

# FECHAMENTO ENTRE VIGAS-GUIA NA LINHA 15 – PRATA

## DESAFIOS EM SUA EXECUÇÃO

*Eng.º Rodolfo Szmidke*

**21ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

# AEAMESP



TRABALHO FINALISTA



PRÊMIO  
TECNOLOGIA &  
DESENVOLVIMENTO  
METROFERROVIÁRIOS  
2015



ESTE TRABALHO FOI SELECIONADO COMO FINALISTA NA EDIÇÃO DE 2015



## **RODOLFO SZMIDKE**

**Engenheiro Civil, Companhia do Metropolitano de São Paulo - METRÔ**

**Formado na UNIBAN, 2010**

**Téc. Obras na Linha 15 - Prata do Metrô, 2010-2012**

**Eng. Civil na Linha 15 – Prata do Metrô, desde 2012**



# OBJETIVO

4



Apresentar as etapas de trabalho para a execução dos fechamentos entre as vigas-guia na via permanente da Linha 15 – Prata, ilustrando os desafios encontrados durante a execução desta atividade e um breve relato das patologias observadas, em um sistema de transporte inovador no Brasil.



# MONOTRILHO DA LINHA 15 - PRATA

5



- Inaugurado em Agosto/14
- 2,9 km em operação



# FECHAMENTO ENTRE VIGAS-GUIA

6



O fechamento das vigas-guia é a “solda” da via permanente do monotrilho, vedando o vão entre as vigas-guia lançadas para permitir a passagem do material rodante



# VIA PERMANENTE FERROVIAS X MONOTRILHO

7



Ferrovias: Uso de solda nos trilhos



[http://i.ytimg.com/vi/wVOZ50dMK1g/maxres\\_default.jpg](http://i.ytimg.com/vi/wVOZ50dMK1g/maxres_default.jpg)

Monotrilho: Concreto é a “solda”



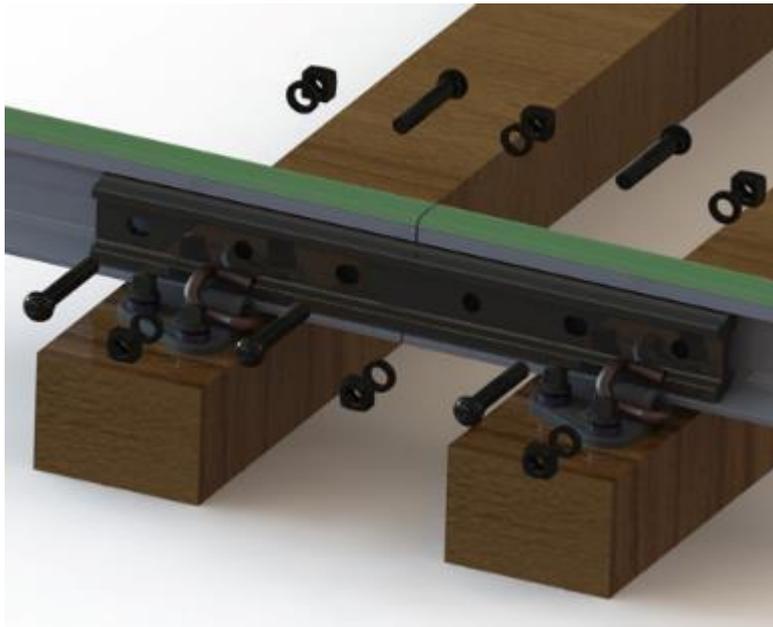
# VIA PERMANENTE FERROVIAS X MONOTRILHO

8



Monotrilho: Finger Plate e Pivô de Travamento

Ferrovias: Juntas com tala de junção

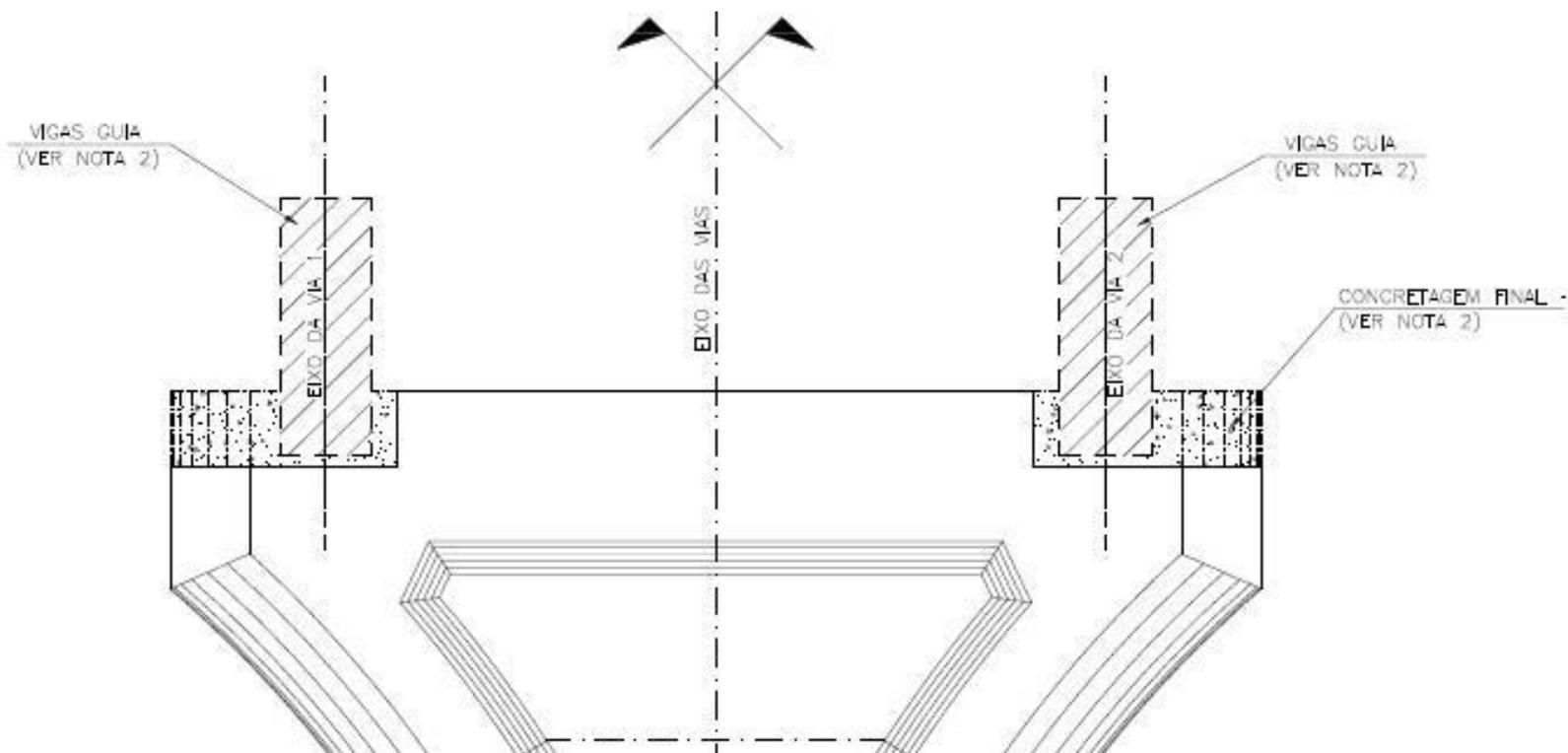


<http://www.brrailparts.com.br/images/produtos/f2m.jpg>



# ETAPAS DE FECHAMENTO

## Topo de pilar genérico



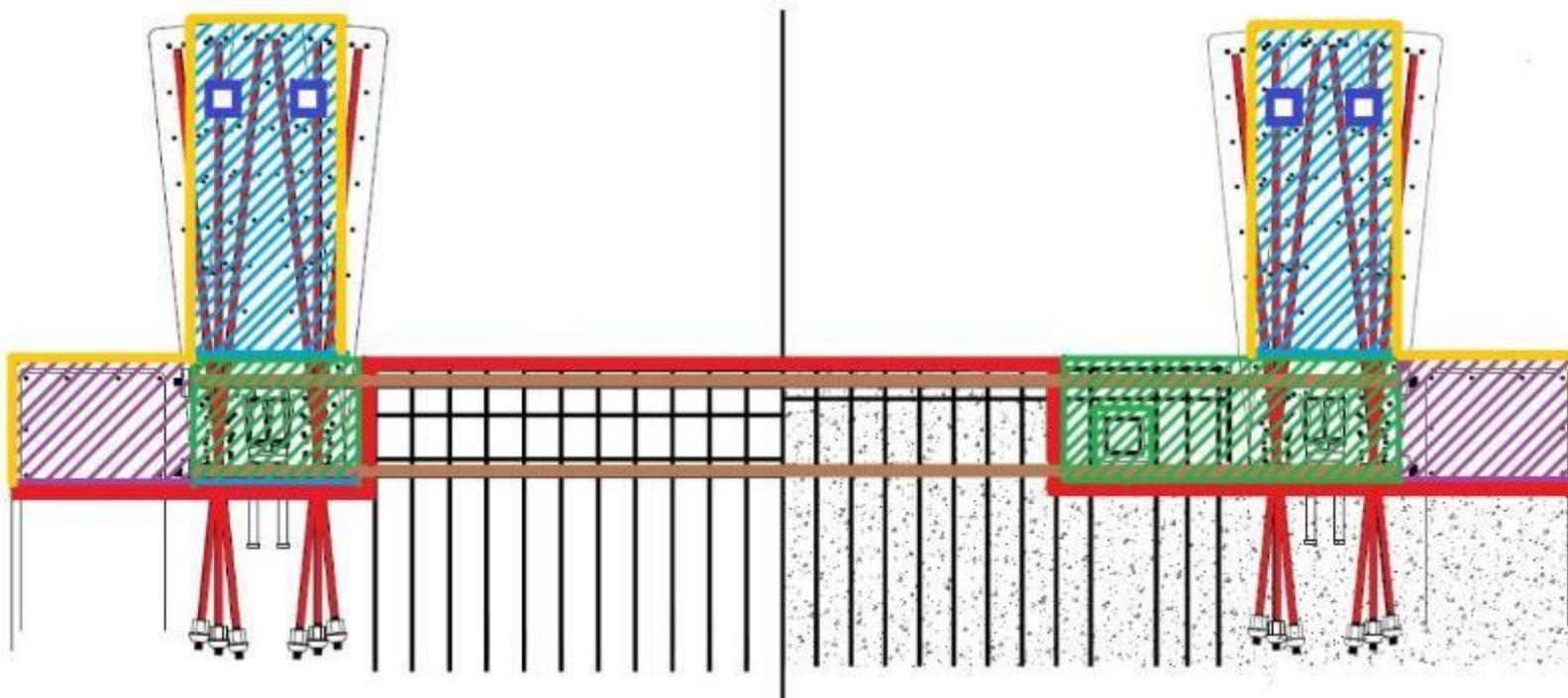
# ETAPAS DE FECHAMENTO

10



FECHAMENTO TÍPICO DE PILAR SIMPLES

FECHAMENTO TÍPICO DE PILAR DE JUNTA



-  Preparação
-  1ª Etapa
-  2ª Etapa
-  Protensão/Injeção Transversal
-  Protensão/Injeção Longitudinal
-  3ª Etapa
-  Acabamento Final

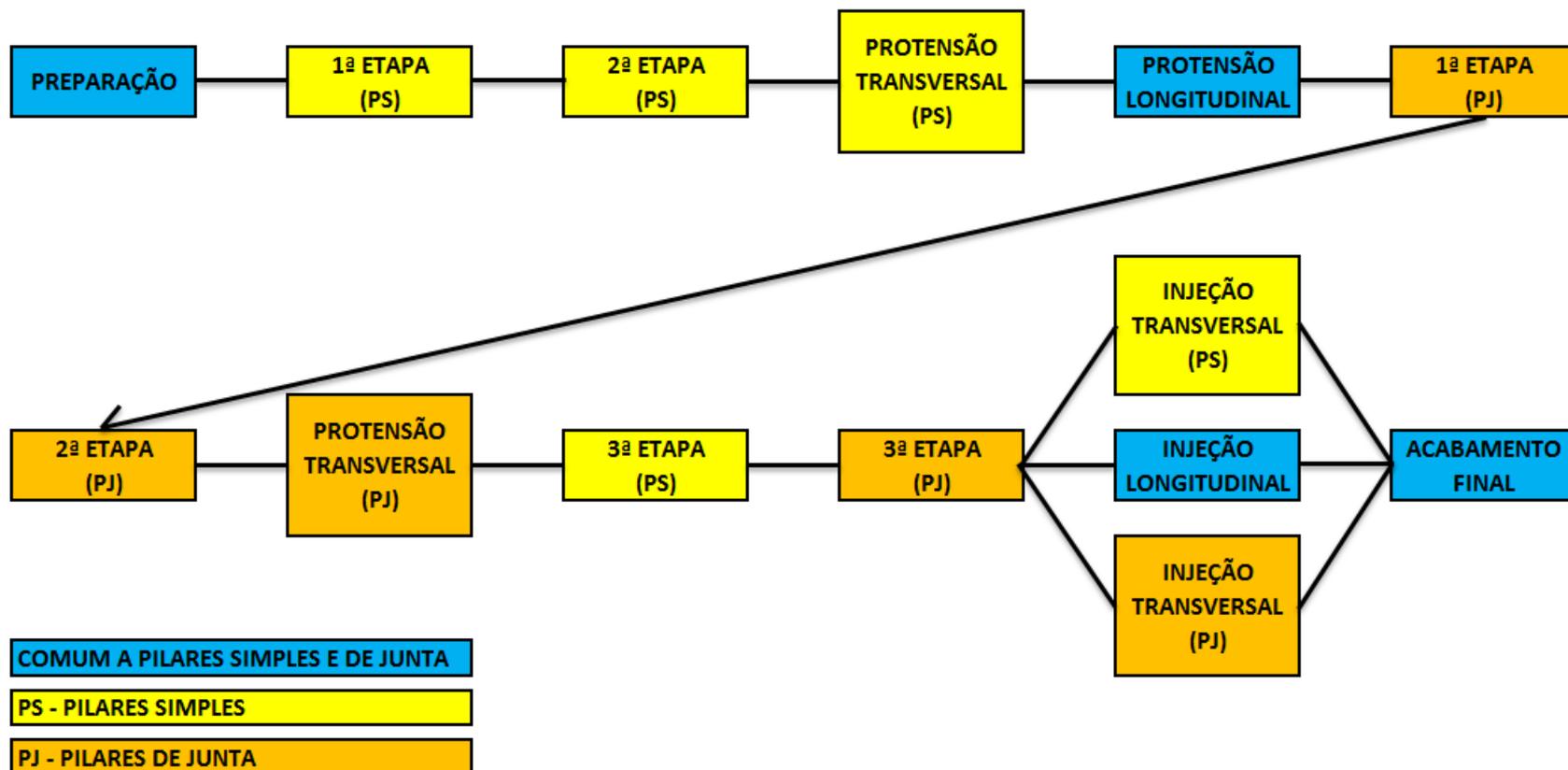


# ETAPAS DE FECHAMENTO

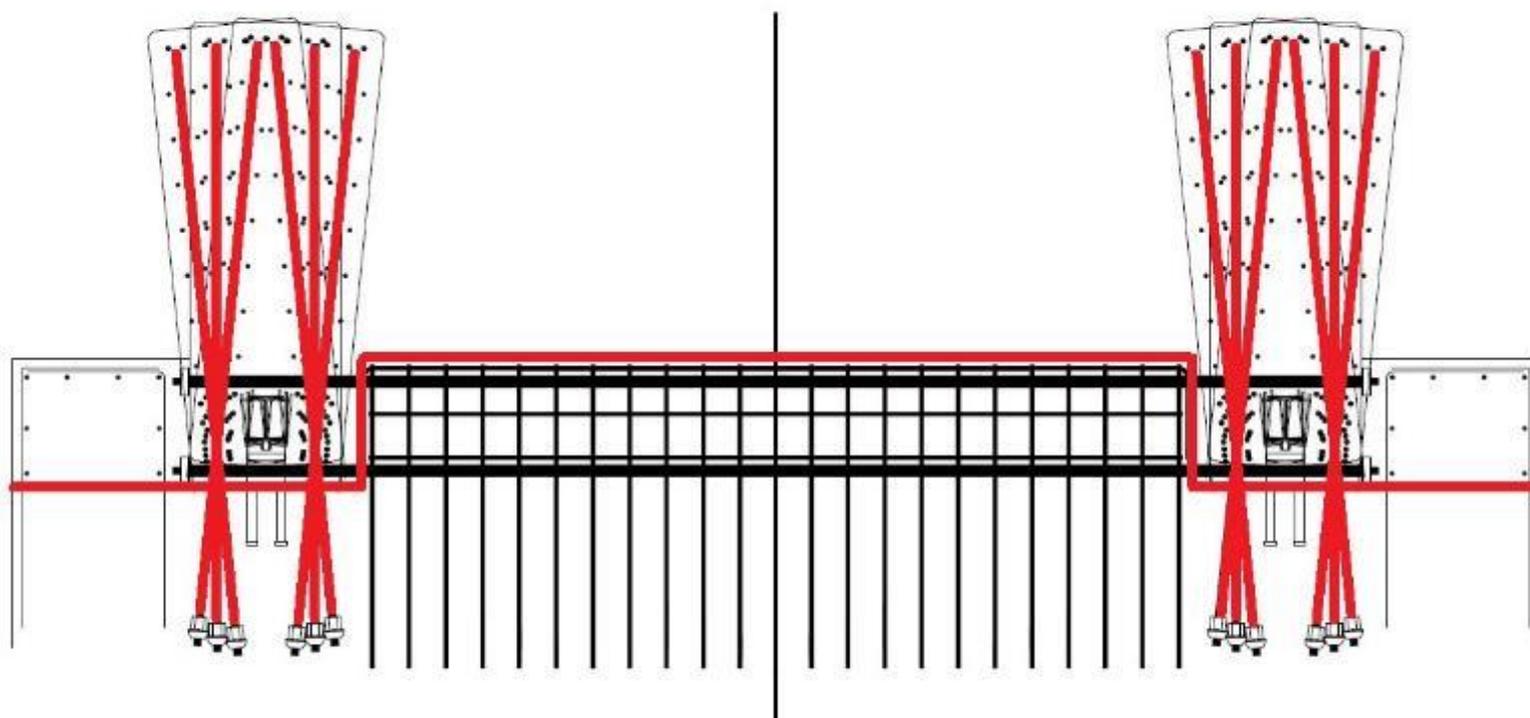
11



## FLUXOGRAMA DE EXECUÇÃO DOS FECHAMENTOS DAS VIGAS-GUIA EXECUTADOS NA LINHA 15 - PRATA



# PREPARAÇÃO



# PREPARAÇÃO

13



- Instalação de elementos no topo do pilar que farão interface com os fechamentos

Barras de arranque



Armação interface do pivô



Gabarito para barras de protensão verticais



# PREPARAÇÃO

14



Barras arranque verticais



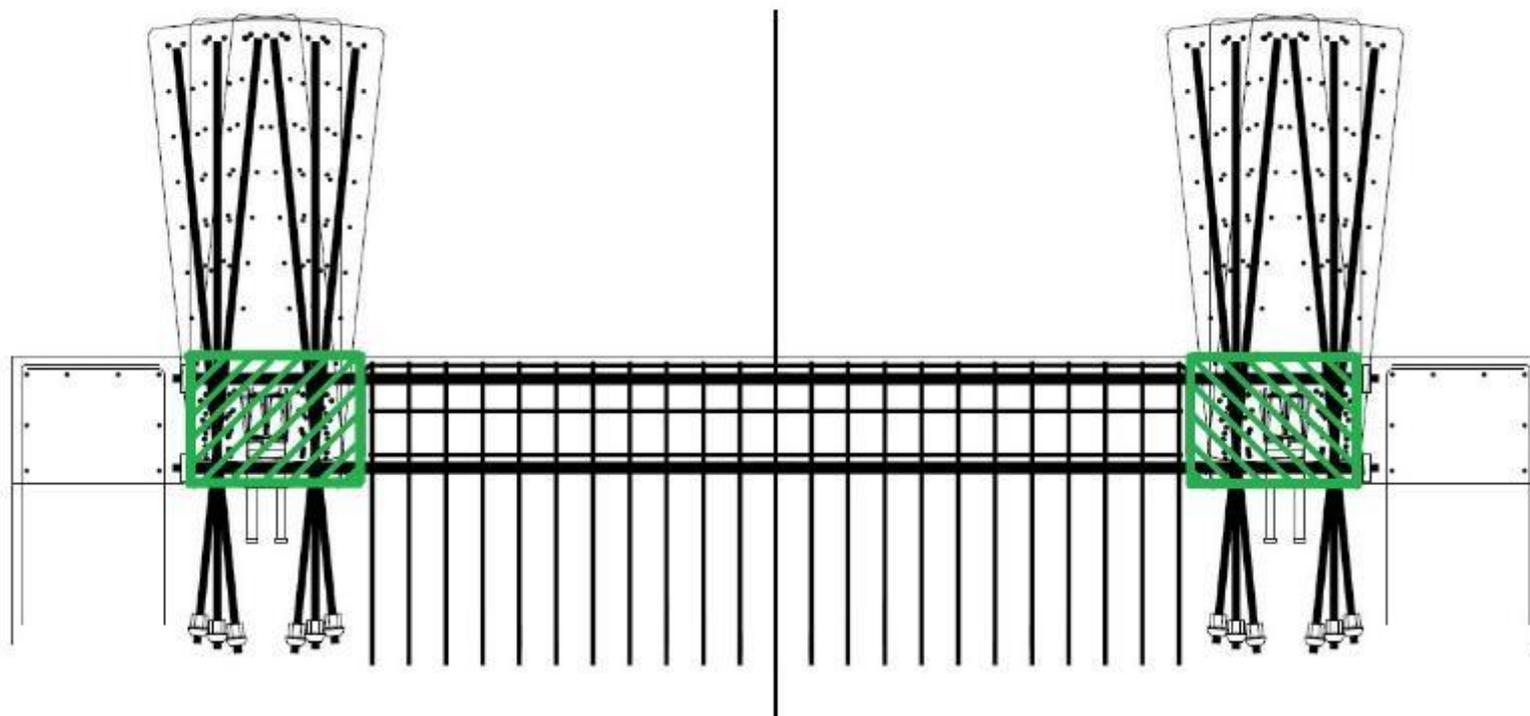
Bainhas de protensão



Barra chata



# 1ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES SIMPLES



# 1ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES SIMPLES

16



Armação do fechamento



Apicoamento do concreto



Complemento das bainhas de injeção



# 1ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES SIMPLES

17

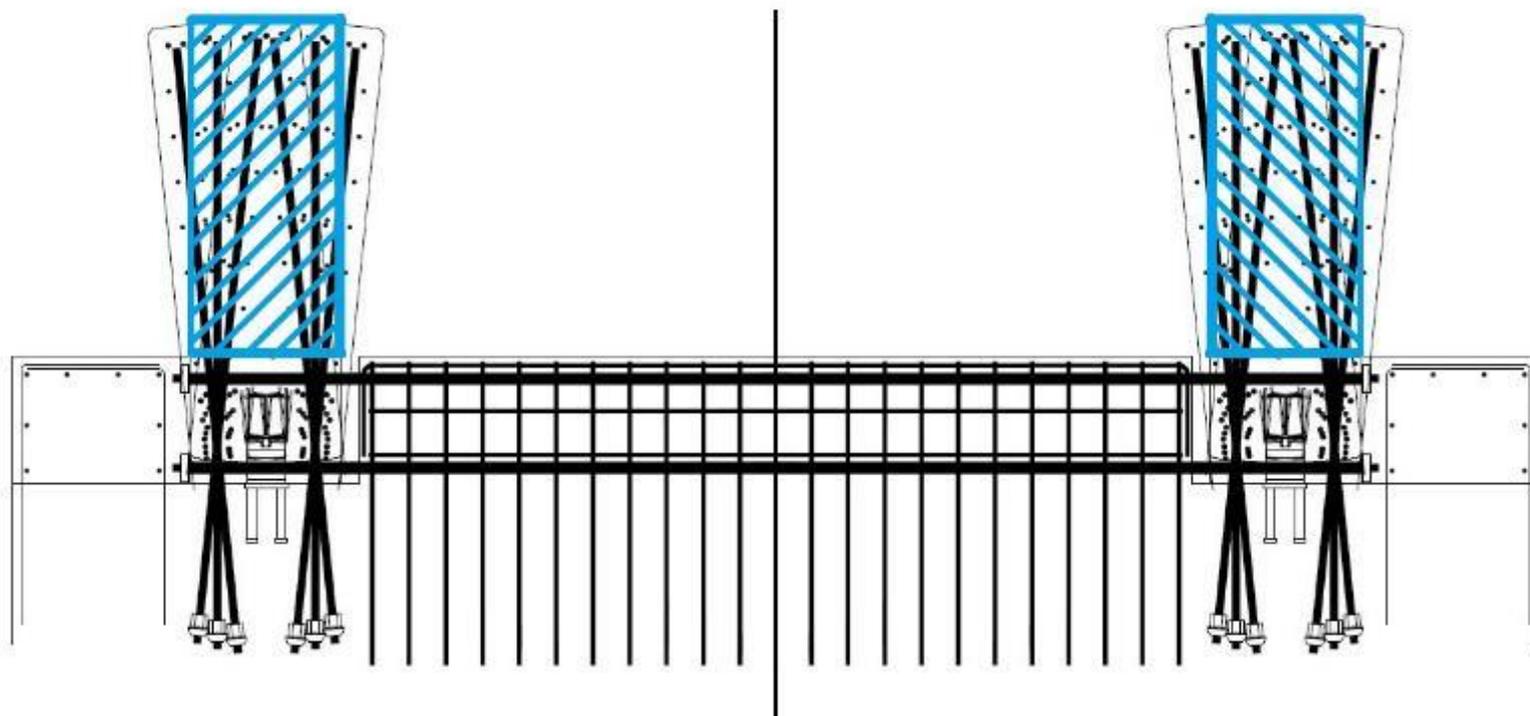


## CONCRETAGEM

- Concreto Fck 50MPa
- Abatimento  $210 \pm 20$ mm
- Utilização de caçamba de concreto, após tentativas com a bomba lança se mostrarem inviáveis
- Para evitar o apicoamento, adotada a utilização de corte verde



## 2ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES SIMPLES



# 2ª ETAPA DE FECHAMENTO

## PILARES SIMPLES

- Instalação de armações e elementos complementares

Armação



Barra chata



Eletrodutos (SPDA, Cross-Bond, RFID)



Inserto do trilho de energia



# 2ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES SIMPLES

20



Complementos mangueiras injeção



Emenda das bainhas das vigas



**EXECUÇÃO DA VIA PERMANENTE!**

**LARGURA DO FECHAMENTO 690 mm  $\pm$  3 mm**



# 2ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES SIMPLES

21

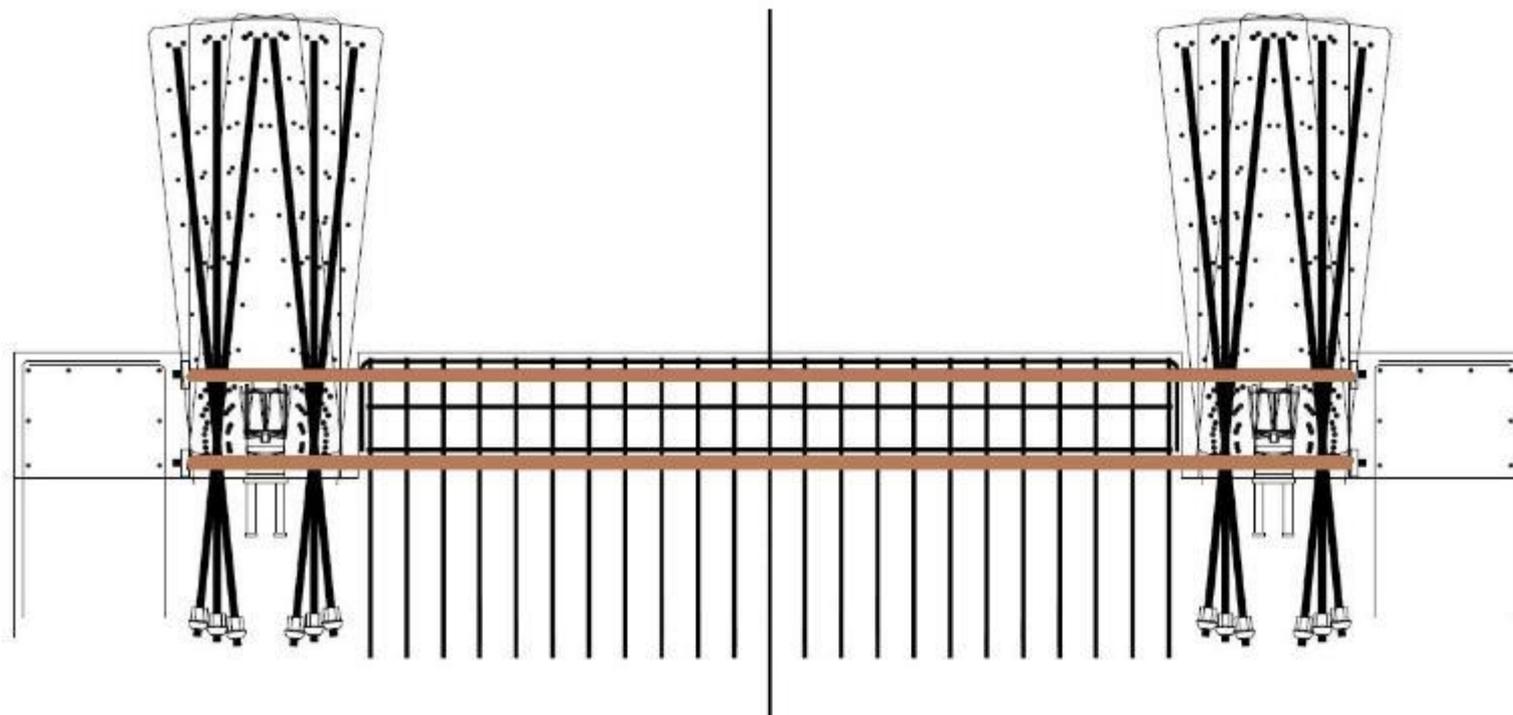


## CONCRETAGEM

- Mesmo traço da 1ª etapa e mesmo traço da viga-guia
- Montagem de plataforma de trabalho sobre a via para possibilitar o serviço
- Utilização de caçamba de concreto
- Aplicação de retardador de pega na superfície e vassouramento



# PROTENSÃO TRANSVERSAL PILARES SIMPLES



# PROTENSÃO TRANSVERSAL PILARES SIMPLES

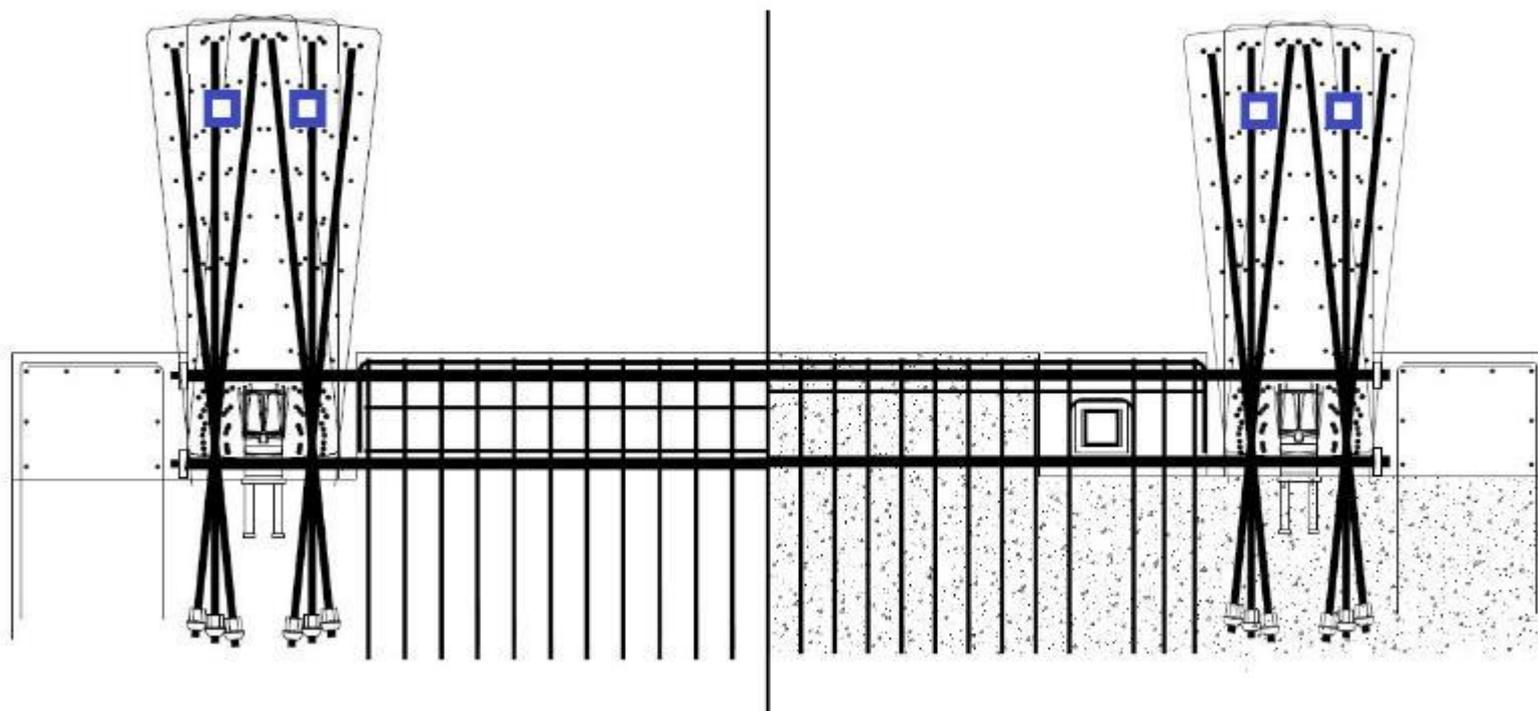
23



- Realizada com o concreto do fechamento atingindo 85% do fck de projeto
- 4 ou 6 barras de protensão, com espessura de 32 ou 36mm
- Cuidado com o posicionamento das cunhas, para não afetar o recobrimento da 3ª etapa de fechamento



# PROTENSÃO LONGITUDINAL

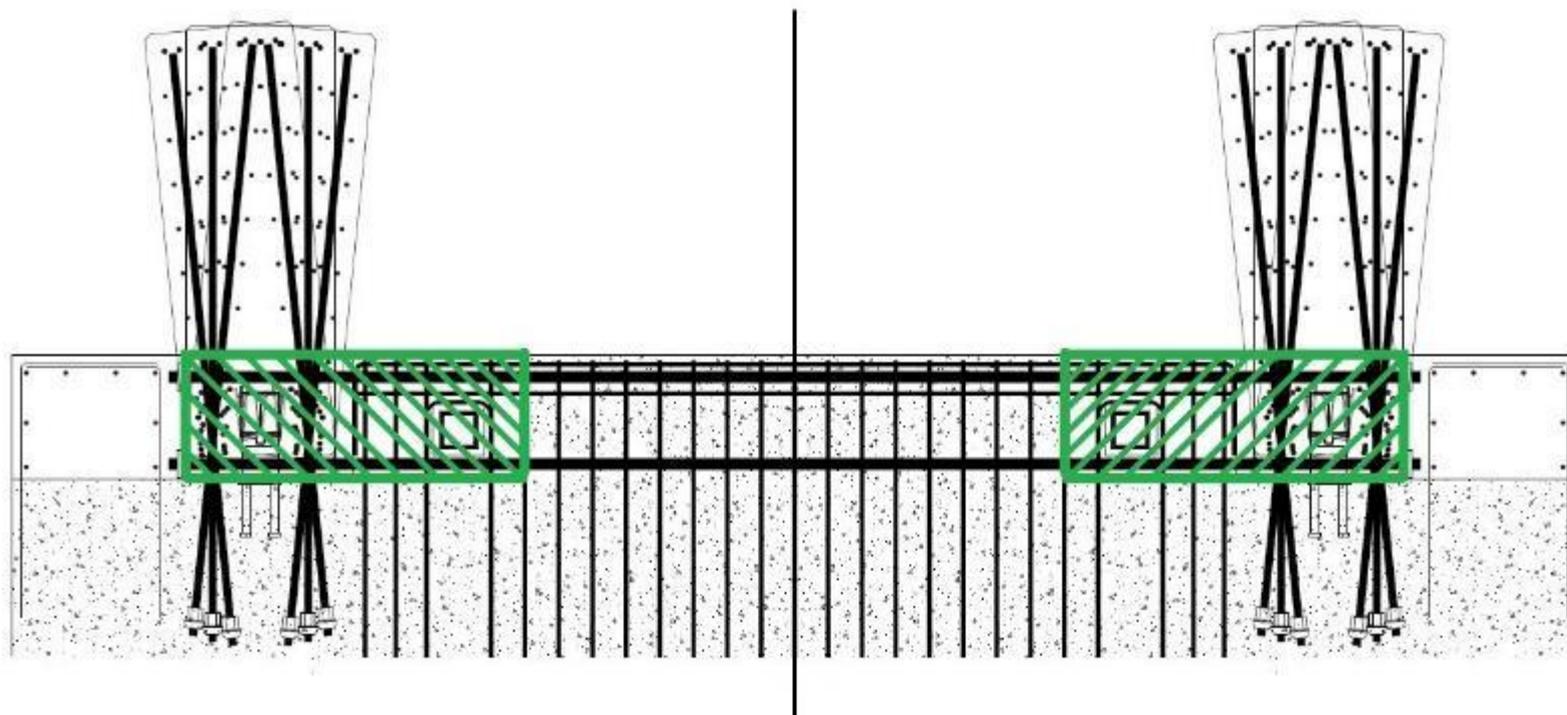


# PROTENSÃO LONGITUDINAL

- Passagem das cordoalhas feita antes da 2ª etapa de fechamentos simples
- Atividade executada após o concreto da 2ª etapa de fechamento de pilares simples atingir resistência de projeto
- Interferência das barras de arranque verticais com os macacos hidráulicos
- Protensão realizada simultaneamente nas duas extremidades



# 1ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES COM JUNTA



# 1ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES COM JUNTA

27



- Instalação do pivô de travamento, que permite a movimentação das juntas de dilatação, impedindo a movimentação entre os pilares



# 1ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES COM JUNTA

28



- Instalação da armação dos fechamentos, tomar cuidado com seu posicionamento de modo a não interferir com os demais elementos
- Instalação das bainhas de protensão e das mangueiras de injeção
- Apicoamento do concreto do topo do pilar



# 1ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES COM JUNTA

29

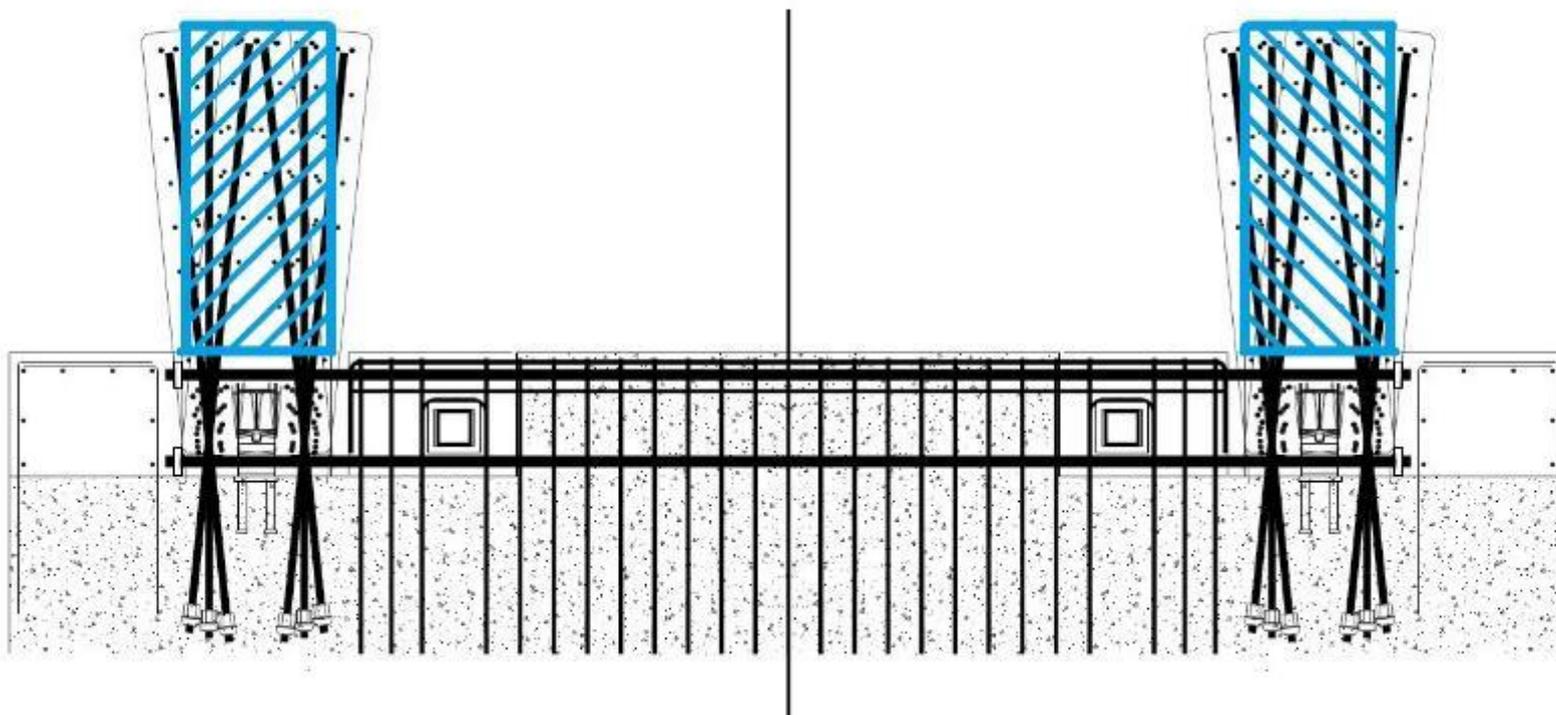


## CONCRETAGEM:

- Procedimentos e especificações iguais aos das etapas anteriores
- Problemas com a variação da junta de dilatação (8 a 122 mm) necessitaram de medidas de concretagem especiais



## 2ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES COM JUNTA



# 2ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES COM JUNTA

31



- Instalação de armações e elementos complementares

Inserto do trilho de energia



Complemento mangueiras injeção



Armação e barra chata



# 2ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES COM JUNTA

32



- Instalação do Finger Plate, com gabarito para a instalação do elemento
- Função: proporcionar a passagem suave do trem nas juntas de dilatação



# 2ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES COM JUNTA

33

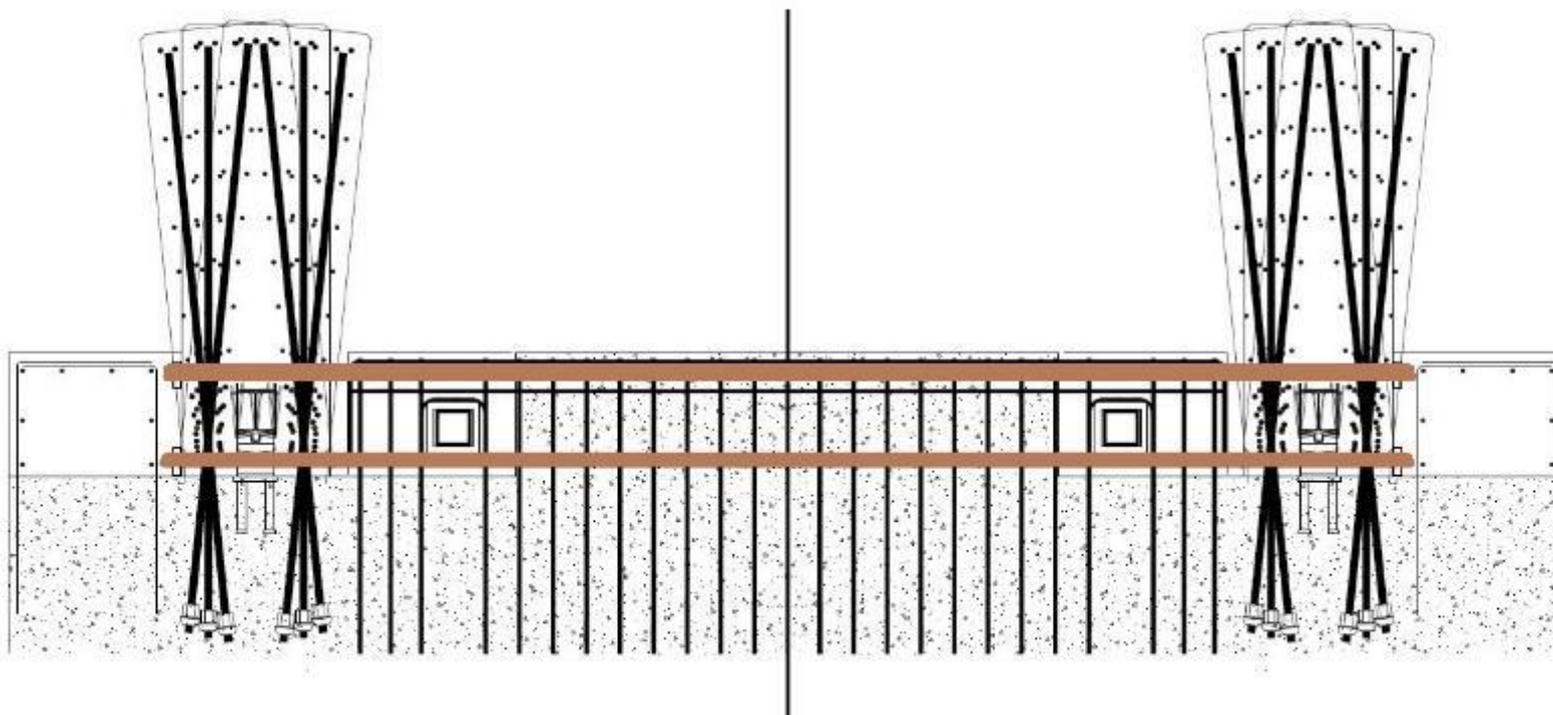


## CONCRETAGEM

- Procedimentos e especificações iguais aos das etapas anteriores
- Também deve ser feito controle da junta
- Necessidade de utilização de vibrador mais fino, devido à alta taxa de armação



# PROTENSÃO TRANSVERSAL PILARES COM JUNTA



# PROTENSÃO TRANSVERSAL PILARES COM JUNTA

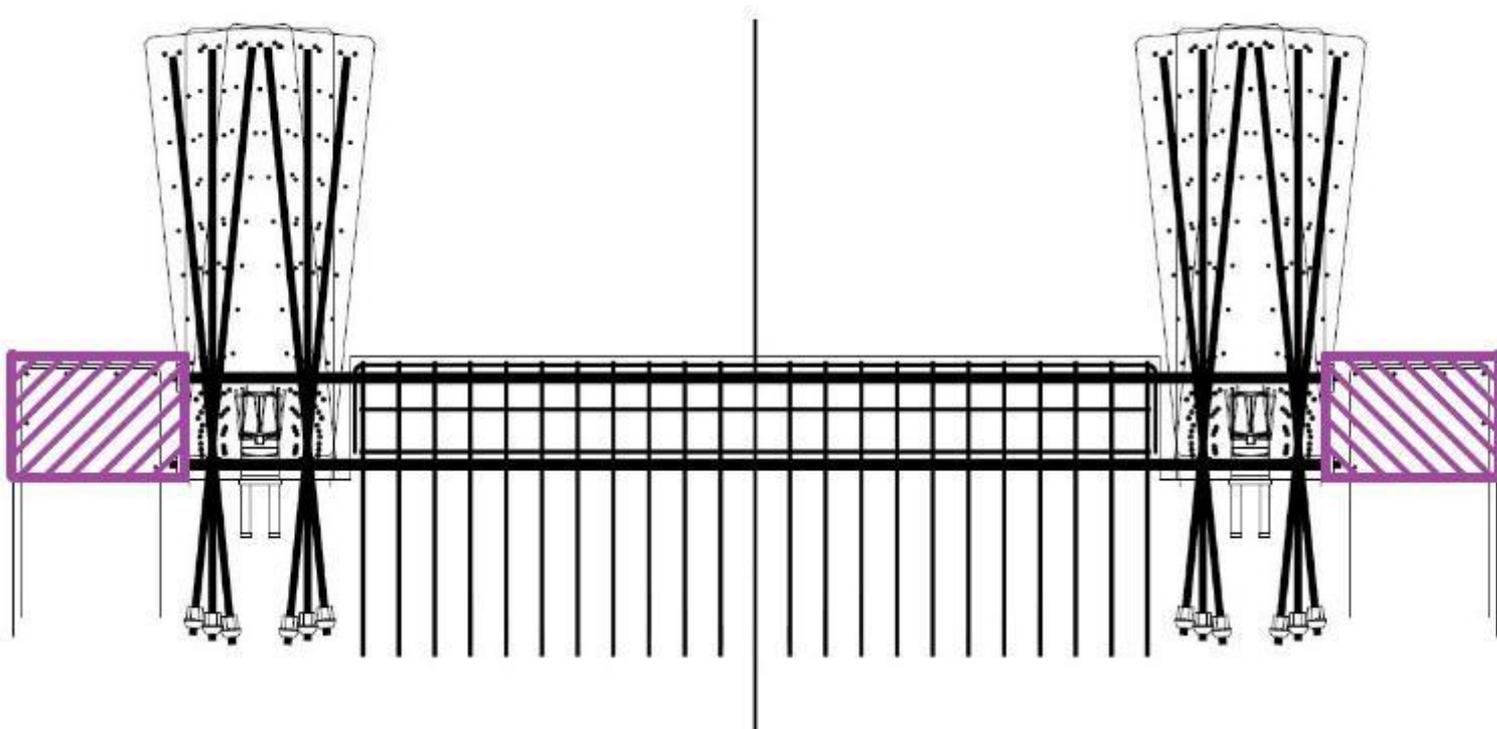
35



- Realizada com o concreto do fechamento atingindo 85% do fck de projeto
- 8 barras de protensão, com espessura de 32 ou 36mm
- Cuidado com o posicionamento da cunha, de modo a não afetar o recobrimento da 3ª etapa de fechamento



# 3ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES SIMPLES



# 3ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES SIMPLES

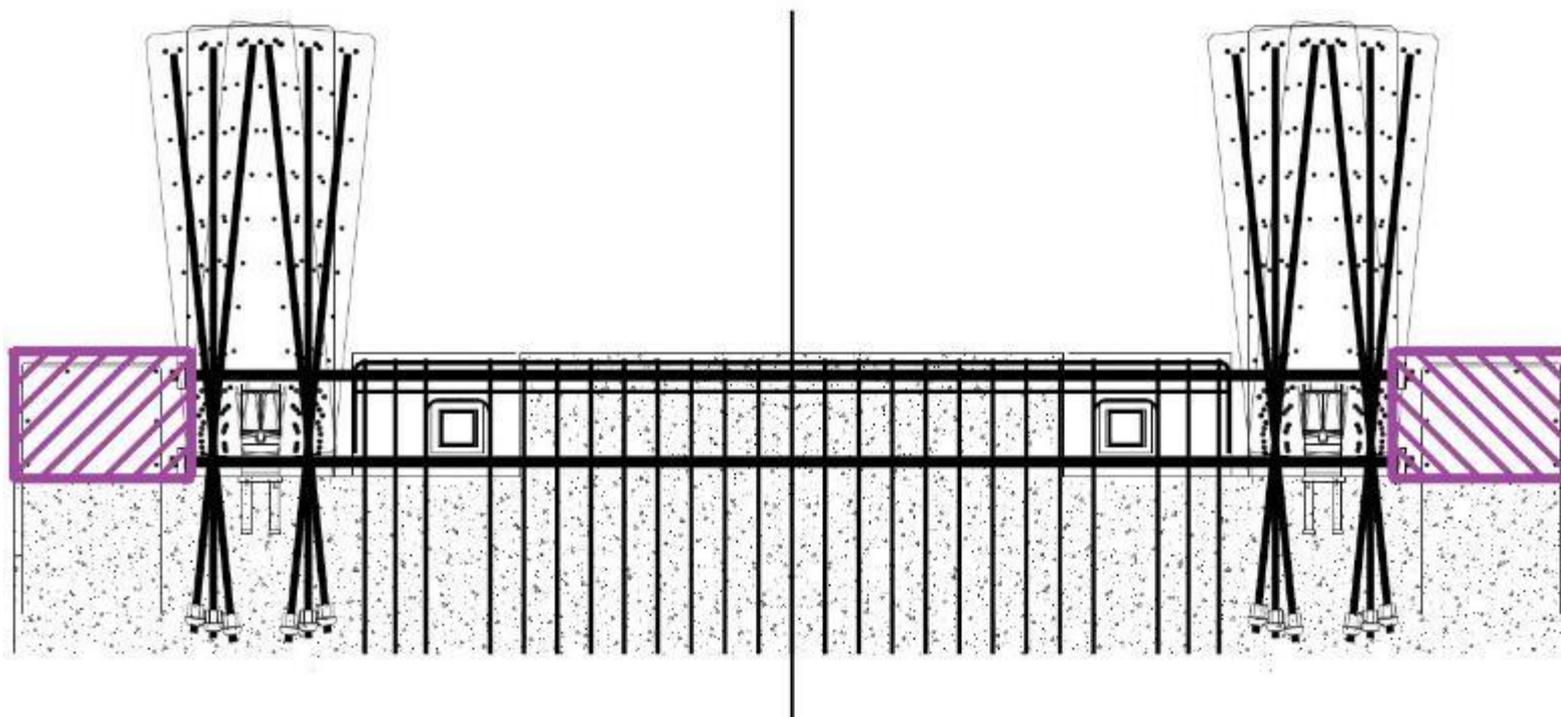
37



- Função: proteger e vedar as extremidades das protensões transversais
- Instalação de armaduras complementares
- Utilização de plataforma de trabalho especial
- Concretagem com o auxílio de caçamba de concreto



## 3ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES COM JUNTA



# 3ª ETAPA DE FECHAMENTO PILARES COM JUNTA

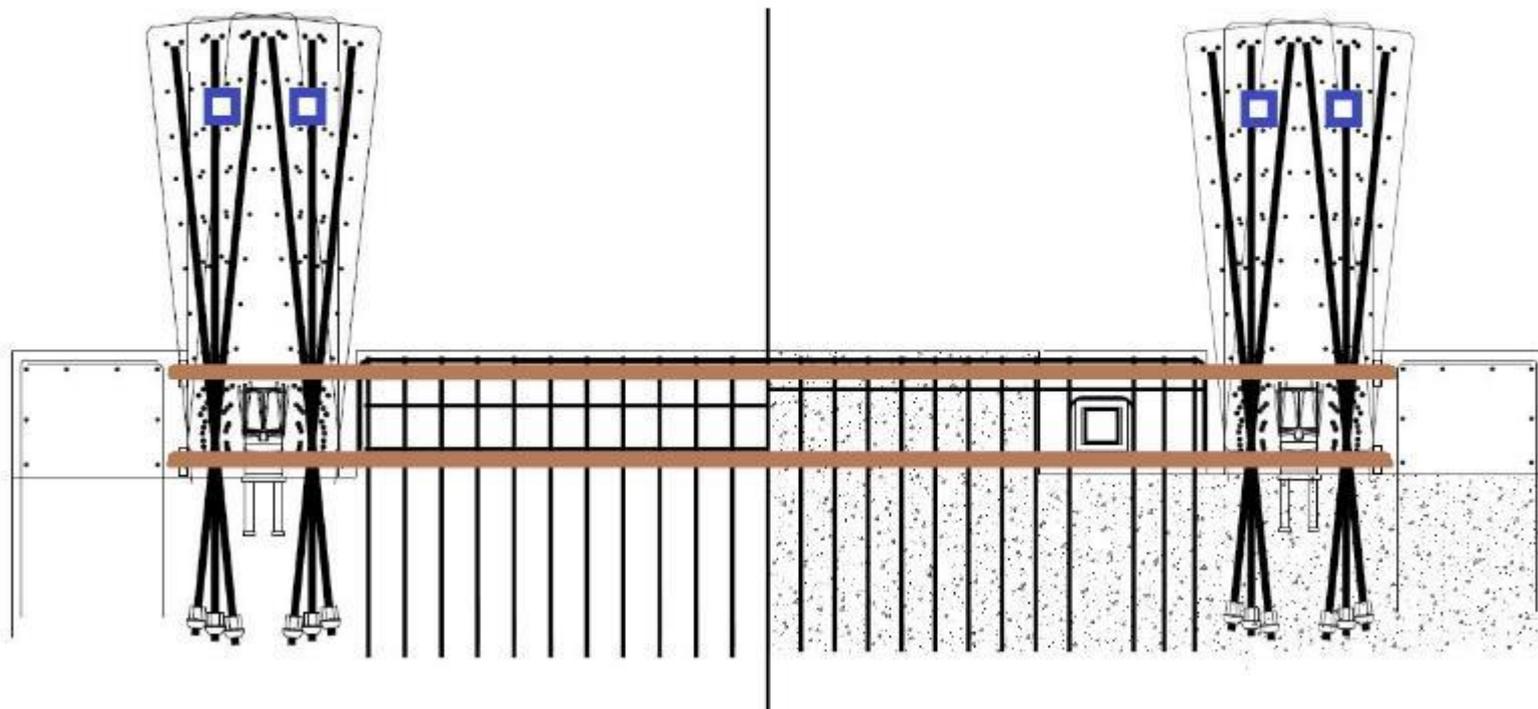
39



- Além dos cuidados tomados com o fechamento de pilar simples, montagem de forma para a junta de dilatação
- Cuidados com a concretagem devido à variação da junta foram as mesmas dos elementos com junta anteriores



# INJEÇÕES TRANSVERSAIS E LONGITUDINAIS



# INJEÇÕES TRANSVERSAIS E LONGITUDINAIS

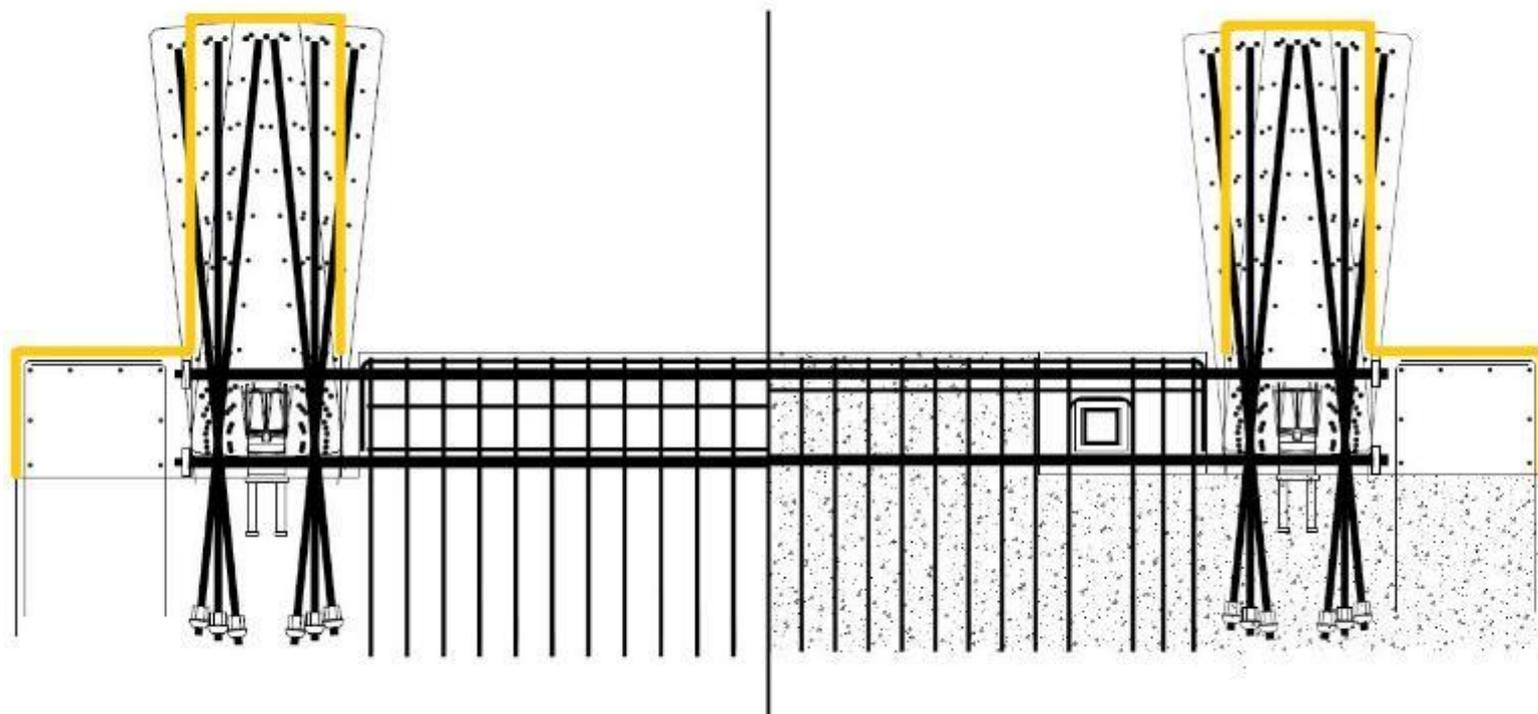
41



- Injeções executadas simultaneamente
- Limpeza das bainhas de protensão
- Tomar cuidado com a limpeza da nata expelida



# ACABAMENTO FINAL



# ACABAMENTO FINAL

43



- Tratamento de eventuais falhas de concretagem, escorrimientos de injeção e fechamento de furos de agulha
- Limpeza das partes expostas do Finger Plate, Pivô de Travamento, insertos, eletrodutos e terminais de aterramento



# PROBLEMAS DE EXECUÇÃO E PATOLOGIAS OBSERVADAS



# PROBLEMAS DE EXECUÇÃO E PATOLOGIAS OBSERVADAS

45



Bolhas



Quebra da quina junto ao Finger Plate



# FECHAMENTOS DIFERENCIADOS



## ESTAÇÕES

- Sem junta de dilatação
- Concretagem em etapa única
- Sem protensão transversal



## PILARES SOLTEIROS

- Fechamentos executados separadamente
- Sem protensão transversal



## LAJES DE TRACK SWITCHES

- Sem protensão transversal
- Concretagem realizada em 1 ou 2 etapas
- Interface com as vigas metálicas do Track Switch
- Dependendo do local, dispensam-se nichos de aterramento e insertos do trilho de energia



## PÁTIO – APOIOS SIMPLES

- Execução similar à de pilares solteiros
- Fechamentos executados separadamente
- Sem protensão transversal



## PÁTIO – ESTACIONAMENTO DE TRENS

Na extremidade apoiada:

- Viga lançada em aparelho de apoio com pedestal
- Barras de protensão verticais protendidas, sem injeção
- Fechamento de concreto no topo da viga-guia



## PÁTIO – ESTACIONAMENTO DE TRENS

Na extremidade engastada:

- Viga lançada em pedestal
- Barras de protensão verticais protendidas, com injeção
- Fechamento de concreto no topo da viga-guia



- Necessidade de maior controle de execução, visto que os elementos concretados interagem bastante com a etapa posterior
- Cuidados especiais em relação à concretagem, sobretudo na 2ª etapa de fechamento, devido à tolerância restritiva na via permanente
- Cuidados no posicionamento dos elementos constituintes (eletrodutos, nichos de aterramento, insertes metálicos) de modo a não interferir na área de contato do pneu do trem com a via
- Utilização de elementos especiais (pivô de travamento e Finger Plate), que demandaram soluções específicas de execução
- Cuidados com a variação da junta de dilatação nos apoios com junta
- Necessidade de utilização de guindastes com caçambas, devido à dificuldades de utilização de bomba lança com o concreto especificado



# DÚVIDAS?

54



# FECHAMENTOS ENTRE VIGAS-GUIA NA LINHA 15 – PRATA

## DESAFIOS EM SUA EXECUÇÃO

*Eng.º Rodolfo Szmidke – [rszmidke@metrosp.com.br](mailto:rszmidke@metrosp.com.br)*

# Obrigado



TRABALHO FINALISTA