

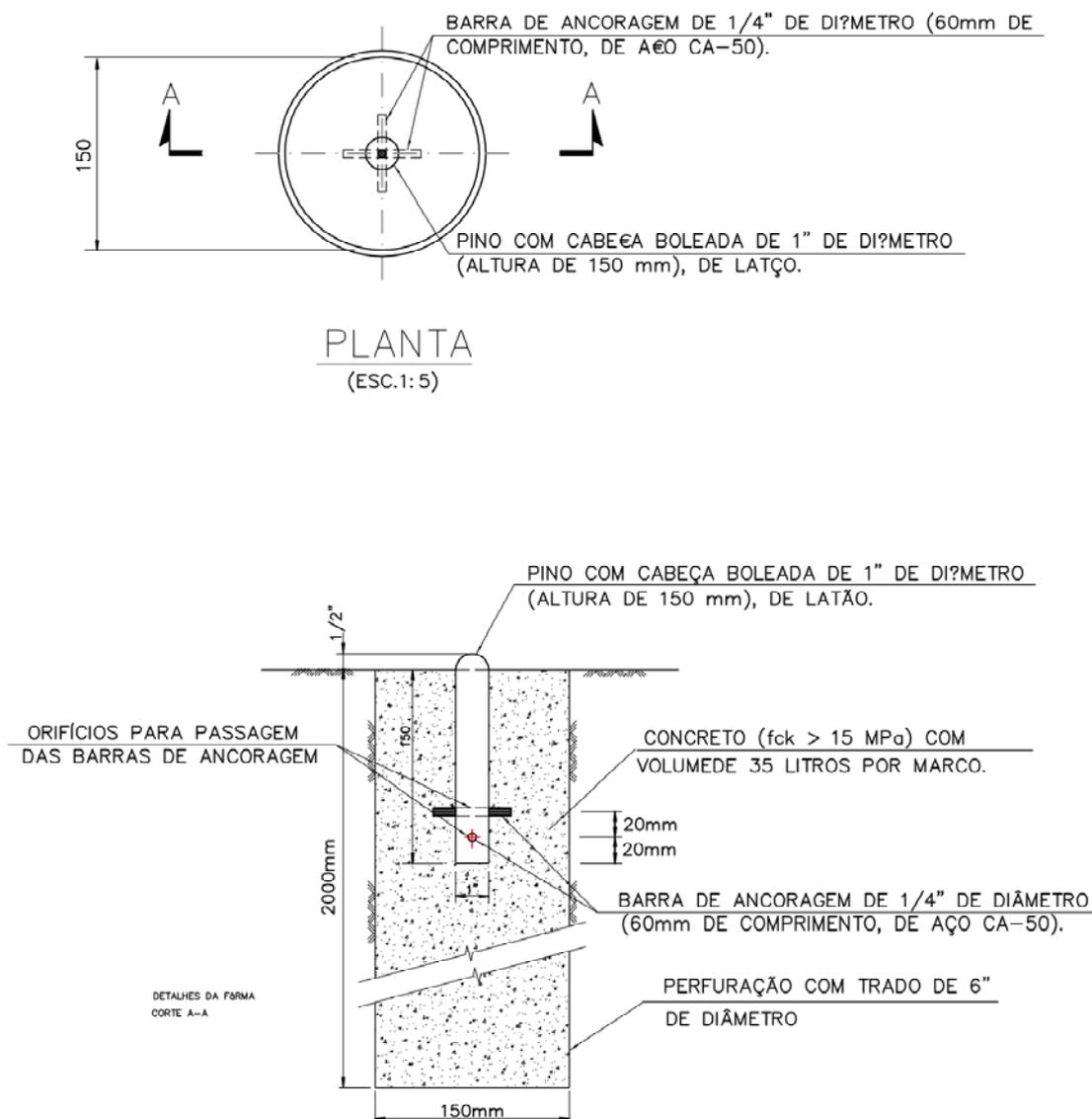
- Gráficos de recalques (em ordenada) versus tempo (em abscissa), conjuntamente com as cotas do aterro a cada leitura;
- Locação esquemática do instrumento em relação ao dique.

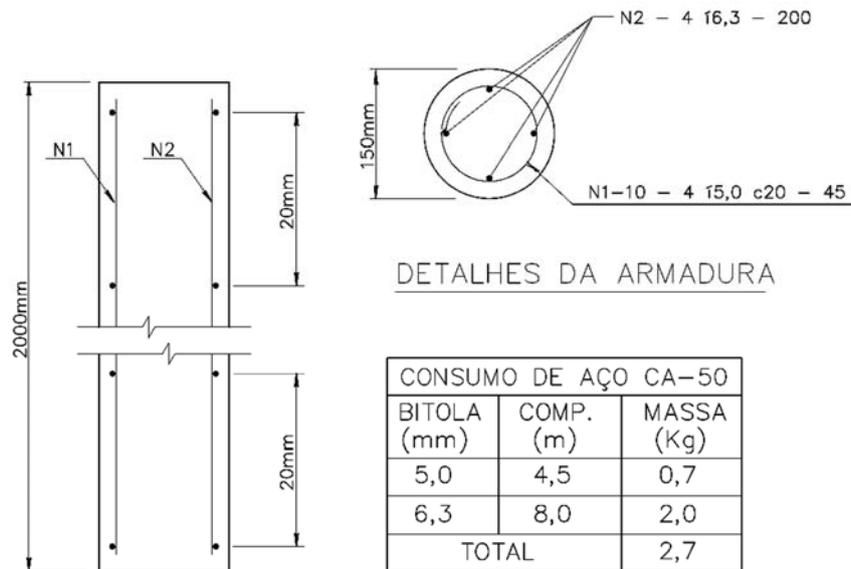
8.7.3 Referência de nível (RN)

As referências de nível profundas serão utilizadas como referência para o nivelamento topográfico dos marcos superficiais, placas de recalque, cota de boca dos piezômetros, medidores de nível d'água e inclinômetros.

Os instrumentos serão instalados em perfurações especialmente executadas para tal fim, nos locais indicados nos desenhos de projeto e com os materiais e as dimensões indicadas na Figura 81.

Figura 81 - Detalhe construtivo das Referências de Nível.





Fonte: Projeto BR 448 (DNIT, 2014)

As referências de nível devem ser instaladas em locais não sujeitos a movimentações ou danos, afastados de qualquer influência da implantação das estruturas, como, por exemplo, protegidos do trânsito de veículos e longe de taludes íngremes. Caso haja interferências não previstas no projeto, estes instrumentos devem ser adequadamente relocados e a nova posição, bem como o motivo da relocação, devidamente registrada no relatório de instalação.

8.7.3.1 Características

Cada referência de nível é composta por uma haste metálica (tubo de ferro galvanizado $\Phi = 1''$), chumbada em solo impenetrável a percussão, conforme indicado na Figura 81. O furo para a instalação deverá ter diâmetro de $\Phi=1''$. A haste será protegida por um revestimento de $\Phi=3''$, instalada defasada da haste de leitura.

8.7.3.2 Procedimentos de instalação

Serão empregados equipamentos adequados para a execução da perfuração ou sondagem, em solo ou em rocha, com diâmetro de $1''$. Os furos deverão ser revestidos em toda a extensão. Poderá ser utilizada bentonita ou similar para estabilização.

A instalação dos instrumentos deverá ser realizada imediatamente após a execução da perfuração. A equipe de instalação deverá estar de posse de todos os materiais, equipamentos, ferramentas e croquis de instalação, antes do início das atividades no campo. O croqui de instalação deverá conter as seguintes informações:

- Profundidades nas quais foram assentadas as hastes;

- Profundidades das bases;
- Volumes de todos os materiais de preenchimento;
- Comprimento das tubulações;
- Perfil da instalação.

As profundidades deverão ser referenciadas sempre ao nível do terreno. As coordenadas e cota da boca do furo deverão ser levantadas após a instalação. Após a colocação do tubo de 1" na posição indicada, deverá ser lançada uma argamassa de modo a preencher cerca de 50cm do furo. A argamassa será composta de areia, cimento e água (relação em volume de 4:2:1).

O preenchimento com argamassa de areia e cimento deverá ser feito através de tubo de PVC rosqueável, posicionado 10 cm acima do fundo do furo. O tubo deverá ser paulatinamente retirado do furo na medida em que o mesmo for sendo preenchido, garantindo-se que a sua extremidade inferior permaneça 0,30m abaixo da superfície da argamassa, até o final desse procedimento.

Duas horas após o lançamento da argamassa, deverá ser lançada areia até 10cm acima do topo da argamassa e, em seguida, posicionado o tubo de revestimento de 3", com a colocação de graxa entre eles. O espaço entre o tubo de revestimento e a parede do furo deverá ser imediatamente preenchido com areia. A areia a ser utilizada poderá ser a areia natural disponível na obra (areia da jazida).

Para fazer as leituras deverá ser colocado, no extremo superior do tubo de leitura, a mesma cabeça de leitura utilizada para obter as leituras das

8.7.3.3 Placas de Recalque.

Identificação A identificação das referências de nível será feita pelas letras RN seguidas de um número constituído de dois algarismos, ou letras indicativas, que as numera de forma sequencial e lógica, conforme indicado nos desenhos de projeto.

8.7.3.4 Aferição da Cota

A cota e coordenadas das referências de nível deverão ser determinadas 24 horas após a instalação, por meio de levantamento topográfico preciso, a partir dos marcos topográficos existentes na obra ou nas suas proximidades.

A cota e coordenadas dos RN's deverão ser aferidas anualmente. As aferições de cota deverão ser feitas com o mesmo equipamento empregado nas leituras dos instrumentos.

8.7.3.5 Relatórios de Instalação

Uma vez completada a instalação das referências de nível, deverá ser emitido um relatório completo sobre a instalação destes instrumentos, o qual deverá apresentar basicamente os seguintes dados:

- Identificação dos instrumentos
- Perfil de instalação com indicação dos vários materiais de preenchimento utilizados e suas cotas de instalação.
- Coordenadas e cota da boca do tubo de medição, incluindo metodologia e marcos de referência utilizados.
- Relato de eventuais problemas surgidos durante a perfuração, serviços de instalação e das alterações procedidas.
- Na medida do possível, fotos documentando a instalação dos instrumentos.

Registro de Aferição

Os registros de aferições realizadas deverão conter:

- Data e hora da aferição.
- Coordenadas e cota medidas.
- Metodologia, equipamento e marcos de referência utilizados.
- Data, hora e valores da aferição anterior.
- Observações de quaisquer interferências que possam ter surgido desde a aferição anterior (danos ao instrumento, etc.).

8.7.4 Piezômetros elétricos (PZE)

Os piezômetros serão utilizados para medir a pressão da água intersticial no interior da fundação de solo mole.

A montagem, calibração, instalação e operação dos piezômetros deverão ser feita por técnicos experimentados neste serviço, visto que o bom funcionamento destes dispositivos dependerá, em grande parte, dos cuidados tomados nesta etapa dos serviços. A instalação dos piezômetros deverá ser precedida de uma programação de

trabalho, efetuada pela equipe de instrumentação da obra, visando reduzir ao mínimo necessário o período de interrupção da praça de trabalho.

A locação dos piezômetros consta dos desenhos de projeto. A Fiscalização poderá modificar a seu critério, os locais para instalação, antes ou durante a execução da obra, visando obter o melhor proveito dos mesmos em função das condições de execução da obra. A posição planialtimétrica de cada piezômetro deverá ser determinada topograficamente, logo após sua instalação, com precisão de milímetro.

8.7.4.1 Características

Os piezômetros deverão ter capacidade de medir pressões até 350 kPa (3,5 kgf./cm²).

A ligação entre os piezômetros e o terminal de leitura será feita através de cabos elétricos, com leitura individual. A medida da pressão será feita a serem medidas. Cada piezômetro deverá ser calibrado pelo fabricante, que fornecerá as constantes de calibração obtidas, relacionando a pressão da água atuando no diafragma com o parâmetro medido com a unidade portátil de medição.

8.7.4.2 Procedimentos de Instalação

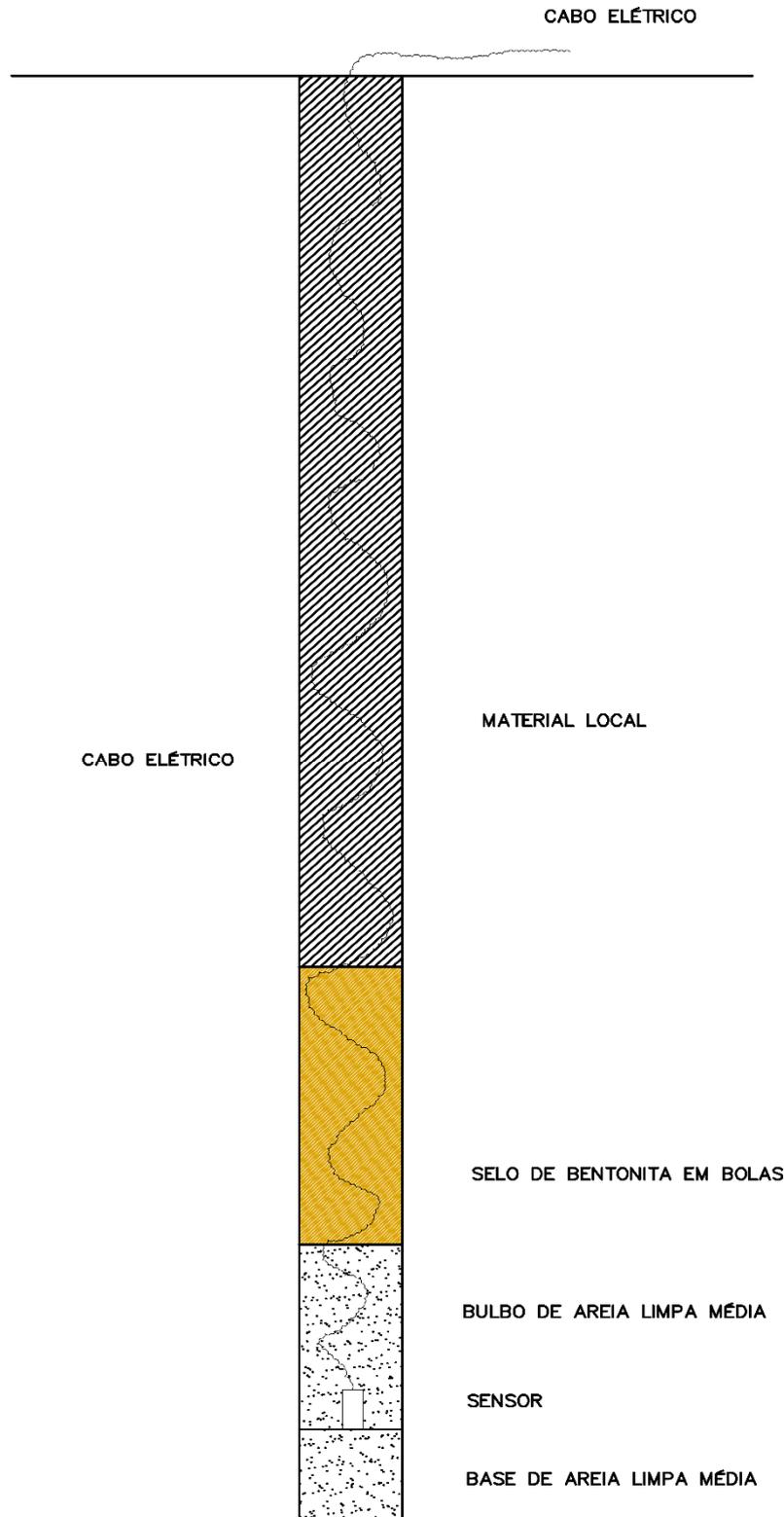
Os piezômetros deverão ser fornecidos com os cabos nos comprimentos definidos, de forma a evitar conexões realizadas na obra que podem comprometer o funcionamento dos instrumentos. Antes da instalação, a pedra porosa deverá ser saturada por imersão em água em ebulição, durante um período mínimo de 15 minutos. Após esse procedimento o piezômetro estará saturado e deverá ser mantido submerso em água limpa até sua instalação.

Deverão ser fixados às extremidades do cabo elétrico identificadores contendo o número do instrumento e o número de série do fabricante, que identifica a calibração.

Ao se iniciarem os serviços de instalação, as áreas a serem instrumentadas deverão ser convenientemente sinalizadas, a fim de impedir o tráfego dos equipamentos de construção sobre a região instrumentada. Estas sinalizações deverão ser facilmente visíveis, se necessário iluminadas durante anoite, e resistentes o suficiente para que se mantenham íntegras durante todo o período de instalação e recobrimento dos instrumentos. Somente serão retiradas quando a circulação de equipamentos sobre a área instrumentada puder ser feita sem oferecer risco de danos aos instrumentos e seus cabos de ligação.

Os piezômetros serão instalados em furos de sondagem abertos especificamente para essa finalidade. Os furos deverão ter diâmetro de 3” e abertos com revestimento até a profundidade de instalação, conforme Figura 82.

Figura 82 - Esquema construtivo dos Piezômetros.



Fonte: Projeto BR 448 (DNIT, 2014)

Concluída a perfuração, o furo deverá ser limpo, por lavagem com água limpa até garantir que não há material solto ou em suspensão. Nesse momento lança-se uma camada de areia filtrante com cerca de 1,50m no furo, aguardando tempo suficiente para a sedimentação do material. A seguir, insere-se o piezômetro procurando manter a centralização em relação ao centro do furo. É importante garantir que o cabo elétrico fique bastante folgado no interior do furo, para acomodar os recalques da fundação.

Posicionado o piezômetro, lança-se areia filtrante em quantidade suficiente para ultrapassar o equipamento em cerca de 0,25m. Após esse procedimento, lança-se cerca de 1,0m de bentonita em bolas e material local até a superfície do terreno. O cabo elétrico deverá ser mantido sempre com bastante folga dentro do furo de sondagem. A partir da superfície do terreno, o cabo deverá ser instalado, também com folga, no interior de uma vala com 0,50m de profundidade até um local onde não haverá atividade construtiva. A vala será reaterrada areia ou material compactado, conforme a posição da instalação.

8.7.4.3 Identificação

A identificação dos piezômetros elétricos será feita pelas letras PZE seguidas de um número constituído de dois algarismos, que os numera sequencialmente ao longo do eixo da rodovia e do aterro em questão, de acordo com os desenhos de projeto.

8.7.4.4 Leituras

As leituras são feitas conectando-se a unidade portátil de leitura à extremidade dos cabos de ligação. Pela operação da unidade de leitura é obtido o valor do parâmetro de medição. A pressão é calculada multiplicando-se este valor pela constante de calibração do piezômetro.

Logo após a instalação, deverão ser feitas leituras para verificação do comportamento do piezômetro. Caso sejam verificadas anomalias nas medições, deverá ser feita uma verificação da integridade do instrumento e das condições de instalação. Estes dados devem constar do relatório de instalação.

Durante a construção da rodovia, deverão ser feitas leituras diárias dos piezômetros. Estas leituras deverão constar dos registros de acompanhamento. Deverão ser anotadas as cotas do aterro, condições climáticas e outros fatores que possam influenciar as medições.

Na fase de sobrecarga e adensamento, deverão ser feitas leituras diárias. Deverão ser anotadas as cotas do aterro na região dos instrumentos, as condições climáticas e outros fatores que possam influenciar as medições.

8.7.4.5 Relatórios de Instalação

Para cada piezômetro instalado deve ser preenchido um relatório de instalação, onde deve constar:

- Identificação do piezômetro;
- Dados de instalação:
- Data de instalação;
- Local de instalação – estaca, distância ao eixo, lado em relação ao eixo;
- Cota de instalação, medida topograficamente;
- Perfil da instalação;
- Comprimento do tubo ou cabo de ligação;
- Identificação da central de leitura ao qual está ligado;
- Referência de projeto.
- Nome do fabricante;
- Número de série do piezômetro atribuído pelo fabricante;
- Pressão máxima do piezômetro;
- Parâmetros de calibração: constante calibração obtida em laboratório;
- Leitura inicial, data e hora, obtida logo após a ligação dos cabos de ligação à central de leituras
- Observações – onde devem ser citadas eventuais emendas ou reparos executados nos cabos de ligação e outras informações consideradas úteis pelo pessoal de instalação ou pela Fiscalização;
- Identificação da equipe de instalação.

Registros de Acompanhamento

Durante as fases de construção, sobrecarga e adensamento, serão elaborados registros de acompanhamento de leituras, onde deverão constar:

- Identificação dos piezômetros;
- Identificação do terminal de leitura;
- Data e hora das leituras;
- Resultado das leituras;
- Cota do aterro no local de instalação dos instrumentos;
- Identificação do aparelho de leitura utilizado;
- Observações quanto a eventuais problemas ocorridos durante a operação que, de algum modo, possam repercutir nos resultados, condições atmosféricas, etc.

8.7.4.6 Relatórios de Leitura

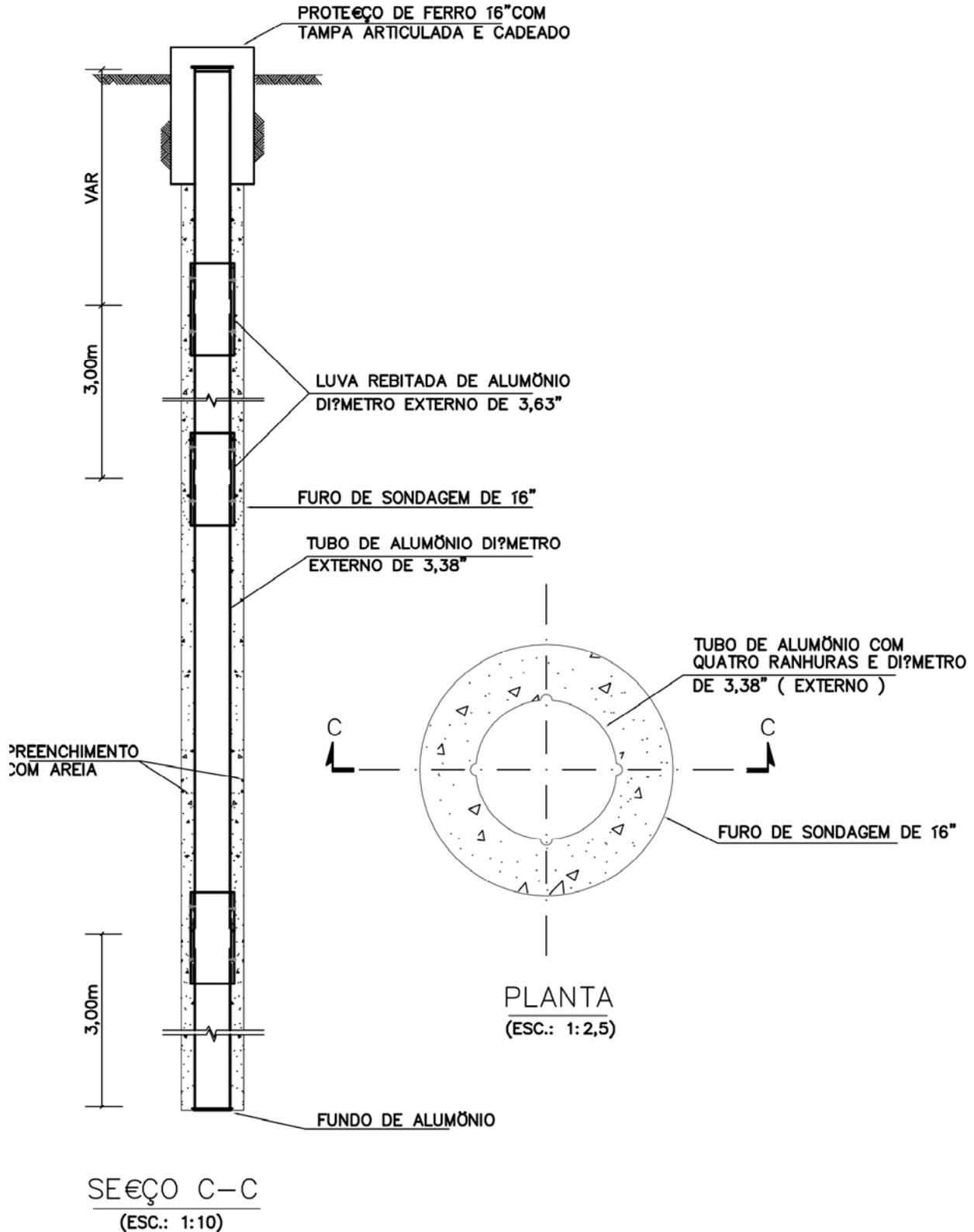
Os relatórios de leitura deverão conter as seguintes informações:

- Cópias dos registros de acompanhamento dos piezômetros elétricos.
- Gráficos de níveis d'água em (ordenada) versus tempo (em abscissa), conjuntamente com as cotas do aterro.
- Locação esquemática do instrumento em relação ao eixo da rodovia.
- Perfil de instalação com indicação das cotas dos vários materiais de preenchimento utilizados na instalação do instrumento.
- Um breve sumário dos eventos que possam fornecer subsídios para melhor interpretação dos dados, tais como: mau funcionamento do instrumento, problemas observados, cota do aterro no momento da leitura, etc.

8.7.5 Inclinômetros(SI)

A inclinometria consiste em um método que possibilita medir deslocamentos em maciço de solo através de um sensor inserido em um tubo instalado no interior do maciço, conforme Figura 83.

Figura 83 - Detalhe construtivo dos inclinômetros.



Fonte: Projeto BR 448 (DNIT, 2014)

Descrição das atividades e/ou serviços