 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SUPERESTRUTURA		
TÍTULO: SOLDAGEM ELÉTRICA DE TRILHO POR CALDEAMENTO	Nº 80-ES-035A-56-8005	FOLHA 1 / 7	REV. 0

1. OBJETIVO

Esta especificação estabelece as diretrizes básicas a serem seguidas na execução do serviço de Soldagem Elétrica de Trilho por Caldeamento, na construção de superestrutura de via permanente ferroviária, podendo ser executada tanto na própria via, quanto em estaleiro. São também aqui apresentados os requisitos concernentes a materiais, execução, controle da qualidade, critério de medição e forma de pagamento.

2. FINALIDADE DA SOLDAGEM

A soldagem elétrica por caldeamento tem como principal finalidade a união de trilhos curtos, de modo a se obter barra longa - TLS (trilho longo soldado), promovendo a união dos segmentos dos trilhos que o compõem, de modo a se eliminar as juntas mecânicas ordinárias, sendo também possível a sua utilização na formação de trilho contínuo.

3. DISPOSIÇÕES NORMATIVAS

A execução deste serviço, assim como os materiais nele empregados, devem ter como fundamentação técnica as disposições de normas existentes sobre o assunto, nacionais ou estrangeiras, sempre na sua última edição, além de critérios julgados cabíveis pela VALEC, os quais prevalecem sobre os demais.

4. UNIDADES DE MEDIDA

As unidades utilizadas nesta especificação pertencem ao Sistema Internacional de Unidades, que é o sistema legal brasileiro. Para fins de transformação, são utilizadas as seguintes relações:

- 10 kN = 1 tf
- 1 Mpa = 10 kgf/cm²

5. TRILHO


O trilho a ser soldado é o UIC 60, em aço carbono, com resistência mínima à tração de 965 Mpa .

6. MATERIAL

- A soldagem elétrica por caldeamento, por sua característica de execução, não necessita de nenhum acréscimo de material no processo; pelo contrário, ela consome parte do material do trilho.
- A solda deve possuir dureza igual à do tipo de trilho a ser soldado, sendo admissível uma variação de, no máximo, 15 HB, para mais ou para menos.

7. SOLDAGEM

7.1 Boleto e Patim

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SUPERESTRUTURA		
TÍTULO: SOLDAGEM ELÉTRICA DE TRILHO POR CALDEAMENTO	Nº 80-ES-035A-56-8005	FOLHA 2 / 7	REV. 0

- a) Os topos dos trilhos a serem soldados devem estar isentos de defeitos e/ou deformações, as quais, se existentes, devem ser removidas aparando-se, mecanicamente, um segmento do trilho na extremidade defeituosa, de forma a eliminá-los.
- b) Preliminarmente, devem ser realizadas inspeções visual e dimensional dos trilhos a serem soldados, sendo rejeitados aqueles que apresentarem as seguintes condições:
- I - desvios na linha lateral, no plano horizontal, em cada extremidade do boleto, maiores que 0,8 mm, medidos no meio de uma corda de 1 m e que 0,6 mm, a 25 cm da extremidade;
 - II - desvios na linha lateral, no plano horizontal, em cada extremidade do patim do trilho, não devem exceder a 0,6 mm, no meio de uma corda de 1 m;
 - III - em caso de esmagamento do topo do trilho, este deverá ser retirado com o corte da ponta danificada.

7.2 Retirada da Fixação

É necessária, para a operação de soldagem de campo, na grade montada, a retirada da fixação dos trilhos a serem soldados, em extensão suficiente do lado anterior à junta e o trilho posterior até a próxima junta, permitindo, assim, seu alinhamento e nivelamento e também sua movimentação no momento da fusão dos mesmos.


7.3 Alinhamento dos Trilhos

- a) Os extremos dos trilhos a soldar devem estar alinhados, horizontal e verticalmente, pelo boleto, para que não exista qualquer descontinuidade na superfície de rolamento.
- b) No alinhamento vertical convexo, o desvio em cada extremidade do boleto dos trilhos não deve exceder a 1,7 mm na régua de 1 m, com a junta no centro da régua.
- c) Não é permitida concavidade ("canoa") na região da solda;
- d) O alinhamento horizontal é feito de maneira que qualquer diferença na largura dos boletos dos trilhos seja dividida igualmente em ambos os lados do boleto; se essa diferença for superior a 1,1mm, o alinhamento deve ser feito zerando a linha de bitola e deixando a diferença para o lado externo do trilho, estando a alma do trilho perfeitamente alinhada.

7.4 Acabamento

Após a constatação da boa qualidade da solda, o que é feito através de exame visual e da emissão do gráfico da solda, inicia-se a operação de acabamento, a qual consiste de rebarbagem e esmerilhamento, como a seguir:

- a) a rebarbagem é feita com máquina hidráulica estacionária ou portátil, em ambos os casos fixadas ao trilho para retirada do material excedente da fusão, tanto na alma quanto no boleto.
- b) efetuada a remoção da rebarba e o esfriamento da solda, a mesma deve ser esmerilhada na parte do boleto, acompanhando o perfil dos trilhos soldados para se obter uma superfície

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SUPERESTRUTURA		
TÍTULO: SOLDAGEM ELÉTRICA DE TRILHO POR CALDEAMENTO	Nº 80-ES-035A-56-8005	FOLHA 3 / 7	REV. 0

correta do boleto, visando ao suave rolamento das rodas dos veículos ferroviários; o patim do trilho também é esmerilhado nas suas faces de modo a não interferir com o seu apoio e fixação; no esmerilhamento são tomados os seguintes cuidados:

- o local da solda é esmerilhado somente após o total esfriamento do mesmo
 - o esmerilhamento é iniciado a partir da superfície de rolamento, estendendo-se, daí, a ambos os lados do boleto.
- c) Concluídas essas operações, deve ser feita a limpeza do local ao redor da solda e efetuada a remoção cuidadosa de escória e partículas de aço possivelmente existentes na grade ferroviária.

8. CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade deve ser realizado por duas formas distintas:

- controle de qualidade pré-soldagem
- controle de qualidade pós-soldagem

8.1 Controle de Qualidade Pré-Soldagem

8.1.1 Regulagem e Aferição do Equipamento

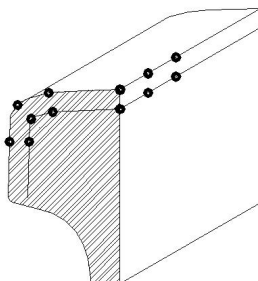
- a) Nesta fase são feitas a regulagem e a aferição do equipamento de soldagem, efetuadas de acordo com os parâmetros fornecidos pelo fabricante do trilho, devidamente compatibilizados com as características do equipamento empregado na soldagem.
- b) A regulagem do equipamento de soldagem é efetuada aplicando-se os parâmetros de curso, corrente e ciclo, pressão de recalque e demais especificações estabelecidas pelo fabricante da máquina de soldagem, da seguinte forma:
- I - inicialmente, é realizado teste de flexão estática nos trilhos sem solda, para que sejam obtidos os parâmetros de comparação.
 - II - é, então, executada a primeira solda, com acompanhamento através do registrador gráfico, efetuando-se, em seguida, teste de flexão estática na mesma, para obtenção da sua tensão máxima de ruptura, a qual deve ser igual ou superior à do trilho testado.
 - III - O curso de recalque apresentado na solda é então comparado com o curso de recalque do trilho, compatibilizando-os e adotando-os, a partir daí, como parâmetros de regulagem do equipamento, parâmetros estes a serem utilizados nas soldagens definitivas.

8.1.2 Ensaio de Dureza

- a) A finalidade desse ensaio é definir a variação da dureza ao longo do boleto, alma e patim do trilho, no sentido longitudinal, devendo, para tanto, ser analisada uma extensão um pouco superior ao comprimento da zona termicamente afetada (ZTA).

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SUPERESTRUTURA		
TÍTULO: SOLDAGEM ELÉTRICA DE TRILHO POR CALDEAMENTO	Nº 80-ES-035A-56-8005	FOLHA 4 / 7	REV. 0

- b) Este ensaio é feito no boleto e no patim a 3 mm da superfície do boleto e, também, sobre a mesma. A parte do trilho com a solda é cortada perpendicularmente ao seu eixo longitudinal, num comprimento entre 25 e 30 cm; este pedaço deve conter toda a ZTA, incluindo o cordão de solda. Em seguida, é feito um corte no sentido longitudinal, exatamente no seu eixo de simetria, dividindo-o em duas partes iguais. Uma das partes deve servir para o ensaio de dureza e a outra pode servir para os exames metalográficos.
- c) A dureza da solda deve ser compatível com a do trilho, admitindo-se uma variação máxima de ± 15 HB. O ponto de partida das medições deve ser a linha de caldeamento, sendo os demais pontos espaçados de 10 mm a 20 mm, a partir do ponto inicial de leitura, conforme desenho a seguir.



8.1.3 Exame Metalográfico


A parte da amostra não utilizada no ensaio de dureza é utilizada para os exames metalográficos.

8.1.4 Ensaio por Ultrassom

A inspeção por aparelho de ultrassom deve ser feita em todas as soldas de protótipo, objetivando verificar possíveis defeitos internos.

8.1.5 Ensaio de Flexão Estática

- a) Durante a fase de regulagem do equipamento, ao se obter os parâmetros corretos para a soldagem, as duas primeiras soldas são submetidas ao ensaio de flexão estática.
- b) Se aprovadas, dá-se início à produção da soldagem dos trilhos e, a cada 1 000 (mil) soldas, deve ser efetuado novo ensaio para controle da qualidade.
- c) O ensaio de flexão estática é realizado em prensa hidráulica, com distância entre os apoios do corpo de prova de 1m.
- d) Para trilho UIC 60, com resistência mínima à tração de 965 Mpa, é exigida uma deflexão / flecha de 10 mm sem ruptura.
- e) Para obtenção da carga que corresponde a uma flecha de 10 mm, submete-se um tramo de trilho sem solda à prensa hidráulica, determinando-se, então, a carga que corresponde à flecha desejada.

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SUPERESTRUTURA		
TÍTULO: SOLDAGEM ELÉTRICA DE TRILHO POR CALDEAMENTO	Nº 80-ES-035A-56-8005	FOLHA 5 / 7	REV. 0

f) Após o estabelecimento da carga de ensaio, aplica-se o teste nas soldas efetuadas.

8.2 Controle de Qualidade Pós-Soldagem

8.2.1 Registro Gráfico


- a) A execução de todas as soldas é verificada durante o processo de soldagem pelo gráfico traçado por meio do Registrador Gráfico.
- b) O gráfico de cada solda produzida deve ser comparado com o gráfico da solda padrão.
- c) Se o gráfico estiver diferente do padrão, a porção do trilho no seu entorno deve ser removida e a solda refeita, sendo o novo gráfico novamente comparado ao padrão.
- d) No caso de reincidência do defeito, o processo de soldagem deve ser paralisado, o equipamento novamente aferido e regulado, para, então, se dar continuidade à operação de soldagem.
- e) A solda efetuada é registrada e identificada com o número da barra do TLS, e sua posição na mesma.

8.2.2 Aspecto Visual

- a) Toda solda deve ser inspecionada visualmente, logo após a soldagem, quando é verificada a rebarbagem, uma vez que o corte efetuado no cordão de solda não deve possuir pontos de concentração de tensões provocadas por facas rebarbadoras desgastadas.
- b) Nos locais de contato com os eletrodos, deve ser observada a existência de queimaduras no patim e no boleto.
- c) Após o esmerilhamento, é verificado o acabamento da solda, isto é, se está respeitado o perfil original do boleto, alma e patim.
- d) Solda com "canao" é recusada.

8.2.3 Condição Geométrica

- a) As condições geométricas são verificadas com régua metálica de 1m de comprimento, com precisão retilínea de +0,1 mm, devidamente aferida, estando as barras soldadas niveladas e alinhadas.
- b) Esta verificação é efetuada através de 2 (duas) medições, sendo uma antes e a outra após o último esmerilhamento.
- c) Em tais condições, são admitidas, na superfície do boleto, as seguintes tolerâncias máximas, com a solda posicionada no centro da régua.
 - empeno horizontal convexo de 1,4 mm
 - empeno horizontal côncavo de 0,8 mm

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SUPERESTRUTURA		
TÍTULO: SOLDAGEM ELÉTRICA DE TRILHO POR CALDEAMENTO	Nº 80-ES-035A-56-8005	FOLHA 6 / 7	REV. 0

- empeno vertical convexo de 1,7 mm
- empeno vertical côncavo nulo

8.2.4 Controle por Líquido Penetrante


- I - Os produtos utilizados neste teste, deverão ser previamente aprovados pela fiscalização.
- II - O profissional responsável pela execução do teste deve estar certificado em conformidade com a norma da *Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção - ABENDE*, para o nível LP-2.
- III - Este teste, feito para para verificação de possíveis defeitos superficiais, é efetuado em 25% (vinte e cinco por cento) das soldas executadas.
- IV - Havendo qualquer anomalia que caracterize defeito na solda, esta é eliminada por corte do segmento do trilho onde ela se encontra, e refeita a seguir.

8.2.5 Controle por Ultrassom

- I - Todas as soldas devem ser inspecionadas por aparelho de ultrassom, objetivando verificar defeitos internos nas mesmas.
- II - Identificada qualquer anomalia que caracterize defeito da solda, esta deve ser cortada e refeita.

9. GARANTIA

- a) O prazo de garantia para a solda é de 100×10^6 TBT (cem milhões de toneladas brutas trafegadas).
- a) Durante o período de garantia, o fornecedor deve substituir, sem ônus para a VALEC, toda solda que apresentar qualquer defeito decorrente da soldagem.
- b) Caso não atendida pela contratada no prazo indicado em d, a seguir, o fornecedor indenizará a VALEC pela solda que for por ela refeita, ao valor da data da substituição, mesmo em caso de defeito não constatado por ocasião do recebimento.
- b) No caso de substituição da solda pela contratada, deve ser concedido um novo prazo de garantia idêntico ao inicial.
- c) A correção da solda deve ser procedida em tempo hábil, isto é, em prazo comprovadamente necessário, sob pena de o fornecedor responder pelos prejuízos de qualquer natureza advindos do atraso na reposição. Tal prazo nunca deve ser superior a 5 (cinco) dias, a contar da notificação formal ao fornecedor.
- d) Caso não haja acordo entre o fornecedor e a VALEC quanto às causas da falha, prevalece parecer de exame procedido por instituição, governamental ou particular, aceita de comum acordo pelas partes.

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SUPERESTRUTURA		
TÍTULO: SOLDAGEM ELÉTRICA DE TRILHO POR CALDEAMENTO	Nº 80-ES-035A-56-8005	FOLHA 7 / 7	REV. 0

- e) O fornecedor deve evidenciar os termos e prazo da assistência técnica a serem oferecidos à VALEC. Pelo menos durante o período de garantia, tal assistência corre, necessariamente, por conta do fornecedor.

10. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO

- a) Este serviço é medido por unidade de solda executada, uma vez atendidas as condições preconizadas nesta especificação.
- b) Os serviços de reparos e de novas soldas durante a execução da obra e até o término do prazo de garantia, são ônus da contratada, não sendo, portanto, passíveis de medição.

11. FORMA DE PAGAMENTO

O pagamento é efetuado ao preço unitário contratual, estando nele incluídos o fornecimento de todo o material, utilização de equipamento e ferramentas, mão de obra com encargos e qualquer outro insumo necessário à sua execução, bem como os ensaios exigidos para comprovação da sua qualidade.