

MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS

LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

S. B.  
DIVISÃO DE OBSERVAÇÃO

OBSERVAÇÃO DA BARRAGEM DE ODIVELAS

PLANO DE OBSERVAÇÃO

Trabalho realizado para a DIRECÇÃO GERAL  
DOS SERVIÇOS HIDRÁULICOS

D.O.  
Ord. N.º 1

Lisboa, Março de 1970



MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS  
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

SERVIÇO DE BARRAGENS  
DIVISÃO DE OBSERVAÇÃO

Proc. 43/1/3820

OBSERVAÇÃO DA BARRAGEM DE ODIVELAS

PLANO DE OBSERVAÇÃO

Trabalho realizado para a DIRECÇÃO GERAL  
DOS SERVIÇOS HIDRÁULICOS

Lisboa, Março de 1970



## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1 - GENERALIDADES .....   | 1  |
| 2 - OBSERVAÇÃO DE DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS PELO MÉTODO<br>GEODÉSICO E NIVELAMENTO .....                      | 2  |
| 3 - OBSERVAÇÃO DE DESLOCAMENTOS COM O FIO DE PRUMO INVERTIDO ...  | 2  |
| 4 - OBSERVAÇÃO DOS ASSENTAMENTOS DA FUNDAÇÃO COM FIOS DE ÍNVAR .  | 2  |
| 5 - OBSERVAÇÃO DE JUNTAS .....  | 3  |
| 6 - OBSERVAÇÃO DE EXTENSÕES .....   | 4  |
| 7 - OBSERVAÇÃO DE TEMPERATURAS .....  | 5  |
| 8 - DETERMINAÇÃO DA FLUENCIA E MÓDULO DE ELASTICIDADE DO<br>BETÃO "IN SITU" .....                             | 5  |
| 9 - COLOCAÇÃO DOS APARELHOS .....   | 6  |
| 9.1 - Extensómetros .....   | 6  |
| 9.2 - Medidores de abertura de juntas, medidores de deslizamen-<br>tos de juntas e bases de alongâmetro ..... | 8  |
| 9.3 - Termómetros de resistência .....  | 9  |
| 9.4 - Fios de prumo .....   | 9  |
| 9.5 - Fios de ínvar .....   | 10 |
| 10 - LIGAÇÃO DOS APARELHOS .....  | 10 |
| 11 - TRAJECTÓRIA DOS CABOS .....  | 12 |
| 12 - PROGRAMA DE LEITURAS .....   | 14 |
| 13 - APARELHAGEM A ADQUIRIR .....   | 15 |
| 14 - ESTUDO DO BETÃO (EM LABORATÓRIO) .....   | 15 |
| 15 - NOTA FINAL .....   | 17 |



## INDICE DOS QUADROS

|        |      |   |                            |
|--------|------|---|----------------------------|
| QUADRO | I    | - | Simbologia                 |
| QUADRO | II   | - | Material                   |
| QUADRO | III  | - | Extensômetros              |
| QUADRO | IV   | - | Medidores de juntas        |
| QUADRO | V    | - | Medidores de deslizamentos |
| QUADRO | VI   | - | Termômetros de resistência |
| QUADRO | VII  | - | Centrais de leitura        |
| QUADRO | VIII | - | Ferramenta                 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIG.

- 1 - Bases de alongâmetro
- 2 - Localização da aparelhagem na abóbada 1-3
- 3 - Localização da aparelhagem no contraforte 3
- 4 - Localização da aparelhagem na abóbada 3-5
- 5 - Localização do fio de prumo invertido e fios de invar no contraforte 3 e definição do pormenor A
- 6 - Definição do pormenor B relativo ao fio de prumo invertido do contraforte 3
- 7 - Localização da aparelhagem na abóbada 3-5. Corte pelo fecho da abóbada
- 8 - Localização e montagem do fio de prumo - Abóbada 3-5
- 9 - Localização dos fios de invar - Contraforte 1
- 10 - Medidor de juntas Carlson
- 11 - Dispositivo para medição de deslizamento de juntas - Conjunto para acoplamento do medidor
- 12 - Extensómetro Carlson
- 13 - Localização da aparelhagem à cota 65,00 m - Abóbada 1-3 e contraforte 3
- 14 - Localização da aparelhagem à cota 75,00 m - Abóbada 1-3 e contraforte 3
- 15 - Localização da aparelhagem às cotas 80,00 m, 84,00 m e 87,00 m - Contraforte 3 e abóbadas 1-3 e 3-5
- 16 - Localização da aparelhagem às cotas 58,50 m e 60,00 m - Abóbada 1-3
- 17 - Localização da aparelhagem às cotas 90,00 m e 100,00 m - Abóbada 1-3
- 18 - Localização da aparelhagem às cotas 66,50 m e 75,00 m - Abóbada 3-5

FIG.

- 19 - Localização da aparelhagem à cota 82,50 m - Abóbada 3-5
- 20 - Extensómetro de grande base
- 21 - Determinação do estado de tensão na rocha de fundação.  
Esquema de colocação de extensómetros de grande base
- 22 - Localização da aparelhagem na abóbada 1-3 - Corte pelo fecho da abóbada
- 23 - Implantação e orientação dos furos para colocação dos extensómetros de grande base na fundação
- 24 - Termómetros de resistência
- 25 - Localização da aparelhagem para o estudo do betão "in situ"
- 26 - Dispositivo de aplicação de pressão
- 27 - Peça intercalar de derivação para o sistema de carga constante
- 28 - Célula de fluência para betão integral
- 29 - Célula de fluência para betão crivado
- 30 - Caixa compensadora para células de fluência (betão integral)
- 31 - Caixa compensadora para células de fluência (betão crivado)
- 32 - Extensómetro de 45 cm de base para betão integral
- 33 - Pega de extensómetro
- 34 - Suporte de rosetas para 4 extensómetros na abóbada
- 35 - Suporte de rosetas para 5 extensómetros no contraforte
- 36 - Suporte de rosetas para 7 extensómetros no contraforte
- 37 - Cofragem para colocação de rosetas de 4 extensómetros na abóbada
- 38 - Cofragem para colocação de rosetas de 5 extensómetros
- 39 - Cofragem para colocação de rosetas de 7 extensómetros
- 40 - Caixa para o extensómetro corrector
- 41 - Caixa de junção para extensómetro de grande base

FIG.

- 42 - Pormenores de colocação de medidores de juntas
- 43 - Pormenores de colocação de medidores de deslizamento de juntas
- 44 - Bases de alongâmetro
- 45 - Pormenores da colocação dos termómetros
- 46 - Cofragem em madeira para termómetro no ar (jusante)
- 47 - Cofragem em madeira para termómetro na água (montante)
- 48 - Fio de prumo invertido - Flutuador, depósito e tampa. Vista do conjunto
- 49 - Pormenores do sistema de fixação do fio no flutuador
- 50 - Dispositivo de fixação do fio de prumo invertido
- 51 - Base do coordenómetro
- 52 - Localização e montagem dos fios de invar - Abóbada 1-3
- 53 - Montagem dos fios de invar nos contrafortes 3 e 5
- 54 - Dispositivo de fixação dos fios de invar (vários fios em cada furo)
- 55 - Dispositivo de fixação dos fios de invar (um fio em cada furo)
- 56 - Equipamento para medição de assentamentos de fundação
- 57 - Suporte de fixação para deflectómetros
- 58 - Quadros, centrais de leitura e tomadas
- 59 - Fases da ligação de um cabo ao quadro terminal
- 60 - Esquemas de ligação à caixa de leitura Carlson
- 61 - Ficha quadripolar
- 62 - Fases de ligação de dois cabos eléctricos
- 63 - Caixa de junção prismática para ligação de cabos
- 64 - Trajectória de cabos e localização das centrais de leitura - Abóbada 1-3
- 65 - Trajectória de cabos e localização das centrais de leitura - Contraforte 3

FIG.

- 66 - Trajectória de cabos e localização das centrais de leitura  
- Abóbada 3-5
- 67 - Trajectória de cabos à cota 65,00 m e localização das centrais de leitura - Abóbada 1-3 e contraforte 3
- 68 - Trajectória de cabos à cota 75,00 m - Abóbada 1-3 e contraforte 3
- 69 - Trajectória dos cabos às cotas 80,00 m, 84,00 m e 87,00 m -  
- Contraforte 3 e abóbadas 1-3 e 3-5
- 70 - Portas para as centrais de leitura

## OBSERVAÇÃO DA BARRAGEM DE ODIVELAS

### PLANO DE OBSERVAÇÃO

#### 1 - GENERALIDADES

A Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos no seu ofício 1301/DSAH/ /239/69-D.O. de 26 de Abril de 1969, solicitou ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil a elaboração de um plano geral de observações a pre ver para a barragem de Odivelas (fig. 1).

Assim, foi elaborado o plano de observação que constitui o conteúdo do presente relatório.

A observação da barragem consistirá na medição de várias grandezas, na própria barragem e na sua fundação, e no estudo das propriedades me cânicas e térmicas do betão utilizado.

No corpo da barragem, medir-se-ão deslocamentos radiais e tangen - ciais, movimentos de juntas, temperaturas e extensões.

Na fundação, serão medidas extensões com extensómetros de grande base e far-se-á a observação das deformações da fundação por intermédio de fios de invar.

No que respeita ao estudo de materiais, serão determinados no LNEC os módulos de elasticidade e as tensões de rotura de prismas moldados com o mesmo betão envolvente dos aparelhos. Será também estudada em pris - mas moldados no LNEC com os materiais e características do betão empre - gados na barragem a fluência e a relaxação do betão. Na barragem serão determinadas as propriedades mecânicas do betão "in situ" (módulos de elasticidade e fluência) por meio de aparelhagem projectada no LNEC.

A partir dos resultados obtidos, será feita a determinação das cur

vas módulos de elasticidade-tempo para as diferentes idades do betão, a fim de se proceder ao cálculo das tensões desenvolvidas na barragem a partir das extensões medidas.

Determinar-se-ão, também, em laboratório, o coeficiente de dilatação térmica, o calor específico, a condutibilidade térmica e a difusibilidade térmica quer do betão quer dos materiais que o constituem.

As fig. 1 a 4 apresentam em esquema todos os aparelhos que se irão colocar assim como as suas posições. A simbologia utilizada é indicada no quadro I. Nos quadros II a VI apresenta-se toda a aparelhagem que ficará embebida no betão e define-se a sua localização.

## 2 - OBSERVAÇÃO DE DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS PELO MÉTODO GEODÉSICO E NIVELAMENTO

O esquema das medições de deslocamentos absolutos será oportunamente definido.

## 3 - OBSERVAÇÃO DE DESLOCAMENTOS COM O FIO DE PRUMO INVERTIDO

Com o fim de medir os deslocamentos de pontos da barragem em relação a pontos da rocha mais profundos considerados fixos, serão montados, no contraforte 3 e na abóbada situada entre os contrafortes 3 e 5, fios de prumo invertidos com o ponto de fixação a 30 m de profundidade, na rocha de fundação, conforme se representa nas fig. 4 a 8.

As bases de coordenómetro serão instaladas às cotas 62,60 m e 104,30m para o fio de prumo do contraforte e à cota 72,20 m para o fio de prumo da abóbada.

## 4 - OBSERVAÇÃO DOS ASSENTAMENTOS DA FUNDAÇÃO COM FIOS DE INVAR

Os fios de invar serão montados na base dos contrafortes 1 e 3 (a mon

tante e a jusante) e na base da abóbada situada entre os contrafortes 3 e 5, os quais permitirão obter deslocamentos de pontos da barragem e da fundação em relação a um ponto profundo, bem como ajuizar das deformações da rocha de fundação.

Nos contrafortes (fig. 5 e fig. 9) serão montados a jusante e a montante dois grupos de 4 fios de invar às profundidades de 1, 5, 10 e 20 m na rocha e na abóbada um grupo de 4 fios inclinados a  $45^{\circ}$  e dirigidos para montante às profundidades de 1, 5, 10 e 20 m na rocha (fig. 4 e 7).

#### 5 - OBSERVAÇÃO DE JUNTAS

A determinação dos movimentos de abertura e deslizamento das juntas far-se-á, quer através de medições à superfície com alongâmetro, quer por meio de medidores de aberturas de juntas e de medidores de deslizamentos embebidos no betão da barragem.

As bases de alongâmetro colocar-se-ão, como habitualmente, segundo os vértices de um triângulo equilátero no coroamento a montante e a jusante (cota 106,00 m), no paramento de jusante das abóbadas junto à fundação (à excepção da abóbada 1-3), e ainda nas juntas laterais dos contrafortes junto à fundação (fig. 1).

Os medidores de abertura de juntas Carlson (fig. 10) colocar-se-ão no contraforte 3 a meia espessura das juntas transversais às cotas 75,00 m e 84,00 m, a meia espessura nas juntas oblíquas às cotas 75,00 m e 87,00 m, na junta longitudinal às cotas 65,00 m, 75,00 m e 80,00 m, e a meia espessura da abóbada (situada entre os contrafortes 1 e 3) às cotas 58,50 m, 75,00 m e 90,00 m e a meia espessura da abóbada 3-5 às cotas 75,00 m e 82,50 m (fig. 2, 3 e 4).

Colocar-se-ão medidores de deslizamentos nas juntas inclinadas do contraforte 3 às cotas 75,00 m, 84,00 m e 87,00 m junto dos medidores de

abertura de juntas (fig. 3).

Cada medidor de deslizamento de juntas (fig. 11) é constituído essencialmente por um medidor de abertura de juntas Carlson, situado num dos blocos separados pela junta, a meia espessura do contraforte e disposto segundo uma direcção paralela à linha de maior declive no plano da junta, o qual é ligado por uma das extremidades ao betão constituinte do bloco onde está situado e, pela outra extremidade, a um perfil de aço profundamente fixado ao betão do outro lado da junta. O sistema é rodeado por massa consistente contida numa caixa metálica, que o protege da acção da calda de cimento quando da injecção da junta.

#### 6 - OBSERVAÇÃO DE EXTENSÕES

A determinação das extensões no betão será feita com extensómetros Carlson (fig. 12) que serão montados em rosetas de 4, 5 e 7 extensómetros, além de extensómetros correctores (um para cada roseta). As rosetas de 4 extensómetros colocar-se-ão nas abóbadas, situadas entre os contrafortes 1 e 3 e 3 e 5 (fig. 2 e 4) e as rosetas de 5 e 7 extensómetros no contraforte 3 (fig. 3). No contraforte, as rosetas situadas no plano do eixo ou em planos paralelos a este distando 1 m dos paramentos serão constituídas por um extensómetro vertical, um horizontal no sentido montante-jusante, outros dois no mesmo plano a  $45^{\circ}$  com os anteriores e ainda um último normal ao plano definido pelos anteriores (roseta de 5 extensómetros) ou, além destes, por mais dois extensómetros, a  $45^{\circ}$  com o extensómetro vertical e situado no plano transversal (roseta de 7 extensómetros). Nas abóbadas, as rosetas de extensómetros serão formadas por um extensómetro horizontal, outro, normal a este e dois a  $45^{\circ}$  com os anteriores todos existentes num plano paralelo ao paramento, e distando deste 0,50 m.

As rosetas serão colocadas no contraforte 3 às cotas 65,00 m (fig.

13), 75,00 m (fig. 14) no contraforte 3 e abóbadas 1-3 e 3-5 às cotas 80,00 m, 84,00 m e 87,00 m (fig. 15); na abóbada entre os contrafortes 1 e 3 às cotas 58,50 m e 60,00 m (fig. 16), 75,00 m (fig. 14), 90,00 m e 100,00 m (fig. 17) e ainda na zona de inserção da abóbada com a fundação (fig. 2 e 3) e na abóbada entre os contrafortes 3 e 5 às cotas 66,50 m e 75,00 m (fig. 18) e 82,50 m (fig. 19).

Na rocha de fundação, as extensões serão medidas com grupos de 7 extensómetros de grande base (fig. 20). Em cada grupo, haverá um extensómetro normal ao plano de fundação (considerado horizontal) e 3 em cada um dos dois planos que fazem  $45^{\circ}$  com o plano da fundação e cuja intersecção é paralela ao eixo da barragem. Em cada um destes planos haverá um extensómetro no plano normal ao eixo da barragem e dois a  $45^{\circ}$  com ele, e normais entre si (fig. 21). Os grupos estão localizados sob a abóbada situada entre os contrafortes 1 e 3 sob o contraforte 3 (fig. 2, 3, 22 e 23).

#### 7 - OBSERVAÇÃO DE TEMPERATURAS

O comportamento térmico da barragem será avaliado através das indicações de termómetros de resistência eléctrica (fig. 24) e também da aparelhagem Carlson instalada que permite a medição de temperaturas (extensómetros e medidores de juntas). Assim, a temperatura da rocha de fundação será medida com os extensómetros de grande base atrás referidos.

No corpo da barragem os termómetros de resistência encontram-se distribuídos ao longo das secções, de modo a fornecerem temperaturas do ar, dos paramentos, dos pontos do interior do betão e da água (fig. 2, 3 e 4 e cortes correspondentes já referidos).

#### 8 - DETERMINAÇÃO DA FLUENCIA E MÓDULO DE ELASTICIDADE DO BETÃO "IN SITU"

Nas fig. 25 e nas fig. 26 a 32, respectivamente, indicam-se a loca-

lização e elementos constituintes do sistema de aparelhagem para determinação da fluência e módulo de elasticidade do betão "in situ". O sistema será constituído por duas células de fluência (fig. 28 e 29), uma para betão integral e outra para betão crivado e respectivas caixas compensadoras (fig. 30 e 31) que serão incorporadas no betão da barragem, e pelo circuito de derivação conforme está representado nas fig. 25, 26 e 27.

Além do estudo de fluência do betão, serão realizados periodicamente ensaios de determinação de módulo de elasticidade "in situ" do betão.

## 9 - COLOCAÇÃO DOS APARELHOS

### 9.1 - Extensómetros

A colocação dos extensómetros Carlson (fig. 12) será feita mediante o emprego de dispositivos indicados nas fig. 33 a 36.

A pega representada na fig. 33 permitirá uma ligação não rígida ao suporte (fig. 34, 35 e 36), não sendo, por isso, de temer que qualquer deformação de um extensómetro seja transmitida a outro através da pega e do suporte, ou que o extensómetro registre também a deformação do betão sofrida entre os extremos da pega.

Os grupos serão montados dentro duma cofragem de madeira, com a forma de um tronco de pirâmide quadrangular com as dimensões indicadas nas fig. 37 a 39, onde se representam a título de exemplificação uma roseta de extensómetros dentro da cofragem.

Os grupos das abóbadas são colocados em troncos de pirâmide rectangular, indicados na fig. 37, pois a espessura da abóbada não permite a utilização das cofragens mais largas.

Nas abóbadas, as rosetas de extensómetros são colocadas a montante e a jusante em planos paralelos aos correspondentes planos tangenciais e, no contraforte, dispostos ao longo do plano axial ou de planos paralelos

a ele.

Devido à base de medida dos extensómetros (25,4 cm), o betão que os envolve não deverá ter inertes de dimensões superiores a 7 cm, sendo por isso necessário que o betão seja escolhido; em seguida, para que não haja danificação dos extensómetros, o betão deverá ser colocado à pá e vibrado com um vibrador de pequena potência.

Os extensómetros correctores serão colocados dentro de caixas metálicas (fig. 40), cheias com o mesmo betão envolvente dos aparelhos colocados a 1,00 m dos extensómetros activos e à mesma distância a que estes se encontram dos paramentos.

Na colocação dos extensómetros de grande base, deverão respeitar-se as seguintes observações:

a) com excepção das cabeças do aparelho e dum troço de 10 cm de comprimento a partir de cada um dos seus extremos, deverá untar-se o aparelho com uma camada de massa consistente e envolvê-lo, em seguida, com uma cinta de papel enrolada em espiral, voltando-se a pôr nova camada mas agora com mais abundância;

b) os aparelhos serão introduzidos em furos de rocha de diâmetros e comprimentos não inferiores, respectivamente a 10 cm e 3,10 m. Como já se disse em 6., abrir-se-ão, nas zonas de fundação que se irão observar, sete furos, definidos do seguinte modo (fig. 21):

- um na normal ao plano da fundação;
- três em cada um de dois planos a  $45^{\circ}$  com o plano de fundação e cuja intersecção é paralela ao eixo da barragem.

Em cada plano, haverá um furo no plano normal ao eixo da barragem, dois a  $45^{\circ}$  com ele e dirigidos para uma e outra margem.

Após a colocação dos extensómetros, estes furos serão cheios com

uma argamassa fina muito fluída, se possível, a partir do fundo do furo.

A ligação do cabo do aparelho com o cabo que conduz à central de leitura é feita por caixas de junção com dimensão que permite a sua introdução no furo aberto na rocha (fig. 41).

## 9.2 - Medidores de abertura de juntas, medidores de deslizamentos de juntas e bases de alongâmetro

Na fig. 42 indicam-se os pormenores relativos à colocação dos medidores de abertura de juntas. O aparelho pode ser fornecido com uma caixa cilíndrica, tendo numa extremidade e pela parte de dentro uma rosca onde virá a ficar ligado o medidor de juntas. A outra extremidade é tapada com uma tampa roscada que veda a entrada da referida caixa.

Esta caixa é sempre colocada no bloco mais alto, como se vê na fig. 42, e só quando o bloco mais baixo atinge a cota de colocação é que o medidor de juntas é roscado no fundo da caixa e fica definitivamente embebido no betão, tal como a figura indica.

No entanto, dois casos se podem dar: ou o cabo sai do bloco mais baixo e então não há que realizar qualquer dispositivo especial, ou o cabo sai do bloco mais alto e então há que deixar ficar enrolado, numa caixa de madeira fixada à cofragem e que mais tarde é removida, um comprimento de cabo de cerca de 1,60 m que permitirá, quando da colocação do medidor de abertura de juntas, fazer as ligações, tal como se indica na mesma figura.

Na fig. 43 indicam-se os pormenores relativos à colocação dos medidores de deslizamento de juntas. Como se vê, o dispositivo adoptado, constituído pelo medidor de abertura de juntas e respectiva caixa será sempre montado no bloco mais baixo, isto é, no bloco que é betonado em último lugar. Entretanto, e quando o bloco mais alto atingiu a cota de colo-

cação, deixou-se profundamente encastrado no betão um perfil de aço que será tornado solidário com o medidor de abertura de juntas que constitui o medidor de deslizamento, quando da colocação deste, ficando a partir desta altura, o sistema apto a medir o deslizamento da junta.

O cabo de ligação do aparelho será ligado ao cabo de ligação à central, no momento da colocação. No caso do betão de ligação à central sair no bloco mais alto, é necessário deixar no momento em que o bloco mais alto atingiu a cota de colocação numa caixa de madeira fixada à cofragem e que mais tarde é removida, o comprimento de cabo suficiente (1,60 m) para futura ligação ao cabo do medidor de deslizamento.

A medição do movimento de juntas à superfície é feita, como se disse, com o alongâmetro. Na fig. 44 está indicada a disposição a dar às bases em relação à junta, tendo o cuidado de na sua colocação deixar o eixo da base normal à superfície em que ela é fixada.

### 9.3 - Termómetros de resistência

Na fig. 24 está representado o termómetro de resistência eléctrica e respectivas peças acessórias e nas fig. 45 a 47 os pormenores relativos à sua colocação.

### 9.4 - Fios de prumo

Os fios de prumo serão colocados em poços realizados para esse fim. A sua localização, assim como as cotas das bases de apoio do coordenómetro, já foram indicados em 2. O conjunto, esquemas de montagem, dispositivos de fixação e de suspensão estão representados nas fig. 48 a 50.

Como os poços terão pequeno diâmetro, da ordem dos 0,30 m, é necessário garantir a verticalidade dos mesmos, pois de contrário os fios de prumo não ficarão livres.

Com o fim de ter uma referência fixa ligada ao betão da obra, prevê-se a montagem de um pequeno cone de aço inoxidável num perfil UNP de 3 cm que é chumbado profundamente no betão. Essa referência será visada sempre antes de cada leitura.

As bases de apoio do coordenómetro serão fixadas ao betão, como se indica na fig. 51.

#### 9.5 - Fios de invar

A localização dos grupos de fios de invar já foi referida em 4. Nas fig. 4, 5, 7, 9 e 52 a 57 apresentam-se os esquemas de montagem, localização dos sistemas de suspensão e pormenores dos dispositivos de leituras dos grupos de fios de invar previstos. Cada grupo de fios de invar dos contrafortes será colocado num furo de 46 mm de diâmetro sendo a fixação dos fios em cada furo, assegurada pelo dispositivo de fixação indicado na fig. 54.

Os fios de invar da abóbada serão colocados em 4 furos (1 para cada fio de invar) de 76 mm de diâmetro, sendo a fixação de cada fio de invar ao fundo do furo feita como se representa na fig. 55.

#### 10 - LIGAÇÃO DOS APARELHOS

Os extensómetros, os termómetros de resistência, os medidores de juntas (de aberturas ou deslizamentos) necessitam de ficar ligados com cabos ao exterior.

##### a) Extensómetros e medidores de juntas

Para ligação destes aparelhos, usar-se-ão cabos de quatro condutores multifilares de cobre.

Este caso de ligação terá isolamento a borracha com neoprene, diâmetro exterior de 14,5 mm, diâmetro exterior de cada condutor 3,5 mm e 16

fios de cobre de diâmetro igual a 0,25 mm por cada condutor. Deverão ser robustos, impermeáveis à humidade sob pressões elevadas, de resistência uniforme e grande durabilidade, suportando sem alteração temperaturas até 50°C, humidade excessiva, reacção alcalina do betão e rudeza de manejo.

Cada um dos aparelhos, acima mencionados, será ligado por um cabo directamente ao quadro de leitura equipado com tomadas macho quadripolares (fig. 58). O isolamento do terminal de cada cabo junto do quadro é feito na câmara existente na face posterior do quadro, como se indica na fig. 59.

Estes aparelhos quando de origem japonesa são fornecidos pelo fabricante com um pequeno comprimento de cabo de quatro condutores. Este cabo de quatro condutores será ligado a outro cabo de 4 condutores, tendo em atenção as cores de código e a ligação às caixas de leitura (fig. 60), por intermédio duma ficha quadripolar (fig. 61).

A ligação do cabo que vem com o aparelho ao cabo de ligação aos quadros (fig. 62), deve ser feita com todos os cuidados no interior de pequenas caixas de junção, posteriormente cheias de massa isolante e tapadas (fig. 63).

a) Termómetros de resistência

Os termómetros serão ligados às centrais de leitura por cabos de três condutores multifilares de cobre.

Este cabo deve ser idêntico ao de quatro condutores no que respeita a espessura de isolamento e secção de condutores, sendo o diâmetro exterior de 13 mm. Cada termómetro será ligado por um cabo directamente ao quadro de leitura equipado com tomadas macho e tripolares. O isolamento do terminal do cabo no quadro de leitura é idêntico ao dos cabos de qua

tro condutores.

Os termómetros são fornecidos pelo fabricante com um pequeno comprimento de cabo de três condutores com as cores preta, branca e vermelha. Na fig. 60 indicam-se as ligações a fazer ao aparelho de leitura Carlson. A ligação do cabo que vem com o termómetro ao cabo que liga ao quadro de leitura será feita por meio de uma caixa de junção semelhante às usadas para os cabos de quatro condutores (fig. 63).

## 11 - TRAJECTÓRIA DOS CABOS

Nas fig. 64 a 69 indica-se o percurso dos cabos de ligação e as centrais de leitura onde serão ligados. No quadro VII e na fig. 58 indicam-se as características de cada central, a sua localização e o nº. de aparelhos a ela ligados. Os cabos ficarão embebidos no betão ou serão introduzidos em tubos de fibrocimento ou PVC de 30 cm de diâmetro, sendo conveniente, após a introdução dos cabos no tubo, tapar a entrada desde com desperdício ou outro material qualquer, de forma a impedir que o betão penetre no tubo.

Como se vê, os cabos dos aparelhos colocados na abóbada 1-3 acima da cota 75 serão levados para a central  $C_1$  no interior do órgão descarregador. Todos os cabos dos restantes aparelhos da abóbada serão levados para a central  $C_2$  existente no paramento de jusante da abóbada perto da junta A.

Deste modo os cabos dos aparelhos colocados à cota 75,00 m entrarão no contraforte a esta cota num tubo de fibrocimento de 30 cm de diâmetro que os conduzirá à referida central.

Os cabos dos aparelhos situados abaixo da cota 65 subirão na abóbada até esta cota onde conjuntamente com os cabos dos aparelhos colocados a essa cota serão levados para a mesma central.

Os cabos dos aparelhos colocados no contraforte 3 serão distribuídos pelas centrais  $C_2$ , já referida, e  $C_3$ ,  $C_4$  e  $C_5$  existentes no paramento lateral do contraforte, com a exceção dos cabos dos grupos de extensómetros  $G_9$  e  $G_{11}$  e dos termómetros  $T_{21}$ ,  $T_{22}$ ,  $T_{23}$  e  $T_{24}$  que serão levados às respectivas cotas de colocação para a abóbada 3-5 onde entrarão num tubo de fibrocimento que os conduzirá à central  $C_6$  existente no paramento de jusante desta abóbada.

Os cabos dos restantes aparelhos do contraforte 3 situados acima da cota 66 (cota das soleiras das centrais de leitura) serão também conduzidos em tubos de fibrocimento até às respectivas centrais. Os cabos dos aparelhos colocados abaixo da cota 66 subirão livremente no betão até elas.

Os cabos dos aparelhos colocados na abóbada 3-5 serão levados para as centrais  $C_6$  e  $C_7$  existentes no paramento de jusante da abóbada. Serão conduzidos em tubos de fibrocimento ou, livremente, no betão, consoante a cota de colocação dos aparelhos é superior ou inferior à cota da respectiva central de leitura.

A ligação dos cabos aos quadros far-se-á de acordo com a fig. 59.

Nas fig. 58 e 70 representam-se os pormenores tipo e dimensões das caixas e respectivas portas metálicas, das centrais de leitura.

Todos os aparelhos antes da sua colocação devem estar bem identificados, quer no princípio, quer no fim do cabo condutor, para que não possa haver enganos na posição em que ficaram embebidos no betão.

Convém que essa identificação seja feita por meio de etiquetas, de preferência metálicas, para evitar que sejam destruídas, quer durante o transporte, quer durante a colocação.

É do máximo interesse que os quadros de ligação e as tomadas já estejam prontos quando da colocação dos aparelhos, para que as ligações aos

terminais se façam imediatamente, o que facilitará o programa de leituras.

## 12 - PROGRAMA DE LEITURAS

O programa de leituras dos extensômetros, medidores de juntas e termômetros será o seguinte:

- Antes da colocação do betão
- Imediatamente após a colocação do betão
- 4 horas depois
- 8 horas depois
- 12 horas depois
- 24 horas depois
- Diárias até o betão atingir o máximo de temperatura
- 2 vezes por semana até um mês a contar da última leitura diária
- Semanais daí em diante.

As medições com alongâmetro serão semanais, com início uma semana depois de fixadas as bases.

As medições dos fios de prumo serão semanais em período de variação lenta do nível de água na albufeira, ou diárias no caso de variação rápida.

As observações pelo método geodésico, alinhamentos ou nivelamentos serão bianuais em período normal devendo realizar-se simultaneamente observações dos fios de prumo e de invar e restante aparelhagem. Durante o primeiro enchimento, estas medições serão mais frequentes, conforme programa a definir oportunamente.

### 13 - APARELHAGEM A ADQUIRIR

Além da diferente aparelhagem e acessórios para a observação da barragem de Odivelas e os seus quantitativos já referidos e constantes dos quadros II a VII, indica-se no quadro VIII a ferramenta a adquirir.

### 14 - ESTUDO DO BETÃO (EM LABORATÓRIO)

O estudo do betão será orientado em duas fases. Na primeira fase se rao moldados na barragem, seis prismas de 20 cm x 20 cm x 60 cm, por cada colocação de extensómetros, e ensaiados no LNEC, dois aos 28 dias, dois aos 90 dias, dois ao ano de idade, de forma a obter o módulo de elasticidade instantâneo e a tensão de rotura.

Simultâneamente, serão moldados cubos de 20 cm x 20 cm x 20 cm con-servados nas condições habituais no laboratório do estaleiro e ensaiados à rotura, dois aos 28 dias, dois aos 90 dias e dois ao 1 ano de idade.

Quer os prismas, quer os cubos, serão moldados com o betão a que se retirarão os inertes de dimensões superiores a 7 cm, tal como se fez pa-ra o betão envolvente dos aparelhos de medida.

Numa segunda fase, serão moldados no LNEC com os materiais represen-tativos do betão da barragem e com inertes de dimensões não superiores a 7 cm, 9 prismas com as dimensões de 20 cm x 20 cm x 60 cm protegidos com uma camisa de cobre e com um extensómetro Carlson no interior.

Com estes prismas estudar-se-á a fluência do betão para diferentes idades; assim, serão ensaiados a uma tensão igual a cerca de  $\frac{1}{3}$  da tensão de rotura os seguintes prismas às idades adiante indicadas:

- 2 prismas aos 8 dias de idade
- 2 prismas aos 28 dias de idade
- 1 prisma aos 90 dias de idade

1 prisma a um ano de idade

1 prisma a cinco anos de idade

Manter-se-ão dois prismas compensadores para deduzir os efeitos da temperatura e da variação de volume devida a outras causas.

Os prismas não carregados servirão de compensadores dos que estiverem em carga, além dos dois mencionados.

Para melhor interpretação dos resultados obtidos, serão colocados, em cada prisma, em duas faces opostas, cordas vibrantes de 20 cm de comprimento que serão lidas simultaneamente com os extensômetros colocados no interior; far-se-ão também leituras de temperaturas no interior do betão, com os mesmos extensômetros, e no meio ambiente.

O programa de leituras dos extensômetros antes da entrada em carga será o seguinte:

- no momento da colocação do extensómetro,
- imediatamente depois da camisa metálica fechada,
- 12 horas depois,
- 24 horas depois,
- diariamente até os prismas atingirem os 28 dias de idade.

Depois de os introduzir na máquina de carga constante, o programa será o seguinte:

- imediatamente a seguir à aplicação de carga,
- 1 hora depois,
- 2 horas depois,
- 4 horas depois,
- 8 horas depois,
- 12 horas depois,
- 24 horas depois,

- diàriamente até 1 mês depois da aplicação da carga,
- semanalmente daí em diante.

Os prismas ainda não carregados serão observados simultâneamente com os já introduzidos nas máquinas de carga constante. Dos prismas carregados serão alguns, depois de um certo período de tempo, submetidos a ensaios de relaxação. Para isso, serão descarregados, deixados em repouso durante um certo período suficientemente longo, e submetidos em seguida a uma deformação constante no tempo.

Este estudo tem por finalidade a determinação, tão exacta quanto possível, das características mecânicas do betão no tempo e em função da sua idade, para a passagem das extensões lidas nos extensómetros para as tensões desenvolvidas na barragem.

#### 15 - NOTA FINAL

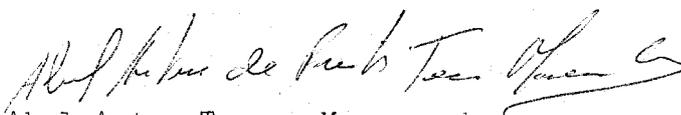
Para a organização e realização deste plano dispôs-se da colaboração do pessoal da Divisão de Observação do LNEC. É, no entanto, indispensável destacar a colaboração prestada pelo ajudante de experimentador Fernando Correia Rodrigues, que teve uma intervenção muito activa e oportuna na organização e constituição das peças desenhadas e quadros, devendo-se-lhe mesmo a concretização do projecto que veio a ser adoptado para algum do equipamento de observação que se apresenta.

Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em Março de 1970



Carlos Alberto Florentino

Engenheiro Especialista, Chefe da  
Divisão de Observação

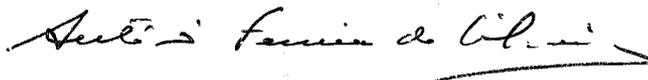


Abel Artur Torres Mascarenhas

Engenheiro Estagiário para Especialista

VISTO

O Engenheiro Investigador, Chefe do Serviço de Barragens



António Ferreira da Silveira

VISTO

O Engenheiro Director



Manuel Rocha

# QUADRO I

## SIMBOLOGIA UTILIZADA

### MEDIÇÃO DE DESLOCAMENTOS

 — Fio de prumo invertido

 — Base de coordenómetro

 — Fio de invar

### MEDIÇÃO DO MOVIMENTO DE JUNTAS

 — Base de alongâmetro

 Planta

 Perfil

 — .. .. abertura de juntas

### MEDIÇÃO DE EXTENSÕES

 — Grupo de 7 extensómetros de grande base

 Plan.  Alc. — Extensómetro corrector

 Alcado  Planta  Perfil — Grupo bidimensional de 4 extensómetros na abóbada

 Alcado  Planta — .. .. .. .. mais 1 normal ao plano

 Alcado  Planta — Grupo de 7 extensómetros

### MEDIÇÃO DE TEMPERATURAS

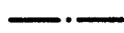
 — Termómetro de resistência eléctrica no interior do betão

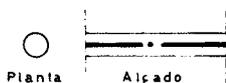
 Mont.  Jus. — .. .. .. nos paramentos

 — .. .. .. no ar ou na água

### EQUIPAMENTO ACESSÓRIO

 — Central de leitura

 — Cabo embebido no betão

 Planta  Alcado — Cabo embebido no tubo PVC ou fibrocimento

 — Cabos vindos de cotas inferiores



QUADRO II - MATERIAL

| Designação   | Quantidade |
|--|------------|
| Extensômetros Carlson (248 para grupos de extensômetros+4 para células de fluência+15 para estudo do betão)      | 267        |
| Medidores de juntas Carlson (16 para aberturas+5 para medidores de deslizamento+21 extensômetros de grande base) | 42         |
| Mangas metálicas para medidores de juntas  | 16         |
| Termômetros de resistência eléctrica   | 95         |
| Aparelho de medição Carlson com um galvanómetro sobresselente  | 1          |
| Coordinómetro óptico   | 1          |
| Alongâmetro (LNEC)   | 1          |
| Termómetro de máxima   | 1          |
| Termómetro de mínima   | 1          |
| Voltímetro de 3 V  | 1          |
| Extensômetros de grande base   | 21         |
| Medidores de deslizamento  | 5          |
| Extensômetros de 45 cm de base   | 2          |
| Deflectómetros graduados em 0,01 mm  | 20         |
| Bomba Lucas de pressão 450 kg/cm <sup>2</sup>  | 1          |
| Manómetro graduado de 0 a 100 kg/cm <sup>2</sup> com divisões de 2 kg/cm <sup>2</sup> precisão 1%                | 1          |
| Manómetro graduado de 0 a 70 kg/cm <sup>2</sup> com divisões de 2 kg/cm <sup>2</sup> precisão 1%                 | 1          |
| Manómetro graduado de 0 a 500 kg/cm <sup>2</sup> com divisões de 5 kg/cm <sup>2</sup> precisão 1%                | 1          |
| Bases de alongâmetro para coroamento   | 102        |
| Bases de alongâmetro para paramento  | 81         |
| Dispositivo de aplicação de pressão  | 2          |
| Peça intercalar de derivação   | 1          |
| Célula de fluência para betão integral   | 1          |
| Caixa compensadora para betão integral   | 1          |
| Célula de fluência para betão crivado  | 1          |
| Caixa compensadora para betão crivado  | 1          |
| Mangas de borracha 'Lucas' de 1 m  | 1          |
| Mangas de borracha 'Lucas' de 2 m  | 1          |
| Garrafas de aço  | 2          |



QUADRO II - MATERIAL

Cont,

| Designação                               | Quantidade |
|--|------------|
| Porta de central de leitura 553 x 553 mm | 1*         |
| Porta de central de leitura 653 x 553 mm | 1*         |
| Porta de central de leitura 303 x 353 mm | 2*         |
| Porta de central de leitura 303 x 303 mm | 1*         |
| Porta de central de leitura 403 x 503 mm | 1*         |
| Porta de central de leitura 403 x 403 mm | 1*         |
| Porta de central de leitura 153 x 153 mm | 1*         |

\* - Material cujas características e quantitativos podem ser sujeitos a alteração em face das condições da obra. A sua aquisição deve ficar dependente de oportuna confirmação.



QUADRO III - EXTENSÓMETROS

| Grupo<br>No. | Cota    |      |                       | Localização                                       |             | Quantidade<br>de extensô-<br>metros | Comprimento<br>do cabo de<br>4 conduto-<br>res<br>(m) | Central<br>de<br>Leitura |
|--------------|---------|------|-----------------------|---|-------------|-------------------------------------|---|--------------------------|
|              | Abóbada |      | Contra-<br>forte<br>3 | Situação  | Fig.<br>No. |                                     |   |                          |
|              | 1-3     | 3-5  |                       |   |             |                                     |   |                          |
| G1           | 100,0   | -    | -                     | 0,5 m de montante<br>1,0 m do fecho da abóbada    | 17          | 4 + 1                               | 5 x 28  | C1                       |
| G2           | 100,0   | -    | -                     | 0,5 m de jusante<br>1,0 m do fecho da abóbada     | 17          | 4 + 1                               | 5 x 28  | C1                       |
| G3           | 90,0    | -    | -                     | 0,5 m de montante                                 | 17          | 4 + 1                               | 5 x 22  | C1                       |
| G4           | 90,0    | -    | -                     | 0,5 m de jusante                                  | 17          | 4 + 1                               | 5 x 22  | C1                       |
| G5           | 90,0    | -    | -                     | 0,5 m de montante<br>1,0 m do fecho da abóbada    | 17          | 4 + 1                               | 5 x 42  | C1                       |
| G6           | 90,0    | -    | -                     | 0,5 m de jusante<br>1,0 m do fecho da abóbada     | 17          | 4 + 1                               | 5 x 42  | C1                       |
| G7           | 90,0    | -    | -                     | 0,5 m de montante                                 | 17          | 4 + 1                               | 5 x 43  | C2                       |
| G8           | 90,0    | -    | -                     | 0,5 m de jusante                                  | 17          | 4 + 1                               | 5 x 43  | C2                       |
| G9           | -       | 87,0 | -                     | 2,0 m do eixo do contraforte<br>1,0 m de montante | 15          | 7 + 1                               | 8 x 28  | C6                       |
| G10          | 80,0    | -    | -                     | 1,0 m de montante<br>1,6 m do eixo do contraforte | 15          | 7 + 1                               | 8 x 18  | C2                       |

## QUADRO III - EXTENSÓMETROS

Cont.

| Grupo<br>No. | Cota    |      |                      | Localização                                       |             | Quantidade<br>de extensó<br>metros | Comprimento<br>do cabo de<br>4 conduto<br>res<br>(m) | Central<br>de<br>Leitura |
|--------------|---------|------|----------------------|---|-------------|------------------------------------|--|--------------------------|
|              | Abóbada |      | Contra<br>forte<br>3 | Situação  | Fig.<br>No. |                                    |  |                          |
|              | 1-3     | 3-5  |                      |   |             |                                    |  |                          |
| G11          | -       | 80,0 | -                    | 1,0 m de montante<br>1,6 m do eixo do contraforte | 15          | 7 + 1                              | 8 x 20   | C6                       |
| G12          | -       | -    | 80,0                 | 1,0 m de jusante<br>1/2 espessura                 | 15          | 5 + 1                              | 6 x 19   | C4                       |
| G13          | 75,0    | -    | -                    | 0,5 m de montante                                 | 14          | 4 + 1                              | 5 x 32   | C1                       |
| G14          | 75,0    | -    | -                    | 0,5 m de jusante                                  | 14          | 4 + 1                              | 5 x 32   | C1                       |
| G15          | 75,0    | -    | -                    | 0,5 m de montante<br>1,0 m do fecho da abóbada    | 14          | 4 + 1                              | 5 x 45   | C2                       |
| G16          | 75,0    | -    | -                    | 0,5 m de jusante<br>1,0 m do fecho da abóbada     | 14          | 4 + 1                              | 5 x 45   | C2                       |
| G17          | 75,0    | -    | -                    | 0,5 m de montante                                 | 14          | 4 + 1                              | 5 x 15   | C2                       |
| G18          | 75,0    | -    | -                    | 0,5 m de jusante                                  | 14          | 4 + 1                              | 5 x 15   | C2                       |
| G19          | -       | -    | 75,0                 | 2,6 m a montante da junta B<br>1/2 espessura      | 14          | 5 + 1                              | 6 x 14   | C3                       |

QUADRO III - EXTENSÓMETROS

Cont.

| Grupo<br>No. | Cota    |     |                       | Localização                                 |             | Quantidade<br>de extensô-<br>metros | Comprimento<br>do cabo de<br>4 conduto-<br>res<br>(m) | Central<br>de<br>Leitura |
|--------------|---------|-----|-----------------------|---|-------------|-------------------------------------|---|--------------------------|
|              | Abóbada |     | Contra-<br>forte<br>3 | Situação                                    | Fig.<br>No. |                                     |   |                          |
|              | 1-3     | 3-5 |                       |   |             |                                     |   |                          |
| G20          | -       | -   | 75,0                  | 2,0 m a jusante da junta B<br>1/2 espessura | 14          | 5 + 1                               | 6 x 18  | C4                       |
| G21          | -       | -   | 75,0                  | 1,0 m de jusante<br>1/2 espessura           | 14          | 5 + 1                               | 6 x 11  | C5                       |
| G22          | 65,0    | -   | -                     | 0,5 m de montante                           | 13          | 4 + 1                               | 5 x 44  | C1                       |
| G23          | 65,0    | -   | -                     | 0,5 m de jusante                            | 13          | 4 + 1                               | 5 x 44  | C1                       |
| G24          | 65,0    | -   | -                     | 0,5 m de montante                           | 13          | 4 + 1                               | 5 x 6   | C2                       |
| G25          | 65,0    | -   | -                     | 0,5 m de jusante                            | 13          | 4 + 1                               | 5 x 6   | C2                       |
| G26          | -       | -   | 65,0                  | 1,0 m do paramento<br>1,7 da junta B        | 13          | 5 + 1                               | 6 x 4   | C3                       |
| G27          | -       | -   | 65,0                  | 1,0 m do paramento<br>1,7 da junta B        | 13          | 5 + 1                               | 6 x 8   | C3                       |
| G28          | -       | -   | 65,0                  | 2,0 m da junta B<br>1/2 espessura           | 13          | 5 + 1                               | 6 x 7   | C4                       |

QUADRO III - EXTENSÓMETROS

Cont.

| Grupo<br>Nº. | Cota    |     |                       | Localização                                    |             | Quantidade<br>de extensó-<br>metros | Comprimento<br>do cabo de<br>4 conduto-<br>res<br>(m) | Central<br>de<br>Leitura |
|--------------|---------|-----|-----------------------|--|-------------|-------------------------------------|---|--------------------------|
|              | Abóbada |     | Contra-<br>forte<br>3 | Situação                                       | Fig.<br>Nº. |                                     |   |                          |
|              | 1-3     | 3-5 |                       |  |             |                                     |   |                          |
| G29          | -       | -   | 65,0                  | 2,0 m da junta C<br>1/2 espessura              | 13          | 5 + 1                               | 6 x 9   | G5                       |
| G30          | -       | -   | 65,0                  | 1,0 m de jusante<br>1/2 espessura              | 13          | 5 + 1                               | 6 x 10  | G5                       |
| G31          | 60,0    | -   | -                     | 0,5 m de montante                              | 16          | 4 + 1                               | 5 x 60  | G1                       |
| G32          | 60,0    | -   | -                     | 0,5 m de jusante                               | 16          | 4 + 1                               | 5 x 60  | G1                       |
| G33          | 60,0    | -   | -                     | 0,5 m de montante                              | 16          | 4 + 1                               | 5 x 25  | G2                       |
| G34          | 60,0    | -   | -                     | 0,5 m de jusante                               | 16          | 4 + 1                               | 5 x 40  | G2                       |
| G35          | 58,5    | -   | -                     | 0,5 m de montante<br>1,0 m do fecho da abóbada | 16          | 4 + 1                               | 5 x 40  | G2                       |
| G36          | 58,5    | -   | -                     | 0,5 m de jusante<br>1,0 m do fecho da abóbada  | 16          | 4 + 1                               | 5 x 40  | G2                       |
| G37          | 54,0    | -   | -                     | Fundação                                       | 2           | 7                                   | 7 x 45  | G2                       |

QUADRO III - EXTENSÓMETROS

Cont.

| Grupo<br>Nº. | Cota    |      |                       | Localização         |             | Quantidade<br>de extensó-<br>metros | Comprimento<br>do cabo de<br>4 conduto-<br>res (m) | Central<br>de<br>Leitura |
|--------------|---------|------|-----------------------|---------------------|-------------|-------------------------------------|--|--------------------------|
|              | Abóbada |      | Contra-<br>forte<br>3 | Situação            | Fig.<br>Nº. |                                     |  |                          |
|              | 1-3     | 3-5  |                       |                     |             |                                     |  |                          |
| G38          | -       | -    | ≈58,5                 | Fundação (montante) | 3           | 7                                   | 7 × 8  | C3                       |
| G39          | -       | -    | ≈59,7                 | Fundação (jusante)  | 3           | 7                                   | 7 × 7  | C5                       |
| G40          | -       | 82,5 | -                     | 0,5 m de montante   | 19          | 4 + 1                               | 5 × 24   | C6                       |
| G41          | -       | 82,5 | -                     | 0,5 m de jusante    | 19          | 4 + 1                               | 5 × 24   | C6                       |
| G42          | -       | 82,5 | -                     | 0,5 m de montante   | 19          | 4 + 1                               | 5 × 31   | C7                       |
| G43          | -       | 82,5 | -                     | 0,5 m de jusante    | 19          | 4 + 1                               | 5 × 31   | C7                       |
| G44          | -       | 82,5 | -                     | 0,5 m de montante   | 19          | 4 + 1                               | 5 × 6  | C7                       |
| G45          | -       | 82,5 | -                     | 0,5 m de jusante    | 19          | 4 + 1                               | 5 × 6  | C7                       |
| G46          | -       | 75,0 | -                     | 0,5 m de montante   | 18          | 4 + 1                               | 5 × 26   | C7                       |
| G47          | -       | 75,0 | -                     | 0,5 m de jusante    | 18          | 4 + 1                               | 5 × 26   | C7                       |
| G48          | -       | 66,5 | -                     | 0,5 m de montante   | 18          | 4 + 1                               | 5 × 6  | C6                       |
| G49          | -       | 66,5 | -                     | 0,5 m de jusante    | 18          | 4 + 1                               | 5 × 6  | C6                       |



QUADRO IV - MEDIDORES DE JUNTAS

| Medidor<br>Nº. | Junta e Cota |      |                |                       | Localização                             |             | Comprimen-<br>to do ca-<br>bo de 4<br>condutores<br>(m) | Central<br>de<br>Medida |
|----------------|--------------|------|----------------|-----------------------|---|-------------|---|-------------------------|
|                | Abóbada      |      | Junta<br>1-3-5 | Contra-<br>forte<br>3 | Situação                                | Fig.<br>Nº. |   |                         |
|                | 1-3          | 3-5  |                |                       |   |             |   |                         |
| J1             | 90,0         | -    | -              | -                     | 1/2 espessura                           | 17          | 24  | C1                      |
| J2             | -            | -    | -              | A-87,0                | 1/4 espessura para a<br>margem direita  | 15          | 33  | C2                      |
| J3             | -            | -    | -              | A-87,0                | 1/4 espessura para a<br>margem esquerda | 15          | 46  | C6                      |
| J4             | -            | -    | -              | B-84,0                | 1/2 espessura                           | 15          | 26  | C3                      |
| J5             | -            | 82,5 | -              | -                     | 1/2 espessura                           | 19          | 30  | C7                      |
| J6             | -            | -    | 80,0           | -                     | 1 m de montante                         | 15          | 22  | C6                      |
| J7             | -            | -    | 80,0           | -                     | 3 m de jusante                          | 15          | 24  | C6                      |
| J8             | 75,0         | -    | -              | -                     | 1/2 espessura                           | 14          | 45  | C2                      |
| J9             | -            | 75,0 | -              | -                     | 1/2 espessura                           | 14          | 17  | C6                      |
| J10            | -            | -    | -              | A-75,0                | 1/4 espessura para a<br>margem direita  | 14          | 15  | C2                      |
| J11            | -            | -    | -              | A-75,0                | 1/4 espessura para a<br>margem esquerda | 14          | 16  | C6                      |
| J12            | -            | -    | -              | B-75,0                | 1/2 espessura                           | 14          | 16  | C3                      |
| J13            | -            | -    | -              | C-75,0                | 1/2 espessura                           | 14          | 20  | C4                      |
| J14            | -            | 75,0 | -              | -                     | 1/2 espessura                           | 18          | 30  | C7                      |
| J15            | -            | -    | 65,0           | -                     | 1/2 espessura                           | 13          | 5   | C2                      |
| J16            | 58,5         | -    | -              | -                     | 1/2 espessura                           | 16          | 41  | C2                      |



QUADRO V - MEDIDORES DE DESLIZAMENTOS

| Medi<br>dor<br>Nº. | Contraforte 3 |      | Localização                             |             | Comprimento<br>do cabo de<br>4 conduto<br>res<br>(m) | Central<br>de<br>Medida |
|--------------------|---------------|------|---|-------------|--|-------------------------|
|                    | Junta         | Cota | Situação                                | Fig.<br>Nº. |  |                         |
| J'1                | A             | 87,0 | 1/4 espessura para<br>a margem direita  | 15          | 33   | C2                      |
| J'2                | A             | 87,0 | 1/4 espessura para<br>a margem esquerda | 15          | 46   | C6                      |
| J'3                | B             | 84,0 | 1/2 espessura                           | 15          | 26   | C3                      |
| J'4                | B             | 75,0 | 1/2 espessura                           | 14          | 16   | C3                      |
| J'5                | C             | 75,0 | 1/2 espessura                           | 14          | 20   | C4                      |



QUADRO VI - TERMÔMETROS DE RESISTENCIA

| Termômetro<br>Nº. | Cota    |     |                      | Localização  |             | Comprimento<br>do cabo de<br>3 conduto<br>res<br>(m) | Central<br>de<br>Medida |
|-------------------|---------|-----|----------------------|--|-------------|--|-------------------------|
|                   | Abóbada |     | Contra<br>forte<br>3 | Situação   | Fig.<br>Nº. |  |                         |
|                   | 1-3     | 3-5 |                      |  |             |  |                         |
| T1                | 100,0   | -   | -                    | Na água a 1 m do fecho da abóbada                  | 17          | 28   | C1                      |
| T2                | 100,0   | -   | -                    | No paramento de montante a 1 m do fecho da abóbada | 17          | 28   | C1                      |
| T3                | 100,0   | -   | -                    | 1/2 espessura e a 1 m do fecho da abóbada          | 17          | 28   | C1                      |
| T4                | 100,0   | -   | -                    | No paramento de jusante a 1 m do fecho da abóbada  | 17          | 28   | C1                      |
| T5                | 100,0   | -   | -                    | No ar a jusante, a 1 m do fecho da abóbada         | 17          | 28   | C1                      |
| T6                | 90,0    | -   | -                    | Na água  | 17          | 22   | C1                      |
| T7                | 90,0    | -   | -                    | Paramento de montante                              | 17          | 22   | C1                      |
| T8                | 90,0    | -   | -                    | 1/2 espessura                                      | 17          | 22   | C1                      |
| T9                | 90,0    | -   | -                    | Paramento de jusante                               | 17          | 22   | C1                      |
| T10               | 90,0    | -   | -                    | No ar a jusante                                    | 17          | 22   | C1                      |
| T11               | 90,0    | -   | -                    | Na água a 1 m do fecho da abóbada                  | 17          | 42   | C1                      |
| T12               | 90,0    | -   | -                    | Paramento de montante a 1 m do fecho da abóbada    | 17          | 42   | C1                      |
| T13               | 90,0    | -   | -                    | 1/2 espessura e a 1 m do fecho da abóbada          | 17          | 42   | C1                      |
| T14               | 90,0    | -   | -                    | Paramento de jusante a 1 m do fecho da abóbada     | 17          | 42   | C1                      |
| T15               | 90,0    | -   | -                    | No ar a jusante e a 1 m do fecho da abóbada        | 17          | 42   | C1                      |
| T16               | 90,0    | -   | -                    | Na água  | 17          | 43   | C2                      |

QUADRO VI - TERMÓMETROS DE RESISTENCIA

Cont.

| Termómetro<br>No. | Cota    |      |                       | Localização   |             | Comprimento<br>do cabo de<br>3 conduto<br>res<br>(m) | Central<br>de<br>Medida |
|-------------------|---------|------|-----------------------|---|-------------|--|-------------------------|
|                   | Abóbada |      | Contra-<br>forte<br>3 | Situação  | Fig.<br>No. |  |                         |
|                   | 1-3     | 3-5  |                       |   |             |  |                         |
| T17               | 90,0    | -    | -                     | Paramento de montante   | 17          | 43   | C2                      |
| T18               | 90,0    | -    | -                     | 1/2 espessura   | 17          | 43   | C2                      |
| T19               | 90,0    | -    | -                     | Paramento de jusante  | 17          | 43   | C2                      |
| T20               | 90,0    | -    | -                     | No ar a jusante   | 17          | 43   | C2                      |
| T21               | -       | 87,0 | -                     | Na água a 2 m do eixo do<br>contraforte                             | 15          | 29   | C6                      |
| T22               | -       | 87,0 | -                     | No paramento de montante<br>a 2 m do eixo da barragem               | 15          | 29   | C6                      |
| T23               | -       | 80,0 | -                     | Na água junto à junta no<br>eixo do contraforte                     | 15          | 22   | C6                      |
| T24               | -       | 80,0 | -                     | No paramento de montante<br>junto à junta no eixo do<br>contraforte | 15          | 22   | C6                      |
| T25               | -       | -    | 80,0                  | Paramento de jusante<br>1/2 espessura                               | 15          | 20   | C4                      |
| T26               | -       | -    | 80,0                  | No ar a 1/2 espessura   | 15          | 20   | C4                      |
| T27               | 75,0    | -    | -                     | Na água   | 14          | 32   | C1                      |
| T28               | 75,0    | -    | -                     | Paramento de montante   | 14          | 32   | C1                      |
| T29               | 75,0    | -    | -                     | 1/2 espessura   | 14          | 32   | C1                      |
| T30               | 75,0    | -    | -                     | Paramento de jusante  | 14          | 32   | C1                      |
| T31               | 75,0    | -    | -                     | No ar a jusante   | 14          | 32   | C1                      |
| T32               | 75,0    | -    | -                     | Na água a 1 m do fecho<br>da abóbada                                | 14          | 45   | C2                      |

QUADRO VI - TERMÓMETROS DE RESISTENCIA

Cont.

| Termómetro<br>N.º | Cota    |     |                      | Localização  |             | Comprimento<br>do cabo de<br>3 conduto<br>res (m) | Central<br>de<br>Medida |
|-------------------|---------|-----|----------------------|--|-------------|---|-------------------------|
|                   | Abóbada |     | Contra<br>forte<br>3 | Situação   | Fig.<br>N.º |   |                         |
|                   | 1-3     | 3-5 |                      |  |             |   |                         |
| T33               | 75,0    | -   | -                    | No paramento de montante a 1 m do fecho da abóbada | 14          | 45  | C2                      |
| T34               | 75,0    | -   | -                    | 1/2 espessura a 1 m do fecho da abóbada            | 14          | 45  | C2                      |
| T35               | 75,0    | -   | -                    | Paramento de jusante a 1 m do fecho da abóbada     | 14          | 45  | C2                      |
| T36               | 75,0    | -   | -                    | No ar a jusante, a 1 m do fecho da abóbada         | 14          | 45  | C2                      |
| T37               | 75,0    | -   | -                    | Na água  | 14          | 5   | C2                      |
| T38               | 75,0    | -   | -                    | Paramento de montante                              | 14          | 5   | C2                      |
| T39               | 75,0    | -   | -                    | 1/2 espessura                                      | 14          | 5   | C2                      |
| T40               | 75,0    | -   | -                    | Paramento de jusante                               | 14          | 5   | C2                      |
| T41               | 75,0    | -   | -                    | No ar a jusante                                    | 14          | 5   | C2                      |
| T42               | -       | -   | 75,0                 | Paramento de jusante a 1/2 espessura               | 14          | 11  | C5                      |
| T43               | -       | -   | 75,0                 | No ar a jusante a 1/2 espessura                    | 14          | 11  | C5                      |
| T44               | 65,0    | -   | -                    | Na água  | 13          | 44  | C1                      |
| T45               | 65,0    | -   | -                    | Paramento de montante                              | 13          | 44  | C1                      |
| T46               | 65,0    | -   | -                    | 1/2 espessura                                      | 13          | 44  | C1                      |
| T47               | 65,0    | -   | -                    | Paramento de jusante                               | 13          | 44  | C1                      |
| T48               | 65,0    | -   | -                    | No ar a jusante                                    | 13          | 44  | C1                      |

QUADRO VI - TERMÔMETROS DE RESISTENCIA

Cont.

| Termómetro<br>Nº. | Cota    |     |                      | Localização                           |             | Comprimento<br>do cabo de<br>3 conduto<br>res<br>(m) | Central<br>de<br>Medida |
|-------------------|---------|-----|----------------------|---------------------------------------|-------------|--|-------------------------|
|                   | Abóbada |     | Contra<br>forte<br>3 | Situação                              | Fig.<br>Nº. |  |                         |
|                   | 1-3     | 3-5 |                      |                                       |             |  |                         |
| T49               | 65,0    | -   | -                    | Na água                               | 13          | 6  | C2                      |
| T50               | 65,0    | -   | -                    | Paramento de montante                 | 13          | 6  | C2                      |
| T51               | 65,0    | -   | -                    | 1/2 espessura                         | 13          | 6  | C2                      |
| T52               | 65,0    | -   | -                    | Paramento de jusante                  | 13          | 6  | C2                      |
| T53               | 65,0    | -   | -                    | No ar a jusante                       | 13          | 6  | C2                      |
| T54               | -       | -   | 65,0                 | Paramento de jusante<br>1/2 espessura | 13          | 11   | C5                      |
| T55               | -       | -   | 65,0                 | No ar a 1/2 espessura                 | 13          | 11   | C5                      |
| T56               | 60,0    | -   | -                    | Na água                               | 16          | 60   | C1                      |
| T57               | 60,0    | -   | -                    | Paramento de montante                 | 16          | 60   | C1                      |
| T58               | 60,0    | -   | -                    | 1/2 espessura                         | 16          | 60   | C1                      |
| T59               | 60,0    | -   | -                    | Paramento de jusante                  | 16          | 60   | C1                      |
| T60               | 60,0    | -   | -                    | No ar a jusante                       | 16          | 60   | C1                      |
| T61               | 60,0    | -   | -                    | Na água                               | 16          | 25   | C2                      |
| T62               | 60,0    | -   | -                    | Paramento de montante                 | 16          | 25   | C2                      |
| T63               | 60,0    | -   | -                    | 1/2 espessura                         | 16          | 25   | C2                      |
| T64               | 60,0    | -   | -                    | Paramento de jusante                  | 16          | 25   | C2                      |

QUADRO VI - TERMÔMETROS DE RESISTENCIA

Cont.

| Termômetro<br>No. | Cota    |      |                      | Localização                                     |             | Comprimento<br>do cabo de<br>3 conduto<br>res<br>(m) | Central<br>de<br>Medida |
|-------------------|---------|------|----------------------|---|-------------|--|-------------------------|
|                   | Abóbada |      | Contra<br>forte<br>3 | Situação  | Fig.<br>No. |  |                         |
|                   | 1-3     | 3-5  |                      |   |             |  |                         |
| T65               | 60,0    | -    | -                    | No ar a jusante                                 | 16          | 25   | C2                      |
| T66               | 58,5    | -    | -                    | Na água a 1 m do fecho da abóbada               | 16          | 41   | C2                      |
| T67               | 58,5    | -    | -                    | Paramento de montante a 1 m do fecho da abóbada | 16          | 41   | C2                      |
| T68               | 58,5    | -    | -                    | 1/2 espessura a 1 m do fecho da abóbada         | 16          | 41   | C2                      |
| T69               | 58,5    | -    | -                    | Paramento de jusante a 1 m do fecho da abóbada  | 16          | 41   | C2                      |
| T70               | 58,5    | -    | -                    | No ar a jusante a 1 m do fecho da abóbada       | 16          | 41   | C2                      |
| T71               | -       | 82,5 | -                    | Na água   | 19          | 24   | C6                      |
| T72               | -       | 82,5 | -                    | Paramento de montante                           | 19          | 24   | C6                      |
| T73               | -       | 82,5 | -                    | 1/2 espessura                                   | 19          | 24   | C6                      |
| T74               | -       | 82,5 | -                    | Paramento de jusante                            | 19          | 24   | C6                      |
| T75               | -       | 82,5 | -                    | No ar a jusante                                 | 19          | 24   | C6                      |
| T76               | -       | 82,5 | -                    | Na água   | 19          | 31   | C7                      |
| T77               | -       | 82,5 | -                    | Paramento de montante                           | 19          | 31   | C7                      |
| T78               | -       | 82,5 | -                    | 1/2 espessura                                   | 19          | 31   | C7                      |
| T79               | -       | 82,5 | -                    | Paramento de jusante                            | 19          | 31   | C7                      |
| T80               | -       | 82,5 | -                    | No ar a jusante                                 | 19          | 31   | C7                      |

QUADRO VI - TERMÓMETROS DE RESISTENCIA

Cont.

| Termómetro<br>No. | Cota    |      |                      | Localização           |             | Comprimento<br>do cabo de<br>3 conduto<br>res<br>(m) | Central<br>de<br>Medida |
|-------------------|---------|------|----------------------|-----------------------|-------------|--|-------------------------|
|                   | Abóbada |      | Contra<br>forte<br>3 | Situação              | Fig.<br>No. |  |                         |
|                   | 1-3     | 3-5  |                      |                       |             |  |                         |
| T81               | -       | 82,5 | -                    | Na água               | 19          | 6  | C7                      |
| T82               | -       | 82,5 | -                    | Paramento de montante | 19          | 6  | C7                      |
| T83               | -       | 82,5 | -                    | 1/2 espessura         | 19          | 6  | C7                      |
| T84               | -       | 82,5 | -                    | Paramento de jusante  | 19          | 6  | C7                      |
| T85               | -       | 82,5 | -                    | No ar a jusante       | 19          | 6  | C7                      |
| T86               | -       | 75,0 | -                    | Na água               | 18          | 26   | C7                      |
| T87               | -       | 75,0 | -                    | Paramento de montante | 18          | 26   | C7                      |
| T88               | -       | 75,0 | -                    | 1/2 espessura         | 18          | 26   | C7                      |
| T89               | -       | 75,0 | -                    | Paramento de jusante  | 18          | 26   | C7                      |
| T90               | -       | 75,0 | -                    | No ar a jusante       | 18          | 26   | C7                      |
| T91               | -       | 66,5 | -                    | Na água               | 18          | 6  | C6                      |
| T92               | -       | 66,5 | -                    | Paramento de montante | 18          | 6  | C6                      |
| T93               | -       | 66,5 | -                    | 1/2 espessura         | 18          | 6  | C6                      |
| T94               | -       | 66,5 | -                    | Paramento de jusante  | 18          | 6  | C6                      |
| T95               | -       | 66,5 | -                    | No ar a jusante       | 18          | 6  | C6                      |

QUADRO VII - CENTRAIS DE LEITURA

| Nº.de central | Nº.de tomadas |            | Aparelhos ligados à central  | Localização   |
|---------------|---------------|------------|--|---|
|               | quadripolares | tripolares |  |   |
| C1            | 61            | 30         | G1, G2, G3, G4, G5, G6, G13, G14, G22, G23, G31, G32.<br>J.1, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T27, T28, T29, T30, T31, T44, T45, T46, T47, T48, T56, T57, T58, T59, T60  | Contraforte 1 junto ao sistema do comando do descarregador no coroa-mento.        |
| C2            | 81            | 30         | G7, G8, G10, G15, G16, G17, G18, G24, G25, G33, G34, G35, G36, G37, J2, J8, J10, J15, J16, J11, T16, T17, T18, T19, T20, T32, T33, T34, T35, T36, T37, T38, T39, T40, T41, T49, T50, T51, T52, T53, T61, T62, T63, T64, T65, T66, T67, T68, T69, T70 | Abóbada 1-3 junto à junta A do contraforte 3 a 1 m acima do soco.                 |
| C3            | 29            | -          | G19, G26, G27, G38, J4, J12, J3, J4  | Face lateral direita do contraforte 3 entre as juntas A e B, a 1 m acima do soco. |

QUADRO VII - CENTRAIS DE LEITURA

Cont.

| Nº.de central | Nº. de tomadas |            | Aparelhos ligados à central   | Localização   |
|---------------|----------------|------------|---|---|
|               | quadripolares  | tripolares |   |   |
| C4            | 20             | 2          | G20, G28, J13, J'5, T25, T26  | Face lateral direita do contraforte 3 entre as juntas B e C a 1 m acima do soco.              |
| C5            | 25             | 4          | G21, G29, G30, G39 T42, T43, T54, T55   | Face lateral direita do contraforte 3 entre a junta C e o paramento de junta te acima do soco |
| C6            | 42             | 14         | G11, G40, G41, G48, G49, J3, J6, J7, J9, J11, J'2, T21, T22, T23, T24, T71, T72, T73, T74, T75, T91, T92, T93, T94, T95 | Abóbada 3-5 junto à junta A do contraforte 3 a 1 m acima do soco.                             |
| C7            | 32             | 15         | G42, G43, G44, G45, G46, G47, J5, J14, T76, T77, T78, T79, T80, T81, T82, T83, T84, T85, T86, T87, T88, T89, T90        | Abóbada 3-5 junto ao contraforte 5 a 1 m acima do soco.                                       |
| C8            | 4              | -          | F1, F2, F3, F4  | Galeria do contraforte 6  |

G - Grupos de extensômetros

J - Medidores de juntas

J' - Medidores de deslizamentos

T - Termômetros de resistência

F - Extensômetros de ensaios "in situ"

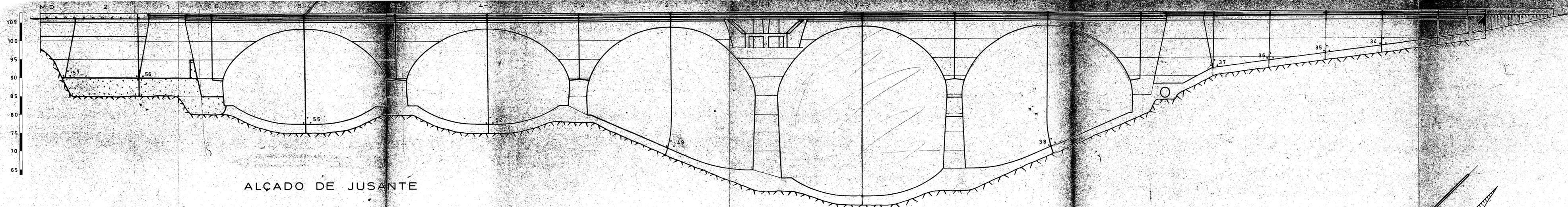
QUADRO VIII - FERRAMENTA PARA OBSERVAÇÃO DE  
BARRAGENS

- 1 Torno de bancada N<sup>o</sup>. 3
- 1 Martelo de bola com cabo 300 g
- 1 Maçarico gasolina com bomba Sienat N<sup>o</sup>. 222
- 2 Canivetes
- 1 Pedra de esmeril (afiador)
- 1 Serrote para ferro
- 10 Folhas de serrote aço rápido Narcet 12"
- 1 Ferro de soldar elétrico zeva 220 V/180 W
- 1 Colher de pedreiro com cortador Império 8 1/2"
- 1 Tesoura de latoeiro espanhola 37/12"
- 1 Fita métrica tela em caixa de coiro alemã 8453/25 m
- 1 Fita métrica em aço esmaltado com extensão Stanley P248 1/2 m
- 1 Abecedário de aço cromo Vanadium 7 mm
- 1 Numerário de aço cromo Vanadium 7 mm
- 1 Limatão redondo bastardo de 8" com cabo
- 1 Limatão redondo bastardo de 10" com cabo
- 1 Limatão redondo bastardo de 12" com cabo
- 1 Lima paralela bastarda de 6" com cabo
- 1 Lima paralela bastarda de 8" com cabo
- 1 Lima paralela bastarda de 10" com cabo
- 1 Lima 1/2 cana bastarda de 10" com cabo
- 1 Lima paralela murça de 8" com cabo
- 1 Lima triangular murça de 5" com cabo
- 1 Lima quadrada bastarda de 8" com cabo
- 1 Berbequim manual 19/10 mm
- 1 Jogo de brocas cilíndricas em aço rápido de 1 a 10 mm de 1 em 1 mm
- 1 Alicate universal 7"
- 1 Alicate de corte 6"
- 1 Chave francesa de 12"
- 1 Jogo de chaves de duas bocas de 6 a 32 mm
- 1 Chave de fendas com cabo isolado 75x3
- 1 Chave de fendas com cabo isolado 150x4,5

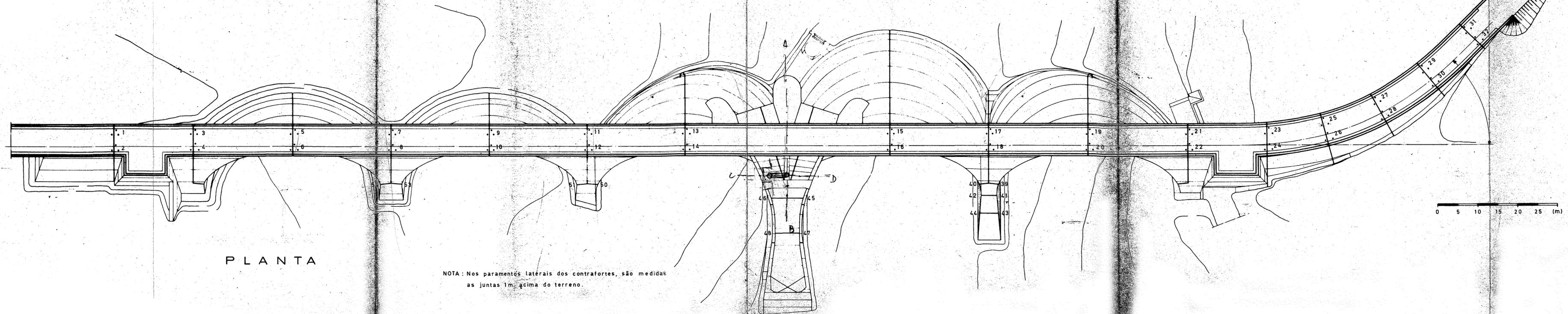
QUADRO VIII - FERRAMENTA PARA OBSERVAÇÃO  
DE BARRAGENS

Cont.

- 1 Chave de fendas com cabo isolado 150x6
- 1 Chave de fendas com cabo isolado 200x8
- 1 Chave de fendas com cabo isolado 200x10
- 1 Nível bolha de ar
- 1 Escopro oitavado de 150 mm
- 1 Escopro oitavado de 180 mm
- 2 Ponteiros sextavadas 3/4"
- 1 Punção de bico
- Chaves para parafusos umbrako de 3/16, M3, M4 e M5
- 1 Serrote para madeira
- 1 Lanterna de pilhas



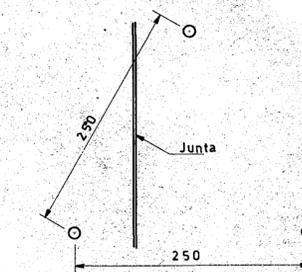
ALÇADO DE JUSANTE



PLANTA

NOTA: Nos paramentos laterais dos contrafortes, são medidas as juntas 1m. acima do terreno.

PORMENOR DE COLOCAÇÃO



CONTRAFORTE 3

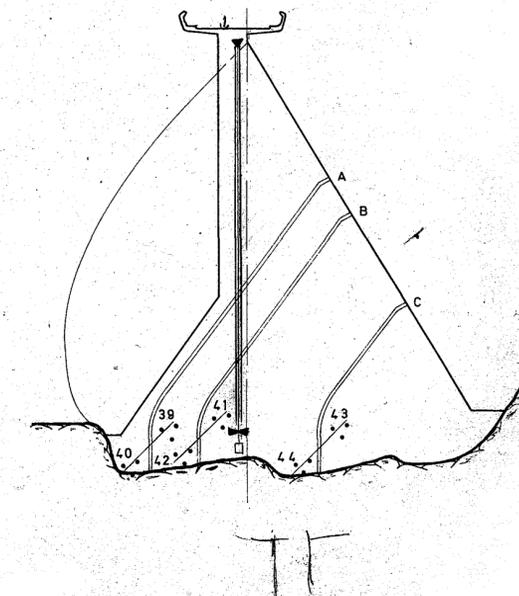


Fig. 1 Bases de alongâmetro

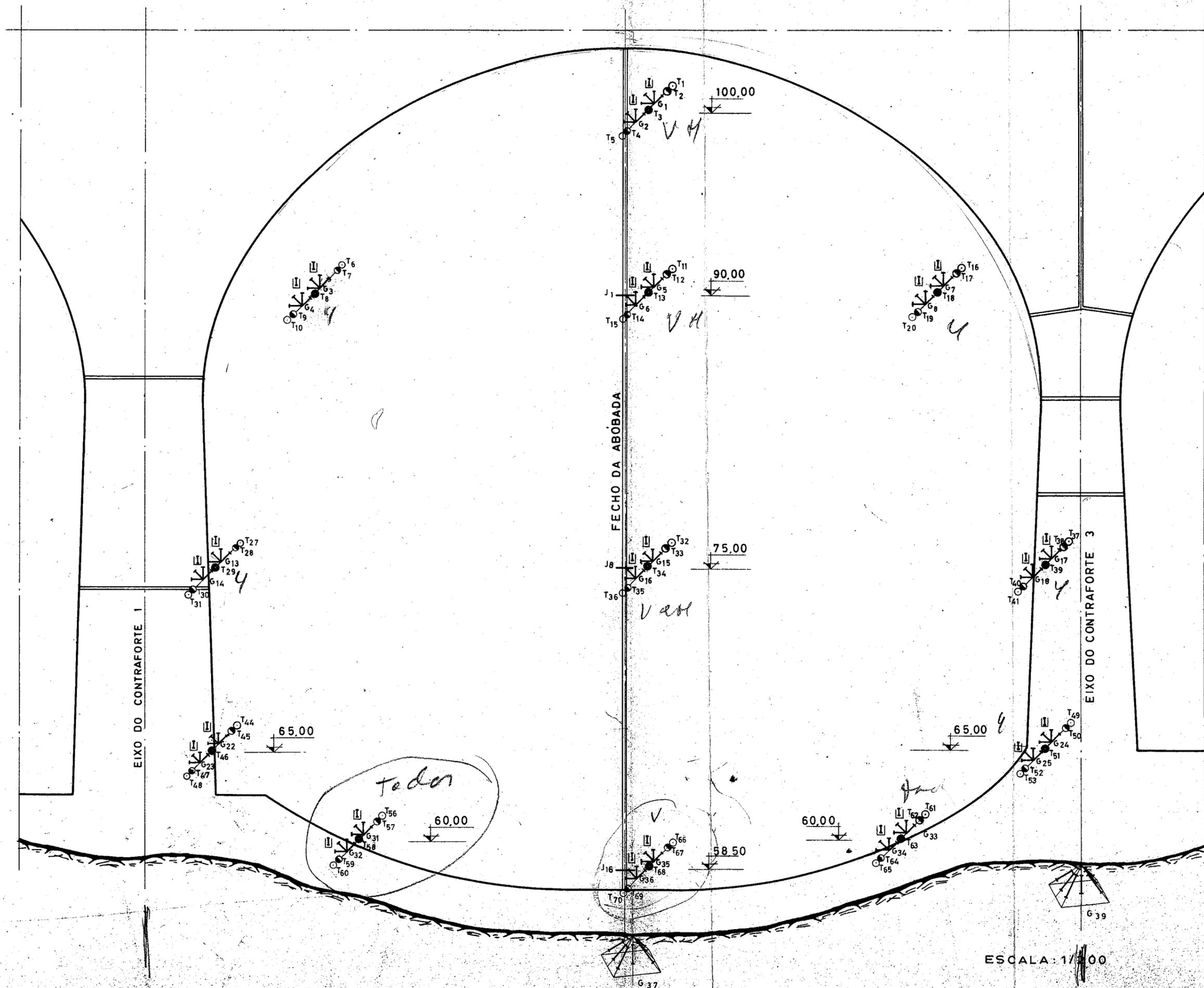
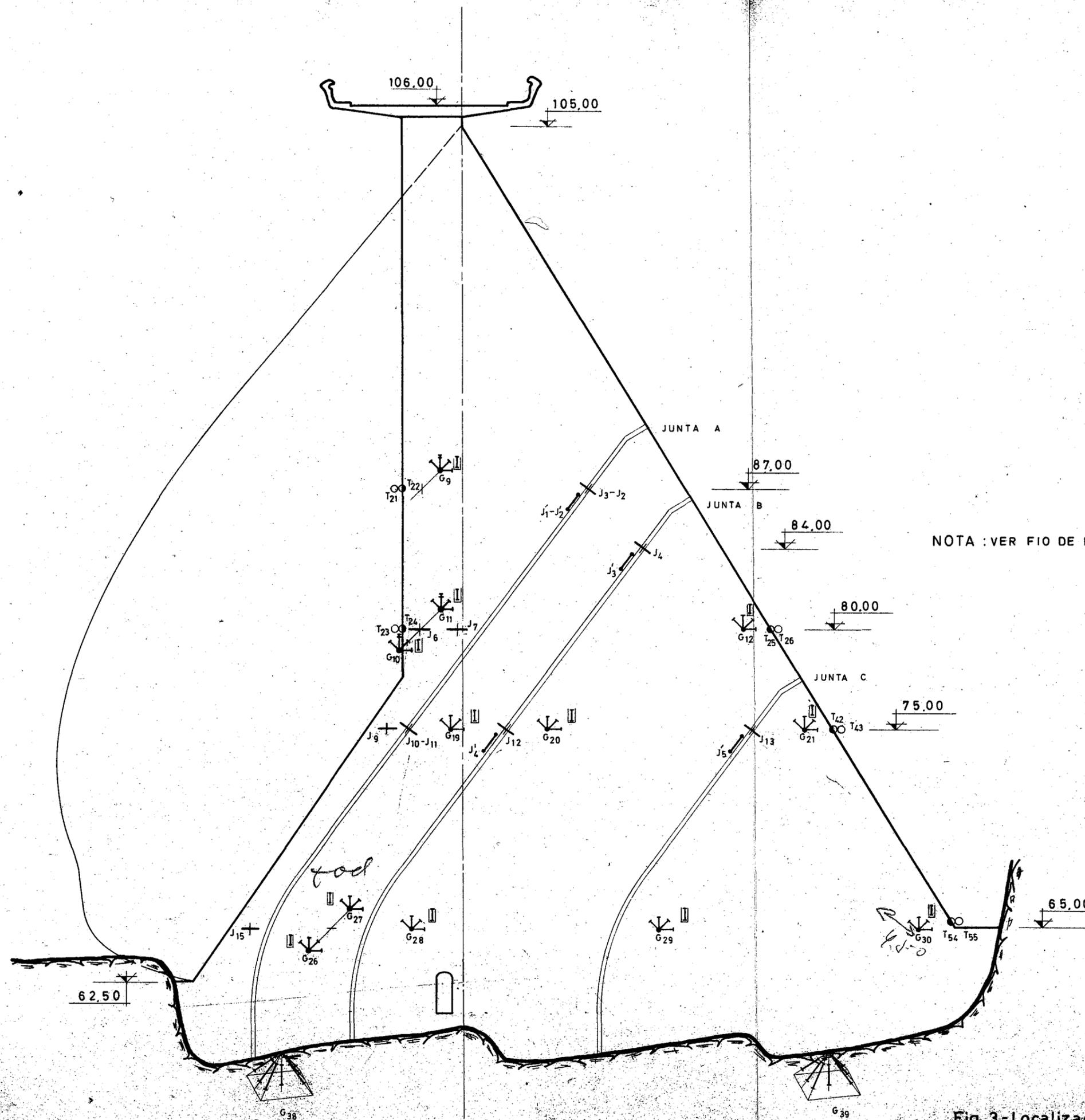


Fig. 2 - Localização da aparelhagem na abóbada 1-3



NOTA : VER FIO DE PRUMO INVERTIDO E FIOS DE INVAR NA FIG. 5.

ESCALA : 1/200

Fig 3-Localização da aparelhagem no contraforte 3

BARRAGEM DE ODIVELAS

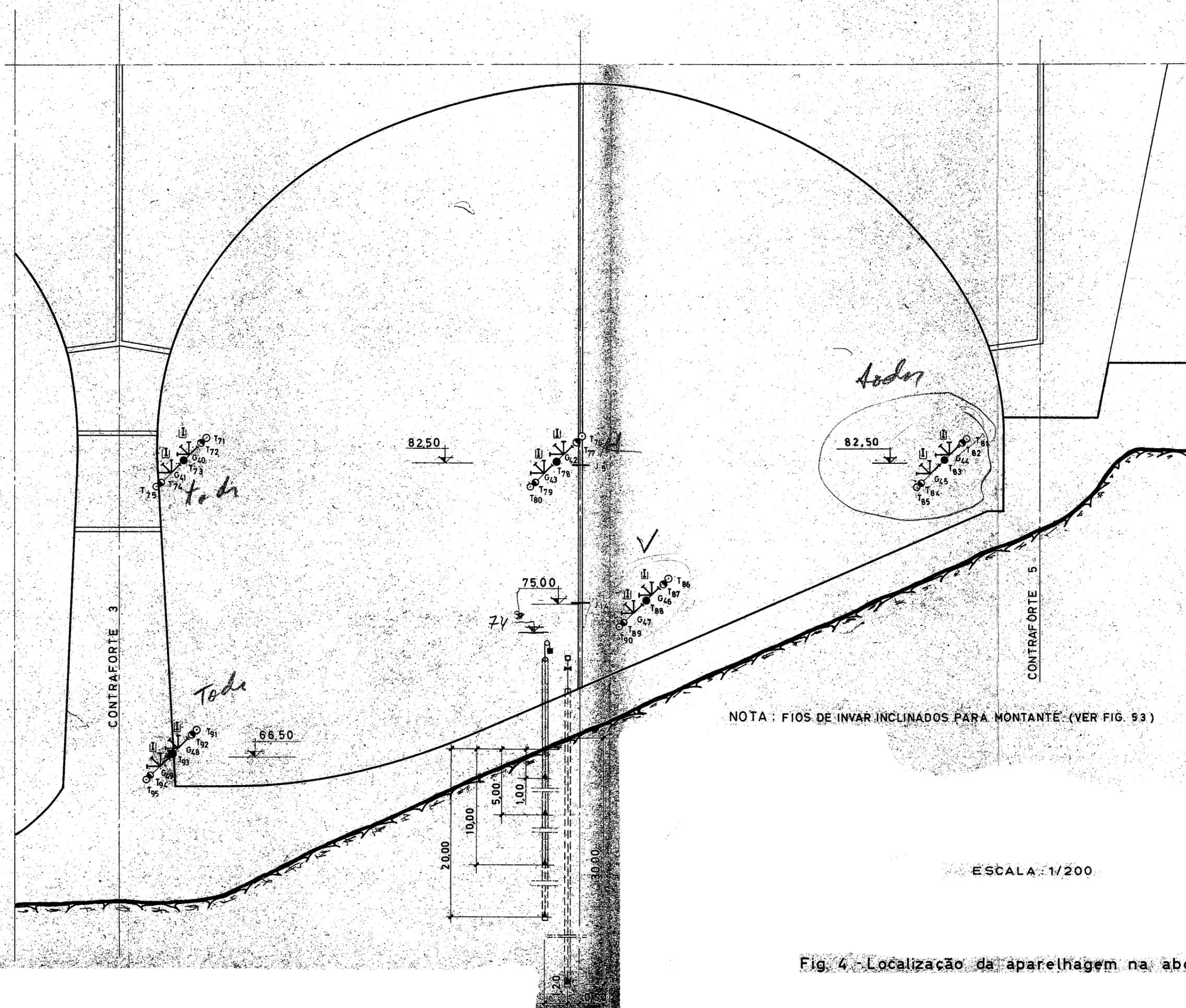
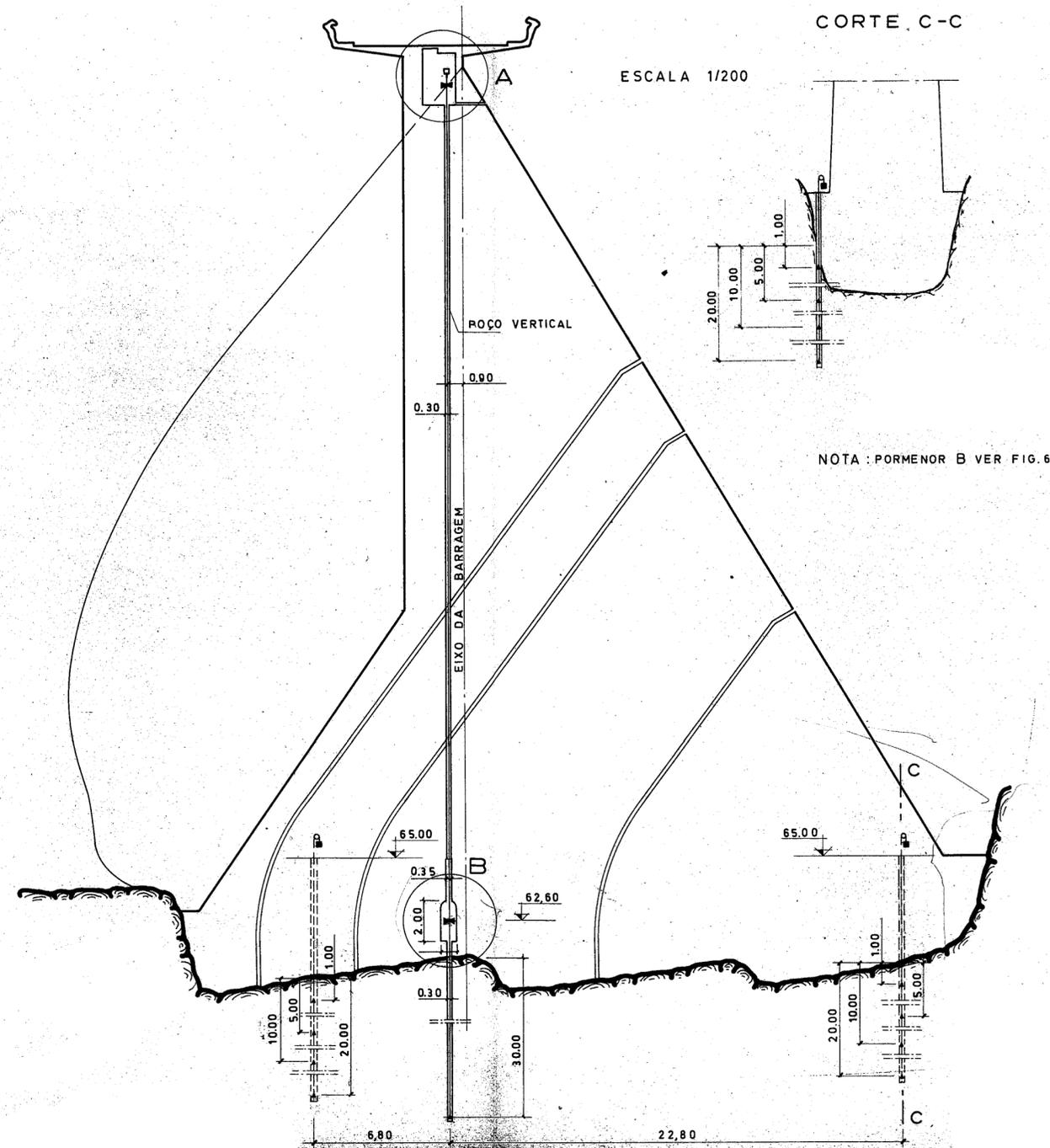
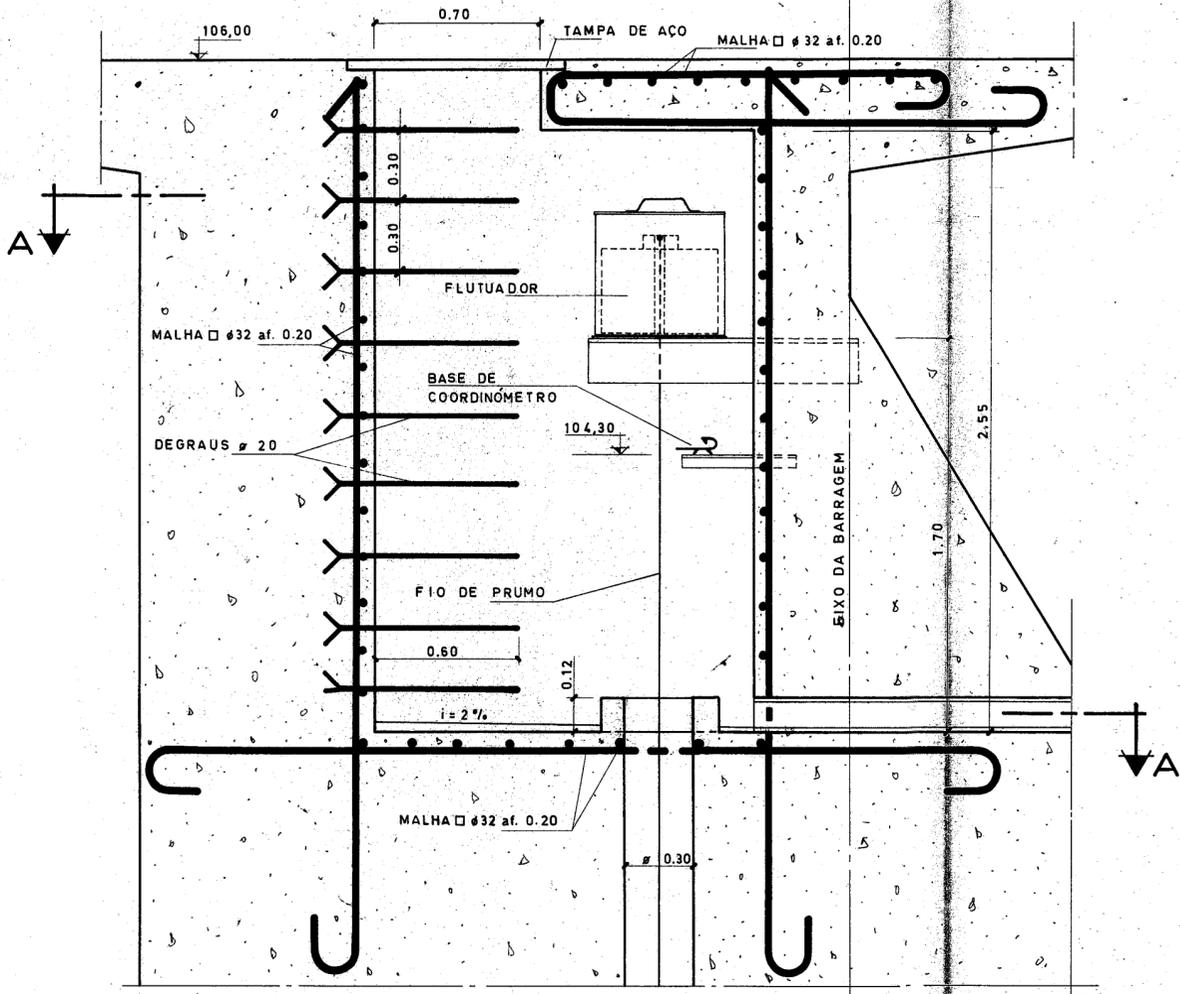
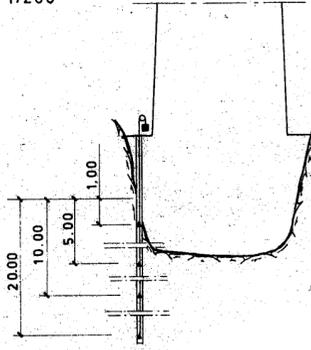


Fig. 4 - Localização da aparelhagem na abóbada 3-5

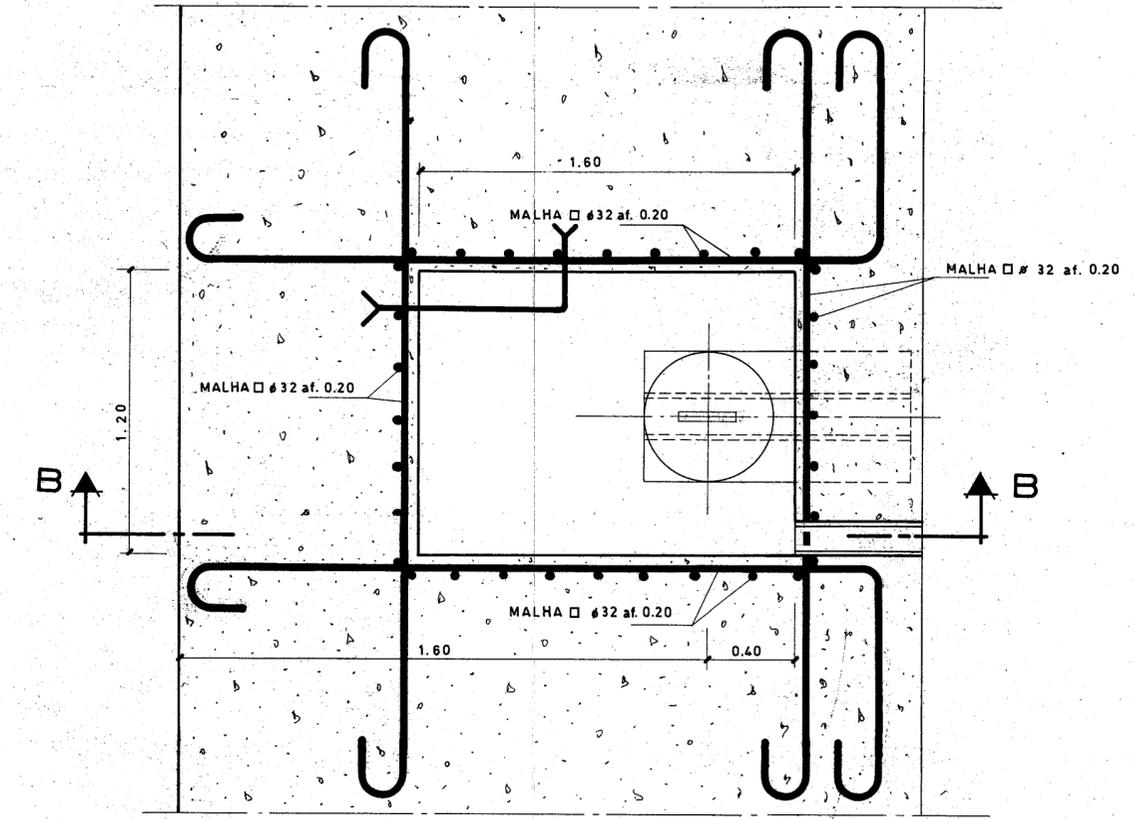


COORTE C-C  
ESCALA 1/200



COORTE B-B

ESCALA: 1/20



PLANTA POR A-A

Fig. 5 - Localização do fio de prumo invertido e fios de invar no contraforte 3 e definição do pormenor A:



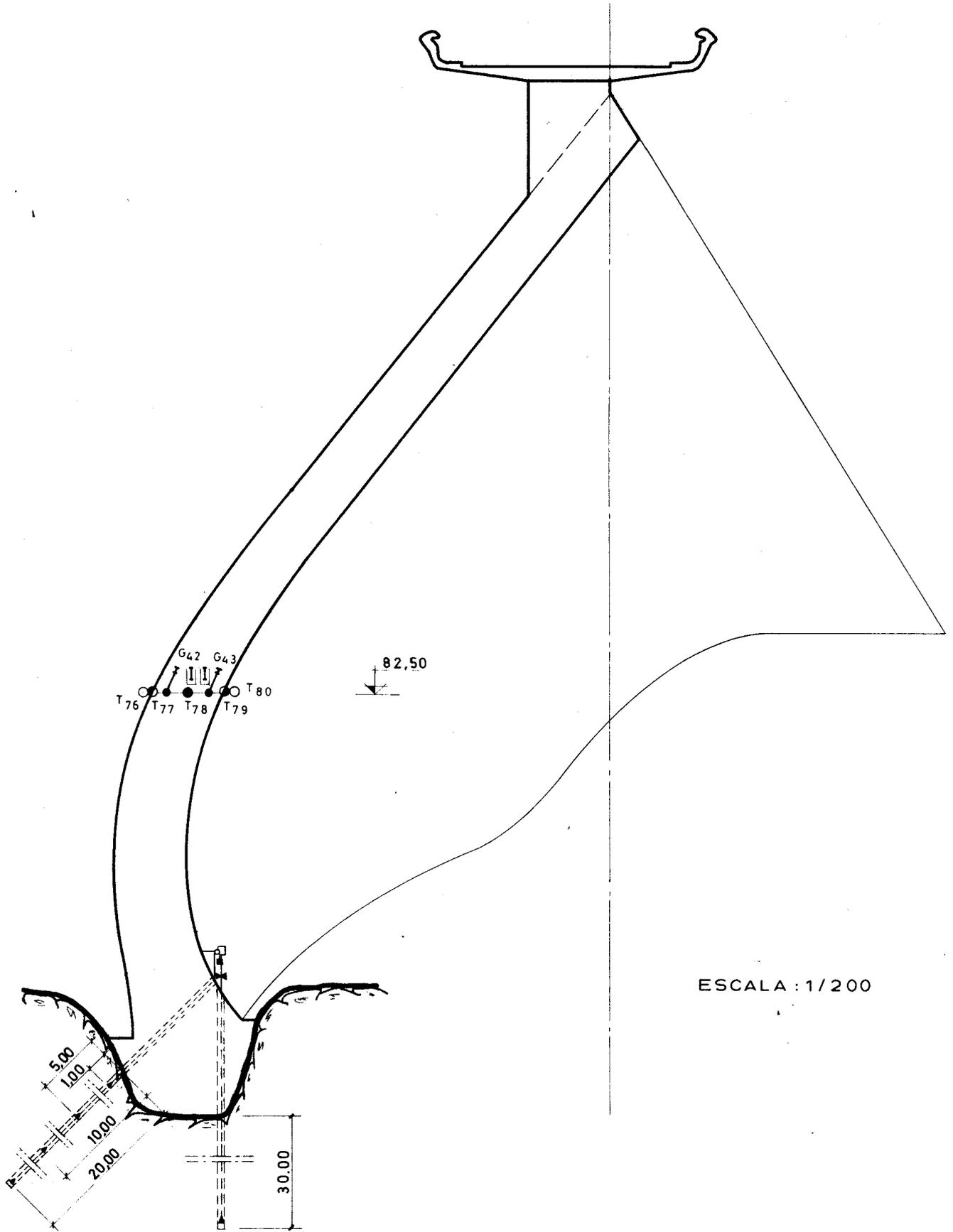
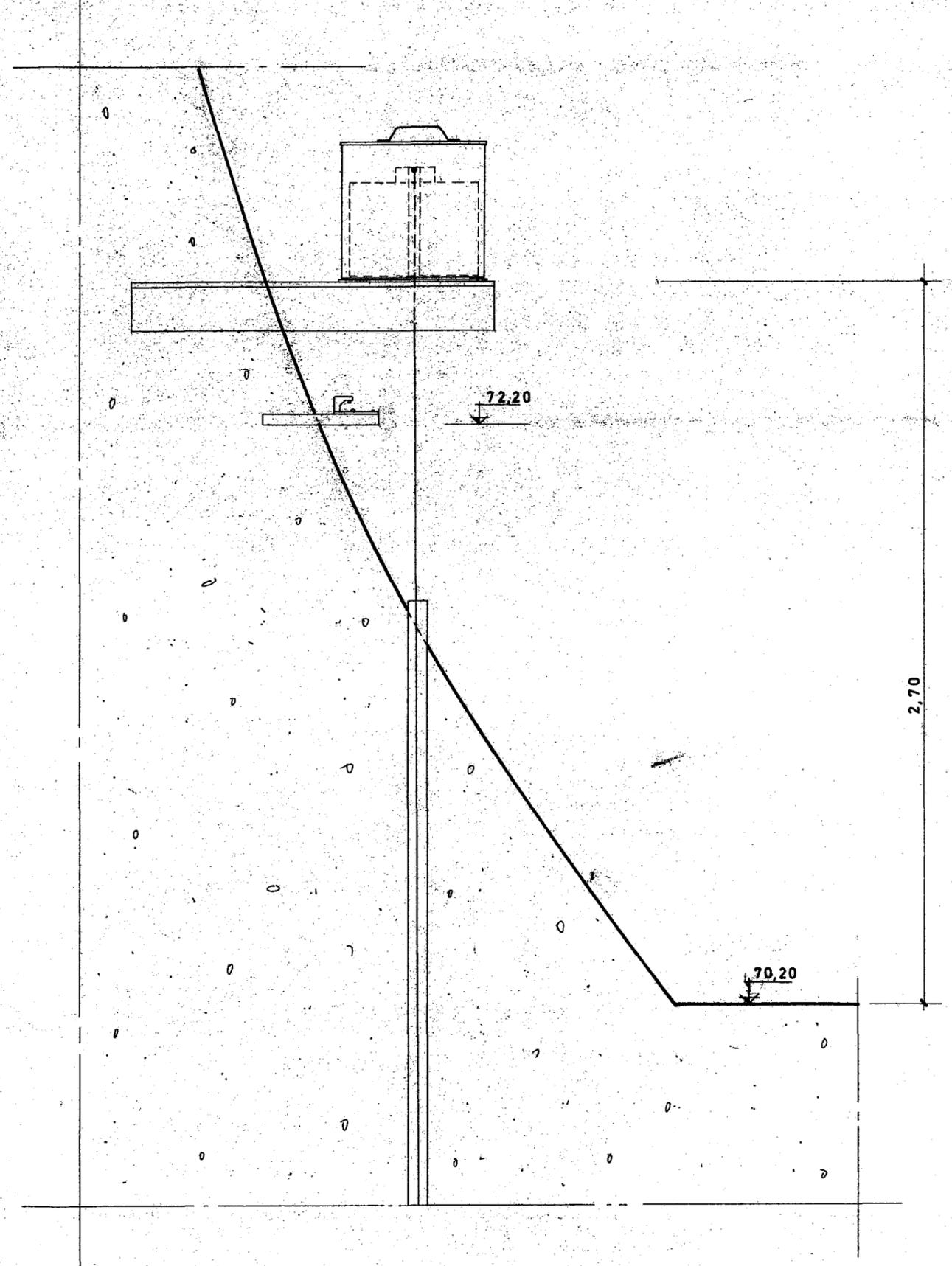
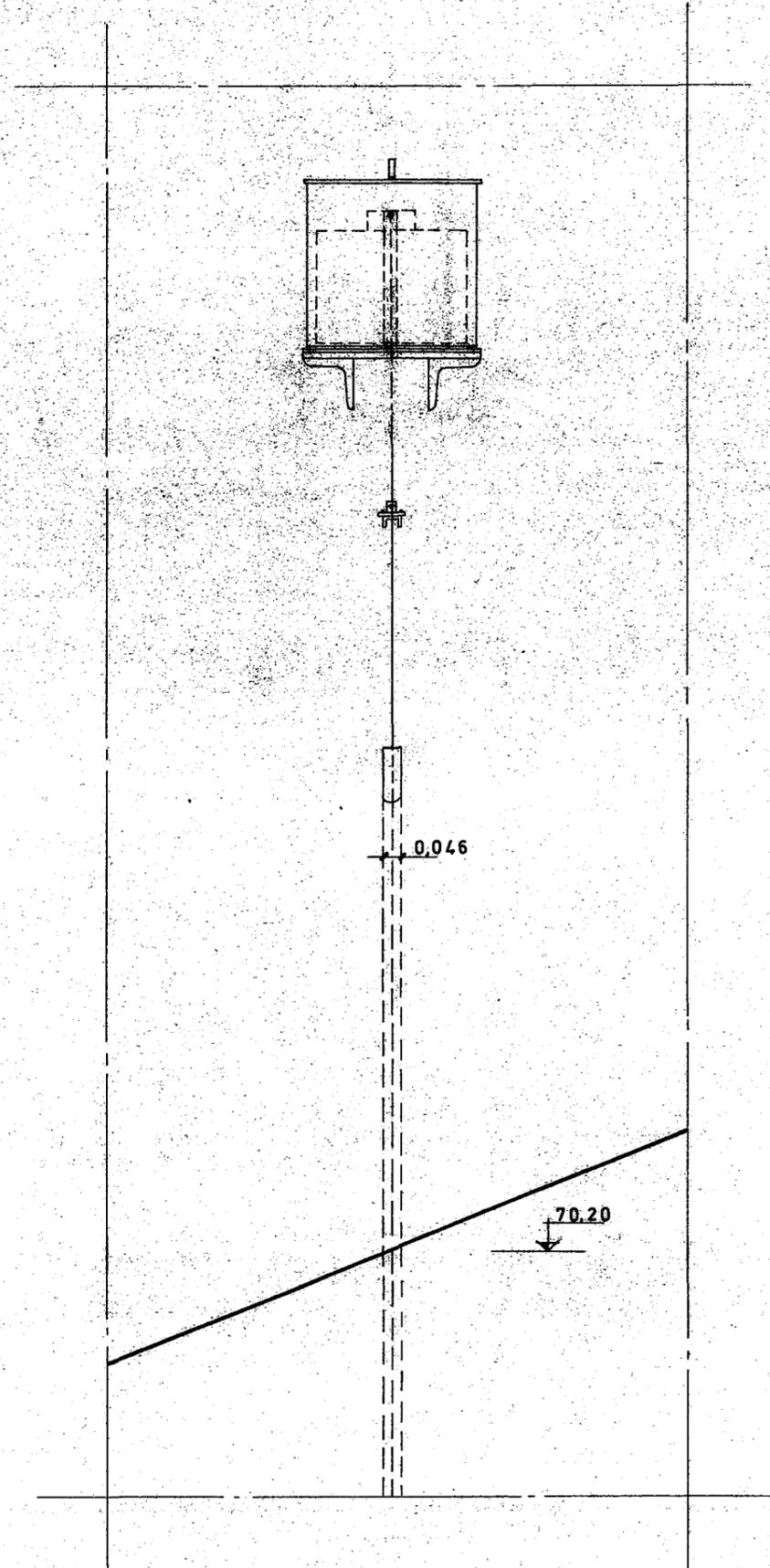


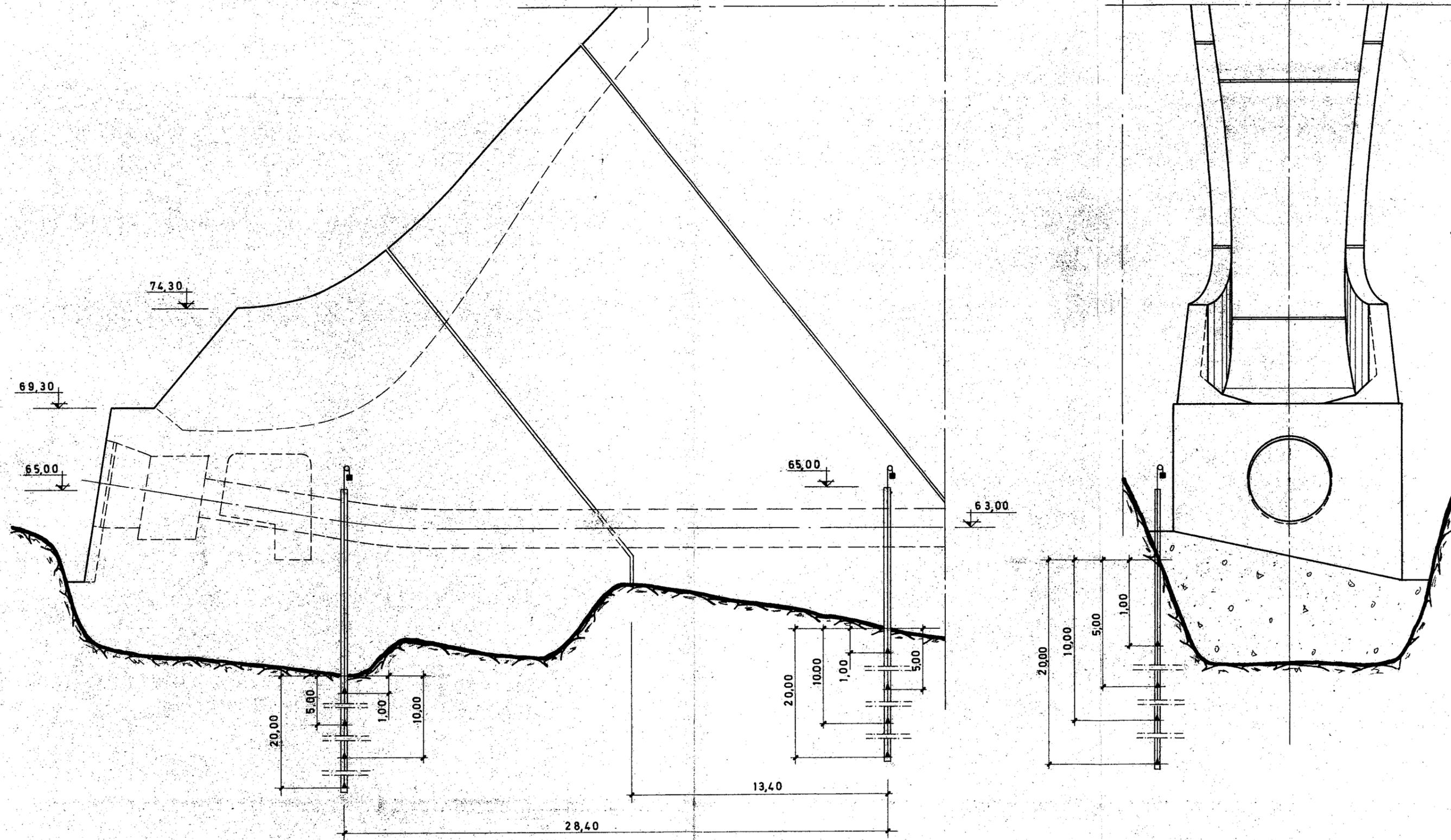
Fig. 7 - Localização da aparelhagem na abóbada 3-5.  
Corte pelo fecho da abóbada.



ESCALA: 1/20

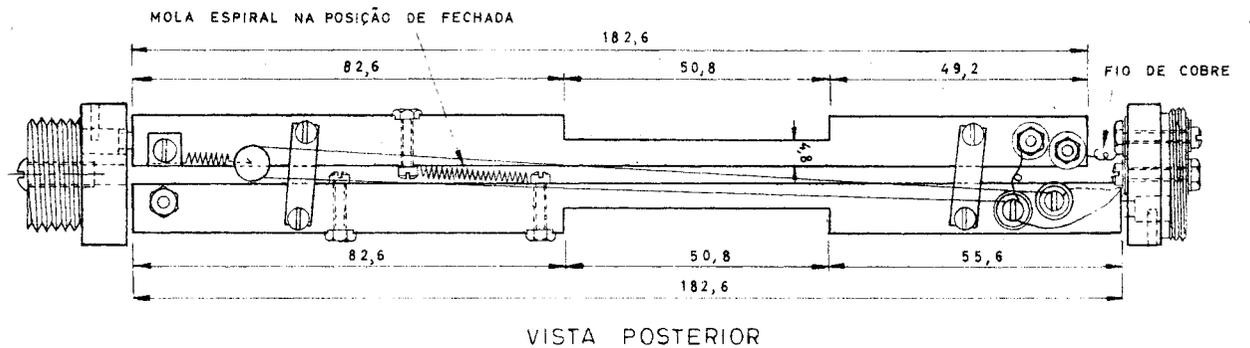
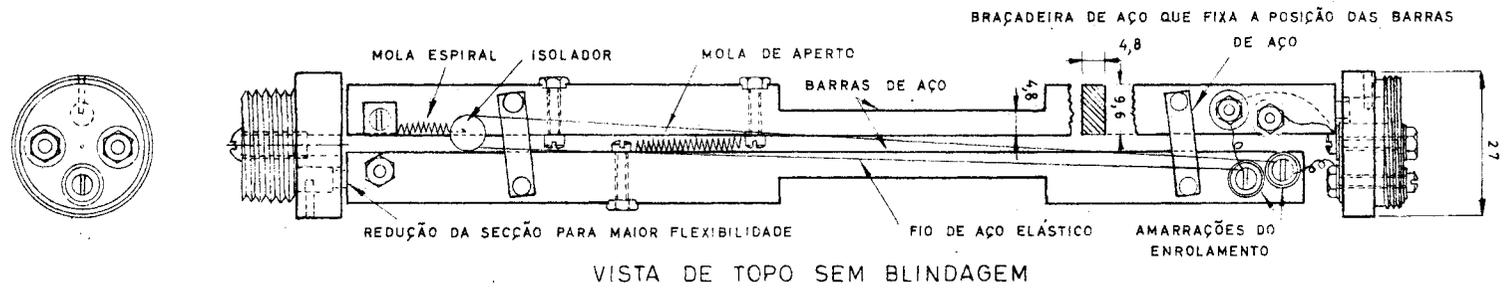
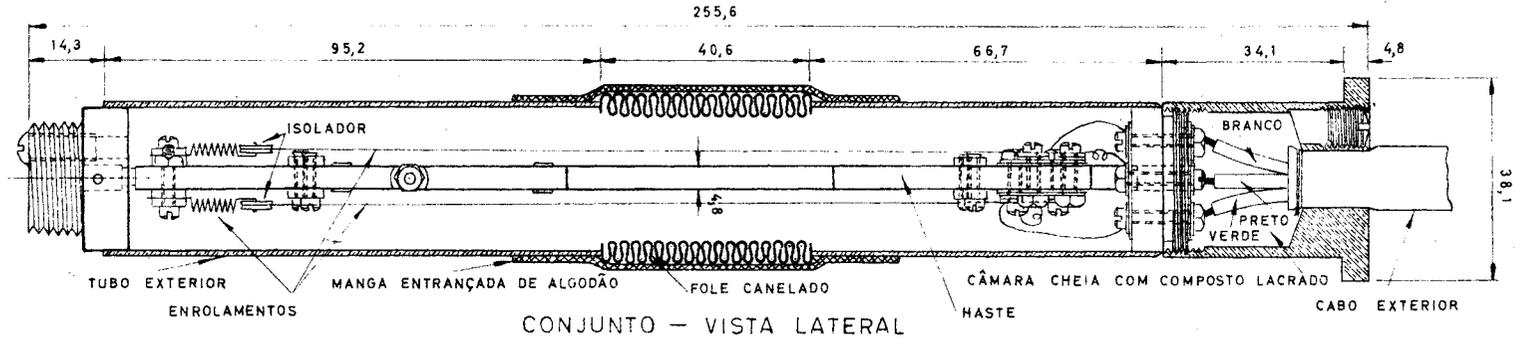
NOTA: PROTECÇÃO E ACESSO A DEFINIR

Fig.8-Localização e montagem do fio de prumo - Abóbada 3-5



NOTA : PROTECCÃO E ACESSO A DEFINIR.

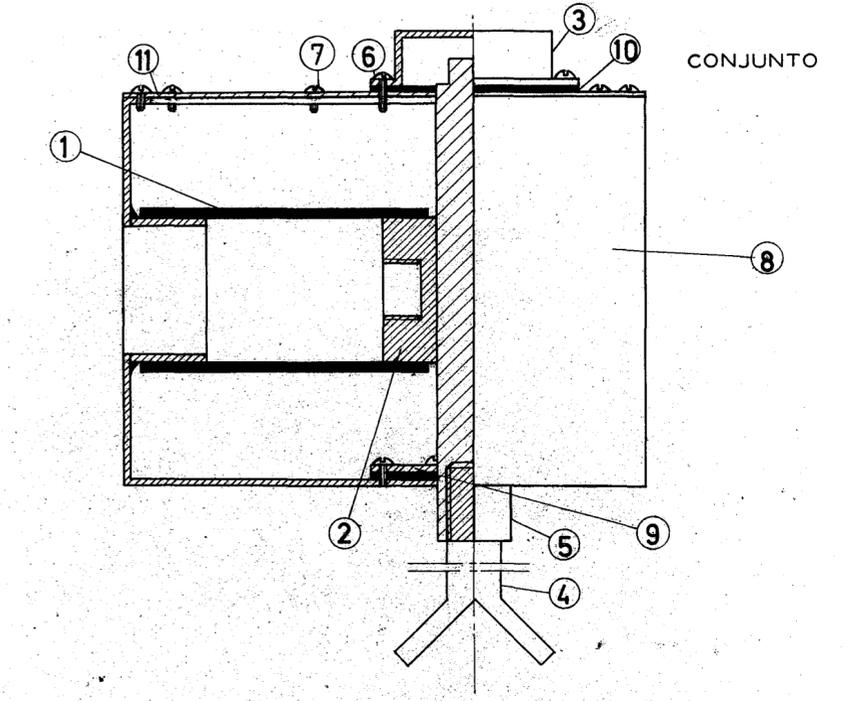
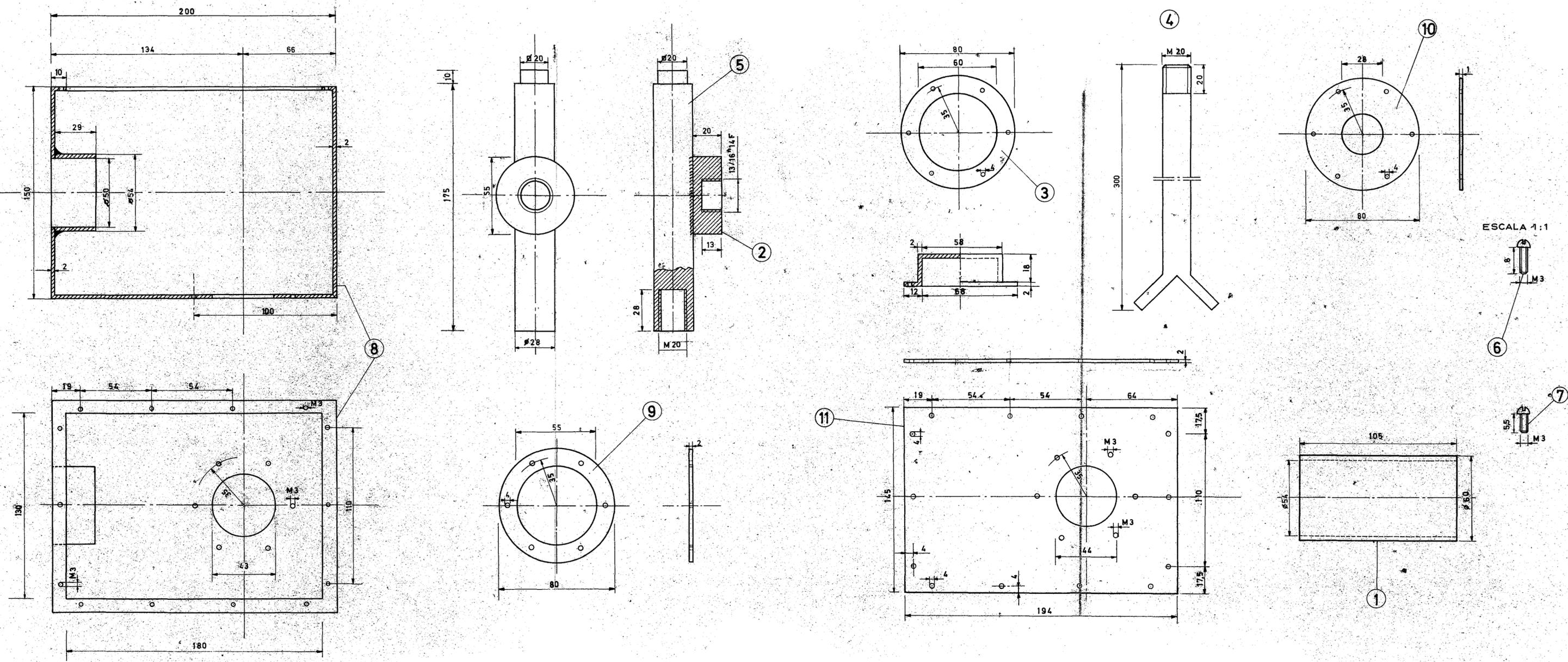
Fig. 9 -Localização dos fios de invar - Contraforte 1



NOTAS

TODAS AS LIGAÇÕES DE FIOS ELÉCTRICOS SÃO SOLDADAS À CAVILHA DE FERRO. O CONJUNTO DENTRO DA BLINDAGEM É CHEIO DE ÓLEO CASTOR PARA EVITAR QUE SE DEEM CORROSÕES. TODOS OS TERMINAIS DO CIRCUITO ELÉCTRICO SÃO ISOLADOS POR ANILHAS E TUBOS DE MICA. O ENROLAMENTO DE AÇO É APLICADO LOGO DE INÍCIO SOB TENSÃO. COTAS EM (mm)

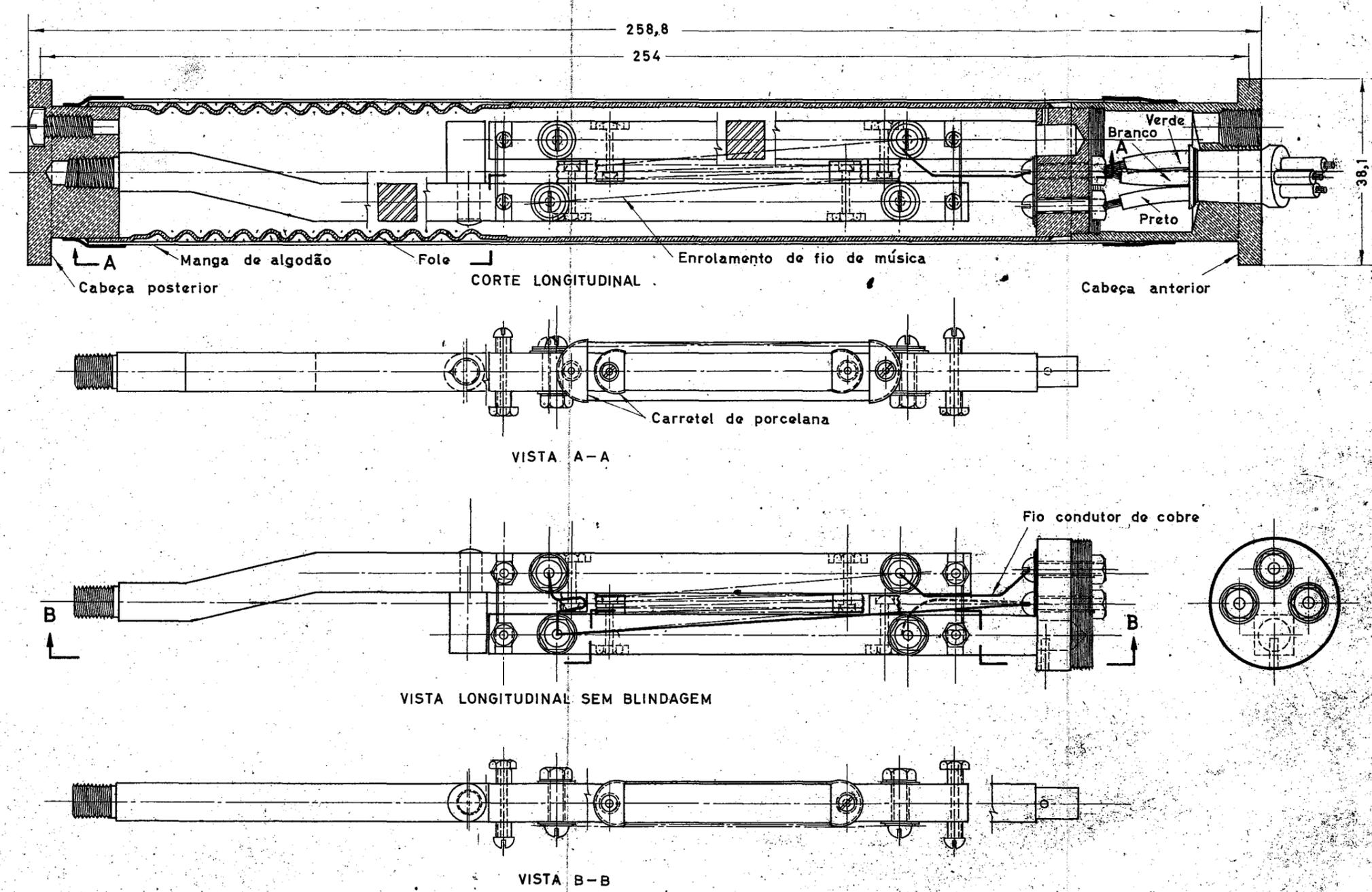
Fig.10-Medidor de juntas Carlson.



| Nº PEÇA | DESIGNAÇÃO                    | QUANT. | MATERIAL       | OBSERVAÇÕES |
|---------|-------------------------------|--------|----------------|-------------|
| 1       | MANGA                         | 1      | BORRACHA       |             |
| 2       | ÊMBOLO                        | 1      | AÇO MACIO      |             |
| 3       | TAMPA                         | 1      | "              |             |
| 4       | CHUMBADOR                     | 1      | "              |             |
| 5       | TRANSMISSOR                   | 1      | "              |             |
| 6       | PARAFUSO DE CABEÇA DE TREMOÇO | 12     | "              |             |
| 7       | PARAFUSO DE CABEÇA DE TREMOÇO | 14     | "              |             |
| 8       | CORPO                         | 1      | CHAPA DE FERRO | 2 mm        |
| 9       | ANILHA                        | 1      | AÇO MACIO      |             |
| 10      | ANILHA                        | 2      | BORRACHA       |             |
| 11      | TAMPA DO CORPO                | 1      | AÇO MACIO      |             |

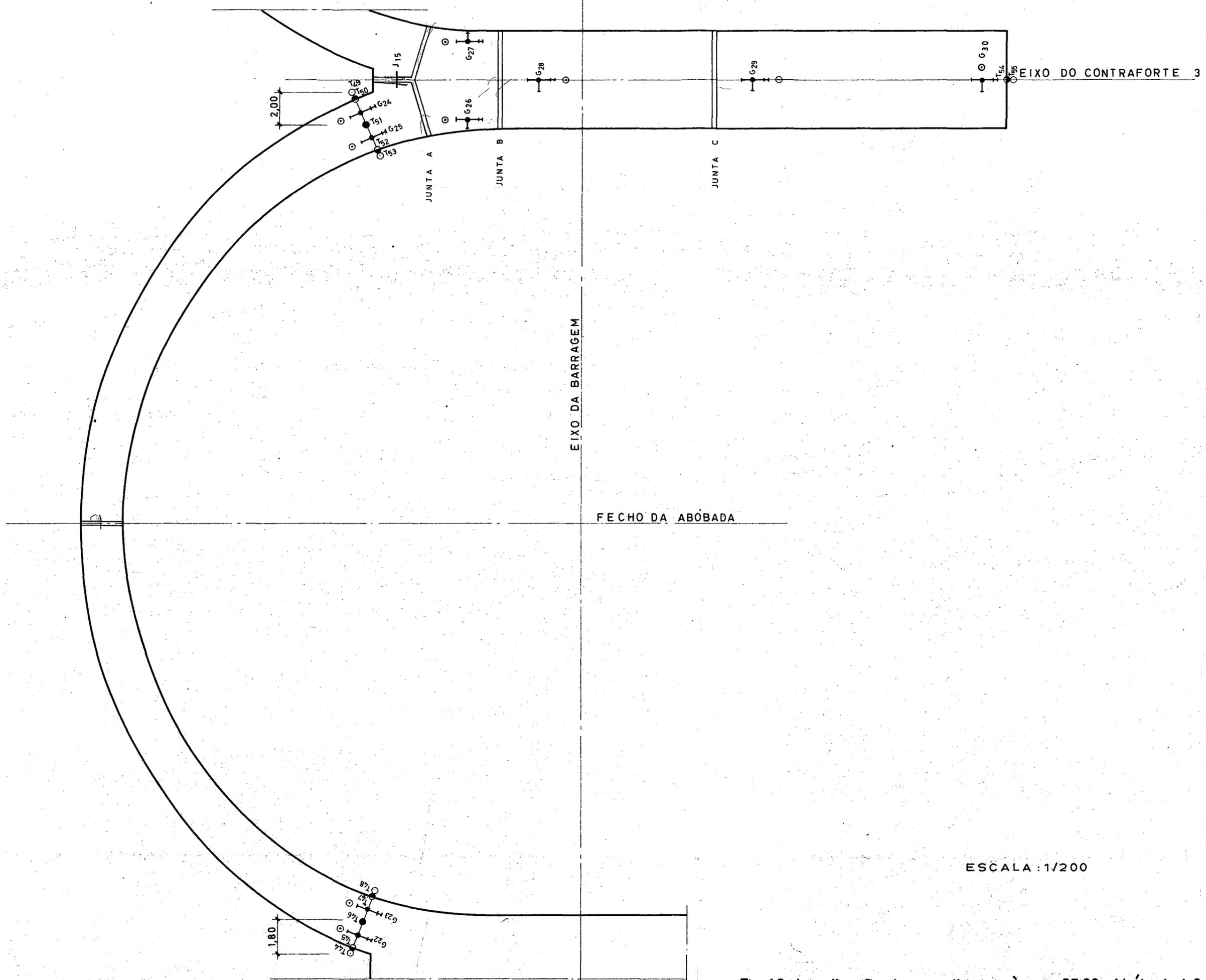
Fig.11 Dispositivo para medição de deslizamento de juntas  
Conjunto para acoplamento do medidor

ESCALA 1:2



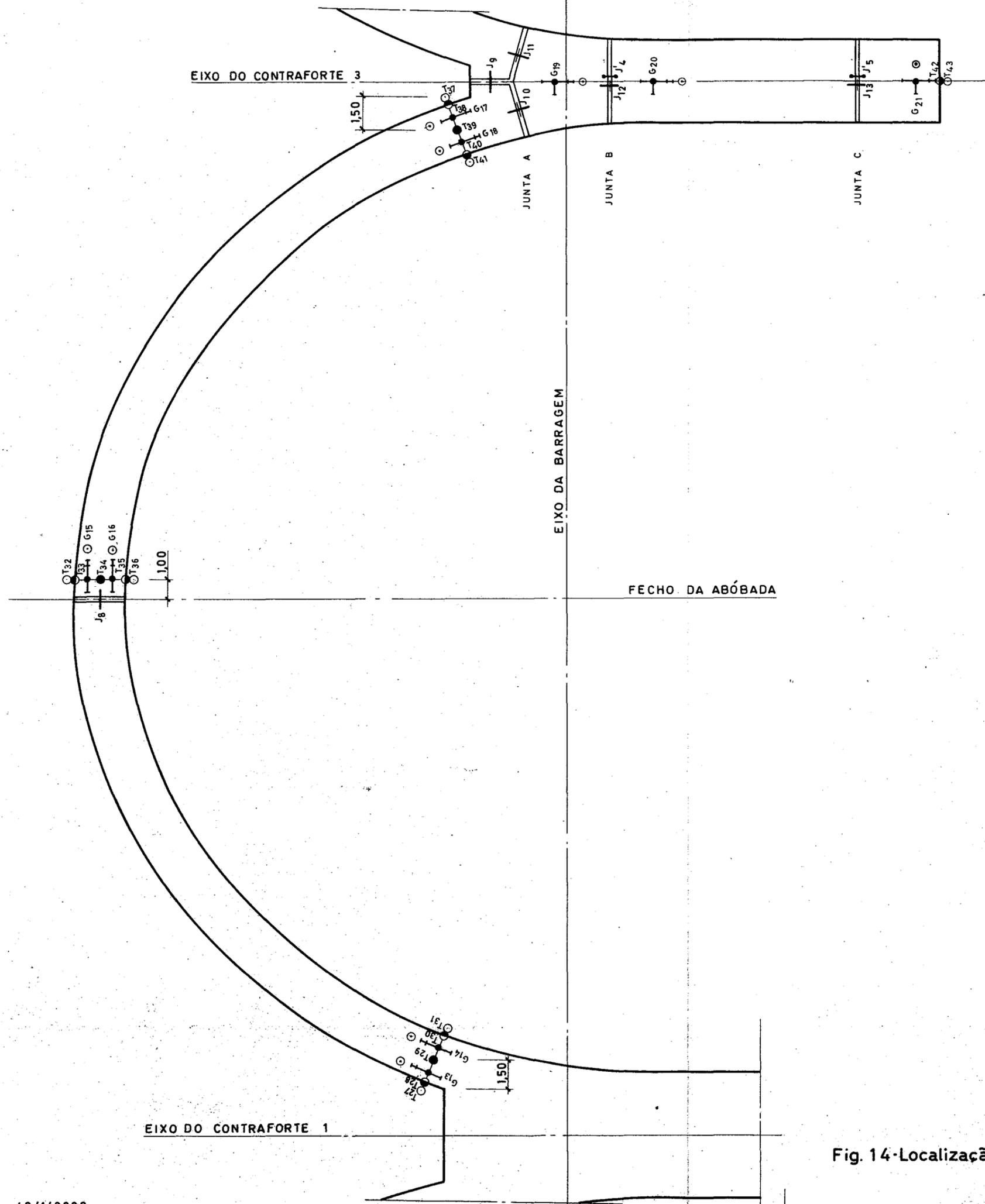
NOTA: - Cotas em (mm)

Fig.12-Extensômetro Carlson



ESCALA : 1/200

Fig.13-Localização da aparelhagem à cota 65,00 - Abóbada 1-3 e contraforte 3



ESCALA : 1/200

Fig. 14-Localização da aparelhagem à cota 75,00-Abóbada 1-3 e contraforte 3

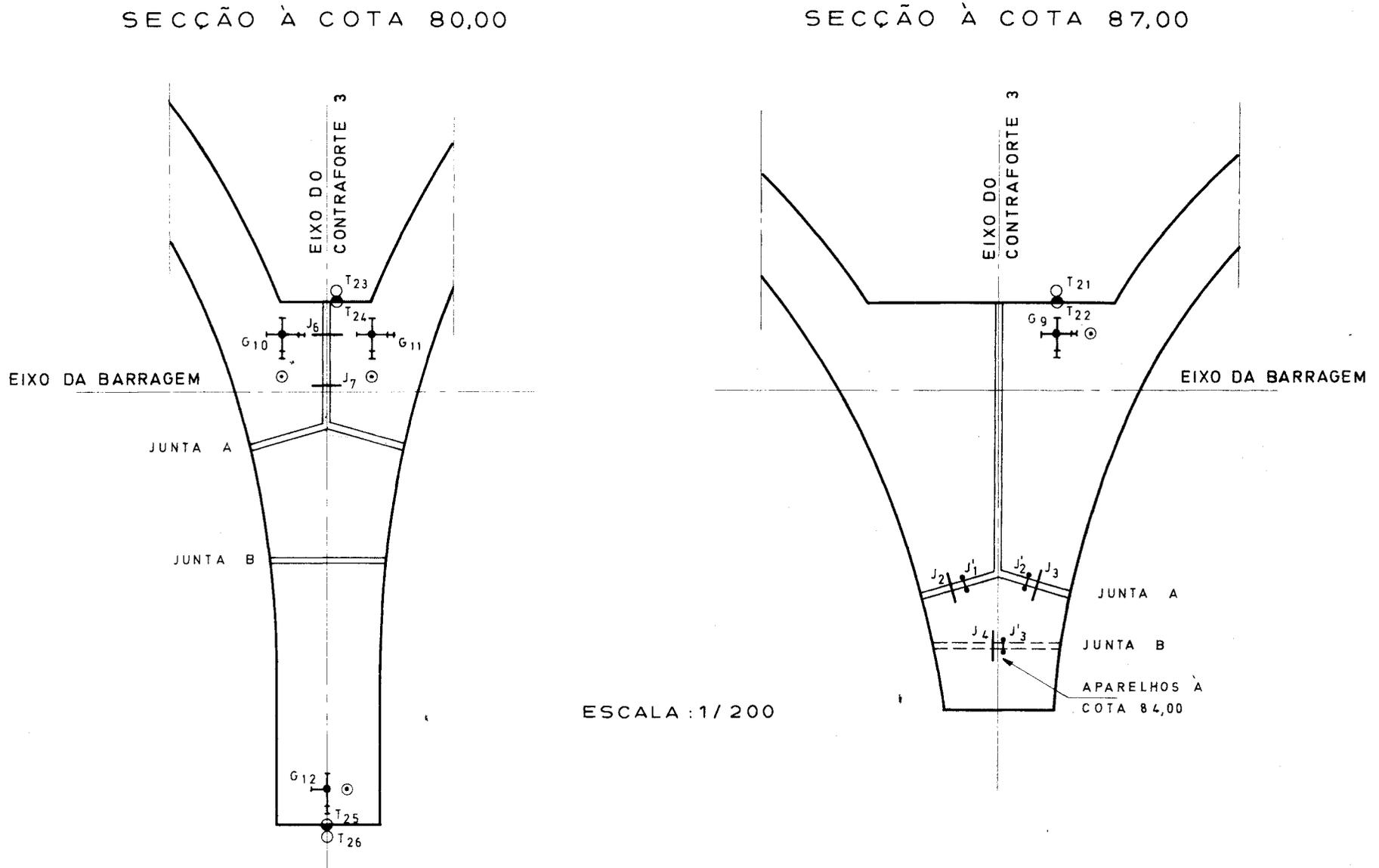


Fig.15 - Localização da aparelhagem às cotas 80,00, 84,00 e 87,00.  
- Contraforte 3 e abóvedas 1-3 e 3-5

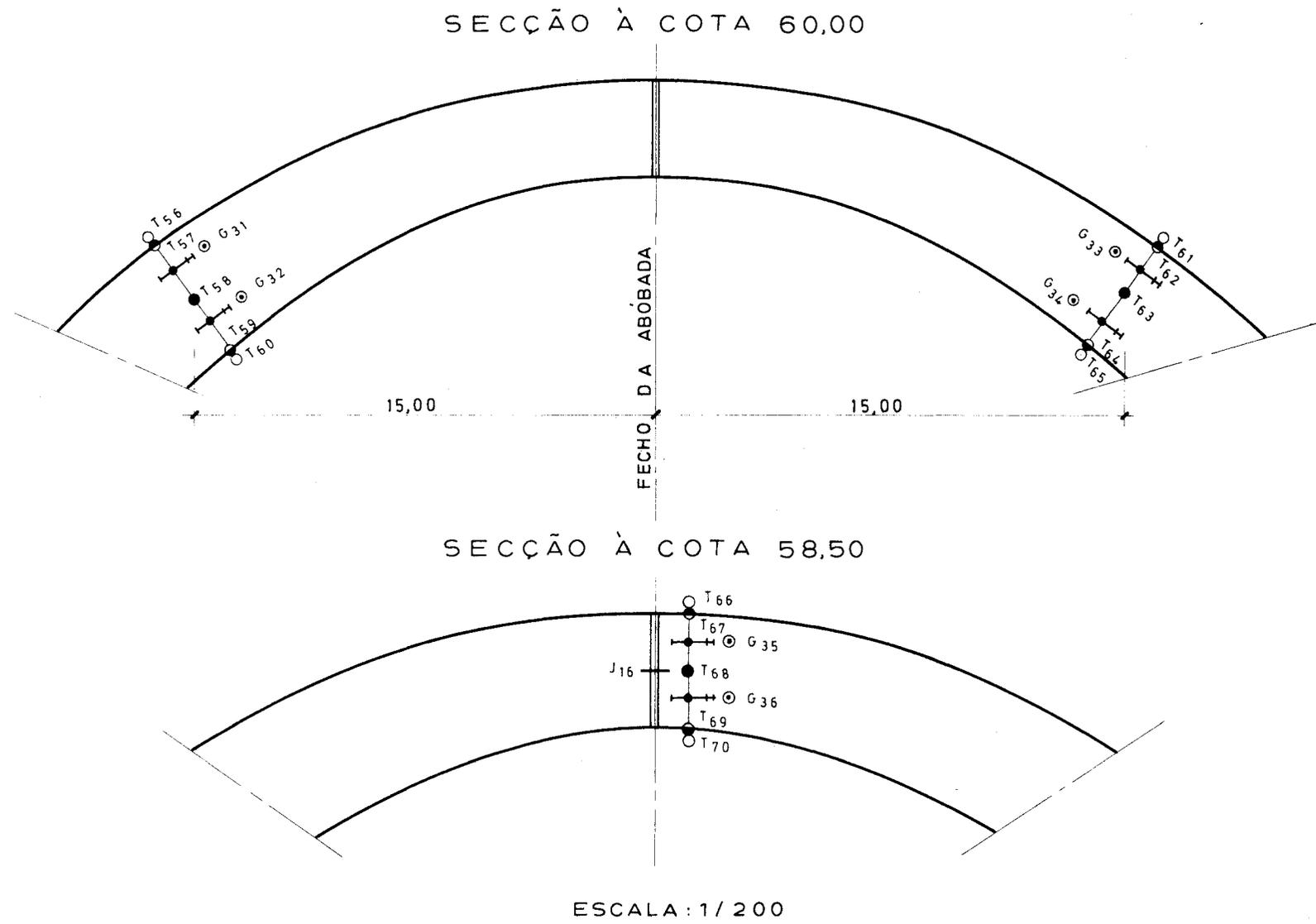


Fig.16-Localização da aparelhagem às cotas 60,00 e 58,50.  
-Abóbada 1-3

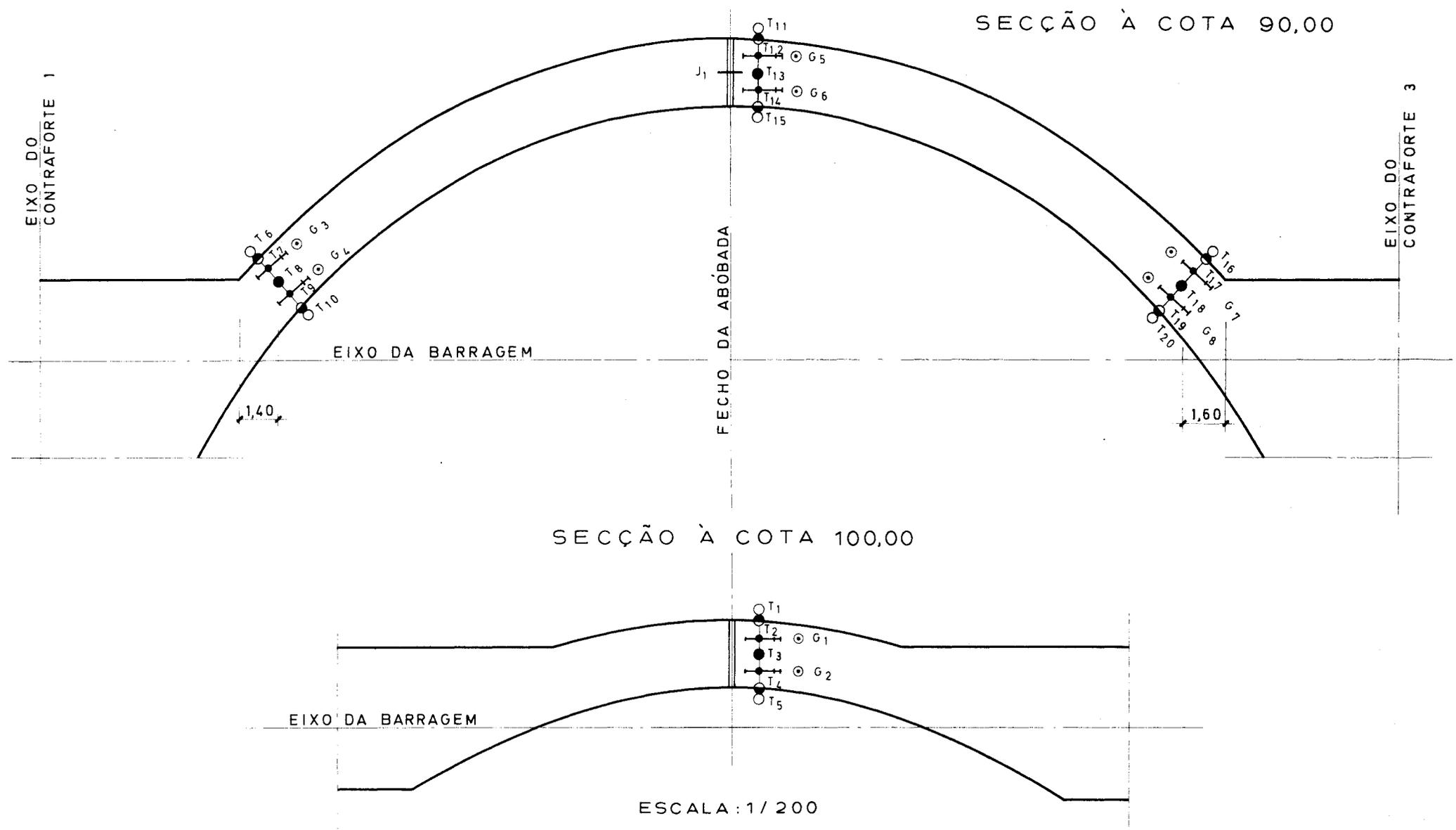


Fig.17 - Localização da aparelhagem às cotas 90,00 e 100,00.  
-Abóbada 1-3.

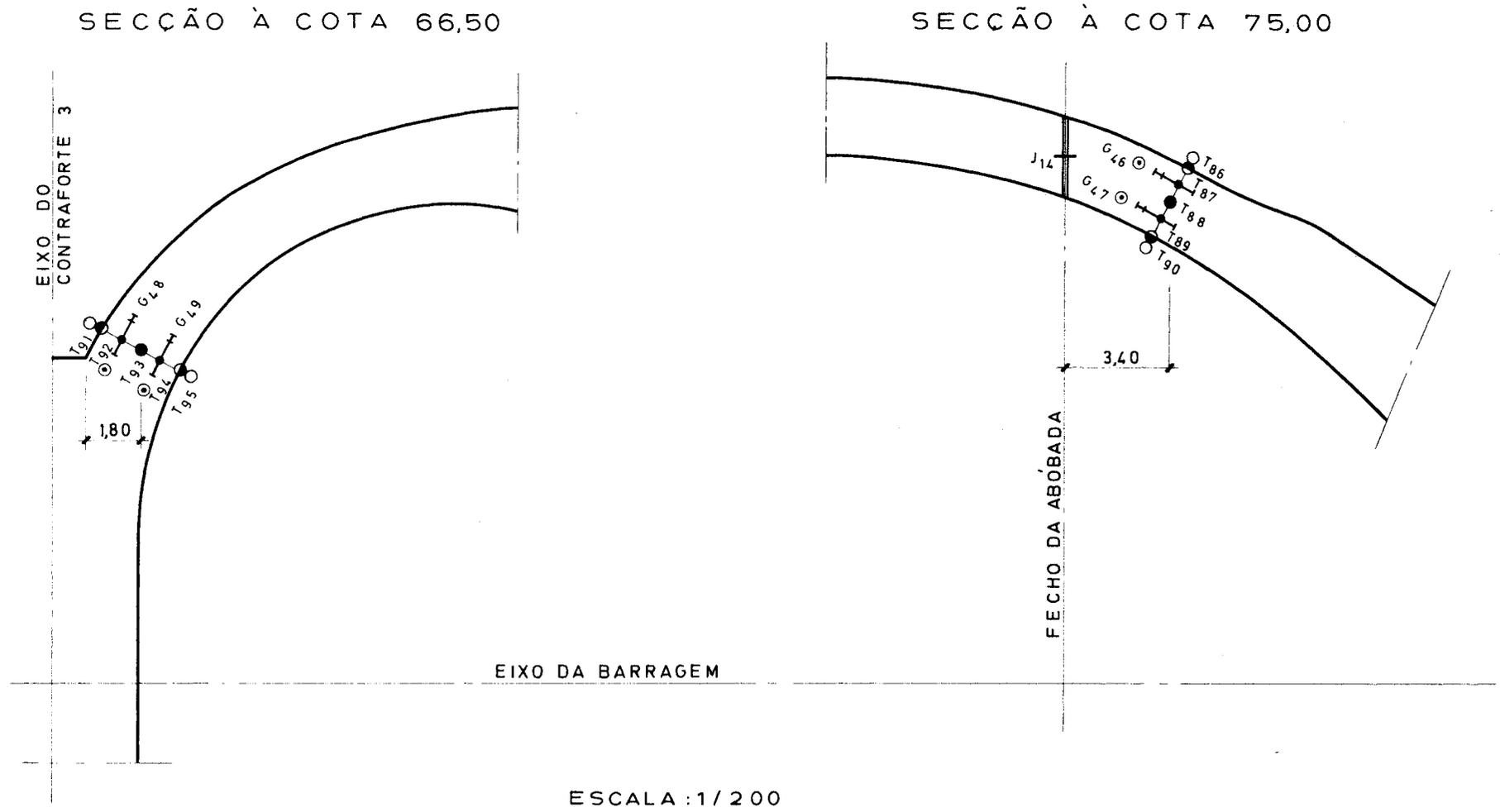


Fig. 18 - Localização da aparelhagem às cotas 66,50 e 75,00.  
-Abóbada 3-5.

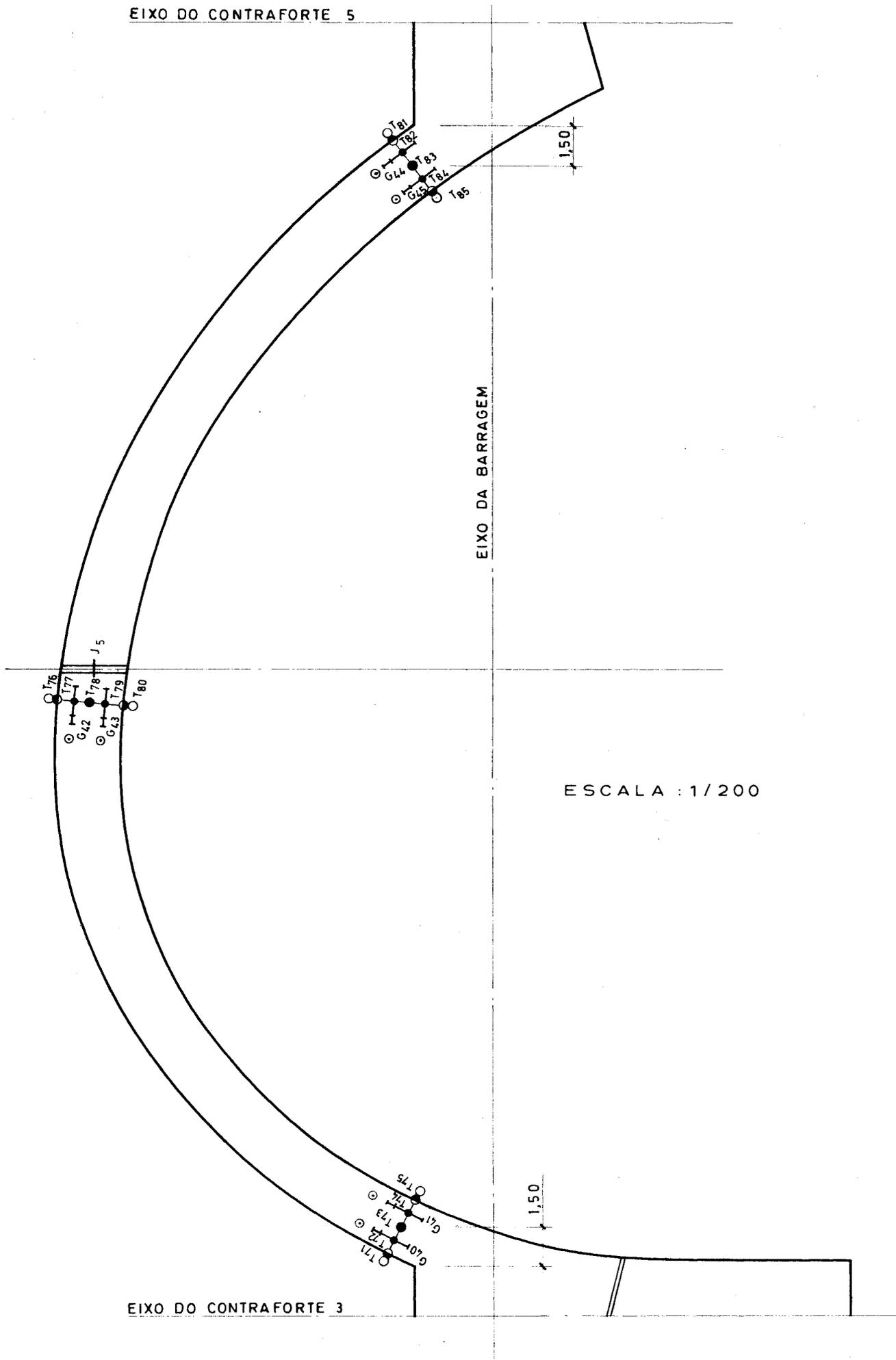
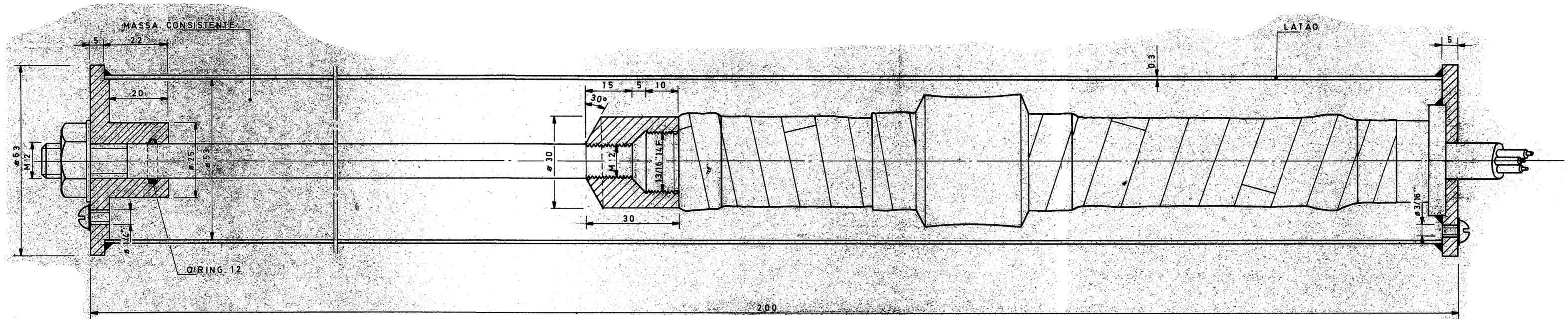


Fig.19 - Localização da aparelhagem à cota 82,50. - Abóbada 3-5.



ESCALA 1/1

Fig. 20-Extensômetro de grande base

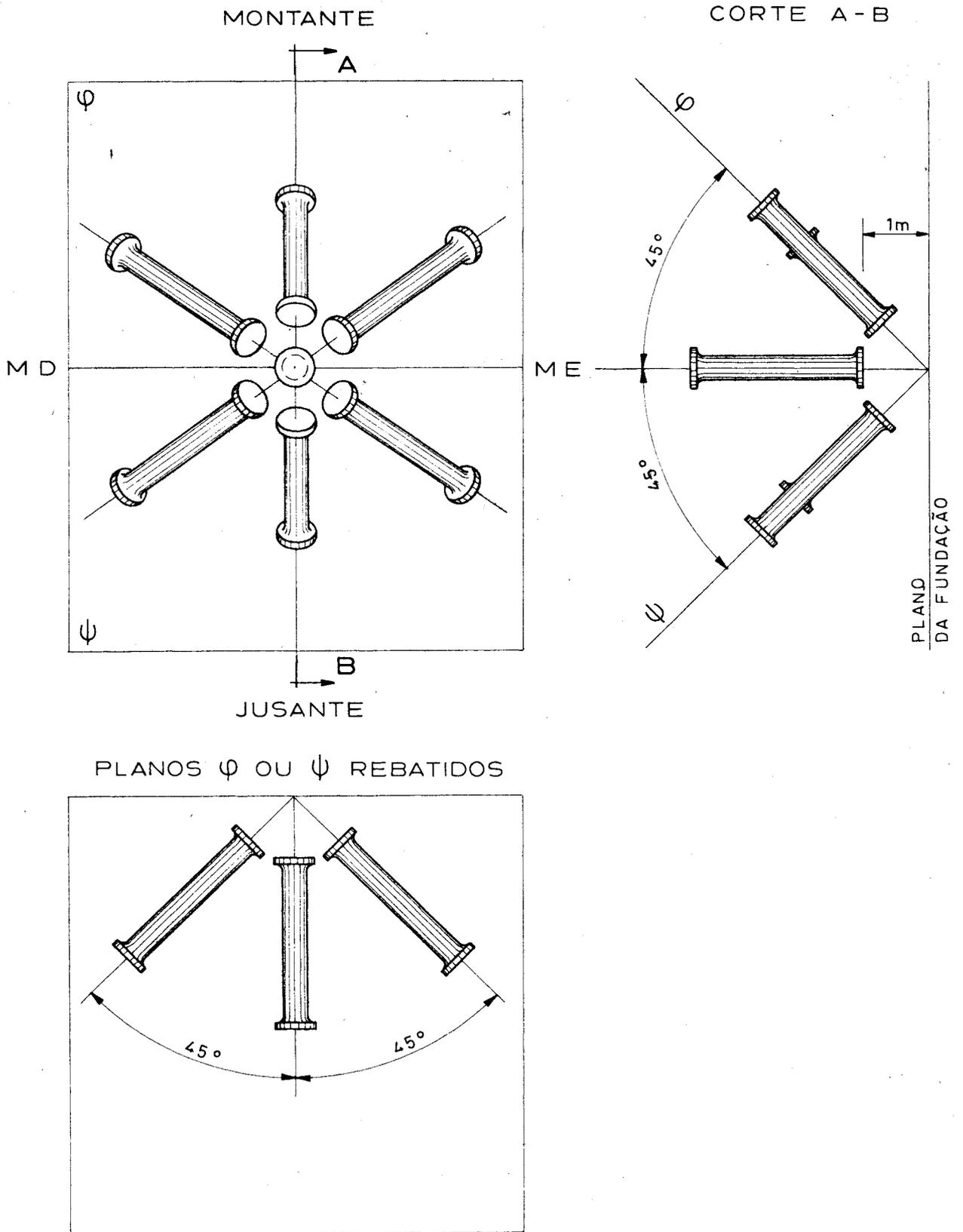


Fig.21-Determinação do estado de tensão na rocha de fundação.  
Esquema de colocação de extensómetros de grande base.

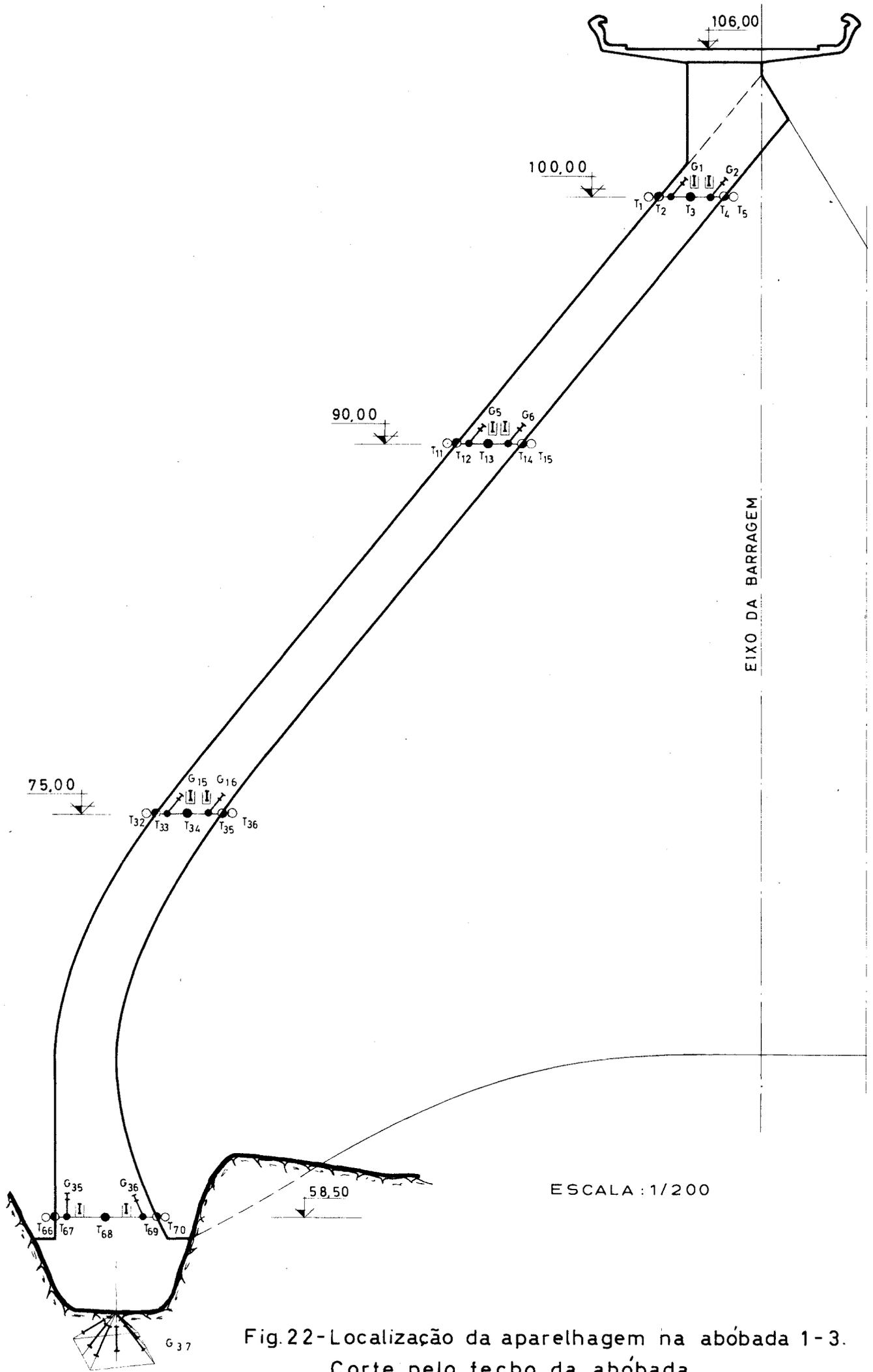
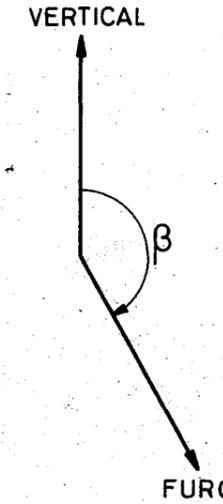
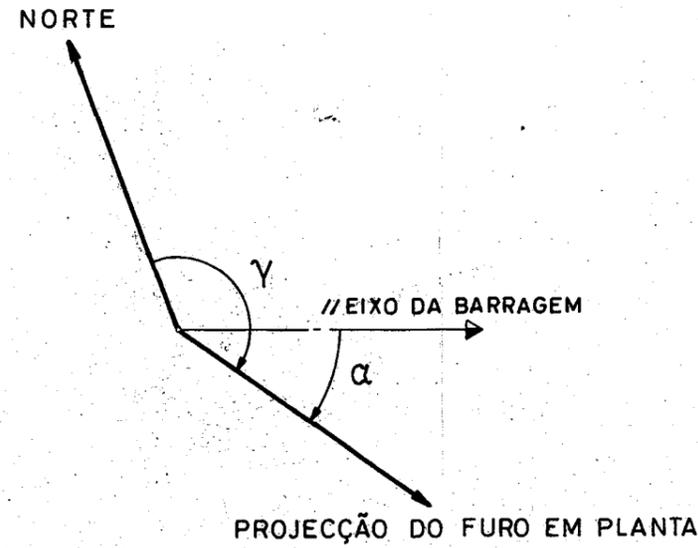
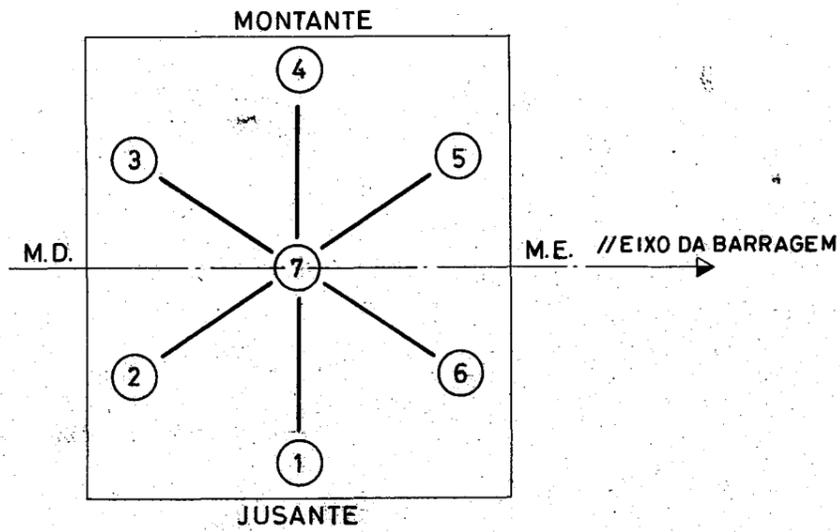


Fig.22-Localização da aparelhagem na abóbada 1-3.  
Corte pelo fecho da abóbada.

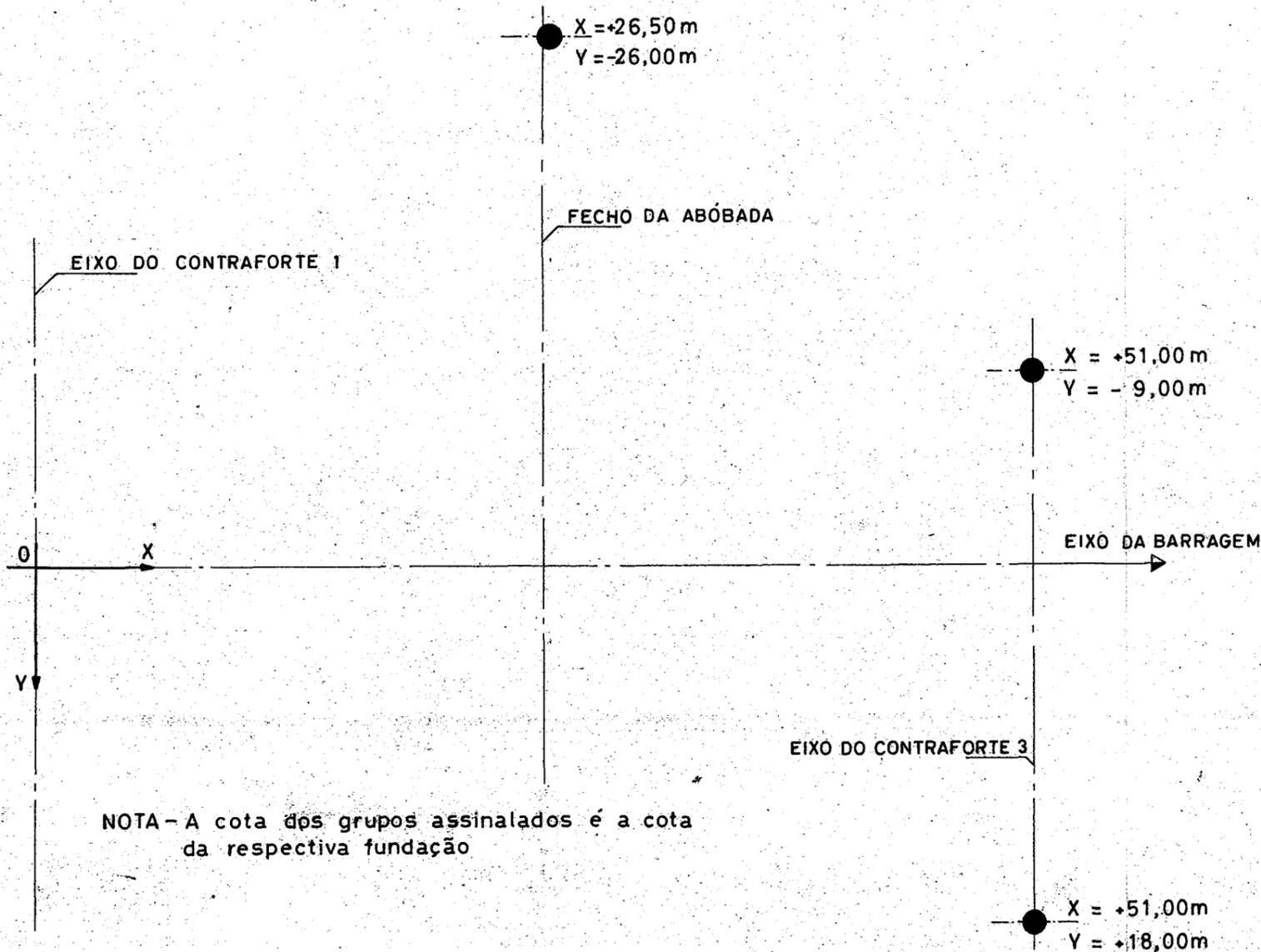
PROJEÇÃO DOS EXTENSÓMETROS  
NO PLANO DA FUNDAÇÃO



- $\gamma$  - ÂNGULO DA PROJEÇÃO DO FURO EM PLANTA COM O NORTE
- $\alpha$  - ÂNGULO DA PROJEÇÃO DO FURO EM PLANTA COM O EIXO DA BARRAGEM
- $\beta$  - ORIENTAÇÃO DO FURO EM RELAÇÃO À VERTICAL

NOTA - Os furos para colocação dos extensómetros de grande base serão abertos na fundação e terão 3,10m de comprimento e 0,10m de diâmetro

LOCALIZAÇÃO DOS GRUPOS DE EXTENSÓMETROS  
DE GRANDE BASE EM PLANTA



NOTA - A cota dos grupos assinalados é a cota da respectiva fundação

- $\alpha_1 = 90^\circ$
- $\alpha_2 = 90^\circ + \text{ang. tg } \sqrt{2} = 144,5^\circ$
- $\alpha_3 = 180^\circ + \text{ang. tg } \frac{\sqrt{2}}{2} = 215,5^\circ$
- $\alpha_4 = 270^\circ$
- $\alpha_5 = 270^\circ + \text{ang. tg } \sqrt{2} = 324,5^\circ$
- $\alpha_6 = \text{ang. tg } \frac{\sqrt{2}}{2} = 35,5^\circ$
- $\gamma_i = \alpha_i + 145,5^\circ \quad (i = 1, \dots, 6)$
- $\beta_1 = \beta_4 = 135^\circ$
- $\beta_2 = \beta_3 = \beta_5 = \beta_6 = 120^\circ$
- $\beta_7 = 180^\circ$

Fig.23-Implantação e orientação dos furos para colocação dos extensómetros de grande base na fundação

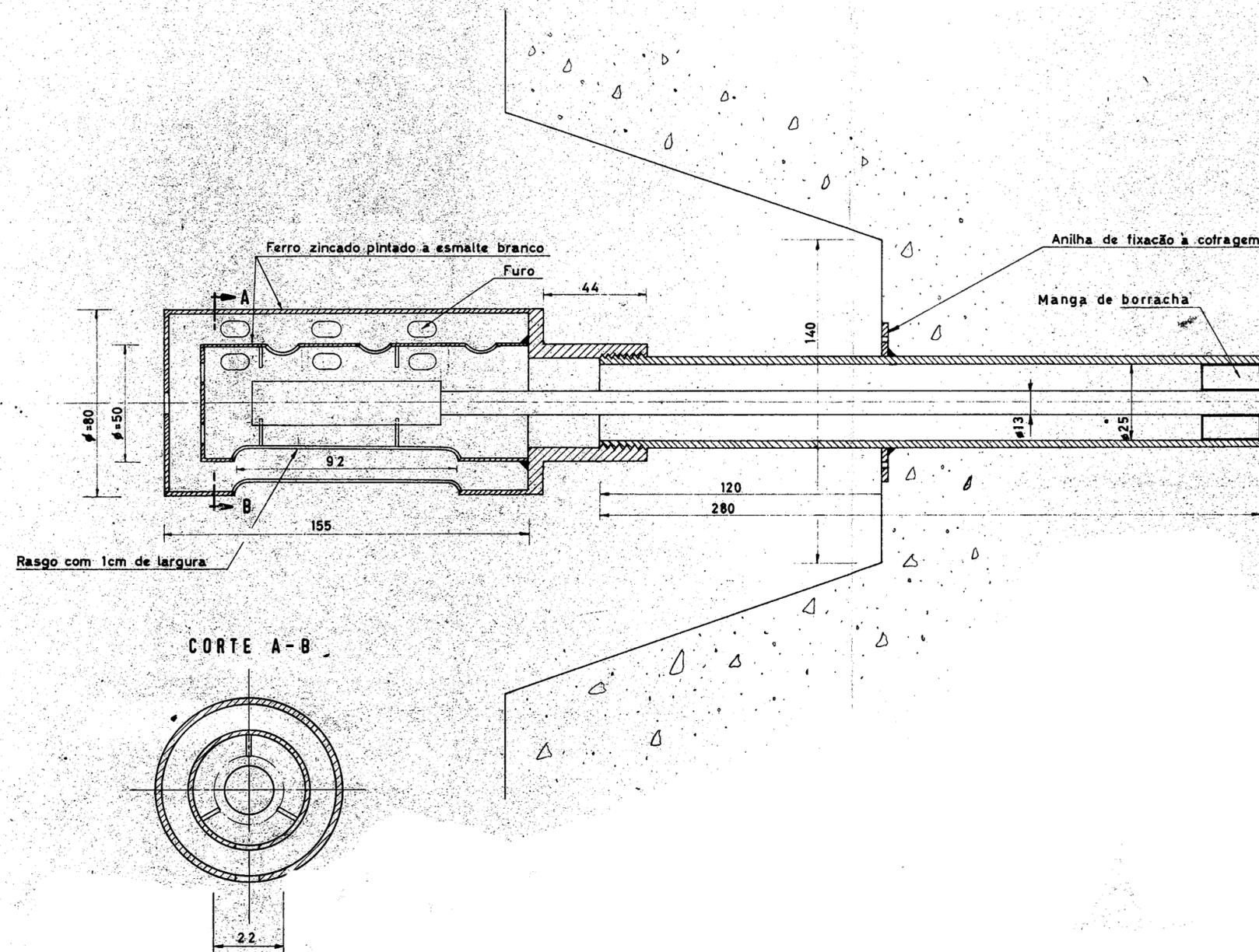
TERMÔMETRO DE RESISTÊNCIA  
TIPO L.N.E.C.  
ESCALA : 1/1

TERMÔMETRO PARA MEDIR TEMPERATURAS DA ÁGUA

ESCALA : 1/1

TERMÔMETRO PARA MEDIR A TEMPERATURA DO AR

ESCALA : 1/2



Cabo de 3 condutores  
isolado a borracha

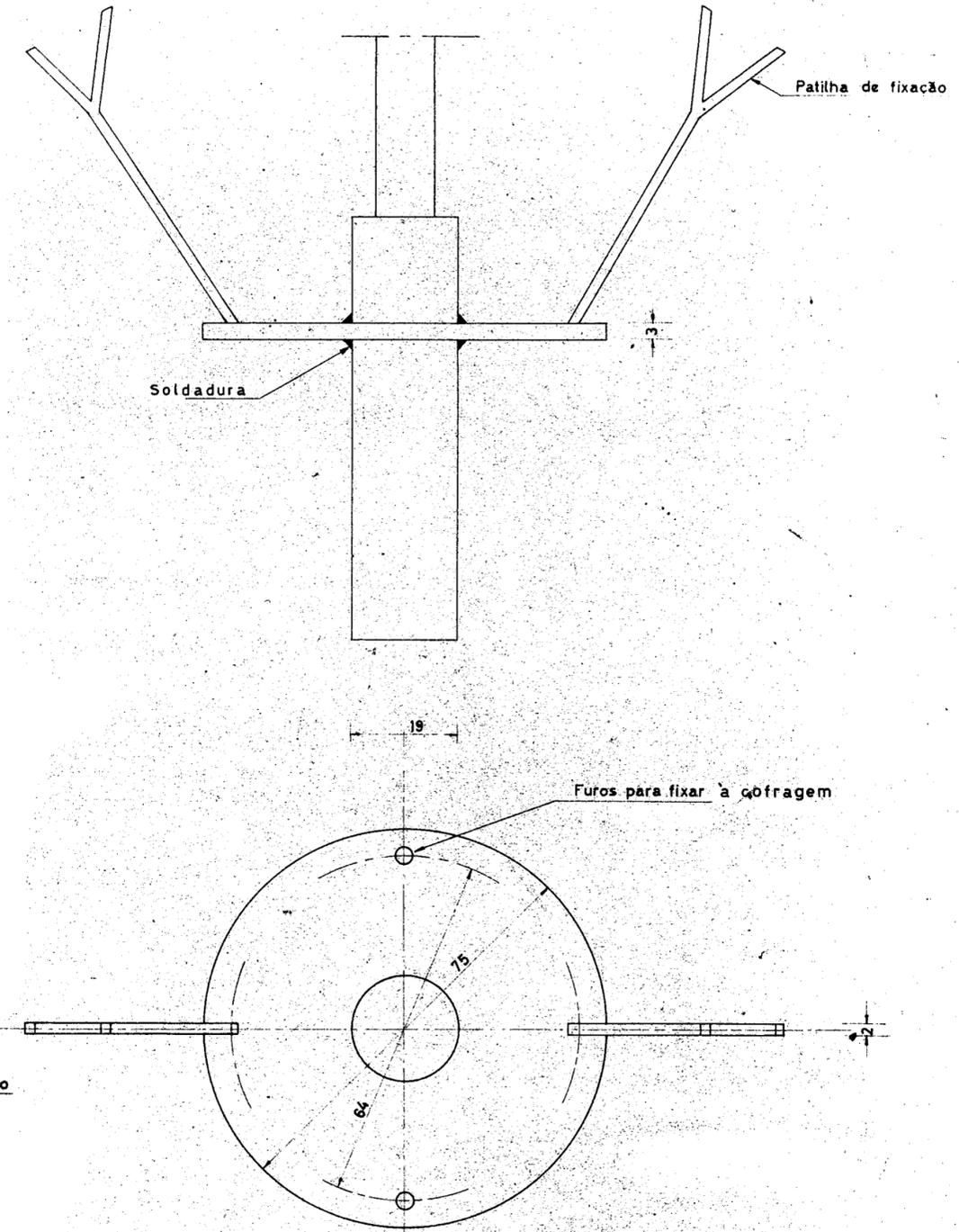
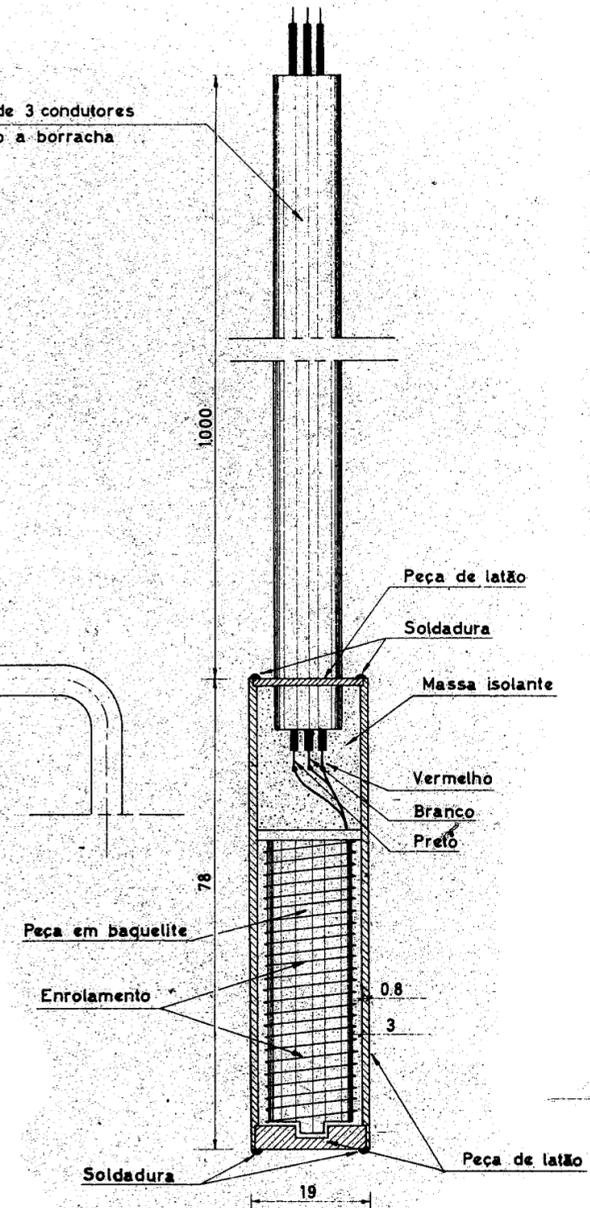
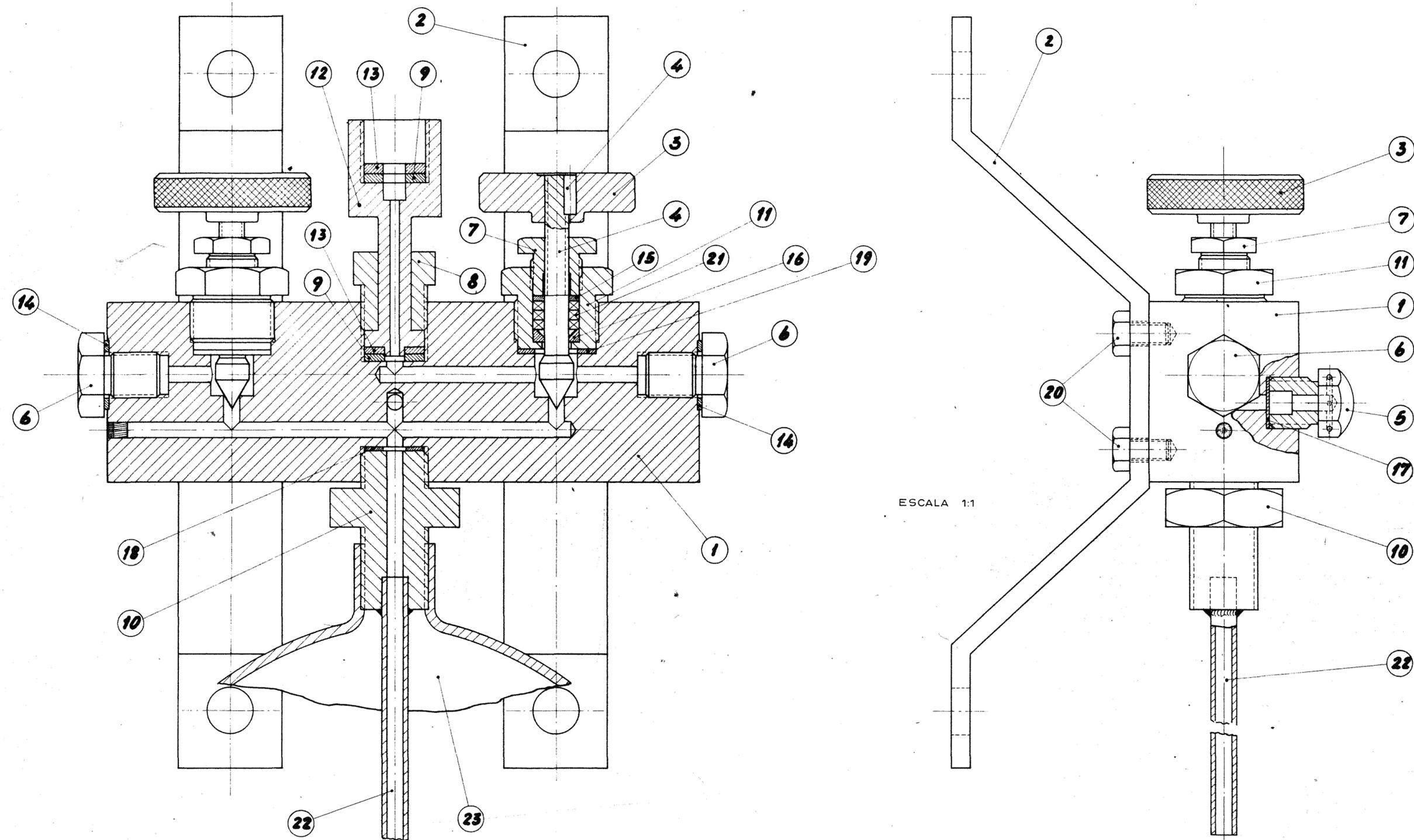


Fig.24-Termômetros de resistência.



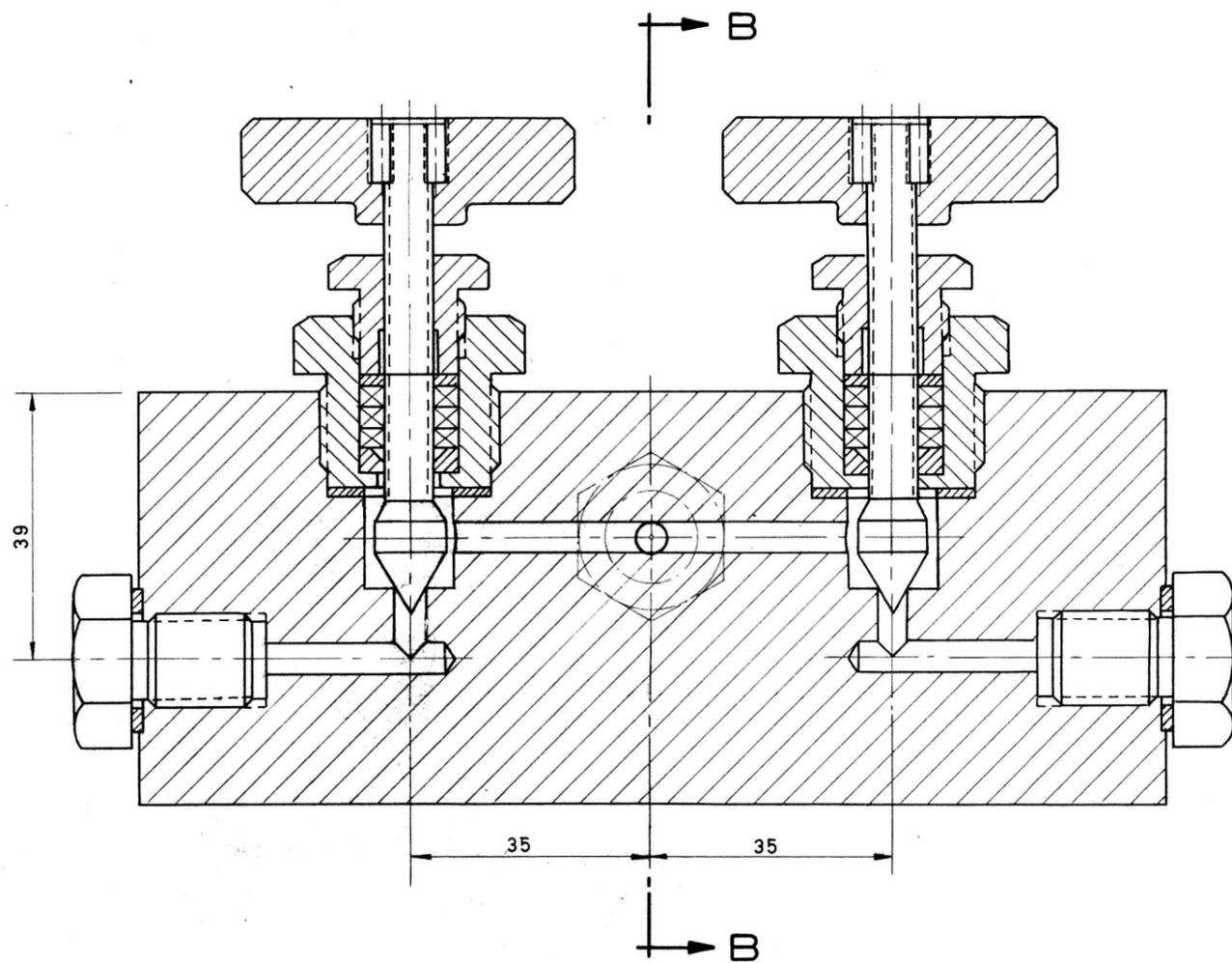
# CONJUNTO



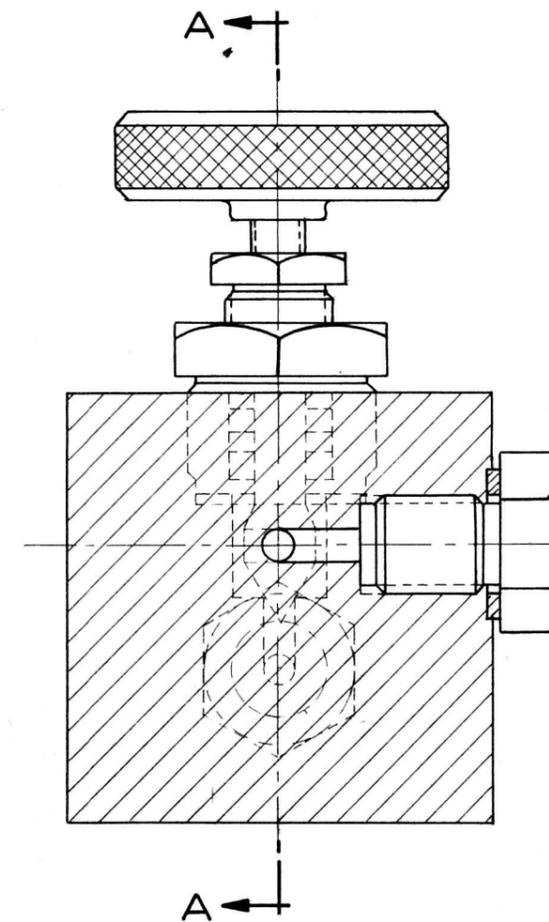
|         |                            |        |                |   |
|---------|----------------------------|--------|----------------|---|
| 23      | GARRAFA                    | 1      | AÇO            | Pressão de serviço 200 atm. Capacidade 3 litros     |
| 22      | TUBO                       | 1      | COBRE OU LATÃO |   |
| 21      | EMPANQUE GRAFITADO 1/8"    |        |                |   |
| 20      | PARAFUSO 1/4" x 11 C/SEXT. | 8      | AÇO CONSTRUÇÃO |   |
| 19      | ANILHA                     | 2      | COBRE          |   |
| 18      | ANILHA                     | 1      | COBRE          |   |
| 17      | MEMBRANA DA VÁLVULA        | 1      | LATÃO          | Resistente a 100 kg/cm <sup>2</sup> aprox.          |
| 16      | ANILHA                     | 2      | LATÃO          |   |
| 15      | ANILHA                     | 2      | COBRE          |   |
| 14      | ANILHA                     | 2      | COBRE          |   |
| 13      | ANILHA                     | 2      | CHUMBO         |   |
| 12      | LIGAÇÃO AO MANÔMETRO       | 1      | LATÃO          |   |
| 11      | BUCIM                      | 2      | AÇO CONSTRUÇÃO |   |
| 10      | LIGAÇÃO A GARRAFA          | 1      | " "            |   |
| 9       | ANILHA                     | 2      | SOLA           |   |
| 8       | PORCA DE APERTO            | 1      | LATÃO          |   |
| 7       | BUCIM                      | 2      | AÇO CONSTRUÇÃO |   |
| 6       | PARAFUSO TAMPÃO            | 2      | " "            | Acertar para rosca LUCAS                            |
| 5       | VÁLVULA DE SEGURANÇA       | 1      | " "            |   |
| 4       | AGULHA DA TORNEIRA         | 2      | AÇO PRATA      | + 2 parafos rosc. φ5/32-32F.                        |
| 3       | VOLANTE DA TORNEIRA        | 2      | AÇO CONSTRUÇÃO | Do g. g. modelo comercial aprovado Auto L. N. E. C. |
| 2       | SUPORTES                   | 2      | " "            |   |
| 1       | CORPO DA TORNEIRA          | 1      | " "            |   |
| Nº PEÇA | DESIGNAÇÃO                 | QUANT. | MATERIAL       | OBS.  |

Fig. 26-Dispositivo de aplicação de pressão

CORTE A-A



CORTE B-B



ESCALA : 1/1

Fig.27-Peça intercalar de derivação para o sistema de carga constante.

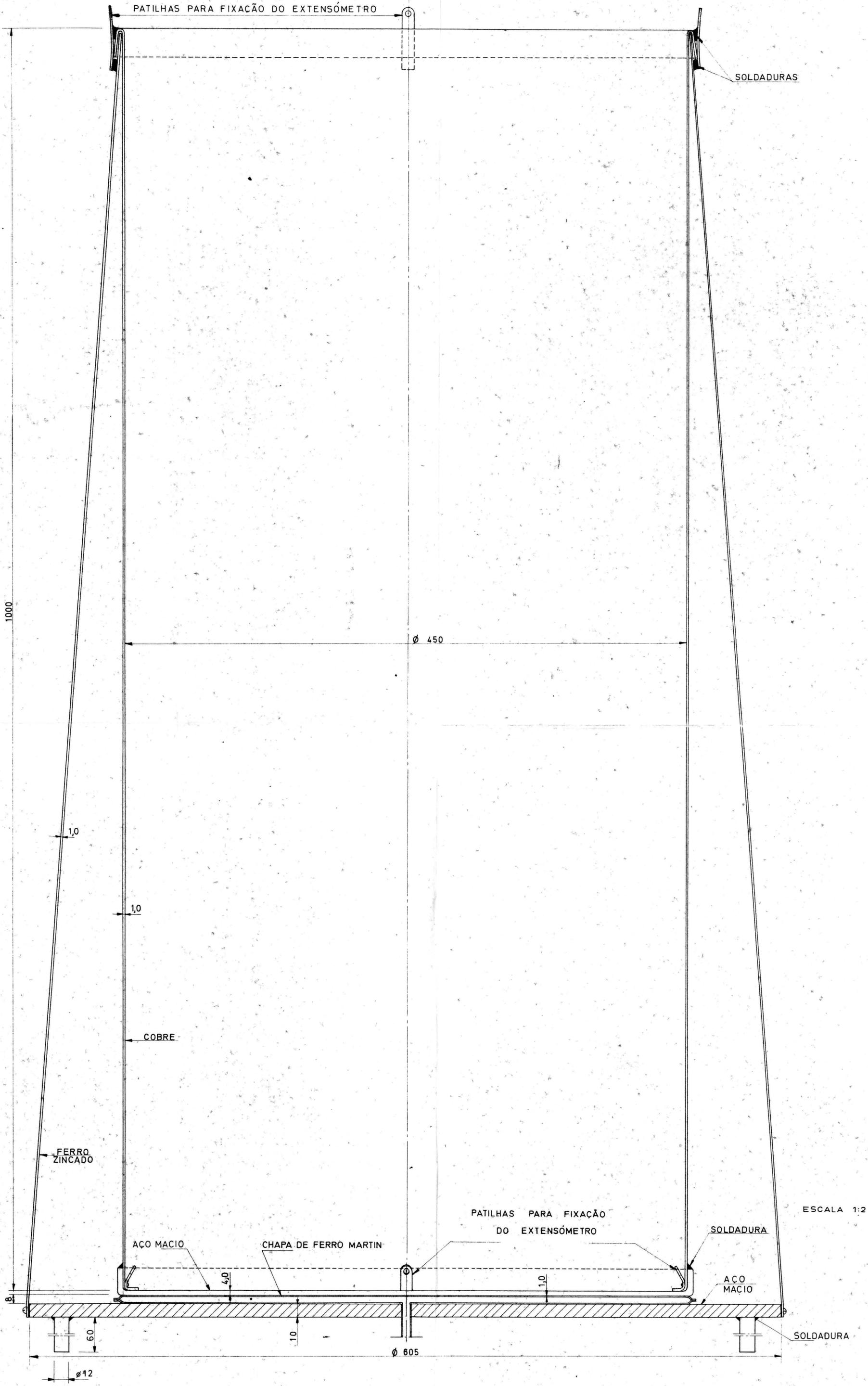


Fig.28-Célula de fluência para betão integral.



Fig.29-Célula de fluência para betão crivado

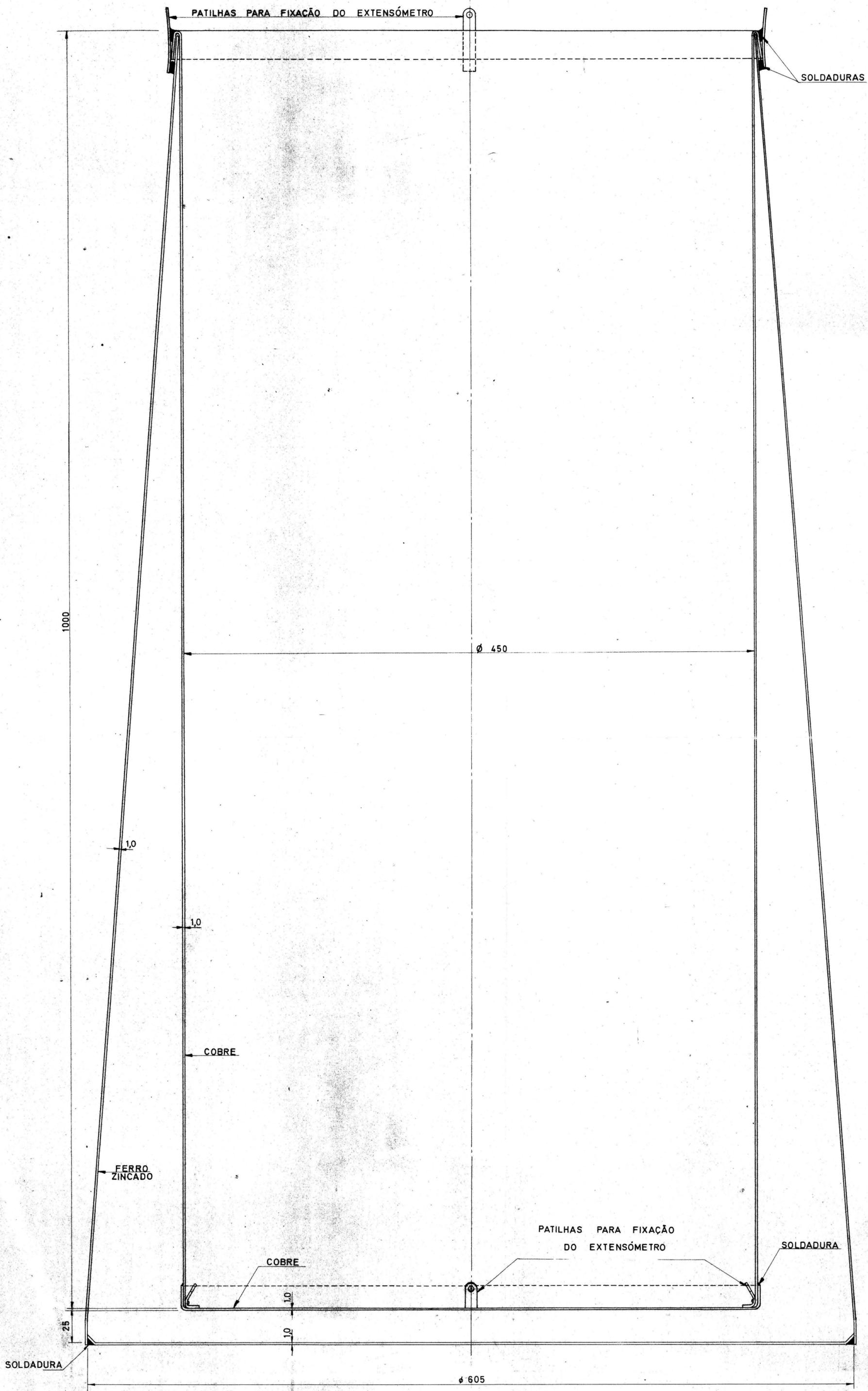


Fig.30-Caixa compensadora para células de fluência (Betão integral)

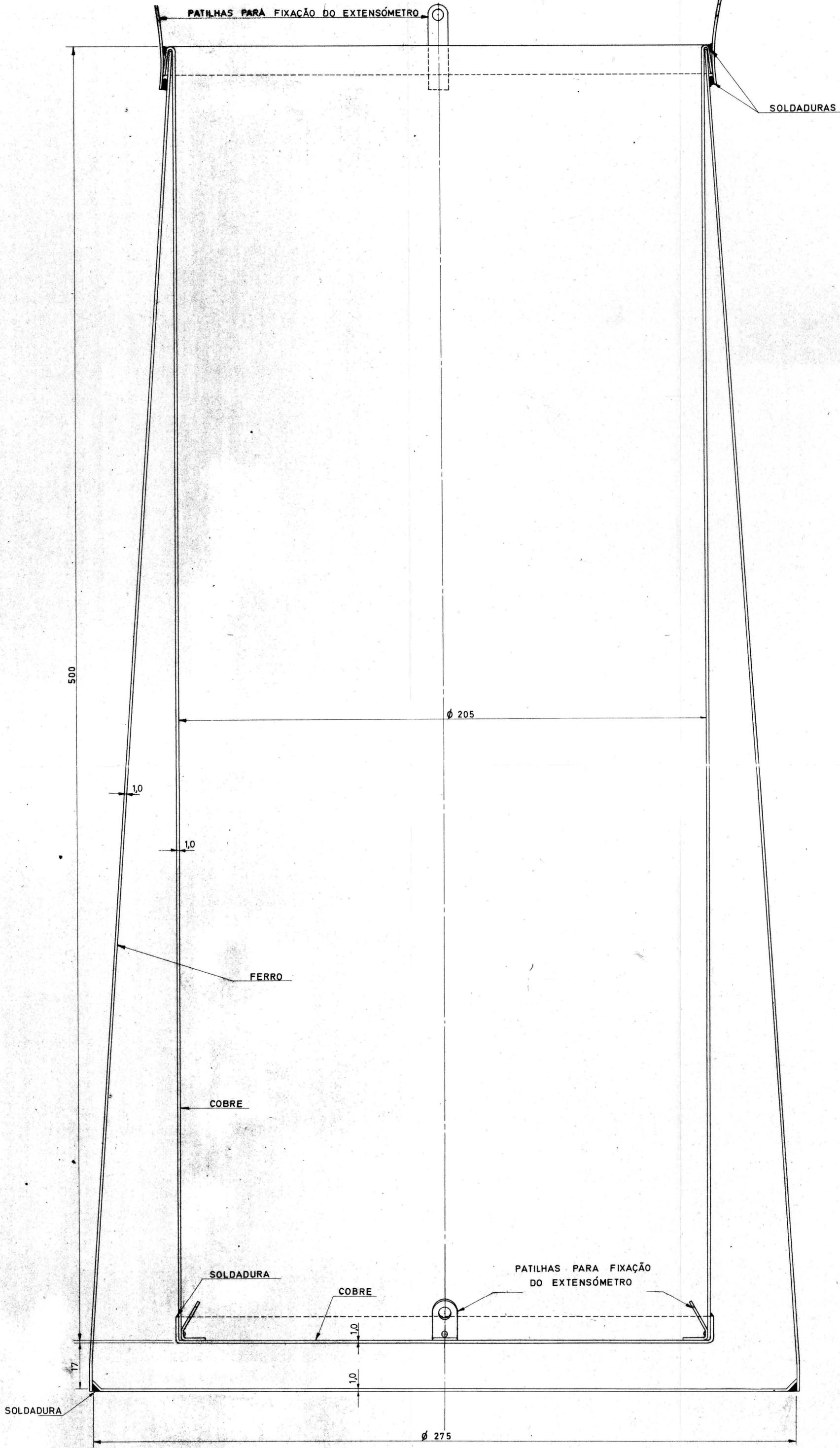
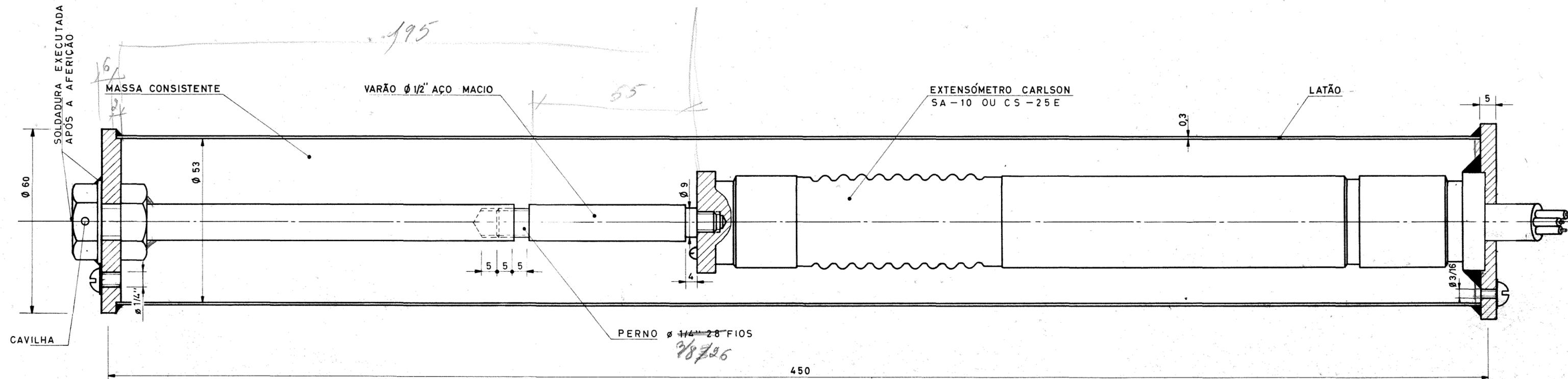


Fig.31-Caixa compensadora para células de fluência (Betão crivado)



NOTA: O EXTENSÔMETRO É MONTADO SEM SOFRER QUALQUER DEFORMAÇÃO.  
AS SOLDADURAS SÃO A ESTANHO.

ESCALA: 1/1

Fig.32-Extensômetro de 45 cm de base para betão integral

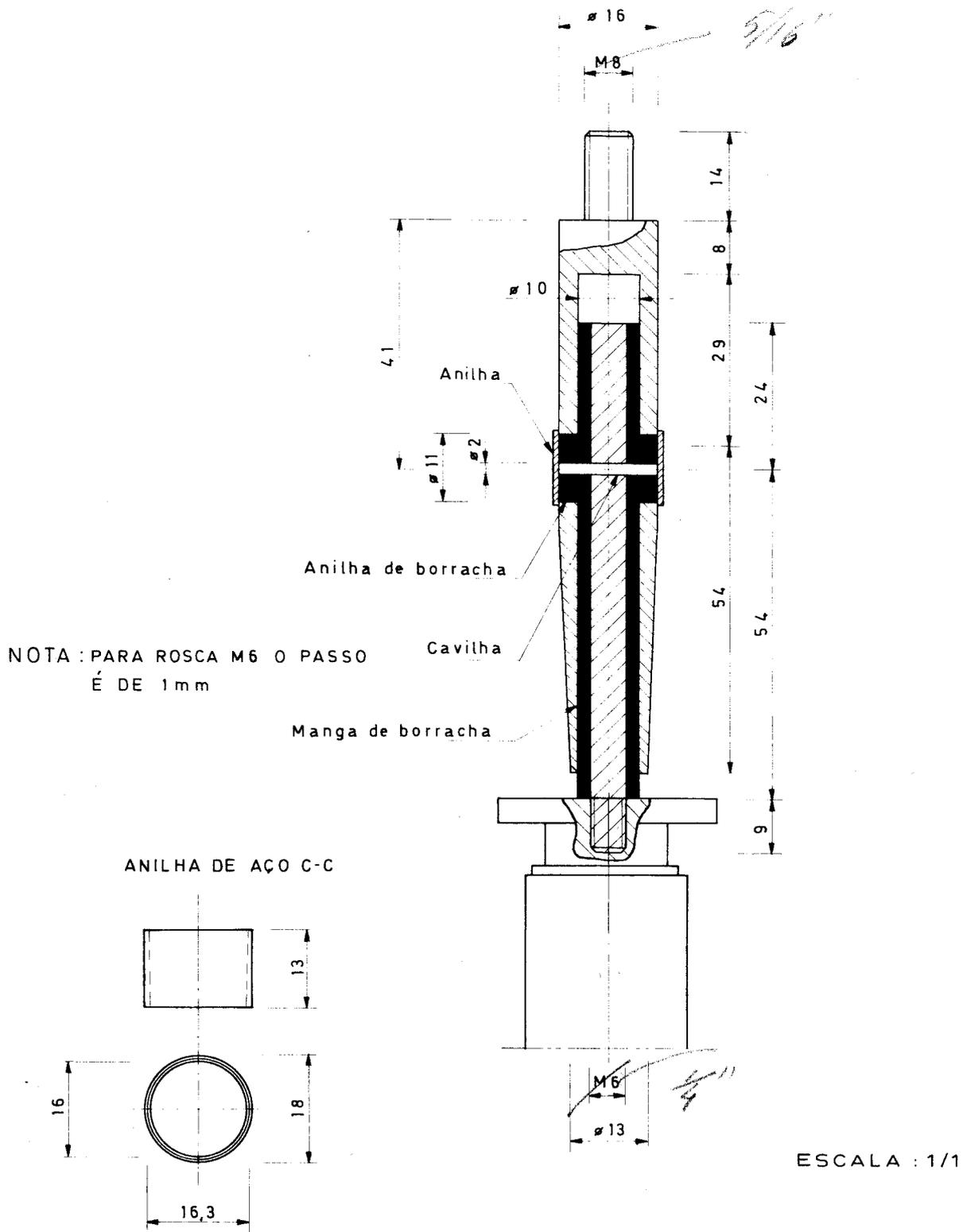
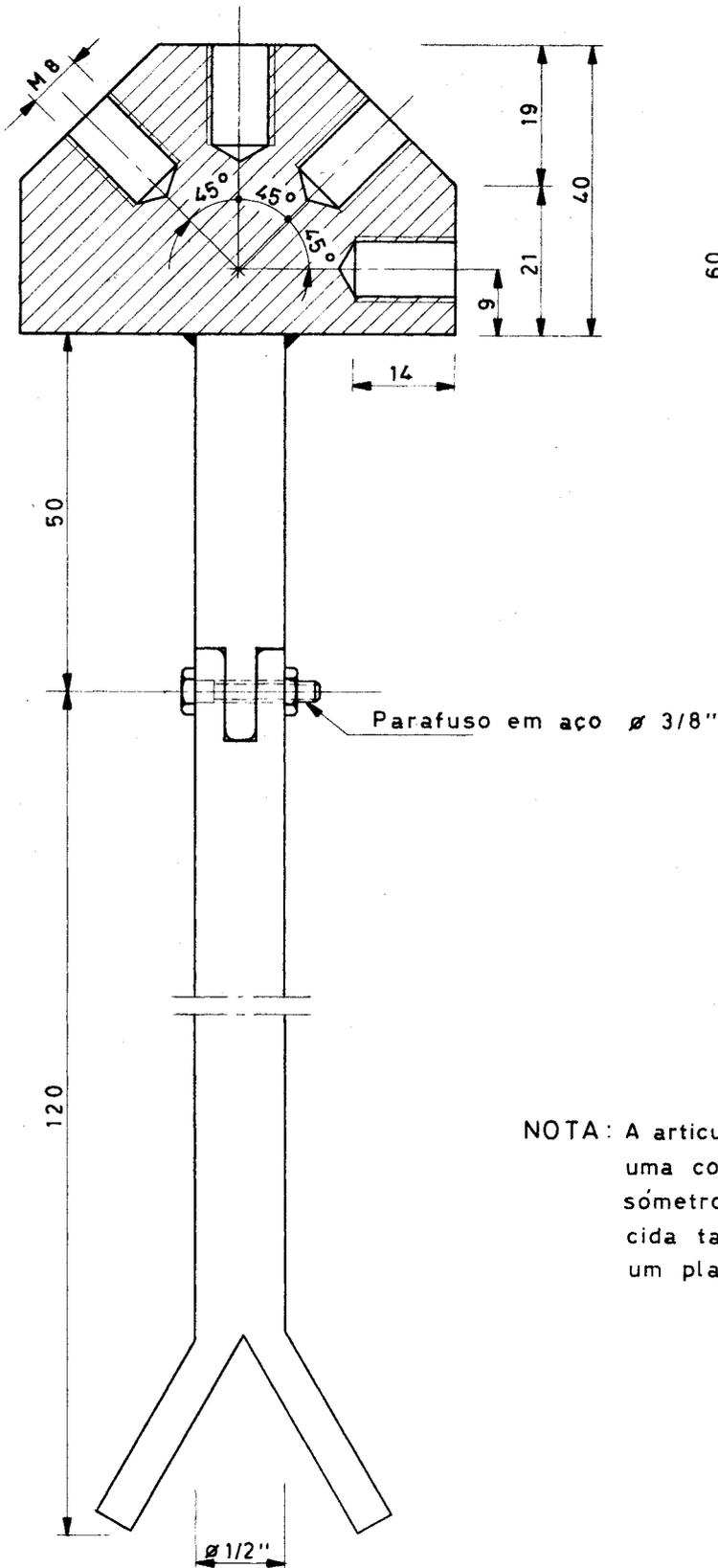
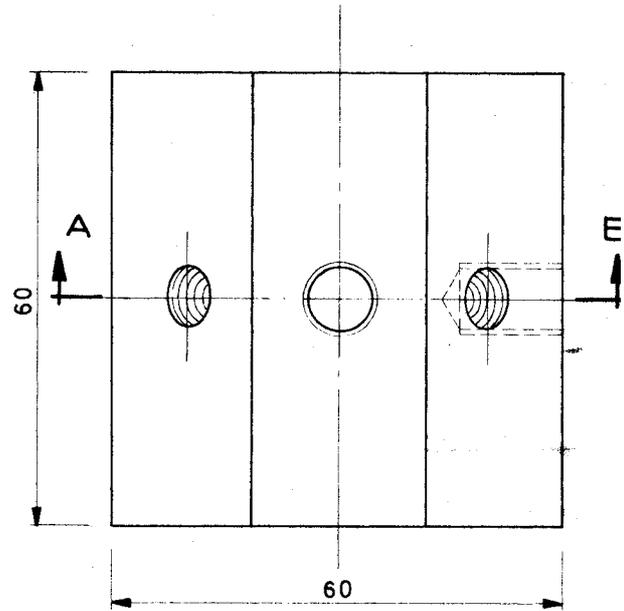


Fig. 33 - Pega de extensómetro.

CORTE A-B



PLANTA

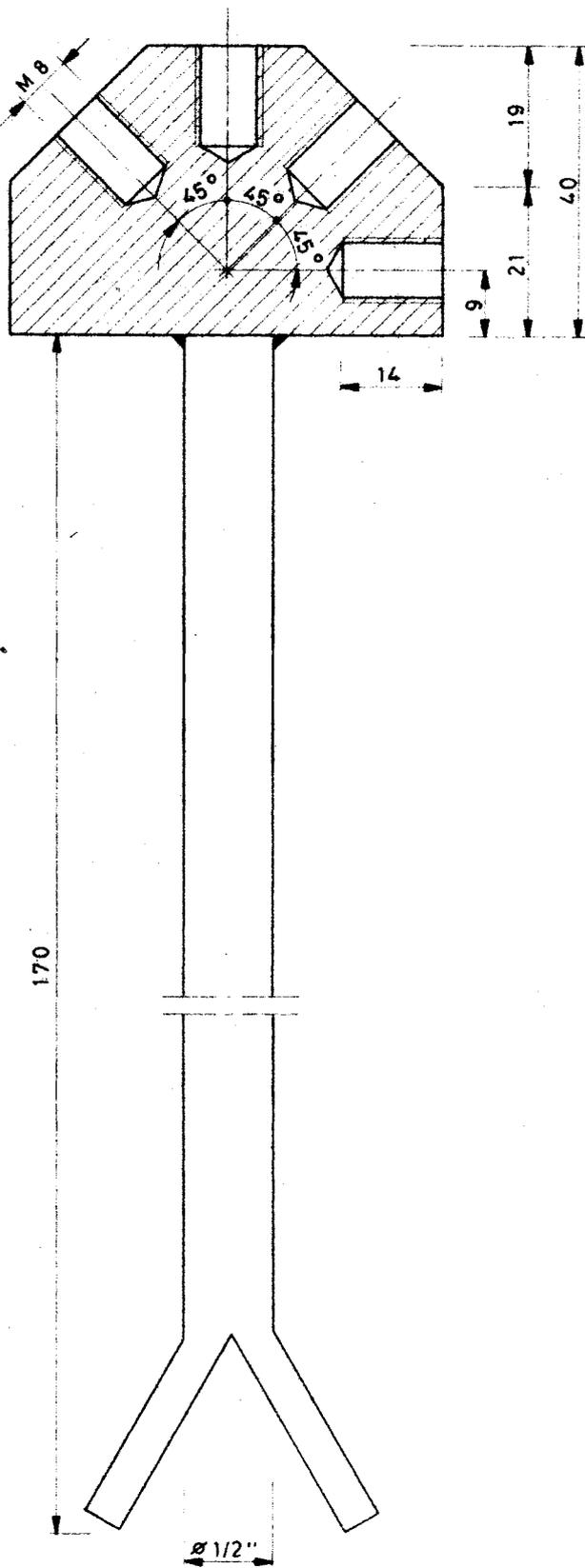


ESCALA 1/1

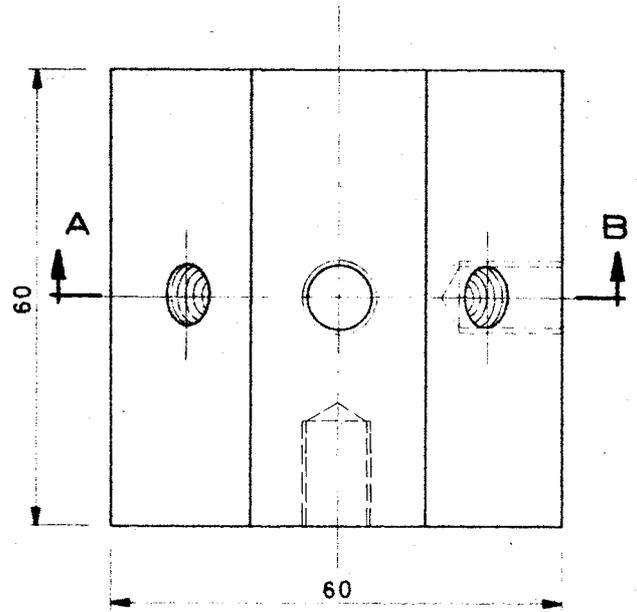
NOTA: A articulação permitirá ao operador uma colocação da roseta de extensómetros tal que o plano A B coincida tanto quanto possível com um plano tangencial.

Fig.34-Suporte de rosetas para 4 extensómetros na abóbada.

CORTE A-B



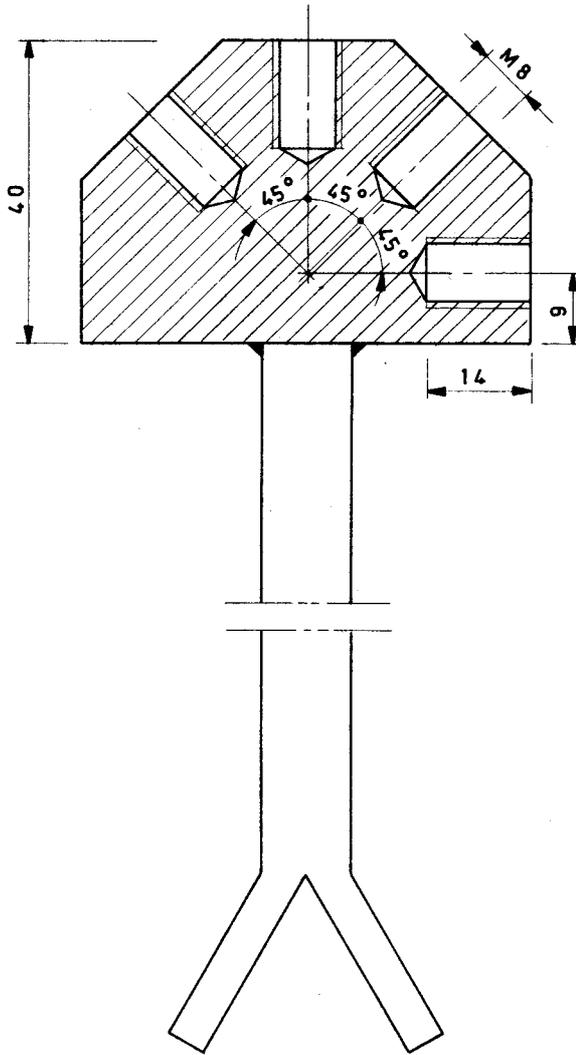
PLANTA



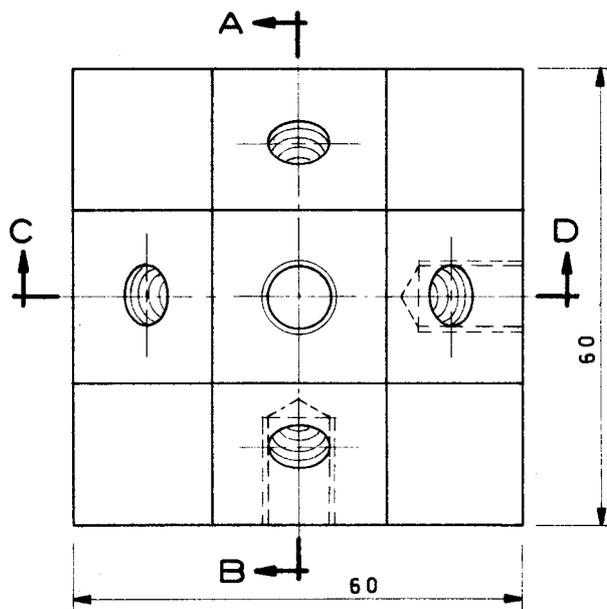
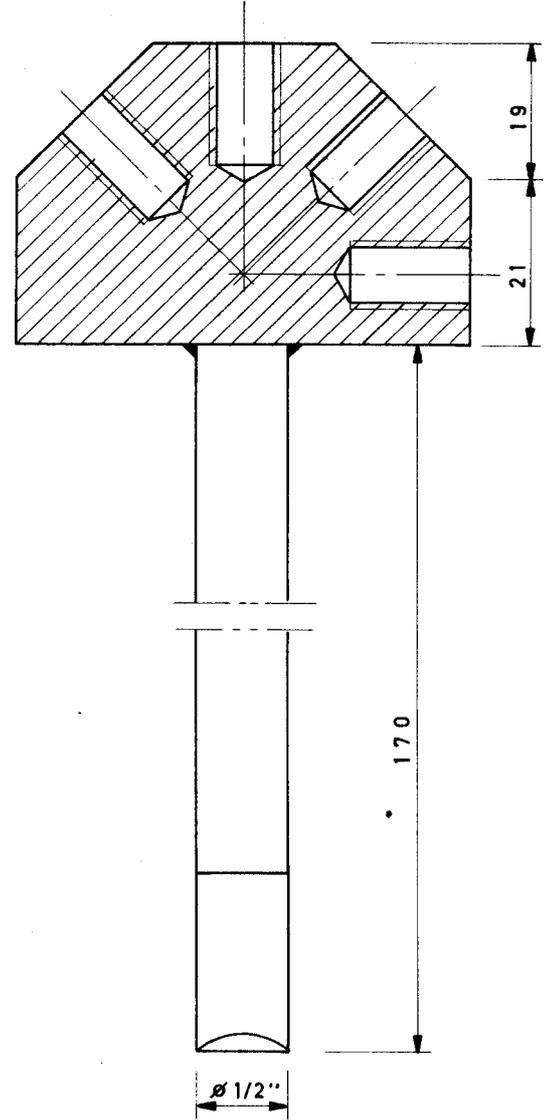
ESCALA 1/1

Fig.35-Suporte de rosetas para 5 extensômetros no contraforte.

CORTE C-D

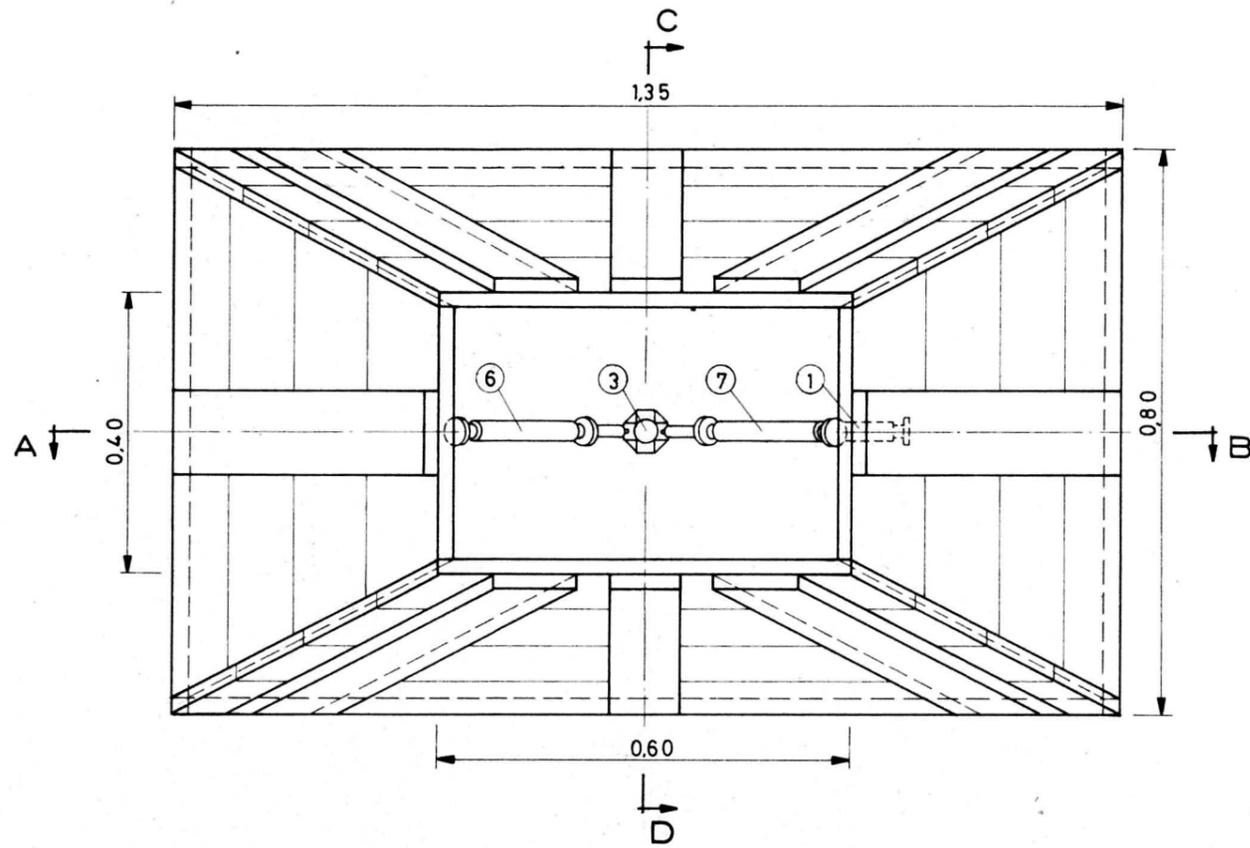


CORTE A-B

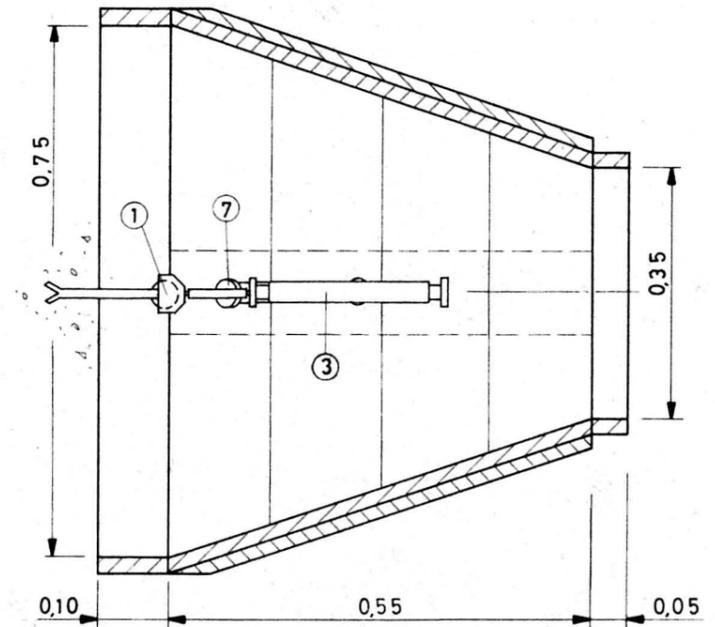


ESCALA: 1/1

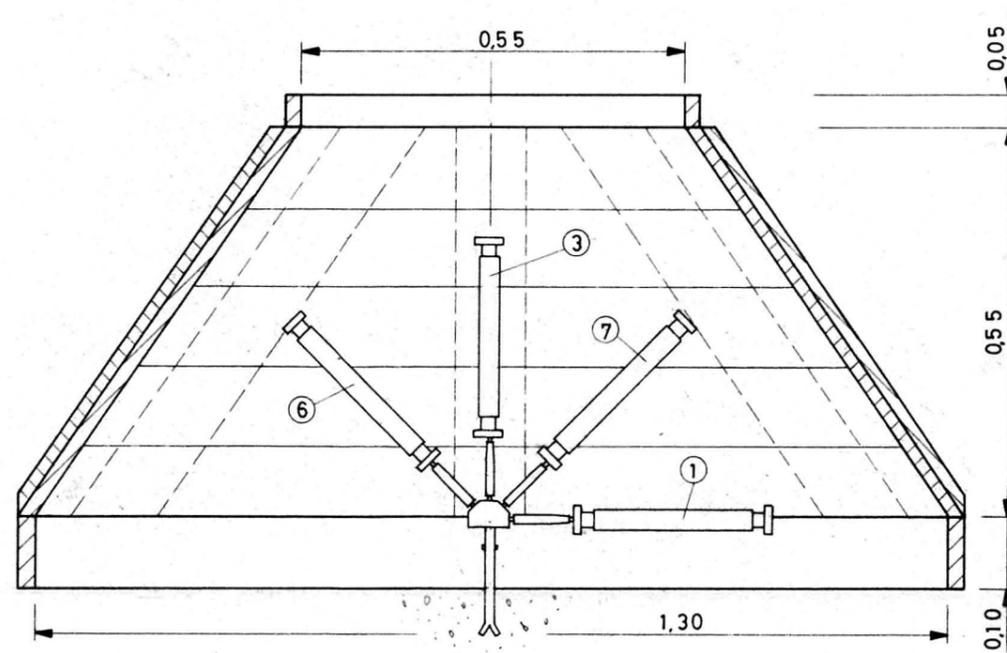
Fig.36-Suporte de rosetas para 7 extensómetros no contraforte.



CORTE C-D

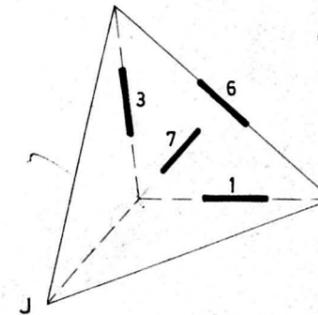


CORTE A-B



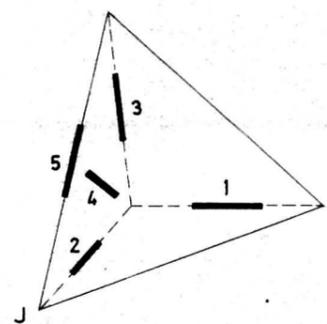
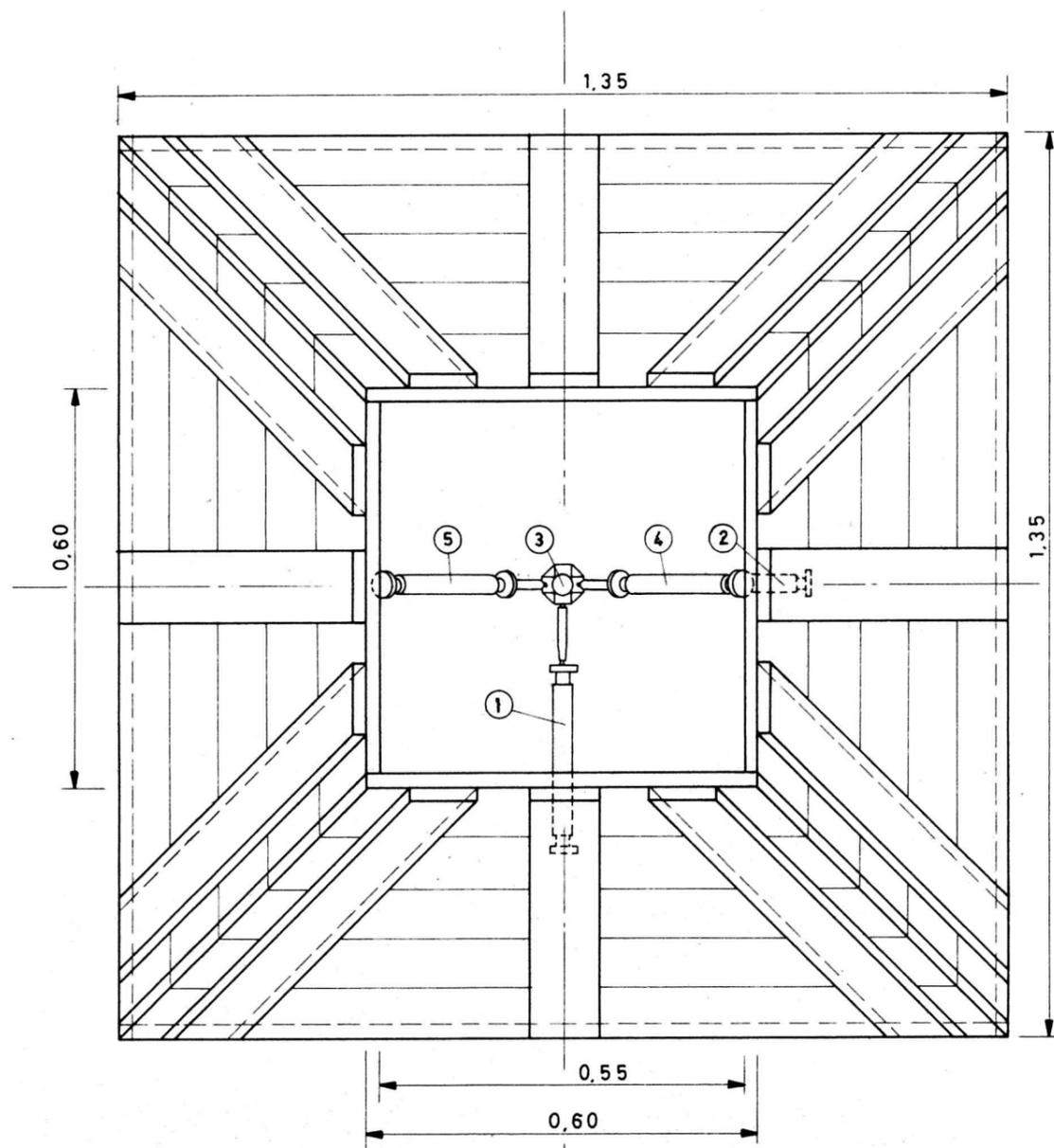
Orientação no bloco

O plano 1-3-6-7 é paralelo à superfície do paramento.



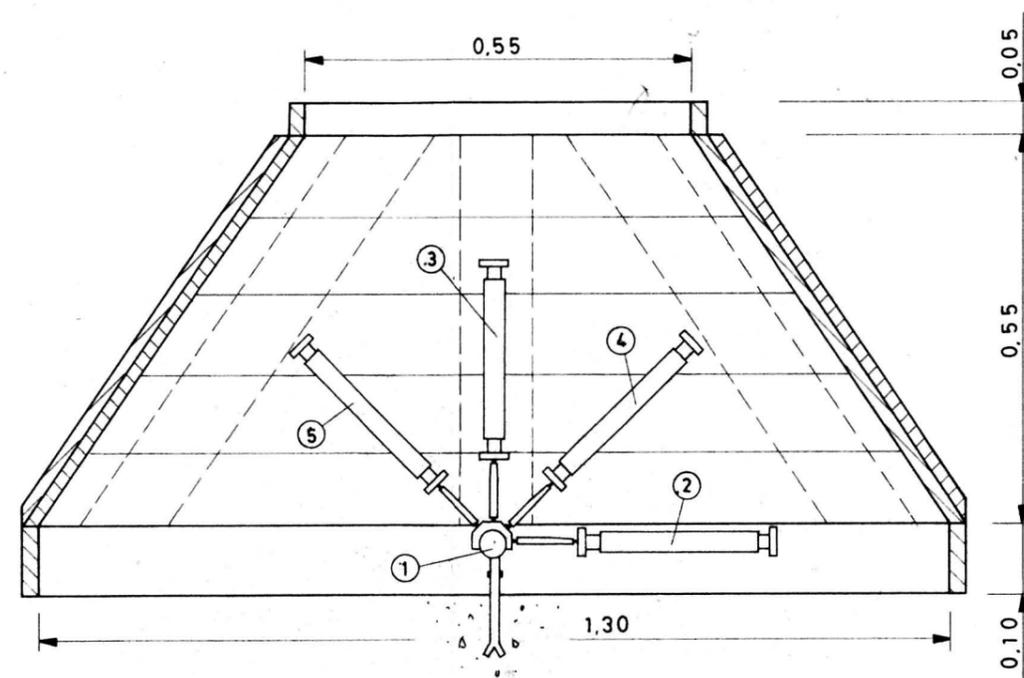
ESCALA 1/10

Fig. 37 - Cofragem para colocação de rosetas de 4 extensómetros na abóbada.



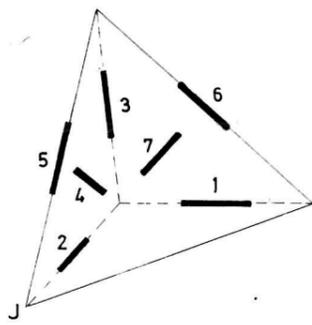
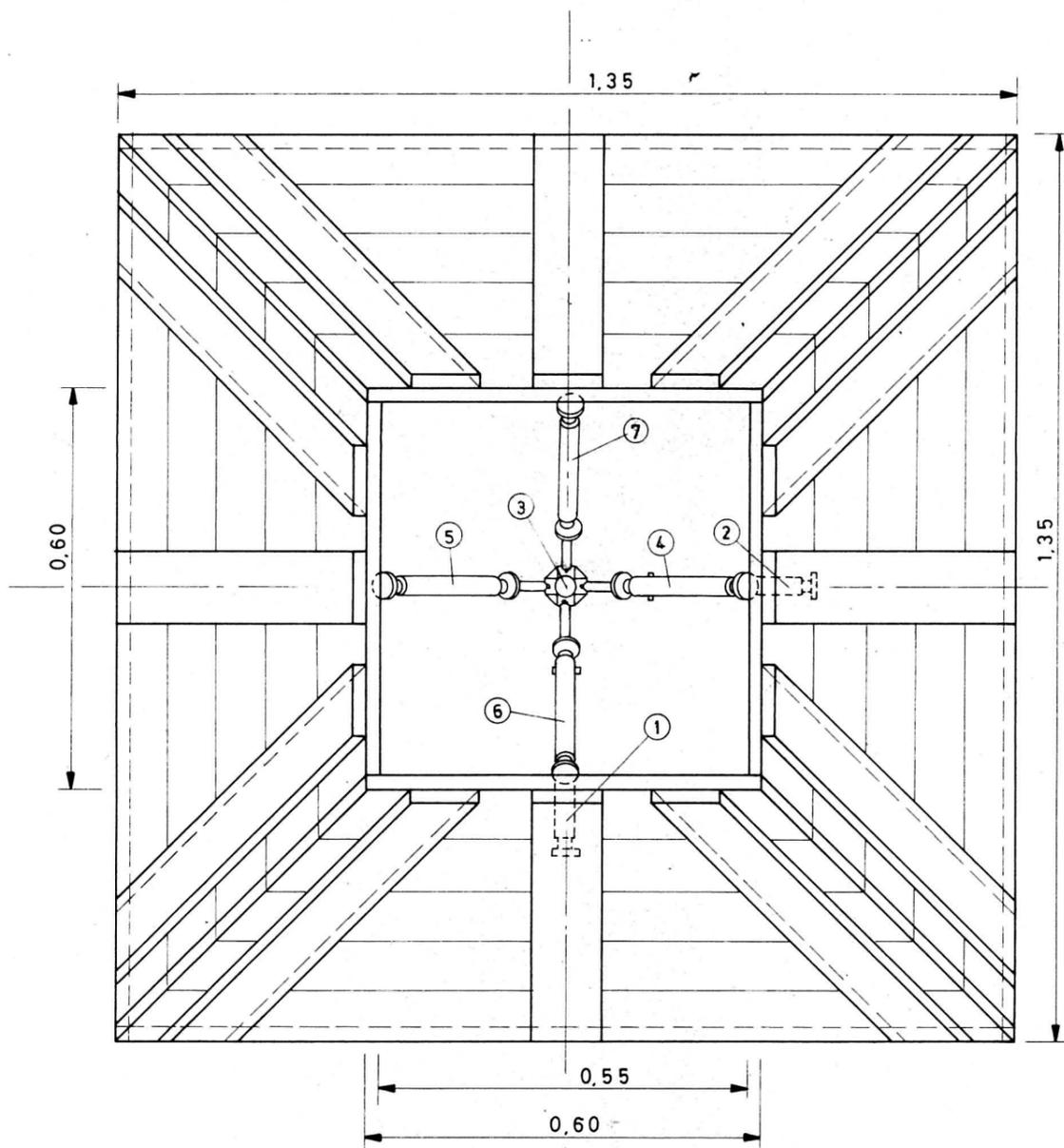
Orientação no bloco

O plano 2-3-4-5 é normal ao eixo da barragem.



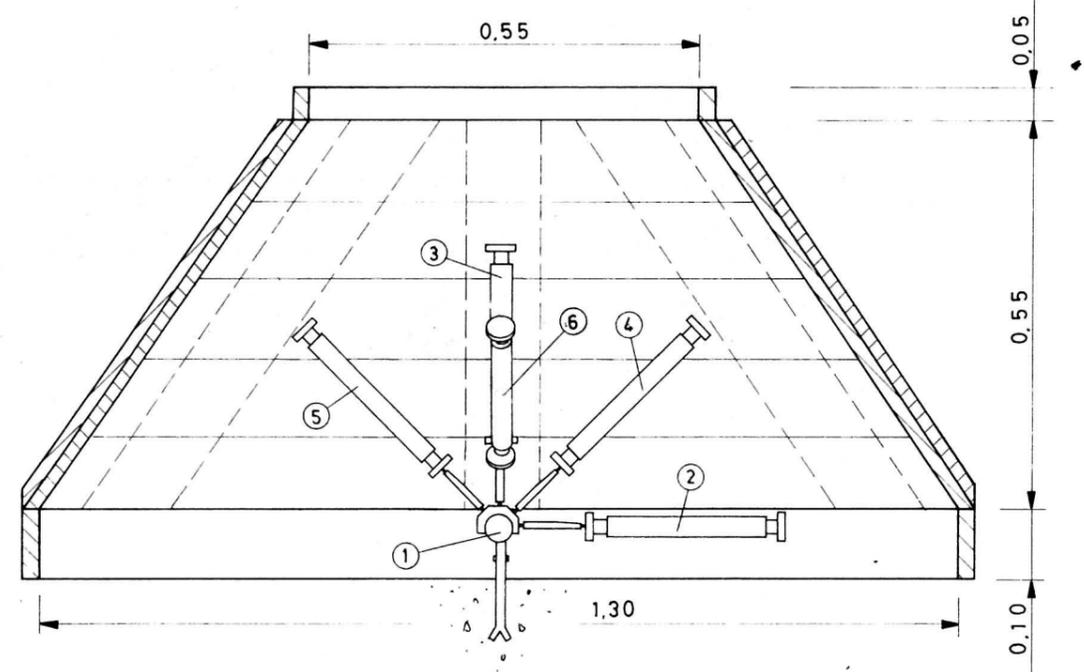
ESCALA 1/10

Fig. 38 - Cofragem para colocação de rosetas de 5 extensômetros.



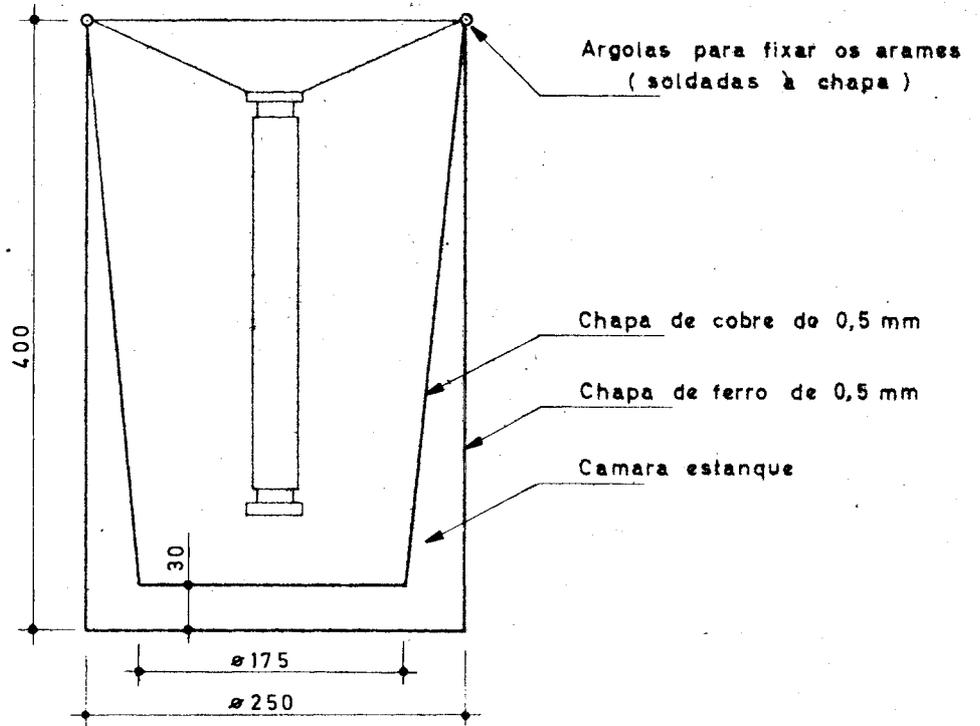
Orientação no bloco

O plano 2-3-4-5 é normal ao eixo da barragem.  
 O plano 1-3-6-7 é paralelo à superfície do paramento.



ESCALA 1/10

Fig. 39 - Cofragem para colocação de rosetas de 7 extensómetros.



ESCALA : 1/5

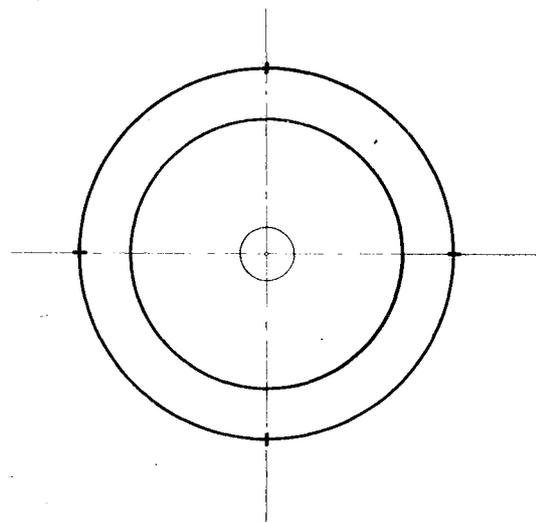
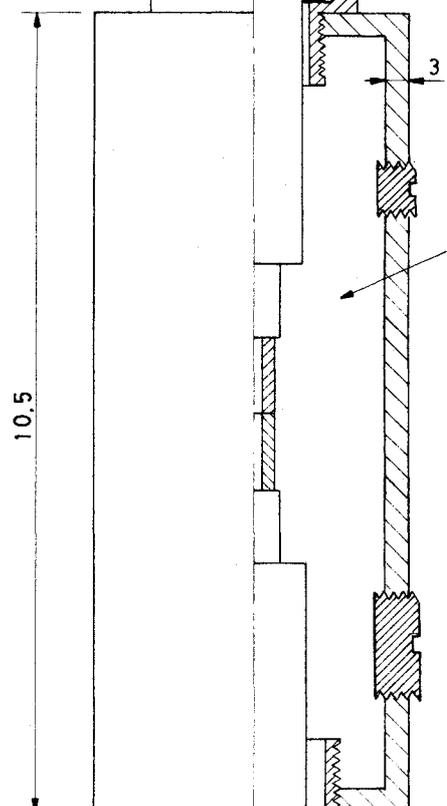


Fig.40-Caixa para o extensómetro corrector

CABO DE Ø VARIÁVEL PARA  
EXTENSÓMETRO DE GRANDE BASE

BUCIM ADAPTÁVEL AO CABO

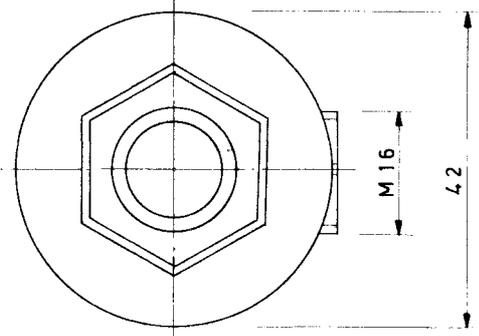


ESPAÇO OCUPADO POR  
MASSA ISOLANTE

10.5

BUCIM ADAPTÁVEL AO CABO

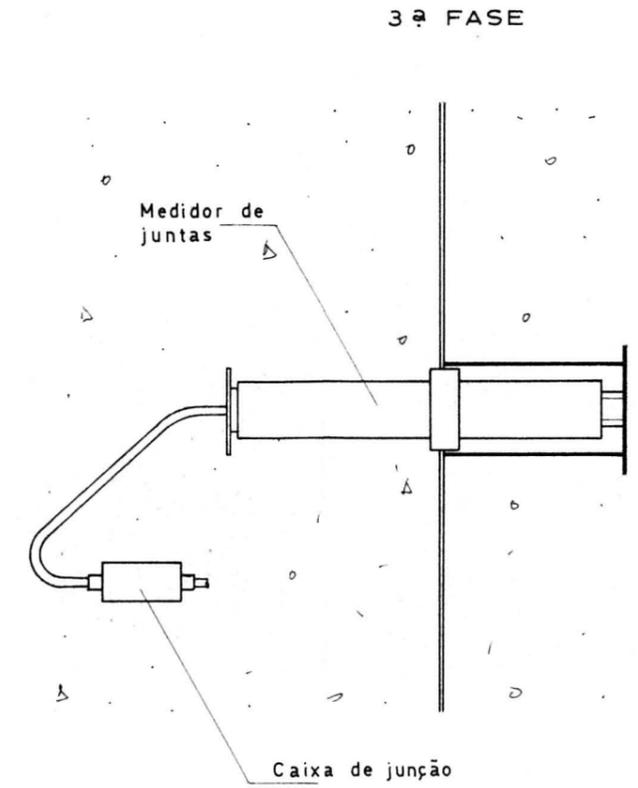
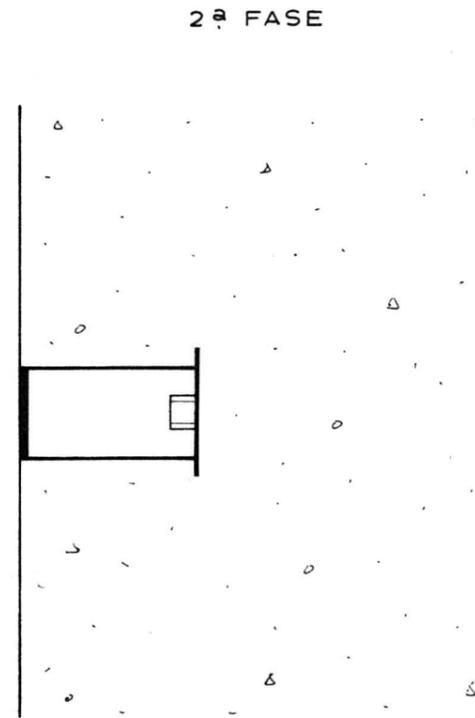
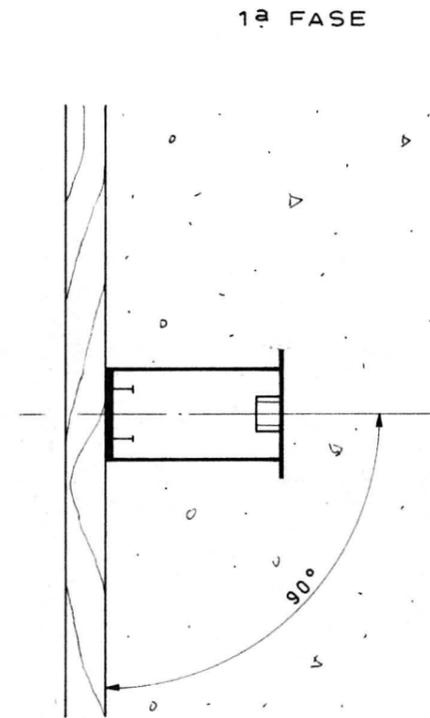
CABO DE Ø VARIÁVEL PARA  
LIGAÇÃO À CENTRAL DE LEITURA



ESCALA: 1/1

Fig.41- Caixa de junção para extensômetro de grande base

CABOS SAINDO DO BLOCO MAIS BAIXO



CABOS SAINDO DO BLOCO MAIS ALTO

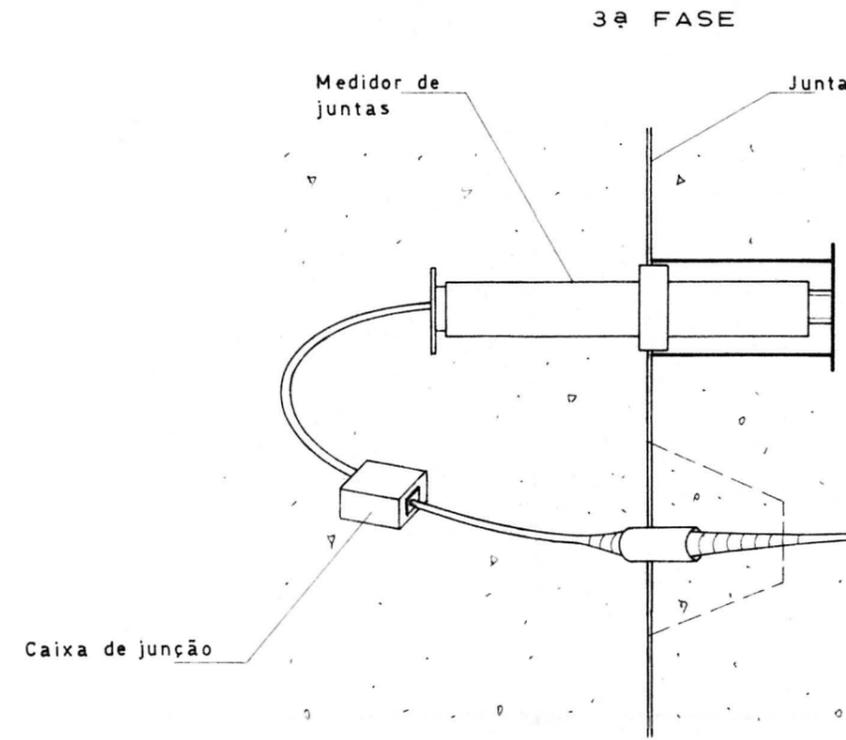
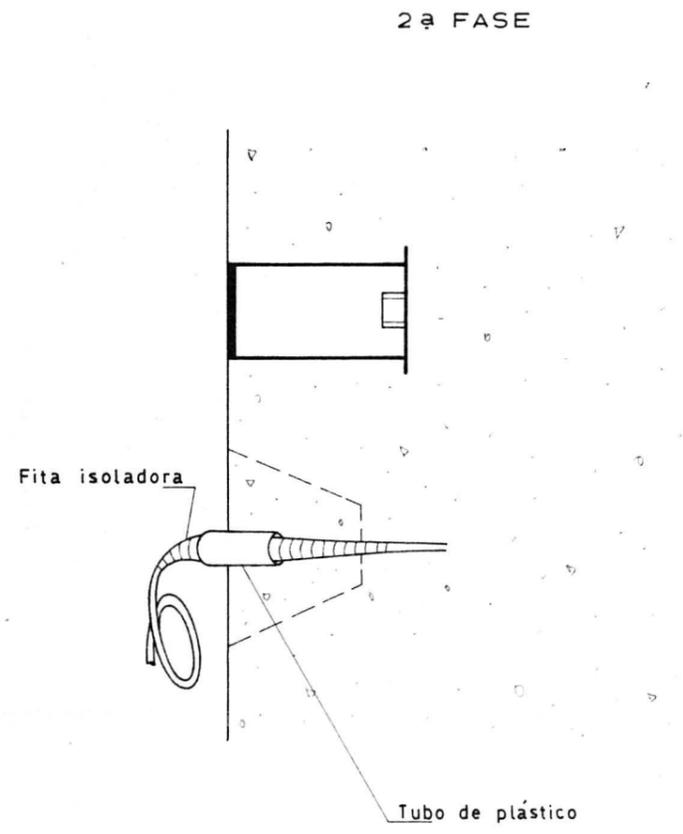
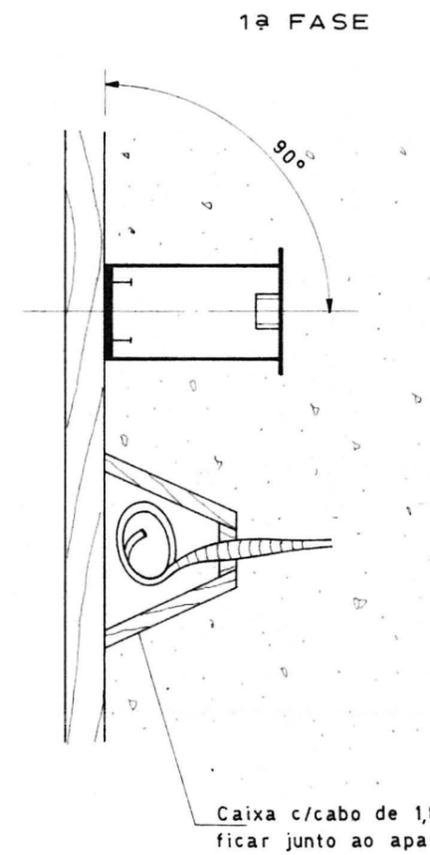
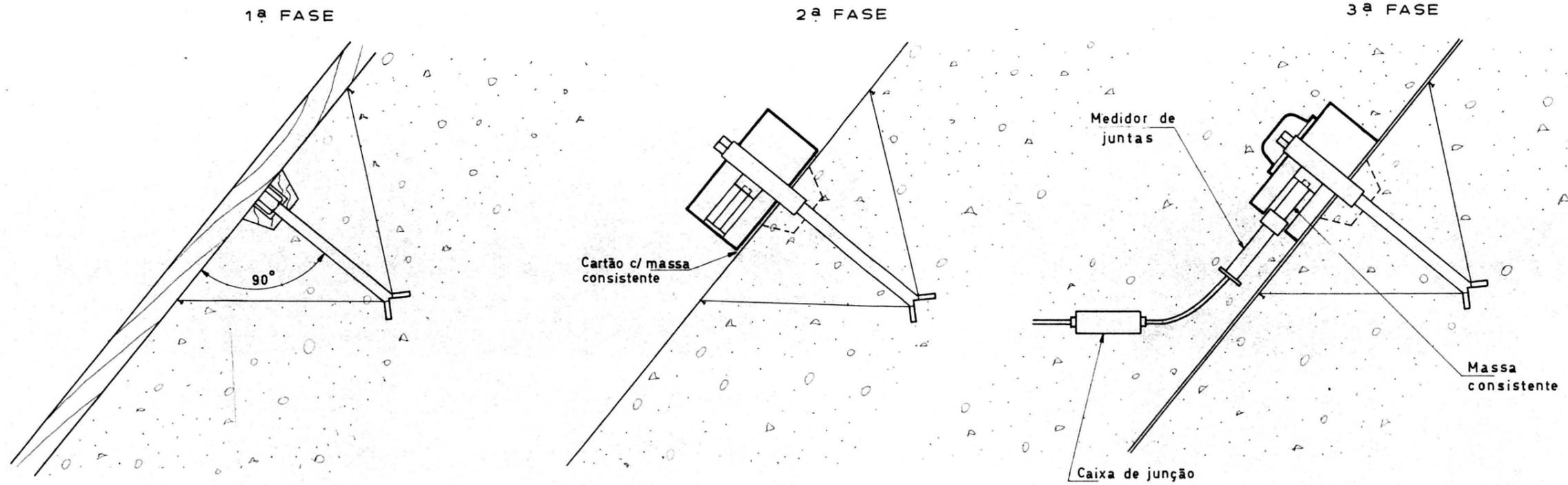


Fig.42-Pormenores de colocação de medidores de juntas

CABOS SAINDO DO BLOCO MAIS BAIXO



CABOS SAINDO DO BLOCO MAIS ALTO

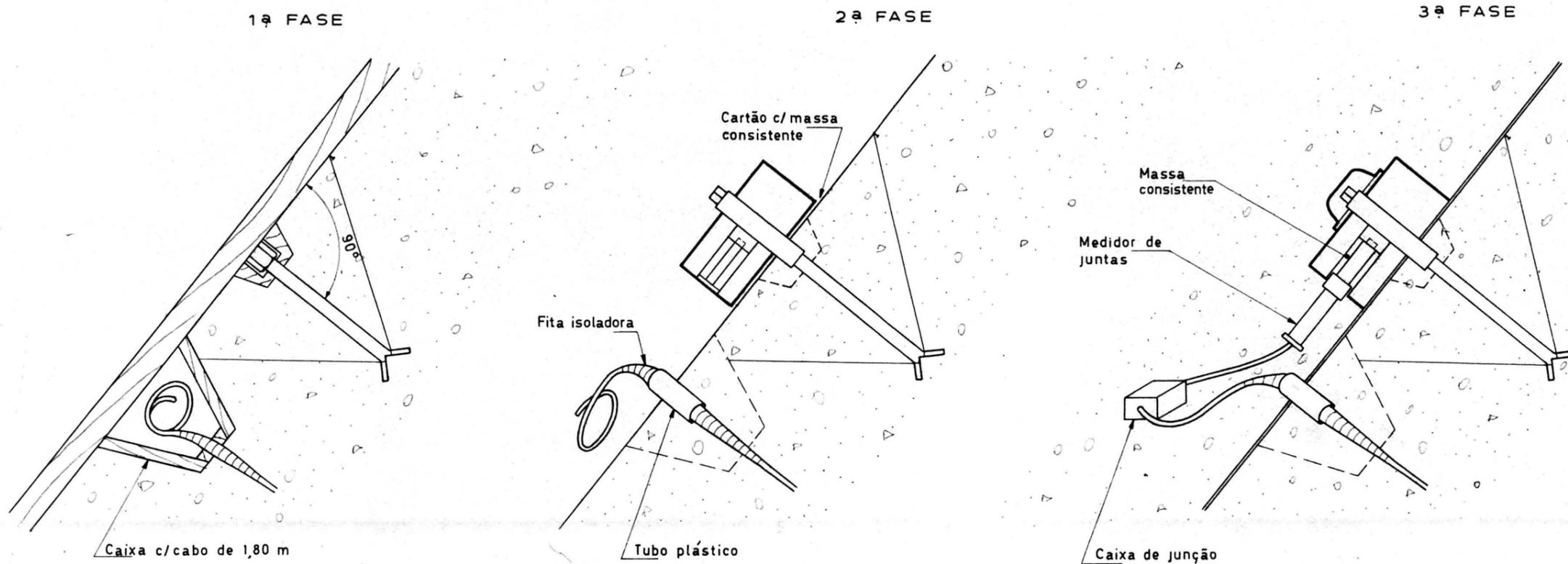
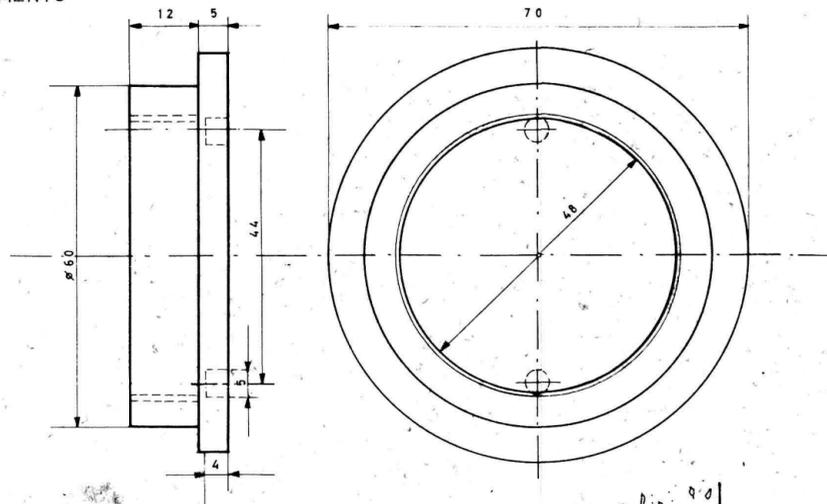
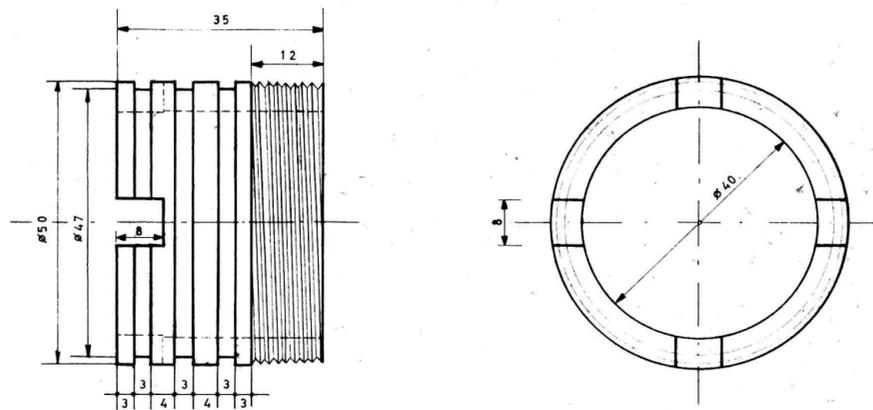
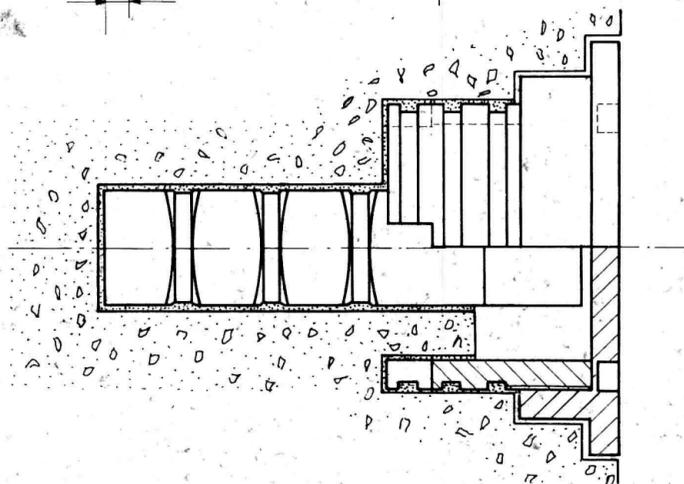
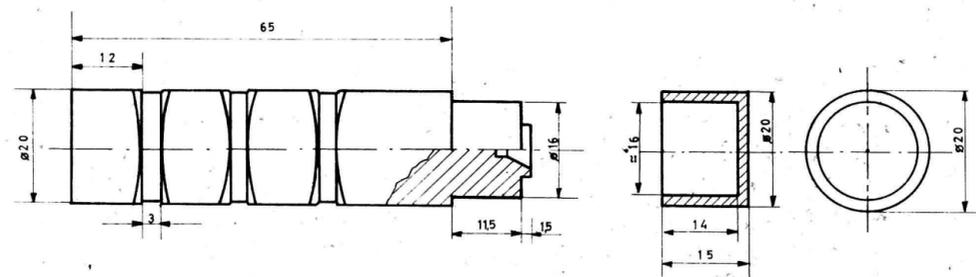
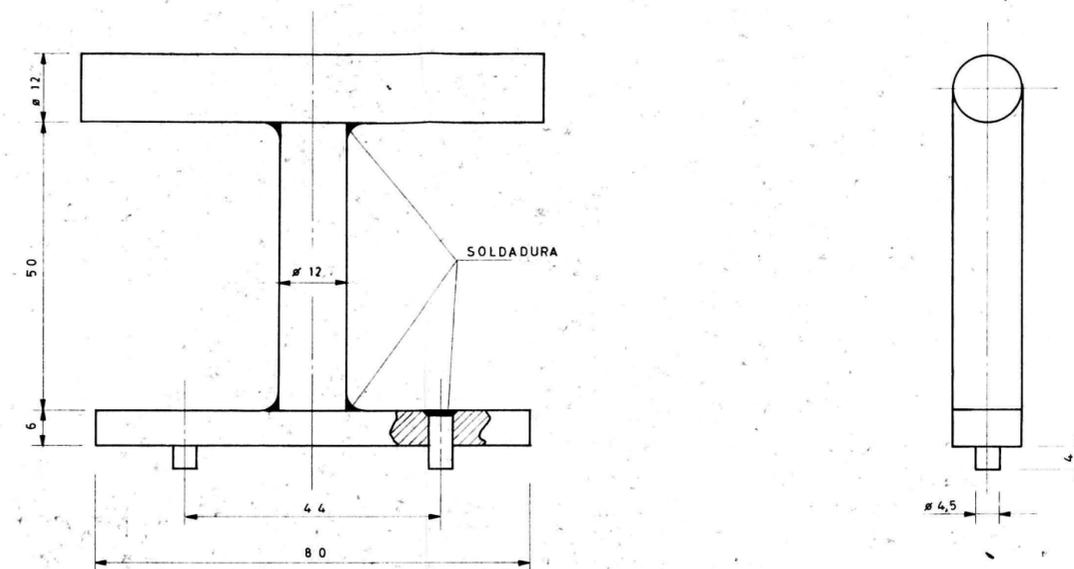


Fig.43-Pormenores de colocação de medidores de deslizamento de juntas.

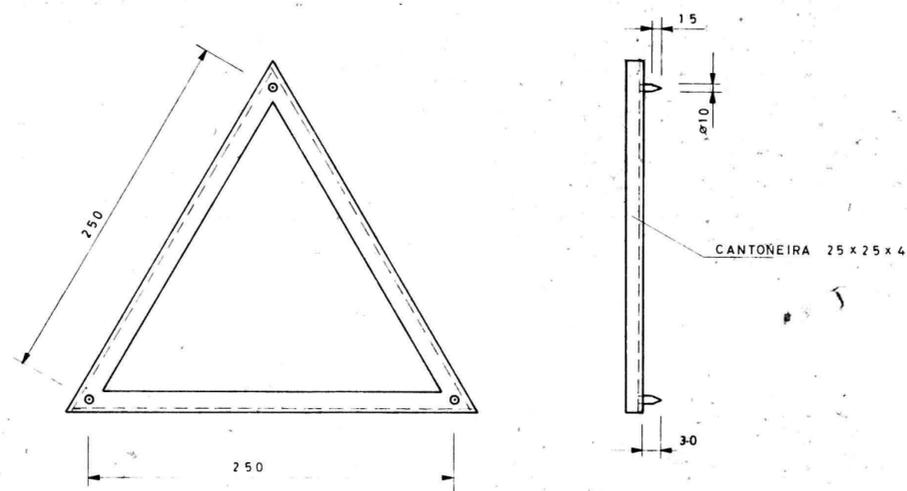
BASES DE ALONGÂMETRO DO COROAMENTO



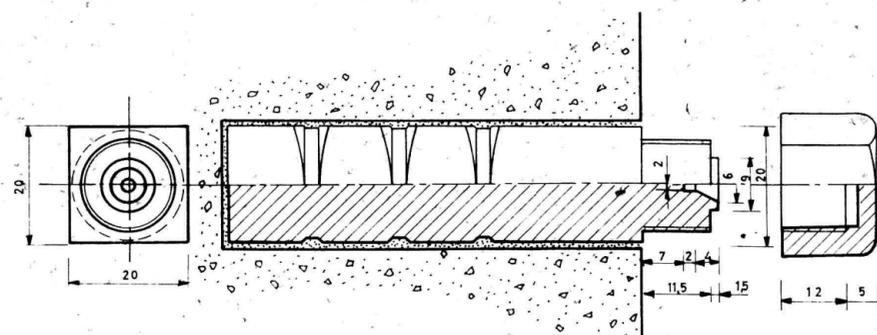
CHAVE PARA AS BASES DO COROAMENTO



TRIÂNGULO PARA MONTAGEM DAS BASES



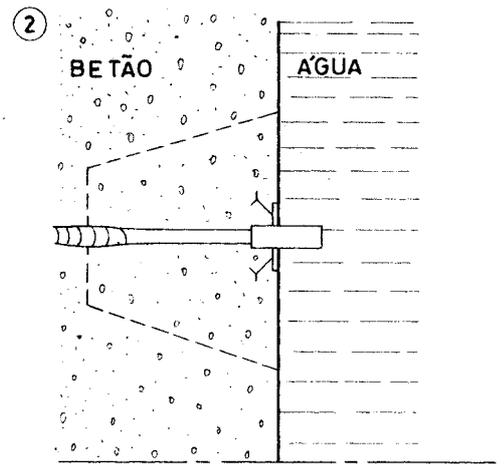
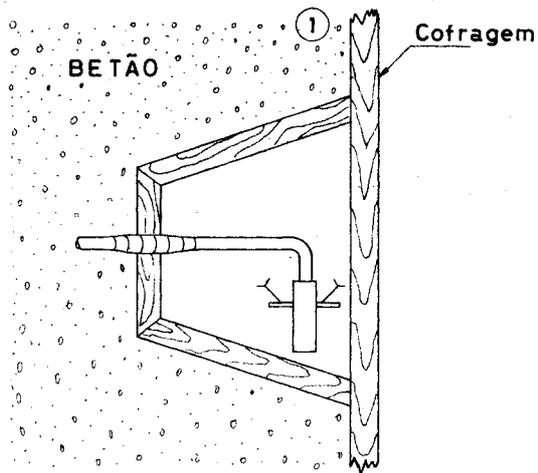
BASES DE ALONGÂMETRO NO PARAMENTO



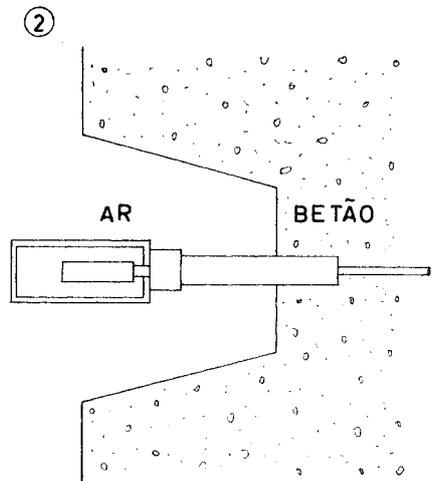
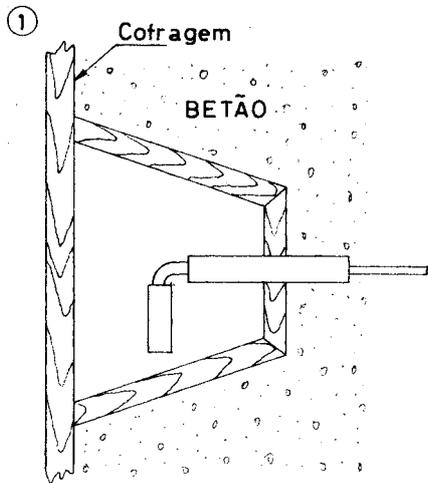
ESCALA : 1/1

Fig. 44 - Bases de alongâmetro

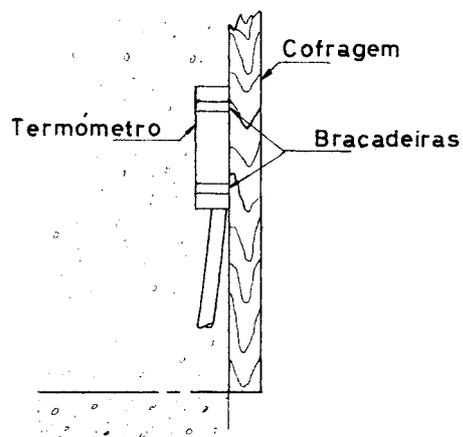
NA ÁGUA



NO AR



NO PARAMENTO



NO BETÃO

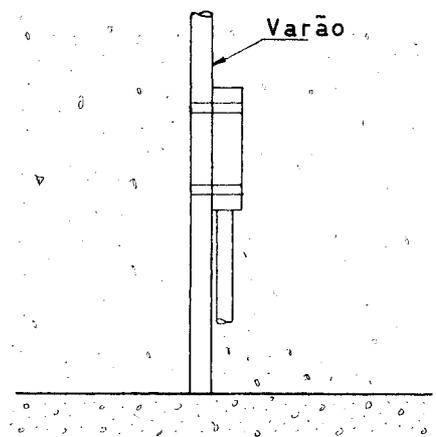
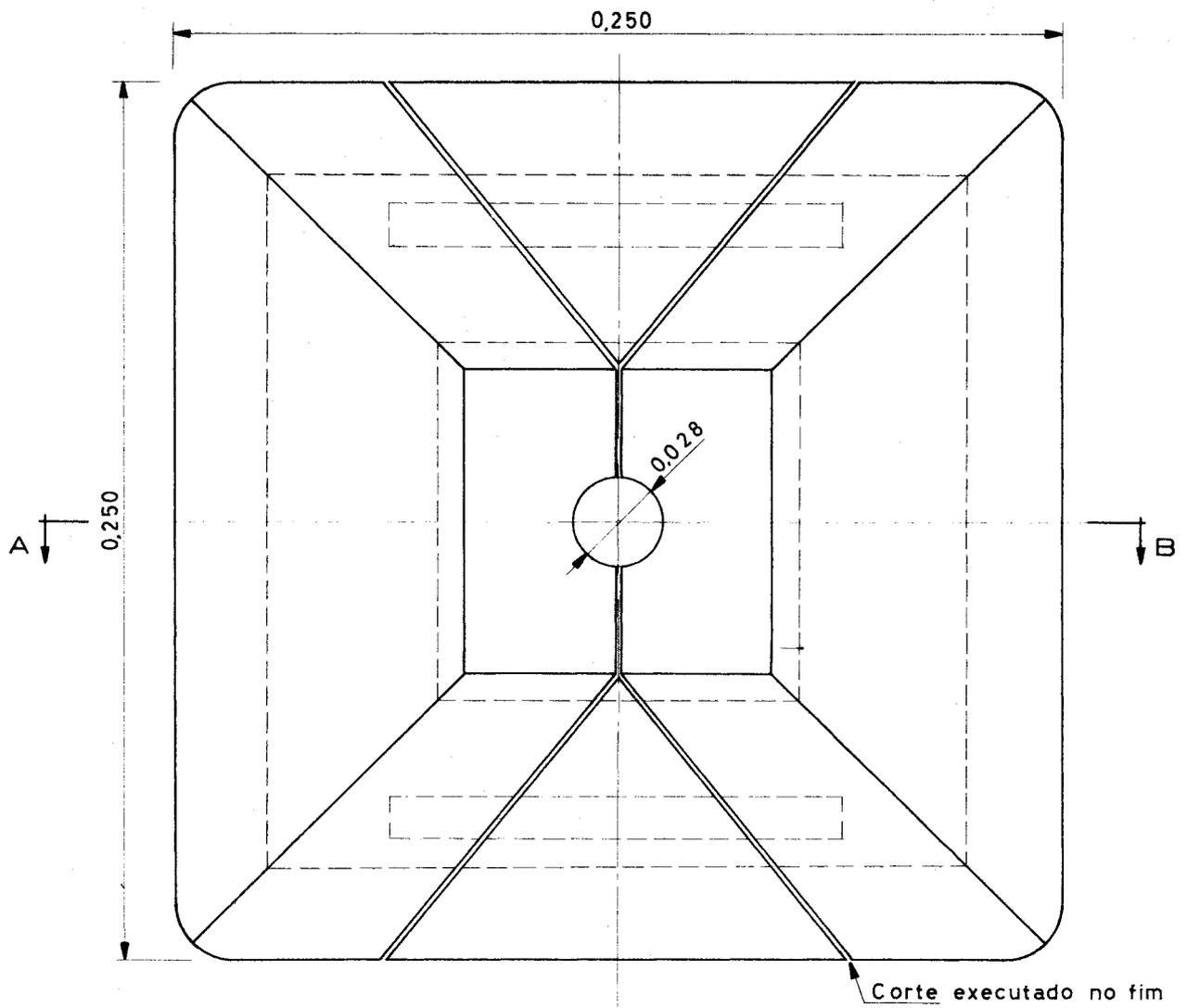


Fig. 45 - Pormenores da colocação dos termómetros



CORTE A - B

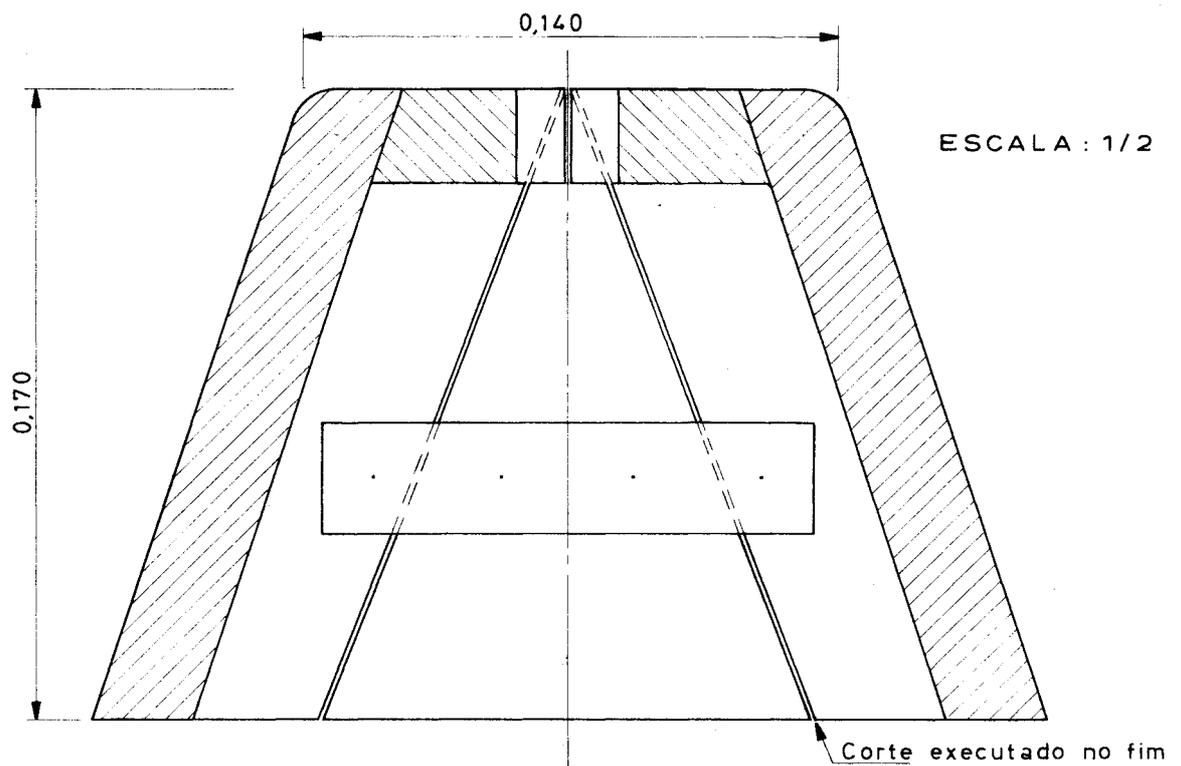
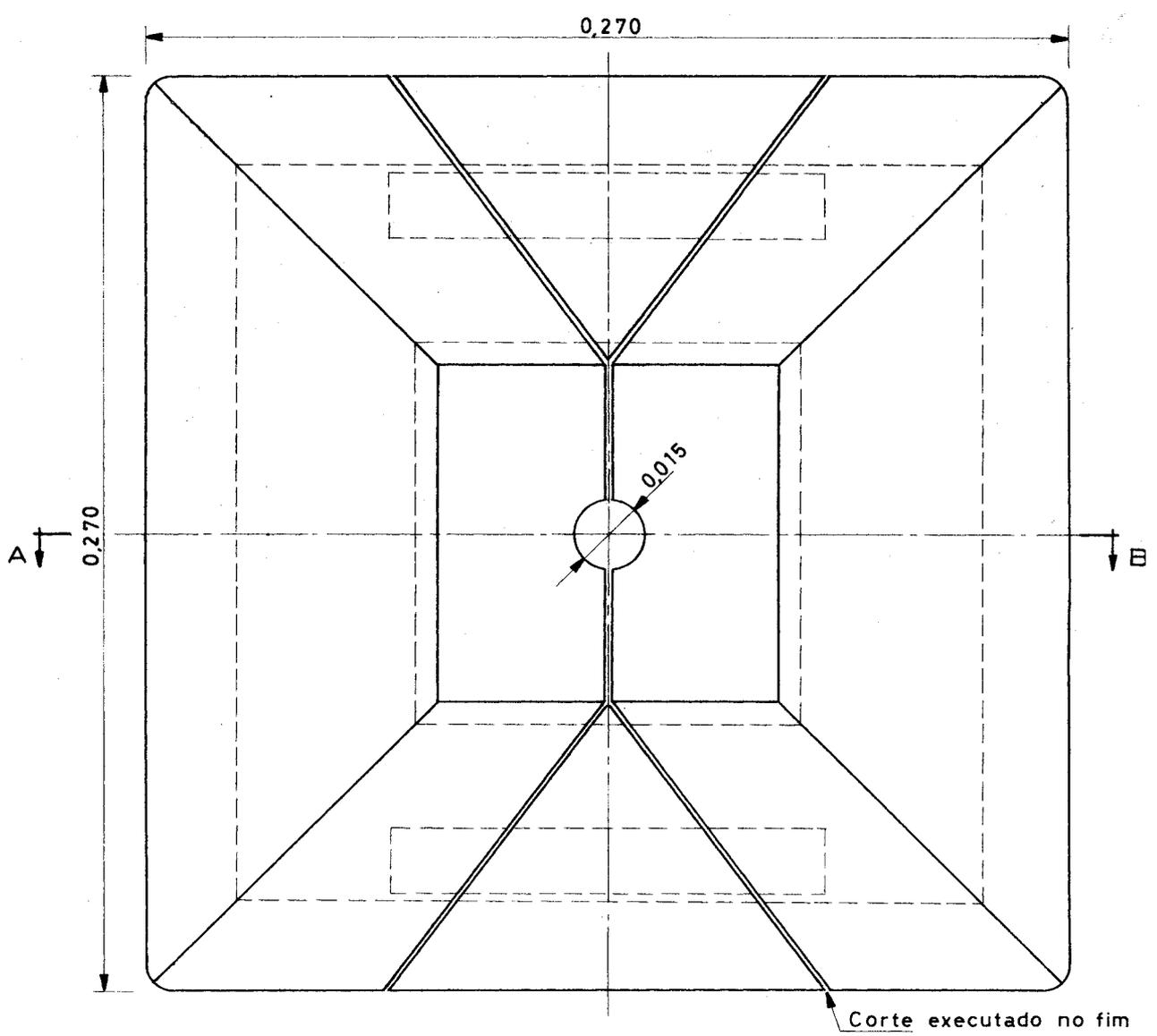


Fig.46-Cofragem em madeira para termómetros no ar (jusante)



CORTE A-B

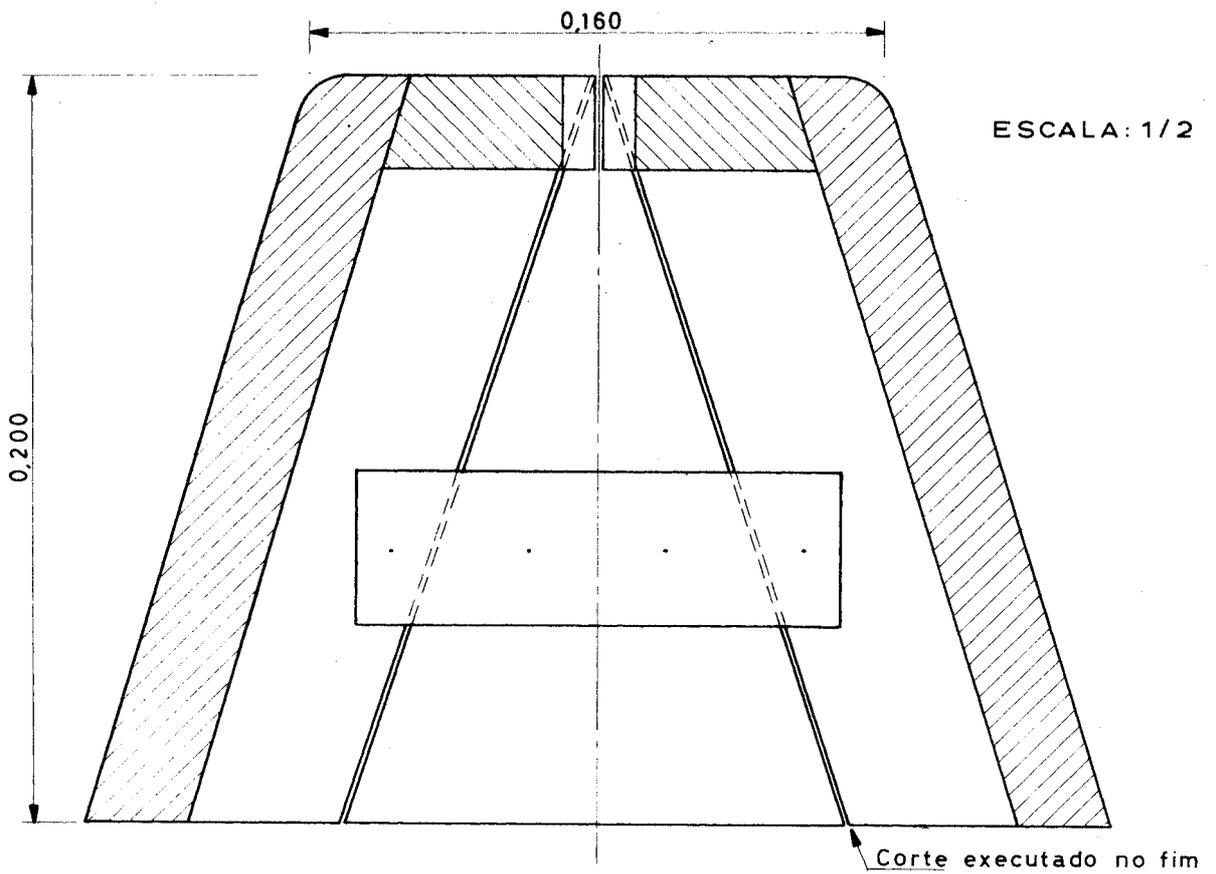
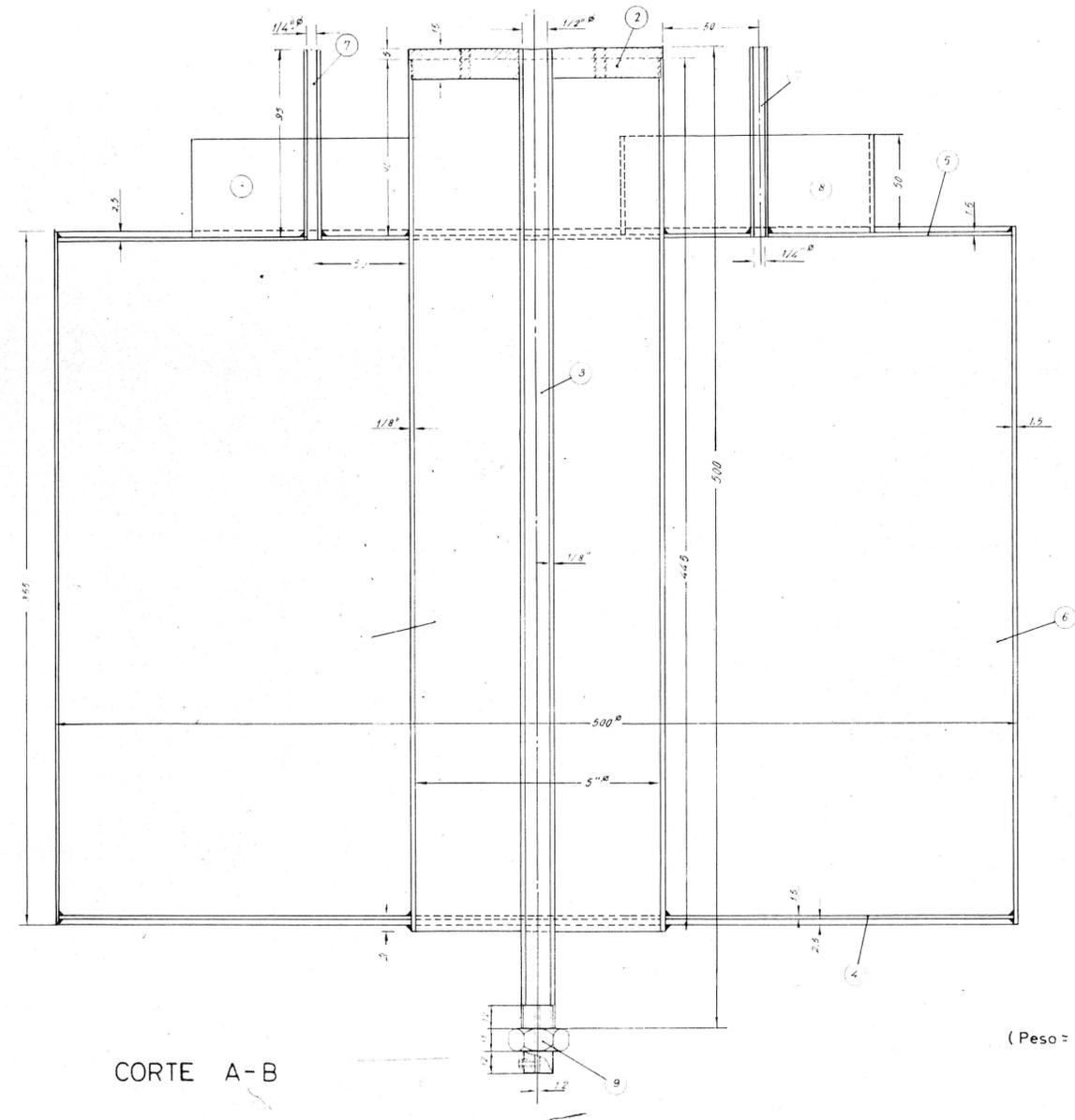
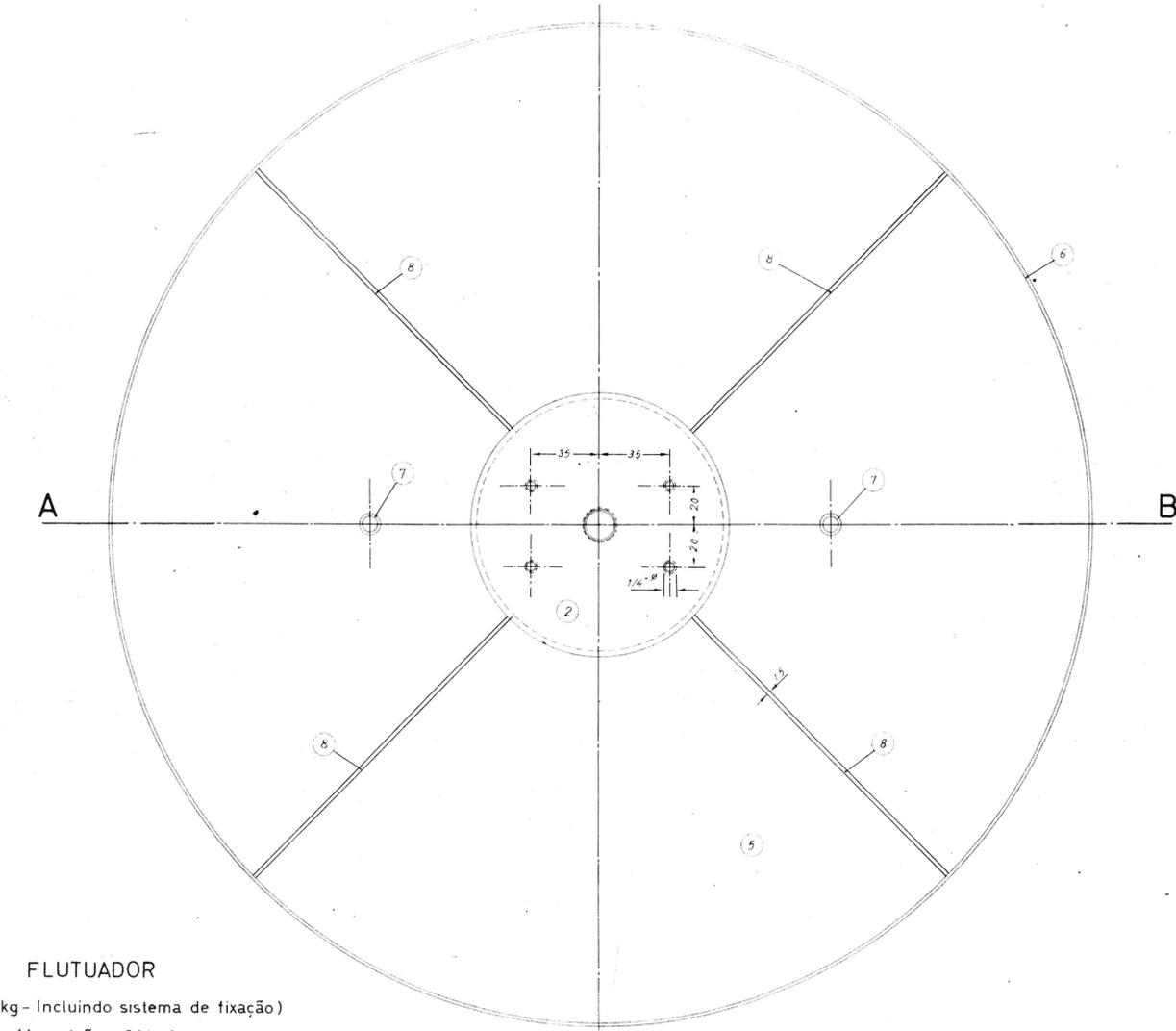


Fig. 47- Cofragem em madeira para termômetros na água (montante)



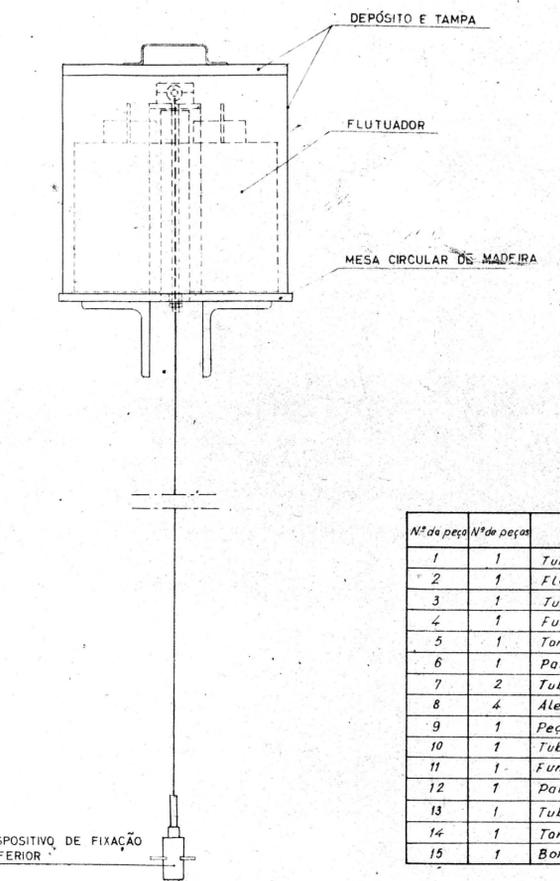
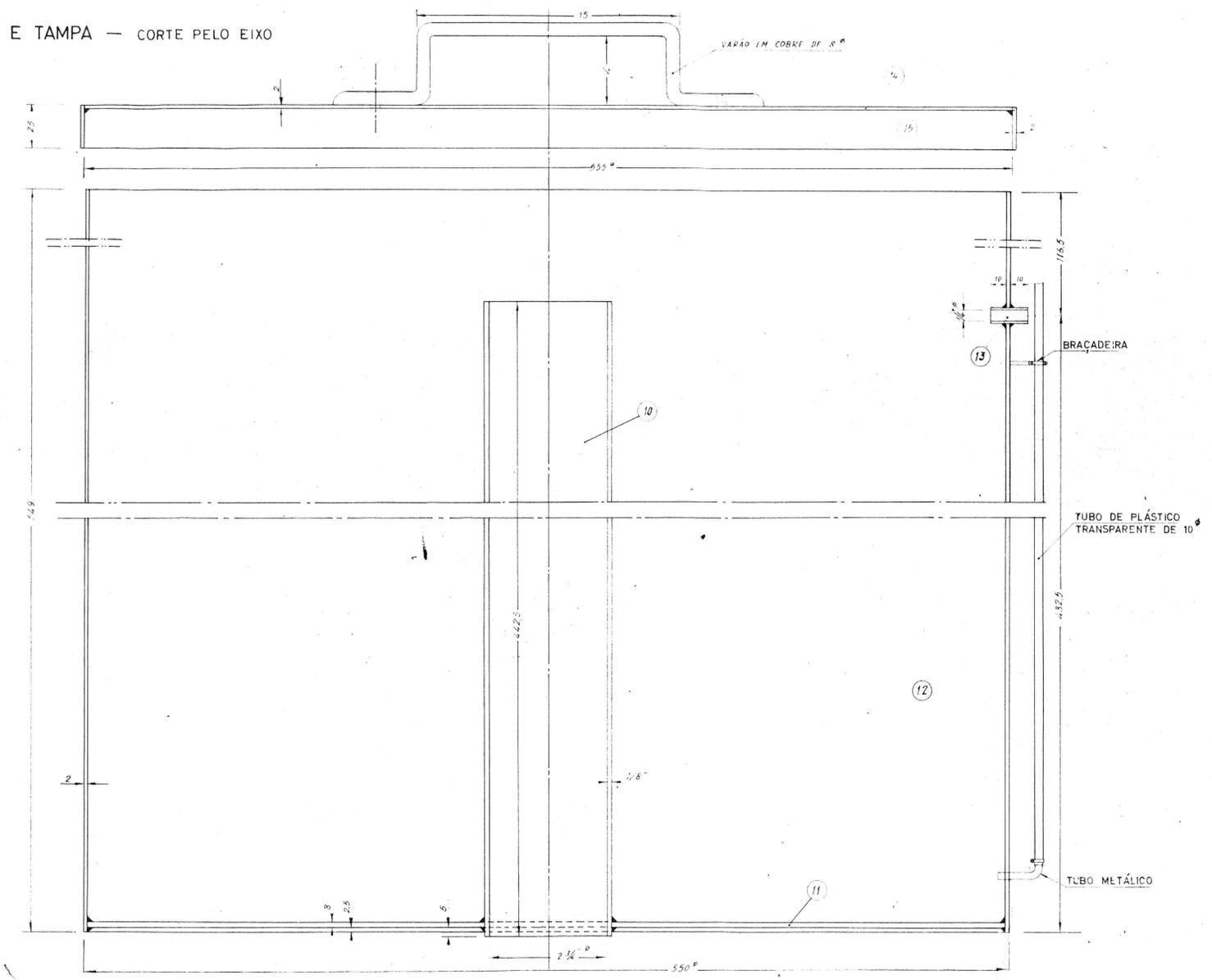
CORTE A-B



PLANTA

**FLUTUADOR**  
 (Peso = 20 kg - Incluindo sistema de fixação)  
 (Impulsão = 64 kg)  
 ESCALA: 1/2

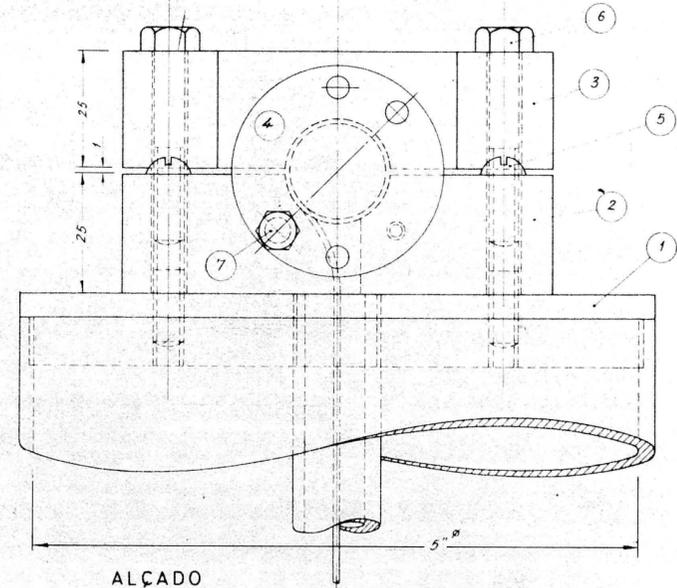
DEPÓSITO E TAMPA - CORTE PELO EIXO



ESCALA: 1/10

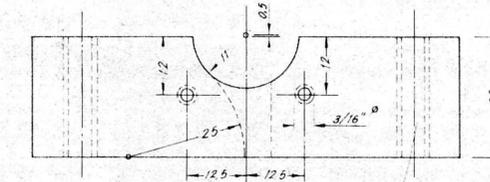
| Nº da peça | Nº de peças | Designação               | Material |
|------------|-------------|--------------------------|----------|
| 1          | 1           | Tubo de 5"               | Cobre    |
| 2          | 1           | Flange de 5"             | Latão    |
| 3          | 1           | Tubo de 1/2"             | Latão    |
| 4          | 1           | Fundo do flutuador       | Cobre    |
| 5          | 1           | Tampo do flutuador       | Cobre    |
| 6          | 1           | Parede do flutuador      | Cobre    |
| 7          | 2           | Tubo de 1/4"             | Cobre    |
| 8          | 4           | Aletas                   | Cobre    |
| 9          | 1           | Peça de centragem do fio | Aço inox |
| 10         | 1           | Tubo de 2 3/4"           | Cobre    |
| 11         | 1           | Fundo do depósito        | Cobre    |
| 12         | 1           | Parede do depósito       | Cobre    |
| 13         | 1           | Tubo de purga de 1/2"    | Cobre    |
| 14         | 1           | Tampa                    | Cobre    |
| 15         | 1           | Bordas da tampa          | Cobre    |

Fig. 48 - Fio de prumo invertido - Flutuador, depósito e tampa.  
 Vista do conjunto

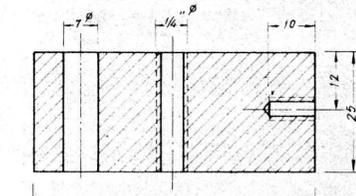


ALÇADO

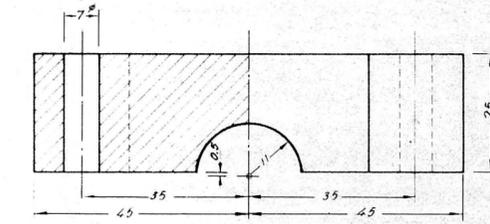
SISTEMA DE FIXAÇÃO DO FIO



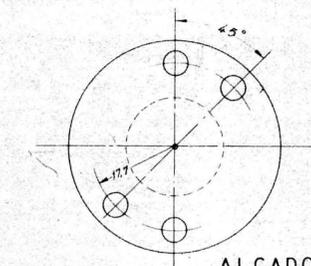
ALÇADO



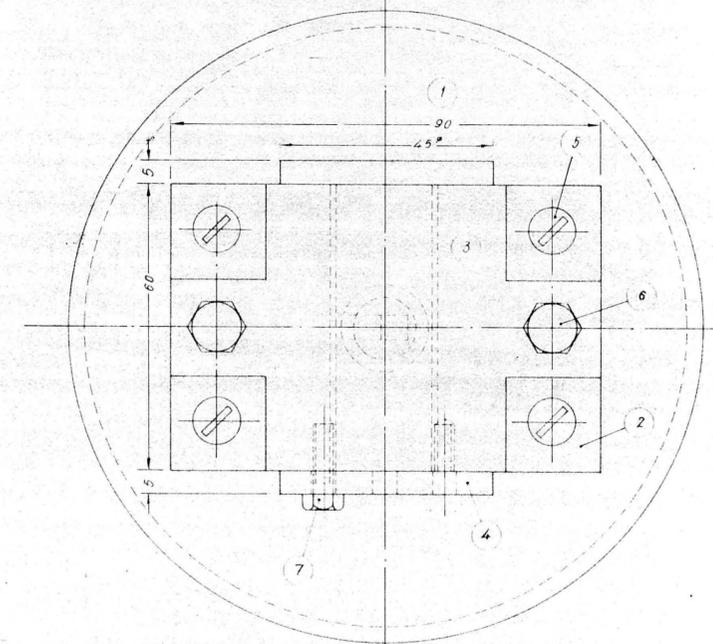
CORTE C-D



ALÇADO E CORTE E-F

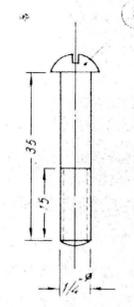


ALÇADO

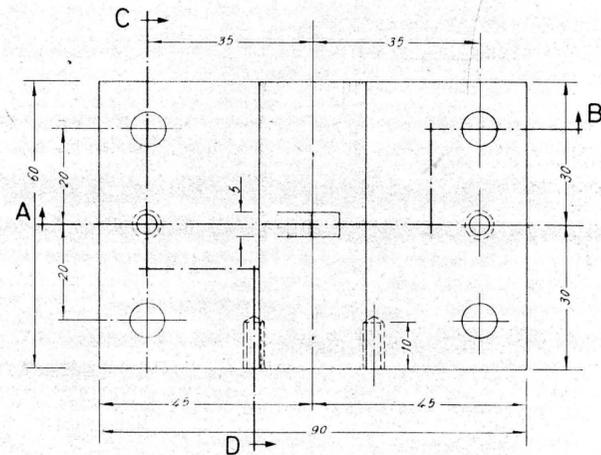


PLANTA

CONJUNTO

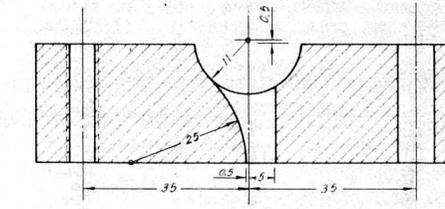


5

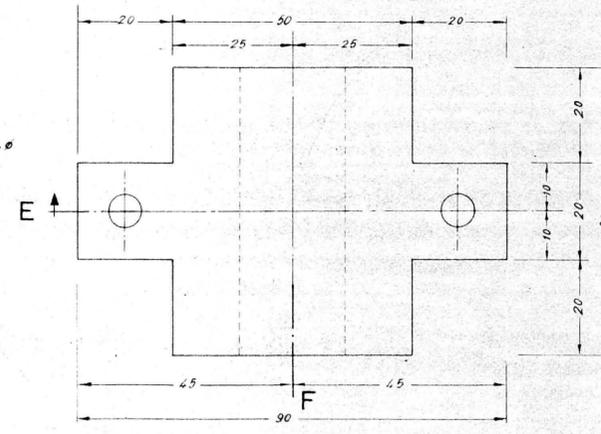


PLANTA

PEÇA INFERIOR 2

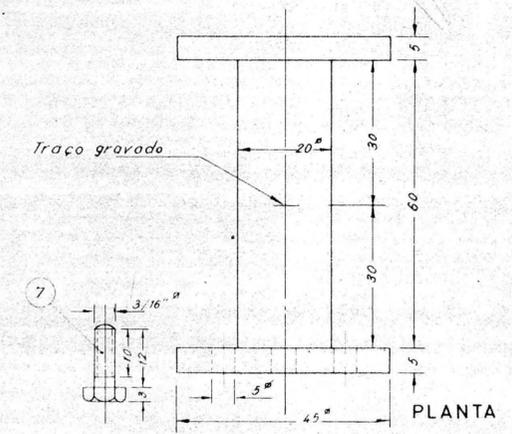


CORTE A-B



PLANTA

PEÇA SUPERIOR 3

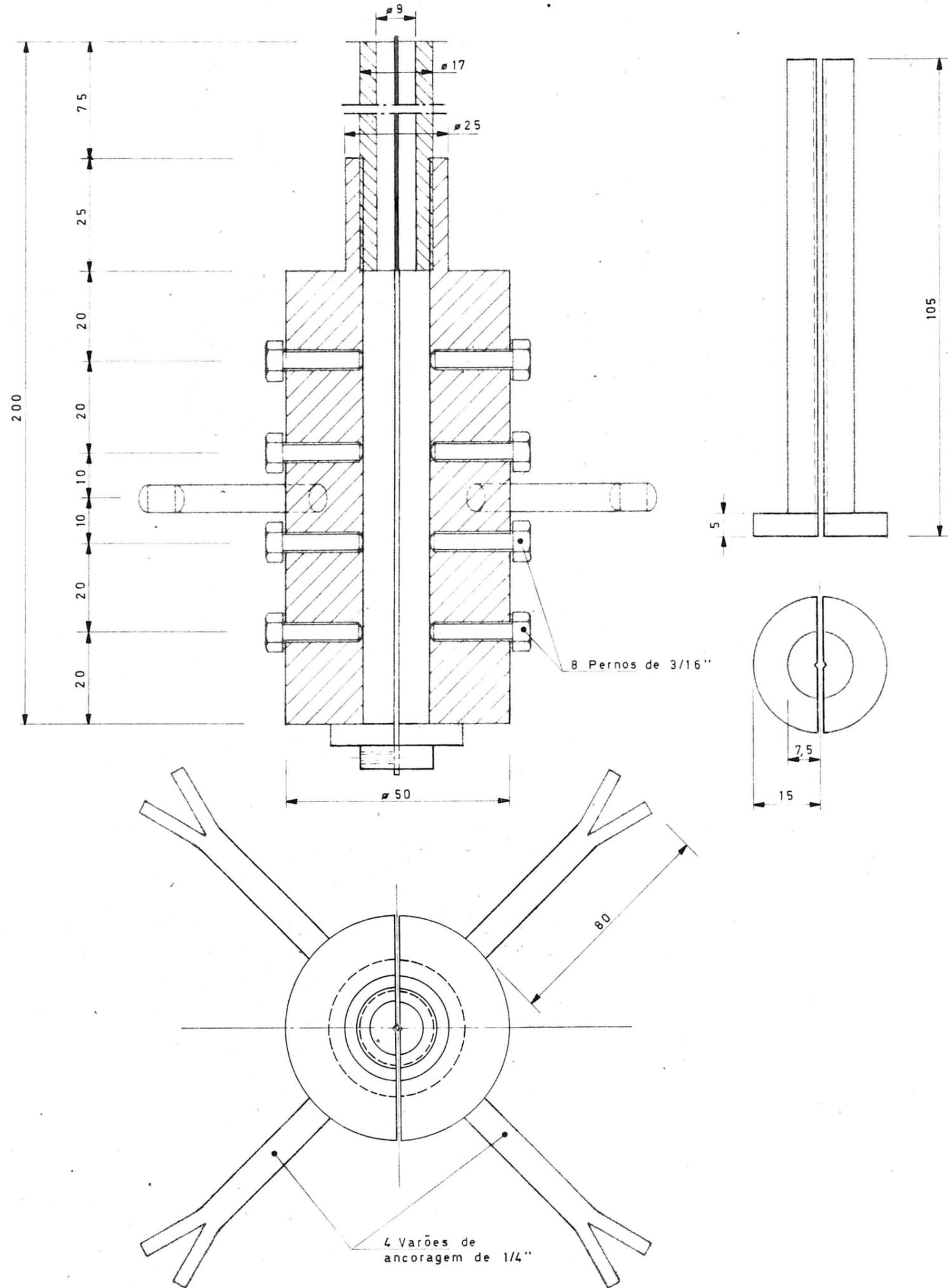


TAMBOR 4

| Nº de peça | Nº de peças | Designação               | Material |
|------------|-------------|--------------------------|----------|
| 1          | 1           | Flange de 5"             | Latão    |
| 2          | 1           | Peça inferior de fixação | Aço inox |
| 3          | 1           | Peça superior de fixação | Aço inox |
| 4          | 1           | Tambor de fixação do fio | Aço inox |
| 5          | 4           | Parafuso # 1/4"          | Aço inox |
| 6          | 2           | Parafuso # 1/4"          | Aço inox |
| 7          | 1           | Parafuso # 3/16"         | Aço inox |

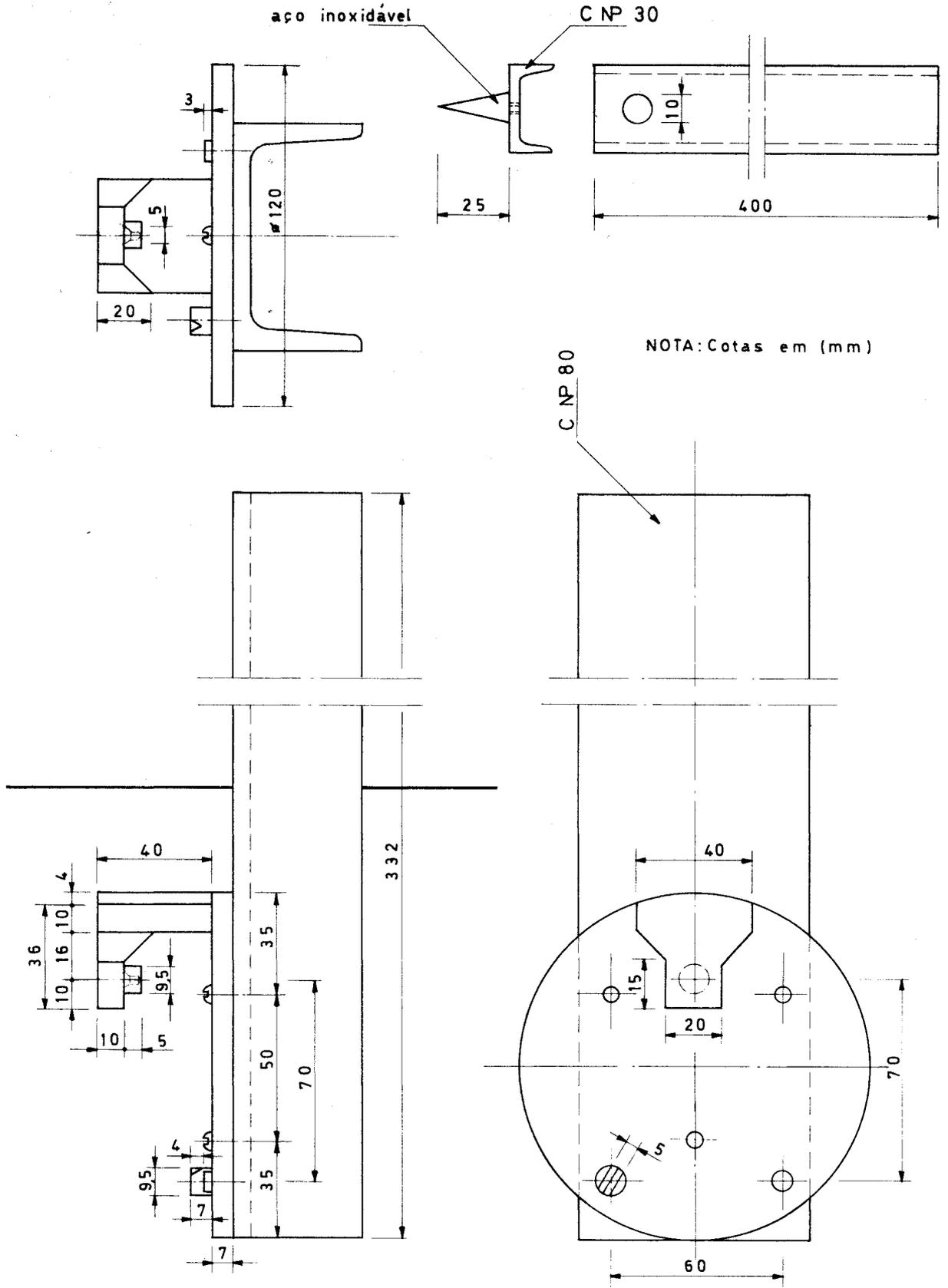
ESCALA: 1/1

Fig.49- Pormenores do sistema de fixação do fio no flutuador.



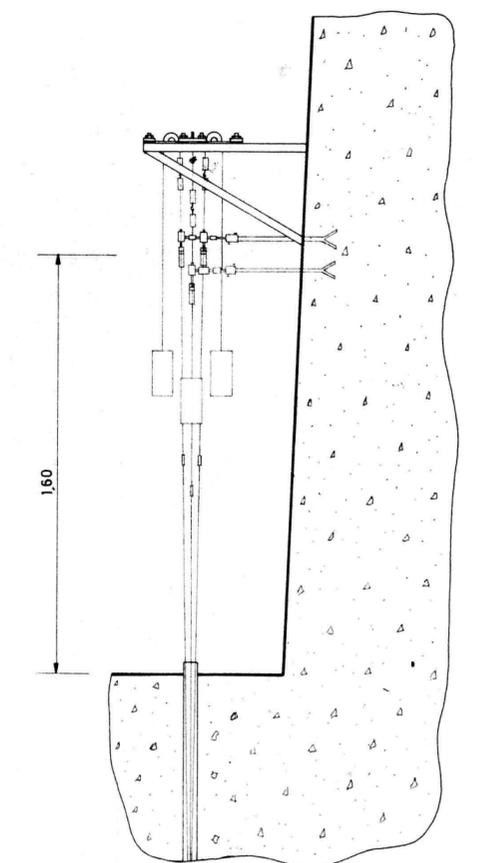
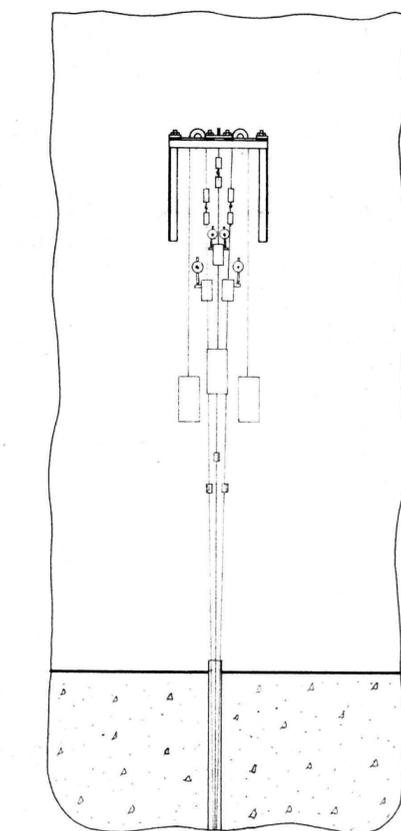
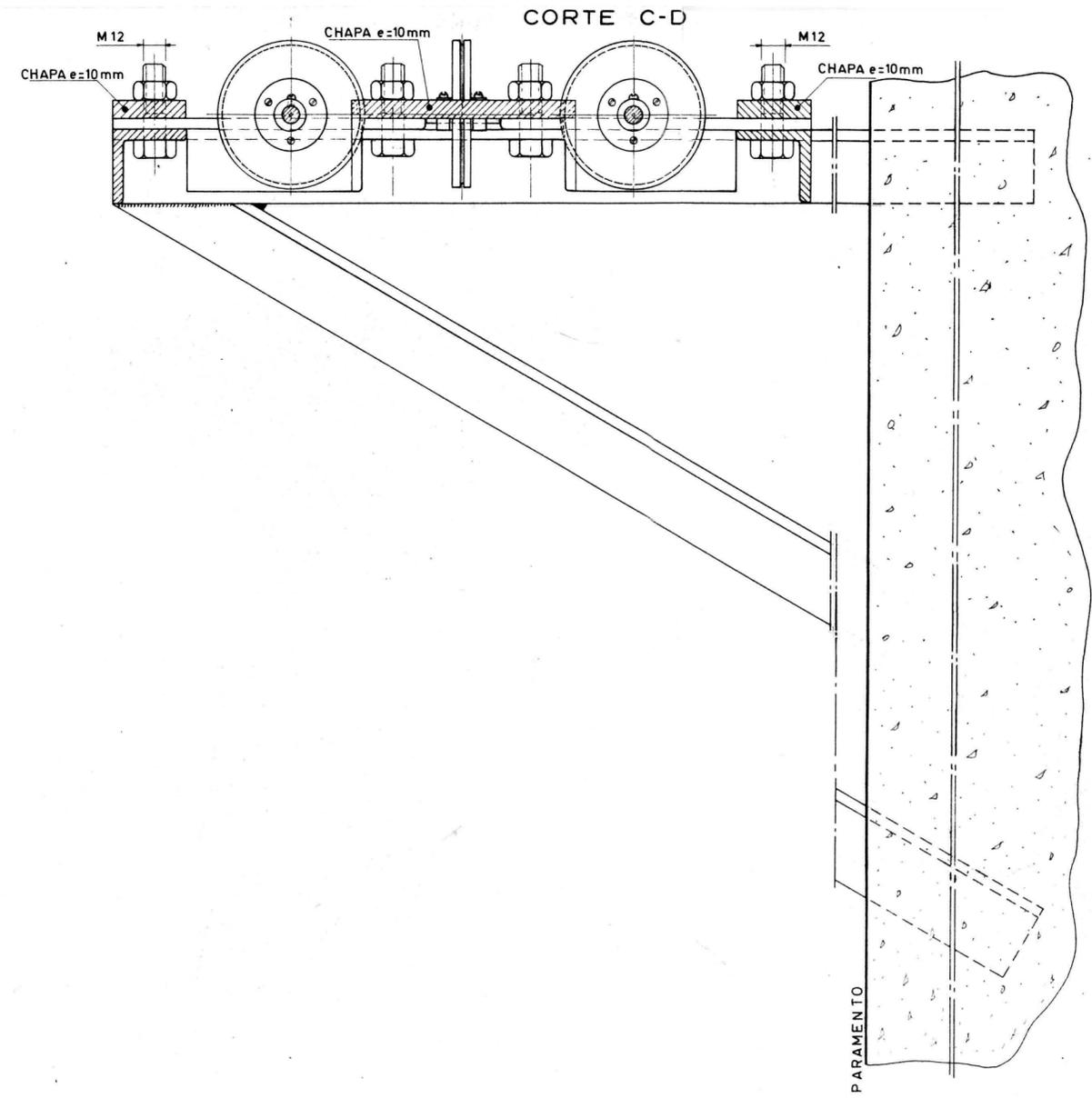
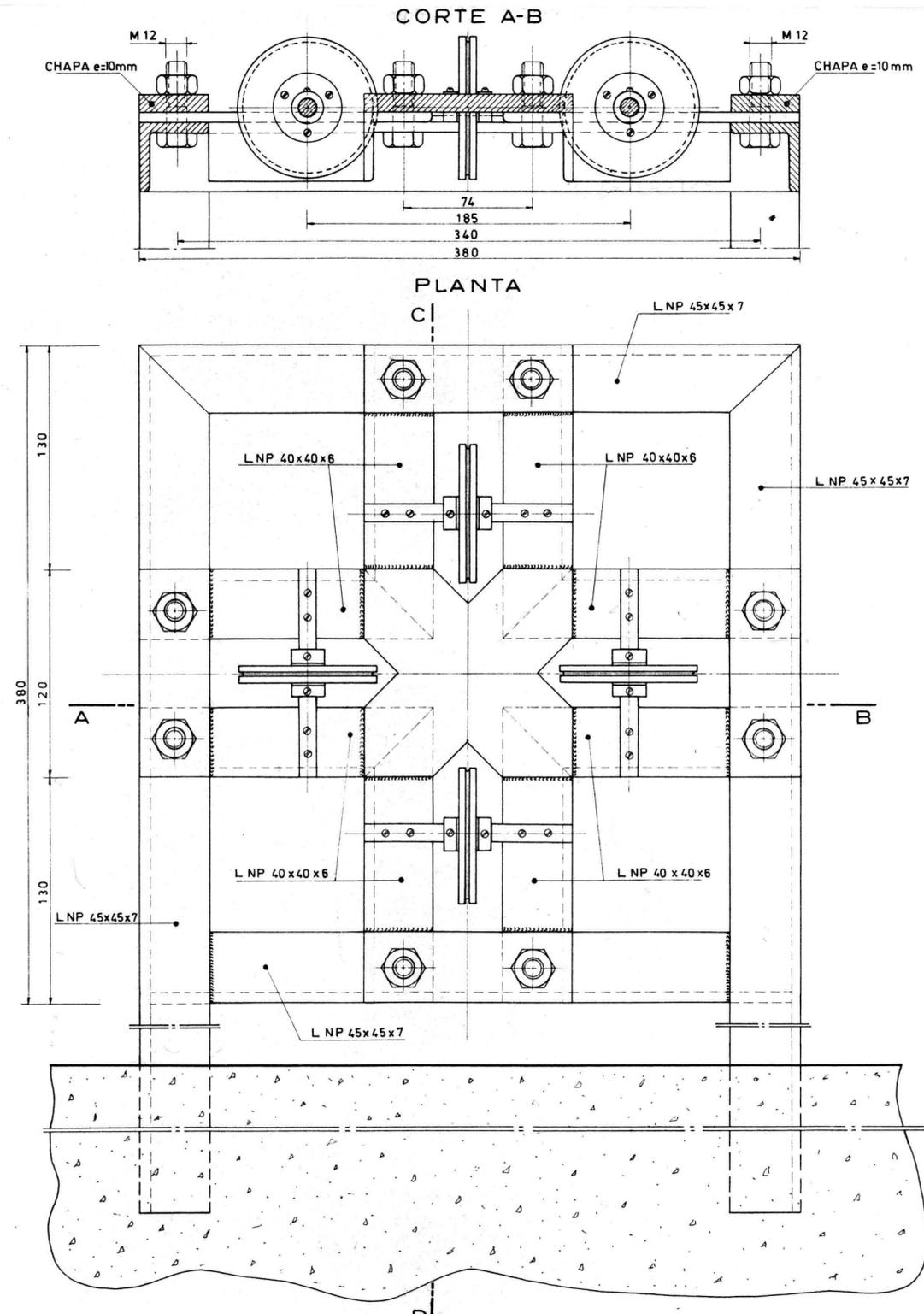
ESCALA: 1/1

Fig.50-Dispositivo de fixação do fio de prumo invertido.



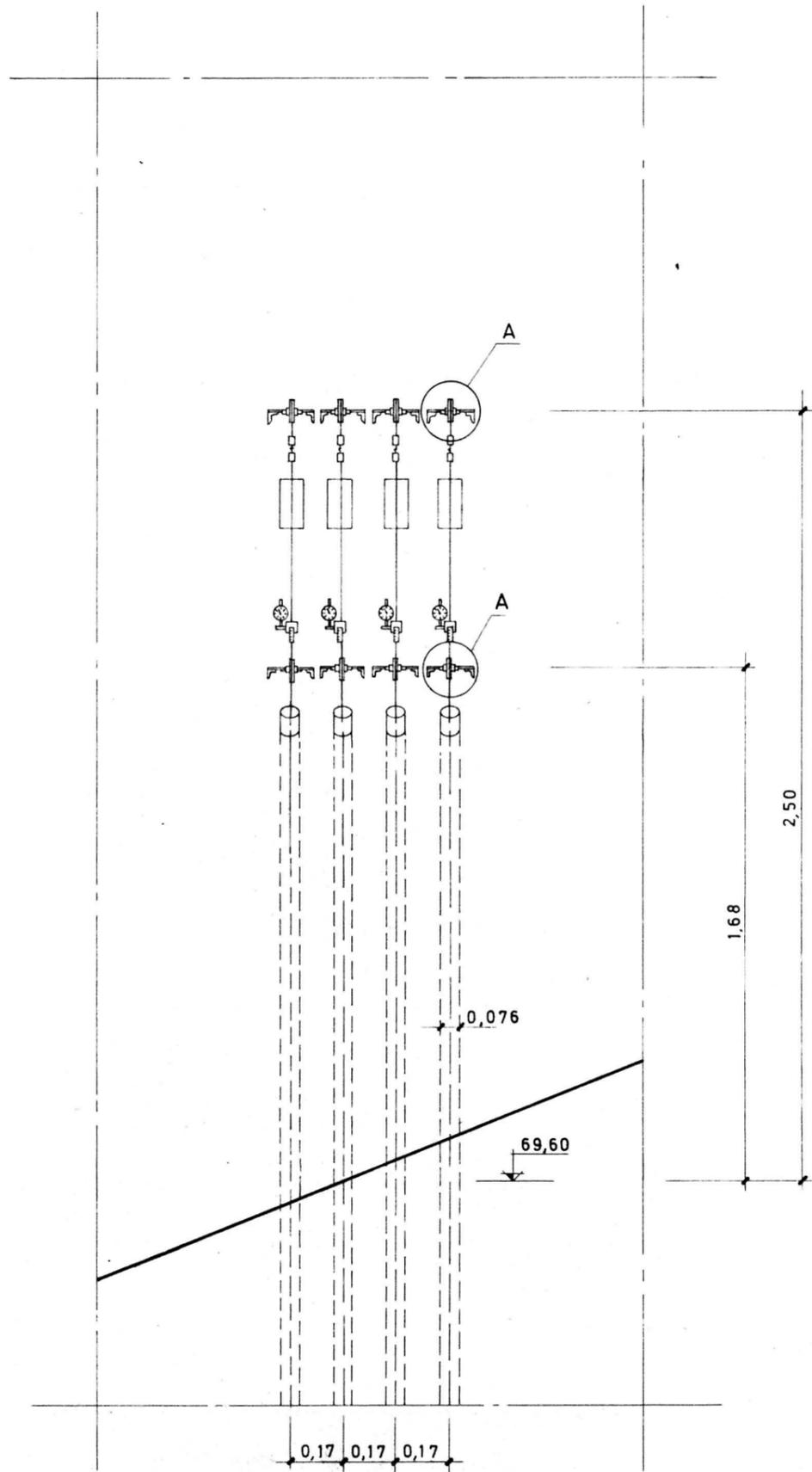
ESCALA: 1/2

Fig.51-Base do coordinómetro.



ESCALA: 1/20

Fig.52-Montagem dos fios de invar nos contrafortes 1 e 3.



ESCALA : 1/20

NOTA : PROTECCÃO E ACESSO A DEFENIR

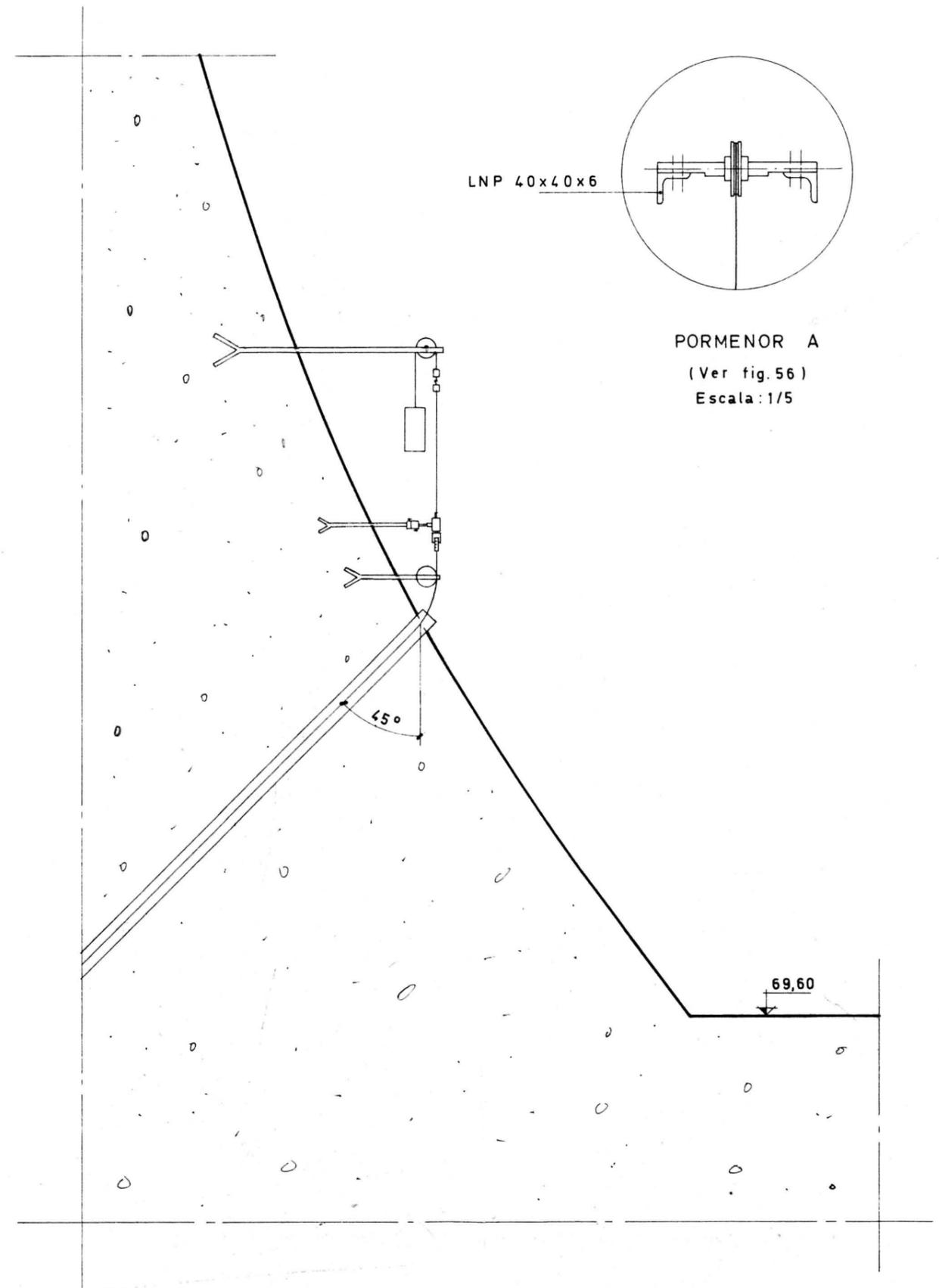
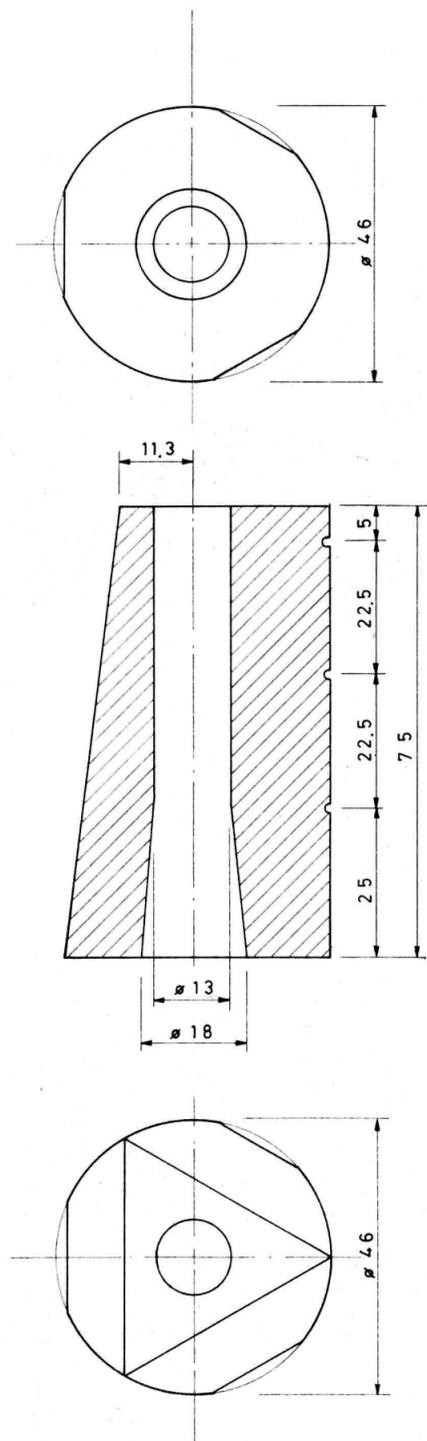
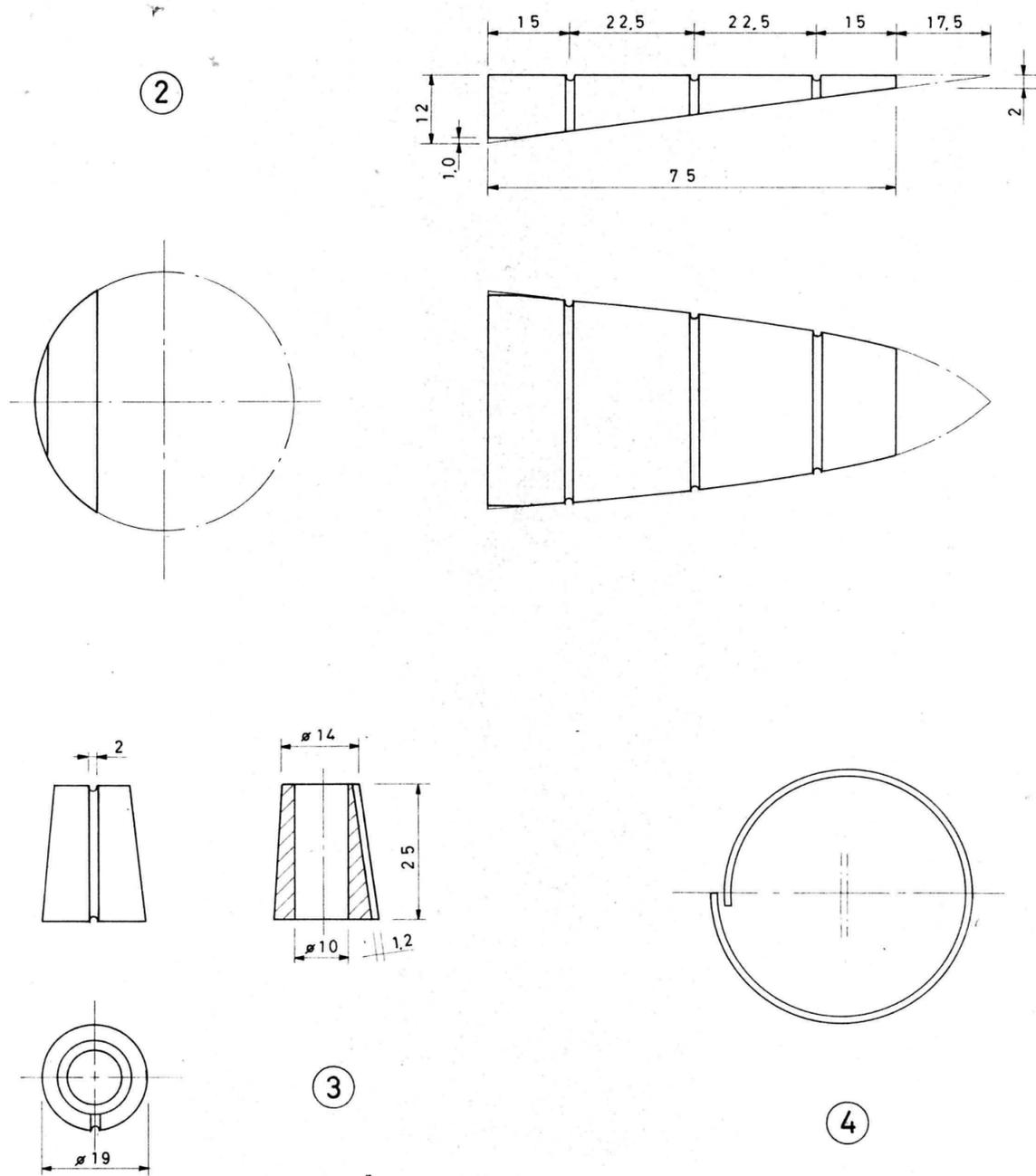


Fig.53-Localização e montagem dos fios de invar - Abóbada 3-5



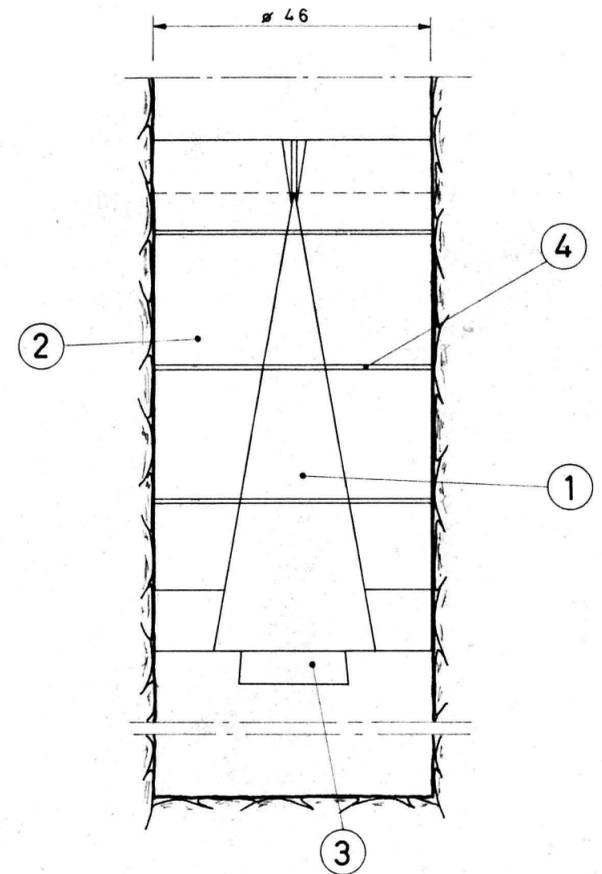
1



2

3

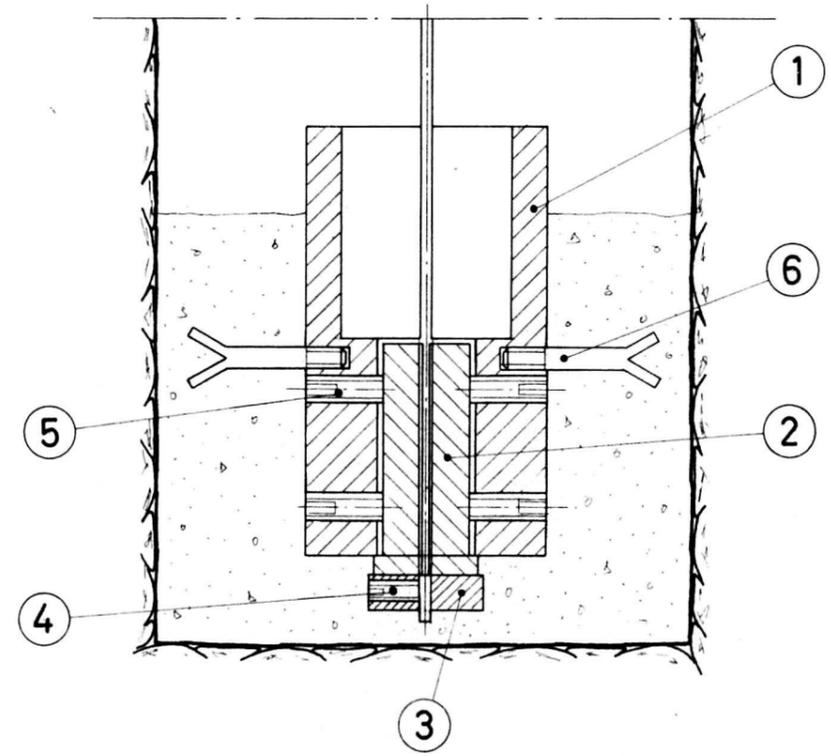
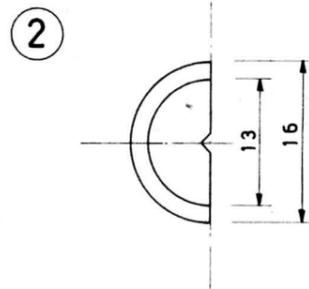
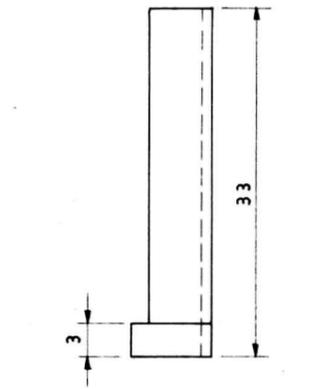
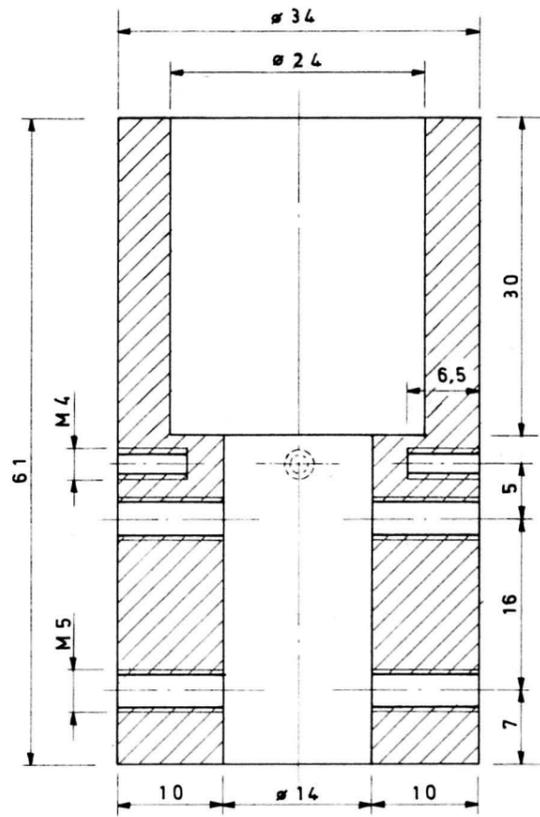
4



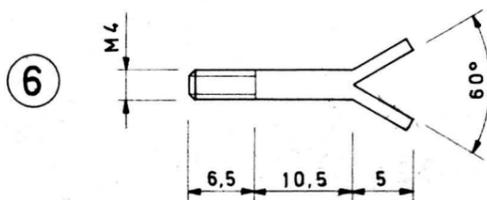
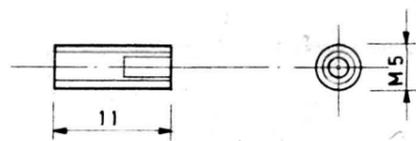
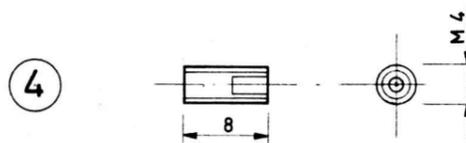
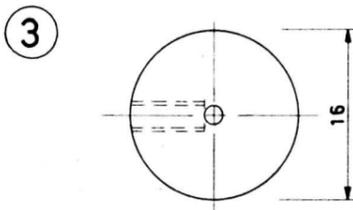
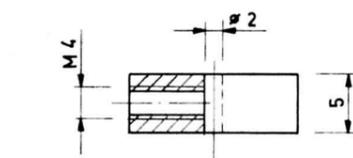
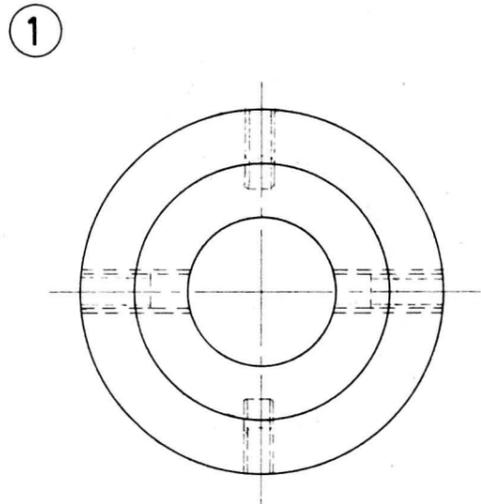
| Nº PEÇA | DESIGNAÇÃO                | QUANT. | MATERIAL | OBSERVAÇÕES |
|---------|---------------------------|--------|----------|-------------|
| 1       | Núcleo da peça de fixação | 1      | Bronze   |             |
| 2       | Cunha de aperto           | 3      | "        |             |
| 3       | Cavilha cónica            | 1      | "        |             |
| 4       | Mola de aperto            | 3      | Aço      |             |

ESCALA 1:1

Fig.54-Dispositivo de fixação dos fios de invar  
(Vários fios em cada furo)



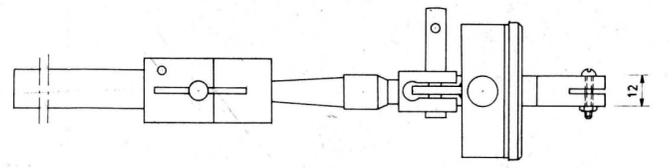
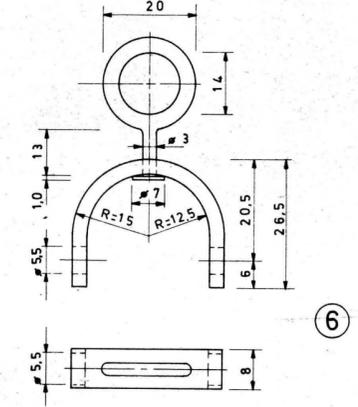
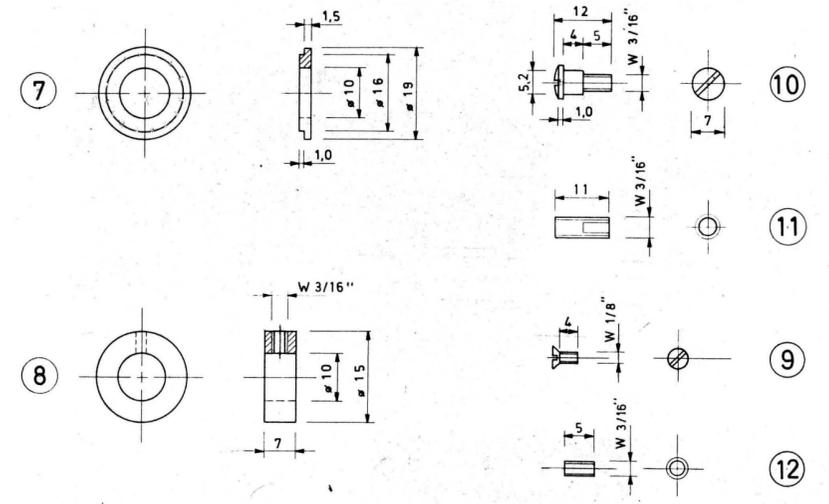
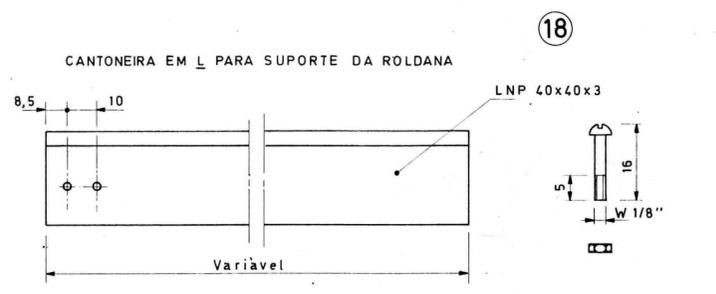
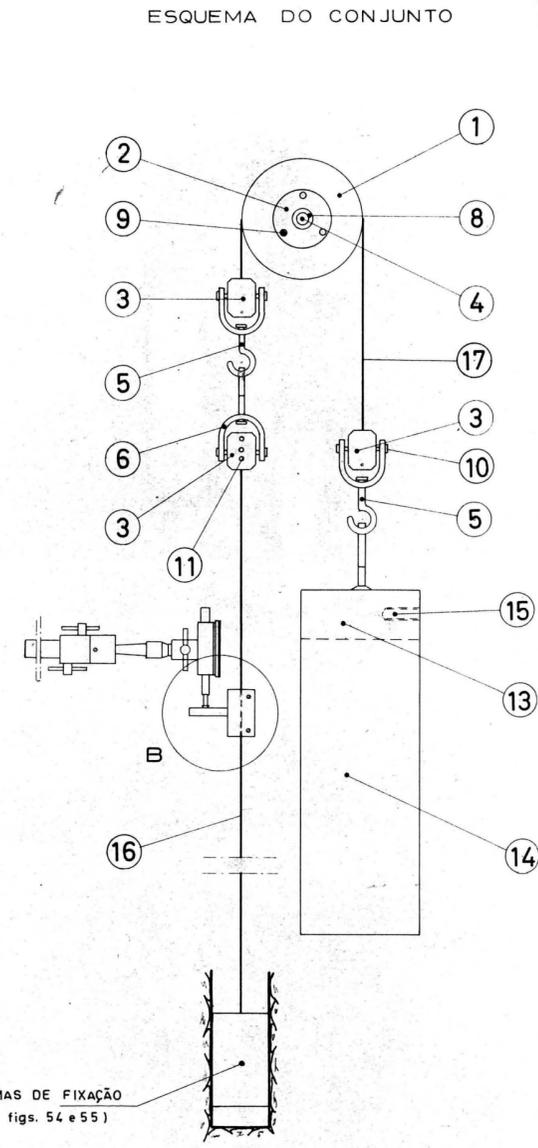
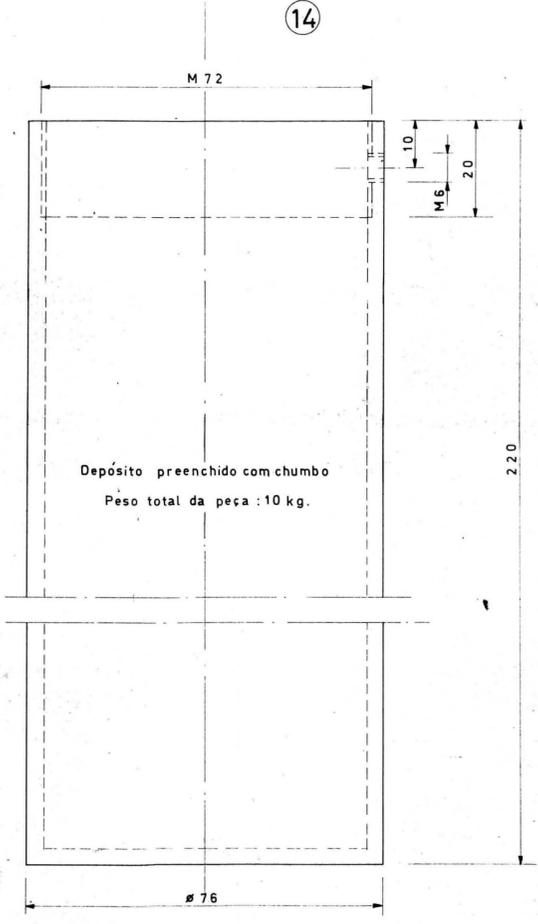
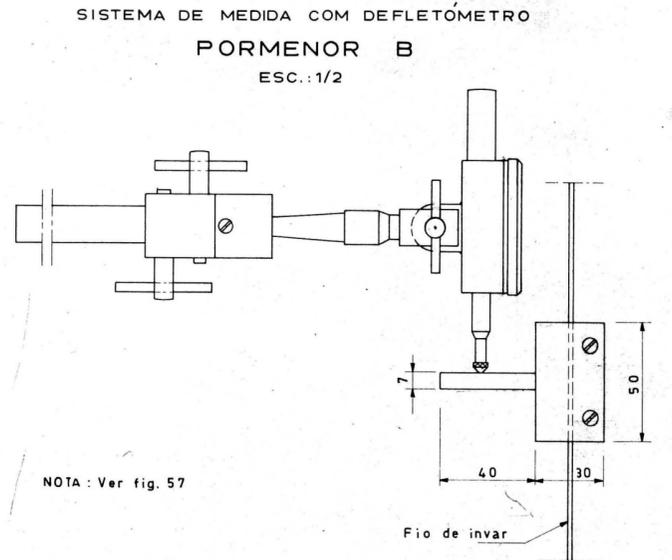
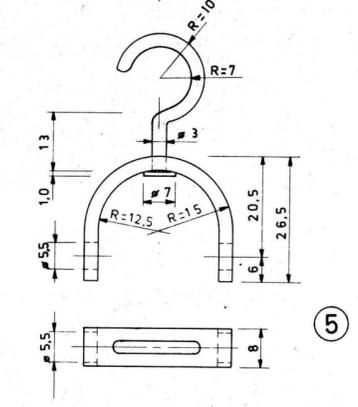
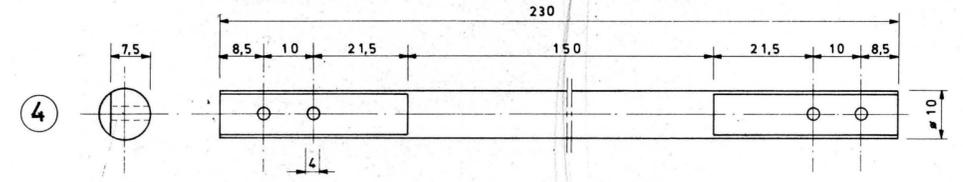
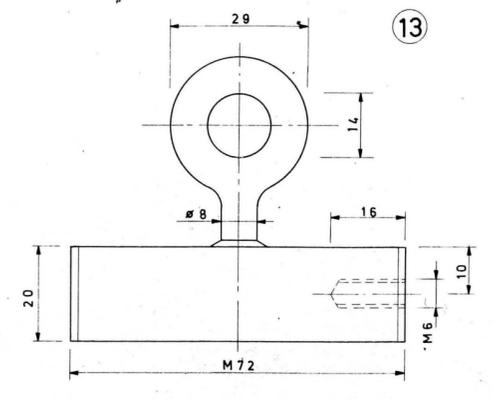
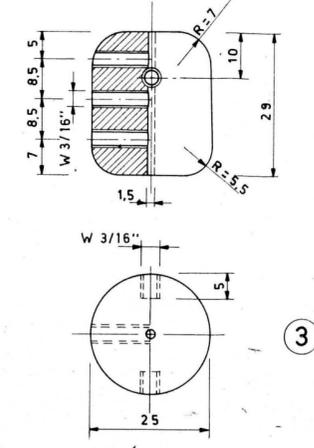
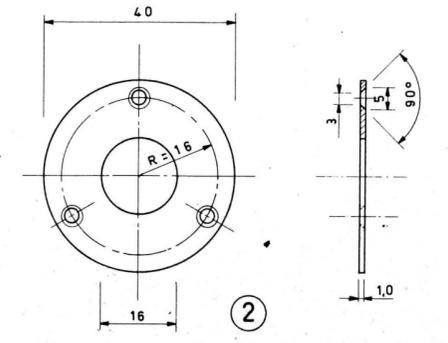
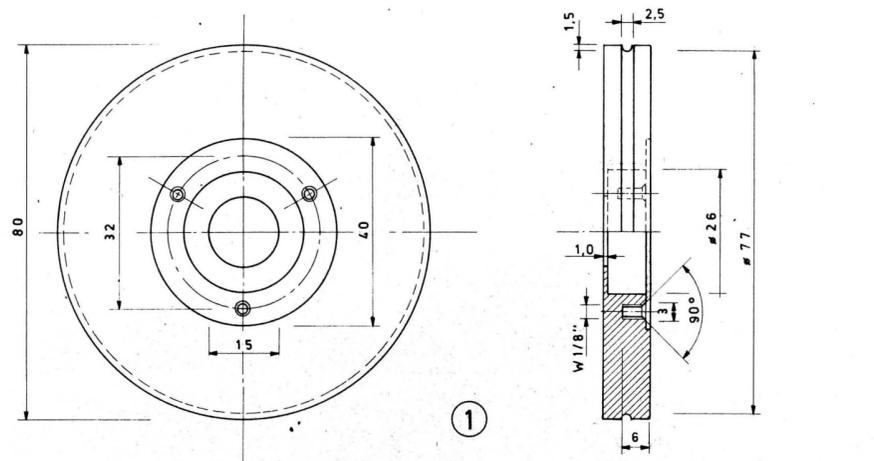
CONJUNTO



| Nº PEÇA | DESIGNAÇÃO       | QUANT. | MATERIAL  | OBSERVAÇÕES |
|---------|------------------|--------|-----------|-------------|
| 1       | Corpo exterior   | 1      | Aço macio |             |
| 2       | Corpo interior   | 2      | "         |             |
| 3       | Peça de aperto   | 1      | "         |             |
| 4       | Parafuso umbrako | 1      | Aço       |             |
| 5       | " "              | 4      | Aço       |             |
| 6       | Chumbadores      | 4      | Aço macio |             |

ESCALA : 1,5 / 1

Fig.55- Dispositivo de fixação dos fios de invar.  
(Um fio em cada furo)



NOTA: Ver fig. 57

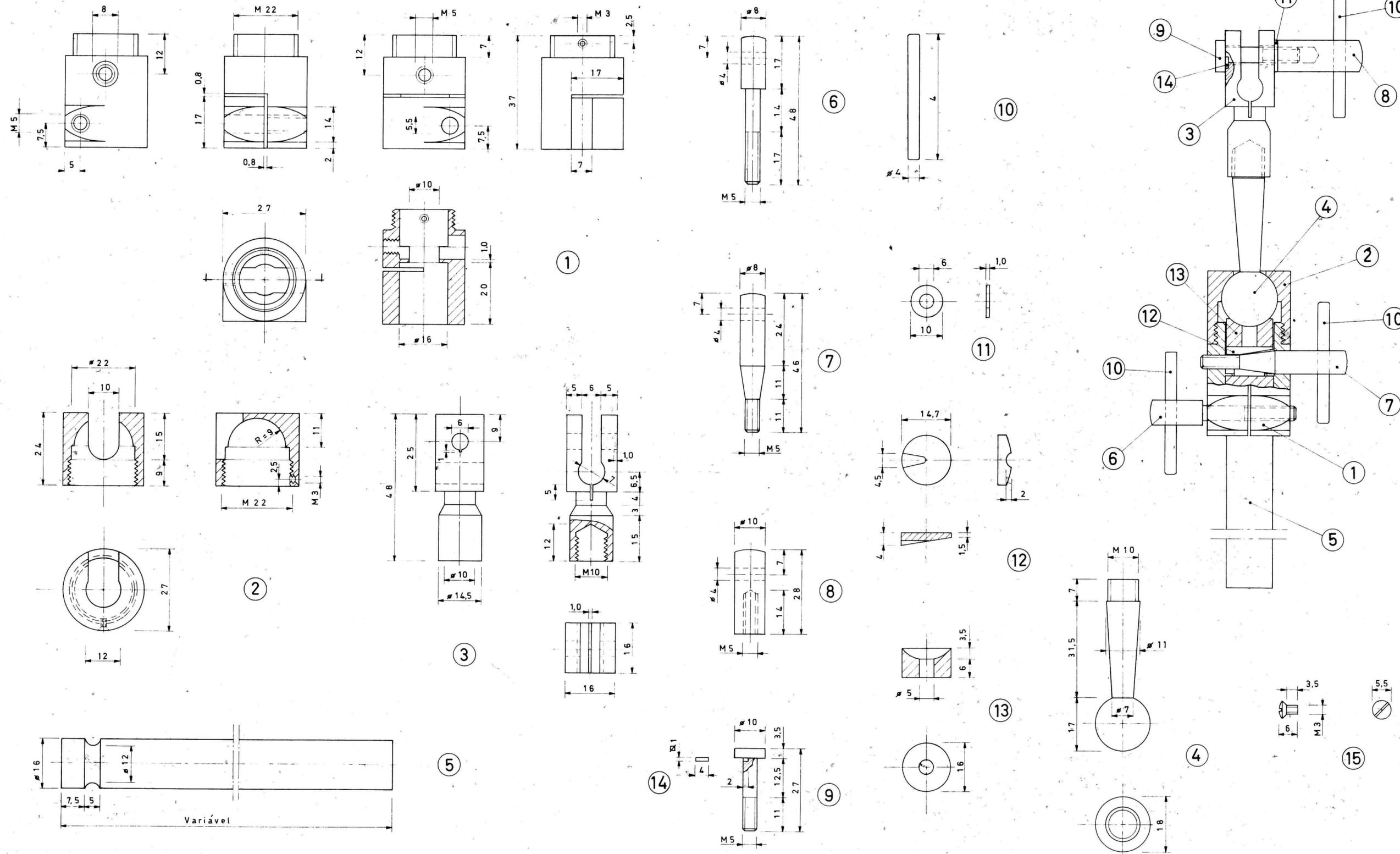
SISTEMAS DE FIXAÇÃO  
(Ver figs. 54 e 55)

ESCALA : 1/1

\* - DUPLICAR A QUANTIDADE NO CASO DOS FUROS INCLINADOS (ABOBADA 3-5)

| Nº DA PEÇA | DESIGNAÇÃO                                | QUANT.  | MATERIAL    | OBSERVAÇÕES     |
|------------|---|---------|-------------|-----------------|
| 1          | Roldana com rolamentos                    | 1 *     | Aço         |                 |
| 2          | Tampão do rolamento                       | 1 *     | "           |                 |
| 3          | Cilindro do tirante                       | 3       | "           |                 |
| 4          | Eixo da roldana                           | 1 *     | "           |                 |
| 5          | Bracadeira do tirante                     | 2       | "           |                 |
| 6          | Bracadeira fechada do tirante             | 1       | "           |                 |
| 7          | Tampão protector de poeiras               | 2 *     | Bronze      |                 |
| 8          | Anel de fixação                           | 2 *     | "           |                 |
| 9          | Parafuso de cabeça cónica                 | 3 *     | Aço         |                 |
| 10         | Parafuso de fix. da bracadeira ao tirante | 6       | "           |                 |
| 11         | Parafuso umbrako                          | 9       | "           |                 |
| 12         | Parafuso umbrako                          | 2 *     | "           |                 |
| 13         | Tampo do peso                             | 1       | Ferro       |                 |
| 14         | Corpo do peso                             | 1       | Tubo        |                 |
| 15         | Parafuso de fixação                       | 1       | Aço         |                 |
| 16         | Fio de invar geodésico                    | —       | Aço invar   | Ø 1,65 mm       |
| 17         | Cabo de aço                               | —       | Aço         | Ø 2,0 mm        |
| 18         | Cantoneiras e parafusos                   | 2 e 4 * | Ferro e aço | Respectivamente |

Fig. 56 - Equipamento para medição de assentamentos da fundação.



| Nº PEÇA | DESIGNAÇÃO         | QUANT. | MATERIAL          | OBSERVAÇÕES |
|---------|--------------------|--------|-------------------|-------------|
| 1       | Corpo              | 1      | Latão cromado     |             |
| 2       | Corpo com calote   | 1      | " "               |             |
| 3       | Fixador            | 1      | " "               |             |
| 4       | Esfera             | 1      | Aço macio         |             |
| 5       | Varão              | 1      | " "               |             |
| 6       | Manípulo de aperto | 1      | Aço de construção |             |
| 7       | " " " cónico       | 1      | " " "             |             |
| 8       | " " " fêmea        | 1      | " " "             |             |
| 9       | Parafuso           | 1      | " " "             |             |
| 10      | Travessão          | 3      | Aço prata         |             |
| 11      | Anilha             | 1      | Latão             |             |
| 12      | Cunha              | 1      | Aço temperado     |             |
| 13      | Canhão de calote   | 1      | Latão             |             |
| 14      | Perno              | 1      | Aço prata         |             |
| 15      | Parafuso           | 1      | Aço latão         |             |

ESCALA: 1/1

Fig.57-Suporte de fixação para deflectómetros



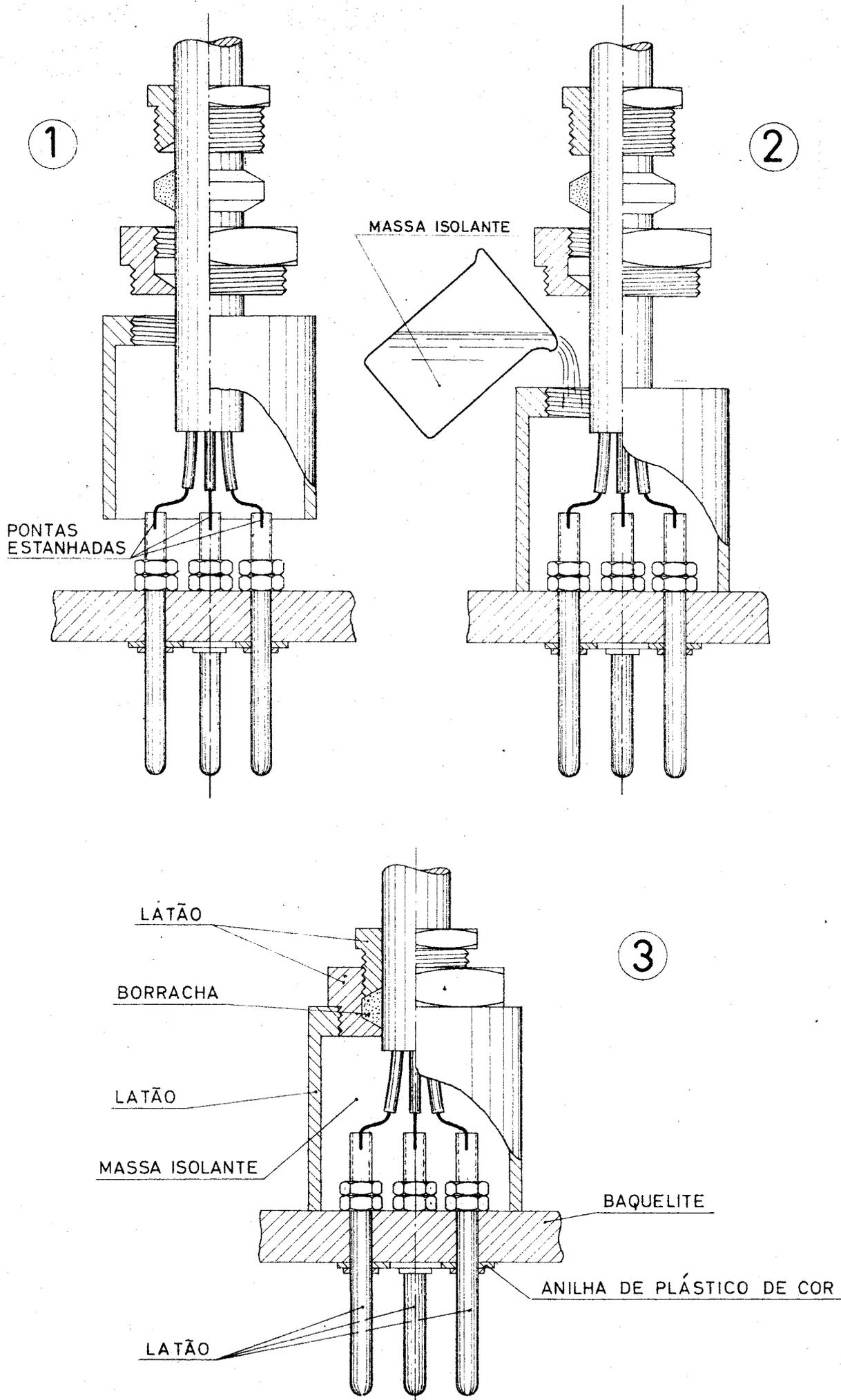


Fig.59-Fases da ligação de um cabo ao quadro terminal

## T E R M Ó M E T R O S

PRETO

• T<sub>b</sub>

•

ENCARNADO

• T<sub>r</sub>

BRANCO

• T<sub>w</sub>

○ S<sub>3</sub> ○ S<sub>2</sub> ○ S<sub>1</sub>

S<sub>1</sub> - TERMÓMETRO

S<sub>2</sub> - LOW E HIGH

S<sub>3</sub> - RESIT.

## E X T E N S Ó M E T R O S E M E D I D O R E S D E J U N T A S C A R L S O N ( K Y O W A )

PRETO

• B

ENCARNADO

• R

VERDE

• G

BRANCO

• W

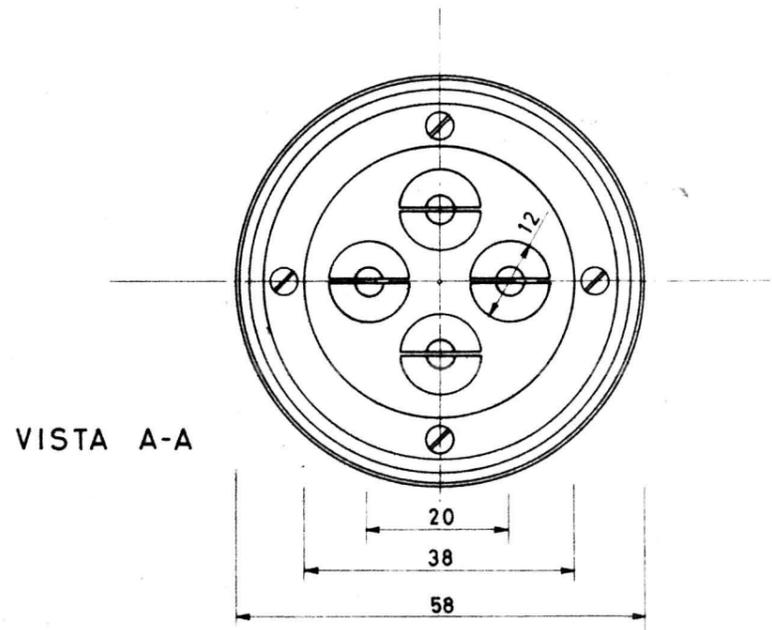
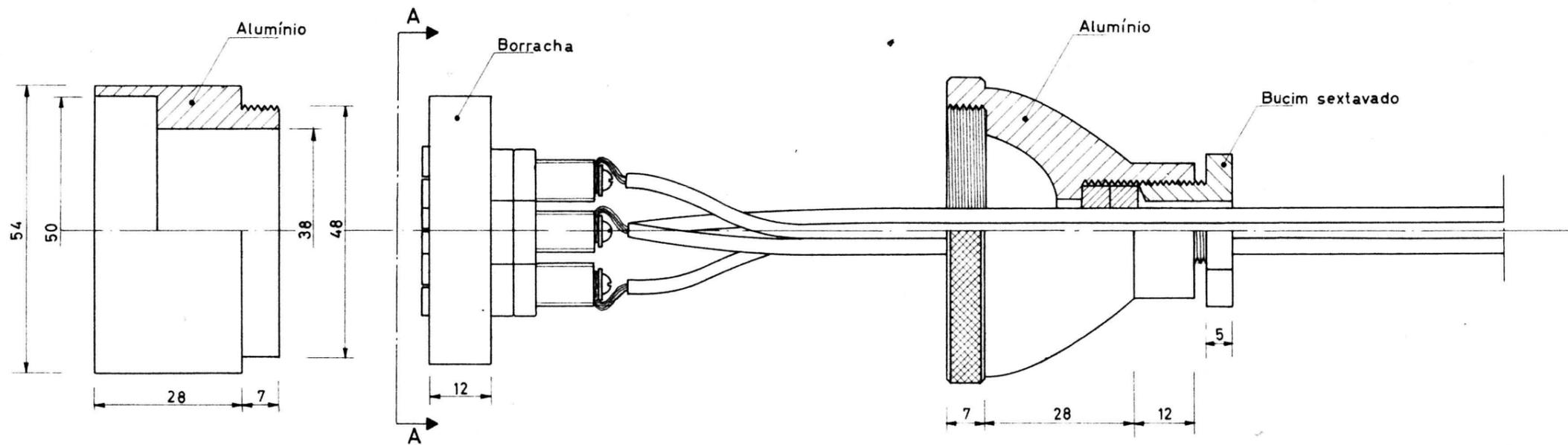
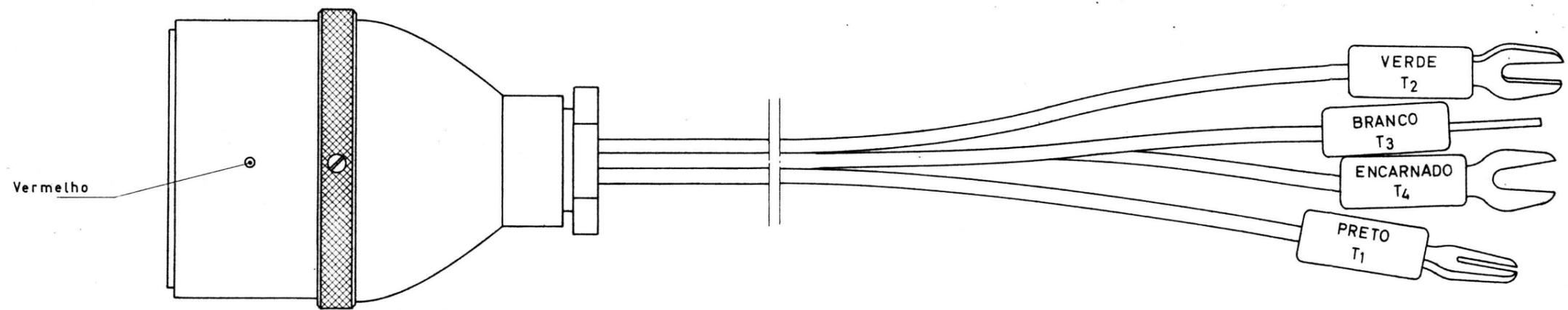
○ S<sub>3</sub> ○ S<sub>2</sub> ○ S<sub>1</sub>

S<sub>1</sub> - 4 WIRE

S<sub>2</sub> - LOW E HIGH

S<sub>3</sub> - RESIT. OU RAT.

Fig.60-Esquemas de ligação a caixa de leitura Carlson.



ESCALA: 1/1

Fig.61-Ficha quadripolar

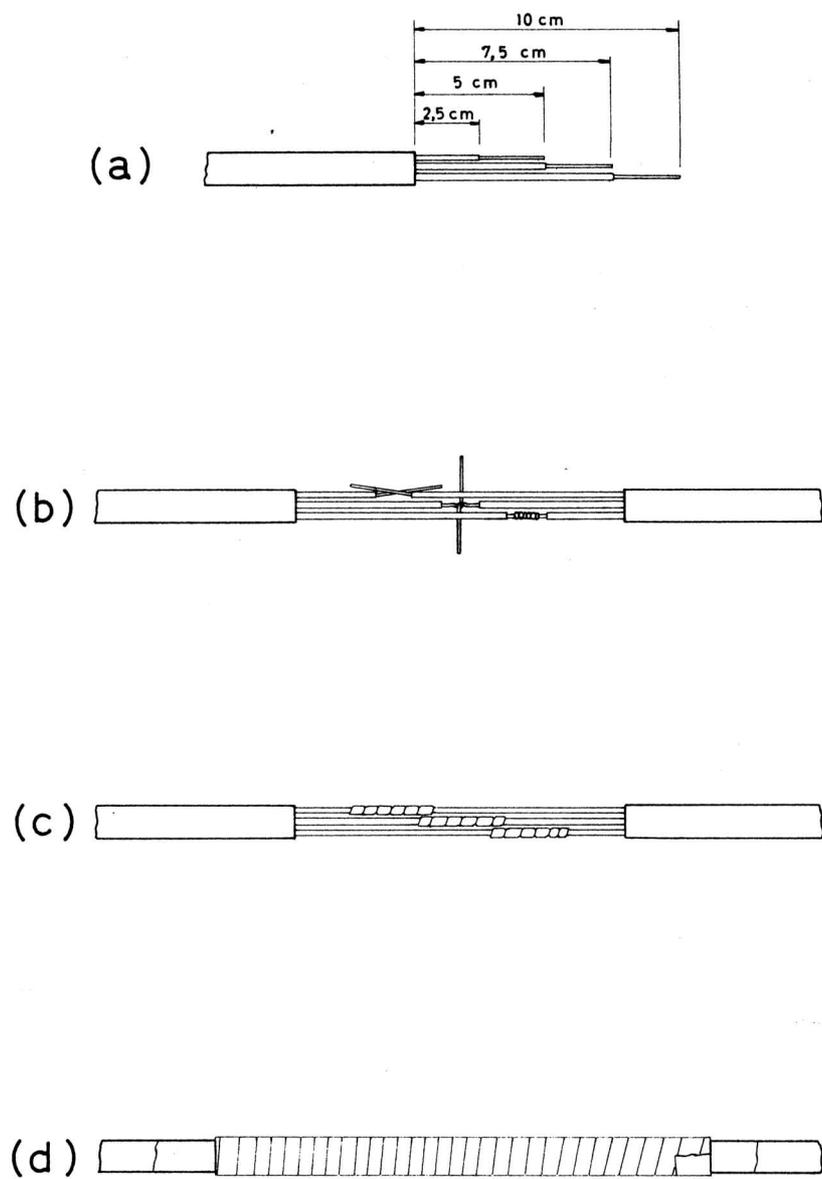
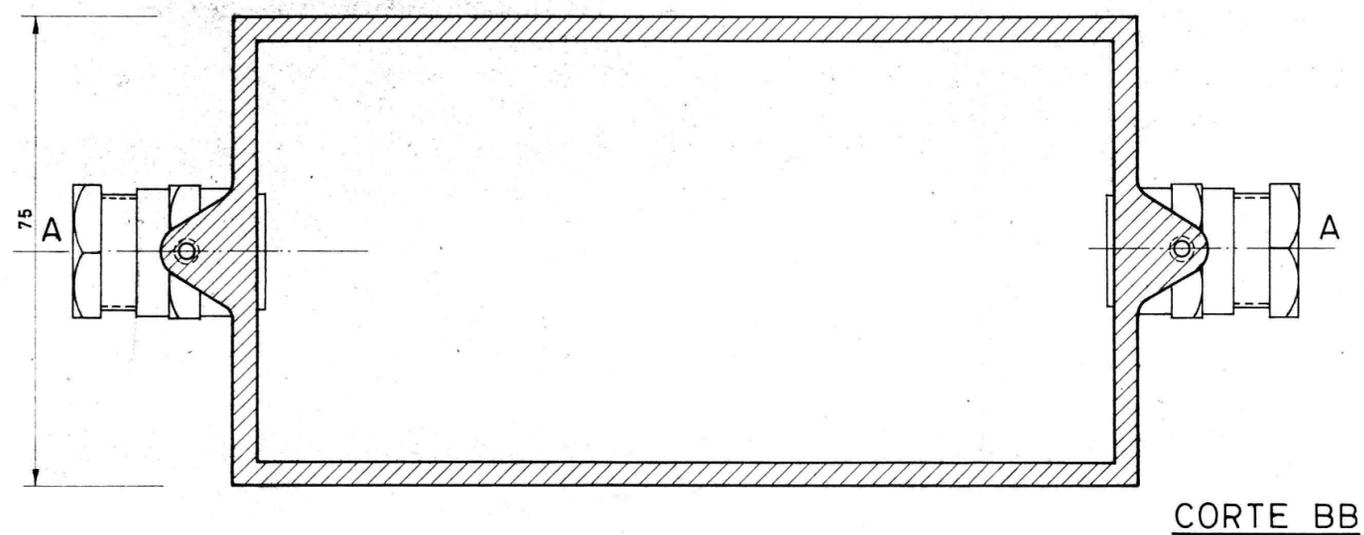
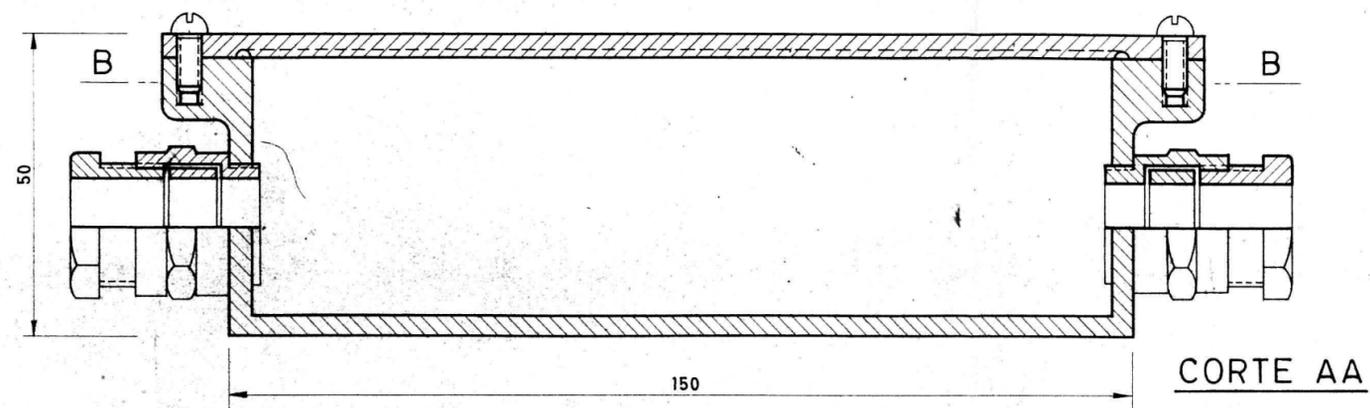


Fig.62-Fases de ligação de dois cabos eléctricos.



NOTA: Os buçins variam consoante o diâmetro dos cabos.

ESCALA: 1/1

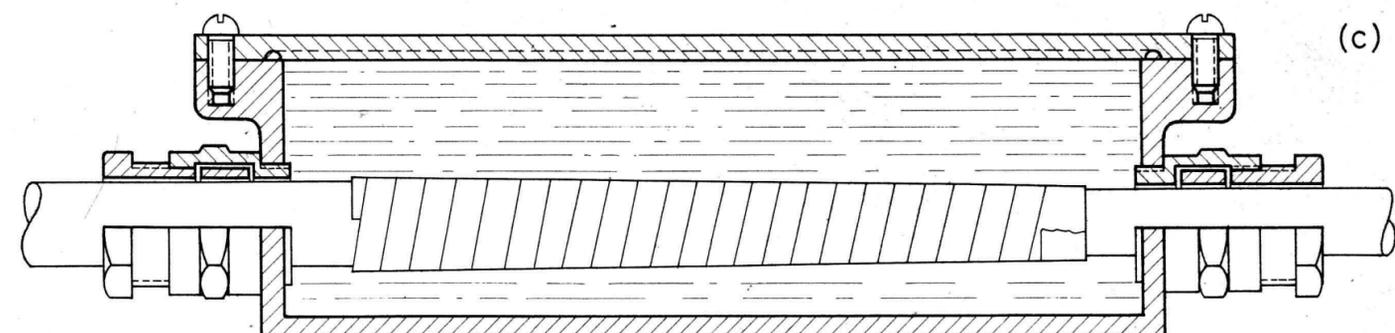
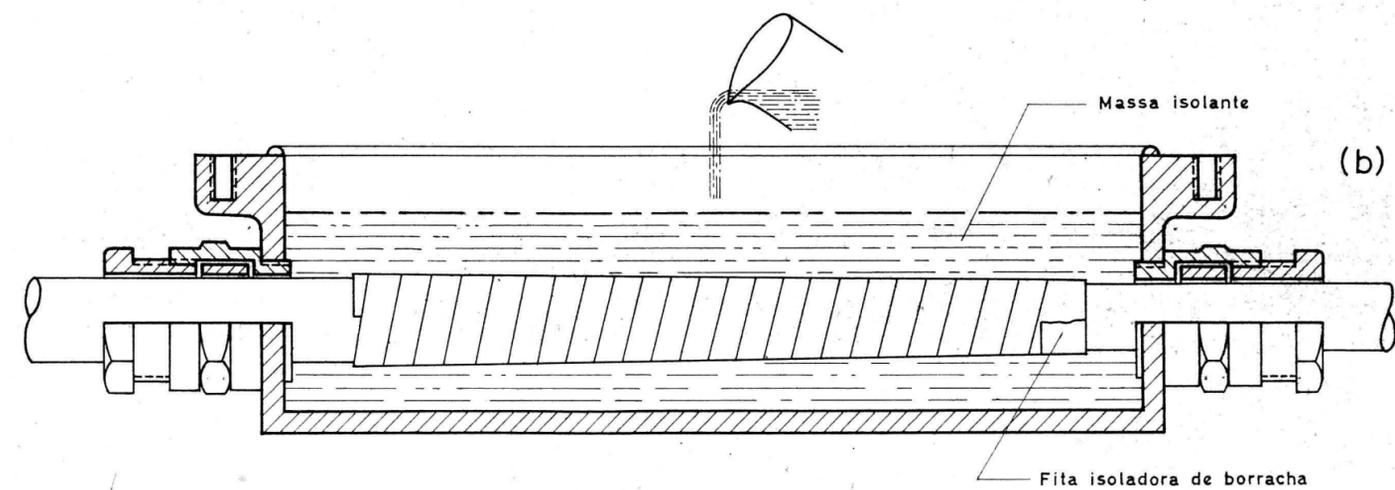
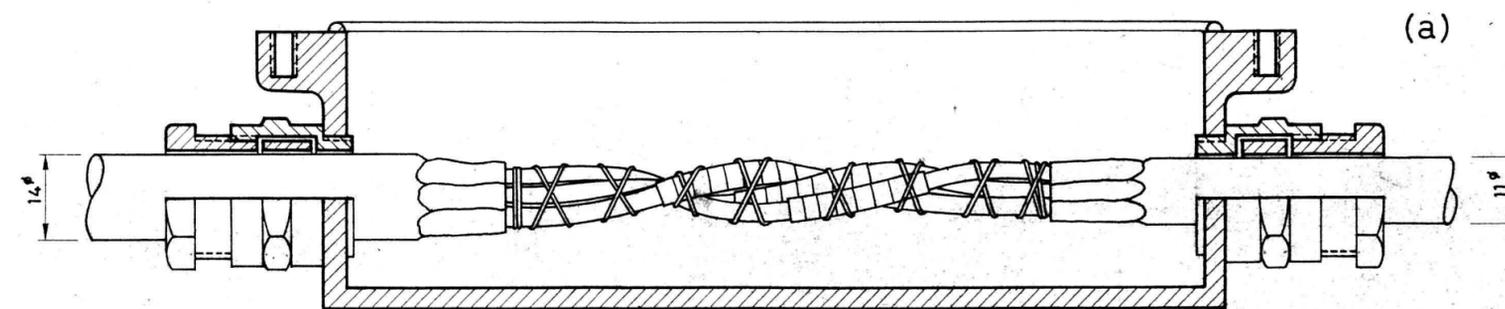
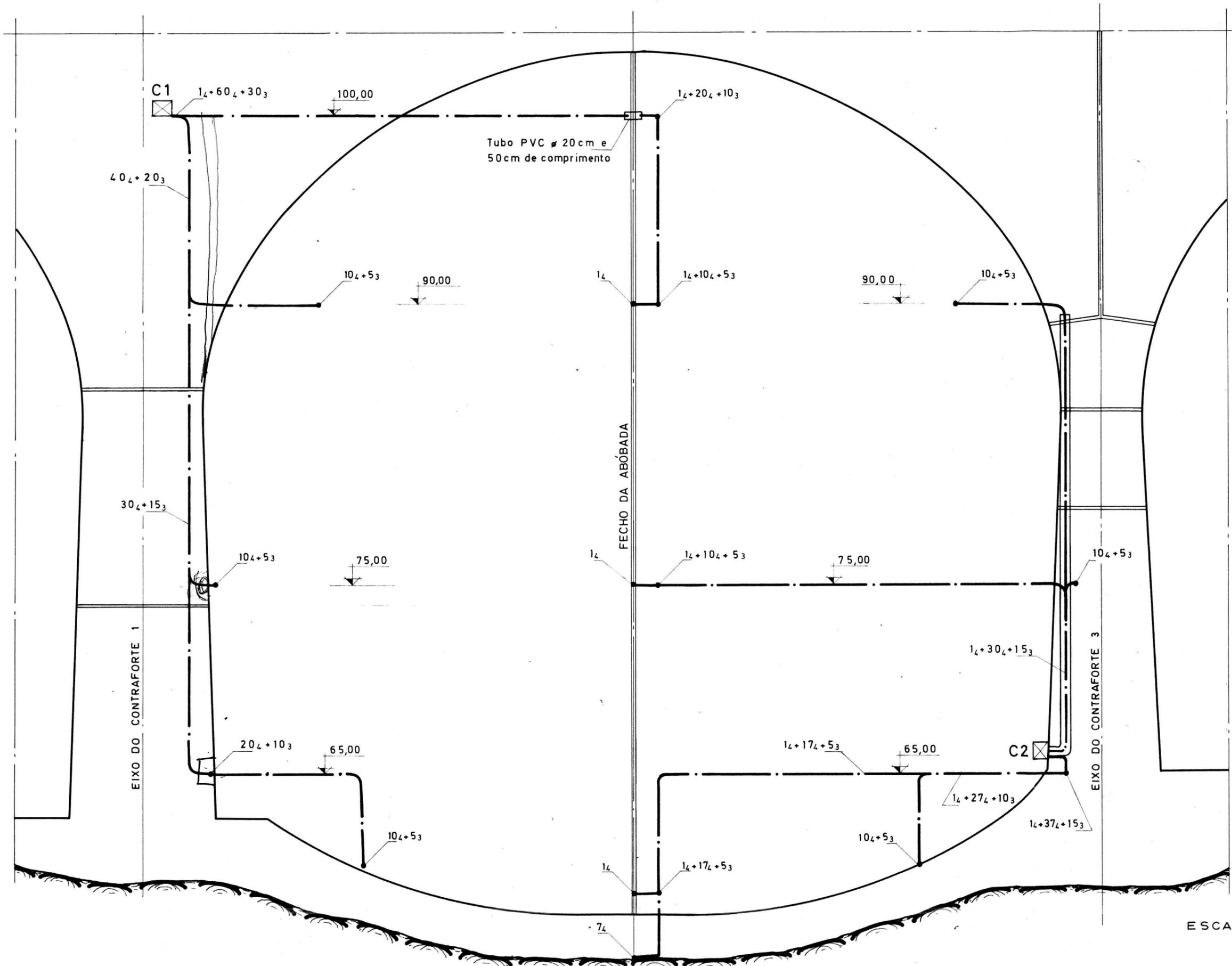


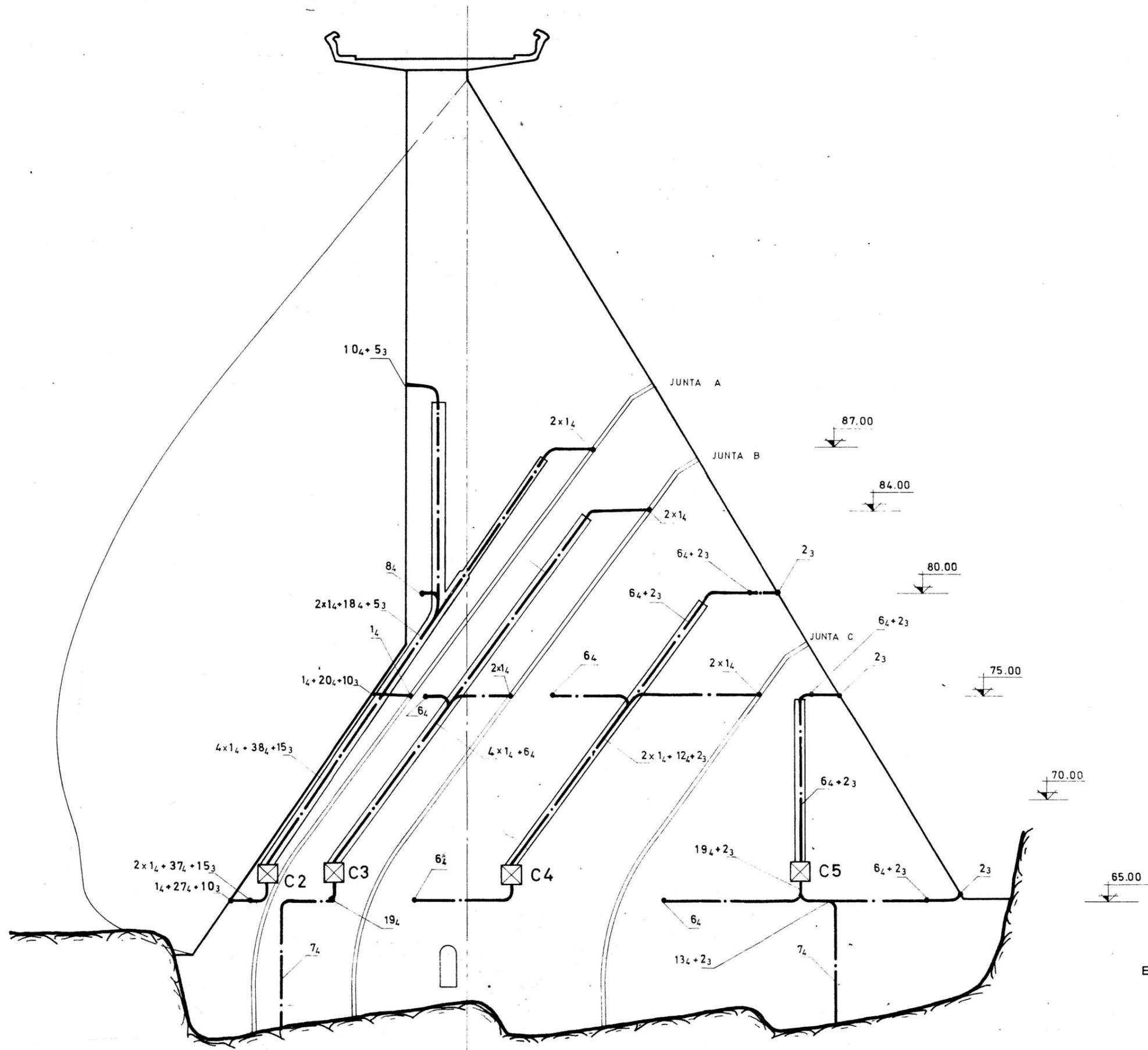
Fig.63-Caixa de junção prismática para ligação de cabos



ESCALA : 1/200

NOTA : A LOCALIZAÇÃO DA CENTRAL C1 SERÁ DEFINIDA APÓS RECEPÇÃO DO DESENHO DEFINITIVO DO CONTRAFORTE 1 E ORGAÕS DO DESCARREGADOR

Fig.64-Trajectória de cabos e localização das centrais de leitura.- Abóbada 1-3.



ESCALA : 1/200

Fig.65 - Trajectória de cabos e localização das centrais de leitura.  
- Contraforte 3.

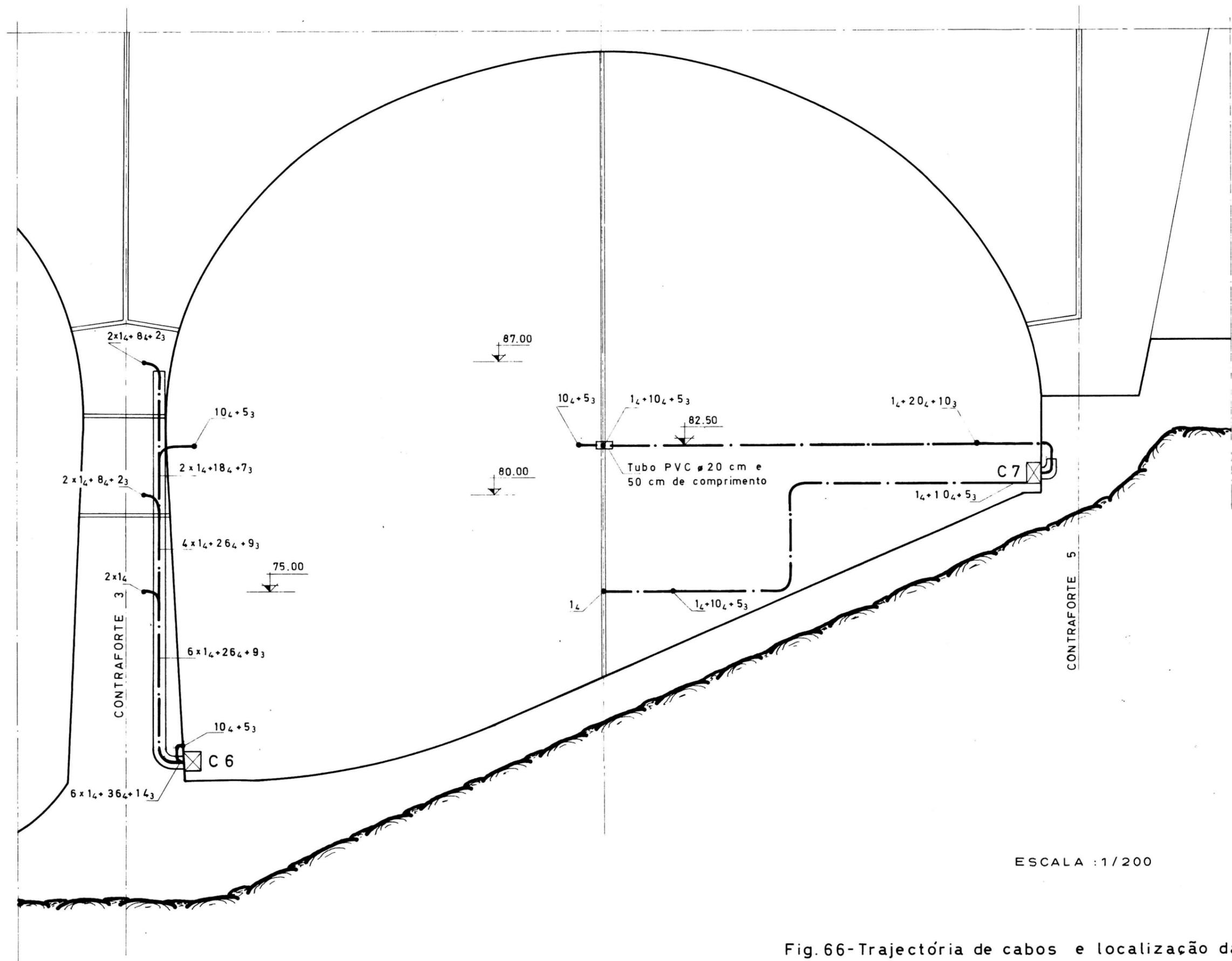
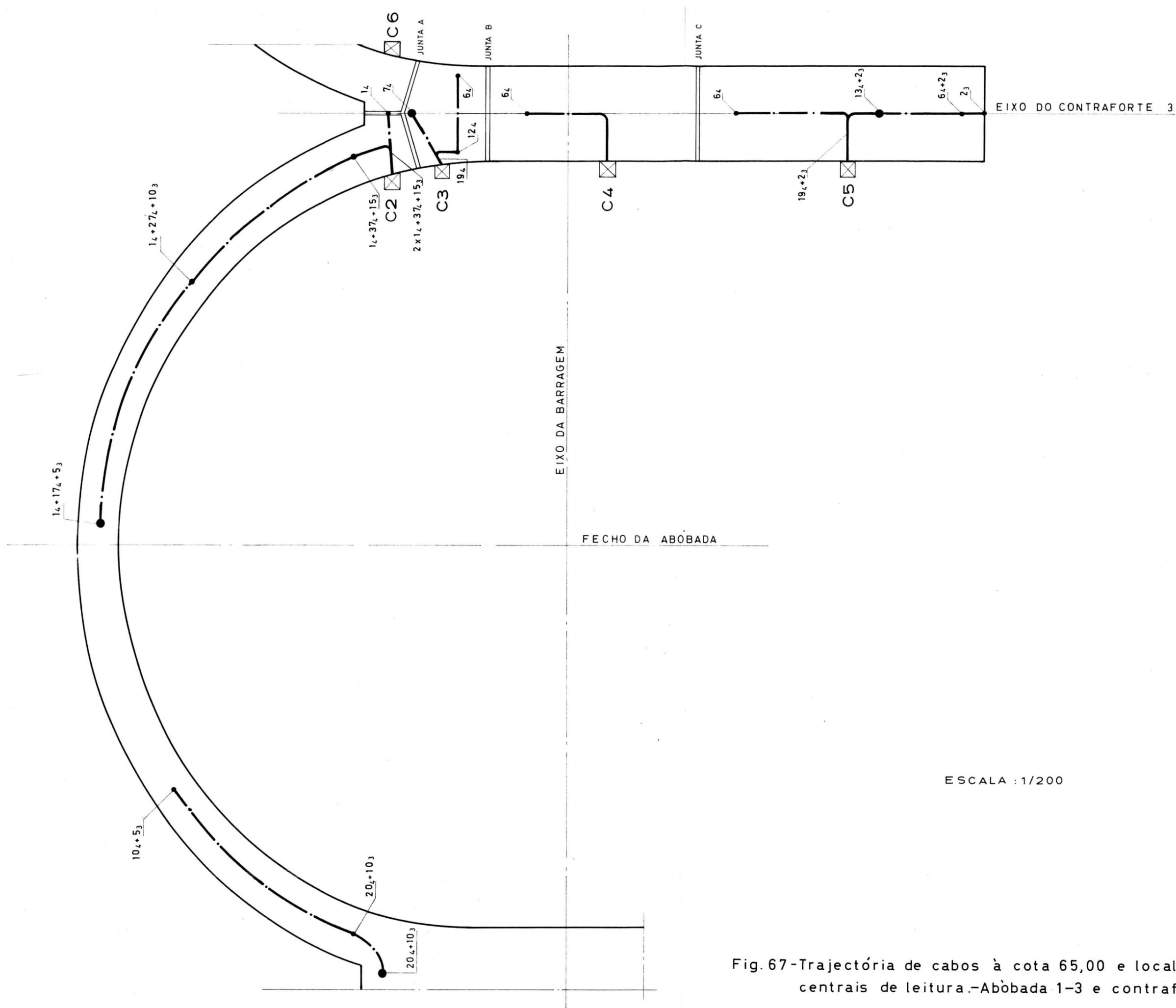


Fig. 66-Trajectória de cabos e localização das centrais de leitura. - Abóbada 3-5.



ESCALA : 1/200

Fig.67-Trajectória de cabos à cota 65,00 e localização das centrais de leitura.-Abóbada 1-3 e contraforte 3.

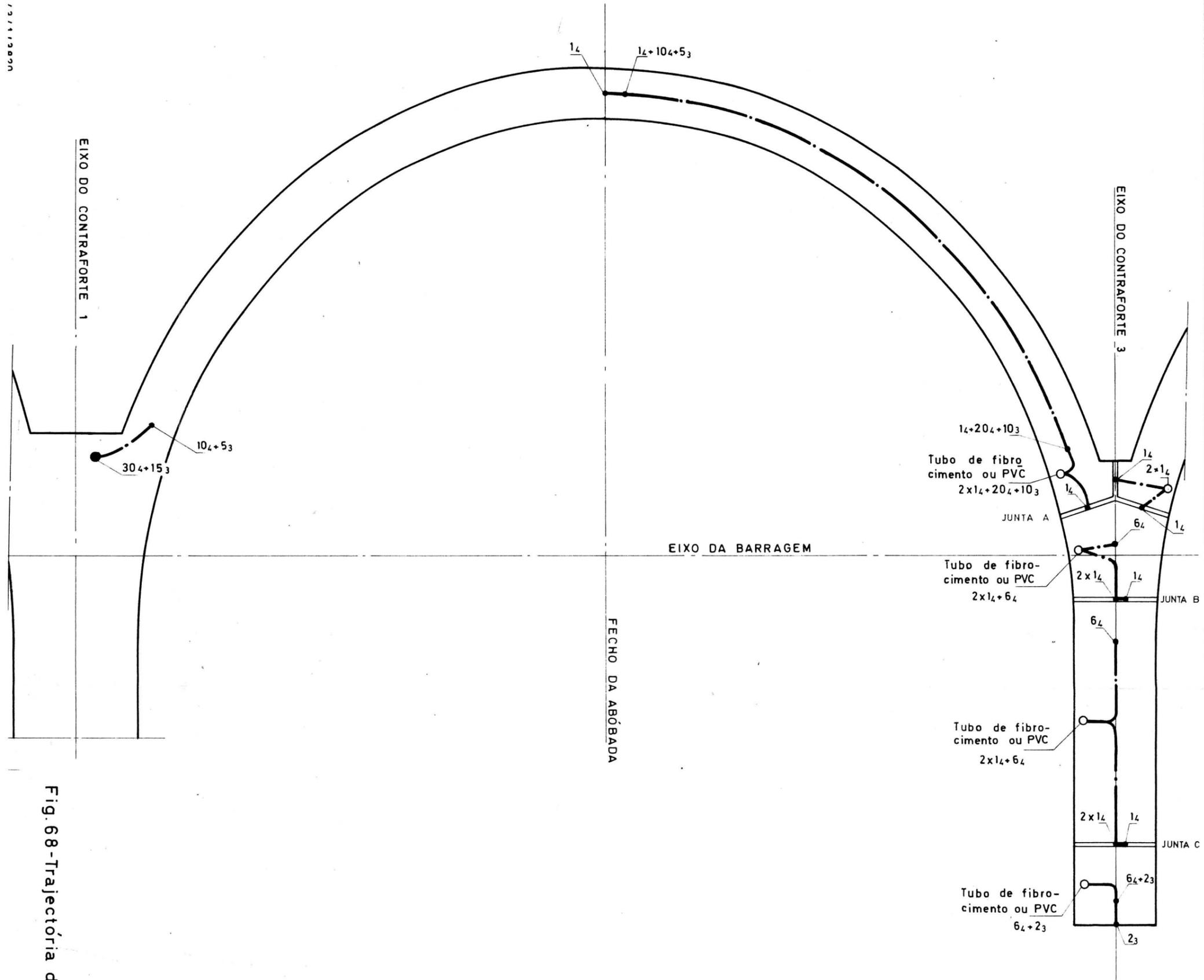
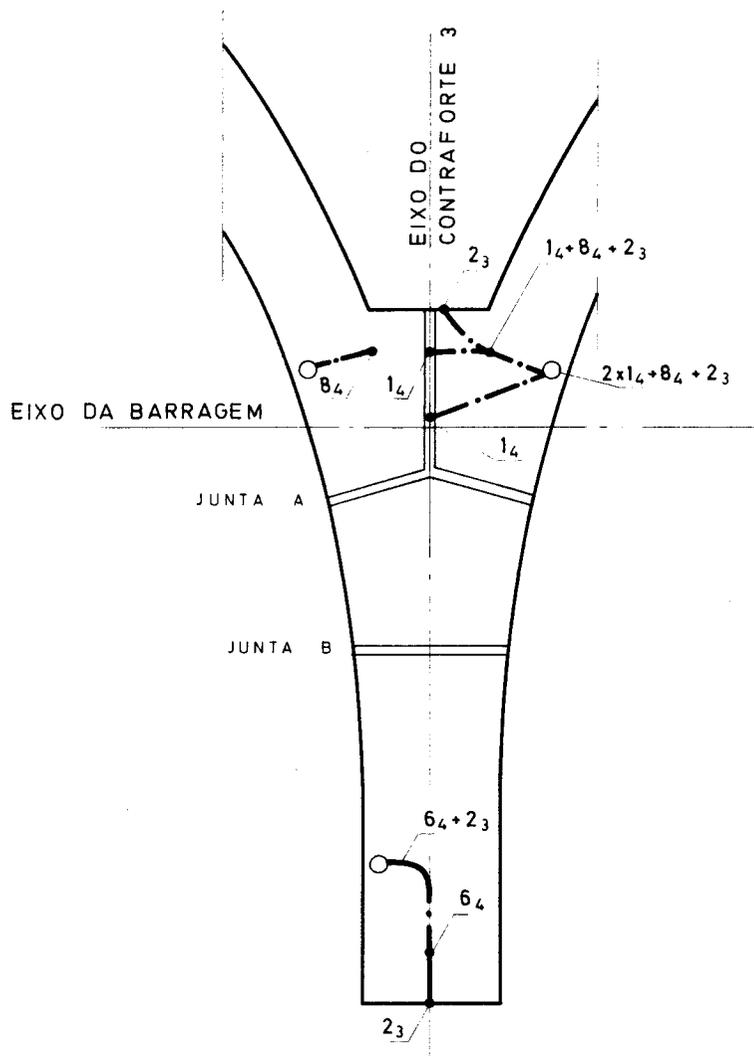


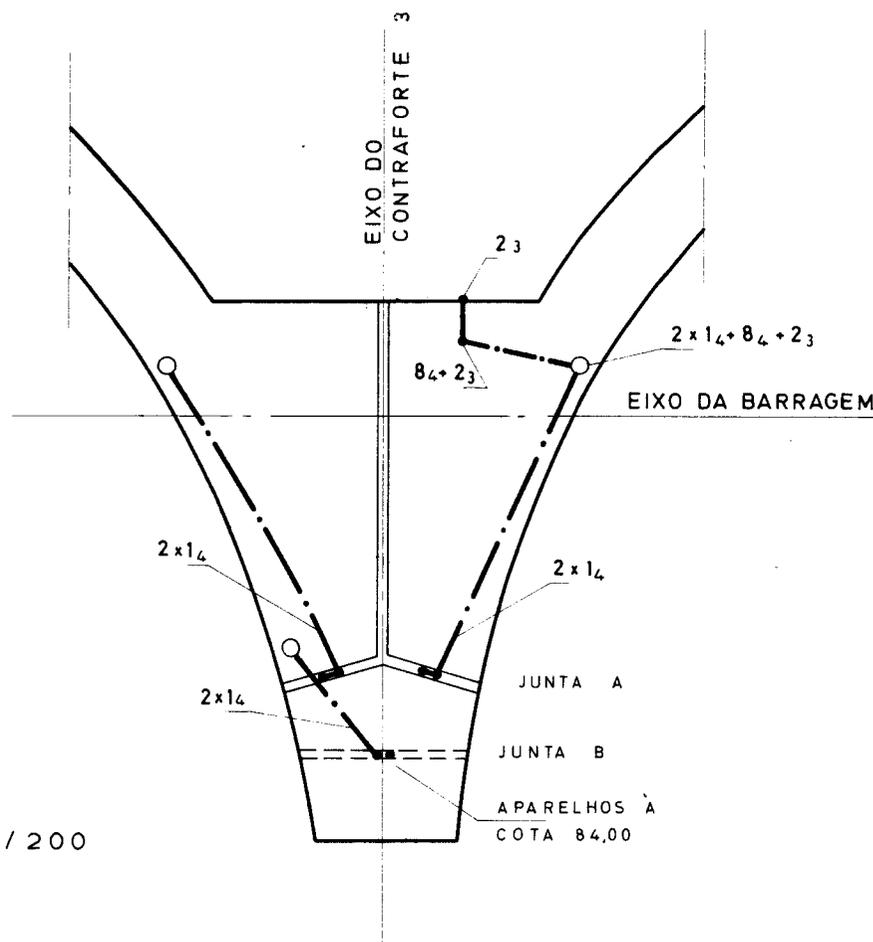
Fig. 68 - Trajectória de cabos à cota 75,00. - Abóbada 1-3 e contraforte 3.

ESCALA: 1/200.

SECÇÃO À COTA 80,00

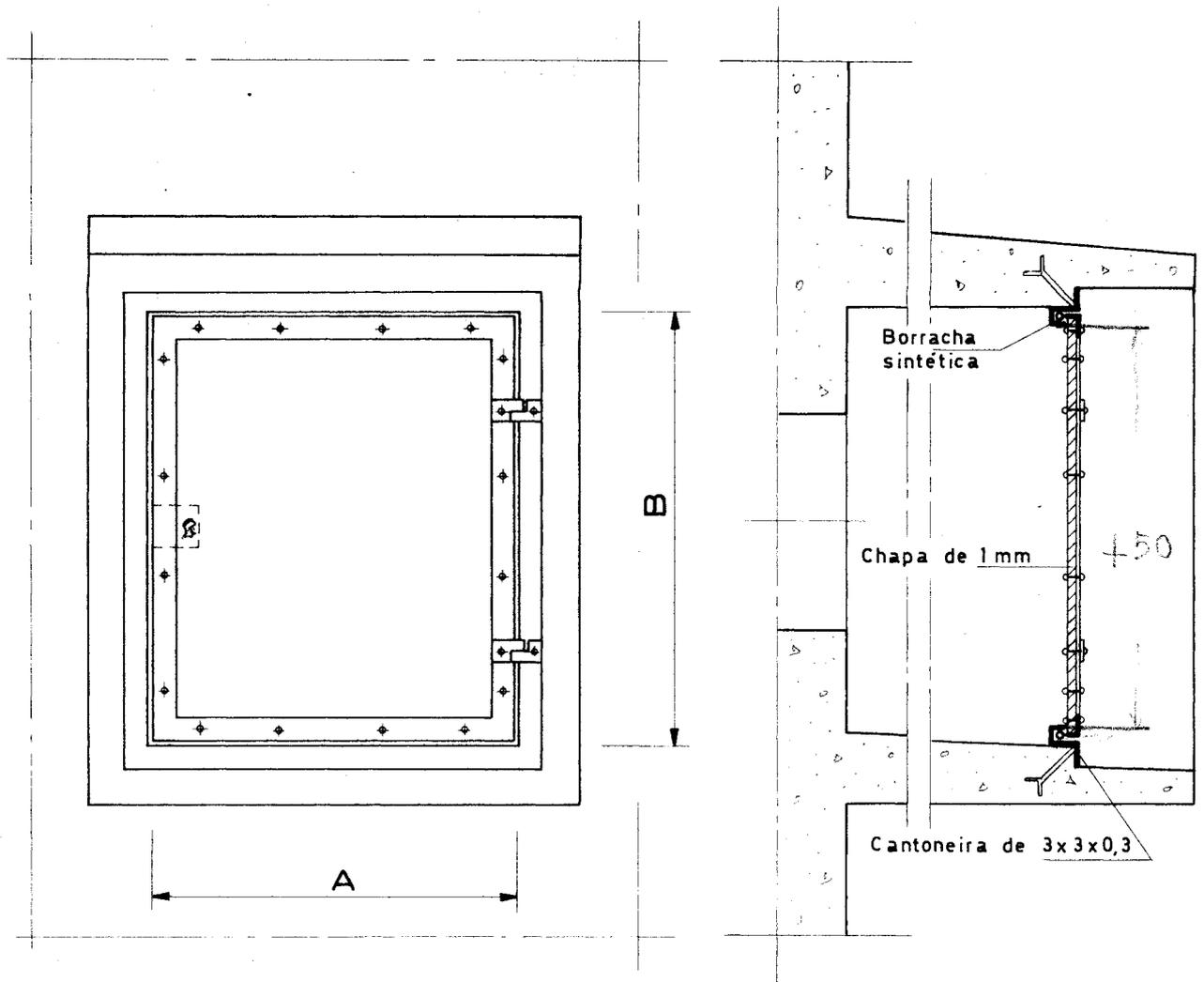


SECÇÃO À COTA 87,00



ESCALA : 1 / 200

Fig.69 - Trajectória dos cabos às cotas 80,00 , 84,00 e 87,00.  
 - Contraforte 3 e abóbas 1-3 e 3-5.



| QUADRO PARA AS CENTRAIS | A   | B   |
|-------------------------|-----|-----|
| C 1                     | 553 | 553 |
| C 2                     | 653 | 553 |
| C 3, C 5                | 303 | 353 |
| C 4                     | 303 | 303 |
| C 6                     | 403 | 503 |
| C 7                     | 403 | 403 |
| C 8                     | 153 | 153 |

Fig.70 - Portas para as centrais de leitura.





[www.lnec.pt/](http://www.lnec.pt/)

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA • PORTUGAL  
tel. (+351) 21 844 30 00 • fax (+351) 21 844 30 11  
lnec@lnec.pt [www.lnec.pt](http://www.lnec.pt)