

UNIVERSIDADE DO PORTO

FACULDADE DE ENGENHARIA
LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA

APROVEITAMENTOS HIDRÁULICOS I

PAREDES DE BETÃO MOLDADAS NO SOLO

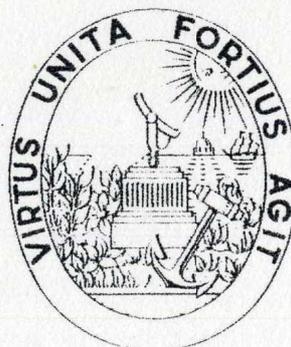
Segundo as lições do

Ex.mo Sr. Prof. Dr. Eng. A. ÁLVARES RIBEIRO

Trabalho executado pelo monitor

F. VELOSO GOMES

Fevereiro 1973



ÍNDICE

	pág.
1. INTRODUÇÃO	1
2. TÉCNICAS DE EXECUÇÃO	3
2.1. Construção de muretes-guias	3
2.2. Preparação das lamas bentoníticas	3
2.3. Preparação das armaduras	4
2.4. Escavação	4
2.5. Colocação das armaduras	6
2.6. Betonagem	7
2.7. Juntas de betonagem	9
3. CAMPO DE APLICAÇÃO	10
3.1. Cortinas de impermeabilização	10
3.2. Paredes de suporte	14
3.3. Fundações contínuas e descontínuas	15
3.4. Protecção de margens e costas	17
3.5. Outras aplicações	17
4. TÉCNICAS ASSOCIADAS	19
4.1. Ancoragens	19
4.2. Poços filtrantes	19
5. PROJECTO DE CRESTUMA	23
6. BIBLIOGRAFIA	25

1. INTRODUÇÃO

A técnica das paredes moldadas no solo surgiu há uma vintena de anos. A sua aplicação tem-se desenvolvido muito nos últimos doze anos, tornando-se o sistema de construção mais moderno de obras no subsolo, tanto no caso de a sua função ser impermeabilizante, como de suporte do terreno, ou até suporte de cargas directamente aplicadas.

Vejamos em linhas gerais em que consiste. Trata-se essencialmente da execução de betonagens sem necessidade de entivações e cofragens, nem preocupações com o nível freático, desde que a cota deste seja invariável. O próprio terreno serve de molde, depois de abertas profundas trincheiras que são preenchidas com lamas bentoníticas.

Com esta técnica, consegue-se obter de uma maneira económica, uma estrutura contínua e impermeável de betão, armado ou não, atravessando um terreno que seja facilmente desagregável, sem causar grandes perturbações nos terrenos e construções vizinhos, com qualquer forma em planta e atingindo grandes profundidades.

As paredes moldadas podem ser executadas em presença de água freática e inclusivamente quando se encontram pequenos blocos de rocha dispersos no solo, ou ocorrem estratos de certa dureza. Estas últimas dificuldades devem ser previstas mediante sondagens e são superadas empregando sistemas mistos de perfuração.

As lamas utilizadas são constituídas por determinadas argilas em suspensões coloidais e têm a designação comercial de "bentonites". Essas argilas são materiais muito finos e possuem propriedades tixotrópicas. Por outras palavras: consoante a massa bentonítica está em repouso ou em agitação, a estrutura molecular é tal que confere uma certa rigidez ou uma certa fluidez, respectivamente, à lama.

A trincheira é aberta com maquinaria apropriada e faz-se na presença das lamas bentoníticas (slurry em inglês). Estas, tendem a infiltrar-se no terreno, originando-se o depósito de uma película argilosa, impermeável, designada habitualmente por "cake", que dificulta o prosseguimento do escoamento. Graças à criação desta película, à densidade das lamas (um pouco superior a 1) e a outros fenómenos (osmose) conseguem-se compensar os impulsos do terreno e diminuir os movimentos dos mate-

riais constituintes desse terreno que são notórios sempre que há descompressão. Por outro lado, o "cake" impermeável que forra as paredes opõe-se à circulação da água.

Consegue-se obter uma parede vertical, sem qualquer entivação, podendo atingir uma centena de metros de profundidade e com uma espessura geralmente compreendida entre 0,5 m e 1,5 m .

De notar que a técnica das paredes moldadas no solo tem uma certa analogia com as técnicas de perfuração petrolífera, no que diz respeito à utilização de lamas.

2. TÉCNICAS DE EXECUÇÃO

Uma parede contínua é em geral demasiado extensa para poder ser executada de uma só vez, pelo que se procede a uma decomposição em painéis sucessivos que são executados alternadamente. A ligação entre os diversos painéis é realizada por meio de uma junta.

O tipo de construção, o equipamento disponível (em particular a capacidade de betonagem), as características dos terrenos a atravessar e outros factores condicionam a dimensão longitudinal desses painéis. No entanto, esta varia geralmente entre 3 e 8 m .

2.1. CONSTRUÇÃO DE "MURETES GUIAS"

Antes de iniciar-se a escavação, constroem-se à superfície dois "muretes guias", em geral de betão, cujo papel é assegurar o alinhamento das escavações.

A execução destes muretes deverá ser cuidadosa, já que irá condicionar toda a obra, tanto no aspecto da implantação, como no da verticalidade das paredes.

Exige-se que a parte superior dos muretes esteja perfeitamente nivelada e que sejam paralelos. O seu espaçamento é ligeiramente superior à espessura da parede a construir e a sua profundidade não deverá ser inferior a 1 m . Poderão ter em planta um traçado não rectilíneo.

2.2. PREPARAÇÃO DAS LAMAS BENTONÍTICAS

As lamas bentoníticas são caracterizadas por um certo número de propriedades das quais há a salientar:

- tixotropia
- p H
- densidade
- viscosidade
- teor de areia e de água livre

Estas características deverão ser as mais convenientes para o terreno onde são colocadas, para o nível da água freática e para a agressividade das águas encontradas.

As suspensões de bentonite são obtidas em misturadores centrífugos ou com o auxílio de jactos de água. Muitas vezes recorre-se simultaneamente aos dois processos. Estas suspensões são armazenadas em silos especiais, antes do seu emprego.

2.3. PREPARAÇÃO DAS ARMADURAS

Os painéis de armaduras são elementos pré-fabricados, concebidos de acordo com as medidas de cada vala a escavar, pelo que apresentam grandes dimensões. São colocados na sua posição por intermédio de **gruas**.

Esses painéis deverão permitir:

- uma manipulação sem deformações exageradas
- fácil colocação
- a introdução do tubo de betonagem.

2.4. ESCAVAÇÃO DA VALA

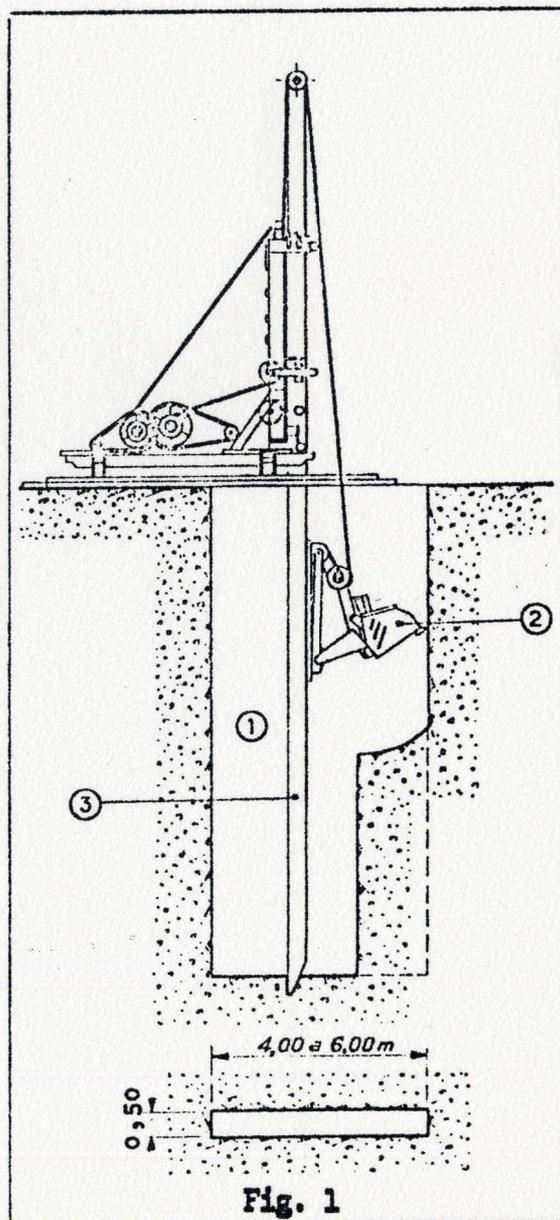
A escavação da vala é efectuada em presença das lamas bentoníticas e para um nível constante destas.

De acordo com o tipo de terreno e o tipo de obra a realizar, existem alguns equipamentos de escavação especiais, sendo de assinalar:

- emprego de baldes de maxilas (forage à la benne) Fig. 1 .

Neste processo de escavação, o terreno é cortado ou desagregado pelas maxilas de um balde que trabalha no interior da lama bentonítica. O balde pode ser simplesmente suspenso, guiado por varas deslizantes ou de comando hidráulico e terá de ser o mais conveniente para as características da trincheira a abrir.

- 1 - trincheira em execução
- 2 - balde
- 3 - guia



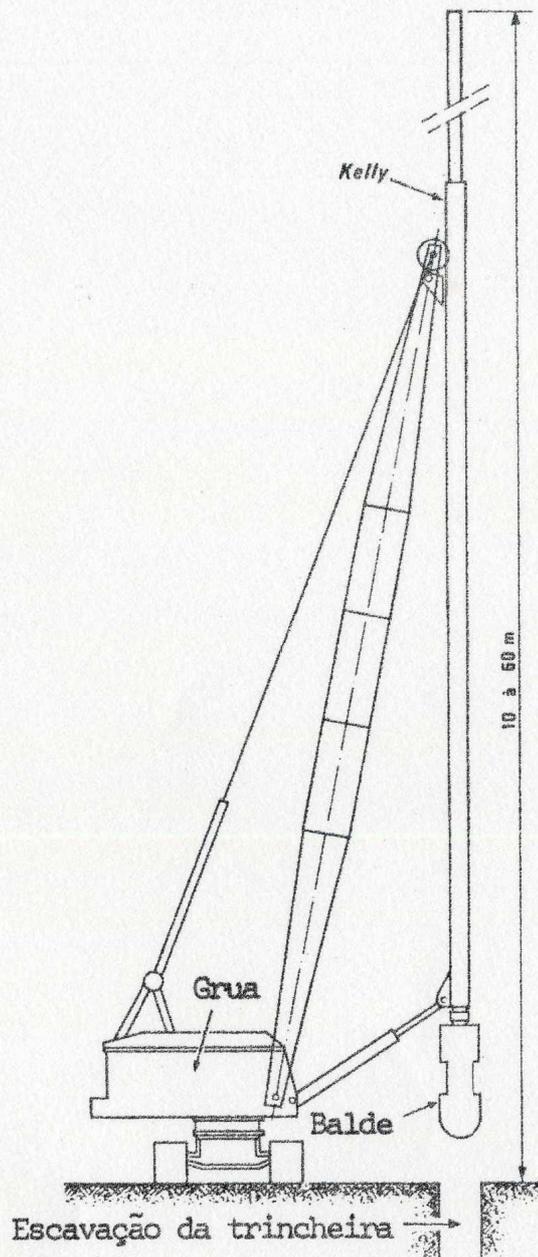
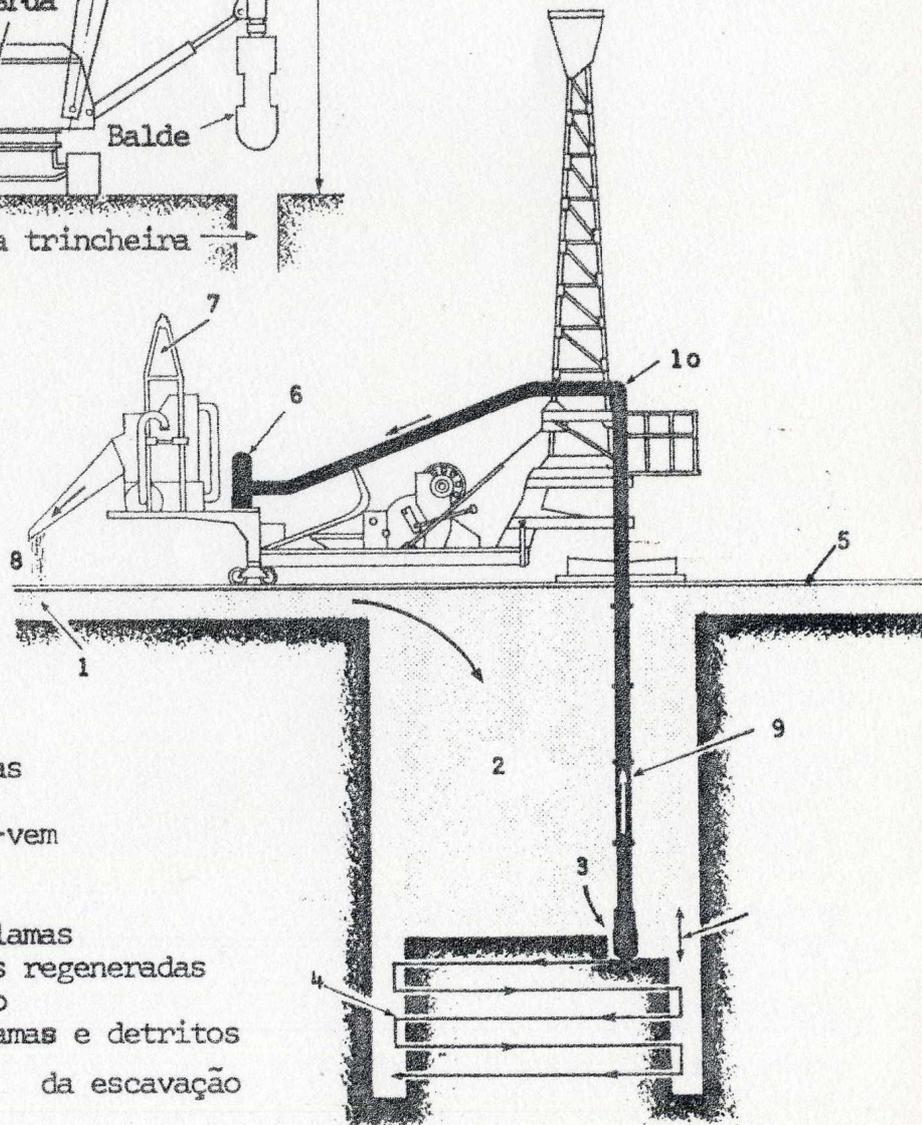


Fig. 2 - Balde guiado por um "Kelly" montado numa grua.

Fig. 3 - Perfuração da trincheira com trépano. Circulação inversa.



- 1 - ante-vala
- 2 - lamas bentoníticas
- 3 - trépano
- 4 - movimento de vai-vem
- 5 - carris
- 6 - bomba
- 7 - regeneração das lamas
- 8 - retorno das lamas regeneradas
- 9 - tubo de aspiração
- 10 - circulação das lamas e detritos da escavação

- emprego de trépanos rotativos (forage à la foreuse rotative), Fig. 3
 Neste sistema recorre-se à utilização de trépanos rotativos, com ou sem percussão. O trépano é montado na extremidade de uma tubagem de aspiração ligada a uma bomba centrífuga capaz de bombear um elevado caudal. Tem possibilidade de se movimentar na direcção longitudinal e é susceptível de ter um movimento vertical de percussão. Pode percorrer toda a trincheira, tendo esta o comprimento desejado. Este equipamento especializado utiliza o sistema denominado de "circulação inversa". Os produtos da escavação, juntamente com uma certa quantidade de lamas são aspirados através da tubagem de aspiração, na extremidade da qual existe o trépano.

Esta técnica emprega-se sobretudo em terrenos "difíceis" onde apareçam alguns blocos de rocha dispersos.

Dentro deste sistema poder-se-ã encontrar três variantes:

- a) regeneração contínua das lamas, com recirculação.
- b) regeneração intermitente das lamas.
- c) não regeneração das lamas.

Na variante a) os produtos aspirados são depositados em peneiros vibradores que fazem uma primeira separação da bentonite. Esta, é em seguida decantada e passa por "ciclones" que lhe retiram a areia. A lama, assim regenerada, é novamente lançada na vala.

Na segunda variante referida, os produtos da escavação e as lamas saídas da bomba são directamente lançados na vala. Faz-se então, periodicamente, uma regeneração das lamas da vala, que nela são lançadas novamente.

Quando não se pretende um reemprego das lamas aspiradas, elas são transportadas para lugares de depósito.

2.5. COLOCAÇÃO DAS ARMADURAS

A parede moldada no solo pode ser armada em toda a sua altura, sempre que os impulsos da terra ou da água o tornem necessário e nos casos em que se pretenda o acoplamento da parede a outros elementos estruturais.

De preferência a armadura deverá ser pré-fabricada em painéis e colocada por intermédio de gruas, sendo esta operação facilitada pela vibração das lamas (propriedades tixotrópicas).

A colocação é sempre uma operação delicada, pois além de se exigir a máxima precisão, não se deverão alterar as características geométricas das armaduras nem deteriorar as paredes da vala. Há sempre erros de colocação da ordem do centímetro pelo que se terá de atender a esse facto nos cálculos.

2.6. BETONAGEM

Colocadas as armaduras, procede-se à betonagem por gravidade, através de tubos verticais que atravessam as lamas e fazem chegar o betão directamente ao fundo da trincheira. O betão tem uma densidade superior à das lamas, pelo que se deposita no fundo e vai expulsando-as da vala, lamas que são recuperadas.

À medida que a betonagem progride, o tubo de alimentação vai sendo içado progressivamente, mas sempre de modo a que a sua extremidade penetre no betão.

Procura-se sempre que o betão se distribua de uma maneira mais ou menos uniforme em todo o painel, durante a betonagem, para que não ocorram escorregamentos bruscos de betão, provocando inclusões de lamas na sua massa.

A betonagem de um painel deve ser levada a cabo sem interrupções. Executam-se progressivamente as escavações dos painéis da série ímpar, por exemplo e vai-se betonando (Fig. 4).

Depois do endurecimento do betão nos painéis da primeira série, procede-se à escavação e betonagem dos da série par (Fig. 5).

Utiliza-se betão submerso, que deverá ter uma consistência que facilite a sua colocação e envolvimento completo das armaduras, mas sendo suficientemente rígido para evitar a segregação dos seus agregados.

Poderá ser conveniente que o betão apresente uma certa plasticidade, para que a parede possa seguir sem fissuração ou até rotura, os movimentos verticais e horizontais do terreno em que se encontra integrada.

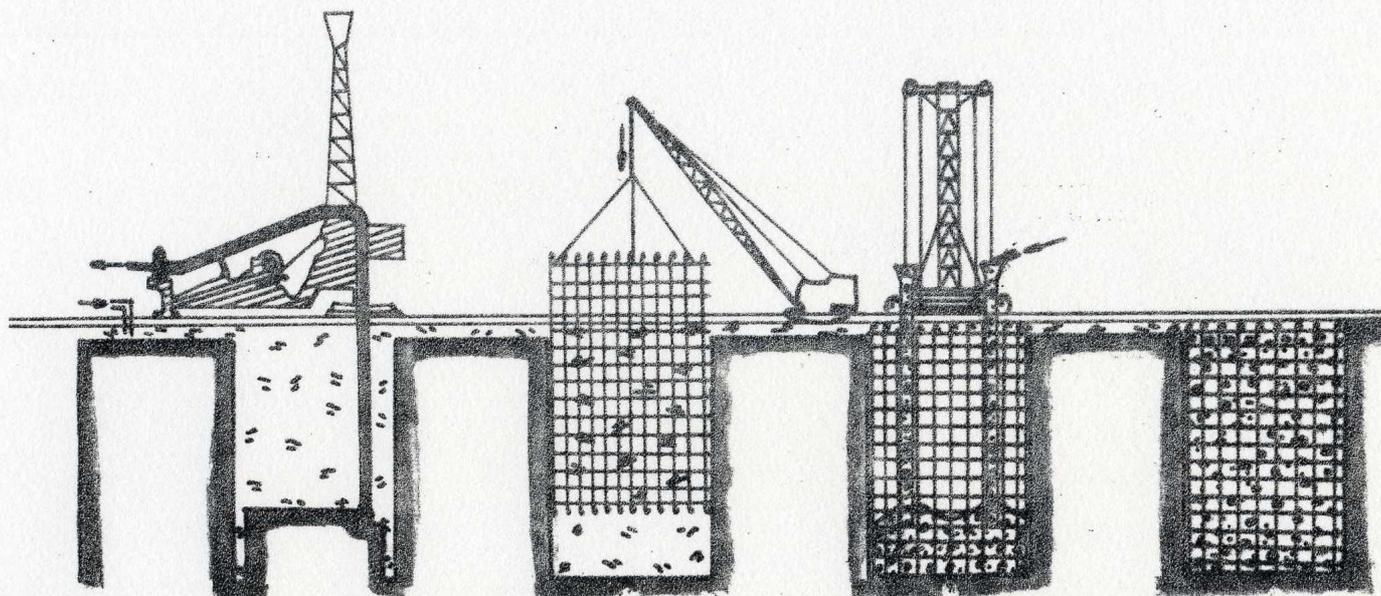


Fig. 4 - Execução dos painéis da série ímpar.

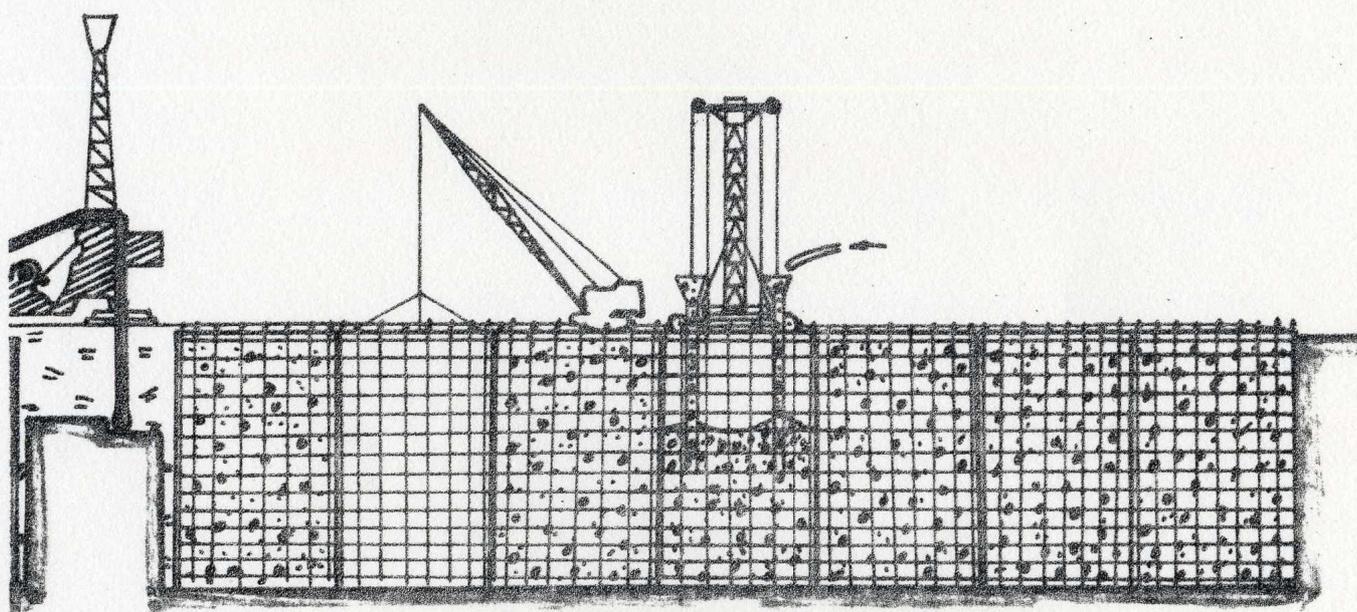


Fig. 5 - Execução dos painéis da série par.

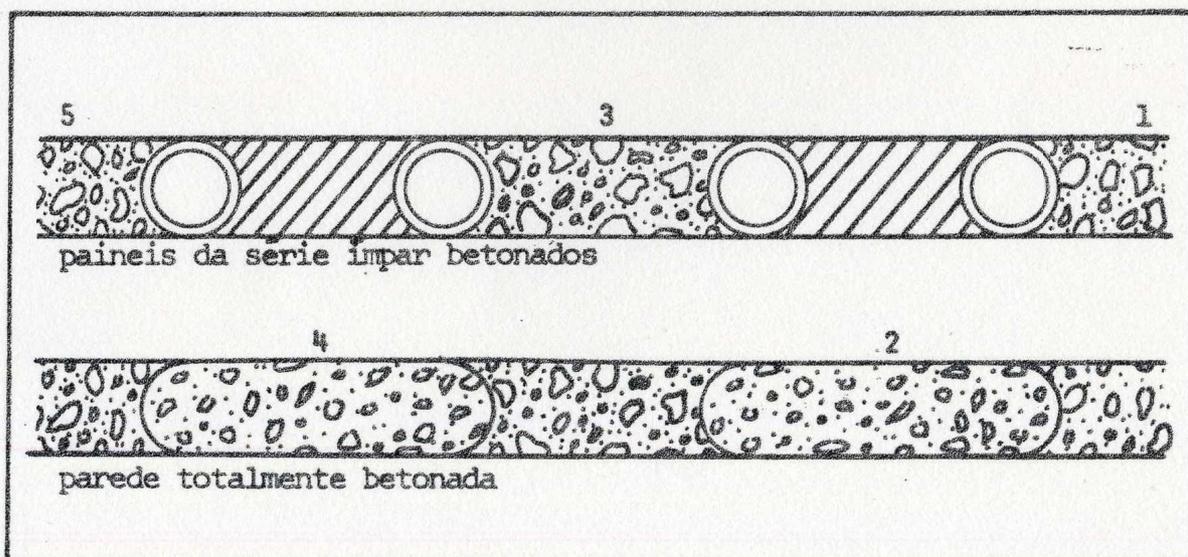


Fig. 6

Para atender às características de deformabilidade requeridas, há que respeitar um certo número de condições:

- dimensões máximas dos inertes limitadas a 40 mm
- percentagem de inertes inferior à dos betões correntes
- ligante suficientemente plástico, pela adição de bentonites ao cimento. A dosagem do ligante depende de vários factores: qualidade das bentonites, teor em elementos coloidais dos agregados, ordem de introdução dos constituintes do betão aquando o seu fabrico, etc.

De entre os betões plásticos há ainda a salientar o betão à base de betume. Este, é utilizado, seja a frio sob a forma de emulsão estabilizada que se mistura com o cimento e agregados em betoneiras clássicas, seja a uma temperatura entre 100 e 200° C. A betonagem com este "betão quente" é relativamente difícil. Os betões à base de betume são estáveis no tempo e são indicados para casos em que são de temer grandes deformações e ainda quando há presença de águas subterrâneas muito agressivas.

2.7. JUNTAS DE BETONAGEM

Um dos problemas mais delicados na construção das paredes moldadas diz respeito à ligação entre painéis.

Normalmente, nas juntas de betonagem não há continuidade da armadura, pelo que podem constituir zonas críticas no aspecto de resistência e estanqueidade.

A ligação entre os painéis pode ser realizada mediante diversas técnicas patenteadas.

Uma das técnicas, consiste em deixar em cada uma das duas extremidades dos painéis da série que é primeiro escavada, um tubo metálico. Depois da betonagem e no início da presa do betão, os tubos são retirados com o auxílio de meios mecânicos potentes, por exemplo extractores hidráulicos. Faz-se a betonagem dos painéis da outra série, que ficam ligados aos da primeira série como que em "macheado" tal como se mostra na figura 6.

3. CAMPO DE APLICAÇÃO

O campo de aplicação das paredes moldadas no solo é muito vasto, sendo de destacar o seu emprego em:

- cortinas de impermeabilização
- paredes de suporte
- fundações contínuas e descontínuas
- protecção de margens fluviais e costas marítimas
- outras aplicações

3.1. CORTINAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Em obras hidroeléctricas, as paredes moldadas são sobretudo utilizadas como elementos estanques, com vista a assegurar o corte de infiltrações em terrenos de fundação de barragens e possibilitar a execução, a seco, dos trabalhos.

Começamos por referir a impermeabilização em terrenos subjacentes às fundações de barragens, quer estas sejam de betão ou de terra.

A distribuição estratigráfica desses terrenos, apresenta-se muitas vezes caracterizada pela ocorrência, até uma certa profundidade, de estratos permeáveis de aluviões, que se sobrepõem a camadas com boas características de impermeabilização, como formações de argila compacta e muitas vezes rocha.

A utilização da técnica em estudo é muito vantajosa, quando comparada com as técnicas tradicionais. Com efeito, há a notar que:

- a cortina contínua que se obtém é praticamente impermeável, podendo o coeficiente de permeabilidade ser inferior a 10^{-8} m s^{-1} .
- essa cortina é adaptável à forma desejada, podendo ser rectilínea, quebrada, curvilínea.
- a técnica de execução permite a observação dos materiais atravessados e comprovar a penetração da parte inferior da parede nos materiais impermeáveis, ou o aparecimento de rocha.
- é possível a execução dos trabalhos em presença da água freática, para um nível constante ou quase constante.
- o volume de trabalho é menor, o que conduz a uma considerável economia.
- a realização da parede, é feita a partir de um plano de trabalho, com uma cota suficientemente elevada para que sejam diminutos os riscos de desabamentos.

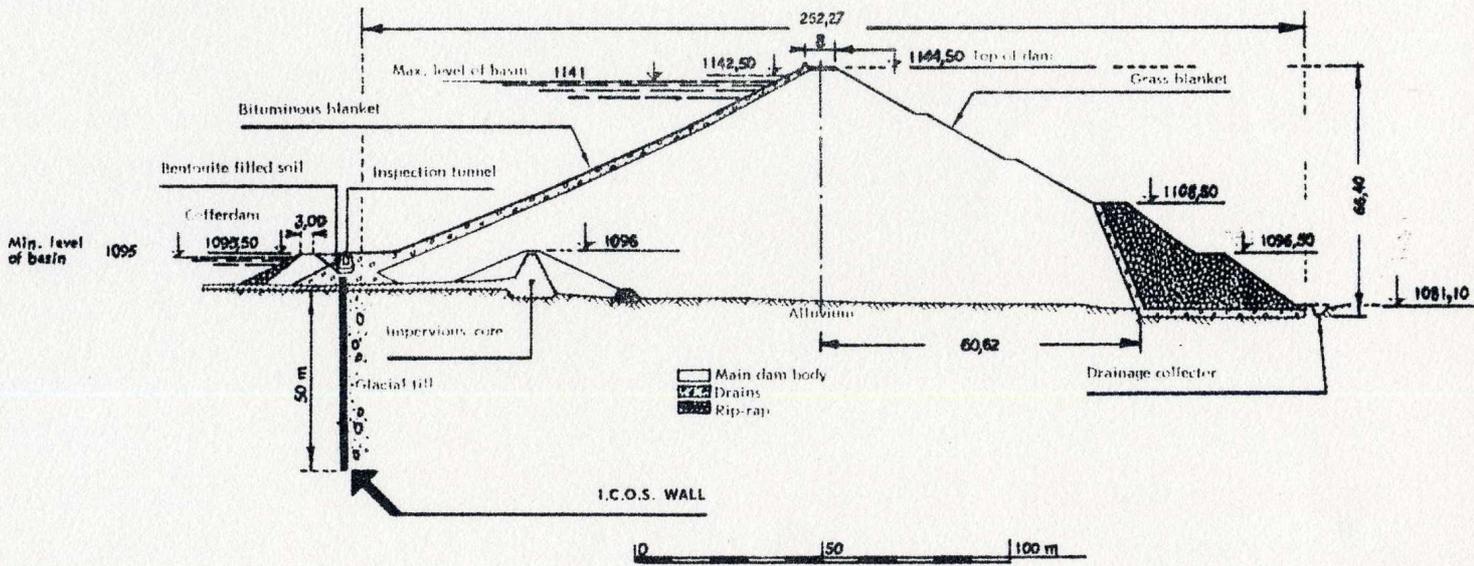


Fig. 7

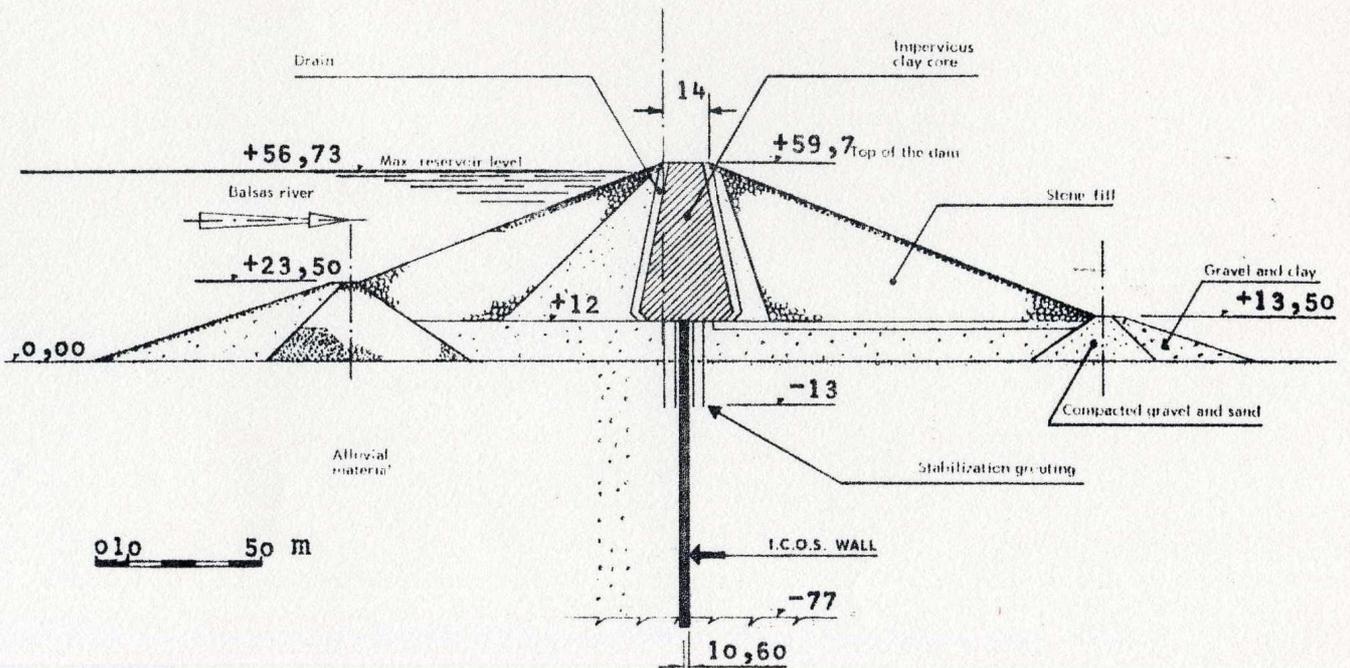


Fig. 8

- não se afectam, de modo notável, os terrenos circundantes.
- a cortina pode atingir 100 m de profundidade ou mais (exemplo, Manic, no Canada).
- permite uma mecanização intensa com pouca mão de obra
- a velocidade de execução das paredes é variável consoante a natureza dos materiais encontrados, podendo ser aumentada empregando várias equipas de trabalho simultâneas.

Quando se exige um encastramento razoável na rocha, o custo total da parede é bastante agravado.

Das realizações feitas ou previstas em aproveitamentos portugueses, são de referir os seguintes custos do metro quadrado de parede:

BENGO, QUIMINHA

Mota & Ca. (Construtora do Tâmega)

parede com espessura 0,8 m (sem armadura)

1972 2 100\$00 / m²

CRESTUMA

espessura de 1,0 m

preço previsto, incluindo a armadura 2 800\$00 / m²

Como exemplos de realizações, citamos especialmente a parede moldada da barragem de Strasbourg, representada na página seguinte, havendo a salientar:

- a existência à cota (116) de uma camada argilosa, assegurando uma boa impermeabilização
- a parede moldada compõe-se de quatro elementos e apresenta as seguintes características:

superfície total	8 600 m ²
profundidade máxima	25 m
comprimento do elemento principal	140 m
comprimento dos elementos laterais	4 × 50 <u>200 m</u>
comprimento total da parede	340 m
volume de betão armado colocado na parede	3 800 m ³
volume de betão plástico colocado na parede	<u>2 900 m³</u>
	6 700 m ³

velocidade de betonagem 20 a 35 m³/h

execução da parede de Janeiro a Março de 1968.

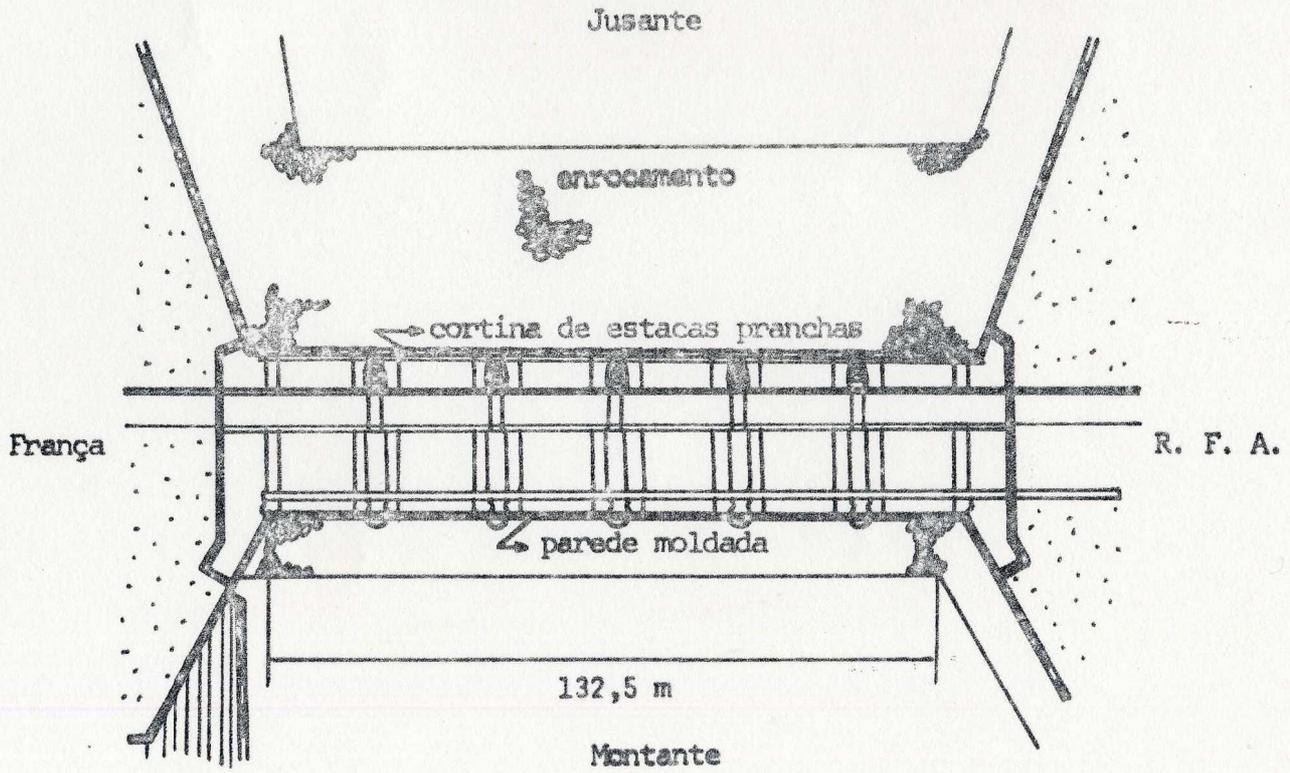
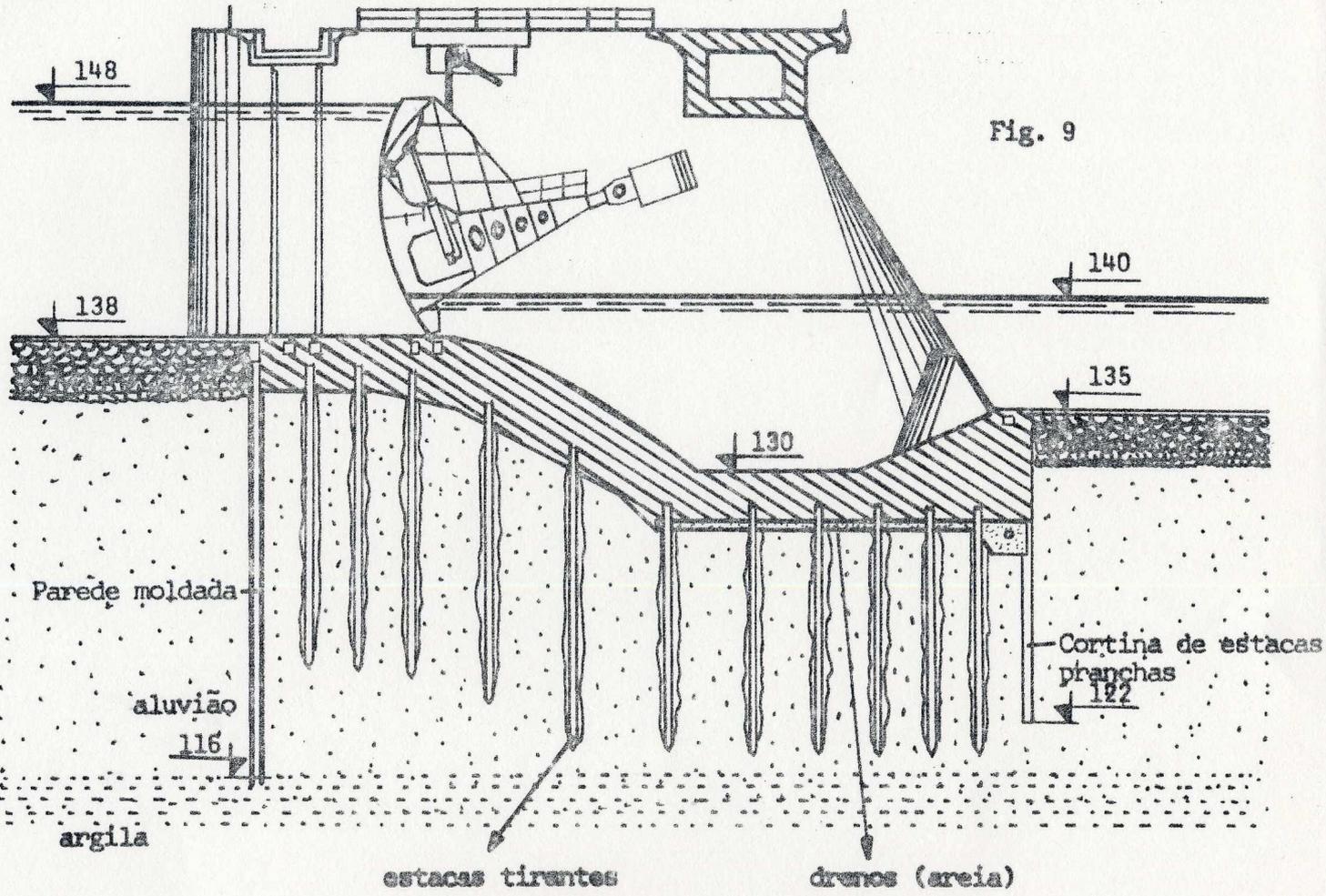


Fig. 10 - Barragem de Strasbourg (Reno).

- a jusante existe uma cortina de estacas pranchas

3.2. PAREDES DE SUPORTE

Com o aparecimento das paredes contínuas moldadas no solo, conseguiram-se resolver muitos dos problemas que afectam especialmente a construção urbana, dada a exiguidade de espaço, a proximidade de construções vizinhas, carência de mão de obra, exigências de rapidez de construção e problemas de tráfego. Executando uma parede pela técnica referida, não se ocasionam danos, nem se põe em perigo a estabilidade das fundações dos edifícios vizinhos, que por vezes estão em condições estáticas precárias. Pode-se depois, proceder a uma escavação do terreno lateral à parede, ou do terreno delimitado por um conjunto de paredes, em boas condições de segurança.

As paredes de suporte têm de aguentar o impulso do terreno, a carga devida aos edifícios próximos, solicitações hidráulicas e sobrecargas. Como tal, é necessário recorrer a uma série de soluções técnicas, como por exemplo:

- realização de ancoragens (ver 4.1.)
- utilização de paredes de elevado momento de inércia, autoresistentes aos impulsos externos. Poderão ser constituídas por uma sucessão de prismas semi-hexagonais ou de contrafortes.
- utilização de escoramentos, em betão armado ou de vigas metálicas, colocados de tal modo que não perturbem os trabalhos. As vigas metálicas poderão ser recuperáveis.
- combinação das soluções técnicas expostas.

Dum ponto de vista hidráulico, pode-se exigir às paredes de suporte um corte das infiltrações laterais e a redução ou eliminação das que provêm do fundo da escavação.

Por vezes, rodeia-se toda a zona que se pretende escavar, com cortinas de paredes moldadas. Realizada a escavação e atingidos níveis inferiores ao freático, é necessário suprimir a água que aflora pelo fundo da mesma, recorrendo-se então a diversos sistemas:

- bombagem directa (sistema válido para subpressões de poucas decimas de atmosfera).

- bombagem através de poços filtrantes realizados no interior do recinto de escavação. Esses poços são prolongados suficientemente abaixo da cota do fundo da escavação e as bombas vão descendo progressivamente à medida que aquela avança (sistema utilizado para subpressões até 1 ou 2 atmosferas).
- well points.

Nos casos em que o fundo da escavação alcança uma cota inferior à do nível freático e antes de construir as soleiras (que devem ser impermeabilizadas) é conveniente a realização de um filtro invertido com granulometria adequada. Este, terá uma dupla função: fazer com que as pressões debaixo da soleira sejam aproximadamente uniformes e impedir o arrastamento do material fino, o que originaria a colmatação do filtro e a sua inoperância hidráulica.

Na figura da página seguinte estão esquematizadas as infra-estruturas executadas pelas "sondagens Rodio" no edifício Europeia, em Lisboa.

São de destacar as seguintes características da parede contínua:

superfície	2 020 m ²
espessura	0,75 m e 0,85 m
prof. máxima	14 m
armaduras	40 kg m ⁻² e 60 kg m ⁻²

3.3. FUNDAÇÕES CONTÍNUAS E DESCONTÍNUAS

Uma parede contínua moldada no solo pode suportar cargas, funcionando como elemento de fundação contínua. Com a técnica dos lodos bentoníticos é ainda possível a realização de elementos estruturais, descontínuos, com uma certa capacidade de suporte e com as mais diversas formas.

Estes elementos estruturais descontínuos, aparecem simultaneamente com o emprego de paredes contínuas impermeáveis, realizando fundações que transmitem ao terreno os esforços provenientes das estruturas inferiores. Relativamente às fundações tradicionais, como por exemplo com estacas, conseguem-se soluções mais económicas e mais interessantes do ponto de vista estrutural. Com efeito, esses elementos estruturais podem ter as formas mais adequadas às solicitações que sobre eles incidem. O seu emprego é ainda mais vantajoso em presença do nível freático e na proximidade de edifícios.

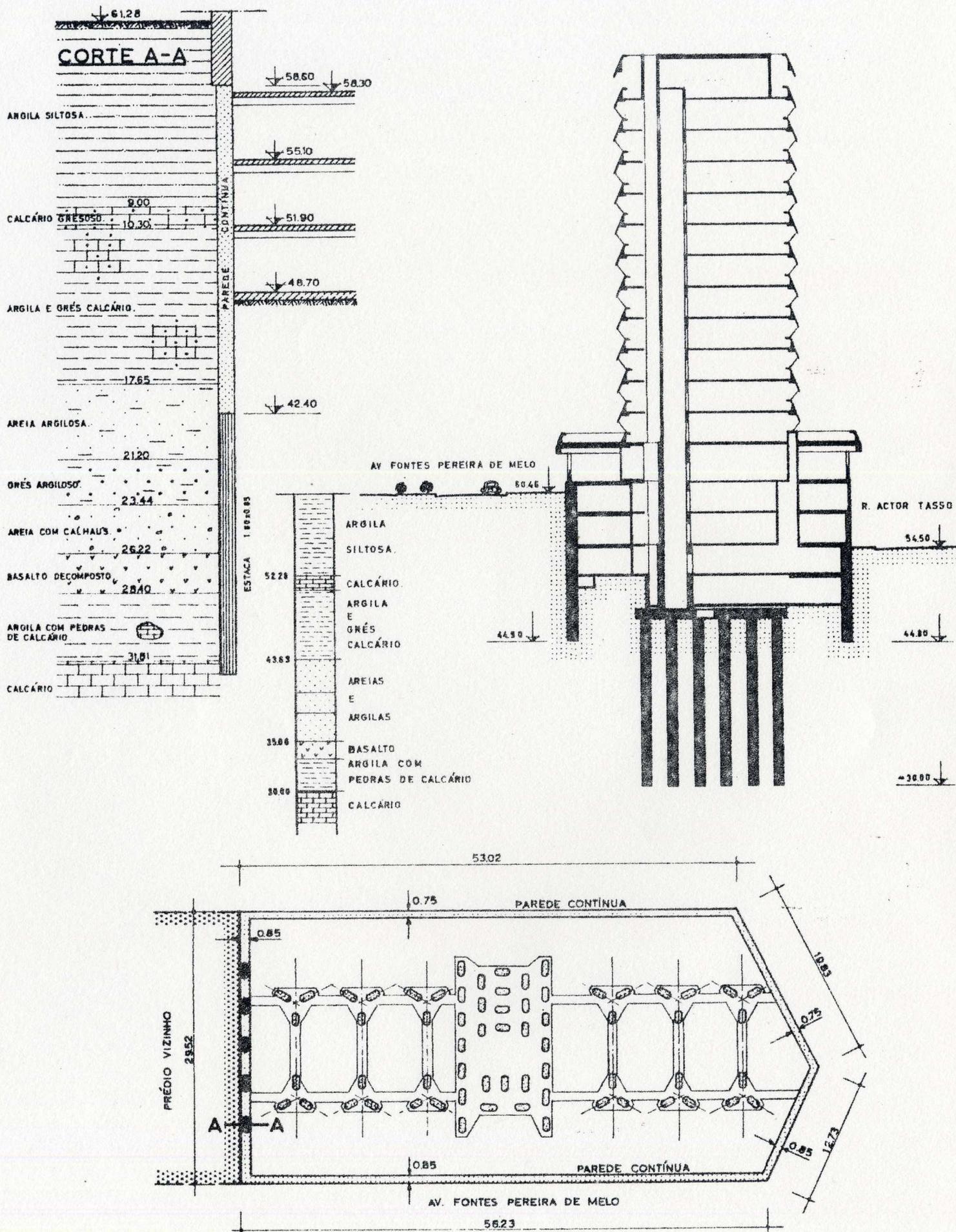


Fig. 11 - Edifício Europeia em Lisboa.

Os elementos estruturais moldados no solo, são susceptíveis de serem armados, distribuindo-se as armaduras de modo a uma perfeita adaptação às solicitações em causa. São típicas as secções transversais em forma de I X H T L U C , sendo escolhidas em função das solicitações, espaço disponível e factores locais.

Em fase de construção dos elementos estruturais, podem-se deixar salientes as armaduras nas cabeças dos mesmos, permitindo uma posterior continuidade com a estrutura superior. Essa união é mais simples e económica que no caso das estacas. Outra vantagem dos elementos estruturais em relação àquelas, é a que resulta do facto da sua técnica de construção não perturbar o terreno; nomeadamente não faz diminuir sensivelmente a sua compacidade e por conseguinte o ângulo de atrito.

Apesar da execução de uma estaca "in situ" e de um elemento estrutural de secção rectangular ser idêntica, verifica-se que este tem uma capacidade maior para receber cargas.

3.4. PROTECÇÃO DE MARGENS E COSTAS

Uma faceta interessante do emprego de paredes moldadas, no campo das obras hidráulicas, é a da sua utilização na defesa de margens e costas. Além da protecção contra a erosão, pode-se ainda exigir da parede uma função de suporte e de impermeabilização.

Também se aplica a técnica das paredes moldadas no solo, em obras de rectificação do curso de um rio, com a formação de novas margens e ainda na defesa das margens de cursos de água que se situem a cotas superiores à dos terrenos circundantes (rio Pó em Itália).

3.5. OUTRAS APLICAÇÕES

Não se pretende uma enumeração exaustiva de todas as possíveis aplicações da técnica a que nos temos referido, mas pelo seu interesse e particularidades, serão mencionadas mais algumas.

Certas soluções com paredes contínuas, podem apresentar vantagens técnicas e económicas relativamente às soluções clássicas, como por exemplo a de estacas pranchas. É o caso de obras e escavações que tenham de ser realizadas a seco, sendo necessário o recurso a ensecadeiras provisórias.

São ainda de referir como exemplos de aplicação:

- muros-cais.
- protecção a pilares de pontes contra as erosões e descalces produzidos pela corrente.
- obras especiais subterrâneas como galerias, túneis destinados a trânsito automóvel e ao metropolitano, parques de estacionamento, etc.
- fundações de chaminés.
- protecção contra o refluxo do terreno devido a gradientes hidráulicos elevados.

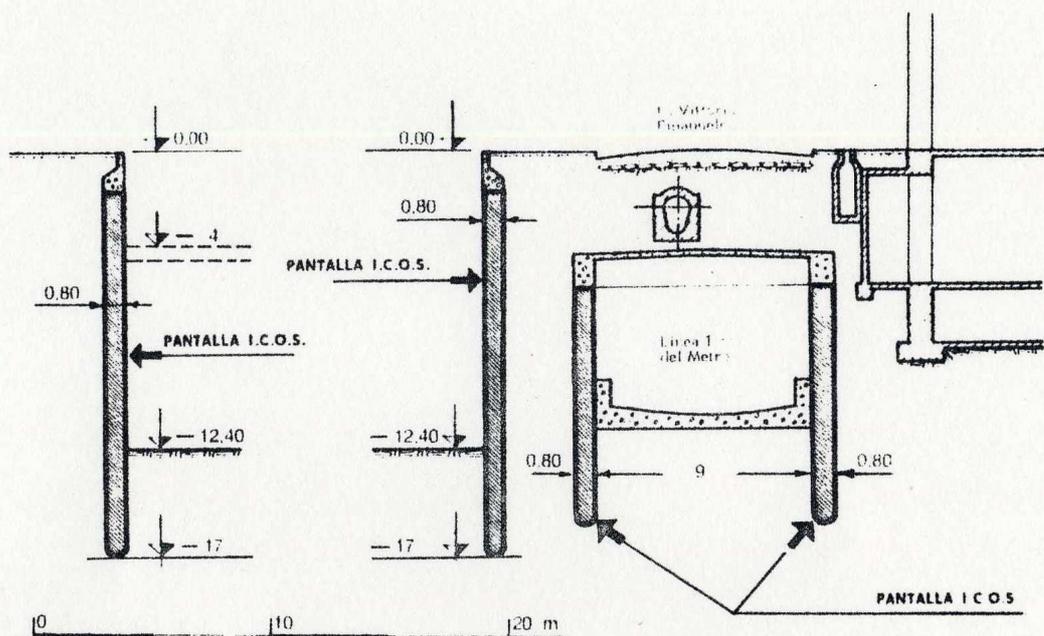


Fig. 12

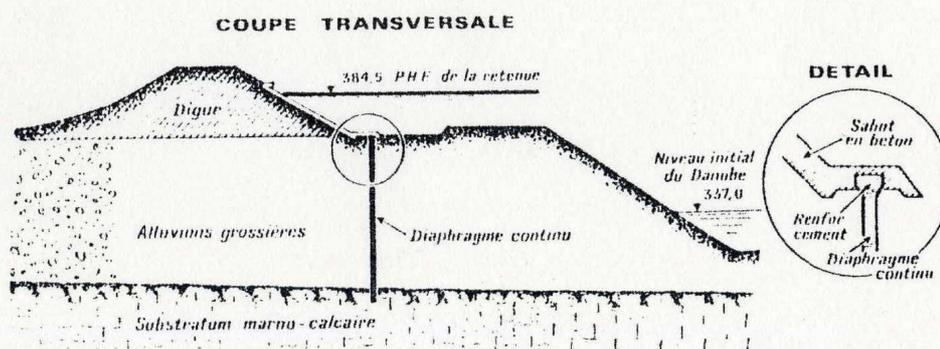


Fig. 13. Digue du Bief de *Bilbahrinn* sur le Danube (Allemagne). Ecran d'étanchéité en diaphragme continu.

Fig. 13

4. TÉCNICAS ASSOCIADAS

4.1. ANCORAGENS

A utilização de tirantes de ancoragem é necessária em certos casos, como por exemplo em terrenos de características mediócras, quando existem construções muito próximas e em todas as outras situações em que a estabilidade da parede o exija. Poderá haver uma ou mais séries de ancoragens, colocadas a níveis diferentes, níveis que são fixados por condições de estabilidade. A parede ancorada é dimensionada de uma maneira idêntica ao caso de cortinas de estacas pranchas com ancoragens, havendo necessidade de uma armadura para atender aos momentos positivos e outra para os momentos negativos.

Normalmente as ancoragens dispõem-se com uma certa inclinação relativamente à horizontal e são constituídas por barras de aço especiais ou grupos de cabos de aço que são introduzidos no terreno, após perfuração prévia. São fixadas mediante injecções de betão e presas às cortinas por intermédio de cabeças dotadas de placas metálicas, ou ainda segundo outros sistemas.

4.2. POÇOS FILTRANTES

Numa zona de escavação delimitada por paredes moldadas, frequentemente alcançam-se profundidades inferiores à do nível freático, havendo então um afloramento de água pelo fundo escavado. Recorrendo por exemplo à técnica de poços filtrantes, pode-se proceder a um abaixamento do nível freático. Trata-se de um procedimento corrente e bastante conhecido, existindo diversos tipos de aparelhagem.

Na figura 16, a título de exemplo da associação das técnicas paredes moldadas-poços filtrantes, representa-se um caso em que se pretende fazer uma escavação ao abrigo de cortinas estanques moldadas no solo. De assinalar que no terreno existem duas camadas de permeabilidade diferentes ($K_2 < K_1$). A segunda série de poços destina-se a evitar o aparecimento de "renards" e é necessária quando o écran estanque não é suficientemente profundo.

Está ainda representado um corte num poço filtrante, equipado com a respectiva bomba submersa.

Um dos processos muito utilizados (por exemplo em Leixões no cais Norte, em 1972) é o sistema "Well-Points".

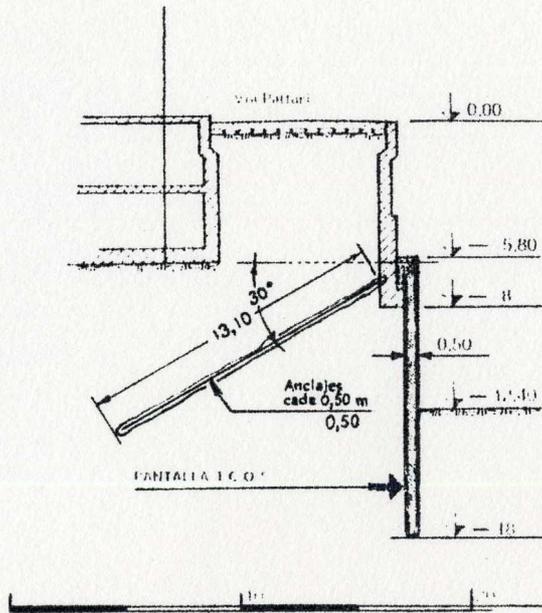


Fig. 14

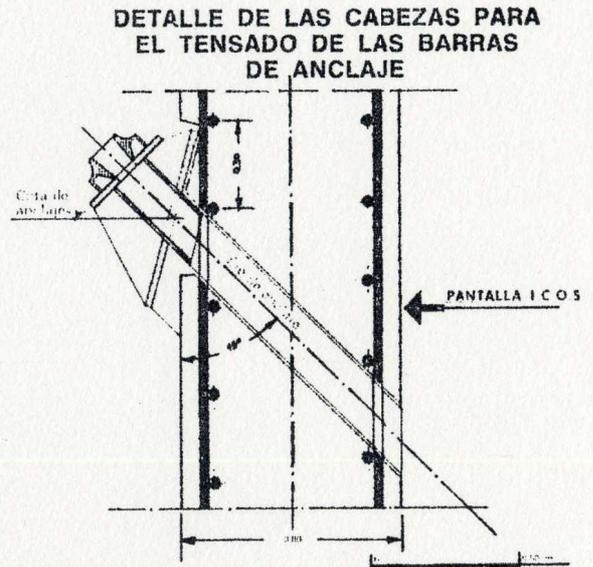
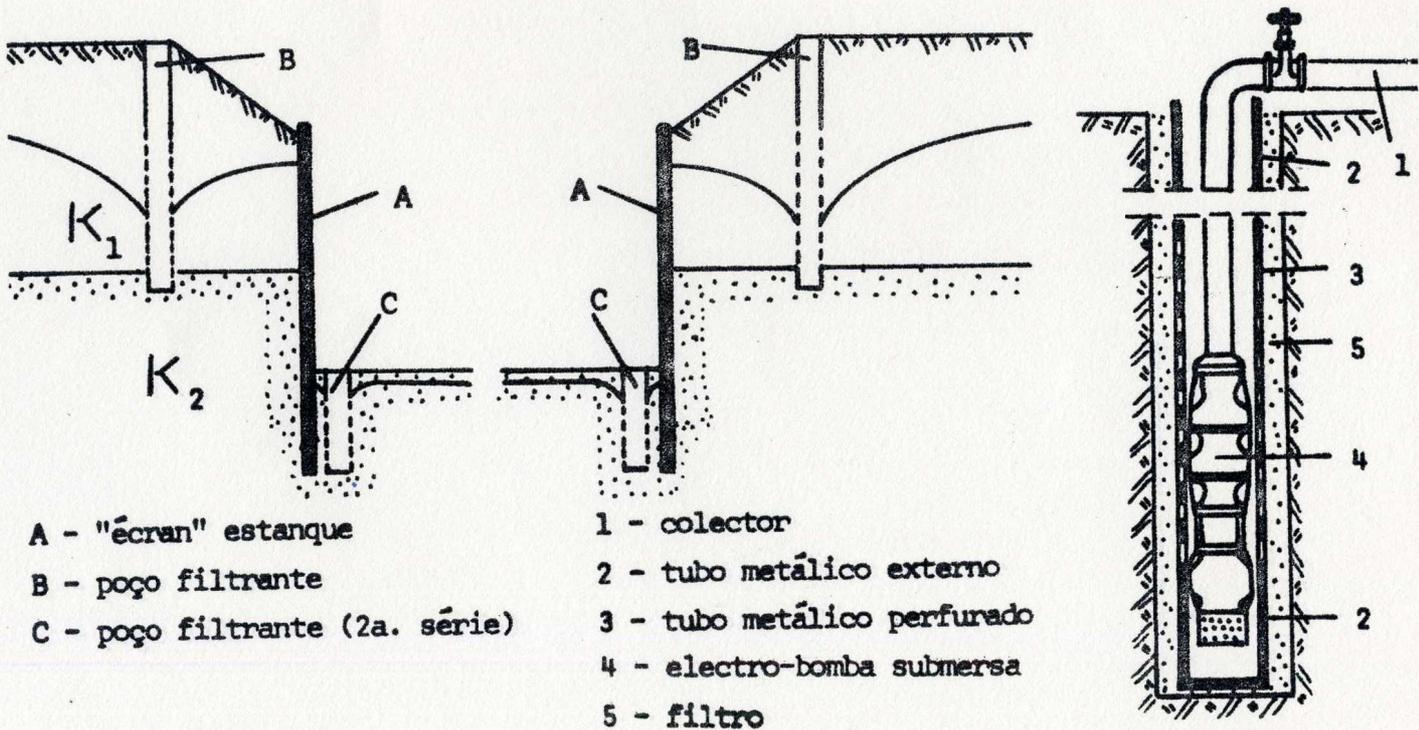


Fig. 15



- A - "écran" estanque
- B - poço filtrante
- C - poço filtrante (2a. série)

- 1 - colector
- 2 - tubo metálico externo
- 3 - tubo metálico perforado
- 4 - electro-bomba submersa
- 5 - filtro

Fig. 16

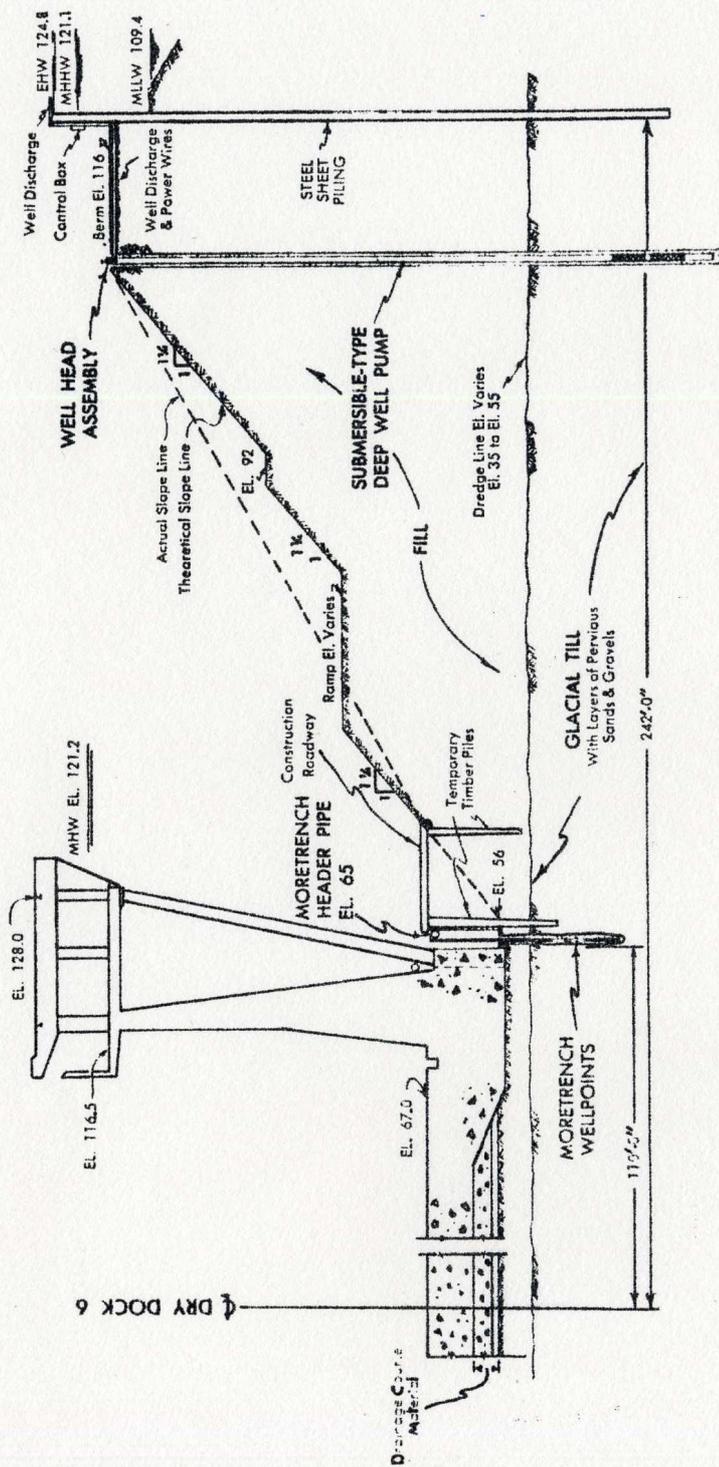
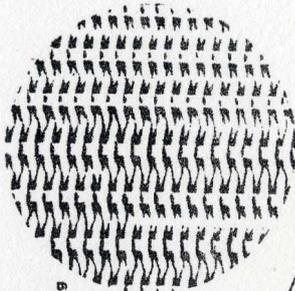


Fig. 17

Filter mesh of Moretrench 2" Self-Jetting Wellpoint magnified four times.



The filter mesh of a Moretrench Wellpoint is a patented* dutch weave composed of heavy gauge stainless steel wires. The individual wires are so arranged that any soil particle small enough to get between the outer wires of the mesh can pass completely through, leaving the critical internal passages of the mesh unblocked. Thus the mesh has an effective open area to pass water greater than 45%, although its ability to retain soil particles is superior to 40 mesh.

The wellpoint is the most important single component in a wellpoint system.

THE MORETRENCH 2 INCH SELF-JETTING WELLPOINT

is a quality product, sturdily constructed of the best materials. Its up-to-the-minute design has evolved from over thirty-five years of experience on thousands of dewatering jobs throughout the world. The record of this field experience has been collected from the daily reports of the company's salesmen and field engineers, and has been sifted and analyzed by the Engineering and Research divisions. Extensive tests have been conducted in the Moretrench Soils Laboratory, including tests in open tanks, tests in contact with soils, jetting tests and destructive tests. Alternate designs have been tried and rejected. Prototypes have been tested in the field, and the design altered as field reports indicated. Out of this experience and research has come the modern Moretrench Wellpoint, incorporating in its design features that we have found to be necessary to do a good dewatering job. Among these features are:

1. THE REMOVABLE SCREEN CYLINDER

is Type 304 stainless steel filter mesh supported internally by a perforated steel shell. The filter mesh is a rugged dutch weave, in itself durable against damage during installation without requiring an outer protective covering. Therefore, the filter mesh has fully unobstructed contact with the water-bearing

soils, and the yield per wellpoint is greater. A unique wire arrangement (see circular inset) makes the filter mesh non-clogging, and provides a net open area of over 45%. The inner shell is perforated in a pattern that provides ready access for the water into the internal passages of the wellpoint. The perforated shell is available in either cold rolled steel with an anti-corrosive tin coating, or in Type 430 stainless steel. The screen cylinder is readily removed as a unit for cleaning, repair or replacement.

2. THE BODY: a steel weldment with an extra heavy 1 1/2" center tube and a cold drawn seamless steel tip. The tip is provided with cutting teeth for penetrating stiff clays and displacing gravels. Water passages are large and unobstructed to provide passage of maximum water with minimum friction during both jetting and pumping operations.

3. MORETRENCH RING VALVE is a patented device to prevent effective jetting pressure from being lost by backwash through the screen. Eddy currents generated by the jetting water as it passes through the ball seat orifice act to lift the ring valve off its seat, blocking the exit to the screen. As a result, the full force of the jet stream comes out at the tip, eroding the soil in advance of the wellpoint. The Moretrench ring valve has been field-proven for many years. In a large number of soil types, the concentrated jet stream causes a marked reduction in installation time. In every soil type, the concentrated stream

THE MORETRENCH 1 1/2" SELF-JETTING WELLPOINT

is an economy model designed for dewatering systems in fine sands where the jetting is relatively easy and the yield per wellpoint does not exceed 10-15 gpm.

The Removable Screen Cylinder is similar to that of the 2" except that it is small in size. The Body has a 1 1/4" extra heavy tube. There is no ring valve. The Ball Valve is retained by a steel pin. The upper connection is 1 1/2" pipe thread.

washes a larger diameter jet hole, providing room for a larger column of natural or artificial filter sand, and thus increasing the yield per wellpoint.

4. BALL VALVE has a wooden center and a tough rubber cover. After the wellpoint has been jetted in place, it floats up to its seat and seals the bottom of the wellpoint against the entry of sand.

5. BALL SEAT provides a rising point for the ring valve after jetting has ceased, and it is beveled internally to receive the ball valve in the pumping position.

6. RETAINER BASKET keeps the ball valve, ball seat and ring valve in place during jetting. Controlled tests indicate that a ball valve that bounces erratically in the jet stream dissipates much of the effective jetting pressure. The configuration of the retainer basket in the Moretrench Wellpoint is designed to keep the ball valve at rest in the center of the tip, so that the jet stream passes with a minimum of pressure loss. The retainer basket can be readily removed with special pliers making all the tip components accessible for

cleaning or repair.

7. THE COUPLING

is a heavy gauge malleable casting with accurately machined threads and a sand-tight recess for the upper end of the screen cylinder. The upper connection is 2" tapered pipe thread. Normally the 2" wellpoint is furnished with either six or twelve feet of 2" riser which strengthens the entire assembly against bending or breakage during installation and removal. The riser is then reduced to 1 1/2". In coarse soils, however, the yield per wellpoint for a given applied vacuum can be increased considerably by using all 2" riser and 2" swings. In this way the number of wellpoints required to dewater an excavation can often be reduced.

5. PROJECTO DE CRESTUMA

No projecto do aproveitamento de Crestuma, está prevista a execução de paredes moldadas com função de corta-águas e ainda como elementos integrantes dos pilares.

Na figura 19, está representada, em cortes longitudinal e transversal, a chamada fase B do projecto, que terá início depois da construção das ensecadeiras e no fim da qual estarão construídos os pilares e as bacias de dissipação nºs 1 e 2. A ensecadeira representada está localizada na margem esquerda do rio Douro, delimitando o local da obra a executar nesta fase, obra essa que se pretende seja efectuada a seco.

Prevê-se a utilização de poços filtrantes, dispostos no interior das células, com o objectivo de baixar o nível freático, baixar a linha de saturação no interior das células (aumentando a sua segurança) e ainda visando manter constante o nível freático na zona de trabalho. Quanto a este último aspecto, dissemos que a composição das lamas bentoníticas é estudada para um dado solo e relativamente a um certo nível freático. Devido ao efeito da maré e à variação do caudal fluvial, o nível freático na zona de trabalho estará sujeito a flutuações, devendo pois ser controlado.

A construção, até ao bed-rock, das paredes moldadas relativas aos pilares, far-se-á a partir de uma plataforma de trabalho à cota (-5) e quando executadas constituirão como que cofragens dos pilares. Prevê-se para essas paredes uma espessura de 1 m e delimitarão espaços com as dimensões em planta de $47 \times 4 \text{ m}^2$. Será necessário executar um conveniente contraventamento, ou com troços de paredes moldadas que ficarão integrados na própria estrutura, ou recorrendo a escoras metálicas recuperáveis. Estes contraventamentos terão de suportar os impulsos dos aluviões e algum desnível de água, caso exista.

Será então retirado o aluvião existente no interior dessa caixa escorada, fazendo-se a betonagem desde o bed-rock até à cota (-5) com técnicas apropriadas. A betonagem do pilar acima daquela cota é feita do modo habitual.

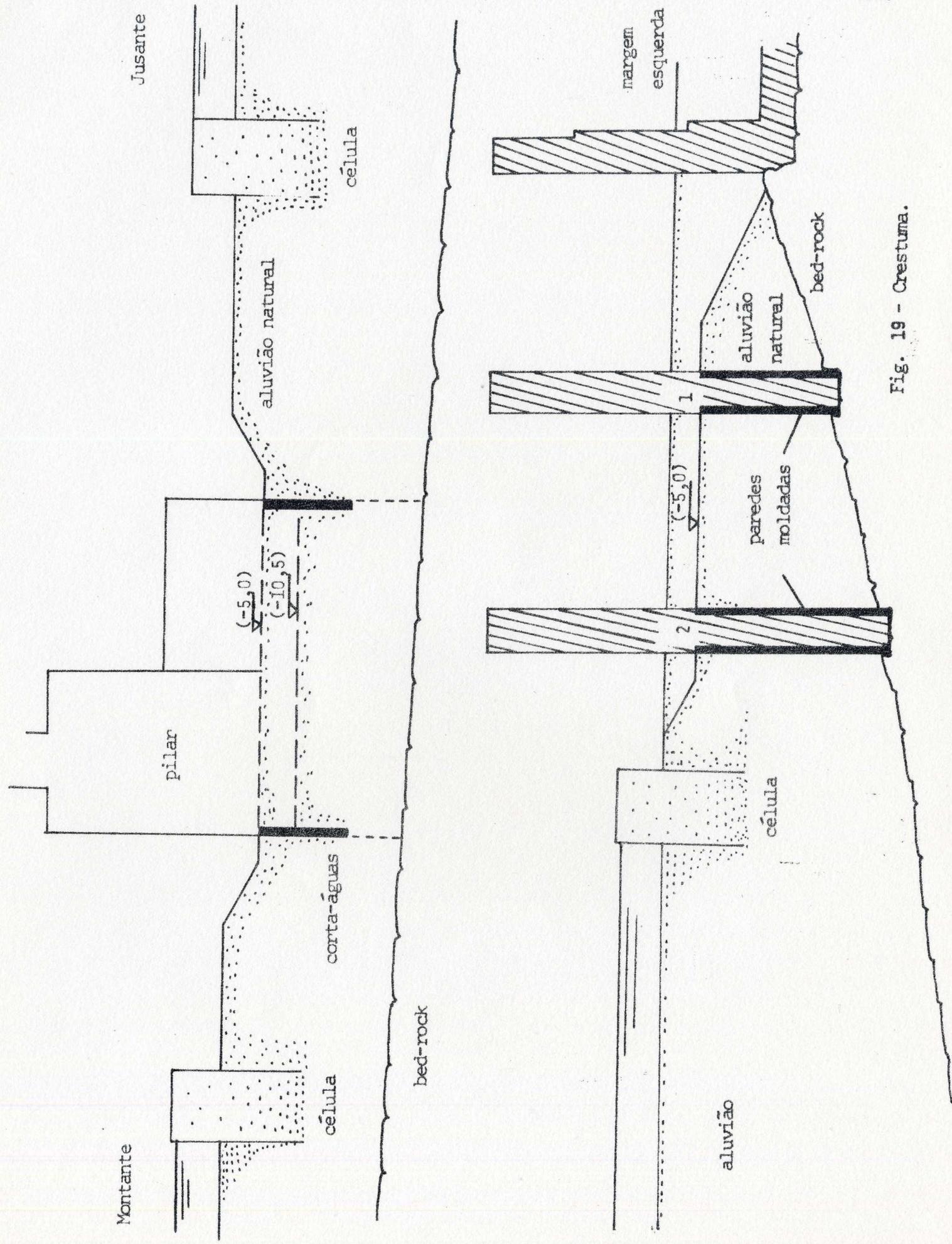


Fig. 19 - Crestuma.

6. BIBLIOGRAFIA

- RIBEIRO, A. - Lições de Aproveitamentos Hidráulicos I, 1972-1973.
- SAMUEL, A. - Paredes contínuas de betão armado moldadas no solo.
Revista "Engenho", Janeiro 1970.
- I.C.O.S. - En los trabajos del subsuelo.
Milano 1969.
- HAFFEN, M. - Écrans étanches et déformables dans un sol de fondation granulaire, perméable et aquifère.
Março 1971, Institute de recherches en génie civil.
- BIENVENU, C. - RACT MADOUX - L'utilisation des parois moulés dans les travaux de grand équipement d'Electricité de France.
Revista "Travaux", Novembro 1970.
- CHADEISSON, R. - Parois continues moulés dans le sol.
I Congresso de Mecânica das Rochas, Lisboa 1966.
- MARQUE - Les materiels des parois moulés.
Revista "Travaux", Janeiro 1971.
- LOTTI, C. - Il progetto e l'ezeecuzione delle fondazione profonde dello sbanamento di Tarsia.
X Congresso das grandes barragens. Montreal, 1970.
- GALABRU, P. - Tratado de procedimientos generales de construccion.
Cimentaciones y Túneles, 1970. Ed. Reverté.