 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: INSTRUMENTOS DE CONTROLE DE OBRAS EM TÚNEL	N° 80-ES-028A-00-8001	FOLHA 1 / 9	REV. 0

1. OBJETIVO

A presente especificação define os requisitos básicos necessários ao fornecimento e utilização de Instrumentos de Controle de Obras em Túnel a serem utilizados na implantação de infraestrutura de vias férreas. São também aqui apresentados os requisitos concernentes a materiais, controle da qualidade, critérios de medição e forma de pagamento dos serviços executados.

2. FINALIDADE

A instrumentação de controle de obras em túnel visa fornecer dados que assegurem a verificação das premissas estipuladas no projeto.

2. TIPOS DE INSTRUMENTO

Nesta especificação, são considerados os seguintes instrumentos:

- marco superficial de recalque;
- tassômetro;
- pino de recalque;
- pino de medida de convergência;
- transdutor de reformação.

4. INSTALAÇÃO E LEITURA DOS INSTRUMENTOS


4.1 Marco Superficial de Recalque

4.1.1 Considerações de Ordem geral

Marco superficial de recalque é o instrumento constituído por uma placa de aço quadrada de 18 cm de lado e espessura de 6 mm, à qual é soldada uma haste composta por um segmento de tubo de aço galvanizado de 25 mm (1") de diâmetro e 25 cm de comprimento, tendo no topo por uma cabeça esférica de latão.

4.1.2 Instalação

- a) O marco superficial de recalque deverá ser instalado ao longo do eixo do túnel, nas seções e pontos indicados pelo projeto, em furos rasos de 19 x 19 cm, em planta e 40 cm de profundidade em relação ao nível da superfície do terreno.
- b) A superfície do fundo do poço deverá ser cuidadosamente regularizada para o assentamento e nivelamento da placa base do marco superficial, de modo a garantir o pleno contato e apoio da placa no solo, bem como a verticalidade da haste.
- c) Após o assentamento da placa, deverá ser efetuado aterro compactado sobre a mesma, com espessura de, aproximadamente, 15 cm. Sobre a superfície aterrada, deverá ser executada uma caixa de proteção em concreto, com tampa também de

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: INSTRUMENTOS DE CONTROLE DE OBRAS EM TÚNEL	Nº 80-ES-028A-00-8001	FOLHA 2 / 9	REV. 0

concreto, com espessura de 6 cm, de modo a deixar espaço livre de, no mínimo 7 x 7 cm, par acesso à haste.

4.1.3 Leitura

- a) As leituras deverão ser efetuadas utilizando-se nível topográfico de precisão com lente plana paralela e miras de invar que viabilize leitura direta até 0,1 mm na visada e interpolação até 0,01 mm (níveis WILD N3, NA2 ou similar).
- b) A "leitura inicial de referência" deverá ser efetuada logo após o término de instalação do marco superficial e referida a uma referência estável, não afetada pelos deslocamentos ou recalques induzidos pela escavação.
- c) Será considerada satisfatória a leitura ou levantamento que após reiteração, indicar uma reprodutividade de resultado de $\pm 0,3$ mm de amplitude.
- d) Esta leitura deverá ser efetuada antes do início de qualquer serviço que possa induzir recalques no ponto de instalação do marco superficial ou estando a frente de escavação a uma distância tal que, seguramente, não induzira recalques no mesmo.
- e) As "leituras de controle", como regra geral, deverão ser efetuadas a intervalos regulares, estabelecidos pelo projeto e sempre que se iniciar ou executar uma atividade que possa afetar as condições do solo no local (estaqueamento em pré-furos, escavações, aproximação da frente do túnel, etc.).
- f) A duração do "período de controle" está limitada à estabilização do maciço, após a passagem da frente de escavação, sendo este período definido pela fiscalização.


4.1.4 Apresentação dos Resultados

- a) Os resultados das leituras, deverão ser apresentados na forma de tabelas ou gráficos onde são identificados o código do marco superficial, a data e hora da leitura, a magnitude do recalque observado em cada leitura e o acumulado total até a data da última leitura. Deverá ser apresentado também o registro das ocorrências e o posicionamento da frente de escavação.
- b) O boletim de recalque, deverá ser apresentado à fiscalização dentro de 6 horas após efetuada a leitura. No caso de comportamento anômalo do maciço, esta apresentação se dará imediatamente após a leitura.

4.2 Tassômetro

4.2.1 Considerações de Ordem Geral

Tassômetro é um instrumento constituído por uma haste composta por um segmento de tubo de aço galvanizado de 25 mm de diâmetro, tendo no topo uma cabeça esférica de

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: INSTRUMENTOS DE CONTROLE DE OBRAS EM TÚNEL	Nº 80-ES-028A-00-8001	FOLHA 3 / 9	REV. 0

latão. A extremidade inferior da haste é fixada ao maciço, no ponto onde se pretende detectar e medir os recalques, através de calda de cimento,

4.2.2 Instalação

- a) Os tassômetros deverão ser instalados ao longo do túnel, nas secções, pontos e profundidade indicada pelo projeto, em furos de sondagens ou furos especialmente executados para tal fim.
- b) Após o término da sondagem, o furo deverá ser revestido por tubos de PVC rígido de 50 mm de diâmetro nominal, ou tubo de aço, para proteção da haste contra atrito.
- c) Previamente ao início das perfurações para instalação de tassômetros, deverão ser verificadas a existência de possíveis interferências no subsolo.
- d) Após a instalação do tubo de revestimento, deverá ser instalada a haste, cravando-a no fundo do furo. A extremidade inferior da haste deverá ser perfurada num comprimento de aproximadamente 40 cm, para possibilitar o contato da calda de cimento utilizada na fixação do tassômetro com o solo. A calda de cimento, utilizada na fixação do tassômetro deverá ser vertida em volume adequado, por dentro da haste.

4.2.3 Leitura

- a) As leituras deverão ser efetuadas utilizando-se nível topográfico de precisão com lente plano paralela e mira de invar que viabilize leitura direta até 0,1 mm na visada e interpolação até 0,01 mm (utilizar níveis WILD N-3; NA2 ou similar).
- b) A "leitura inicial de referência" deverá ser efetuada logo após o término de instalação do tassômetro e referida a uma referência estável, não afetada pelos deslocamentos ou recalques induzidos pela escavação.
- c) Será considerada satisfatória a leitura ou levantamento que, após reiteração, indicar uma reprodutividade de resultado de $\pm 0,3$ mm de amplitude.
- d) Esta leitura deverá ser efetuada antes do início de qualquer serviço que possa induzir recalques no ponto de instalação do tassômetro ou estando a frente de escavação a uma distância tal que, seguramente, não induzirá recalques no mesmo.
- e) As "leituras de controle", como regra geral, deverão ser efetuadas a intervalos regulares, estabelecidos pelo projeto e sempre que se iniciar ou executar uma atividade que possa afetar as condições do solo no local (rebaixamento do lençol freático, estaqueamento em pré-furos, escavações, aproximação da frente do túnel, etc.).
- f) A duração do "período de controle" está limitada à estabilização do maciço, após a passagem da frente de escavação, sendo este período definido pela Fiscalização.

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: INSTRUMENTOS DE CONTROLE DE OBRAS EM TÚNEL	Nº 80-ES-028A-00-8001	FOLHA 4 / 9	REV. 0

4.2.4 Apresentação dos Resultados

- a) Os resultados das leituras deverão ser apresentados na forma de tabelas e gráficos onde se identificam o código do pino de recalque, data e hora da leitura, a magnitude do recalque observado em cada leitura e o acumulado total até a data da última leitura.
- b) Deverá ser apresentado, também, o registro das ocorrências e o posicionamento da frente da escavação.
- c) O boletim de recalque, deverá ser apresentado à fiscalização dentro de 6 horas após efetuada a leitura. No caso de comportamento anômalo do maciço, esta apresentação se dará imediatamente após a leitura.


4.3 Pino de Recalque

4.3.1 Considerações de Ordem Geral

- a) Pino de recalque é um instrumento composto de duas partes: uma fixa à estrutura do túnel e a outra móvel, a ser utilizada por ocasião da leitura.
- b) A parte fixa é constituída de uma peça metálica com extremidade rosqueada a ser embutida na estrutura da edificação.
- c) A parte móvel é uma haste prolongadora, dotada de cabeça esférica na qual é apoiada a mira de invar para a medição e acompanhamento de eventuais recalques da edificação.

4.3.2 Instalação

- a) O pino do recalque deverá ser locado conforme orientação do projeto e fixado na estrutura de suporte da edificação.
- b) Caso haja dificuldade ou impossibilidade de sua instalação nas partes estabelecidas pelo projeto, deverão ser investigados pontos alternativos que possibilitem a obtenção de medidas com a mesma confiabilidade dos pontos estabelecidos.
- c) A parte fixa do pino deverá ser instalada em um furo a ser executado nos pilares da estrutura, fixada com argamassa de cimento e areia ou por meio de resina epóxica.
- d) A haste prolongadora, somente será rosqueada à parte fixa por ocasião das leituras.
- e) A parte fixa deverá ser protegida por um *plug*, de modo a evitar danos acidentais à rosca onde se fixa a haste prolongadora.

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: INSTRUMENTOS DE CONTROLE DE OBRAS EM TÚNEL	Nº 80-ES-028A-00-8001	FOLHA 5 / 9	REV. 0

4.3.3 Leitura

- a) As leituras deverão ser efetuadas utilizando-se nível topográfico de precisão com lente plano paralela e miras de invar que viabiliza leitura direta até 0,1 mm na visada e interpolação até 0,01 mm (utilizar nível WILD N3, NA-2 ou similar).
- b) A "leitura inicial de referência" deverá ser efetivada logo após o término de instalação do pino de recalque e referida a uma referência estável, não afetada pelos deslocamentos ou recalques induzidos pela escavação.
- c) Será considerada satisfatória a leitura ou levantamento que, após reiteração, indicar uma reprodutividade de resultado de $\pm 0,3$ mm de amplitude.
- d) Esta leitura deverá ser efetuada antes do início de qualquer serviço que possa induzir recalques no ponto de instalação do pino de recalque ou estando a frente de escavação a uma distância tal que seguramente não induza recalques no mesmo.
- e) As "leituras de controle", como regra geral, deverão ser efetuadas a intervalos regulares, estabelecidos pelo projeto e sempre que se iniciar ou executar uma atividade que possa afetar as condições do solo no local, (estaqueamento em pré-furos, escavações, aproximação da frente do túnel, etc.).
- f) A duração do "período de controle" está limitada à estabilização do maciço, após a passagem da frente de escavação, sendo este período definido pela fiscalização.

4.3.4 Apresentação dos Resultados

- a) Os resultados das leituras deverão ser apresentados na forma de tabelas e gráficos onde se identificam o código do pino de recalque, data e hora da leitura, a magnitude do recalque observado em cada leitura e o acumulado total até a data da última leitura.
- b) Deverá ser apresentado, também, o registro das ocorrências e o posicionamento da frente da escavação.
- c) Os boletins de recalque deverão ser apresentados à fiscalização dentro de 6 horas após efetuada a leitura, salvo em caso de observações anômalas, quando os mesmos deverão ser entregues imediatamente.

4.4 Pino de Medida de Convergência

4.4.1 Considerações de Ordem Geral


- a) Pino de convergência é um marco implantado nas paredes do túnel, para detecção, medição e acompanhamento das modificações das posições relativas entre pontos de uma seção do túnel (variação de forma da seção).

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: INSTRUMENTOS DE CONTROLE DE OBRAS EM TÚNEL	N° 80-ES-028A-00-8001	FOLHA 6 / 9	REV. 0

- b) O pino é constituído por uma barra de aço de diâmetro de 1,5 cm e comprimento variando entre 30 e 60 cm., tendo uma das extremidades terminada em ponta cônica para facilitar a cravação e a outra, que ficará externa à superfície do revestimento, rosqueada para fixação do adaptador para medição.
- c) Para a medição, são normalmente utilizados dois modelos de medidores de convergência:
- medidor de fio e
 - medidor de trena
- d) No primeiro modelo, o elemento de ligação entre o pino e o aparelho é constituído por fio de comprimento padronizado, selecionado para utilização em função da distância entre pinos, de modo que, em cada base de medida, seja usado um comprimento padrão de fio, que é acondicionado num arco.
- e) Os modelos que usam trena, como elemento de ligação entre pinos e o medidor, permitem variar o comprimento da trena, dispensando o uso de arco.

4.4.2 Instalação

- a) Os pinos de convergência deverão ser instalados nos locais (seções) e na disposição indicada pelo projeto, cravados no maciço ou, quando indicado, soldados nas cambotas.
- b) Para a instalação no maciço, o pino deverá ser cravado numa profundidade que garanta sua fixação até a posterior execução do concreto projetado e de modo que a extremidade rosqueada fique exposta em, aproximadamente, 5 cm após a execução do revestimento do túnel.
- c) Aconselha-se revestir a parte exposta do pino com um pedaço de mangueira plástica, visando protegê-la do concreto projetado, evitando, assim, a aderência do concreto na parte rosqueada.
- d) Após a execução do concreto projetado, a proteção da extremidade do pino deverá ser feita com uma luva de PVC, rosqueada ao mesmo.
- e) O projeto definirá, em desenhos específicos, as seções a serem instrumentadas. A locação no campo das seções, pinos e bases de medição, será ajustada pela fiscalização e a projetista, atendendo às condições geológicas encontradas durante os trabalhos de escavação.
- f) A locação exata, bem como as mudanças eventuais da posição das seções indicadas nos desenhos, deverão ser registradas e comunicadas à projetista.

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: INSTRUMENTOS DE CONTROLE DE OBRAS EM TÚNEL	Nº 80-ES-028A-00-8001	FOLHA 7 / 9	REV. 0

- g) Os pinos de convergência deverão ser fornecidos pela executante da instrumentação e instalados o mais cedo e mais próximo possível da frente de escavação, objetivando o imediato acompanhamento das deformações do maciço.

4.4.3 Características


- a) O medidor de convergência deverá possuir características técnicas de modo a assegurar a reprodutividade das leituras com precisão da ordem de 0,02 mm.
- b) Deverá, também, possuir dispositivo de calibração que permita aferir as bases de medida do equipamento. As aferições deverão ser efetuadas diariamente, antes e após cada campanha de leituras.
- c) Recomenda-se a instalação de bases fixas no canteiro de obras, devidamente protegidas, para controle dos fios e ou trenas dos aparelhos.

4.4.4 Leitura

- a) A leitura de convergência é determinada através da fixação do medidor e do fio ou trena a um par de pinos de convergência que constituem a base de leitura.
- b) A leitura de referência deverá ser obtida após a verificação da rigidez do pino. As leituras subseqüentes permitirão determinar os deslocamentos relativos dos pinos, indicando, ao longo do tempo, a tendência desses deslocamentos.
- c) A frequência das leituras será indicada pela projetista e adequada no campo, em função do comportamento observado do maciço.
- d) Deverão ser elaborados boletins de medidas de convergência, nos quais deverão constar a situação das frentes de escavação e da frente de revestimento do túnel, no instante da leitura, bem como a descrição sumária dessas frentes e eventuais ocorrências.
- e) Para facilitar o trabalho de leitura, bem como obter maior confiabilidade dos dados obtidos, dever-se-á estabelecer um esquema de tráfego de pessoas e veículos na seção de medição, bem como proporcionar segurança aos operadores para a execução das mesmas.
- f) Quando as medidas de campo, após analisadas e avaliadas no escritório da obra, apresentarem qualquer anomalia, deverão ser confirmadas, imediatamente, pela reexecução da medição. Se confirmada a anormalidade, as mesmas deverão ser notificadas à empreiteira, à fiscalização e à projetista.

4.4.5 Apresentação dos Resultados

- a) Os resultados das leituras deverão ser apresentadas na forma de tabelas e gráficos.

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: INSTRUMENTOS DE CONTROLE DE OBRAS EM TÚNEL	Nº 80-ES-028A-00-8001	FOLHA 8 / 9	REV. 0

- b) Deverão ser elaborados gráficos de *deformação x tempo* e de *deformação x avanço* da frente, objetivando facilitar a visualização do comportamento do maciço, em cada seção.
- c) Os resultados deverão ser apresentados em relatórios nos quais são descritos e registrados os dados de instalação e os gráficos das leituras efetuadas durante o acompanhamento das escavações.

4.5 Transdutor de Deformação

4.5.1 Considerações de Ordem Geral

O transdutor de deformação visa medir as deformações específicas da interação solo/estrutura e, através dos resultados que proporciona, torna possível o cálculo das tensões reais com excelente precisão.

4.5.2 Características


- a) O transdutor de deformação é composto por extensômetros elétricos, de resistência variável, em ponte completa que, colados no interior de um “canetel” de aço ou outro material elástico, sofrem variações em suas características físicas quando submetidas a esforços.
- b) Por se tratar de dispositivo eletromecânico, a leitura de deformação na interação solo/estrutura provém de energização dos extensômetros e esta energização é traduzida numa unidade de leitura digital com alta precisão. Seu nome internacional é *strain gage*.
- c) A empresa fornecedora do aparelho deverá aprovar, junto à fiscalização, a eficiência do mesmo.

4.5.3 INSTALAÇÃO

Após a aplicação da primeira camada de concreto e fixação da primeira tela, fixa-se a ela o transdutor, conforme o projeto

4.5.4 Leitura

- a) A frequência de leituras será determinada conforme especificação de projeto.
- b) As leituras efetuadas deverão ser aprovadas pela fiscalização, a qual deverá verificar a coerência e confiabilidade das mesmas
- c) Os valores obtidos deverão permitir avaliar cargas com precisão de 0,5KN e deformações de centésimos de milímetros.

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: INSTRUMENTOS DE CONTROLE DE OBRAS EM TÚNEL	N° 80-ES-028A-00-8001	FOLHA 9 / 9	REV. 0

4.5.5 Apresentação dos Resultados

Os valores obtidos, acompanhados de sua transformação em carga e deformações, deverão ser diariamente apresentados à fiscalização, em forma de gráfico.

5. MANEJO AMBIENTAL

a) Durante a execução da obra, devem ser preservadas as condições ambientais, com a exigência, entre outros, dos seguintes procedimentos:

- I - o tráfego de máquinas e funcionários deve ser disciplinado de forma a evitar a abertura indiscriminada de caminhos e acessos, pois acarretaria desmatamento desnecessário;
- II - a área afetada pelas operações deve ser recuperada mediante a limpeza do canteiro de obras, devendo ainda ser efetuada sua recomposição ambiental;
- III - durante os trabalhos deve ser evitado o tráfego desnecessário de veículos e equipamentos por terrenos naturais de modo a evitar a sua desfiguração.

b) Além destas, devem ser observadas, no que couber, as disposições das Normas Ambientais da VALEC (NAVAS)

6. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO

Instrumentos e respectiva utilização não são passíveis de medição, uma vez que o seus custos estão incluídos no preço do serviço onde serão usados.