

MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS

LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

PLANO DE OBSERVAÇÃO DA BARRAGEM DO MIRA

Lisboa, Março de 1965



MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

SERVIÇO DE GEOTECNIA
DIVISÃO DE FUNDAÇÕES

Proc. 53/1/2494

PLANO DE OBSERVAÇÃO DA BARRAGEM DO MIRA

Relatório

Lisboa, Março de 1965

Copyright © LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL, I. P.
AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA
e-mail: lnec@lnec.pt
www.lnec.pt

Digitalizado no Setor de Divulgação Científica e Técnica do LNEC

2022

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - GRANDEZAS A MEDIR	1
2.1 - Pressões neutras	1
2.2 - Linha de saturação	1
2.3 - Deslocamentos	2
2.3.1 - Deslocamentos de pontos superficiais	2
2.3.2 - Deslocamentos verticais internos	2
3 - DISTRIBUIÇÃO DA APARELHAGEM	2
4 - DESCRIÇÃO E INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO, REGISTO DE VALORES OBSERVADOS	3
4.1 - Marcas superficiais	4
4.1.1 - Descrição	4
4.1.2 - Colocação	4
4.1.3 - Frequência de observações	5
4.1.4 - Registo de observações	5
4.2 - Dispositivo para medição de deslocamentos verticais internos ...	5
4.2.1 - Descrição	5
4.2.2 - Localização duma bateria	7
4.2.3 - Equipamento de medida	7
4.2.4 - Frequência de observações	8

4.2.5 - Determinação das cotas iniciais	8
4.2.6 - Instalação duma bateria	8
4.3 - Piezômetros de ponta aberta	9
4.3.1 - Descrição	9
4.3.2 - Instalação do piezômetro	9
4.3.3 - Determinação do nível da água no tubo piezométrico	10
4.3.4 - Frequência de observações	10
4.3.5 - Registo de observações	10
4.4 - Células tipo Maihak para determinações de pressões neutras	10
4.4.1 - Descrição	10
4.4.2 - Precauções a ter com a célula durante o transporte	11
4.4.3 - Trabalho preparatório no local de instalação	11
4.4.4 - Montagem da célula	13
4.4.5 - Instalação da célula	14
4.4.6 - Instalação do cabo	14
4.4.7 - Frequência de observações	16
4.4.8 - Registo de observações	16
5 - QUADROS COM AS COORDENADAS DOS LOCAIS ONDE SE PREVÊ A COLOCAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO	16

ÍNDICE DE FIGURAS

- Fig. 1 - Planta de localização dos dispositivos de observação.
- " 2 - Perfil com a localização de dispositivos de observação.
- " 3 - Idem.
- " 4 - Idem.
- " 5 - Marca superficial.
- " 6 - Esquema duma bateria para leitura de movimentos verticais internos.
- " 7 - Instalação duma bateria para medição de deslocamentos verticais internos.
- " 8 - Idem.
- " 9 - Idem.
- " 10 - Idem.
- " 11 - Ponta para piezómetro aberto.
- " 12 - Dispositivo para determinação da cota de elevação da água no tubo piezométrico.
- " 13 - Esquema dum dispositivo para medição da cota do nível da água, num piezómetro.
- " 14 - Pormenor da ligação da célula Maihak ao cabo de transmissão.
- " 15 - Célula Maihak.
- " 16 - Instalação duma célula medidora de pressões neutras.

PLANO DE OBSERVAÇÃO DA BARRAGEM DO MIRA

1 - INTRODUÇÃO

Neste plano indicam-se as grandezas cujo valor se considera fundamental conhecer para realizar a observação da barragem do Mira, mostra-se a disposição adoptada para os aparelhos necessários à sua obtenção bem como a descrição desses mesmos aparelhos. Focam-se também algumas precauções que a sua instalação implica.

2 - GRANDEZAS A MEDIR

Para que se possa ajuizar das condições de segurança da obra, bem como estabelecer uma relação, sempre proveitosa, entre as conclusões teóricas e o comportamento real, programou-se a observação do maciço terroso da barragem do Mira determinando como grandezas a medir, quer na fase de construção quer na fase definitiva, as seguintes: pressões neutras, linha de saturação e deslocamentos.

2.1 - Pressões neutras

Em dados pontos do aterro serão colocados, para avaliação das pressões neutras neles instaladas, células medidoras dessa grandeza. Tais células devem introduzir uma perturbação mínima no campo de tensões da fase líquida razão porque se escolheram células do tipo MAIHAK que funcionam praticamente sem fluxo. Projectou-se a colocação de oito células medidoras de pressões neutras.

2.2 - Linha de saturação

A situação da referida linha ao longo de vários perfis transversais

da obra, é dum grande interesse, pois nos fornece elementos sobre as condições de percolação e a oportunidade de comparar os resultados com as previsões que tenham sido feitas.

As linhas de saturação, dependentes das condições de enchimento da albufeira, podem ser determinadas com bastante aproximação dispendo duma série de piezómetros ao longo de diversos perfis transversais. No caso presente prevê-se a instalação de oito piezómetros tipo aberto.

2.3 - Deslocamentos

Para conhecimento do comportamento do maciço há dois tipos de deslocamentos que apresentam elevado interesse.

2.3.1 - Deslocamentos de pontos superficiais

Com o objectivo de determinar estes deslocamentos será instalada na superfície do aterro uma rede de marcas. Quando medidos na vertical os deslocamentos correspondem ao deslocamento somatório de todos os assentamentos que se verificam na prumada da marca a que se referem.

2.3.2 - Deslocamentos verticais internos

Vão ser colocadas três baterias para medição destes deslocamentos; situar-se-ão em zonas onde a distribuição de pressões neutras seja conhecida, por forma a relacionar os deslocamentos diferenciais com as pressões neutras instaladas na sua vizinhança. Também permitirão localizar no interior do aterro zonas preferenciais de assentamentos verticais.

3 - DISTRIBUIÇÃO DA APARELHAGEM

A distribuição da aparelhagem teve em vista recolher dados que permitissem uma visão, o mais global possível, do comportamento da obra.

A convicção de que uma auscultação do maciço na sua zona central per

mitiria resolver satisfatòriamente o problema atrás mencionado, levou a que se projectasse uma distribuição da aparelhagem por três perfis transversais situados nessa mesma zona central. Tendo presente a economia que advém deste procedimento, acrescenta-se que tal convicção se baseia não só no facto de se observar a zona mais "sensível" do maciço terroso, mas também no de os resultados recolhidos virem a ser os que se prestem melhor a uma interpretação válida. Acrescente-se que pelas razões anteriores se escolheu dos três perfis o intermédio para uma maior concentração de dispositivos de medida; e que, naturalmente, na localização das marcas houve uma orientação diferente pelo que estas se dispõem ao longo de sete perfis transversais.

Apresenta-se nas figs. nºs 1, 2, 3 e 4 a localização da aparelhagem quer em planta quer em perfis transversais. Segue-se um quadro com o número e tipo de aparelhos a instalar e perfis em que se situam.

DISPOSITIVO	P8	P11	P13	P15B	P18	P20	P22	Total
Células Maihak	-	-	-	8	-	-	-	8
Piezómetros	-	2	-	4	-	2	-	8
Marcas superficiais	-	-	-	3	-	-	-	3
Baterias Deslocamentos verticais	2	2	3	3	3	3	3	19
PERFIS								

4 - DESCRIÇÃO E INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO. REGISTO DE VALORES OBSERVADOS

Segue-se uma descrição dos aparelhos escolhidos e seu funcionamento bem como os cuidados a ter na sua instalação. Dão-se indicações sobre a frequência de observações, registo e quadros para o efectuar.

4.1 - Marcas superficiais

4.1.1 - Descrição

As marcas superficiais distribuem-se segundo alinhamentos paralelos e perpendiculares ao eixo transversal da barragem. As marcas são constituídas por barras de aço com 1,5 m de comprimento e 3/4" de diâmetro, introduzidas verticalmente no ponto da superfície da barragem de que se pretende conhecer o movimento. Logo que possível, deve ainda em fase de construção proceder-se a colocação de marcas que referenciarão as determinações de assentamentos durante este período de vida da obra. As marcas correspondentes a pontos de leitura situados no coroamento, serão colocadas exteriormente às guardas da estrada de molde a reduzir influências nas grandezas a medir por parte do tráfego rodoviário, bem como evitar uma possível deterioração.

Serão estabelecidas nas margens pontos fixos onde se apoiarão as medições, cuja precisão permita fazer leituras da ordem dos 0,003 m. Quando se suspeite que os pontos fixos possam deixar de o ser por efeito da construção da obra, é conveniente referenciá-los a outros pontos distanciados da zona de trabalhos de tal forma que se possa garantir a sua fixidez.

Por outro lado, caso as marcas instaladas em fase de construção indiquem grandes assentamentos, será de muito interesse a colocação nesse período de marcas provisórias, para que o número de dados se revele bastante elucidativo sobre qualquer medida que haja a tomar.

4.1.2 - Colocação

Na instalação destas marcas começa-se por introduzir verticalmente nos pontos escolhidos uma barra metálica. Depois de enterrada escava-se um buraco com cerca de 0,4 m de diâmetro por 0,4 m de profundidade em redor dela e enche-se com betão magro. Se a colocação da marca for feita

numa zona de pedras antes de fechar o buraco com betão magro, coloca-se uma calda de cimento que garantirá a solidariedade da barra. As pontas das barras devem sobressair cerca de 0,04 m em relação ao nível da zona enchida com o betão. Na fig. 5 apresenta-se um esquema relativo à fase de colocação duma marca superficial.

Os pontos onde se instalam as marcas, devem ser quanto possível os indicados na malha, mas admite-se que haja certos desvios no máximo de 1 metro no plano horizontal.

4.1.3 - Frequência de observações

Sempre que uma marca seja instalada deve fazer-se uma referenciação completa. Durante a construção far-se-ão determinações mensais dos deslocamentos verticais. O mesmo no caso de paragem das obras. Pronta a obra, far-se-ão durante o primeiro ano de funcionamento leituras correspondentes ao período de máximo e mínimo represamento.

4.1.4 - Registo de observações

Logo após a instalação de cada marca as leituras das coordenadas devem ser registadas com uma precisão da ordem dos 0,003 m. Será elaborado um registo geral onde se indicará a localização de todas as marcas, as datas em que foram colocadas e as suas cotas iniciais. Nesta barragem proceder-se-á unicamente à determinação de movimentos verticais fazendo apenas observações de deflexão se, no futuro, tal se vier a mostrar necessário.

Em impressos do tipo que se apresenta far-se-á o registo das leituras efectuadas ao longo do tempo.

4.2 - Dispositivo para medição de deslocamentos verticais internos

4.2.1 - Descrição

O dispositivo é constituído por séries telescópicas de tubos com

1/2" e 2" de diâmetro e em que a série de maior diâmetro é impedida de movimentos relativamente ao terreno do aterro por travessas horizontais. O dispositivo é assim constituído pelos seguintes elementos principais: secção da base, cruzetas, secções intermédias e secção final. As partes metálicas permanentemente enterradas devem ser pintadas com uma tinta que diminua o efeito corrosivo a que vão estar expostas.

Seguem-se alguns detalhes dos principais elementos.

a) - Secção da base - Consiste num tubo de aço de 2" de diâmetro que desce 1,5 m abaixo da parte média da travessa colocada na zona da linha de escavação. Na extremidade inferior o tubo leva um tampão em aço. A secção da base fixa o sistema à fundação pelo que se deve colocar uma calda de cimento entre o tubo e as paredes da cavidade aberta para a sua instala-
ção.

b) - Cruzeta - É constituída por um tubo de aço de 1/2" de diâmetro, de 1,50 m de comprimento ao qual é fixada, na parte média e perpendicularmente, um perfilado [8 ($8,64 \text{ kg.m}^{-1}$) de 0,6 m de comprimento. A cruzeta fixa a coluna telescópica ao aterro.

c) - Secção intermédia - Constituída por tubos de aço de 2" de diâmetro (que adaptados perfaçam um comprimento de 9,20 m) e que fazem a ligação entre cruzetas, penetrando 0,35 m nos tubos de 1/2" destas últimas.

d) - Secção final - Esta peça, formada por um tubo de aço de 2" de diâmetro de comprimento variável, que prolonga a coluna de tubos até à superfície do aterro.

É fechada por um tampão metálico. O dispositivo de leituras é adaptado à boca do tubo quando da efectivação de medidas. Quando a instalação está completa a secção final deve ser envolvida em betão a fim de reduzir qualquer possibilidade de translacção. A cota da boca do tubo à data da sua colocação deve ser determinada com uma precisão da ordem dos 0,005. Na fig. 6 apresenta-se um esquema duma bateria para medição de deslocamentos

verticais internos.

4.2.2 - Localização duma bateria

Antes da instalação do equipamento, marcas para referenciação com carácter permanente devem ser colocadas nos encontros da barragem. As marcas devem ser visíveis e acessíveis em qualquer fase da construção do aterro. Das marcas de controle de encontros opostos, determinar-se-ão alinhamentos que pela sua intersecção e duma maneira expedita definam o centro da instalação. Esta necessidade advém do facto de o aterro cobrir toda a aparelhagem sempre que novo elemento da bateria é colocado.

4.2.3 - Equipamento de medida

O equipamento necessário para obter leituras de assentamentos é constituído por um "torpedo", uma extensão a adaptar ao tubo da secção final, uma fita metálica graduada, um carreto onde se enrola a fita e uma tampa metálica que se adapta à tampa da extensão e que serve de guia à fita e evita a sua torsão. As cotas de nível dos pontos de leitura das baterias são determinadas baixando o torpedo preso na extremidade da fita metálica e com as alhetas saídas. Estas engatam sucessivamente nas zonas mais fundas dos tubos de aço de 1 1/2" (pontos de medida em cada cruzeta). Cada vez que tal sucede procede-se a uma leitura na escala da fita. Quando o "torpedo" toca no fundo, as alhetas passam a ficar permanentemente recolhidas e o torpedo pode ser retirado.

As distâncias verticais da boca do tubo aos diferentes pontos de medida são assim determinadas. As cotas actuais desses pontos são então calculadas a partir do valor estabelecido para a cota à boca do tubo e as distâncias verticais medidas. Então, subtraindo as cotas actuais ao longo da bateria, das cotas originalmente estabelecidas, obtém-se os respectivos deslocamentos verticais. Apresenta-se um quadro para preenchimento e ob -

tenção destes dados bem como das variações de distâncias entre os pontos de medida que são iguais à diferença entre cotas dos sucessivos pontos de medida da cruzeta quando uma delas é colocada. Uma vez colocado todo o equipamento, as cotas iniciais das cruzetas e as distâncias iniciais entre elas são valores fixos e aparecem como constantes em observações ulteriores.

Previendo a hipótese de se partir a fita metálica e consequente perda do "torpedo" deve-se prendê-lo com um fio resistente o qual permitiria a sua recuperação.

4.2.4 - Frequência de observações

Efectuar leituras em toda a instalação sempre que uma nova cruzeta é instalada.

Se acaso a construção do aterro for suspensa devem efectuar-se leituras mensais. No primeiro ano de entrada em funcionamento devem fazer-se essas determinações correspondentes aos estados de máximo e mínimo represamento da albufeira.

4.2.5 - Determinação das cotas iniciais

A cota inicial de cada cruzeta é determinada por intermédio dum nivelamento com referência a marcas localizadas em zonas afastadas da barragem.

4.2.6 - Instalação dum bateria

Cada secção de tubo deve ser colocada verticalmente. Qualquer operação com equipamento pesado deve ser impedida na vizinhança imediata das instalações quando uma secção da bateria estiver já colocada.

Se, por qualquer razão, a superfície do aterro tiver de ser actuada antes de se acabar a samblagem de uma unidade, a instalação deve ser referencia

da com uma marca ou bandeirola de modo a não ser avariada ou deslocada pelo equipamento de movimentação e compactação de terras.

Com as figs. 7, 8, 9 e 10 apresenta-se um esquema a seguir na montagem duma bateria em todas as suas fases. Notar que quando se coloca uma travessa esta deve ficar rodada horizontalmente de 90° em relação à anterior, admitindo sempre o mesmo sentido de rotação.

4.3 - Piezômetros de ponta aberta

4.3.1 - Descrição

Os piezômetros a serem instalados são constituídos por uma ponta do tipo indicado na fig. 11 e por um tubo em plástico que ficará ligado a essa mesma ponta. O tubo será disposto verticalmente a partir da zona de instalação da ponta porosa até à superfície. Nesta extremidade deverá ser adaptado um tampão.

4.3.2 - Instalação do piezómetro

No local escolhido, abre-se uma cavidade em cerca de 30 cm de altura por 30 cm de profundidade. Deita-se uma camada de areia saturada no fundo da cova. Depois coloca-se a ponta de latão com a placa porosa. A placa deve ser metida em água a ferver durante algum tempo a fim de que se sature ou fique o mais desareado possível. Só então é adaptada à ponta de latão e colocada na cova. Junta-se mais areia saturada fina e finalmente com finos do terreno da barragem acaba-se o enchimento da cavidade.

Devem determinar-se as coordenadas que definam a localização do dispositivo. O tubo de plástico, à medida que o aterro se for elevando, será retirado dum tambor e alinhado de maneira a ser colocado verticalmente.

4.3.3 - Determinação do nível da água no tubo piezométrico

O dispositivo representado na fig. 12 adaptado a um fio eléctrico iso lado introduz-se no tubo piezométrico. O dispositivo está intercala do num circuito como esquemáticamente se mostra na fig.13 Ao ser atingida a água o circuito fecha-se e o conhecimento do comprimento do fio eléctrico introduzido fornece a medida desejada.

4.3.4 - Frequência de observações

Durante o primeiro enchimento da albufeira far-se-ão leituras mensais que passarão a trimestrais após o máximo nível atingido.

4.3.5 - Registo de observações

Todos os valores, correspondentes a determinações nos piezómetros instalados, serão registadas num impresso análogo ao que se apresenta.

4.4 - Células tipo Maihak para determinações de pressões neutras

4.4.1 - Descrição

Pretende-se a instalação de células tipo Maihak a que corresponde a designação MDS 75. O campo de medida será de 10 atmosferas. Estas células tem um diâmetro de 4 cm e um comprimento de 21 cm. As células ficam ligadas à central por intermédio dum cabo eléctrico revestido. A medição das pressões neutras é realizada através duma caixa de recepção situada na central. Essa caixa engloba a corda vibrante que serve de padrão, o transmissor de impulsos e um tubo de raios catódicos - osciloscópio - para obtenção visual das características de vibração. Esta caixa de recepção é a que corresponde à designação MDS3 da casa Maihak. Assim, transmitindo da central um impulso à corda vibrante da célula instalada, esta vibra com uma frequência própria do seu estado de tensão (estado de tensão esse que

é função, naturalmente, da pressão neutra actuante no diafragma). Essa vibração característica é recebida na central e, operando sobre a corda padrão da caixa receptora procura-se as condições de unísono as quais são obtidas visualmente no écran do osciloscópio através de figuras de interferência correspondentes à sobreposição das duas vibrações. Baseados nos elementos resultantes duma calibração prévia da corda padrão determinam-se as tensões neutras.

4.4.2 - Precauções a ter com a célula durante o transporte

Para proteger o diafragma coloca-se um tampão em substituição da placa porosa e a caixa de ligação do cabo transmissor é fechada com um disco de cartão para evitar a entrada de detritos. O cabo que irá fazer a ligação célula-caixa de recepção é transportado em separado e só no local definitivo é ligado aos restantes dispositivos.

4.4.3 - Trabalho preparatório no local de instalação

A partir do projecto determina-se o local onde vai ser instalado a célula bem como o comprimento de cabo necessário, para fazer a ligação com a central. Antes de ligar o cabo definitivamente, ligar cada uma das células à caixa de recepção para determinar se o transporte para o local afectou os dispositivos e registar-se a corda vibrante da célula é excitada e entra em vibração amortecida quando é premido o botão adequado da caixa de recepção.

A ligação do cabo (2) à célula (1) não deve ser feita no próprio local de instalação da célula mas sim num recinto coberto para que não fiquem poeiras na zona de ligação.

O comprimento de cabo necessário deve ser então desenrolado do tambor, cortado, sendo-lhe preparados os terminais.

Antes de ligar o cabo (2) com os fios (3,4) da célula, os elementos

das juntas roscadas das caixas de ligação (6-11) são retirados (fig.14) ficando dispostas no cabo pela seguinte ordem:

Junta roscada (6), anel de pressão de bronze (7), anel estanque de borracha (8), anilha de bronze (9), anel estanque de borracha (10) e anel de pressão de bronze (11).

Ter a seguinte precaução ao retirar os anéis de pressão (7 e 11) para o cabo (2): as superfícies cônicas de trabalho destes anéis devem estar voltadas respectivamente para os anéis estanques de borracha (8) e (10). (Ver fig.14).

Os anéis de pressão de bronze devem deslizar facilmente, mas sem folga, sobre o cabo. Quer dizer, a diferença entre o diâmetro interior dos anéis (7 e 11) e o diâmetro exterior do cabo não deve exceder (0,2 mm). Caso tal aconteça os anéis devem ser rectificadados ou substituídos.

Devem observar-se rigorosamente estas instruções que asseguram a necessária estanquidade na zona de introdução do cabo na célula e que é tão mais importante quanto maior se prevê o valor da pressão neutra na zona considerada. Uma introdução folgada do cabo pode permitir a entrada de água no dispositivo e colocá-lo assim fora de serviço.

A ligação dos terminais (12 e 13) do cabo (2) com os dois condutores da célula (3 e 4) deve efectuar-se por soldagem.

As ligações soldadas devem ser cuidadosamente isoladas (14) para não haver curto-circuitagem.

Devem ser ligados:

O fio azul (-) da célula com o terminal isolado com borracha branca de cabo. O fio vermelho (+) da célula com o terminal isolado com borracha preta, do cabo.

Após isolar os pontos de ligação, o cabo (2) é introduzido na zona de ligação (15) de tal maneira que sobressaia do anel de pressão de bronze (11) dum comprimento igual a uma polegada após a inserção de todos os ele

mentos na caixa de ligação. Depois a junta roscada (6) é firmemente apertada pois a introdução do cabo na caixa de ligação tem de realizar-se dum maneira absolutamente estanque (fig. 15).

Ligado o cabo à célula deve o dispositivo, ao ser transportado, manejarse com precaução a fim de que trabalhe convenientemente.

A concluir estas operações deve ser verificado o sistema transmissor do impulso da caixa de recepção.

A resistência entre os dois terminais do cabo deve ser da ordem dos 500 ohms.

Então a célula é mais uma vez ligada provisoriamente à caixa de recepção com a finalidade de verificar novamente a corda vibrante.

Depois de ligar o cabo à célula deve ser referenciado na outra extremidade atando-lhe uma marca metálica ou melhor ainda gravando-lhe em relevo números ou marcas de tal maneira que essas características identifiquem a célula a que está ligada a outra extremidade.

Esta marcação do cabo é muito importante pois que após a instalação das células só a extremidade livre do cabo nos fornecerá elementos que nos permitam distingui-las.

4.4.4 - Montagem da célula

O filtro da célula, quer dizer, a placa porosa, é-lhe adaptada imediatamente antes da instalação, depois de fervida em água para ser saturada. O anel de fixação da placa deve ser enroscado com o maior cuidado e lentamente de modo que a célula não registre qualquer pressão no diafragma. Ligando a célula à caixa de recepção poder-se-á verificar se tal condição se mantém.

Assim teremos: Primeiramente a tampa que protege o diafragma deve ser desatarrachada. Esta operação deve efectuar-se num local em que não exista poeira pois que qualquer matéria estranha poderá aderir ao diafragma de

pois de retirada a junta protectora e antes de roscar o filtro.

O espaço entre o filtro e o diafragma deve ser cheio com água sem bolhas de ar.

Após este trabalho preparatório a célula está pronta a ser instalada.

4.4.5 - Instalação da célula

Para instalação da célula deve fazer-se no aterro um furo com cerca de 30 cm de diâmetro x 20 cm de altura. No fundo da cavidade é colocada uma camada de 2 cm de espessura de areia saturada. A célula é colocada então como se mostra na fig. 16 e o buraco é acabado de encher com finos do terreno da barragem compactados manualmente. Os cabos que fazem a ligação célula à caixa de recepção MDS 3 devem ser implantados no plano de nível correspondente à cota da célula e, paralelamente à direcção longitudinal, no sentido do encontro mais próximo. Atingido o encontro deve o cabo ser implantado neste até uma altura superior ao máximo nível atingido pela água. Todas as instruções que a seguir se indicam para a instalação do cabo durante o seu trajecto no maciço terroso se tornam extensivas aos trabalhos de instalação do mesmo cabo quando entra na zona do terreno natural do encontro.

4.4.6 - Instalação do cabo

O cabo deve ser envolvido pelo terreno em toda a sua extensão.

Tanto durante a fase de construção como durante a fase definitiva a caixa de recepção MDS 3 só será ligada aos terminais dos cabos condutores por ocasião de leituras.

As instruções seguintes devem ser rigorosamente observadas durante a instalação do cabo.

- 1) O trajecto do cabo deve com antecedência ser definido num projecto.

- 2) O cabo nunca deve permanecer desprotegido na zona de trabalho. Devem ser evitadas avarias causadas pela maquinaria de construção.
- 3) Quando o aterro tiver alcançado a cota necessária (cota do plano de medida) e depois da compactação, deve proceder-se à abertura de roços para a instalação do cabo em aterro compactado.
- 4) Os roços devem ter uma profundidade máxima de 0,5 m.
- 5) Do fundo do roço devem ser retiradas todas as pedras que tenham formas aguçadas.
- 6) Colocar em seguida uma camada de finos do solo da barragem bem graduados e compactados.
- 7) Colocar o cabo manualmente no roço. Dispor o cabo numa linha ligeiramente sinuosa no leito anteriormente preparado.
- 8) Cobrir, com finos das terras da barragem bem graduados, dum altura de 30 cm, com cuidado e sem usar qualquer dispositivo mecânico. Esta camada de cobertura deve ser compactada manualmente com um maço. Deve haver o cuidado do cabo se encontrar rodeado por um enchimento sem qualquer espécie de espaços vazios.
- 9) O restante da escavação pode ser cheio com as terras normais (retirar apenas elementos demasiado grossos ou de forma aguçada) e compactado. Admite-se neste caso a utilização dum sapo-mecânico de 500 kg.
- 10) As valas podem ser cheias com as terras do aterro normalmente humedificadas mas não se deve empregar terras encharcadas.
- 11) Deve assinalar-se o local de implantação do cabo. Com o prosseguimento do aterro deve evitar-se tanto quanto possível o emprego de equipamento pesado de compactação na zona referida enquanto a cobertura não tiver atingido 1 m.

Todas estas instruções devem ser observadas com rigor. Negligência num só ponto pode ser o motivo de avaria no cabo transmissor.

4.4.7 - Frequência de observações

Durante a base de construção pretendem-se determinações quinzenais. No caso de interrupção dos trabalhos o período de intervalo entre duas leituras seria de um mês. Durante o primeiro ano de funcionamento trimestralmente e, obrigatoriamente, por ocasião do máximo e do mínimo represamento da albufeira.

4.4.8 - Registo de observações

Todos os valores, correspondentes a determinações nas oito células instaladas, serão registados num impresso análogo ao que se apresenta.

5 - QUADROS COM AS COORDENADAS DOS LOCAIS ONDE SE PREVÊ A COLOCAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO

Apresenta-se no Quadro I referência de todos os dispositivos a instalar bem como as coordenadas dos locais onde se prevê que essa instalação se venha a verificar.

Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em Março de 1965.



J. Folque

Eng^o Chefe da Divisão de Fundações

Visto

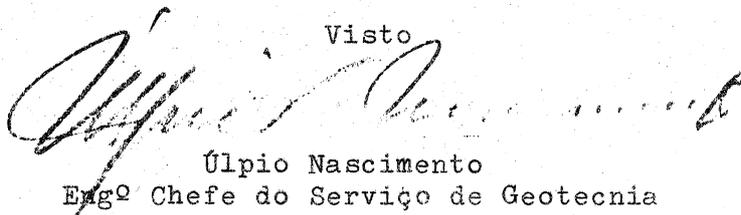
Eng^o Director Interino

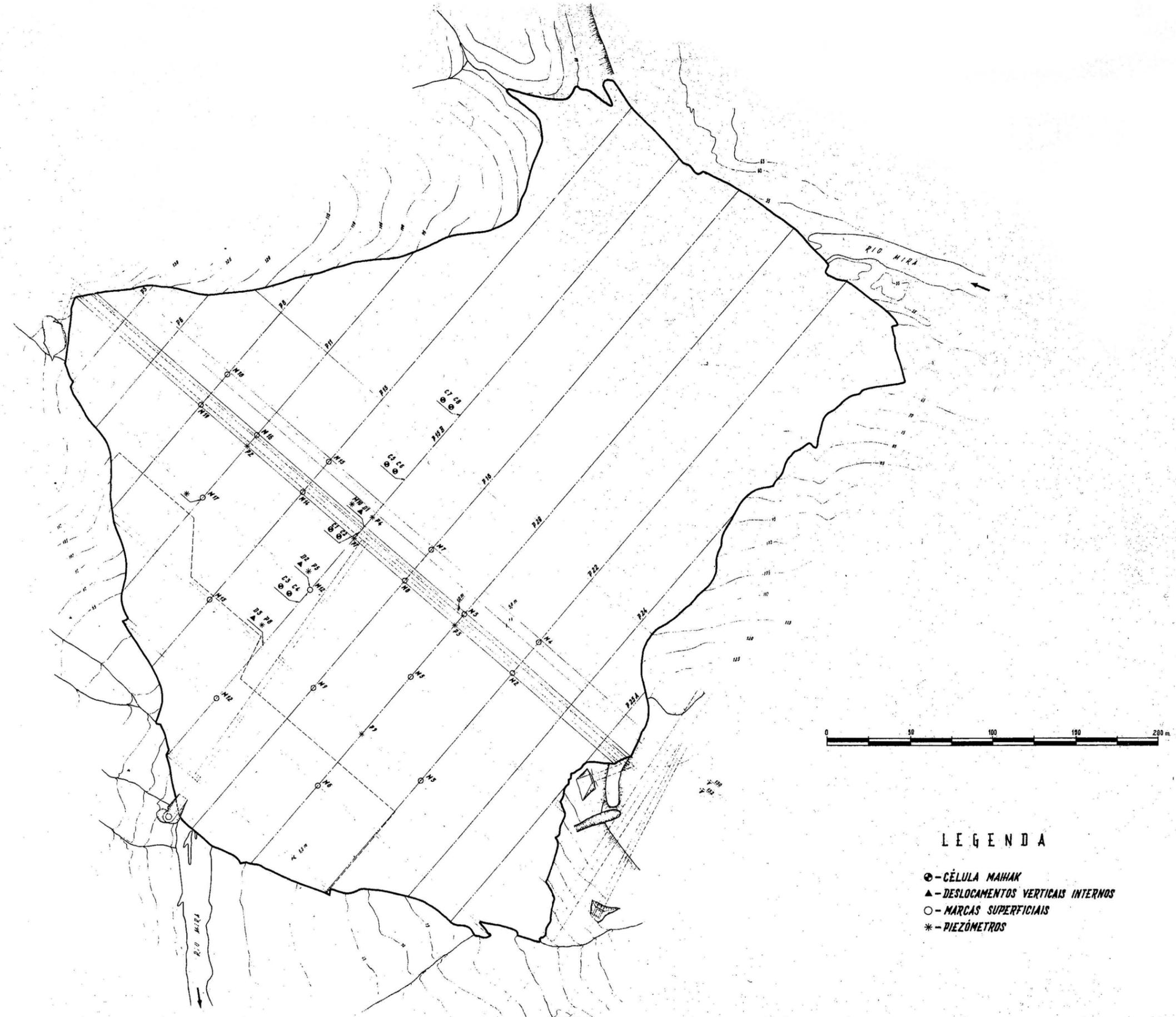
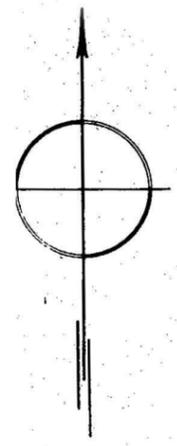

Manuel Rocha


E. Maranha das Neves
Eng^o Estagiário p. Especialista

Visto

JF/EN/LMR

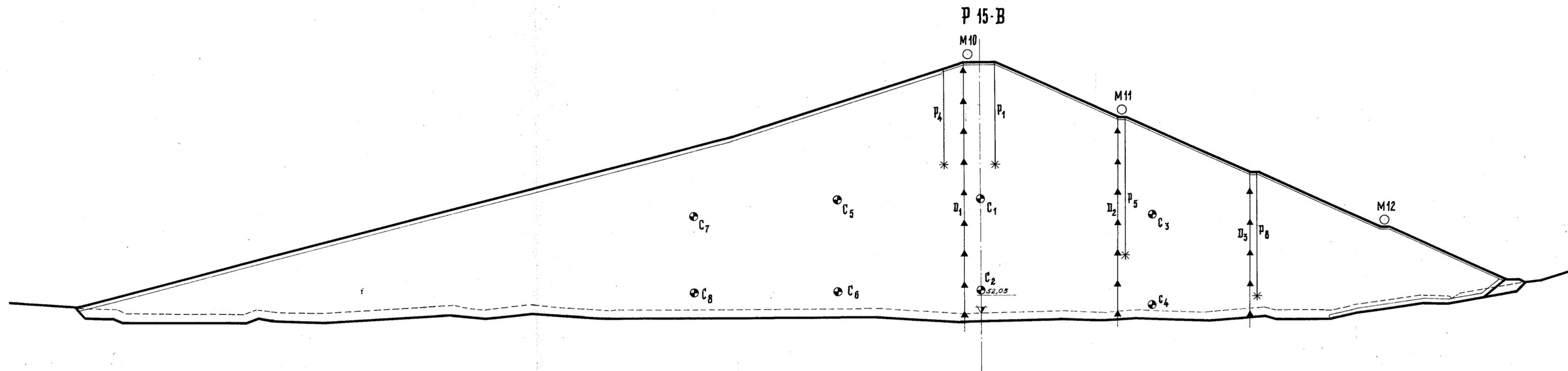

Úlpio Nascimento
Eng^o Chefe do Serviço de Geotecnia



LEGENDA

- ⊕ - CÉLULA MAHAK
- ▲ - DESLOCAMENTOS VERTICAIS INTERNOS
- - MARCAS SUPERFICIAIS
- * - PIEZÔMETROS

FIG. 1 - PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO

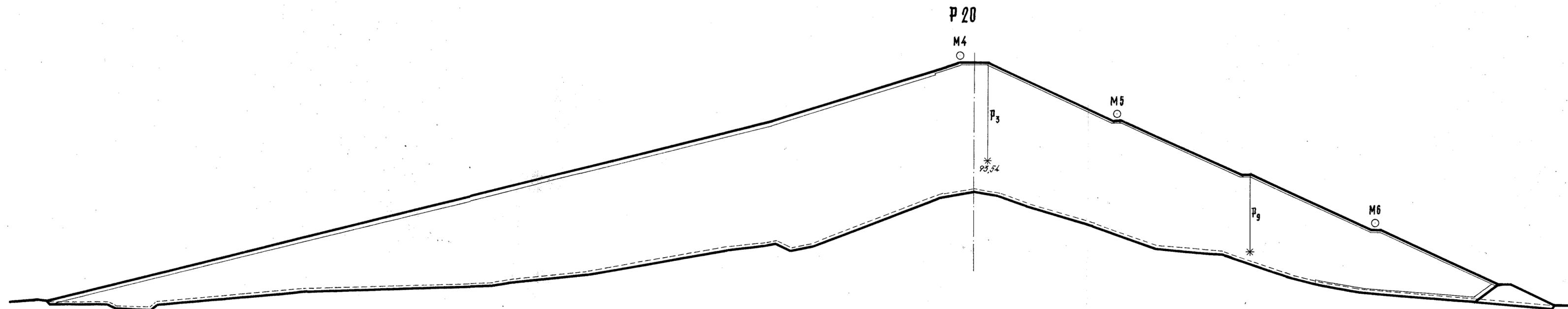


E S C A L A 1 : 1 0 0 0

LEGENDA

- ⊙ — CÉLULA MAIHAK
- ▲ — DESLOCAMENTOS VERTICAIS INTERNOS
- — MARCAS SUPERFICIAIS
- * — PIEZÔMETROS

FIG.2 - PERFIL COM A LOCALIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO

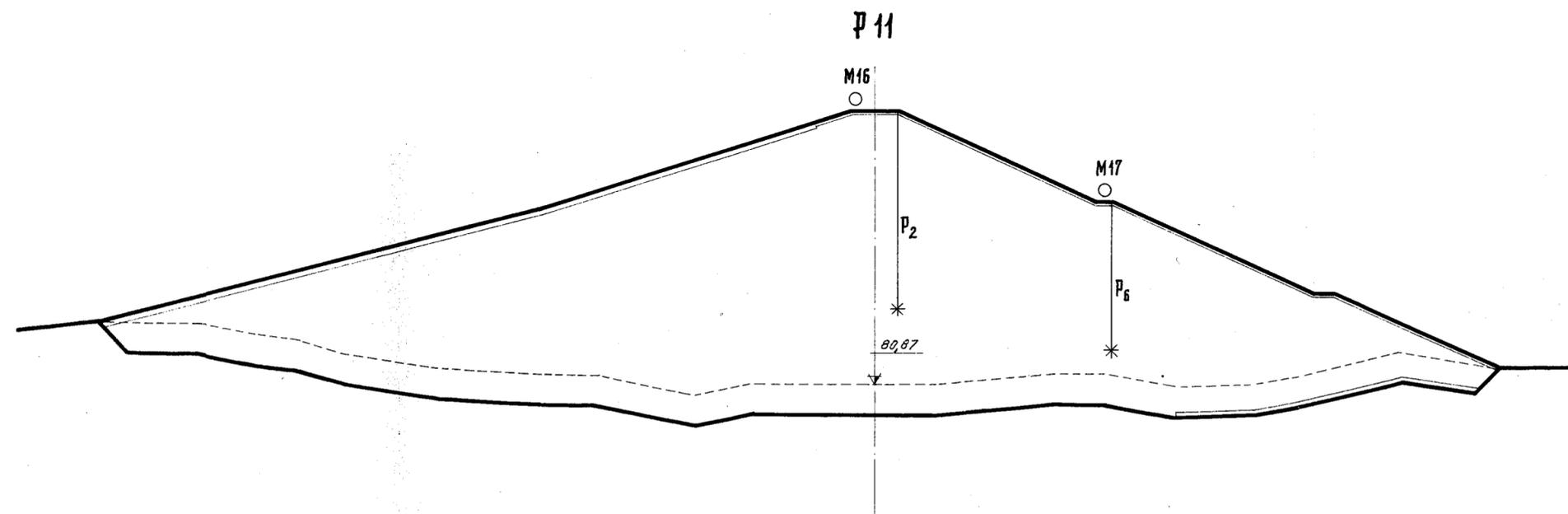


ESCALA 1 : 1000

LEGENDA

- — MARCAS SUPERFICIAIS
- * — PIEZÔMETROS

FIG.3-PERFIL COM A LOCALIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO



E S C A L A 1 : 1 0 0 0

L E G E N D A

- — MARCAS SUPERFICIAIS
- * — PIEZÔMETROS

FIG.4 - PERFIL COM A LOCALIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO

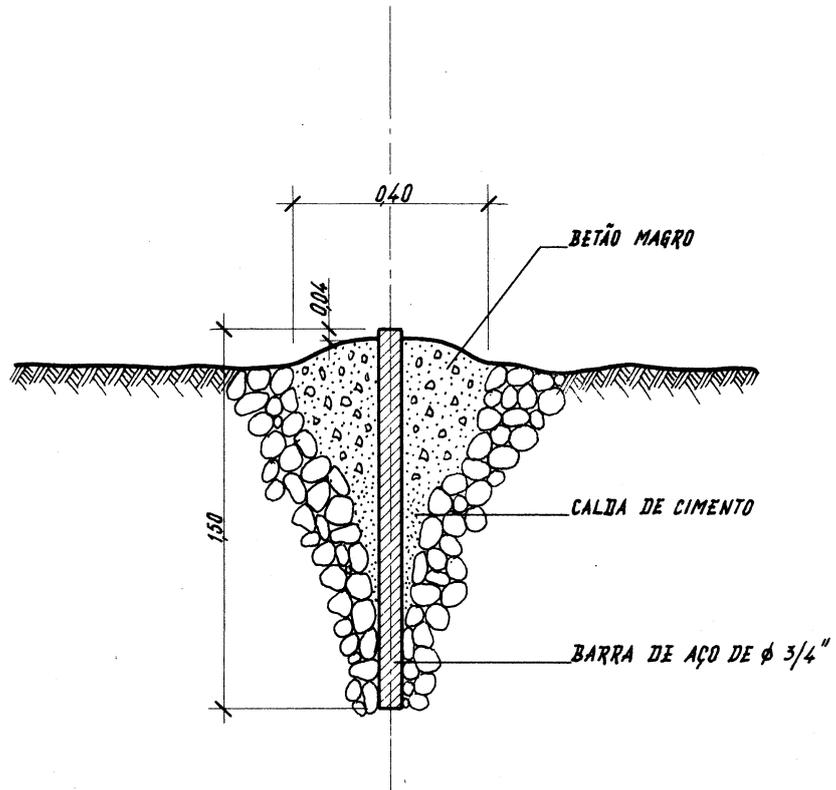


FIG. 5 - MARCA SUPERFICIAL

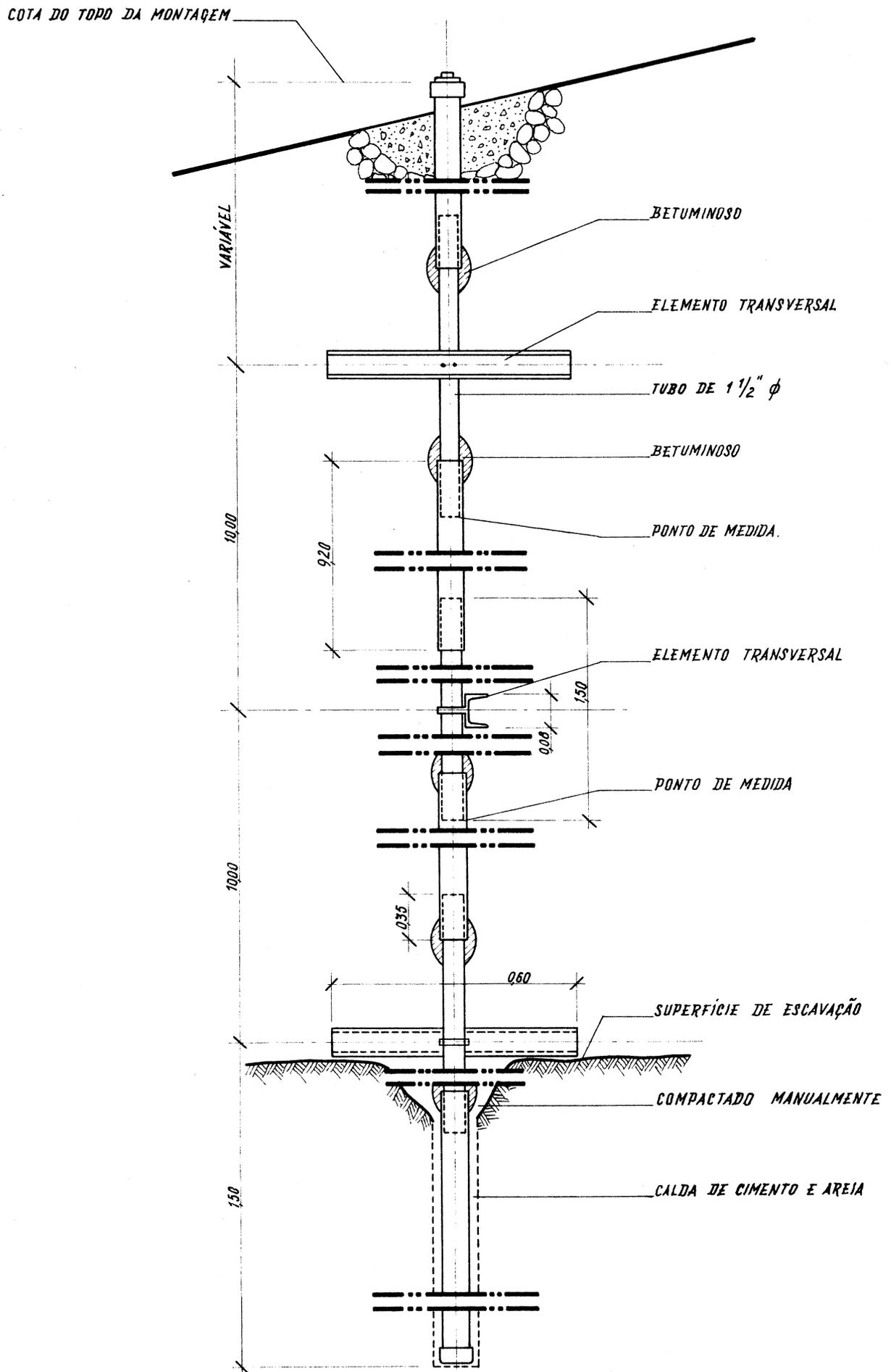
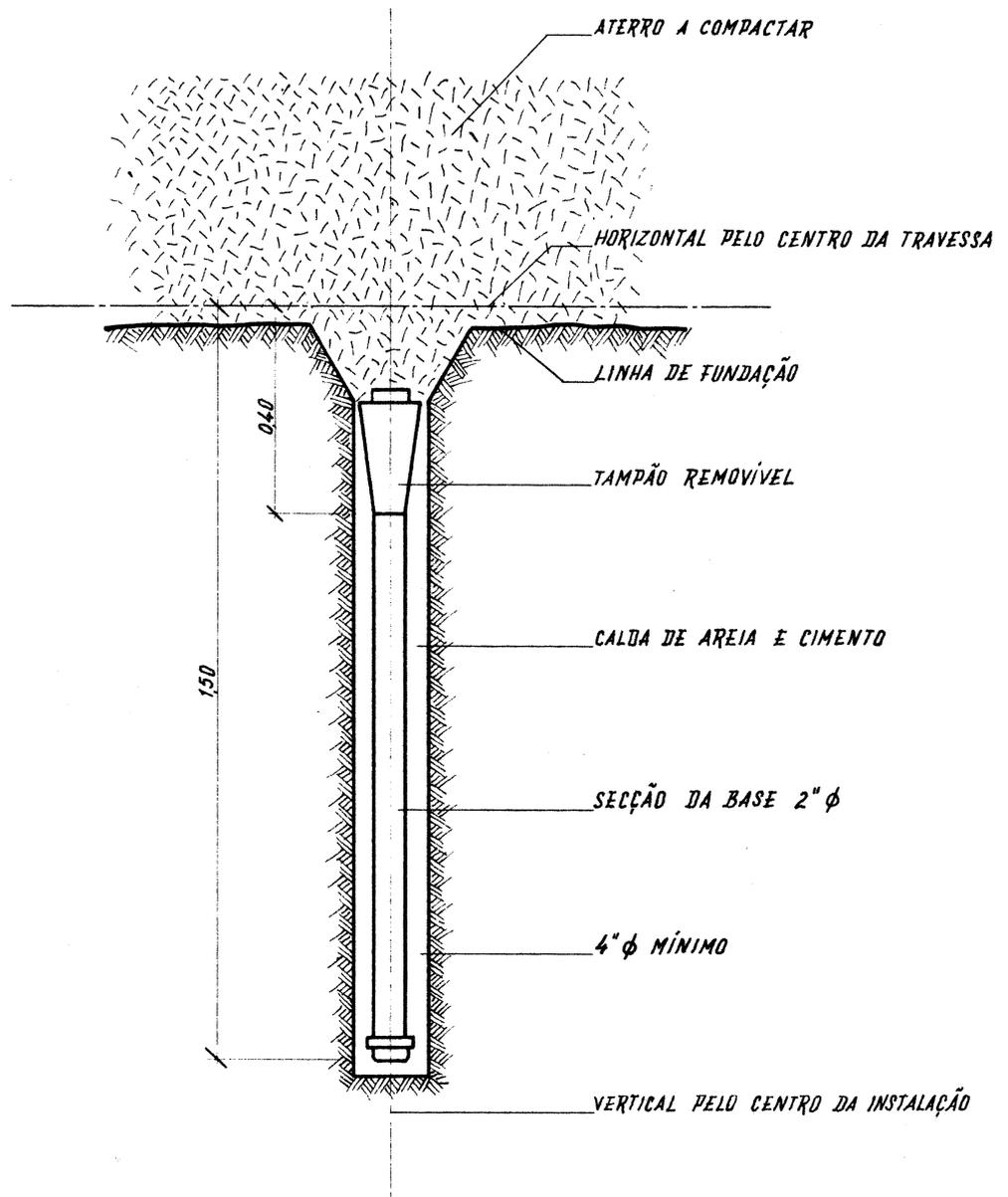


FIG. 6 - ESQUEMA DUMA BATERIA PARA LEITURA DE MOVIMENTOS VERTICAIS INTERNOS



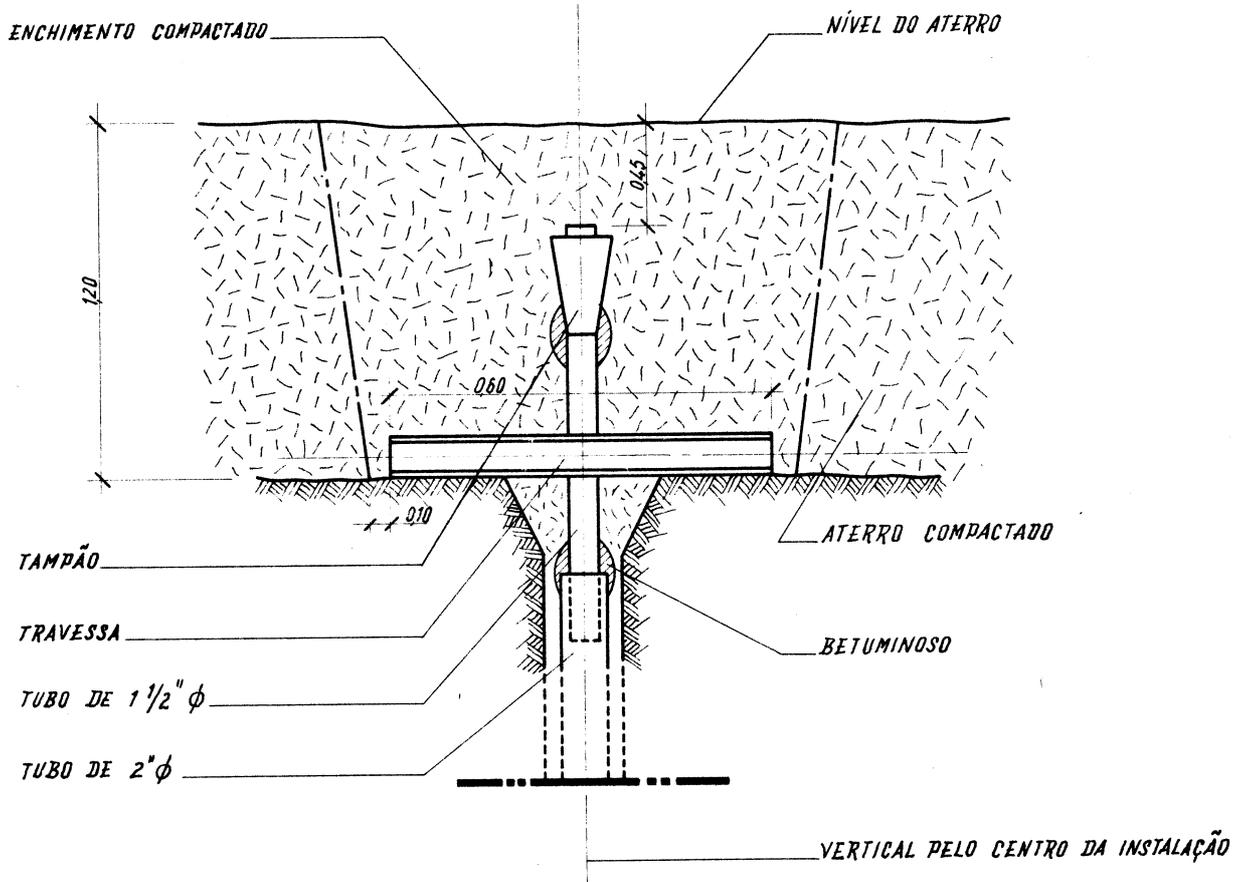
FASE 1

FIG. 7- INSTALAÇÃO DUMA BATERIA PARA MEDIÇÃO DE DESLOCAMENTOS VERTICAIS INTERNOS

FASE I

OPERAÇÕES A REALIZAR

- 1 - Localizar o centro da instalação.
- 2 - Nivelar uma área com cerca de 0,6 m \varnothing adjacente ao centro do furo.
- 3 - Efectuar um furo com um \varnothing mínimo de 4". Limpar o furo.
- 4 - Colocar e alinhar a secção da base no furo.
- 5 - Colocar numa calda de areia cimento em redor do tubo.
- 6 - Colocar o tampão e encher com solo fino até à linha de fundação.
- 7 - Compactar o aterro sobre a instalação.



FASE 2

FIG. 8 - INSTALAÇÃO DUMA BATERIA PARA MEDIÇÃO DE DES-
LOCAMENTOS VERTICAIS INTERNOS

FASE 2

OPERAÇÕES A REALIZAR

- 1 - Localizar o centro da instalação.
- 2 - Escavar até atingir a cota onde se vai instalar a travessa da cruzeta.
- 3 - Retirar o tampão da secção da base.
- 4 - Colocar e alinhar a cruzeta.
- 5 - Colocar o tampão no topo do tubo $\varnothing 1\frac{1}{2}$ " e vedar com estopa e betuminoso em (a) e (b).
- 6 - Encher o buraco e a abertura feita até ao nível de (b).
- 7 - Determinar a cota inicial do ponto de medida da travessa.
Fazer determinações aos restantes pontos de medida.
- 8 - Acabar o enchimento.

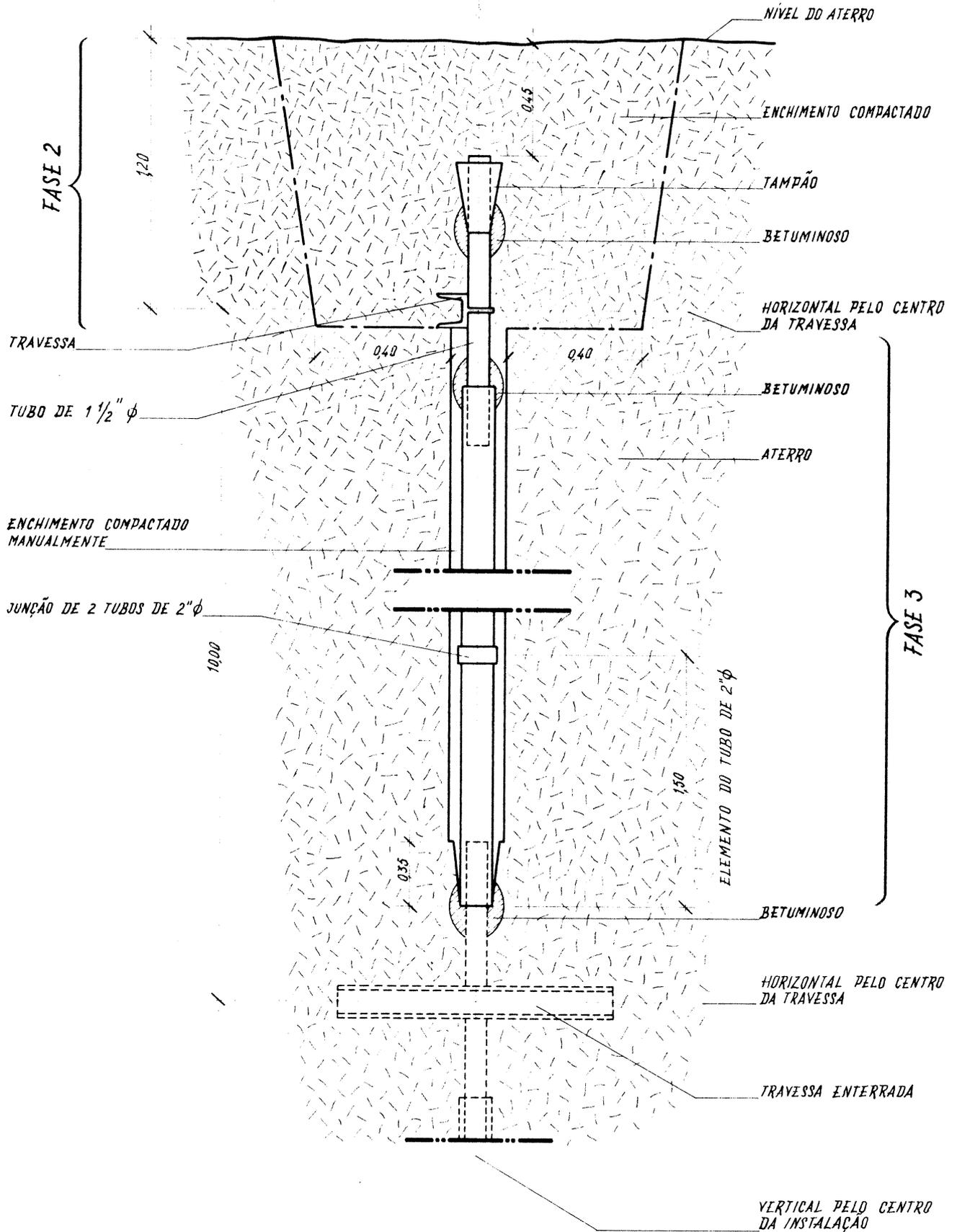
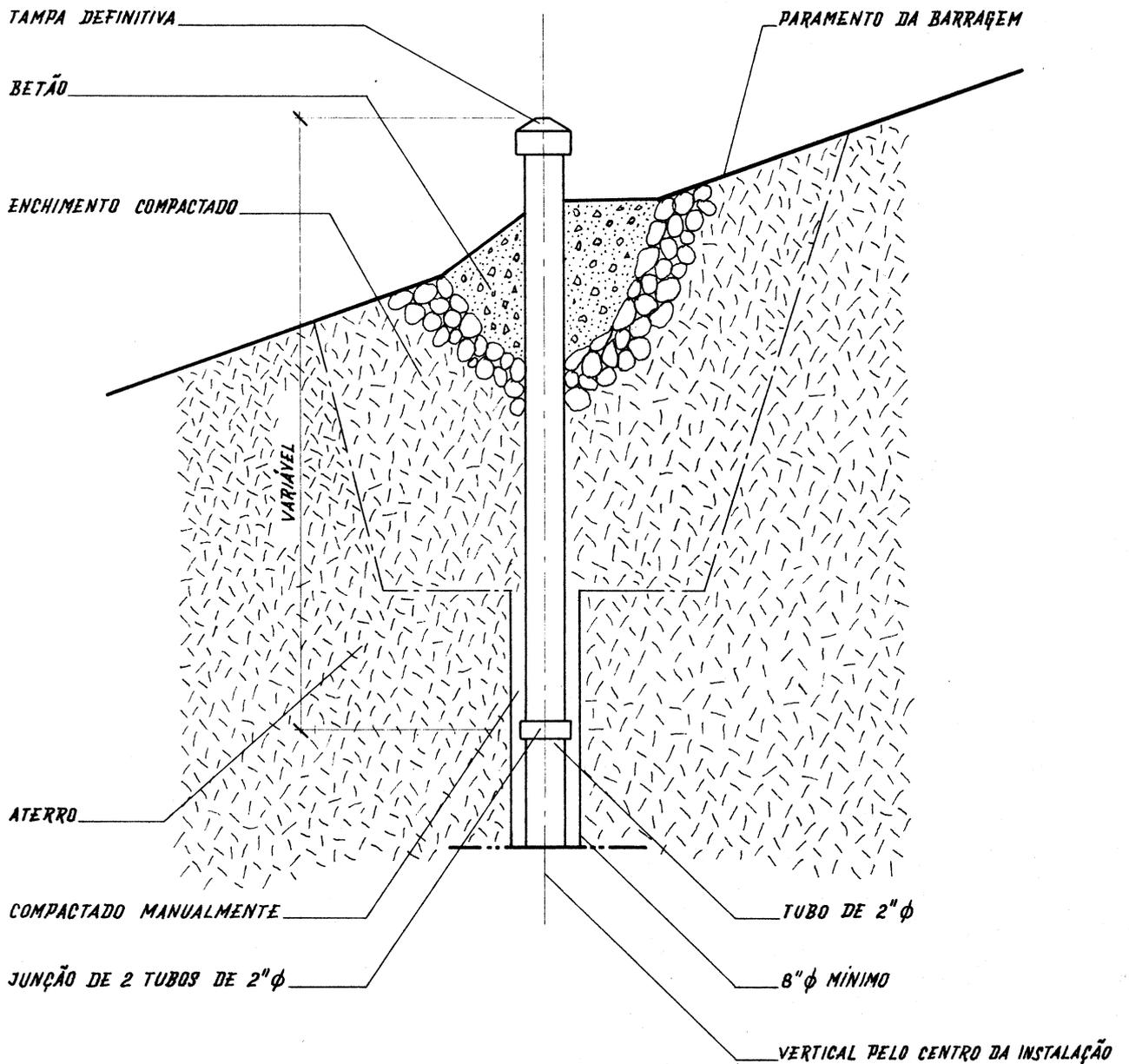


FIG. 9 - INSTALAÇÃO DUMA BATERIA PARA MEDIÇÃO DE ASSENTAMENTOS VERTICAIS INTERNOS

FASE 3

OPERAÇÕES A REALIZAR

- 1 - Localizar o centro da instalação.
- 2 - Abrir um furo de 8" \emptyset min., retirar o tampão do tubo de 1 1/2" \emptyset e colocar o primeiro elemento do tubo de 2" \emptyset .
- 3 - Compactar manualmente o furo e colocar um tampão próprio para este diâmetro. Alinhar o tubo. Durante o prosseguimento do aterro estas operações serão repetidas na instalação de novos elementos de 2" \emptyset até atingir a cruzeta seguinte. Então repetir-se-ão as operações da fase 2.



FASE 4

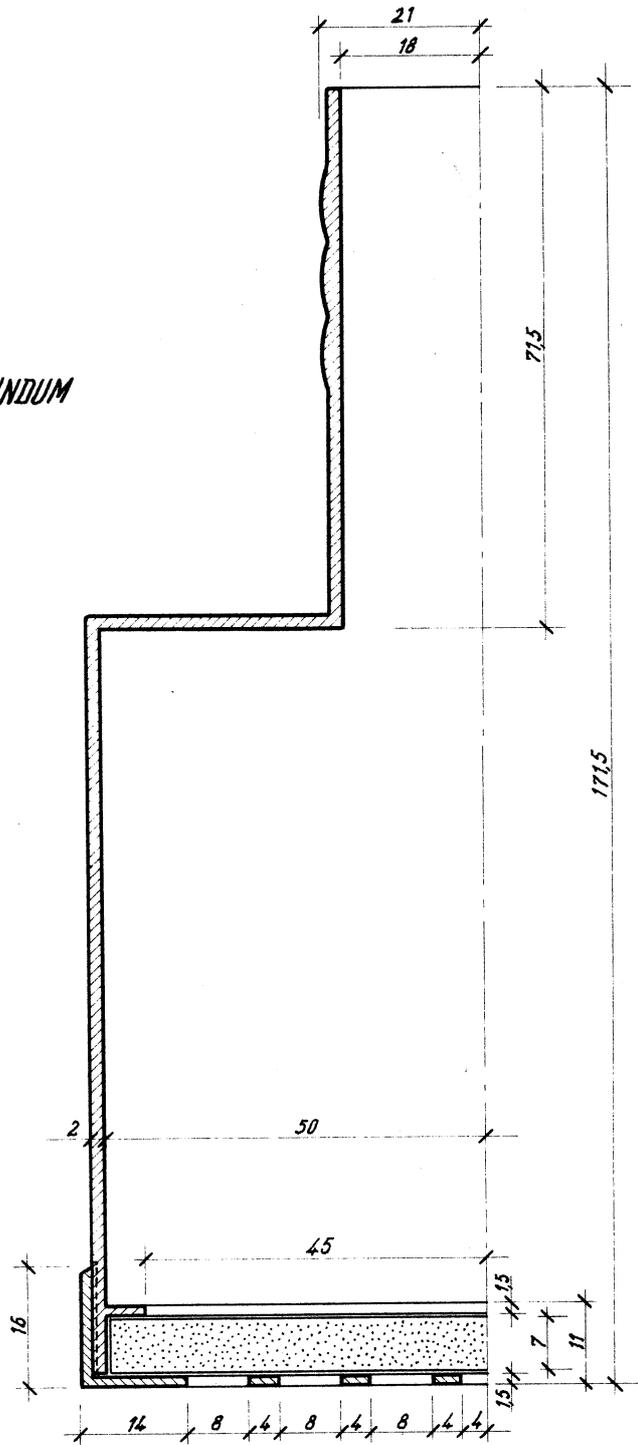
FIG. 10 - INSTALAÇÃO DUMA BATERIA PARA MEDIÇÃO DE DESLOCAMENTOS VERTICAIS INTERNOS

FASE 4

OPERAÇÕES A REALIZAR

- 1 - No paramento da barragem localizar o centro da instalação.
- 2 - Nivelar uma área para trabalho e escavar.
- 3 - Colocar, ligar e alinhar um último elemento de tubo de 2" \emptyset que atinja o nível do paramento.
- 4 - Compactar a escavação.
- 5 - Colocar o betão.

 - LATÃO
 - CARBURUNDUM



PLACA FURADA

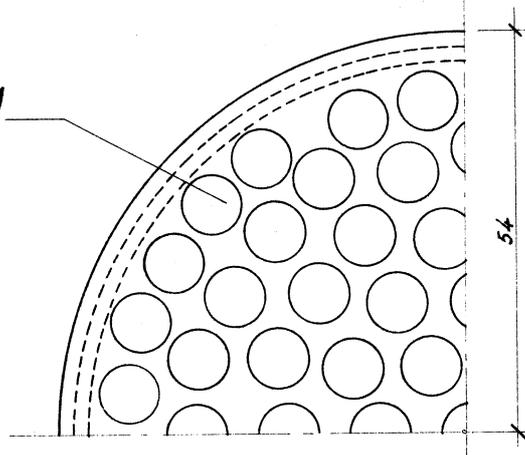


FIG. 11 - PONTA PARA PIEZÔMETRO ABERTO

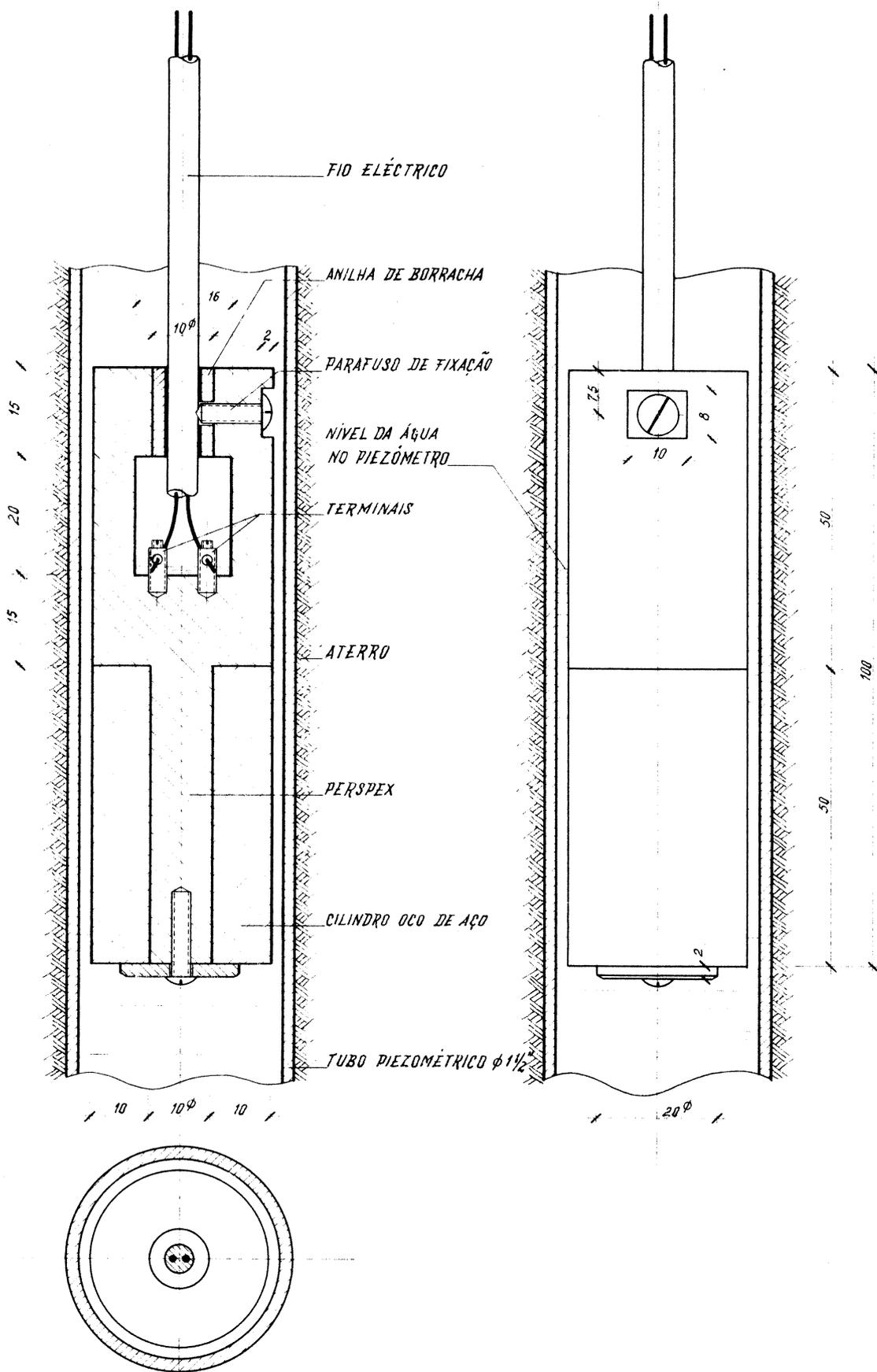


FIG. 12 - DISPOSITIVO PARA DETERMINAÇÃO DA COTA DE ELEVAÇÃO DA ÁGUA NO TUBO PIEZOMÉTRICO

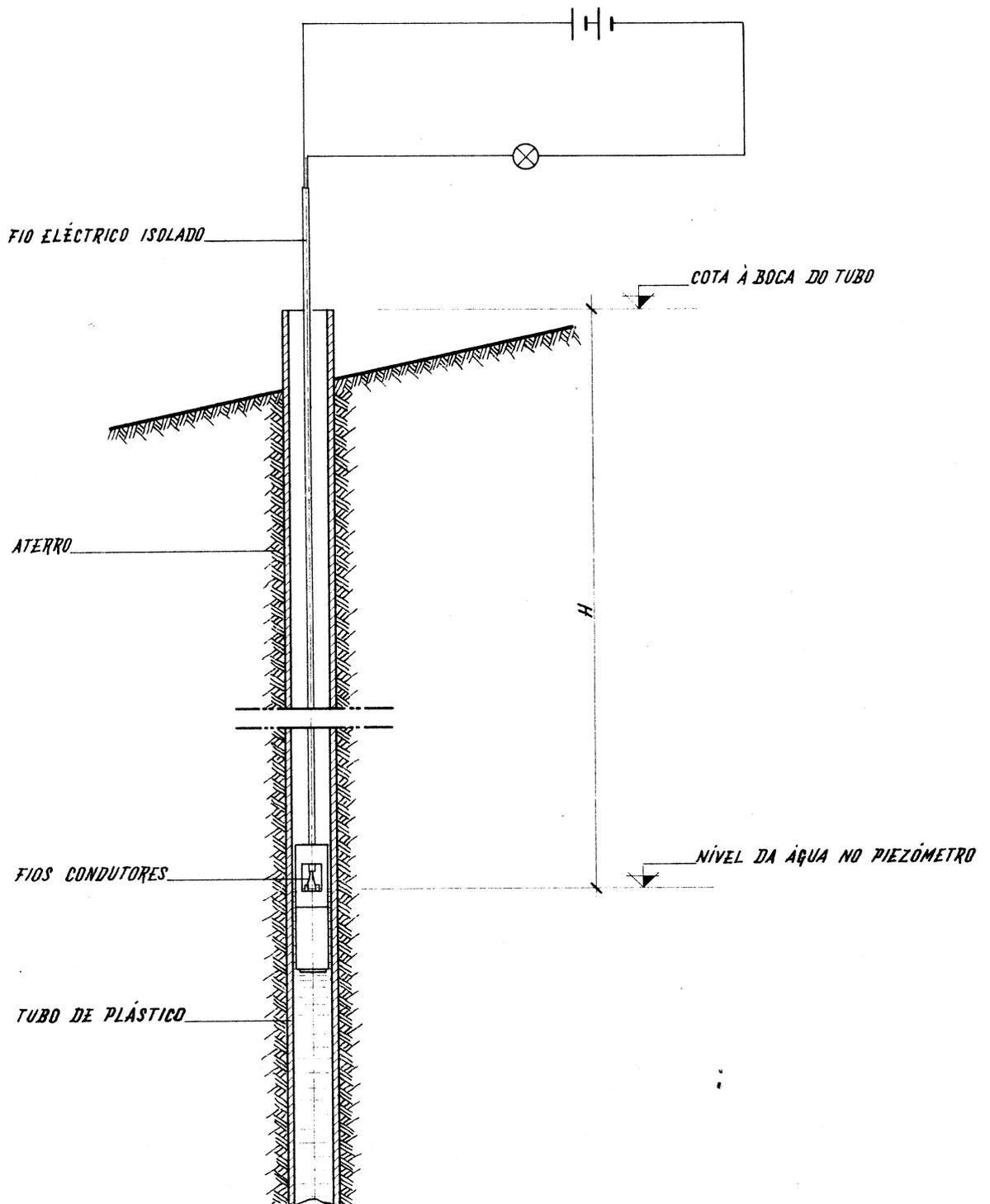
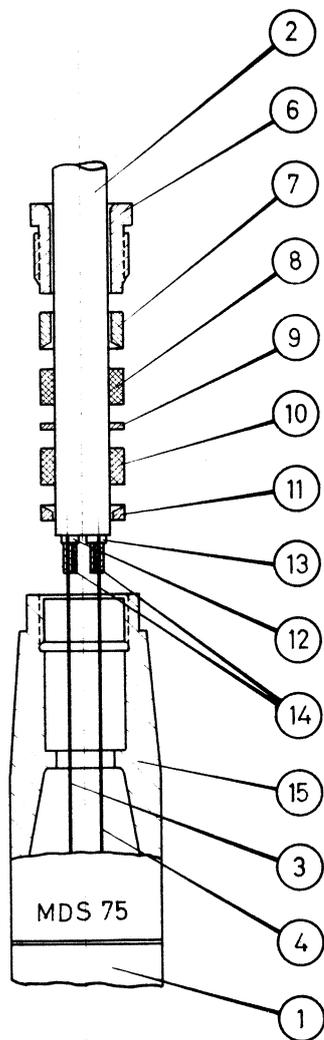


FIG. 13.-ESQUEMA DUM DISPOSITIVO PARA MEDIÇÃO DA COTA DO NÍVEL DA ÁGUA NUM PIEZÓMETRO



*FIG. 14 - PORMENOR DA LIGAÇÃO DA CÉLULA MAIHAK
AO CABO DE TRANSMISSÃO*

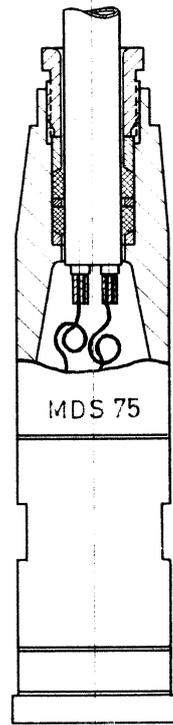
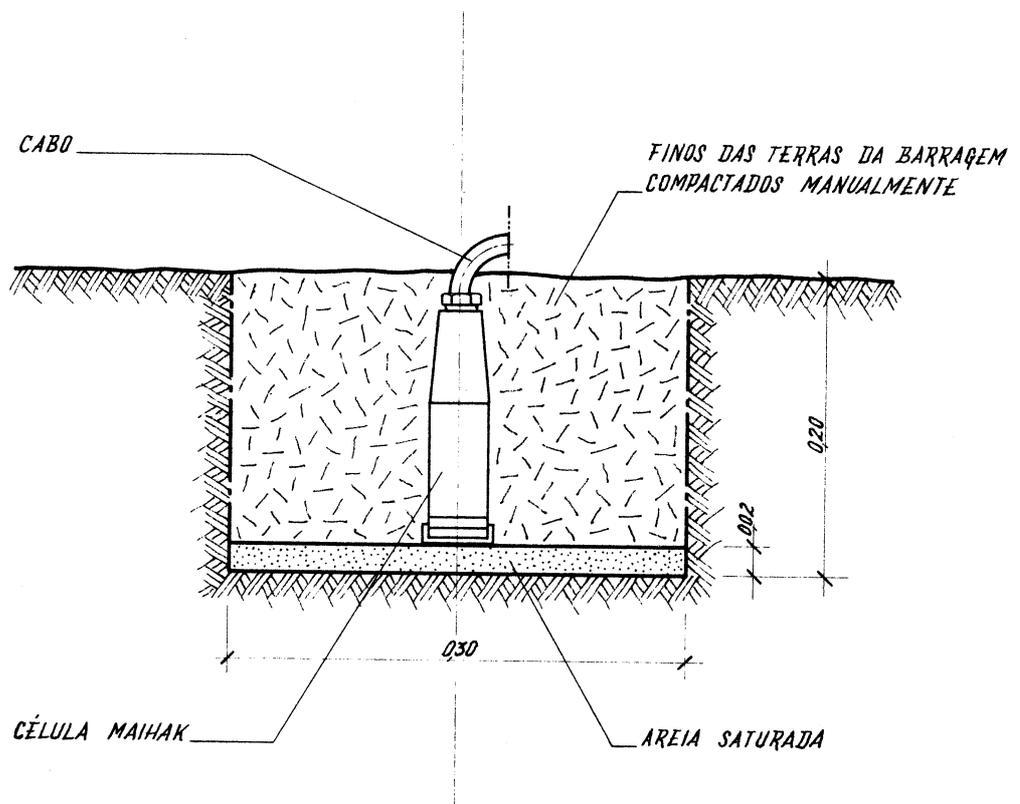


FIG. 15 - CÉLULA MAIHAK



**FIG. 16 - INSTALAÇÃO DUMA CÉLULA MEDIDORA
DE PRESSÕES NEUTRAS**

QUADRO I

COORDENADAS DOS LOCAIS ONDE SE PREVÊ A INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO

MARCAS SUPERFICIAIS

PERFIL	P 22			P 20			P 18			P 15 B		
MARCAS	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12
M'	480,00	504,50	587,00	495,50	546,00	632,00	480,00	504,50	587,00	495,50	546,00	632,00
P'	86,43	86,43	86,43	131,18	131,18	131,18	164,04	164,04	164,04	218,10	218,10	218,10
COTA	130,57	135,00	99,00	135,00	117,00	81,00	130,57	135,00	99,00	135,00	117,00	81,00
PERFIL	P 13			P 11			P 8					
MARCAS	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	—	M 18	M 19				
M'	480,00	504,50	587,00	495,50	546,00		480,00	504,50				
P'	252,22	252,22	252,22	293,40	293,40		333,15	333,15				
COTA	130,57	135,00	99,00	135,00	117,00		130,57	135,00				

BATERIAS DE DESLOCAMENTOS VERTICAIS

PERFIL	P 15 B					
BATERIA	D 1		D 2		D 3	
M'	495,00		547,00		586,00	
P'	218,10		218,10		218,10	

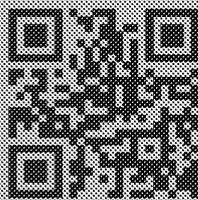
INSTALADAS A PARTIR DA COTA DE FUNDAÇÃO

PIEZÓMETROS

PERFIL	P 20		P 15 B				P 11	
PIEZÓMETRO	P 3	P 9	P 4	P 1	P 5	P 8	P 2	P 6
M'	505,00	587,00	488,00	505,00	548,00	587,00	505,00	548,00
P'	131,18	131,18	218,10	218,10	218,10	218,10	293,40	293,40
COTA DA PONTA POROSA	100,00	74,00	100,00	100,00	70,00	56,00	95,00	87,00

CÉLULAS MAIHAK

PERFIL	P 15 B							
CÉLULA	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8
M'	500,00	500,00	558,00	558,00	453,00	453,00	406,00	406,00
P'	218,10	218,10	218,10	218,10	218,10	218,10	218,10	218,10
COTA	90,00	60,00	85,00	55,00	90,00	60,00	85,00	60,00



www.lnec.pt

AV. DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA • PORTUGAL
tel. (+351) 21 844 30 00
lnec@lnec.pt • www.lnec.pt