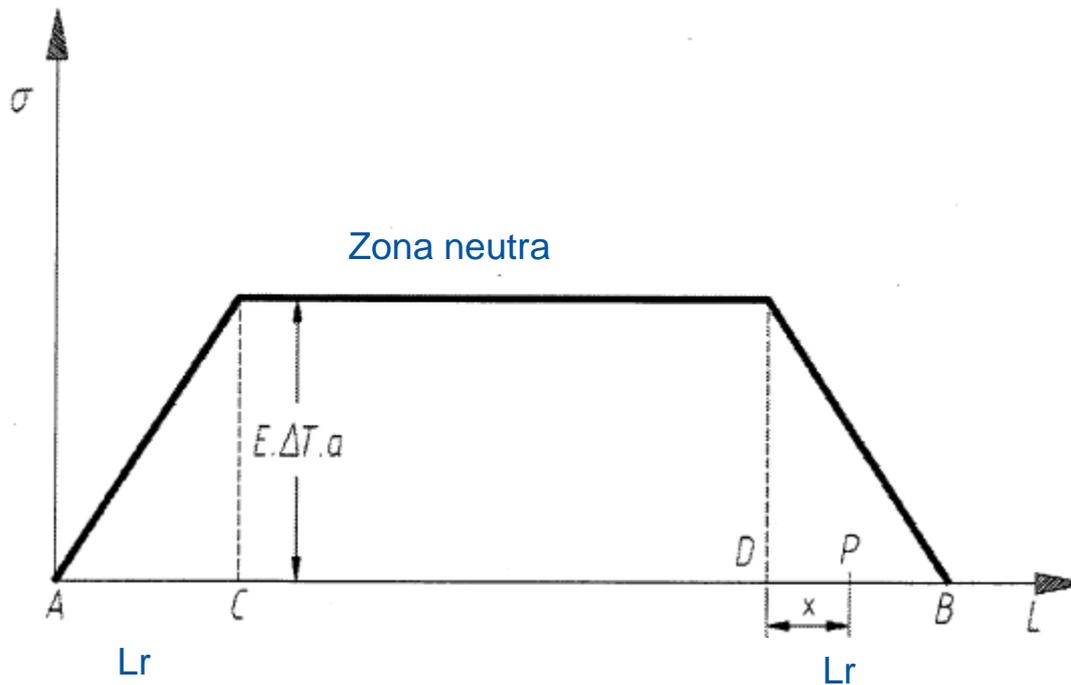
$$L_r = \frac{2SE\alpha\Delta T}{r}$$



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Planteamiento técnico

Distribución de tensiones térmicas de un tramo de vía con BLS entre dos aparatos de dilatación



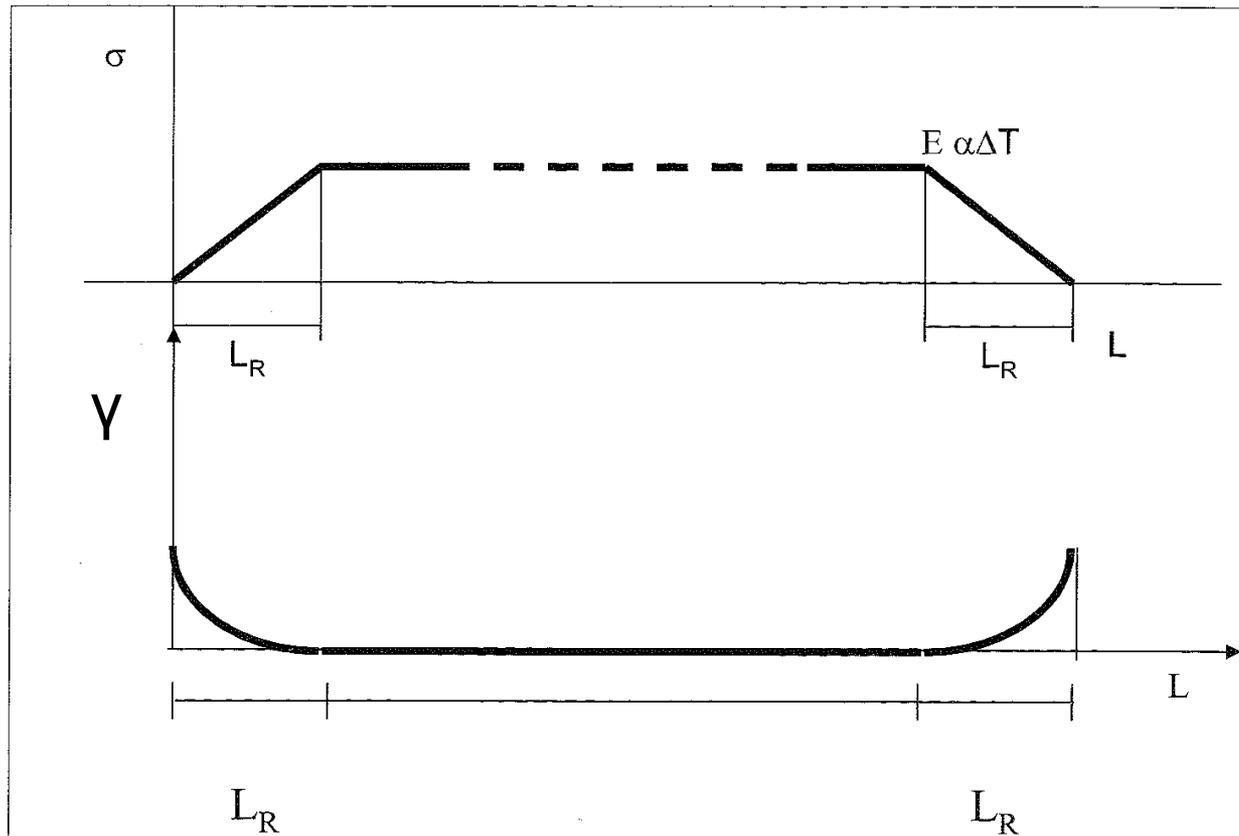


3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Planteamiento técnico

- Desplazamiento en cualquier punto x de la L_r

$$\gamma = \frac{\alpha \Delta T}{L_d} \frac{x^2}{2}$$

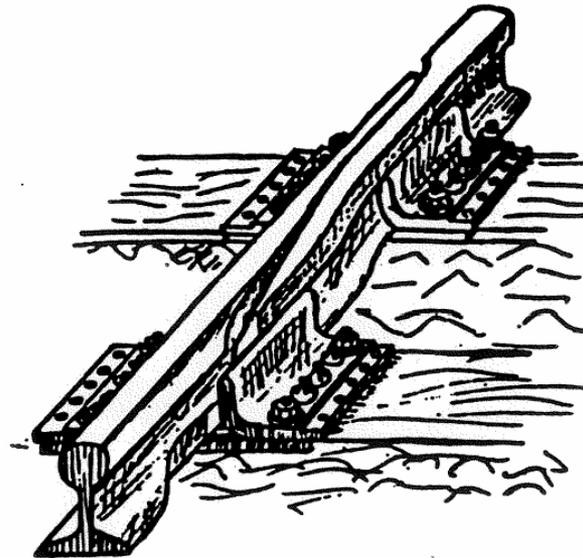




3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Planteamiento técnico

- Aparatos de dilatación
 - Función
 - Absorber los alargamientos de la BLS
- Tipos
 - Dos piezas

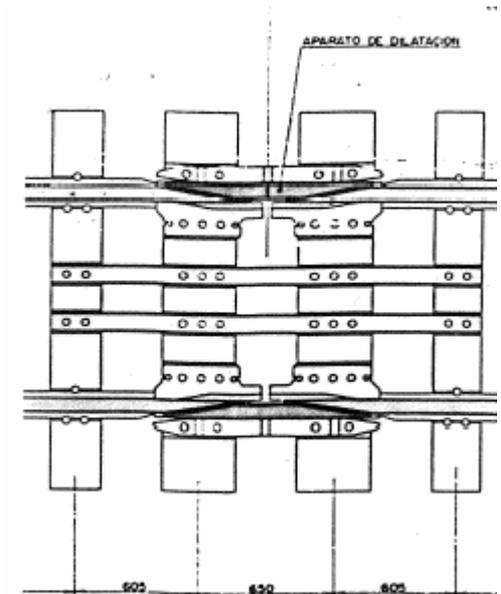
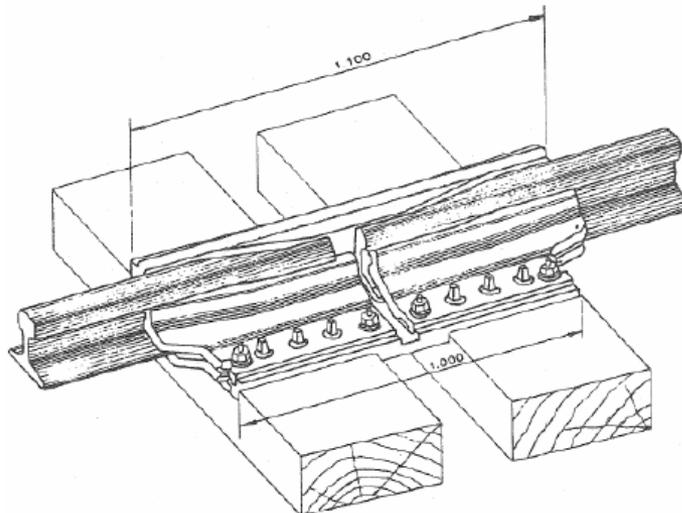




3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Planteamiento técnico

- Aparatos de dilatación
 - Función
 - Absorber los alargamientos de la BLS
- Tipos
 - Dos piezas
 - Tres piezas





3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Planteamiento técnico

- Liberación de tensiones
 - El objetivo de la liberación de tensiones es igualar las tensiones en cada punto de los carriles y que dicha tensión sea admisible.
 - Este proceso evita la rotura del carril por tracción, pandeo y movimientos laterales
 - La **temperatura de neutralización** es aquella para la cual las tensiones del carril serán nulas.
 - Temperatura de neutralización

$$T_N = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} + 14^\circ$$



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Planteamiento técnico

- Liberación de tensiones
 - Métodos
 - Liberación realizada con tensores hidráulicos

$$0^{\circ}\text{C} < t_0 < 28^{\circ}\text{C}$$

t_0 : temperatura del carril después de soltar las sujeciones del carril

- Liberación realizada a la temperatura natural del carril

$$28^{\circ}\text{C} < t_0 < 35^{\circ}\text{C}$$

t_0 : temperatura del carril después de soltar las sujeciones del carril



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Planteamiento técnico

- Liberación de tensiones

Método de tracción del carril: tensores hidráulicos

Se tracciona el carril hasta obtener un comportamiento tensional similar al que tendría si se sujeta a una temperatura dentro del intervalo de temperaturas de liberación.

Ventajas:

- Se puede realizar aunque la temperatura solar no alcance los valores de neutralización
- Inversión en maquinaria especial no muy elevada

Inconvenientes:

- Dificultades de ejecución en curvas de radio reducido

$$0^{\circ}\text{C} < t_0 < 28^{\circ}\text{C}$$

t_0 : temperatura del carril después de soltar las sujeciones del carril



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Planteamiento técnico

- Liberación de tensiones

Método de calentamiento del carril

Permite la libre dilatación del carril, esperando el calentamiento hasta la temperatura de neutralización.

Ventajas:

- Sencillez
- No se necesitan aparatos especiales
- Se puede emplear en curvas de radio reducido
- Temperatura de liberación más homogénea

Inconvenientes:

- Duración del proceso
- Temperatura creciente

$$28^{\circ}\text{C} < t_0 < 35^{\circ}\text{C}$$

t_0 : temperatura del carril después de soltar las sujeciones del carril



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

- Planteamiento técnico

La liberación de tensiones. **Ejecución**

- Temperatura $< T_N$
- Cortar el carril y aflojar sujeciones (desclavado del carril a liberar)
- Colocar rodillos entre el carril y la traviesa
- Liberar tensiones mediante el golpeteo del carril (**homogeneización**) con mazas de caucho o madera (nunca metálicas)
- Cortar un cupón para crear la cala inicial

$$T_N = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} + 14^\circ$$

Punto fijo

Punto de
neutralización

Punto fijo



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

- Planteamiento técnico

La liberación de tensiones. **Ejecución**

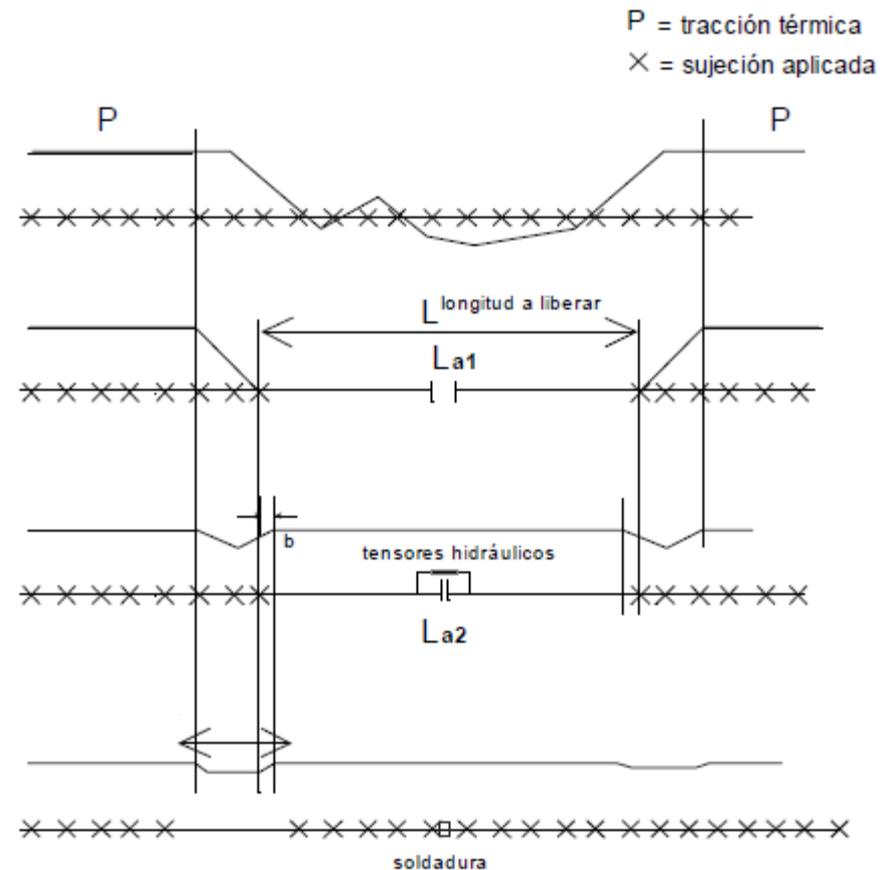
- Cala inicial

$$L_{a1} = \alpha L \Delta T + 2b + L_{a2}$$

$$b = \frac{ES \alpha^2 \Delta t^2}{2r}$$

b = desplazamiento del anclaje

La2 = Cala de soldadura (s-1)





3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

- Planteamiento técnico

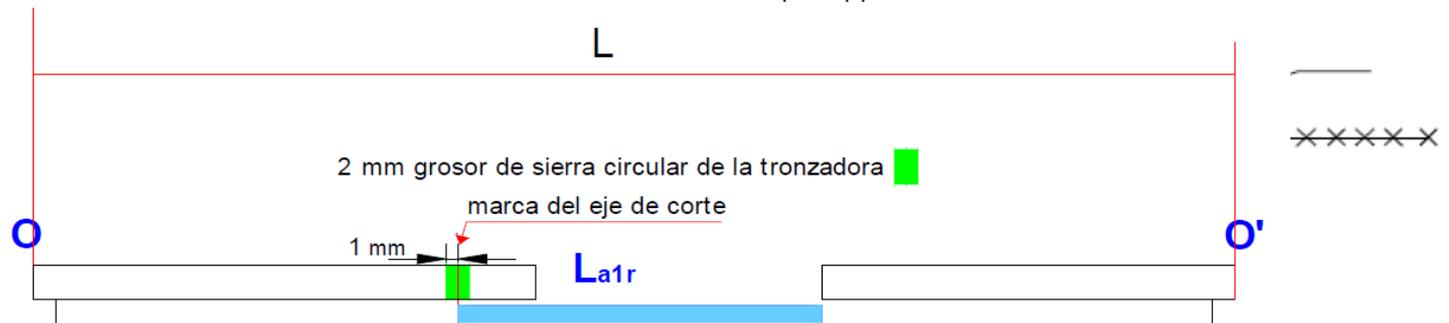
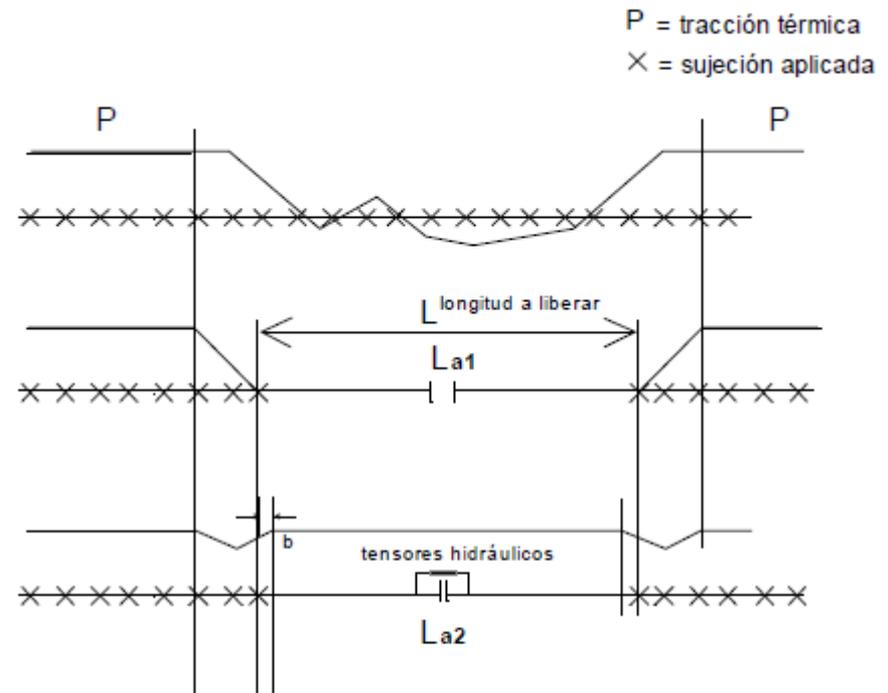
La liberación de tensiones. **Ejecución**

- Cala inicial

$$L_{a1} = \alpha L \Delta T + 2b + L_{a2}$$

$$b = \frac{ES \alpha^2 \Delta t^2}{2r}$$

b = desplazamiento del anclaje
La2 = Cala de soldadura (s-1)





3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

• Planteamiento técnico

La liberación de tensiones. **Ejecución**

- Temperatura $< T_N$
- Cortar el carril y aflojar sujeciones (desclavado del carril a liberar)
- Colocar rodillos entre el carril y la traviesa
- Liberar tensiones mediante el golpeteo del carril (**homogeneización**) con mazas de caucho o madera (nunca metálicas)
- Cortar un cupón para crear la cala inicial
- Aplicar el método
(por calor o por deformación)
- Quitar los rodillos y apretar las sujeciones
- Soldar el carril

$$T_N = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} + 14^\circ$$

Nota: Longitud máxima a liberar 1.200 metros
Se liberar a la vez los dos hilos



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Tipos de soldadura

- Soldadura eléctrica
 - No hay aportación externa de material
 - Control automatizado
 - 6 soldaduras/h

- Se pierde 4 cm de carril por soldadura
- Maquinaria específica para realizarla en la propia obra
- Alto costo



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Tipos de soldadura

- Soldadura eléctrica

El proceso consta de las siguientes fases:

- Acercar los carriles
- Alinear y nivelar
- Corriente (35.000 A, 5 V)
- Acercamiento progresivo
- Contacto y recalque
- Desbarbado basto y fino (cortafríos y esmerilado)



3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Tipos de soldadura

- Soldadura aluminotérmica
 - Fácil de ejecutar
 - Barato
 - Aporte de material

- Proceso manual
- Tensiones internas
- 2-3 soldaduras/h

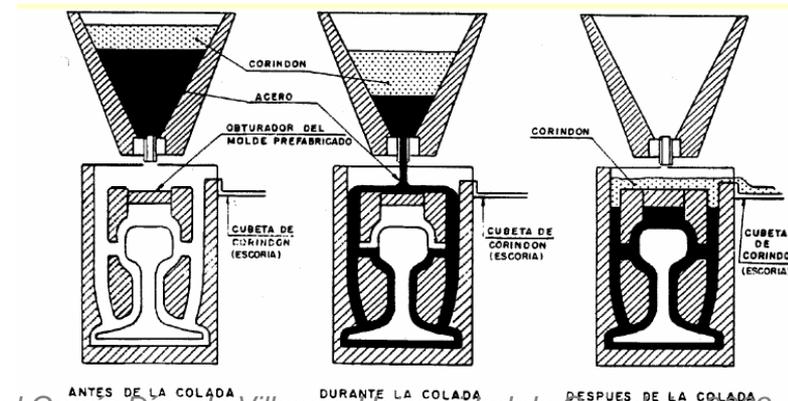


3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

- Soldadura aluminotérmica

El proceso consta de las siguientes fases:

- Alinear los carriles y colocar el molde
- Precalentar los extremos de los carriles
- Rellenar el crisol
- Iniciar la reacción
- Destapar la parte inferior del crisol para eliminar el acero decantado y el material sobrante (10 segundos después de acabada la reacción)
- Enfriar la soldadura durante tres minutos
- Quitar moldes y desbarbar
- Esmerilar: esmeriladora de motor





3.2.2. La vía sin juntas: Barra Larga Soldada

Características de la vía para admitir BLS

- 1) La longitud soldada debe ser la mayor posible
- 2) La vía debe ser lo más pesada posible (carriles pesados y traviesas de hormigón)
- 3) La vía debe estar muy bien nivelada y alineada
- 4) No debe haber curvas de radio inferior a 450 m (mínimo recomendable 800 m)
- 5) Importancia del perfil del balasto: anguloso y de buena calidad
- 6) Las sujeciones siempre deben apretar el carril, alta resistencia a torsión (sujeciones elásticas)