VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-CQ-050178

São Paulo, 05 de janeiro de 1978

A-02

0099
10PR
C/R
2

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

IEE-C
Favor dar conhecimento à Geotécnica - URGENTE

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: FUNDAÇÃO DA COQUERIA - CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DESIGN CRITERIA DAS ESTACAS ESCAVADAS, SEGUNDO GEOTÉCNICA S. A.

Prezados Senhores:

Atendendo a sua solicitação e de posse (3/1/78) do processo de cálculo utilizado pela Firma Geotécnica, cuja validade seria discutível (mas no mérito da qual não entraremos de imediato por se tratar de assunto amplo e complexamente ramificado) procedemos a uma rápida estimativa dos comprimentos e das cargas de trabalho das estacas escavadas propostas para serem eventualmente utilizadas como fundação da Coqueria.

Para tanto nos utilizamos das sondagens SPT executadas na cava da coqueria: e arbitrariamente consideramos para referência as estacas de diâmetro de 60 cm, permitindo assim uma rápida comparação técnica com outras estacas de mesmo diâmetro já executadas na obra.

Nossas estimativas demonstraram uma enorme variabilidade de cargas de trabalho para a área, variabilidade esta em função do comprimento da estaca, do tipo de solo ideal (areia pura ou argila pura) utilizado para base de cálculo, e posição dentro da área da Coqueria (representada pela sondagem mais próxima). Tais resultados pareciam-nos antecipáveis (face a muita experiência) antes de nos termos inteirado do interessante relatório interno da Geotécnica.

Assim sendo, tomamos a liberdade de levantar as seguintes questões:

1 - Como pretendem os projetistas orientar os executores no que diz respeito às profundidades a serem atingidas nas estacas? Que especificações construtivas serão emitidas para as garantias indispensáveis? Que inspeção de campo faria o controle de qualidade?

./..

2 - Devido ao fato inexorável de que as estacas teriam comprimentos diferentes, bem como, por consequência do método de cálculo adotado por rotina, contribuições grandemente diferenciadas de resistência de atrito lateral e de ponta, com diferentes níveis de tensões, sendo transmitidos ao solo, e conjugação de efeitos de estacas adjacentes em grupo, para o "projeto" finalizado da fundação da Coqueria empregando tais estacas, quais seriam as previsões de recalques estimados, e quais as garantias de que seriam atendidos os requisitos apertados de recalques diferenciais permitidos?

Apressamo-nos em enviar estes resumidos comentários a fim de colaborar em tempo hábil com V.Sas. na decisão do tipo de fundação a ser definido. A tabela anexa ilustra a variabilidade em questão.

Temos o prazer de informar que para formalizarmos nossa proposta da fundação a adotar conversamos com o Dr. Burland para saber da resposta da Woodall-Duckham ao telex que a 15/12/77 lhe enviamos para insistir no entendimento com relação a possíveis defasagens de trechos do bloco-radier de fundação. Prometeu-nos a resposta por telefone no inicio da semana entrante. Solicitou-nos externar sua preocupação (que coincide com a nossa) por significativa proporção de insucessos de estacas furadas em solos analogos aos considerados, prometendo-nos enviar urgente alguma documentação comprobatória.

Sem mais de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor F. B. de Mello

LG/rmo

Anexo: Tabela (uma)

* RESISTENCIAS, r, APROX.

SONDAGEM	PROFUNDIDADE MÍNIMA				PROFUNDIDADE MÉDIA				PROFUNDIDADE MÁXIMA			
	LATERAL		PONTA		LATERAL		PONTA		LATERAL		PONTA	
	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.
SC4	70*	40*	130	15	100	65	95	10	150	115	280	35
SC5	50	15	90	15	84	30	225	30	100	40	160	20
SC6	45	15	80	15	85	30	220	25	130	50	220	25
SC10	40	20	140	20	95	40	220	25	150	40	220	25
SC11	40	25	90	15	70	40	220	25	115	60	220	25

OBS : —— PROFUNDIDADES ADMITIDAS

AÇO-050178

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

IEE-C

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.
RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA 297 - TELS. 280-8223 - 852-9280
SÃO PAULO CEP 01443

AÇO-AF-130178

A-06

31 JAN 0750 = 00 1005

São Paulo, 13 de janeiro de 1978

ARQUIVO DO PROJETO

ANEXO COM

RECEBER/ ... CÓPIAS

ISE | IEEC | IAA

ACO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

Nº 405
Recebido EM
IEE-C

RECEBIDO
31 JAN 1978
ISE
SECRETARIA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: ALTO FORNO, RECOMENDAÇÕES DE PROJETO DO REFORÇO

Prezados Senhores:

1 - De conformidade com entendimentos contínuos durante os últimos 4 meses, vimos pela presente submeter nossa recomendação (e justificativa aproximada) do projeto de reforço da fundação do Alto Forno (unidade básica) respeitadas as condições de fato que nos foram impostas tanto no projeto original como na escolha da estaca de aço para reforço (perfil H especial).

Em relatório-resumo separado apresentam-se considerações sobre a sequência do conceitual histórico-técnico do ocorrido. Como ponto de partida observa-se que:

a)- o projeto original, embora condicionado a recalques, não tenha pretendido realizar qualquer estimativa de recalques (efeito de grupo de estacas sob bloco rigido);

b)- as 324 estacas Franki foram "dimensionadas" sob critério de rutura (coeficiente de segurança CS de estaca unitária) e resultaram a espaçamentos que exigiriam cuidados especiais em solo saturado argiloso, denso. Tais cuidados não mereceram menção nas Especificações.

2 - A execução da estacaria lamentavelmente não foi conduzida nem fiscalizada com a preocupação indispensável por problemas clássicos de "levantamento" (heave) de arranque devido à cravação de estacas vizinhas. Por informações orais sabemos que apenas 5 das 324 estacas foram registradas quanto a levantamento: observou-se numa um levantamento de 21 mm. Meticulósa apreciação da logistica da cravação das estacas (sequência em planta, e rítmo) recentemente recebida confirma inexorabilidade de problema de levantamento essencialmente generalizado: lamentavelmente é impossível e erratico quantificar.

3 - Foram executadas seis provas de carga levando a resultados menos satisfatórios do que esperados. Em três primeiras provas de carga o sistema de carregamento suscitaria suspeita liminar: talvez caiba associar a tal circunstância o pior resultado de todos (o da estaca 172). Em todas as outras provas ocorreram outros pequenos senões afetando curvas tensão-deformação.

./..

De qualquer forma, resultaram das provas de carga curvas carga-recalque um tanto insatisfatórias. A impressão inexorável imediata não poude deixar de ser a de que as curvas tensão-deformação das estacas indicavam uma fenomenologia semelhante à de "rutura" sob carga um tanto inferior à de coeficientes de segurança típicos exigidos de estacas unitárias (1,5 ou 2,0).

Admitida a configuração de fenomenologia de "rutura" (embora apenas de estacas individuais) e aceite ipso facto a necessidade de algum projeto de reforço da fundação, tumultuaram-se os raciocinios de projeto que deveriam ter imperado desde o inicio, nutrindo-se considerações como se estivesse em jogo na mais remota possibilidade uma questão de rutura da fundação, e de coeficiente de segurança perante rutura. Repetimos que desde o inicio se reconheceu (e se declarou insofismavelmente) que não havia cogitação de rutura do terreno nem se o bloco fosse um radier de apoio direto: muito menos, portanto, se o terreno subjacente estiver "reforçado" por estacas. O problema único estava, e agravadamente continuava, preso a recalques.

4 - Em termos conceituais e práticos, o que cabia ressaltar é que a problemática inicialmente condicionante do projeto, que era exclusivamente a de recalques, passou a agravar-se por três motivos: 1) assumindo magnitudes maiores do que antecipável de uma estacaria sã: 2) exibindo uma variabilidade estatística maior, e um tanto dificil de quantificar, por depender precipuamente de quais teriam sido os "arrancamentos" de estaca em estaca; 3) devendo exibir um comportamento tensão-deformação descontínuo, com uma deformabilidade módica até os cerca de 10 mm de recalque, em que seria desenvolvida e vencida a resistência de atrito lateral do fuste; seguida de uma deformação abrupta nitidamente maior (uns pouco centimetros) até o fuste re-encostar sobre a base da qual teria sido arrancado na construção; e, finalmente seguida de um trecho de deformabilidade baixa, em que voltaria a atuar a estaca em seu todo, fuste apoiado sobre a base alargada.

5 - Lamentàvelmente todos os Códigos de Fundações e de interpretações de provas de carga sobre estacas se concentram sobre problema de "rutura" e coeficiente de segurança de estaca unitária. Só o podiam, face a contingências históricas, principalmente de tipos de estacas, magnitudes de carregamentos, e acúmulo dificil e lento de conhecimentos em protótipos instrumentados de fundações sobre grandes grupos de estacas.

Não obstante a argumentação supra (ítem 3) de que em nada se aplicam quaisquer parâmetros convencionais associados a "rutura" de estacas unitárias, tivemos a preocupação de mostrar a que conclusão levaria uma interpretação convencional (não influenciada por temores subjetivos). Segundo nosso AÇO-A-051277, empregando vários códigos de interpretação de provas de carga (incluindo a prova suspeita sobre a estaca suspeita, nº 172) chegaríamos a uma carga de trabalho por estaca da ordem de 100 t.

Ora, é óbvio e corrente aceitar-se um Coeficiente de Segurança CS menor quando coparticipam um grande número de unidades, em comparação com o caso de apenas uma ou poucas unidades: reconhece-se ser muito menor a probabilidade de que grande número de unidades alcancem simultaneamente a condição desfavorável afastada pelo CS.

Assim, por ainda esta via independente se demonstra que um carregamento de 14000 t de bloco (essencialmente apoiado sobre solo) mais 25000 t de superestrutura, seria aceitável (por códigos e critério de CS) sobre 324 estacas de carga de trabalho de 100 t cada.

6 - Admitindo um bloco flexivel foram-nos indicadas provirem da superestrutura significativas variações de carregamentos sobre a laje (cf. AÇO-A-211177) e Des.1 deste relatorio (AÇO-AF-150178).

./..

No caso em pauta a Projetista estrutural leva a uma laje extremamente rigida (4.5 m de espessura, fortemente armada) em comparação com casos publicados.

Ocorre sempre um significativo aumento nas reacões sob a laje devido à rigidês, conforme assinalamos nas Figs. 1 e 2 do AVO-A-051277 e repetido no Des. 1 anexo; os bordos ou cantos ficam sobrecarregados, mesmo se o carregamento sobre a laje fosse uniforme.

Assim, sob qualquer ponto de vista de capacidade de carga de estacas, a garantia maior deve ser dada às estacas nos cantos.

No caso específico em pauta relembramos que o único risco eventual seria de recalque diferencial de pequena inclinação do plano rigido de apoio: acentua-se assim a utilidade específica de estacas de reforço nos cantos.

Tendo em consideração a área central com maior carga de superestrutura, a despeito da rigidês do bloco consideramos razoável dispor algumas estacas de reforço também nesta área central (Des. 1).

7 - Segundo Ata de Reunião de 040577, a preocupação por recalques diferenciais só afeta a condição final de montagem e inicial de operação do Alto Forno. Declarou-se que só preocuparão os recalques diferenciais (internos à estrutura do Alto Forno apoiada sobre a laje rígida de 34 x 34 m) provocados pelo carregamento complementar após o peso do bloco mais 1/3 da carga sobrejacente.

Inicialmente cabe frizar que ainda não conhecemos que acomodação atribuir ao lençol geohidrológica local: parece, todavia, que ocorre um abaixamento deste lençol, o que também provocará recalques gerais, embora muito pequenos.

Ademais, o carregamento inicial de pouca relevância quanto a recalques é:

Bloco	14 000 t
Superestrutura (1/3)	8 500 t
	22 500 t.

Isto corresponde a cerca de 70 t por estaca Franki da estacaria original, se não ocorresse transferência parcial direta ao terreno. Sob tal carga, no trecho inicial das provas de carga extraimos que a estaca unitária teria um recalque 1,5 e 2,5 mm (a prazo relativamente curto).

8 - Interpretando a fenomenologia de "rutura" das provas de carga como rutura de atrito lateral de fuste, e atribuindo uma altura ponderal de 12 m de fuste acima dos "espaços livres" de separação dos fustes das bases respectivas, verificamos que sob tal carregamento as estacas atuais só cederão progressivamente até reencostar nas bases respectivas na medida em que contamos com a rigidês do bloco e permitimos o recalque médio livre do bloco.

Extraidos os parâmetros de deformabilidade, e feitas as compensações na medida do possível por efeito de tempo (aumentando o recalque, possivelmente ao dobro) e por efeito de grupo (já discutido em relatórios anteriores) estimamos que o recalque global médio desta fase seja da ordem de 4 a 8 cm.

9 - Trabalhando com as estacas de aço II em uso, calculadas em regime de limite proporcional (2100 kg/cm²) verificamos que disporiamos de reação da ordem de 540t por estaca, como aço. De novo, não se trata de discutir coeficiente de segurança: no tocante ao aço propriamente contamos com curva tensão-deformação do tipo ductil com "strain-hardening" (Fig. 3 anexa), mostrando que se a ponta encontrar apoio de rocha sã, a capacidade de reação só aumenta com a deformação. No tocante à estaca, como é bem sabido, o que está em jogo é a penetrabilidade estática uma vez vencido o "atrito estático" solo-aço, ou solo-solo imediatamente contiguo.

./..

Repete-se portanto a consideração de que as estacas H entram em funcionamento tão somente como atenuadores de recalques.

Apenas a título ilustrativo assinala-se que com 10 estacas em cada canto disporíamos de 5400 t (de capacidade de carga adicional) em cada canto que recebe cerca de 4500 t: e no total com as 48 estacas indicadas no Des. 1 contaríamos com uma capacidade de carga adicional de cerca de 26 000 t (quando faltaria carregar as 17 000 t finais da superestrutura).

10 - Assim, se permitirmos as estacas Franki trabalharem na fase inicial de pouca responsabilidade, e solidarizarmos as estacas H só após aplicado o primeiro terço da carga da superestrutura, podemos garantir que os recalques serão milimétricos para a fase significativa, do carregamento dos 2/3 finais.

Na Fig. 2 anexa indicamos esquematicamente, segundo um dimensionamento preliminar, o procedimento pelo qual a solidarização das cabeças das estacas H poderá ser realizada pelo sistema de concretagem prepakt, postergada até uma fase oportuna posterior, sem impedimento à armação e concretagem do bloco. É um sistema que tem sido muitíssimo utilizado, dispensando maiores comentários de imediato.

11 - Em resumo, recomendamos pois o emprego de 48 perfis H de reforço especialmente posicionados, a serem solidarizados ao bloco em momento oportuno após a transferência de uma boa parte da carga ao conjunto bloco-estacaria Franki do projeto original.

Se os perfis H forem prematuramente solidarizados, poderão receber muito maior carga do que a estática rotineira indicaria, pois que as próprias estacas Franki (e o terreno intermediário) poderão ficar suspensos sobre os pontos de apoio mais rígidos dos perfis H, particularmente se ocorrerem acomodações por motivo(entre outros) do abaixamento do lençol geohidrológico.

Se os perfis H forem meramente dispostos em distribuição geométrica em todo o bloco, as estacas de bordo poderão receber carregamentos bem superiores aos médios estimados. Cabe assinalar que não se trata realmente de colunas apoiadas sobre rocha sã impenetrável, e sim colunas de maior ou menor penetrabilidade (bastante variável) pela natureza do "efeito de faca", em solo residual muito denso, de penetrabilidade diminuindo com o aprofundamento.

Indiscutivelmente sentimo-nos na obrigação de indicar a V.Sas. o que nos parece um projeto de reforço satisfatório, porém mínimo. Respeitados alguns dos princípios básicos acima resumidos, nada poderemos argumentar contra um certo aumento do número de perfis H a empregar, o que passará a ser assunto de ordem econômica.

De acordo com a decisão que V.Sas. tomarem, apresentaremos considerações sobre as condições de cravação e de negas que se recomendariam.

Sem mais de momento, firmamo-nos mui

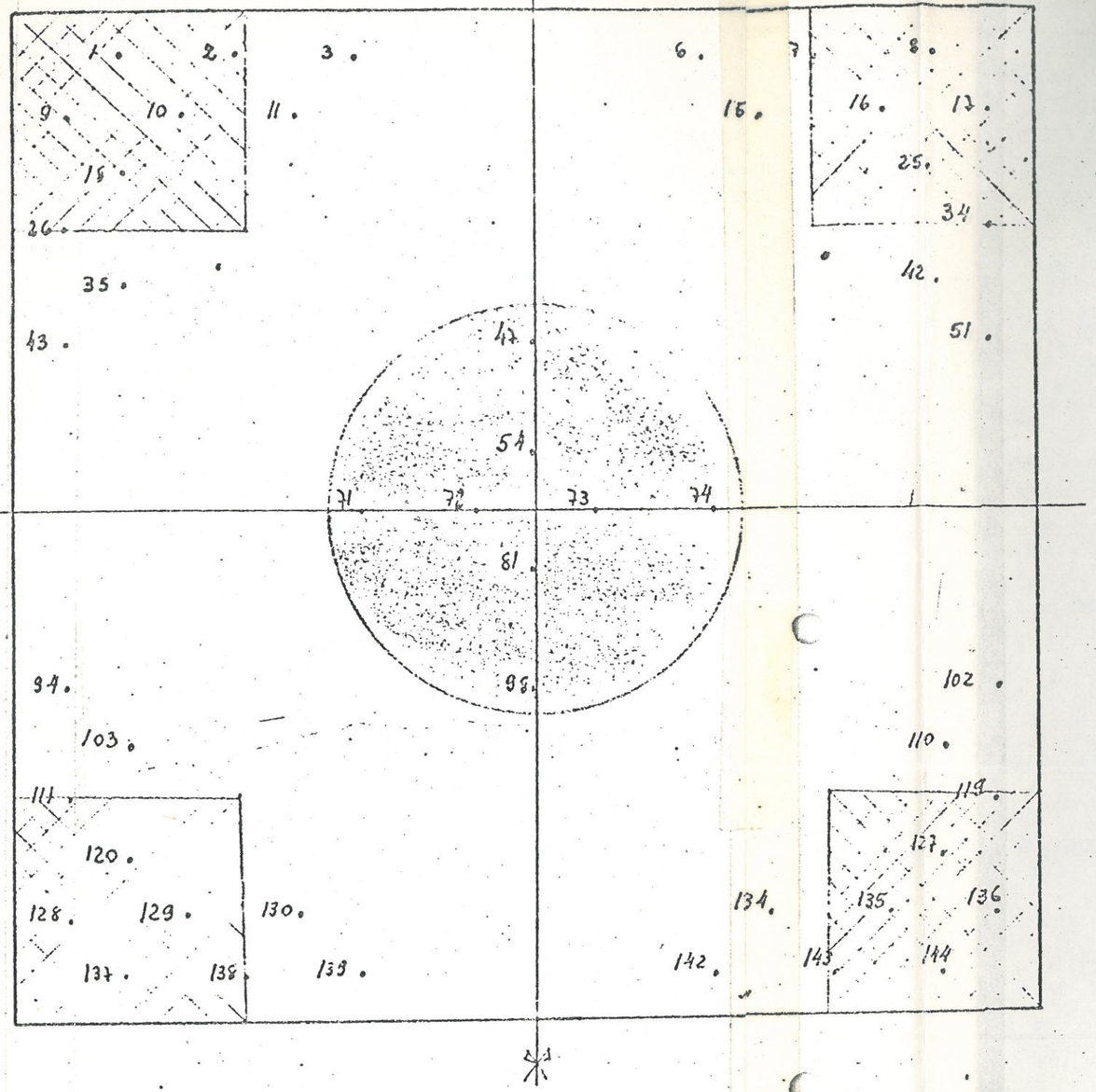
Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

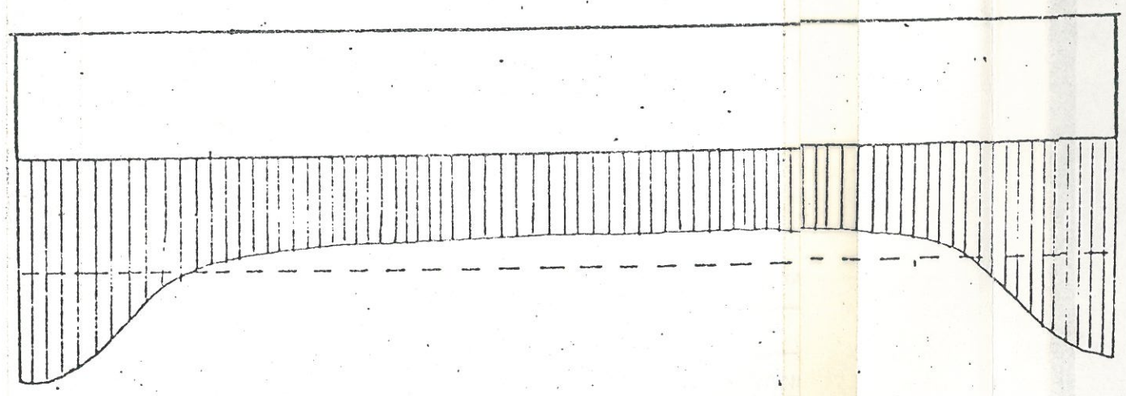
Prof. Victor F. B. de Mello

VM/mmo

(a)



(b)



(a) CARREGAMENTOS DIFERENCIADOS
VER AÇO - AF - 211177

78 t/m²

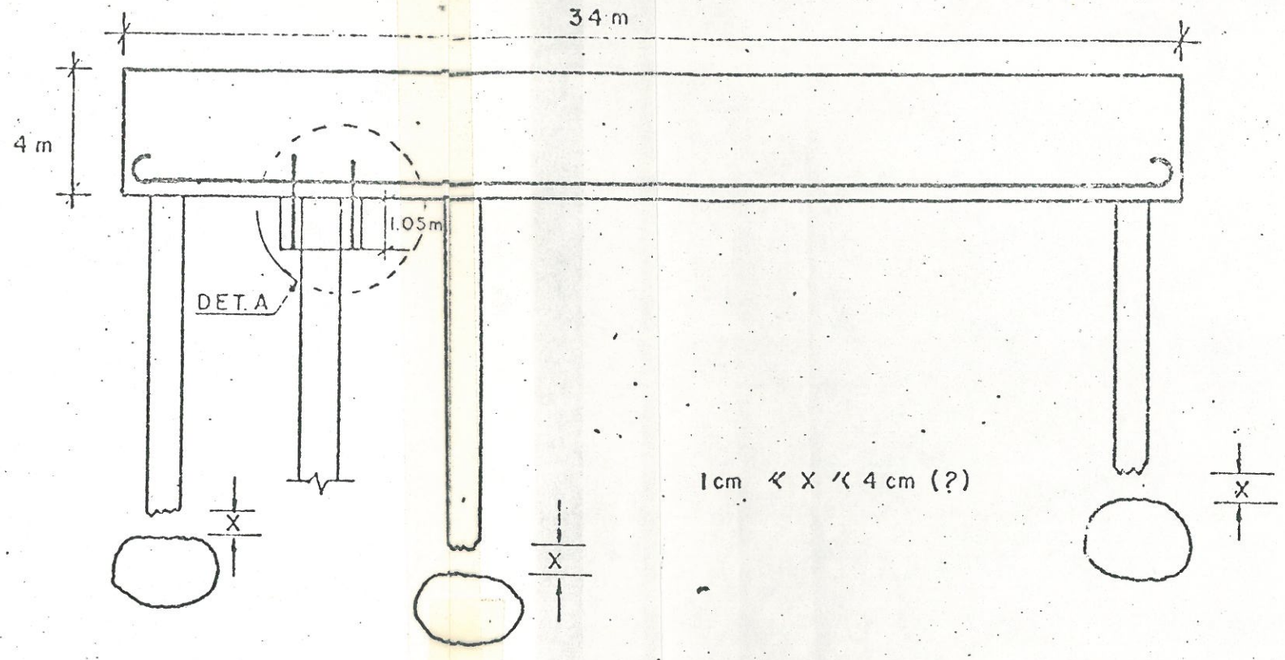
105 t/m²

restante da area 15 t/m²

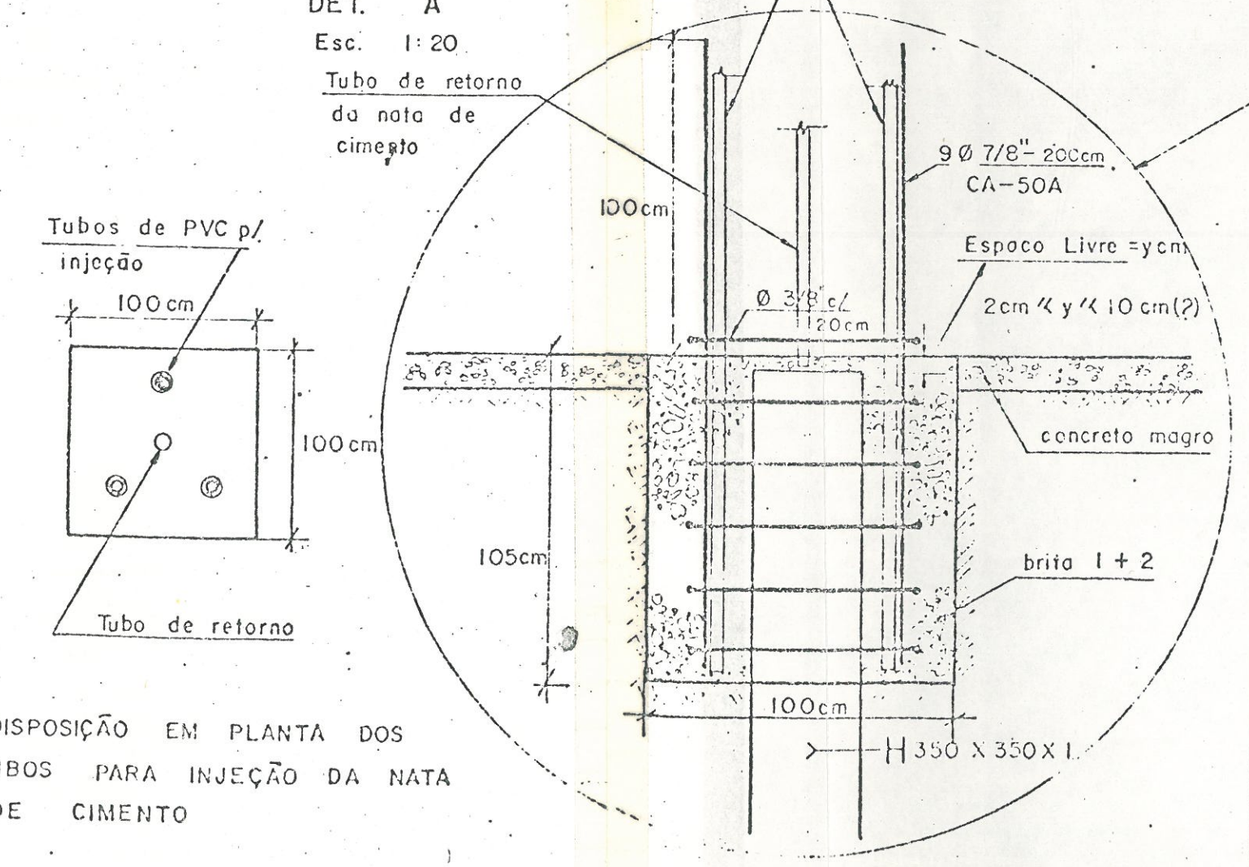
(b) REAÇÕES DIFERENCIADAS DEVIDO À RIGIDES DO BLOCO

CONCLUSÃO: DUPLO MOTIVO PARA CONCENTRAÇÃO DE CAPACIDADE DE APOIO NOS BORDOS

VICTOR F. B. DE MELLO E ASSOCIADOS S/C. LTDA		
Interessado: AÇOMINAS		
Obra: USINA DE OURO BRANCO		
Local: ALTO FORNO		
DISPOSIÇÃO RECOMENDADA DA ESTACARIA DE REFORÇO		
Data: 13/01/78	Figura: 1	Codigo: AÇO-AF-130178



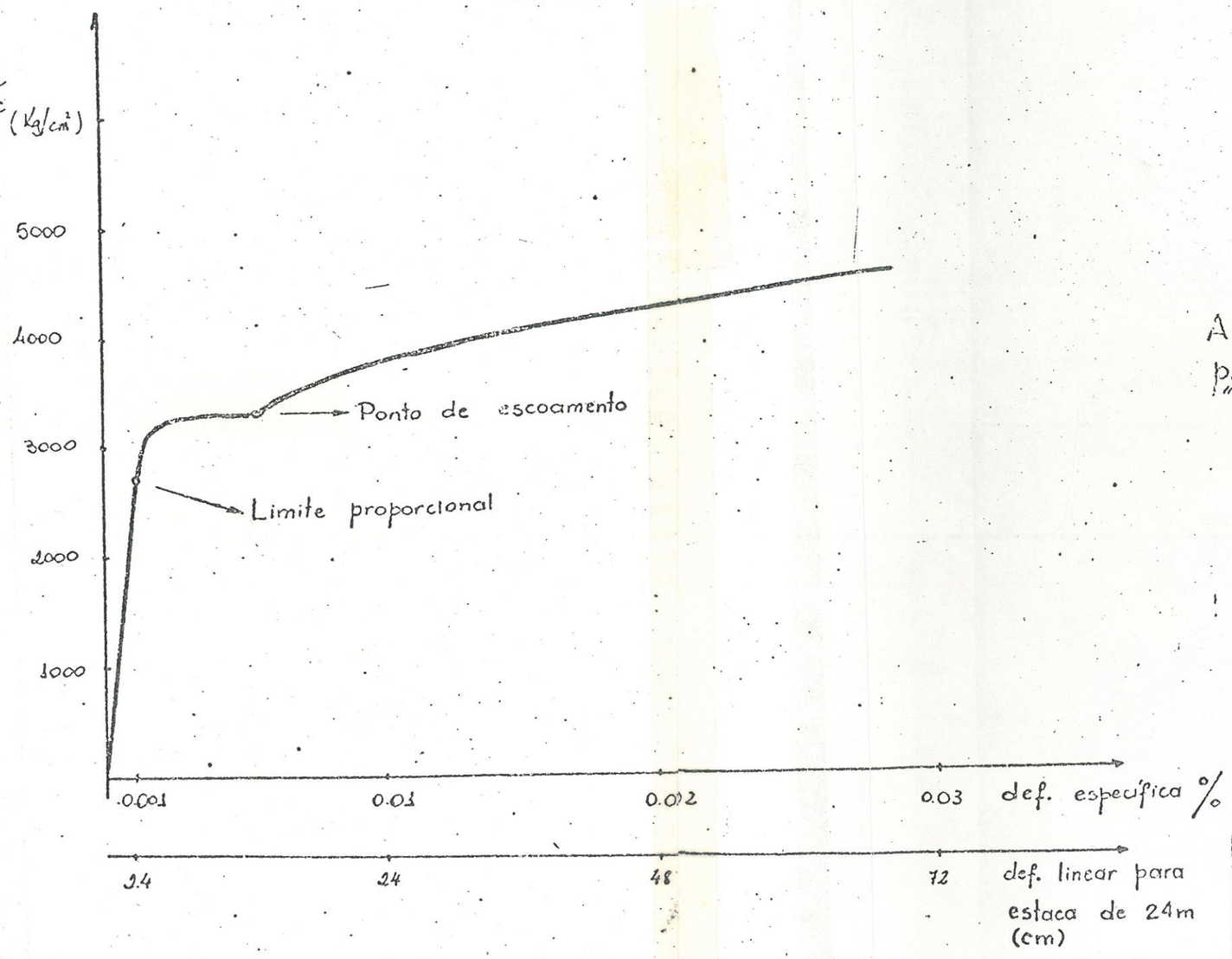
DET. A
Esc. 1:20



DISPOSIÇÃO EM PLANTA DOS TUBOS PARA INJEÇÃO DA NATA DE CIMENTO

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C. Ltda.		
interessado: AÇOMINAS		
obra: USINA DE OURO BRANCO		
Local: ALTO FORNO		
SOLIDARIZAÇÃO ESTACAS METALICAS SUGERIDA		
data: 13/01/78	FIGURA: 2	código: ACO-AF-130178

COMPRESSÃO EXCLUIDA FLAMBAGEM



AÇO ESTRUTURAL COMUM

p. ex. ver ref. Bleich, F. "Buckling Strength of Metal Structures"

VICTOR F. B. DE MELLO E ASSOCIADOS S/C. LTDA	
Interessado	AÇOMINAS.
Obra	USINA DE OURO BRANCO
Local	ALTO FORNO
COMPORTAMENTO DE COLUNAS DE AÇO À COMPRESSÃO EXCLUIDA FLAMBAGEM	
Data 13/01/78	Figura 3
Código	AÇO-AF-130178

TOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.
CARTÃO ANTONIO ROSA 297 - TELS. 210-8223 - 852-9280
CEP 01443
PAULO

A-02

AÇO-CQ-200178

São Paulo, 20 de janeiro de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
R. Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: FUNDAÇÃO DA COQUERIA

Prezados Senhores:

A fim de melhor posicionar V.Sas. perante as resoluções tomadas durante a reunião de trabalho do dia 17/01/78, na qual foi amplamente discutida a solução da obra em questão com estacas cravadas com o intuito de reduzir recalques - "PILED-RAFT SYSTEM ou PILES AS SETTLEMENT REDUCERS", encaminhamos o presente resumo da sequência de idéias desenvolvidas:

1 - O ante-projeto da fundação da coqueria através de apoio direto seria considerado aceitável perante quaisquer considerações de ruptura do solo. O único problema dizia respeito às garantias quanto aos recalques estimados ao serem comparados com os requisitos da fundação impostos pelo fabricante dos equipamentos, e particularmente quanto as garantias perante comportamentos impostos pelo calor e contrações.

1.1 - Assim sendo nos valemos do modelo mental de introduzir "armações" no subsolo a fim de melhorar suas características. Baseados neste conceito existem exemplos antigos na literatura da utilização de estacas de compactação [illegible] de concreto (por ex. a Geotécnica os utilizou nas fundações de um prédio em Santos ao redor de 1955): muitíssimos outros exemplos do tipo existem em publicações.

1.2 - Obviamente o mesmo principio vale quando da utilização de elementos mais rigidos (ex. estacas solidarizados ao bloco) desde que os comportamentos tensão-deformação das estacas sejam ducteis (elasto-plástico ou strain hardening material), e se adaptem os cálculos aos módulos mais diferenciados em questão.

2 - A solução encaminhada enfoca basicamente o problema de economia da fundação, e do realismo quanto aos recalques a serem observados quando da obra em funcionamento (realismo este importante visto que todas as exigências dos fornecedores se prendem a recalques).

./..

3 - Conforme discorremos, o modelo mental está estabelecido desde há muito tempo e fundações foram executadas nele baseadas. Há mais ou menos 8 anos (no mínimo) processos numéricos para calculo do sistema de fundação foram introduzidos, faltando na época apenas conferir e ajustar os parâmetros extraidos dos ensaios correntes da Mecânica dos Solos com os requisitos das metodologias de cálculo. Data portanto de período mais recente o aparecimento de publicações comprovando os comportamentos de fundações comparados com os cálculos de projeto.

4 - No caso de qualquer projeto "dito convencional" de estacaria como se fossem "colunas" profundas, cabe insistir que os requisitos da fundação são ditados em função de recalques e portanto o dimensionamento (mesmo que menos economico) não poderá ser siquer considerado salvo quando vier documentado com estimativa dos recalques dos pontos representativos da fundação.

5 - Encaminhamos a V.Sas. uma breve lista de referências bibliográficas internacionais sobre a solução de fundações como PILED - RAFT SYSTEMS a fim de facilitar as necessárias decisões:

a) - David, E.H. & Poulos; H.G. (1969) - "The analysis and design of Pile-raft systems" - Australian Geomechanics Journal 1972.

b) - Butterfield, R. & Banerjee,P.K. (1971 b) - "Problem of pile group - pile cap interaction" Geotechnique vol 21 nº 2.

c) - Hight, D. W. & Green, P. A. - (1976) - "Performance of a piled - raft foundation for a tall building in London" - 6th European conf. SMFE vol 1.2.

d) - Naylor, D. J. & Hooper, J. A. (1975) - "An effective stress finite element analysis to predict the short and long term behaviour of a piled-raft foundation on London clay" Conference on Settlements of Structures.

e) - Hooper, J.A. (1973) - "Observations on the behaviour of a piled-raft foundation on London clay". - Proc. Civ. Eng. 55. Pt.2.

f) - Poulos, H. G. (1968) - "Analysis of the settlement of pile group" - Geotechnique 18 - dec.

g) - Butterfield, R. and Banergee, P.K (1971) - "The elastic analysis of compressible piles and pile group" - Geotechnique 21 - March.

Sem mais, de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/rmo

ISE

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA
RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA 297 - TELS. 280-8223 - 852-9280
SÃO PAULO - CEP 01443

MINISTA

10 FEV 0837 R 001255

ARQUIVO DE PROJETO

AÇO-AF-020278

São Paulo, 02 de fevereiro de 1978

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE | IEEC | IAA | IEPA | ISO

AÇO MINAS GERAIS S.A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Memorando
EP-A - 197/78

Ref.: DADOS DE CRAVAÇÃO DOS PERFIS METÁLICOS NO ALTO FORNO

Prezados Senhores:

Quando da última visita à Usina de Ouro Branco, constatamos que para todos os perfis metálicos H cravados estava-se obtendo os dados de número de golpes necessários para a penetração de cada trecho de 50 cm durante toda a cravação da estaca (chamada "gráficos de penetração" ou "nega contínua"), assim como, quando da obtenção da nega final de cada estaca, esta-se obtendo informação da nega dinamica de cada estaca.

Tais dados são de extrema importância para a estimativa da capacidade de carga de cada estaca.

Já dispomos de tais informações para as estacas (relacionadas a partir da numeração do projeto da Geotécnica): 135, 10, 27, 44, 61, 78, 95 e 112.

Solicitamos que nos sejam enviadas as informações mencionadas de todas as estacas cravadas a fim de podermos analisa-las para conjuntamente com os dados das Provas de Carga em Estacas Metálicas (os quais também solicitamos por somente dispor dos dados referente à PC na estaca 10) podermos enviar nosso parecer sobre a estacaria cravada.

Sem mais de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

RECEBIDO
10 FEV 1978
ISE
SECRETARIA

Nº 549
Recebido EM
ISE
IEP-A
IEE-C

Verificar se foi atendido Dr. Lúcio Flávio

ACO MINAS GERAIS S/A
-ACOMINAS-
BAC 10RV 0840 RE 001270
ARQUIVO DO PROJETO

DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT

Building Research Establishment

Building Research Station
Garston, Watford, WD2 7JR

Telephone: Garston (Herts) 74040 (STD code 0927 3)
Telegrams: Research, Watford Telex: 923220

A-02

Dr Stelio Francisco da Costa
Aco Minas Gerais S/A-ACOMINAS
Rua dos Inconfidentes 1001
Caixa Postal: 1390
Belo Horizonte
M.G./BRAZIL

telephone extension:

your reference:

our reference: A63/17/14

date 6 February 1978

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS
ISE IAA IEPA

Dear Sirs

CONSULTATIONS IN FOUNDATIONS FOR COKING PLANT
REF PACKAGE A-02-ISE

1 During a recent telephone conversation with Victor de Mello he told me that a piled raft solution is under consideration for the coking plant. He requested me to outline the approach that would be followed in the UK for the design of a large piled raft of this type.

2 I should stress first of all that the behaviour of a piled raft subjected to non-uniform loads and overlying ground whose properties vary with depth in plan is a complex matter. In view of the many uncertainties both in the loading and ground properties it would be totally unrealistic to attempt a rigorous analysis.

3 However there are two fundamental aspects which must be taken account of in any analysis of a piled raft:

3.1 the distribution of load between piles due to various combinations of structural loading. Account must be taken of the stiffness of the raft in assessing this problem.

3.2 the distribution of load between the piles and the ground in contact with the raft.

4 I recommend that in this case an assessment of 3.1 should be made first followed by modifications arising out of a consideration of 3.2.

5 Distribution of pile loading due to non-uniform structural loads from the columns :

In the case of the coking plant the column loads are highly non-uniform and can vary one from another very significantly. The column loads are given in Woodall-Duckham's Drawing No 1/4081/8129A.

557
IEP-A
IEE-C

continued.....

RECEBIDO
16 FEV 1978
ISE

6 February 1978

Under my instructions Woodall-Duckham carried out a number of calculations in which piles were represented as springs immediately under each column, the stiffness of the raft was taken into account but no contact between raft and ground was assumed.

On the basis of this analysis Woodall-Duckham recommended as an upper bound safe solution that the piles under the outer rows of columns should carry 275 tonnes and the piles beneath the coke ovens should carry 200 tonnes. (It may be worth noting that the method of analysis adopted by MPL in their submission would have given 340 tonnes per pile if the layout of one pile per column had been chosen. Hence the method I recommended to Woodall-Duckham of allowing for the stiffness of the foundation slab has resulted in considerable savings.)

The calculations of the type carried out by Woodall-Duckham should now be repeated with a slightly revised pile layout in which some additional piles are located outside the outer rows of columns. I have sketched in a suggested layout on the attached sheet. This layout differs slightly from the pile layout suggested by Woodall-Duckham in their Drawing No 0/4081/8149 and should have the effect of reducing the worst loads in the piles under the outer columns to below 200 tonnes. There may be other pile layouts which are improvements on my suggestion.

6 Distribution of load between piles and ground :

It is normal practice in the UK to make allowance for the fact that the ground under the raft carries a proportion of the total load. This practice has been strengthened by field measurements made by Hooper, 1973 (Proc Instn Civ Engrs, London, Vol 55, Part 2, p655-677) and Hight and Green, 1976 (Proc 6th European Conf SM&FE; Vol 1.2; p467-472). These workers found that about 35 per cent of the load was carried by the ground beneath the raft.

Butterfield and Banerjee, 1971 (Geotechnique 21; 2; p135-142) gives some curves which can be used to estimate the proportion of load carried by the ground beneath the pile cap. I attach a list of references on piled raft behaviour which may be of assistance to you. In order to carry out analysis of the load sharing between pile and soil it is necessary to know the stiffness of the soil. I will be sending you my analysis of the plate test results within a few days and these can be used in analysing the piled raft problem.

7 I have received details of some of the pile tests and soil tests for the Blast Furnace Foundation and am carrying out an analysis. I will be sending you this in a few days time. However I can already tell you that the pile results from the Blast Furnace are not unexpected for the soil conditions over their depth at that site. Moreover the ground conditions at the Coking Plant Site are much better than at the Blast Furnace Site and we can expect Franki piles to carry significantly greater loads. I will be writing to you in greater detail on this matter.

Yours sincerely

J B Burland

cc: Prof de Mello
Dr Valle

REFERENCES: PILED RAFTS

1. Zeevaert, L. (1973). Foundation Engineering - for difficult subsoil conditions. Van Nostrand Reinhold Co., N.Y., 652 p

2. Morton, K and Au, E (1975). Settlement observations on eight structures in London Conf. Sett. of Structures, Cambridge 1975, Pentech Press, London, pp 183-203

3. Torstensson, B. A. (1973). The behaviour of a cohesion pile group in soft clay. Proc. 7th Int. Conf. Soil Mech., Moscow, Vol 2.1, pp 237-242

4. [illegible] (1974). Rational analysis of raft foundations. J. Geotech. Eng. Div. ASCE, Vol 100, GT7, pp 843-860

5. Davis, E. H. and Poulos, H. G. (1972). The analysis of pile-raft systems. Australian Geomech. J., Vol G2, No. 1, pp 21-27

6. Butterfield, R and Banerjee, P. K. (1971). The problem of pile group-pile cap interaction. Geotechnique, Vol 21, No. 2, pp 135-142

7. Hain, S. J. (1975). Analysis of rafts and raft pile foundations. Proc. Symp. Recent Dev. in Soil Mech., Univ. NSW, Australia, pp 213-253

8. Hooper, J. A. (1973). Observations on the behaviour of a piled raft foundation on London Clay. Proc. Inst. Civ. Eng., Part 2, Vol 55, Dec., pp 855-877

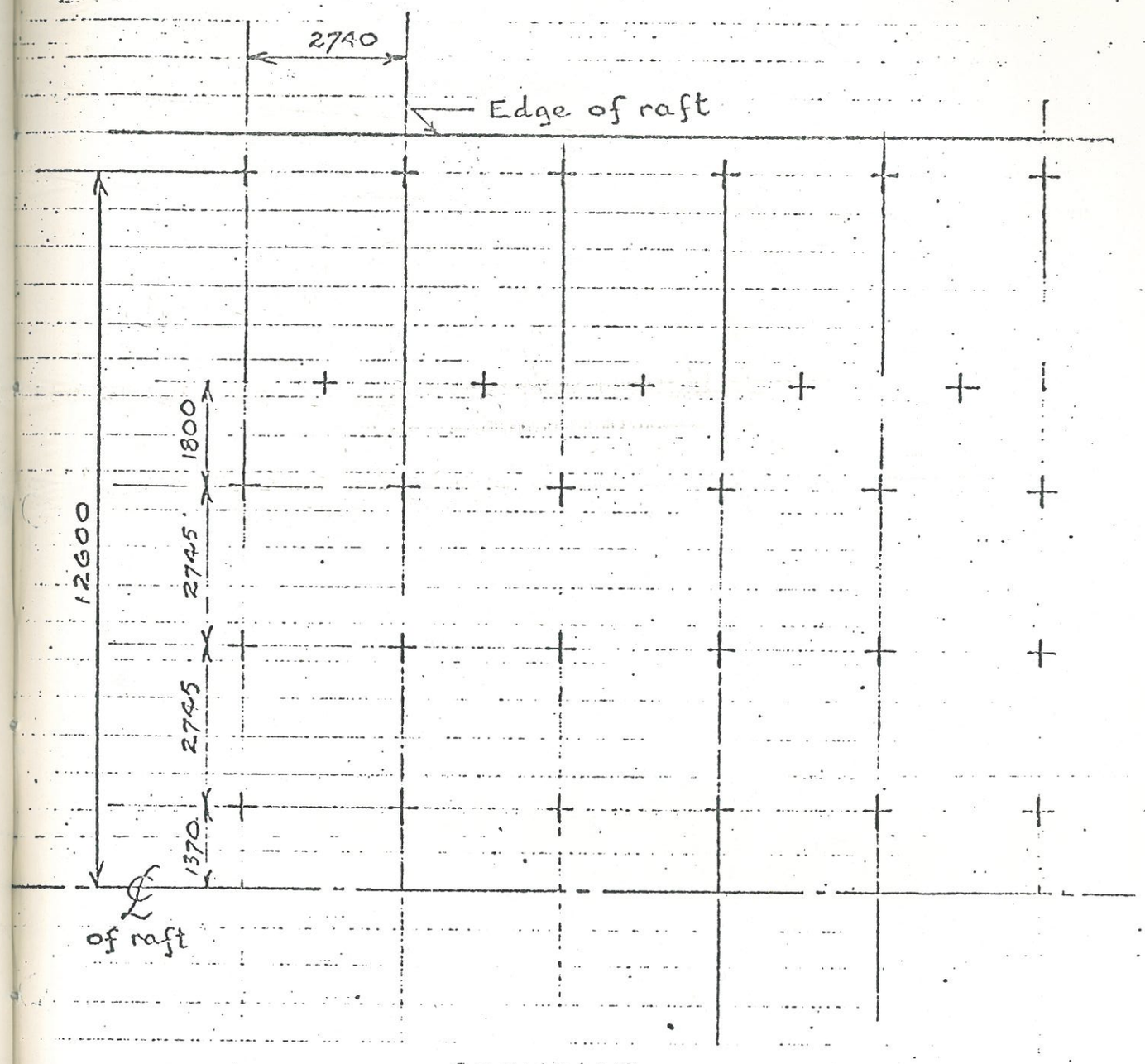
9. Desai, C. S., Johnson, L. D., and Hargett, C. M. (1974). Analysis of pile supported gravity lock. J. Geotech. Eng. Div. ASCE, Vol 100, GT9, pp 1009-1029

10. Poulos, H. G. (1976). Discussion of 'Three-dimensional Finite Element Analysis of vertically loaded pile groups' by Ottaviani, M. Geotechnique, Vol 26, No. 1, pp 238-241

11. Brown, P. T., Poulos, H. G. and Wiesner, T. J. (1975). Piled raft foundation design. Proc. Symp. Raft Foun., CSIRO, Div. App. Geomech, Perth, Australia, pp 13-21

12. Koerner, R. M. and Partos, A. (1974). Settlement of building on pile foundation in sand. J. Geotech. Eng. Div., ASCE, Vol 100, No. GT3, pp 265-278

13. Hight, D. W. and Green, P. A. (1976). The performance of a piled-raft foundation for a tall building in London. 6th Euro. Conf. SF and FE, Vienna, 1976, pp 467-472



ACOMINAS

Suggested Typical Pile Layout

for Coke Oven Batteries

J. B. Burland
6/2/78

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-200278

São Paulo, 20 de fevereiro de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: PREVISÃO DE COMPORTAMENTO DE FUNDAÇÕES EM SAPROLITOS GRANITO-GNAISSICOS: -- DADOS DA BARRAGEM DE ITUMBIARA.

Prezados Senhores:

1 - Visando obter maior número de indicações sobre os recalques a prever em áreas de cortes para quaisquer fundações diretamente apoiadas, e bem como, também no próprio terreno natural de fundação dos aterros, procurou-se coletar dados de observação em campo do comportamento de outras obras, interpretá-los e correlacionar-los com o comportamento a esperar das obras na área da Usina.

Quando do início dos trabalhos de projeto de terraplenagem, procurou-se estudar o comportamento do aterro das Barragens de Paraibuna-Paraitinga, onde os materiais de fundação e de empréstimo por motivos geológicos tem características semelhantes ao da Usina (ver nosso AÇ-271276). Presentemente nos interessam informações sobre o comportamento de cargas e pressões apoiadas em terreno natural parcialmente removido, quer seja o assentamento da fundação do aterro, quer seja, em maior interesse, o recalque de fundações estruturais que sejam apoiadas sobre as áreas de corte.

A Barragem de Itumbiara, por suas características de fundação em solo residual de granito-gnaisse, de novo geologicamente analogo ao solo da Usina, foi escolhida para uma tentativa de coleta de dados, por sabermos estar bem instrumentada, ter exigido profundas escavações de remoção, e já ter alcançado fase da obra tal que exista grandes áreas carregadas com altas pressões, de modo que se possa utilizar os dados colhidos sem necessidade de extrapolação de escala (tanto em dimensões como em carregamentos).

Cabe reiterar nossas repetidas indicações de que o principal problema atual na Mecânica dos Solos aplicada às Fundações reside em dois fatores: primeiro, os grandes, e frequentemente desconhecidos, "coeficientes de correção" que tem que ser aplicados em qualquer parâmetro de compressibilidade e deformabilidade de ensaios de laboratório, para refletir condições aplicaveis no campo; segundo, a apreciável adaptação que deve ser introduzida de efeito de escala modelo-protótipo, para previsões adequadas do comportamento de protótipos de grandes dimensões.

./..

2 - Foram colhidos dados de recalques de 5 medidores de placa única (com piezometro incorporado), situados na margem esquerda e apoiados diretamente sobre a fundação, após a remoção de espesso horizonte residual sobrejacente.

No local de instalação dos medidores já tinham sido executadas (antes das escavações) sondagens a percussão e poços de inspecção para retirada de amostras "indeformadas". Foram executados ensaios de permeabilidade in situ e sobre as amostras ensaios de resistência, compressibilidade e caracterização.

Para seu conhecimento e arquivo enviamos resumo de todos os dados que foram por nós colhidos em Itumbiara; para maior conveniência de apreciação elaboramos desenhos-síntese esquemáticas que caracterizam o comportamento geotécnico definido pelos ensaios.

3 - Podemos dividir as informações extraídas dos dados em duas finalidades:

3.1 - Utilização dos dados para eventual retirada de parâmetros de compressibilidade visando sua aplicação no projeto de elementos de fundação nas obras da AÇOMINAS. Nossa preocupação foi sempre de correlacionar os dados obtidos em campo com os obtidos em laboratório, sempre tentando correlacionar com a resistência à penetração (SPT) para possibilitar a fácil extrapolação dos dados de Itumbiara para a AÇO MINAS. Relembramos que em qualquer interpretação decorrente cabe inserir correções aproximadas nos índices SPT tanto em função de comprimento de hastes como em função de pressões efetivas atuantes na posição do ensaio de penetração.

3.1.1 - Curvas tempo X recalque para ajuste estimado do recalque "final".

Iniciou-se o estudo da interpretação dos dados colhidos traçando-se o gráfico tempo x recalque. Quatro medidores apresentaram carga de aterro sobrejacente essencialmente constante por cerca de 100 dias, o quinto por mais de 200. Os gráficos estão plotados no gráfico nº 1 anexo e podemos notar que em dois casos MRC-1 e MRC-5 , ocorreu a "estabilização" dos recalques (teoricamente a estabilização total dos recalques só ocorreria em tempo infinito, para termos práticos porém costuma-se aceitar que quando ocorreram 90 a 95% dos recalques totais, considera-se estabilizado). Em dois outros, MRC-3 e MRC-4, o recalque por compressões da fundação ainda está ocorrendo, não se percebendo ainda, no final de 90 dias, os indícios de estabilização. Por último resta o MRC-2 que mostra porém, após os 150 dias, certa desaceleração (escala log.) dos recalques indicando que parece próxima a estabilização.

A influência desta observação nos parâmetros de compressibilidade é a seguinte: os dados extraídos dos medidores que indicaram estabilização podem ser considerados definitivos; dos outros medidores podemos dizer que como falta ocorrer certa parcela dos recalques a compressbilidade deverá ser maior que a calculada a partir dos dados que dispomos hoje.

Empregando nossa experiência de casos analogos e a indicação da curva 2, assinalamos estimativas provaveis do percurso próximo futuro dos recalques dos demais, até a "estabilização",

./..

e usamos tais estimativas para os gráficos interpretativos subsequentes. Cabe assinalar que embora as magnitudes de recalques pareçam muito diferenciadas, uma apreciação semi-quantitativa de interveniência dos valores de sobrecarga e da provável densidade (índice SPT) do terreno carregado mostra que são razoavelmente consistentes os valores em questão.

3.1.2 - Recalques medidos x recalques calculados.

É comum proceder-se a cálculos de previsão de recalques baseando-se em resultados de ensaios de adensamento executados sobre amostras tidas como indeformadas.

O que tem-se notado é que geralmente os valores estimados por cálculo são 2 a 5 vezes maiores que os valores posteriormente medidos na obra. Já mostramos este fato em nosso relatório AC/-120177 em aterros argilosos compactados; agora repete-se a observação para fundações em solos residuais, o que também condiz com nossa experiência, tendo motivado a minimização de ensaios laboratoriais reconhecidamente inaproveitaveis.

No gráfico 2 estão plotados os valores medidos contra os calculados .

Para bem configurar a inutilidade pratica de ensaios edométricos de rotina em tais solos, resumimos na Fig. 3 as curvas de compressibilidade edométrica de 5 corpos de prova talhados de blocos indeformados, cobrindo a gama de variação dos materiais pesquisados. Observe-se de inicio que o material mais denso (curva B 10) sofre proporcionalmente mais de perturbações de amostragem e talhagem, de modo que acaba apresentando uma compressibilidade até maior do que de alguns blocos de índice de vazios inicial mais alto. Em particular, também, compara-se as curvas de compressibilidade de campo. Não possuindo dado específico sobre o índice de vazios inicial do solo que remanesceu sob o aterro, procedemos os cálculos para as três hipóteses, de E. médio, máximo e mínimo dos blocos indeformados comparativos. Em todos os casos é marcada a diferença demonstrando a compressibilidade bem menor do terreno in situ. A curva edométrica adaptada de compressões do campo foi propositadamente tomada como a do BC-2, de maiores recalques. Enquanto isso, não havendo amostras indeformadas em bloco retiradas de profundidades maiores do que a removida para apoio da barragem os dados de compressibilidade edométrica comparável foram fixados por estimativa, empregando as correlações e extrapolações mais prováveis com base nos índices SPT.

3.1.3 - Correlacionamento eventual entre ensaio de adensamento e SPT.

Deve-se esclarecer desde inicio que o índice de resistência a penetração é medida de resistência do solo e que o ensaio de adensamento mede compressibilidade , portanto teoricamente não haveria motivo para haver relação direta entre resistência e compressibilidade. O que é óbvio porém e torna a se observar é que para solos de mesma origem, em ordem de gran-

./..

deza quanto maior a resistência à penetração menor é a compressibilidade, isto posto podemos tentar correlacionar as duas grandezas e, utilizar os resultados para indicação de ante-projeto ou ordem de grandeza dos recalques esperados.

Para o fornecimento de dados que permitem traçar o gráfico de adensamento traçamos 2 gráficos que são: p_a x SPT gráfico nº 4 e C_c x SPT gráfico nº 5.

Para uma mesma qualidade de solo, resulta um C_c essencialmente constante, função por exemplo do LL à respectivo, e consequentemente a medida natural de correlação é de p_a (pressão de préadensamento) contra resistência e índice SPT. No caso porém de perfil geológico saprolítico ocorre acentuada variação do tipo de solos com a profundidade, sendo os solos mais profundos simultaneamente menos intemperizados, mais arenosos e mais resistentes (não apenas pelo efeito de preadensamento de um horizonte de solo homogeneo, mas principalmente por fatores de granulometria e cimentações intrinsecamente mais resistentes). Em tais circunstâncias embora sem apoio logicamente teórico, cabe procurar um correlacionamento estritamente empírico do C_c (que diminue com a diminuição da argilosidade do solo) com o SPT; cabe apenas resguardar-se quanto à grande dispersão de tal pseudo-correlação empírica, no caso de quaisquer aplicações de maior responsabilidade.

Tendo portanto o valor de SPT poderemos estimar em estimativa grosseira os valores de C_c e p_a. A inclinação da reta de recompressão C_{cr} para valores de pressão menores que p_a pode ser tomada como 10% de C_c.

De posse destes parâmetros fundamentais (C_{cr}, C_c e p_a) podemos estabelecer os gráficos de adensamento aplicáveis de modo grosseiro e aproximado, porém suficiente para estimativas preliminares, para apreciação da justificativa de necessidades de outros ensaios, para a comparação preliminar de soluções, etc.

Fica claro porém que estas indicações são validas para solos saprolíticos com $10 \leq SPT \leq 30$, não valendo portanto para aterros, argilas orgânicas e sedimentares, etc., e particularmente para solos saturados em "estado plástico".

3.1.4 - Correlação entre SPT e um módulo de "elásticidade" E correspondente à compressibilidade edométrica.

Por razões abaixo explicadas, interessa imenso nos cálculos de fundações por considerações e métodos modernos, a determinação de um parâmetro analogo a um módulo de elasticidade. Repete-se essencialmente as observações anteriores porquanto as deformações específicas $\frac{\Delta H}{H}$ ("strain") são diretamente proporcionais à variação do índice de vázios ($\Delta H/H = \frac{\Delta e}{1 + e_o}$).

Os valores dos módulos de compressibilidade foram extraidos dos ensaios de adensamento e portanto os recalques calculados com valores extraidos do gráfico nº 6 (E x SPT) serão 2 e 5

./..

vezes maiores que os reais. Assim, por enquanto caberia considerar para os cálculos estimativos o triplo do valor lido do gráfico: lamentamos porém ainda não se dispor de melhores dados experimentais do próprio canteiro.

A tentativa de correlacionamento entre SPT e E tem o maior interesse prático por motivo da firme e progressivamente ampliada tendência da utilização da Teoria da Elasticidade para cálculos de deformações e recalques em maciços terrosos e fundações. Esta tendência se deve aos seguintes fatores:

a)- grande número de casos resolvidos e plotados em abacos que facilitam a solução.

b)- Possibilidade de se considerar inúmeras hipóteses tais como: topo rochoso profundo, E variando com a profundidade ($E = E_o + az$), considerações de rigidez quantificável da fundação, etc..

c)- Possibilita estimar comportamento de fundações por estacas e fundações mistas (estacas + contribuição do solo).

d)- outros.

Um dos processos mais indicados de determinação de E é através de provas de carga em placas, particularmente quando dotada de medidores no meio do "bulbo de pressão". Espera-se portanto que o programa de investigação genérica em andamento nos forneça indicações mais consistentes e realísticas de relação entre E e SPT.

Aproveitando do ensejo plotamos no mesmo gráfico-6 os valores extraidos dos ensaios edométricos procedidos sobre as amostras pseudo-indeformadas tipo Denison que foram extraidas e ensaidas de conformidade com solicitação da Projetista Inglesa (Coqueria).

Na ocasião não tivemos dúvida em ressaltar o que é de conhecimento internacional e localmente bastante documentado, que os procedimentos de sondagem, amostragem, extração de amostra e talhamento do corpo de prova são de tal ordem traumatizantes no caso de solos densos que exigiriam a amostragem tipo Denison, que o resultado inexorável é contrário ao próprio raciocinio, pois que mais sofrem as amostras mais densas, e consequentemente são estas que passam a indicar os módulos E mais baixos. É unânime a opinião de especialistas no campo de que para o caso de solos mais densos e horizontes mais profundos só cabe recorrer a ensaios in situ, e mesmo nestes, com grandes precauções para minimizar efeitos deletérios que sempre levam a estimativas pessimísticas.

3.1.5 - Considerações sobre o tempo de recalques de fundações em área de corte.

Analisando o comportamento do gráfico tempo x recalque, e o comportamento do desenvolvimento das sobrepressões neutras na fundação geradas pela sobrecarga do aterro durante sua su

./..

bida, podemos dizer que o recalque que está ocorrendo não é devido a "adensamento" , ou seja: dissipação de sobrepressão neutra (observe-se pelos dados disponíveis que a variação da piezometria é mínima e um tanto errática, parecendo ser governada por fatores diversos e insignificantes (ex. chuvas, etc.) e não pela variação sistemática associada ao carregamento por subida do aterro.

O recalque observado compreende a parcela de compressibilidade volumétrica dos poros, que levaria se o solo fosse saturado e as distâncias de drenagem para dissipação da sobrepressão neutra muito grandes, porém tratando-se de solo saprolítico, confirma nossa experiência de ser relativamente rápido (ex. 3 meses citados) tanto por motivos de um certo grau de insaturação como pelas frequentes permeabilidades preferenciais (permeabilidades preferenciais)drenantes. O restante da compressão é convencionalmente associado a um "rastejo" de rearranjações de grão-a-grão , sendo lento porém proporcionalmente muito pequeno e grandemente decelerado.

O tempo necessário para o desenvolvimento da parte mais significativa deste recalque sob as fundações estruturais que se apoiem sobre área de corte deverá ser sensivelmente menor que o indicado no gráfico 1 para os dados de Itumbiara, devido aos seguintes fatores:

a)- Áreas de carregamento da fundação são significativamente menores do que a área do carregamento da Barragem de Itumbiara, levando assim a pequenas distâncias de eventual "drenagem" para a dissipação das sobrepressões que venham a ser geradas.

b)- Nos dados colhidos o recalque correspondia a uma carga de cêrca de 30 m, o que equivale a cerca de 6 kg/cm^2, valor este geralmente muito maior que a pressão usual de fundações, (por ex. Alto Forno 3,5 kg/cm^2 , Coqueria 2,2 kg/cm^2) particularmente quando comparadas com os respectivos alivios de pressão pela escavação e as respectivas pressões de pré-adensamento virtual dos solos.

Também transparece que tal acréscimo de carregamento teria levado a ultrapassar o alivio de pressão correspondente à escavação de remoção: o que vale dizer , que com a sobrecarga em Itumbiara estaríamos já chegando a níveis de pressões acima da pressão de pré-adensamento,isto é, na chamada condição de compressão volumétrica virgem. Ora,a experiência tem comprovado fartamente que as velocidades de dissipação de sobrepressões neutras são menores enquanto as compressões volumétricas são bem maiores após ultrapassada a pressão de pré-adensamento.

Em resumo salientamos que para cada caso será necessário reapreciar criteriosamente as previsões de tempo de recalque de compressibilidade tendo em consideração o grau de saturação do solo, o nível de tensão a aplicar em comparação com a pressão de pré-adensamento e o alivio de pressão da escavação, bem como fatores rotineiros de permeabilidade e distâncias de drenagem.

./..

A estimativa "grosseira" preliminar considerando instantaneo" o recalque (da experiência de nossas barragens) dentro de 3 meses, incorpora um recalque essencialmente instantaneo de ajuste de sobrepressões fluidas, e uma parcela perceptivel do recalque da "compressão secundária".

Isto posto podemos dizer de modo geral que as fundações em áreas de corte apresentarão recalques quase instantaneos face a aplicação dos carregamentos, mas que dependendo do caso (de acordo com o solo local, sensibilidade dos equipamentos, estruturas, etc., perante a recalques) poderão merecer um controle de recalques, observando o comportamento até a "estabilização".

3.2 - Recalques da Fundação do Aterro

Os dados colhidos em Iturbiara confirmaram a estimativa inicial, baseada em experiência de barragens que recalques se estabilizariam em poucos meses. Note-se principalmente que se estima que os recalques ainda a ocorrer representam cerca de 2 a 5% dos recalques totais (vide tabela sob o gráfico 2), daí pode-se considerar um comportamento quase "instantaneo" entre carga e recalque.

Não podemos porém esperar o mesmo comportamento da fundação dos aterros da AÇO MINAS devido aos seguintes fatores:

a)- O critério de aceitação de material de fundação no caso da barragem de Iturbiara foi muito mais rigido do que o critério empregado na terraplenagem da Usina, com remoções correspondentes até grandes profundidades.

Devido a tal critério de não aceitação dos horizontes superiores residuais e saprolíticos no caso em apreço, chegou-se a horizontes mais profundos, que devido à natureza geológica são mais arenosos e permeáveis que o horizonte superior (mais decomposto e argiloso), favorecendo portanto a rápida dissipação de sobrepressões neutras e portanto a rápida estabilização.

b)- Área de aterro na AÇO MINAS com extensões incomparavelmente maiores que aterros de barragens; o que acarreta maiores caminhos de percolação, ditados por elementos drenantes distantes e por distâncias grandes entre pontos sujeitos a sobrepressões diferenciais associadas.

c)- Drenagem aparentemente insuficiente (segundo declarações orais de que tivemos conhecimentos e perante as quais para melhor apreciação aguardamos recebimento do mínimo de informações sobre o projeto e a execução dos elementos drenantes).

d)- Aterro compactado com umidade nitidamente maior que o usual, e em grande parte proveniente de escavações abaixo do lençol de saturação.

e)- Etc...

./..

Além disto os medidores de recalques e poços vem apresentando observações de assentamento e piezometria um tanto mais desfavoraveis que as estimadas inicialmente fazendo com que os recalques sejam maiores e mais demorados que o esperado.

Dadas as considerações acima reiteramos ainda mais uma vez a forte recomendação de que se inicie imediatamente um programa de bombeamento da fundação através de poços visando a aceleração dos recalques em áreas de aterro onde se apoiarão as diversas unidades. Não há facilidade de se antever a que ordem de grandeza de efeitos chegaremos: assim, a recomendação supra passa a ser até mais urgente e importante, pois no mínimo servirá de ensaio de campo indespensável às análises de projeto e de ensaio de campo indispensável às análises de projeto.

Quanto mais rápido se iniciar o bombeamento, mais cedo conseguiremos estabilização dos recalques, permitindo estudar o que no momento parece ser as únicas soluções tecnicamente viáveis para as fundações importantes apoiadas sobre tais áreas, e inclusive possivelmente as otimizações e economias eventualmente possíveis dentro do tipo de solução em mente.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos,

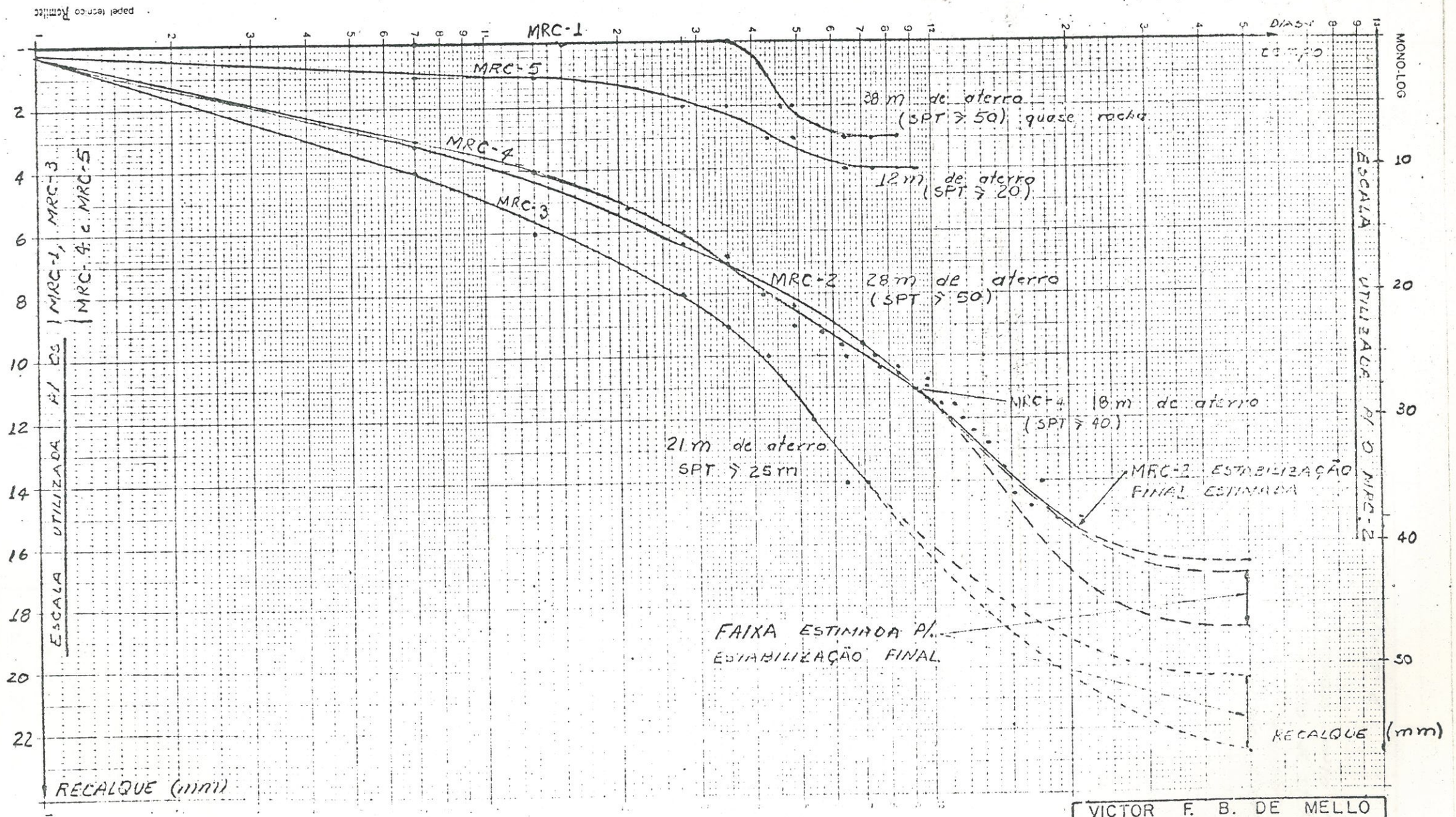
Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

MC/rmo

ANEXOS: 5 folhas com gráficos
cópia do material por nós colhido em Itumbíara.

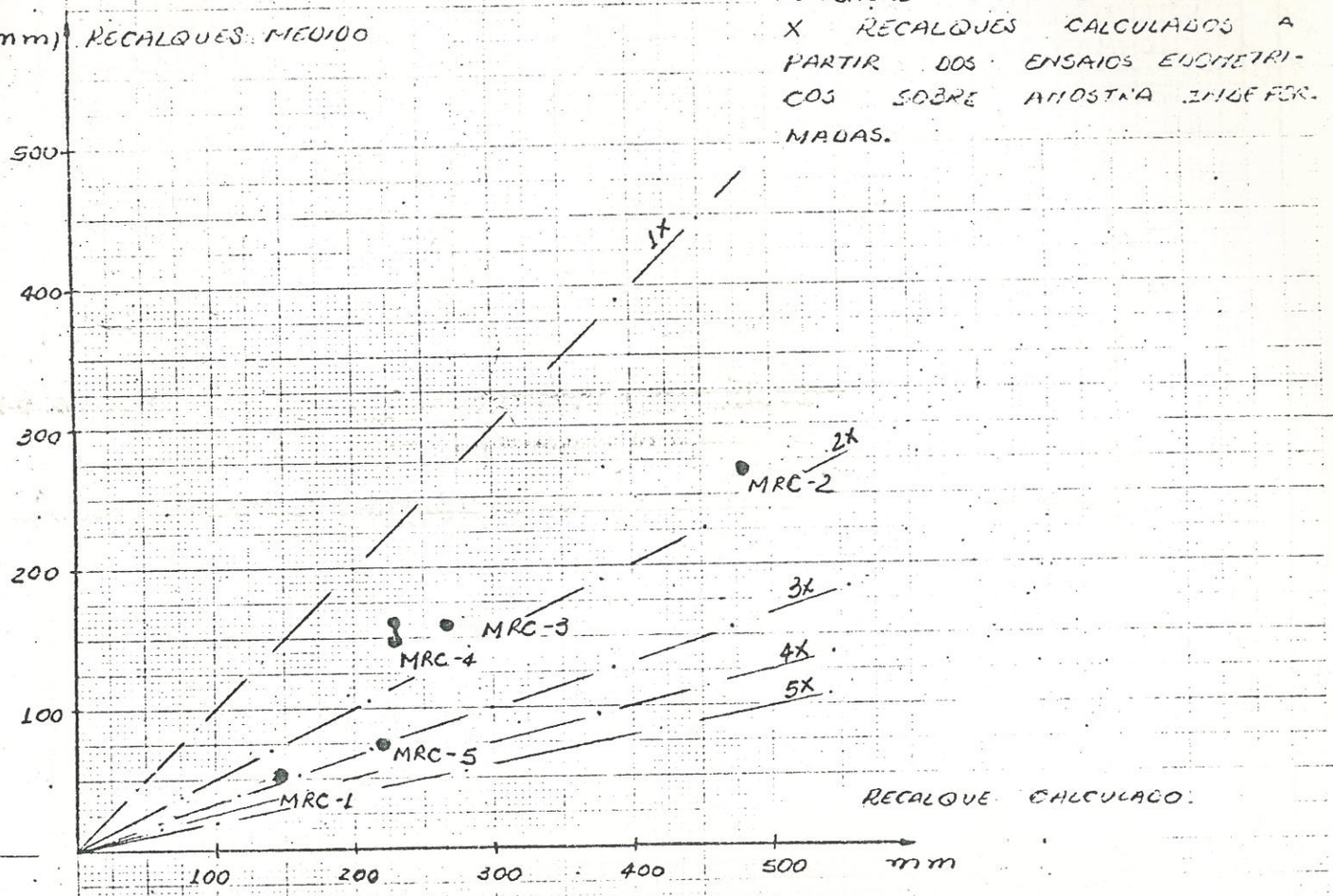
papel técnico Rotring



VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C. Ltda.
GRÁFICO 1
AÇO-G-240278

GRÁFICO 2

RECALQUES MEDIDOS JUNTO À FUNDAÇÃO DO ATERRO DE ITUMBIARA X RECALQUES CALCULADOS A PARTIR DOS ENSAIOS EDOMETRICOS SOBRE AMOSTRA INDEFORMADAS.



MEDIDORES DE RECALQUE	RECALQUES CALCULADO A PARTIR DOS ENSAIOS EDOMETRICOS	RECALQUE MEDIDO	REC CALCULADO / REC MEDIDO	RECALQUE, A OCORRER, ESTIMADO / RECALQUE TOTAL
MRC - 1	145 mm	53 mm	2,7	0 %
MRC - 2	480 mm	~271 mm	1,8	1,7 %
MRC - 3	265 mm	~154 - 157 mm	~ 1,7	4,9 %
MRC - 4	230 mm	~150 - 162 mm	~ 1,5	4,4 %
MRC - 5	220 mm	76 mm	~ 2,9	0 %

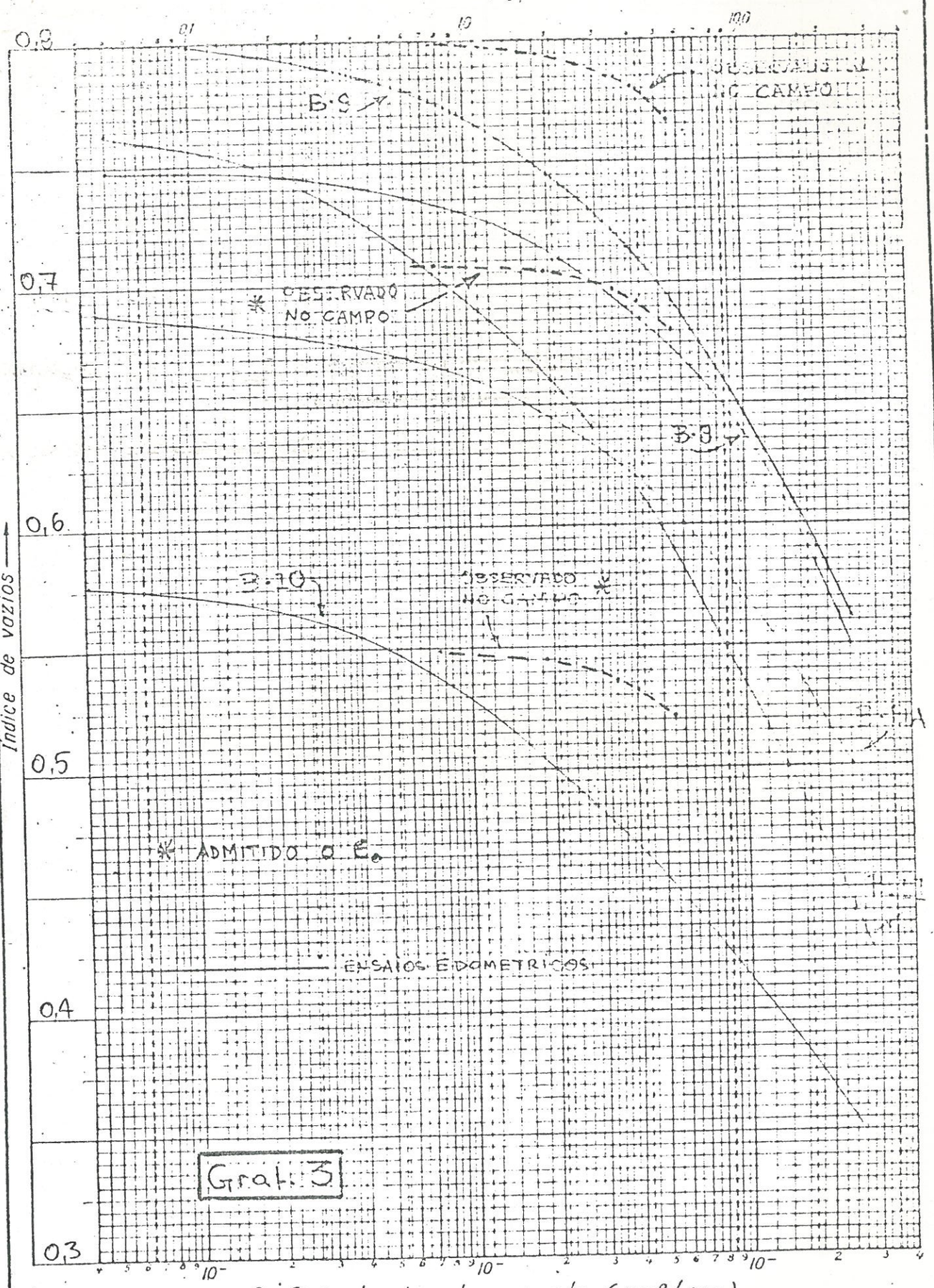
VICTOR F. B. DE MELLO e ASSOCIADOS S/C LTDA

GRÁFICO 2

AÇO-G-240278

Ref. Formato A4

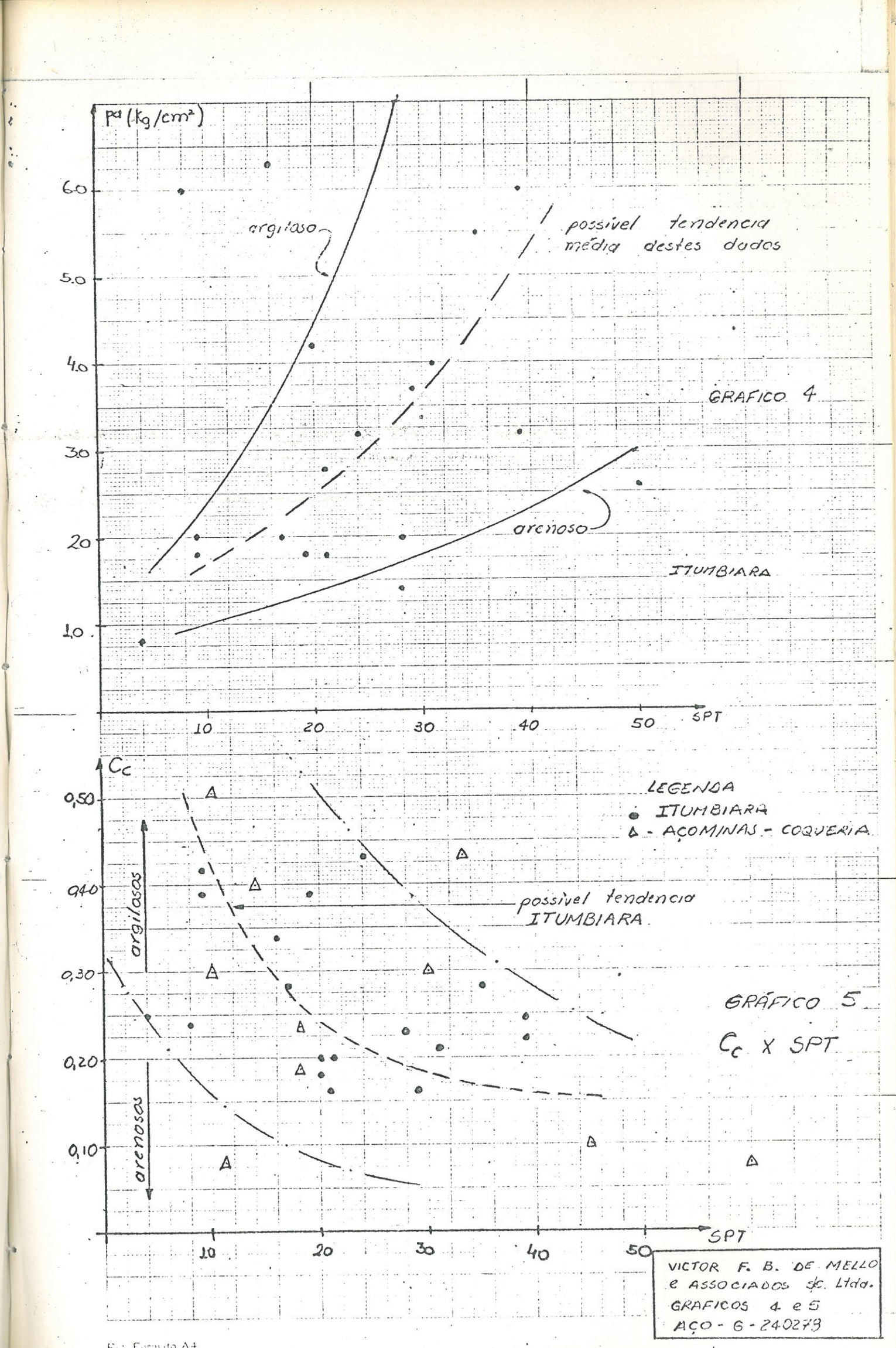
CURVA PRESSÃO-ÍNDICE DE VAZIOS-COEF. DE ADENSAMENTO



Pre-adensamento { Pressão .... kg/cm² Índice de compressão .... / Índice de vazios .... Índice de expansão ....

Data:	Engº:
Desenho:	Encarregado:

AÇO - G - 200278

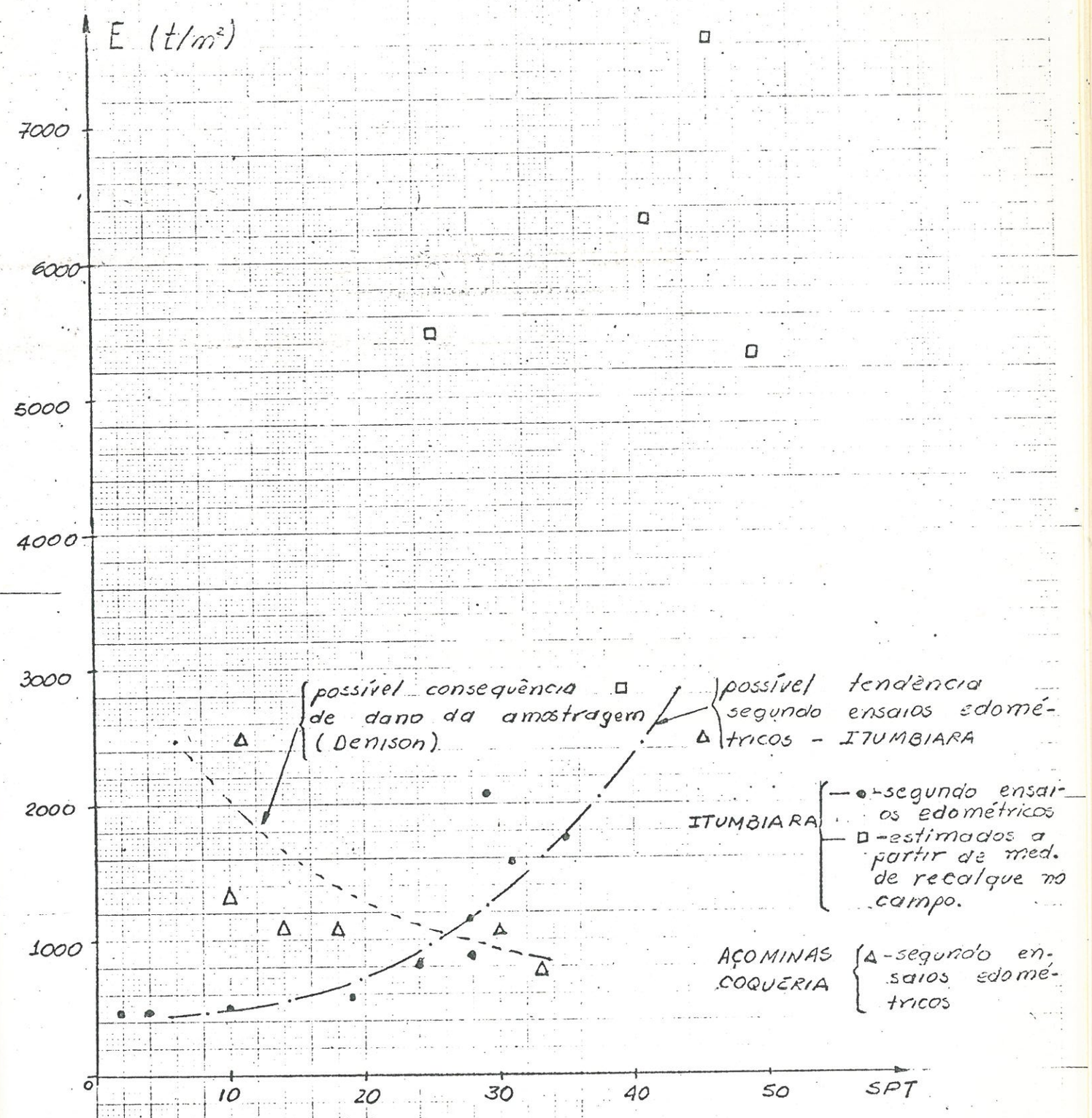


VICTOR F. B. DE MELLO
e ASSOCIADOS Sc. Ltda.
GRAFICOS 4 e 5
AÇO - 6 - 240278

R1 Formato A4

GRÁFICO 6 - $E_{(secante)}$ x SPT

p/ $10.0\ t/m^2 \leq \sigma \leq 100,0\ t/m^2$



VICTOR F B DE MELLO e ASSOCIADOS s/c Ltda.
GRÁFICO 6
AÇO-G-240278

Ref: Formato A4

NHF/kcbf'

AÇO MINAS GERAIS - AÇOMINAS

Davy

23 FEV 0649 001752

ARQUIVO DO PROJETO

Davy Ashmore International Ltd
Ashmore House
Stockton-on-Tees
Cleveland TS18 3HA
England
Tel: 0642-62221
Telex: 587151
Cables: Dashmore Stkn

21 February 1978
DAI-041/78

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISU IAA

Aço Minas Gerais S.A
Rua dos Inconfidentes, 1001
Belo Horizonte - MG -

Attention Superintendente de Implantação

Dear Sirs,

Blast Furnace Pakcage 1 - A0 - 6

Piles for Blast Furnace Foundation

IEE

Informar

23/2

DAI wish to express their concern at the proposed acceptance, by Açominas, of the steel piles for the blast furnace foundation; without the bearing capacity of these piles being properly established by load tests. We have studied the results of the first three load tests, two of which were failures, and considered the driving procedures employed. From this data DAI believe that Açominas would be taking an risk, to construct the furnace foundation, without first having positive confirmation that the calculated bearing capacity of the piles is correct.

Experience has shown that calculation of the static bearing capacity of a pile or pile group, using dynamic driving formulas, can be wildly innaccurate. In addition it is also recommended, that in no circumstances, should dynamic formulas be used to estimate the safe load bearing capacity of piles driven into soft clays or silts. The soil at Ouro Branco is described in Geotécnica report as a slightly sandy silt. Consequently the results of the Geotécnica calcualtions must be considered highly suspect, until they are proved correct by load tests.

At the present time the steel piles are being driven to a set of 35mm / 10 blows. DAI understand that the 35mm set value was extrapolated from the results of tests on three steel piles driven down to 23 metres below ground level, but not to any given set. The validity of Geotécnica's conclusions that a " set " of 35mm/10 blows will produce a pile capable of sustaining an ultimate load of 450 tonnes, we believe is questionable.

RECEBIDO
20 FEV 1978

924

IEP
IEP-A
IEE-C

Registered in England (No. 70860) Registered Office as above

Peçanha

It is DAI opinion that the piles should be driven to a set of 15mm/10blows into the decomposed rock. This should then reproduce the conditions of pile No. 10 which is the only pile in the blast furnace foundation to have be load tested successfully.

In conclusion DAI must reiterate our earlier statement that Açominas is taking a significant risk if they construct the furnace foundation on piles of unknown load bearing capacity. We would recommend that three (3) of the steel piles be load tested to 2 x their design capacity. DAI appreciate that load testing is a time consuming operation, but we believe load tests will provide Açominas with the security that is required for a major foundation.

Yours faithfully

for Davy Ashmore International Ltd

p.p. Project Director

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-280278

São Paulo, 28 de fevereiro de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco Costa
Eng. Lúcio Flávio B.Pinheiro

Prezados Senhores:

1 - Cumpre-nos deixar registrado que nossa participação na reunião ocorrida no dia 20/02/78 com V.Sas. e FS/SMS, deu-se antes de termos recebido os seguintes documentos:

-Minuta da reunião nº 1/78 realizada em 09/02/78,

-Cartas da FS/SMS de 14/02/78 ref.: KFS-AÇO-004, 005, 007 e 008.

Frisa-se portanto a circunstância penosa de que não estaríamos cientes do que tinha sido discutido antes da reunião, não obstante termos permanecido à disposição para qualquer chamado que parecesse útil a V.Sas..

Em vista disto, sentimo-nos na obrigação de submetermos um rápido comentário sobre os documentos recebidos, principalmente porque vários assuntos observados na reunião de que participamos e sobre os quais opinamos, constam destes documentos com enfoque um tanto diverso do que foi comentado na reunião, merecendo portanto reavaliação.

2 - Passamos a seguir aos comentários necessários:

2.1 - Minuta da reunião do dia 09/02/78.

a)- Escopo do "basic civil engineering" para MSI e MSM.

Embora extravaze de nossas atribuições específicas de consultoria, não podemos deixar de consignar nossa impressão de que a nova orientação aparentemente imprimida, pode não funcionar a contento no tocante a repartições de responsabilidades. Em síntese, no nosso entender a AÇO MINAS (Proprietária) realmente assume os "riscos" de qualquer decisão, mas sem que as participantes (Projetistas, Executoras, etc..) assumam as inexoráveis "responsabilidades". Desnecessário será relembrar que em nenhum instante se poderá ou deverá deixar permear a impressão de que ficam retiradas as responsabilidades de cada participante por sua parcela da tarefa.

b)- Pag. 3, parágrafo 2º. Os valores de estimativas de recalques e de tempo de recalques que parecem ter sido fornecidos pela Hidroservice, foram baseados em experiência de barragens.

./..

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

O caso atual é, porém, bem diferente, principalmente por: ter utilizado grande volume de "empréstimos abaixo do lençol de saturação; por ter-se permitido permanecer como fundação dos aterros, materiais que costumeiramente são removidos em fundações de barragens salvo nas muito baixas. Estes dois fatores influem diretamente nas estimativas de tempo de recalques citadas.

c)- Pag. 3, parágrafo 6º. Não concordamos com a fixação de duas alturas de "sobreaterro" dependendo do grau de compactação do aterro porque não é este o fator mais importante a influir nos recalques, e principalmente não nos tempos de recalques. Em importância direta podemos enumerar os seguintes fatores como de maior interferência que o grau de compactação do aterro: material remanescente na fundação sob o aterro, drenagem existente, variação do N.A. geohidrológico freático, umidade de compactação do aterro e seu grau de saturação, etc..

d)- Pag. 3 - parágrafo 7º - Os pontos de medidas são demasiado simples. O mais apropriado neste caso é medir o recalque do aterro através de placas com hastes verticais atravessando o sobreaterro. O controle deverá ser feito durante a colocação e retirada do sobreaterro. Considerando a grande parcela de recalque que ocorre durante a própria aplicação da sobrecarga, iniciar as medidas só após completada a sobrecarga significa sujeitar todas as interpretações a uma grande margem de incerteza, inaceitável.

Como o sistema desejável atrapalha um tanto a construção, podemos sujerir que apenas alguns pontos propostos pelo Dr.Hinckeldey (Des. 1184018(sejam transformados em pontos de medida "interna" (placa enterrada e entubada para medições durante o próprio movimento de terra). Sugerimos por exemplo manter os medidores do desenho 1184018, à exceção dos seguintes a serem transformados em medidores internos: b3, b16,b19,b22,b24,e 16,e 18. Eventualmente face à comparação do carregamento real estrutural a prever comparado com o aterro de sobrecarga poderá caber reapreciar algum caso da linha c.

e)- Pag. 4 , parágrafo 3º. Logicamente a carga final nas fundações só se saberá quando já tiver sido feito o projeto das fundações. Não podemos concordar com a atitude de se postergar o fornecimento da primeira estimativa de cargas. Não se pode esquecer que os projetos caminham de forma iterativa e portanto é necessário começar-se por uma fixação dos carregamentos prováveis para escolha do tipo e pré-dimensionamento da fundação, mesmo que seja em ordem de grandeza (ex. 200 t ± 25%). Geralmente tal carregamento inicial parte da hipótese de estrutura flexível ou seja, da não interferência de redistribuições por motivos de recalques diferenciais. À medida que o projeto caminha as estimativas iniciais são revistas possibilitando as revisões indispensáveis e otimizações subsequentes. As decisões sobre tipos de fundação são geralmente feitas baseadas em ordens de grandezas de solicitações sobre as mesmas, e raramente exigem revisão quanto ao tipo, mas normalmente ajustes de cálculos e dimensionamentos.

f)- Pag.4, parágrafos 5 e 6º . Solicitamos cópia dos desenhos que que Dr. Hinckolday teria mostrado na reunião em referência onde se vê dois diferentes sistemas para a estrutura metálica: estático e hiperestático; bem como cópia das fotografias de uma laminação em construção na Alemanha.

./..

Reconhecemos obviamente que os problemas em foco podem ser atendidos por esta forma, entre outras, mas caberá apreciar se não estaremos saindo de uma alternativa para cair em outra eventualmente mais difícil ou cara.

2.2 - Carta da FS/SMS - KFS-AQO-004 -

Execution for foundations.

a)- Item nº 1 - Segundo nossa experiência não posso concordar que a fundação por estacas automaticamente obrigue a volume adicional de concreto.

Enquanto a área do bloco de apoio tem que ser mantida inalterada (não pode ser diminuida comparada com o radier mínimo) o volume de concreto do bloco permanece essencialmente constante. Julgamos que na afirmação do Dr. Hinchcliffe o "volume" de concreto da estacaria esteja considerado à parte, porque realmente n unca cabe considera-lo conjuntamente com o do bloco. Ora, no caso de fundações dos pilares e máquinas isoladas, muito ao contrário, é experiência indiscutível tanto em indústrias como em edifícios, etc., que um bloco de capeamento de estacas consegue reduzir significativamente o volume de concreto em comparação com a sapata correspondente. As dimensões, volumes, e comprimentos de estacaria constituem assunto, prazo e custo inteiramente à parte; complementar.

Necessitaríamos inicialmente de conhecer que condições peculiares de superestrutura teriam justificado a conclusão constante da afirmação do Dr. Hinchcliffe.

b)- Item nº 2 - Não conseguimos entender porque o início do cálculo estrutural da fundação por estacas teria que obrigatoriamente aguardar a finalização "total" do projeto "normal" de fundações dos equipamentos, etc.. Obviamente que os cronogramas de cálculo iniciam-se de forma idêntica para qualquer dos casos. No nosso entender não procede portanto a justificativa registrada para atraso da fundação fosse ela de estaqueamento. Solicitar esclarecimentos.

c)- Item nº 3 - Esforços horizontais vêm sendo absorvidos por estacas verticais, até determinados valores, e por atrito de base de bloco, por cunhas passivas, etc.. Em primeiro lugar precisaríamos conhecer a natureza dos esforços horizontais em questão e estimativas o mais realísticas possível de seus respectivos. Permitimo-nos salientar que as condições inclinadas estáticas e dinâmicas correntemente empregadas, por simplificação hoje-em-dia injustificável, para cálculo de tais esforços horizontais (e seus momentos conseqüentes) estão sujeitos a crítica e discussão bem convincentes. Ocorreria aqui uma circunstância na qual muito contribuiria uma possibilidade de discussão em nível de Consultoria Internacional, junto aos próprios fornecedores, quanto a critérios de carregamentos e exigências respectivas. No interim contentar-nos-íamos com documentação quantitativa hábil que a Projetista Alemã nos fizesse o favor de fornecer para apreciação.

./..

Se os esforços horizontais forem maiores que a resistência das estacas verticais a esforços horizontais pode-se cravar estacas adicionais inclinadas inclusive que não terão obrigação nenhuma de ter o mesmo comprimento que as estacas verticais.

Diversos modos existem para se propiciar a reação local, rasa, a esforços horizontais, particularmente se transitórios como é geralmente o caso, sem qualquer necessidade de acoplarmos a um mesmo tipo de elemento (ex. estaca profunda) as funções simultâneas de reação vertical (lenta, permanente) e horizontal. Ainda que fossem porém, empregadas estacas, a teoria e a experiência mostram que somente os poucos metros superiores da estaca é que absorvem esforços horizontais e momentos; portanto para absorver estes tipos de solicitações as estacas eventuais não necessitariam ter mais que poucos metros.

d)- Item nº 4 - Como já ficou explicitado, fundações por estacas ou tubulões de modo geral levam a dimensões de blocos menores que sapatas (exceto se o terreno permitir aplicação de altas tensões, e, neste caso é geralmente "impossível" cravar estacas). Portanto ampliações próximas a áreas já construídas serão mais fáceis de se executar quando as antigas construções são estaqueadas, e se lembrarmos que se forem necessárias escavações próximas às antigas fundações indubitavelmente teríamos maiores facilidades se as antigas fundações tiverem sido profundas.

e)- Julgamos indispensável reiterar nossa afirmação da reunião de 20/02/78 de que não discordamos da orientação de se cogitar quase exclusivamente da execução de fundações diretas na laminação; até pelo contrário, pelas poucíssimas informações que temos, parece-nos que esta deverá ser a solução mais apropriada, desde que adequadamente projetada, e até que não surja algum fator condicionante de grande importância que faça mudar de solução.

O que não concordamos é com a utilização ora de argumentos falsos, ora alegações anacronicamente forçados no sentido de descartar prematuramente soluções que pudessem resolver estaqueamento. Cada solução é tecnicamente viável desde que se conheça todos os problemas intervenientes e que estes sejam devidamente solucionados, e caibam dentro das necessidades da obra.

2.3 - Carta da TS/3.5-KFS-ACO-003 - Drainage and ground water level.

a)- Pag. 1 - parágrafo 4º e 5º - Vimos alertando sobre o problema de sobrepressões neutras, causadas por aterro, com alto grau de saturação lançado sobre fundação saturada, em condições mais desfavoráveis que as visualizadas anteriormente. Isto acarretará em aumentos dos tempos de recalques em relação aos preliminarmente previstos, segundo reuniões de meados de 1977.

b)- Pag. 2, parágrafo 1º - Concordamos que o N.A. deva ser rebaixado profundo para aceleração dos recalques (o que já vínhamos recomendando insistentemente), porém não concordamos com o argumento de que esforços dinâmicos possam provocar "instabilidade" e/ou "incapacidade de estabilização" em solos argilosos "saturados".

./..

c)- Pag. 2, parágrafo 3º. A drenagem deve ser aumentada: em áreas já aterradas o bombeamento profundo compensa drenagens insuficientes, e reforça a dissipação de sobrepressões neutras.

d)-=Pag. 2, parágrafos 7º, 8º e 9º. Concordamos que a Barragem do Gurita é um problema adicional (e relembro que sobre o mesmo não recebemos dado nenhum, nem siquer preliminar). Reforçamos a necessidade de abertura de perfurações para observação do N.A., porém recomendamos imediato bombeamento de algum poço representativo e significativo forçando deprimir o lençol enquanto os recalques estão se processando. Depois de algum tempo, quando os recalques estiverem essencialmente "estabilizados" o bombeamento pode ser interrompido, sem probabilidade de alteração subsequente perceptivel.

e)- Pag. 3, paragrafo 1º - Deve-se tomar muito cuidado com tubulações enterradas. Se eventualmente projetadas e / ou executadas deficientemente poderão permitir carreamento de solo através da tubulação abrindo enormes "crateras" no aterro. Permanecemos à disposição para revisão junto com V. Sas. de qualquer plano de utilizar drenagem com tubos de concreto, particularmente em trechos sujeitos a maiores deformações e tensões diferenciais.

2.4 - Carta da FS/SMS - KFS-AÇO-007 - Settling data.

a)- Pag. 1, parágrafo 2º. Concordamos que os dados são insuficientes porém não podemos concordar que não podem ser utilizados. Como são os únicos dados disponíveis devem ser usados para primeiras estimativas e conclusões preliminares, inclusive justamente servindo para assinalar os pontos nevralgicos em que mais necessitamos dados e tratamentos corretivos.

b)- Quanto ao restante nada de importante temos a acrescentar a não ser que vimos insistindo na necessidade de bombeamento da fundação através de poços profundos. A grande vantagem de poço profundo de bombeamento é que constitue uma medida indiscutivel no sentido certo, (~~cumulativo: no minimo servirá~~) com inicio de aplicabilidade imediato, e efeito favorável cumulativo: no minimo servirá de teste: de qualquer forma sempre contribuirá para o efeito desejado.

Em relatório complementar enviaremos esquema de localização dos pontos em que mais se indicaria executar o bombeamento.

Há algum tempo fomos informados oralmente que teria havido dificuldade na localização de bombas para poços profundos de diametro convenientemente minimizado na área de Belo Horizonte. Fizemos um breve levantamento e estas parecem ser as firmas que dispõem de equipamentos em questão, a selecionar por projetista capacitada:

GEOTÉCNICA
PEDRO GELLER (RIO)
T. JANER
SONDASA
DRENASA
MEANDA (RIO)
CIMENTA.

./..

Além disto o equipamento é de fabricação nacional, sendo encontrado com facilidade para compra, o que poderá atrair outras firmas do ramo, mesmo que estas não tenham especificamente as bombas necessárias. O importante teria sido dar início a algum início de tal tratamento, pois que o restante seguiria com relativa facilidade.

Sem mais para o momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor F. B. de Mello

VM/MC/rmo

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-020378

São Paulo, 02 de março de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Área dos Laminadores
PROVIDÊNCIAS IMEDIATAS

Prezados Senhores:

Em prosseguimento ao exposto em nosso AÇO-LM-280278 - ítem 2.3 e 2.4 no qual se comenta, baseando-se nas atas de reunião anteriores, a grande vantagem de bombeamento profundo, tanto em termos técnicos pois equivale a uma sobrecarga, tanto em termos logísticos pois permite início imediato; temos o seguinte a comentar:

Somos da opinião que alguns poços adicionais devem ser perfurados (além dos existentes na bacia - P 1/1; P 1/2 e P 1/3) para com seu bombeamento se conseguir uma aceleração dos recalques do aterro e de sua fundação. Lembramos que a abertura imediata de poços com o bombeamento traz benefícios imediatos ao aterro enquanto que se se optasse pela utilização de um sobreaterro teríamos que aguardar o fim dos trabalhos de compactação do aterro para a partir daí iniciar o sobreaterro. Este sobreaterro seria então uma linha de solução irreversível pois, caso pelo acompanhamento dos recalques, sentissemos necessidade de acelerá-los teríamos como única opção ou a sobre-elevação deste sobreaterro ou a abertura de poços para bombeamento.

Sugerimos então a abertura de 3 novos poços (chamados P 1/4; P 1/5 e P 1/6) com localização aproximada:

P 1/4 (7.727.547,0
(631.750,0

P 1/5 (7.727.977,0
(632.118,0

P 1/6 (7.728.162,0
(631.692,0

./..

Estas localizações foram tiradas de planta e podem portanto estar sujeitas a pequeno erro. Lembramos que o poço só será eficiente se interceptar a rede drenante sob o aterro e portanto estas locações devem ser aferidas em obra para que se assegure que o poço intercepte os drenos de areia / brita colocados durante a terraplenagem.

Relembramos necessidade da abertura de furos a trado nas vizinhanças do poço para verificar eficiência (se o dreno estaria colmatado, etc.) . Assim sugerimos de inicio a abertura de 1 furo, a 50 m de distância e também atravessando o dreno e de 1 furo a 10 m de distância com eixo perpendicular ao dreno, por poço.

Colocando-nos a sua inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/rmo

1 AA

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

14 MAR 1550 002511

ARQUIVO PROJETO

ACO-AF-060378

São Paulo, 06 de março de 1978

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

IEE-C	ISE	IEP-A	ISO	ISO-S

1 AA

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

IEP/A
Eng. Lucio

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: ESTACAS METÁLICAS DO ALTO FORNO

Prezados Senhores:

De posse do memorando 027/78 do Eng. Marcilio referente à Nega das Estacas Metálicas do Alto Forno e da carta DAI 041/78 temos as seguintes sugestões a encaminhar a V.Sas.:

1 - Obviamente toda e qualquer previsão de capacidade de carga de funcionamento de uma estaca sob carregamento estático, baseada na resistência dinâmica de cravação (representada pela nega) pode ter grandes variações em torno de um valor médio qualquer. Claro também que tal avaliação da capacidade das estacas é aferida através de provas de carga, conforme vem sendo feito na obra. Conforme inúmeras vezes ressaltamos as estruturas em estudo na Usina são condicionadas por problemas de recalques e recalques diferenciais e não por rutura. Assim o estudo de fixação da nega deveria, através da prova da carga, limitar recalque por estaca individual a fim do efeito do grupo não ultrapassar os requisitos impostos.

   Assim sendo, nos parece estranho que a DAI critica a utilização de fórmulas dinâmicas para previsão de capacidade estática de carga para logo em seguida indicar uma nega (15 mm / 10 golpes) máxima a ser obedecida , baseando-se para tanto na prova de carga efetuada sobre tal estaca.

2 - No que diz respeito à recravação de estacas que não tenham atingido nega mínima fixada (item 5 do referido memorando) lembramos a V.Sas. que o efeito de cicatrização (SOIL SET UP) em estacas cravadas dinamicamente é muito importante.

   Devido às vibrações e sobrepressões neutras de cravação, a resistência do terreno (portanto a nega) ou prova de carga que pudesse ser feita instantaneamente é pequena se medida imediatamente após a cravação da

./..

pcl.

estaca; com o passar do tempo (dias ou algumas semanas quando muito, o solo readere à estaca (se as vibrações foram minimizadas) aumentando assim em muito à capacidade portante das estacas.

Quando da última visita do Eng. Luiz Guilherme à obra, este foi informado que em uma das estacas H com nega de 102 mm/10 golpes mediu-se a nega descansada obtendo-se os seguintes valores:

a)- após 36 horas, nega de 50 mm / 10 golpes

b)- após 35 dias, nega de 17 mm / 10 golpes.

Assim, questionaríamos a necessidade de recravação de todas estacas que não tenham atingido a nega de 35 mm/ 10 golpes, devido aos custos diretos e indiretos de tal procedimento, (movimentação do bate-estacas, atrazo nos serviços de concretagem, etc.) sugerindo que como passo inicial se verifique a nega descansada de uma estaca que tenha sido cravada há mais de 30 dias com nega considerada insatisfatória.

3 - Aproveitamo-nos do presente para voltar a solicitar a V.Sas. todas informações de cravação de estacas H e de suas provas de carga (inclusive com a data de execução da prova para ser visualizado se houve tempo de readerência na área do Alto-Forno pois não dispomos de tais informações (vide nosso AÇO-AF-020278). Mesmo as informações referentes às negas descansadas mencionadas no ítem anterior nos foram transmitidas oralmente (estamos aguardando os gráficos de cravação com tal informação também).

De posse de tal informação poderíamos, conjuntamente com o restante dos envolvidos, encaminhar um parecer definitivo a V.Sas. a fim de possibilitar que a Obra inicie o mais breve possível os serivços de concretagem, armação, etc. do bloco.

Sem mais, de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/rmo

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AQD-G-080378

São Paulo, 08 de março de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: INSTRUMENTAÇÃO DE FUNDAÇÕES -
MEDIÇÃO DE PERFIS DE RECALQUES.

Prezados Senhores:

De posse das primeiras respostas à nossa carta L-006-78 de 30 de janeiro, na qual solicitamos a diversos colegas no estrangeiro informações sobre um particular instrumento de medição de recalques - o Double Fluid Settlement Profiler, fabricado pela Soil Instruments , passamos a uma primeira análise dos comentários recebidos (os quais enviamos cópias em anexo).

Nossa preocupação visa aquilatar informação sobre aparelhos com possibilidade de medir um perfil horizontal contínuo de recalques sob estruturas em geral; no que diz respeito à AÇOMINAS, tais instrumentos viriam, ao ser instalados sob as bases das estruturas de responsabilidade que tem seu comportamento muito limitado conforme imposto pelos fornecedores, permitir a avaliação dos recalques ponto a ponto e portanto permitem cálculo dos recalques diferenciais entre quaisquer destes.

Desta maneira a AÇOMINAS poderá tanto se documentar perante o comportamento de suas fundações para, numa eventual falha de funcionamento de algum equipamento, melhor situar a origem do defeito como pelo estudo do comportamento dos primeiros conjuntos (de suas fundações no caso) poder otimizar as fundações das estruturas que venham ser projetadas.

Em inúmeras ocasiões já comentamos com V.Sas. nossa posição sobre a necessidade de instrumentar as estruturas da USINA e portanto não mais nos delongaremos em discorrer sobre suas vantagens.

O equipamento em questão foi utilizado na barragem de Tarbella (Paquistão) e conforme cita em sua carta o Dr. Vaughan, chegaram a medir o que seria a formação das grotas dentro do maciço.

Equipamentos para medir recalques (deformações no sentido Vertical) através de deslocamento Horizontal se baseiam em sua grande maioria na aplicação de manometros diferenciais. Medindo-se uma pressão de liquido em relação ao referencial e conhecendo-se a densidade do líquido calcula-se a profundidade do referido ponto em relação ao referencial e portanto sabe-se seu recalque.

./..

Citam os colegas que a precisão do sistema está intimamente ligada a precisão com a qual se mede pressões de líquidos. Os pesquisadores do Imperial College encontraram alguns problemas com os referidos instrumentos (a primeira série que foi fabricada) e citam que precisões da ordem de 2 cm eram conseguidas para perfis de 300 metros.

Citam também que a Soil Instruments, depois desta primeira série lançada no mercado, em muito aprimorou o instrumento, dotando-o de equipamentos automáticos tanto de aplicação dos líquidos quanto de medição das pressões. Tal equipamento tem precisão de $\pm$ 10 mm (indicada pelo fabricante).

Uma das grandes vantagens operacionais de instrumentação que meça recalques através de um desenvolvimento horizontal (como é o caso do Double-Fluid Settlement Profiler) é que as medições são feitas através de um único local, local este que pode inclusive estar ligeiramente afastado da estrutura propriamente dita. Assim todo o acompanhamento do comportamento da estrutura pode ser feito sem criar transtornos nem durante a construção da mesma, nem durante a montagem do equipamento e operação da USINA.

A nosso ver este é um handicap deste instrumento.

No caso de se buscar maior precisão do que os $\pm$ 10 mm teríamos que utilizar ou sistemas de nivelamento de alta precisão ou extensometros magnéticos adaptáveis a furos de sondagens. Infelizmente tais instrumentos tem a grande desvantagem de que as leituras de acompanhamento tem que ser feitas por acesso direto vertical a eles. Assim durante a construção da estrutura cuidados extras teriam que ser tomados com os instrumentos posicionados nas fundações e durante a operação da USINA o acesso aos instrumentos para as leituras periódicas provavelmente provocaria transtornos.

Obviamente cabe aguardar mais algumas informações a respeito do equipamento (durabilidade, confiabilidade, manutenção necessária, etc.) e em especial aguardar o pronunciamento do próprio fabricante (a quem também solicitamos informações sobre seu produto) mas somos da opinião que, desde que se confirme a melhora da precisão do equipamento em seus modelos mais modernos, este tipo de instrumentação (de se conseguir perfis de recalques através de acesso horizontal) é o mais apropriado para as obras, com suas respectivas responsabilidades/design criteria, da USINA.

Cabe de qualquer maneira estudar com os detalhistas da instrumentação de qualquer estrutura algumas posições especiais para colocações de medidores:

a)- Tipo BI ou BMS (extensometros magnéticos) para medir recalques de terreno;

b)- Pinos de medidas de recalques como os usualmente instalados em prédios, para que toda informação possa ser "cruzada".

Apressamo-nos em enviar estes breves comentários a fim de que as estruturas em andamento - Alto Forno, Coqueria e Laminadores, já possam ter sua instrumentação planejada. Em breve mandaremos relatório específico sobre as demais observações (além de recalques medições de pressões, etc.) que mereceriam ser feitas nas estruturas em questão.

Sem mais, de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LGM/rmo

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-090378
São Paulo, 09 de março de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: MEDIDORES DE RECALQUE

Prezados Senhores:

Serve o presente para levar a V.Sas. alguns comentários referente ao acompanhamento do comportamento do aterro que vem sendo efetuado através de medidores de recalque tipo KM.

Acabamos de receber, através de sua guia de remessa IEE-C-0124/78, os desenhos FSK-C-99; FSK-C-102; FSK-C-103 e FSK-C-104 da Tenenge-Bechtel referentes aos medidores nº 1, 2, 3 e 6.

1 - Conforme solicitado pela AÇO MINAS em reunião na obra com representantes da Tenenge-Vechtel, na qual esteve presente nosso Eng. Luiz Guilherme, no dia 28/12/77, deveria ser executada uma sondagem a percussão junto a cada um dos medidores de recalque, visando assim obter os perfis de subsolo, representados pelo seu índice SPT, configurando as camadas que estariam sofrendo o fenomeno de adensamento.

Devido à variação de altura do aterro na USINA e a necessidade de se conhecer as condições de fundação deste (mapear a espessura de argila mole ainda existente) não se fixou e nem se poderia fixar a priori a profundidade destas sondagens. É de se lamentar que as sondagens foram interrompidas em profundidades de 30 m pois no caso específico dos medidores 2 e 3 (por exemplo) não se atingiu o solo de fundação.

Um estudo do comportamento do aterro e de sua fundação fica portanto prejudicado em algumas das áreas.

2 - Estranhamos os valores de SPT obtidos em algumas das sondagens (1, 2 e 3 por exemplo) pois seus valores não comparam com o que seria de se esperar para aterros compactados nas condições executadas e também, no caso específico, da sondagem do KM 2, em muito difere da sondagem SPLAM 08 que se situa a somente 70 metros de distância em aterro que se pressupõe "homogêneo".

Assim solicitamos informações sobre qualquer eventual peculiaridade na execução das referidas sondagens e também as folhas de campo destas sondagens para que melhor possamos analisá-las.

Sem mais de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/mo

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-090378

São Paulo, 09 de março de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1061 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: L A M I N A Ç Ã O:

Insuficiência da drenagem profunda.
Esforços horizontais.
Controle de recalques.
Programa preliminar de reconhecimento do sub solo.
Análises dos medidores de recalques.

Prezados Senhores:

Tendo em vista a urgência com que se desenvolvem os estudos visando otimizar o projeto das fundações da área dos Laminadores, passamos em seguida a comentários que, a nosso ver, auxiliarian V.Sas.:

1 - INSUFICIÊNCIA DA DRENAGEM PROFUNDA.

1.1 - Acusamos recebimento da correspondência SP.EB-1155/78 da Hidroservice sobre: Estudos sobre a situação do lençol freático na área da Usina Siderurgica de Ouro Branco, após o movimento de terra". Analisando o material recebido percebeu-se que o estudo efetuado compreendeu em desenhar alguns cortes com a marcação dos níveis d'água observados através de furos de sondagens e dos poços existentes. A situação assinalada é portanto a atual, não constando do estudo: estimativas de variação futuras do lençol geo-hidrológico; estimativas de vazões nos drenos; eventual medida de vazões nas saidas dos drenos para comparação com as estimativas teoricas; analise do observado, etc..

Apesar do estudo não corresponder ao solicitado e esperado, tendo em vista o prosseguimento dos estudos, serve para mostrar claramente a ineficiência dos drenos, pois parece não haver qualquer influência dos mesmos nos níveis d'água observados no aterro.

./..

1.2 - Nossa estimativa do comportamento do lençol geo-hidrológico.

De posse da planta "as built" da Bacia I e seus afluentes procedemos ao estudo da percolação de água nas encostas naturais, prevendo teoricamente o funcionamento do dreno construido.

Após os cálculos estimativos e comparações com o que foi construido, chegamos a conclusão que os drenos parecem ter área insuficiente em certos trechos, impedindo o livre escoamento da água através dos drenos, acarretando o surgimento de cargas hidráulicas.

Por outro lado, tem-se notado através da análise das sondagens recem executadas no aterro e dos poços existentes, que o nível d'água se encontra inexplicavelmente alto nos aterros, confirmando a suspeita de que os drenos estão operando em condições abaixo das esperadas (ou mesmo não operando).

Soma-se isto ao fato de que, conforme fomos informados oralmente, na saida dos drenos da Bacia do Curita há muita lama acumulada, impedindo a livre saida da água trazida pelos drenos.

Percebe-se portanto que o sistema de drenos franceses construido parece ineficiente (ou deficiente) , necessitando providência para melhorar seu desempenho. O modo que nos parece mais indicado é iniciar o bombeamento dos poços já existentes, e imediatamente após a análise dos proveitos do bombeamento destes poços, programar a abertura e bombeamento de outros, sobre o dreno conforme especificado em nosso ACO-IA-020578.

Note-se que a finalidade do bombeamento não é a de rebaixar o lençol freático: esta será uma consequência. A finalidade do bombeamento através do dreno é reduzir ao máximo as pressões neutras do solo próximo ao dreno aumentando com isto as pressões efetivas, o que corresponde à colocação de sobrecarga sobre o aterro. Outra forma de atuação do bombeamento é que baixando as pressões neutras, torna-se mais rápida a dissipação da sobre-pressão neutra, acarretada pela carga de aterro sobrejacente, e com isto os recalques se processam de forma mais rápida.

2 - ESFORÇOS HORIZONTAIS

Apesar de parecer por enquanto que a solução da laminação será através de apoio direto, vale a pena comentar o problema de absorção de esforços horizontais no caso de fundações profundas.

É necessário que fique claro que os esforços horizontais não devem obrigatoriamente ser absorvidos pelo mesmo tipo de elemento estrutural que são absorvidas as cargas verticais.

No caso da solução adotada ser de estacas longas, os esforços horizontais poderão ser absorvidos por: estacas inclinadas curtas, paredes verticais para mobilização de empuxos passivos, tirantes passivos, etc..

3 - CONTROLE DE RECALQUES

Dada a característica da laminação de construção extremamente intensa, e da área onde ela será instalada, com cortes e aterros de altura variada, bem como pelo fato de estarem se processando recalques na área de

./..

aterro; parece-nos obrigatório um programa de controle de recalques, tanto do aterro como das edificações.

Além do método usual de controle através de leituras óticas, vimos grande interesse em se tentar a utilização do "Double Fluid Settlement Profiler", sobretudo para controle dos recalques do aterro e da estrutura. A utilização deste aparelho permitirá o fácil traçado do perfil de recalques ao longo da laminação, favorecendo a discretização de áreas mais críticas quanto ao comportamento de recalques e comparação com os recalques admissíveis do equipamento, quando do funcionamento da laminação.

Em relatório a parte (AÇO-C-080378) comentamos especificamente à utilização de tal equipamento.

4 - PROGRAMA PRELIMINAR DE RECONHECIMENTO DO SUB-SOLO

Damos em mãos o desenho nº PR-168/78-9 da Geotécnica, especificando o programa preliminar de investigações do sub-solo da área da laminação.

O programa de investigação parece ter seguido um critério de reticulamento geométrico para locação de sondagens, tendo levado em conta que os problemas maiores estarão na área de aterro, e daí o espaçamento menor entre sondagens da área do aterro e sondagens em área de corte.

Infelizmente não possuimos o desenho citado EPL/02 - Rolling Mill Day Out para podermos verificar se os pontos marcados para sondagens coincidem com pontos de aplicação de cargas.

Caberia-nos somente comentar o seguinte:

Indagamos se está prevista a execução do programa pari-passu com imediata análise da parte já executada para rápidas alterações do programa?

Conforme já mencionamos em relatórios anteriores, não recomendamos a extração de amostras tidas como indeformadas através de amostradores tipo Shelby, Denison ou similar, para posterior utilização do material em ensaios de laboratório que necessitam de amostras indeformadas. A própria Geotécnica, através do Dr. Sérgio Pimenta Veloso concordou em reunião que os resultados deste tipo de amostragem não são satisfatório (Ver: Minutes of Meeting 11.05.77, Alto Forno).

Temos observado que os resultados de ensaios sobre amostras extraidas desta maneira (sobretudo se o solo for aterro ou saprolítico e oferecer resistência à penetração do amostrador) podem nos fornecer parâmetros completamente diferentes que os mesmos ensaios realizados sobre amostras extraídas em poços.

Nosso ponto de vista é de se realizar um menor número de ensaios em amostras extraídas em poços profundos. No caso de ser difícil a extração cada a profundidade, procurar na área da usina material com características semelhantes e executar os ensaios sobre este material colhido através de poços. Pode-se tambem programar um certo número de ensaios para comparação de resultados entre as amostras tipo Shelby e poços.

Notamos a ausência de provas de carga sobre placas no programa preliminar ora proposto. Provavelmente isto se deve ao fato de que os aterros na área não terem atingido o "greide" final o que acarretaria excessiva demora até que as P.C. pudessem ser executadas; nesta época o projeto das fundações já deverá estar pronto. Além disto a eventual colocação do

./..

sobre aterro impedirá a execução de tais provas na área. Isto posto recomendamos que se apresse a execução do programa genérico para que possamos extrair dados das provas de carga mesmo que estas tenham sido executadas em outras áreas, conforme previsto.

Finalmente caberia suprir o início da utilização do PRESSIOMETRO, que poderá ser tipo Menard ou Cambometer. Este tipo de investigação tem por finalidade principal a determinação de parâmetros de compressibilidade do solo in situ. Sua utilização em nosso país ainda é muito pouco difundida, pois é um processo relativamente recente, porém dada sua utilidade já tem sua utilização consagrada em varios países, principalmente da Europa.

Estamos enviando, em anexo, vários cortes com sondagens plotadas. Observar que muitas sondagens foram transladadas até o eixo do corte segundo a curva de nível, a fim de recolher o maior número de dados disponíveis.

É assustador notar quão poucos dados dispomos até o presente momento. Por um dos cortes passados não há sequer uma sondagem executada.

5 - ANÁLISES DOS MEDIDORES DE RECALQUES

Damos em mãos mais uma série de leituras dos medidores de recalques e passamos rapidamente a análisar.

Infortunamente porém os dados são poucos o que requer estudo cuidadoso com a admissão de varias hipóteses.

Tão logo tenhamos conclusões que mereçam confiança emitiremos relatório sobre o assunto.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

Anexo: Cortes através do Navy Hill
e do Kellum Hill

MC/rmo.

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-100378
São Paulo, 10 de março de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: MINUTES OF MEETING Nº 5/78: 20/02/78

Prezados Senhores:

Dou em mãos o documento supra, e apresso-me em submeter as seguintes sugestões para revisão eventual do texto (se couber), ou pelo menos para retificação e/ou complementação das medidas praticas que dele resultem. Uma questão, a meu ver formal e secundária, seria a fidelidade do texto às exposições orais ocorridas: outra, mais relevante às necessidades da obra, é a fidelidade do texto ao que se deveria ter pretendido feito constar, como conceito do correto e útil perante as tarefas necessárias para solução do problema de fundações em questão.

1 - No penúltimo parágrafo da Página 2 assinala-se que o recalque do terreno natural (sob a carga do aterro) é elevado, da ordem de 93 cm a mais. Aparentemente tal indicação teria ocorrido como surpresa: não entendo como, nem entendo o que se pretenderia estabelecer em função da magnitude citada (medida) de um ponto de observação, sem referência aos principais fatores que diretamente afetam tal valor.

A compressibilidade do horizonte superior (de espessura variável) do terreno natural é reconhecidamente maior do que a do aterro compactado. Porém, quanto aos recalques do terreno natural deverá haver grande variabilidade, em função, por um lado da espessura do horizonte de terreno natural a comprimir, e por outro lado, a sobrecarga de aterro, grandemente variável ao longo das seções em função da topografia que se pretendeu nivelar.

Ora, em posições onde a espessura de aterro tiver sido grande, mesmo uma modesta espessura de horizonte natural mais compressível poderá facilmente ter dado os recalques da ordem de um metro ou mais: o que poderia não importar em nada, pois o que interessa é quanto ocorreria de compressão e recalque sob a carga da construção sobre o aterro, e tal complemento de recalque a antever poderá ser modesto em caso em que através de espessa camada de aterro tenha porventura ocorrido a oportunidade de uma distribuição e atenuação significativa das novas pressões da construção a considerar. Em contraposição ocorreria o inverso e muito mais danoso em posições em que a espessura do aterro é modesta e a compressão e o recalque do terreno natural (sob o aterro) tenha sido pequena, sobrando maior oportunidade para compressão e recalque do terreno natural sob as cargas da construção.

./..

Este o motivo pelo qual desde o inicio salientamos como posições criticas as de proximidades ao limite corte-aterro.

Em separado submeto umas seções com estimativas dos recalques: a) devidos a aterro; b) a atuar sob uma sobrecarga de construção. Embora repetindo o que já tenha sido apreciado, facilitará o esclarecimento em torno de um ponto que a partir da afirmação da FS/SMS poderia suscitar dúvidas. A afirmação tal como ela consta é correta quanto à compressibilidade reconhecida do terreno natural: só suscita dúvidas a citação de um recalque especifico.

2 - O parágrafo final da Página 2 não coaduna com os dados do topo da Página 3, porquanto na primeira afirmação se menciona a magnitude de recalques totais ou "finais", enquanto na segunda se menciona o ritmo em que ocorreriam os recalques (qualquer que fosse a magnitude).

Creio porém que nas apresentações orais da reunião os assuntos em pauta ficaram bem claros.

3 - No meio da Página 3, a fase final do parágrafo "is seeping into the filled areas" levaria a uma impressão incorreta. Realmente o aterro compactado é sempre tão mais impermeável do que o terreno natural, que não ocorre infiltração das encbreiras (hillside slope) para dentro do aterro. Ocorre porém algo com consequências análogas: isto é, a infiltração dos taludes naturais é "represada" criando uma condição piezométrica tal que dificulta enormente a dissipação natural de quaisquer pressões neutras que sejam geradas no aterro por motivo da sobrecarga terrosa em solo quase saturado.

4 - Antepenúltima linha da Página 3: embora seja em tese valida a afirmação de que um solo saturado tenha capacidade de carga menor do que quando insaturado (perante carregamento rapido) cabe salientar que repetem-se persistentemente as indicações de que haveria alguma preocupação eventual por capacidade de carga (load capacity). Permitimo-nos ressaltar que tal eventualidade é remota , e o que se apresenta como condicionante é (e tem sido continuamente) o problema de recalques e não de rutura (capacidade de carga).

5 - Parágrafo do topo da Página 4. Só podemos concordar com toda e qualquer medida que favoreça a drenagem, abreviando o tempo de recalques por adensamento. Na falta de plantas e seções configurando a situação em apreço não podemos julgar da possível eficiência da drenagem subhorizontal semi-profunda sugerida pela FS/SMS. Ressaltamos porém que, conforme tivemos o ensejo de mencionar oralmente na reunião, uma mera drenagem que evita o estabelecimento de piezometria mais elevada será pouco eficiente comparada com uma drenagem que realmente força a depressão do lençol mediante bombeamento de esgotamento em poços profundos. Não nos parece que caiba no presente momento ser excessivamente otimista quanto à rapidez de atenuação e parada dos recalques por adensamento.

6 - Página 5, topo, sexta a décima linhas. Não nos é fácil apreciar a validez da afirmação sem conhecermos os carregamento em questão. Existem formas diversas (ex. estacas inclinadas curtas) para absorver esforços horizontais. Se porventura fossem necessárias as estacas inclinadas profundas, de fato a afirmação quanto às grandes dificuldades de tais estacas em terreno sujeito a recalques estão bem assinaladas.

Quanto ao final do mesmo item 5.2, só podemos solicitar que nos ofereçam o quanto antes indicações dos carregamentos afim de que possamos compartilhar na solução do problema.

./..

7 - Item 5.3, fundo da página 5.

De novo repetimos que só podemos ser favoráveis a qualquer medida prática que contribua; cabe sempre antever, porém, o que se fará se algo aconteceu de forma menos favorável do que previsto ou desejado. Por exemplo, no presente caso, se após lançado o aterro de sobrecarga, se constantar que os recalques por compressão são bem mais lentos do que admito, o que há de fazer? Por isso é que insistimos no bombeamento (a começar em caráter experimental, fácil de ampliar-se conforme se demonstrasse interessante) de poços profundos, pois é bem sabido que deprimir o lençol freático constitue precipuamente uma forma de carregar (precarregar) pela exclusão do empuxo de Arquimedes.

No topo da Página 6 permitimo-nos indagar para que espaçamento entre pilares seria considerado o recalque diferencial remanescente (a partir de quando) como limitado ao raio mínimo de 6000 m. É praxe internacional preferir-se a referência a recalques diferenciais específicos tal como 1 : 500 etc.. Ora, aconteco que admitir uma deformação assemelhável a um arco de círculo já é uma idealização pouco realística. Principalmente, porém vê-se que o critério de um raio mínimo leva a distorções específicas bem diferentes dependendo do espaçamento entre pilares; veja-se a tabela a seguir:

Dist. entre pontos (m)	Distorção
10	1/1600
20	1/800
30	1/533
50	1/320
100	1/160

Não vemos qualquer base (no momento) para a estimativa de apenas 3 a 5 meses de permanência da sobrecarga, pois tudo depende da velocidade de dissipação de sobrepressões neutras. Caberá otimizar um jogo entre maior altura de sobrecarga (levando mais tempo e custo de colocação e remoção) com menor tempo de permanência comparada com menores alturas de sobrecarga com maiores tempos de permanência.

8 - Com relação ao item 5.6 permito-me mencionar que eu em particular não tinha conhecimento do sistema de drenagem subterrânea em uso e em questão, não sabendo portanto se me caberia concordar ou não com as diretrizes respectivas.

9 - Item 5.9 pode levar na frase inicial a dúvidas quanto à afirmação pretendida. De minha parte preferiria: "In order to permit an immediate start of preliminary foundation design, avoiding the need to await the results of steps to be taken locally to force acceleration and completion of settlements, Açominas suggests that the designers start upon the assumption that the complementary settlement, under the average operational loading of 15-20 t/m² quoted, to be considered as still remaining to occur after start of superstructure construction, will be limited to 6 cm and a differential between columns of 3 cm". "It will be the responsibility of Açominas to take and expedite all measures, in parallel with the immediate start of design based on these assumptions, so as to guarantee the above limits".

./..

Este item retoma no 5.12 porém com indicações numéricas um pouco diferentes, que caberá esclarecer. Em particular cabe solicitar o esclarecimento quanto aos recalques diferenciais específicos máximos tolerados, considerando que o critério do Raio Mínimo deixa margem a interpretações variáveis.

10 - Final da página 9, item 5.12: definitivamente não conseguimos entender o último parágrafo da página, nem sabemos como poderá haver qualquer ligação do grau de compactação GC % com a porcentagem de 80% do recalque total. Solicitamos esclarecimento pois não nos recordamos de qualquer afirmação da própria reunião que nos ajude a entender o que se pretenderia.

11 - No item 5.14 cabe estabelecer em definitivo se as chaminés serão em alvenaria (masonry) ou em concreto, bem como quais seriam as tolerâncias respectivas quanto a recalques diferenciais específicos de tombamento.

Sem mais de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.
VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.
p/ Victor F.B. de Mello

VM/rmo

1AA

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ACO-C-150378

São Paulo, 15 de março de 1978

ANEXO COM

RECEBERAM COPIA

1EE-C	15E	1EP-A	150	150-S

1AA

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flavio B. Pinheiro

150: Ey: Amauri

Ref.: PROVAS DE CARGA EM ESTACAS FRANKI REALIZADAS NA CASA DE CORRIDA ALTO-FORNO E NA CHAMINÉ I DA COQUERIA.

Prezados Senhores:

Vimos através deste encaminhar a V.Sas. nossa rapida apreciação conceitual do comportamento configurado nas provas de carga em estacas Franki efetuadas nos locais acima descritos.

1 - ALTO FORNO - CASA DE CORRIDA

Foram a nós encaminhadas as folhas de campo das provas de carga efetuadas nas estacas C da linha 1a/Fa e estaca 04 dos eixos 4 e Ba.

1.1 - Estaca C da linha 1a/Fa

De resultados plenamente satisfatórios tal estaca apresenta recalques mínimos perante carga de trabalho e 1.5 vezes a carga de trabalho.

Durante o incremento de carga correspondente à 1.5 vezes a carga de trabalho não foram estabilizados os recalques.
Obviamente os recalques são tão pequenos durante tal incremento que qualquer fator externo à Prova de Carga pode afetar a medição com precisão de décimo de milimetro. Caberia contudo aguardar a estabilização para descartar qualquer eventual dúvida quanto o comportamento da estaca.

1.2 - Estaca 04 dos eixos 4 e Ba.

Na folha de campo que nos foi enviada tal estaca é referida como CASA DA CORRIDA eixos 4 e Ba. Na planta de estaqueamento que dispomos o bloco situado na junção dos eixos citados tem somente 2 estacas. Solicitamos portanto informação mais precisa sobre a estaca ensaiada a fim de podermos associá-la a seus dados de cravação (nega, comprimento, etc.).

./..

AÇOMINAS
15 ABR 1978
RECEBIDO
Secretaria - IOA

De qualquer maneira valem para esta estaca os mesmos comentários:

1.2.1 - Comportamento bom conforme seria de se esperar

1.2.2 - não foi estabilizado o incremento sob carga máxima aplicada.

1.3 - Estaca 8 dos Regeneradores

Não dispomos dos dados de cravação da referida estaca. Solicitamos que nos seja enviada a folha de campo diária de cravação para que possamos analisar o comportamento em prova de carga comparado com a cravação e o perfil de subsolo.

De qualquer maneira já enviamos a V.Sas. o desenho da prova de carga que demonstra o ótimo comportamento da estaca em questão.

2 - CHAMINÉ I DA COQUERIA -Estacas 8 e 51

Tais provas de carga constam do relatório BH-COQ-PC-158/78.1.

Visto que as leituras de recalques foram efetuadas com extensometros presos a piquetes de madeira cravados nas adjacências da estaca ensaiada e que, provavelmente, este é o procedimento padrão da firma executora solicitamos que um esquema de prova de carga por reação, conforme é de norma da executora, nos seja enviado.

Ressaltamos que tinhamos solicitado à AÇOMINAS que todas provas de carga apresentadas por qualquer executora deveriam ter plotado o comportamento tempo - recalque sob carga de trabalho e carga máxima aplicada a fim de que se pudesse analisar o comportamento do solo perante a solicitação imposta em dois incrementos de carregamentos típicos (vide nosso AÇO-AF-040178).

Quanto ao comportamento carga/recalque apresentado ambas as estacas são plenamente satisfatórias mas se verifica que inúmeros incrementos de carga (por exemplo o terceiro e o quinto da estaca 8 e da estaca 51, etc.) tiveram a carga atuando durante 30 minutos o que, caso tenha sido atingida a estabilização, comprovaria a condição de recalques "rápidos". Caberia analisar o mesmo fenomeno sob a carga máxima aplicada para melhor equacionar o problema de recalques das estruturas da USINA.

3 - Solicitamos , novamente , portanto, que todas as provas de carga encaminhadas a AÇOMINAS sejam acompanhadas de gráficos tempo/recalque para a carga de trabalho da estaca em questão e para a carga máxima aplicada.

Sem mais para o momento, firmamo-nos,

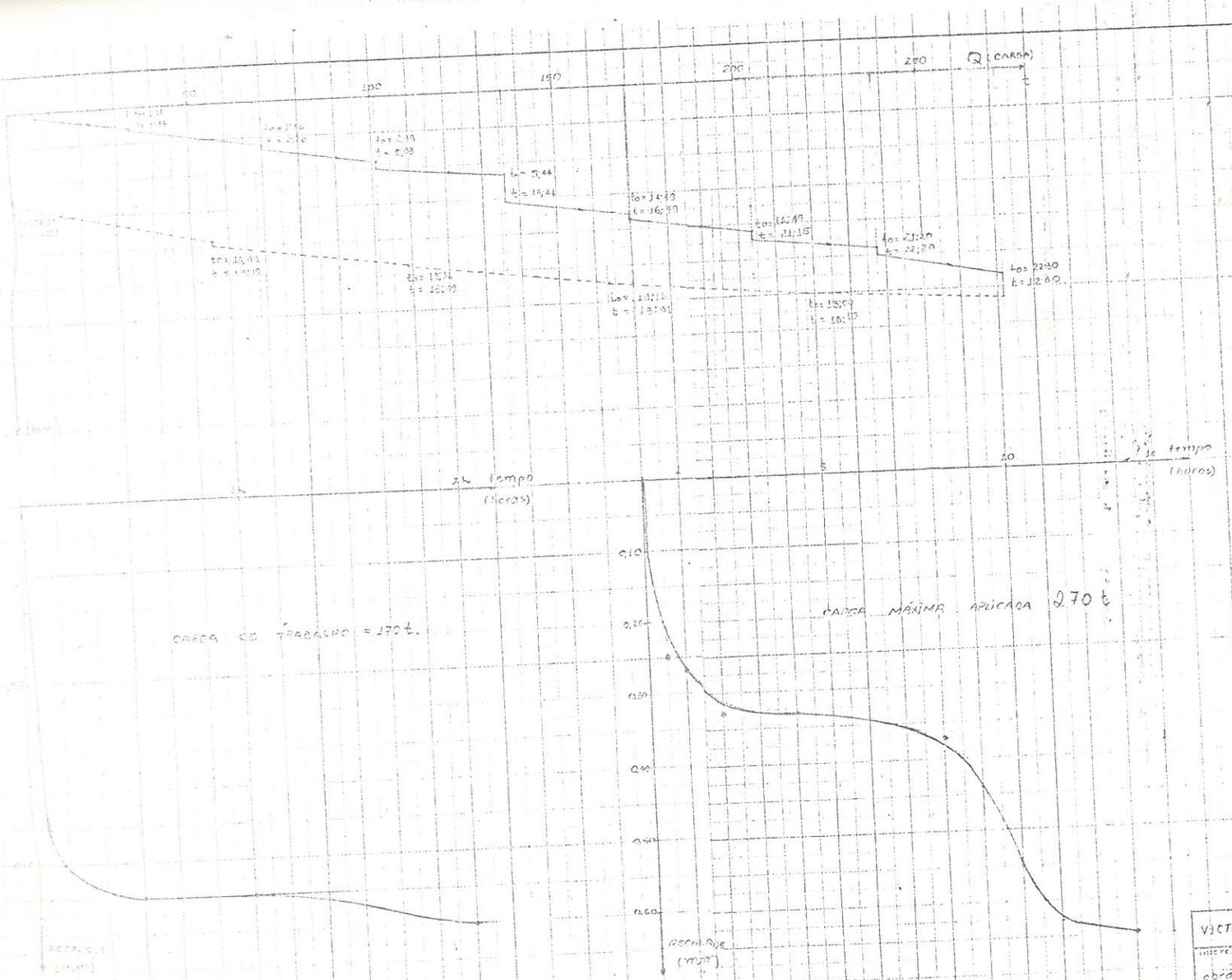
Atenciosamente.

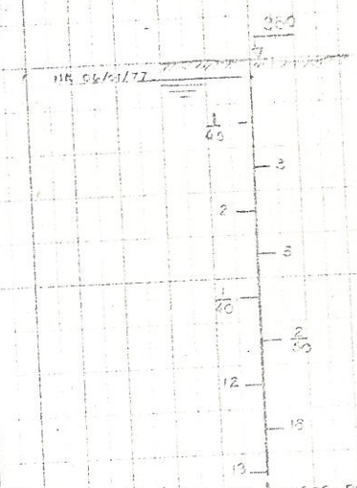
VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

Anexos: Desenhos das provas de carga
na casa de corrida e regeneradores
do Alto Forno.

LGM/rmo





Sondagem em terreno natural mais próxima - STB-64

CARACTERÍSTICAS DAS ESTACAS

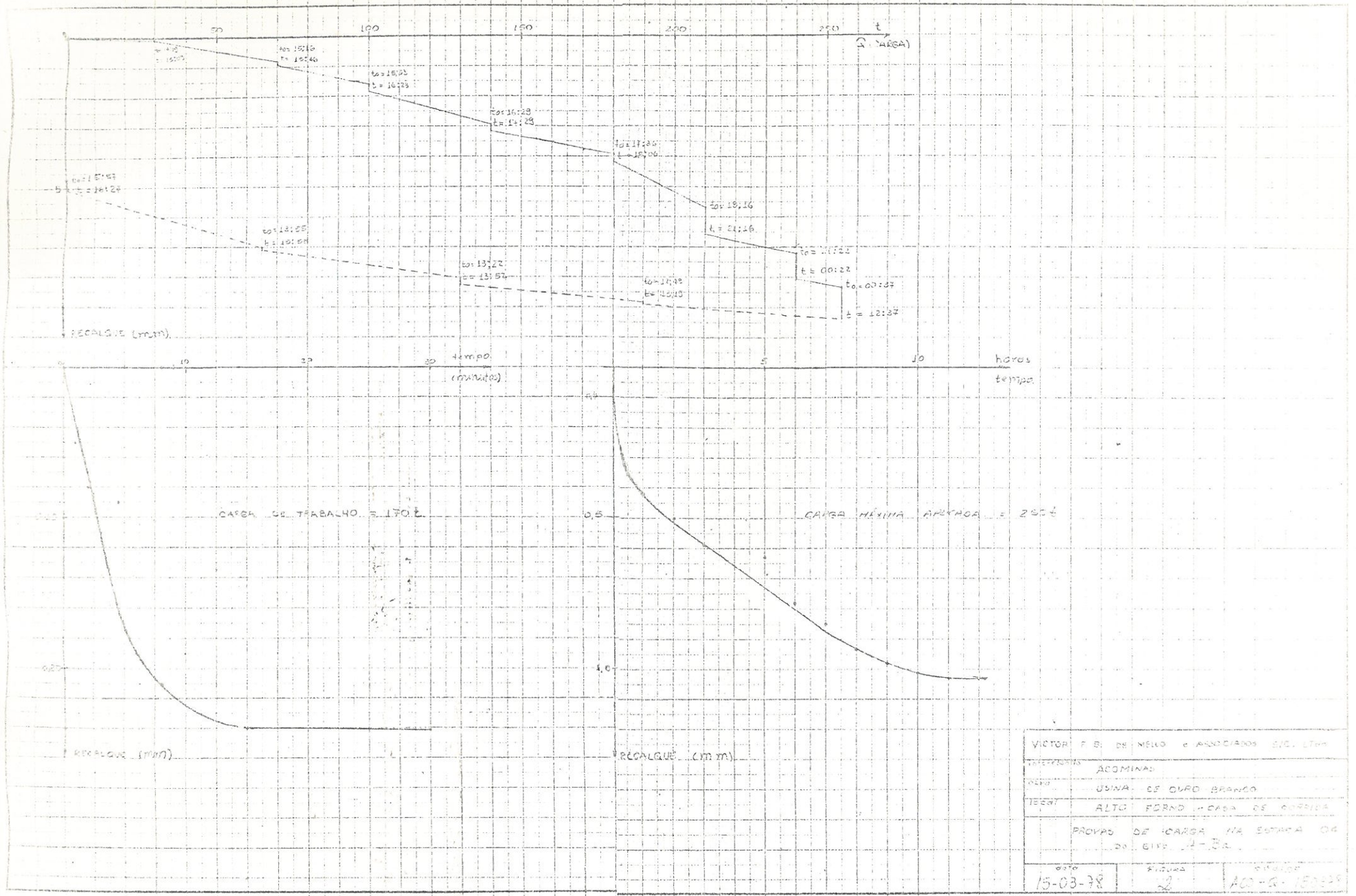
1. COORDENADAS: N = 7.727.698
   E = 629.701
2. COTAS: CRAVAÇÃO = 995,50
   ARRASAMENTO = 991,60
3. DATA DE CRAVAÇÃO: 24/10/77
4. NEGAS: 10 GOLPES x 1m = 0
   1 GOLPE x 5m = 3
5. COMPRIMENTO DA ESTACA:
   FUSTE CONCRETADO = 12,60m
   FUSTE NÃO CONCRETADO = 3,90m
6. VOLUME DE BASE: 600 L
7. ARMAÇÃO: 4 ¢ 7/8
8. COMPRIMENTO: 13.0 m

VICTOR F B DE MELLO e ASSOCIADOS S/C Ltda

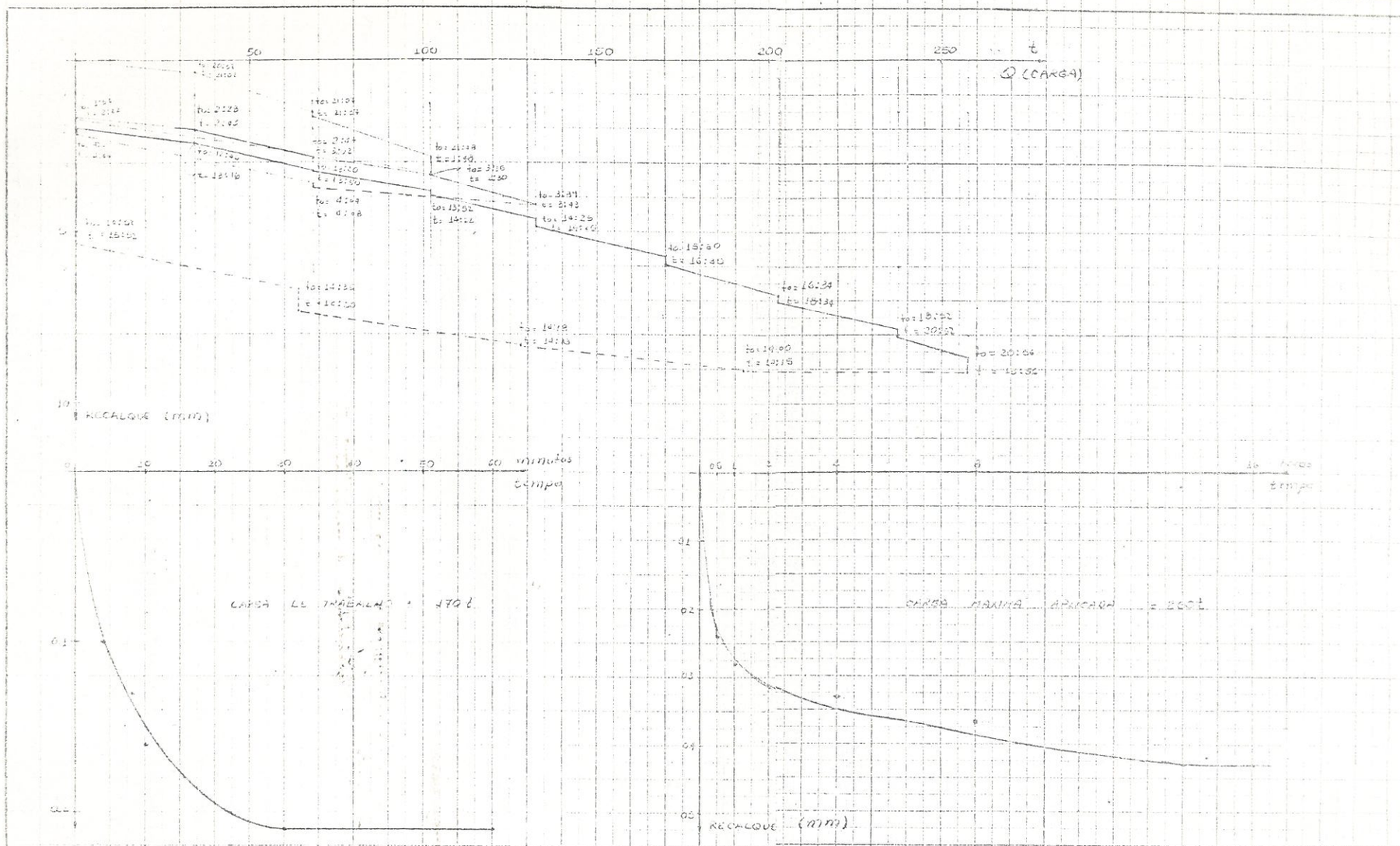
interessado	ACOMINAS
obra	USINA DE OURO BRANCO
local	ALTO FORNO - CASA DE CORRIDA

PROVAS DE CARGA NA ESTACA C DA LINHA 1a/Fa

data	FIGURA	código
15-03-78	1	ACO-G-150378



50
100
150
200
250
t
Q (CARGA)
RECALQUE (mm)
tempo
(minutos)
horas
tempo
CARGA DE TRABALHO = 170 t
CARGA MÁXIMA APLICADA = 250 t
0,5
1,0
RECALQUE (mm)
RECALQUE (mm)
VICTOR F. B. DE MELLO e ASSOCIADOS S/C. LTDA
ACOMINAS
USINA DE OURO BRANCO
ALTO FORNO - CASA DE CORRIDA
PROVAS DE CARGA NA ESTACA 04
15-03-78
2



VICTOR F.B. DE MELLO

Interessado: ACOMINAS

Obra: USINA DE CURO BRANCO

Local: A ALTO FORNO - [illegible]

PROVAS DE CARGA NA ESTACA

data	FIGURA	[illegible]
15-03-78	3	[illegible]

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AQO-LM-160378

São Paulo, 16 de março de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: ÁREA DOS LAMINADORES - INTERPRETAÇÃO DA PROVA DE CARGA EM ATERRO - RELATÓRIO INC 515/77 DE 18/11/77 GEOTÉCNICA.

Prezados Senhores:

Temos em mãos há já um certo tempo a prova de carga em placa de ∅ 80 cm realizada sobre área de aterro, na zona dos Laminadores.

1 - A utilização do resultado interpretativo desta prova de carga está até o presente momento dificultada pela inexistência (ou desconhecimento da nossa parte) de sondagem adjacente ao ensaio; sondagem esta que permitirá a extrapolação de um comportamento observado para zonas demonstradas similares por investigação através de sondagem. Dentro de condições de aterro "homogeneo" poderíamos, como passo inicial, antever o resultado da sondagem, mas infelizmente os aterros da USIMA não tem se demonstrado com características homogêneas: vide por exemplo os resultados das sondagens na área do Blooming (próxima à prova de carga) que apresentam SPT nos 3 primeiros metros variando de 4 a 18.

Na nossa orientação do Programa Genérico de Investigações em Aterros solicitamos também que outros ensaios padrão da Mecânica dos Solos fossem executados em cada zona de solo típico e, quando foi executada a referida prova de carga na área dos Laminadores, recomendamos que este ensaio fosse incorporado a este Programa Genérico. Ficam portanto faltantes, além da sondagem à percussão, outros ensaios ao lado da prova de carga (vide nosso AQO-G-010977) em particular, os de controle de compactação que definam as condições das camadas especificamente solicitadas pelo bulbo de pressão da placa.

2 - De qualquer maneira passamos a uma breve retro-análise do resultado deste ensaio a fim de facilitar as estimativas de recalques das fundações em questão.

./..

2.a)- A interpretação rotineira de prova de carga baseia-se na utilização de formulação da Teoria da Elasticidade, para carregamento em maciços semi-infinitos, homogeneos e considerando-se carregamentos /deformações dentro da faixa aonde vale o conceito de elasticidade.

Valem então formulações do tipo:

$$E = \frac{K\,(1-\mu^2)}{\sqrt{A}\;\frac{d\,\delta}{d\,P}}$$

aonde: K = cte dependendo do tipo de placa
μ = coef. de Poisson
A = área carregada
δ = deformação medida
P = carga aplicada.

Com este tipo de retro-análise chegaríamos a um "modulo de elasticidade nominal" de aproximadamente 200 kg/cm^2 .

2.b)- É internacionalmente reconhecida a significativa influência do preparo da cava aonde se executará o ensaio, a influencia de mínima assimetria de carregamento (provocando tensões cisalhantes no contato placa/solo) enfim de inúmeros "end-effects". Assim se utiliza, o o Dr. J. Burland recomendou quando da visita à obra, que se instalassem duas hastes dentro do bulbo de pressões e abaixo de zona aonde as tensões cisalhantes são significativas, para a melhor interpretação do comportamento de solos através de provas de carga. Cabe ressaltar que estes efeitos espurios decorrentes de uma "película " superficial sob a placa passam a ter influência muito grande quando se extrapola em grande escala, de uma placa pequena para um imenso rallier ou maciço: não tem, porém tanta importância em casos correntes de extrapolação de uma placa para sapatas módicas.

Retro-analisando a mesma prova de carga por esta sistematica chegamos a um módulo de elasticidade nominal de aproximadamente 350 kg/cm^2.

Lembramos que este valor é mais comparável com os valores obtidos em o outros aterros dotados de observações de comportamento (barragens).

3 - Baseados na significativa variação de parâmetros devida ao conceito utilizado na interpretação e na sua influência quando utilizados para previsão de recalques vimos solicitar que em todas provas de carga de ambos os programas genérico de investigação (AÇO-C-010977 e AÇO-C-050977) sejam observadas:

3.1 - Os dispositivos de referência de leituras e a medição dos deslocamentos (recalques ou levantamentos) sejam feitos segundo a Norma Brasileira NB-20/1977 (itens 4.1.2 e 4.1.3).

3.2 - As hastes inseridas no bulbo de pressão devem ser localizadas o mais próximo ao eixo de simetria da placa e a profundidades de R e 2R (R= raio da placa).

3.3 - Os deslocamentos do topo das hastes sejam medidos através de extensometros sensiveis a 0,01 mm.

./..

3.4 - Se observe o conceito de estabilização de recalque perante cada incremento de carga conforme reza a NB-20/1977.

4 - Desnecessário será frizar a necessidade de se realizar os ensaios correntes de parâmetros índice, e de laboratório com material representativo circundante de cada prova, para que possamos maximizar o provêito dos resultados de cada prova através das correlações e extrapolações criteriosas competentes.

Colocando-nos a sua inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. B. DE MELLO

LG/rmo

Enviar p/a Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

A-06

AÇO-G-270378
São Paulo, 27 de março de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: MATERIAL RECEBIDO ATRAVÉS DA REMESSA
EEE-C - 149/78 - EXAME EXPEDITO E
PROVIDÊNCIAS IMEDIATAS

Prezados Senhores:

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, passamos a uma rápida análise do material recebido, assim como solicitar providências quando se fizer necessário e reiterar pedidos pendentes:

1 - Carta MPL/cb 154/78 - Coke Ovens Plant -

Relatório com comentários seguirá em breve sob designação AÇO-CQ-300378.

2 - Desenhos MPL 1 AO-2A00 e 1AO-2B00 - serão comentados dentro do relatório AÇO-CQ-300378.

3 - Desenhos Hidroservice 1F01000 -

Anexados aos nossos arquivos para utilização em todo os projetos em andamento.

4 - Carta MPL/cb 145/78 - será comentada oportunamente.

5 - Desenho Geotécnica - locação Sondagens do laboratório de materias primas - anexado aos nossos arquivos.

6 - Relatório Geotécnica EE-AF-PC 144/78

Lamentamos o fato de ainda não ter sido assimilado como corrente o procedimento de se apresentar junto com o comportamento carga/recalque de cada prova de carga, gráficos de tempo/recalque para a carga de trabalho e para a carga máxima atingida no ensaio a fim de possibilitar interpretação dos fenomenos intervenientes. Assim solicitamos que as folhas de campo referentes às provas de carga nos perfis nº 73 e 121 nos sejam encaminhadas assim como voltamos a solicitar a V.Sas. os dados de cravação de todos os perfis metálicos para poder analisar o conjunto em questão(vide nosso AÇO-AF-020278).

./..

Assim que tivermos em mãos tais informações enviaremos um parecer final sobre as fundações do Alto Forno.

7 - Relatório Geotécnica BH-AF-PC-144/78-1

Comentada em nosso AÇO-G-150378 a partir da folha de campo do ensaio. Novamente lembramos a necessidade da apresentação do comportamento tempo /recalque sob incremento de carga (vide a fig. 2 do AÇO-G-150378).

8 - Relatório Geotécnica BH-MBR-154/78-1

Extensamente comentado no AÇO-G-090378 devido às profundidades padronizadas atingidas em relação à informação que se visava aquilatar. Mais uma vez lembramos sobre a necessidade de, no relatório definitivo de uma sondagem, se indicar o comprimento desta executado por furo à trado e o executado por lavagem assim como de constarem as datas de inicio e fim de cada furo.

Em nosso AÇO-G-210278 levamos a V.Sas. a importância de se conhecer, sem margem a dúvidas, o nível d'água nas obras em geral e que portanto não se poderia aceitar uma indenição quanto a origem dos níveis piezométricos observados em sondagens conforme sistematicamente consta nos relatórios recebidos. Assim reiteramos nossa solicitação de que as normas da AÇO MINAS sobre a execução de sondagem seja seguida.

9 - Relatório Geotécnica BH-SIN-SP 131/78-2.
Cabem novamente todas as observações levantadas no ítem anterior.
As sondagens serão analisadas em relatório oportunamente.

10 - Geotécnica - Isbel - 217/78

Agradecemos as informações e quanto a sugestão de introdução de investigações realizadas por outras firmas na consolidação de dados somos da opinião de V.Sas. devem encaminhar diretamente ao grupo que trabalha nesta consolidação os dados necessários (testes realizados por outras firmas) que constem em seus arquivos.

11 - Desenhos da Franki 28666-A; 28659-A; 28657-A e 28815-0.

Já constavam de nossos arquivos - encaminharemos estas cópias ao Dr. J. Burland.

12 - Prova de Carga na estaca 258 dos regeneradores.

Será interpretada e oportunamente comentada através de relatório.

13 - Desenhos Hidroservico/Curita
Serão analisados e comentários seguirão brevemente.

14 - Solicitamos novamente:
14.1 - Ítem 5 do AÇO-G-130278

14.2 - os 15 ensaios Hilf-Proctor com medida de umidade, peso, etc. dos grãos retidos (AÇO-G-271277)

14.3 - Dados de bombeamento do AÇO-G-291277

14.4 - os dados de cravação dos perfis metálicos do Alto Forno.

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

Anexo 1 via da remessa mencionada.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-280378

São Paulo, 28 de março de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: ESTIMATIVA DE RECALQUES DAS ZONAS DE ATERRO E DE SUAS TRANSIÇÕES COM AS ZONAS DE CORTE-COMPLEMENTAÇÃO AO AÇO-LM-100378.

Prezados Senhores:

1 - Conscientes da necessidade de definição dos projetos de fundação das estruturas da Usina e do fato de serem recalques os fatores condicionantes destas fundações, vimos através deste encaminhar a V.Sas. estimativas do comportamento destas zonas perante carregamentos.

Em nosso relatório AÇO-LM-100378 levamos a V.Sas. (no ítem 1) nossa preocupação quanto aos complementos de recalques que ocorrerão devido às fundações e a condição crítica representada pelas transições corte/aterro.

Estas estimativas foram executadas com base nos ensaios edométricos típicos representativos dos solos da área (nosso AÇO-G-230977) e nos dados obtidos, também para solos típicos, quando da visita à Barragem de Itumbiara (nosso AÇO-G-200278). Conforme já discutimos longamente com V. Sas. previsão de recalques feitas através da teoria do adensamento, com ensaios edométricos, são, em geral, maiores do que os observados (às vezes em até 2 a 3 vezes) (vide nosso AÇO-LM-120177; AÇO-G-200278 e outros). Assim os valores absolutos de recalques constantes neste relatório poderiam ser considerados exagerados mas lembramos a V.Sas. que os valores diferenciais entre diferentes seções num corte transversal sob uma estrutura serão bem próximos aos reais.

As solicitações de ensaios constantes nos Programas Genéricos de Investigação (AÇO-G-010977 e AÇO-G-050977) permitirão aferir os parâmetros fundamentais utilizados nesta primeira estimativa.

Como seção longitudinal típica para este estudo utilizamos a seção do BLOCO MINC (vide fig. 1) por estarem suas fundações em discussão no presente momento; lembramos todavia que tal modelo de cálculo pode ser utilizado em qualquer das áreas em questão.

./..

Não entraremos no mérito dos tempos de recalque envolvidos relembrando somente que a proposta de bombeamento dos drenos e poços de medição (nossos relatórios AQO-G-291277; AQO-G-240278; AQO-LM-140278 e AQO-LM-020378) forneceá dados que permitirão analisar o fenomeno de tempo de dissipação de sobrepressões neutras e tempo de recalque do aterro e sua fundação.

Assim sendo, passamos à metodologia empregada:

2 - Estimativa de Recalques do Aterro

Será dividido em recalques das camadas do aterro e da fundação deste aterro.

2.1 - Recalques das Camadas do Aterro

2.1.1 - Os parâmetros fundamentais foram obtidos do estudo encaminhado através do relatório AQO-271276 seguindo o seguinte critério (baseado nos índices SPT do aterro):

2.1.1.1 - Para SPT $\leq$ 10 adotou-se a curva típica do ensaio edométrico para aterros de GC = 90 %.

2.1.1.2 - Para $10 < SPT < 14$ adotou-se a curva típica do ensaio edométrico representativa de aterros com GC = 95 %.

2.1.1.3 - Para SPT $\geq$ 14 adotou-se a curva típica do ensaio edométrico representativa de aterros com GC = 100 %

2.1.2 - A posição do Nível D'água (N.A.) é uma hipótese de grande responsabilidade.

A posição real deste N.A. só afetará os recalques absolutos devido ao aumento ou diminuição das pressões efetivas de toda a área considerada e portanto para comparações em termos de recalques diferenciais acreditamos ser válida a adoção de um N.A..

Baseados nas sondagens existentes na área optamos por admitir o N.A. a 8 m de profundidade do aterro.

2.1.3 - Com base nas sondagens existentes na área em questão (SPLAN) obtivemos os seguintes valores de índice SPT para profundidades típicas:

Z (m)	SPT	COEF. VARIAÇÃO
0-4	7	$\pm$ 33 %
5-8	11	$\pm$ 19 %
9-12	15	$\pm$ 17 %
13-16	16	$\pm$ 19 %
17-20	18	$\pm$ 12 %
21-24	18	$\pm$ 10 %

./..

2.1.4 - Compatibilizando-se os ítens 2.1.1 e 2.1.3 poderíamos assimilar ao aterro, em sua profundidade, curvas típicas de ensaio edométrico ou seja:

z do centro da camada	CURVA TÍPICA referida através do GC %
$z \leq 8$ m	GC = 90 %
$8 < z < 12$ m	GC = 95 %
$z \geq 12$ m	GC = 100 %

2.1.5 - O cálculo dos recalques será feito diretamente sobre as curvas edométricas, através da variação de índice de vazios (Δe). As pressões de pré-adensamento ($\sigma' a$) em questão são , obviamente, obtidas durante compactação e seus valores podem variar muito dependendo do tipo de equipamento, peso do equipamento, número de passadas, etc.; mas acreditamos que os valores utilizados sejam representativos de uma condição média de aterro.

2.1.6 - Determinação da variação de índice de vazios Δe no aterro a partir das curvas edométricas (utilizamos camadas de 4 m de altura para cálculo):

CAMADA Nº	z do centro da camada (m)	z do topo do com. (m)	$\Delta\sigma$ (kg/cm²) (acress. camada)	Δe	e_i	$\frac{\Delta e}{1+e_i}$
1	2	0	0	-	-	-
2	6	4	0,8	0,002	0,812	0,0011
3	10	8	1,6	0,004	0,798	0,0022
4	14	12	2,4	0,005	0,785	0,0028
5	18	16	3,2	0,008	0,785	0,0045
6	22	20	4,0	0,012	0,785	0,0067
7	26	24	4,8	0,015	0,785	0,0084
8	30	28	5,6	0,019	0,785	0,0106
9	34	32	6,4	0,022	0,785	0,0123
10	38	36	7,2	0,029	0,785	0,0162

:/..

2.1.7 - Cálculo dos recalques:

Foram obtidos da teoria do adensamento por utilização da fórmula:

$$\Delta H = \frac{H \, \Delta e}{1 + e_i}$$

Para as seções referenciadas na figura 2 teremos portanto:

SEÇÃO	RECALQUE PARA O ATERRO EM CM
1	25,9
2	4,2
3	-

2.2 - Recalques da Fundação do Aterro.

2.2.1 - Os parâmetros fundamentais para o estudo dos recalques foram obtidos separando-se em valores de SPT = 10,16 e 24 dos desenhos resumos encaminhados através do AÇO-G-230977 e aferidos através dos dados dos granito-gnaisses de Itumbiará - AÇO-G-200278.

Lembramos que não consideramos no presente a presença de argila orgânica mole remanescente de limpeza do terreno original. Tal material teria sua existência concentrada nos talvegues e seria provocador de grandes recalques mesmo para pequenas espessuras deste.

2.2.2 - A partir das sondagens na área dividimos a zona da fundação em camadas essencialmente paralelas ao terreno natural conforme tabela que segue:

CAMADAS Nº	S P T Médio	ESPESSURA (m) SEÇÃO 1	2	3
11	10	5,2	4,5	4,2
12	16	-	11,0	20,5
13	33	-	4,2	4,2
14	SPT > 40	5,5	4,0	4,5

./..

2.2.3 - Utilizando as curvas edométricas referidas ítem 2.2.1, de pressão efetiva atuante em cada centro de camada (ρ_o) calculamos a variação dos índices de vazios (Δe) e os recalques da fundação do aterro.

2.2.3.1 - Determinação dos Δe de fundação.

SEÇÃO	CAMADA	ρ_o (kg/cm^2)	$\Delta\sigma$ (kg/cm^2)	Δe_i	e_i	$\frac{\Delta e_i}{1+e_i}$	CURVA S P T Média
1	11	0,25	7,9	0,245	0,95	0,126	10
	14	0,80	7,9	0,08	0,74	0,046	40
2	11	0,22	4,0	0,165	0,95	0,085	10
	12	1,00	4,0	0,115	0,80	0,064	16
	13	2,10	4,0	0,045	0,73	0,026	33
	14	2,50	4,0	0,035	0,72	0,029	40
3	11	0,22	0,8	0,015	0,95	0,0077	10
	12	1,50	0,8	0,015	0,78	0,0084	16
	13	2,70	0,8	0,001	0,72	0,0006	33
	14	3,15	0,8	0,001	0,71	0,0006	40

2.2.3.2 - Cálculo dos recalques da fundação do aterro

SEÇÃO	CAMADA	Espessura (m)	Recalques Parciais (cm)	Recalques Totais (cm)
1	11	5,2	66	91
	14	5,5	25	
2	11	4,5	39	131
	12	11,0	70	
	13	4,2	11	
	14	4,0	12	

continua ....

continuação:

SEÇÃO	CAMADA	Espessura (m)	Recalques Parciais (cm)	Recalques Totais (cm)
3	11	4,2	3	21
	12	20,5	17	
	13	4,2	0,5	
	14	4,5	0,5	

2.3 - Recalques do aterro e do sua fundação devido a construção do aterro:

Pela simples soma das parcelas dos itens 2.1.7 e 2.2.3.2 para cada seção teremos:

SEÇÃO	RECALQUES TOTAL (cm)
1	117
2	135
3	21

3 - Estimativa dos Recalques Devido a uma Sobrecarga semi-infinita de 25 t/m^2

Baseados na estimativa média de carregamento da área em questão procedemos a um calculo dos recalques que tal "sobrecarga" provocaria no aterro e nas fundações deste aterro. Obviamente a área em questão terá um carregamento distribuido (pisos, radiers, etc.) e carregamentos localizados (sapatas, blocos de estacas, etc.) mas tal não invalida a linha de raciocinio aqui empregada que visa demonstrar a condição, em termos de recalques diferenciais, representada pelas transições corte/aterro.

3.1 - Recalques do aterro devido à "sobrecarga", com base nos mesmos dados utilizados no ítem 2.1 fizemos a previsão da variação dos índices de vazios:

./..

CAMADA	σ_o (kg/cm²)	$\Delta\sigma$ acresc (kg/cm²)	Δe_i	e_i	$\frac{\Delta e_i}{1+e_i}$
1	0,4	2,5	0,007	0,812	0,004
2	0,8	2,5	0,011	0,811	0,006
3	2,0	2,5	0,011	0,794	0,006
4	2,4	2,5	0,008	0,780	0,004
5	2,8	2,5	0,010	0,778	0,006
6	3,2	2,5	0,011	0,777	0,006
7	3,6	2,5	0,012	0,775	0,007
8	4,0	2,5	0,010	0,773	0,006
9	4,4	2,5	0,012	0,772	0,007
10	4,8	2,5	0,012	0,770	0,007

e o cálculo dos recalques:

SEÇÃO	$\sum \frac{\Delta e_i}{1+e_i}$	Recalque estimado para o aterro (cm)
1	0,059	24
2	0,026	10
3	0,004	2

3.2 - Recalques da fundação do aterro devido à "sobrecarga".

Os parâmetros mencionados no ítem 2.2 levam a seguinte variação de índices de vazios:

./..

SEÇÃO	CAMADA	σ_o (kg/cm²)	$\Delta\sigma$ (kg/cm²)	Δe_i	e_i	$\frac{\Delta e_i}{1+e_i}$	CURVA f(SPT) Médio
1	11	3,15	2,5	0,058	0,705	0,032	10
	14	3,70	2,5	0,014	0,662	0,008	40
2	11	4,22	2,5	0,060	0,765	0,034	10
	12	5,00	2,5	0,050	0,685	0,030	16
	13	6,10	2,5	0,023	0,685	0,014	33
	14	6,60	2,5	0,020	0,685	0,012	40
3	11	1,02	2,5	0,110	0,920	0,057	10
	12	2,30	2,5	0,080	0,770	0,045	16
	13	3,50	2,5	0,020	0,710	0,012	33
	14	3,95	2,5	0,019	0,705	0,011	40

e a previsão de recalques, para as referidas seções:

SEÇÃO	CAMADA	Espessura (m)	Recalques Parciais (cm)	Recalques Totais (cm)
1	11	5,2	17	21
	14	5,5	4	
2	11	4,5	15	59
	12	11,0	33	
	13	4,2	6	
	14	4,0	5	
3	11	4,2	24	126
	12	20,5	92	
	13	4,2	5	
	14	4,5	5	

3.3 - Recalques do aterro e de sua fundação devida à "sobrecarga" de 25 t/m²:

./..

SEÇÃO	RECALQUE TOTAL (cm)
1	45
2	69
3	128

4 - Recalques totais do aterro e de suas fundações devida a contrução do aterro do BLOOMING para as seções referidas.

SEÇÃO	RECALQUE TOTAL (cm)
1	162
2	204
3	149

Estes valores totais de recalque, conforme anteriormente frizamos, não são representativos dos valores a serem observados na USINA. Transformando-se estes valores em recalques diferenciais e calculando-se para os mesmos o raio equivalente teríamos:

CARREGAMENTO	ENTRE SEÇÕES					
	1 P/ 2		1 P/ 3		2 P/ 3	
	Δ	Raio (m)	Δ	Raio (m)	Δ	Raio (m)
ATERRO	$\frac{1}{300}$	3.071	$\frac{1}{117}$	1.662	$\frac{1}{41}$	237
SOBRECARGA (25 t/m²)	$\frac{1}{277}$	2.303	$\frac{1}{136}$	1.923	$\frac{1}{86}$	458
ATERRO + SOBRECARGA	$\frac{1}{138}$	1.316	$\frac{1}{809}$	12.278	$\frac{1}{83}$	491
DIST. (m)	66,5		113,0		46,5	

./..

5 - Conforme discutimos no relatório AGO-LM-100378 o critério de fixação de recalques diferenciais máximos baseado num raio de curvatura é de validade questionável. Recalques diferenciais dependem do comprimento do segmento compreendido entre os pontos observados enquanto que um raciocínio em termos de raio de curvatura máximo não nos parece que considera a distância entre os marcos de observação.

Assim, relembrando que os valores absolutos dos recalques estimados neste relatório são passíveis às incertezas decorrentes da utilização de resultados de ensaios edométricos, fica patente, tanto em termos de seu valor absoluto, como principalmente pelos valores diferenciais, a importância e a responsabilidade a ser dada às zonas de transição corte-aterro.

Na figura 5 anexa apresentamos os recalques, em cada etapa de carregamento, e cada seção. Visualiza-se na fig. 5b (que representa o carregamento por funcionamento da estrutura) o fato de que os recalques maiores ocorrerão na zona de transição corte-aterro.

Tal comportamento é devido à espessura da camada compressível que, na zona de transição corte-aterro é composta de material de "qualidade" (verificada através do índice S/T) inferior do que a do material de aterro existente na zona do talvegue, onde a espessura de aterro é maior.

É portanto necessário ter em mente tal comportamento diferenciado entre zonas de grandes alturas de aterro com grandes recalques durante a fase de construção e provavelmente pequenos recalques complementares quando do carregamento da estrutura em comparação às zonas de transição e de pequena altura de aterro com pequenos recalques durante a terraplenagem e grandes recalques quando do funcionamento da estrutura.

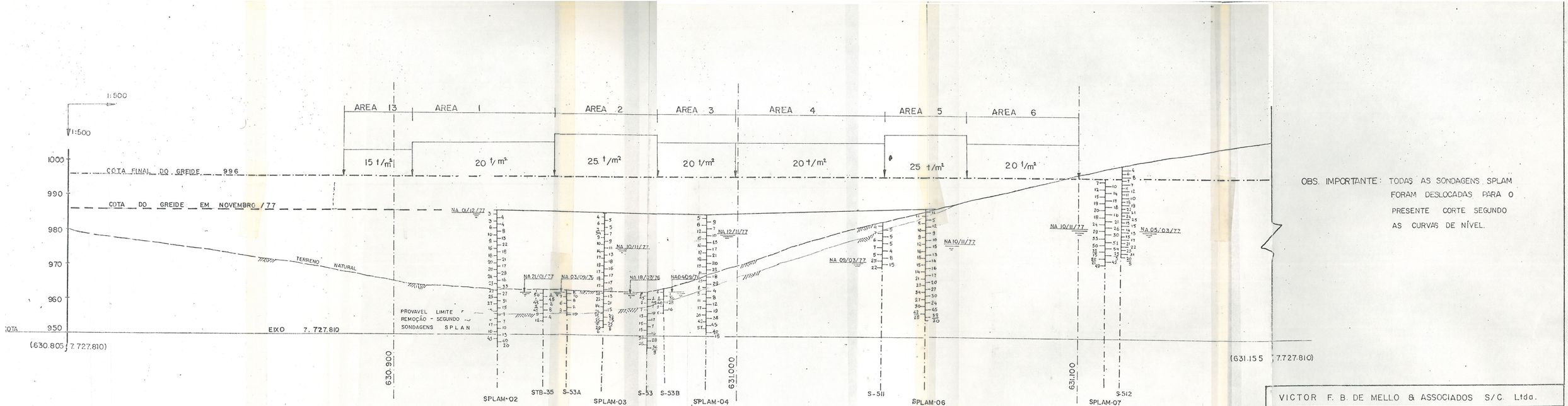
Colocando-nos a sua inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/rmo

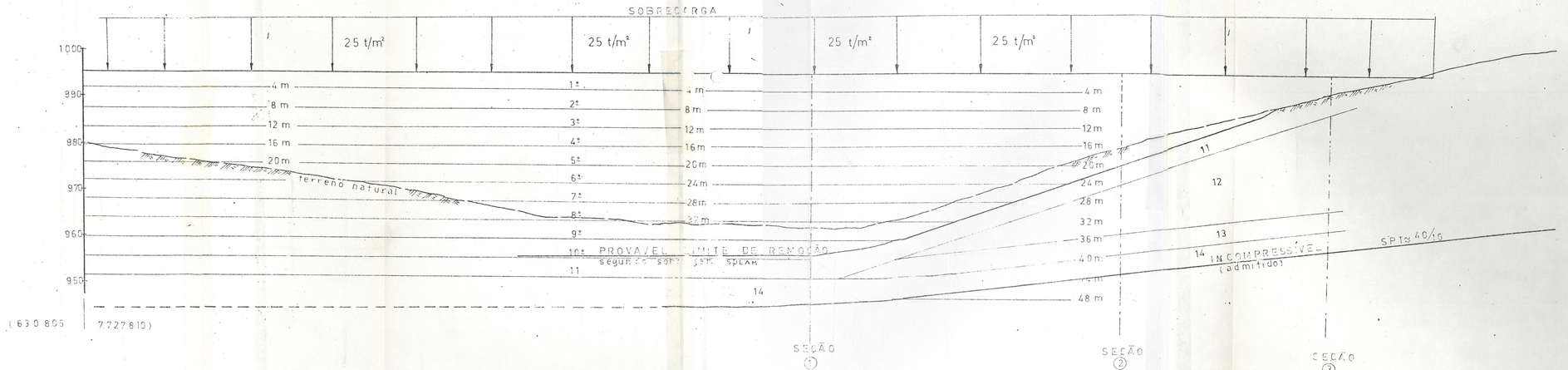


OBS. IMPORTANTE: TODAS AS SONDAGENS SPLAM FORAM DESLOCADAS PARA O PRESENTE CORTE SEGUNDO AS CURVAS DE NÍVEL.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C. Ltda.

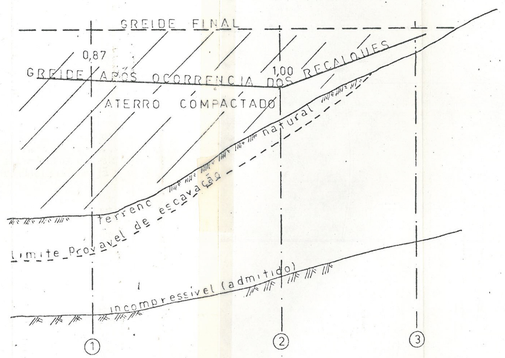
INTERESSADO	AÇOMINAS
OBRA	USINA DE OURO BRANCO
LOCAL	SLABBING AND BLOOMING MILL
	PERFIL DO SOLO EIXO 7.727.810 N
	CARGAS APLICADAS SOBRE O TERRENO

ESCALA	DATA	DESENHADO	CÓDIGO
1:500	29.03.78	[illegible]	[illegible]



VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C. Ltda.			
INTERESSADO: ACOMINAS			
OBRA: USINA DE OURO BRANCO			
LOCAL: SLABBING AND BLOOMING MILL			
SEÇÃO TRANSVERSAL			
ESC.: 1:500	DATA: 28/03/79	CÓDIGO: ACO-B-80378	FIG. 2

RECALQUES DEVIDOS À CONSTRUÇÃO DO ATERRO

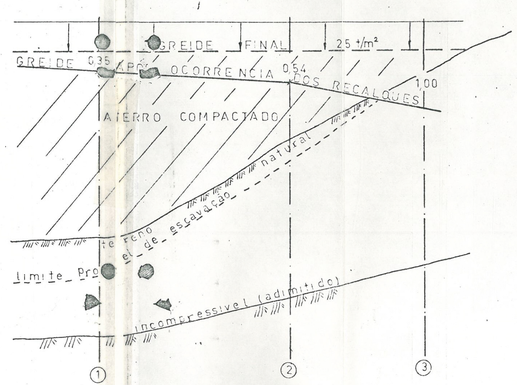


VALORES INDICADOS = RECALQUES RELATIVOS =

$$= \frac{\text{RECALQUE}}{\text{RECALQUE MAX}}$$

(seção 2. ρ_{max} = 135 cm)

RECALQUES DEVIDOS À SOBRECARGA DE 25 t/m² SÔBRE O ATERRO



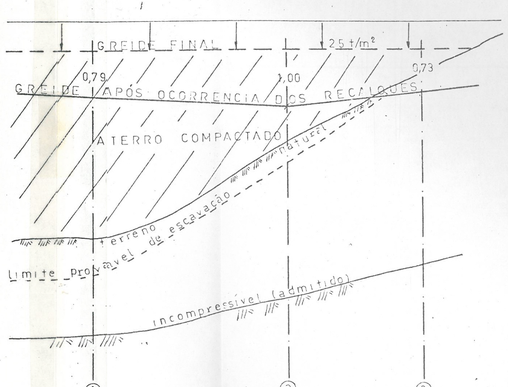
VALORES INDICADOS = RECALQUES RELATIVOS =

$$= \frac{\text{RECALQUE}}{\text{RECALQUE MAX}}$$

(seção 3. ρ_{max} = 128 cm)

OBS: RECALQUES REFERIDOS AO RECALQUE MAXIMO PARA CADA CONDIÇÃO DE CARREGAMENTO.

RECAQUES TOTAIS - DEVIDOS AO ATERRO + SOBRECARGA



VALORES INDICADOS = RECALQUES RELATIVOS =

$$= \frac{\text{RECALQUE}}{\text{RECALQUE MAX}}$$

(seção 2. ρ_{max} = 204 cm)

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C. Ltda.			
INTERESSADO	AÇO MINAS		
OBRA	USINA DE OURO BRANCO		
LOCAL	SLABBING AND BLOOMING MILL		
RECALQUES PARCIAIS			
ESC. 1:500	DATA 28/03/78	CÓDIGO AÇO_G 28037	FIG. 3

Enviu à Geotécnica.

ICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

A-06

AÇO-AF-290378

São Paulo, 29 de março de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lucio Flávio B. Pinheiro

Ref.: MPL/ch - 143/78 de 6/3/78
Blast Furnace

Prezados Senhores:

Recebemos cópia da carta acima citada, recebida a 21/3/78, e, certos de estarmos zelando pelos interesses prioritários da obra e de V.Sas., tomamos a liberdade de submeter os seguintes comentários inéditos e resumidos, pelo que incorrendo na infelicidade de reiterar pronunciamentos já por diversas ocasiões externados e explicados:

1 - Entende-se que a carta pretende fixar condições para que outra entidade dimensione as fundações competentes. Liminarmente faltam indicações de cargas, devidamente repartidas em mortas e vivas e de preferência conjugadas com algum cronograma de construção e fixação de equipamentos, etc..

Ainda que antecipando-nos (indevidamente) a tais indicações liminares cabe-nos ressaltar que as imposições parecem exageradamente apertadas. A probabilidade de se poder garantidamente preencher tais requisitos é tecnicamente limitada, ademais de impor custos elevados. O não atendimento "garantido" ao mencionado serviria fundamentalmente para transferir eventuais responsabilidades e garantias.

2 - Não tem sentido falar em recalques e recalques diferenciais sem especificar a partir de que fase de carregamento eles não devam ocorrer acima de certos limites.

3 - A consideração teorica e mental de tubulões até "rocha" não vira recalques diferenciais entre pilares. Por exemplo se considerarmos "tubulões" solicitados a 50 kg/cm² de tensão de concreto no fuste e com comprimentos de 30 e 40 m, o recalque elástico diferencial entre eles será 5 mm. Ocorre assim inexoravelmente uma discrepância entre os requisitos primeiramente enunciados e o da solução por "tubulões até a rocha" com comprimentos e distribuições de tensões sujeitos a grandes variações.

./..

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

4 - Como se imagina executar tubulões até "rocha"?

Note-se que na área a passagem de solo para rocha é gradual, notando-se aumento de resistência com a profundidade até encontrar material de alta consistência que pode ser chamado de rocha. Porém nota-se também em muitas sondagens que depois de certa espessura de material onde se nota aumento de resistência com aumento de profundidade o material pode voltar a apresentar resistência baixa. Portanto a idéia de se apoiar as fundações em rocha na presente geologia é antes de tudo teorica, e na pratica poderá acarretar sérios problemas de controle de qualidade.

5 - Como se visualiza calcular os recalques elásticos destes elementos de fundação até "rocha"? Considerando a "rocha" como material incompressível?; tensões uniformes de compressão ao longo do fuste sem dissipação por atrito lateral?

Note-se que cada uma destas hipóteses poderá levar a variações nos resultados dos cálculos de recalques em ordem de grandeza infinitamente maior que os recalques diferencias permissíveis, já que estes são nulos.

6 - Não atendemos por que via de raciocinio ou cálculo se possa ter chegado à afirmação do último parágrafo de que "recalques diferenciais mínimos poderia comprometer a estabilidade da estrutura que possue grande rigidez". A afirmação, por ser incompleta levaria a conclusões diversas ou falhas. O que significa , fisicamente, "comprometer a estabilidade"?

Parece ser consenso indiscutível de que estruturas de grande rigidez permitem fácil redistribuição de esforços aliviando pilares com tendencia a apresentar maiores recalques e carregando os que apresentarem menor tendência, uniformizando, na medida que a rigidez permite, os recalques entre pilares. Este fato é inexorável em estruturas hiperestáticas. Haveria então, na afirmação da carta, alguma insinuação de que a estrutura rigida em questão sofreria quebra friável por tal redistribuição?

7 - Solicitamos que nos enviem com relação às unidades em questão (Casa de Transferência e Ferrous. Fine Bins) as indicações mais específicas de subsolo, as das cargas e carregamentos a que atender pelas fundações, e finalmente, o mais breve possível o próprio projeto preliminar das fundações em elaboração e apreciação.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor F. B. de Mello

Victor F. B. de Mello

VM/MC/rmo

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-CQ-300378

A-02

São Paulo, 30 de março de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Ing. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: MEMORIAL JUSTIFICATIVO DO ESTAQUEAMENTO
DAS "BATERIAS DOS FORNOS"

Prezados Senhores:

Acusamos recebimento no dia 21/3/78 do material acima citado e, com o intuito de proteger os interesses da Obra e de V.Sas., apressamo-nos a submeter o seguinte comentário sucinto, na obrigação de um atendimento pronto e prático.

Julgamos que o trabalho apresentado não atende ao que atualmente se considera como mínimo necessário para justificar uma solução da fundação em questão por estaqueamento qualquer no terreno em apreço, nem, em particular para o tipo de estaqueamento indicado como escolhido e a "impor sem modificação".

Sentimos não podermos nos considerar adequadamente documentados para a desejável ratificação do projeto prementemente necessário para execução. Comentários diversos anteriormente trocados permitirão avaliar quais as lacunas que sentimos persistirem nos presentes documentos.

Colocando-nos ao inteiro dispor de V.Sas. para quaisquer esclarecimentos orais, apesar de que nossa orientação sobre o assunto já deve estar clara através dos nossos relatóriso e participação de reuniões sobre o assunto, subscrevemo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor F. B. de Mello

VM/rmo

Enviar p/a Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-010478

São Paulo, 01 de abril de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: MATERIAL RECEBIDO ATRAVÉS DA REMESSA
IEEC - 115 e 166/78
EXAME EXPEDITO-PROVIDÊNCIAS IMEDIATAS

Prezados Senhores:

Tendo recebido material de diferentes áreas da obra através da remessa acima mencionada, passamos a uma rápida análise do material recebido, assim como a solicitar providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

1 - Carta Consortium Ferrostaal / SCHOELMANN

2 - Desenho Rolling Mill Lay Out EPL/02

3 - Relatório preliminar Geotécnica RT/1-PR-168/78 sobre as fundações do Blooming.

Dentro em breve enviaremos análise mais detalhada, mas chamamos a atenção para o incremento de cargas em qualquer tipo de estaca devido ao atrito negativo de recalque do aterro e sua fundação.

Recomendamos que os estudos em andamento não menosprezem tais efeitos. Vide nosso AÇO-G-280378.

4 - Telex CJ/4081/COKE OVEN PACKAGE 1A-02

5 - Desenhos do COKE OVENS.

Vide nosso relatório AÇO-CQ-300378.

6 - Relatório GEOT. BH 499/77 - Sondagens no Pátio de Estocagem de Carvão.

Repetimos os comentários encaminhados em relatórios anteriores (por exemplo: AÇO-G-270378) a ser inaceitável persistir, após a execução de investigação através de sondagem, de dúvida quanto ao nível d'água nas obras; sendo assim não cabe a executora do serviço citar "o nível d'água indicado pode ser nível piezométrico resultante das pressões neutras desenvolvidas nas fundações dos aterros.

./..

Reiteramos também nossos pedidos de que todas sondagens apresentadas indiquem o comprimento do furo executado a trado e o executado por lavagem; a data de inicio e do final do serviço. Solicitamos também que as executoras de serviços sigam as normas internas de execução da AÇOMINAS. (Por exemplo a sondagem PC-10; PC-25 deste relatório tiveram grande parte de seu comprimento executado por lavagem sem medição dos índices SPT. Para que serve tal sondagem?).

7 - Relatório GEOT. BH-TOP-126/78 - T-5 de Locação de Sondagens.

Não dispomos das sondagens mencionadas.
Favor nos informar se a informação pertinente está a caminho.

8 - Desenho Geot. Alto Forno/ COKE STOCKHOUSE.
Arquivado.

9 - Desenho Geot. - Locação Sondagens nas Oficinas de Manutenção Geral.

Arquivado aguardando as mesmas com as cargas da estrutura etc. para análise.

Somente indagamos a V.Sas. se a menor"responsabilidade" desta estrutura não permitiria a utilização de sondagens próximas à área para o projeto de suas fundações.

O número de sondagens já executadas na AÇOMINAS permitiria tal "approach" sem aumentar o "risco" do projeto.

10 - Relatórios GEOT. GA-AT-152/77/FEV 78- Setor 7; 5A-AT-152/77 - Março 77 e março 78 - Setor 14.

Estamos analisando e conferindo. Análise, se necessária, seguirá breve.

11 - Voltamos a solicitar os itens pendentes relacionados no item 14 do AÇO-G-270378.

Sem mais, de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

Anexo: suas vias assinadas.

LGM/rmo

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LTA-030478

São Paulo, 03 de abril de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lucio Flávio B. Pinheiro

Ref.: RELATÓRIO PRELIMINAR SOBRE AS FUNDAÇÕES
DO BLOOMING - RF/1 - PR - 168/78

Prezados Senhores:

Acusamos o recebimento do documento acima referido e intitulado "Relatório Preliminar sobre as Fundações do Blooming".

Conforme o texto explica, as soluções por fundação direta foram desprezadas por não haver para esta área tempo suficiente para a espera da "estabilização" dos recalques de adensamento do aterro e principalmente da fundação do aterro mesmo se utilizando processos para aceleração destes recalques (sobrecarregamento e bombeamento como se pretende proceder em outras áreas da laminação.

O que se pretende portanto, é através da utilização de estacas, ultrapassar a espessura de aterro e apoiar as fundações em subtrato residual sob o aterro.

Ocorre que o problema que decisivamente afastou a solução por fundação direta, ou seja, recalques do aterro e de sua fundação é inexorável; no caso de fundações por estacas acarretará uma aplicação de atrito negativo no fuste das estacas que, somando-se ao longo dos 40 m de aterro a serem ultrapassados, poderá representar um valor tal que somado à carga da estaca ultrapassan à capacidade de de carga da estaca, acarretando recalques .

O incremento de carregamento em estacas causado pelo atrito negativo de recalque dos aterros, em geral, não provoca a rutura das estacas e sim um recalque adicional. Tal fenomenologia se deve ao fato de que o carregamento por atrito negativo aumenta com a profundidade e nestas grandes profundidades a grande pressão confinante atuante dificulta a ocorrência da rutura da estaca e assim o incremento de carga provoca recalques adicionais.

Como exemplo demonstrativo, podemos imaginar uma estaca escavada de 1 metro de diâmetro, usualmente utilizada para 400 t de carga de trabalho. Segundo análise de provas de carga que dispomos, neste tipo de estaca podemos estimar que o valor do atrito lateral pode chegar até a 8 t/m^2 . Vamos admitir a título ilustrativo que o aterro, em sua tendência de assentamento possa aplicar 4 t/m^2 de atrito negativo no fuste da estaca. Ao longo dos 40 m de aterro, o total de atrito negativo poderia alcançar o valor de 500 t ou até mais.

./..

Portanto só a contribuição do atrito negativo é maior que a capacidade de carga usual de estaca.

É necessário portanto desde já pensar-se como contornar tal problema.

Temos duas alternativas principais: conviver com o problema super-dimensionando as estacas ou evitando o atrito negativo, "lubrificando" ou evitando o contacto entre aterro e estaca.

A nosso ver a segunda alternativa é aconselhável; poder-se-ia pensar na utilização da lama bentonítica (usada durante a escavação de estacas escavadas) juntamente com uma cronologia de concretagem estudada a fim de deixar com que uma película de bentonita permaneça na interface concreto/solo no trecho final da estaca. Oportunamente, se for o caso, discutiremos com maior detalhe este dimensionamento.

O assunto é importantíssimo e poderá ser condicionante na escolha do tipo de solução ou estaca.

Colocamo-nos a disposição de V.Sas. para estudo e discussão do problema.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/mo

Enviar a Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-060478

São Paulo, 06 de abril de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: NOVA INDICAÇÃO DE LOCALIZAÇÃO DE ÁREAS A SEREM PESQUISADAS NOS PROGRAMAS GENÉRICOS DE INVESTIGAÇÃO

Prezados Senhores:

Através do presente encaminhamos a V.Sas. uma nova sugestão de localização de áreas a serem pesquisadas nos programas genéricos de investigação, constantes nos nossos relatórios AÇO-G-010977 e AÇO-G-050977.

Esta indicação baseia-se em dados de sondagens disponíveis quando da nossa visita à obra no dia 5 próximo passado e foi discutido e concordado pelas partes envolvidas: a Obra e os Executores do Programa.

Lembramos a necessidade urgente destes dados; inúmeras fundações da obra já foram executadas ou já estão sendo projetadas sem que se possa utilizar os dados pretendidos quando da elaboração deste Programa Genérico de Investigações, programa este dimensionado na época (aonde e quando se justificasse seriam executados ensaios especiais) como passo inicial de coleta de dados.

Passamos assim às indicações:

1 - Área do ATERRO:

Pátio de Coque: Sondagem 8 (material argiloso, SPT alto) - 1 Prova de Carga de ∅ 80 cm.

Pátio de Coque: sondagem 15 (material argiloso , SPT = alto)- 1 Prova de Carga de ∅ 80 cm

Sinterização: Sondagem SP071A-SIN/7/3 - (material argiloso; SPT baixo) - 1 Prova de carga de ∅ 80 cm.

Sinterização: sondagem SP073A-SIN/7/3 - (Material argiloso, SPT baixo) 1 Prova de carga de ∅ 80 cm.

Laminação - Sondagem 93; Sondagem 79; Sondagem 96 e Sondagem 110 que se execute um programa contendo 1 Prova de carga de ∅ 30 cm, 1 de ∅ 80 cm, 1 de ∅ 150 cm e 1 de ∅ 250 cm nas vizinhanças de cada uma das sondagens.

./..

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

2 - Área de CONTE

Aciaria: Sondagem 53 (material arenoso, 8 < SPT < 12)
1 Prova de carga de ∅ 80 cm.

Aciaria: Sondagem 153 (material argiloso, 8 < SPT < 12)
1 Prova de carga de ∅ 80 cm

Aciaria: Sondagem 102 (material arenoso, 12 < SPT < 20)
1 Prova de carga de ∅ 80 cm e uma de ∅ 250 c.

Pátio de Carvão: Sondagem 29 (material arenoso, 8 < SPT < 12)
1 Prova de carga de ∅ 80 cm

Aciaria: Sondagem 94 (material arenoso, 12 < SPT < 20)
1 Prova de carga de ∅ 80 cm

Aciaria: Sondagem 56 (material argiloso, SPT > 20)
1 Prova de carga de ∅ 80 cm

Aciaria: Sondagem 170 (material argiloso, 12 SPT 20)
1 Prova de carga de ∅ 80 cm

Coqueria: Sondagem 12 (material arenoso, SPT 20)
1 Prova de carga de ∅ 80 cm.

Sopradores: Sondagem 7 (material argiloso, SPT 20)
1 Prova de carga de ∅ 80 cm.

Sopradores: Sondagem 17 (material argiloso, SPT 20)
1 Prova de carga de ∅ 80 cm

Laminação: Sondagem 8 (material argiloso, 12 < SPT < 20)
1 Prova de carga de ∅ 80 cm e uma de ∅ 150 cm

Laminação: Sondagem 71 (material argiloso, 8 < SPT < 12)
1 Prova de carga de ∅ 80 cm.

Este plano pretende localizar, sempre que possível, as investigações em áreas nas quais as fundações ainda não foram decididas e os equipamentos e estruturas nelas localizados são de grande responsabilidade.

Todos os dados são de necessidade imediata e em acordo com a obra foram fixadas prioridades de ensaios a executar considerando da impossibilidade operacional de se dispor de pessoal e equipamento para executar o Programa de Investigações de uma só vez.

Para a quantificação, discriminação e elaboração dos programas genéricos de investigação recomendados que V.Sas. utilizem de nossos relatórios AQ-G-13077 e AQ-G-15077.

Colocando-nos a sua inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos,

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LGM/rmo

Enviar a Geotécnica.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-AC-110478

São Paulo, 11 de abril de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lucio Flávio B. Pinheiro

Ref.: ACIARIA
RT/4-PR-168/78 - Abril

Prezados Senhores:

Acusamos o recebimento do relatório da Geotécnica acima referido e prontificamo-nos em analisar e a comentar:

1 - Concordamos que os resultados das sondagens disponíveis somados ao conhecimento de que as cargas a serem aplicadas na fundação são elevadissímas, principalmente esforços horizontais e momentos devido a existência de pontes rolantes de grande porte, indicam que a solução que parecer ser mais viável é a de estacas e provavelemente de estacas nobres (de grande capacidade).

2 - Isto posto, questionaríamos a necessidade de se completar todo o programa de sondagens solicitado pela USIMEC. É lógico que poderá haver certas áreas que precisam ser melhor conhecidas, então nestas áreas seriam executadas mais sondagens (mas sem obedecer ao critério geométrico de investigação proposto na fase inicial).

3 - Concordamos com o programa de provas de carga proposto. Seria interessante porém aproveitar a ocasião para convidar outras firmas (proprietarias de diferentes Know-how) a executar provas de carga, a exemplo da Confab, Scac, etc.. Sabemos que firmas como FUNDASA, FONDEDILE DO BRASIL, a própria GEOTECNICA executam estacas de furação para altas capacidades de carga; estas firmas e outras poderiam ser convidadas a executar provas de carga a suas espensas, o que forneceria à AÇO MINAS dados valiosos para a otimização da escolha do tipo de estaca mais apropriado, não só na área da Aciaria como em toda obra.

Estacas Franki cravadas em zonas de corte e ensaiadas individualmente já existem em outras áreas da obra. Os resultados poderiam ser interpretados e "deslocados" com base nas sondagens. A nosso ver caberia investigar tipos de estacas "desconhecidas" na USINA.

Quanto as investigações paralelas à ensaios de carregamento horizontal em estacas (slope indicators, rotativas, etc.) oportunamente (quando for materializado um programa) comentaremos.

Sem mais para o momento, firmamo-nos,

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/rmo

Enviar p/a Geotécnica.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-CQ-110478

São Paulo, 11 de abril de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lucio Flávio B. Pinheiro

Ref.: CARTA DA WOODALL-DUCKHAM
WD/ACM/559 DE 21 DE MARÇO DE 1978

Prezados Senhores:

Acusamos o recebimento de cópia da carta acima referida que prontamente analisamos e sobre a qual seguem os seguintes comentários. Inicialmente porém gostaríamos de lembrar que no nosso relatório AÇO-CQ-300378, julgamos que o estudo apresentado não era suficiente para a decisão do tipo de fundação ou do número de estacas a serem cravadas.

Seguem portanto nossos comentários:

1.0 - (A) - Concordamos que indicações do comportamento tempo vs. recalque devem ser fornecidas. Há porém alguns modos de se apresentar estes dados, e não necessariamente exatamente igual à BSCP2004/1972.

1.0 - (B) - Nada a comentar

1.0 - (C) - Nunca nos surpreendeu a variabilidade de resistência do material encontrado na área, por ser comportamento típico de solos residuais.

1.0 - (D) - Não recebemos os resultados dos ensaios de deepsounding.

2.0 - (1) - Logicamente recomendam o que lhes parece mais seguro.

2.0 - (2) - Estão com a falsa impressão que quanto maior o número de estacas maior a segurança da obra, conceito este que sofre devido ao levantamento de estacas, etc.

2.0 - (3) - Nada a comentar.

2.0 - (4) - Nada a comentar.

2.0 - (5) - Nada a comentar.

2.0 - (6) - Quem pode condicionar o comprimento da estaca é a cravação e não o resultado da prova de carga.

./..

2.0 - (7) - Nada a comentar.

2.0 - (8) - Não podemos comentar pois não dispomos dos dados e análises que teriam levado a MD a tal solicitação.

3.0 - (1) a - Não recebemos a locação nem sabíamos da execução de tais provas de carga.

3.0 - (2) - Nada a comentar.

3.0 - (3) - Não podemos concordar que o efeito de temperatura na contração do solo possa afetar todas as estacas; notar que sob os canais de fumaça, onde se poderia esperar tal tipo de problema as cargas são bem menores no corpo central da Coqueria. Portanto consideramos a indicação de se eliminar a contribuição dos 5 m superiores extrema e desnecessariamente cautelosa.

3.0 - (4) - Fomos informados oralmente que os resultados das primeiras provas de carga mostraram que os valores obtidos não estão dentro dos limites fixados na carta. O que fazer? Os fornecedores provavelmente vão pressionar para que se adote estacas metálicas.

3.0 - (5) - Nada a comentar.

4.0 - (1) - Nada a comentar.

4.0 - (2) - Porque? No estudo inicial que dispomos a laje foi considerada infinitamente rigida. Há porém modernamente, disponibilidade de utilização de processos computacionais que permitem estudar o comportamento da laje considerando sua rigidez; calculando os esforços que nela agem e a redistribuição de esforços que ela causa. Terá sido feito algum estudo deste?.

4.0 - (3) - Nada a comentar.

4.0 - (4) - Nada a comentar.

4.0 - (5) - Nada a comentar.

4.0 - (6) - Nada a comentar.

4.0 - (7) - Não concordamos em principio. No tipo de solo em questão a tendência é de ocorrer "cicatrização da estaca" e portanto seu comportamento perante a cargas e recalques só tende a melhorar com o tempo.

Quer nos parecer que esta carta, da forma que foi apresenta, limita a atribuição de responsabilidades.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/mmo

Enviar a Geotécnica.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-110478

São Paulo, 11 de abril de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lucio Flávio B. Pinheiro

Ref.: ANÁLISE MATERIAL RECEBIDO ATRAVÉS DA REMESSA IEE-C-100/78 - EXAME EXPEDITO - PROVIDÊNCIAS SOLICITADAS

Prezados Senhores:

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, passamos a uma rapida análise deste material recebido, assim como solicitar providências quando se fizer necessário:

1 - Relatórios Geotênica - BH PMP-SP-156/78-1 e 2; BH-LAM-SP-539/77-2 e 3; BH-COQ-SP-158/78-1-2 e 3; BH-TOP-126/78-T-6, 7 e 8; BH-SIN-SP-131/78-3; BH-AF-PC-144/78-2.

Serão incorporados aos nossos arquivos para utilização oportuna.

Caberia relembrar as solicitações feitas em inúmeras ocasiões sobre a apresentação de resultados de Sondagens e de Provas de Carga para a AÇOMINAS.

2 - Relatórios Geopesquisas - CONVEYOR AM-560/78 AF; Recirculação de água AM-560/78; Lingotamento AM-559/78 AF e Aciaria BOS 242.

Serão incorporados aos nossos arquivos para utilização em momento oportuno.

Posicionamos as mesmas solicitações feitas à firma Geotécnica quanto a apresentação de resultados.

Estamos preparando relatório específico sobre as sondagens executadas na Aciaria.

3 - Carta SMS-AÇO-012

Comentada em nosso AÇO-LM-120478.

4 - Relatório RT/4 - PR-168/78 - abril

Comentado em nosso AÇO-AC-110478

5 - Carta VD-AQM-559

Comentado em nosso AÇO-CQ-110478

./..

6 - Memo IOC-1-638/78 AF

Recebido e incorporado à documentação da Laminação.

7 - Memo IEF-102/78

Recebido e arquivado. Colocamo-nos a sua inteira disposição para troca de ideias que objetive otimização técnica e economica da obra da Barragem.

8 - Relatório PR-169/78; desenho MPL 1A02C02.000.G00/A e G.4004/A.

Comentado em nosso AÇO-CQ-130478.

9 - Voltamos a solicitar:

9.1 - Folhas de campo das Provas de Carga nos perfis 78 e 121 do AF (item 6 do AÇO-G-270378);

9.2 - Dados de cravação de todos perfis metálicos do AF - (AÇO-AF-020278);

9.3 - Dados do bombeamento nas zonas de aterro; (AÇO-G-291277)

e demais itens pendentes.

Sem mais , de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

p/ ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

Anexo: sua via assinada da remessa

LGM/rmo

Enviar a Geotécnica.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-120478

São Paulo, 12 de abril de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lucio Flávio B. Pinheiro

Ref.: DESVIO DO CORREGO LESTE
BARRAGEM DO GURITA

Prezados Senhores:

Vimos por meio desta informar a V.Sas. que recebemos os desenhos correspondentes ao projeto da Barragem do Gurita.

A nossa solicitação de tal material se deveu ao fato de tal barramento, através de seus níveis d'água previstos, pode influir no comportamento do lençol geo-hidrológico do aterro na área das bacias 1 e 2 (Laminadores) e ser portanto um fator importante para o estudo das fundações das estruturas na área.

Colocamo-nos a sua inteira disposição para analisar o projeto da Barragem propriamente dita.

Sem mais, de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

MC/rmo

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

Enviar c Geotécnica.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-120478

São Paulo, 12 de abril de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lucio Flávio B. Pinheiro

Ref.: LAMINAÇÃO - Cartas: SMS-AÇO-012 de 20/03/78 KFS-AÇO-044 de 21/03/78 e ambos do FS/SMS.

Prezados Senhores:

Acusamos recebimento das cartas acima mencionadas e que tratam fundamentalmente do programa de investigação proposto pela fornecedora do equipamento.

Quanto aos marcos superficiais, já discutimos anteriormente sobre o aspecto que sendo superficiais deixam de permitir registros de recalques durante a subida e retirada do sobre-aterro, nosso ponto de vista é de que se instale: alguns medidores de recalque profundos, através do aterro já construido, da fundação e do sobre-aterro; outros superficiais ao "grande" porém com hastes verticais que permitam o controle dos recalques durante a construção e retirada do sobre aterro.

Sobre a retirada de amostras tidas como "indeformadas" e execução de ensaios edométricos sobre as mesmas, nosso ponto de vista já deve estar sobejamente conhecido através de relatórios anteriores (p.ex. AÇO-LM-090378).

Indagaríamos se há necessidade de tantos ensaios de laboratórios, sempre de validade do resultado questionável, quando terá em mãos excelente ensaio in situ (sobre-aterro) para o cálculo dos parâmetros de compressibilidade dos materiais envolvidos.

A solicitação de retirada de amostras em duas profundidades distintas pode ser facilmente atendida pelo acompanhamento do recalque causado pelo sobre aterro não só através de marcos superficiais como também através de uns poucos medidores de recalque (tipo KM ou magnéticos) instalados abaixo da cota do greide.

Finalmente merece comentário a observação colocada no desenho nº 1184111 de SMS solicitando rebaixamento do lençol até a cota 978. Interessaríamo-nos saber como é baseado em que cálculos chegou-se a tal cota para o rebaixamento. A nosso ver o rebaixamento deveria ser executado com a filosofia "o máximo possivel" dentro de limites técnica e economicamente viáveis e portanto recomendamos que

./..

os poços existentes e os poços adicionais, solicitados em relatório sejam bombeados até transição aterro/solo de fundação.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/rmo

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-CQ-130478

São Paulo, 13 de abril de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1003 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: COAL HANDLER - PROJETO DE SISTEMA ESTRUTURAL

Prezados Senhores:

Acusamos recebimento do seguinte material: Relatório PR-169/76 - Estaqueamento do Coal Hanler - Projeto Básico solução nº 02, acompanhado do desenho LAO 2000-G-4001-A mostrando a locação das estacas, além dos documentos da Geotécnica e,os desenhos LAO 2 CH 2 - 001 - G - 001-A e -002-A da MPL, mostrando a locação de estacas e forma da fundação.

Analisando o material recebido e temos o seguinte a comentar:

1 - A solução proposta pela Geotécnica foi acompanhada de cálculo preliminar estático de cargas nas estacas, e mostra que a solução apresentada é viável.

Provavelmente o trabalho de projeto continuou com o cálculo de recalques e comparação com os admissíveis. Solicitaríamos que nos enviassem o cálculo dos recalques, bem como os valores admitidos pela Fornecedora do equipamento para devida análise.

2 - Sobre os desenhos de MPL pouco podemos comentar pois não são acompanhados de qualquer justificativa (por ex. cálculo estático). Gostaríamos de relembrar somente que a idéia tradicional de se associar um maior número de estacas a um maior segurança, não é sempre correta. Tivemos exemplos em outras unidades que a densidade de estacas é fator de grande influência na capacidade de carga das estacas devido a problemas que podem surgir tanto na cravação de altas densidades de estacarias, quanto a problemas associados com o dano provocado no subsolo.

Sem mais para o momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

MC/rmo

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AQO-G-170478

São Paulo, 17 de abril de 1978

À

AQO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
BELO HORIZONTE - MG

At. Ir. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: RELATÓRIO DE SONDAGENS À PERCUSSÃO
EXECUTADAS PELA GEOPESQUISAS

Prezados Senhores:

Atendendo a solicitação de V.Sas. apresentamos a seguir nossas breves considerações sobre a apresentação dos resultados das sondagens executadas na área de Aciaria pela Geopesquisas:

1 - As informações indispensáveis que deveriam conter um relatório de investigações seriam, segundo nosso conceito:

1.1 - As coordenadas e cotas de topo dos furos das sondagens executadas, bem como uma planta da região investigada locando tais furos.

1.2 - Perfis de sondagens com as diversas camadas atravessadas onde deveriam constar:

1.2.1 - Profundidade e descrição da camada ou onde se observou variação das características das amostras, fornecendo assim as importantes profundidades de interfaces tais como aterro/solo natural, etc..

1.2.2 - Os índices SPT, conforme já insistentemente definida (vide nosso relatório AQO-G-170477). Ao ensaio cabe ressaltar no caso em que não se consiga cravar totalmente os últimos 30 cm do amostrador (por exemplo quando se atinge um substrato saprolítico compacto), deverá constar no perfil o número de golpes e a profundidade cravada após os primeiros 15 cm.

Lembramos que não existe valor algum na informação contida na penetração dos primeiros 15 centímetros afetados pela lavagem.

1.2.3 - Os gráficos de variação do índice SPT com a profundidade, plotados em escalas adequadas visando evitar que ao longo do perfil diversos pontos sejam perdidos.

./..

1.2.4 - Os níveis d'água estabilizados e as respectivas datas de leitura, segundo o procedimento descrito anteriormente em nosso MB-000577 (o simples fato de se medir o NA. após 24 horas não responde à necessidade de estabilização para solos de baixa permeabilidade).

1.2.5 - A profundidade em que se iniciou a perfuração pelo processo de lavagem, a qual somente deveria ser liberada após se atingir o NA.

1.3 - A data de execução da sondagem.

1.4 - Indicação das profundidades de onde foram retiradas amostras para caracterização das camadas no perfil.

1.5 - Abreviações e símbolos empregados para indicar anomalias durante a escavação do amostrador ou qualquer outras observações, deverão constar resumidamente em cada folha de perfil de sondagem do relatório.

2 - As informações adicionais ao objetivo principal do relatório que seria dar indicações quanto ao perfil de subsolo, no que se refere à ocorrência de horizontes litológicos, tais como "gnaisse", cor, composição mineralógica e outras, somente deveriam constar, desde que executados por indivíduo criterioso e conhecedor da finalidade a ser exigida de tais perfis (solução de fundações, etc.) de tais ocorrências dentro da área investigada.

3 - As profundidades entre as interfaces aterro/solo natural; solo natural/rocha decomposta; etc., deverão ser explicitadas não apenas em função do índices SPT mas principalmente pela caracterização tátil visual. Isto posto ressaltar-se a importância de que cópias das folhas de campo, preenchidas pelo próprio mestre de sondagens deveriam ser enviadas preliminarmente a fim de dirimir quaisquer eventuais dúvidas.

4 - Os perfis longitudinais que venham a constar do relatório deveriam conter:

4.1 - Coordenadas do eixo ou eixos segundo o qual (s) se traçou o perfil.

4.2 - Locação dos furos de sondagens fornecendo os índices SPT com a profundidade e os níveis d'água estabilizados, a linha correspondente à topografia natural. No caso de área onde houve escavação preliminar (fundo de talvegues) indicar a topografia natural antiga e a cota correspondente ao limite de escavação.

5 - Salienta-se a importância perante eventuais questões que requeiram atribuir responsabilidades que se faça constar nestes folhas de desenho os necessários dados relativos ao profissional responsável.

6. Caberia ainda ressaltar as finalidades com que estão sendo contratados os serviços, ou seja visando aferir qualidade e apresentação final. Evitando desta forma desnecessárias considerações quanto a tensões de compressão admissíveis (taxas) ou tipos de fundação indicados, etc. que fujam totalmente ao escopo dosserviços contratados, não aumentando contudo a qualidade ou favorecendo maiores subsídios que justifiquem a sua apresentação.

./..

7 - Decorre do exposto supra, que não apenas para os relatórios apresentados pela Geopesquisas, mas para quaisquer outros que venham a ser apresentados por outras empresas, a necessidade de se estabelecer, junto à contratada, preliminarmente as duas fases distintas do serviço de investigações do subsolo:

7.1 - Como executar? vide nosso relatório AÇO-060577.

7.2 - Como apresentar? Conforme exposto nos ítens 1 a 6 supra.

Sem mais para o momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

LG/VM/mao

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-240478
São Paulo, 24 de abril de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: MATERIAL RECEBIDO ATRAVÉS DA REMESSA IEF-C 236/78 - EXAME EXPEDITO E PROVIDÊNCIAS IMEDIATAS.

Prezados Senhores:

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, passamos a uma rapida análize do material recebido, assim como solicitar providências quando se fizer necessário:

1 - Dados de cravação dos perfis H do Alto Forno - incorporados ao nosso arquivo para utilização em outras áreas aonde se cogita cravar perfis H. Oportunamente enviaremos relatório específico sobre o Alto Forno.

2 - Memo IEF-122/78. Será comentado em relatório específico - AÇO-G-250478.

3 - Ensaio EPE ao lado da PC da Laminação - incorporado ao nossos arquivo do Programa Genérico de Investigações.

4 - Geotécnica 95827 - comentado em relatório específico AÇO-G-250478 - SOLICITA-se cópia dos catálogos mencionados.

5 - Geotécnica 1 C-2PR-168/78 abril 78 - será comentado em relatório específico AÇO-G-260478.

6 - Relatório Geopesquisas AM 566/78 AF Pátio de EStocagem de Carvão - vide nosso AÇO-G-170478.

7 - Carta Berrostaal/Schloemann; Telex e carta da Woodall, referente Pacote LA-02. Já dispunhamos de tais elementos; comentários já seguiram através dos AÇO-LA-120478 e AÇO-G-110478.

8 - Desenho geotécnica PR 168/78-26 e relatório RT/6/PR-168/78 abril/78 - Serão analisados e comentados imediatamente através do AÇO-LA-270478.

9 - Ata de reunião entre AÇOMINAS e GEOTÉCNICA - SONDAGENS.

Tivemos oportunidade, de quando da nossa visita à obra no dia 05/04/78 de sicutir com o pessoal envolvido detalhes da execução e apresentação de Provas de Carga, Sondagens, etc..

./..

10 - Voltamos a solicitar o item 5 do AÇO-C-130278 referente a sondagens da Laminação de Perfis que não nos foram enviadas.

11 - Solicitaríamos, se possível, que a equipe de projetos AÇOMINAS-GEOTÉCNICA nos enviassem sempre cópia das seções de subsolo que utiliza a fim de melhor podermos nos posicionar perante as decisões que precisam ser tomadas.

Sem mais, de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Anexo: Sua via da remessa

LG/rmo

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-250478

São Paulo, 25 de abril de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: ESTUDO DO LENÇOL FREÁTICO
DA ÁREA DA USINA.

Prezados Senhores:

1 - Lamentamos que tenha havido "necessidade" de tão grande demora para elaboração e análise da proposta para execução dos serviços acima referidos.

2 - Cabe esclarecer que a importância de tal estudo se deve ao fato de que se houver variações significativas, especialmente de descida de lençol, seria indispensável ter uma ideia do que possa vir a ser enfrentado. Note-se que por exemplo, um abaixamento de 10 m do lençol freático corresponde a aplicação de uma carga de 1 kg/cm² devido a diminuição de pressões neutras e consequente aumento de pressões efetivas. Este aumento de pressões efetivas poderá causar recalques adicionais nas unidades localizadas sobre estas áreas de variação do N.A..

Caso os níveis de água subam em determinadas áreas o fenômeno inverso de "heave" poderia acarretar problemas de levantamentos diferenciais nas estruturas.

3 - Pela análise do documento SP.EP-1033/78 da Hidroservice, parece que o escopo do estudo solicitado não foi completamente compreendido.

O que se pretenderia que fosse estudado, é a previsão dos níveis finais do lençol geo-hidrológico, que provavelmente só se estabilizarão dentro de algum tempo (provavelmente anos) depois que a terraplenagem esteja concluida, níveis estes que poderão variar com estações de chuva e seca. Em tal estudo o conhecimento da posição atual do nível d'água pouco contribui. Há necessidade de se enfocar o estudo através de estimativas pluviométricas, coeficientes de infiltração, drenagens superficiais e profundas, etc.

4 - A apresentação dos resultados em desenhos mostrando "curvas de nível do lençol freático" parecaria ser incompatível com a precisão dos cálculos e hipóteses admitidas no estudo.

5 - Somos da opinião que, perante os rígidos critérios de recalques impostos pelos Fornecedores da Usina e eventuais atribuições de responsabilidades, etc. tal estudo seria imprescindível como dado básico para decisão e cálculo de todas as fundações da obra. Considerando-se que inúmeras fundações

./..

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

já foram projetadas e executadas levamos a V.Sas. nossa opinião técnica acreditando que a decisão que melhor satisfaça a Obra venha a ser tomada.

Caso seja autorizado o serviço por Projetista (no caso a Hidroservice) colocamo-nos a inteira disposição para discutir com os envolvidos as idéias iniciais previamente à qualquer concepção de "modelo", etc..

Sem mais, de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/MC/rmo

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-CQ-260478

São Paulo, 26 de abril de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: INSTRUÇÕES DE CAMPO PARA EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES DA COQUERIA

Prezados Senhores:

Temos em mãos o relatório IC-2-PR-168/78 - abril 78 da equipe da Geotécnica e, devido à importância dos tópicos mencionados no relatório nos apressamos em enviar nossos primeiros comentários.

1 - Infelizmente somos obrigados a levar a V.Sas. nossa impossibilidade de comentar o assunto ora em discussão como um todo devido ao fato de que não estamos sendo suficientemente informados pari-passo do que vem sendo discutido e decidido sobre as Fundações da Coqueria. Isto provavelmente se deve a dois fatores principais: a)- consideramos (AÇO-CQ-300378) que o memorial justificativo do estaqueamento não atende aos requisitos. No referente aos passos iniciais de implantação de tal solução (elaboração de programas de provas de carga) ficamos então, por não termos sido chamados a intervir, afastados do andamento das decisões; b)- as decisões tem sido tomadas em ritmo bastante rápido e talves não tenha havido tempo suficiente para troca de informações e idéias. Estamos, como sempre, à disposição para troca de idéias tanto durante reuniões através de contatos telefônicos quanto para participar das reuniões.

2 - Passamos assim a comentar os itens mais significativos do relatório acima referido:

2.1 - Solicitamos esclarecimentos sobre "novo critério técnico estabelecido pela Woodall Duckham, conforme menciona o item 3.1.

2.2 - Grande importância está sendo alocada à garantia de ancoragem da armação no bulbo da estaca é a concretagem do fuste . Lembramos a V. Sas. a existência de tecnologia moderna através de ensaios não destrutivos de auscultação que permitem a comprovação de tais características. Dentro em breve enviaremos relatório específico sobre o assunto , mas desde já caberia contactar os interessados sobre a possibilidade de se executar tais ensaios (no caso a Woodall Duckham).

./..

2.3 - Como condição de comportamento de uma estaca individual foi fixado o recalque máximo de 7 mm sob carga de trabalho de 170 t. Estando presentes na reunião os fornecedores (Woodall Duckham) e a Projetista estrutural (MPL) nos parece que tal imposição viria a satisfazer, quando do funcionamento da estrutura, o critério permissível de recalques (20 mm) e de recalques diferenciais (12mm). Este valor deve então ser fruto de estudos da interação solo/estrutura do qual solicitamos cópia.

2.4 - A execução de prova de carga sobre estaca em área aonde se preve os menores comprimentos de cravação pode não dar bons resultados:

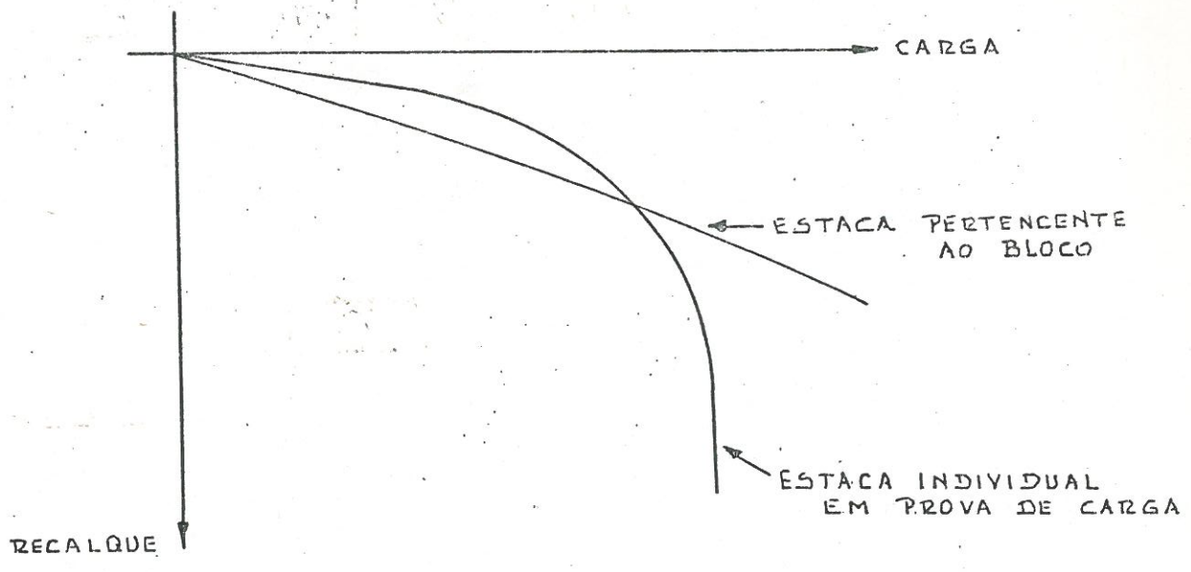
2.4.1 - Para comprimentos de fuste tão reduzidos não se preve desenvolvimento de atrito solo/estaca significativo que contribua para a capacidade de carga da estaca (devido primaipalmente às baixas tensões confinantes); em especial na Coqueria, aonde se especifica desconfinamento do fuste devido à transmissão de temperatura da superestrutura, "todo" o carregamento será suportado pela base da estaca em comportamento analogo a uma sapata profunda. Para valores usuais de base de 600 l em estaca Franki solicitaríamos o solo com tensões de aproximadamente 20 kg/cm^2.

Como já foi intensamente discutido a heterogeneidade existente nos solos residuais (bolsões de solos mais moles ou mais resistentes) pode levar, localmente, a resultados de prova de carga insatisfatórios quando analisados individualmente.

2.4.2 - Temos sempre que ter em mente que as condições impostas a uma estaca individual durante prova de carga são completamente distintas das condições de trabalhos das mesmas quando incorporadas a estrutura : a transmissão inexorável de carga da base diretamente para o solo acarretará um confinamento das estacas e a rigidez da estrutura provocará redistribuição de esforços impedindo que uma qualquer estaca tenha comportamento anomalo, tipo rutura, até que todas as demais estacas atinjam deformações similares. O conceito de "ruptura" da fundação, conforme inúmeras vezes posicionamos, não cabe e sim o limite de trabalhabilidade dos equipamentos.

A figura 1 anexa ilustra qualitativamente tal diferenciação entre comportamentos de uma estaca individualmente carregada e de uma estaca pertencente a um bloco com grande número de estacas.

./..



2.5 - Assim posicionamos a pergunta do que se tenciona fazer caso os resultados de prova(s) de carga (s) sejam julgados insatisfatórios perante os critérios apresentados? O que pretende a Projetista impor ou a Empreiteira executar?.

2.6 - Quanto aos levantamentos admissíveis apresentados indagaríamos como se chegou ao critério fixado de 7 mm. Como se pode admitir levantamento sem reconhecer que em concreto que já deu pega significaria alguma rutura ou levantamento de toda estaca para posteriormente, sob carga, reassentar.

As provas de carga propostas servirão como orientação de como proceder os levantamentos a ser observados.

3 - Recomendamos que os resultados das provas de carga sejam criteriosamente analisados, respeitando-se o tipo de solicitação ora imposta que difere do seu funcionamento quando incorporada à estrutura. Solicitamos que nos sejam enviados todos os dados disponíveis (sequência de cravação, mapa de levantamentos, investigação adicional através de IPT pela Franki, folhas de campo das provas de carga, etc., a fim de analisarmos os resultados em tempo hábil para podermos colaborar com V.Sas.

4 - Relembramos o exposto em nosso ACO-CQ-390378, referente ao Memorial Justificativo do Estaqueamento, no qual julgamos ser inaceitável perante os interesses da Obra e de V.Sas., o estaqueamento e suas imposições conforme apresentado.

Sem mais, de momento, subscrevemo-nos mui,

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor F. B. de Mello

VM/MC/rmo

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-260478

São Paulo, 26 de abril de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: TERRAPLENAGEM DA USINA - DRENAGEM SUPERFICIAL E PROFUNDA DA USINA.

*vide nossos relatórios: AÇO-G-271277
AÇO-G-291277

sobre o assunto.

Prezados Senhores:

Tendo em mãos o material enviado referente as observações e instruções diárias de acompanhamento da Terraplenagem, assim como das plantas AS BUILT das bacias, passamos a seguir a nossos breves comentários e recomendações iniciais quando se fizer necessário, visando evitar transtornos futuros quando da decisão e implantação de uma estrutura e suas fundações.

1 - Inicialmente gostaríamos de reposicionar alguns aspectos relativos a atual condição do aterro cujos valores do grau de compactação real estariam sendo distorcidos em função do modo como vem sendo executado o seu controle de compactação, conforme ficou demonstrado em nosso AÇO-G-271277.

1.1 - De acordo com o que vem sendo observado pelos cortes ilustrativos nas plantas AS BUILT, na maioria das bacias, os primeiros 10 m de aterro foram executados sem nenhum controle de compactação, o que infelizmente viria contra as principais vantagens obtidas durante a execução de um aterro onde sua compactação é controlada satisfatoriamente, que seriam a garantia de capacidade suporte aliada a uma minimização de recalques.

1.2 - Relembramos que inicialmente nossas previsões foram desenvolvidas baseadas na experiência brasileira de compactação de maciços de barragens, onde controles e fiscalização da compactação tendem a garantir a homogeneidade do maciço. Assim sendo, para futuras estimativas sobre parâmetros que venham a depender do comportamento do aterro procurar-se-á tratá-lo com maior precaução, inclusive não admitindo como garantida sua homogeneidade.

2 - Visando um panorama mais completo da situação atual dos drenos superficiais e profundos, apresentamos a seguir um resumo de nossas observações após breve análise das plantas AS BUILT de cada bacia conjuntamente com as leituras do NA nos poços existentes, bem como algumas sondagens executadas sobre o aterro.

2.1 - Bacia 1: Conforme apresentado nas plantas AS BUILT correspondentes a esta bacia, bem como nos registros das leituras do NA nos poços haveriam as seguintes indicações:

2.1.1 - Não teriam sido executados todos os furos de alivio recomendados pela H.S., através de sua instrução 95/77, instrução esta datada de 07/77 (nos sendo repetida apenas em 04/78) . Tal procedimento segundo observação feita pela própria projetista só deveria ser sugerido caso não se constatasse nos locais indicados para instalação a presença de material mole, no entanto conforme pode ser verificado em planta houve remoção de material mole neste local com profundidades de escavação de 2 a 5 m.

2.1.2 - A drenagem de tributários do Curita teria sido feita segundo drenos laterais em cotas mais elevadas que o fundo do talveque (aproximadamente 10 m) sobre material sem controle de compactação.

2.1.3 - O NA nos poços P 1/1, P 1/2 e P 1/3, únicos pontos de acompanhamento do NA do lençol na área da bacia estariam indicando:

2.1.3.1 - O NA em P 1/1 situa-se atualmente junto a fundação do aterro, a cerca de 25 m de profundidade elevando-se em cerca de 3 m nas últimos 5 meses com o aterro mantendo-se em cota constante.

2.1.3.2 - O NA em P 1/2 vem elevando-se progressivamente com a subida do aterro, sendo que as últimas leituras indicam que o lençol estaria a apenas 0,5 m de profundidade em relação a cota do aterro.

2.1.3.3 - O NA em P 1/3 viria indicando comportamento semelhante ao P 1/1, indicando que o lençol estaria a 16 m de profundidade aproximadamente.

2.1.4 - Sobre tais indicações temos a comentar:

2.1.4.1 - Segundo algumas poucas sondagens já efetuadas pelo programa de investigações para fundações no setor 14 junto à área de montante da bacia observamos que o NA do lençol indicado situa-se a profundidades reais entre 1.10 m e 1.50 m o que seria um primeiro alerta sobre a necessidade de reforçar as condições de drenagem, provavelmente através de bombeamento nos poços (já em andamento)

2.1.4.2 - Conforme o exposto supra, sugeriamos verificar a vazão de descarga do dreno observada in situ estaria próxima da capacidade estimada de projeto. Para tal fim se utilizaria de um dos métodos expeditos para medida de vazões, por exemplo através de vertedouros retangulares sem contração lateral, utilizando como soleira uma prancha de madeira conforme indicado esquemáticamente na fig. 1 (em anexo). É importante ressaltar que o dado importante em tais medidas é a ordem de grandeza, pois o que se pretende verificar é em primeira análise se os drenos estariam ou não trabalhando em carga.

./..

2.1.4.3 - A elevação do NA em P 1/1 em aproximadamente 3 m com o aterro se mantendo em cota constante, não seria indicador de que os drenos estão em carga, pois como se verifica pelo AS BUILT da bacia 1 o poço P 1/1 estaria interligado aos drenos laterais longitudinais por meio de um dreno transversal em cota superior à do fundo do poço, o que exigiria a manutenção de uma certa lamina d'água, desnessária e nociva, em seu interior para garantir as condições de drenagem. Evidentemente estamos certos de que as leituras do NA vem sendo feitas com o máximo rigor possível procurando proteger a boca do poço contra possível entrada de agua decorrente de precipitações, etc., no entanto seria de interesse que junto às leituras se fizem uma observação quanto à data de ocorrência da chuva mais recente.

2.1.4.4 - Não dispomos de um nº suficiente de sondagens executadas sobre o aterro na área para conclusões sobre o comportamento dos drenos, o que também não nos permite avaliar a eficiência dos furos de alivio no tocante à depressão do lençol. Recomendamos portanto que sejam abertos alguns poços (sugerimos três pares sobre os drenos laterais longitudinais a distâncias de 100, 200 e 300 m de cada um dos poços, sobre o talveque) apenas para verificação da profundidade do NA. Tais poços devem ser abertos visando futuro bombeamento através dos mesmos (previsão de diâmetro do furo)

2.2 - Bacia 2

Após breve inspeção das plantas AS BUILT desta bacia, bem como dos registros das leituras de acompanhamento dos níveis d'água dos três poços existentes na bacia, e perfis de sondagens executadas nas áreas da Laminação e Aciaria temos a comentar:

2.2.1 - A indicação dada por P 2/1 se apresentando seco sistematicamente nas últimas leituras, seria um bom indicio quanto as características de funcionamento do dreno profundo (com BIDIM) junto ao qual foi aberto o poço, no entanto não se poderia afirmar que tal dreno não esteja também trabalhando em carga uma vez que a cota do fundo do poço situa-se 1 m aproximadamente acima do dreno profundo.

2.2.2 - Os outros poços P 2/2, P 2/3, vem indicando elevação no NA até em torno de cota 900 que é a mesma cota verificada em algumas sondagens executadas nas áreas do aterro da Aciaria e Laminação. Tal elevação se deve principalmente a contribuição de precipitações que encontram as encostas, mais permeáveis devido aos cortes, atingindo em seguida as áreas do aterro (na procura dos talveques).

2.2.3 - Pelo exposto supra recomendamos que sejam aberto mais alguns poços na área de montante da bacia, próximos aos poços 2 e 3 (sugeríamos pelo menos três pares de poços sobre os drenos longitudinais) para que através de bombeamento pelos mesmos o lençol seja deprimido visando acelerar recalques, etc. (vide nosso AQO-3-291277).

2.3 - Bacia 3

Segue as mesmas recomendações já feitas para as bacias 1 e 2 ressaltando o fato de não dispormos de sondagens nas áreas de aterro da bacia (nos talveques) o que não nos permite situar a posição do lençol para áreas do aterro distantes dos poços.

2.4 - Bacia 4

Conforme apresentado nas plantas AS BUILT temos a observar que:

2.4.1 - Não dispomos de indicadores de NA do lençol nesta bacia, uma vez que não foram abertos poços para acompanhamento do NA, bem como desconhecemos quaisquer sondagens sobre o aterro que já tenham sido executadas na área. Isto posto, não nos permite avaliar às condições atuais do lençol em relação ao aterro, no que se refere à sua posição visando fornecer dados para previsão de possíves recalques que venham à ocorrer por abaixamento do lençol.

2.4.2 - Assim sendo, recomendamos que sejam executados preliminarmente alguns furos localizados sobre a rede de drenos profundos que poderiam ser abertos com o próprio equipamento de sondagem disponível, visando dar as primeiras indicações quanto à profundidade em que se encontra o lençol. Sugeriríamos que fossem executados dez furos equidistantes em pelo menos 100 m, a partir da região de montante da bacia, sendo que o primeiro furo poderia ser aberto próximo as coordenadas E = 628.900; N = 7.727.500.

2.5 - Bacia 5

Conforme apresentado nas plantas AS BUILT foi executado um dreno em cota mais elevada paralelo ao tapete drenante e ao dreno profundo, conforme sugerido pela H.S. em seus comunicados 44/77 e 76/77. Pelas sondagens efetuadas na área até 06/77 tal procedimento seria recomendável ressaltando-se no entanto que um ensaio de bombeamento em diferentes pontos ao longo do dreno profundo teria sido de grande importância sob dois aspectos:

2.5.1 - Dar a melhor indicação sobre "onde" dever-se-ia executar o dreno elevado face a possíveis estrangulamentos ocorridos.

2.5.2 - Fornecer de imediato dados sobre a eficiência do bombeamento profundo na área visando avaliar seus benefícios para futura utilização (na fase de decisão de fundações)-

2.5.3 - De acordo com as últimas sondagens executadas na área da sinterização (Bacia 5) com o aterro na cota final, verifica-se que o nível d'água encontra-se bastante elevado, ocorrendo pouca variação em sua cota de um furo para outro, principalmente na área de montante da bacia. No entanto conforme constatação "in loco" por nossos engenheiros, em recente visita feita à obra (04/78) verificou-se uma vazão de descarga junto a saida do tapete drenante que pareceria compatível com a capacidade, do dreno indicando que o lençol nesta área (jusante) da bacia deveria estar bem mais deprimido. Face ao exposto supra temos a comentar:

./..

2.5.3.1 - A rede drenante superior executada paralelamente ao dreno profundo viria apenas a auxiliar e não a suprir a principal finalidade para qual foi executada ou seja, aumentar a capacidade drenante permitindo deprimir o lençol drenante a fase de elevação do aterro.

2.5.3.2 - As contribuições das encostas naturais que atualmente foram cortadas para empréstimo retirando o manto de cobertura, proporcionando desta forma maior absorção das águas provenientes de precipitações, etc., viriam a propiciar um "enchimento" da bacia cujos drenos não teriam, já estrangulamento ou por localização, suficiente capacidade para permitir uma maior velocidade de depressão do lençol.

2.5.3.3 - Os níveis d'água indicados nas últimas sondagens executadas a cota final do greide não teriam sido determinados após a estabilização, o que acarretaria uma grande influência devido à água de lavagem utilizada na escavação do furo.

2.5.4 - Pelo exposto anteriormente recomendaríamos:

2.5.4.1 - Verificação e acompanhamento periódico (sugerimos intervalos de 15 dias) da posição do NA em outros pontos ao longo da rede de drenagem para tanto recomendamos que sejam abertos sete novos poços sobre os locais onde foram executados os furos de alivio, visando conjuntamente avaliar a eficiência dos mesmos.

2.5.4.2 - Intensificação do programa de bombeamento nas áreas de montante da bacia através dos poços já existentes e dos novos poços a serem abertos, procurando sempre obter de tal procedimento o maior número de dados possíveis para possibilitar uma avaliação de seu beneficio (vide nosso AQO-G-291277). No entanto cabe ressaltar que segundo a instrução 05/77 da Hidroservice de 14/06/77 e que somente em 04/78 nos foi remetida, este programa de bombeamento já teria sido planejado porém sendo posto de lado devido a uma comparação pouco criteriosa entre os custos das soluções sugeridas. Em nossa opinião as soluções não deveriam ser comparadas apenas em função de seus custos totais, mas em função dos custos de implantação e principalmente dos benefícios gerados por cada uma delas.

2.6 - Bacia 6

Da observação das plantas AS BUILT da bacia, bem como das leituras do NA nos poços temos a observar que:

2.6.1 - Nos poços P 6/1 e P 6/2 vem ocorrendo abaixamento do NA o que seria uma primeira indicação quanto a suficiência da capacidade drenante da bacia à montante e junto ao tapete drenante.

2.6.2 - No ramo F da bacia haveria uma indicação pela leitura do NA

./..

no poço 6/3 de uma tendência à estabilização do lençol, que vinha se elevando nos últimos períodos, segundo as leituras de acompanhamento do NA em 76/3. Tal tendência se deve principalmente pelo fato de ser um vale meio à jusante portanto mais profundo onde se esperaria portanto maior contribuição de infiltrações provenientes sobretudo de encostos naturais "desencapados".

2.6.3 - Pelo exposto supra torna-se importante um acompanhamento do NA em outros pontos da bacia para verificar se seguem as mesmas tendências. Assim sendo para o Ramo B, situado mais a montante tal investigação poderia restringir-se a alguns furos à montante e a presente de P 6/1, sugerimos 2 em cada sentido equidistantes em pelo menos 100 m. Tais furos poderiam ser executado com equipamento de sondagens em disponibilidade, no canteiro, visando principalmente investigar a profundidade do NA.

2.6.4 - No Ramo D da bacia recomendaríamos visando também preliminarmente uma verificação do NA a abertura de pelo menos mais três pares de poços sobre as linhas de drenos (três em cada lado do talveque) pelos quais poder-se-ia proceder ao reforço de drenagem por bombeamento que viria a ser necessário.

2.6.5 - Não dispomos de sondagens executados na área, no entanto pelas edificações que irão ocupar a área, estruturas leves (almoxarifados), não se esperaria critérios rígidos no que se refere ao condicionamento dos recalques para estas estruturas o que viria permitir maior flexibilidade para solução das fundações, juntamente com as tendências de melhoria das condições do aterro no que se refere à dissipação de presões neutras, conforme exposto supra (item 2.6.1).

2.7 - Bacias 7, 8, 9 e 11

2.7.1 - Conforme apresentado nas plantas AS BUILT tratam-se de pequenas bacias formadas por vales onde irá se apoiar a saia do aterro.

2.7.2 - Para tais bacias iriam convergir grande número de contribuições provenientes de diversas fontes, tais como encostas naturais, aterro, etc., sendo que teriam a função de "coletor de descarga" do aterro. Seria de interesse nestes casos que se verificassem as vazões à saida dos drenos conforme procedimento já exposto anteriormente (vide item 2.1.4.2) visando comparar a variação de vazões em diferentes pontos provenientes do aterro o que seria um importante dado no que se refere a localização de futuros poços para bombeamento na área.

2.7.3 - Queremos salientar contudo que perante futuros carregamentos as áreas das bacias 8 e 9 serão ocupados por estruturas que não viriam a requerer em primeira análise rígidos critérios para suas fundações no que concerne a recalques. No entanto a área da bacia 7 e 11 que serão futuramente ocupadas pelos pátios de minério e carvão respectivamente, locais onde possivelmente serão instalados correias transportadoras, bem como outros equipamentos que viriam a exigir critérios mais rígidos no que concerne a recalques diferenciais. Desta forma visando evitar a futuros problemas nestas áreas, que ve-

./..

nha a conduzir a soluções mais onerosas devido a recalques no aterro, recomendamos que sejam abertos pelo menos três pares de poços ao longo da rede de drenos das bacias 7 e 11, visando investigar as variações na posição do lençol e se necessário, execução de um reforço de drenagem por bombeamento nos mesmos.

2.8 - Bacia 10
Do exposto nas plantas "AS BUILT" temos a observar que:

2.8.1 - Nas áreas de montante da bacia o dreno "profundo" localiza-se em cotas mais elevadas, sobre o material compactado sem controle (possivelmente mais permeável). Tal arranjo limitaria a eficiência de drenagem nas áreas de montante somente quando o nível do lençol estivesse acima da cota do dreno.

2.8.2 - Visando acompanhar o comportamento do NA junto aos drenos recomendamos que sejam abertos alguns poços ao longo da rede drenante, onde futuramente poderia ser executado o reforço de drenagem por bombeamento. Superíamos que fossem abertos pelo menos seis poços visando obter com maior segurança a posição do NA do lençol ao longo da rede de drenagem.

2.8.3 - Não dispomos de sondagens próximas as áreas o que não nos permite avaliar a eficiência da drenagem perante a posição do lençol no aterro visando a precisão recalques futuros, para tais investigações seria de interesse que pelo menos dez furos fossem abertos, utilizando o equipamento de sondagem disponível, junto a área de montante da bacia visando verificar a posição atual do NA do lençol.

É importante ressaltar que em certas áreas dos aterros(fundação de estruturas de maior responsabilidade por exemplo laminação) maiores precauções devem ser tomadas, uma vez que para a maioria destas estruturas os critérios condicionantes são recalques, evitando-se desta maneira o aumento das incertezas sobre o maciço, o que somente viria a onerar no futuro os custos de implantação.

3 - A seguir apresentamos resumidamente nossas recomendações descritas nos itens supra, visando abreviar a execução de medidas que consideramos necessárias e prementes.

BACIA	PROVIDÊNCIAS IMEDIATAS
1	1) Medição da vazão de saída do dreno por meio de vertedor com prancha de madeira (vide fig. 1 anexa). 2) Abertura de pelo menos 3 pares de poço sobre os drenos laterais longitudinais equidistantes de 100 m, junto à área de montante da bacia para verificação da posição do NA e futuro bombeamento.
2	Idem à bacia 1
3	Idem à bacia 1
4	1) Abertura de pelo menos dez furos com equipamento de sondagem, espaçados em aproximadamente 100 m, executando ./..

o primeiro furo próximo às coordenadas E = 628.900 e N = 7.727.500.

5 — 1) Abertura de sete novos poços em cada um dos drenos transversais que interligam os furos de alivio, para acompanhamento sistemático do NA e visando futuro bombeamento.

6 — 1) Abertura de quatro furos com equipamentos de sondagem para verificação do NA no Ramo E da bacia, sendo dois deles à montante de P 6/1 e dois à jusante, equidistantes em pelo menos 100 m.

2) Abertura de três pares de poços espaçados em pelo menos 100 m sobre as linhas de drenos longitudinais mais junto à região de montante do ramo D, para acompanhamento sistemático do NA e visando futuro bombeamento.

7 e 11 — 1) Idem ítem 1) bacia 1

2) Abertura de três pares de poços espaçados em pelo menos 100 m sobre as linhas de drenos longitudinais junto à região de montante das respectivas bacias, para acompanhamento sistemático do NA e visando futuro bombeamento.

10 — 1) Abertura de pelo menos dez furos com equipamento de sondagem espaçados em aproximadamente 100 m, junto à área de montante da bacia.

4 - Salientamos que as medidas supra recomendada são prementes, na medida em que o inteivalo de tempo existente até a implantação dos novos setores vem se tornando cada vez menor, uma vez que se deve evitar decidas significativas do lençol durante e após a fase de implantação, pois acarretariam um aumento de pressões efetivas e consequentemente recalques adicionais (ver nosso relatório AÇO-G-250478). A manutenção do lençol alto durante a fase de execução das fundações por estaca viria a acarretar dificuldades durante a fase de cravação de estacas devido às sobrepressões neutras geradas durante a cravação.

5 - As leituras de acompanhamento do quatro medidores de recalques, únicos atuais indicadores do comportamento do maciço, vem sendo investigados criteriosamente, visando investigar tendências à estabilização dos recalques. Adiantamos contudo que pelos estudos já efetuados a grande parcela dos recalques totais que vem sendo observados seriam provenientes das camadas de fundação do próprio aterro, pelo aumento de pressão total com a subida do aterro. Estamos finalizando nossas análises e em breve enviaremos um apresentando nossas considerações sobre o comportamento dos medidores de recalque.

6 - Drenagem Superficial

6.1 - Sabedores de que está em fase de análise o projeto da drenagem superficial, enviamos através deste alguns comentários sobre problemas que tem nos preocupados e que se não estudados devidamente poderão comprometer o sistema, o aterro e fundações da Usina.

6. 2 -O principal problema que visualizamos é o do recalque dos aterros que inevitavelmente vão causar inúmeras de declividades e aparecimento de trincas. Para contornar este problema, recomendaríamos para os ramais potencialmente problemáticos ou de maior importância o empre-

./..

go de tubos com diâmetros tais que permitam visitação para manutenção e fechamento de trincas.

As trincas devem ser evitadas particularmente por dois motivos:

6.2.1 - Não afetar o lençol geo-hidrológico a médio e longo prazo por infiltrações indesejáveis.

6.2.2 - Eventuais vazamentos na vizinhança de taludes poderão prejudicar futura estabilidade.

No aguardo do projeto de drenagem superficial para uma análise no ponto de vista de influência dos fatores geotécnicos, subscrevemo-nos.

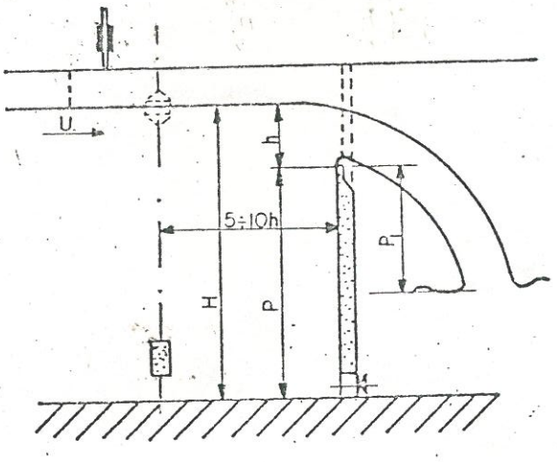
Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/FJPO/rmo

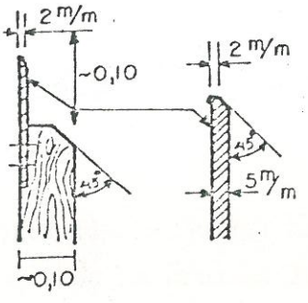
MEDIDA DE VAZÃO DE DESCARGA DOS DRENOS ATRAVES DE VERTEDOR RETANGULAR SEM CONTRAÇÃO LATERAL.



$$q = \mu \sqrt{2 g h^{3/2}}$$

q = VAZÃO DE DESCARGA POR UNIDADE DE COMPRIMENTO DE SOLEIRA.

μ = COEFICIENTE DE VAZÃO



VALORES DO COEFICIENTE DE VAZÃO DE VERTEDORES RETANGULARES SEM CONTRAÇÃO LATERAL.

$$\mu = \frac{2}{3}\left(0{,}605 + \frac{1}{1050\,h - 3} + 0{,}08\,\frac{h}{p}\right)$$

h/m \ p/m	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0
0,02	0,451	0,448	0,446	0,445	0,444	0,444	0,443	0,443	0,443
0,12	0,472	0,441	0,430	0,425	0,419	0,417	0,415	0,412	0,411
0,22		0,466	0,447	0,436	0,426	0,421	0,417	0,412	0,410
0,32			0,462	0,448	0,434	0,427	0,422	0,414	0,411
0,45				0,464	0,445	0,435	0,429	0,417	0,413
0,70					0,466	0,451	0,442	0,423	0,417

FIG. 1

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-270478

São Paulo, 27 de abril de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: ENSAIO DE PENETRAÇÃO CONTINUA
(DEEPSOUNDING) EXECUTADO NA
ÁREA DA LAMINAÇÃO

Prezados Senhores:

Tendo recebido pela sua última remessa de documentos (IEEC-236/78) as folhas de campo referente ao ensaio DEEPSOUNDING (EPH) realizado na área da laminação próximo à prova de carga sobre placa ai realizada, visando integrar o conjunto de dados no Programa Genérico de Investigações, passamos a seguir as nossas breves considerações:

1 - Consideramos "suspeitos" os valores indicados para resistência de ponta assinalados na folha de campo para os primeiros 3,50 m do ensaio, quando, em material de aterro (portanto "homogeneo")bruscamente as leituras sofrem grande variação.

2 - Salientamos que os valores registrados nos parecerem "anomalos" perante valores de S/T indicados em sondagens próximas que mostram índice de número de golpes essencialmente constante com a profundidade dentro do aterro.

Assim, consideramos difícil e questionável a interpretação do referido ensaio. Solicitamos informação da parte da Executora sobre os pontos levantados.

Sem mais, de momento, firmamo-nos,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/rmo

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 260-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

150

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

-AÇOMINAS-

12 MAI 1142 nº 005312

ARQUIVO DO PROJETO

AÇO-LM-270478

São Paulo, 27 de abril de 1978

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

IFE-C 15F IEP-C 150 IAC

AÇOMINAS
13 MAI 1978
RECEBIDO
Secretaria - IOA

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. { Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lucio Flávio B. Pinheiro

Ref.: LAMINAÇÃO:
- critérios para projeto
- prospecção geotécnica
- locação de estacas no Blooming e Slabling Mill

Prezados Senhores:

1 - Recebemos material referente a área dos Laminadores e certos de estarmos zelando pelos interesses da Obra e de V.Sas., tomamos a liberdade de submeter a sua apreciação os seguintes comentários, imediatos e resumidos:

2 - Relatório RT6-PR-168/78 da Geotécnica - Laminação de perfis médios e pesados. Fundações - Critérios de Projeto.

Referiremo-nos aos ítens do mencionado relatório a fim de mais fácil tornar a apreciação deste:

-itens 2 e 5: não se pode esquecer que há diferença significativa entre a aplicação de carga uniforme sobre área muito grande (greides obtidos por escavação, sobre-carregamentos, pisos, etc.) e cargas aplicadas em áreas restritas (sapatas). Enquanto no primeiro caso não ocorrem fenomenos de rutura, podendo ocorrer recalques elevados, no segundo a tendência é inversa: devido ao aparecimento de tensões cisalhantes nos bordos da área carregada existe o perigo de rutura enquanto que, para a mesma pressão aplicada, os recalques podem ser significativamente menores.

Portanto o raciocinio imediato de que em áreas de corte pode-se idealizar fundações que apliquem no solo tensões iguais ao peso de terra que existiu em determinado plano, pode, dependendo da área destas, levar a casos de rutura. Da mesma maneira, em aterros submetidos a pre-carregamento, não se deve dimensionar fundações nele apoiadas com capacidade de carga igual ao sobre-carregamento, sem concomitantemente avaliar a possibilidade de rutura da sapata.

-item 5 : A fim de melhor posicionar o conceito da utilização de um sobreaterro e perante afirmação de "os recalques subsequentes seriam apenas devido à recompressão do terreno de fundação, ou seja, bem inferiores aos

./..

devidos à compressão primaria do aterro" lembraríamos que, tendo em vista o Cronograma da Obra, provavelmente o sobreaterro não será deixado tempo suficiente para permitir desenvolvimento de toda a consolidação sob este incremento de carga. Poucos meses provavelmente não serão suficientes para que tal ocorra e assim, uma vez retirado o sobreaterro e construida a estrutura recalques subsequentes ocorreriam devido à três causas: recompressão, finalização do adensamento primário e adensamento secundário. Destes, a finalização do adensamento primário seria a de maior valor; a recompressão se daria durante as fases iniciais da construção e o secundário seria de pequena grandeza.

A instrumentação sugerida (item 6) assim como a existente permitirá: prever em que data seria possível a retirada a fim de que os recalques por ocorrer sejam inferiores aos admissíveis pelas estruturas e equipamentos, bem como quantificar o recalque restante.

-item 6: Concordamos plenamente com a instrumentação objetiva de medição de recalques e sobrepressões neutras devido ao sobreaterro. Porém, antes de qualquer decisão de projeto sobre tal instrumentação, sugeríríamos aos Projetistas que tivessem em mente:

a)- quanto tempo existe perante os Cronogramas para se instalar e observar os instrumentos?

b)- mediante cálculos estimativos, quais as probabilidadesde sucesso?

Respondendo antecipadamente a estas perguntas talvez evitaremos o dispendio de trabalho e tempo para concluir, passados alguns meses e já com atrazo perante o Cronograma inicial, que as informações obtidas pelo programa de instrumentação não foram suficientemente esclarecedoras e que, a solução por fundações profundas passa a ser a recomendada tecnicamente.

Não nos parece haver necessidade de instalar referências de nível (RN) em cada medidor de recalque profundo. As varias medidas de referência de cada medidor profundo podem ser obtidas em relação ao topo do medidor, e este nivelado com referência a RN distante e fixo, através de instrumentos opticos topograficos, cuja precisão de milimetros é suficiente.

-item 7 : Não se pode esquecer que os recalques que se tem medido através dos medidores já instalados, apresentam valores da ordem de 1.0 metros por estarem instalados em áreas, próximas aos talveques, aonde potencialmente poderia ter permanecido argila compresível sob o aterro. Representam portanto a condição de comprimento máximo das estacas.

Próximos aos contactos corte-aterro, para menores comprimentos de estacas,em tese qualquer tipo de estaca seria viável desde que aufira da vantagem de ser estaca de deslocamento (bem programada para não dar problemas de levantamento , etc.) e de ser facilmente controlável por nega.

Todas estas possibilidades de otimização do projeto são possíveis, e dependem da distribuição de carregamentos no solo. Solicitamos cópia das cargas nas fundações a fim de melhor poder objetivar nossas indicações.

-item 8: Nossa preocupação quanto à parcela de eventual carregamento por atrito negativo é grande; parece-nos ser fator condicionante do tipo de solução a empregar.

Estimamos que o atrito negativo pode solicitar estacas moldadas-in-loco com valores iguais a sua carga de trabalho. Este incremento de carga poderia não levar a estaca em seu grupo a rutura franca, porém imporia recalques adicionais eventualmente grandes, de nada adiantando então a fundação ter se apoiado em terreno natural.

./..

As pesquisas sugeridas pelos Projetistas sofrem do problema do prazo de execução; dias podem não ser tempo suficiente para desenvolvimento de todo atrito. Pinturas betuminosas so tem dado bons resultados em cravação através de argilas plásticas muito moles; a cravação através de aterro a danificaria em trechos tornando impossível a quantificação da contribuição a ser esperada. Quanto à utilização de colarinhos é preciso sempre lembrar que eles dão bons resultados a curto prazo (dias) mas se o recalque por atrito negativo se desenvolver durante maior tempo (e o creep secundário, anos adicionais) os fluxos de cargas também se processarão no sentido horizontal e o espaço vazio original obtido pelo colarinho gradativamente se fechará.

As proposições ideais para, no caso, afastar definitivamente o problema do atrito negativo seria a utilização de estacas de concreto pre-moldadas cravadas através de furo em trecho superior, de maior diâmetro, feito com lama bentonitica. Neste caso uma película de lama bentonitica permaneceria no trecho afetado por atrito negativo podendo também este trecho ser pintado por pinturas betuminosas. Outra sugestão seria a utilização de estacas de furação escavadas até a cota de apoio com um certo diâmetro; a concretagem seria executada normalmente até o topo do horizonte resistente e então um pilar (estaca) pre-moldado de diâmetro pouco menor do que o furo executado seria colocado sobre o concreto recem-lançado do trecho concretado por tremonha. Poder-se-ia pensar em se utilizar perfil metálico tubular fino para posterior concretagem interna e pinturas betuminosas.

Para a utilização de perfis metálicos H a sugestão seria utilizar vários colarinhos na estaca e pintura betuminosa ou que sejam deixados dispositivos que permitam a injeção de lama bentonitica nos espaços entre colarinhos.

Caberia ensaiar tal tipo de sugestão no campo, mas cabe lembrar que os resultados de provas de carga poderão ser "enganosos" se a cicratização do solo contra a estaca recem cravada não representar as condições reais de funcionamento futuro. Recomenda-se dilatar ao máximo o intervalo de tempo entre a cravação e a execução dos ensaios e aqui entram em conflito o Cronograma da Obra e a investigação proposta.

Relembramos também que a interpretação destes ensaios deve ser orientada pelo estudo das curvas carga-recalque e não carga de rutura a tração.

-item 9: Conforme já tivemos oportunidade de comentar anteriormente (AQO-LM-090378) os esforços horizontais não necessitam obrigatoriamente ser absorvidos por estacas inclinadas e cravadas até solo residual.

Um problema que não foi abordado no referido relatório é o do piso das unidades cujas fundações foram executadas por estacas devido ao recalque do aterro. Gostaríamos de saber se é intenção executar o piso armado sobre estacas? Ou piso tipo "blocret" que permite retirada, reaterro reestabelecendo a cota e posterior recolocação?

Quanto à pesquisa local sugerida, gostaríamos de informação quanto ao tempo disponível para tal em relação ao Cronograma da obra.

-item 10: Conforme já explicamos anteriormente, o emprego do sobreaterro não elimina o problema do atrito negativo. É fácil mostrar através de resultados de provas de carga que a carga de trabalho por atrito lateral de uma estaca é atingida para poucos milimetros de deformação, isto quer dizer que se o aterro recalcar cerca de 1 cm já deverá estar aplicando o valor máximo de atrito negativo.

Quanto ao "heave" decorrente da remoção do sobre aterro podemos dizer que não se espera que aconteça neste solo da maneira como é descrita no relatório da projetista.

./..

No caso o período de "heave" deverá ser muito rápido, essencialmente "elástico" não sendo os solos em questão solos hidrofilicos de inchamento.

-item 11: A indicação de execução de poços profundos de pequeno diâmetro ao redor da área parece ter vindo da conceituação de rebaixamento de lençol freatico para permitir escavações. No nosso caso o que se pretende é : reduzir o caminho de percolação de água e se possível estabelecendo uma percolação de cima para baixo para acelerar a dissipação de pressões neutras e ao mesmo tempo aplicar um pré-carregamento devido ao fluxo descencional de água. Portanto o modo mais apropriado é a locação dos poços em malha e a medida que se mostre necessário, através de controle por piezometros novos poços poderão ser introduzidos nos intervalos entre os inicialmente colocados.

3 - Sobre o Relatório RT/5 - PR- 168/78 de Geotécnica - Prospecção Geotécnica na Area da Laminação.

O relatório complementa o "programa Preliminar de Reconhecimento do Sub-Solo da Área da Laminação, especificando a retirada de amostras e os ensaios a serem realizados com tais amostras.

Julgamos recomendável que V.Sas. tomem posição de indagar a solicitante sobre como pretende interpretar e aplicar os valores de parâmetros do solo obtidos dos ensaios?

Adotando parâmetros médios que dispomos de ensaios já realizados (somados aos que estão para vir do programa genérico) já nos parece possível tomada de posição, e caberia indagar como tais decisões poderiam ser alteradas se imaginarmos variações dos parâmetros do solo.

Enfim nosso relatório AÇO-G-260977 - " ATENDIMENTO A SOLICITAÇÕES DAS PROJETISTAS PARA ENSAIOS E ESTUDOS ADICIONAIS", aborda o assunto.

Quanto ao programa de investigação, nossa posição contraria à utilização de amostrador tipo Shelby para retirada de amostra a ser ensaiada já foi suficientemente discutida em nossos relatórios anteriores AÇO-LM-090378 e AÇO-LM-120478.

Assim sendo, passamos aos comentários específicos ao Relatório em questão:

-item 2.2.a) Adensamento:

Nossa posição quanto a utilização de resultados de ensaios de adensamento para a previsão de recalques já foi suficientemente discutida em nossos relatórios anteriores; a disparidade entre os cálculos estimativos e os recalques medidos in situ é enorme. A utilização de amostras provindas de amostradores ditos "indeformados" Shelby, Denison, etc. mais acentua esta variabilidade.

Quanto a proposta indagamos:

a)- por que saturar previamente o corpo de prova quando em seu funcionamento no campo o solo não será saturado?

b)- após o ciclo de carga/descarga solicitado para 10 kg/cm^2 os demais sugeridos seriam executados em pressões gradativamente maiores?

c)- qual o tempo em que será mantida a pressão final do ensaio antes da descarga?

./..

-2.2.b) e c) : Triaxial Compressão Simples.
Perguntaríamos à Projetista se tais ensaios visam conhecer o solo como um todo ou fornecerá dados de direta utilização para algum processo de cálculo? Em que comportamento "drenado" ou "rapido" da fundação pretendem usar, e como?

Caso os ensaios em questão visem aquilatar informação sobre os parâmetros de resistência dos solos (c', ϕ' e C_u) não seria necessário a execução de ensaios "especiais" de laboratório.

Aguardamos pronunciamento de V.Sas. para trocar idéias quanto ao melhor programa de ensaios a executar perante o problema em questão.

-3) - Quanto às diretrizes básicas de retiradas de amostras indagamos por que não tirar amostras a cada meio metro de poucos furos diminuindo assim o número de furos a executar com a mesma quantidade e qualidade de informação obtida.

4 - Locação das estacas no Blooming e Slabbing Mill

Acusamos recebimento do desenho PR-168/78-27 mostrando a locação das estacas do Blooming e Slabbing Milll. Apressamo-nos em enviar rápida análise e ao mesmo tempo solicitamos que nos enviem o carregamento previsto para tal área.

Recomendamos, como passo inicial, que todas as estacas sejam providas de colarinho para:

- facilitar a cravação através de aterro;
- minimizar o problema do atrito negativo;
- não mascarar a determinação da nega, pois que, durante a cravação, o atrito desenvolvido no aterro em muito contribuirá para o desenvolvimento da nega.

Lembramos que os valores de nega determinados sem contar com a contribuição do aterro, através de elemento "descolador" da estaca,, não representa as condições operacionais futuras das estacas.

Da mesma maneira não parecem ter sentido provas de carga em estacas que tenham contacto direto com o aterro, permitindo que esto colabore na resistência da estaca.

Sugerimos que imediatamente após a cravação das estacas se inicie um pequeno programa de nivelamentos das cabeças das estacas e do solo entre as estacas, através da colocação de marcos superficiais rudimentares no aterro, em relação a um ponto fixo, para se observar se há recalques relativos ou absolutos nas estacas e/ou no aterro.

No aguardo de informações sobre carregamentos da estrutura e decisões já tomadas por V.Sas. colocamo-nos a inteira disposição para otimização do projeto em andamento.

Atenciosamente.

MC/LG/rmo

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-280478

São Paulo, 28 de abril de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lucio Flávio B. Pinheiro

Ref.: INSTRUMENTAÇÃO DA USINA
RELATÓRIO DE PROGRESSO Nº 2 - RECALQUES

Prezados Senhores:

Tendo participado de inúmeras discussões relativas à necessidade de Instrumentação das Unidades da Usina, vimos através deste encaminhar a V.Sas. orientação quanto ao tópico referido.

1 - Em nosso relatório AÇO-G-080378 posicionamos perante V.Sas. nossa opinião relativa à necessidade de instrumentação da Obra.

Uma campanha de instrumentação se faz necessária e justificável quando seus resultados e interpretações virem a permitir benefícios futuros dentro ou não da própria Obra assim como quando existe a necessidade de se documentar perante restrições colocados por terceiros para a trabalhabilidade das estruturas. Assim, uma vez projetada e instalada uma campanha de instrumentação , o engenheiro encarregado terá sempre que se posicionar perante as perguntas:

1.1 - O que se quer medir? Como se pretende interpretar e utilizar os dados obtidos?
1.2 - Quais os valores (ordem de grandeza) que se espera obter uma vez instalados os equipamentos?
1.3 - Caso os valores observados se afastem dos valores esperados o que se pode e deve fazer? Que atitude e decisões tomar?

2 - Considerando-se que as campanhas de instrumentação projetadas venham a ter acompanhamento durante tempo suficiente para que toda a informação util e necessária seja colhida tomamos a liberdade de lembrar a V.Sas. da necessidade de se utilizar instrumentos que, inicialmente e ao longo do tempo, tenhaia características de robustez, sensibilidade, faixa de leitura, tempo de resposta, precisão, calibração e estabilidade aceitáveis visto que, como é do conhecimento de V.Sas, não cabe, depois de executada uma campanha de investigações , existir dúvidas quanto aos resultados obtidos.

./..

3 - As principais grandezas passiveis de serem diretamente medidas na Mecânica dos Solos são: pressões neutras, deformações e pressões totais. Neste Relatório de Progresso nos restringiremos a comentários sobre os medidores de deformações.

Conforme posicionamos no referido AÇO-G-080378 deformações podem ser verticais (recalques) e horizontais.

3.1 - Deformações verticais podem ser obtidas através de acesso e acompanhamento tanto verticais quanto horizontais conforme explicado abaixo.

3.1.1 - Movimentos verticais obtidos através de sistemas verticais e/ou movimentos horizontais através de acesso horizontal.

Uma de suas principais desvantagens seria, o acesso quando do funcionamento da estrutura, são porém de grande precisão.

Podem ser mecanicos com varios elementos instalados em um só tubo (tipo KM), ou sistemas que utilizam da indutância de uma bobina que percorre um tubo vertical detectando os aneis sensores ou magnéticos.

3.1.2 - Movimentos verticais obtidos através de acesso horizontal.

Utilizam-se de medidores de pressão manométrica diferencial entre dois pontos, um dos quais é conhecido e levantado por instrumentos de topografia, ou da medida da deflexão puntual de um ponto e sua (inclinometros horizontais) integração ao longo do instrumento.

3.2 - Deformações horizontais podem ser obtidas através de acesso e acompanhamento tanto horizontais quanto verticais.

3.2.1 - Movimentos horizontais através de acesso horizontal-idem item 3.1.1.

3.2.2 - Movimentos horizontais através de acesso vertical.

Utilizando-se inclinometros levanta-se a deflexão de pontos de equipamento e assim, através de sua soma parcial, obtem-se os valores para qualquer ponto desejado.

4 - Uma vez identificadas as características das grandezas a serem medidas, estudada a melhor maneira de se obter as leituras periodicas de tais grandezas, considerando-se não só o período de obras da USINA , mas também seu período operacional, deve-se verificar os equipamentos disponíveis na praça, suas garantias, seu prazo de entrega, enfim o enfoque passa a ser um tanto administrativo até a implantação da campanha quando novamente a coleta de dados e sua interpretação é feitas por técnicos especializados.

5 - Existem, no mercado nacional e internacional inúmeros fornecedores de equipamentos com sem número de diferentes tipos de instrumentos, cada qual com seus atrativos e suas desvantagens. Fornecedores tipo SINCO, EPIC; Terra Technology; Terrametrics; Soil Instruments Ltd.; Jido Seigyo Giken Co, Ltd.; Borros AB, I.P.T., etc. tem em catálogo equipamentos que potencialmente se aplicam.

./..

Desnecessário é lembrar a V.Sas.que uma campanha de Instrumentação tem sua análise custo/beneficio diretamente ligada ao tipo de equipamento utilizado.

Assim, perante qualquer projeto de fundações que seja instrumentado, solicitaríamos aos colegas Projetistas que nos enviassem:

5.1 - uma resumida explicação visando informar o que se "pretende" medir,

5.2 - material sobre os equipamentos propostos (catalogos, etc.) em tempo hábil, pois assim poderemos juntos elaborar um projeto de instrumentação que forneça à AÇOMINAS os dados previstos.

6 - No caso particular da área dos laminadores, no qual através de nosso AÇO-G-080378 posicionamos a necessidade de medir perfis contínuos de recalques, somos de opinião de que poderia em principio se utilizar inclinometros horizontais. Solicitamos cópia dos catálogos específicos dos equipamentos sugeridos a fim de melhor poder atender V.Sas.

Sem mais, de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/rmo

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-030578

São Paulo, 03 de maio de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lucio Flávio B. Pinheiro

Ref.: MATERIAL RECEBIDO ATRAVÉS DA REMESSA IEEC-246/78 e 265/78 - EXAME EXPEDITO E PROVIDÊNCIAS IMEDIATAS.

Prezados Senhores:

Tendo recebido material de diferentes áreas da obra através das remessas acima referidas, passamos a uma rápida análise do material recebido, assim como a solicitar providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

1 - Carta da WD referente C54081/Coke Oven Package Foundation -

Em breve emitiremos comentários específicos sobre os tópicos levantados na correspondência.

2 - Memo IOC-731/78 AF - recebido para análise global da variação dos níveis d'água no subsolo da USINA.

3 - Relatório da JCFF sobre Fundações da Aciaria - analisados e comentários básicos foram encaminhados no AÇO-AC-110478 com base no relatório emitido pela Geotécnica.

4 - Relatórios BH-AFN.SP-144/78 - 1 e BH.VRF.SP-164/78-1 da Geotécnica e AI 573/78 AF da Geopesquisa - incorporados aos nossos arquivos para utilização oportuna. Faltante ainda informação quanto o proj. de avanço por trado, etc. - item 2.1 da ata de 290378 entre Açominas e Geotécnica.

5 - Desenho Geotécnica Planta de Locação PR 168/78-30 a PR 168/78-33.

Atráves dos mesmos nos foram encaminhadas as plantas de locação das sondagens das áreas de Escritórios de algumas das unidades da Usina.

Tais Escritórios se situam tanto em áreas de pequenas alturas de corte quanto de pequenas alturas de aterro. Devido a pequena responsabilidade relativa de tais estruturas (quando comparadas com um Alto Forno, Coqueria, Aciaria, etc.) não vemos razão para investigação de subsolo através de tantas sondagens SPT.

./..

Deve-se ter em mente que um panorama geral da geologia da região já se conhece através das inúmeras investigações em andamento e com base nas centenas de sondagens já executadas na USINA poder-se-ia abrir mão de tais campanhas sem em nada prejudicar as decisões necessárias para as fundações dos referidos Escritórios.

Sugerimos que se execute um número mínimo de sondagens em cada predio para, de posse de tais dados, comparando-os com as inúmeras sondagens já executadas, avaliar-se se, perante o carregamento imposto pelas estruturas é necessário maior número de sondagens. Se tal procedimento dinâmico for feito com as folhas de campo dos furos iniciais mesmo que eventualmente se decida fazer alguns furos a mais em nada o cronograma será afetado.

Assim sugerimos que inicialmente se executem:

5.1 - Do desenho PR 168/78-30 os furos SI , S2, S7, S13, S19, S22 e S29.

5.2 - Do desenho PR 168/78-31 os furos S4, S10, S11, S13, S16, S17, S18, S23, S25, S29, S30 e S35.

5.3 - Do desenho PR 168/78-32 os furos S2, S6, S8, S10, S13, S20 e S22.

5.4 - Do desenho PR 168/78-33 os furos S5, S7, S9, S10, S11, S13, S14, S16 e S17.

Colocamo-nos a sua inteira disposição para analisar os dados dos furos iniciais e avaliar a necessidade de prosseguir a campanha .

.6 - Ata de Reunião entre Açominas e Geotécnica 5/4/78.

Apresentamos os seguintes comentários, discutidos na referida data, e que não constam da ata:

6.1 - Ficou estabelecido que o Programa de Ensaios a ser executado em cada bloco indeformado seria discutido com o escirtório do Prof. Victor de Mello antes do inicio do mesmo a fim de evitar futuras duvidas. Assim, ficou estabelecido que, uma vez recebida a amostra, o chefe do laboratório da Executora entraria em contato com o referido Escritório a fim de estipular o programa e se iniciarem os ensaios.

6.2 - As tensões admissíveis determinadas para prova de carga em zonas de aterro e corte o foram em caráter orientativo. Caso seja possível devido a reação preparada, as provas de carga devem ser levadas às maiores tensões possíveis e se possível à rutura (vide nossos AÇO-G-010977 e AÇO-G-050977).

6.3 - A utilização de aparelho topográfico para companhamento das leituras dos recalques só deveria ser feita caso a prova de carga transcorresse durante grande período de tempo, durante o qual o solo (aterro ou corte) em estudo poderia sofrer deformações por adensamento ou heave. Ficou a critério do fiscal da Executora tal decisão.

6.4 - No item 2.7 da referida ata parece haver confusão sobre os 15 ensaios Hilf Proctor.

./..

Solicita-se que sejam executados 15 ensaios com e 15 sem peneiramento, executando medida de umidade, a de densidade natural do material retido, e sua porcentagens retida na peneira 4 do ensaio com peneiramento. Vide nosso AÇO-G-271277 para esclarecimentos.

6.5 - No item 3 deverá ser usado trado e não lavagem até 3 diâmetros de profundidade.

6.6 - Quanto as locações do Programa vide nosso AÇO-G-060478 pois as posições discutidas na obra (e transcrevidas em nosso AÇO-G-060478) diferem de algumas locações transcritas na ata.

7 - Medidor de recalque lote 5 - incorporado aos nossos estudos.

8 - Com referência aos diagramas de cravação dos perfis H do Alto Forno Solicitamos informação quanto a diferença entre Estaca 1 e Estaca P-1 que cravadas no mesmo dia apresentam diagrama de cravação e número de golpes diferentes. Inúmeras outras estacas apresentam identificação E -..... e EP - .....
Solicitamos tal esclarecimento para prosseguir nossos estudos.

9 - Voltamos a solicitar que a Projetista nos envie cópia das seções de subsolo com SPT, N.A., cargas, etc., por ela levantadas a fim de melhor podermos participar das decisões necessárias.

Sem mais, de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

Anexo: sua via das remessas citadas.

LG/rmo

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-050578

São Paulo, 05 de maio de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lucio Flávio B. Pinheiro

Ref.: MATERIAL RECEBIDO ATRAVÉS DA REMESSA IEEC-284/78 - EXAME EXPEDITO E PROVIDÊNCIAS IMEDIATAS.

Prezados Senhores:

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, passamos a uma rápida análise do material recebido e a solicitar providências quando se fizer necessário.

1 - Correspondência ENGEVIX DGT 049/78 - Estamos analizando o memorial apresentado e em breve enviaremos nossos comentários.

2 - Relatórios RT 7 e RT 8 / PR - 168/78 da Geotécnica.

Também serão comentados brevemente, vide nosso AÇO-LM-270478 com nossos comentários iniciais sobre a Laminação.

3 - Memo IOC/057/78 e relatório Coqueria IC-I -168/78 serão analisados e comentários seguirão caso necessário. Solicitamos informações sobre o estado atual do estaqueamento da Coqueria.

4 - Telex MDT/AC4/023 - incorporado à correspondência enviada pelos Prof. Gibson e Prof Nash para comentários conjuntos.

5 - Desenho PR-168/78-18 locação sondagens nos Produtos Carboquimicos.

Valeria comentário similar ao do item 3 do nosso AÇO-G-030578 . Dependendo das cargas em questão e da responsabilidade e requisitos das estruturas por se situarem elas em zona de corte, próxima a Coqueria, poder-se-ia eventualmente minimizar as investigações de sul solo, sempre iniciando por furos periféricos e fechando a malha caso se fizer necessário.

Sem mais, de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

anexo: sua via assinala da remessa

LG/rmo

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-150578

São Paulo, 15 de maio de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: LAMINADOR DE BLOCOS E TARUGOS

Prezados Senhores:

Damos em mãos o Relatório RT-9 de Geotécnica sobre a conceituação preliminar das fundações do Laminador de Blocos e Tarugos.

Inicialmente gostaríamos de solicitar cópia do(s) desenho(s) da Davy Ashmore (p. ex. desenho FD 714-6-01, citado) para podermos contar com um mínimo de dados a fim de analisar o problema da escolha do tipo de fundação mais apropriado de modo um tanto menos superficial de como é feito neste relatório.

Certos porém de estarmos zelando pelos interesses de V.Sas. e da Obra, analisamos o referido documento e passamos então a nossas sugestões e comentários:

Ítem 3.1.C. - Temos tido várias experiências com fundações de equipamentos, e, dificilmente se permite recalques na fundação acima de limites rigidamente estabelecidos pois tais equipamentos não costumam permitir renivelamentos futuros, a não ser com dispêndio e transtorno muito grande.

Por outro lado, não parece ser difícil projetar aparelhos de apoio que possibilitem tal regulagem. Podemos então considerar duas alternativas de solução:

> custear uma fundação extremamente indeformável e aceitar os equipamentos que não permitem um tanto de regulagem de nível; ou projetar uma fundação um pouco mais deformável e portanto mais econômica porém custear aparelhos de apoio que permitam tal regulagem.

Veja-se que o aparelho de apoio não necessita ser parte integrante do equipamento, pois poderá ser incorporado à fundação.

Ítem 3.2 e 3.3 - De posse das informações de carga transmitidas pelo relatório, podemos proceder-se a uma análise um pouco menos superficial e seguem nossos comentários, mencionando primeiramente áreas de cortes mais altos, e caminhando passo a passo em direção a área onde o aterro é mais profundo.

Para áreas que de corte alto, o tipo de fundação mais apropriado deverá ser fundações direta, tanto para equipamentos como para os pilares. Para tal estamos partindo da pressuposição que o solo na região melhora com a profundidade, fato este geralmente observado, apesar da variabilidade dos solos residuais.

./..

Para áreas onde o corte efetuado foi de altura média, com o que podemos em primeira e grosseira análise admitir que o terreno apresenta capacidade média de suporte, deveremos ter os pilares com fundações por estacas, que principalmente devido a grande excentricidades das cargas, levam a soluções mais econômicas, e, para os equipamentos, provavelmente será apropriada a utilização de fundação direta, uma vez que de modo geral estes equipamentos necessitam de uma base de concreto para seu apoio, portanto o próprio apoio do equipamento servirá como sua fundação. Nesta área, poderá haver casos em que os recalques estimados sejam maiores que as permissíveis, neste caso é apropriada a utilização de estacas como redutoras de recalque para que se leve as deformações para dentro dos limites permissíveis.

São válidas as observações quanto aos cuidados que deverão ser tomados na execução de fundações diretas, porém, acrescentaríamos que se houver escavações abaixo do N. A. será indispensável empregar bombeamento provocando fluxo descendente e assim evitando danos no terreno de apoio.

Quanto às fundações dos pilares, deve-se lembrar que casos onde há grande excentricidade a ser absorvida pela fundação, esta poderá ter forma geométrica apropriada, por exemplo, para estacas, deve-se concentrá-las o mais distante possível do centro de gravidade através da utilização de blocos em forma de H.

Estas mesmas recomendações devem valer também para as áreas de transição corte-aterro, e para áreas de aterro baixo (altura tal que a pressão geostática seja menor que a pressão de "pré-adensamento" do aterro). Para as áreas de transição e, levando em conta que as bases dos equipamentos poderão servir como suas próprias fundações, poderá haver casos que seja apropriado a escavação e substituição de terreno mais compressível por solo compactado com características apropriadas.

O expediente de pré-carregamento sobre as bases dos equipamentos deve sempre ser lembrado quando se depara com problemas de recalques estimados maiores que os permissiveis, e inúmeras obras tem atualmente utilizado tirantes para este pre-carregamento que são relaxados a medida que prossegue a construção.

Finalmente áreas de aterro alto que poderemos separar entre as que se verifica processo de adensamento do próprio aterro ou da fundação, e as áreas em que o adensamento já se processou.

Para o primeiro caso tem-se duas alternativas principais: pré-carregamento para acelerar o adensamento ou utilização de fundação profunda como já tem sido feito para certas áreas. Para o segundo caso, ou seja, o aterro e sua fundação se apresentarem essencialmente estáveis quanto a recalques, poderá ser utilizadas, principalmente para os equipamentos soluções de fundação direta, com ou sem os artifícios já mencionados (estacas como redutores de recalques, pré-carregamento, etc.). Para os pilares poderá eventualmente ser executadas estacas flutuantes, ou seja, apoiadas no próprio aterro.

Vale no entanto a recomendação de que para o caso de fundações de equipamentos sobre estacas, a disposição das estacas não deve ser puramente geométricas e sim, procurar concentrar um maior número de estacas sob pontos de carga, de modo a não necessitar de rigidez dos blocos, que seria encarada como dispositivo adicional para compatibilização dos recalques.

Concordamos com a flexibilidade de soluções (no caso cita-se a utilização de estacas de concreto pré-moldadas e estacas de aço) mistas, porém é preciso um tanto de atenção em verificar compatibilidade de deslocamentos. Por exemplo, efeitos de densidade de estacaria e de grupo são muito mais acentuados no caso de estacas de concreto do que no de estacas de aço.

Sem mais de momento, subscrevemo-nos,

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CE[illegible]A

MC/VM/rmo

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-160578

São Paulo, 16 de maio de 1978

À
AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: MATERIAL RECEBIDO ATRAVÉS DA REMESSA IEE-C-294/78 - EXAME EXPEDITO E PROVIDÊNCIAS IMEDIATAS.

Prezados Senhores:

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, passamos a uma rápida análise do material recebido, assim como solicitar providências quando se fizer necessário:

1 - Relatórios de Investigação através de sondagens:

1.1 - Relatórios Geotécnica BH-RMH-554/77; BH-VGU-SP-169/78-1; BH-LAM-SP-539/77-4 e 6.

1.2 - Relatórios Geopesquisa; PR 168/78-9 furo 55 e 39.

1.3 - Relatórios avulsos das sondagens SP01; 08, 72, 75 etc. conforme relacionadas na remessa citada.

Incorporados aos nossos arquivos para utilização oportuna. Nos sentimos na ingrata posição de ter que continuar a levar a V.Sas. o fato que os relatórios definitivos apresentados continuam sem as informações técnicas adicionais constantes nas especificações de execução de sondagens da AÇO-MINAS extensamente discutidas e materializadas na reunião de 29/05/78 entre a AÇOMINAS e a GEOTÉCNICA.

2 - Relatório RT 9/PR 168/78- maio/78

Comentado em relatório a seguir em breve sob número AÇO-LM-120578.

3 - Desenhos Geotécnica Blooming / Billet Mill PR-168/78-34; 35 e 36.

Incorporados nos comentários do AÇO-LM-120578 a seguir em breve.

4 - Memo Dr. José FCO-070/78 - e Memo IEE-C-124/78 incorporados aos nossos arquivos.

./..

5 - Desenhos MPL-WD nº 1A02Z00-G-1007-A e 1A02A00-000-G-008-A.
Incorporados aos nossos arquivos, substituem em parte informação já disponível.

6 - Voltamos a solicitar o item 8 do AÇO-G-030578 sobre a diferença entre a designação dos perfis H do Alto Forno por ESTACA 1 e ESTACA P-1.

7 - Voltamos a solicitar que a Projetista nos envie cópia das seções de subsolo com toda a informação disponível para podermos em tempo hábil participar das discussões e decisões em andamento.

Sem mais, de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIS GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/rmo

Anexo: Sua via de remessa assinada.

GeoTécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-260478

São Paulo, 16 de maio de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: DRENAGEM SUPERFICIAL E PROFUNDA DA USINA
*vide nosso Rel.AÇO-G-291277 s/o assunto

Prezados Senhores:

Tendo em mãos as plantas AS BUILT das bacias, enviadas por V.Sas., passamos a seguir a nossos breves comentários e recomendações, quando se fizer necessário, visando fornecer subsídios para decisão e implantação de estruturas e suas fundações.

1 - Inicialmente cabe dizer que os níveis d'água encontrados em alguns pontos parecem extremamente elevados, fato este que poderá acarretar problemas para as fundações, conforme já extensamente discutido em outros relatórios. Até o presente não se conhece com segurança a origem deste NA; presume-se que em parte seja oriundo de subpressões no solo compressível de fundação do aterro e de aterro provindo de empréstimo saturado.

2 - Visando configuração de um panorama da situação atual dos drenos superficiais e profundos, apresentamos a seguir um resumo de nossas observações sobre as plantas AS BUILT de cada uma das bacias, bem como as leituras do NA nos poços existentes.

2.1 - Bacia 1: Conforme apresentado nas plantas AS BUILT correspondentes a esta bacia, bem como nos registros das leituras do NA nos poços, temos a comentar:

2.1.1 - Parece não ter sido executada drenagem no fundo do talvegue; com isto estaríamos aumentando a distância de percolação entre os bolsões de argila mole e os drenos, aumentando significativamente o tempo de adensamento.

2.1.2 - O N.A. nos poços P 1/1, P 1/2 e P 1/3, pontos de acompanhamento do N.A. do lençol da área estaria indicando:

2.1.2.1 - O N.A. em P 1/1 situa-se atualmente junto à fundação do aterro, a cerca de 25 m de profundidade, elevando-se em cerca de 3 m nos últimos 5 meses, com o aterro mantendo-se em cota constante.

2.1.2.2 - O N.A. em P 1/2 vem elevando-se progressivamente com a subida do aterro, sendo que as últimas leituras indicam que o lençol estaria a apenas 0,5 m

./..

de profundidade em relação à cota do aterro.

2.1.2.3 - O NA em P 1/3 viria indicando comportamento semelhante ao P 1/1, indicando que o lençol estaria a 16 m de profundidade aproximadamente.

2.1.3 - Segundo as indicações apresentadas, vem se verificando na área de montante da bacia, onde as poucas indicações sobre a posição do N.A. são aquelas obtidas através de furos de sondagens (conforme já discutido inúmeras vezes anteriormente, há pouca confiabilidade em N.A. determinados através de sondagens) executadas para a implantação das fundações da laminação, que vêm indicando a presença de N.A. a cerca de 2 m de profundidade.

2.1.4 - Visando aquilatar dados sobre as condições de trabalho dos drenos sugeiríamos uma medição expedita (em ordem de grandeza) da vazão de descarga dos drenos. Um dos métodos expeditos para a medida de vazão consiste em medir a altura da lamina d'água sobre a soleira de um vertedouro retangular, para qual pode ser empregada uma prancha de madeira conforme indicado esquematicamente na fig. 1 (em anexo).

2.1.5 - É oportuno o programa de investigação representado no desenho PR-168/78-9 da Geotécnica, no que diz respeito a execução de medidores de N.A., pois há muito pouca informação principalmente na área de montante da bacia.

2.2 - Bacia 2: Temos a comentar:

2.2.1 - A indicação dada por P 2/1 se apresentando sistematicamente seco nas últimas leituras, seria um bom indício quanto as características de funcionamento do dreno profundo (com BIDIM)junto ao qual foi aberto o poço, no entanto não se poderia afirmar que tal dreno não esteja trabalhando em carga uma vez que a cota do fundo do poço situa-se 1 m aproximadamente acima do dreno profundo. Sugerimos aprofundamento do poço até o dreno.

2.2.2 - Os poços P 2/2 e P 2/3 vem indicando lenta elevação do NA que se encontra segundo tais registros em profundidades bastante rasas(± 5 m).

2.2.3 - Pelos mesmos motivos já anteriormente descritos para a bacia 1, julgamos oportuno a execução de medidores de N.A., conforme já sugerido, bem como do programa de bombeamento dos poços existentes e de novos poços para acelerar o adensamento.

2.3 - Bacia 3 : - Temos a comentar:

2.3.1 - O N.A. medido nos poços vem apresentando a mesma indicação que se observou nas bacias 1 e 2, ou seja, o N.A. pareceria estar muito elevado na área de montante da bacia, em parte função da grande contribuição de águas provenientes das encostas naturais cortadas, parte em função de deficiência da drenagem interna.

2.3.2 - Assim sendo, valem para esta área os mesmos comentários feitos para a área da bacia 2 (vide ítem 2.2.3).

./..

2.4 - Bacia 4 - Temos a comentar:

2.4.1 - Não dispomos de indicadores de NA do lençol nesta bacia, uma vez que não foram abertos poços para acompanhamento do NA. Assim sendo, recomendamos que para esta área seja adotada o procedimento de se aproveitar os furos de sondagem a serem efetuados no programa de investigação para implantação das fundações das edificações na área como medidores de NA.

2.5 - Bacia 5 - Temos a comentar:

2.5.1 - Conforme apresentado nas plantas AS BUILT foi executado um dreno em cota mais elevada paralelo ao tapete drenante e ao dreno profundo, como sugerido pela H.S. (comunicados 44/77 e 76/77 recebidos em 04/78) face a insuficiência de drenagem que se verificou durante a execução do aterro com os olhos d'água que ocorreram. Tal dreno seria recomendável ressaltando-se no entanto que um ensaio de bombeamento à priori teria sido de grande importância sob os seguintes aspectos:

2.5.1.1 - Indicar o ponto onde estaria ocorrendo o estrangulamento que vem elevando a carga nos drenos profundos.

2.5.2 - Segundo a indicação de algumas sondagens executados na área da sinterização área demontante da Bacia 5, com aterro à cota final, verifica-se um NA muito elevado, ocorrendo pouca variação deste de um furo para outro. Apesar de que tais furos de sondagem não podem ser considerados como medidores de NA, haveria uma primeira indicação do comportamento da rede drenante na área de montante, onde as contribuições pelas encostas naturais se fazem sentir mais intensamente conforme exposto supra.

2.5.3 - Assim sendo, deve-se intensificar o programa de bombeamento nas áreas de montante da bacia através da abertura de novos poços junto a esta área. Sugerimos que seja aberto um poço a cada um dos sete conjuntos de furos de alivio existentes sobre o talveque.

2.6 - Bacia 6 - Temos a comentar:

2.6.1 - Vem observando-se, pelo acompanhamento do NA nos poços P 6/1 e P 6/2, um abaixamento sensível (últimas leituras indicam abaixamento de 6 a 10 m) do NA. Tais poços situam-se junto a região de montante de bacia e esta tendência parece ser uma satisfatória indicação quanto a suficiencia de capacidade drenante da bacia nesta região e junto ao tapete drenante.

2.6.2 - As indicações atuais fornecidas pelo poço NA no P 6/3 sugerem uma tendência à estabilização do lençol (a aprox. 17 m de prof und.) que segundo as leituras anteriores de acompanhamento do NA no poço vinha elevando-se.

2.6.3 - Recomendamos também adotar o procedimento já descrito anteriormente quanto a utilização das sondagem dos programas de investigação como medidores do NA do lençol, Tais dados seriam importantes face a decisões que deverão ser tomadas futuramente

./..

durante o projeto das fundações das edificações que irão ser implantadas; que no tocante a soluções menos onerosas quer no tocante a precaução a tomar face ao comportamento observado.

2.7 - Bacias 7, 8, 9 e 11: - Temos a comentar:

2.7.1 - Conforme apresentado nas plantas AS BUILT tratam-se de pequenas bacias formadas por vales onde irá se apoiar a saia do aterro. Assim sendo, tais bacias teriam a função de / "coletor de descarga" do aterro uma vez que ramos do dreno de outras bacias se interligam a estas e portanto se esperaria grandes vazões de descarga. Por outro lado como a saia do aterro irá se apoiar nestes fundos de vale, não se deseja que tais drenos funcionem em carga pois traria implicações com relação à estabilidade dos taludes. Visando obter dados preliminares que possibilitem tal investigação recomendaríamos a medição expedita de vazões à saida de tais drenos, conforme descrito anteriormente.

2.7.2 - Queremos salientar que perante futuros carregamentos as áreas das bacias 8 e 9 deverão ser ocupadas por estruturas leves e que também não viriam a requer em primeira análise rígidos critérios para suas fundações no que concerne a recalques. No entanto a área da bacia 7 e 11 que deverão ser futuramente ocupadas pelos pátios de minério e carvão respectivamente, locais onde possivelmente serão instalados equipamentos que exigiriam critérios mais rígidos no que concerne a recalques diferenciais. Desta forma com objetivo de, se possível, evitar futuros problemas nestas áreas que venham a conduzir a soluções mais onerosas devido a recalques no aterro, recomendamos que sejam abertos alguns furos ao longo da rede de drenos das bacias 7 e 11 (sugerimos três pares de poços em cada uma sobre os drenos profundos já existentes), visando investigar as variações na posição do lençol e se necessário, execução de um reforço de drenagem por bombeamento nos mesmos.

2.8 - Bacia 10 - Temos a comentar:

2.8.1 - Não dispomos de indicações quanto a posição do NA do lençol na área, recomendamos adotar o procedimento já descrito anteriormente quanto a utilização das sondagens dos programas de investigação como medidores do NA do lençol, visando obter não apenas importantes dados para o projeto das fundações e implantar na área, bem como indicações quanto a necessidade ou não, da abertura de poços para execução de bombeamento.

3 - Salientamos que algumas medidas recomendadas neste relatório são prementes, uma vez que o intervalo de tempo existente até a implantação das unidades vem se tornando cada vez menor, e que deveremos evitar abaixamentos significativos do lençol durante e após a fase de implantação, pois acarretariam um aumento de pressões efetivas e consequentemente recalques adicionais. As finalidades de execução do bombeamento sugerido já foram extensamente descritas em nossos AÇO-G-291277 e AÇO-G-250478 bem como os benefícios decorrentes de sua execução.

4 - DRENAGEM SUPERFICIAL DE TODA A AREA DE IMPLANTAÇÃO DA USINA:

./..

Sabedores de que está em fase de analise o projeto da drenagem superficial, enviamos através deste alguns comentários sobre problemas que tem nos preocupado e que se não estudados devidamente poderão comprometer o sistema, o aterro e fundações da Usina.

4.1 - O principal problema que visualizamos é o de recalque dos aterros que inevitavelmente vão causar mudanças de declividades e aparecimento de trincas. Para contornar este problema, recomendaríamos: a) um estudo das declividades (por exemplo recolher para a região dos talveques); b)- para os ramais potencialmente problemáticos ou de maior importância o emprego de tubos com diâmetros tais que permitam visitação para manutenção e fechamento de trincas.

As trincas devem ser evitadas particularmente por dois motivos:

4.1.1 - Não afetar o lençol geo-hidrológico a médio e a longo prazo por infiltrações indesejáveis.

4.1.2 - Eventuais vazamentos na vizinhança de taludes poderão prejudicar futura estabilidade.

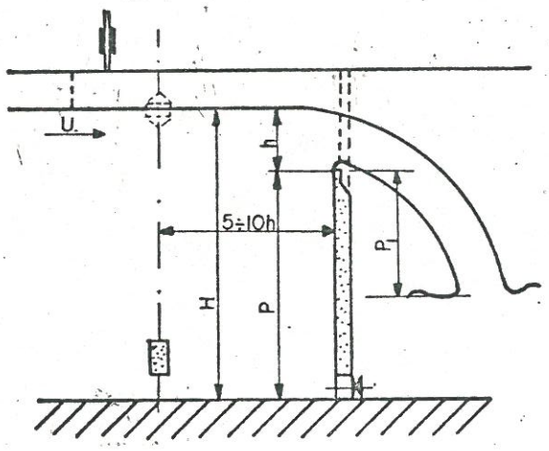
No aguardo do projeto de drenagem superficial para analise sob o ponto de vista de influência nos fatores geotécnicos, subscrevemo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

LG/MC/rmo

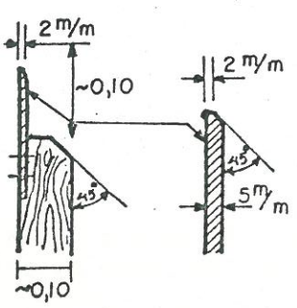
MEDIDA DE VAZÃO DE DESCARGA DOS DRENOS ATRAVES DE VERTEDOR RETANGULAR SEM CONTRAÇÃO LATERAL.



$$q = \mu \sqrt{2 g h^{3/2}}$$

q = VAZÃO DE DESCARGA POR UNIDADE DE COMPRIMENTO DE SOLEIRA.

μ = COEFICIENTE DE VAZÃO



VALORES DO COEFICIENTE DE VAZÃO DE VERTEDORES RETANGULARES SEM CONTRAÇÃO LATERAL.

$$\mu = \frac{2}{3}\left(0{,}605 + \frac{1}{1050\,h - 3} + 0{,}08\,\frac{h}{p}\right)$$

h/p (m)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0
0,02	0,451	0,448	0,446	0,445	0,444	0,444	0,443	0,443	0,443
0,12	0,472	0,441	0,430	0,425	0,419	0,417	0,415	0,412	0,411
0,22		0,466	0,447	0,436	0,426	0,421	0,417	0,412	0,410
0,32			0,462	0,448	0,434	0,427	0,422	0,414	0,411
0,45				0,464	0,445	0,435	0,429	0,417	0,413
0,70					0,466	0,451	0,442	0,423	0,417

FIG. 1

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-180578

São Paulo, 18 de maio de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: DRENAGEM PROFUNDA, RELATÓRIO RT/8

Prezados Senhores:

Damos em mãos o relatório RT-8 da Geotécnica, que foi rapidamente analisado, e sobre o que temos o seguinte a comentar e sugerir:

O relatório foi inicialmente elaborado tendo em mente a área da Laminação, porém os conceitos discutidos valem para toda a área da obra, não só áreas de aterros, mas também de cortes.

O problema aqui discutido está relacionado com a previsão do comportamento do lençol geo-hidrológico, fator que há muito vem nos preocupando, inclusive tendo sido objeto de discussões e solicitações de estudo.

Ítem 3 - Não acreditamos que o nível d'água final se estabilize acima das cotas de assentamento das fundações (exceto talvez para casos de fundações extremamente profundas), isto pelo fato de que o platô como se apresenta no momento, permite infiltração de água muito maior do que quando as áreas estiverem construídas, arruadas, gramadas e com o sistema de captação de águas pluviais funcionando à contento. Prestaríamos, portanto, que o nível do lençol freático deve estar em cota essencialmente máxima e, devendo tender a deprimir à medida que se diminue a infiltração.

Cabo ainda salientar que o estabelecimento de um nível mais alto de N.A. em função de uma subpressão ou infiltração, não chega a inchar o solo (se ele já tiver comprimido) perceptivelmente. Interessa muito, portanto, distinguir entre Δu de compressibilidade do aterro lançado úmido, e Δu de subpressão que tenha subido.

Ítem 4.2 - Isto posto, podemos dizer que julgamos que não haja necessidade de consideração de sub-pressões hidrostáticas no projeto da maior parte das fundações. Nos casos onde for prevista a existência de sub-pressões temporária ou permanente, há possibilidade de se projetar um sistema de drenos e caixas de recolhimento onde são instaladas bombas ligadas a relês automáticas. As soluções de lajes de subpressão são em geral mais onerosas que um sistema de drenagem para fundações em solos argilosos de baixa permeabilidades, mesmo levando em conta os eventuais serviços de manutenção das bombas.

./..

Ítem 5 - As vantagens do bombeamento já foram amplamente discutidas anteriormente, não cabendo repeti-las.

O tempo durante o qual o bombeamento deverá ser mantido será estudado em função do seu rendimento, do cronograma construtivo e do adensamento do terreno. Como já foi dito anteriormente, não há problema que o nível d'água volte a subir, depois que o processo de adensamento tenha atingido estágios tais que a partir destes, os recalques não comprometem as unidades já construidas.

Cabe porém salientar que estritamente não há diminuição dos tempos de dissipação de w : mas dissipando por exemplo 60% de um w maior, podemos fazer corresponder a 95% do w menor sem bombeamento, tornando portanto eficiente o procedimento.

Ítem 7 - Não julgamos que a escolha da solução para todas as fundações deva ser colocada face as duas alternativas opostas.

Logicamente poderá haver casos de fundações profundas (ex. trechos de laminação a - 22,0 m do platô) que o mais apropriado talveg seja mesmo projetar as peças estruturais levando em conta eventual sub-pressão, e, neste caso o problema passa a ser qual valor de sub-pressão adotar.

Outros casos permitirão eliminar a eventual sub-pressão através de drenos sob as fundações conforme já mencionado anteriormente.

Haverá ainda outros casos que se poderá admitir que não ocorrerá ação de sub-pressão.

Finalizando cabe dizer que se por um lado há preocupação de que o nível d'água suba até níveis que acarretariam problemas nas fundações, deverá também haver a preocupação de que o nível d'água baixe, aumentando as pressões efetivas e assim acarretando um certo tanto de recalques adicionais.

Os estudos solicitados através do Estudo Geo-hidrológico da Área da Usina (AÇO-G-190578) virão fornecer os dados básicos necessários.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/VM/rmo

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-SOL-180578

São Paulo, 18 de maio de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: BARRAGEM DO SOLEDADE

Prezados Senhores:

Reportando-me às conversações ontem (17/05/78) havidas com membros de sua equipe durante as quais fui informado de que o Projeto Executivo da Barragem de Soledade foi aprovado conforme os desenhos que nos haviam sido enviados em 15 de dezembro passado e que serviram de base para nossos comentários e sugestões apresentados no relatório AÇO-SOL-210278, cumpro o dever de submeter as seguintes apreciações complementares, enquanto consigno o reconhecimento indiscutível de que uma consultoria é meramente orientativa perante a posição de Decisões, que competem à Proprietária e Projetista.

1 - Conforme havíamos ressaltado em nosso relatório anterior, supra citado, muitas das indagações e sugestões teriam por objetivo tão somente eventuais otimizações economicas. Remanescem porém algumas poucas com implicações técnicas, únicas que ainda mereceriam menção.

2 - Em relação ao Passadiço da Barragem (ítem 11 do relatório AÇO-SOL-210278) posiciono que obviamente existem várias maneiras de enfocar e resolver o problema de seu apoio, cada qual com vantagens e variações em relação ao custo, e dentre elas a maneira apresentada pela Projetista e aprovada para construção.

Assim limito-me a sugerir que se verifique se, nos cálculos destes elementos e nas verificações das tensões e dos deslocamentos a que atender, foram levados em conta os esforços impostos pelas acomodações inexoráveis do maciço circundante.

Desnecessário será mencionar que em função dos esforços que venham a ser transmitidos à parte enterrada dos pilares, os deslocamentos junto ao topo dos pilares resultam ampliados.

./..

3 - Com relação à berma existente no pé de talude de jusante informo que em muitos casos de experiência analoga a execução antecipada de tal elemento (frequentemente útil conforme constatações no primeiro enchimento da barragem) pode vir a ser maléfica. Caso durante o enchimento do reservatório fluxos eventualmente desfavoráveis se desenvolvam através da fundação, eles poderão ser facilmente detectados e medidas de correção poderão ser tomadas; a existência da berma atrazaria ou mascararia a observação destes eventuais fluxos aumentando assim o risco de demora em detectar e corrigir algum mau funcionamento da obra.

Em resumo portanto, sugiro que se tenha em mente a valides da aplicação de uma berma de pé tal como visualizada, porém sempre preferivelmente com material drenante, e a aplicar seletivamente logo após iniciadas as primeiras observações de nascentes a jusante.

4 - Caberia relembrar ainda algumas das demais indagações anteiores, aos conceitos de alguns dos itens da obra, porém temos certeza de que V.Sas. se satisfizeram de que todas elas se acham adequadamente atendidas pela Profetista, dispensando retomar menções de nosso relatório supra referido.

Colocando-me a inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevo-me,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor F. B. de Mello

VM/rmo

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-190578

São Paulo, 19 de maio de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: ESTUDO GEO-HIDROLÓGICO DA ÁREA DA USINA

Prezados Senhores:

Atendendo a pedido expresso de V.Sas. passamos a transcrever os esclarecimentos anteriormente expostos oralmente a V.Sas. e aos engenheiros da HIDROSERVICE no que diz respeito ao escopo do estudo Geo-hidrológico da Área da Usina.

1 - CONCEITO

O estudo tem como conceito básico não tanto prever o que venha a acontecer mas sim, principalmente, estabelecer liminares superior e inferior referentes ao que não deverá acontecer previsivelmente em relação aos níveis d'água do subsolo da Usina. Assim, dependendo do local em questão, a previsão de que os níveis d'água tenderão a se estabilizar em determinada profundidade permitirá o posicionamento das Projetistas perante que problemas poderão ainda merecer consideração nos projetos das fundações das estruturas, em complemento ao costumeiro em casos de topografia e lençol freático não alterados.

2 - RELEVÂNCIA

Só preocuparão variações tão grandes que venham a provocar problemas no caso de escavações profundas e subpressões nas estruturas enterradas, caso no determinado local se preveja a subida do NA; em contraposição poderão merecer preocupação os recalques adicionais das estruturas, caso se preveja a descida do nível d'água em grau suficiente para provocar assentamentos gerais do próprio terreno em que tais estruturas estejam fundadas seja por fundações rasas seja por fundações profundas.

3 - CONDIÇÃO INICIAL ESTIMADA

Através da informação de níveis d'água obtida nas sondagens seria possível estimar as redes de percolação anteriormente existentes, redes estas que poderiam servir de aferidor para as estimativas subsequentes. Julgamos que a maneira mais eficiente de se objetivar o estudo seria através de estudo paramétrico dos fatores intervenientes de infiltrações e drenagens, visando estimar a mudança das condições existentes.

./..

Para as condições geohidrológicas "estáveis" anteriores poderia sugerir-se estimar porcentagens de infiltração em relação às chuvas médias representativas de, digamos, 40%, 60% e 80% para aferir a possibilidade de ajustar redes de percolação plausíveis que coadunem com as vazões dos corregos em regime de "base-flow".

4 - CONDIÇÕES DE OBRA, INCLUSIVE POSSIVELMENTE PERSISTENTES NO MOMENTO

As condições atuais da obra são evidentemente transitórias, devendo ser usado muito critério na interpretação de informações das sondagens recentes. Diversos fatores geram problemas estritamente temporários tais como sobrepressões neutras de compressibilidade, infiltrações em plataformas subhorizontais não "seladas", e ajustes de lençois freáticos interceptados por cortes do movimento de terra, etc..

5 - CONDIÇÕES PLAUSÍVEIS DE ESTABILIZAÇÃO FINAL

Admitidas as redes plausíveis do item 3, cabe a seguir procurar estimar a mudança das condições "estáveis" anteriores, em função das mudanças provocadas pela obra, em topografia, em represamento do corrego do Gurita, em função de "drenagens" subterrâneas de maior ou menor perda de carga do que os talvegues antigos, e em função de superficies de coeficientes de infiltração obviamente alterados. Por exemplo, para a área subhorizontal compactado, poderíamos admitir, por exemplo, a alteração dos coeficientes de infiltração para valores bem menores do que anteriormente, tais como 10%, 30% e eventualmente no máximo 50%. Cabe ressaltar que após feita a primeira estimativa de ordem de grandeza das variações, poderá concluir-se que o parâmetro condicionante não é a infiltração e sim a capacidade drenante subterrânea longitudinal; assim, não se visualiza que seja necessário realizar as análises de variações paramétricas sob vários valores para cada parâmetro, muitos dos casos podendo ser liminarmente eliminados. Geralmente se recomenda que as primeiras estimativas sejam procedidas com os valores extremos (maior provável e/ou mínimo provável). Assim que se conclua que a probabilidade é de que " Não venha a ocorrer problema significativo ou condicionante" a análise (mesmo relativamente grosseira) poderá ser dada por encerrada.

6 - VALIDES DAS ESTIMATIVAS ALCANÇÁVEIS

Segundo conceito e experiência bem documentada na engenharia em apreço, em que graus de conhecimento de parâmetros intervenientes são relativamente aproximados, os cálculos, de quanto mudariam as redes hipotéticas em função de mudanças dos principais parâmetros intervenientes, chegam a resultados que não mudam muito mesmo que a hipótese inicial seja alterada. Frequentemente poderá ser suficiente trabalhar-se em termos de gradientes médios e fórmulas simplificadas de vazões de infiltrações e de percolações. Se com uma rede hipotética inicial x, uma mudança de coeficiente de infiltração de 60% para 20% indicar uma descida da rede em y metros, com uma outra rede hipotética inicial z uma mudança semelhante de coeficiente de infiltração em cerca de 40% não resultará em descida da rede grandemente diferente dos y metros estimados.

O que se desejaria é excluir a hipótese de que advenham a médio e longo prazo umas consequências imprevistas de magnitudes eventualmente desfavoráveis. Portanto, quanto ao grau de precisão a que procurar conduzir o estudo, desnecessário será mencionar que uma vez realizada a estimativa provável da eventual descida do nível freático, caberá finalizar com alguna

./..

estimativa do assentamento geral (ou diferencial) que tal descida do lençol freático possa gerar (admitidas as compressibilidades representativas atribuiveis ao subsolo, possivelmente por emprego ponderal de valores SPT, etc..).

Permitimo-nos ressaltar apenas que pareceria incompleto dedicar-se estudos sofisticados e fundações caras, para reduzir recalques totais e diferenciais à escala de milimetros, sem que tenha sido siquer estimado se os assentamentos gerais da plataforma (em função das transformações sofridas) não possam alcançar magnitudes iguais ou superiores.

Sem mais, subscrevemo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

p/ Victor F. B. de Mello

VM/LG/rmo

Geotécnica

AÇO MINAS GERAIS S.A.
Rua Inconfidentes, 1001, 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At.:Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Estudo do Lençol Freático Estabilizado da Usina de Ouro Branco

Prezados Senhores,

Damos em mãos o Estudo Preliminar do Lençol Freático Estabilizado após a Terraplenagem, apresentado e discutido em reunião em vossos escritórios no dia 30 próximo passado.

Solicitados por V.Sas. encaminhamos através deste nossos comentários sobre o estudo apresentado, que tem que ser examinado tanto perante o que as Projetistas tem necessidade de antever, quanto perante o que foi especificamente proposto pela executora dos serviços e aceito por V.Sas. Deixamos este segundo aspecto ao exame criterioso de V.Sas.

O estudo em questão teve como escopo básico uma estimativa dos tempos necessários para a dissipação de sobrepressões neutras de construção do aterro, partindo para tanto do lençol freático final como hipótese básica.

Conforme exposto em nosso relatório anterior, AÇO-G-190578, a preocupação dos Projetistas diz respeito à determinação do lençol freático estabilizado, visto que as medidas necessárias para combater os efeitos do adensamento do aterro e de sua fundação já estão sendo tomadas. A fim de atender ao escopo do estudo foi recomendado anteriormente uma análise parametrica a partir das chuvas típicas da região, coeficientes de run-off estimados, etc.

./...

Acreditando ser este também o ponto de vista dos demais colegas Projetistas envolvidos na Usina de Ouro Branco, não consideramos que o estudo apresentado tenha atendido às necessidades de projeto detalhadas em nosso AÇO-G 190578.

Colocando-nos a Vossa inteira disposição, conforme eventualmente solicitado, para junto com a executora dos serviços esclarecer quaisquer pontos necessários, subscrevemo-nos,

Atenciosamente.

Luiz Guilherme F.S. de Mello

LG/VM/vl

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-220578

São Paulo, 22 de maio de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: COMENTÁRIOS SOBRE A EXECUÇÃO DE PROVAS DE CARGA EM ESTACAS.

Prezados Senhores:

Cientes de que, extenso programa investigação sobre o comportamento de estacas sobre diversos carregamentos se acha em fase final de projeto, vimos através deste levar a V.Sas. nossos primeiros comentários sobre a investigação proposta.

1 - ESTACAS A ENSAIAR

Diversos tipos de estacas tem sido cogitadas para utilização na USINA, estacas Franki, estacas perfuradas de grande diâmetro (tipo barrete), estacas metálicas com seção H ou tubular; tendo sua utilização otimizada tanto por fatores técnicos quanto até por disponibilidade para fornecimento. Assim se preve a utilização de perfis H no Blooming; de estacas perfuradas na Aciaria e no Coke Stobe House e de estacas tubulares na Sinterização.

Desnecessário será lembrar a V.Sas. do custo envolvido em cada campanha de investigações sobre comportamento de determinada estaca em determinado tipo de solo e assim sendo, trazemos os seguintes comentários:

1.1 - Estacas Cravadas

Estacas cravadas tipo Franki e perfis H já foram utilizadas e ensaiadas em outras parte da Usina.

Perante solicitações similares caberia utilizar os dados, devidamente interpretados, das estacas já ensaiados utilizando-se como fator comparativo a nega de cravação associada aos perfis de subsolo. Para solicitações ainda não ensaidas (por exemplo esforços horizontais) caberia estudar experiência publicadas para fornecer os dados básicos para pré-projeto e ai, conforme se mostrar necessário, proceder a uma campanha de investigação.

1.2 - Estacas Escavadas

Este tipo de estaca pode na pratica ser executada, desde que se disponha de equipamento conveniente, até atingir-se profundidade tal que se assegure sua capacidade portante perante os carregamentos e requisitos da super-estrutura.

./..

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

Assim o grande fator de variabilidade de seu comportamento se encontra nos "efeitos e consequências de construção" (execution effects). Não cabe portanto, ao nosso ver, programar a execusão de ensaios e testes em estacas especialmente preparadas para tal pois elas inexoravelmente terão melhor fiscalização durante a execução, quer por parte dos fiscais quer dos operadores do equipamento, e portanto não serão representativas das condições das demais estacas incorporadas a infra-estrutura e executadas em condições de obra (principalmente visando atender o rigido cronograma da Usina).

A tal esplanação se adiciona o custo enorme de cada prova de carga, especialmente em estacas nobres.

Somos portanto levados a recomendar que se ensaie um número normal de estacas pertencentes ao estaqueamento definitivo; estacas estas dimensionadas inicialmente para atender as solicitações da super-estrutura e escolhidas aleatoriamente pela Fiscalização entre as que quando da perfuração ou concretagem, deixarem indícios de qualidade inferior em relação às demais.

Qualquer instrumentação planejada para equilatar dados durante a prova de carga poderá sempre ser introduzida ou antes da concretagem de estaca cuja perfuração foi duvidosa ou através de perfuração rotativa.

2 - REAÇÃO A SER UTILIZADA NA PROVA DE CARGA

O resultado de uma prova de carga em estaca fornece dados para a interpretação do comportamento do elemento em maciço teoricamente não perturbado pela sua presença, dados estes que em fase posterior serão utilizados para verificações do efeito de grupo das estacas de toda a fundação.

Assim, somos levados a projetar o sistema de reação de uma prova de carga de maneira que minimize sua interferência com o elemento a ser ensaiado; e idealmente teríamos a reação por cargueiras. Ao projetar provas de carga para estacas de grande capacidade de carga deparamos com dificuldades quanto à carga necessária para reação e usualmente se prefere não utilizar cargueiras e sim de outros artificios.

Duas soluções existem entre as de maior viabilidade: utilização de tirantes cravados no solo ou de estacas adjacentes sujeitas à tração.

Quando se cogita da utilização de reação por solicitação à tração de estacas adjacentes, as diversas normas técnicas (ABNT, ASTM, CP 2004, etc.) especificam um afastamento mínimo entre as estacas de reação e a estaca a ser ensaiada a fim de tentar minimizar sua interferência. A experiência tem mostrado que a carga de rutura de uma estaca ensaiada com reação assim como descrita em relação à estaca ensaiada por procedimento tradicional praticamente não varia; no entanto seu comportamento carga- recalque em muito difere.

O fato de ao se utilizar de reação por estacas solicitadas a tração poderia mostrar-se vantajoso por fornecer dados simultâneos do desenvolvimento do atrito nas estacas (desde que devidamente instrumentadas para fornecer os dados) mas, lembramos que tanto os dados de comportamento à compressão quanto os de comportamento à tração estarão adulterados pela presença do elemento adjacente, sendo portanto de valides sempre questionável.

./..

Considerando-se que em todas as estruturas em questão da Usina o condicionante de projeto de suas fundações é seu comportamento carga-recalque, recomendamos que as provas de carga a serem executadas não utilizem de estacas adjacentes sujeitas a tração como reação.

Sugerimos que como reação de tais provas de carga sejam utilizados tirantes temporários de grande carga inclinados (10° a 15°) executados cuidadosamente, e revestidos a fim de não provocar o alívio de tensões do maciço e cujo bulbo de ancoragem se inicie a profundidade de no mínimo duas vezes o diâmetro da estaca (2D) inferior à cota de ponta da referida estaca.

Estamos certos que utilizando-se tirantes bem executados como reação para tais provas de carga estaremos minimizando as interferências no maciço e assim obtendo dados representativos do comportamento da estaca.

3 - INSTRUMENTAÇÃO DA ESTACA A ENSAIAR

Tendo-se em consideração que as grandezas a serem observadas são de variação muito pequena perante os carregamentos - por exemplo ostell-tales medem deformações com precisão de centésimos de milímetro - trazemos a V.Sas. a necessidade de utilização de instrumentos capazes de satisfazer a tal precisão sem que deles se levante suspeitas a fim de não invalidar os dados obtidos. Qualquer problema de instalação de um tell-tale poderá provocar imprecisão nas leituras.

Cabe, ao nosso ver, aproveitar da experiência publicada quanto aos instrumentos e medições já efetuadas, para utilizar na Usina equipamentos comprovadamente confiáveis.

Dentro em breve enviaremos relatório específico sobre a questão.

Certos de que estas breves recomendações em muito ajudarão nas decisões em andamento , subscrevemo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/VM/rmo

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-G-070678

AÇO MINAS GERAIS S.A.
Rua Inconfidentes, 1001, 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At.: Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Instrumentação de estacas

Prezados Senhores,

É o presente para levar a V.Sas. nossos comentários referentes à instrumentação a ser instalada nas estacas a serem submetidas a prova de carga.

A instalação de medidores de deslocamentos nos fustes das estacas permite a interpretação da distribuição de cargas na estaca durante as várias etapas do teste, assim como conhecer o valor do atrito lateral e seu comportamento tensão-deformação.

Conforme exposto em nosso relatório AÇO-G-220578 o valor da grandeza a ser medida é da ordem de décimos de milimetro, com precisão necessária implícita de centésimos de milimetros. Desnecessário seria frizar que, uma vez projetada e instalada uma instrumentação, não deve persistir qualquer suspeita em relação ao seu funcionamento ideal, pois tal insegurança invalidaria a utilização dos dados fornecidos pela investigação.

Diversos equipamentos eletrônicos ou magnéticos existentes no mercado possibilitam observações com tal precisão - "strain gages" ou extensores magneticos - e tem utilização comprovada em inumeras obras.

Cientes de que para as provas de carga projetadas, as Projetistas pretendem utilizar "tell tales" instalados no fuste da estaca, passamos às seguintes recomendações:

./...

1 - A instalação da haste em tubo de maior diametro totalmente envolvida com graxa grafitada deve sempre ser cuidadosa.

2 - Os medidores a serem utilizados em cada haste devem ter precisão compativel com as grandezas observadas. Assim sendo, recomendamos a utilização de deflectometros com precisão de centêsimo de milimetro, convenientemente instalado.

3-- As medições em cada estágio de carregamento deverão sempre ser feitas um certo numero de vezes a fim de possibilitar uma avaliação estatística da referida medida. Caso o deflectometro utilizado se apoie simplesmente no topo da haste devidamente preparada, recomendamos que sejam feitas 10 observações de cada medida, por estágio de carregamento devidamente estabilizado, sendo que entre cada observação o operador deve cuidadosamente levantar a haste deflectora e reapoiá-la no topo do "teel-tale". Caso se utilize de deflectometro solidanzado ao "tell-tale" não caberia tal investigação.

Recomendamos também que para um determinado estágio de carregamento totalmente estabilizado se façam observações horárias de deformação de um "tell-tale", simultaneas, a uma observação da temperatura ambiente durante todo o dia, a fim de avaliar a influência real da variação de temperatura diária.

4 - Solicitamos que V.Sas. alertem os executores dos testes para a sensibilidade da grandeza a ser observada e também que deles solicitem especiais cuidados no que diz respeito à proteção da estaca testada quanto às variações de temperatura.

Um rápido cálculo mostra que, para hastes de aço de 10m de comprimento, uma variação média de temperatura de 1º C, provoca uma variação de 0,11 mm em seu comprimento, afetando portanto a grandeza observada em seu universo de variação, podendo até levar a conclusões absurdas no que diz respeito à distribuição de cargas, caso a variação de temperatura for superior.

Sugerimos que se planejem estágios de carregamento tal que as medições possam ser feitas a mesma hora do dia e de preferência que sejam ou no começo ou no fim do dia (sujeitos a menor variação diária de temperatura).

O abrigo da estaca ensaiada, geralmente rudimentarmente construi do com lona, poderia ter duas coberturas de lona separadas de di gamos 20cm, cujo colchão de ar formado entre coberturas ajudaria a regularizar a temperatura dentro do abrigo.

5 - Colocando-nos a vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente.

Luiz Guilherme F.S. de Mello

LG/vl

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-230578

São Paulo, 23 de maio de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: MATERIAL RECEBIDO ATRAVÉS
DA REMESSA IEE-C-310/78.

Prezados Senhores:

Temos em mãos o material recebido através da Remessa de Documentos mencionada. Os relatórios enviados foram incorporados aos nossos arquivos para serem utilizados oportunamente no entanto relacionamos a seguir alguns pontos para os quais solicitamos a atenção de V.Sas.:

1 - Face as plantas de ocupação dos setores de que dispomos, indagaríamos quanto a necessidade de um programa de investigações tão intenso, como o que vem se desenvolvendo nas áreas destinadas à implantação de estrada de ferro (setor 19). Uma vez que para tanto não são exigidos e nem aplicados os critérios de investigação utilizados para edificações.

2 - Solicitaríamos maiores informações quanto a nomenclatura que vem sendo utilizada na área da lingotadeira (ACI) que é a mesma da área da aciaria. Tal fato parece-nos estranho uma vez que estas áreas encontram-se em setores diferentes.

3 - Salientamos seria de grande interesse saber se as sondagens FS 1 a FS 21 (na nova nomenclatura: SP-263A-COQ/12.1 a SP-283-A-COQ/12.1) que estão indicados na planta de sondagens para fundações da Coqueria (planta Nº1A02Z00-G-1007-A) já foram executadas. Em caso afirmativo mesmo que parcialmente, solicitamos com a maior brevidade o envio destes perfis, uma vez que neste momento as fundações da Coqueria estão na pauta das discussões mais importantes.

4 - Finalmente estendemos nossas considerações feitas no item 1 deste (quanto a investigações para implantação de linhas de estrada de ferro) ao programa de sondagens estabelecido ao longo das linhas da ferrovia no setor 17 (oficinas de manutenção) e apresentado na planta PR-168/78-14 (Planta de Locação das Sondagens - Oficinas de Manutenção Central). O número de sondagens ai locados nos pareceria extremamente excessivo, não se justificando pelos seguintes aspectos:

./..

4.1 - As edificações e linhas ferreas neste setor localizam-se em áreas de aterro onde o que se deseja investigar é a qualidade do mesmo e não detectar possíveis descontinuidades como em áreas de corte.

4.2 - As sondagens no caso de investigações para implantação de linhas ferreas não necessitam ter o mesmo espaçamento utilizado nas edificações (~ 40 m), face ao tipo de carregamento (dinâmico) , como também ao tipo de estrutura (trilhos), que irão solicitar o terreno e principalmente não necessitam atingir as profundidades requisitadas.

Pelo exposto nos itens anteriores recomendávamos se possível uma revisão no número de sondagens anteriormente programadas (50), aumentando o espaçamento entre as sondagens até 200 m o que permitiria a reduzir sobremaneira o número de sondagens.

Sem mais, de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

Anexo: Sua via de remessa assinada.

LG/rmo

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-260578

São Paulo, 26 de maio de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: MATERIAL RECEBIDO ATRAVÉS DA REMESSA IEE-C-322/78 - EXAME EXPEDITO E PROVIDÊNCIAS IMEDIATAS.

Prezados Senhores:

Tendo recebido material de diferentes áreas da obra através da remessa acima referida, passamos a seguir a uma rápida análise do material recebido assim como a solicitar providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

1 - Cartas Hidroservice SP-HE-2823 e 2846/78; desenho Hidroservice 1F0100-D-4115 -A.

Dizem respeito ao estudo da estabilização geo-hidrológica da USINA e em especial da área dos Laminadores, nos parece ainda existir mal entendido em relação ao escopo do estudo mas em reunião com V.Sas. em Belo Horizonte no dia 30 de maio futuro e através do AÇO-G-190578 acreditamos ter podido esclarecer a finalidade das estimativas a fazer.

2 - Prova de Carga - J. C. Figueiredo Ferraz

Vide nosso AÇO-G-220578 sobre os tópicos levantados.

3 - Desenhos Geotécnica PR-168/78-42; 43; 44; e 45.

Voltamos a insistir quanto à desnecessidade, ao nosso ver, de campanhas de investigação por sondagens tão extensas para edificações relativamente leves, sem rigidos requisitos quanto aos seus recalques admissíveis, e principalmente quando já se dispõe de grande quantidade de sondagens executadas próximas as estruturas em questão. Valeria iniciar a campanha por furos periféricos só completando a malha caso os resultados vindos de campo demonstrem a necessidade.

Para tal sugerimos:

3.1 - Desenho PR-168/78-42 - zona de Corte; furos S1 e S8.

3.2 - Desenho PR-168/78-43 - zona de Aterro; furos S1; S5; S7; S11 e S13.

./..

3.3 - Desenho PR-168/78 - 44 - Zona de Corte - principalmente; furos S1; S4; S7; S10; S13; S15; S18; S20 e S26.

3.4 - Desenho PR-168/78-45 - zona de Aterro principalmente; furos S1; S6;S12; S14; S17; S19; S24 e S28.

Outro ponto importante a salientar é a profundidade solicitada para as sondagens. O critério estipulado equivaleria a um SPT de 300, que seria atingido quando na condição de impenetrabilidade. Entretanto grandes profundidades seriam executadas inutilmente e voltamos a salientar que para as estruturas em questão as fundações provaveis serão ou fundações diretas ou estacas pre-moldadas de concreto sem qualquer necessidade portanto de se investigar mais do que 12 m de profundidade.

4 - Medidor de Recalques lote 4 - incorporado para estudo.

5 - Desenho PR-168/78-26 - Locação das estacas do Blooming - relatório seguirá em breve.

6 - Relatórios da Leme referente quanto à Sinterização.
Solicitamos cópia do memorial intitulado - CRITERIO DE ESCOLHA DE FUNDAÇÕES anexo à carta 149-10 a fim de podermos auxiliar os projetistas.

7 - Solicitamos para uso oportuno cópia do projeto final de reforço de estaqueamento do Alto Forno e do Cronograma atualizado de construção da Usina.

Na ausência de outro particular, para o momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/rmo

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-290578

São Paulo, 29 de maio de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lucio Flávio B. Pinheiro

Ref.: VISITA À OBRA DIA 24/05/78

Prezados Senhores:

Vimos informar que no dia 24 próximo passado efetuamos visita a obra, onde tivemos oportunidade de tratar diversos assuntos com o seu pessoal residente, e seguem então por meio deste o resumo do que foi discutido, bem como alguns comentários sobre particularidades observadas.

1 - Já iniciamos a elaboração de rápido resumo sobre nossas solicitações pendentes e ainda necessárias e dentro em breve o enviaremos a V.Sas.

2 - Estamos estudando o problema de execução das provas de carga em placas de 1,5 e 2,5 m de diâmetro e também logo teremos condições de enviar a V.Sas. indicações suficientes para a execução das P.C..

3 - Na observação das estacas que serão submetidas a um programa de investigação para estudo do atrito negativos notamos que:

3.a - O Colarinho soldado parece ter espessura insuficiente para garantir um descolamento do solo que efetivamente proteja a pintura betuminosa, assim como permita a cravação dos perfis longos;

3.b - Processo de pintura asfáltica necessitará de melhora (ou número muito grande de operários) para poder fornecer estacas com velocidade maior que a cravação. Quanto à pintura CAP 85/100 parece-nos de insuficiente viscosidade para minimizar os efeitos do atrito negativo (Vide nosso AÇO-L1-300578).

3.c - Os bate-estacas eram de tipos diferentes; endossamos o consenso de se determinar a nega das estacas somente com o bate-estacas diesel a fim de obter-se uma coerência entre as previsões de nega/carga de rutura das estacas.

4 - Há enormes áreas sem proteção superficial contra erosão ou infiltração. Sugerimos que se inicie o plantio de grama em sementes (principalmente por ordem econômica) em áreas que não serão construídas de imediato, após rápida limpeza e garantia de inclinação das mesmas para a rede de drenagem superficial.

./..

5 - Notamos imensas áreas alagadas que na medida do possível deverão ser drenadas para evitar infiltrações adicionais elevando ainda mais o lençol freático e em especial as que se situam a montante de taludes, que poderiam instabilizar os mesmos.

6 - Decidimos pela abertura de furos através de equipamento California para determinação do N.A. na área da Coqueria. Nos furos seria introduzido um tubo de cerca de 4" e o espaço entre o furo e o tubo seria preenchido com areia. Deve-se evitar obrigatoriamente que águas de escoamento superficial ou de chuva caiam dentro do furo.

7 - Parece estar sendo realizado um controle de recalques da base do Alto Forno? Gostaríamos de receber tais dados.

8 - Quantos as chaminés da Coqueira, recomendamos que se faça também controle de recalques em 4 pontos diametralmente opostos, desde a concretagem do bloco. Nas leituras deverão obrigatoriamente ser citada a etapa de construção de cada unidade para correlacionamento carga x recalque, sem o que as observações de recalque perdem quase que totalmente o sentido.

9 - Em relação ao Programa Genérico de Investigações em andamento, orientamos o pessoal da Executora para que não concrete os tirantes de reação além da profundidade equivalente a 3 vezes o diâmetro da placa, preenchendo o furo com areia. O bulbo de ancoragem deve ser, portanto, dimensionado a partir da profundidade de 3 D.

10 - Referente às provas de carga em placa do Programa Genérico de Investigações cabe um esclarecimento quanto as tensões a serem atingidas pelas mesmas:

a)- Ficou estabelecido em reunião do dia 05/04/78 que nas placas de 30 cm e 80 cm as cargas seriam sempre aplicadas até rutura, definida como tensões de 10 kg/cm^2 ou deformações de 12 cm.

b)- Os gráficos tempo-recalque serão apresentados para a carga máxima aplicada e para a carga de trabalho, está estabelecida em 4 kg/cm^2 para zona de corte e 3 kg/cm^2 para zona de aterro.

11 - Recomendamos que qualquer rebaixamento de lençol freático que se faça na área, seja feito através de poços profundos para criar gradiente e direção de fluxo descendente tal que nunca prejudique o solo.

Sem mais, de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/LGM/rmo

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-300578

São Paulo, 30 de maio de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: SOLICITAÇÕES PENDENTES

Prezados Senhores:

Quando da nossa visita à Belo Horizonte e Ouro Branco nos dias 24 e 25 passados, fomos solicitados a encaminhar a V.Sas. uma breve listagem de solicitações feitas através de relatórios, ainda pendentes e cujos resultados ou informações são importantes para as decisões dos projetos em andamento. Assim passamos às solicitações pendentes:

1 - Área dos Laminadores - abertura dos 3 poços adicionais; bombeamento contínuo dos 6 poços (3 já existentes e dos 3 novos); com abertura de furos a trado adjacentes para medições e comprovação de eficiência. Nosso AÇO-LM-020378.

2 - Intensificação do Programa de Medição de Recalques - nosso AÇO-G-281177.

3 - Conhecimento dos níveis d'água da obra através de poucos furos abertos a trado. Tal medida se faz necessária, em áreas aonde ainda não existe programa específico, devido à liberação por parte da Obra de execução de sondagens por lavagem. Vide nosso AÇO-G-260478.

4 - Término do Programa Genérico de Investigações, inclusive com a parte a ser executada em laboratório. Vide nossos AÇO-G-010977 e AÇO-G-050977.

5 - Previsão dos níveis d'água estabilizados de futuro, através de estudo geohidrológico - vide nosso AÇO-G-190578.

6 - Cópia de eventual estudo de compatibilização solo/estrutura da Coqueria que levou a MD a fixar o comportamento das estacas em 7 mm/170 t e levantamento máximo premissível quando da cravação das adjacentes de 7 mm. Vide nosso AÇO-CQ-260478.

7 - Carregamento na área dos Laminadores. Vide nosso AÇO-LM-030478.

./..

8 - Carregamentos, restrições quanto a recalques, etc. das áreas dos Pâteos - Vide nosso AQO-P-110578.

9 - Cópia do CRONOGRAMA atualizado da USINA.

Apressamo-nos em enviar, pelo presente, as solicitações de maior urgência; outras que tenham menor urgência serão oportunamente encaminhadas.

Na ausência de outro particular, para o momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/rmo

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ACO-LM-300578

São Paulo, 30 de maio de 1978

Aço Minas Gerais S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: BLOOMINGS - SLABBINGMILL - LAMINADORES

Prezados Senhores:

Damos em mãos os seguintes documentos recentemente recebidos referentes à área dos Laminadores:

a)- Desenho PR-168/78-39 - Sobreaterro - dispositivos de controle;

b)- Desenho PR-168/78-26 - Stand Area 503 - Locação das estacas;

c)- Desenho PR-168/78-40 - Under Buggy Area 501 - Locação das estacas;

d)- Relatório RT 7 - PR - 168/70 - abril - Estudos para definição do atrito negativo;

e)- Desenho PR-168/78-46 - Área da Laminação - Sobreaterro:

e juntamente com observações feitas quando da visita de nossos engenheiros no dia 24 próximo passado à Usina encaminhamos comentários sobre os tópicos em andamento.

1 - Primeiramente, sobre a Programação de Estudos Geotécnicos necessários à definição do atrito negativo, teríamos a comentar (referindo-nos diretamente à numeração do referido relatório a fim de tornar mais objetiva a reanálise do mesmo):

1.1 - Ítem 2 : a interpretação da Projetista no que diz respeito à hipótese de estabilização dos recalques do aterro após 30 dias de interrupção do carregamento parece-nos ser amparada pelo caso típico das principais barragens brasileiras devido ao recalque "instantâneo" de seus aterros insaturados. O problema de basear-se uma interpretação em curto prazo de observações, e em especial no caso dos aterros da Usina de Ouro Branco, está não só na imprecisão, mas também principalmente, na dificuldade de decidir se estamos enfrentando um recalque potencial grande em fase de dissipação muito lenta (solo muito impermeável, grandes distâncias de drenagem, etc.). No caso de se ter que enfrentar adensamento e compressão secundária de subsolo é sempre conveniente forçar o fenomeno através de precarregamentos com cargas superiores às previstas de aplicação pelas fundações, drenagens, etc., assim como sugerido para o Heavy e o Medium Mill, a fim de antecipar a compressão secundária. Portanto, reiteramos nossa preocupação quanto à

./..

potencialidade, sempre presente enquanto não se finalizarem as compressões do aterro , do desenvolvimento de atrito negativo em estruturas enterradas nos aterros da Usina.

A consideração colocada quanto a interrupção do processo de adensamento por escavações não leva em consideração as compressões secundárias a longo prazo, que também provocam atrito negativo. Por outro lado, no momento em que uma parcela da carga geostática é absorvida pelas estacas recebendo atrito negativo automaticamente vai decelerando e diminuindo o "total" de compressão que o aterro sofreria, pois as camadas de solo inferiores já não mais receberiam o total desta carga geostática (γz).

O posicionamento da Projetista quanto à necessidade de se fugir do problema provocado pelo atrito negativo parece-nos indiscutível. Somos de opinião de que a única forma de não entrarmos em custos exagerados de fundações (devido ao aumento do número de estacas a fim de absorver o carregamento provocado pelo atrito negativo), sem garantia de comportamento final adequado, será usar de engenhosidade e levar o atrito negativo na parte da estaca estimada acima do "null point" (ponto que a relação de deformações entre estaca e solo inverte passando a condição de atrito positivo) a ser idealmente nulo.

Para tanto a idéia da utilização de uma série de colarinhos e pintura betuminosa parece-nos acertada.

Solicitaríamos da Projetista as referências bibliográficas que a levaram a recomendar o cimento asfáltico de petróleo CAP 85/100. A propriedade "lubrificante" do produto assim como sua resistência aos micro-organismos existentes no solo seriam as características fundamentais a serem pesquisadas.

Quando da referida ida a obra, visitamos o local de cravação das estacas teste e quanto à eficiência dos elementos redutores de atrito podemos comentar que, durante a cravação dos primeiros 12 m do perfil H, mesmo para os perfis tipo C - com tratamento e colarinho, o solo adjacente à alma do perfil já havia em alguns casos embuchado sendo arrastado cerca de 60 cm, junto com a estaca em relação ao nível do terreno.

As estacas dotadas do colarinho não demonstravam descolamento visível do solo em relação ao perfil.

Assim sendo, levamos nossa preocupação à Projetista quanto ao dimensionamento dos elementos introduzidos para minimizar o atrito negativo e sugerimos uma reavaliação tanto da especificação do CAP a utilizar, quanto da espessura do colarinho. Lembramos aos colegas que para a cravação dos tubos das estacas Franki, muitas vezes, e em especial na própria Açominas, se utiliza colarinhos de uma polegada (2,5 cm) de largura a fim de possibilitar a cravação do mesmo.

1.2 - Item 3.1 - Medidores de Recalque.

Tais instrumentos só nos ajudarão a estimar quanto poderá faltar de recalque do aterro e assim estimar quanto este recalque poderá provocar de atrito negativo. Somos da opinião que a informação fornecida por tais medidores, no que diz respeito ao atrito negativo, não altera qualquer cálculo de estacaria pois todos os recalques, mesmo até os de compressão secundária (visto que deformações relativas da ordem de 10 a 15 mm serão suficientes) poderão vir a solicitar a es-

./..

taca, em algum ponto, a valores de tensão de compressão altos, apenas variará a posição de tal ponto na estaca.

Quanto às medições a serem efetuadas, visando sim estudar a deformabilidade do aterro, somos de opinião que, caso sejam efetuadas a cada 2 dias conforme sugerido, esbarraríamos na imprecisão da observação para recalques estimados neste intervalo de tempo. Recomendaríamos que nas primeiras leituras (digamos nas duas primeiras) que o operador repetisse no mesmo dia 10 leituras a fim de verificarmos a dispersão e grau de confiança das observações e que a partir daí só se efetuasse leituras uma vez por semana, e tão logo se obtenha as primeiras leituras o intervalo de tempo entre duas leituras poderá inclusive ser dilatado.

1.3 - Item 3.2 - Passamos a seguir a rápidos comentários quanto às Provas de carga:

1.3.1 - Quando da visita à obra verificamos que o equipamento de cravação utilizado para as 7 estacas testes foi um bate-estacas DELMAG D-30 e fomos informados que a Empreiteira pretenderia usar também bate-estacas tipo gravidade para a cravação das estacas da Área 503.

1.3.1.1 - Primeiramente reposicionamos o consenso de se determinar a nega final das estacas somente com o bate-estacas diesel.

1.3.1.2 - Compartilhamos com os engenheiros residentes na Usina a preocupação quanto à cravação dos perfis H nas maiores espessuras a vencer de aterro, através do equipamento existente (DELMAG D-30). Através de cálculos iniciais estimativos prevê-se que a energia fornecida por tal bate-estacas poderia ser insuficiente para a cravação dos perfis mais longos, caso os colarinhos descoladores do terreno não se mostrassem eficientes durante a cravação, fato este não longe da realidade devido à inexorável ligeira inclinação que as estacas sofrerão durante a cravação.

No relatório da Projetista se recomenda a determinação da nega das estacas através da fórmula de Hiley. Decorrente inclusive da incerteza da cravabilidade das estacas com o equipamento a ser utilizado, somos da opinião que caberia realizar um rápido estudo através do processo numérico WAVE EQUATION utilizando-se inclusive dos dados de cravação de perfis similares na área do Alto Forno. Colocamo-nos à inteira disposição da Projetista para colaborar tanto na utilização do processo (através dos dados necessários de IN PUT) quanto na interpretação dos resultados obtidos. Tal estudo permitirá também uma previsão mais realista do comportamento carga de ruptura/nega de cada perfil cravado.

1.3.2 - A utilização de estacas adjacentes tanto como reação para prova de carga à compressão quanto como reação para prova de carga à tração foi comentada em nosso recente AÇO-G-220578.

Em síntese recolocamos nosso ponto de vista quanto à interferência entre os elementos para os espaçamentos considerados viáveis em análise de custo do teste e sugerimos sempre reações através de estruturas que não interfiram no maciço (car

./..

gueiras, tirantes confinados inclinados e profundos, etc.).

1.3.3 - O tempo sugerido para inicio dos testes de 10 dias após o término da cravação parece-nos terrivelmente curto, especialmente quando se busca investigar desenvolvimento de atrito em estacas dotadas de colarinho, as quais só sofrerão cicatrização por "creep" horizontal em maiores tempos. Obviamente a execução dos testes tem que ser compatibilizada com o Cronograma da Obra, mas recomendaríamos que se dispendesse maior tempo nas investigações propostas pois, as decisões baseadas em dados delas provindos em muito poderão reduzir o número de estacas e portanto abreviar o término do estaqueamento.

1.4 - Investigações Geotécnicas:

Quando da utilização de processos rotativos de investigação recolocamos nosso ponto de vista anteriormente discutido de que já se encontra suficientemente demonstrada a viabilidade de se obter 100 % de recuperação (excetuadas as "fendas abertas") em todos os materiais, dependendo do processo e operador utilizados. É de grande importância a obtenção de recuperação total para a partir da análise do testemunho se caracterizar a "qualidade" da rocha e não o vice-versa.

2 - Desenho PR-168/78-39 - Sobreaterro - Dispositivos de Controle.

2.1 - Quando da nossa visita à Belo Horizonte no dia 23 próximo passado, tivemos oportunidade de trocar idéias com a Projetista sobre o tipo de medidor de recalque profundo mais indicado.

A utilização de medidores magnéticos tem como grande vantagem a possibilidade da instalação nos anéis magnéticos em diferentes níveis, no mesmo furo. Recomendaríamos que para as próximas investigações a serem efetuadas, sejam contactados os fornecedores do equipamento em tempo hábil, para verificar a viabilidade de sua utilização. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT informou-nos dispor de tais equipamentos para entrega e instalação.

2.2 - Quanto aos medidores de nível dágua, lembramos à Projetista o fato que poderemos ter níveis d'água temporariamente empoleirados em camadas que foram compactadas exageradamente úmidas e como o intuito é relacionar, se possível, o recalque do aterro a dissipações de sobre pressões neutras, não interessa o medidor de N.A. (só aplicável em rede permanente e única), e sim poucos "piezometros" a serem instalados em posições em que a sondagem indicar camada excessivamente umida ou no material argiloso de fundação eventualmente não removido.

2-3 - Quanto à solicitação constante da NOTA 6 do referido desenho, desnecessário será remencionar a não validade de amostrador tipo Shelby para coleta de amostras indeformadas, assim solicitaríamos à Projetista que descrevesse anteriormente o programa de ensaios a serem efetuados nas amostras e idealisasse os resultados dos ensaios (para tanto colocamo-nos à inteira disposição) a fim de comprovar a real necessidade ou não dos parâmetros pretendidos. Tal enfoque consta de nosso relatório: ATENDIMENTO A SOLICITAÇÕES DA PROJETISTAS PARA ENSAIOS E ESTUDOS ADICIONAIS" - AÇO-G-280977, para o qual voltamos a chamar a atenção de V.Sas.

./..

2.4 - Quando da referida visita à obra constatamos que os sobreaterros já se encontram praticamente concluídos e assim sendo solicitaríamos urgentemente da Projetista informação quanto ao critério que está previsto para definição da data de retirada dos referidos sobreaterros, pois os projetos das fundações das estruturas na área serão condicionados pelo comportamento do aterro e sua fundação.

3 - Desenho PR-168/78-46 - Sobreaterro.

3.1 - Conforme levado a V.Sas. em ocasiões anteriores não dispomos dos carregamentos previstos para a área dos Laminadores; as únicas indicações de que dispomos são:

a) - Carregamentos médios fornecidos pela Usiminas que estipulam pressões da ordem de 30 t/m² para o Heavy Lection Mil e da orden de 25 t/m² para o Medium Lection Mill.

b) - Correspondência KFS-AÇ0044 do Consortium Ferrostaal/Schloemann - Siemag que indica pressões médias de 12 t/m² para ambas áreas.

Estamos portanto impossibilitados de poder comentar quanto às tensões atuantes propostas nas bases do sobreaterro, mas gostaríamos de levar a V.Sas. a argumentação de que indiscutivelmente vale pré-carregar as áreas com tensões atuantes nas bases muito superiores às aplicadas pela futura fundação e aguardar-se o desenvolvimento de menor porcentagem do recalque estimado, do que sobrecarregar a área com cargas essencialmente similares e aguardar uma hipotética estabilização de 100 % dos recalques primários quando, conforme anteriormente discutido, os recalques secundários provavelmente serão suficientes para solicitar as fundações por atrito negativo ou provocar recalques diferenciais da ordem dos especificados pelos projetos.

3.2 - A utilização do bombeamento profundo (nosso AÇO-LN-020378) em muito poderá abreviar os tempos de estabilização pretendidos e para tanto solicitamos de V.Sas. materialização do programa mínimo proposto e, conforme se mostrar necessário e eficiente, eventualmente até aumentar o número de poços propostos e existentes.

3.3 - Somos de opinião que a Projetista deveria abrir mão do critério de compactação exigido (95% GC) pois pelo método proposto dificilmente tal grau de compactação será atingido em toda espessura da camada lançada. Devido ao caráter temporário da obra, o Método proposto atendo perfeitamente, e caberia sim majorar, de 1 metro digamos, a altura do aterro e não se preocupar- com controle alguma de execução.

4 - Desenho PR-168/78-26 e 40 - Locação das estacas para o STAND e BUGGY - Áreas 503 e 501.

Mais uma vez lembrando que não dispomos dos carregamentos para as áreas em questão, passamos aos nossos comentários:

4.1 - A densidade de estacaria parece apropriada perante qualquer problema de eventual "heave" de cravação;

./..

4.2 - A distribuição absolutamente uniforme da estacaria faz supor um bloco rigido espesso (caso os carregamentos das colunas forem, como costumam, concentrados desuniformemente) e fortemente armado. Indagamos se haveria considerações que pudessem atenuar tal armação de enrijecimento, distribuindo estacas um tanto mais de acordo com as concentrações de cargas.

4.3 - Quanto aos comprimentos estimados, pela análise das sondagens pertinentes, observa-se que visam atingir o substrato rochoso semi-decomposto, obtendo-se portanto condição de baixas negas de cravação.

Serão efetuadas provas de carga de acompanhamento da estacaria; nos parece indispensável que em planta de projeto conste o recalque admitido para a carga de trabalho das estacas a fim de possibilitar análise dos resultados das provas de carga das estacas e também verificar se os recalques do grupo de estacas se enquadram nos limites eventualmente existentes.

Provavelmente tais considerações constam de memorial que acompanha o projeto, do qual solicitamos cópia assim como das restrições de recalques existentes para as estruturas em questão.

4.4 - Quanto a NOTA 3, que diz respeito à eliminação do atrito negativo, já discutimos extensamente o assunto no item 1 deste relatório.

5 - Dentro em breve encaminharemos um cálculo inicial do potencial atrito negativo atuante em hipótese de perfil de subsolo de SPT médio, mínimo e máximo, estimativa esta que poderá servir de passo inicial nos projetos em andamento.

6 - Certos da utilidade destes rápidos comentários apressamo-nos a enviá-los e colocamo-nos a sua inteira disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

LG/VM/rmo

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ISO

-AÇOMINAS-

-6 JUN 1544 78 006640

ARQUIVO DO PROJETO

AÇO-G-310578

São Paulo, 31 de maio de 1978

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE | IEE | IOC | ISO

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

AÇOMINAS
07 JUN 1978
RECEBIDO
Secretaria - IOA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: MEDIDORES MAGNÉTICOS DE RECALQUE PROFUNDO

Prezados Senhores:

É a presente para encaminhar a V.Sas. a proposta a nós enviada pelo IPT referente aos medidores magnéticos de recalque profundos. Tais equipamentos vem sendo utilizados no Brasil e no exterior com grande sucesso.

Fomos informados pelos colegas que os prazos de entrega do equipamento podem ser otimizados a fim de melhor atendê-los.

Sem mais, de momento, firmamo-nos,

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

c/c. para o IPT

Engº José Maria

Verificar com a Geotecnica (Engº Sergio) como serão feitas as medidas de recalques nos aterros da laminação. Não seria o caso de usarmos os medidores propostos no anexo? A Geotecnica conheceria este tipo de medidor? É de facil instalação?

Procurar que a Geotecnica defina com urgência pela utilização ou não para providencias.

Roberto
12.06.78

IOC

Examinar conveniencia.

Se for boa coisa vamos acionar isto em caráter de emergencia

Afonso.

Nº 2.123 - 08.06.78		
RECEBIDO		
Ga:	[illegible]	Por:
ISO	9.6	[illegible]
IOC		

DEC-4/1-205/78-E

São Paulo, 31 de Maio de 1.978.

À
Victor F.B. de Mello e
Associados S/C Ltda.
Rua Capitão Antonio Rosa, 297
São Paulo - SP.

At.: Engº Francisco J. P. de
Oliveira.

Prezados Senhores:

Conforme contacto mantido entre V.Sas. e o Engº Claudio M. Walle, do IPT, estamos enviando a presente Carta-Proposta para fornecimento e instalação de medidores de recalque magnético no sub-solo da área da Açominas, em Minas Gerais.

O IPT dispõe de dois tipos de medidores, um dos quais se presta para medição de recalques em aterros de execução posterior à instalação do medidor e outro, a ser instalado em furos de sondagem com revestimento de 4". Para ambos a medida é efetuada com uso de sensor magnético (pio) acoplado a trena de aço.

A seguir citamos preços e disponibilidade de fornecimento dos aparelhos:

Discriminação	Preço por unidade	Disponibilidade	
sensor	9.000,00	1 unid.	7 dias
		ilimitado	45 dias
placa magnética p/ instalação em aterro em execução	2.400,00	5 unid.	7 dias
		ilimitado	45 dias
placa magnética p/ instalação em furos de 4"	3.100,00	36 unid.	7 dias
		ilimitado	45 dias

O IPT só se responsabiliza pelo correto funcionamento destes instrumentos quando a instalação dos mesmos estiver a cargo de técnicos especializados deste Instituto.

A instalação dos instrumentos demanda espaço de tempo relativamente curto, razão pela qual o cronograma de instalação é, normalmente, definido pelos prazos da execução das sondagens ou da construção do aterro, não sendo afetado pela instalação propriamente dita.

A instalação é procedida por 1 engenheiro e 1 técnico do IPT, auxiliados pela equipe de sondagem da obra e/ou braçais fornecidos pelo cliente. O preço horário da mão de obra do IPT é o seguinte:

Engenheiro A-III - Cr$ 446,00/hora

Técnico T-1 - Cr$ 149,00/hora

Além das despesas diretas de mão de obra, correm por conta do cliente as despesas de transporte, alojamento e alimentação dos elementos do IPT.

A presente proposta tem prazo de validade de 30 (trinta) dias.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos,

Atenciosamente

DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL
Agrupamento de Geotécnica

FAIÇAL MASSAD
Chefe

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G- 020678
São Paulo, 02 de junho de 1978

AÇO MINAS GERAIS S. A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: MATERIAL RECEBIDO ATRAVÉS DAS REMESSAS IEE-C-315, 322 e 334/78 - EXAME EXPEDITO E PROVIDÊNCIAS IMEDIATAS.

Prezados Senhores:

Tendo recebido material de diferentes áreas da obra através das remessas acima referidas, passamos a uma rápida análise do material recebido, assim como a solicitar providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

1 - Remessa IEE-C-315/78

1.1 - Minuta 8/78 do pacote C-05 e C-06.
Será analisada e caso se demonstrar necessário emitiremos comentários.

1.2 - Desenhos:

1.2.1 - PR-168/78-40 - comentado através de nosso AÇO-LM-300578.

1.2.2 - PR-168/78-39 - comentado em nosso AÇO-LM-300578.

1.3 - Perfis de subsolo LM-259/77 - 3,4 e 5 - Perfis de Subsolo - arquivados para uso oportuno.

1.4 - Desenhos 1A06100-F-1001-B: 1A06100-F-1002 à 1004-A; 1D02 b01-C-0001 à 0008A e 1D02A01-C0001 à 0008-A juntamente com os BASIC DESIGN DATA FOR FOUNDATION - BFG e COQ - GASHOLDER.

Serão analisados e emitiremos relatório comentando dentro em breve.

1.5 - Medidores de Recalque MR-1 e MR-6 - Incorporados aos estudos do aterro.

1.6 - Relatórios Geopesquisa AM 573/78 - arquivados para uso oportuno
Continuamos a insistir em que os relatórios definitivos informem quanto às profundidades perfuradas através de trado-lavagem; inicio e fim de sondagem, etc..

./..

1.7 - Memória de cálculo das colunas da fila 1 - FORNO POCO e desenho PR168/78-37
Em breve enviaremos relatório com os comentários que se fizerem necessários.

1.8 - Relatório Geotecnica RT10 - PR168/78 - MAIO
Seguem comentários específicos sob designação AÇO-G-050678

1.9 - Memo IOC-2-0070/78 - anexados às respectivas provas de carga

1.10 - Franki - COKEOVENS - 266-175 - anexados à investigação de subsolo existente na Coqueria.

1.11 - Ata de reunião dia 2/5/78 JCFF/AÇOMINAS.
Os itens discutidos na referida já foram suficientemente esclarecidos em contatos posteriores com V.Sas. Temos a impressão de caberia investigar a utilização de estacas tubulares de aço nesta zona predominante de cortes.

1.12 - SINTERIZAÇÃO - Critérios para escolha do tipo de fundação.
Enviaremos comentários específicos.

2 - Remessa IEE-C 322/78
Desenhos da DAI referentes aos Laminadores; incorporados aos nossos documentos sobre a area.

3 - Remessa IEE-C-334/78

3.1 - Atas dos dias 17/5/78 e 23/5/78 entre AÇO e Geotecnica.

3.2 - Sondagens rotativas na área dos Laminadores, referentes ao desenho PR168/78-9.
Solicitariamos informação se houve revisões no referido Programa de Reconhecimento do Subsolo pois na copia que dispomos e que comentamos em nosso AÇO-LM-090378 não existe solicitação de sondagens rotativas.

3.3 - Relatórios Geotecnica BH LAM SP 539/77-9; BHMES-SP 170/78-1; BH IOP 126/78-T-9, BH CIV SP 171/78-4 e BH LAM SP 539/77-11 incorporados para utilização oportuna.

3.4 - Engevix - Fundação dos Silos de Homogeneização com desenhos BH 78002; 780006 e 780007. Solicitariamos de V.Sas. um lay-out geral se possível dos Pateos a fim de melhor podermos opinar sobre as alternativas de projeto.

3.5 - Memo Prova de Carga Chamine 2 Coqueria - arquivada - com a documentação respectiva.
Os critérios de estabilização recomendados não foram obedecidos em alguns dos estágios mas o comportamento da estaca é plenamente satisfatório.

3.6 - Desenhos PR168/78 - 26; 27 e 40

Já dispunhamos dos referidos desenhos.

Sem mais pelo presente

Subscrevemo-nos

Luiz Guilherme F.S. de Mello

anexo= sua via das remessas assinadas.

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-050678

São Paulo, 07 de junho de 1978

AÇO MINAS GERAIS S.A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: PESQUISA DE PROVAS DE CARGA EM ESTACAS TUBULARES METÁLICAS
RELATÓRIO RT 10/PR168/78 - MAIO

Prezados Senhores:

Cientes de que V.Sas. pretendem investigar a viabilidade da adoção de tubos de aço em fundações de estruturas, nos apressamos em enviar nossos comentários iniciais a fim de que o programa de investigações possa fornecer número de informações de uma qualidade no mínimo módicamente aproveitável a despeito dos inúmeros fatores que as afetam.

1) O programa proposto teve como premissa básica a utilização das estacas tubulares em fundações de estruturas em zona de aterro em processo de adensamento, sujeitas portanto a carregamentos por atrito negativo. Nestas zonas visa-se atravessar uma camada (no caso o aterro e sua fundação de argila mole não removida) e atingir capacidade portante em residual profundo.

2) Proporíamos que também fossem investigadas as características de tais estacas em zonas de CORTE (por ex. na Aciária) aonde não existe imposição de comprimento mínimo cravado, tendo-se como índice de verificação da estaca cravada sua nega, assunto no qual a bibliografia disponível e a experiência nos fornece amplo apoio em análises interpretativas.

3) O programa enviado não especifica equipamento de cravação e sugere profundidades prevista a fim de assegurar a capacidade de carga prevista da estaca. Levaríamos à Projetista nossa dúvida quanto a cravação de estacas sem tratamentos especiais para as profundidades propostas.

A bucha interna que se forma em estacas tubulares abertas poderia dificultar tremendamente a cravação mesmo para equipamentos bate-estacas de grande potência tipo Kobe K-45.

Como solução para o problema poder-se-ia utilizar colarinho interno no início do tubo que retardará o embuchamento do solo; entretanto provavelmente, para uma nega predeterminada de cravação, teríamos comprimentos maiores de estacas devido à não utilização da contribuição da bucha como resistência de ponta da estaca. Outra alternativa seria da utilização de equipamento tipo trado ou lavagem para perfurar a estaca internamente aliviando assim a bucha formada e prosseguir a cravação, possibilitando assim a formação de outra bucha, em profundidades já bem maiores. Sob o ponto de vista prático para os projetos de obra, tal orientação nos pareceria a mais proveitosa afim de se contar com a resistência de ponta infalivelmente, porém consegui-la "gradativamente" abaixo do fundo do aterro (ou zona isenta de assentamentos próprios).

4) Sugeríamos que fossem soldados alguns tubos laterais externamente à estaca em determinadas profundidades para possibilitar a introdução de hastes que servirão de "tell-tales" (conforme croquis anexo). A informação fornecida por tais instrumentos, desde que bem instalados e medidos, possibilitará interpretação da distribuição de cargas na estaca durante o ensaio. Como se sabe, de posse do comportamento tensão-deformação da estaca-solo, a análise da contribuição dos redutores de atrito negativo se torna mais realista, inclusive possibilitando a indispensável determinação da variação do atrito lateral (positivo ou negativo) com a profundidade. Ressalta-se esta necessidade em situações de pouca deformação relativa entre estaca e solo circundante.

5) A fim de melhor poder interpretar o comportamento da estaca, solicitaríamos que fossem incorporados os seguintes dados de cravação ao relatório de apresentação dos resultados.

5.1) do equipamento de cravação: energia e eficiência do martelo; peso e dimensões do peso de cravação; tipo, dimensões e propriedades mecânicas dos cochins (cepos) utilizados.

5.2) da cravação: número de golpes necessários para penetração de cada 50 cm. da estaca durante toda a cravação; nega dinâmica quando atingido o final da cravação e nega descansada se possível após 1 dia (ou no mínimo algumas horas, devidamente anotadas) da cravação.

Quanto ao final da cravação sugerimos se considere o último metro, e de preferência a nega seja medida de 10 em 10 cms. num total mínimo de 5 a 10 vezes.

6) Quanto aos demais itens discutidos no relatório RT 10 mencionado (colarinhos e pinturas betuminosas, tempo entre cravações e teste da estaca, etc.) valeriam os mesmos comentários apresentados em nosso AÇO-LM-300578, para o qual sugerimos a atenção de V.Sas.

Colocando-nos a vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos,

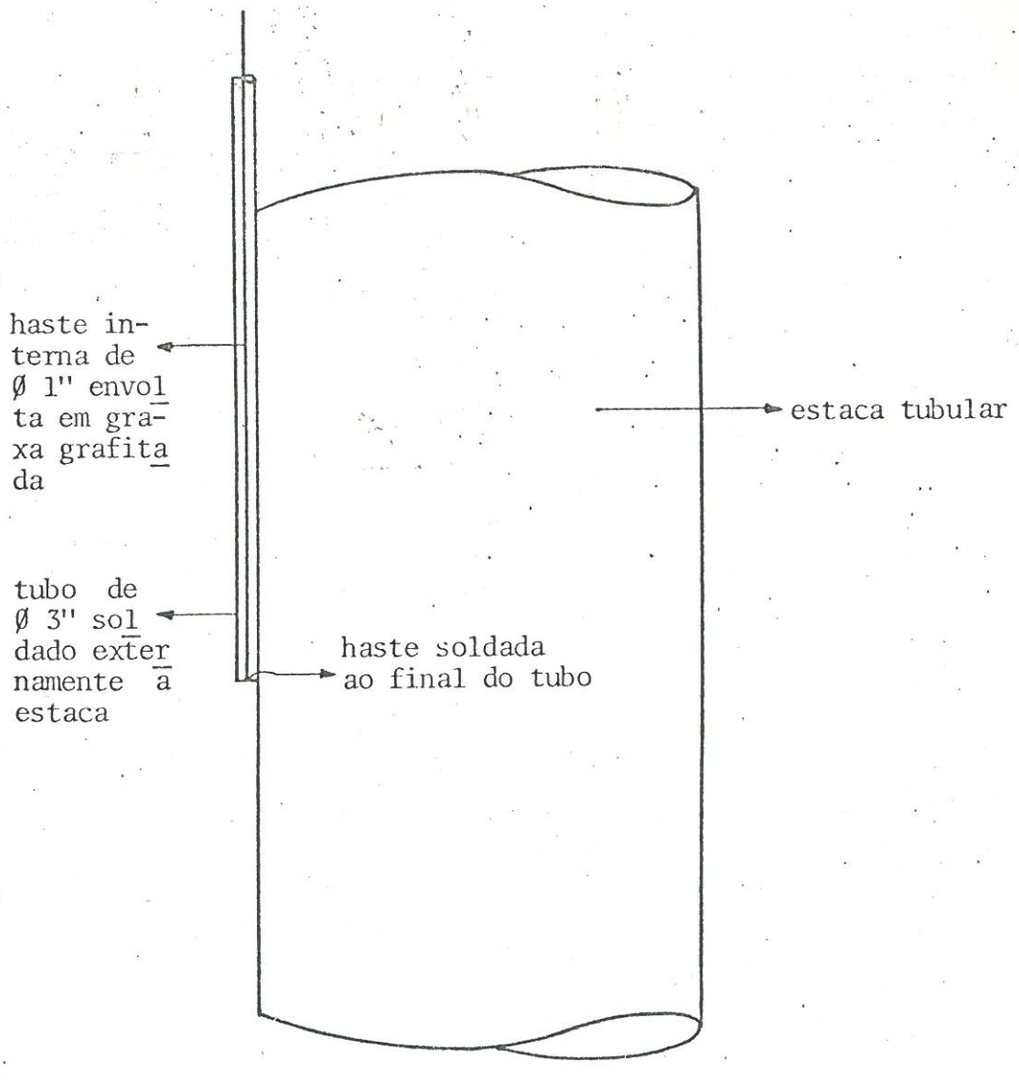
Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS

ENG. LUIZ GUILHERME F. B. DE MELLO

LGM/sb

SUGESTÃO DE MODO DE COLOCAÇÃO DE TELL-TALES EM ESTACA TUBULAR METÁLICA



OBS. durante a cravação da primeira parte da estaca, recomenda-se que o tubo do tell-tale e sua haste já estejam instalados e que não atinjam o topo do tubo. Assim que novo tubo for soldado ao cravado, utiliza-se do bate-estacas para levantar a nova haste com seu tubo e através de solda solidariza-se a haste e o tubo aos trechos inferiores do instrumento e à estaca.

AÇO-G-070678

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-120678

São Paulo, 12 de junho de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S.A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Material Recebido IEEC - 351/78
Exame Expedito e Providências Imediatas

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, passamos a uma rápida análise do material recebido, assim como a solicitar providências de V.SAs. quando se fizer necessário.

1. Blast Furnace IA06 G02-G-1001; IA06 G01-G-1002; IA06 G00-G-1010, referentes a plantas de estaqueamento dos COKE BINS e FERROUS BINS.
   Acusamos recebimento e, lembrando que não dispomos das informações restantes necessárias para o estudo do projeto (carregamentos, corte da estrutura, recalques permissíveis), solicitamos que o material nos seja enviado a fim de podermos nos posicionar perante a estrutura em questão.
2. Desenhos Geotécnica PR 168/78 - 47 e 48.
   2.1 PR 168/78 - 47 - Programa de Sondagens no Sistema de Distribuição de Energia Elétrica.
   A estrutura em questão se situa em área de aterros. Considerando se que a estrutura não tenha pré-requisitos especiais que imponham solução de fundação através de estacas até rocha com diminuidores de atrito negativo, consideramos que a campanha proposta trará pouca informação adicional.
   O horizonte superior do aterro já se encontra suficientemente conhecido e para o projeto da estrutura em questão recomendamos a utilização tão somente das sondagens 6 e 7 do desenho PR 168/78-9, sondagens estas localizadas a 80 m. da área.
   Desnecessário seria re-salientar a desnecessidade de se investigar, através de sondagens, subsolos profundos de até SPT ≅ 300 para fundações de estruturas leves.

2.2 PR 168/78 - 48 - Locação Estacas na Área 505
Vide nossos comentários iniciais encaminhados através do AÇO-LM-300578.

3. Ata reunião com V.Sas. e Hidroservice 30-05-78.
Vide nosso AÇO-G-060678 sobre a análise do estudo feito e apresentado pela HS.

4. a Memo IOC/1 - 827/78 - incorporado aos nossos arquivos.
b Memo IOC/1 - 828/78 - incorporado aos nossos arquivos; vide relatório AÇO-G-300578 sobre os itens pendentes.
c Memo IOC/1 - 831/78 - incorporado aos estudos sobre a Sinterização.

5. Carta TAMS 149- 15 e 16 - serão analisadas em breve e caso se fizer necessario enviaremos nossos comentários específicos.

6. Cálculo estaqueamento Blooming Mill - Area 504 - será analizado oportunamente e conforme necessario emitiremos parecer.

7. Sondagens Geotécnica PC - 06 - AC e PC - 01 - SIN - arquivadas para utilização oportuna.

8. Sondagens SP174 a 191, 193, 195,e 339 da Geotécnica.
Executadas para investigação de fundação do Escritório de Area do Alto Forno. Estas sondagens demonstram a qualidade de um solo residual em zona de corte sobre o qual já se conhecia suas principais características, através das demais sondagens executadas para o Alto Forno, Casa de Corrida, etc. demonstrando ser pequeno o acrescimo de informação para as decisões de suas fundações.

9. Sondagens Geopesquisas - Produtos carboquímicos - Solicitamos locação das mesmas para uso oportuno.

10. Desenho ICO3 - G - 1001 - NÃO RECEBEMOS O REFERIDO.

11. Exacta DEM-002/73 - será comentada em relatório específico.

12. InterMarketing ct - IN/102/78 - será comentada em relatório específico.

Sem mais para o momento subscrevemo-nos

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

Anexo= sua via da remessa assinada.

LG/sb

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-P-080678

São Paulo, 12 de junho de 1978

AÇO MINAS GERAIS S.A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: PÁTIO DE CARVÃO,
SILOS DE HOMOGENEIZAÇÃO.

Prezados Senhores,

1. Damos em mãos o Estudo Comparativo entre tipos de Estacas para Fundação dos Silos de Homogeneização e as Plantas de Locação das Estacas para ambas alternativas: estacas Franki de ∅ 600 mm. e estacas tipo Barrete, elaborados pela Engevix S.A.

2. Consideramos o estudo, apresentado em nível de ante-projeto, e suas alternativas, bem orientado e, afim de melhor poder colaborar com V.Sas. e com a Projetista nas decisões finais de projeto, solicitamos de V.Sas.:

   2.1 Um lay-out da Área dos Pátios que situe tanto as estruturas em questão quanto as demais existentes na área.

   2.2 Indicação dos esforços típicos das estruturas, lembrando que no caso de silos existe necessidade imperiosa de se separar o carregamento em sua parcela de carga morta (peso próprio da estrutura) de sua parcela de carga viva, representada pelo material a ser estocado. Em silos temos a carga viva como porcentagem predominante da carga total enquanto que em estruturas corriqueiras - edifícios, etc. - o inverso acontece.

   Os enchimentos de silos, e em especial o primeiro enchimento, dependendo das velocidades de operação, representam condições de carregamento essencialmente "rápido" que podem eventualmente levar as fundações em questão a deformações exageradas ou até rutura.

   2.3 Recalques máximos absolutos e diferenciais permissíveis pela

estrutura, o tanto quanto possível repartindo entre o recalque que a própria estrutura sofra desde a concretagem de sua fundação, e o recalque complementar que a carga viva imponha.

2.4 Um croquis do esquema estrutural dos silos em questão, a fim de melhor podermos nos posicionar perante a: relação base-altura, rigidês, e consequente potencial de redistribuição de esforços, etc.

3. Quanto ao Estudo Comparativo e Plantas de Locação de estacas, gostaríamos de tecer os seguintes comentários iniciais:

3.1 O espaçamento pré-dimensionado entre estacas Franki: de 1,70m. de eixo a eixo de estaca, nos parece insuficiente perante as experiências de cravação em outras áreas da Usina, salvo se significativo trecho superior dos fustes (a ser estudado e especificado) seja executado com pré-furo.

3.2 Sem contarmos com a locação dos Silos, e portanto, não podermos analisar as sondagens específicas da área, informamos: - quanto aos comprimentos previstos para as estacas Franki e Barrete levaríamos a V.SAs. e à Projetista nossa dúvida quanto a uma estimativa de comprimentos tão pouco diferenciados para estacas de execução e funcionamento tão diferentes. Tanto a resistência (unitária) de atrito lateral como a de ponta (carga resultante) são muito maiores em estaca de deslocamento cravada com base alargada do que em estaca perfurada sob lama.

3.3 Quanto às observações levantadas referentes aos fatores prô e contra cada alternativa de solução, concordamos com os pontos de vista levantados que demonstram a responsabilidade da fiscalização da execução da estaca tipo Barrete.

4. Colocando-nos à Vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/sb

Geotécnica.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-SI-090678

São Paulo, 13 de junho de 1978

AÇO MINAS GERAIS S.A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Sinterização - Fundações

Prezados Senhores,

1. Tendo recentemente recebido os relatórios elaborados pela LUZ ENGENHARIA para a área da Sinterização: "Critérios para Escolha do Tipo de Fundação" e "Considerações sobre a Solução Adotada para as Fundações das Estruturas da Sinterização", nos apressamos através deste a enviar nossos comentários iniciais.

2. Tanto pela sua localização em zona de Aterro quanto pelos carregamentos típicos da estrutura da Sinterização, acreditamos ser válido apresentar à Projetista todo o material desenvolvido para a área dos Laminadores que lhes possa ser útil. Para tanto anexamos a este, cópia xerox de relatórios já enviados, sublinhados nos parágrafos mais representativos e aos quais faremos referência a fim de tornar mais rápidos e objetivos estes comentários iniciais.

   2.1 No que diz respeito ao lençol freático na Bacia 5, nossa análise, apresentada no AÇO-G-260478, nos mostrou que as sondagens de investigação executadas a montante (em relação ao talvegue) do poço P 5/1 indicam um N.A. relativamente elevado. Não se pode concluir, com os dados disponíveis, se este alto N.A. representa um funcionamento não satisfatório da rede de drenagem, se provém de execução não criteriosa do furo de sondagem por lavagem e da não estabilização do nível interno de água ou finalmente se provém de sobrepressões neutras existentes no material argiloso não removido da fundação.
   No referido relatório sugerimos abertura de alguns poços de diâmetro conveniente que serviriam tanto como indicadores de N.A. quanto possibilitariam um bombeamento profundo.
   As vantagens da utilização de um bombeamento profundo foi a-

presentada em nossos AÇO-LM-280278 e AÇO-LM-020378 e no caso particular da área da Sinterização, o bombeamento executado a montante do talude, contribuiria na estabilização do mesmo.

2.2 Acreditando ser consenso geral utilizar para a área da Sinterização fundações profundas, nos referiríamos aos trechos sublinhados dos relatórios AÇO-LM-280278, AÇO-LM-020378, AÇO-G-260478, AÇO-LM-270478, AÇO-LM-150578, AÇO-G-180578, AÇO-LM-300578 e AÇO-G-050678 (cujas cópias anexamos), para transmitir aos colegas Projetistas nossos comentários sobre o atrito negativo, cravabilidade das estacas, e demais problemas já discutidos para outras estruturas da Usina.

3. Em especial alertaríamos os colegas para os problemas da Drenagem Superficial, pois como na Bacia 5 já houve um escorregamento, valeria fazer com que todas tubulações existentes na área fossem visitáveis a fim de permitir revisões do sua estanqueidade periódicamente, vide nosso AÇO-G-260478.

4. Solicitando que V.Sas. transmitam aos Projetistas os comentários sublinhados anexos a este relatório e colocando-nos à vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos,

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

anexo = cópia dos relatórios mencionados.

LG/VM/sb

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-G-100678

São Paulo, 14 de junho de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S.A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - BELO HORIZONTE - MG

OBS: Tirar cópia p/ Sérgio e enviar p/ o Rio

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Atrito negativo em estacas

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Foi decidido executar a fundação de várias unidades que se apoiam sobre aterros ainda em processo de adensamento através de estacas profundas, atravessando o aterro e buscando apoio em terreno firme subjacente.

Em tais condições, as estacas estarão sujeitas a atrito negativo que poderá levar as estacas a recalques tais, que os equipamentos ou estruturas sobre elas apoiados não possam permitir.

Procedemos então a extensa pesquisa bibliográfica e também a calculos estimativos para estudar o problema, e seguem abaixo os resultados iniciais deste estudo.

2. COMENTÁRIOS SUCINTOS E RECOMENDAÇÕES

2.1 Verifica-se que determinadas condições o valor do atrito negativo poderá chegar cerca de 150% da carga de trabalho da estaca: em relatório-resumo separado apresentamos uma análise crítica dos dados de observações de obra que indicam a gama de variação já registrada.

Devido ao valor elevado alcançavel deve-se adotar (como parece ter sido adotada) a filosofia de fugir do problema através de artifícios que impeçam (ou diminuam significativamente) o contacto solo/estaca em trechos da estaca sujeitas a deslocamento diferencial entre o solo e a estaca, de forma a diminuir apreciavelmente o valor do atrito negativo.

2.2 Inicialmente para a área do Blooming adotou-se a solução de pintura betuminosa conjuntamente com a colocação de colarinhos.

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

2.2.1 Quanto à pintura betuminosa notamos que a experiência mundial é parca e a nacional é nula. Encontramos recomendações de espessura da camada que variavam de 1 a 2 mm. e outra que citava o valor 10 mm. Encontrou-se também casos de sucesso, ou seja, comprovou-se que houve redução significativa (até 90%) do valor do atrito negativo, e também de insucessos, onde a redução foi muito menor que a esperada ou a camada de betumem foi consumida por micro-organismos. Em particular pouco se tem pormenorizado quanto às características reológicas do betumen a empregar, e ensaios-índice para sua investigação e comprovação. Embora já tenhamos encaminhado correspondência urgente de consultas a fontes de informações pormenorizadas sobre assunto de tão grande especialização, face à grande relevância do problema perante a obra em questão tomamos a liberdade de relembrar a possível conveniência do recurso urgente a um consultor internacional com indistutível experiência no assunto específico.

2.2.2 Quanto ao colarinho, podemos dizer, a espessura (saliência) nos parece muito pequena para que este consiga atuar da maneira visualizada ou seja: servir de proteção para a pintura betuminosa, afastar o solo da estaca durante a cravação e por tempo subsequente nem muito curto nem muito longo.

2.3 Observamos que os autores indicam que o valor do atrito negativo é totalmente mobilizado para deslocamentos relativos entre solo e estaca da ordem de 10 a 20 mm.. Quando (e nos trechos da estaca em que) o deslocamento relativo for menor que isto então ocorrerá uma aplicação de uma porcentagem do valor máximo do atrito negativo acarretando um certo recalque na estaca que lógicamente será menor que o recalque do terreno e provavelmente este valor de assentamento não deverá acarretar danos nas estruturas ou equipamentos. No caso do deslocamento relativo ser maior que 20 mm., o valor máximo do atrito negativo será mobilizado nos trechos correspondentes, e neste caso este esforço adicional poderá causar um recalque inadmissível na estaca. Em todos os casos em que o deslocamento relati

vo no trecho superior excede 20 mm., sempre há, inexoravelmente, um trecho intermediário da estaca em que no transicionamento gradativo entre atrito negativo e atrito positivo (inferior), ocorrem atritos inferiores ao máximo (resistência de aderência) do contacto solo-estaca sob as tensões normais em jogo. O ponto de passagem entre atrito negativo e positivo tem sido chamado de "null-point".

2.4 Para se conseguir que os recalques fiquem limitados a certos valores, chegamos à conclusão que as estacas deverão ser cravadas até atingir negas bem baixas sob grande energia de cravação. Isto para que se consiga, em síntese simplificativa, apoio suficientemente firme para a ponta da estaca que o acréscimo de carga devido ao atrito negativo acarrete sòmente deformação "elástica" adicional na estaca e não provoque uma "cravação estática" da estaca. Com isto se conseguirá limitar os recalques da estaca. Entretanto se a cravação imaginada for conseguida, a ação do atrito negativo acarretará um acréscimo de tensãoNa estaca. Reportando-nos à parca bibliografia especializada no assunto informamos que não nos parece que haja problema de "ruptura" (frágil) se atingirmos tensões no aço muito maiores que as costumeiras, tais como as de limites de escoamento, etc. e o que poderá acontecer é um recalque um tanto maior ou menor, dentro de fenomenologia de plastificação em que a resistência dos materiais passa a ser discutida exclusivamente em função de deformações maiores ou menores, e não em função de tensões admissíveis.

Deve-se lembrar que as tensões na estaca devido ao atrito negativo se acumulam gradativamente com a profundidade em zonas em que a sobrecarga de terreno é grande e consequentemente também os esforços horizontais de confinamento da estaca, e se as tensões confinantes são muito elevadas praticamente afastam-se os problemas de flambagem. Muito mais provável é a "penetração" um pouco maior da ponta da estaca no terreno firme inferior, visto que tal efeito tem sido observado em parte mesmo em apoio sobre rocha absolutamente sã.

Sugeiríamos que fosse consultado especialista em aço, ou construções metálicas para estudar a possibilidade de se aceitar tensões no aço significativamente maiores na parte inferior da estaca, avaliando quantitativamente suas consequencias. Tal procedimento que provavelmente influirá somente num recalque um tanto maior ou menor da estaca, e não acarretará diminuição da segurança à "rutura" (frágil) da estaca, poderá acarretar enormes benefícios à obra, tanto econômicos como de cronograma.

2.5 Solicitamos que nos enviem, tão logo fiquem prontos, os dados das provas de carga a tração nas estacas, de acordo com o programa de investigações do atrito negativo, elaborado por V.Sas. e sobre o qual apresentamos algumas sugestões.

2.6 Levando em conta a pronuncia da obra, sugeiríamos que se projetasse da seguinte maneira:

2.6.1 Estimar-se-ia inicialmente o valor do atrito negativo de acordo com teorias disponíveis, assumindo as hipóteses necessárias (fazendo-se variações paramétricas das hipóteses), e fazendo-se comparação entre os valores obtidos e com sensibilidade da influência das hipóteses sobre o valor final calculado e seria "adotado" o valor do atrito negativo para determinadas condições (comprimento de estaca, altura do solo compressível, recalque do solo, etc.). Em relatório separado enviamos, imediatamente, algumas indicações relativas a tais cálculos.

2.6.2 Seria então estimado o recalque adicional provocado por este acrescimo de carga. Se o recalque adicional for menor que o máximo permitido, então não haveria problema em aceitar o atrito negativo; caso contrário deveríamos aplicar os artifícios para a redução do atrito negativo, ou seja: pintura betuminosa, colarinhos, outros eventuais.

2.6.3 Depois da consideração da redução seria então estimado o recalque da estaca: no caso do recalque ser menor que o máximo permitido, ficaria resolvido o problema; se o recalque ainda for maior que o permitido, seria então necessário alterar o projeto i

nicialmente visualizado, por exemplo: mudar a característica das estacas, aumentar o número de estacas, projetar dispositivos que permita renivelamento dos equipamentos ou estruturas, etc.

2.7 Sugeriríamos finalmente que fosse sèriamente considerada a possibilidade de recorrer a especialista sobre assunto de tal importância. Forçosamente o especialista deveria ser estrangeiro, aproveitando-se a esperiência que certos países foram obrigados a desenvolver um tanto mais intensamente que outros, por terem que enfrentar mais frequentemente tais problemas devido à imposição da formação geológica de tais países. De imediato permitimo-nos relembrar que um dos especialistas, que transparece pela bibliografia, ter trabalhado muito no assunto específico é o Prof. N. E. Simons com o qual já haviam sido estabelecidos contactos iniciais há cerca de um ano.

3. Enviamos anexo cópia preliminar dos cálculos estimativos executados que acompanham e sugerem algumas das conclusões e recomendações aqui expostas.

4. Segue anexo também lista preliminar de referências bibliográficas onde o assunto do atrito negativo é estudado. Julgamos preferível encaminhar urgentemente os frutos dos primeiros trabalhos realizados, sem aguardar uma melhora das formulações, embora prossigamos empenhados no assunto por motivo da magnitude que o problema assume na presente obra, aparentemente inédita no mundo (segundo publicações).

Sem mais, subscrevemo-nos

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

anexo= cópia xerox dos cálculos preliminares

MC/VM/sb

GEOTÉCNICA S.A. BILHETE DE COMUNICAÇÃO	DATA 22 / 6 / 78 HORA 10:30

PARA: Eudérsou

DO: _____

☐ Para Conhecer e Arquivar	☐ Para as Providências Necessárias
☐ Para Conhecer e Devolver	☐ De acôrdo com a sua Solicitação
☐ Devolver com maiores detalhes	☐ Para Assinar ou Visar
☐ Para Conhecer e Procurar-nos para tratar do Assunto	☐ Para sua Informação
☐ Para Responder	☐ Para Verificar e Reportar
☐ Para sua Aprovação	☐ Para Copiar e Devolver
☐ Para Opinar	☐ Para Divulgar
☐ Para Datilografar	☐

OBSERVAÇÕES:

Segue anexo ao relatório AÇO-G-1006-78 do Victor de Mello.

Ass.
22-6

MOD. 030 - 300 BLS. 50 FLS.

Atrito negativo ACO-G-100678

(1)

Analise dos dados de Paraitinga - Paraibuna

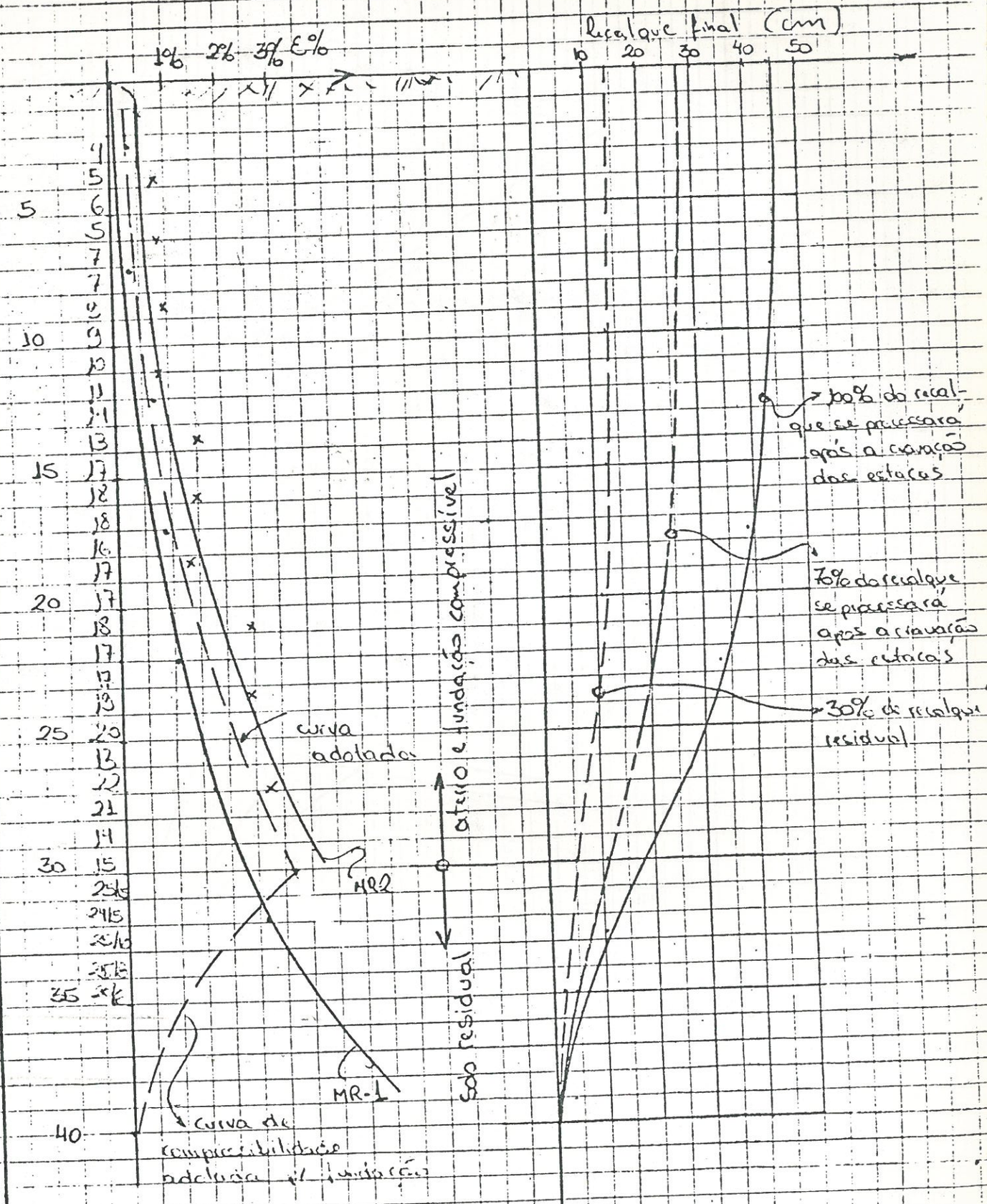
MR 1

Placa	cota	prof	ΔH	δ(cm)	ε%	ptomédio
5	675,00	34,35				
			5,00	13,0	2,60	31,85
6	680,00	29,35				
			5,00	8,50	1,70	26,85
7	685,00	24,35				
			4,85	5,0	1,03	21,93
8	689,85	19,50				
			5,00	4,5	0,90	17,00
9	694,85	14,50				
			4,85	3,6	0,74	12,08
10	693,70	9,65				
			4,80	1,3	0,27	7,25
11	704,50	4,85				
			4,85	1,7	0,35	2,43
12	709,35	0				

MR-3

Placa	cota	prof.	ΔH	δ(cm)	ε%	ptomédio
1	682,50	27,00				
			2,50	6.8	2,72	25,75
2	685,00	24,50				
			2,50	6.0	2,40	23,25
3	687,50	22,00				
			2,50	6.0	2,40	20,75
4	690,00	19,50				
			2,50	3.3	1,32	18,25
5	692,50	17,00				
			2,40	3.6	1,50	15,80
6	694,90	14,60				
			2,27	3.4	1,50	13,47
7	697,17	12,33				
			2,66	2.3	0,86	11,00
8	699,83	9,67				
			2,44	2.3	0,94	8,45
9	702,27	7,23				
			2,29	2,0	0,87	6,09
10	701,56	4,94				
			2,52	2,0	0,79	3,68
11	707,08	2,42				
			2,42	1,40	0,58	1,21
12	709,50	0				

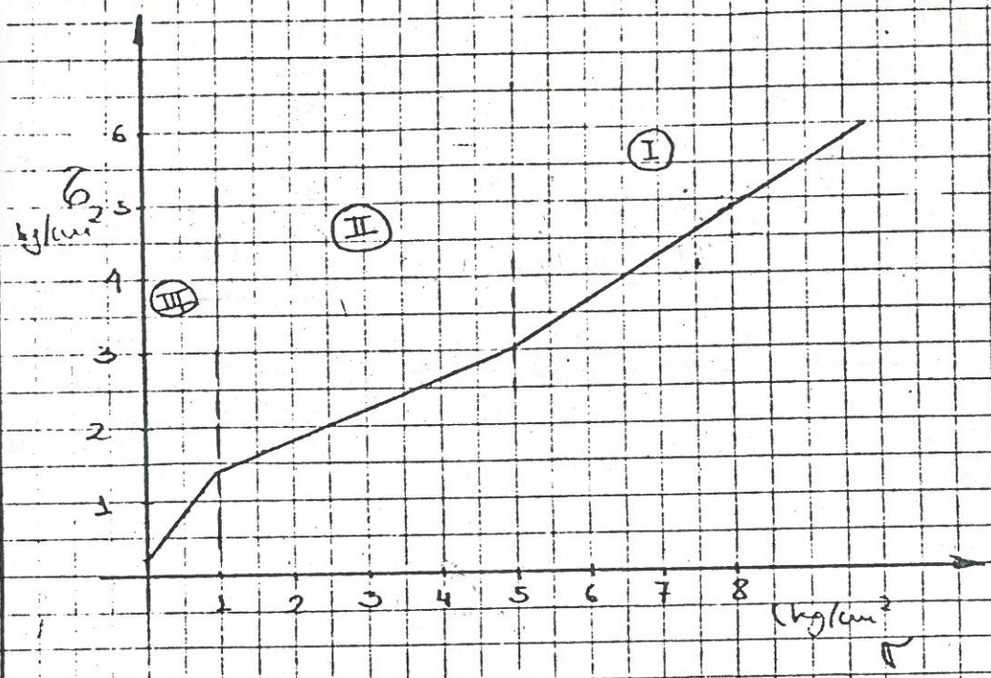
Compressibilidade e recalques finais

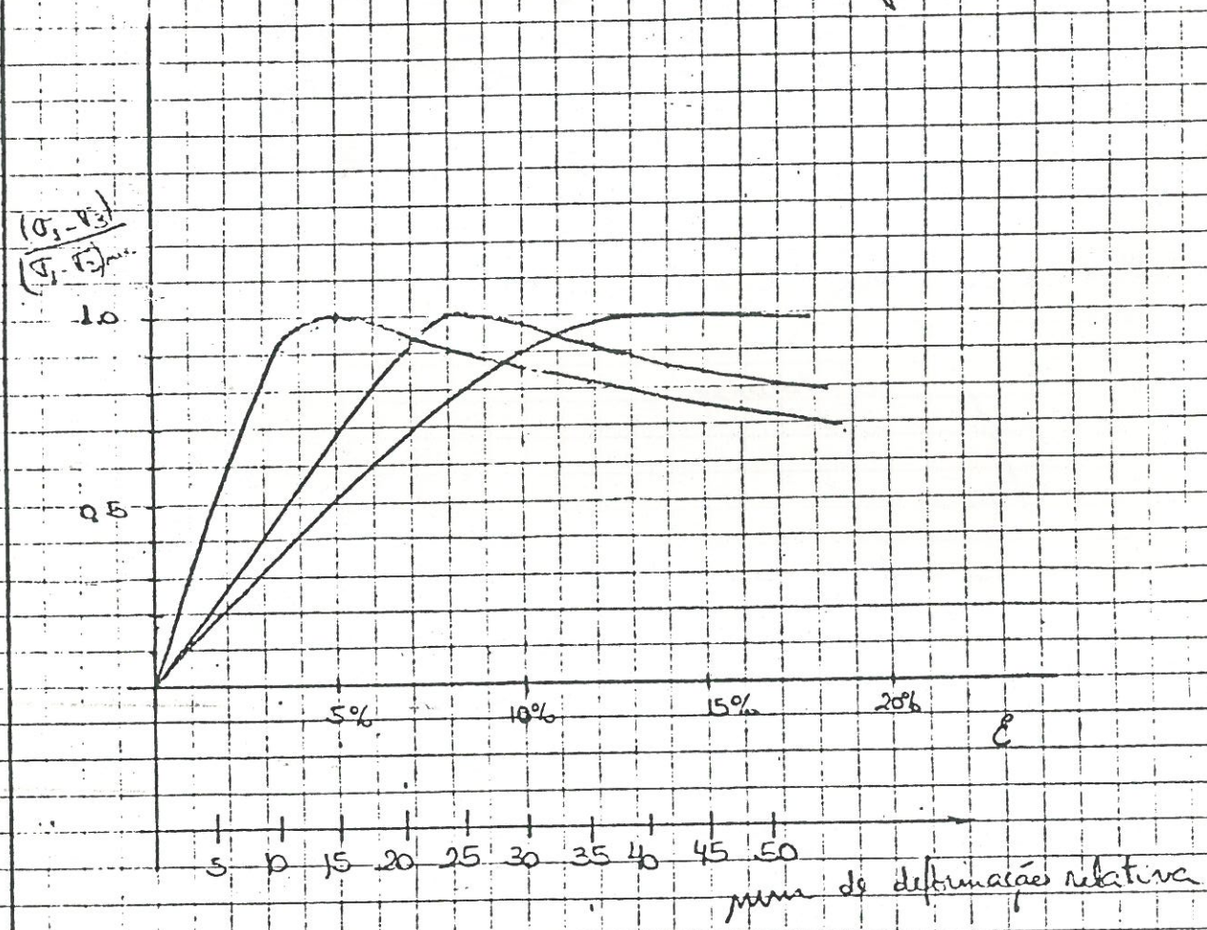


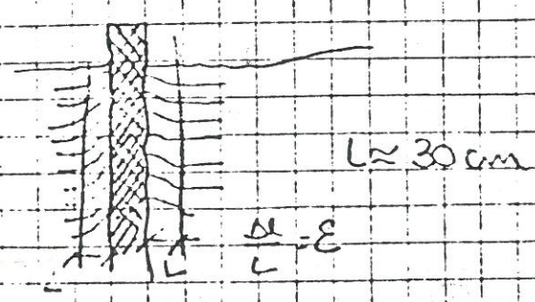
1) Compressibilidade do aterro de Paraibuna - Paraitinga
2) Admitida compressibilidade da fundação
3) Admitido 30m de aterro

Aço-G-100678

Resistencia estimada p/ aterro compactado







AÇO G-100(7)?

1º Calculo de atrito negativo

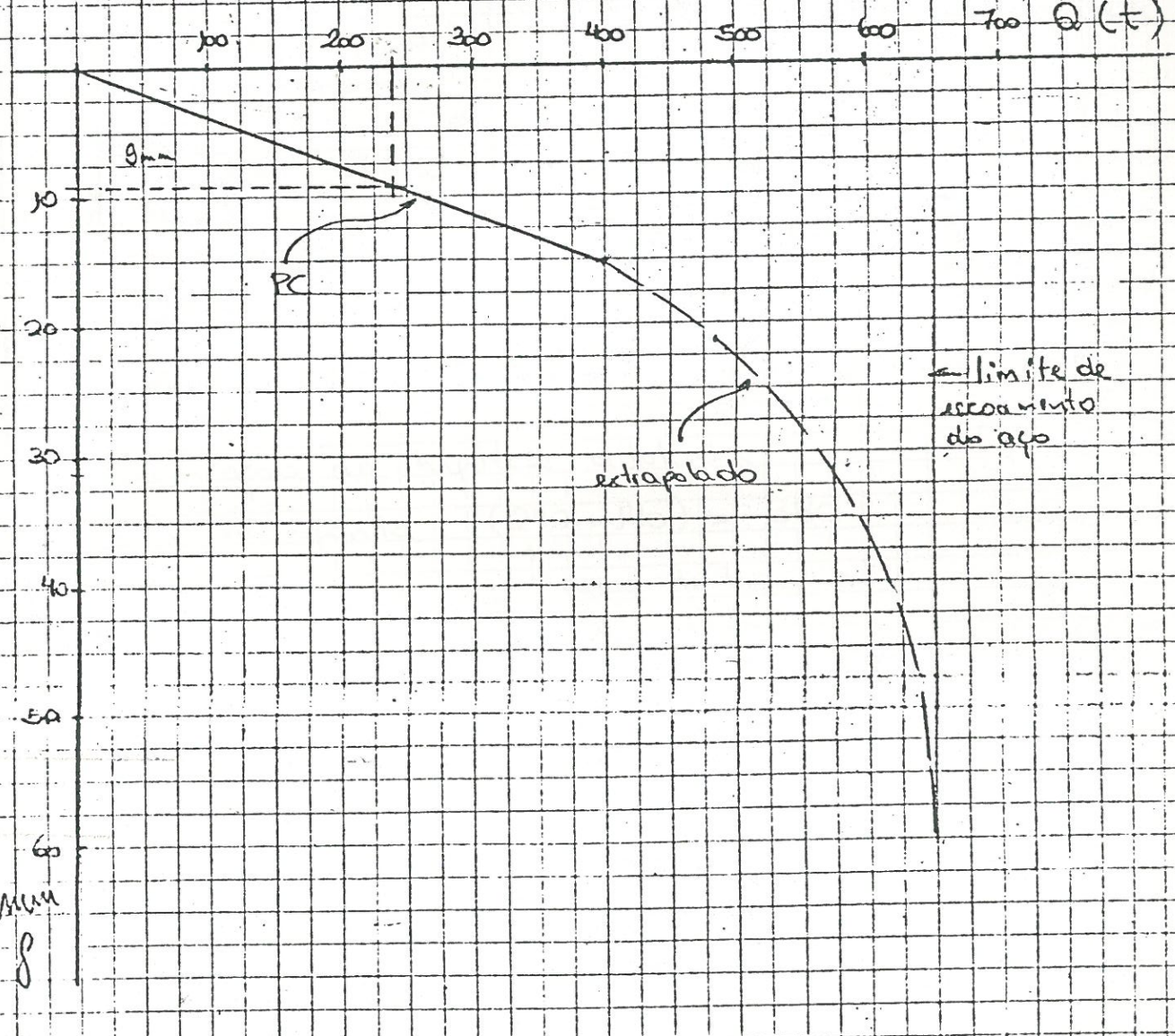
Hipoteses básicas:

a) Desprezada a deformação elastica da estaca

Justificativa p/ ex. 400t

$$\rho = \frac{400\,000 \times 4000}{2{,}1000000 \times 258} \cong 30\,cm$$

b) Comportamento carga x recalque igual ao da estaca nº 10 AF extrapolada para maiores cargas



c) Calculo iterativo p/ 1ª condição de que 10% dos recalques do aterro venham ocorrer após aplicação da carga sobre a estaca, admitido o perfil de recalques da fl. 2

d) Estaca de 40m. NA à 20m.

e) Area lateral solicitada I → perimetro → ≅ 1,40m

f) Acréscimo de recalque devido ao atrito negativo = 20 mm

ACO Q-1000R

Profundidade (m)	γz kg/cm²	$\overline{\gamma z}$ - alívio kg/cm²	σ_h p/ K=0,6 kg/cm²	Resistência Disponível kg/cm²	Recalque do terreno (mm)	Deslocamento relativo estaca solo	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{(\sigma_1-\sigma_3)_{max}}$	Resistência mobilizada kg/cm²	Força de atrito no tronco (t)	Alívio de pressões
5	0.45	0.45	0.27	0.5 (III)	45	25	0.9	0.45	31,5	0.50
10	1.35	0.85	0.51	0.85 (III)	44	24	0.9	0.77	53,6	1.36
15	2.25	0.89	0.53	0.90 (III)	42	22	0.90	0.81	56,7	2,27
20	3.15	0.88	0.53	0.90 (III)	40	20	0.95	0.86	59,9	3,23
25	3.80	0.57	0.34	0.60 (III)	34	14	1,00	0.60	42,0	3,90
30	4.20	0.30	0.18	0.40 (III)	24	4	0.45	0.18	12,6	4,10
35	4.60	0.50	0.30	0.6 (III)	12	-8	0.85	-0.51	-35,7	3.53
40	5.00	1.47	0.88	1.3 (III)	3	-17	1,00	-1,30	-91,0	

Atrito negativo = 256 t

Atrito lateral total = 140 t

Verificação da hipótese adotada

Carga na ponta (240 + 140) = 380 t

↑ carga de trabalho

S_{240t} = 9 mm

S_{380t} = 15 mm

ΔS = 6 mm # 20 mm

inicialmente admitidos.

Para a 2ª iteração vamos admitir

ΔS = 10 mm

profundidade (m)	$\Sigma z \gamma_s$ t/m²	$\Sigma z \gamma_s - \alpha$ alívio t/m²	Δh p/ K=0,6	Resistência à ponta adotada (t/m²)	Escala de tempos (mm)	Deslocamento relativo solo-estaca (mm)	$\frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$ (t/m²)	Resistência mobilizada (t/m²)	Força de atrito no trecho	Alívio de pressões
5	0,45	0,45	0,27 (III)	0,5	45	35	0,8	0,40	28,0	0,45
10	1,35	0,90	0,54 (III)	0,9	44	34	0,8	0,72	50,4	1,26
15	2,25	0,99	0,60 (III)	1,0	42	32	0,85	0,85	59,5	2,21
20	3,15	0,94	0,56 (III)	0,95	40	30	0,85	0,81	56,5	3,11
25	3,80	0,69	0,41 (III)	0,70	34	24	0,90	0,63	44,1	3,82
30	4,20	0,38	0,23 (III)	0,50	24	14	1,00	0,50	35,0	4,38
35	4,60	0,22	0,13 (III)	0,30	12	2	0,15	0,02	1,30	4,40
40	5,00	0,60	0,36 III	0,65	3	-7	0,60	-0,39	-27,3	

Atrito negativo = 275 t

Atrito lateral total = 248 t

Verificação de hipótese adotada

carga na ponta $(240 + 248)$ t → $S = 22$ mm

$S_{240} = 9$ mm

$S_{248} = 22$ mm $\quad \Delta S = 13$ mm ≈ 10 mm adotados

OBS: Para o cálculo do alívio de tensões foi suposta uma distribuição de estacas 2,5 × 2,5 m (aproximadamente a distribuição média do Bloming.)

COMENTARIOS IMPORTANTES

1) A consideração do alivio de tensões efetivas devido ao atrito negativo nos mostra que o comportamento tensão deformação fica regido pelo universo III, ou seja maxima resistencia para baixas deformações

2) Tendo fixada que $\varepsilon = 5\%$ corresponde a um deslocamento relativo entre estaca e solo de 15mm, chegou-se a conclusão que para recalques do aterro menores que este valor, logicamente o atrito negativo será gradativamente menor, porem para recalques maiores não deve haver diferença significativa, pois estamos no trecho "plastico" da curva tensão deformação.

O valor 15mm foi fixado a partir de indicações de livros textos. Logicamente se fosse adotado um valor diferente, a conclusão acima continuaria valida para este valor.

3) Fica provado que o atrito negativo provoca cravação estatica da estaca ou plastificação da mesma, acarretando recalques.

4) Nao se pode calcular atrito negativo sem iterativamente levar em conta o recalque da estaca sujeita a este atrito.

Aferição do modelo de cálculo usado

Vamos admitir uma estaca de 40m de comprimento, cravada no perfil do terreno com propriedades já apresentadas

Vamos admitir inicialmente um recalque de 15mm.

profundidade (m)	$\overline{\gamma z}$ kg/cm²	$\overline{\gamma z}$ + acresc kg/cm²	σ_{ta} p/ K = 0,6 kg/cm²	Resistência disponível kg/cm²	Recalque do terreno (mm)	Deslocamento relativo estaca solo	$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}}$	Resistência mobilizada kg/cm²	Atrito Resistente (t)	Acréscimo de pressões kg/cm²
5	0.45	0.45	0.27 (III)	0.5	0	15	1,0	0.5	35,0	0.56
10	1.35	1,91	1,15 (II)	0.9	0	15	0.7	0.63	44,1	1,27
15	2.25	3.52	2,11 (II)	1,8	0	15	0.7	1,26	88,2	2,68
20	3.15	5,83	3.5 (II)	2,5	0	15	0.7	1,75	122,5	4,64
25	3.80	8,44	5.06 (I)	3,0	0	15	0.5	1,50	105,0	6,32
30	4.20	10.52	6.31 (I)	3,7	0	15	0.5	1,85	129,5	8,39
35	4.60	12,99	7,80 (I)	4,7	0	15	0.5	2,35	164,5	11,02
40	5.00	16.02	9.61 (I)	5,6	0	15	0.5	2,80	196,0	

$\Sigma \doteq 884\ t$

???

MCU-G-10561?

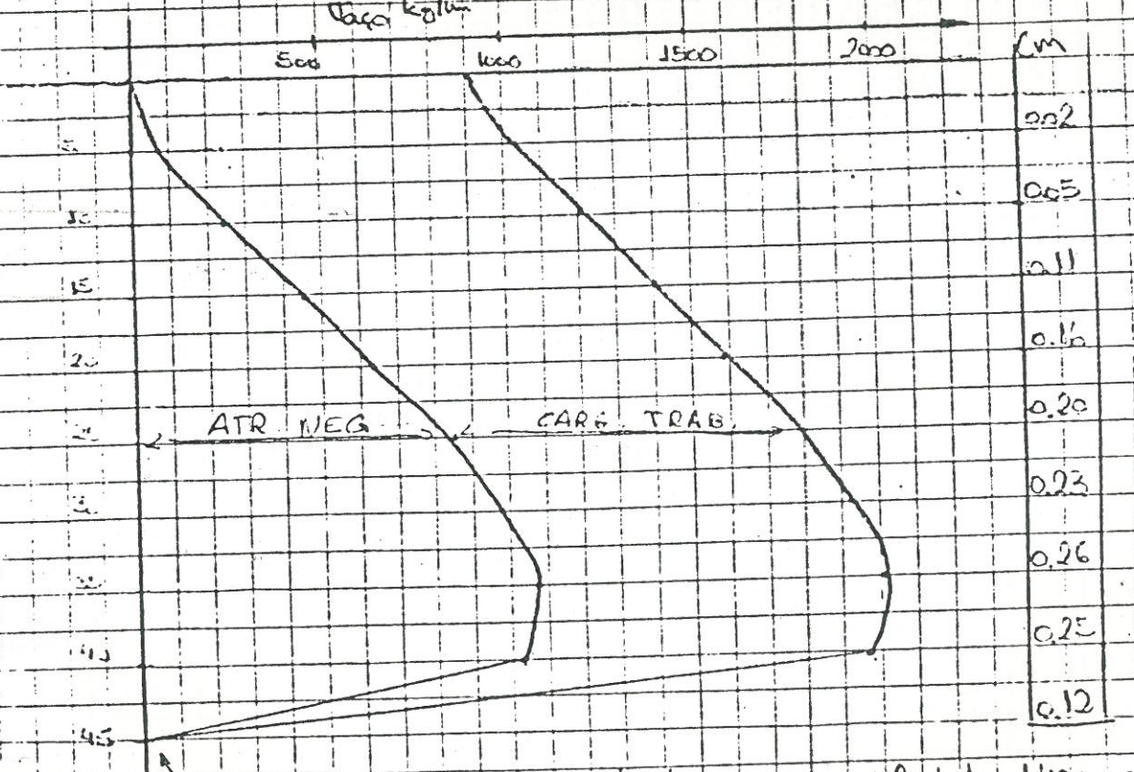
Vamos admitir que 20% dos recalques vanham a ocorrer após a aplicação das cargas.

Δ admissível = 15mm

profundidade (m)	$\overline{\Delta\sigma z}$ kg/cm²	$\overline{\Delta\sigma z}$ adotado kg/cm²	Δε p/ K_0=0,6 kg/cm²	Qualidade do diagrama	Recalque de terreno	Deslocamento relativo entre cada estaca (6-5) (5-4)		Resistência axial adm kg/cm²	Recalque do ponto	Recalque das estacas
5	0.45	0.45	0.27	0.5 (III)	90	75	0.65	0.33	22.8	0.36
10	1.35	0.99	0.59	0.6 (III)	88	73	0.65	0.50	36.4	0.94
15	2.25	1.35	0.78	1.2 (III)	84	69	0.65	0.78	54.6	1.81
20	3.15	1.84	0.88	1.2 (III)	80	65	0.65	0.78	54.6	2.69
25	3.80	1.12	0.67	1.0 (II)	68	53	0.70	0.70	49.0	3.46
30	4.20	0.74	0.44	0.6 (I)	48	33	0.8	0.48	33.6	4.00
35	4.60	0.60	0.36	0.50 (I)	24	9	0.85	0.43	29.8	4.48
40	5.00	0.52	0.31	0.40	6	-9	0.85	0.34	-11.9	

Σ = 268,40

Determinação dos limites do perfil devido à atrito negativo



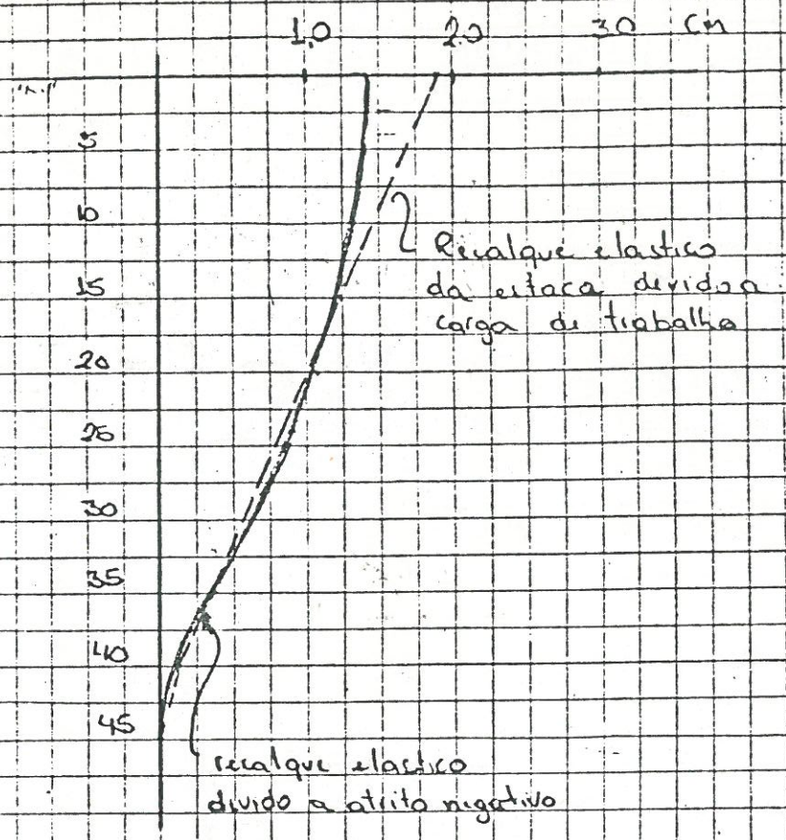
Espaçamento estaca engastada

S_{pile} = 1,88 m

Δ dado 1,40 m - Usando como espaçamento adotado.

Considerando como carga recalque a diferença obtida de 0,40

Perfil de recalque da estaca devido ao atrito negativo e carga na estaca.



2ª iteração considerando o perfil de recalque acima.

P/ fundidade (m)	$\bar{\sigma}_z$ kg/cm²	$\bar{\gamma}_z$ - alívio kg/cm²	σ_h p/ $K_0 = 0,6$ kg/cm²	Resistência disponível	Recalque do terreno (mm)	Recalque da estaca (mm)	deslocamento entre intervalo	$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}}$	Resistência mobilizada	Fação de atrito	Alívio de tensões
5	0,45	0,45	0,27	0,5 (III)	90	14	76	0,65	0,33	22,8	0,36
10	1,35	0,99	0,59	0,8 (III)	88	13,5	75	0,65	0,52	36,4	0,94
15	2,25	1,31	0,78	1,2 (III)	84	12,5	73	0,65	0,78	54,6	1,81
20	3,15	1,34	0,80	1,2 (III)	80	11,0	69	0,65	0,78	54,6	2,69
25	3,80	1,12	0,67	1,00 (III)	68	9,5	58	0,70	0,70	49,0	3,46
30	4,20	0,74	0,44	0,6 (III)	48	7,5	40	0,80	0,48	33,6	4,00
35	4,60	0,60	0,36	0,50 (III)	24	5	19	0,95	0,48	33,6	4,54
40	5,00	0,46	0,28	0,50 (III)	6	2	4	0,4	0,20	14,00	
45	5,40				0	0	0	0	0	0	

$\Sigma = 298,60$

Pouca diferença em relação ao modelo anterior. A distribuição de tensões na estaca será aproximadamente igual a anterior.

AÇU-G-10061

Supondo espaçamento entre estacas de 3,00 x 3,00

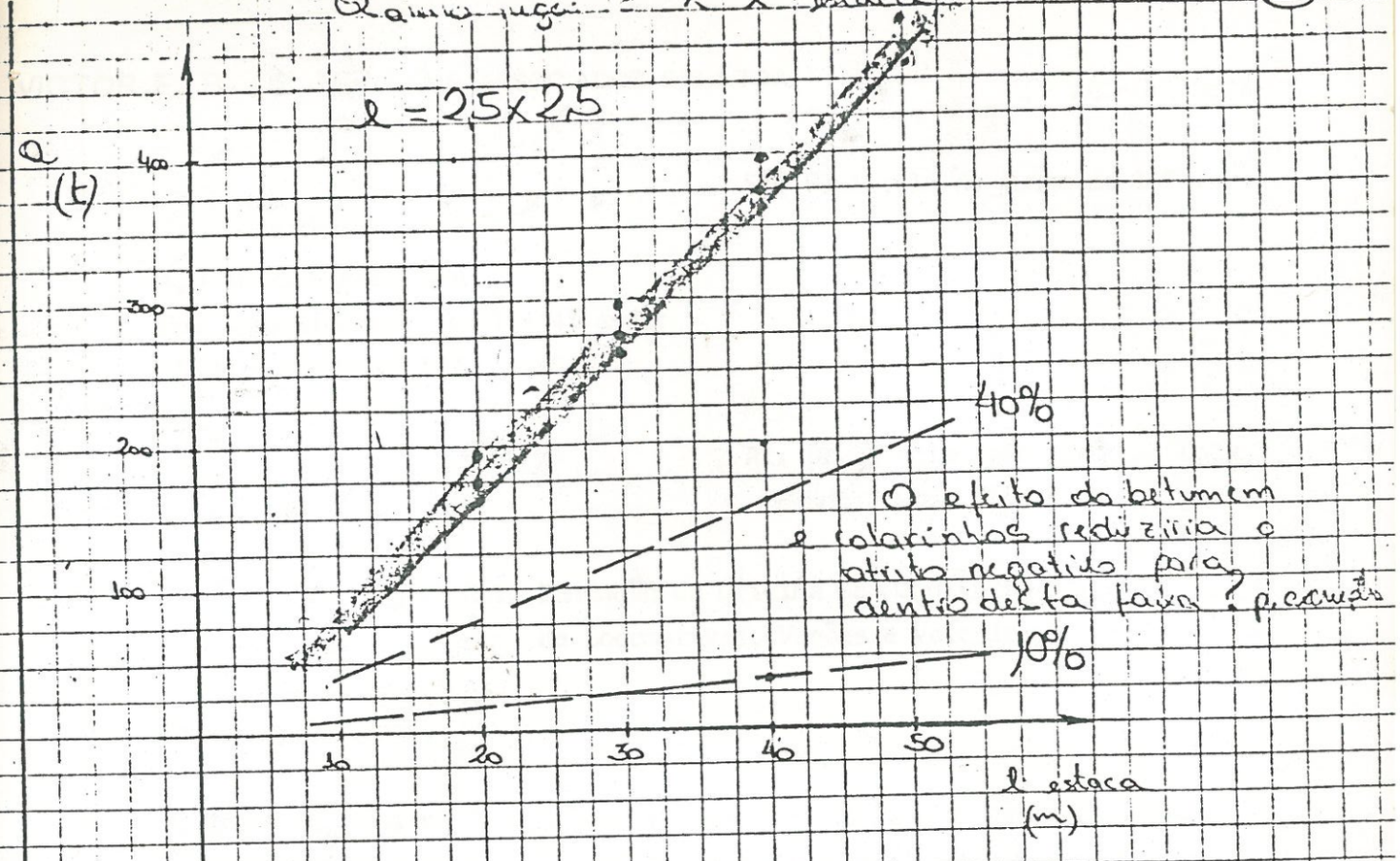
Vamos admitir mesmo deslocamento que para o caso anterior

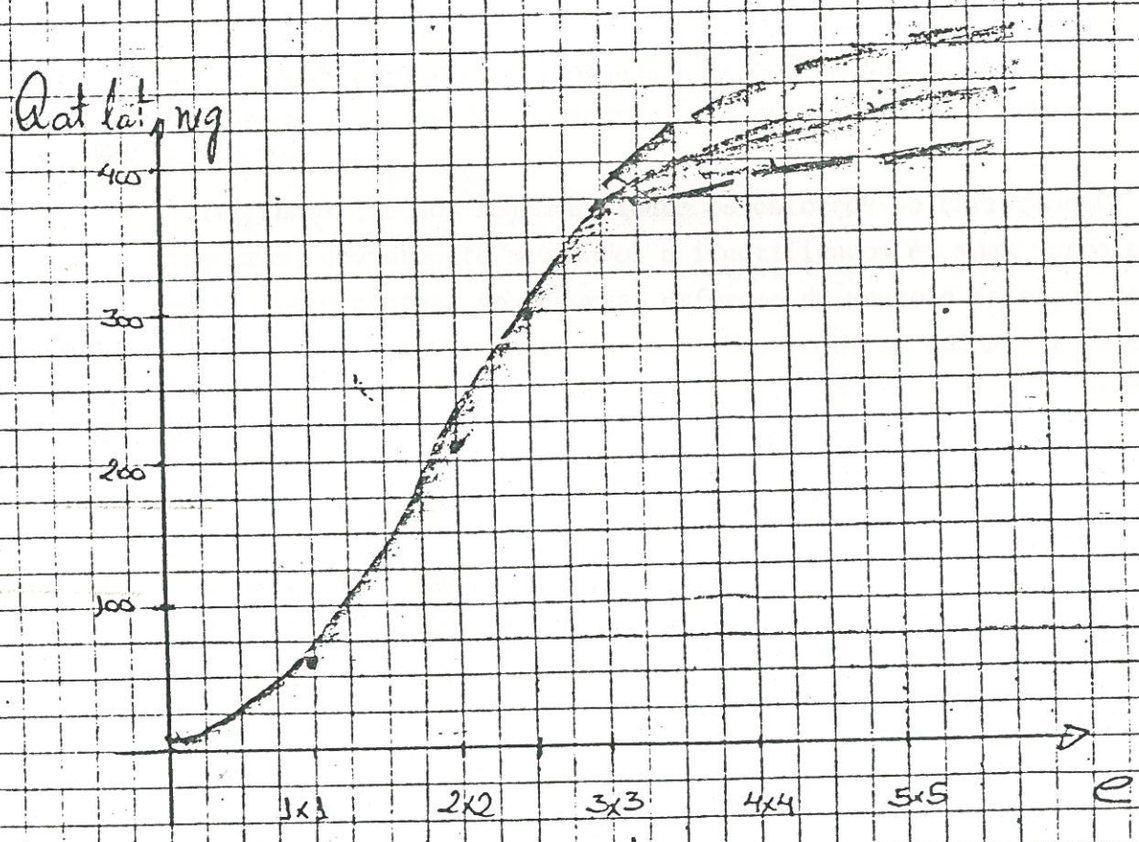
profundidade (m)	σ_z kg/cm²	γ_z = aliviar kg/cm²	σ_m p/ K_0 = 0,6 kg/cm²	Resistência disponível	Deslocamento relativo entre estacas	$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}}$	Resistência mobilizada	Força de atrito	Alívio de tensões
5	0.45	0.45	0.27 (III)	0.50	76	0.65	0.33	22,8	0.25
10	1.35	1,10	0.66 (III)	0.9	75	0.65	0.59	40,9	0.71
15	2,25	1,55	0.93 (III)	1.3	73	0.65	0.85	59,2	1,37
20	3,15	1,78	1,07 (II)	1,4	69	0.80	1,12	78,4	2,24
25	3.80	1,56	0,94 (III)	1,3	58	0.70	0.91	63,7	2,95
30	4,20	1,25	0,75 (III)	1.2	40	0.80	0.60	42,0	3,42
35	4,60	1,18	0,71 (III)	1,1	19	1,0	0,71	49,7	3,97
40	5,00	1,03	0,62	0,85	4	0.25	0.21	14,9	

Σ = 371,60

Que corresponde a um $\Delta\sigma$ = 1437 kg/cm²

Q atrito negativo x l estaca





Aço-G-100.78

GeoTécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-C-150678

São Paulo, 16 de junho de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S.A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Fundação da Oficina de Manutenção
de Locomotivas, Vagões e Veículos.

Preaados Senhores,

1. Damos em mãos as Indicações Preliminares do Tipo de Fundação das estruturas em questão, elaboradas pela EXACTA em seu memorando DEM-002/78.
   A oficina de Manutenção situa-se em zona de pequenas espessuras de aterro sobre solo residual de aparente boa capacidade de suporte; as sondagens apresentadas indicariam a limpeza da camada superficial do terreno natural.
2. Solicitamos que nos sejam enviados os esforços de carregamento das estruturas, devidamente separados e identificados em suas parcelas de cargas permanentes, sobrecarga, esforços de vento e esforços devido à frenagens de ponte rolante, para melhor podermos colaborar na decisão do tipo de fundação. Solicitamos também informação quanto aos requisitos da estrutura quanto a seus recalques absolutos e recalques diferenciais máximos.
3. Assim que estivermos de posse de tais elementos poderemos, junto a V. Sas. e à Projetista, colaborar na otimização dos projetos de fundação mas, desde já, recomendamos que seja considerada a utilização dos blocos de fundação em seção otimizada para absorver os esforços existentes (blocos em forma de H como os utilizados no Soaking Pet Building), assim como que se considere a utilização do conceito de "piled-raft" a fim de, com a introdução de estacas como elementos redutores de recalque, otimizar as fundações da obra.
4. Colocando.nos à vossa inteira disposição para, junto com V.Sas. e com a Projetista, vir a otimizar os projetos em questão, subscrevemo-nos

Atenciosamente

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/MC/sb

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

Geo. Obra. IEE-C

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-G-160678

26 JUN 1978 R 007015

São Paulo, 19 de junho de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S.A. OBJETO
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - BELO HORIZONTE - MG

ISE IEEC

Nº 3667
Recebido EM
IEEC

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Material recebido IEEC - 356/78
Exame expedito e providências necessárias

RECEBIDO
26 JUN 1978
ISE

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da [illegible] remessa acima referida, passamos a uma rápida análise do material recebido assim como a solicitar providências quando for necessário.

1. Relatórios Geotécnica 10A-AT-152/77 maio 78; 11A-AT-152/77 e 12A-AT--152/77 - incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.
2. Carta MPL - Especificações para execução de estacas diafragma.
   No que diz respeito às especificações das provas de carga a serem executadas nas estacas diafragma, concordamos plenamente com a utilização de reação por cargueira ou tirantes, visando minimizar interferências no maciço semi-infinito (vide nosso AÇO-G-220578) mas solicitaríamos à Projetista maiores detalhes quanto à informação do recalque diferencial máximo de 1mm. para as cargas de projeto: qual é o recalque absoluto permissível da estrutura?; o recalque diferencial máximo seria entre estacas contiguas, pilares próximos, entre o que?
   Ao que tudo indica o recalque diferencial máximo entre pilares da estrutura seria de 1mm., mas caso a estrutura "recalque por igual" deve também haver um valor máximo absoluto permitido. Quanto ao valor estipulado de recalque diferencial permissível (1mm.) solicitaríamos da Projetista informações quanto à rigidez da estrutura, pois ao que tudo indica tais valores de recalque potencial criariam uma redistribuição de esforços na estrutura que impediria a materialização do recalque. Também achamos conveniente que a Projetista informe a AÇOMINAS qual o valor de recalque previsto em projeto para estaca indivi-

dual em carga de trabalho pois tal dado possibilitaria melhor acompanhamento das provas de carga planejadas.

3. Memo IEP-B-025/78 do IEP-B para IEE-C, referente à Provas de Carga na Aciária.

Concordamos com a Projetista nas vantagens de se proceder ao carregamento das estacas ensaiadas em incrementos menores de carga a fim de melhor avaliar o comportamento carga-recalque da estaca. No item 5.1.9 das referidas Especificações Revistas sugerem os Projetistas que se utilize de dispositivos de reação e de aplicação de carga que reproduzam as condições reais de trabalho da estaca. Conforme exposto em nosso AÇO-G-220578 somos da opinião que tal procedimento sempre deve ocorrer a fim de não introduzir, na avaliação dos dados obtidos, fatores externos ao comportamento real da estaca. Assim sendo reiteramos nosso ponto de vista de se utilizar como reação de todas provas de carga em estaca individual ou grupo, sistema que não interfira nas condições de maciço semi-infinito, sob a qual posteriormente se analisará os resultados obtidos, recomendando portanto a utilização de cargueiras ou tirantes profundos confinados.

4. Ata reunião com Geotécnica dia 05/06/78

Sobre os ítens em pauta:

4.1 Pacote A-01 vide nosso relatório AÇO-P-080678

4.2 Pacote A-04 - estamos analizando para envio imediato

4.3 Pacote B-01 - vide nosso AÇO-G-220578 e AÇO-G-070678 e também item 3 deste relatório

4.4 Pacote C-01 - estamos estudando o memorial de cálculo da fila SPI para envio o mais prontamente possível.

4.5 Pacote C-02 - referente ao atrito negativo vide nosso AÇO-G--100678

4.6 Pacote C-06 e C-07 - quanto ao projeto executivo dos poços de bombeamento sugerimos que tais detalhamentos sejam feitos em obra a fim de não incorrer em atrazos devidos à logistica de escritório. Lamentamos que caso o bombeamento profundo tivesse sido executado em fins de Dezembro de 1977, conforme solicitado, provavelmente em muito já se teriam as sobrepressões neutras de construção do aterro.

5. 5.1 Relatório BH-LAM-SP-559/77-7

As sondagens constantes do referido relatório não indicam as profundidades executadas por trado e por lavagem; as datas de início e término da sondagem e deixam dúvida quanto à causa do elevado nível d'água; fatores estes intensamente discutidos em relatórios anteriores.

5.2 Relatório BH-LCQ-PC-158/78-6

O referido relatório já apresenta as curvas tempo recalque para dois incrementos de carga e ao estudar-se o Gráfico B facilmente ve-se que a Norma Brasileira de execução de prova de carga não foi obedecida no que diz respeito ao tempo de estabilização, pois entre os tempos 4 e 8 horas (únicos reconhecidos como válidos perante a Norma) atingiu-se uma porcentagem de recalques de 29% enquanto a Norma recomenda 5%, mascarando a interpretação dos dados.

6. Desenhos Empilhadeira - serão analizados para, caso se fizer necessário, oportunamente enviamos nossos comentários.

7. Memo 94067 - Geotécnica e Justificativa das Fundações do Pacote A-01 - Engevix.

Analizaremos para enviar nossos comentários o mais prontamente possível. Vide nosso AÇO-P-080678.

8. Desenhos 1A06A00 - 000 - G - 026 e 027 - A

Incorporados aos nossos arquivos; oportunamente enviaremos relatório geral sobre o Alto Forno.

9. Sondagens Geopesquisas nos Produtos Carboquimicos e na Laminação

Arquivadas para uso oportuno.

10. Relatório nº 2 - Pátео Materias Primas - elaborado pela Noronha

10.1 Não dispomos do Relatório nº 1 mencionado seguidamente no relatório posterior, assim como dos Telex nº 0961/78 e nº 0903/78 da Bardella, dos quais solicitamos cópia a fim de melhor se posicionar perante os recalques admissíveis das estruturas

10.2 Considerando-se que não dispomos de quaisquer informações sobre os carregamentos e recalques permissíveis da estrutura, mas, baseados na experiência deste excritório em estruturas similares, somos da opinião que ambas alternativas são viáveis com as mesmas vantagens e desvantagens, mas indiscutivelmente recomendáveis.

Solicitamos que o material existente para o projeto da estrutura nos seja enviado para melhor podermos colaborar com V.Sas. nas decisões necessárias.

11. Desenho PR 168/78-39 revisão B- Area da Laminação - Sobreaterro - - Dispositivos de Controle.
Em nosso relatório AÇO-LM-300578 discutimos longamente a primeira versão do plano de Controle de Sobreaterro; recomendamos atenção de diversos itens nele referidos, especialmente no que diz respeito à:

11.1 necessidade de acompanhamento do processo de adensamento através de poucos piezometros na fundação do aterro, que servirão como aferidores dos medidores de recalque.

11.2 desnecessidade de tal intensidade de observações, sendo mais recomendável a aferição do universo estatístico com que tais medidas são obtidas e observações a cada semana, devido à grandeza dos valores a serem observados.

11.3 necessidade de se ter uns poucos medidores de nível d'água no aterro da área da Laminação, a fim de se observar as tendências de observação de estabilização deste NA devido às alterações geo-hidrológicas da área da USINA.

11.4 reiteramos nosso ponto de vista no que diz respeito à não validade de amostragem tipo "SHELBY" para amostras indeformadas. Sugerimos que se proceda a uma comparação entre parametros obtidos através de amostras provenientes de tal amostrador e parametros obtidos de amostras de blocos indeformados contidas no Programa Genérico de Investigações de Aterros.

12. Solicitamos de V.Sas. informação quanto ao envio dos blocos indeformados do Programa Genérico ao laboratório da Geotécnica - São Paulo, pois até o presente momento não fomos contactados para a elaboração da programação de ensaios.

Sem mais, de momento, firmamo-nos

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

anexo = sua via assinada da remessa.

LG/sb

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ACO-G-190678

São Paulo, 20 de junho de 1978

AÇO MINAS GERAIS S.A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lício Flávio P. Pinheiro

Ref. Plantas de Carregamento

Prezados Senhores,

1. Introdução

Tendo em mente a premência das obras civis da implantação da Usina de Ouro Branco, vimo-nos quase que obrigados a aceitar passo a passo ser oportunidade de uma apreciação crítica, os valores de carregamentos que os fornecedores dos equipamentos tem indicado através das plantas de carregamentos. Embora já tardiamente perante diversas unidades, julgamos chegada a oportunidade imperiosa de uma breve apreciação do assunto.

2. Resumo e Conclusões

2.1 Reiteramos solicitação persistente de que a natureza e ocasiões de carregamentos sejam mais detalhadamente fornecidas.

2.2 Sugere-se reapreciação dos cálculos estatísticos correntes, irreais, com probabilidade de economias significativas em vários casos.

2.3 Recomendam-se medições de tensões em elementos selecionados (estruturais e fundações) a fim de conferir os benefícios previsíveis.

3. Apreciação sucinta das principais questões em jogo

3.1 Cargas e superposição de cargas.

Os carregamentos compreendem esforços de peso próprio, sobrecargas, cargas acidentais, vento, esforços dinâmicos, etc. e são costumeiramente apresentados em formas de tabelas separando cada tipo de carregamento e, onde também são indicadas as combinações de carregamentos possíveis.

Temos notado que tais combinações de carregamentos não consideram sua probabilidade de ocorrencia nas ocasiões respectivas. De acordo com metodologia moderna de execução de proje

tos (métodos semi-probabilísticos) o conceito de segurança está intrinsecamente ligado à probabilidade da ocorrência da condição que poderá levar a obra a condições que não permitam sua utilização.

Como exemplo desta conceituação desnecessário será citar a nova NB-1 que estabelece um coeficiente de segurança em relação à ruptura do aço menor que para o concreto, critério facilmente compreensível pelo fato de que a probabilidade de que a resistência do aço seja menor que certo valor é significativamente menor (menores dispersões estatísticas) que para o concreto.

Outro exemplo verificado do cálculo de cargas de edifícios, onde se permite uma redução da carga nos pilares, decorrente da sobrecarga, tendo em consideração a pequena probabilidade de que todos os andares estejam carregados ao mesmo tempo.

Parece-nos conceitualmente que segundo conceituação internacional atualmente corrente se deva aceitar um coeficiente de segurança menor quando se considera por exemplo cargas devido à ação do vento e de frenagem de pontes rolantes ao mesmo tempo, do que quando se considera estes esforços separadamente, pois lógicamente a probabilidade de ocorrência dos dois eventos ao mesmo tempo é muito menor que a ocorrência dos dois separadamente.

3.2 Efeitos dos carregamentos.

O problema mais importante ademais, e que fatalmente deve estar acarretando um superdimensionamento de certas fundações, é o da consideração de esforços de frenagem de pontes rolantes e esforços sísmicos em geral.

A consideração destes esforços pega por considerá-los instantâneos e transmitidos por estruturas infinitamente rígidas. Estas hipóteses tradicionais admitiam e admitem efeitos instantâneos e não-amortecidos, levando assim a esforços teóricos, máximos possíveis: pela introdução de hipóteses fisicamente mais realísticas, atualmente já consideradas em setores afins, ocorrerão retardamentos e reduções significativos nos esforços transmitidos, e consequencias eventuais respectivas.

Dessa convicção de que tais esforços tem sido considerados muito maiores que a realidade, fundamenta-se no fato de que: tais solicitações não são instantâneas e, as estruturas que transmi-

tem tais esforços na realidade só transmitem tensões em função de deformações sofridas (que requerem tempo) de modo que sabidamente os módulos de elasticidade dependem de velocidades de carregamento. Assim quaisquer velocidades fisicamente cabíveis de solicitação inexoravelmente irão provocar uma distribuição de cargas sempre maior do que as hipóteses simplificadoras rotineiramente previram.

4. Recomendações

Visto que a capacidade de produção final da Usina está prevista para 5 vezes a produção desta primeira etapa de implantação, muitas serão as obras até atingir-se esta meta. Vultuosos investimentos deverão ser feitos nas fundações das unidades de ampliações futuras: é portanto aconselhado que se dispenda um pequeno montante hoje, em instrumentação da fase atual, visando colher dados que apresentam grande probabilidade de trazer economias de elevada rentabilidade para as obras futuras.

A fim de que se possa questionar ou ratificar os esforços que vem indicados nas plantas de carregamento, bem como aferir a importância das hipóteses de cálculo admitidas, sugerimos que sejam instalados instrumentos que nos permitam medir as deformações e tensões reais a partir das quais rever as cargas solicitantes a empregar em etapa de projeto. Tais instrumentos poderiam ser instalados em estacas, pilares, etc. que seriam submetidos aos carregamentos previstos e teriam suas tensões reais lidas. A comparação entre a carga prevista teoricamente para tais elementos e o valor medido nos mostrará a validade ou não, ou a influência das hipóteses adotadas para o cálculo das cargas.

Estes dados devidamente analisados deverão servir de critérios de projeto para as unidades futuras, podendo então acarretar significativas economias. Conforme for do desejo de V.Sas. na acolhida à presente sugestão que reportamos de grande proveito não só para V.Sas. mas para o muito que o País tem pela frente na implantação do parque industrial indispensável, colocamo-nos ao inteiro dispor para fornecer as indicações mais modernas de que dispomos quanto à instrumentação, etc.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

IEE.C Arquivar

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-LM-190678

28 JUN 08 41 RE 007942

São Paulo, 21 de junho de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S.A. OBJETO
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - BELO HORIZONTE - MG

ISE IEEC

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Projetos de Fundação de áreas da Laminação.

Prezados Senhores,

1. Introdução

Damos em mãos os seguintes memoriais de cálculo da Geotécnica:

a- Projeto básico das fundações das Colunas da Fila 1 "Forno Poço", e respectiva planta de locação de estacas (1C01000-G-4001-B).

b- Cálculo do estaqueamento do Blooming e Slabbing Mill, Área 504, e respectiva planta de locação de estacas (1C02Z00-G-4001-B).

c- idem, Área 505 e planta (1C02000-G-4001-A).

2. Comentários e recomendações resumidas.

Analisamos preliminarmente o material recebido e seguem portanto nossos comentários pela ordem anunciada acima.

RE 20 28 JUN 1978 ISE SECRETARIA

Cabe porém dizer que não dispomos das plantas de carregamento específicas onde foram colhidos os valores para a elaboração de tais memoriais, das quais solicitamos cópias a V.Sas.

Nº 3753 Recebido EM IEE-C

2.1 A forma dos blocos em H, de modo a aumentar o momento de inércia, como foi adotada é a mais indicada para o tipo e magnitude dos esforços a serem sustentados.

2.2 Na folha 28 encontram-se os critérios de verificação das cargas nas estacas. São critérios supondo condições de rutura, o que não acontece no nosso caso onde parte da carga é devido ao atrito negativo e este atrito poderá causar recalques adicionais, e não rutura (vide nosso AÇO-G-100678).

Solicitaríamos esclarecimentos sobre tais critérios, porque da forma resumida como estão apresentados são difíceis de analisar.

2.3 Solicitaríamos ainda informações de como foi previsto o valor de 120 t. para o atrito negativo?

2.4 Quanto a área 504, apesar de admitir-se como hipótese de cálculo

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 · 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

bloco infinitamente rígido, e distribuição de estacas sob o bloco parece ter seguido o critério de concentração de estacas sob as cargas, e com isto pode-se entender que não se necessita da rigidez da base para garantir o comportamento desejado das fundações.

A capacidade de redistribuição de cargas da base poderia então ser considerada como uma certa segurança adicional no caso de algumas estacas não se comportarem como o desejado.

Este procedimento é o mais apropriado para o projeto de fundações de grandes dimensões com cargas concentradas e, parece ter sido fruto de nossas recomendações insistentes em relatórios anteriores.

2.5 Para a área 505 valem as observações do ítem anterior.

Estranhamos porém porque para esta área o atrito negativo foi considerado 85 t. enquanto que nas anteriores foi admitido 120 t., voltamos então a solicitar esclarecimentos sobre os critérios utilizados para a determinação de tais valores.

No aguardo das plantas de carregamento específicas a cada área, enviamos estes resumidos comentários iniciais e subscrevemo-nos

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

Padima - Geo p/ informar e esclarecer o solicitado nos itens 2.2 - 2.3 - 2.5

MC/sb

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

IEEC

Geo-Obra

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

30 JUN 0842 R 008131

AÇO-G-200678

São Paulo, 21 de junho de 1978.

ANEXO COM

RECEBERAM CÓPIAS

ISE | IEE-C | IAD

AÇO MINAS GERAIS S-A. PROJETO
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stelio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

RECEBIDO
30 JUN 1978
ISE
SECRETARIA

Ref. Material recebido IEEC 369/78
Exame Expedito e Providências Necessárias.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, passamos a uma rápida análise do material recebido, assim como a solicitar providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

1. Ata de reunião Geotécnica/Açominas 120678

1.1 Pacote D-02 - GASOMETRO.

Cientes de que a Projetista deverá entregar seu Projeto Básico das Fundações no fim do presente mês, solicitamos que tal Projeto nos seja enviado o mais prontamente possível a fim de melhor podermos colaborar com a Projetista na elaboração do Projeto final

Temos em mãos os dados básicos de carregamentos na fundação, conforme relatório da KOBE SHIPYARD & ENGINE WORKS para o BFG Gasholder e para o COG Gasholder.

Nº 3834
Recebido EM .....
IEE-C

1.2 Pacote D-05 - CALDEIRAS.

Também cientes de que o Projeto Básico das Fundações em breve será entregue, solicitamos os dados básicos de carregamento, recalques absolutos e diferenciais máximos permissíveis, corte típico da estrutura, etc... a fim de melhor podermos nos posicionar perante a estrutura em questão.

2. Cálculo do Estaqueamento da área 505 - comentado em nosso AÇO-LM-190678

3. Sondagem 4 SINT controle de N.A. - incorporada aos nossos arquivos para uso oportuno.

4. Memo EXACTA AÇO-390/78

Estamos analisando o relatório à luz das sondagens existentes; solicitamos os dados necessários de cargas e recalques permissíveis da estrutura. Cabe reposicionar os ítens discutidos em nosso AÇO-G-150678

no que diz respeito à potencial viabilidade de utilização de solução tipo "piled raft" (blocos estaqueados com finalidade de reduzir os recalques).
Assim que dispusermos dos dados básicos necessários, enviaremos comentários sobre as fundações de todas as Oficinas de Manutenção.

5. Memo IOC-5-007/78
incorporado aos nossos arquivos para uso oportuno.

6. Memo Geotécnica 94071
Considerando-se que as discussões apresentadas neste memorando dizem respeito ao Relatório nº 1 - Pátio de Materias Primas da NORONHA, voltamos a solicitar cópia de tal relatório a fim de poder colaborar com V.Sas nas decisões em questão.

7. Desenho PR-168/78-37 - vide nosso AÇO-LM-190678

8. Desenho PR-168/78-9 - já tinhamos discutido o referido Programa Preliminar de Reconhecimento do Subsolo da Laminação em nosso AÇO-LM-090378

9. Desenhos DAVY 1C03Z00C - 1020/17/31/14 e 11 - C.
Anexados aos nossos arquivos para uso oportuno.

10. Relatórios BH-CIV-SP-171/78-3; BH-TOP-126/78-T-10; BH-CMA-SP-143/78-1; BH-LAM-SP-539/77-10; BH-MDR-LB-154/78-3; BH-COQ-ST-158/78-7; BH-COQ-SP-158/78-5; Sondagens SP 337,346,334 do Laminador de Blocos e Tarugos; Sondagens SP 362 à 387 da Laminação de Perfis Médios; Sondagens Produtos Carboquímicos S-54 e Relatório Geopesquisa AM 681/78-AF - anexados aos nossos arquivos para uso oportuno.

11. Sondagens BILLET MILL - Deep 24, 26, 29 e 33
Trata-se do EPE executados na área do Billet - incorporados para uso oportuno.

12. Carta LEME 149-23 e memo 94060 da Geotécnica, referente aos Critérios para Escolha de Fundações da Sinterização.
Já enviamos nossos comentários iniciais através do AÇO-SI-090678 e dentro em breve, após cuidadosamente analisar o material agora recebido, enviaremos novos comentários caso se fizer necessário.

13. Material descritivo do Guild Foundation Equipment Corporation.
De posse de tais especificações dentro em breve enviaremos nosso ponto de vista sobre a utilização de tubos de aço corrugado como elementos de fundação para a USINA.

14. Desenhos KAWASAKI - 1A06105-G-1001-A à 1015-A e
Desenhos SCHLDEMANN - 2635620/2004550.

Incorporados aos nossos arquivos para consulta oportuna.

15. Reiteramos nossas solicitações de informações referente ao Pateo de Materias Primas - Relatório nº 1 e telex 0961/78 e 0903/78 da NORONHA assim como das Oficinas de Manutenção - dados de carregamentos, recalques permissíveis e corte do esquema estrutural, da EXACTA.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

anexo = sua via assinada da remessa.

LG/sb

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-270678

São Paulo, 27 de junho de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S.A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Atrito negativo em estacas.
Complementação do relatório AÇO-G-100678

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Apresentamos pelo presente uma lista preliminar de referências bibliográficas sobre o tópico de atrito negativo em estacas; tanto sobre processos de cálculo estimativo quanto de casos históricos com observações da eficiência de pinturas betuminosas, etc.

2. CONSIDERAÇÕES

Tomamos a liberdade de relembrar a V.Sas. que a lista apresentada visa trazer à Projetista fontes de informação de diferentes centros de pesquisa internacionais, centros estes que divergem de opinião quanto a especificação e espessuras de pintura betuminosa, espessuras de saliência exterma à estaca, assim como reportam diferentes níveis de sucesso para "soluções" utilizadas e posteriormente observadas.

Cabe também relembrar que as condições geotécnicas da Usina, aonde o atrito negativo se desenvolverá através de espessa camada de aterros, são aparentemente inéditas visto que a totalidade das publicações até o momento encontradas tratam de atrito negativo desenvolvido em camadas de argila mole seguidas de material de alta capacidade portante.

Assim, tornamos a sugerir consulta a especialista específico no assunto, como o Prof. N. E. Simons, a fim de projetar estruturas fundadas em zonas de potencial desenvolvimento de atrito negativo, com os necessários níveis de garantia, sem incorrer em soluções extremamente onerosas.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/VM/sb

anexo = lista de referências bibliográficas.

REF. ATRITO NEGATIVO EM ESTACAS

1. Begemann, H.K.S. - 1969 - Negative skin friction of a single pile - 7th ICSMFE Specialty Session.
2. Bjerrum, L. - 1973 - "Problems of soil mechanics and construction on soft clays" - 8th ICSMFE, vol. 3 pp 111
3. Bjerrum, L.; Johannessen, I.J. and Eide, O. - 1969 - Reduction of negative skin friction on steel piles to rock - 7th ICSMFE Mexico, vol. II pp 27
4. Bjerrum, L. et al - 1957 - The settlement of a bridge abtment on friction piles - Proc. 4th ICSMFE - 2 - London pp 14/18
5. Bozozuk, M. - 1972 - Downdrag measurements on a 160 ft floating pipe test pile in Marine clay - Canadian Geot. Journal vol. 9, nº 2
6. Broms, K.F.; Amezs, A.W. and Rinck, J.- 1969 - The negative skin friction along the shaft of a Foundation pile - 7th ICSMFE Specialty
7. Claessen, A.I.M. and Horvat, E. - 1974 - Reducing negative friction with betumen slip layers - ASCE, Journal of Geot. Eng. Div. vol. 100 nº GT8
8. de Beer; E. E. and Wallays, M. - 1969 - Mesures experimentales de la resistance a l'extraction de pieux - 7th ICSMFE - Specialty Session
9. Endo, M; Minou, B. and Kawasawi, T. - 1969 - Negative skin friction acting on steel pipe pile in clay - 7th ICSMFE, vol. II, pp 85
10. Fellenius, B.H. - 1971 - Negative skin friction on long piles driven in clay - Swedish Geot. Inst. Proceedings nº 25 Stockholm
11. Fellenius, B.H. - 1971 - Negative skin friction on piles in clay - a literature survey - Swedish Geot. Inst. pub 42
12. Fellenius, B.H. - 1972 - Downdrag on piles in clay due to negative skin friction - Canadian Geot. Journal vol.9 nº 4
13. Fellenius, B.H. - 1973 - Precast concrete piles - State-of-Art Report - Swedish Geot. Inst. pub. 53
14. Fellenius, B.H. - 1975 - Discussion to the paper "Reducing Negative skin friction with bétumen slip layers" ASCE, Journal of Geot. Eng. Div. vol. 101, nº GT4

15. Fellenius, B.H. and Broms, B.B. - 1969 - Negative skin friction for long piles driven in clay - 7th ICSMFE Mexico - 2 - pp 93/98

16. Horvat, E. - 1976 - A few aspects concerning the negative skin friction - 6th European CSMFE vol. 2.2 - discussion pp 205

17. Horvat, E. and Van der Veen, C. - 1977 - Negative skin friction and safety analysis of piles - 9th ICSMFE vol. 1 pp 551

18. Hutchinson, J.N. and Jensen, E.V. - 1968 - Loading tests on piles driven into estuarine clays at Port of Khorramshahr, and observations on the effect of betumen coatings on shaft bearing capacity - Norwegian Geot. Inst. pub 78

19. Inowe, Y.; Tamaoki, K. and Ogai, T. - 1977 - Settlement of building due to pile downdrag - 9th ICSMFE vol. 1 pp 561

20. Johannessen, I.J. and Bjerrum, L. - 1065 - Measurement of the compression of a steel pile to rock due to settlement of the surrounding clay - 6th ICSMFE vol. 2 pp 261

21. Locher, H.G. - 1965 - Combined cast-in-place and precast piles for the reduction of negative skin friction caused by embankment fill - 6th ICSMFE vol II pp 290

22. Okabe, T. - 1977 - Large negative friction and friction free pile methods - 9th ICSMFE vol. I pp 679

23. Poorooshasb, H.B. and Bozozuk, M. - 1967 - Skin friction on a single pile to bedrock - 3rd Pan Am CSMFE vol. I pp 613

24. Poulos, H.G. and Mattes, N.S. - 1969 - The analysis of downdrag in end bearing piles - 7th ICSMFE vol. 2 pp 203

25. Poulos, H.G. and Davis, E.H. - 1975 - Prediction of downdrag forces in end-bearing piles - ASCE Journal of Geot. Eng. Div. vol. 101 nº GT2

26. Sawaguchi, M. - 1971 - Approximate calculation of negative skin friction of a pile - Soils and Foundations, vol. 11 nº 3 pp 31

27. Simons, N.E. - 1971 - Discussion, Conference on behaviour of piles ICE London, pp 94

28. Sultan, H.A. - 1969 - Downdrag on piles - State of the Art - 7th ICSMFE Specialty Session

29. Verruijt, A. - 1969 - A simplified elastic method for the calculation of negative skin friction on piles - 7th ICSMFE Specialty Session

30. Walker, L.K. and Darvall, P.L.P. - 1970 - Some aspects of downdrag on piles - 2nd South-east Asian CSMFE pp 121

31. Walker, L.K. and Darvall, P.L.P. - 1973 - Dragdown on coated and uncoated piles - 8th ICSMFE vol 2.1 pp 257

32. Zeevaert, L. - 1957 - Discussion on negative skin friction and reduction of point bearing capacity - 4th ICSMFE vol. 3 pp 188

33. Zeevaert, L. - 1959 - Reduction of point bearing capacity of piles because of negative skin friction - 1st Pan Am CSMFE vol 3 pp 1145

34. Betumen Slip layers for bearing piles - Ground Engineering Nov. 71

35. Betumen coat piles cut excessive downdrag - Ground Engineering May 74

36. Slip coat for Newheaven bridge precast piles - Ground Engineering May 76

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-260678

São Paulo, 27 de junho de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S.A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Material Recebido IEEC-385/78
Exame expedito; Providências necessárias

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes pacotes da Obra, vimos através deste encaminhar nossos comentários iniciais assim como solicitar providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

1. Sondagens Produtos Carboquímicos e Memo IEEC-153/78
   Incorporados em nossos arquivos para uso oportuno. Solicitamos informações quanto aos carregamentos, recalques permissíveis e corte esquemático das estruturas.
2. Memo IEEC-224/78 - MEDIDORES DE NIVEL D'AGUA
   Caberia, na especificação do nível de fundo N5 do medidor, esclarecer que o medidor visa medir o N.A. existente nas zonas de corte e/ou aterro e, devido à forte suspeita da existência de sobrepressões neutras na fundação dos aterros, não pode o nível N5 se situar abaixo da profundidade da interface aterro/solo in situ. No caso específico de se visar acompanhar recalques devido a sobreaterros (caso específico da Laminação) deve-se sempre utilizar piezometros para acompanhar os medidores de recalque, tópico este intensamente discutido com V.Sas. em nossa visita a Belo Horizonte no dia 23 de junho p.p.
3. Relatórios nº 1; nº 2; Telex 0903/78 - Pacote A-04:
   Em breve encaminharemos relatório específico sobre o material recebido da área.
4. Memo Geotécnica 94077 - Area da Laminação - Sobreaterro dispositivos de controle.
   Em nosso AÇO-LM-300578 discutimos alguns tópicos sobre os quais sentimos necessidade de retornar: :

4.1 Não vemos justificativa para se pré-fixar a periodicidade das leituras nos medidores de recalque, uma vez que não se conhece o universo de variação da grandeza a ser observada. Assim sugerimos, em nosso AÇO-LM-300578, que se efetuasse 10 observações em um mesmo dia a fim de se conhecer a variação estatística com que cada observação é feita e que a periodicidade seja fixada na obra em relação à precisão das observações - como passo inicial recomendamos medidas de 7 em 7 dias.

4.2 Julgamos ser indispensável o acompanhamento dos medidores de recalque através de uns poucos piezometros instalados na fundação do aterro, uma vez que, ao que tudo indica, a fundação dos aterros estão em franco processo de adensamento enquanto que os aterros tem seus recalques praticamente "instantâneos".

4.3 No conjunto de leituras encaminhadas como exemplificadoras da sistemática a seguir, foram pletadas curvas recalque (mm.) vs. tempo (dias).

Lembrando serem os fenomenos de adensamento exponenciais com o tempo, lembramos que os critérios de estabilização (Taylor ou Casagrande) devem ser estudados através de curvas recalque vs. $\sqrt{t}$ ou recalque vs. log t e portanto recomendamos que tais curvas sejam apresentadas ao invés da curva recalque vs. tempo. Anteriormente tal assunto já foi discutido com V.Sas. no que diz respeito à estabilização das provas de carga em estacas.

5. Memo 94079 e 94387 da Geotécnica.
Fundações do Semi-continuous Billet Mill
Oportunamente encaminharemos comentários específicos.

6. Relatorios BH-APV-RS-144/78-4 e BH-LAT-RS-539/78-8
Incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

7. Desenhos IA 03000-D-4001-A; IA 052-G-4003-A; IA 052-G-4000 à 4002 - SINTERIZAÇÃO - Em breve encaminharemos nossos comentários sobre a area da Sinterização.

8. Desenho IA02 C02-G-1001-B; IC03-G-1001-B
Incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

9. Desenho PR 163/78-40 - Programação de Sondagens do Escritório da Arca Transportes.
Anexado aos nossos arquivos; aguardamos indicações sobre as cargas da estrutura a fim de, juntamente com a Projetista, otimizar as fundações

em questão.

10. Controle NA - Piezometros 01 e 04 Sinterização.
Os N.A. nos "piezometros" (medidores de nível d'água) se encontra estabilizado; caberia proceder a bombeamento profundo em furo que interceptasse o dreno profundo a fim de apreciar a eficiência do bombeamento profundo.

11. Memo IOC 882/78 c/ anexos.
Quando da nossa visita à obra em 23 de junho p.p. discutimos com vossos Engenheiros residentes e com os Executores a sistemática a ser seguida no Programa Genérico, uma vez que se suspeita da perda de qualidade dos solos em relação às sondagens executadas há meses. Recomendamos que se abrissem cavas de 2 metros de profundidade a fim de ensaiar material não aliviado.

12. Nível de Aterro e nível d'água; perfil de medidores de recalque.
Incorporados aos nossos estudos sobre o aterro.

13. Deepsonderings executados pela Frankl; também incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

14. Cartas 149-18; -23; -21; -29 da LEME e carta ISU-B-E-501/78 -
Em breve encaminharemos relatório específico sobre a área da Sinterização, relatório este baseado no material a nós enviado em remessas anteriores.

15. Ata de reunião c/ Geotécnica 19/06/78
Solicitamos que nos sejam enviados os dados existentes sobre os pacotes D02 e D05 (Casoeiro e Caldeiras); dados estes com os quais a Projetista elaborará o Projeto Básico de Fundações, a fim de melhor podermos contribuir nos projetos em questão.

Sem mais para o momento, firmamo-nos

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

anexo - sua via da remessa assinada.

LG/sb

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-CQ-040778

São Paulo, 04 de julho de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S.A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Provas de Carga na Coqueria

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Damos em mãos o relatório RT-11-PR-168/78 da Geotécnica e considerando-se o grande valor técnico de tal conjunto de dados, passamos prontamente a nossos comentários iniciais.

2. CONSIDERAÇÕES

2.1 A partir de uma análise interpretativa do comportamento de estacas com diferentes levantamentos devidos à cravação de estacas adjacentes, e ensaiadas em prova de carga, nota-se uma aparente discrepancia entre os levantamentos observados e o comportamento das estacas. Surgem então dúvidas quanto à origem de tais levantamentos e, reconhecendo-se o valor da pesquisa executada, caberia identificar se o fenômeno tem como causa simplesmente a expulsão do solo abaixo da ponta da estaca ou é afetado pelas datas de concretagem e de cura das estacas. Se tal for o caso, ao se cravar uma estaca adjacente à outra cujo concreto de fuste não sofreu cura, existe a possibilidade de uma redução localizada de seção da estaca com o consequente levantamento da cabeça da mesma, sem prejuizo perceptível ao comportamento carga-recalque em prova de carga. Assim sendo, a fim de melhor interpretarmos os resultados recebidos, solicitamos que nos seja enviado o caminhamento do bate-estacas nas áreas em questão assim como as datas de concretagem das estacas. Interessará também todas as informações referentes a eventual emprego de aditivos de cura rápida, etc., que afetem a interpretação das cronologias dentro de um raio mínimo de 10 diametros.

2.2 A previsão do comportamento do grupo de estacas (bloco) a partir de um comportamento médio estatístico individual poderá ser executada a partir de uma partição de carga entre a ponta e o fuste da estaca (estimada dos diversos dados indiretos de penetrabilidade tais como SPT, EPE e penetrabilidade das próprias estacas) e será encaminhada a V.Sas. assim que dispusermos dos dados solicitados.

Sem mais, para o momento, firmamo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/VM/sb

Geo. Obra. IEE-C

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-CQ-040778

São Paulo, 04 de julho de 1978.

-7 JUL 0827 R 008611

AÇO MINAS GERAIS S.A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

ANEXO COM
RELATÓRIO COMPS
ISE IEE

Ref. Provas de Carga na Coqueria

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Damos em mãos o relatório RT-11-PR-168/78 da Geotécnica e considerando-se o grande valor técnico de tal conjunto de dados, passamos prontamente a nossos comentários iniciais.

2. CONSIDERAÇÕES

2.1 A partir de uma análise interpretativa do comportamento de estacas com diferentes levantamentos devidos à cravação de estacas adjacentes, e ensaiadas em prova de carga, nota-se uma aparente discrepancia entre os levantamentos observados e o comportamento das estacas. Surgem então dúvidas quanto à origem de tais levantamentos e, reconhecendo-se o valor da pesquisa executada, caberia identificar se o fenômeno tem como causa simplesmente a expulsão do solo abaixo da ponta da estaca ou é afetado pelas datas de concretagem e de cura das estacas. Se tal for o caso, ao se cravar uma estaca adjacente à outra cujo concreto de fuste não sofreu cura, existe a possibilidade de uma redução localizada de seção da estaca com o consequente levantamento da cabeça da mesma, sem prejuizo perceptível ao comportamento carga-recalque em prova de carga. Assim sendo, a fim de melhor interpretarmos os resultados recebidos, solicitamos que nos seja enviado o caminhamento do bate-estacas nas áreas em questão assim como as datas de concretagem das estacas. Interessará também todas as informações referentes a eventual emprego de aditivos de cura rápida, etc., que afetem a interpretação das cronologias dentro de um raio mínimo de 10 diametros.

RECEBIDO
07 JUL 1978
ISE
SECRETARIA

Nº 4070
Recebido em .....
ISE
IEE-C

2.2 A previsão do comportamento do grupo de estacas (bloco) a partir de um comportamento médio estatístico individual poderá ser executada a partir de uma partição de carga entre a ponta e o fuste da estaca (estimada dos diversos dados indiretos de penetrabilidade tais como SPT, EPE e penetrabilidade das próprias estacas) e será encaminhada a V.Sas. assim que dispusermos dos dados solicitados.

Sem mais, para o momento, firmamo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/VM/sb

Gso. Obra IEE-C

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

17 JUL 1978 000237

São Paulo, 05 de julho de 1978.

AÇO-G-040778

ANEXO COM

RESPOSTAS

ISE | IEE-C

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B.Pinheiro.

Ref. Material recebido IEEC 424/78
Exame expedito - Providências Imediatas.

Prezados Senhores,

Tendo recebido material proveniente de diferentes áreas da Usina, passamos a uma breve análise do mesmo, solicitando providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

1. Ata Reunião c/ NORONHA do dia 23/06/78.
   Concordamos em princípio com a referida ata, ressaltando entretanto que na nossa opinião, ficou estabelecido que deveria ser estudada a viabilidade econômica de diferentes soluções que possibilitassem ajuste e nivelamento dos trilhos, soluções estas que, a princípio, seriam trilhos sobre dormentes e trilhos sobre viga contínua ajustável em pontos de apoio. Colocamo-nos na ocasião a disposição dos Projetistas para fornecer valores mais reais de coeficientes de mola dos solos da área a fim de otimizar os projetos em andamento.
2. CARTA ISU-E-E-522/78 - ciente e arquivada.
3. MEMO IOC-926/78 c/ anexos - incorporados ao acompanhamento do estudo do nível d'água da sinterização.
4. MEMO IOC-916/78.
   Concordamos com a decisão tomada lembrando que já se dispõe de inúmeras sondagens em áreas adjacentes e que, dependendo dos carregamentos apresentados para as estruturas, as decisões do tipo de fundações poderão ser tomadas sem qualquer interferência com o cronograma da obra.
5. Ata Reunião c/ GEOTÉCNICA dia 26/06/78.
   5.1 Pacote A-02 - solicitamos que nos seja fornecido o diagrama de cravação das estacas, com o caminhamento do bate-estacas e observações de levantamento a fim de podermos ponderar sobre quais estacas deverão ser ensaiadas - vide nosso AÇO-CQ-040778.

4402
IEE-C
N/ARQUIVO

RECEBIDO
17 JUL 1978
ISE
SECRETARIA

5.2 Pacote A-04 - de posse dos relatórios 1 e 2 complementar em breve emitiremos comentários.

5.3 Pacote A-05 - solicitamos o memorial de cálculo da LEME a fim de melhor nos posicionarmos sobre o projeto em questão.

5.4 Pacote B-01 - vide nosso AÇO-AC-040778.

5.5 Pacote C-03 - solicitamos cópia dos dados sobre as estruturas em áreas de corte.

5.6 Pacote C-07 - Projeto de bombeamento profundo.
Voltamos a insistir sobre a necessidade de ação rápida em determinados tópicos e colocamo-nos a disposição para, junto com V.Sas. e a Projetista, em reunião de trabalho executar projeto básico em CROQUIS que seria enviado à obra para início dos serviços enquanto a Projetista elabora a apresentação final do mesmo.

6. Relatório RT-11-PR-168/78 da Geotécnica, referente Provas de Carga na Coqueria.
Vide nosso AÇO-CQ-040778.

7. Desenhos:

7.1 SECIM 827001; BLOOMING and SLABBING MILL
1C02Z00-C-3005-A; GEOT 1A02Z00-D-4001-A; incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

8. Sondagens

8.1 Coqueria FS 1, 6, 9, 9A e 10.

8.2 Alto forno SPT 30, executadas pela Geopesquisa. Em relação à medição de NA nota-se que não vem sendo aguardada a estabilização do mesmo em alguns dos furos realizados, mascarando a informação sobre o lençol freático.

9. Sondagens executadas pela Geotécnica; relatórios BH-LAM-SP-539/77-6; BH-AFN-SP-144/78-6 e folhas de campo de sondagens na Calcinação, Produtos Carboquímicos e Recirculação de Água na Sinterização - Incorporados a nossos arquivos para uso oportuno.

10. Provas de carga PC-01-AC e PC-08-AC do Programa genérico. Estão sendo interpretadas, aguardamos entretanto informações da Obra referentes a uma prova de carga a ser realizada em profundidade de 2 m. em relação ao grid a fim de se investigar o dano potencial do alívio de tensões e longa exposição ao tempo dos solos inicialmente investigados através de sondagens.

11. Voltamos a solicitar os seguintes itens, os quais mais sentimos necessidade.

11.1 Informações sobre os carregamentos, recalques permissíveis e corte esquemático das estruturas da área dos Produtos Carboquímicos (vide item 1 relatório AÇO-G-260678).

11.2 Dados existentes sobre os pacotes D02 e D05 (Gasômetro e Caldeiras), dados estes utilizados para o Projeto Básico das Fundações a ser brevemente encaminhado a V.Sas. pela Projetista (item 15 relatório AÇO-G-260678 e 1.1 relatório AÇO-G-210678)

11.3 Carregamentos nas áreas dos Laminadores - relatório AÇO-LM-190678.

11.4 Dados básicos (cargas, recalques admissíveis e corte esquemático das estruturas) das áreas de Oficinas de Manutenção cuja Projetista de Fundações é a Exacta.

11.5 Detalhes quanto aos recalques permissíveis - diferenciais e absolutos - para a área do COKE STOKE HOUSE - (vide item 2 do relatório AÇO-G-160678) e recalque previsto para estaca individual em prova de carga.

Sem mais para o momento, firmamo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

anexo = sua via, assinada, da remessa.

LG/sb

11. Voltamos a solicitar os seguintes itens, os quais mais sentimos necessi-

Geo. Obra IEE-C

L-031-73

São Paulo, July 06, 1973

Testconsult Ltd.
49/50 Stamford House
Stamford New Road
Altrincham, Cheshire WA14 1LP
ENGLAND

Dear Sirs,

We have seen frequent references to the successful use of the so-called "sonic coring" and vibration methods for testing the structural integrity of piles. It seems, moreover, that the same principle may be used successfully for the determination of pile lengths, in the case of old foundations that may be affected by subway tunnelling or deep excavations, when no direct information is available as to the type of foundation used in the old building, or the depth reached by the deep foundation.

Although the principle of the procedures described appears obvious and simple (after discovery and development) the problems of urgency and of responsibility involved in some of the jobs faced by my clients would suggest that it would be most useful for us to resort to equipment that has been well developed and proven, and even if possible to trained personnel, at least for a trial period until local experience may be gained.

I therefore request you most kindly to send us a proforma quotation

(1) for sale of the equipment, quotations f.o.b.;

(2) for the services of a technician that could spend a period of about a week with us instructing as to the details of use of the equipment (N.B. All travel expenses plus board and loading would be covered separately by the clients).

./...

Geo. Obra · IEE-C

(3) If you would kindly send us xerox copies of papers and/or more recent brochures and specialized literature. For instance I would be most grateful for a xerox copy of

Gardner, R.P.J and Moses, G.L.: "Testing bored piles formed in laminated clays". Civ. Engng. Publ. Wks. Rev. 1973, 68, January 65-69.

Thanking you most heartily,

Yours very truly.

Victor F.B. de Mello
Professor, Consulting Engineer

V.d/vl.

Geo. Obra · IEE-C

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

17 JUL 1978 009238

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
BELO HORIZONTE - MG

AÇO-G-060778

São Paulo, 07 de julho de 1978.

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE | IEE-C

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Drenagem Profunda nas Areas de Aterro da Usina.

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Tendo sido informados, em reunião com V.Sas. e com a Projetista em Belo Horizonte no dia 5 de julho p.p., de que o projeto do sistema de bombeamento profundo estaria finalmente concluido e prestes a ser enviado à Obra, vimos através deste reiterar nossas indicações anteriores, datadas a partir de dezembro 1977, sobre a drenagem proposta.

Desnecessário será lembrar a V.Sas. das vantagens que tal procedimento oferece no que diz respeito ao aceleramento do processo de adensamento dos aterros e de suas fundações.

2. RECOMENDAÇÕES

Em inúmeros relatórios anteriores levamos a V.Sas. nosso ponto de vista sobre a necessidade de se esgotar periódicamente, através de bombas, todos os poços existentes na Obra, e também da necessidade de abertura de novos poços a fim de acelerar os processos de adensamento a que estão sujeitos os aterros e suas fundações.

Solicitamos que todos os poços a serem abertos na Obra obedeçam às seguintes recomendações:

2.1 Os poços devem interceptar as redes drenantes profundas (conforme desenhos AS BUILT das diferentes bacias elaboradas pela TENENGE E BECHTEL DO BRASIL) a fim de garantir uma grande área de influência de seu esgotamento. Caso um poço executado não intercepte o dreno profundo, devido às características "impermeáveis" do aterro, seu raio de ação e por conseguinte sua eficiência, serão em muito diminuidos.

Nº 4403
IEE-C
N/ARQUIVO

Recomendamos portanto que, caso a Obra sinta necessidade, que se utilize o equipamento de Sondagem a Percussão e por lavagem se comprove a locação do poço sobre o dreno profundo.
Considerando a necessidade imediata de execução de novos poços sugerimos:

2.1.1 para a área da Laminação, tres poços adicionais, com locação aproximada e a ser verificada na Obra, de:

a- P 1/4 7.727.547,00
631.750,00

b- P 1/5 7.727.977,00
632.118,00

c- P 1/6 7.727.162,00
631.692,00

2.1.2 para a area da Sinterização, tres poços adicionais, com locação aproximada e a ser verificada na Obra, de:

a- P 5/2 7.728.175,00
628.754,00

b- P 5/3 7.728.239,00
628.736,00

c- P 4/1, na bacia 4 que por não dispormos da planta AS BUILT que indique os drenos profundos, recomendamos que V.Sas. posicionem o poço, lembrando que o mesmo deveria se situar a meio caminho entre o P 5/1 e o início da bacia 4.

2.2 A fim de verificar a eficiência do bombeamento e dos drenos, recomendamos que se abram furos a trado na vizinhança do poço. Sugerimos de início a abertura de 1 furo a 50m. de distância para montante do dreno e que também intercepte o dreno e de 1 furo a 20m. de distância em eixo perpendicular ao dreno.

2.3 Sugerimos que a abertura dos poços seja executada por equipes especializadas em aberturas de poços profundos, ou manualmente ou através de trados mecânicos, caso as alturas a vencer o permitam.

2.4 A fim de verificar as condições de drenagem, seria conveniente proceder a leituras de volume esgotado, tempo de recuperação do poço, etc. Caberia à Projetista visualizar uma sistemática de leituras baseadas no processo de interpretação que visualiza utilizar no caso.

Colocando-nos à Vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/sb

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-AC-130778

São Paulo, 13 de julho de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B.Pinheiro

Ref. Provas de carga sobre estacas na área da Aciaria

Prezados Senhores,

1. Damos em mãos os documentos abaixo relacionados, que dizem respeito a especificações e projeto das provas de carga sobre estacas que serão realizadas na área da Aciaria:
   - Especificações de prova de carga em estaca
   - Relatório do projeto da prova de carga
   - Especificação de prova de carga em estacas horizontais
   - Desenhos 1 B01Z00-G-4000-A
     -4001-A
     -4002-A
     -4003-A

   Depois de rápida examinada nos documentos notamos que o projeto parece ter sido mentalizado para estacas especialmente construídas para serem submetidas ao teste, e que posteriormente não seriam utilizadas para fundação das estruturas da Aciaria.
   Segundo o que nos foi transmitido oralmente, esta orientação parece ter sido mudada estando-se pensando em esquema que aproveite não só estacas que seriam utilizadas no projeto, bem como o bloco de reação seria o próprio bloco de fundação das estruturas, devidamente reforçado onde se fizer necessário.
   Isto posto parece-nos lógico não nos determos demasiadamente nas características do projeto que poderão mudar de acôrdo com a nova orientação.
2. Passamos a seguir a comentar os pontos de maior importância:
   2.1 Especificação de prova de carga em estacas
      2.1.1 Concordamos com os estágios de carregamento especificados: seguem o conceito de que os carregamentos iniciais podem ser maiores sem prejudicar o comportamento da estaca e solo,

a medida que se aproxima da carga de trabalho os incrementos diminuem; a partir da carga de trabalho os incrementos podem aumentar até a condição de rutura ou até que a carga prevista para a prova de carga seja atingida.

Item 06 - Solicitamos também que fossem apresentadas as curvas recalque x tempo para os estágios relativos à carga de trabalho e carga máxima aplicada.

Item 07 - Tendo em conta os custos (diretos e indiretos), de tal prova de carga recomendaríamos a instalação de medidores de recalques em pelo menos tres profundidades de estaca (h/3, 2h/3 e h) para se conseguir melhor aproximação do perfil de deformação da estaca. Além do mais em cada nível seria recomendável que se instalassem 2 medidores para obtenção de melhor precisão e confiabilidade dos resultados.

2.2 Especificação de prova de carga horizontal de estacas

Item 03 - A especificação prescreve que a prova de carga deve ser executada em 7 ciclos de carregamento. Tal procedimento parece tentar simular o comportamento real da estaca quando sujeita aos esforços das estruturas. Indagaríamos porém qual seria a previsão de tempo de duração da prova de carga e em vista disto se não seria possível abreviar em pouco o procedimento.

Além disto seria necessário que a Projetista definisse um deslocamento horizontal limite para poder-se considerar terminada a prova de carga quando a estaca atingisse tal deslocamento.

Item 04 - Não consideramos que seja necessária a execução de ensaios sobre corpos de prova de concreto visando determinação do módulo de elasticidade do concreto pois não nos parece ser possível interpretar a prova de carga utilizando tal dado. Não seriam os ensaios para verificar a resistência do concreto? (recomendamos solicitar esclarecimentos da Projetista).

2.3 Relatório do projeto da prova de carga e desenhos correspondentes.

Face a possibilidade de mudança de modo de execução das provas de carga não procedemos a uma análise mais criteriosa de tais documentos, preferindo esperar para analisar o projeto definitivo.

Cabe entretanto, ressaltar que na documentação apresentada existe a alternativa de utilização de reação por tirantes enquanto que os desenhos não incluem. Qual o critério de decisão utilizado para a escolha do tipo de reação?

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/sb

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-130778

São Paulo , 13 de julho de 1.978

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes , 1001 - 4 º andar
BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Visita a obra - Providencias Imediatas

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Tendo retornado de visita à Usina de Ouro Branco no dia 12 de julho p.p. nos apressamos em enviar estas resumidas recomendações e comentários, a fim de que as devidas providencias possam ser tomadas por VSas,.

2. RUTURA NOS TALUDES NA LAMINAÇÃO

2.1 Visitamos e percorremos em toda a extensão ambas zonas de instabilidade. Indicamos como origem mais provável das instabilidades as sobrepressões-neutras nos drenos , que estão sem duvidas em carga. Tais sobrepressões - proviriam tanto da construção do aterro(ê ainda não dissipadas) quanto-do sobreaterro.

2.2 Como passo inicial indiscutivel recomendamos que todas as trincas aber - tas durante a movimentação sejam fechadas, a fim de impedir que ocasio - nal precipitação chuvosa as preenchha , exercendo altas pressões de agua- no sentido do movimento, e provocando novos grandes deslocamentos dos ta ludes.

2.3 Tendo sido informados na obra de que os poços p 1/1 ; P 1/2 e P 1/3 exis tentes na area da Laminação não tem sido bombeados durante os ultimos me ses (o que poderia ser grandemente colaborante nos motivos da rutura) solicitamos que tais poços , e os adicionais já solicitados , sejam bom- beados diuturnamente , no mínimo , a fim de aliviar as pressões neutras - atuantes nos drenos profundos.

2.4 Pelos motivos expostos no item 1.1 , somos da opinião que passa a ser dis pensavel uma investigação da resistencia do aterro, conforme parece ter sido sugerido na obra .

3. INVESTIGAÇÃO DO ATRITO NEGATIVO NAS ESTACAS TESTE DA LAMINAÇÃO

Tendo sido informados que se pretende abandonar o progama de pesquisa em questão a fim de atender ao cronograma de estaqueamento do Bloo - ming , com autorização inclusive para superdimensionar as fundacoes - em questão , lembramos a VSas., que os cronogramas a atender são suas datas finais e não iniciais .

Como o projeto de fundações em questão venha a ter maior numero de es tacas , dada a falta de informações concretas sobre o atrito negativo seria indiscutivelmente necessário avaliar p prazo adicional de cra - vação de tais estacas e cpaparã-lo com o prazo de termino do programa em andamento.

Indispensavel seria frizar a importancia dos dados a serem coletados- no programa em andamento, não só para as areas dos Laminadores, quan- to para outras areas em aterros - Sinterização por exemplo e as expan soes da Usina.

Sem mais para o momento , subscrevemo-nos

atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/VM/sp

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-AC-040778 IEE-C

18 JUL 1425 009311

São Paulo , 14 de Julho de 1.978

AÇO MINAS GERAIS S/A

Rua Inconfidentes , 1001 - 4º andar

BELO HORIZONTE - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa

Eng. Lúcio Flavio B. Pinheiro

A

ANEXO COM

RECEBEM COPIAS

ISE IEE-C IAB

Ref: Especificação de estacas escavadas de grande diametro para a Aciaria

Projeto de estaqueamento

Prezados Senhores:

I. Damos em mãos o documento nº IBOIOO-A-4003-A que trata do assunto acima-referido que analisamos prontamente e seguem portanto alguns comentários que se fazem necessários.

1º Conforme se sabe, os maiores problemas deste tipo de estacas são:

- permanencia de material solto no funda do furo que pode reduzir enormente a resistencia de ponta da estaca e,
- formação de pelicula (" CAKE") de argila bentonitica entre o concreto e o rolo circundante reduzindo a resistencia devido ao atrito lateral.

2º As especificaçoẽs que temos em maõs parecem ter detalhado suficientemente em operações necessárias para evitar que os problemas acima mencionados venham a ocorrer.

Quanto os problemas de permanencia de material solto recomendariamos que se especificasse operações de limpeza do fundo do furo e que basicamente consistem em operações cuidadosas do trato para trazer à superficie o material solto, sem que nesta opereção se faça escavações adicionais . Para facilitar a operação é necessario introduzir ar comprimido no fundo do furo para resolver a lama suspensão e propiciar sua retirada.

Quanto ao problemas da formação do " CAKE " , o principal modo de se evitar a sua formação e proceder a concretagem dentro de um prazo especificado após a abertura do furo. Costuma-se especificar que a concretagem seja executada antes de duas horas depois de terminada a operação de abertura do furo.

Quanto aos demais itens, parecem atender ao proposto , não merecendo comentários adicionais.

RECEBIDO 18 JUL 1978 ISE

4446 ISE IEE-C FBP no. 6 ARQUIVO

II. Acusamos também o recebimento de 7 plantas de estaqueamento da Aciaria elaboradas pelo Esc. Tec. J.C. de Figueiredo Ferraz que foram rapidamen

te analisadas.

Para melhor analise , entretanto, solicitariamos que nos fosse enviado o memorial de cálculo justificativo de tal estaqueamento.

Chamou-nos a atenção a menção (planta de cargas) de que o peso dos blocos foi considerado para o calculo dos esforços nas estacas. Levando-se em conta o tipo de sub-solo em questão , consideramos poder-se admitir que o peso do bloco é descarregado diretamente no terreno e não nas estacas , principalmente se a concretagem for executada de uma vez só . Em nosso relatório AÇO-G-140378 tal procedimento é justificado .

Sem mais para o momento subscrevemo-nos mui

atenciosamente

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-SI-110778

São Paulo, 17 de julho de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Fundações da Sinterização

Prezados Senhores,

1. Damos em mãos o seguinte material relacionado abaixo:
   Plantas da Leme nºs. 43-16-001; 002 e 009
   Especificações Técnicas para Execução das Fundações do Edifício de Sinterização.
2. O projeto apresentado através destes documentos foi analisado e sobre ele temos o seguinte a comentar:
   2.1 Consideração do atrito negativo
   Procedemos a rápida análise estática e pareceu-nos que a estrutura descarrega sobre as estacas cargas próximas às cargas de trabalho adotadas; o atrito negativo não parece ter sido considerado como carregamento adicional na determinação das cargas sobre as estacas.
   Ao que parece, o critério de projeto adotado pela Leme difere do critério adotado pela Geotécnica. Enquanto esta admite uma carga adicional devido ao atrito negativo e a soma com a carga proveniente das estruturas para comparar o resultado com a carga de trabalho prevista para as estacas, a Leme parece ter admitido que o atrito negativo será absorvido pelas estacas à custa de recalques adicionais e de que as tensões no aço sejam permitidas um tanto maiores que usualmente se adota (ou seja , 1000 kg/cm^2).
   Pelo que se pode estimar, em primeira ordem de grandeza, através da interpretação do resultado da primeira prova de carga a tração que foi executada sobre um perfil H na área da Laminação, o atrito negativo atuante numa estaca tubular de por exemplo 14" atravessando 35m. de aterro chegaria a cerca de 60 t., mesmo tendo a estaca sido pintada com cimento asfáltico, o que,

além de implicar em recalques adicionais, acrescentaria às tensões no aço cerca de 600 kg/cm^2, elevando-as ao valor aproximado de 1600 kg/cm^2, inferior a tensão nominal de escoamento do aço.

Em nosso relatorio AÇO-G-100678 sugerímos a possibilidade de se aceitar tensões maiores no aço, desde que as estacas sejam muito "bem cravadas", ou seja, o acréscimo de tensões provocaria quase exclusivamente deformação elastica da estaca, provocando recalques de pequena ordem e usualmente admissíveis.

Tal aceitação poderia representar grande economia no custo das fundações e o menor prazo para execução das mesmas, desde que criteriosamente estudada.

Solicitaríamos que enviassem cópia do relatório referido à Lemo para enálise e posterior esclarecimento sobre os critérios de projeto adotados.

2.2 Fixação da nega

As especificações prescrevem que a nega deverá ser fixada através de comparações de resultados de provas de carga a serem executadas. Gostaríamos de relembrar que a interpretação dos resultados das provas de carga em estacas que atravessam o aterro deverá ser extremamente cuidadosa, uma vez que durante a prova de carga o aterro poderá estar aplicando atrito resistente sobre a estaca, enquanto que ao longo do tempo poderá aplicar atrito negativo. O programa em estacas teste tubulares provavelmente fornecerá os subsídios necessários para as decisões.

Sugeriríamos que como informações iniciais, fossem interpretados dados de cravação dos perfis metálicos da área da Laminação. Assim se poderá ter idéia da nega necessária, equipamentos utilizados etc.

2.3 Reforço na ponta do tubo

Recomendamos que se especifique um reforço em forma de colarinho interno na ponta das estacas. Seriam duas as finalidades de tal reforço:

- permitir uma cravação mais enérgica até profundidades maiores, com isto conferindo a estaca maior carga de trabalho e de rutura. Como por exemplo podemos citar que em obras da Cosipa chegou-se a majorar em 40% a 50% a carga de trabalho das estacas tubulares depois de adotado o procedimento de reforçar a ponta.
- impedir o embuchamento da ponta da estaca, facilitando a cravação através do aterro. O reforço deveria ter aproximadamente 1" de es

pessura para evitar o embuchamento.

2.4 Recalques diferenciais

Solicitaríamos informação sobre estimativas de recalques diferenciais entre pontos extremos do "Sintering Machine Building", visto que este edifício está locado sobre área cuja topografia original apresentava desníveis de cerca de 20m. entre os extremos do edifício.

Para os blocos do eixo 1 deve-se prever recalques menores que para os blocos do eixo 12 pelos seguintes motivos:

- comprimentos de estaca um tanto menores
- provável diferença do valor do atrito negativo visto que o aterro na área do eixo 1 tem sòmente 15m. de altura e parece ter sido assente em terreno natural com melhores características que na área do eixo 12 onde o aterro além de ter 35m. de altura parece estar assente em terreno compressível.

2.5 Finalmente, consideramos de fundamental importância que fique claro, tanto nas plantas como na especificação, o conceito que norteou o projeto, qual seja: a obrigatoriedade de que as estacas atravessem o aterro buscando apoio em horizonte de solos residuais, a fim de não sofrerem os recalques que o aterro vem apresentando e provavelmente ainda apresentará conforme parecem indicar os dados de controle de recalques.

3. REUNIÃO NA OBRA

Em visita à obra no dia 12 de julho p.p. tivemos oportunidade de participar de reunião com V.Sas. e os Projetistas durante a qual ficaram estabelecidos:

3.1 A nega prevista pela Lone seria de no máximo 25mm/10 golpes e a obra aferiria tal valor em função dos dados aquilatados em outras cravações.

3.2 Sugeriu-se aumentar a espessura dos colarinhos para 3/8".

3.3 Conforme recomendação da obra a pintura betuminosa teria como especificação: Emulsão Asfáltica de Petróleo RR-1C (ruptura rápida catiônica).

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

LG/MC/sb

Geotécnica

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-140778

São Paulo, 18 de julho de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Eng. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Material recebido IEEC-424/78 e IEEC-433/78.
Exame expedito e Providências Imediatas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, passamos a uma rápida análise do material recebido e a solicitar providências quando se fizer necessário.

1. Calculation Sheet e Desenhos do "Blowers and Steam Turbines for Blast Furnace - Blower Turbine Foundation.
   Após breve análise do projeto em questão, e sem entrar no mento dos carregamentos propostos, somos da opinião de que as estacas a serem utilizadas: SCAC ∅ 42cm., se encontram dimensionadas para trabalho abaixo de sua capacidade real de carga.
   O estudo em questão utilizou da formulação de Meyerhof para previsão de capacidade de carga, só utilizando a carga de ponta da estaca, e fixando um comprimento de 8 metros cravados.
   Recomendaríamos que as estacas fossem dimensionadas para carga de trabalho de 90t. (como prática corrente e sugestão dos próprios fabricantes em seu catálogo) e que seu comprimento a ser cravado fosse fixado através de análise dos perfis em questão, lembrando sempre que as estacas prémoldadas tipo SCAC permitem emendas. Uma programação de provas de carga rotineira permitiria comprovar o comportamento das referidas estacas, assim como estipular as negas de cravação a ser utilizadas em obra.
2. Memo 94079 da Geotécnica referente às Fundações do Semi-continuous Billet Mill
   A partir dos parcos dados constantes no referido memo, tomamos a iniciativa de sugerir:
   2.1 Fundações dos pilares:
   Consideramos correta a iniciativa de se estudá-las como fundações profundas.

Quanto à consideração ou não do atrito negativo como carregamento adicional, sugeriríamos que os resultados obtidos do programa de investigação em estacas teste, juntamente com a conceituação discutida em nosso AÇO-G-100678, fossem utilizados a fim de otimizar o projeto em questão, sempre lembrando de que as consequências do carregamento por atrito negativo seriam recalques adicionais a serem impostos à estacaria, recalques estes a serem comparados com os permissíveis. Como premissa básica seria exigir-se cravação para negas apertadas a fim de situar os recalques adicionais, se possível, dentro dos recalques elásticos das estacas.

2.2 Sobrecarga.

Conforme informação dos engenheiros da Davy-Loewy, situando o valor da sobrecarga em 15 t/m^2, lembraríamos que um sobreaterro de 12 m. (por exemplo), com porcentagem de estabilização dos recalques da ordem de 75% provavelmente possibilitaria apoios superficiais nas áreas em questão.

Os orçamentos preliminares demonstram que o custo de uma fundação profunda tem relação com o custo do sobreaterro de 1/40; mesmo incluindo-se na presente análise o custo das fundações superficiais, ao que tudo indica, o sobreaterro seria extremamente vantajoso. Cabe ressaltar também a informação dos engenheiros da Davy de que para "os equipamentos e sobrecarga as limitações de recalques não são muito rígidas".

Não sendo executado o sobreaterro, a magnitude dos recalques provocados pela sobrecarga de 15 t/m^2 depende da data de atuação de tal carregamento em relação ao processo de estabilização dos recalques do aterro. Caberia indagar aos fornecedores de equipamentos quanto à viabilidade de renivelamento dos equipamentos. Conforme salientamos anteriormente, somos da opinião de que vale a pena dar aos equipamentos possibilidade de renivelamento ao invés de projetá-los para fundações fixas e portanto profundas.

3. Com referência as sondagens Recirculação de Água na Sinterização - S70 a S74; temos a informar que constatamos que a nomenclatura dada às mesmas já pertence a outra campanha efetuada e constante do relatório BH-SIN-SP-131/78-1.

Solicitamos que seja esclarecida a nomenclatura em questão, uma vez que as coordenadas coincidem mas o resultado da sondagem não coincide.

4. Desenhos Blast Furnace 1A06 G01-000-G-001-C e 1A06 G02-000-H-019-C; incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.
5. Carta Geotécnica BF-LAM-DS-539/77-8; Sondagem PC-02-AC-SP-66; Sondagem Billet Mill Laminação DP-72 SP-462, 459; Ensaio de Penetração Contínua B14-DEEP-EST-TESTE; Sondagem SPRNA-9B, INAF, MRD, MRC, MRB 9B e relatórios Geotécnica 14A-AT-152/77 junho 78 e 13A-AT-152/77 setor 17 - incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.
6. Sondagens executadas pela Geopesquisa - Coqueria PS17, 11, 8, 7 e 2; e Sistema de Recirculação de Água da Laminação S-5, 4, 2 e 1.
   Voltamos a insistir com V.Sas. que as medições de NA efetuadas não estão sendo estabilizadas, inutilizando qualquer possibilidade de interpretação dos dados de lençol freático por elas fornecidos.
7. Relatório BF-APN-LB-144/78-9
   Ensaios Químicos - Cock Stock House.
   Solicitamos informação quanto a procedência da solicitação do tal ensaio, uma vez que se tratam de solos ácidos com baixo teor de sulfato, conforme era de se esperar, uma vez que já tinham sido analizadas amostras do Alto Forno - vide nosso AQD-AE-060178.
8. Carta SEBBLA - 287/78 - Escritório de Engenharia Industrial e Sistemas de Informações - Fundações.
   8.1 Primeiramente levamos a V.Sas. o fato de que não dispomos de cópias das sondagens referidas (relatório IE-090000-4001-A, furos SP-59A a 63A; SP 65A a 73A). Solicitamos cópia das investigações.
   8.2 A localização dos referidos prédios é em zona de baixas alturas de corte e/ou pequenas alturas de aterro, existindo portanto, provavelmente, uma certa variação das propriedades dos solos ao longo das seções.
   Tal variação, entretanto, poderia ser contornada através da utilização de uma fundação mista para o prédio. Como conceituação básica de uma fundação mista, teríamos a necessidade de compatibilizar o comportamento dos diferentes tipos de fundação (estacas e fundação direta por exemplo), através de uma taxa admissível para os apoios diretos e de uma nega de cravação para as estacas, que condicionassem similaridade de comportamentos. Inexiste, portanto, qualquer necessidade de juntas especiais na estrutura, especialmente identificadas nas zonas de transição a fim de absorver recalques diferenciais causados pela fundação mista.
   8.3 Quanto à necessidade de bombeamento, primeiramente teríamos que com

provê-la através do poço profundo solicitado pelos Projetistas, mas mesmo que necessário, recomendaríamos que fosse feito através de ponteiras situadas em cota inferior às cotas de apoio direto, a fim de criarmos gradiente e forças de percolação no sentido de cima para baixo impedindo assim qualquer perda de resistência do terreno de apoio direto.

8.4 Recomendamos, em caráter preliminar sem dispor das sondagens, a reconsideração sobre a utilização de fundação mista, uma vez que não caberia forçar um estaqueamento na zona de corte, através de pré-furos, etc.

9. Memo IOC 898/78 - referente N.A. Sinterização
Anexados aos estudos em andamento.

10. Carta Franki DT/84-78 - incorporado aos nossos arquivos.

11. Memo ACOMINAS IEF-237/78 referente:
Estudo Preliminar do Lençol Freático Estabilizado Após a Terraplenagem da Area da Usina.
Considerando-se que o relatório final da Projetista Hidroservico (REP 17/78)segue exatamente o relatório preliminar já discutido com V.Sas., reportamo-nos ao nosso AQM-G-060678 para comentários cabíveis e necessários.
A conclusão apresentada quanto as altas sobrepressões neutras do solo compactado e sua importância superior à posição do lençol freático final, em termos de adequabilidade e recalque residual das fundações das estruturas, parece discordar dos estudos que a Projetista Geotécnica e este escritório vem executando sobre os recalques do aterro.
A instrumentação já instalada no aterro parecem indicar que este tem seus recalques relativamente "instantâneos" enquanto que a fundação dos mesmos é que se encontra em processo de adensamento.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/sb

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-G-170778

São Paulo, 20 de julho de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

GEOTECNICA

Ref. Material recebido IEEC 438/78
Exame expedito - Recomendações iniciais
Providências Solicitadas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebidos através da remessa acima epigrafada, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

1. BFG - GASHOLDER
Desenho PR 168/78-54 de Locação das Estacas juntamente com o Basic Design Data for Foundation (anteriormente recebido).
Após análise do material e sem dispor do Memorial de Cálculo elaborado pela firma Projetista, servimo-nos deste para encaminhar os seguintes comentários:

1.1 Solicitaríamos informação dos Projetistas se foram estudadas alternativas em estacas premoldadas para a área (inicialmente consideradas viáveis desde com espaçamento, prefuro, etc. devidamente estudados).

1.2 Verifica-se nos dados fornecidos pelo Fabricante que os recalques absolutos e diferenciais permissíveis da estrutura são "apertados". Em subsolo de área de corte, com indicação de provável variação de comprimento de estacas entre extremos da obra (sentido N-S), os recalques eventualmente estimados pela Projetista poderiam não atender aos requisitos (conforme mencionado não dispomos do Memorial de Cálculo). Ao mesmo tempo observa-se na partição dos carregamentos para a fundação, que uma parcela considerável diz respeito ao carregamento através de ventos; parcela esta que poderia ser excluida das estimativas de recalques devido às suas características "instantâneas" e probabilidade de ocorrência. Caberia também, se for o

caso, solicitar ao fabricante a cronologia de construção da estrutura e, principalmente, a partir da qual data tais recalques permissíveis devem ser considerados.

1.3 O projeto apresentado parece não incluir as fundações das estruturas secundárias circundantes ao Gasholder, ou seja, os Grease and Water Drain Pits; a Grease Station, a Grease Supply Control Room, o External Elevator e os Drain Pits Type A e B.

1.3.1 Considerando-se as sondagens SP 049A e 050A - GAS/12.2 que se situam entre a área de locação do External Elevator, Grease Station e Grease Supply Control Room, recomendamos fundação direta para as estruturas em questão, com tensão admissível maior ou igual a 3 kg/cm^2, a ser otimizada em relação ao projeto estrutural dos itens.

1.3.2 Para os Grease and Water Drain Pits e Drain Pits Type A e B, o apoio em fundação direta deve ser possível, uma vez que as mesmas são estruturas leves, cheias de líquidos ou materiais de densidade menor do que o solo atuante à determinada profundidade.

1.3.3 Para o Gas Inlet and Outlet, a tensão admissível para o apoio direto indicada no desenho PR 168/78-54 nos parece baixa, podendo ser avaliada em até 3 kg/cm^2, pois o subsolo apresenta SPT = 21 na profundidade de projeto, caso a otimização do projeto utilize com vantagem esta maior capacidade portante do solo.

1.3.4 Solicitamos informação quanto a finalidade da estrutura adjacente e localizada ao lado da SP-046 GAS uma vez que sua fundação por estacas não justificaria um Grease and Drain Pit conforme o General Plan indica.

1.4 Caso qualquer rebaixamento de lençol freático se faça necessário, reiteramos nossas indicações e solicitações de que o mesmo seja feito através de ponteiras instaladas em profundidade bem inferior ao arrazamento dos blocos e/ou sapatas a fim de não permitir o afofamento e a consequente perda de capacidade de carga dos solos. Recomendamos que tal observação seja incorporada ao desenho de projeto a fim de melhor fornecer à obra as indicações básicas de projeto.

1.5 Instrumentação

Com base na capacidade portante do solo na área somos de opinião de que o projeto apresentado seria otimizado caso se utilizasse o

conceito de "piled-raft", com a introdução de estacas como elementos redutores de recalque e para tal não se cravaria as estacas até condição de nega "essencialmente zero" a fim de possibilitar a partição de cargas.

Mesmo considerando que na materialização do projeto conforme apresentado as estacas serão cravadas para penetrabilidades baixas a fim de sustentar "todo" o carregamento imposto, sugerimos que se instalassem algumas células de pressão ou de deformação (strain gages) para avaliar a partição de cargas que eventualmente ocorrerá, assim como acompanhar os recalques da estrutura através de pinos solidarizados à base da fundação (por exemplo). Tal informação possibilitará otimizar o conceito do Future Gasholder a ser construído nas adjacencias.

2. COG GASHOLDER

Desenho PR 168/78-55 da Locação das Estacas, juntamente com o Basic Design Data for Foundation (anteriormente recebido).

Após análise do material, e sem dispor do Memorial de Cálculo elaborado pela Projetista, servimo-nos deste para encaminhar os seguintes comentários:

2.1 O Cog Gasholder se situa em zona de aterros de pequena profundidade com vestígios de limpeza do terreno anterior à compactação relativamente mal executada (conforme sondagens SP 036A a 044A - GAS/12/2).

2.2 Cabem os comentários apresentados para o BFG Gasholder e constantes do item 1 do presente relatório, ressaltando-se que as fundações das estruturas adjacentes mereceriam maiores atenções. Sugeriríamos para fundação destas, caso se fizer necessário, o processo de substituição de solo, com escavação e recompactação criteriosa do subsolo até profundidade equivalente a menor dimensão da base da estrutura (teoria de dissipação de tensões em maciços) e posterior apoio direto das bases.

3. Memorando 94089 da Geotécnica e Desenho PR 168/78-56 referentes - Poços de Bombeamento - detalhe típico.

Damos em mãos o projeto apresentado e apresentamos os seguintes comentários:

3.1 Conforme apresentado em nosso AÇO-G-060778 caberia à Projetista materializar uma sistemática de leituras dos bombeamentos uma vez que a eles caberá a interpretação dos dados baseados obviamente em teorização previstas e discutidas de antemão.

3.2 Quanto às locações dos poços, em relatórios anteriores (sintetizados no AÇO-G-060778) apresentamos a filosofia a seguir, assim como uma locação aproximada de um número inicial mínimo de poços. Novos poços deveriam ser executados caso o acompanhamento dos efeitos do bombeamento (aceleração dos recalques do aterro e sobre aterro das áreas) viesse demonstrar sua validade e/ou necessidade. Quando de nossa última visita à obra, no dia 12/07/78 p.p., quando visitamos o local dos escorregamentos ocorridos na área dos Laminadores, reiteramos nosso pedido de bombeamento contínuo dos poços existentes e execução imediata dos demais, visando inclusive ajudar a estabilizar os taludes em questão (vide nosso AÇO-G-130778).

Tal medida deveria ser sempre tomada pela Obra, obviamente dentro de filosofia definida, a fim de ser dinâmica conforme a própria Obra, através das etapas a cumprir, o exige. Para tanto os Engenheiros Residentes, tanto da Obra quanto da Projetista, podem contar com o apoio deste escritório através, inclusive, de contato telefônico.

3.3 Quanto aos métodos executivos, somos de opinião que tal decisão deve ser também tomada pela Obra, que melhor conhece as sistemáticas de trabalho, os equipamentos, as eficiências dos equipamentos das diferentes Executoras, sempre tendo em mente a importância de se iniciar a furação e bombeamento dos poços imediatamente.

3.4 No que diz respeito ao Detalhe Típico apresentado:

3.4.1 Não vemos necessidade do comprimento todo do poço ser projetado com características filtrantes, uma vez que se tenciona atingir os drenos profundos e usufruir da sua grande permeabilidade, em relação à permeabilidade do aterro, para drenar grandes áreas. Assim, os drenos não teriam necessidade de ser executados com características filtrantes em toda sua profundidade.

3.4.2 Pelos motivos anteriormente descritos, os filtros devem atingir obrigatóriamente os drenos profundos.

4. Loading Data for Blower House, elaborado pela Kawasaki Ind.

Aguardaremos os projetos básicos e investigações de campo para melhor análise das soluções. Solicitaríamos informação de que campanha de investigações de subsolo se acha em andamento para a área, assim como o número do pacote que a compreende (seria pacote D-10?).

5. Carta CBC eng. GP-TA-E-050/78 - Projeto das Fundações e Estacas.
   A zona em questão, abrangida pelas sondagens S7 a S59 do relatório BH-417/77 da Geotécnica, se situa em zona de cortes. A capacidade portante do solo em questão tem uma certa variação dentro da área devido às inescapáveis heterogeneidades de um solo residual.
   De posse dos carregamentos e recalques permissíveis da estrutura, poderíamos colaborar com V.Sas. e com os Projetistas no sentido de otimizar os projetos de fundação em questão, que mesmo sem dispor dos itens mencionados, supomos que possam ser estudados em apoio direto. No caso dos recalques estimados serem superiores aos permissíveis pela estrutura o projeto seria otimizado através da introdução de estacas como elementos redutores de recalques.
6. Carta Schldemann - Siemag SMS-AÇO-037 - referente Load Plans HSM and MSM.
   Tivemos oportunidade de discutir pessoalmente os tópicos com V.Sas., a Projetista Geotécnica e o Dr. Hinckeldey em Belo Horizonte, no dia 17 de julho p.p.
7. Desenhos 1C07 A01-B-1008 a 1012-A; 1C04 A01-B-1022A; 1C04 A01-B-1008 a 10011B - incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.
8. Memo IOC/1 - 954/78, AF; Relatório BH-LAM-SP-539/77-14; Sondagem PC-05-AC/AC - 102; Sondagem PC-07-AC, S48AC; Sondagem Coqueria Bore Holes FS-4 e FS-3; Desenho Terraplenagem - 1F01000-D-4087-A - incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.
9. Especificação de Prova de Carga em Estacas 1B01Z00-A-4000-A; 4004-A; 4006-A; 1B01D01-G-4000 a 4003.
   Vide nossos relatórios AÇO-AC-040778 e AÇO-AC-130778.
10. Tomamos a liberdade de reiterar solicitações anteriormente encaminhadas e ainda pendentes, as quais, em nosso ponto de vista, seriam importantes para as análises em andamento.
    10.1 Dados sobre o caminhamento do bate-estacas, datas de concretagem, etc da Coqueria - vide nosso AÇO-CQ-040778.
    10.2 Dados de cravação das sete estacas teste metálicas cravadas na área dos Laminadores - vide nosso AÇO-LM-190678 e AÇO-G-100678.
    10.3 Memória de Cálculo do Projeto de Fundações da Área da Aciária - vide nosso AÇO-AC-130778.
    10.4 Memória de Cálculo do Projeto de Fundações da Área da Sinterização - vide nosso AÇO-SI-110778.
    10.5 Dados básicos (cargas, recalques permissíveis e corte esquemático das estruturas) das áreas de Oficinas de Manutenção.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente

LG/sb

anexo = sua via da remessa assinada.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

p/ ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-G-180778

São Paulo, 20 de julho de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

GEOTECNICA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Material recebido IEEC 251/78 -
Exame expedito - Recomendações iniciais -
Providências solicitadas.

Prezados Senhores,

Tendo recebido material de diferentes áreas da Usina, apressamo-nos a um exame expedito do mesmo, servindo-nos deste relatório para encaminhar a V.Sas. nossas recomendações iniciais assim como solicitar providências que se façam necessárias.

1. Carta Nordon NAC-036/78 - referente Pacote D-04; Fábrica de Oxigênio.

1.1 Infelizmente o lay-out encaminhado com a correspondência, não veio completo em nossa via. Solicitamos nova cópia do mesmo.

1.2 Os recalques apresentados se restringem aos recalques diferenciais entre colunas do edifício. Não parecem ter sido enviados os recalques permissíveis para os equipamentos mas, conforme indicado na nota 4 da referida correspondência, as "estruturas são totalmente desligadas das bases dos equipamentos com junta do tipo seca".

Caberia solicitar ao Fornecedor a magnitude destes recalques assim como informação de a partir de que etapa de montagem seriam restritos os recalques permissíveis de cada equipamento.

1.3 As sondagens executadas na área, apresentadas no relatório BH 506/77 da Geotécnica, demonstram se situar a área em zonas de corte com altos índices SPT a baixas profundidades.

O projeto das fundações em questão poderia usufruir de tal característica ou através de apoio direto (caso as estimativas de recalque o permitam) ou através da introdução de estacas premoldadas como elementos redutores de recalques.

1.4 Ao que tudo indica as escavações a serem executadas serão essencialmente a seco, mas caso algum bombeamento se faça necessário recomendamos que seja executado através de ponteiras profundas - vide item

1.4 de nosso AÇO-G-170778.

2. Ata de Reunião de 10/07/78 entre AÇO-GEOTÉCNICA

2.1 Pacote A-06 - Provas de Carga em estaca barrete instrumentada. Recomendamos atenção aos nossos relatórios anteriores sobre o específico assunto - AÇO-G-220578 e AÇO-G-070678, assim como os relatórios elaborados para a Aciária - cujas estacas escavadas circulares são essencialmente iguais a estacas barretes - AÇO-AC-040778 e AÇO-AC-130778.

2.2 Pacote D-02 - vide nossos comentários nos itens 1 e 2 do AÇO-G-170778.

3. Desenhos 1C08 A01-J-1002-B; 1D02 B00-G-4001-A; 1D02 A00-G-4001-A; 1C01 A02-B-1001-B; 1C01 B04-B-1000-A; 1C01 B02-B-1001-B; 1C01 B02-B-1005 a 1009 B; 1C01 B02-B-1013-A, 1021-A, 1026-A, 1031-A, 1032-A - incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

4. Relatórios BH-CIV-SP-171/78-7; CIV-SP-171/78-2; COQ-SP-158/78-8; CIV-SP-171/78-5; CIV-SP-171/78-6; ACI-SP-191/78-1; MDR-SP-154/78-2; MEMO IEEC-264/78 - incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

Sem mais para o momento subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C L

p/ ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

anexo = sua via assinada da remessa.

LG/sb

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-210778

São Paulo, 21 de julho de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

GEOTÉCNICA

Ref. Instrumentação das Fundações e Aterros da Usina.

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Tendo sido solicitados por V.Sas., servimo-nos deste para apresentar nossas considerações genéricas sobre a instrumentação das bases de fundações e dos aterros da Usina.

Inúmeros relatórios anteriormente enviados discutem particularizadamente o assunto ora apresentado.

2. INSTRUMENTAÇÃO: AONDE E PORQUE INSTALAR

Instrumentação propriamente dita é um meio para um fim, um método de obter informação e dados que necessitam ser interpretados através de teorias consagradas.

Sua intenção é: prevenir contra eventuais problemas, fornecer dados necessários para a solução de um problema já existente ou de pesquisa pura. Algumas vezes, como é o caso da Usina de Ouro Branco, a motivação de uma instrumentação é uma combinação de pesquisa básica associada a aplicações práticas imediatas.

3. QUE PARÂMETROS PODE-SE MEDIR

Apesar do grande número de casos aos quais uma instrumentação pode ser útil, as variáveis físicas passíveis de serem medidas diretamente não são tantas.

As grandezas que mais se comulmente observa seriam:

a- movimentos horizontais e verticais de estruturas e movimentos de um maciço;

b- pressões neutras em terrenos naturais, barragens ou contactos entre estruturas;

c- tensões ou deformações e cargas em elementos estruturais;

d- pressões de terra nos contactos entre solo e estrutura.

Vários outros parâmetros podem ser medidos como vibrações, temperatura, dependendo do objetivo específico da instrumentação.

3.1 Medidas de deformações e deslocamentos:

Práticas modernas de topografia permitem determinar com precisão suficiente os recalques e inclinações de estruturas assim como deslocamentos horizontais e verticais de pontos na superfície de terrenos.

Deformações dentro de maciços podem ser medidas com confiança através de inclinômetros, extensômetros e medidores de recal - que profundos: magnéticos, hidráulicos ou inductivos.

3.2 Medidas de pressões neutras:

Considerando-se que pressões neutras são uma das mais importantes variáveis em problemas de Mecânica dos Solos, muito se dedicou a sua observação; existem na praça uma enorme variedade de instrumentos e de técnicas de leitura, indo desde simples tubos até sofisticados transdutores elétricos.

A técnica e equipamento a ser utilizado depende de requisitos específicos como: tempo de resposta, simplicidade de funciona - mento, estabilidade a longo prazo ou possibilidade de leituras a distância, robustez, necessidade de precisão, etc.

A compressibilidade do equipamento não tem, em geral, influência significativa na medição de pressões neutras. Instalações em furos de sondagem são mais complicadas devido à imposição de que uma selagem hidráulica adequada deve ser feita em torno dos ca - bos e tubos conectados ao piezômetro. Modernamente se tem utilizado bentonita ou bentonita-cimento para bem executar a selagem.

Conforme vimos é possivel medir-se corretamente a pressão neutra mas o que geralmente não se sabe é aonde medir a pressão neutra, especialmente em solos residuais com percolações preferenciais através de fraturas, descontinuidades, etc.. da rocha matter. Assim, caso os problemas fossem de estabilidade de taludes, por exemplo, caberia localizar corretamente os piezômetros através de investigações iniciais de perda d'água.

3.3 Medidas de cargas e de deformações em elementos estruturais:

A fim de melhor avaliar o comportamento de muitas estruturas ou para estudar a segurança de um projeto em suas diversas etapas construtivas, temos que medir forças, tensões e deslocamentos nas estruturas.

Se partes físicas da estrutura podem ser separadas a fim de permitir a instalação de células de pressão, poderemos medir forças diretamente. Caso contrário, é necessário instalar "strain gages" ou "stress meters" para poder calcular as tensões ou cargas atuantes na estrutura.

Deformações na superfície de estruturas podem ser medidas com boa precisão utilizando "strain gages" elétricos ou mecânicos. No caso de estruturas em concreto pode vir a ser necessário medir as deformações dos ferros de armação, sendo portanto utilizado um aparelho embutido na massa de concreto.

Projetos nos quais a instrumentação é implantada nos elementos estruturais antes da aplicação da carga são mais fáceis de zerar e permitem maior confiança nas leituras.

3.4 Medidas de pressões de terra:

O principal fator a considerar quando se planeja medir pressões de terra é que a mera presença do equipamento irá inexoravelmente alterar o campo de tensões no local a não ser que o equipamento tenha as mesmas características de deformação do que o solo circundante. Se o instrumento for mais rígido ele irá atrair maior carregamento e assim superestimar as pressões; caso contrário irá subestimar as pressões atuantes. Como é quase impossível compatibilizar a compressibilidade do medidor com a do solo, o procedimento geralmente utilizado é empregar instrumentos de grande área em relação à sua espessura, e mesmo assim usar fatores de correção empíricos.

As pressões de terra nos contatos entre solo e estrutura, podem ser medidas com sucesso desde que os equipamentos satisfaçam certos critérios básicos e sejam instalados adequadamente. É muito importante que os instrumentos estejam perfeitamente nivelados com a superfície sobre a qual se deseja medir as pressões a fim de não introduzir efeitos paralelos nas medições.

4. TIPOS DE INSTRUMENTAÇÃO

A filosofia básica sugerida seria a de utilizar sempre o tipo de equipamento mais simples que permita obter com confiança os dados necessários. Assim, sistemas mecânicos e hidráulicos são mais recomendáveis, enquanto que equipamentos mais sofisticados se aplicam a casos especiais de difícil acesso para observação, etc..

No caso específico da Usina de Ouro Branco temos sugerido, através de i-

números relatórios anteriores, que se obtenha dados de:

4.1 partição de cargas entre bases de radiers e estacas (caso do Alto Forno, Chaminé da Coqueria, Coqueria, etc.)
Tais projetos de fundações foram executados sob conceituação de fundação profunda, com elevado número de estacas. Mesmo assim, somos da opinião de que valeria quantificar a partição ou não de cargas no contato solo/estrutura, para otimização de projetos futuros sob conceituação de estacas como elementos redutores de recalques (piled-raft).

4.2 recalques das estruturas a fim de se posicionar perante os Fornecedores e seus rígidos critérios de projeto.

4.3 carregamentos realmente atuantes nas bases de fundações, a fim de melhor se posicionar perante os Fornecedores para os projetos futuros de expansão da Usina.

4.4 recalques dos aterros a fim de acompanhar sua estabilização.

4.5 pressões neutras nas fundações dos aterros a fim de avaliar a estabilização dos recalques provocados pelos aterros e sobreaterros.

4.6 temperatura realmente transmitida ao subsolo, no caso especial da Coqueria, a fim de melhor se posicionar perante os projetos futuros de expansão.

5. Certos de ter apresentado um resumo sobre a filosofia de uma Instrumentação, assim como das grandezas típicas a serem observadas na Usina compete às Projetistas elaborar Projetos de Instrumentação, devidamente acompanhados de sistemáticas de leituras e de metodologia prevista para interpretação dos dados, a fim de que possamos dar início aos programas propostos.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

p/ ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

VM/LG/sb

Bco. Obra. IEE-C

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-250778

São Paulo, 25 de julho de 1978.

ANEXO COM
ISE
RECEBEMOS COPIAS
ISE IEE-C ISA

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Material Recebido IEE-C 466/78.
Exame expedito - Recomendações iniciais -
Providências solicitadas.

Prezados Senhores,

Tendo recebido material de diferentes áreas da Usina, apressamo-nos a um exame expedito do mesmo, servindo-nos deste relatório para encaminhar a V.Sas. nossas recomendações iniciais assim como solicitar providências que se façam necessárias.

1. Basic design data for foundation COG and BFG GASHOLDER - já dispunhamos de tais dados; vide em nosso AÇO-G-170778 itens 1 e 2 nossas considerações sobre as estruturas em questão.
2. Especificações para execução de estacas barrete - incorporadas aos nossos arquivos para uso oportuno.
3. Ata de reunião nº 007 do dia 12/07/78.
   Em nosso relatório AÇO-G-130778 reposicionamos a importância do bombeamento profundo.
4. Ata reunião EXATA 78/45 - AÇO-051/78
   Encaminharemos relatório em separado.
5. Relatórios de sondagens: BH-LAM-SP-539/77-15; BH-LAM-SP-539/77-1; Sondagem - CROQUIS - EPC - SCALE - INA - 01, SP-03; Sondagem Laminação C8B, MRD-8B, MRC-8B, SP-RNA-8B, MRB-8B, INA-F-2B, MRD-2B, MRC-2B, MRB-2B, SPRNA-2B; Relatório RT-12-PR 168/78 - incorporados em nossos arquivos para uso oportuno.
6. Memo IOC-1-984/78-AF; Folha INA S Zambell; Folha Medidor de Recalque - incorporados aos nossos estudos.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

5019

IEE-C

anexo* sua via da remessa.

RECEBIDO
02 AGO 1978

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

p/ ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/sb

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

065

IEE-C

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-240778

São Paulo, 25 de julho de 1978.

04 AGO 1440 010582

ANEXO COM

RECEBE-AM COPIAS

ISE | IEE-C | ISA | Geo-Obra

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Resultados Parciais do Programa Genérico
de Investigações em Cortes e Aterros.

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Damos em mãos as folhas de campo de 6 provas de carga sobre placa em área de corte e 1 prova de carga em área de aterro, todas de diâmetro = 80cm., realizadas conforme instruções em nossos relatórios AÇO-G-010977 e AÇO-G-050977.

2. RESUMO DAS CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

2.1 Conforme discutido anteriormente em reunião havida na Obra, o perfil de subsolo (conforme representado pelas sondagens através de seus indices SPT), tem apresentado propriedades mecânicas, obtidas através da prova de carga, diferentes do que seria razoável esperar.

2.2 Tudo indica que os trabalhos nos platôs da Usina levaram a camada superficial do terreno às condições não representativas. Na referida ocasião recomendamos que se removesse os 2 metros superiores do terreno a fim de ensaiar solo em condições representativas. Sugerimos que as demais provas de carga sejam suspensas até que os resultados das provas de carga executadas de acôrdo com a orientação, de escavar-se sejam analisados.

2.3 A análise interpretativa dos resultados disponíveis até o presente momento indica uma enorme variabilidade dos resultados obtidos.

2.4 O Programa Genérico conforme proposto inicialmente é ainda, no nosso ponto de vista, imprescindível tanto para os projetos em andamento quanto para as expansões futuras.

2.5 Recomendamos contacto com a Executora a fim de solucionar os problemas apresentados nos testes iniciais e otimizar os testes futuros.

RECEBIDO
04 AGO 1978
ISE
SECRETARIA

5/13
ISE
IEE-C
IEE-N/ARQUIVO

3. ÁREAS DE CORTE E ATERRO

Até o presente momento dispomos de ensaios executados nas tres subdivisões apresentadas em nosso relatório inicial, ou seja, "baixa resistência", "média resistência" e "alta resistência"; sempre vinculados ao índice SPT da sondagem vizinha.

A interpretação da prova de carga tanto através dos deflectômetros instalados na placa quanto através dos deflectômetros instalados sobre as hastes inseridas no bulbo de tensões tem demonstrado:

3.1 Em inúmeros casos o parâmetro típico retro-analisado da prova de carga - módulo de deformabilidade E - tem sido inferior quando calculado pelas leituras de haste em relação às leituras na placa. Tal fato é de difícil compreensão. Logicamente, admitindo o solo homogeneo os valores conseguidos através dos dois caminhos deveriam ser iguais, porém devido à menor incidência de erros provenientes de problemas de instalação é comum que o módulo de deformabilidade determinado a partir das leituras das hastes seja pouco maior que o determinado diretamente com os dados da placa. Daí a vantagem de se introduzir as hastes.

3.2 Em algumas das provas de carga, o módulo de deformabilidade apresentou-se crescendo com as pressões aplicadas, até determinado nível de tensões, tanto pelas interpretações tradicionais quanto pelas que utilizam as leituras das hastes. Tal fato demonstraria um mal preparo da cava e/ou uma falta de aderência da haste ao solo nas profundidades de instalação.

4. INTERPRETAÇÃO DAS PROVAS DE CARGA

Apresentamos em anexo, em caráter preliminar os gráficos interpretativos das provas PC-01-AC, PC-01-SIN e PC-05-AC.

Estamos preparando os gráficos interpretativos das demais e tão logo estejam prontos serão enviados a V.Sas. em forma definitiva.

Enviamos também um quadro resumo do andamento da execução das provas de carga.

A interpretação dos referidos ensaios foi efetuada nas seguintes etapas, para determinadas pressões aplicadas:

4.1 Por retro-análise tradicional das leituras de deformações da placa rígida;

4.2 Por retro-análise das leituras das deformações das hastes inseridas no bulbo de tensões da placa;

4.3 Por análise introduzindo-se correção devido às deformações iniciais assumidas, inerentes ao processo de instalação das placas e deflectômetros (vide figura anexas)
A partir da introdução de tal correção chegou-se a valores e comportamentos compatíveis com o que seria de se esperar, mostrando a importância que se deve ter com os cuidados de interpretação. Mesmo com a correção ainda se nota pequenas variações provavelmente decorrente de pequenas imprecisões de leituras.

4.4 Na interpretação da PC-01-SIN apresentamos em pontilhado nossa dúvida quanto à primeira série de leituras.

4.5 Na interpretação da PC-05-AC aparece anomalia entre as leituras de deformações da placa e das hastes em relação às interpretações. Enquanto a leitura das hastes indicaria "rutura" do solo com consequente diminuição do módulo de deformabilidade, a retro-análise das leituras de placa (também indicativas de rutura) indicaria um módulo de deformabilidade essencialmente constante, representativo de comportamento tensão-deformação linear.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de certos problemas principalmente devido à instalação da placa e das hastes que vem requerendo interpretação cuidadosa, está se conseguindo resultados valiosos para a determinação dos parâmetros de deformabilidade do solo.

Recomendamos porém que sejam estudadas as prováveis causas de tais problemas (instalação da placa, das hastes, dos deflectômetros, encharcamento do terreno, etc.) que influem principalmente nas leituras iniciais, para que quando da execução de novas provas de carga, estes problemas sejam minimizados.

Recomendamos ainda que no caso do fornecimento dos dados das provas de carga para Projetista, se chame a atenção da necessidade de uma interpretação cuidadosa, senão se correrá o risco de determinar parâmetros de deformabilidade bem inferiores do que realmente são, podendo acarretar superdimensionamento de fundações.

Colocando-nos à V. inteira disposição para quaisquer outros esclarecimentos subscrevemo-nos mui

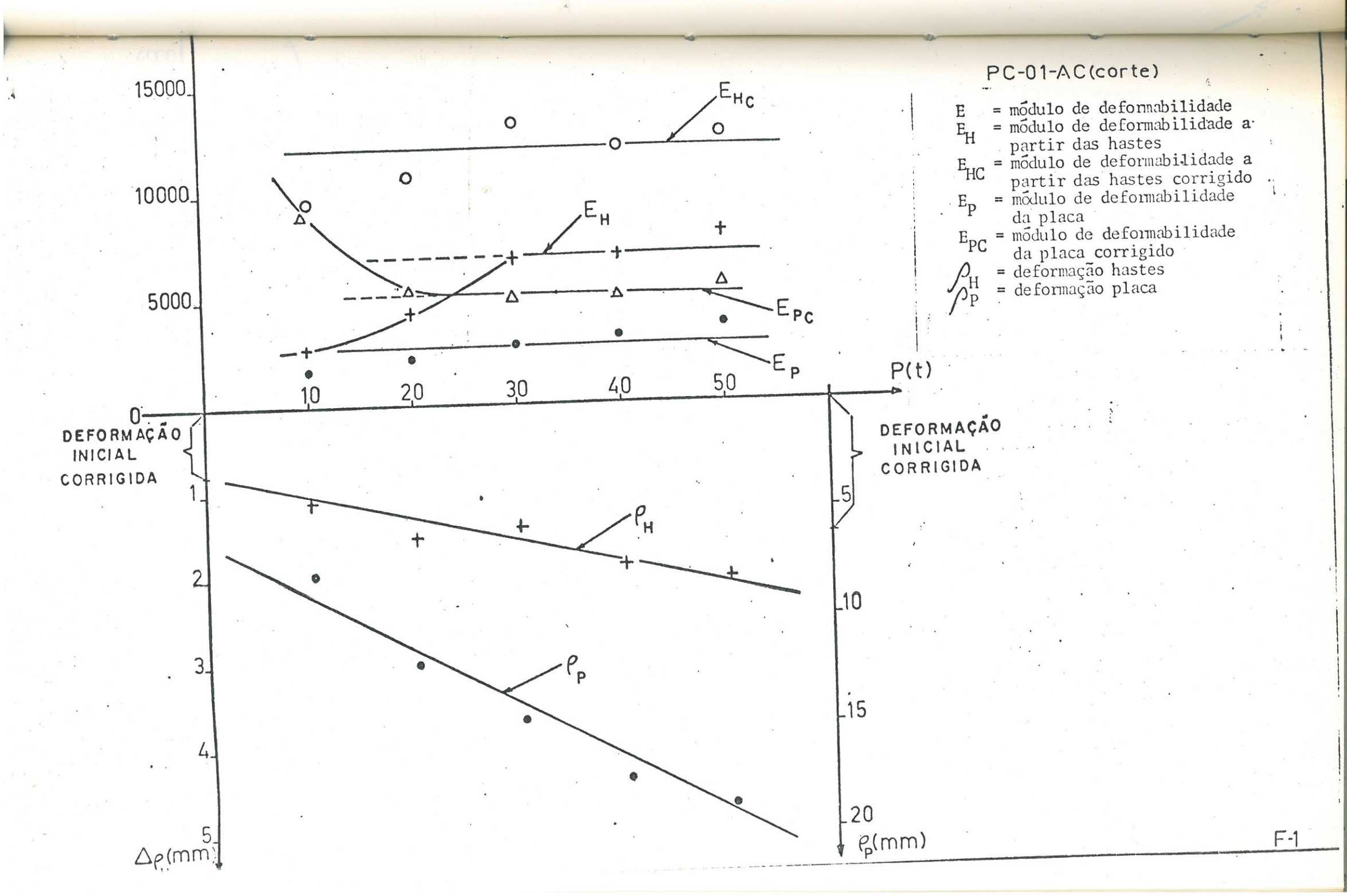
Atenciosamente,

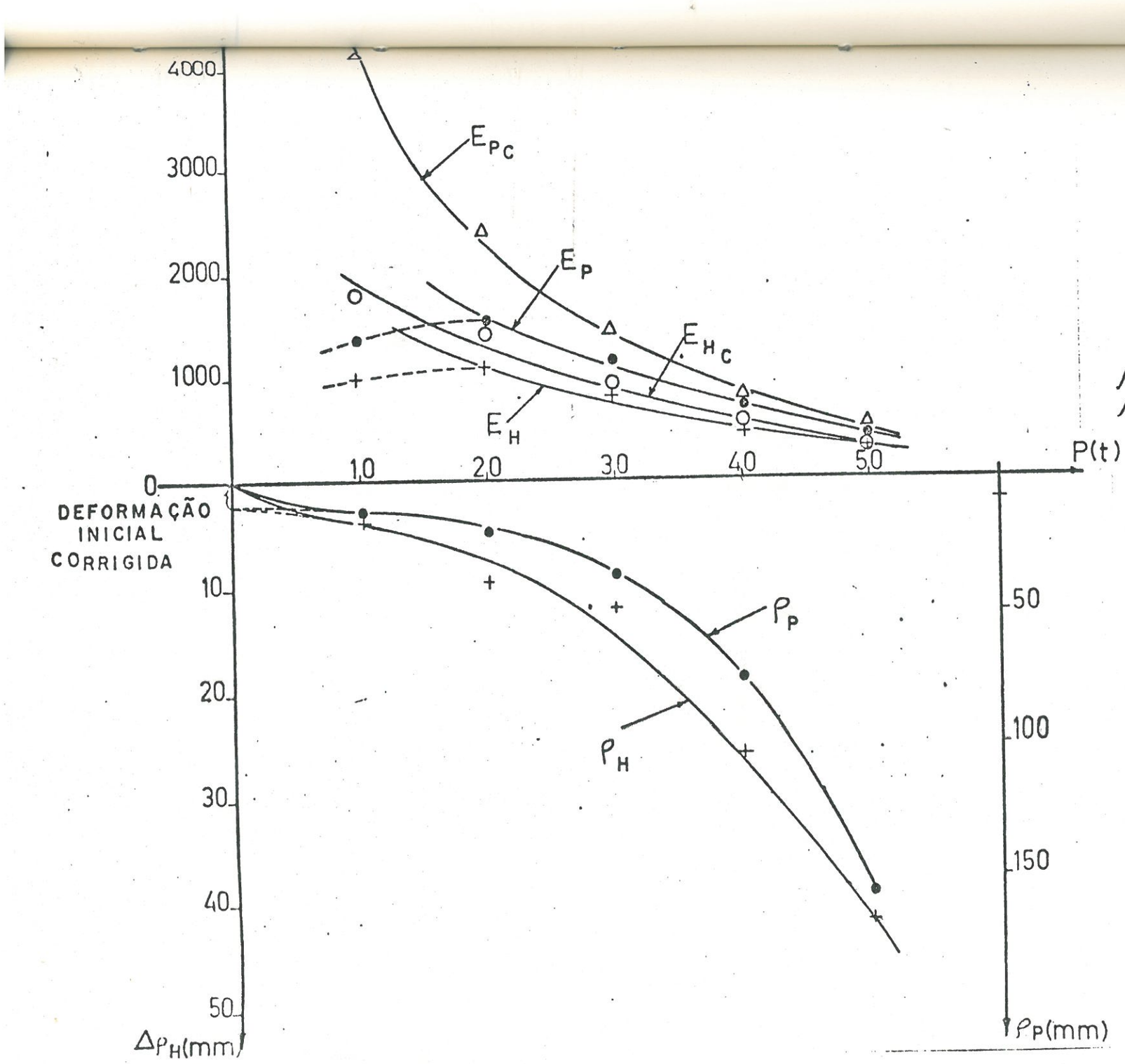
VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

anexos = 8 gráficos.

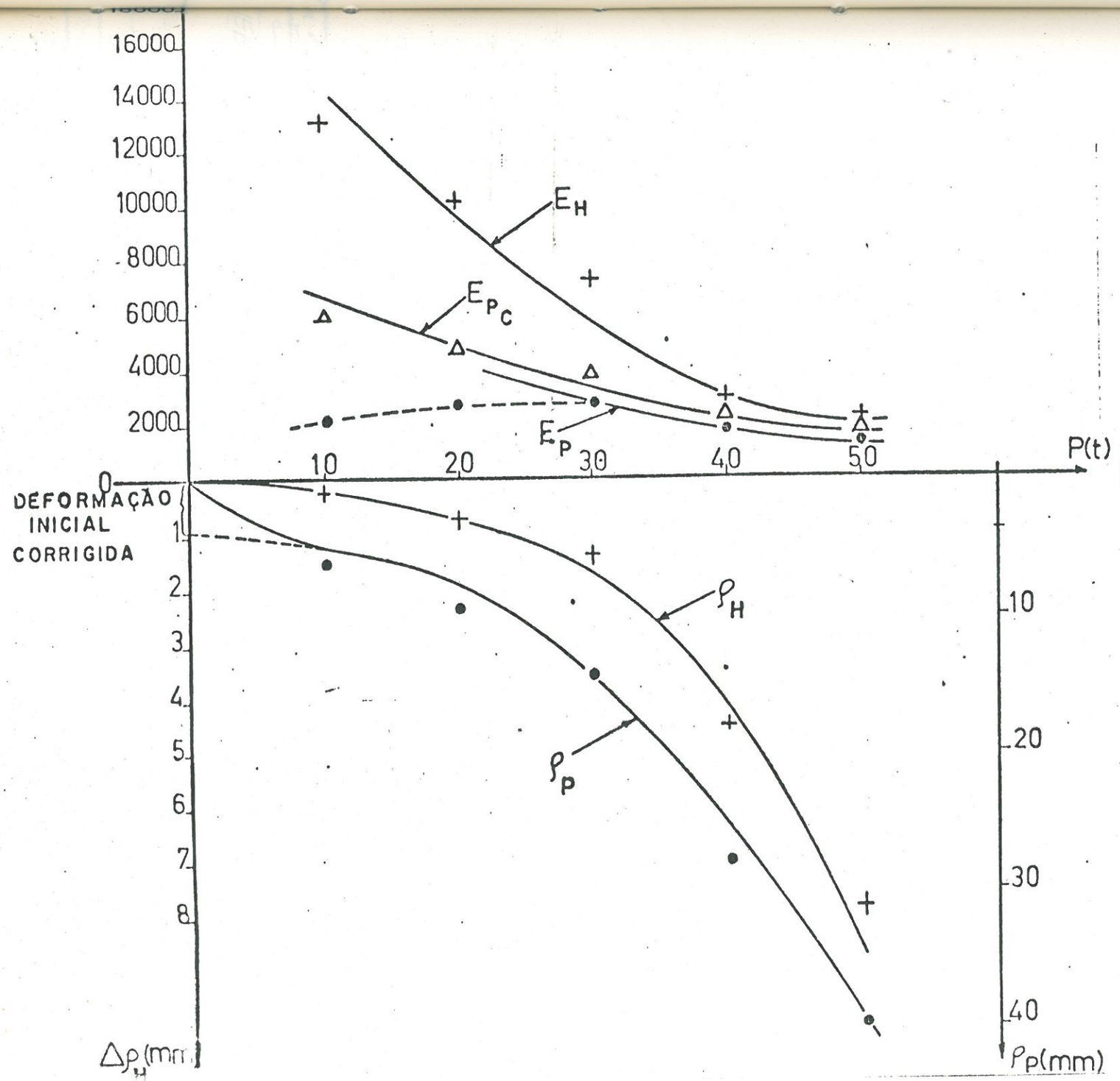
LG/MC/sb


PC-01-AC(corte)
E = módulo de deformabilidade
E_H = módulo de deformabilidade a partir das hastes
E_HC = módulo de deformabilidade a partir das hastes corrigido
E_P = módulo de deformabilidade da placa
E_PC = módulo de deformabilidade da placa corrigido
ρ_H = deformação hastes
ρ_P = deformação placa
15000
10000
5000
0
E_HC
E_H
E_PC
E_P
10
20
30
40
50
P(t)
DEFORMAÇÃO INICIAL CORRIGIDA
1
2
3
4
5
ρ_H
ρ_P
Δρ(mm)
DEFORMAÇÃO INICIAL CORRIGIDA
5
10
15
20
ρ_P(mm)
F-1



PC-01-SIN(aterro)

E = módulo de deformabilidade
E_H = módulo de deformabilidade a partir das hastes
E_{HC} = módulo de deformabilidade a partir das hastes corrigido
E_p = módulo de deformabilidade da placa
E_{PC} = módulo de deformabilidade da placa corrigido
ρ_H = deformação hastes
ρ_P = deformação placa



PC-05-AC(corte)

E = módulo de deformabilidade
E_H = módulo de deformabilidade a partir das hastes
E_{HC} = módulo de deformabilidade a partir das hastes corrigido
E_P = módulo de deformabilidade da placa
E_{PC} = módulo de deformabilidade da placa corrigido
ρ_H = deformação hastes
ρ_P = deformação placa

Geo. Obra. 045/78

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-190778

São Paulo, 25 de julho de 1978.

ANEXO COM

REJEITARAM COPIAS

ISE | IEEC | TSA

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. SZ-1-15 - General Specification for Foundation for AÇO MINAS S/A
Item 3.4.6 "Design of Pile Foundation".

Prezados Senhores,

1. De acôrdo com o solicitado, vimos por meio deste proceder a rápidos comentários específicos sobre o item 3.4.6 "Design of Pile Foundation" visto que o mesmo vem sendo empregado pelas Projetistas para o projeto de fundações sobre estacas e pode, no nosso ponto de vista, ser melhor apresentado.
2. Inicialmente deve ficar claro que o fato de abordarmos no presente relatório sòmente o item referente a fundação por estacas não implica que concordamos totalmente com os demais itens da "General Specification". Gostaríamos de posicionar que consideramos desatualizada e mesmo ultrapassada tal especificação quanto a conceitos gerais e processos de cálculo recomendados. Oportunamente enviaremos nossos comentários gerais sobre a mesma, da mesma forma que fizemos em relação à Nova Norma Brasileira NB-51 (ver nosso AÇO-G-140378).
3. Passaremos a enumerar os itens relativos a projeto de fundações sobre estaca, e que serão comentados passo a passo.
   item 3.4.6 - Recomendamos que seja seguida a nova NB-51 juntamente com os comentários do nosso AÇO-G-140378.
   De acôrdo com a Norma, não nos parece necessário limitar a carga das estacas a valores significativamente menores que os usualmente adotados para a carga de trabalho das estacas.
   Assim, seria razoável aceitar-se cargas de trabalho de 55, 75, 130 e 170t. para estacas tipo Franki de diametros 35, 40, 52, e 60 cm. de diametro respectivamente em vez das 45, 55, 100 e 130t. que a SZ-1-15 especifica, principalmente porque já se tem um número suficiente de provas de carga executadas na Usina que permitem admitir tais valores com segurança.

Nº 5030
IEE-C
ARQUIVO

RECEBIDO
02 AGO 1978
ISE
SECRETARIA

O mesmo pode ser dito perante estacas pré-moldadas, principalmente as que tem diametro menor que 50cm., para as quais poderiam ser adotadas como carga de trabalho os seguintes valores:
30 a 40t. para a estaca de 26cm., 50 a 60t. para a estaca de 33cm., 75 a 90t. para a estaca de 42cm. Para maiores diametros, é recomendável fixar a carga através de provas de carga visto que a experiência nacional para maiores diametros e nos solos típicos da região não é tão grande como para os diametros menores que 50cm.

item 6 - Não concordamos que não se deva considerar a resistência da estaca a esforços de tração e verticais.

Quanto a consideração de empuxo passivo depende da deformabilidade permissível da estrutura. Dificilmente face a requisitos "apertados" quanto a deslocamento de fundações poderá ser considerado o valor máximo teórico do empuxo passivo, visto que para sua mobilização poderiam ser necessários alguns centímetros de deslocamentos. Entretanto poderão ser consideradas conjuntamente as resistências de empuxo passivo e de atrito, desde que seja considerada sòmente a parcela realmente mobilizada de acôrdo com o deslocamento estimado.

item d - Quanto a cargas admissíveis

Consideramos os critérios apresentados extremamente rígidos.

Recomendamos que seja seguida a Norma Brasileira.

item d-(i) e (ii) - A SZ-1-15 mostra preocupação exclusiva com critérios de rutura. Nas obras da AÇO MINAS devido a sensibilidade dos equipamentos e estruturas, o critério que parece geralmente prevalecer é o critério de recalques, que não está sequer mencionado na referida especificação.

Voltamos a insistir que os critérios de rutura estão rígidos demais, recomendando a atenção de V.Sas. ao nosso AÇO-G-140378.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/sb

Geo-Obra. 0641+8 IEE-C

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-OF-270778

São Paulo, 26 de julho de 1978.

ANEXO COM

RETORNAM COPIAS

ISE | IEE-C | IAE | IGP

010581

AÇO MINAS GERAIS S/A

Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar

30000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa

Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Oficina de Manutenção -
Pacote E-02

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Damos em mãos a Ata de Reunião nº 78/45 entre a Exacta e Açominas e certos de poder colaborar em tempo hábil para a decisão das fundações em questão, encaminhamos através deste nossos comentários iniciais assim como solicitação de dados adicionais sobre as estruturas.

2. DADOS ANTERIORMENTE DISPONÍVEIS

Através de remessas anteriores foram a nós encaminhados os seguintes dados sobre as áreas em questão:

2.1 Correspondências DEM 002/78 e DEM 003/78 da Exacta

2.2 Desenho PR 168/78-14 da Geotécnica - referente à Locação das Sondagens da Área.

2.3 Boletins de Sondagens já efetuadas na área.

3. OFICINA DE MANUTENÇÃO DE LOCOMOTIVAS, VAGÕES E VEÍCULOS

3.1 Infelizmente a correspondência específica sobre a área em questão (DEM 002/78) não apresenta os carregamentos típicos de pilares, os critérios de recalques permissíveis das fundações e indicações de características da estrutura. Solicitamos que tal material nos seja enviado o mais rapidamente possível.

3.2 As características do subsolo, apresentadas nas sondagens anexas à referida correspondência, indicam que a linha de transição corte-aterro intercepta a Oficina. As sondagens executadas nas áreas de corte indicam altos valores de SPT ($\geq$ 15 golpes) com excessão de algum bolsão de solo "mole" (como por exemplo na S73). As sondagens em zonas de aterro indicam através dos valores médios de SPT

Nº 5107
~~ISE~~
IEE-C
PE-N/ARQUIVO

RECEBIDO
04 AGO 1978

uma aparente boa transição para o material in-situ.

3.3 Sem dispor dos dados itemizados anteriormente, lembramos a V.Sas. que, caso a alternativa de apoio por fundação direta se demonstre inviável perante eventuais requisitos de recalques, a conceitua - ção de utilização de estacas como elementos redutores de recalques)piled-raft solution) poderia se mostrar aceitável tanto técnica como economicamente. Colocamo-nos a disposição de V.Sas. e da Projetista para encaminhar o assunto, caso seja do interesse de V.Sas.
A ata de reunião EXACTA 78/45 indica que fundações diretas teriam sido "rejeitadas por motivos econômicos"; lembramos a V.Sas. que tal afirmação obviamente depende da tensão admissível estimada e utilizada em projeto (a qual desconhecemos); assim que dispuzermos de tal informação poderemos, caso seja possível, rever a taxa admissível para o subsolo em questão.
Assim sendo colocamo-nos a inteira disposição de V.Sas. para examinar os dados pertinentes, assim como o relatório da Exacta apresentando as justificativas de rejeição de fundação direta, antes que se aprove a proposição de fundação profunda para a estrutura em questão.

4. OFICINA DA CALDERARIA, MECÂNICA DE USINAGEM E MECÂNICA DE MANUTENÇÃO E OFICINA DE MANUTENÇÃO ELÉTRICA

4.1 A correspondência específica sobre a área (DEM 003/78) também não fornece os carregamentos típicos dos pilares, critérios de recalques permissíveis e croquis da estrutura.

4.2 As características do subsolo em questão se acham apresentadas no relatório de sondagens AM 681/78 AF da Geopesquisas.
Todas as estruturas se situam em área de corte, com subsolo de médios a altos valores de SPT, com excessão de algum bolsão de solo " mole".

4.3 Novamente sem dispor dos dados mencionados no item 4.1, somos de opinião que caso a alternativa de apoio por fundação direta não se mostre inviável perante os eventuais requisitos rígidos de recalques, caberia estudar as fundações em questão através da introdução de estacas como elementos redutores de recalques.
A projetista informa na referida reunião com V.Sas. que "a fundação direta havia sido recusada por motivos econômicos". Caberia posicionar os comentários já materializados no item 4.3 do presente relatório.

5. OFICINA DE INSTRUMENTAÇÃO, OFICINA DE OBRAS CIVIS, OFICINA DE REFRATÁRIOS, OFICINA DE REPARO DO CARRO TORPEDO E OFICINA DO LAVADOR DE VEÍCULOS.

Apesar de tais estruturas terem sido mencionadas na referida ata de reunião, não dispomos de quaisquer informações a respeito delas.

Aproveitamos para solicitar a V.Sas. o número e cópia da planta preparada pela Projetista que teria solicitado e locado as sondagens apresentadas no relatório BH-OMA-SP 143/78-1 da Geotécnica.

Colocando-nos à vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimento e contactos com a Projetista que se façam necessários, subscrevemo-nos mui cordial e

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/sb

IEE-C

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-010878

São Paulo, 02 de agosto de 1978.

14 AGO 1022 011179

ANEXO COM
IEE-C
RECEBERAM CÓPIAS
ISE | IEE-C | ISA | Geo-Obra.

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

N 5359
IEE-C
ARQUIVO

At. Dr. Stelio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Material recebido IEEC 472 e 493/78
Exame expedito - Considerações iniciais
Providências solicitadas

RECEBIDO
14 AGO 1978

Prezados Senhores,

Tendo recebido material de diferentes áreas da Usina, apressamo-nos a um exame expedito do mesmo, servindo-nos do presente para encaminhar a V.Sas. nossas recomendações iniciais assim como solicitar providências que se façam necessárias.

1. Material recebido IEEC 472/78

1.1 FOUNDATION OF DRAIN PITS - Desenhos 1 D02 A01-C-0001-B a 0008-B e 1 D02 B01-C-0001-B a 0008-B.
Na presente revisão dos referidos desenhos poucas informações adicionais de carregamentos foram introduzidas.
Referimo-nos aos itens 1 e 2 do relatório AÇO-G-170778 sobre nossas considerações a respeito das fundações em questão.

1.2 Ata de Reunião - Estaqueamento da Sinterização - 12/07/78.
Tendo participado da referida reunião, solicitada pela Obra, de discussão do projeto de estaqueamento da Sinterização, elaborado pela Leme Engenharia, vimos através deste solicitar cópia do memorial de cálculo do referido projeto.
Conforme encaminhado durante a reunião, a Geotécnica, através de seu engenheiro residente, calcularia a nega necessária para o estaqueamento baseando-se nos dados de cravação de perfis metálicos em outras áreas da Usina - Solicitamos que nos seja enviada cópia de tal estudo. No nosso ponto de vista as estacas deveriam ser cravadas até negas apertadas a fim de, quando solicitadas pelo carregamento adicional de atrito negativo, sofrerem recalques adicionais pequenos,

valores mais apertados do que 25mm/10 golpes nos pareceriam satisfatórios, a serem confirmados por prova de carga em estaca.
Quanto à pintura betuminosa e os aneis (colarinhos) projetados para as estacas, reconhecendo que as especificações revistas de ambos durante a reunião representam melhorias em relação ao projeto original, fazemos referência a nossos relatórios anteriores AÇO-LM-270478, AÇO-LM-300578 e AÇO-G-100678, alertando para a responsabilidade das decisões em questão e sugerindo consulta a especialista internacional sobre o assunto.

1.3 ACOMPANHAMENTO DE INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS/LAMINAÇÃO; MEMO IOC-5-054/78; MEMO IOC-4-048/78
Estamos preparando um relatório síntese sobre as observações de recalques e nível d'água nas áreas em andamento, sua periodicidade, etc.

1.4 Sondagens PR 168/78-36; SINTERIZAÇÃO SM 01 a 08 e SP 01 a 06; COQUERIA FS 5, 6, 12, 13, 14 e 15; DS-02-AC ACIARIA SD-32 e PC-004-AC-SP-132-AC.
Incorporados aos estudos em andamento.

2. Material recebido IEEC 493/78

2.1 DESENHOS FOUNDATION FO GREASE STATION -
1 D02 A01-C-0001 a 0008-B e 1 D02 B01-C-0001 a 0008-B
Vide item 1.1 do presente relatório.

2.2 RELATÓRIO RT 13-PR-168/78 da Geotécnica
Projeto básico das fundações.
Será analisado detalhadamente e, caso necessário, enviaremos prontamente nossos comentários.

2.3 DESENHOS 1 C08 B01-J-1002-B; 1 C04 A01-B-1008-B; 1 C04 A01-B-1001-B; 1 C04 A01-B-1010-A; 1 C04 A01-B-1011-B; 1 C04 A01-B-1022-A;
Incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno, juntamente com 1 C04 A01-B-1009-A.

2.4 Memos: IOC-1-1030/78; IOC-1-1028/78 e IOC-5-057/78.
Os anexos aos referidos memorandos serão analisados conjuntamente com os demais acompanhamentos de nível d'água da obra. Em breve enviaremos nossos comentários iniciais.

2.5 Relatórios BH-SIN-SP-131/78-3, BH-CIV-SP-171/78-8.
Incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

3. Solicitamos:

3.1 Cópia dos desenhos: Geotécnica PR 168/78-22 e PR 168/78-36.

3.2 Demais itens constantes do item 10 do nosso AÇO-G-170778.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

anexo = suas vias assinadas das remessas.

LG/sb

Testconsult Limited
TESTING AND CONSULTING SERVICES TO THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Registered No. 1182561 England
49/50 Stamford House, Stamford New Road,
Altrincham, Cheshire WA14 1EP.

Telephone: 061 941 2690
Telex: 668491 Trachan

12/11/78

Ref. L-081-78
VM/vl

3rd August, 1978

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.,
Rua Capitao Antonio Rosa, 297,
CEP 01443
Sao Paulo
Brazil

For the Attention of Prof. Victor F.B. De Mello

Dear Sirs,

Thank you for your letter dated 6th July and for your invitation to quote for the supply of equipment, technical training etc.

First of all, I regret that our equipment is not for sale, at lease not in the first instance to new clients. We should respectfully suggest that instead you consider a long term hire arrangement, including maintenance and service where necessary, plus technical assistance to suit. This contract could be arranged to suit your requirements, i.e. for say 6 months or 1 year renewable.

Our rates for Vibration and Sonic Coring testing would be as follows :

1. Vibration Testing

a. Hire of equipment ..... £1,500.00 per month

b. Full time engineer ..... £3,875.00 per month

.../..

[illegible] F. Le Bourre Chairman (France) F. Brocard (France) G. Jacqueline (France) G. Immerzeel (France) S.A. Hobens & B.Sc. C.Eng. M.I.C.E. M.I.H.E. Managing A.G. Davis B.Sc. M.Sc. Ph.D.
A subsidiary of CENTRE EXPERIMENTAL DE RECHERCHES ET D'ETUDES DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS 12 rue Brancion 75737 Paris CEDEX 15 France

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

3rd August, 1978

2. Sonic Coring Testing

a. Hire of equipment ..... £ 750.00 per month
b. Engineer. Minimum charge
2 months per year ..... £ 150.00 per day

The above charges include :

i) trcining of your staff in Europe
ii) checking reports

The above charges exclude :

i) any taxes or duties payable in Brazil
ii) air freight of equipment to and from Brazil
iii) travel costs of our engineer to and from Brazil
iv) provision of suitable vehicle in Brazil
v) all local expenses including suitable lodging etc incurred by our engineer in Brazil
vi) provision of small workshop for routine maintenance
vii) spare parts at cost price
viii) insurance of equipment

Alternatively if you have a single project in mind we could offer the following terms :

A. Vibration Testing (say 200 piles to be tested @ 20 piles per day)

a. Testing fees
Say 10 days testing plus 2 days travel
plus 4 days stand-by etc = 16 days @ £650.00 p.d. = £10,400.00

b. Hire of equipment :
i) Testing ..... 10 days @ £185.00 p.d. = £ 1,850.00
ii) stand-by, travel and customs etc..... 10 days @ £ 92.50 p.d. = £ 925.00

.../..

Vibration Testing (cont'd)

c. Analysis and Report
Per day of testing ..... Say 10 days @ £300 p.d. = £3,000.00

d. Mobilisation and packing of
equipment .....Fixed sum £1,100.00

£ 17,275.00

B. Sonic Coring Testing (say 200 piles @ approx 10 piles per day)

a. Testing fees.
Say 20 days testing plus
2 days travel plus 2
days stand-by etc..... 24 days @ £500.00 p.d. = 12,000.

b. Hire of equipment
Testing, travel, stand-by,
customs etc ..... 26 days @ £ 92.50 p.d. = £2,405.

c. Analysis and report
Per day of testing ..... 20 days @ £300.00 p.d. = £6,000.

d. Films and photographs
Estimate 200 boxes @ £11.00 per box ..... = £2,200.

e. Mobilisation and packing of equipment ... Fixed sum £ 550.

£23,155.

The above costs exclude the following which will be provided by the client or reimbursed in full :

i) transport of equipment (Europe-Brazil return)
Sonic-coring estimate £210.00 each way
Vibration estimate £750.00 each way

.../..

3rd August, 1978

ii) Return air travel of 2-man testing team to Brazil : Estimate £1800.00

iii) Hotel and out-of-pocket expenses of testing team in Brazil

iv) Any local taxes or duties

v) Suitable vehicle (landrover or pick-up for sonic coring, but for vibration vehicle to take crate 1.5 m x 1.5 m x 1.0 m)

vi) Part time French or English speaking assistant

All the above rates are valid until 31st December 1978.

The Vibration test requires a 2-man specialist testing team, but we could reduce the sonic coring team to one engineer if the client could provide a suitable English or French speaking assistant, This would of course slow down the rate of testing, and in this case the rate in item a) of Sonic Coring would be £330.00 per day.

You will see from the enclosed literature that the sonic coring, vibration and echo methods are naturally used for testing newly built piles or at least piles with free heads, although the vibration test has occasionally been used on piles with light beam connections.

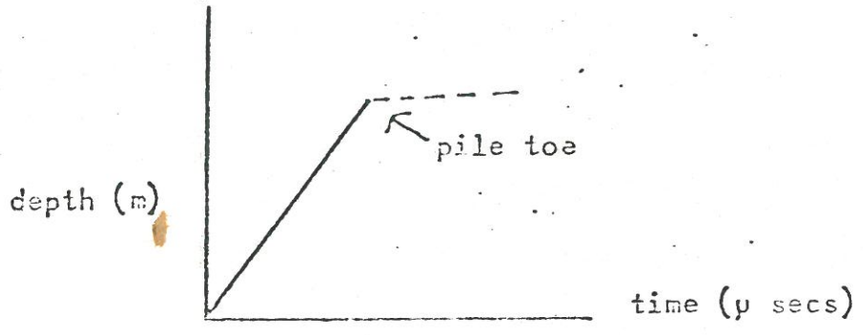
To measure the length of existing piles, a combination of the sonic coring and echo methods is available. This method has been employed to measure the lengths of concrete piles but it may equally be used for steel sheet piling, etc. The principle of the technique is briefly described below :

The sonic method involves sinking a borehole through the soil adjacent to the pile to accommodate the receiver. The sonic signal, transmitted by striking the top of the concrete pile then travels through the pile cap and pile shaft to the receiver in the borehole. The propagation time is measured.

.../..

3rd August, 1978

The measurement is repeated with the receiver at different depths. The results of propogation time and depth are then plotted as illustrated below and a sudden change in the slope of the curve will indicate the depth of the pile toe. viz :



Additional measurements with the receiver near to the pile can be plotted at different scales to improve the accuracy.

The approximately 2" diameter borehole should be as close as possible to the pile and at least within 0.25 - 0.50 m of the pile circumference. This should be a simple procedure in normal ground conditions. Standard 42 mm I.D. gas piping with a few holes in the sides will be suitable for casing, and this should be filled with water to provide coupling between the receiver and the soil. The borehold should be deeper than the toe of the pile.

Costs would be the same as for sonic coring except that hire and transport of equipment would be substantially less.

We would be happy to quote for a specific job or long-term hire at your request.

We trust that the above information is satisfactory and look forward to hearing from you. If in the meantime there is any further information you require, please do not hesitate to contact us by telex No 668491 TRAKEM.

Yours faithfully,

P.C. Shepheard

for S.A. ROBERTSON
Managing Director

EXTERIOR

14 AGO 1232 000101

24 W SPPH
35 L SPCD
1201

C RPX467 CRI807 CNE404 MRE452 AM432
P HL GEMR 038
RINCHAM 38/36 4 1520

TOR S B DEMELLO AND ASSOCIADOS
LTDA RUACAPITAOANTONIOROSA 297
P01443) SAOPAULO

NK YOU FOR YOUR LETTER OF 6TH JULY QUOTATION BEING SENT
YOU BY AIRMAIL TODAY
S A ROBERTSON TEST CONSULT LTD ENGLAND

LT S/C 297 CEP01443 6TH

150028

124 W SPPH
435 D SPCD

ECT FONEGRAMA DITE PELO TELEFONE O SEU TELEGRAMA

ECT FONEGRAMA DITE PELO TELEFONE O SEU TELEGRAMA

ECT

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

135. IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-G-020878

São Paulo, 03 de agosto de 1978.

1430 1024 R2 011180

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
ISE IEE-C ISA Geo. Dua.

N 5360
IEE-C
IEE-N/ARQUIVO

RECEBIDO
14 AGO 1978
SECRETARIA

At. Dr. Stelio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Medições de acompanhamento dos níveis d'água e recalques da Usina.

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Vimos através deste encaminhar a V.Sas. uma síntese inicial das observações em Obra dos diversos programas de investigação em andamento. Enfocaremos principalmente as observações de nível d'água (NA) e de recalques, nas áreas de implantação de estruturas.

2. RESUMO DE CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

2.1 Observações de nível d'água em várias áreas já se encontram estabilizadas. Recomendamos periódicidade de leituras mais espaçadas de, por exemplo, 1 leitura/15 dias, aumentada posteriormente conforme variação do lençol freático.

2.2 Voltamos a solicitar instalação de piezômetros sob o sobreaterro dos Laminadores, a fim de acompanhar o processo de adensamento das fundações do aterro.

3. OBSERVAÇÕES DE NÍVEL D'ÁGUA

3.1 SINTERIZAÇÃO

Na área da sinterização instalou-se quatro medidores de nível d'água, conforme solicitação da LEME ENGENHARIA. A área tem seu lençol freático acompanhado também pelo poço P 5/1.

3.1.1 Observa-se primeiramente que dois dos medidores de nível d'água (INA nº 2 e 3 cujas coordenadas seriam 7727807,00; 630963,00 e 7727807,00; 631063,00) não se situam na Sinterização e sim na Laminação.

Além disto desconhecemos se o poço P 5/1 tem sido objeto de leituras pois a última leitura que dispomos data de 30/05/78.

3.1.2 As observações nos instrumentos se encontram praticamente estabilizadas nas cotas:

a- INA nº 1 ..... cota: 986,0m

b- INA nº 4 ..... cota: 987,1m

c- P 5/1 ..... cota: 948,0m

d- Piezômetro nº1
solo natural ..... cota: 985,5m

e- Piezômetro nº1
aterro ..... cota: 988,0m

3.1.3 O aparente desnível piezométrico entre os INA 1, INA 4 e P 5/1 é coerente com a existência de drenagem profunda e rede geohidrológica.

3.1.4 As leituras obtidas através dos piezômetros (em solo natural e aterro) nos indicariam:

a- a existência de um fluxo descendente mas, devido à cota de instalação da base do piezômetro em solo natural ser muito abaixo da profundidade investigada através de sondagem e portanto em solo saprolítico, somos levados a questionar as medições obtidas, uma vez que em solos saprolíticos/rochas semi-decompostas as percolações ocorrem através de caminhos preferenciais e portanto a instalação dos equipamentos nos caminhos de fluxo é extremamente difícil sem a utilização de ensaios de perda d'água com duplo obturador.

b- o nível d'água obtido no piezometro em aterro é superior ao dos INA indicando sobre pressões neutras no aterro, fato este que também traria suspeitas quanto ao perfeito funcionamento do equipamento.

3.1.5 Como os níveis d'águas lidos nos cinco equipamentos se encontram praticamente estáveis, definindo portanto o NA a ser respeitado durante a fase de implantação da estrutura, recomendamos que a periodicidade de leituras seja diminuida para 1 leitura/15 dias e paulatinamente espaçada ainda mais conforme as variações observadas.

3.2 LAMINAÇÃO

Acusamos recebimento do Acompanhamento de Investigações Geotécnicas - reunião de 17/07/78.

Sobre as áreas investigadas, primeiramente solicitamos cópia do desenho PR 168/78-36.

3.2.1 As primeiras leituras encaminhadas já indicam tendências de estabilização em alguns dos INA.

Sugerímos que, para todos os INA e piezômetros, se façam leituras a cada dois dias durante o primeiro mês de funcionamento do equipamento ou até sua estabilização; a periodicidade de leituras após esta fase inicial poderia ser grandemente espaçada para, por exemplo, 1 leitura/15 dias e posteriormente aumentada conforme a variação de níveis observada.

3.2.2 Durante reuniões com V.Sas. e com a equipe da Geotécnica ficou combinada a substituição de alguns INA por piezômetros instalados nas fundações dos aterros, a fim de acompanhar o processo de adensamento devido à sobre carga imposta. Tais piezômetros deveriam ser instalados nas camadas iniciais de solo residual, logo abaixo portanto do contato aterro/solo in-situ.

Solicitaríamos providências de V.Sas. na materialização da investigação proposta uma vez que não nos parece que estejam sendo instalados piezômetros na área (conforme folhas de campo do Acompanhamento de Investigações Geotécnicas - Laminação - 17/7/78).

3.2.3 Os tres poços de alívio instalados durante a execução do aterro (P 1/1, P 1/2 e P 1/3) sugerem estar em carga a rede de drenagem profunda. Voltamos portanto a recomendar o bombeamento contínuo dos referidos poços assim como a abertura de poços adicionais.

3.2.4 Os medidores de nível d'água INA 2 e 3, situados na área dos Laminadores, indicam níveis de água estabilizados em torno da cota 981/982; níveis estes similares aos apresentados pelo poço P 1/3.

Tendo sido informados que a Obra teria suspendido o bombeamento dos referidos poços e cientes de que tal procedimento será retomado, com as próximas observações poderemos aquilatar a influência do bombeamento nos INA.

4. OBSERVAÇÕES DE RECALQUES DOS MARCOS SUPERFICIAIS DA LAMINAÇÃO

Os resultados até o momento disponíveis são dos Conjuntos 2B, 8B, e 9B, que até o presente momento não estão sofrendo processo de recalques.

Colocando-nos à vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/sb

ICC - 1630/78 ISO IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-G-100878

São Paulo, 15 de agosto de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Material Recebido remessas IEEC-512, 515 e 520/78
Exame expedito - Comentários iniciais
Providências solicitadas.

Prezados Senhores,

Tendo recebido material de diferentes áreas da Usina, apressamo-nos a um exame expedito do mesmo, servindo-nos do presente para encaminhar a V.Sas. nossas recomendações iniciais assim como solicitar providências que se façam necessárias.

1. Material Recebido IEEC-512/78

1.1 Atas de Reunião com a Geotécnica dias 24 e 30 de julho de 1978.

1.1.1 Solicitamos cópia do relatório consolidado das investigações geotécnicas da Coqueria mencionado na reunião de 24/07/78 - Pacote A-02.

1.2 Desenho IC00000-D-4002-D- Sobreaterro - dispositivos de controle

1.2.1 No que diz respeito à periodicidade de leituras de controle, em nosso relatório de análise AÇO-G-020878 levamos a V.Sas. a observação de que, a partir da estabilização de qualquer parâmetro, sua leitura poderá e deverá ser espaçada a uma periodicidade compatível com a precisão dos equipamentos, aliada às variações sazonais do parâmetro (no caso de nível d'água).

1.2.2 A necessidade de acompanhamento da dissipação de sobrepressões neutras da fundação dos aterros foi posicionada em inúmeros relatórios anteriores (por exemplo AÇO-LM-300578).

Não vemos, porém, necessidade da instalação de conjuntos de piezômetros, com instrumentos no solo residual, fundação do aterro e corpo do aterro.

No nosso ponto de vista bastaria acrescentar em alguns dos Conjuntos de Medidores, um piezômetro instalado a 2 metros abaixo da linha aterro/solo in situ.

ANEXO COM
RECEBIDO
23 AGO 1978
ISE SECRETARIA
Nº 5671
IEE-G
IEE-N/ARQUIVO

Assim sugeriríamos acrescentar 1 piezômetro aos conjuntos C3A; C9B e C2C no caso da Área da Laminação.

1.2.3 O referido desenho PR 168/78-39 nada especifica sobre o procedimento inicial de instalação do piezômetro e nem sobre seu tempo de resposta (equalização) previsto. Assim, caso o assunto não tenha sido estudado com o necessário cuidado, cairia por terra a validade do programa de observações proposto.

1.3 Memo Geotécnica 12963; Desenho IAO2A00-G-1001-D COKE OVENS; MEMO IEP-A-1190/78 - referentes prova de carga na estaca 115 da bateria 1 da Coqueria.

A fim de podermos estudar a necessidade ou não de provas de carga adicionais em estacas curtas da bateria 1-Coqueria solicitamos de V.SAs. cópia das folhas de cravação de todas as estacas cravadas na referida bateria.

1.4 Memo IOC/1-1051/78; Memo IEE-O-128/78; Sondagem Aciária-SP-53; relatório BH-LAM-SP-539/77-13; desenhos Laminação ICO 5Z00-D-4001 a 4006-A, ICO 6Z00-D-4001 a 4004-A; ICO 2Z00-D-4004 e 4005 e ICO 1000-D-4001-A.

Incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

2. Material Recebido IEEC-515/78

2.1 Memo ICO-2-160/78 - Prova de carga estaca 115 da Coqueria - vide item 1.3 deste relatório.

2.2 Memo ICO-2-172/78 - Profundidade estacas Barrete.

Conforme mencionado em relatórios anteriores, a decisão da profundidade necessária para absorver as cargas de projeto em uma estaca escavada assim como a aprovação e liberação desta profundidade em obra, é difícil e sujeita a uma apreciação do solo escavado, sempre tendo-se em conta as heterogeneidades de solos residuais.

Caberia definir-se as responsabilidades dos envolvidos a fim de, conforme for o caso, estipular-se serviço de fiscalização dos serviços.

2.3 Desenhos ICOOOOO-D-4003C e 1C08A01-J-1002-C.

Incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

3. Material Recebido IEEC-520/78

3.1 Memo 94069 - Geotécnica - Bombeamento de poços profundos.

3.1.1 Conforme mencionado em nossos relatórios AÇO-G-060778 e AÇO-G-120778, "não vemos necessidade de todo o poço ser executado com características filtrantes, uma vez que se tenciona atingir os drenos profundos e usufruir da sua grande permeabilidade, em relação à permeabilidade do aterro, para drenar grandes áreas".

3.1.2 Todo o cuidado deve ser tomado durante a execução dos poços a fim de que material argiloso proveniente do aterro não seja transportado para o dreno profundo.

3.1.3 Sugerimos abertura de furos a trado na vizinhança do poço para verificar sua eficiência (por exemplo a 50m. de distância sobre o dreno profundo e á 20m. de distância no aterro e perpendicular ao dreno profundo).

3.2 Planta de Formas da Casa de Transferência JHMA-103 desenho IA04A26--G-4000A.

3.2.1 Não dispomos dos carregamentos das estruturas mas por cálculo inverso chegaríamos a cargas de 60t. por pilar, típicas de estruturas de pequeno porte.

3.2.2 A área em questão se situa sobre zonas de 30m. de altura de corte, as quais, portanto, já estiveram submetidas a esforços tipicos da ordem de 6Kg/cm^2 (não diretamente aplicável devido ao fato de não se tratar de uma bacia sedimentar).

3.2.3 Com base no perfil da sondagem SP055A-PMP/06.3, que apresenta SPT = 16 na cota 990m., recomendamos revisão do projeto em questão utilizando-se tensão admissível de 3Kg/cm^2, equivalendo a sapatas de 2m^2.

3.2.4 Lembramos a V.Sas. que em geral, projetos de fundação por apoio direto só se tornam viáveis economicamente em relação a estacas pré moldadas, para tensões admissíveis maiores do que 2,5Kg/cm^2.

3.3 Carta NORDON NAC-036/78

Vide item 1 do relatório AÇO-G-180778.

A Fábrica de Oxigênio situa-se em zona de cortes o que leva a crer que a maior parte das fundações em questão poderão ser otimizadas através do apoio direto ou com utilização de estacas como elementos redutores de recalques.

Colocamo-nos à Vossa inteira disposição para, juntamente com a Projetista, desenvolver os projetos em questão.

3.4 Memo IOC-5-068/78; Memo IOC-1-1043/78; Memo IEE-C-300/78; Sondagens Billet Mill, Materias Primas, Laboratório Central, Care Wharf, Coqueria e Escritório da Coqueria, Relatórios BH-PCV-SP-243/78-2 e desenho IDQ8000-D-4001-A -

Incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

4. Solicitações pendentes:

4.1 Cópia do memorial de cálculo das fundações da Sinterização e estudo de fixação da nega das estacas.

4.2 Dados de cravação das sete estacas teste da Laminação assim como suas provas de carga .

4.3 Dados de cravação das estacas tubulares e perfil H da Aciária.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/sb

anexo = suas vias das remessas.

Geotécnica 1050

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AGC-AF-1[illegible]/78

São Paulo, 15 de agosto de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

At. Sr. Otílio Francisco da Costa
Sr. Lúcio Flávio [illegible]

Ref. Fundações dos Soradores do Alto Forno

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Damos em mãos o estudo "Projeto Básico das Fundações - Calheiras, Turbinas e Turbogeradores e Turbosopradores do Alto Forno" - RT13-PR-1[illegible]/78 elaborado pela Geotécnica S/A.

Considerando-se que o projeto das fundações em questão é condicionado por considerações de recalques e não de rupturas, e visando otimizar os projetos em questão apresentamos em anexo Memória de Cálculo de algumas das fundações das estruturas.

2. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

2.1 Excessão feita à Chaminé, as demais estruturas da área poderão ter suas fundações dimensionadas como fundação direta.

2.2 As previsões de recalque das fundações, baseada em métodos de Teoria da Plasticidade e utilizando-se de dados fornecidos pelo Programa Genérico de Investigações, comprovou ou não a possibilidade do emprego direto pela comparação dos recalques previstos com os admissíveis fornecidos. Para melhor avaliação das reais propriedades intrínsecas pseudo-elásticas de um solo cabe sempre uma criteriosa interpretação das provas de carga efetuadas, com avaliação do comportamento da laca e das hastes, análise da condição de preparo da cava a partir da deformação inicial, etc..

2.3 Caso a previsão de recalques torne inviável a utilização de fundação direta, caberia, para as demais estruturas da área não cobertas neste relatório, utilizar da boa capacidade portante do subsolo da área através da conceituação de estacas como elementos redutores de recalques (piled-raft solution).

Colocando-nos à vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

anexo=memorial de cálculo

LG/MC/sb

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S/ DE MELLO

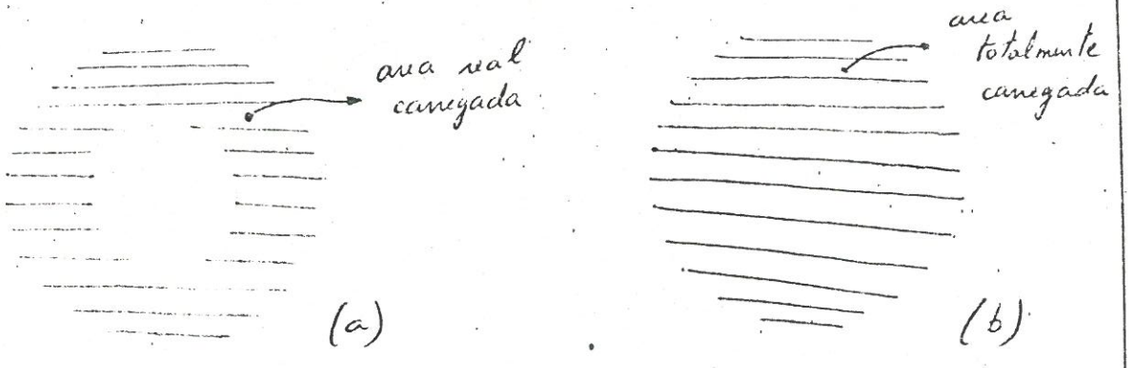
PROJETO BASICO DAS FUNDAÇÕES -
SOPRADORES DO ALTO FORNO

1.) CHAMINÉ:

11) Condições Geotecnicas representadas pelas sondagens SP 18 e SP 19 do relatorio BH 417/77 da Geotecnica.

12) Carregamentos:

Na falta de informações detalhadas lembramos a possibilidade de dois casos tipicos para estruturas de chaminés:



Caso o carregamento se dê através da seção anular, a concepção do bloco e sua armação será substancialmente diferente do caso uniformemente distribuida. Como no memorial apresentado - RT 13 - só constam os valores dos carregamentos, sem apresentá-los em corte da estrutura, vamos considerar como cargas uniformente distribuidas no nivel do terreno, caso (b), assim como foi feito no referido RT 13. Assim, a espessura do bloco de 1,70 m não será modificada e o peso do bloco só será modificado caso uma fundação por estacas exija tão sómente estacas periféricas.

0 0032 00

VICTOR F. B. DE MELLO
& ASSOCIADOS S/C LTDA.

Dados disponíveis sobre a chaminé: RT13

peso da chaminé: 60t

base = 6m.

altura = 40m

esforços de vento = $Mx = My = 229\ t\,m$

$H = 11,4\ t$

1.2.1) Não conseguimos acompanhar o calculo dos esforços devido a vento na estrutura com os dados disponíveis. Para largura constante de chaminé, teríamos pela NB5:

0 a 6m = $50\ kg/m^2$

6 a 20m = $60\ kg/m^2$

20 a 60m = $85\ kg/m^2$

e $Ce = (1,6 \sin 90) - 0,5)) = 1,1$

Portanto $Hx = Hy = 18,75\ t$

$Mx = My = 414,61\ tm$

Estes esforços diminuiriam caso a largura da chaminé variasse com sua altura.

Prosseguiremos o presente calculo com os esforços apresentados no RT 13, devendo o mesmo ser revisto caso haja alteração nos mesmos.

1.2.2) Como era de se esperar em chaminés, a relação altura/base da estrutura ($h/b \simeq 7$) indica problemas potenciais de recalques diferenciais - tombamento, devendo portanto o projeto

0 0032 00

VICTOR F. B. DE MELLO
& ASSOCIADOS S/C LTDA.

de suas fundações procura-se quanto a tais problemas.

1.2.3) O peso do bloco/radier não necessita ser levado em conta nas estimativas de recalque do presente caso, assim como não será acrescentado ao peso da chaminé na partição de cargas por estaca

Em nosso ACO-Co-140378 - NOVAS NORMAS BRASILEIRAS DE FUNDAÇÃO - item 5-1-1, discutimos o assunto, que provavelmente será incorporado na versão final da NB 51.

Ao mesmo tempo, casos publicados de fundações já em trabalho e devidamente instrumentadas, tiveram como hipotese de calculo a não incorporação do peso do radier na estaqueria, hipotese esta plenamente comprovada pela instrumentação.

v/f. The instrumentation of Dashwood House
CIRIA tech. report nº 78

Assim, na verificação das cargas maximas nas estacas não levaremos em conta o peso do radier. Na verificação das cargas minimas utilizaremos, quando necessario, deste contrapeso, uma vez que este inexoravelmente será chamado a trabalhar.

0 0032 00

VICTOR F. B. DE MELLO
& ASSOCIADOS S/C LTDA.

1.3) FUNDAÇÃO DIRETA

A base da chaminé, conforme desenho SG-1900-0005-da CBC, tem 6m. de diametro ∴ area = 28,3 m²

$$\sigma_{max} = \frac{192,35}{28,3} + \frac{(229)(32)}{\pi\ 6^3} = +17,60\ t/m^2$$

$$\sigma_{min} = \frac{192,35}{28,3} - \frac{(229)(32)}{\pi\ 6^3} = -4,00\ t/m^2$$

A partir de verificações como material não resistente a tração, poderia-se projetar as fundações como apoio direto uma vez que ambas sondagens apresentam subsolo de SPT ≥ 11 que poderia ser ~~estas~~ utilizado com tensões admissiveis de 30 t/m². Mas, considerando-se a alta relação altura/base da chaminé, recomendariamos utilização de estacas sob o radier.

1.4) Fundação Profunda.

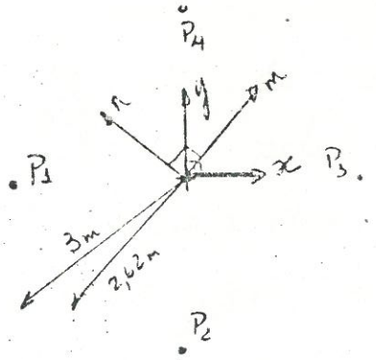
Neste caso caberia otimizar o Bloco de coroamento através da utilização de um bloco anular. Consideraremos o bloco circular com diametro externo de 6m e diametro interno de 2m.

peso do bloco = $(1,7)(\pi)(3^2-1)(2,4) = 104\ t$

Como concepção inicial utilizaremos 4 estacas premoldadas ou tipo Franki para 55t.

0 0032 00

VICTOR F. B. DE MELLO
ASSOCIADOS S/C LTDA.



ESTACA	COORDENADA			
	x_i	y_i	m_i	n_i
1	-2,62	0	-1,85	+1,85
2	0	-2,62	-1,85	+1,85
3	+2,62	0	+1,85	-1,85
4	0	+2,62	+1,85	-1,85

$$\Sigma x^2 = \Sigma y^2 = 13,73$$

$$\Sigma m^2 = \Sigma n^2 = 13,69$$

Verificação das estacas:

$$P_{max} = \frac{60}{4} + \frac{(229)(2,62)}{13,73} = 58,70\ t$$

$$P_{min} = \frac{60}{4} + \frac{104}{4} - \frac{(229)(2,62)}{13,73} = -2,70\ t$$

A solicitação a tração na estaca seria absorvida pelo fuste trabalhando por atrito lateral.

Carga horizontal por estaca - $\frac{11,4\ t}{4} = 2,9\ t$

Valor este considerado aceitavel, com minimas deformações resultantes uma vez que o bloco de coroamento, enterrado em 1,5 metros, seria

0 0032 00

VICTOR F. B. DE MELLO
& ASSOCIADOS S/C LTDA.

solicitado em empuxo passivo, absorvendo a carga juntamente com a estaca.

O projeto fez uso de uma partição de carregamentos entre o solo e as estacas que, devido às grandezas das mesmas, não necessitam compatibilização de deformações entre ambos. Concederam-se implicitamente também que os esforços de vento são absorvidos, por serem de duração mínima, pelo terreno sem tempo para desenvolvimento de recalques.

1.5) Estimativa de recalques da fundação profunda.

1.5.1) A partir da análise do perfil do subsolo das sondagens mencionadas, estimaríamos um comprimento de estacas de 10 metros.

1.5.2) Os recalques só se referiam ao peso da chaminé, uma vez que carregamentos instantâneos tipo vento não provocam recalques e o peso do bloco teria seus recalques durante e logo após concretagem do mesmo, não interferindo portanto no funcionamento da Chaminé.

Assim, para estacas solicitadas individualmente a 15t os recalques seriam desprezíveis.

O referido RT13 apresenta cálculo de recalques para estacas solicitadas a 27,5t de 1,3 mm individualmente, recalques estes que mesmo

0 0032 00

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

sob efeito de grupo sejam plenamente satisfatórios. Consideramos portanto dispensável a estimativa de recalques de recalques no presente caso.

2) TANQUE DE AGUA DESMINERALIZADA

2.1) Condição Geotécnica: apresentadas pela sondagem SP7 do relatório SH 417/77, caso a estrutura seja o TRATAMENTO DE AGUA da planta S6-1900-0005 da CBC.

2.2) Carregamentos e dados:

tanque de concreto, semi-enterrado de 500t

recalques total 7mm

diferencial 3mm

2.3) Sendo a area uma zona de corte de altura media de 12m, com perfil de subsolo apresentado pela SP7, colocaríamos que não se trata de problema de rotina e sim de um projeto condicionados pelos recalques.

Para uma estrutura enterrada de 2 metros, com menor dimensão de B = 10m e outra dimensão estimada de 12m teríamos:

a) alivio de pressão provocado pela escavação:

$$2 \times 1{,}8 = 3{,}6\ t/m^2$$

b) pressão aplicada na fundação =

$$\frac{500}{10 \times 12} = 4{,}2\ t/m^2$$

0 0032 00

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

dos quais a parcela correspondente a recarga das pressões aliviadas por escavação provocariam recalques desprezíveis. A sobrecarga de 0,6 t/m² aplicada em subsolo de SPT = 8, 5, 7, ... provocaria recalques diminutos.

Desnecessaria seria portanto a verificação dos recalques provocados pela estrutura.

3) TANQUES METÁLICOS

Novamente trazemos a consideração de que a problemática das estruturas na area em questão são considerações dos recalques das mesmas e não de ruptura.

Caso se tivesse a ruptura das fundações a analise seria feita conforme formulação genérica proposta por Buisman, Caquot e Terzaghi

$$q_d = cN_c + \gamma D_f \cdot N_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma$$

aonde q_d = carga ultima do solo

c = coesão do solo

D_f, B = dimensões de projeto

$N_c N_\gamma$ e N_q = fatores de "bearing capacity"

vide Terzoghi e Peck pg 221

0 0032 00

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Tal analise seria feita para condições extremas de carregamento rapido, com os parametros do solo a serem determinados em ensaios de laboratorio para amostras representativas do subsolo.

Consideramos desnecessaria tal analise recomendando, conforme reza o RT13, o carregamento paulatino dos tanques com ~~carre~~ pausas até o fim do processo de recalques para etapas de carregamento de 25%, 50%, 75% e 100% da carga total.

3.1) Tanque de Armazenamento de Oleo Combustivel.

dados: $P = 230t$ $\phi_{base} = 6{,}5\,m$

area base $= 33{,}2\,m^2$

pressão aplicada $= 7\,t/m^2$

Considerando-se viavel a fundação direta, teremos como estimativa de recalques:

3.1.1) A sondagem SP9 se situa abaixo da estrutura em questão, apresentando valores de SPT de 6 a 9 dentro do bulbo de tensões.

Dos resultados parciais do Programa Generico de Investigações até o momento disponiveis, teriamos as PC 01 AC e PC06 AC em material similar.

3.1.1.1) Uma analise da PC01AC forneceria um modulo de deformabilidade $E = 900\,Kg/cm^2$ para sondagem com SPT = 10 e 9 no bulbo de tensões.

0 0032 00

VICTOR F. B. DE MELLO
& ASSOCIADOS S/C LTDA.

3.1.2) Uma analise da PCOBAC indicaria um modulo de deformabilidade E de 280 Kg/cm² para sondagem com SPT = 12, 9 e 11 no bulbo de tensões. Conforme discutiremos em nosso relatorio de acompanhamento do Programa Generico, não consideramos confiavel o resultado desta prova de carga uma vez que ela apresentou problemas durante o ensaio.

O modulo de deformabilidade E é uma caracteristica intrinseca do solo, variando com a profundidade, função tanto da pressão de confinamento quanto do menor grau de intemperismo a que fica sujeita a rocha matter. Variaria Tambem com o tamanho da area ensaiada, não devido ao aumento de area, e sim devido à maior representatividade, (menor area especifica de trincas, etc) do solo ensaiado. Por tal motivo em Programa Generico solicitamos ensaios em placas de 30, 80, 150 e 250 cm de diametro. Correlações empiricas com o indice SPT (que mede resistencia e não deformabilidade do solo) deveriam ser localmente definidas a fim de melhor posicionar uma lei de variação para determinadas condições de solo, NA, nivel de tensões, etc.

3.1.2) Calculo estimativo dos recalques.

Utilizaremos concentuação de bloco flexivel, em macuço semi-infinito homogeneo como primeira analise.

0 0032 00

VICTOR F. B. DE MELLO
& ASSOCIADOS S/C LTDA.

3.1.2.1) Conforme Poulos & Davis, 1974, pp 45

$\rho_z = \frac{p R}{E} I$ $\quad$ I para $r=0 \Rightarrow 1.50$

I para $r=R \Rightarrow 0,96$

a) para $E = 900\ kg/cm^2$

$\rho_{centro} = \frac{(1,5)(7)(3,25)}{900} = 0,0038\ m = 3,8\ mm$

$\rho_{periferia} = \frac{(0,96)(7)(3,25)}{900} = 0,0024\ m = 2,4\ mm$

$\Delta\rho = 1,4\ mm.$

b) para $E = 280\ kg/cm^2$

$\rho_{centro} = \frac{(1,5)(7)(3,25)}{2800} = 0,0122\ m = 12,2\ mm$

$\rho_{periferia} = \frac{(0,96)(7)(3,25)}{2800} = 0,0078\ m = 7,8\ mm$

$\Delta\rho = 4,4\ mm$

c) para $\bar{E} = media = 590\ kg/cm^2$

$\rho_{centro} = 0,0058\ m = 5,8\ mm$

$\rho_{periferia} = 0,0037\ m = 3,7\ mm$

$\Delta\rho = 2,1\ mm$

0 0032 00

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

OBSERVAÇÕES:

32) Os critérios de recalques permissíveis apresentados pelos fornecedores são extremamente apertados. No caso de previsão de recalques a sensibilidade das estimativas em relação ao modulo de deformabilidade E é patente. Considerando-se a não confiabilidade dos resultados da PC 06 AC, tudo indica que as condições do subsolo seriam suficientes para enquadrar os recalques dentros dos permissíveis.

33) A fim de possibilitar uma real avaliação dos recalques do Tanque, seria necessario avaliar o valor do modulo de deformabilidade do subsolo quando solicitado por base de diametro de 6.5 m. O Programa Generico de Investigações pumitirá maior capacidade de avaliação dos parametros do solo ao ensaiar placas de diferentes diametros.

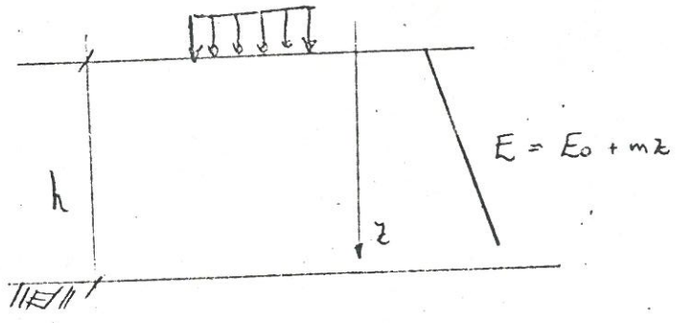
34) A variação do dito modulo de deformabilidade com a profundidade (conceituação denominada GIBSON SOIL) e sua consideração permitiria maior validade à previsão de recalques. Seria fundamental para Santo executar uma serie de ensaios em diferentes profundidades para dai estudar

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

0032 00

uma correlação empírica entre seus valores e os do índice SPT ou a Resistência de Ponta do ensaio Deep Sounding, para um perfil típico de subsolo residual da Usina.

Considerando-se sòmente para ilustração da vantagem de tal consideração um aumento de 20% E para cada 6 metros de profundidade ..



Utilizando-se como valor de Eo (à superfície) a média entre os valores das duas provas de carga teríamos $E_o = 590$ kg/cm² e $G_o = 222$ kg/cm²

pondo $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$

$$E = E_o + \frac{(0,2)(590)}{6} z$$

$$E = 590 + 19,67\, z$$

$$G = 222 + 7,40\, z$$

para $\nu = 1/3$ de

Segundo formulação de Gibson (67)

$\beta = 30,0$ m

$a = R = 3,25$ m

$\beta/a = 9,25$

$\nu = 1/3$

$$\frac{f_z \cdot 2 G_o}{p R} = 1,05$$

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

0 0032 00

$\rho_{ponta} = \frac{(7)(3,25)(1.05)}{(2)(2220)} = 5,4$ mm

$\rho_{periferia} - 0.6\ \rho_{ponta} = 3,2$ mm

$\Delta\rho = 2,2$ mm

A variação de $E = f(z)$ aqui utilizada foi baseada em interpretação de provas de carga de estacas na Cogueira. Não se recomenda a adoção desta variação sem criteriosa analise uma vez que a interpretação de uma prova de carga em estacas não instrumentada não permite um conhecimento real da partição de cargas entre sua ponta e fuste, tornando muito variavel a obtenção de parametros através de sua retro-analise.

3.5) Caso o fornecedor do equipamento tivesse fornecido o peso do tanque parcelado em sua carga morta e viva, assim como especificado a partir de que etapa de construção ou montagem do tanque se aplicariam os recalques permissiveis fornecidos, teriam os Projetistas melhores possibilidades de refinar os projetos de fundações em questão.

0032 00

VICTOR F. B. DE MELLO
& ASSOCIADOS S/C LTDA.

4) TANQUE DE CONDENSADO

Cabem no caso todas as ressalvas e considerações apresentadas para o Tanque de Armazenamento de Óleo Combustível.

Peso = 90 t

ϕ base = 5,0 m

Área base = 19,63 m^2

pressão = 4,6 t/m^2

Considerando-se como típica e representativa a SP29 (conforme sugere RT 13) e a ela associando um módulo de deformabilidade de 350 kg/cm^2 – mais uma vez usaremos a P.C 01 A.C e P.C 06 A.C com as ressalvas já feitas- teríamos como previsão de recalques para maciço semi-infinito homogeneo; apoio flexível:

$$\rho_{centro} = \frac{(1,5)(4,6)(2,5)}{3500} = 4,9 \text{ mm}$$

$$\rho_{periferia} = \frac{(0,96)(4,6)(2,5)}{3500} = 3,1 \text{ mm}$$

$$\Delta\rho = 1,8 \text{ mm}$$

Desnecessária será portanto consideração do aumento de $E = f(z)$ para garantia de enquadrar os recalques previstos dentro dos permissíveis.

5) TANQUE DE ARMAZENAMENTO DE ÓLEO DE LAVAGEM

Valem novamente as considerações apresentadas para o Tanque de Armazenamento de Óleo Combustível.

0 0032 00

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Peso : 40 t $\qquad \phi_{base} = 3{,}5\ m$

Área base = $9{,}62\ m^2$

Pressão Aplicada = $4{,}2\ t/m^2$

Previsão de recalques para maciço semi-infinito homogeneo, apoio flexivel:

$$\rho_{centro} = \frac{(1{,}5)(4{,}2)(1{,}75)}{3500} = 3{,}2\ mm$$

$$\rho_{periferia} = \frac{(0{,}96)(4{,}2)(1{,}75)}{3500} = 2{,}0\ mm$$

$$\Delta\rho = 1{,}2\ mm$$

6) DEMAIS ESTRUTURAS.

Poderiam em tese ser projetadas em fundação direta, desde que a previsão de recalques demonstre sua viabilidade, para tensão admissivel de $3{,}0\ kg/cm^2$ (considerando-se representativa a SP29).

Caso a verificação dos recalques estimados demonstrem inviabilidade do apoio direto (uma vez que nada se ganha em diminuir a tensão admissivel e carregar uma maior area) caberia utilizar concentração de estacas como ~~[illegible]~~ redutores de recalque (piled/raft solution) a fim de desfrutar da boa capacidade portante do subsolo da area dos Sopradores.

VMello.

0 0052 00

VICTOR F. B. DE MELLO
& ASSOCIADOS S/C LTDA.

ISO IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ACO-G-160878

23 AGO 1978 011913

São Paulo, 16 de agosto de 1978.

1D02 00 3

ANEXO COM

ISE

RECEBERAM COPIAS

ISE IEEC ISA

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Material Recebido IEEC-530/78
Exame expedito - Considerações iniciais
Providências Solicitadas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebidos através da remessa acima epigrafada, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

1. Memorando IEP-065/78 - referente Correspondência com o escritório Victor F.B. de Mello e Associados.

Providenciaremos que todos relatórios específicos sobre determinada área tenham referência ao Pacote abrangido. Os relatórios de escopo geral dentro da Usina (por ex. os relatórios de acompanhamento do Programa Genérico de Investigações) passarão a mencionar que se referem à área toda da Usina, ou terão especificado em seus itens os pacotes a que se referem individualmente cada item.

2. Pacote D-02-

Desenhos 1D02 A00-D-4001 e 4002; 1D02 B00-D-4001 e 4002, versão A.

Tratam dos perfis Geotécnicos do BFG e COG Gasholders. (gazômetro).

Conforme encaminhado em relatório anterior (AÇO-G-170778) caberia estudar as fundações das estruturas adjacentes em apoio direto, devido a excelente capacidade portante do subsolo da área, indicada pelos valores SPT.

Cientes da disponibilidade de estacas tubulares na Usina, sugerimos a revisão do presente projeto a fim de utilizá-las. Tratando-se de áreas de corte, sem comprimento mínimo de estaca estipulado, os perfis tubulares poderiam ser utilizados na área.

23 AGO 1978
ISE
SECRETARIA

5670
ISE
IEE-C
F-N/ARQUIVO

3. Pacote B-01-

Estudo das Fundações da Aciária - Escritório Técnico J.C.F. Ferraz.

Nossa solicitação da Memória de Cálculo do Projeto de Fundações da Aciária se referia à possibilidade de ter o Projetista apresentado um projeto detalhado uma vez que foi decidida a utilização de estacas escavadas circulares.

A presente análise comparativa de tipos de fundação já nos tinha sido enviada anteriormente e servido de base para discussões anteriores.

4. Ata de Reunião com Geotécnica - 08/08/78

Incorporada aos nossos arquivos.

5. Pacote C-03-

Relatório RT/14 - PR-168/78 Geotécnica.

Projeto Básico das Fundações do Reversing Bloom Mill e Billet Mill

Será analisado em separado e comentários seguirão se necessário.

6. Relatórios : T-01A-AT-187/78; T-11-AT-187/78; RM/7-PR-168/78;

Desenhos : Pátio de Carvão; Sistema de Recirculação de Água Laminação (1D08 C01-B-1001-A);

Memo : IOC-5/075/78 ref. leituras medidores de recalque;

Boletins de sondagens do Escritório de Manutenção S1 a S9; S11 a S13; S18; S18 e S20 a S29:

Incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

7. Tomamos a liberdade de solicitar de V.Sas.:

7.1 Dados de cravação das sete estacas teste metálicas cravadas nos Laminadores;

7.2 Resultados disponíveis até o presente momento sobre as provas de carga nas estacas teste dos Laminadores;

7.3 Memória de Cálculo do Projeto de Fundações da Área da Sinterização;

7.4 Estudo de fixação da nega para a área da Sinterização;

7.5 Dados de cravação das estacas teste tubulares e perfil H adjacente da Sinterização;

7.6 Folhas de cravação das estacas Franki da Bateria 1 da Coqueria;

7.7 Cópia do Projeto de instrumentação das fundações da Coqueria.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

anexo = sua via assinada da remessa

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/sb

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-110878

São Paulo, 21 de agosto de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Análise do Programa Genérico de Investigações
Relatório de Progresso nº 1
Válido para toda a Usina.

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Atendendo a solicitação de V.Sas. e dando continuação a nosso relatório AÇO-G-240778, vimos através deste encaminhar uma análise inicial das provas de carga em placa englobadas no Programa Genérico de Investigações, realizadas até a presente data.

2. SITUAÇÃO ATUAL - PROVAS DE CARGA JÁ EXECUTADAS E A EXECUTAR

Assim como na apresentação do Programa Genérico de Investigações dividimos a Usina em áreas de Corte e de Aterro teremos:

2.1 Areas de Corte:

Conforme apresentado na figura 1 anexa, das 11 provas de carga de ∅ 0,80m. inicialmente planejadas, foram até o presente momento executadas 7. Podemos também incorporar ao Programa os resultados das 3 provas de carga executadas na Coqueria, por orientação do Dr. J. Burland.

Não foi iniciada até o presente momento a campanha de ensaios de laboratório em amostras indeformadas retiradas dos locais das provas de carga assim como não foi executada nenhuma prova de carga em placa de diâmetro diferente de 0,80m.

2.2 Areas de Aterro:

Conforme apresentado na figura 2, somente uma prova de carga do Programa foi executada até o presente momento; incluimos também nas análises os resultados de outra prova de carga realizada nos Laminadores por orientação do Dr. J. Burland.

Cabe ressaltar que quando o Programa Genérico foi visualizado, imaginou-se que o material de aterro iria apresentar certa homogeneidade

de comportamento, condicionado por sistemática de compactação e seu controle.

Porém, o que se pode perceber pela análise de resultados de sondagens em diferentes locais é uma grande variação do índice SPT entre 4 a 25 golpes; indicando materiais com diferentes comportamento quanto à sua deformabilidade. Caberia portanto programar a execução de uma série adicional de provas de carga nos materiais de aterro com alto e baixo índice SPT.

3. ANÁLISE DAS PROVAS DE CARGA DISPONÍVEIS

A forma ideal de apresentação dos resultados do Programa Genérico conforme inicialmente visualizado, é a reunião de todos os dados provenientes de cada local investigado em uma só folha resumo. Seriam reunidos nestas folhas os seguintes dados:

- ensaios de caracterização, Proctor e granulometria;
- ensaios edométricos;
- ensaios triaxiais;
- comportamento da prova de carga com seu gráfico carga/recalque, tempo/recalque para dois estágios de carregamento e análise deste ensaio através do módulo de deformabilidade (E) em diferentes níveis de tensão;
- resultados de sondagens SPT e ensaio EPE adjacente;
- informações adicionais disponíveis.

Considerando-se que a maior parte dos referidos ensaios não foi ainda executada apresentamos os resultados da presente análise em uma folha-resumo inicial.

A seguir analizaremos as provas de carga uma a uma, comentando os resultados e sua interpretação.

Tal interpretação será tão somente a do uso corrente em projetos considerando o recalque "estabilizado" do bulbo de pressão da placa sem quaisquer ajustes para rastejo (creep) a longo prazo.

3.1 Provas de carga 01, 02 e 03 na Coqueria - figuras 3,4 e 5 anexas.

Estes ensaios fazem parte do conjunto de dados solicitados com a visita do Dr. J. Burland e executadas, a fim de serem expeditas, utilizando equipamentos de terraplenagem pesados como reação.

Foram introduzidas hastes nos bulbos de tensões para medida de deformações a 27 e 54cm. de profundidade e suas leituras foram executadas com instrumentos óticos, de precisão inferior à sensibilidade da interpretação nela baseada, motivo pelo qual as leituras e inter-

pretações dos recalques das hastes não foram apresentados nas figuras 3, 4 e 5.

A interpretação dos recalques da placa foram corrigidas, quando necessário, pela subtração de um recalque inicial resultante provavelmente dos problemas de preparo e instalação da placa.

Disponível sondagem SPT e ensaios Deep sounding adjacente.

3.2 Prova de Carga 04 - Laminação - figura 6

Efetuada em área de aterro seguindo a mesma orientação das anteriores.

Ao lado da referida prova de carga executou-se sondagem SPT e ensaio de penetração contínua (Deep sounding DS-011A-LAM/14.1). Não apresentamos o resultado do ensaio Deep sounding por questionar sua perfeita execução, uma vez que em aterro de características "homogeneas", a resistência de ponta (Rp) do ensaio variou de 1,5 a 2,0Kg/cm^2 nos primeiros 10 metros de profundidade, em material de características equivalentes a Rp≥ 50,0Kg/cm^2.

As medidas efetuadas nas hastes se mostraram coerentes, sendo que o valor do módulo de deformabilidade E retro-analisado a partir de suas leituras foi superior do que o valor obtido através da interpretação dos recalques da placa.

Na figura 6 apresenta-se ambas interpretações, com a fornecida pelas leituras de haste em pontilhado uma vez que se levantaria a dúvida quanto a precisão de medidas efetuadas através de instrumentos óticos.

3.3 Prova de carga PC-01-AC; área da Aciária - figura 7

Ao lado da prova de carga dispõe-se de sondagem (SP-161A-ACI) e de Deep Sounding (DS-02-AC).

É a primeira prova de carga do Programa Genérico, visando ensaiar material em área de Corte, Baixo SPT e Arenoso.

Na figura 7 apresenta-se os recalques observados na placa e os diferenciais de recalques das hastes.

A interpretação de ambos universos de dados levou em consideração a existência de uma deformação inicial inerente ao campo de deformações imposto pelos carregamentos.

Existe uma grande discrepância entre os valores do módulo de deformabilidade obtidos pela interpretação dos recalques da placa e das hastes, sugerindo que se tenha havido algum problema de instalação ou na leitura das hastes.

3.4 Prova de carga PC-02-AC; área da Aciária - figura 8

Ao lado da prova de carga dispõe-se de sondagem (SP-167A-ACI) e de Deep Sounding (DS-03-AC).

Visa ensaiar material em área de Corte, Alto SPT e Argiloso.

As leituras de recalques da placa e das hastes mostram coerencia e sua interpretação também levou em consideração a existência de deformação inicial inerente às deformações impostas pelo carregamento.

3.5 Prova de carga PC-04-AC; área da Aciária - figura 9

Ao lado da prova de carga dispõe-se da sondagem (SP-178A-ACI). Visa ensaiar área de Corte, Médio SPT Arenoso.

As medidas de recalques da placa e das hastes se mantiveram coerentes durante todo o ensaio levando a interpretações essencialmente similares. A variação de módulo de deformabilidade E nos baixos níveis de tensão, provavelmente devido a problemas de leitura, não nos parece compatível com o subsolo em questão.

3.6 Prova de carga PC-05-AC; área da Aciária - figura 10

Ao lado da área ensaiada dispõe-se da sondagem (PS-177A-ACI). Visa ensaiar área de Corte, Médio SPT Arenoso.

A interpretação dos recalques da placa (descontada uma deformação inicial inerente ao carregamento) e dos recalques das hastes leva a valores de módulo de deformabilidade E sensivelmente diferentes.

Considerando-se que o ensaio foi executado em cava de 1,25m. de profundidade, sendo portanto removida uma camada inicial sujeita às intemperies, as características do subsolo em questão, conforme a sondagem SPT adjacente, indicariam maior fidelidade da interpretação a partir das medições em haste.

3.7 Prova de carga PC-06-AC; área da Aciária - figuras 11 e 12

Ao lado da área ensaiada dispõe-se da sondagem SP 53 (nomenclatura antiga) assim como do Deep sounding DS-01-AC.

Visa ensaiar material de Corte, Baixo SPT Arenoso.

A prova de carga sofreu problemas de instalação, tendo que ser reiniciada após a carga de $6Kg/cm^2$.

A interpretação dos valores de recalques leva a valores abaixo dos esperados em relação às características de subsolo fornecidas pela Sondagem e pelo Ensaio de Penetração Contínua.

Tal comportamento aparentemente ruim pode ter sido causado por encharcamento, inchamento, revolvimento da camada superficial, devido ao tem

po decorrido entre a execução da sondagem e a prova de carga.

Para orientação e julgamento da confiabilidade dos resultados seria recomendável que se executasse uma sondagem SPT diretamente sobre o local aonde foi executada a prova de carga, sondagem esta de 4 metros de profundidade com determinação do número de golpes (índice SPT) a cada meio metro.

3.8 Prova de carga PC-07-AC; área da Aciária - figura 13

Ao lado da área ensaiada dispõe-se da sondagem SP-164A-ACI.

Visa ensaiar material de área de Corte, Baixo SPT Argiloso.

A interpretação das leituras de recalques da placa, mesmo utilizando de um alto valor de correção de deformação inicial, leva a valores de módulo de deformabilidade E estranhos em relação às características de subsolo apresentadas pela sondagem.

Não se interpretou as leituras de recalques das hastes devido ao estranho comportamento destas.

Caberia executar uma sondagem curta com medição a cada meio metro do índice SPT no local do teste a fim de comprovar as características do subsolo, que poderiam estar adulteradas por motivos diversos de obra.

3.9 Prova de carga PC-08-AC; área da Aciária - figura 14

Ao lado da área testada dispõe-se da sondagem SP-174A-ACI. Visa ensaiar área de Corte, Médio SPT Arenoso.

A interpretação das leituras de recalques da placa e das hastes apresentam coerencia, com valor de módulo de deformabilidade E inferior ao que se prevê pelas características do subsolo conforme a sondagem indica. Caberia reinvestigar as características do subsolo através de sondagem curta, conforme anteriormente exposto.

3.10 Prova de carga PC-01-SINT - figura 14

Ao lado da área ensaiada dispõe-se da sondagem SP-071A-SIN e do Deep sounding DS-01-SIN.

Visa ensaiar Aterros de Baixo SPT e é a única prova de carga em placa pertencente ao Programa Genérico, para área de Aterros, disponível até o presente momento.

A interpretação das leituras de recalques da placa e das hastes indicaria problemas na instalação das hastes.

4. CONSIDERAÇÕES SOBRE AS INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS

A retro-análise dos resultados das provas de carga foram feitas a partir das conceituações da Teoria da Elasticidade, desenvolvida para maci-

ços semi-infinitos, isotrópicos e homogeneos. Acreditamos ser válido tal procedimento uma vez que se visualiza utilizar os parâmetros obtidos na própria área investigada, em circuito fechado, para níveis de tensões similares, cabendo portanto assimilar comportamento pseudo-elástico aos testes.

Como até o presente momento só foram executadas provas de carga em placas de $\emptyset$ = 0,80m., acreditamos ser válida a hipótese de maciço homogeneo para a retro-análise das mesmas.

Para os recalques medidos na superfície da placa utilizou-se:

$$E = \frac{p.R.K.(1-\nu^2)}{\rho}$$

Aonde:

E = módulo de deformabilidade
p = pressão aplicada
R = raio da placa
K = coeficiente de forma, adotado 0,96 conforme anotações de aula do Curso de Rock Foundations ICST - Bray 1977
ν = coeficiente de Poisson - adotado 0,3
ρ = recalque medido.

A fim de minimizar a problemática de preparo instalação da placa, das tensões cisalhantes de contacto, etc. introduziu-se hastes no bulbo de tensões buscando medir recalques em área não sujeita a tais problemas.

Para interpretação de suas leituras utilizou-se:

$$E = \frac{pR}{\rho}\left[(1-\nu^2)\left\{\frac{\pi}{2} - \tan^{-1}(Z/R)\right\} + \frac{Z/R\,(1-\nu)}{1+(Z/R)^2}\right]$$

que para hastes inseridas a profundidades de R e 2R, com ν = 0,3:

$$E = \frac{(0,410)Rp}{\Delta\rho}$$

, conforme trabalho apresentado ao 6º Congresso Brasileiro MSEF, pelos engenheiros Luiz Guilherme de Mello e Mário Cepollina.

$\Delta\rho$ = diferença de deformação entre as hastes.

5. CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS

Cientes de que as interpretações constantes no presente relatório serão enviadas às Projetistas envolvidas nos projetos da Usina Ouro Branco, recomendamos que sejam incorporadas ao presente relatório, cópias xerox das folhas de campo das provas de carga uma vez que se pretende possibilitar aos Projetistas uma análise dos dados disponíveis para posteriormente discutir a interpretação dos mesmos dados.

Tal medida se faz especialmente necessária no caso da interpretação de dados porventura considerados suspeitos, como é o caso de algumas das provas de carga executadas.

Considerando-se que em vários locais existiu um grande tempo entre a investigação do subsolo através da sondagem e a execução da prova de carga, alertamos V.Sas. de que as características superficiais do subsolo podem ter sido substancialmente alteradas não só por alívio de tensões (fator este que também atingiria eventuais fundações na área) mas também por encharcamento, revolvimento, tráfego de veículos, etc. Sugerimos portanto que se execute uma sondagem curta com medida de SPT a cada meio metro ao lado das provas de carga consideradas suspeitas.

Caberia, finalmente, comentar algumas anomalias encontradas nos ensaios como por exemplo a recuperação maior das deformações da haste mais rasa comparada com as da haste profunda, interpretação de recalques levando a módulos de deformabilidade superiores para as hastes do que a placa, sob mesmo nível de tensões observa-se a haste rasa trabalhando "elasticamente" enquanto que a haste profunda não parece seguir o fenômeno, etc.

Também por estes motivos recomendamos que sejam enviadas cópias das folhas de campo aos Projetistas para possibilitar-lhes avaliação dos valores.

Finalmente, na figura 15 anexa apresentamos em gráfico um resumo dos resultados obtidos, plotando em forma de E vs. SPT como uma tentativa inicial de correlação para os solos da área, mesmo sabendo que teóricamente não pode haver correlação entre os dois parâmetros visto que o primeiro é índice de compressibilidade e o segundo de resistência, mas que como passo inicial de ante-projeto é válido utilizar parâmetros estimados.

Colocando-nos à vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

anexos = figuras 1 a 15

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/LG/sb

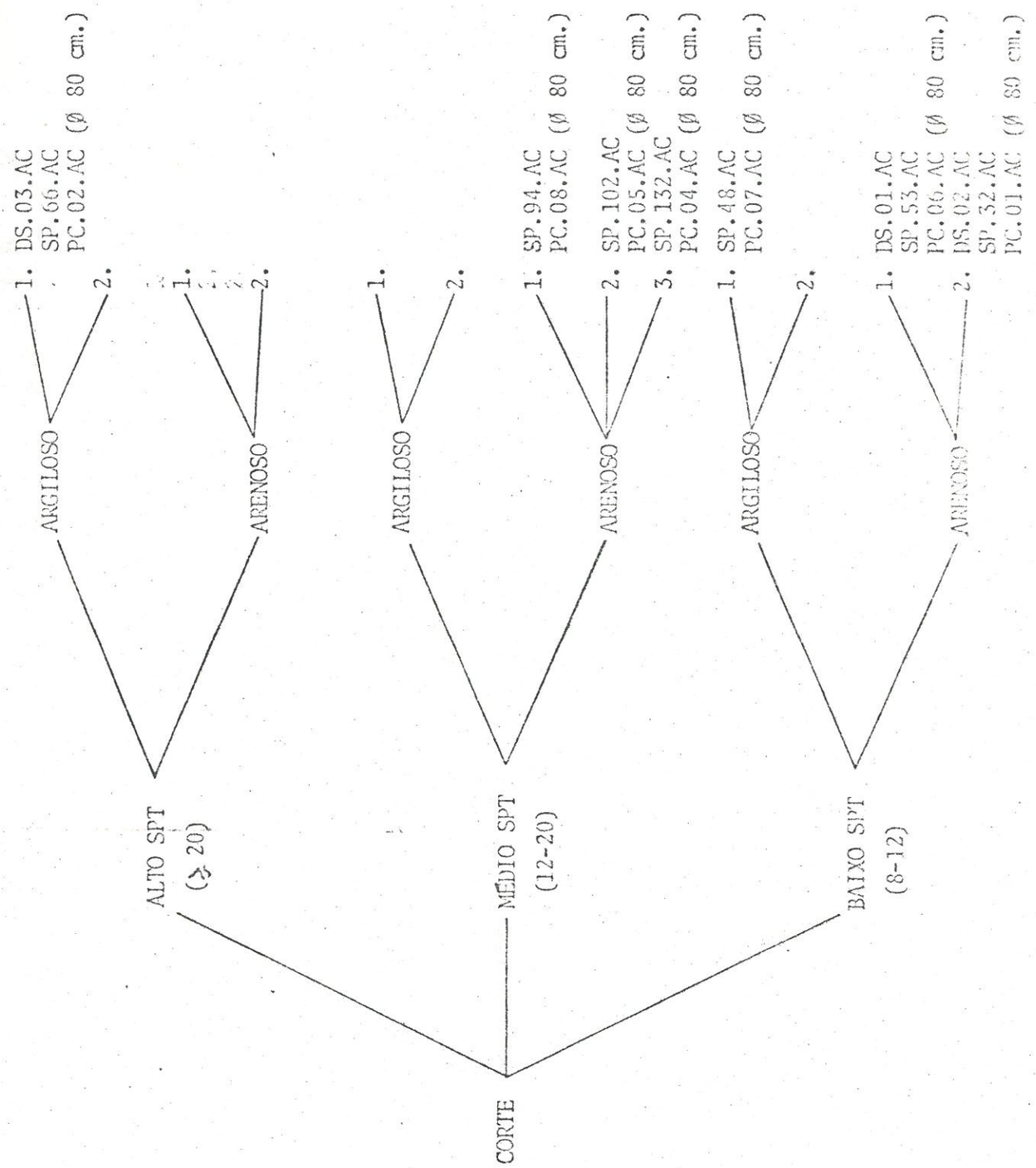

CORTE
ALTO SPT (≥ 20)
MÉDIO SPT (12-20)
BAIXO SPT (8-12)
ARGILOSO
ARENOSO
1. DS.03.AC
SP.66.AC
PC.02.AC (ø 80 cm.)
2.
1. SP.94.AC
PC.08.AC (ø 80 cm.)
2. SP.102.AC
PC.05.AC (ø 80 cm.)
3. SP.132.AC
PC.04.AC (ø 80 cm.)
1. SP.48.AC
PC.07.AC (ø 80 cm.)
1. DS.01.AC
SP.53.AC
PC.06.AC (ø 80 cm.)
2. DS.02.AC
SP.32.AC
PC.01.AC (ø 80 cm.)

FIG. 1

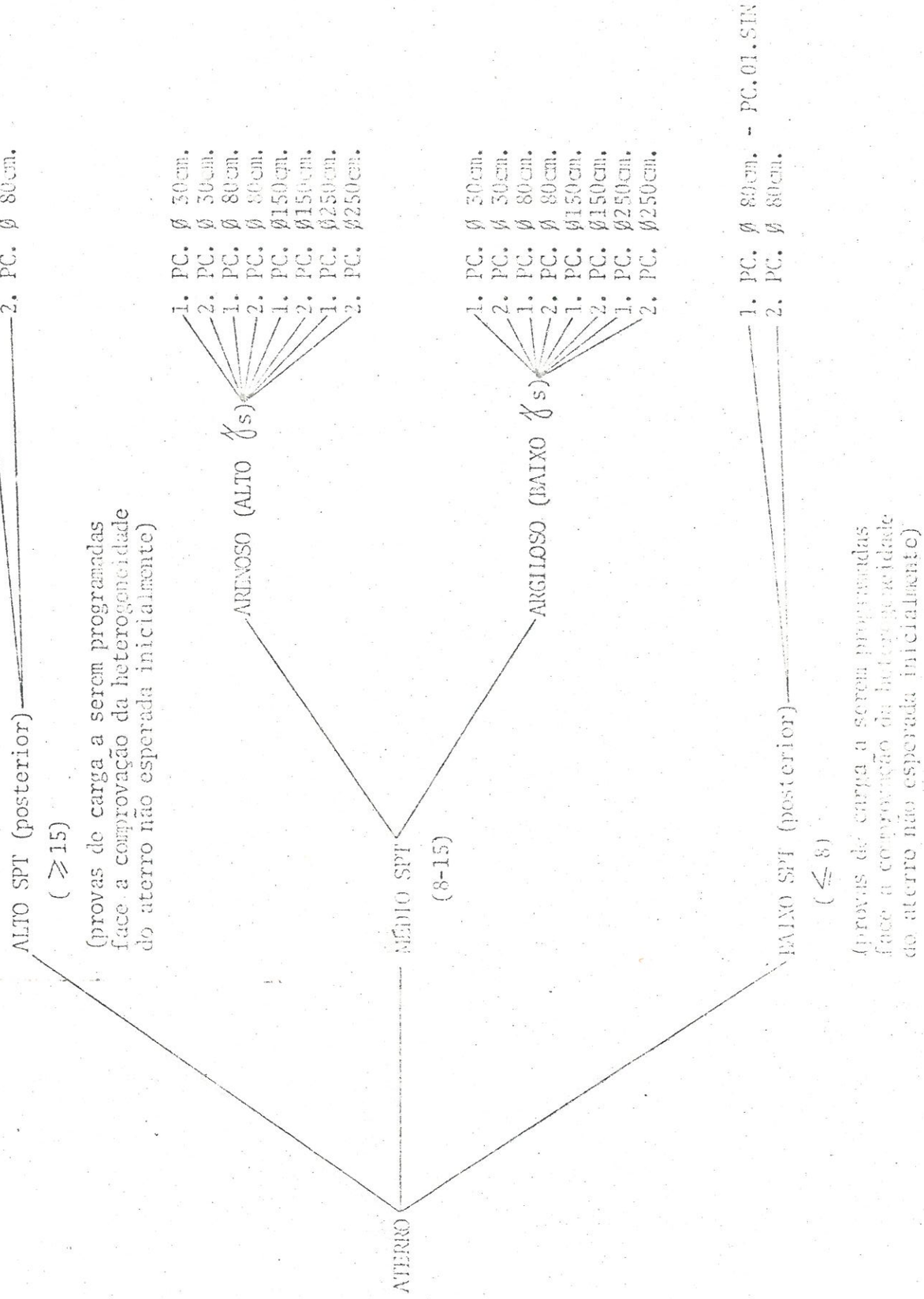

ATERRO
ALTO SPT (posterior)
(≥15)
(provas de carga a serem programadas face a comprovação da heterogeneidade do aterro não esperada inicialmente)
1. PC. ø 80cm.
2. PC. ø 80cm.
MÉDIO SPT
(8-15)
ARENOSO (ALTO γs)
1. PC. ø 30cm.
2. PC. ø 30cm.
1. PC. ø 80cm.
2. PC. ø 80cm.
1. PC. ø150cm.
2. PC. ø150cm.
1. PC. ø250cm.
2. PC. ø250cm.
ARGILOSO (BAIXO γs)
1. PC. ø 30cm.
2. PC. ø 30cm.
1. PC. ø 80cm.
2. PC. ø 80cm.
1. PC. ø150cm.
2. PC. ø150cm.
1. PC. ø250cm.
2. PC. ø250cm.
BAIXO SPT (posterior)
(≤8)
(provas de carga a serem programadas face a comprovação da heterogeneidade do aterro não esperada inicialmente)
1. PC. ø 80cm. - PC.01.SEN
2. PC. ø 80cm.

FIG. 2

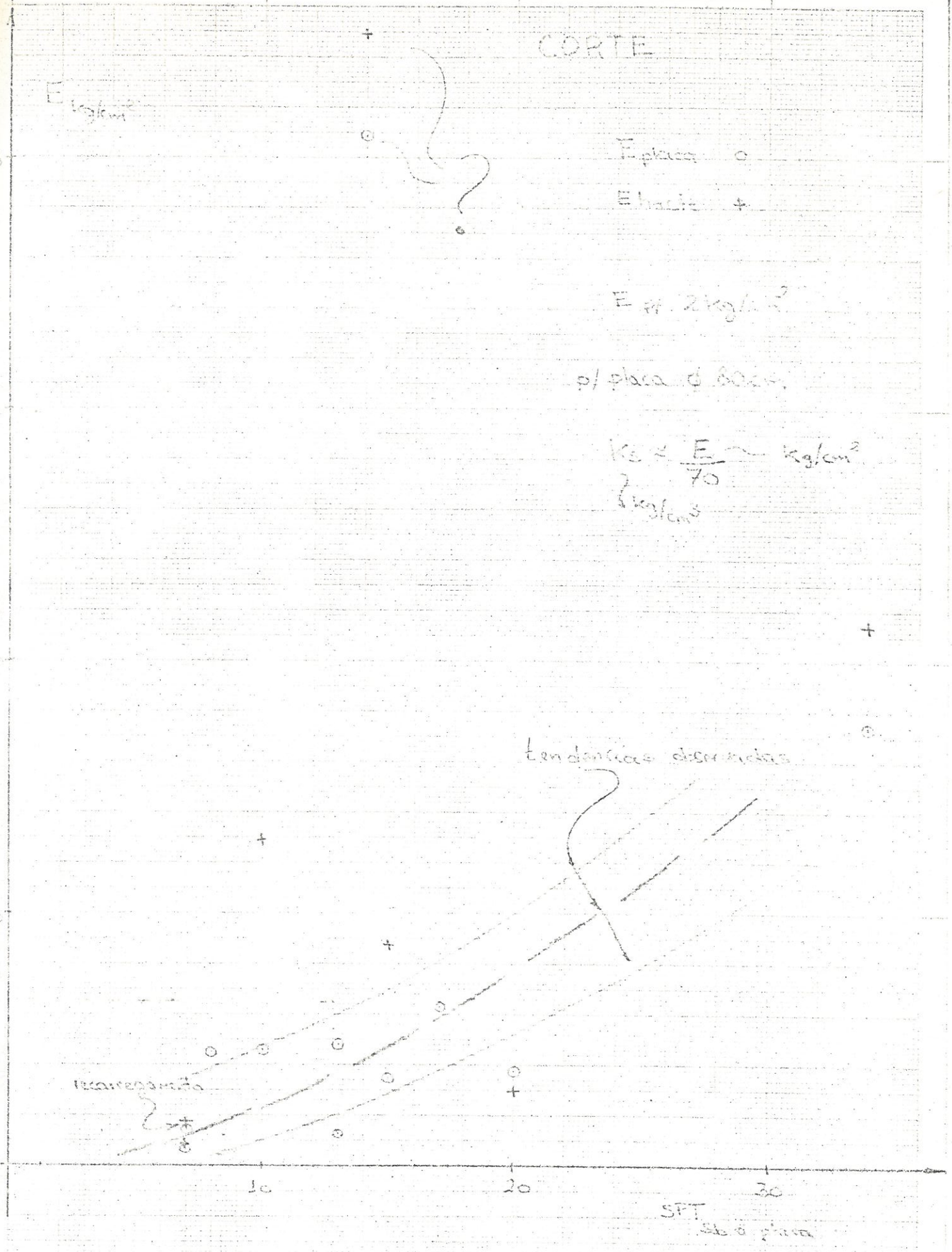
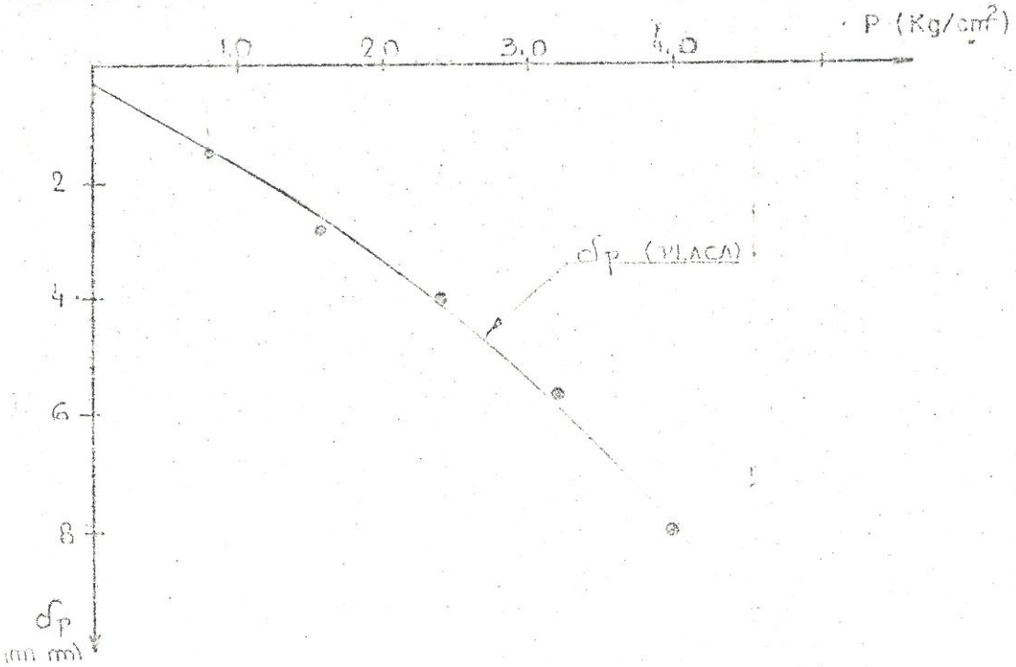
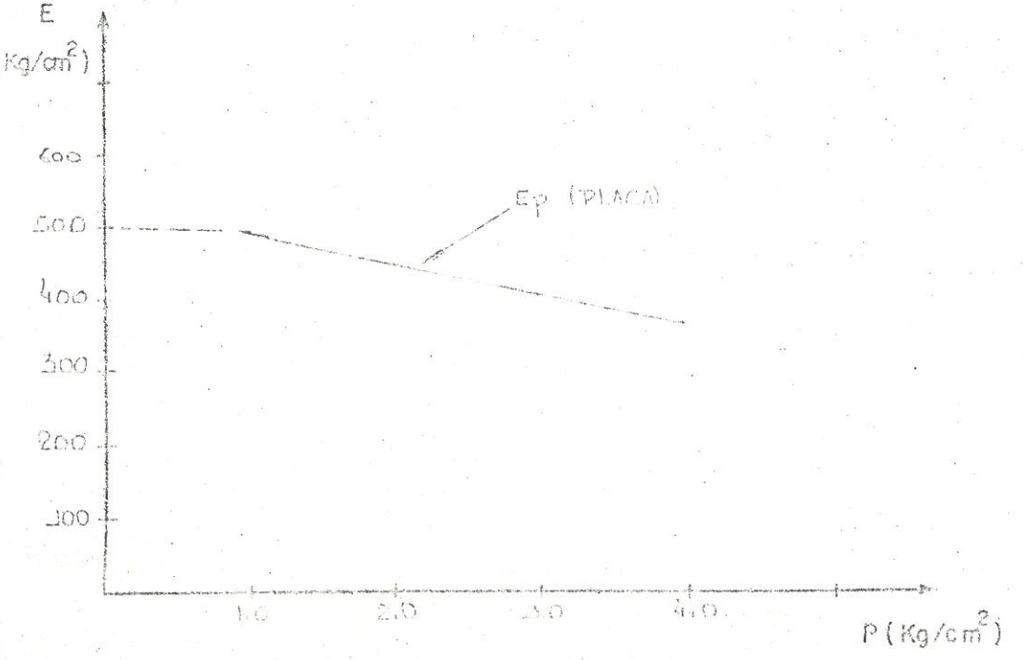


FIG-16
AÇO-G-110878

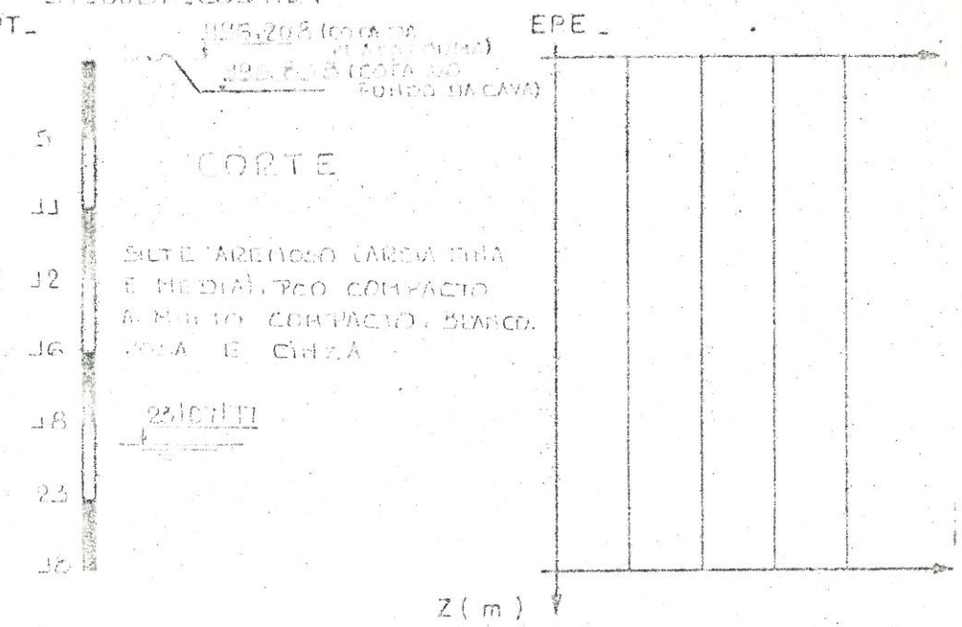
RECALQUE (δ) x CARGA



MÓDULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



SP-008A-COQ/12.1



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-01

N- 7.728.030.061

E- 628.879.022

LOCAL- COQUERIA

Ø PLACA- 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA- 120 x 420 cm

CARGA APLICADA- 20 t

TAXA APLICADA AO SOLO- 4 Kg/cm²

INICIO DA PROVA- 29/10/77 (10:10h)

FIM DA PROVA- 30/10/77 (17:29h)

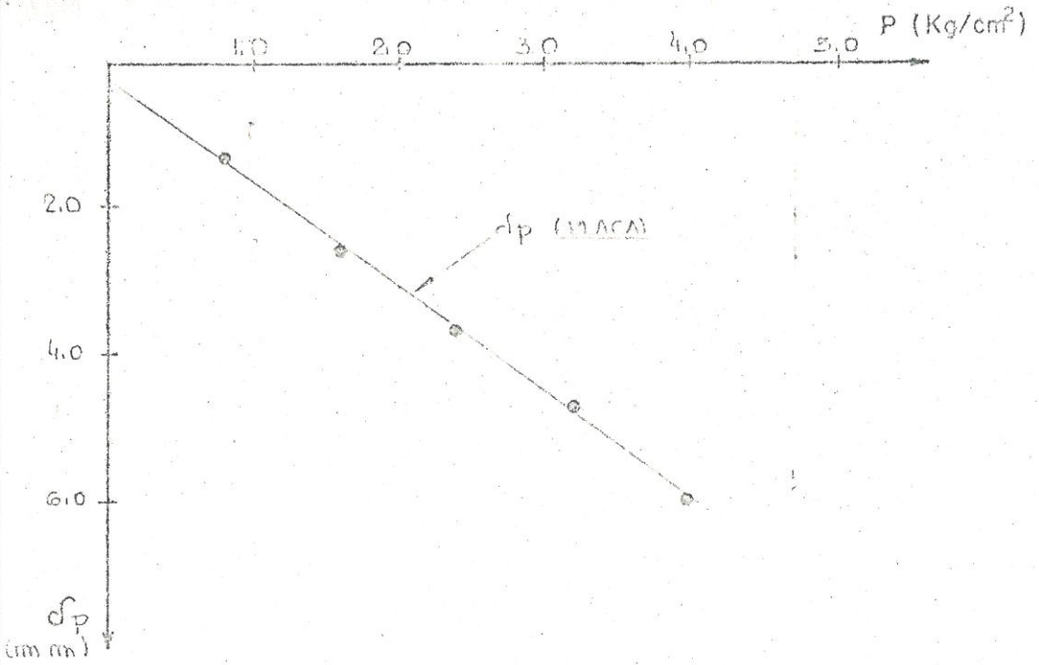
OBS: A PC. NÃO PERTENCE AO PROGRAMA GENÉRICO
ALTURA DE CORTE = 14 m

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

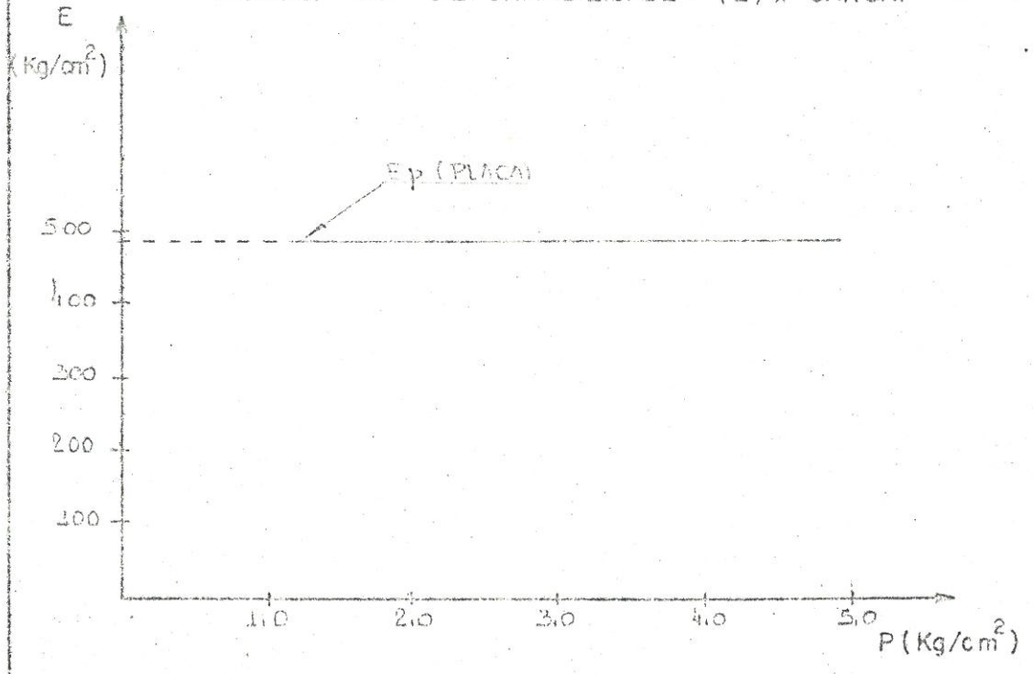
FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA

FIG. 3 AÇO-G 110878

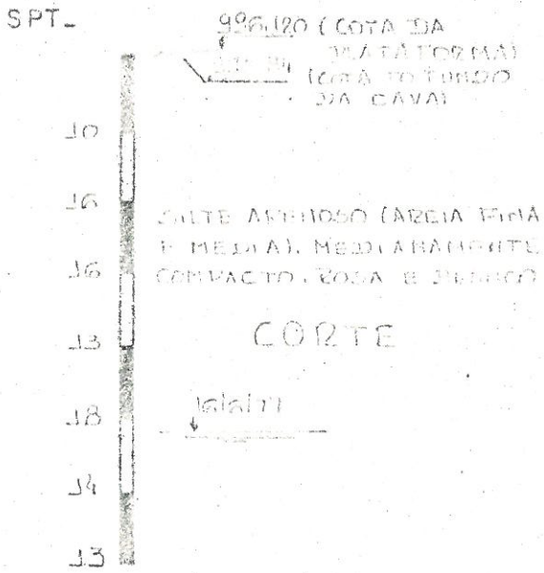
RECALQUE (δ) x CARGA



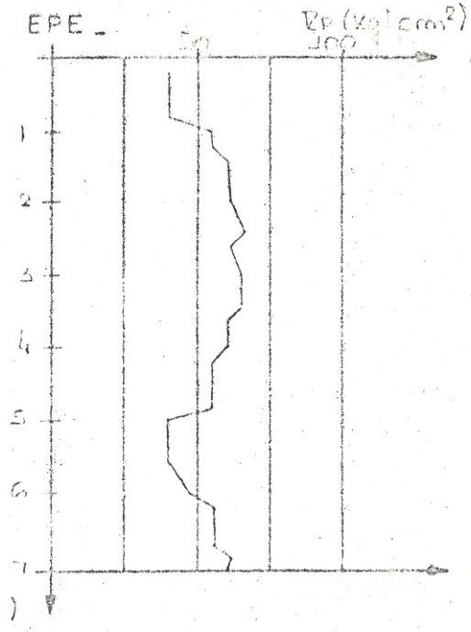
MÓDULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



SP.07SA COQ/12.1



D.S. 001 A COQ/12.1



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC - 02

N - 7.728.035,998

E - 628.777,997

LOCAL - COQUERIA

Ø PLACA - 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA - 120 x 420 cm

CARGA APLICADA - 20 t

TAXA APLICADA AO SOLO - 4 Kg/cm²

INICIO DA PROVA - 31/10/77 (13:33 h)

FIM DA PROVA - 01/11/77 (9:56 h)

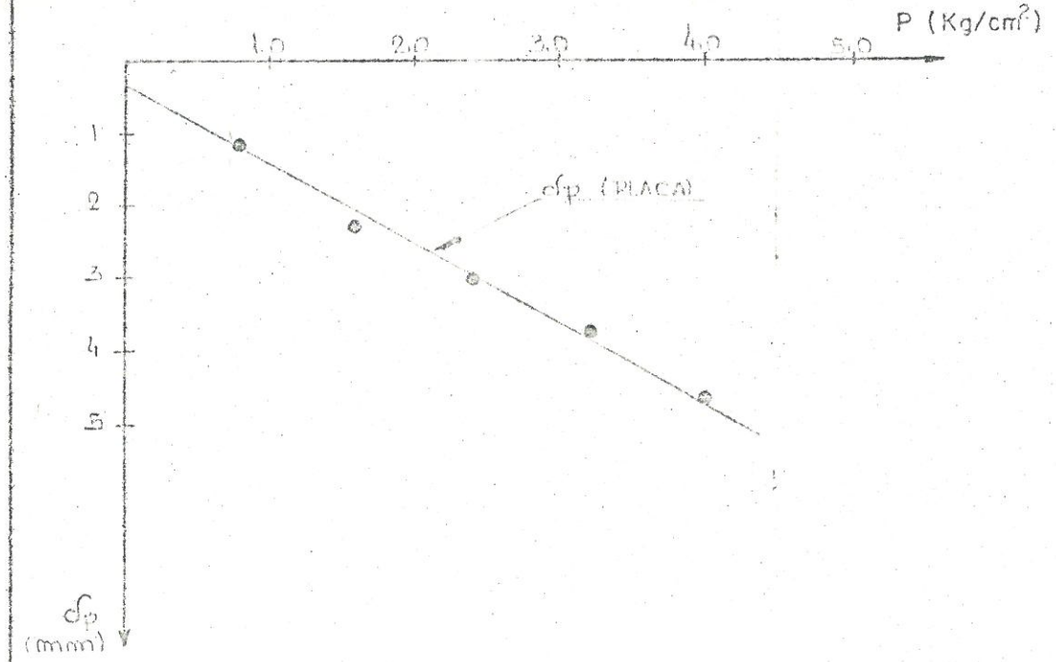
OBS: A PC NÃO PERTENCE AO PROGRAMA GENERICO
ALTURA DE CORTE ≈ 9 m

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

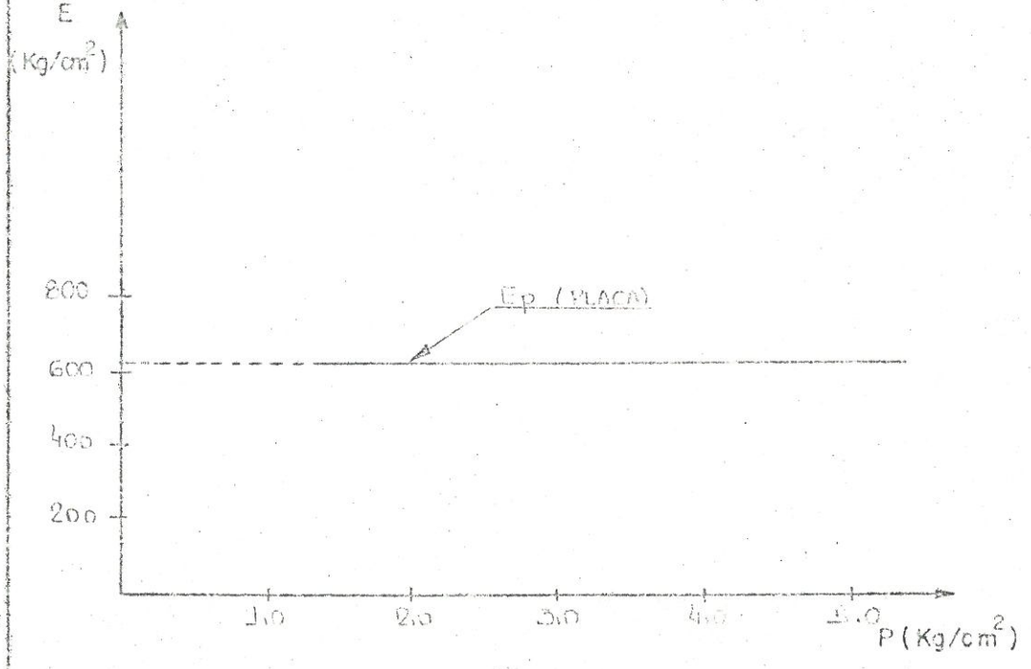
FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA

FIG: 4 AÇO_G 110878

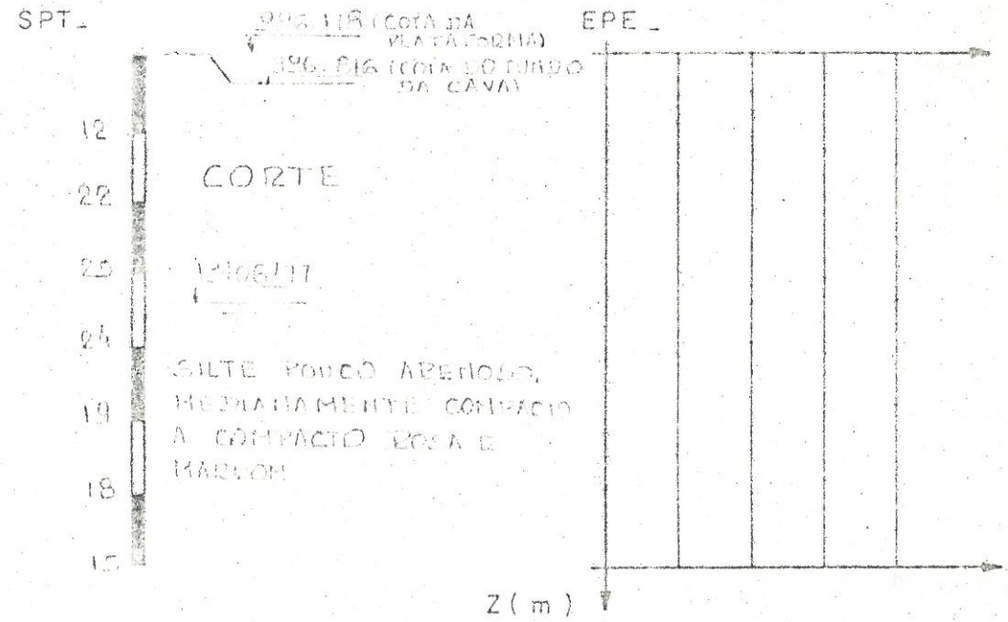
RECALQUE (δ) x CARGA



MÓDULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



SP 076A COQ/12.01



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC - Nº 03

N - 7.728.007.037

E - 629.078.981

LOCAL - COQUERIA

Ø PLACA - 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA - 120 x 420 cm

CARGA APLICADA - 20 t

TAXA APLICADA AO SOLO - 4 Kg/cm²

INICIO DA PROVA - 01/11/77 (15:25)

FIM DA PROVA - 02/11/77 (8:22)

OBS. A PC. NÃO PERTENCE AO PROGRAMA GENÉRICO

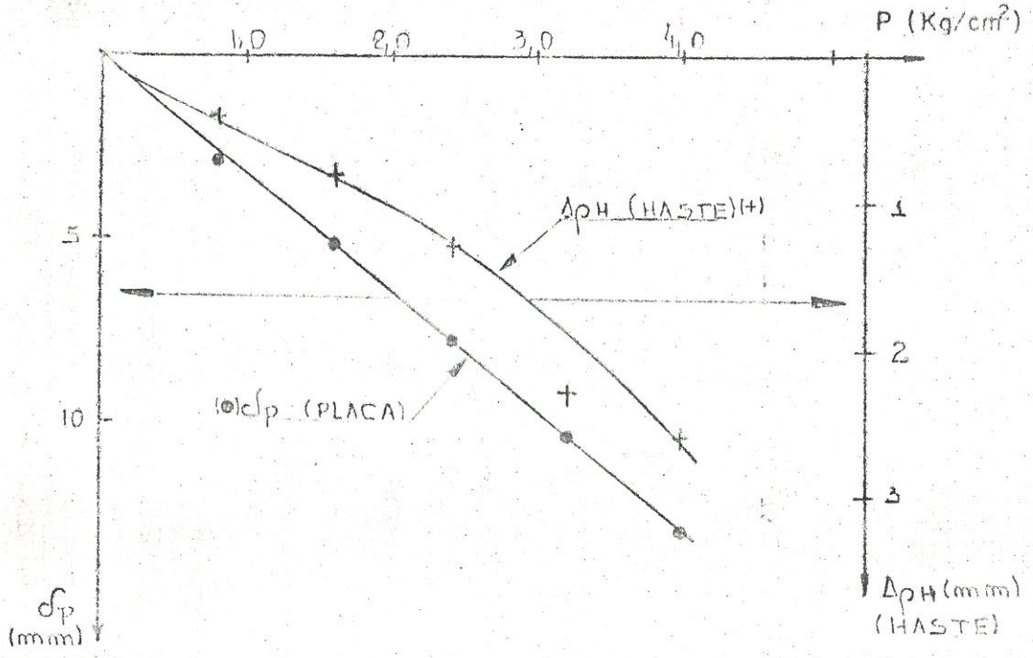
ALTURA DE CORTE ≈ 5 m

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

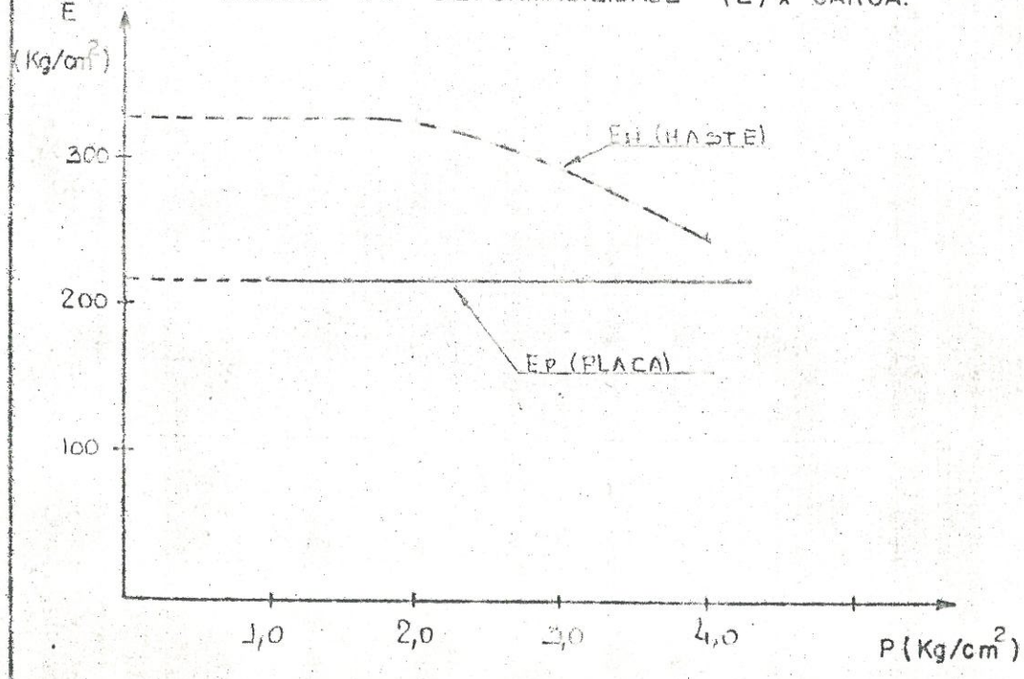
FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA

FIG. 5 AÇO G 110878

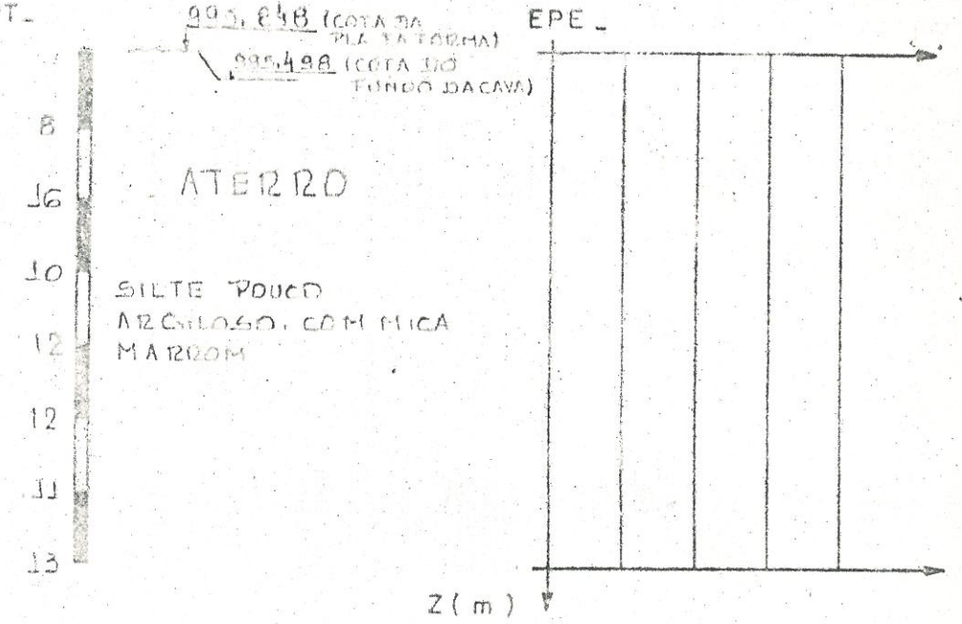
RECALQUE (δ) x CARGA



MÓDULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



SPC-01 - (NOMENCLATURA ANTIGA)



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-4

N- 7.727.736,496

E- 631.637,393

LOCAL - LAMINAÇÃO

Ø PLACA - 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA - 120 x 420 cm

CARGA APLICADA - 20 t

TAXA APLICADA AO SOLO - 4,0 kgf/cm²

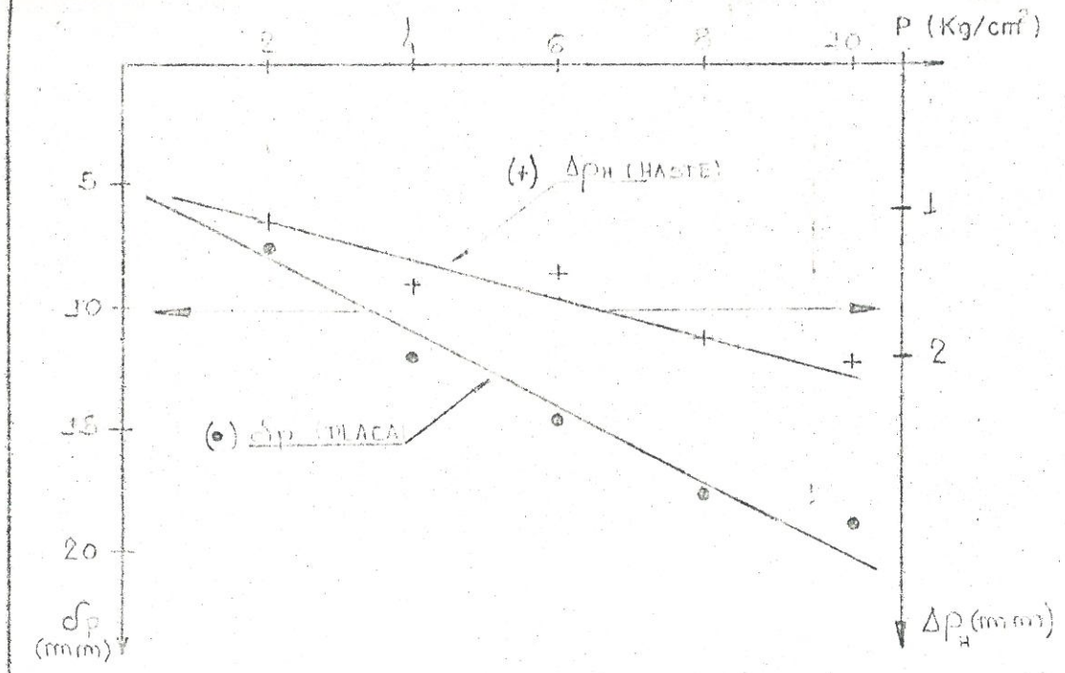
INICIO DA PROVA - 9/11/77 (16:50)

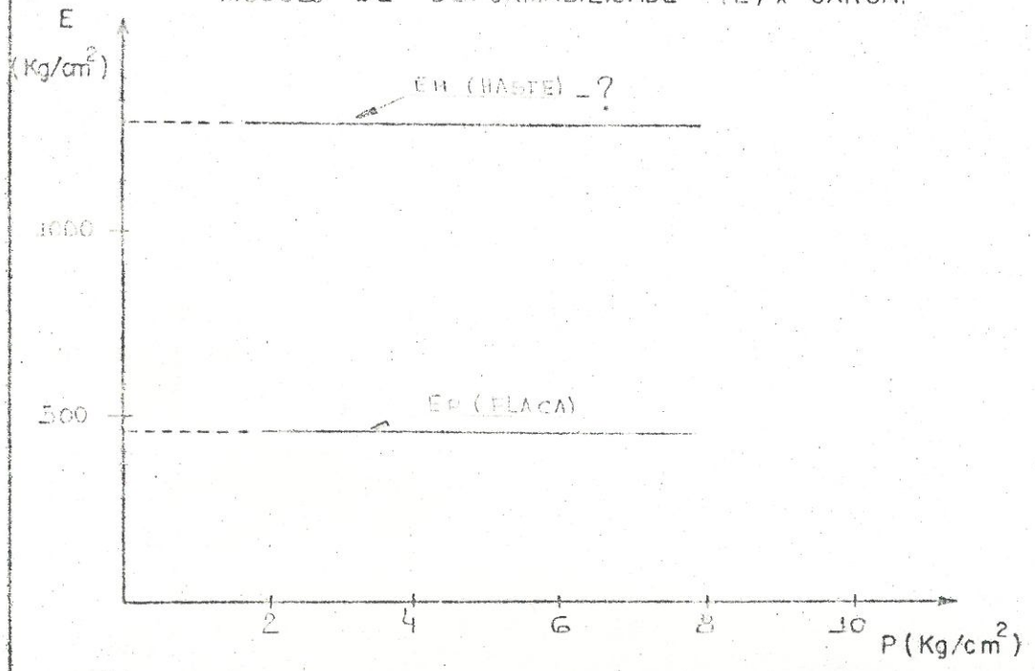
FIM DA PROVA - 10/11/77 (14:45)

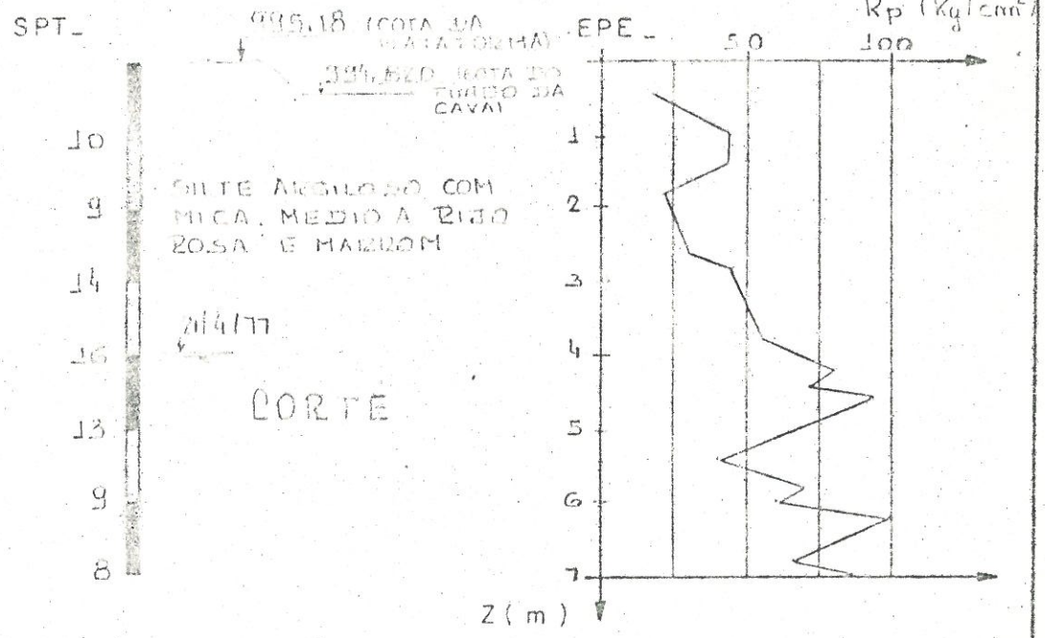
OBS: A P.C. NÃO PERTENCE AO PROGRAMA GENÉRICO

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.
FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA
FIG : 6 AÇO-G 110878

SP-161 A - AC1/13.04 DS.02-AC







LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-01 AC

N - 7.727 613,636

E - 630 301,093

LOCAL - ACIARIA

Ø PLACA - 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA -

CARGA APLICADA - 50 ton

TAXA APLICADA AO SOLO - 10 Kg/cm²

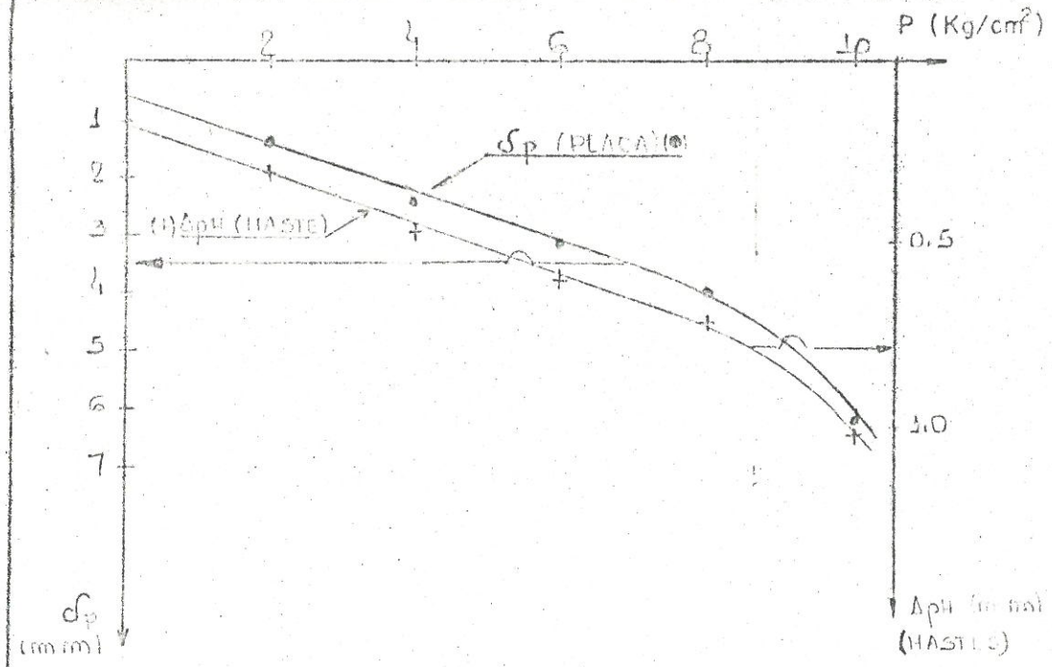
INICIO DA PROVA - 13/06/78 (14.51)

FIM DA PROVA - 14/06/78 (10.46)

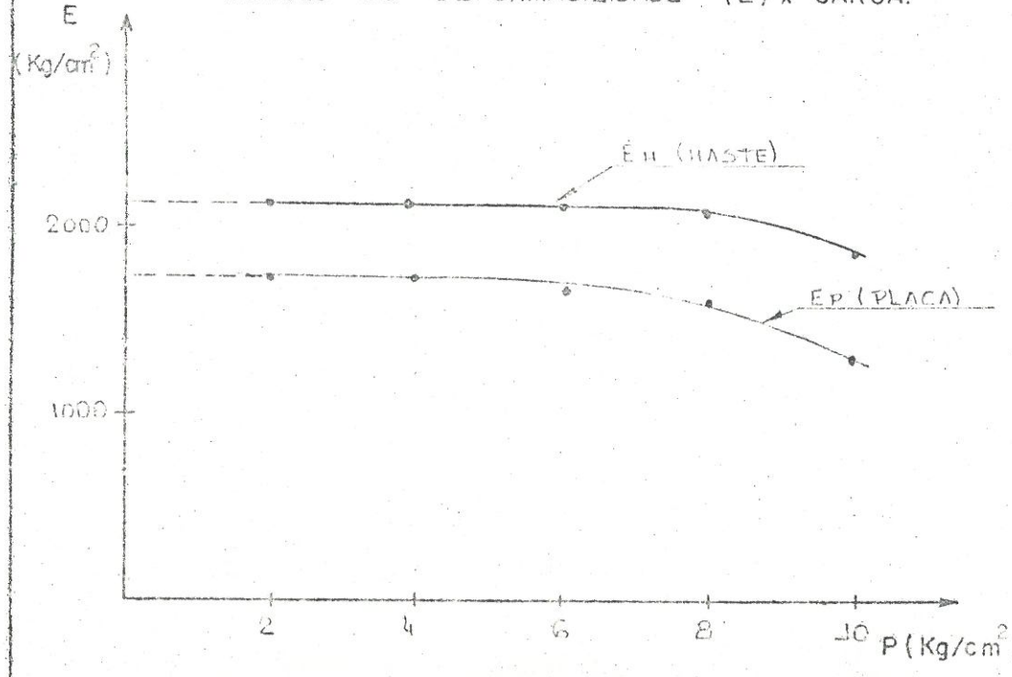
OBS - ALTURA DE CORTE = 11 m

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.
FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA
FIG. 7 AÇO-G 110878

RECALQUE (δ) x CARGA



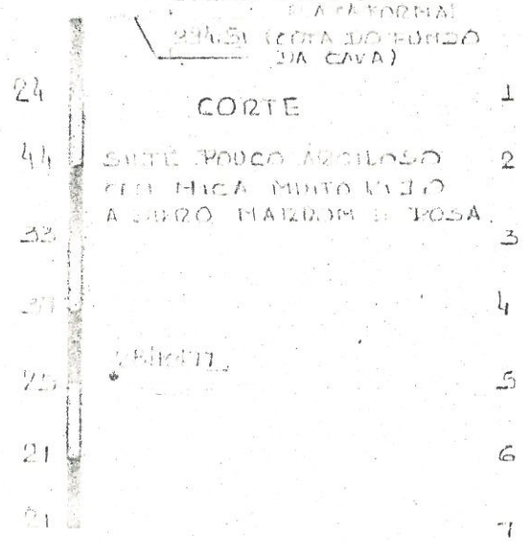
MÓDULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



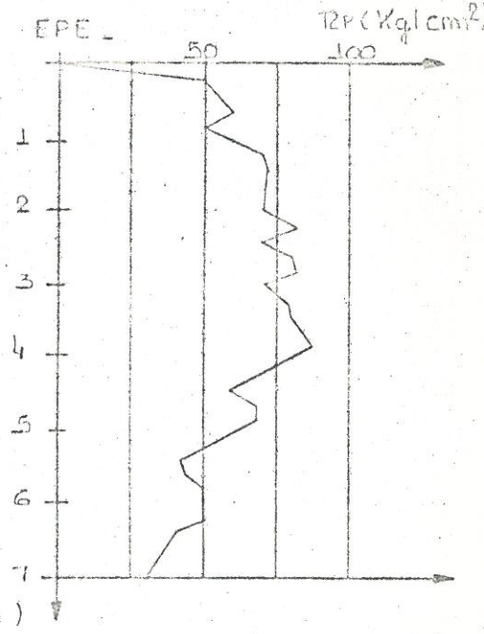
SP 167 A - ACI 13.4

DS-03 AC

SPT -



EPE -



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-02-AC

N - 7.727.600,18

E - 630.285,82

LOCAL - ACIARIA

Ø PLACA - 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA -

CARGA APLICADA - 50 t

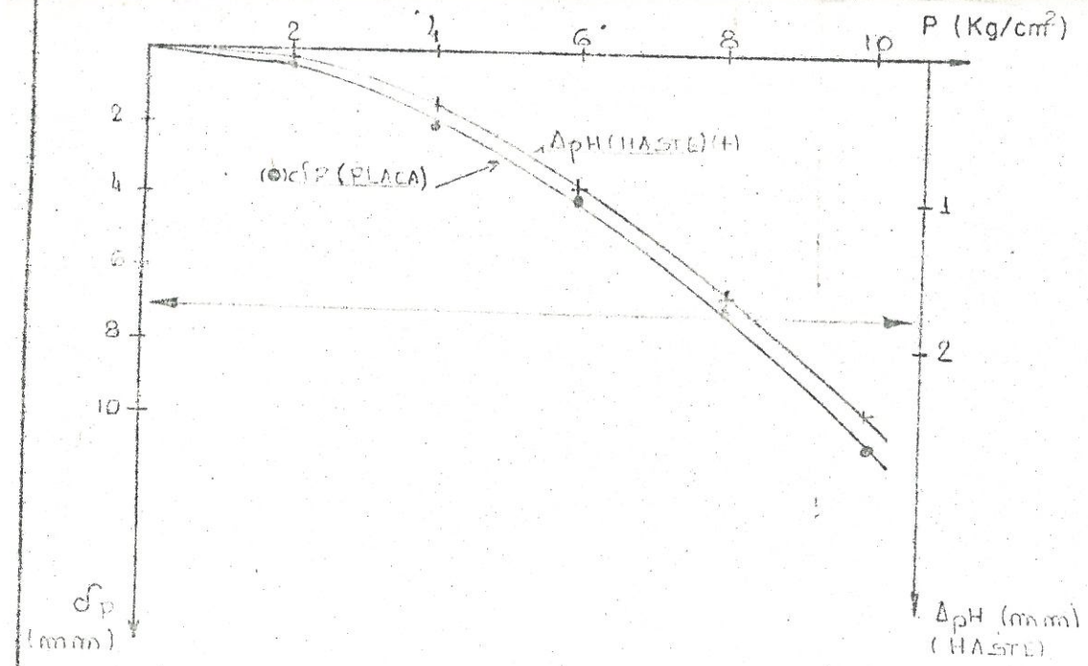
TAXA APLICADA AO SOLO - 10 Kg/cm²

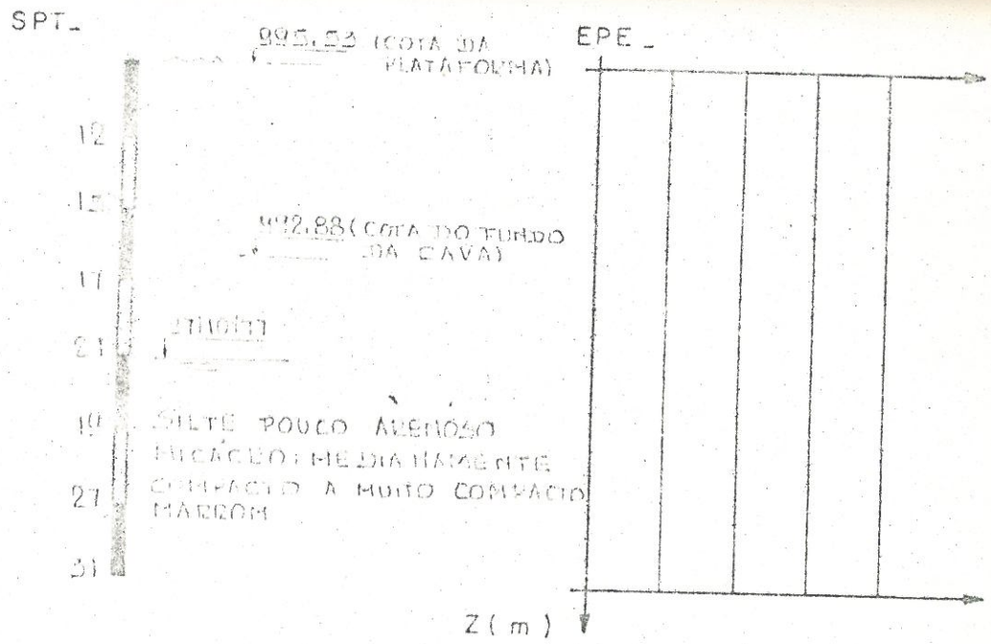
INÍCIO DA PROVA - 24.05.78 (11 14)

FIM DA PROVA - 25.05.78 (12 07)

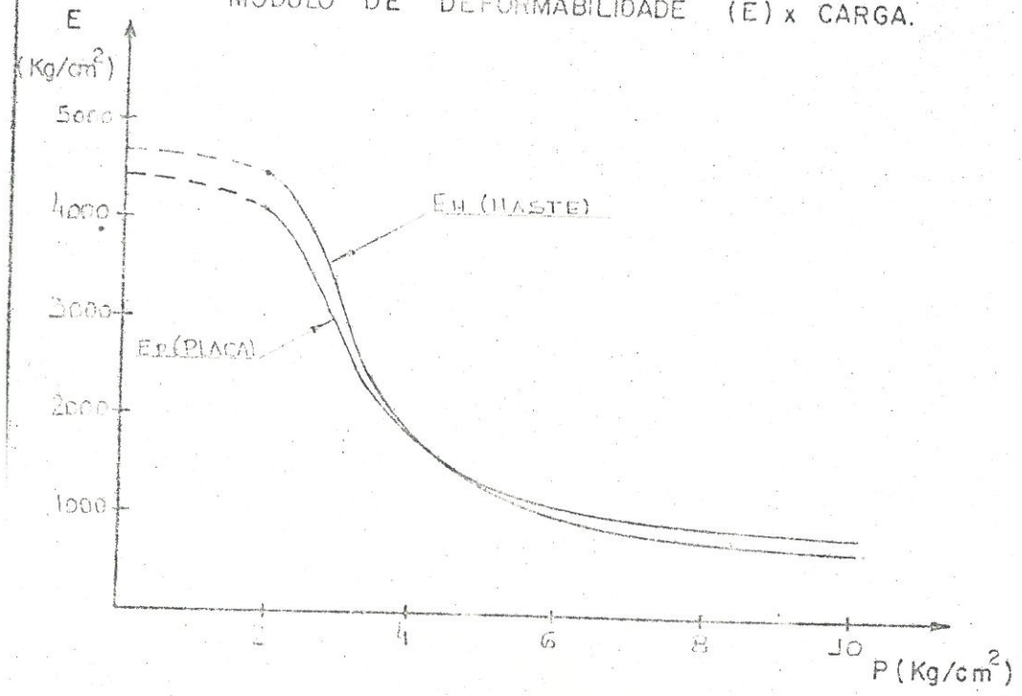
OBS: ALTURA DE CORTE ≈ 25 m

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.
FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA
FIG. 8 — AÇO-G-110878





MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC- 04_AC

N- 1 127 531,444

E- 630 381,119

LOCAL- ACIARIA

Ø PLACA- 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA-

CARGA APLICADA- 50 t

TAXA APLICADA AO SOLO- 10 Kg/cm²

INICIO DA PROVA- 11/07/78 (18 24)

FIM DA PROVA- 13/07/78 (7 58)

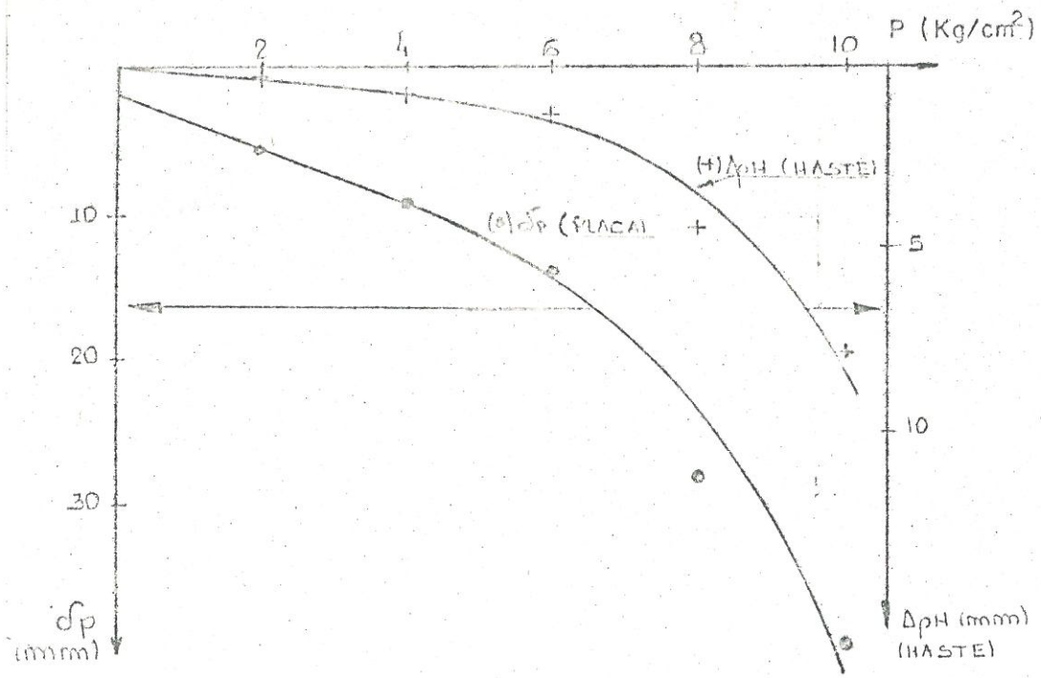
OBS- ALTURA DE CORTE = 25 m

VICTOR F B DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

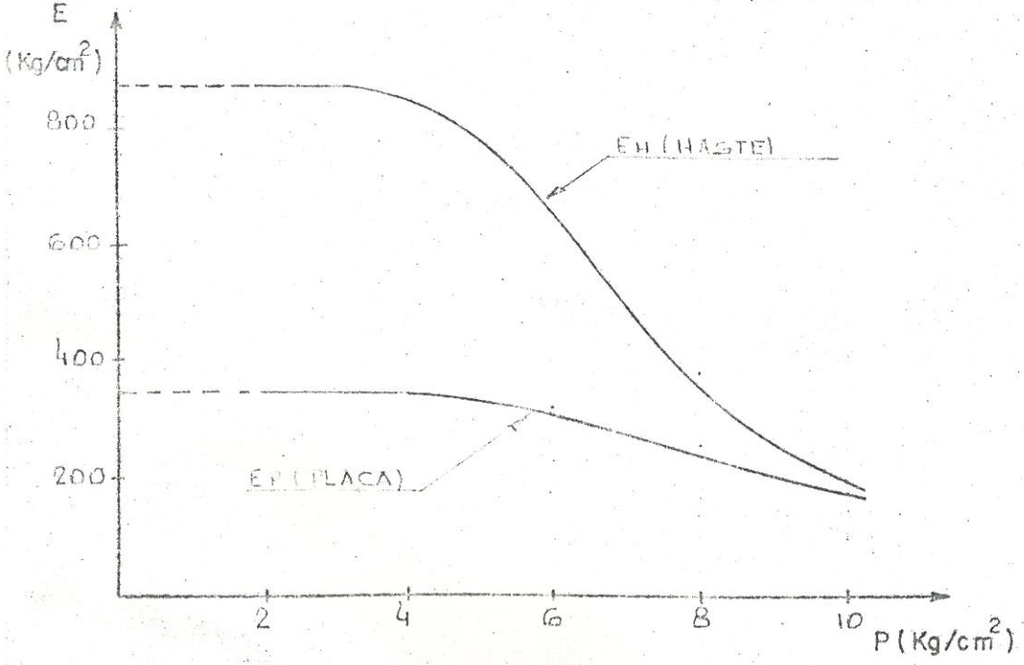
FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA

FIG - 9 AÇO- G 110878

RECÁLQUE (δ) x CARGA

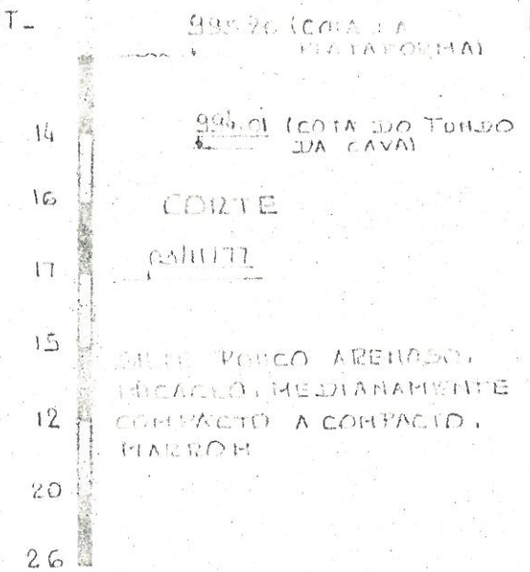


MÓDULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.

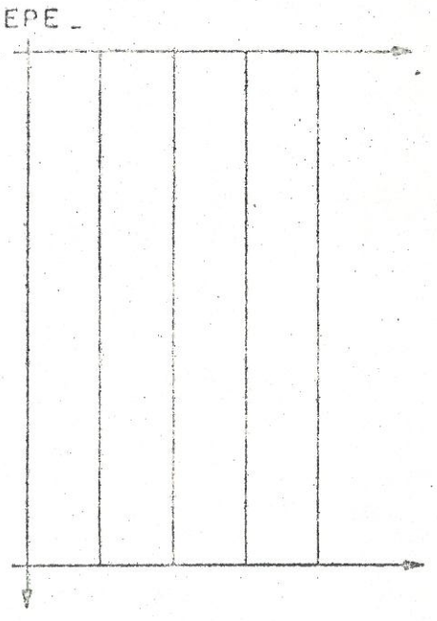


SP-01A-AC1113.4

SPT-



EPE-



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-05-AC

N- 7.727.507,776

E- 620 518,019

LOCAL - ACOMODAÇÃO

Ø PLACA - 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA -

CARGA APLICADA - 30 t

TAXA APLICADA AO SOLO - 10 Kg/cm²

INICIO DA PROVA - 23/06/78 (16:20)

FIM DA PROVA - 24/06/78 (11:30)

OBS: ALTURA DE CORTE ≈ 1,5 m

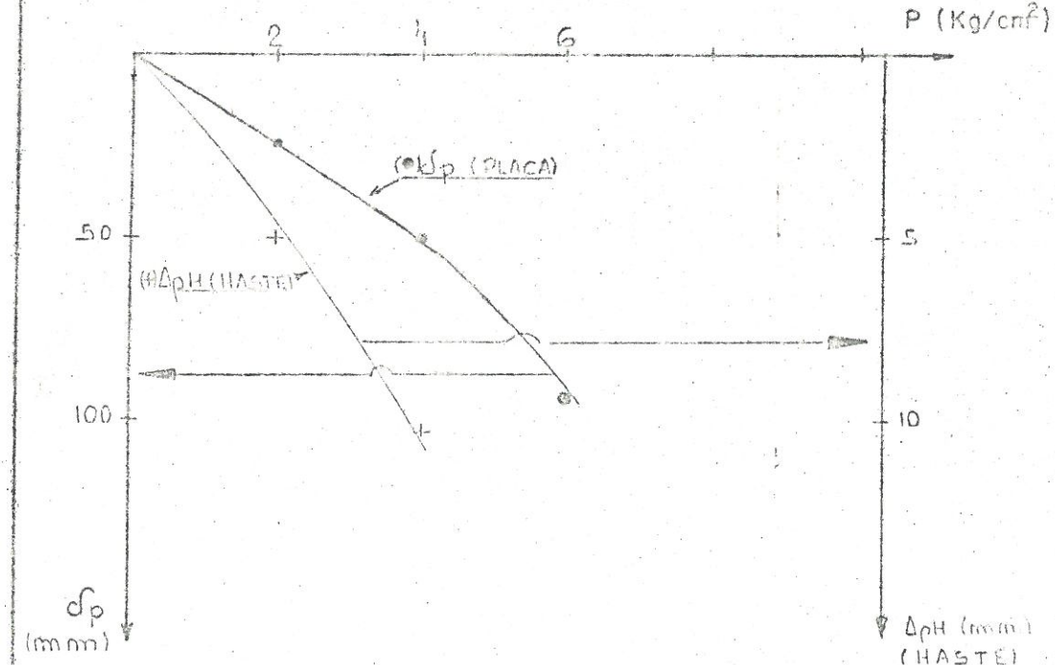
VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA

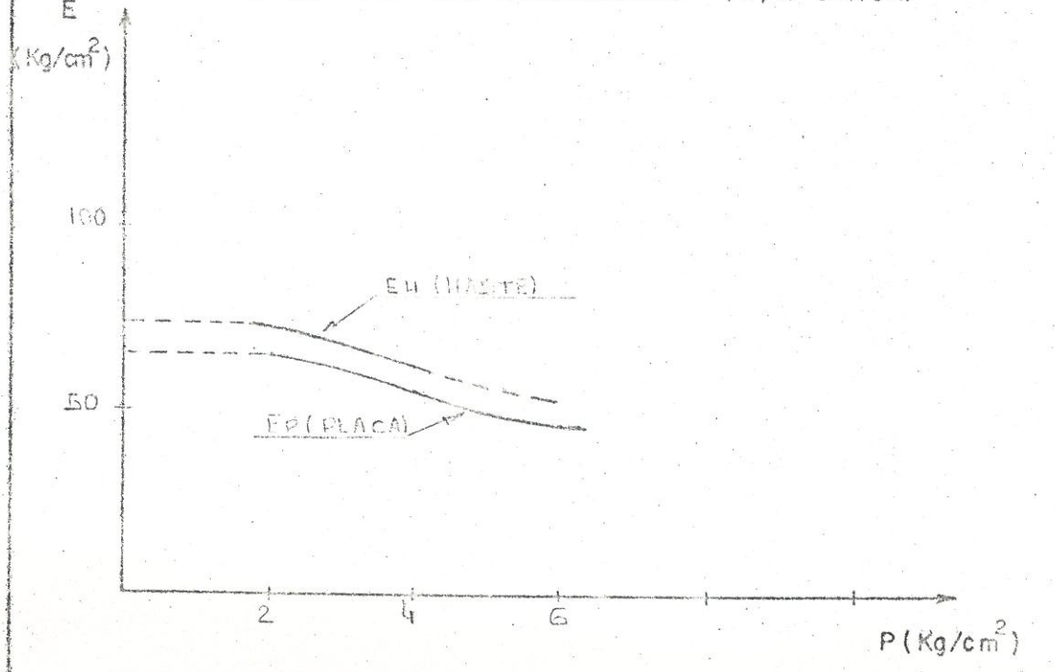
FIG: 10

AÇO-G 110878

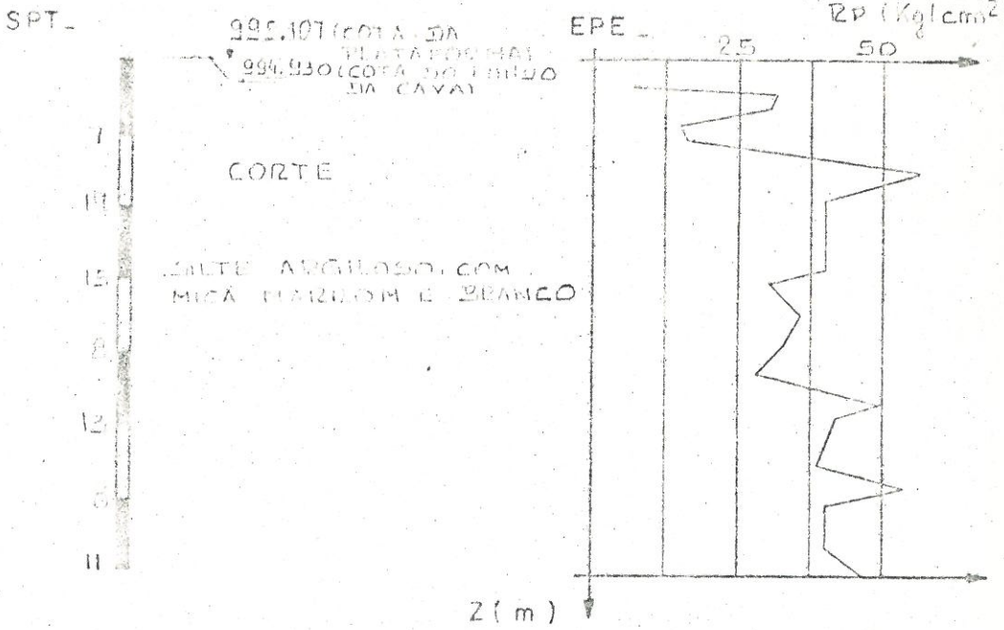
RECALQUE (δ) x CARGA



MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



SP-13 (NOMENCLATURA ANTIGA) DS-01 AC



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-06.AC

N- 7.727.616,625

E- 680.178,682

LOCAL - ACIARIA

Ø PLACA - 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA -

CARGA APLICADA - 30t.

TAXA APLICADA AO SOLO - 6 Kg/cm²

INICIO DA PROVA - 07/05/78 (21.28)

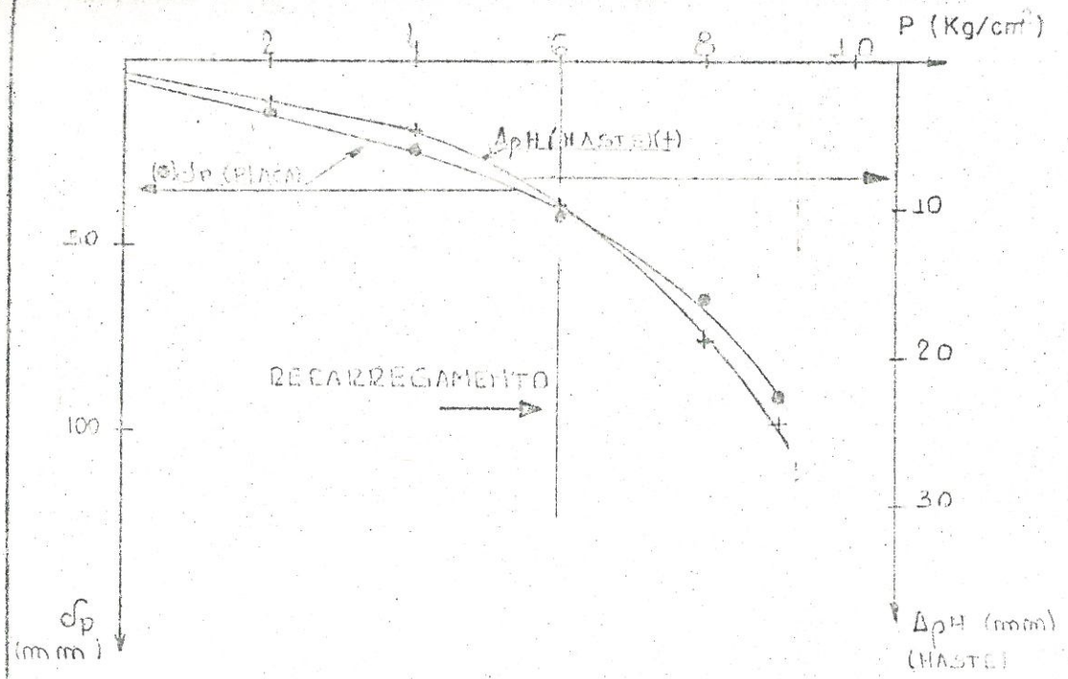
FIM DA PROVA - 08/05/78 (11.02)

OBS: - ALTURA DE CORTE ≈ 5m

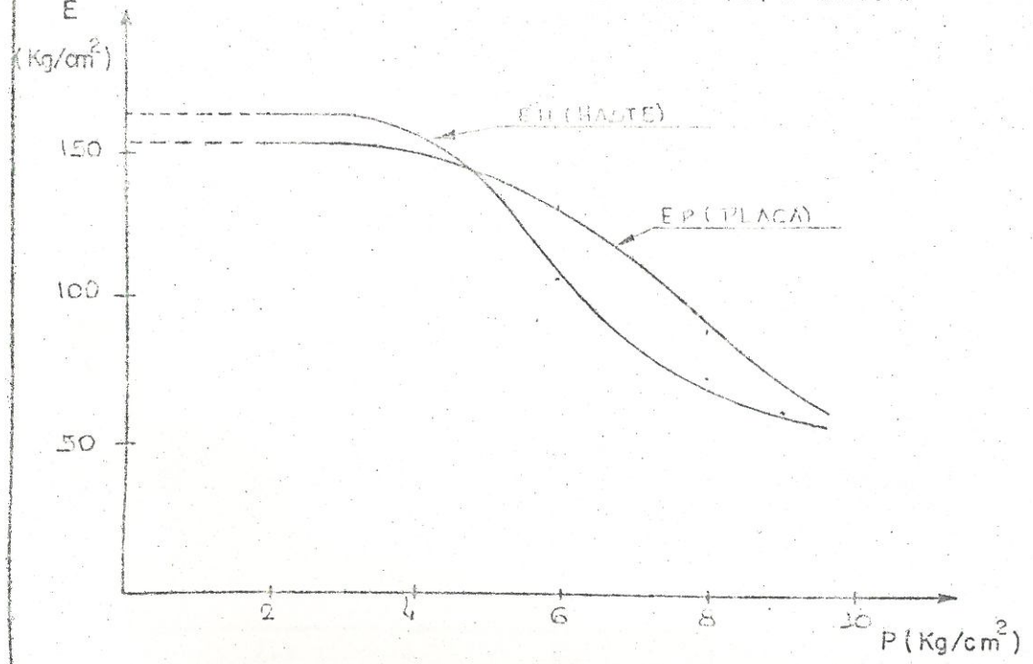
- A HASTE SAIU FORA DA POSIÇÃO NÃO TENDO CONDIÇÕES DE FAZER NOVAS LEITURAS HOUVE UM RESARREGAMENTO - VER FIG II

VICTOR F.B DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.
FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA
FIG 11 AÇO-G 110878

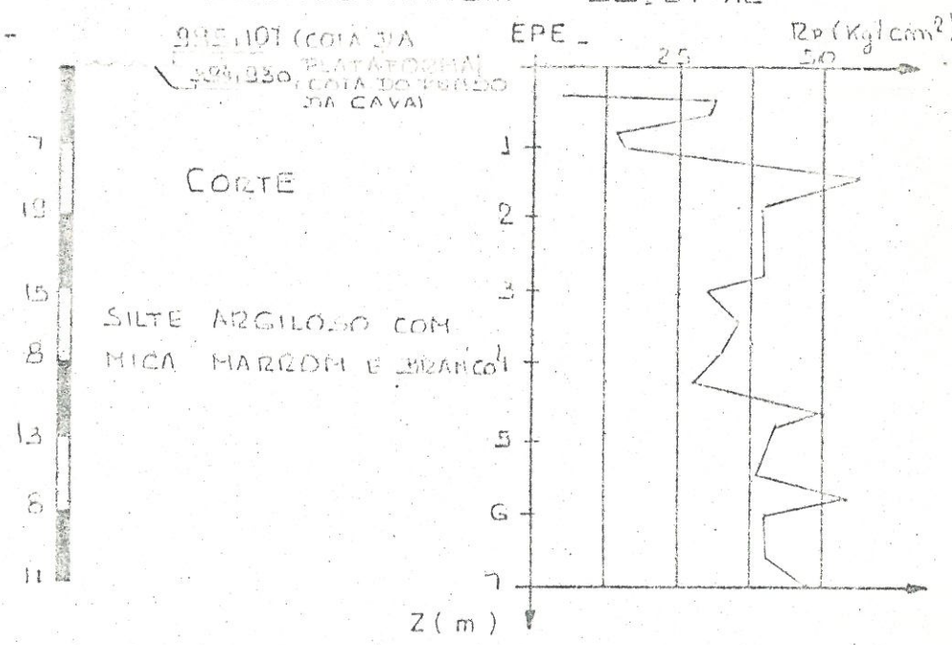
RECALQUE (δ) x CARGA



MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



SP 28 (NOMENCLATURA ANTIGA) - DS. 01 AC



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-06.AC (REINICIO)
N- 7727 676.625
E- 630 178.682
LOCAL - ACIARIA
Ø PLACA - 80 cm
DIMENSÕES DA CAVA -
CARGA APLICADA - 1/5 L
TAXA APLICADA AO SOLO - 2 Kg/cm²
INICIO DA PROVA - 07/05/78 (21,28)
FIM DA PROVA - 08/05/78 (11 02)

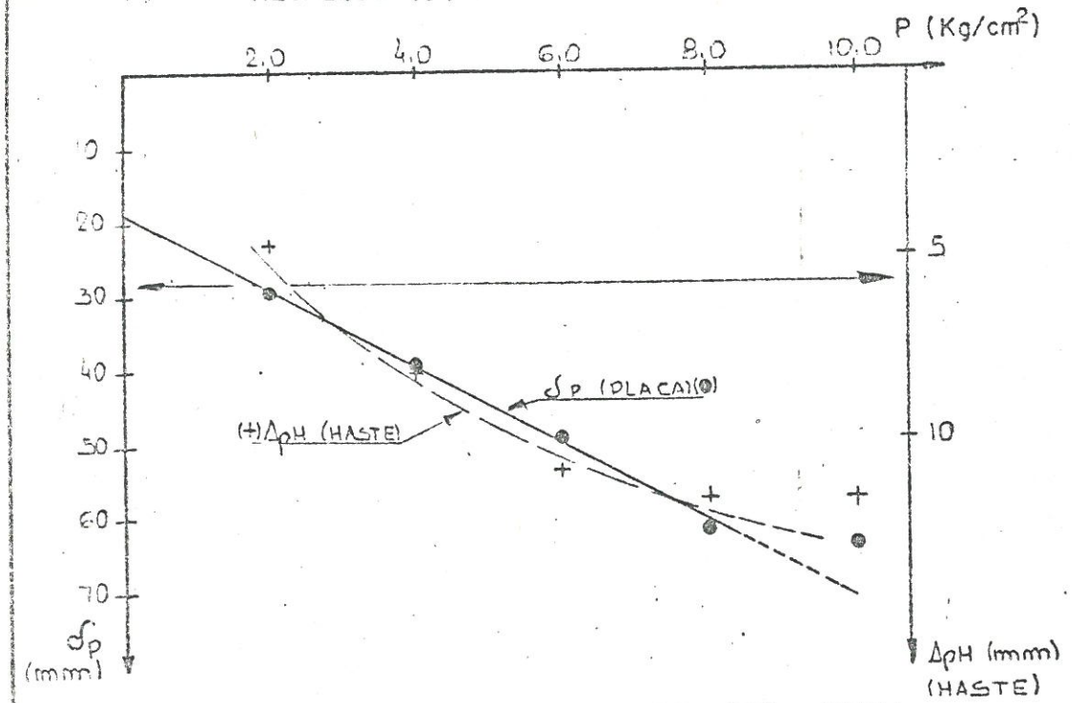
Obs ALTURA DE CORTE ≈ 5m

VICTOR F B DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

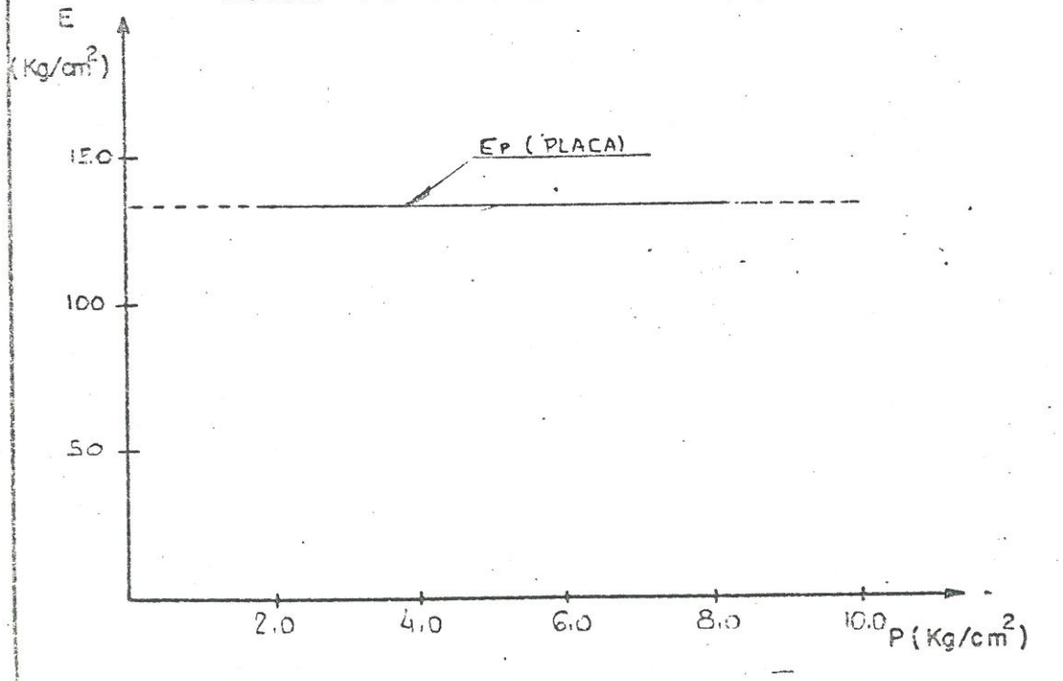
FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA

FIG : 12 AÇO.G 110878

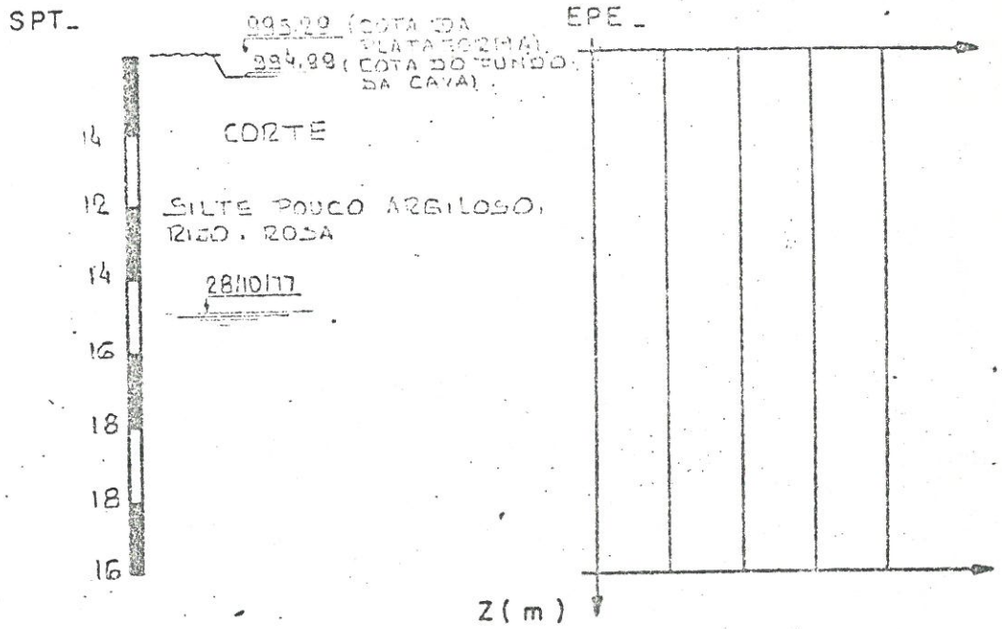
RECALQUE (δ) x CARGA



MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



SP 164A - ACI/13.4



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC - 07 - AC

N - 7.727 600.328

E - 630 458.992

LOCAL - ACIARIA

Ø PLACA - 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA -

CARGA APLICADA - 50 t

TAXA APLICADA AO SOLO - 10 Kg/cm²

INICIO DA PROVA - 19/06/78 (17:53)

FIM DA PROVA - 20/06/78 (12:10)

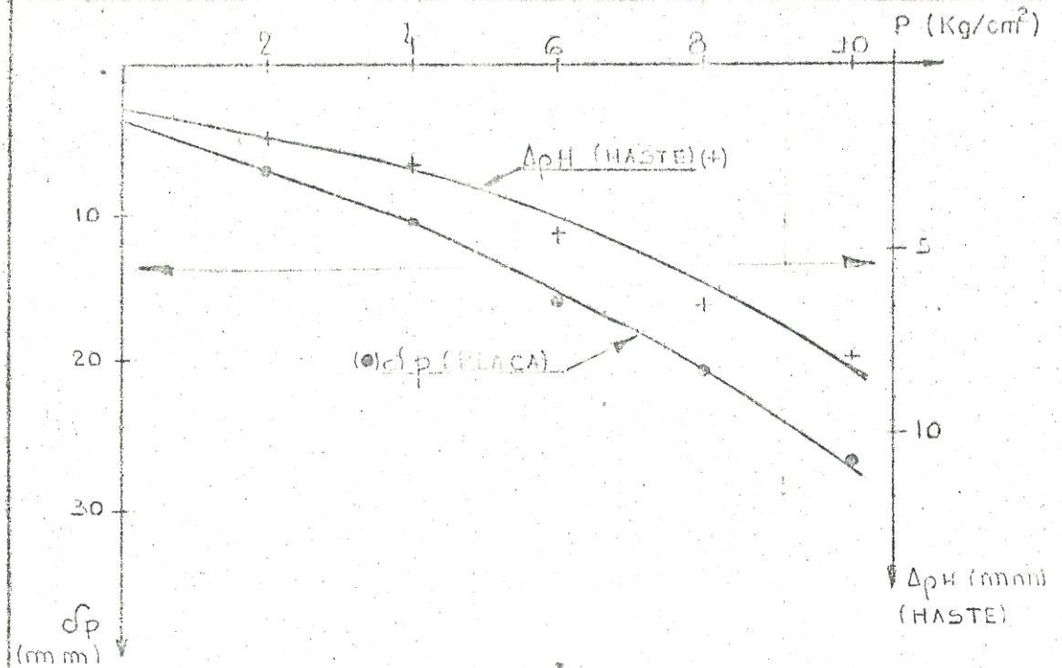
OBS: ALTURA DE CORTE ≈ 11 m

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

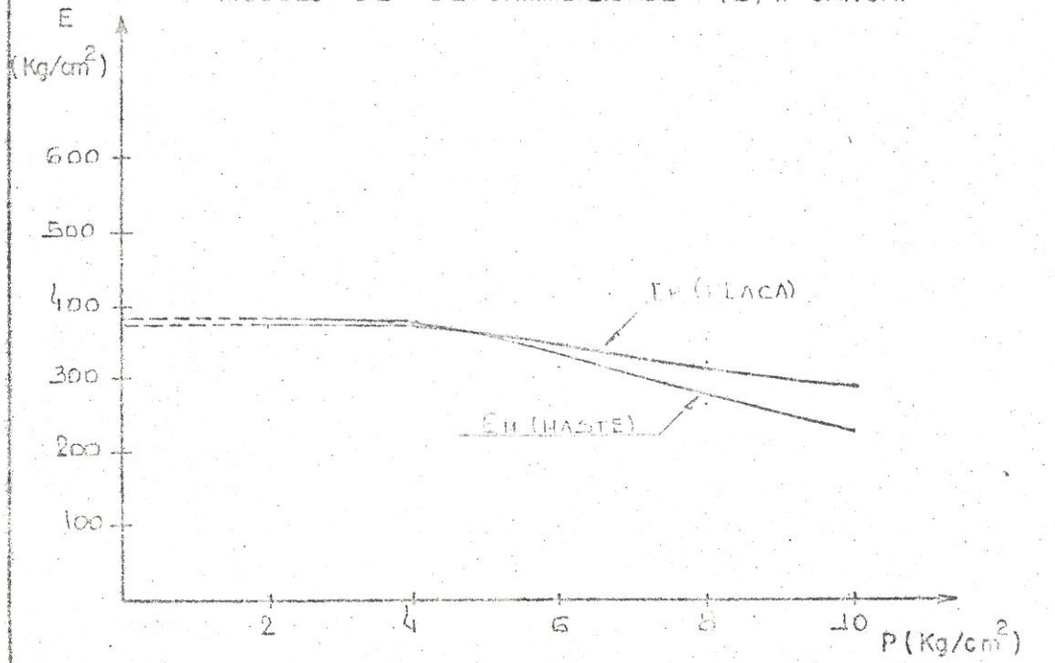
FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA

FIG. 13 AÇO - G 110878

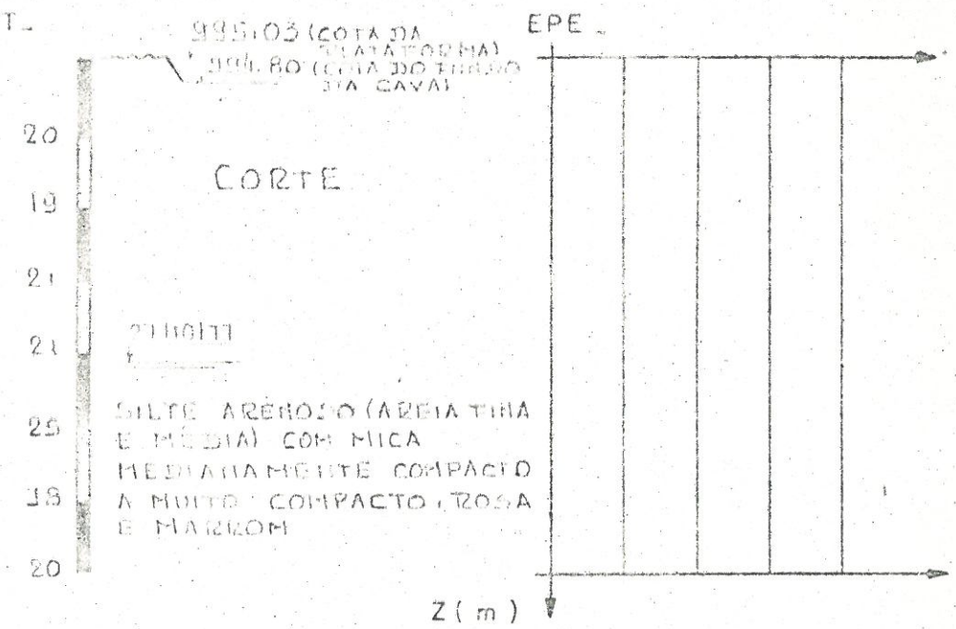
RECALQUE (δ) x CARGA



MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



SP.174 A_ACI/13.4



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-08_AC

N- 7.727.569,752

E- 630.332,130

LOCAL- ACIARIA

Ø PLACA- 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA- 120 x 420 cm

CARGA APLICADA- 50 t

TAXA APLICADA AO SOLO- 10 Kg/cm²

INICIO DA PROVA- 16/06/78 (18:25)

FIM DA PROVA- 17/06/78 (11:22)

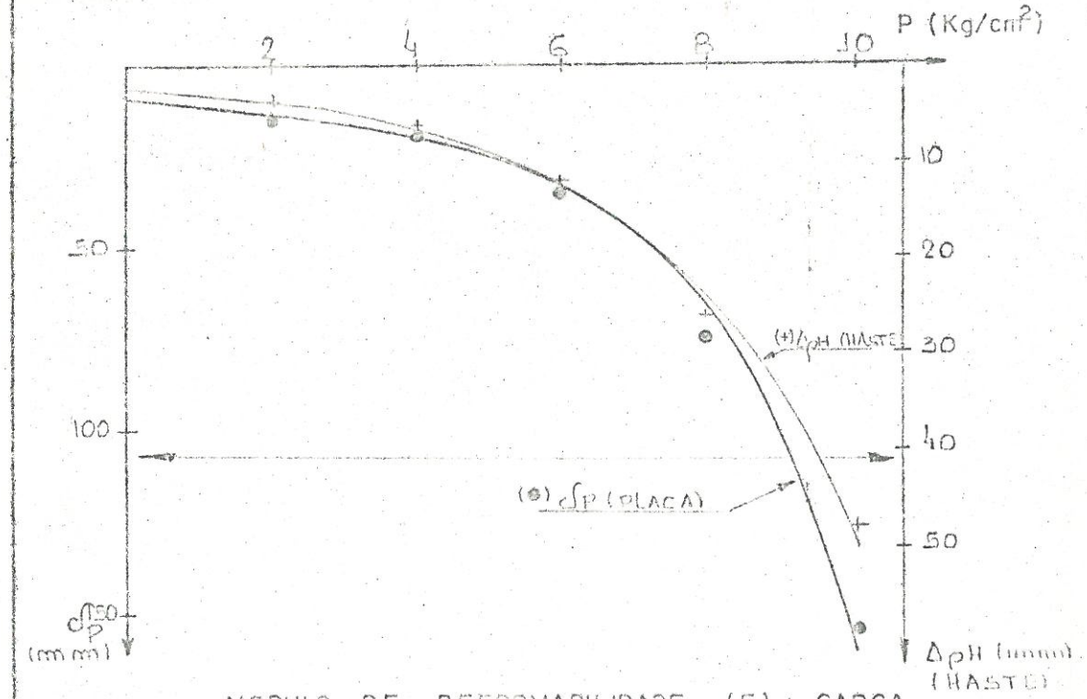
OBS. ALTURA DE CORTE ≈ 20 m

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

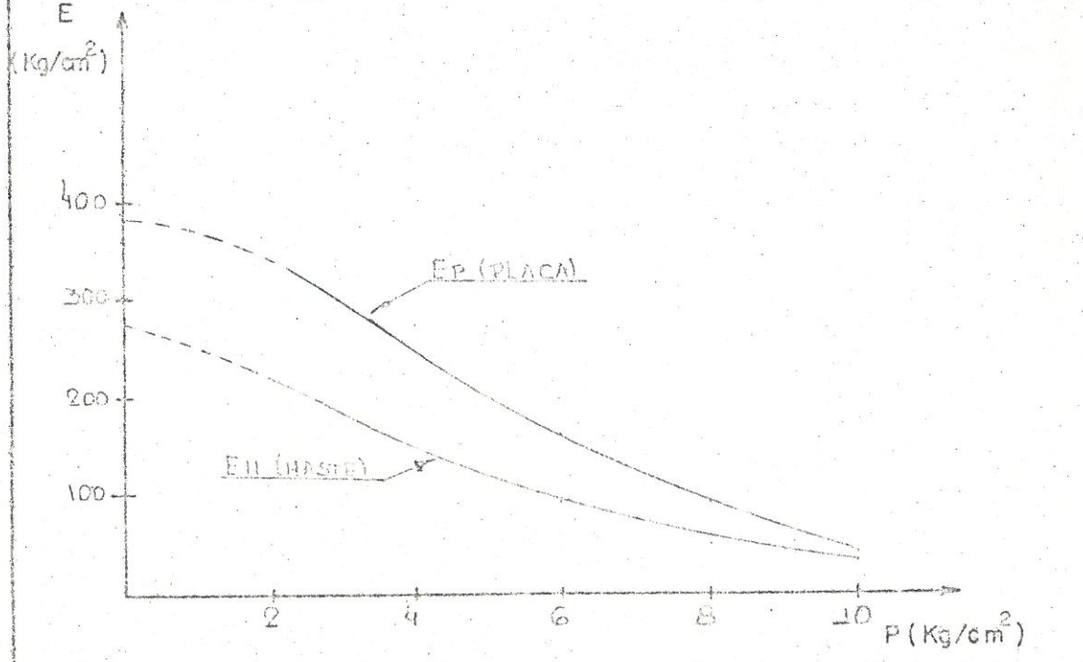
FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA

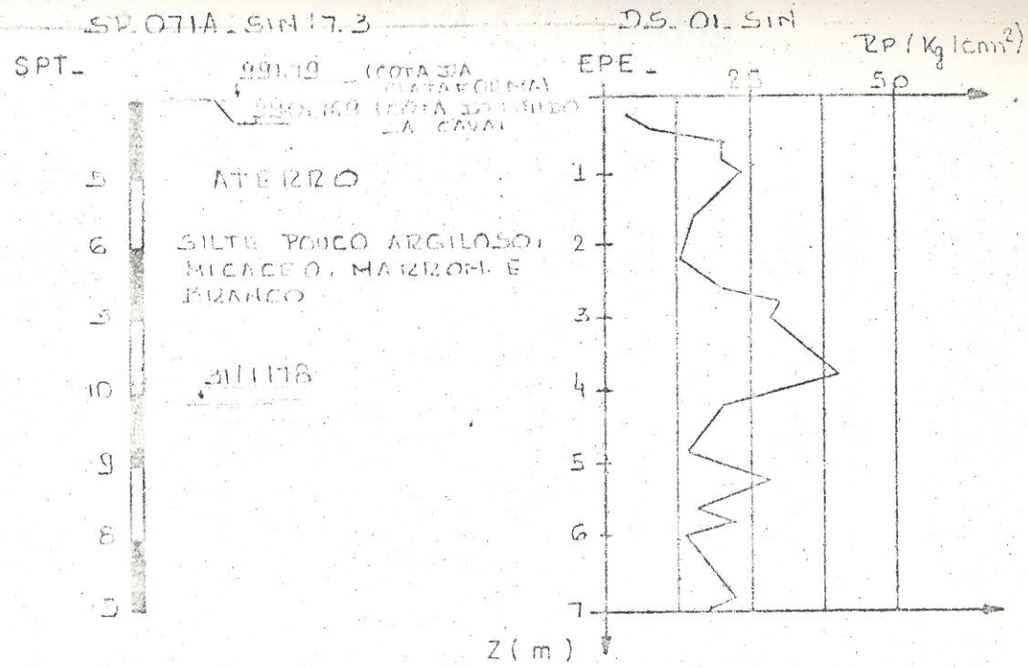
FIG: 14 ACO_G 110878

RECALQUE (δ) x CARGA



MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.





LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC - 01_SINT

N - 7728 299,966

E - 628 617,010

LOCAL - SINTERIZAÇÃO

Ø PLACA - 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA -

CARGA APLICADA - 50 t

TAXA APLICADA AO SOLO - 10 Kg/cm²

INICIO DA PROVA - 16/05/78 (16:57)

FIM DA PROVA - 17/05/78 (13:58)

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA

FIG: 15 AÇO_G 110878

Geo - Obra. IEE-C 281

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-230878

São Paulo, 28 de agosto de 1978.

ANEXO COM
IEE-C
RECEBERAM COPIAS
ISE | IEEC | IAC

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

5864
IEE-C
E-N/ARQUIVO

29 AGO 1978

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Material Recebido IEEC 548/78
Exame expedito Considerações iniciais
Providências solicitadas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebidos através da remessa IEEC 548/78, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

1. Pacote A-02

Prova de carga nas estacas 113 e 223

Em primeiro lugar solicitaríamos maiores informações sobre as estacas ensaiadas ou seja: locação, comprimento cravado e detalhes de cravação; de posse de tais dados a análise dos resultados apresentados poderia ser conclusiva. Uma breve análise indicaria comportamento plenamente satisfatório da estaca 113 enquanto que a estaca 223 apresentou um brusco aumento de seus recalques no estágio de carregamento de 272t., impossibilitando a elevação dos carregamentos até 340t. Ao que tudo indica tal estaca teria comportamento não compatível perante os critérios impostos pela WD para estacas individuais.

Solicitaríamos de V.Sas. informações detalhadas das estacas a fim de melhor podermos analisar os testes e nos posicionar perante considerações eventuais que se façam necessárias.

Relatório BH-COQ-PC-158/78-11

Provas de carga nas estacas 202 e 263 da bateria 1 da Coqueria

Já dispunhamos das folhas de campo dos testes.

Aguardamos envio dos boletins diários de cravação das estacas da bateria 1 para encaminhar a V.Sas. nosso parecer sobre a necessidade de se en

saiar maior número de estacas curtas da bateria 1.

2. Pacote C-08
Foundation Loading - Billet Mill block C, D, E - desenhos 1C08
Incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

3. Pacote A-04
Pâteo de Minérios - desenho 1A04 A01-G-4000-C

Refere-se à Planta de Escavação (1a. fase). Infelizmente o referido desenho não indica o escopo da escavação, sendo portanto difícil de visualizar se se pretende preencher as valas escavadas com material compactado ou se as especificações de compactação dizem respeito somente ao fundo da vala a ser escarificado em 30cm.

Caso as especificações de compactação digam respeito à camada escarificada do fundo da vala de 30cm., sugerimos que se compacte diretamente o material revolvido por escarificação e devidamente gradeado com rolo pneumático, visto que uma altura de 30cm. é a normalmente utilizada para tal equipamento.

4. Pacote C-01
Memória de cálculo para estaqueamento da fila SP_2 do Forno Poço
Pacote C-02
Projeto Básico - Fundações - Área 501

Em breve emitiremos relatório discutindo os critérios utilizados assim como fazendo sugestões para os projetos futuros.

5. Os demais itens que seguem foram incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno:

5.1 Relatórios: AM 741/78 - Sistema de Recirculação Água Laminação
AM 749/78 - Produtos Carboquímicos

5.2 Desenhos : 1 D08 F00-D-1001-A- Sistema de resfriamento e recirculação de água - Uso direto da Coqueria
1 D08 G00-D-1001-A- Sistema de resfriamento e recirculação de água - Uso indireto da Coqueria
1 D05 A00-D-4001-A- Sopradores do Alto Forno

5.3 Sondagens :

Sinterização	: INA-01, 02, 03 e 04; Trado 01, Piezômetro SIN-01
Stock House	: SPR-1F e 2F
Segurança Industrial	: S01 a S08
SE Blocos, Tarugos	: S01 a S08

Edifício do virador de vagões : INA 01, 02 e 03
Chefia geral de produção : Trado 01, 02 e 03

5.4 Memos : IOC/1-1078/78
IOC/5-076/78

5.5 Leituras Medidores de Recalques conjunto 2A, 2B, 3C, 5A e 9B.

6. Tomamos a liberdade de solicitar de V.Sas. os seguintes dados:

6.1 Sondagens Trado Sinterização 02 e 04;
Sondagem SE Blocos, Tarugos S05 que constantes na remessa IEEC 548/ /78 não nos foram enviadas.

6.2 Itens constantes do relatório AÇO-G-160878 - item 7.

7. Tomamos a liberdade de informar a V.Sas. que ao tentar utilizar o relatório - "Consolidação das Investigações Geotécnicas - A02 Coqueria" RT12 - -PR-168/78 da Geotécnica verificamos que os ensaios Deep sounding executados pela Franki não forneceram sua locação, impossibilitando a utilização de tão valiosa quantidade de dados.

Solicitamos que V,Sas. providenciem junto aos envolvidos complementação do referido relatório.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

anexo = sua via da remessa assinada

LG/sb

020 - Obra 282 - IEE

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-210878

São Paulo, 23 de agosto de 1978

28 AGO 15 24 78 012416

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE IEEC IAC

AÇO MINAS GERAIS S/A

Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar

30000 - Belo Horizonte - MG

5863

IEE-C

EE-SP/ARQUIVO

RECEBIDO

29 AGO 1978

At. Dr. Stélio Francisco da Costa

Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Acompanhamento do programa genérico para aplicação em toda a área.

Prezados Senhores,

De acôrdo com o solicitado vimos por meio deste apresentar um resumo de nossas considerações feitas no relatório AÇO-G-110878, quanto a interpretação das provas de carga, procedida até o presente apenas em nível corrente de aplicações simples.

Conforme citado no referido relatório, as provas de carga PC-02AC, 04AC, 05AC e 08AC, apresentaram resultados coerentes e consistentes e possibilitaram fácil interpretação, enquanto que as 01AC, 06AC, 07AC e 01SINT apresentaram comportamentos pouco compreensíveis dentro de comparações teórico-empíricas consagradas e previsíveis, levando a nítida dificuldade de interpretação.

Não tendo acompanhado in loco os pormenores fortemente condicionantes de seletividade de posição e de condições de assentamento da placa e demais instrumentos, de representatividade do solo ensaiado e do conjunto de dados circundantes e interrelacionados, etc., vimo-nos na necessidade de indagar sobre os procedimentos adotados, e sobre o julgamento que a própria Executora, especializada, atribua à fenomenologia um tanto insólita em jogo.

De qualquer forma, no aguardo de melhores esclarecimentos e/ou justificativas, recomendamos separar tais resultados para serem encarados com maior critério e/ou reservas, pois que ao invés de facilitarem as tarefas das Projetistas poderão provocar maiores temores e dificuldades.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/sb

Eng. Leigos

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-250878

São Paulo, 04 de setembro de 1978.

Geotécnica

OBS: Relatório interessante do prof. Victor de Mello, para ser adotado como exemplo de redação para "Relatórios de Visitas às Obras"

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Visita à Usina de Ouro Branco

Prezados Senhores,

De acôrdo com o combinado venho por meio deste apresentar meu Relatório sobre a visita à obra feita no dia 24 p.p. à Usina de Ouro Branco.

Passo então a descrever minhas observações e recomendações na ordem que se deu a visita e separando as várias unidades:

1. Laminação

1.1 Sobre-aterro; tempo previsto para a sua retirada.

Tive oportunidade de observar que grande parte do sobre-aterro já está pronta, os medidores de recalques em fase final de instalação, bem como piezômetros e indicadores de nível d'água.

Já se dispõe de algumas leituras dos medidores de recalque e parece já estarem se configurando áreas de maior velocidade de recalques que outras.

Os medidores de N.A. indicam que o lençol freático está alto. Fica também confirmado claramente a existência de sobre-pressão neutra aparentemente desenvolvida no aterro compactado úmido em sua parte inferior e principalmente na sua fundação, pois que um medidor de nível d'água (que parece estar funcionando mais como piezômetro) indica N.A. em cota superior ao próprio platô. Este fato confirma o meu receio de que nas condições atuais, levaria muito mais tempo do que o suposto inicialmente para atingir-se uma razoável estabilização dos recalques, quando então poderia ser iniciada a remoção do sobre-aterro. Para abreviar o tempo de permanência do sobre-aterro acelerando os recalques reiteramos que urge iniciar o bombeamento dos drenos horizontais profundos por meio de poços

de controle de pressões. Permito-me externar, porém, que não se deve contar com efeitos acentuados e rápidos com apenas poucos poços distantes entre sí, pois a insuficiência do sistema de drenagem da fundação parece estar patenteada pelas elevadas sobre-pressões.

1.2 Problema de estabilidade do talude do sobre-aterro próximo ao Blooming.

Pude observar a movimentação do talude através da abertura de trincas. Recomendei na própria obra, o fechamento das trincas e se possível compactação superficial da superfície do talude, na área afetada, para minimizar a infiltração de água no maciço o que prejudicaria ainda mais a sua estabilidade.

1.3 Estaqueamento do Blooming

Os trabalhos de cravação dos perfis metálicos estava em andamento, porém devido a problemas nos bate-estacas, durante minha passagem pela área não foi possível observar a cravação de nenhuma estaca.

Os engenheiros residentes me transmitiram a preocupação de que o rítmo de cravação estava baixo e, mesmo que fossem trazidos a 70% dos bate-estacas pesados (requeridos) existentes no Brasil, nem assim seria possível terminar a cravação dentro do prazo.
Foi salientado o fato óbvio de que os rítmos de cravação são muito maiores na cravação do primeiro elemento de cada estaca do que para a penetração do segundo elemento soldado, e assim por diante.

1.4 Forno Poço

Devido ao fato de que em reunião com V.Sas. em Belo Horizonte fui solicitado de examinar cuidadosamente as alternativas para se eliminar ou reduzir o estaqueamento desta unidade, devido ao alto custo e prazo de execução, aproveitei a visita à obra para examinar as sondagens da área, bem como os primeiros resultados de medidas, e de início pareceu-me técnicamente viável o apoio direto sobre o terreno, merecendo estudo mais profundo para cálculo de recalques e análise da possibilidade de forçá-los a se desenvolverem antecipadamente através de bombeamento profundo e/ou pré-carregamento da estrutura.

2. Escorregamento do talude de corte da área da Laminação futura (oposta à área da Calcinação) → OBSERVAÇÕES INTERESSANTES DO V.M.

De acôrdo com observação da concha de escorregamento parece ficar claro que o escorregamento se deu através de um plano de fraqueza característico no tipo de alteração de rocha presente. O nível d'água do platô ao pé do talude se encontra a cerca de 1,5m. de profundidade da superfície, fazendo crer que a presença do lençol d'água elevado tenha contribuido predominantemente para acarretar a rutura através de plano de fraqueza existente. Tais ruturas são bem típicas nos saprolitos em questão particularmente quando escavações descem rapidamente abaixo do lençol freático. Recomendei que fosse providenciado o escoamento da água das canaletas próximas ao pé do talude e, que fosse executado um bombeamento do lençol freático, através de poços abertos próximos ao pé da "calota" de escorregamento. Quando se observar no talude que o lençol está 2 a 3m. abaixo da superfície de escorregamento pode-se reconstruir o talude, compactando o material rompido, compactando a superfície do talude e fechando trincas de modo a evitar infiltração de água, o sistema de canaletas nas bermas deverá também ser cuidadosamente reconstruido com declividade de modo a afastar a água da área da rutura. Finda a terraplenagem quando então poderá ser interrompido o bombeamento dos poços, deverá ser plantada grama na superfície do talude, e cuidada de modo que já esteja suficientemente "pêga" no próximo período de chuvas.

3. Área da Aciaria

Nesta área tive oportunidade de presenciar os trabalhos iniciais de execução das fundações, sendo que estavam procedendo a escavação de uma estaca.

O tipo de estaca adotada, que por sua grande capacidade de carga por um lado dificultando a execução sistemática de provas de carga para comprovação de qualidade, e por outro lado, devido a certa dificuldade de controle de execução, principalmente durante a concretagem quando um desmoronamento das paredes misturando solo ao concreto pode comprometer irremediavelmente a estaca, faz sugerir a utilização de ensaios não destrutivos para a verificação da qualidade da concretagem, tais como ensaios de resposta dinâmica, sismicos ou acústicos. Em breve emitiremos relatório específico sobre o assunto.

4. Área da Sinterização

Fiu levado até o local onde foram feitas cravações das estacas tubulares para programa de teste, e, recomendei que se aproveitasse uma das

estacas para executar uma prova de carga a compressão, visando determinação do comportamento carga-recalque e da carga de rutura, para aproveitá-la em outras áreas onde não há necessidade obrigatória de se atingir determinada cota ou atravessar o aterro como no caso. Parece-me que ficou clara a vantagem de utilização de estacas tubulares em comparação com perfis, pois estes penetram desnecessariamente (com excessão de quando se visa atravessar o aterro) por efeito de faca, resultando em comprimentos muito maiores que uma estaca tubular de mesma secção de aço, e de mesma capacidade de suporte útil.

4. Áreas da Coqueria e do Alto-Forno

Simples visitas de acompanhamento, sem nada a comentar, uma vez que os problemas mais importantes já foram superados.

Sem mais para o momento, subscrevo-me mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor F. B. de Mello

VM/sb

Geotécnica.

Relógio

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AJO-C-050978

São Paulo, 05 de setembro de 1978.

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Material Recebido IEEC-556/78
Exame expedito - Considerações iniciais
Providências solicitadas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebidos através da remessa IEEC-556/78, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

1. Seção dos Laminadores
Relatório PC-LAB-539/77-20

Trata-se de ensaios de laboratório em amostras ditas indeformadas de amostrador Denison. Os resultados apresentados serão analisados a luz de ensaios realizados em amostras de blocos indeformados de aterros similares aos da Usina e comentários seguirão sob forma de relatório caso se justifique.

2. Pacote A-04 - Pateo de Materias Primas
Relatório final das fundações elaborado pela Coronba Engenharia S/A.

Será analisado criteriosamente, comentários seguirão em breve.

3. Memo IOC-S/091/78

Cientes, aguardamos leituras dos medidores de nível d'água de acompanhamento para verificar e quantificar a eficiência dos bombeamentos.

4. Memos AM 1122/78 AF e 1121/78 AF.

Damos em mãos os resultados da PC-01-SOP, executada segundo nossa orientação no local e dispondo de 2 pares de hastes [illegible] por simples

mente inserido no furo e outro preenchido nos 3cm. inferiores com argamassa devidamente curada.

Analisando preliminarmente os resultados apresentados recomendamos:

4.1 executar as provas de carga com escavação de 2m. a fim de remover material alterado;

4.2 solidarizar as hastes ao subsolo através do preenchimento dos 3cm. inferiores com argamassa rica em cimento devidamente curada;

4.3 cuidados especiais com os tirantes de reação, uma vez que na prova de carga em questão teria havido movimento de levantamento das hastes profundas no estágio correspondente a 10ton., levantamento este somente explicável pela relaxação dos tirantes.

Solicitamos também de V.Sas. informações sobre as providências tomadas para a continuação do Programa Genérico no que diz respeito às provas de carga em placas de 1,5 e 2,5 metros de lado.

5. Desenhos de projeto básico das fundações elaborados pela Geotécnica:

a) PR-168/78-10 - fundações nº 1 Blast Furnace - Part 7 - Ferrous Fines Bins

b) PR-168/78-11 - fundações nº 1 Blast Furnace - Part 7 - Coke Fines Bins

c) PR-168/78-12 - fundações nº 1 Blast Furnace - Part 5 - Coke Bins

d) PR-168/78-16 - fundações da Casa de Transferência

e) PR-168/78-28 - fundações do Sistema Elétrico de Distribuição - Alto Forno nº 1 parte 25

f) PR-168/78-17 - fundações do Ferrous Stockhouse

g) PR-168/78-23 - fundações do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica de Captação d'Água - Maranhão

Incorporados aos nossos arquivos; caso V.Sas. vejam necessidade de nossos comentários sobre os referidos projetos solicitamos cópia das respectivas Memórias de Cálculo

6. Desenhos de Locação de Sondagens

a) PR-168/78-15 - Oficinas de Manutenção Central

b) PR-168/78-19 - Tratamento e Recirculação d'água da Coqueria

c) PR-168/78-25 - Conveyor

d) PR-168/78-24 - Recirculação de Água de Uso Indireto dos Produtos Carboquímicos

e) PR-168/78-21 - Resfriamento e recirculação de água da Calcinação
f) PR-168/78-22 - Recirculação de água da Laminação
g) PR-168/78-29 - Recirculação de água de uso indireto dos Soprado-
res do Alto Forno
h) PR-168/78-38 - Recirculação de água da Sinterização
i) PR-168/78-29 - Escritório Coqueria e Laboratório de Materias Primas
j) PR-168/78-30 - Escritório de Área Alto Forno
l) PR-168/78-74 - Central Térmica
m) ED03000-0-
-1000- A - Rede de Tubulação

Relembramos a V.Sas. que estruturas mais simples (Escritórios) po derão usufruir do enorme dossier de sondagens em áreas adjacentes para seu projeto de fundações.

Incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

7. Os demais itens que seguem foram incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno, ou anexados a estudos de acompanhamento dos aterros e ní veis d'água da Obra.

7.1 Memorandos:

Memo IOC/1-1174/78AF;
Memo IOC/1-1140/78AF;
Memo IOC/1-1179/78AF;
Memo IOC/1-1139/78AF;
Memo IOC/5-080/78;
Memo IOC/5-082/78;
Memo IOC/5-089/78.

7.2 Desenhos:

PR-168/78-6;
PR-168/78-67;
PP-168/78-50.

7.3 Sondagens:

BH-LAM-SP-539/77-16;
BH-LAM-DS-SP-539/77-17;
AM-812/78-AF;
AM-784/78-AF;
PC-04 (SP-132) DS-08-AC;
SR-62 da Aciaria;

S/I-07-G-4-[illegible]- Rotativa da Sinterização;
Escritório da Aciaria S-01 a S-27;
Escritório Manutenção S-10, S-14, S-16, S-15 e S-19;
Aciaria S-44, S-65 e S-81;
Stock House SP803, 04 e 05;
Escritório de Transporte S-01 a S-08;
Patio de Coque Silos - R803 - SP-01 a SP-06.

8. Voltamos a solicitar de V.Sas. a locação dos Deep Soundings efetuados pela Franki na área da Coqueria (constantes do relatório RT12-FR-160/78) assim como os itens constantes do relatório AÇO-G-160378, item 7.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/sb

Geotécnica

1070 Serigio

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-C-150/78

São Paulo, 14 de Setembro de 1.978

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lício Flávio S. Pinheiro

Ref. Material recebido IEEC 581/78 e IEEC 597/78
Exame expedito - Comentários iniciais
Providências solicitadas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebidos através da remessa IEEC 581/78 e IEEC 597/78, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

A) IEEC 581/78

1. Relatório sobre Estacas Escavadas - Provas de Carga - Recomendações Técnicas - ET 15/PR168/78

Será analisado em separado e comentários seguirão em breve. Considerando-se a grande responsabilidade das estruturas fundadas em estacas escavadas recomendamos a V.Sas. a execução de ensaios não destrutivos nas estacas já concretadas e curadas para verificar sua integridade: estaremos em fase final de preparo de um relatório específico sobre o assunto.

2. Área dos Laminadores

Desenhos PR 168/78-26 e 30

Plano Básico de Estaqueamento das áreas 503 e 506 do Blooming-Slabbing Mill.

Solicitamos cópia dos respectivos memoriais de cálculo a fim de melhor podermos nos posicionar perante as áreas em questão. Cientes do avanço real conseguido pelos bate-estacas em obra indagaríamos sobre as possibilidades de otimizar os projetos, colocando-nos à inteira disposição para discussões e orientações.

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

3. Súmula de Reunião referente às Fundações das Casas de Transferência.

Com base nos parcos dados sobre a área que dispomos e com o valor de deslocamento horizontal permissível fornecido pela Krupp, somos de opinião de que uma fundação com estacas tipo Franki atenderia satisfatóriamente.

Colocamo-nos à disposição de V.Sas. para otimizar o projeto das fundações em questão junto à Projetista.

4. Pacote A-02

Caminhamento do bate-estacas durante cravação na bateria 1 da Coqueria.

Aguardamos dados restantes solicitados anteriormente (comprimento cravado, nega e bulbo) de cada estaca para emitir parecer solicitado por V.Sas.

5. Menos: IOC-1-1119/78; IOC-1-1171/78; IOC-5-099/78; IOC-5-081/78; IOA-0-158/78; IOC-5-087/78; IOC-1-1166/78; IOC-1-1241/78.

Bizen respeito à leituras recentes dos medidores de N.A. e de recalques da Usina. Vide nosso AJO-6-140978 com comentários iniciais.

6. Os demais itens que seguem foram incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

6.1 Sondagens: PI-LA-4-SP-559/77-13;
SM-84, 86 e 89 - Aciaria.

6.2 Desenhos : 1 D05 A00-0-4001;
1 C03 200-0-4003 a 4010;
1 D13 000-0-1001-A

B) IOC 597/78

7. Pacote B-02

Plano Básico de Estaqueamento dos Gasômetros - alternativa II.

- Tratando-se de estruturas apoiadas em zonas de corte, em inúmeros relatórios anteriores posicionamos a vantagem da utilização da capacidade portante deste subsolo através da conceituação de "piled-raft".

- A alternativa de fundações ora apresentada por estacas tubulares metálicas é sem dúvida um passo na direção correta uma vez que tais perfis ao ultrapassarem a cota superior ao do substrato rochoso propiciam economia aos projetos.

- Solicitamos cópia da memória de cálculo dos respectivos projetos a fim de podermos comentar o projeto propriamente dito.

- Ressalta-se que nas áreas de apoio direto (Gas inlet and outlet), caso se fizer necessário un rebaixamento do lençol freático, este idealmente deveria ser executado pela introdução de ponteiras em profundidade bem inferior à da cota de apoio das sapatas a fim de, criando um gradiente de cima para baixo, não possibilite o afofamento do subsolo.

8. Pacote C-01

Plano básico de Estaqueamento do Forno-Poço e Fila 5"3- Desenho PR - -168/78-38

Cientes de que o projeto das fundações em questão estão sendo revistos pela Projetista, não comentaremos o desenho de estaqueamento enviado.

9. Os demais itens que seguem foram incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno ou nos estudos em andamento:

9.1 Relatórios de Prova de Carga em Placa:

BH-ACI-PC-191/78-2 a 8

RH-SIC-PC-151/78-4

9.2 Memos:

IOC/1 1254/78

IOC/1 1266/78

9.3 Desenhos:

PR-168/78-67

PR-168/78-87

10. Voltamos a solicitar de V.Sas. os itens referidos no item 8 de nosso AGS-C-050978.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/sb

IEE 2559/78

Geo - Obra

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-150978

-5 OUT 16 24 PM 015816

São Paulo, 21 de setembro de 1978

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE IEEC ISA

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Ensaios não destrutivos em elementos estruturais concretados in situ. Válido para toda a Usina.

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Tendo-se em consideração o emprego de elementos de concreto moldados in loco de grande capacidade portante em inúmeras estruturas de responsabilidade na área da Usina e da dificuldade e dos onus envolvidos na execução de cada prova de carga assim como a sempre questionável representatividade estatística do comportamento obtido em tal ensaio, vimos através deste apresentar a V.Sas. a conceituação de ensaios não destrutivos de comprovação da idoneidade de elementos concretados in situ.

2. RESUMO DAS CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

2.1 Considerando-se a grande responsabilidade de inúmeras estruturas da Usina de Ouro Branco e os rígidos critérios de comportamento apresentados pelos Fornecedores é indispensável uma apreciação da idoneidade estrutural das estacas de suas fundações.

2.2 Ensaios não destrutivos poderiam ser realizados em todas estacas (devido ao seu baixo custo) e relacionados a poucas provas de carga realizadas em peças selecionadas.

2.3 Ensaios não destrutivos permitiriam verificar a integridade estrutural das peças concretadas sob lama bentonitica, a fim de comprovar que as mesmas se encontram capazes de satisfazer às hipóteses de projeto.

2.4 Várias firmas já se encontram possibilitadas de realizar tais ensaios, tendo comprovado sua eficácia em outras obras de responsabilidade (metros, viadutos, etc...).

3. SÍNTESE DOS PROBLEMAS USUAIS ASSOCIADOS A ESTACAS OU ESTRUTURAS MOLDADAS IN SITU.

Considerando-se que todas as fundações profundas moldadas in situ em execução na Obra estão utilizando processo de escavação com lama bento

Nº 7368
IEE-C
N/ARQUIVO

RECEBIDO
09 OUT 1978

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

nitica nos vale sintetizar os problemas que tal processo executivo poderia vir a apresentar.

A concretagem de escavações abertas e cheias de bentonita utiliza do processo de tremonha, o qual em geral apresenta resultados satisfatórios mas que poderá resultar em estacas imperfeitas em algumas situações.

3.1 Para conseguir um satisfatório apoio da base da estaca uma limpeza de fundo e remoção completa da bentonita "contaminada" do fundo é necessária. Tal premissa pode ser atendida desde que se proceda a cuidadosa operação de limpeza de fundo por aplicação de ar comprimido.

Além de "sujeira" no fundo da estaca, a bibliografia cita outros casos de mau contacto de base de estaca que ocorreriam principalmente quando:

• 3.1.1 a pressão hidrostática da suspensão de bentonita cai abaixo da pressão de água no solo circundante devido a queda do nível de bentonita no furo ou a existência de pressões artesianas em determinado extrato de subsolo;

3.1.2 durante o primeiro lançamento de concreto pela tremonha, esta esteja muito acima do fundo da perfuração. Neste caso pela descarga brusca deste primeiro concreto lançado poderia acontecer dispersão do concreto e incorporação de vazios preenchidos de lama bentonica no seu interior.

3.2 No fuste das estacas os principais problemas que poderiam ocorrer seriam:

3.2.1 em estacas excessivamente armadas ou com concreto mal dosado poderia ocorrer uma obstrução física pela armadura, dificultando o preenchimento do espaço anular entre a gaiola de armação e o solo e formando vazios no fuste da estaca;

3.2.2 ocasionados pela falta de sincronia entre a concretagem propriamente dita e a subida da tremonha, quer por falha humana quer por interrupção no fornecimento de concreto, etc.

4. COMPROVAÇÃO DA INTEGRIDADE ESTRUTURAL DAS PEÇAS

Uma vez que os projetos de fundações profundas moldadas in situ fixam um comprimento mínimo de fuste das estacas a ser comprovado e obedecido a partir da análise do material proveniente das escavações, cabe sempre verificar a integridade estrutural das peças após sua concretagem submersa.

Os programas de provas de carga em estacas recomendados pelos Projetistas sempre se baseiam numa amostragem estatística dentro do universo global, sugerindo por exemplo testar, 1 estaca a cada 200 estacas executadas. O estudo dos resultados fornecidos por tal programa de testes é então considerado representativo das fundações da estrutura como um todo.

Tal programa de ensaios infelizmente não impediria que determinada estaca, obviamente não ensaiada, quando solicitada pelo funcionamento da estrutura, apresente comportamento indesejável que poderia até levar o bloco na qual se situa a condições indesejáveis de deformações com risco de por a perder o comportamento ideal de toda a estrutura.

Os defeitos de concretagem em uma estaca moldada in-situ poderiam até não afetar o comportamento de uma estaca ensaiada em prova de carga mas causar deficiências de comportamento em condições de trabalho a longo prazo, particularmente se a estaca é solicitada por esforços horizontais e momentos.

Dentro de tal propósito já se vem estudando, e publicando resultados satisfatórios na bibliografia, a possibilidade de rapidamente submeter estacas ou qualquer outro elemento estrutural a ensaios não destrutivos que comprovem ou não sua integridade, sua condição de apoio na ponta, seu comprimento real, etc..

Um ensaio ideal da integridade de um elemento indicaria a natureza e a influência de cada defeito. Na realidade defeitos menores são dificeis de detectar o que não invalida a utilização de tais testes, pois estes defeitos de pequena monta terão proporcionalmente pouca influência no comportamento do elemento.

Os ensaios não destrutivos que abaixo descreveremos devem ser visualizados como uma ferramenta a ser utilizada pelos engenheiros a fim de estimar um índice de qualidade de determinado estaqueamento e também de detectar imperfeições de concretagem, apoio, etc.. Não podem entretanto, ser encarados como substitutos de provas de carga uma vez que a elas são referenciados para a determinação da qualidade do estaqueamento e que sua profundidade, diâmetro e demais características foram devidamente estudadas na fase de projeto da estrutura.

Como ensaios não destrutivos poderiamos incluir: amostragem através de sondagem rotativa com 100% de recuperação, inspeção do furo

com cameras de TV especiais ou através de "calipers".

Apresentaremos a seguir com discussão mais pormenorizada outros tipos de ensaios não destrutivos:

4.1 Métodos acústicos (ultra-sonico)

O método ultra-sonico baseia-se na transmissão e captação de ondas acústicas dentro dos elementos estruturais. Conhecendo-se a distância entre o emissor e o receptor, medindo-se o tempo decorrido entre a emissão e a captação das ondas, pode-se deduzir a velocidade de propagação e consequentemente um "módulo de elasticidade" dinâmico da peça. Na prática utiliza-se as informações recebidas em comparações relativas com outras estacas previamente ensaiadas da continuidade do elemento estrutural. A informação recebida é geralmente arquivada sob forma de película polaroide.

O processo impõe a utilização de tubos verticais no interior da peça, sendo necessário garantir a verticalidade e paralelismo entre tubos para sucesso da instrumentação.

No caso de se contar com somente um tubo, um transmissor/receptor único é utilizado; tal medidor é inserido no tubo, previamente cheio de água (para solidarizar acusticamente o instrumento e a peça estrutural) sob velocidade constante enquanto ondas ultrasônicas são emitidas através do concreto pelo transmissor e captadas pelo receptor.

A informação é transmitida para a superfície, convertida em uma série de seções claras e escuras. Atrasos na transmissão de determinado sinal (concreto poroso, inclusões, etc.) causam uma defasagem na imagem, permitindo portanto mapear eventuais descontinuidades das peças.

Quando se utiliza mais do que um furo na peça, a onda ultrasonica é transmitida através da estaca e permite localizar com relativa precisão qualquer defeito entre tubos, possibilitando também obter medições para 1 emissor/receptor não à mesma profundidade, artifício este que permite melhor mapeamento da eventual descontinuidade.

Recomenda-se geralmente a colocação dos tubos antes da concretagem das peças, sendo que estes devem estar bem amarrados à armação das mesmas para garantir sua verticalidade e paralelismo, evitando-se também utilizar tubos que apresentem alta transmissão acústica.

O espaçamento entre tubos emissor e receptor pode variar, os casos publicados indicam sucesso para espaçamentos entre 30 a 200cm, pois

para distâncias muito grandes diminue-se a precisão do equipamento.

Impõe-se utilização de tal processo em peças devidamente curadas.

4.2 Métodos de Resposta Dinâmica

Nos métodos dinâmicos uma vibração ou choque é aplicada na peça e dois tipos de observações podem ser feitas: ou a resposta em frequencia da peça pode ser recebida dentro de um espectro selecionado de frequencias, ou a resposta transitória ao impulso aplicado na peça pode ser examinada.

4.2.1 Uma das maneiras consiste em atingir axial ou lateralmente a cabeça da estaca e gravar as vibrações recebidas na cabeça da estaca por um vibrógrafo. Dois tipos de vibração seriam gravadas; a frequencia própria corresponderia à vibração do sistema solo/estaca, tendo baixa frequencia e alta amplitude e a oscilação secundária a maiores frequencias corresponderia a vibração da estaca propriamente dita.

A frequencia própria depende da rigidez da estaca; uma vibração de baixa amplitude em alta frequencia indicaria uma oscilação secundária que depende do comprimento da estaca e da qualidade do concreto.

4.2.2 Outro tipo de teste dinâmico seria através de análise da aceleração e deformação da cabeça de uma estaca devidamente instrumentada submetida a impacto, através dos principios de ondas de vibrações sismicas. Tal processo poderia ser simplificado através da observação somente da força e da velocidade da cabeça da estaca.

Permite também uma estimativa da capacidade de carga da estaca em termos de seu atrito lateral e resistência de ponta.

4.2.3 Finalmente poder-se-ia vibrar continuamente a estaca dentro de um amplo espectro de frequencias e estudar sua resposta através de um transdutor de velocidade ao lado do vibrador que transforma o movimento vertical da cabeça da estaca em um sinal elétrico.

Desde que a cabeça da estaca esteja convenientemente preparada, tal ensaio poderia ser realizado 4 dias após a concretagem da peça, e seu campo de utilização depende de certa maneira da relação diâmetro/comprimento da peça (a bibliografia cita inúmeros casos instrumentados com sucesso para relações de até 1:30 e alguns em até 1:50).

O estudo dos resultados do ensaio por elemento especializado permitiria verificar a rigidez da estaca, seu comprimento (entre base e ponta da peça ou caso existam descontinuidades entre ponta e obstrução).

4.3 Métodos Sísmicos

Compreendem na medida da velocidade das ondas vibratórias na peça. Como só se tem acesso a uma das duas extremidades da peça, o ensaio utiliza um acelerômetro instalado no topo da estaca, que é atingida por um impulso mecânico que atinge um transdutor no topo da estaca. O acelerômetro capta então o impulso que a ele chega por ondas de superfície assim como as ondas refletidas na base da estaca ou em determinada descontinuidade da peça.

Os dados obtidos geralmente indicam as ondas de superfície diminuindo com o tempo e interrompidas pelas ondas refletidas pela base ou descontinuidade da peça.

Assumindo uma proporção constante entre a velocidade das ondas de superfície e a velocidade das ondas longitudinais refletidas, podendo-se determinar com precisão a velocidade das ondas superficiais permite-se uma avaliação das ondas longitudinais caso o concreto estivesse perfeito na peça toda. Assim se calcula a distância à ponta da estaca e compara-se com os dados de execução da estaca.

O presente método vem sendo utilizado com enorme sucesso em estacas pré-moldadas cravadas com sucesso parcial em estacas moldadas in situ.

4.4 Outros métodos se encontram em fase de pesquisa não sendo portanto recomendáveis para uso imediato em obra de grande responsabilidade.

5. PROVIDÊNCIAS INICIAIS

Tendo em mente o grande valor e necessidade da comprovação da integridade das estacas moldadas in situ da Usina perante os rígidos critérios impostos pelos Fornecedores encaminhamos a V,Sas, referência a firmas instaladas no Brasil, que utilizando Know-how estrangeiro, vem realizando ensaios não destrutivos em inúmeras obras de igual responsabilidade:

5.1 CEBTP - Centre Experimental de Recherches et D'Etudes du Batiment et des Travaux Publics
Av. Presidente Vargas 534 - 5º andar
Rio de Janeiro - RJ
fone: 223-4732

5.2 CONCREMAT - Engenharia e Tecnologia S/A
Rua Barão de Suruí, 143
São Paulo - SP
fone: 241-9359 e 240-7407

Ao mesmo tempo tomamos liberdade de contactar os colegas pertencentes aos Laboratórios que desenvolveram os equipamentos e servimo-nos do presente para encaminhar a V,Sas, um orçamento estimativo por nós recebido.

Solicitamos ser informados do andamento da sugestão da realização dos ensaios de integridade a fim de podermos colaborar nas discussões técnicas que se fizerem necessárias na escolha de equipamentos, etc..

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

VM/LG/sb

L-081-78

São Paulo, July 06, 1978

Testconsult Ltd.
49/50 Stamford House
Stamford New Road
Altrincham, Cheshire WA14 1EP
ENGLAND

Dear Sirs,

We have seen frequent references to the successful use of the so-called "sonic coring" and vibration methods for testing the structural integrity of piles. It seems, moreover, that the same principle may be used successfully for the determination of pile lengths, in the case of old foundations that may be affected by subway tunnelling or deep excavations, when no direct information is available as to the type of foundation used in the old building, or the depth reached by the deep foundation.

Although the principle of the procedures described appears obvious and simple (after discovery and development) the problems of urgency and of responsibility involved in some of the jobs faced by my clients would suggest that it would be most useful for us to resort to equipment that has been well developed and proven, and even if possible to trained personnel, at least for a trial period until local experience may be gained.

I therefore request you most kindly to send us a proforma quotation

(1) for sale of the equipment, quotations f.o.b.;

(2) for the services of a technician that could spend a period of about a week with us instructing as to the details of use of the equipment (N.B. All travel expenses plus board and loading would be covered separately by the clients).

./...

(3) If you would kindly send us xerox copies of papers and/or more recent brochures and specialized literature. For instance I would be most grateful for a xerox copy of

Gardner, R.P.J and Moses, G.A.: "Testing bored piles formed in laminated clays". Civ. Engng. Publ. Wks. Rev. 1973, 68, January 60-65. recebemos 14/8/73

Thanking you most heartily,

Yours very truly.

Victor F.B. de Mello
Professor, Consulting Engineer

V.M/vl.

Testconsult limited
TESTING AND CONSULTING SERVICES TO THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Registered No. 1182 561 England
49/50 Stamford House, Stamford New Road,
Altrincham, Cheshire WA14 1EP.

Telephone: 061-941 2690
Telex: 668491 Trachem

12/9/78 → LG

Ref. L-081-78
VM/vl

3rd August, 1978

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.,
Rua Capitao Antonio Rosa, 297,
CEP 01443
Sao Paulo
Brazil

For the Attention of Prof. Victor F.B. De Mello

Dear Sirs,

Thank you for your letter dated 6th July and for your invitation to quote for the supply of equipment, technical training etc.

First of all, I regret that our equipment is not for sale, at lease not in the first instance to new clients. We should respectfully suggest that instead you consider a long term hire arrangement, including maintenance and service where necessary, plus technical assistance to suit. This contract could be arranged to suit your requirements, i.e. for say 6 months or 1 year renewable.

Our rates for Vibration and Sonic Coring testing would be as follows :

1. Vibration Testing

a. Hire of equipment ..... £1,500.00 per month

b. Full time engineer ..... £3,875.00 per month

.../..

Directors: F. Le Bourre, Chairman (France) F Brocard (France) G Jacqueline (France) C. Immerqluck (France) S A. Robertson, B Sc., C.Eng M.I.C.E., M.I.H.E., Managing A.G. Davis B Sc. M Sc., Ph.D
A subsidiary of CENTRE EXPERIMENTAL DE RECHERCHES ET D'ETUDES DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS 2 rue Brancion 75737 Paris CEDEX 15. France

3rd August, 1978

2. Sonic Coring Testing

a. Hire of equipment ..... £ 750.00 per month
b. Engineer. Minimum charge
2 months per year ..... £ 150.00 per day

The above charges include :

i) training of your staff in Europe
ii) checking reports

The above charges exclude :

i) any taxes or duties payable in Brazil
ii) air freight of equipment to and from Brazil
iii) travel costs of our engineer to and from Brazil
iv) provision of suitable vehicle in Brazil
v) all local expenses including suitable lodging etc incurred by our engineer in Brazil
vi) provision of small workshop for routine maintenance
vii) spare parts at cost price
viii) insurance of equipment

Alternatively if you have a single project in mind we could offer the following terms :

A. Vibration Testing (say 200 piles to be tested @ 20 piles per day)

a. Testing fees
Say 10 days testing plus 2 days travel
plus 4 days stand-by etc = 16 days @ £650.00 p.d. = £10,400.00

b. Hire of equipment :
i) Testing ..... 10 days @ £185.00 p.d. = £ 1,850.00
ii) stand-by, travel and customs etc..... 10 days @ £ 92.50 p.d. = £ 925.00

.../..

Vibration Testing (cont'd)

c. Analysis and Report
Per day of testing ..... Say 10 days @ £300 p.d. = £3,000.00

d. Mobilisation and packing of
equipment .....Fixed sum £1,100.00

£ 17,275.00

B. Sonic Coring Testing (say 200 piles @ approx 10 piles per day)

a. Testing fees.
Say 20 days testing plus
2 days travel plus 2
days stand-by etc..... 24 days @ £500.00 p.d. = 12,000.00

b. Hire of equipment
Testing, travel, stand-by,
customs etc ..... 26 days @ £ 92.50 p.d. = £2,405.00

c. Analysis and report
Per day of testing ..... 20 days @ £300.00 p.d. = £6,000.00

d. Films and photographs
Estimate 200 boxes @ £11.00 per box ..... = £2,200.00

e. Mobilisation and packing of equipment ... Fixed sum £ 550.00

£23,155.00

The above costs exclude the following which will be provided by the client or reimbursed in full :

i) transport of equipment (Europe-Brazil return)
Sonic-coring estimate £210.00 each way
Vibration estimate £750.00 each way

.../..

ii) Return air travel of 2-man testing team to Brazil : Estimate £1800.00

iii) Hotel and out-of-pocket expenses of testing team in Brazil

iv) Any local taxes or duties

v) Suitable vehicle (landrover or pick-up for sonic coring, but for vibration vehicle to take crate 1.5 m x 1.5 m x 1.0 m)

vi) Part time French or English speaking assistant

All the above rates are valid until 31st December 1978.

The Vibration test requires a 2-man specialist testing team, but we could reduce the sonic coring team to one engineer if the client could provide a suitable English or French speaking assistant, This would of course slow down the rate of testing, and in this case the rate in item a) of Sonic Coring would be £330.00 per day.

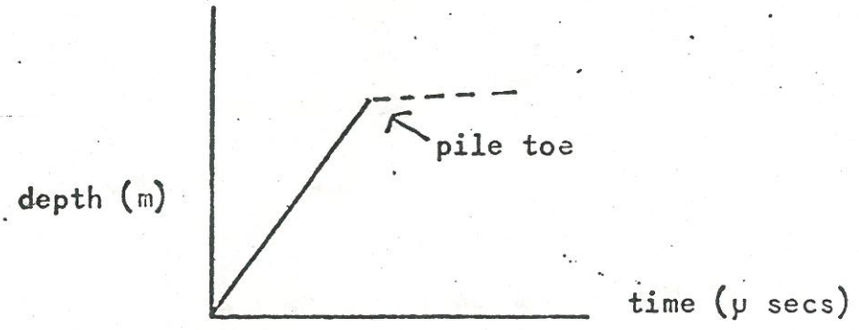
You will see from the enclosed literature that the sonic coring, vibration and echo methods are naturally used for testing newly built piles or at least piles with free heads, although the vibration test has occasionally been used on piles with light beam connections.

To measure the length of existing piles, a combination of the sonic coring and echo methods is available. This method has been employed to measure the lengths of concrete piles but it may equally be used for steel sheet piling, etc. The principle of the technique is briefly described below :

The sonic method involves sinking a borehole through the soil adjacent to the pile to accommodate the receiver. The sonic signal, transmitted by striking the top of the concrete pile then travels through the pile cap and pile shaft to the receiver in the borehole. The propagation time is measured.

.../..

The measurement is repeated with the receiver at different depths. The results of propogation time and depth are then plotted as illustrated below and a sudden change in the slope of the curve will indicate the depth of the pile toe. viz :



Additional measurements with the receiver near to the pile can be plotted at different scales to improve the accuracy.

The approximately 2" diameter borehole should be as close as possible to the pile and at least within 0.25 - 0.50 m of the pile circumference. This should be a simple procedure in normal ground conditions. Standard 42 mm I.D. gas piping with a few holes in the sides will be suitable for casing, and this should be filled with water to provide coupling between the receiver and the soil. The borehold should be deeper than the toe of the pile.

Costs would be the same as for sonic coring except that hire and transport of equipment would be substantially less.

We would be happy to quote for a specific job or long-term hire at your request.

We trust that the above information is satisfactory and look forward to hearing from you. If in the meantime there is any further information you require, please do not hesitate to contact us by telex No 668491 TRAKEM.

Yours faithfully,

P.C. Shepheard

for S.A. ROBERTSON
Managing Director

EXTERIOR

-4 AGO 12 32 78 000101



11124 W SPPH
11435 D SPCD
04/1231

ZCZC RPX467 CRI807 CNE404 MRE452 AM432
BRSP HL GEMR 038
ALTRINCHAM 38/36 4 1520

LT
VICTOR S B DEMELLO AND ASSOCIADOS
S/C LTDA RUACAPITAOANTONIOROSA 297
(CEP01443) SAOPAULO

THANK YOU FOR YOUR LETTER OF 6TH JULY QUOTATION BEING SENT
TO YOU BY AIRMAIL TODAY
S A ROBERTSON TEST CONSULT LTD ENGLAND

COL LT S/C 297 CEP01443 6TH

150028

MMMM
11124 W SPPH
11435 D SPCD

ECT FONEGRAMA DITE PELO TELEFONE O SEU TELEGRAMA

ECT FONEGRAMA DITE PELO TELEFONE O SEU TELEGRAMA

EC

IEE-2560/78

Geo - Oba

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-G-140978

São Paulo, 21 de setembro de 1978

-5 OUT 15 22 ⊠ 015815

AÇO MINAS GERAIS S/A

Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar

Belo Horizonte - MG

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE IEEC ISA

At. Dr. Stelio Francisco da Costa

Dr. Lucio Flávio B. Pinheiro

Ref. Acompanhamento dos Níveis D'água

Relatório de Progresso nº 1

Válido para toda a Usina.

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Tendo recebido periodicamente as leituras de nível d'água dos diversos medidores instalados na Usina e, conforme solicitado por V.Sas., passamos a seguir a uma primeira análise do acompanhamento de tais observações, encaminhando através deste as recomendações que se fazem necessárias. Cabe esclarecer que neste primeiro relatório sobre o assunto analisamos tão somente as tendências a estabilização visando otimização dos serviços de leitura. Num próximo relatório, analisaremos as variações dos N.A. tendo em mente sua influência no projeto, execução e comportamento das fundações das áreas.

2. RESUMO DAS CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

2.1 Uma rápida análise das leituras obtidas em diferentes medidores de nível d'água realça a necessidade, já anteriormente levada a V.Sas., de bombeamento intensivo das diversas áreas de aterro da Usina.

2.2 Cientes de que tal providência já foi tomada por V.Sas., analisamos as medidas feitas com periodicidade de 2 dias e recomendamos que doravante medições passem a ser feitas a cada 7 dias para medidores recem instalados e até que se note que a variação do nível entre as leituras se torna "pequena" quando poderá se passar a executar leituras a cada 15 dias; portanto os medidores instalados há algum tempo deverão ser lidos a cada 15 dias. No item ulterior do presente relatório apresentamos quais medidores teriam as periodicidades sugeridas.

2.3 Os medidores recém instalados e ainda não estabilizados deveriam ter seu nível d'água estabilizado estimado em relação às informações disponíveis de medidores adjacentes. Com tal estimativa dever-se-ia iniciar

7367

IEE-C

E-N/ARQUIVO

RECEBIDO

09 OUT 1978

as observações com tal N.A. embutido no medidor através de água externa, minimizando portanto o tempo de resposta dos instrumentos.

2.4 Com o início do bombeamento caberá analizar a eficiência de tal procedimento nos níveis d'água dos medidores a diferentes distâncias dos locais sendo bombeados. Caso a eficiência obtida e comprovada por piezômetros convenientemente instalados deixe a desejar, caberá executar maior número de poços.

3. ACOMPANHAMENTO DOS NÍVEIS D'ÁGUA

O estudo e acompanhamento dos níveis d'água da Usina vem sendo efetuados respeitando-se as diferentes Áreas da Usina.

3.1 Área dos Laminadores

O acompanhamento dos níveis d'água da referida área vem sendo efetuado através dos poços P 1/1, P 1/2, P 1/3 e P 2/1 assim como dos INA locados nas plantas PR 168/78 - 9 e 39.

Os poços existentes na Área apresentam níveis d'água diversos dos indicados pelos INA - superior no caso do P 1/3 e inferior nos demais.

Considerando-se que os mesmos se situam sobre os drenos profundos e que serão bombeados dentro em breve, dispensamos análise de tal comportamento (complexo uma vez que se baseia em informações subjetivas de terraplenagem no que diz respeito à remoção de solos moles da fundação) para aguardar os efeitos do bombeamento.

Ao se iniciar o programa de bombeamento profundo, caberia utilizar a periodicidade de 7 dias para todas as leituras de NA da área. Uma vez estabilizadas tais medidas e continuando o bombeamento as observações poderiam ser feitas a cada 15 dias até que, finalmente, quando for retirado o programa de bombeamento caberia programar leituras a cada, digamos, 30 dias para acompanhar as tendências de estabilização do lençol freático na área da Usina.

3.2 Área da Sinterização

O acompanhamento dos níveis d'água da área vem sendo efetuado através do poço P 5/1 e de INA e piezômetros.

O poço P 5/1 indica NA inferior de 30 a 35 metros dos demais instrumentos; considerando-se sua locação próxima à saída de descarga do dreno profundo, tal fato indicaria a existência de obstrução no dreno profundo a montante do poço.

A abertura de novo poço na Area da Sinterização, por exemplo próximo ao conjunto C-1 e interceptando o dreno profundo viria, através de

seu bombeamento, contribuir grandemente na estabilização do lençol na área e acelerando os recalques ainda por terminar na área.

4. PERIODICIDADE SUGERIDA DE LEITURAS

4.1 LEITURAS A CADA 7 DIAS:

Os medidores abaixo relacionados foram recentemente instalados e portanto não dispõe até o presente momento de leituras suficientes para comprovar sua estabilização.

Os instrumentos que mostrarem tendências marcadas de subida ou de descida de NA deveriam ter esta tendência analisada pela Obra em relação às medidas mais recentes a fim de, pela introdução ou retirada de água do medidor, apressar tal estabilização.

4.1.1 LAMINADORES

INA-C1C-LAM; INA-C2C-LAM; INA-C4C-LAM; INA-C5C-LAM; INA-C6C-LAM; INA-C7C-LAM; INA-C8C-LAM; INA-10-LAM; INA-12-LAM; INA-16-LAM; INA-18-LAM; INA-26-LAM; INA-49A-LAM e INA-124A-LAM.

INA-C1A-LAM; INA-C2A-LAM; INA-C3A-LAM; INA-C4A-LAM; INA-C5A-LAM; INA-01--LAM; INA-14- LAM; INA-24-LAM; INA-25-LAM; INA-08A-LAM; INA-72A-LAM; INA-79A-LAM e INA-102A-LAM.

4.1.2 EDIFÍCIO VIRADOR DE VAGÕES

INA-01; INA-02 e INA-03.

4.2 LEITURAS A CADA 15 DIAS

Os medidores abaixo relacionados vem sendo observados há certo tempo e o nível d'água neles medido já se encontra suficientemente estabilizado para dispensar observações com periodicidade conforme efetuadas até o presente. Para estes medidores recomendamos observações a cada 15 dias até a data de inicio de bombeamento profundo na área, a partir da qual sugerimos reduzir a periodicidade para 7 dias até a nova estabilização.

4.2.1 LAMINADORES

INA-C2B-LAM; INA-C8B-LAM; INA-C9B-LAM: INA-C3C-LAM; INA-05-LAM; INA-06--LAM; INA-07-LAM: INA-11-LAM; INA-13-LAM; INA-17-LAM; INA-21-LAM; INA--22-LAM; INA-23-LAM; INA-27-LAM; INA-10A-LAM; INA-25A-LAM; INA-74A-LAM; INA-75A-LAM; INA-77A-LAM; INA 98A-LAM; INA-100A-LAM e INA-101A-LAM.

INA-02-LAM; INA-09-LAM; INA-19-LAM e INA-63A-LAM.

4.2.2 SINTERIZAÇÃO

INAF-RNA-01 do conjunto C1 - sinterização

INAF-RNA-02 do conjunto C2 - sinterização

INAF-RNA-03 do conjunto C3 - sinterização

INAF-RNA-04 do conjunto C4 - sinterização

INA-01; INA-02; INA-03; INA-04 e piezômetros 01 em aterro e em solo natural.

4.2.3 CHEFIA GERAL DE PRODUÇÃO

INA-01; INA-02 e INA-03

Colocando-nos à vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F/B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. B. DE MELLO

LG/sb

IEE-2523/78

Geo. Obra
IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-250978

São Paulo, 25 de setembro de 1978

-6 OUT 1978 015932

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE | IEEC | ISA

AÇO MINAS GERAIS S/A

Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar

30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa

Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Material Recebido IEEC 618 e 627/78
Exame expedito - Comentários iniciais
Providências solicitadas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da Obra, recebidos através das remessas 618 e 627/78, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

A - Remessa IEEC 618/78

1. Carta Hidroservice SP.HE-5383/78 - Estabilização dos taludes da obra.

Concordamos com a Projetista no que diz respeito às causas dos escorregamentos havidos em zonas de corte: descontinuidades da rocha matter com percolações preferenciais e heterogeneidade de resistência ao cisalhamento.

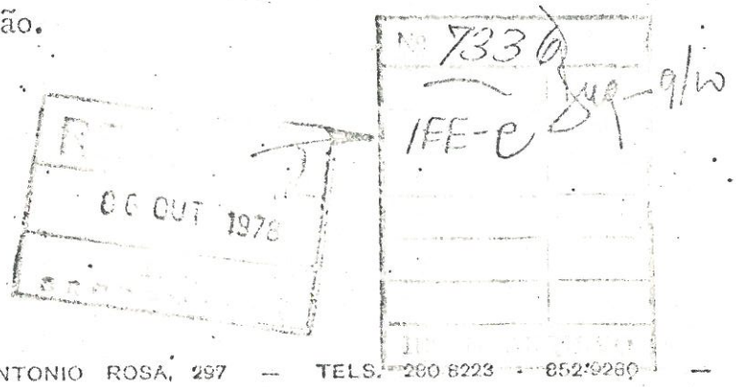
Não recomendamos o abatimento dos taludes em questão visto que tal medida viria aumentar a possibilidade de infiltrações de chuvas, fator este desaconselhável.

Em recente visita à obra sugerimos abertura de dois poços no pé do talude ao lado da laminação futura, cujo bombeamento e rebaixamento do lençol freático seria condição inicial para os trabalhos de reconstituição do talude.

Os escorregamentos havidos nos aterros da obra foram analisados em nosso AÇO-G-130778 assim como nossas recomendações para sua estabilização.

Nº 7336
IEE-C

06 OUT 1978



2. Relatório RT 17/PR 168-78

Projeto de Rebaixamento do Lençol Freático da Laminação

Será analisado em separado e comentários seguirão oportunamente.

3. Memo IEEC 363/78

Ensaios de Laboratório do Plano Genérico de Investigações

Aguardamos o recebimento das amostras para dar início ao programa de ensaios, insistindo para que os mesmos nos sejam enviados o mais rapidamente possível.

4. Pacote A-04

Desenhos da Antonio A. Noronha de formas de Fundações de diversas estruturas do Pacote.

Serão analisados conjuntamente com o Relatório Final das Fundações e os comentários que se fizerem necessários seguirão oportunamente.

5. Memorando IOC-5-105-78

Diz respeito aos dados de cravação das estacas H teste da Laminação.

Solicitamos cópia das folhas de campo das provas de carga efetuadas nas estacas uma vez que o estudo do comportamento tempo-recalque em cada estágio de carregamento melhor permitiria análise dos atritos desenvolvidos.

6. Memo 02472 da Geotécnica

Nova nomenclatura dos Deep da Franki

Solicitamos informação das coordenadas dos ensaios a fim de incorporá-los nos dados disponíveis da área da Usina.

7. Os demais itens que seguem foram incorporados aos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno:

7.1 Desenhos: PR 168/78-1 a 5

7.2 Memos: IOC/1 - 1284/78;
IOC/1 - 1326/78;
IOC/1 - 1331/78;
IOC/1 - 1314/78;
IOC/1 - 1318/78;
IOC/1 - 1312/78;
IOC/1 - 1305/78;
IOC/1 - 1294/78;
IOC/1 - 1289/78;

IOC/1 - 1335/78;
IOC/5 - 103 e 105/78.

7.3 Sondagens: Blocos e Tarugos S-05;
Sobreaterro C-8C; 4C, 3C, 2C, 5A, 4A, 2A e 1A;
Alto Forno SE-01 a 05;
Escritório de Manutenção S-15A;
Sopradores PC-01-SOP-Placa;
Sinterização SIN-73A; S-08, PC-02;
Aciaria F-77, 59, 58, 49, 51, 37, 34, 40.

B - Remessa IEEC/627-78

8. Relatório RT 18-PR 168/78 - Projeto Básico das fundações do Forno Poço e Relatório RT 16-PR-168/78 - Projeto Básico das fundações do Laminador de Tarugos.

Serão analisados e comentários seguirão caso se fizer necessário.

9. Memo IOC/2 - 255/78

Boletins diários de cravação das estacas Franki na Coqueria-Bateria 1

Os dados ora enviados serão analisados e à luz dos mesmos enviaremos o parecer solicitado por V.SAs.

10. Os demais itens que seguem foram incorporados aos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno:

10.1 Desenhos de acompanhamento dos conjuntos de recalque da Laminação;
10.2 Memo IOC/1 - 1356/78;
10.3 Telex SECM-3864/CE - 10/78;
10.4 Cálculo da carga da caldeira Boiler.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/sb

IEE - 2643/78 Geo - Obra. IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AGO-LM-031078

São Paulo, 04 de outubro de 1978.

11 OUT 1978 Nº 018339

ACOMINAS GERAIS S/A

Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar

30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa

Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE | IEEC | ISAC

Ref. Fundações do Forno Poço

Pacote C-01

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Damos em mãos o relatório RT-18-PR-168/78 - Forno Poço, Projeto Básico das Fundações, elaborado pela Projetista e visando apresentar a V.Sas. uma síntese dos estudos e orientações desenvolvidas por este escritório e discutidos em reuniões em Belo Horizonte para as alternativas de fundações para a estrutura em questão, encaminhamos o presente.

2. SÍNTESE DAS CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

2.1 Estimativas preliminares acenavam para a possibilidade de fundações diretas desde que baseadas em estudos aprimorados e contanto com tolerâncias mais explicitas pelos Fornecedores.

2.2 Estabeleceram-se critérios de cálculo conjuntamente com V. Sas.

2.3 Decorrido, comparativamente com o cronograma desejado, um longo tempo de estudos, recebemos conclusões alterando os critérios de cálculo, inviabilizando até mais a solução em estudo e condicionando-a a maiores estudos e delongas.

2.4 Não veio nenhuma contribuição por parte das Fornecedoras em apoio ao pretendido.

2.5 Face aos condicionamentos supra recomendamos como solução muito mais viável técnica e logisticamente a adoção de solução por estacas escavadas. Esta solução tem seus problemas a serem cuidadosamente estudados porém permite prever sua viabilidade.

Nº 7488

~~ISE~~ | Jaq - 10/10

IEE-C

IEE-N/ARQUIVO

RECEBIDO

11 OUT 1978

IEE

SECRETARIA

3. CRITÉRIOS DE PROJETO APRESENTADOS

Durante visita à Obra e aos escritórios da Açominas em 24 e 25 de agosto passado, fomos solicitados por V.Sas. de, junto com a Projetista, estudar a viabilidade de projeto de fundações para o Forno Poço em alternativas outras que fundações profundas metálicas, uma vez que o prazo previsto para cravação das mesmas em muito superaria o tempo previsto em cronograma.

Assim, procedemos a um breve estudo inicial de uma alternativa para apoio do Forno Poço propriamente dito em fundação direta. Consideramos que uma vez orientada a solução da principal estrutura da área, as restantes, com exceção de chaminés especiais ou outras estruturas particulares, teriam suas fundações dentro da mesma orientação básica. As conclusões a seguir resumidas, consubstanciando nossas orientações da época, foram discutidas em reunião com V.Sas. e a Projetista. Devem ser consideradas como bases concordadas para o projeto básico recém recebido e discutido no presente.

3.1 Condições do Aterro

Como passo inicial verificou-se que o aterro na área do Forno Poço apresenta qualidade adequada, refletida por índices SPT $\geq$ 10, abaixo da cota de arrasamento da estrutura e que as fundações do aterro tiveram, ao que tudo indica, removidos os solos moles do terreno natural subjacente. Tal fato é indicado nas plantas "As Built" da Bacia 2 e comprovado localmente pelas sondagens da área (Desenho PR-166/78-51).

Em seguida verificamos através de um estudo do comportamento dos medidores MM de recalque inseridos no aterro, que sob carga constante os mesmos tem sua compressão primária essencialmente estabilizada em torno de 100 dias.

Do estudo do comportamento carga-recalque para os medidores de recalque, obtivemos também como ordem de grandeza de módulo de deformabilidade do aterro, 350 Kg/cm^2.

A comprovação do valor do módulo de deformabilidade através das provas de placa do Programa Genérico seria discutível uma vez que até o presente só se dispõe de 2 provas de carga executadas em aterros: PC-04-LAM executada em aterro de igual 'qualidade' (SPT), indicando para as medições nas hastes E $\approx$ 340 Kg/cm^2 e para as medições de placa E $\approx$ 220 Kg/cm^2,

no nível de tensões a ser aplicado pelo Forno Poço; e a PC-01-SIN, executada em aterro de pior "qualidade" (SPT), além de ser de execução duvidosa, apresentando $E \approx 340$ Kg/cm^2 para as medições na placa e $E \approx 200$ Kg/cm^2 para as medições das hastes, no nível de tensões da estrutura (vide nosso A70-C-110878).

Cientes de que a cota de arrasamento é 9 metros inferior à cota de terraplenagem, envolvendo portanto escavação e posterior recarga, necessita-se também dos módulos de deformabilidade em descompressão e recompressão do aterro. Baseados na experiência deste escritório em relação a outros aterros compactados superiores adotar valores da ordem de 2.000 Kg/cm^2, que dependem muito, porém, do tempo de escavação, de condições de inchamento, etc...

O nível d'água na área estaria situado aproximadamente na cota 956-987m., portanto recomendamos na ocasião da reunião um bombeamento imediato da área, que servindo de um precarregamento, traria vantagens indiscutíveis. Não se tratava de pretensão de rebaixar orealmente a cota de ocorrência do lençol freático, pois as escavações não se aprofundam a ponto de serem dificultadas por "água livre".

3.2 Calculos Estimativos

Procedemos, em caráter estimativo inicial, a uma previsão de recalques para a estrutura.

Segundo diversas formulações disponíveis, para os carregamentos médios fornecidos, os parâmetros acima discutidos e hipóteses de embutimento da estrutura, camada incompressível na cota 961m., características do maciço constantes com a profundidade, havíamos chegado às seguintes estimativas preliminares, cabendo ressaltar que em nenhuma de tais estimativas correntes é considerada a parcela adicional de recalque de "rastejo" (compressão secundária), muito menores e mais lentos:

3.2.1 - recalque médio devido à reposição da pressão retirada por escavação = $5\text{mm} < \rho < 12\text{mm}$ que corresponderia à $\Delta p = 16$ t/m^2

3.2.2 - recalque médio devido ao adicional de carregamento = $= 15\text{mm} < \rho < 30\text{mm}$ devido as 8 t/m^2 adicionais que completam o carregamento total médio indicado de cerca de 24 t/m^2

As estimativas acima apresentadas não satisfazem os critérios de recalques admissíveis encaminhados pelos Fornecedores e na ocasião da referida reunião levamos a V.Sas.:

a - a necessidade de um bombeamento eficiente e imediato da área, que uma vez em ação poderia provocar um efeito de precarregamento, possivelmente da ordem de 15 a 20 t/m^2, provocando recalques complementares durante sua atuação

ção. Uma vez interrompido tal bombeamento os cinchamentos (heave) devido ao aumento de sobrepressão d'água, e/ou eventual subida do nível d'água até sua posição estabilizada seriam desprezíveis (da ordem de 1/10 dos respectivos recalques de compressão) assim como acarretaria utilização de condição de reposição de pressões para uma maior porcentagem das pressões médias atuantes (a ser verificada em relação ao nível d'água estabilizado).

b - a necessidade de se contactar os Fornecedores a fim de que definissem a etapa de montagem dos equipamentos a partir da qual passariam a se respeitar os critérios de recalques admissíveis propostos, aplicáveis em tolerancias apertadas somente aos próprios equipamentos após chumbados.

c - que caberia mesmo admitir a possível necessidade de um precarregamento da estrutura, através do enchimento dos poços com brita ou areia, assim que a mesma fosse concretada.

d - que algumas estruturas adjacentes ao Forno Poço deveriam ter suas fundações estudadas através de fundações profundas (por exemplo as chaminés, etc), e assim caberia também estudar os efeitos de interação entre fundações contínuas de tipos distintos, estudo este um pouco mais difícil.

É de fundamental importância a colaboração dos Fornecedores em atender o item b acima posicionado, uma vez que, mesmo que se tomem todos os passos solicitados - bombeamento e precarregamento - seria difícil garantir que os recalques sejam inferiores aos rígidos critérios posicionados pelos Fornecedores. Tal falta de garantia existe devido às rígidas hipóteses que qualquer formulação de cálculo de recalque faz uso. Desde os primeiros contactos com V.Sas. levamos este ponto de vista, que os Fornecedores deveriam definir perante a cronologia de montagem dos equipamentos a partir de que evento deveriam ser obedecidos critérios de recalques permissíveis e, mesmo assim, que se levasse aos Fornecedores a solicitação de abrandar, na medida do possível, tais critérios, hoje muito rígidos para a fase inicial de concretagens de estruturas de engenharia civil corrente. Tomadas as medidas preconizadas estimar-se-iam recalques variando entre 5 a 15cm sendo portanto necessária a colaboração dos Fornecedores ou tomada de responsabilidades por parte da Acominas.

4. PROJETO BÁSICO EXISTENTE (Relatório RT/18-PR-168/78)

Desenvolveu então a Projetista o Projeto Básico de Fundações apresentado à Acominas e o qual passamos a comentar:

4.1 Novamente considerando-se que as baterias do Forno Pogo seriam as estruturas mais representativas da área, foram executadas estimativas de recalque pela Projetista. Como parâmetros característicos do material do aterro foram utilizados valores, no nosso entender, por demais possibilistas e não condizentes com as características do aterro apresentadas nos valores SPT e ainda mais distantes do nosso ponto de vista se levarmos em conta as medidas de pré-carregamento e benfeitoria preconizadas.

Os valores resultantes de tais estimativas foram por conseguinte muito elevados, ainda muito mais elevados do que os de nossas estimativas preliminares, e, portanto inexoravelmente incompatíveis perante os critérios apresentados pelos Fornecedores. Antecipavamos que os estudos de projeto em grau de refinamento tivessem conduzido a valores menores e/ou faixas de dispersão menores das estimativas preliminares.

4.2 Foi solicitado início imediato de uma rede de benfeitoria profunda para a área, passo este que indiscutivelmente será vantajoso qualquer que seja a solução de fundações adotada e que já foi iniciada na obra. No caso de fundações profundas a grande importância de tal medida estaria relacionada com tentativas de minimizar carregamentos por atrito negativo.

4.3 Foram solicitadas duas provas de carga em placa de ϕ 80cm., dentro da cava já aberta do Forno Pogo a fim de aferir os módulos de deformabilidade adotados.

4.4 Foi recomendado o precarregamento da fundação concretada a pressões de 23,5 t/m^2 e tempo "previsto" de 60 dias. Caso concluíssemos pela aplicabilidade da solução em discussão, assinalamos que haveria necessidade de discutir e rever tanto a pressão de precarregamento indicada, como a estimativa aparentemente otimista de tempo.

Considerando-se o tempo decorrido desde a solicitação inicial, por parte da Açominas de estudo de alternativas de fundação, em relação ao Cronograma de Obra levamos a V.Sas. nossa preocupação quanto às condicionantes ainda postuladas pela Projetista como indispensáveis para a definição das fundações diretas de parte das estruturas do Forno Pogo, e muito particularmente quanto à lacuna das informações solicitadas às Fornecedoras e tolerancias.

Lembrando que a solicitação de estudos alternativos de fundação por parte de V.Sas. se vinculava também devido à impossibilidade prática de se executar no prazo previsto o projeto anterior em perfis metálicos de-

vido à necessidade de utilização de bate-estacas de alta energia e da eficiência de cravação já aferida na área adjacente do Bloering, sugerimos, a fim de tentar atender ao Cronograma sem condicionantes adicionais, que se passe imediatamente ao exame da viabilidade técnica da utilização de estacas escavadas para as estruturas de todo o pacote do Forno Poço. Desnecessário será lembrar que nesse no estudo ora discutido, com o qual se dispendem tanto tempo com resultados tão aquem do esperado, cerca de um-terço das fundações ainda seriam inexoravelmente de tipo profundo.

Os problemas e suas soluções para a adoção de fundações em estacas escavadas, como por exemplo o valor do atrito negativo a ser atribuido a cada estaca, poderão ser resolvidos, embora suscitando estudos muito cuidadosos em conjunção com exame das técnicas construtivas etc..

Desde já colocamo-nos à disposição da Projetista e possivelmente (com maior proveito para a Obra) até da Executora, para discutir os tópicos necessários.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor F.B. de Mello

VM/sb

Geo - Obra.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-041078

São Paulo, 05 de outubro de 1978

11 OUT 1978 016340

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

IEE | IEEC | ISA

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Material recebido IEEC 647/78
Exame expedito - Comentários iniciais
Providências solicitadas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da Obra, recebidos através da remessa 647/78, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

1. Relatório BD/1-PR-168/78 - Aprentação e análise dos dados de N.A. na área da Laminação.

Trata-se de um relatório de acompanhamento das observações efetuadas; a respeito das periodicidades de observações sugeridas já encaminhamos nossas sugestões no relatório AÇO-G-140978.

Quanto à recomendação de ensaio de verificação da condição do medidor, se ele está "vivo" ou não, sugerimos que o esgotamento do medidor deverá ser de somente 4 metros em relação ao nível d'água existente a fim de tornar mais rápida sua recuperação. Tal ensaio também pode e deve ser feito por enchimento do medidor de nível d'água de 2 metros em relação ao N.A. existente, com água limpa, com a observação do tempo de descida do nível d'água e sua estabilização.

Quanto às periodicidades de leituras recomendamos que, uma vez feitos os testes e estabilizados os níveis, sejam mais espaçadas, conforme nosso AÇO-G-140978.

2. Relatório RT 19/19-PR-168/78 - Provas de carga horizontal

RECEBIDO
11 OUT 1978
IEE
SECRETARIA

Nº 7482
IEE-C
IEE-N/ANEXO

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

Concordamos com a necessidade de se adquirir experiência própria na Usina, em relação às estacas Franki sujeitas à esforços horizontais.

Como comentários lembraríamos a V.Sas.:

2.1 Que o resultado de uma prova de carga em estaca sujeita somente a esforço horizontal pode ser substancialmente diferente do resultado de uma prova de carga em estaca sujeita a esforço vertical e horizontal.

Tal fator deverá ser levado em conta na interpretação dos resultados da campanha de ensaios proposta a fim de não prejudicar sua utilização nos projetos em andamento.

2.2 Relembramos a V.Sas. que os critérios de estabilização de recalques em cada etapa de carregamento deve ser verificado em escala progressiva do tempo ou seja: 1, 2, 4, 8, 16.horas

3. Relatórios Geotecnica - Área 501 e 503 -
Projeto Básico das Fundações - Blooming Mill.

Anexados aos nossos arquivos, oportunamente, caso se fizer necessário e possível, emitiremos parecer sobre os Projetos de Estaqueamento de todas as áreas do Blooming.

4. Relatório Geotecnica BH-COQ-PC-158/78-12 -
Prova de Carga em Estaca Franki

Trata-se de ensaio na estaca E 115 da Coqueria; solicitamos informação quanto ao comprimento real da estaca uma vez que o pré-furo da estaca teria 6,0 m. e seu fuste cravado concretado 3,60m.

Aguardamos esta informação para executar o estudo e emitir o parecer sobre as provas de carga em estacas curtas da Coqueria.

5. Os demais itens que seguem foram incorporados aos estudos em andamento ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno:

4.1 Memos: IOC-5-121/78; IOC-5-108/78; IOC-1-1358/78
IOC-1-1392/78; IOC-1-1380/78; IOC-1-1387/78

4.2 Relatórios: Geopesquisa AM-871/78-AF

4.3 Desenho: Aciaria IB01Z00-G-4013-B

6. Tomamos a liberdade de voltar a solicitar a V.Sas.:

6.1 As folhas de campo das provas de carga executadas nas estacas teste da Laminação.

6.2 Os diagramas de cravação das estacas tubulares e perfil H da Aciaria. Sinalização

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/sb

1040

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-111078

São Paulo, 11 de outubro de 1978

AÇO MINAS GERAIS S/A
AÇOMINAS
017197 18 OUT. 78
ARQUIVO DO PROJETO

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE IEEC ISAC

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Memorando nº 92636 da Geotécnica
Forno Poço - Pacote C-01

Prezados Senhores,

Damos em mãos o documento acima referido sobre o qual temos o seguinte a comentar:

1. Solicitaríamos esclarecimento de como teria sido avaliado o valor do atrito negativo para estacas escavadas.

2. Julgamos que a conceituação da consideração do atrito negativo deve ser cuidadosamente analisada visto que este fenômeno provoca recalques na estaca e não rutura da mesma. No presente caso estamos diante de uma área para qual se espera acomodações diminutas, tanto que pensou-se em fundação direta para apoio do Forno Poço. Os efeitos do eventual atrito negativo acarretariam pequenos recalques, (ver nosso AÇO-G-100678) menores inclusive que a acomodação do aterro.

3. A altura de aterro predominante sob o Forno Poço é de menos que 20m. considerando-se que a base da estrutura está na cota 987. portanto a análise econômica seria mais favorável que a apresentada no memorando se fossem considerados comprimentos desta ordem. Nas áreas das sondagens SP-214A, SP-212A e SP-202 as espessuras são maiores (máximo 30m.) porém não sugerem existência de material compressível.

4. Finalizando relembramos a pouca disponibilidade de equipamentos para cravação dos perfis metálicos e que este fato poderá ser decisivo na escolha do tipo de fundação.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

RECEBIDO
19 OUT 1978
ISE
SECRETARIA

Nº 7937
IEE-C
19/10

MC/sb

IEE - 3019/78 Geo. Obra IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-161078

São Paulo, 16 de outubro de 1978

23 OUT 16 15 R 017595

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE IEEC ISA

AÇO MINAS GERAIS S/A

Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar

30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa

Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Material recebido IEEC-706/78

Exame expedito - Comentários iniciais

Providências solicitadas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da Obra, recebidos através da remessa IEEC-706/78, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

1. Memo IEEC-390/78

Trata-se de memorando contendo considerações sobre a reunião realizada em 09/10/78, na qual foi discutido os diâmetros e comprimentos de estacas tipo Franki mais convenientes de se executar em função do equipamento e condições do solo.

Folgamos em saber que o panorama quanto à utilização de Estacas Franki foi definitivamente esclarecido.

2. Especificação de prova de carga área 503 - 1C02B00-A-4002-A.

Temos o seguinte a comentar:

2.1 Não dispomos dos resultados das provas de carga, esperamos recebê-los logo.

2.2 A análise da EPC segue fundamentalmente o conceito de rutura e, conforme nossos pareceres anteriores não aplica-se ao caso onde poderá haver ação de atrito negativo, fazendo com que o condicionante sejam os recalques. Se houve rutura, existiu recalque excessivo?

2.3 Muito mais importante que a carga útil calculada de acordo com a "Norma" será analisar o comportamento carga-recalque das estacas.

Nº 8068

IEE-C

ARQUIVO

RECEBIDO

24 OUT 1978

ISE

SECRETARIA

2.4 Favor esclarecer o item 2: o que se considera estacas "normais" e estacas "piores".

2.5 Apesar de não concordarmos com o enfoque da análise, não consideramos estatisticamente válido que um estaqueamento deste porte possa ser considerado satisfatório ou não, através da execução de uma prova de carga adicional.

3. Os demais itens que seguem foram incorporados aos estudos em andamento ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno:

3.1 Memos: IOC-1-1467/78; IOC-5-130/78; IOC-1-1461/78; IEA-0-217/78; IOC-1-1469/78; IOC-5-146/78.

3.2 Relatórios: BH-PMP-ST-156/78-5; BH-AEX-SP-236/78-4 AM-871/78 AF

3.3 Desenhos: 1D10A02-G-1022-A
1D10A05-G-1012-A
1D10A05-G-1022-A
1D10A05-G-1021-A
1D10A05-G-1011-A
1D10A02-G-1021-A

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/sb

1070

Sergio

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-261078

São Paulo, 26 de outubro de 1978

Geotécnica

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B, Pinheiro

Ref. Material recebido IEEC 726/78 e IEEC 744/78
Exame expedito - Comentários iniciais
Providências solicitadas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da Obra, recebidos através das remessas IEEC 726/78 e IEEC 744/78, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

A - Remessa IEEC 726/78

1. Relatório BD/2-PR-168/78 - Outubro/78

Trata-se de um relatório que visa apresentar e analisar os dados de recalque e N.A. nas regiões de sobre-aterro na área da Laminação como também apresentar a metodologia e os critérios utilizados no levantamento e processamento dos dados. O mesmo foi incorporado aos estudos em andamento e futuramente mandaremos nossas considerações.

2. Os demais itens que seguem foram incorporados aos estudos em andamento ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

2.1 Relatórios:	T-12-AT-187/78setembro/78
	T-03-A-AT-187/78setembro 78
2.2 Desenhos:	1B01Z00-G-4020-A
	1B01Z00-G-4021-A
	1E09L01-G-4017 e 4018-A
	1E09L01-G-4005-A
	1E09L01-G-4015-A
	1E09L01-G-4003 e 4004-B
	1E09L01-G-4013-B
	1E09L01-G-4000-A
	1E09L01-G-4021-A.

2.3 Memo IOC/1-1481/78

B - Remessa IEEC 744/78

3. Memorial de cálculo Blooming-Forno Poço. Fundações

Trata-se de uma memorial visando apresentar a metodologia de cálculo obedecida, para a área do Blooming e Forno Poço, na estimativa do comprimento dos elementos de fundação profunda e do atrito negativo máximo. O mesmo foi incorporado aos nossos estudos e serão comentados futuramente.

4. Os demais itens que seguem foram incorporados aos estudos em andamento ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

4.1 Relatórios:	BH-PCV-ST-243/78-3; BH-CIV-SP-171/78-10 BH-SIN-ST-131/78-7; BH-CIV-ST-171/78-11 BH-PMP-SP-156/78-3; BH-CMA-SP-143/78-2 AM-925/78-AF; 799/78-AF
4.2 Desenhos:	1E02G01-B-4001A; 1E02H01-B-4001A 1E02J01-B-4001A; 1A03E00-D-1001A 1E09S01-D-4001A; 1E03A01-D-4000A
4.3 Memos:	IOC/1-1522/78; IOC/1-1518/78; IOC/1-1514/78; IOC/1-1519/78; IOC/1-1487/78; IOC/1-1486/78; IOC/1-1434/78.
4.4 Sondagem:	SP-01; 02; 03 - Silo de Homogeneização.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

IEE-3200/78

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-LM-101078

São Paulo, 26 de outubro de 1978

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Laminação
Pacotes C05 e C06
Drenagem profunda na Área da Laminação

ANEXO COM
RECEBERAM CÓPIAS
ISE IEE/C ISA/C

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Tendo recebido de V.Sas. o relatório RT/17-PR-165/78 da Geotécnica relativo ao Projeto de Rebaixamento do Nível D'água na Área da Laminação, observamos, após pormenorizada análise do mesmo, que algumas hipóteses introduzidas, principalmente no que concerne aos objetivos do "reforço de drenagem forçado", necessitariam de uma melhor formulação. Assim sendo optamos por realizar uma análise mais detalhada e objetiva sobre o assunto.

2. CONCLUSÕES GERAIS

A finalidade da rede de bombeamento será a de aliviar as pressões e sobre-pressões neutras da fundação do aterro para provocar um aceleramento dos recalques e não o rebaixamento do N.A. Este rebaixamento ocorrerá como consequencia e dependerá do tempo de bombeamento e da impermeabilização superficial da área.

Isto posto notou-se uma acentuada diminuição de poços em relação ao estudo já mencionado, conforme pode ser observado no desenho em anexo.

3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

3.1 Condições de contorno

- Permeabilidade

Admitiu-se segundo a experiência deste escritório os valores de $K = 10^{-6}$ cm/s para a permeabilidade do aterro e de $K = 10^{-4}$ cm/s

8291

IEE-C
31.OUT.1978

RECEBIDO
31 OUT 1978
ISE
SECRETARIA

IEE-C

para a permeabilidade do solo residual (alteração de rocha) sob o aterro.

Esta diferença de permeabilidades é explicada em primeiro grau pela própria "gênese" de cada um dos horizontes distintos: aterro e solo residual.

Observe-se que a compactação de um solo submete-o a uma homogeneização e diminuição dos poros, o que acarreta uma redução da sua permeabilidade quando comparado com o próprio material porém na sua condição "in situ". Por sua vez os solos residuais, que provêm de intemperização, apresentam caminhos francamente preferenciais de percolação, caracterizados por fraturas da rocha-mater e por percolações segundo direções preferenciais.

- Modelo de "drenagem"

Dada a diferença de permeabilidades acima explicada, o efeito inicial provocado pelo bombeamento se faz sentir através de diminuição de pressões na camada mais permeável de fundação.

- Espessura da camada permeável de fundação

Os dados utilizados para estimar a espessura da camada permeável de fundação foram as indicações dos perfis de sondagem e os índices SPT contidos nos mesmos, considerando-se como limite para tal camada as cotas correspondentes a índices SPT entre 40 e 50.

Tal critério visa atender também o processo executivo de perfuração do poço.

- Redução prevista de pressão

Admitiu-se como condicionante de projeto, levando em conta a espessura e a variabilidade de espessura de solo residual "drenante", bem como a eficiência das bombas e do funcionamento dos poços, uma redução de pressão (carga hidráulica) dentro da faixa 6m. $< \Delta H < 20$m. para pontos mais distantes dos poços dentro da área do sobre-aterro. O limite inferior foi fixado pelos casos em que a camada drenante se apresenta rasa e com pouca espessura, o que implicaria em grande redução no espaçamento dos poços sem o consequente aumento de eficiência no raio de ação dos mesmos. O limite superior foi fixado visando se evitar poços com grandes profundidades que teriam sua eficiência limitada e que ainda poderiam acarretar dificuldades executivas.

4. DIMENSIONAMENTO DA REDE

Cabe inicialmente esclarecer que o caso em foco é inédito não apenas em nosso país, pois uma extensa pesquisa em bibliografia internacional, não apresentou caso similar.

Reiteramos que o objetivo não é o rebaixamento e sim uma diminuição de pressões e sobre-pressões neutras da fundação e do próprio aterro, resultando em um aumento das pressões efetivas o que consequentemente acelerará os recalques.

4.1 Formulação utilizada

Partindo das hipóteses supra mencionadas e da conceituação descrita procurou-se empregar o modelo teórico de poços artesianos gravitacionais para o dimensionamento do espaçamento necessário entre poços.

Apresentamos em anexo como exemplo o dimensionamento do espaçamento dos poços no eixo N 7.727.784.000

5. PERFURAÇÃO DOS POÇOS E PIEZOMETRIA

5.1 Quanto a especificações necessárias para os elementos constituintes dos poços (diâmetros, tubos de descarga, tipo de bomba, etc..) recomendaríamos seguir as mesmas especificações indicadas na pag. 7 do RT/17-PR-168/78.

5.2 Lógicamente a abertura dos poços e principalmente a execução do bombeamento através destes, deverão ser iniciados procurando alternar os poços instalados, de modo a melhor visualizar as tendências à medida que grupos de poços vão entrando em operação, procurando observar conjuntamente o comportamento da piezometria instalada.

5.3 Para melhor controle da piezometria recomendaríamos que caso venham a ser necessários novos piezômetros, sejam instalados os do tipo "multiple profile piezometer". Oportunamente enviaremos maiores detalhes sobre o equipamento e a instalação do mesmo.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

anexo = 1 folha contendo desenhos
6 folhas contendo cálculos.

Eixo: N = 7.727.784

De 632.000 à 630.300 notamos que a camada permeável é muito superficial o que implica em poços superficiais e consequentemente raio de influência pequenos. Para este trecho, portanto, à espera de uma outra solução.

Poço: 631900; 631875; 631850; 631825; 631800; 631775; 631750.

$\begin{cases} H_{médio} = 10m. \\ h_w = 3m \end{cases} \rightarrow R = (10-3) \times 3 \times \Pi \rightarrow \underline{R = 21m}$

Aqui vamos diminuir ainda mais a nossa exigência:

$$h_w + \Delta h_D \leq H - 5m$$

$$\rightarrow Q_w = \frac{91}{\left(\frac{42}{a} + \frac{1}{\pi} \ln \frac{a}{1,41}\right) \times 10^6}$$

todos tem profundidade de 25m.

$$\rightarrow \Delta h_D^2 = \frac{Q_w}{10^{-6}\pi} \cdot \ln \frac{a}{1,41}$$

$a = 25m \rightarrow Q_w = 0,33 \times 10^{-4} m^3/s \rightarrow \underline{\Delta h_D = 5,5m}$ (~40m)

$3 + 5,5 \approx 10 - 5 \rightarrow$ OK

Poço: 631705:

$\begin{cases} H = 22m \\ h_w = 3m \end{cases}$ $L = 19 \times 3 = 57m$

$$\rightarrow Q_w = \frac{475}{\left(\frac{114}{a} + \frac{1}{\pi} \ln \frac{a}{1,41}\right) 10^6}$$

$$\rightarrow \Delta h_D^2 = \frac{Q_w}{10^{-6}\pi} \cdot \ln \frac{a}{1,41}$$

$a = 40m \rightarrow Q_w = 1,21 \times 10^{-3} \rightarrow \Delta h_D = 11,35m.$

$22 - 5 = 15 \rightarrow \Delta h_D + h_w = 14,35$ OK

profundidade de 45m.

Eixo: E = 631392

Poço: 7.727.980

$\begin{cases} H = 14m \\ h_w = 2m \end{cases}$ $R = 22m$

$$\rightarrow Q_w = \frac{187}{\left(\frac{66}{a} + \frac{1}{\pi} \ln \frac{a}{1,41}\right) . 10^6}$$

$$\rightarrow \Delta h_D^2 = \frac{Q_w}{10^{-6}\pi} . \ln \frac{a}{1,41}$$

$a = 30m \rightarrow Q_w = 0,59 \times 10^{-4} m^3/s \rightarrow \Delta h_D = 7,58 m$

$3,0 + 7,6 \leq 14 - 5 = 9m$

$a = 25m \rightarrow Q_w = 0,53 . 10^{-4} m^3/s \rightarrow \Delta h_D = 7,00 m$

$3.00 + 7,00 = 10$ OK

Mas como não há muita diferença no ganho de carga diminuindo o espaçamento, vamos tentar 40m.

$a = 40m \rightarrow Q_w = 0,69 \times 10^{-4} m^3/s \rightarrow \Delta h_D = 8,6 m$

Vamos então adotar um espaçamento de 40m.

$3 + 8,6 = 11,6$ $\Delta h_S = 14 - 11,6 = 2,4m$

OBS: No trecho de 7.727.800 → 7.727.900, não adianta colocar poço. Ver desenho.

EIXO → 7.727.522 → em relação ao corte levantado pelo CIRCO.

POÇO: 631524

h_w = 3m

como visto p/ o poço $\begin{cases} 7.728050 \\ 631370 \end{cases}$ → H = 45 → $\underline{\underline{a = 70m}}$

POÇO: 631475

$\begin{cases} H = 30m \\ h_w = 3m \end{cases}$ → ANALOGIA C/ (7.728080; 632090) → $\underline{\underline{a = 25m}}$

Isto nos dá um espaçamento entre o 631524 e o igual à:

$$a = \frac{25}{2} + \frac{70}{2} \cong \underline{\underline{50\,m}}$$

POÇO: 631574

$\begin{cases} H = 32m \\ h_w = 3m \end{cases}$ → $\underline{\underline{e \cong 50m}}$ (EM ANALOGIA AO ANTERIOR)

Por simetria podemos concluir que:

POÇO: 631623

$\begin{cases} H = 45\,m \\ h_w = 3m \end{cases}$ → $\underline{\underline{e_{12} = 50m}}$

POÇO: 631450.

$\begin{cases} H = 20m \\ h_w = 3m \end{cases}$ →

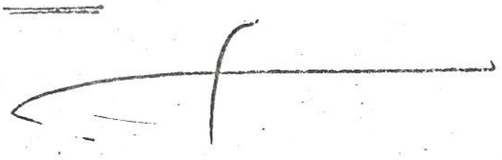
a = 70m → $e = \frac{20 + 25}{2}$ → $\underline{\underline{e \cong 25m}}$

POCO: 631675 ; 631725

$$\begin{cases} H = 35m \\ h_w = 3m \end{cases} \longrightarrow \underline{\underline{a = 50m}}$$

$$\begin{cases} H = 30m \\ h_w = 3m \end{cases} \longrightarrow \underline{\underline{a = 25m}}$$

$$e = \frac{25 + 50}{2} \cong \underline{\underline{40m}}$$



POÇOS DE REBAIXAMENTO NA LAMINAÇÃO - 2ª HIPÓTESE

EIXO: E = 631862

$H_m = 15m$

$h_w = 3m$

$$\rightarrow Q_w = \frac{216}{\left(\frac{72}{a} + \frac{1}{\pi} \ln \frac{a}{1,41}\right) 10^6}$$

$$\rightarrow \Delta h_D^2 = \frac{Q_w}{10^{-6}\pi} \cdot \ln \frac{a}{1,41}$$

$a = 40m \longrightarrow Q_w = 0,75 \times 10^{-4} m^3/s \longrightarrow \Delta h_D = 8,94m$

$\Delta h_D + h_w = H - x \qquad x = H - 8,94 - 3$

$x = 15 - 8,94 - 3$

$x = 3,06.$

$a = 30m \longrightarrow Q_w = 0,64 \times 10^{-4} m^3/s \longrightarrow \Delta h_D = 7,9m.$

$x = 15 - 7,9 - 3 = 4,1 \approx 5m$ OK

adotaremos então um espaçamento de 30m.

Eixo – E = 631384

Como essa camada mais permeável tem na região profundidade aproximadamente constante, vamos tomar uma profundidade média e achar o espaçamento.

$\begin{cases} H_m = 25m \\ h_w = 3m \end{cases}$ $\underline{R = 66m}$



$$\rightarrow Q_w = \frac{616}{\left(\frac{132}{a} + \frac{1}{\pi} \ln \frac{a}{1{,}41}\right) \times 10^6}$$

$$\rightarrow \Delta h_D^2 = \frac{Q_w}{\pi . 10^{-6}} \cdot \ln \frac{a}{1{,}41}$$

$a = 30m \rightarrow Q_w = 1{,}15 \times 10^4 m^3/s \rightarrow \Delta h_D = 10{,}60m.$

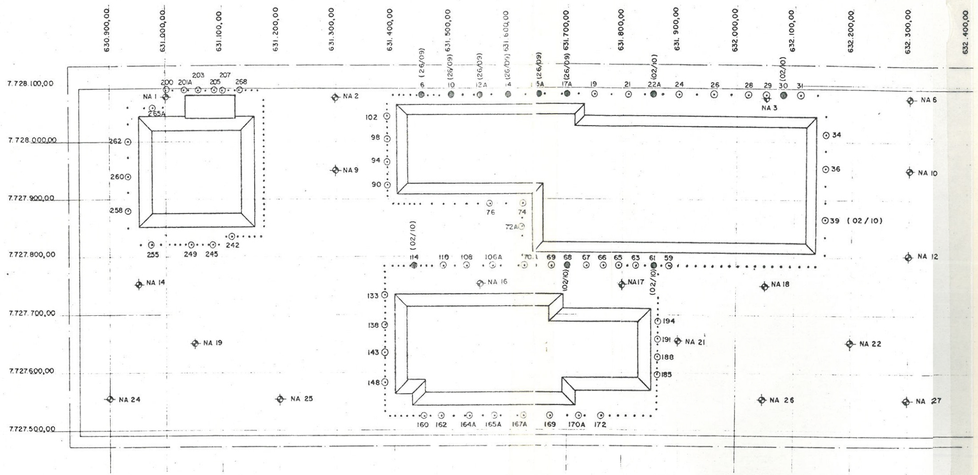
$\Delta h_D + h_w = 10{,}60 + 3.00 \cong H - 20 = 25 - 20 = 15$

pode aumentar o espaçamento;

$a = 50m \rightarrow Q_w = 1{,}64 \times 10^4 m^3/s \rightarrow \Delta h_D = 13{,}64$

$\Delta h_D + h_w = 13{,}64 + 3 = 16{,}64 \cong \underline{15}$ $\underline{OK}$

Adotaremos então o espaçamento igual à 50m.



POÇOS	PROFUNDIDADE (m)
188, 191, 194	25
110, 114, 185, 205, 207, 209	30
59, 61, 63, 65, 66, 67, 90, 94, 98, 102, 108, 133, 138, 148, 160, 200, 201A, 242, 265A	35
6, 10, 39, 143, 162, 165A, 172, 203, 245	40
12A, 14, 31, 34, 36, 68, 72A, 74, 169, 170A, 249, 258, 260, 262	45
30, 69, 70A, 106A	50
15A, 17A, 19, 21, 22A, 24, 29, 76, 164A, 167A, 255	55
26, 28	65

- REDE DE POÇOS ANTERIOR
- ⊙ REDE DE POÇOS ATUAL (VISANDO OBTER A MÁXIMA REDUÇÃO DE ΔU NA FUNDAÇÃO DO SOBREATERRO).
- ● (DATA) LIBERADOS PARA EXECUÇÃO

OBS: 1. RELATÓRIOS DE SONDAGEM UTILIZADOS NO PRESENTE DIMENSIONAMENTO:
BH - LAM - SP - 539/77 - 13; 14; 15; 16
AM - 592/78 AF

2. PLANTAS CONSULTADAS:
PR - 168/78 - 39; 46; 47; 50; 51; 57; 58; 59; 60; 61; 62; 63; 64; 65; 66; 68; 69; 76; 77; 78; 79; 80; 81; 82; 83; 93

3. COORDENADAS EM METROS.

4. DETALHES DE INSTALAÇÃO DO POÇO E DE EXECUÇÃO DAS CANALETAS - - VER DETALHE NA PLANTA Nº PR - 168/78 - 93.

5. BOMBAS, TUBOS DE DESCARGA, TELAS E DEMAIS EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS À INSTALAÇÃO DO POÇO - SEGUIR AS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS INDICADAS NO RELATÓRIO RT/17 - PR - 168/78 (pág. 7).

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

INTERESSADO	AÇOMINAS — AÇO MINAS GERAIS S.A.
OBRA	USINA DE OURO BRANCO
LOCAL	LAMINAÇÃO
	REDE DE DRENAGEM PROFUNDA
	LOCAÇÃO DOS POÇOS

ESCALA	DATA	DESENHADO	VISTO	CÓDIGO
1:2000	10-10-78			AÇO-LM-1010/78

2999/79Y

1070

ISE

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-C-271078

São Paulo, 27 de outubro de 1978

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

A						
ANEXO COM						
RECEBERAM COPIAS						
ISE	IEEC	ISA				

Ref. Programa Genérico
Blocos
Válido para toda a Usina

Prezados Senhores,

1. Acusamos recebimento de blocos indeformados e amostras em sacos, de solo retirado nas imediações dos locais onde foram executadas as primeiras provas de carga do programa genérico.

A relação do material recebido é a seguinte:

BLOCOS	SACOS
BL AC 01	AC 01
BL AC 02	AC 02
BL AC 03	AC 03
BL AC 04	AC 04
BL AC 05	AC 05
B1 AC 06	AC 06
BL AC 07	AC 07
BL AC 08	AC 08
BL AC 09	AC 09
BL AC 10	AC 10
BL AC 13	AC 13
BL AC 14	AC 14
BL AC 15	AC 15
BL AC 16	AC 16
BL SIN 01	SIN 01
BL SIN 02	SIN 02

Nº 8617
IEP
IEE-C
ARQUIVO

RE
10 NOV 1978
SECRETARIA

Este material foi enviado ao Laboratório de Mecânica dos Solos do IPT.

Eng. Lúcio Flávio
14/11/78

2. Considerando-se que a principal finalidade do programa de ensaios é correlacionar os resultados das provas de carga com os resultados dos ensaios de laboratório, julgamos desnecessário executar-se os ensaios sobre amostras extraídas de áreas de provas de carga que apresentaram difícil interpretação e certa suspeita quanto a qualidade de execução.

Isto posto estamos pensando em executar os ensaios nos blocos correspondentes às seguintes provas de carga:

PC 02 AC
PC 04 AC
PC 05 AC
PC 08 AC
PC 01 SINT

Esta última não apresentou resultados com a mesma confiança que as anteriores, porém é a única em material de aterro.

3. Ensaios visualizados e custos aproximados.

De posse da lista de preços do IPT tomamos a liberdade de apresentar conjuntamente com a programação de ensaios, seu custo estimado.

Em cada uma das cinco P.C. acima citadas se executará os seguintes ensaios retirando os corpos de prova do bloco que apresentar melhores condições entre os dois retirados para cada P.C.

a) análise granulométrica por sedimentação	Cr$	570,00
b) limites de liquidez e plasticidade	Cr$	430,00
c) densidade dos grãos	Cr$	380,00
d) umidade e densidades naturais	Cr$	180,00
e) Proctor sem secamento nem reuso	Cr$	1.480,00
f) adensamento	Cr$	1.190,00
g) triaxiais lentos 3 c.p.(incluindo caracterização dos c.p.)	Cr$	11.280,00
	Cr$	15.510,00

o que perfaz um total provável de: 5 x Cr$ 15.510,00 = Cr$ 77.550,00 (SETENTA E SETE MIL QUINHENTOS E CINQUENTA CRUZEIROS).

No aguardo de V. aprovação para início dos ensaios, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

MC/sb

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-G-211178

São Paulo, 23 de novembro de 1978

29 NOV 0317 R 021509

AÇO MINAS GERAIS S/A-ETO
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar Caixa Postal 1390
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
ISE | IEEC | ISA

Nº 9195
IEEC
IEEC-N / ARQUIVO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Material recebido IEEC-766,791,841 e 878/78
Exame expedito - Comentários Iniciais

Providências Solicitadas

RECEBIDO
29 NOV 1978
SECRETARIA

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebidos através das remessas acima epigrafadas, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas quando se fizer necessário.

1) Remessa IEEC - 766/78

1.1) Memo IOC/1 - 1556/78 - Prova de carga em placa de Ø = 30 cm.

Procedemos a uma rápida análise da prova de carga em questão observando: infelizmente o primeiro estágio de carregamento utilizado foi de 84 t/m^2, demasiado alto para o solo em questão, levando-o diretamente a condição de rutura sem os estágios intermediários para observação do seu comportamento tensão-deformação. Conforme já exposto oralmente a V.Sas consideramos totalmente inutil o ensaio referido.

Para as próximas provas de carga em tal diametro sugerimos programar aplicação dos estágios de carregamento de acordo com uma previsão da capacidade de suporte do terreno (a ser avaliada em relação a sondagem adjacente).

No presente caso sugeriríamos os seguintes estágios: 0,7; 1,4; 2,1; 2,8 , t.

1.2) Memo 1506/78 - Estamos preparando para envio próximo uma análise do comportamento do aterro e sua fundação sob o sobreaterro.

1.3) Os demais itens foram incorporados aos estudos em andamento, ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno:

1.3.1) Memos: IOC/1-1558/78; IOC/1-1565/78; IOC/1-1557/78; IOC/1-1539/78; IOC/1-1538/78; IOC/1-1528/78; IOC/1-1525/78; IEE-C- 401/78.

1.3.2) Memória de cálculo das estacas

1.3.3) Desenhos: 1D05A00-G- 3005-A; 1E09L01-G-4016-A; 1D04000-D-1000-A.

1.3.4) Relatórios: BH-LAM-RN-539/77-18. BH-CIV-SP-171/78-14.

2) Remessa 791/78

2.1) Desenho 1C01000-C-4010 a 4012 B - Plano Básico de Estaqueamento do Forno Poço.

Solicitamos o mais breve possível cópia do memorial de cálculo do referido estaqueamento a fim de podermos contribuir no refinamento do projeto em questão.

2.2) Relatório RT 20 - PR168/78 Outubro 78.

Trata-se de um relatório que visaapresentar a programação de execução de provas de carga e cravação de estacas pré-moldadas SCAC. Considerando-se que se trata de uma pesquisa e não se encontra especificada o tipo de bate estacas a ser utilizados solicitamos que todos dados referentes ao mesmo sejam obtidos e incorporados ao relatório de apresentação das provas de carga; os diagrama de cravação de cada estaca também deverá ser transmitido integralmente. Durante a cravação de estacas adjacentes poderia também ser observado o levantamento da estaca ao lado, mesmo considerando-se um espaçamento de 1.5 m.

2.3) R.D.IEP-D-523/78 - Estudo do Estaqueamento do Prédio das Turbinas - Pacote D-06.

Observando a NÃO APROVAÇÃO do mesmo por parte da AÇO MINAS, também julgamos indispensável a melhor justificativa das hipoteses adotadas durante a elaboração do estudo.

2.4) Desenho IE02000-D-4002-A

Programação de Sondagens - Almoxarifado

Considerando-se o caráter das estruturas em questão, que se situam em área de corte e aterro já parcialmente investigadas na própria área de implantação e sem duvida já extensamente investigadas dentro das características geológico - geotécnicas da área da Usina, achamos exagerada a campanha proposta, reportando-nos a inúmeros relatórios anteriores sobre a filosofia sugerida.

2.5) Desenho ID02B01-G-4001-A

Projeto Executivo de Estaqueamento do COG Gasholder através de estacas tubulares metálicas.

Solicitamos cópia do memorial de cálculo do mesmo afim de podermos nos situar perante o projeto.

2.6) Especificação para execução de provas de carga direta - 1B01Z00-A-4011A.

Recomendamos que, caso as mesmas sejam executadas, sejam incorporadas ao Programa Genérico de Investigações.

2.7) Desenhos 1C02Z00-D-4006 a 4015 - Ensaios nas estacas testes.

Planejamos estudá-los criteriosamente a fim de possibilitar enfoque real em projetos futuros.

Para tal resolicitamos todas as folhas de campo dos testes executados, assim como o caminhamento dos bate-estacas trabalhando no BLOOMING a fim de eventualmente explicar mudanças bruscas ou inexplicáveis em estágios de carreamento.

2.8) Os demais itens foram incorporados aos estudos em andamento, ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno:

2.8.1) Memos: IOC/1-1571/78; Geotécnico - 20424

2.8.2) Memória de cálculo Blooming Mill Shear área 506;

Memória de cálculo Blooming Mill área 503-2ª revisão.

2.8.3) Desenhos: 1D05C00-G-3002-A; 1E02A01-G-4001-A

2.8.4) Relatórios: 3H-COQ-PC-158/78-16

3) Remessa 841/78

3.1) Desenhos 1D02A01-G-4001-A-

Estaqueamento em estacas tubulares do BFG- Gasholder.

Solicitamos cópia do memorial de cálculo do mesmo afim de podermos nos situar perante o projeto.

3.2) Relatório BH-PDC-PC-320/78.

Prova de carga sobre Placa.

Será analizada com algumas mais pertencentes ao Programa Genérico e relatório será enviado oportunalmente.

3.3) Memo IEP-D-164/78 anexo carta Engevix. BH-3114

Após rápida e expedita análise do documento referente a visita à Obra efetuada pelos engenheiros da Projetista solicitamos da mesma maiores detalhes quanto às observações de capacidade de carga e flambagens em elementos confinados em relação ao comprimento das estacas.

Quanto à escavação do gás inlet e outlet, que requeririam desníveis de 5 a 10 metros, portanto ligeiramente abaixo do NA requereriam cuidados. Colocamo-nos à disposição dos Projetistas para otimizar o projeto executivo dos canais.

Quanto ao cálculo de atrito negativo para as estacas dos Silos de Homogeneização, Peneiramento e Britagem (Pacote A01) não acompanhamos o cálculo apresentado e solicitamos portanto maiores explicações quanto aos parametros adotados e até à existência do atrito negativo.

3.4) Carta Exacta 427/78 de 19.06.78

Consideramos válida a tentativa de se utilizar fundações diretas, solicitando informações sobre os carregamentos atuantes para melhor nos posicionar.

3.5) Os demais itens foram incorporados aos estudos em andamento, ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno:

3.5.1) Memos: IOC/1-1656/78; IOC/1-1625/78;
IOC/1-1631/78; IOC/1-1603/78
IOC/1-1592/78; IOC/1-1599/78
IOC/1-1580/78

3.5.2) Relatório: BH-SP-SIN-131/78-15.

4) Remessa 878/78

4.1) Relatório RT21-PR-168/78.

Os tópicos nele discutidos foram discutidos com V.Sas em Belo Horizonte no dia 23 próximo passado. Caso necessário emitiremos relatório.

4.2) Memo IOC-L-1674/78

Provas de carga em estacas Franki da Sinterização e dos Silos de Homogeneização.

Breve análise das mesmas indica comportamento aceitável, mas voltamos a verificar que em inúmeras etapas de carregamentos os critérios de estabilização da Norma da Açominas não vem sendo obedecidos.

4.3) Memo IEE-C-416/78 - Projetos de Fundação.

Consideramos apropriada a distribuição de tal documento aos colegas Projetistas envolvidos no detalhamento da Usina e esperamos que a Açominas passe a receber o material solicitado com preteza.

4.4) Os demais itens foram incorporados aos estudos em andamento ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno:

4.4.1) Memos: IOC/1-1692/78; IOC/1-1736/78; IOC-1711/78
IOC/1-1713/78; IOC/1-1682/78.

4.4.2) Relatórios: BH-ACI-SP-191/78-9
BH-PCV-RN-243/78-4
BH-PCV-SP-243/78-1
BH-LAM-ST-539/77-22
BH-LAM-SP-539/77-27

5) Tomamos a liberdade de voltar a solicitar a V.Sas:

Os diagramas de cravação das estacas tubulares e perfil H da ~~Aciaria~~. Siderurgia AS

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

Vitor Guilherme Bittencourt

Geotécnica 1040

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-LM-271178

São Paulo, 27 de novembro de 1978

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar Caixa Postal 1390
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Análise da Fundação do Bloco 503-Pacote C-02

Prezados Senhores,

Tendo em mãos o relatório RT21-PR-168/78 Análise da Fundação do Bloco 503 do Blooming Slabling Mill e seguindo solicitação especial de V.Sas procedemos a uma análise expedita do mesmo.

Tomamos a liberdade de assinalar que não podemos concordar plenamente com algumas das idéias e raciocinios apresentados no referido relatório (por exemplo atribui-se igual valor ao atrito positivo e ao atrito negativo). Em especial toda a análise do estaqueamento foi baseada em comparação à rutura das estacas ensaiadas, sem consideração do comportamento - realmente condicionante que seria o de recalques, com efeito de grupo e da rigidês do bloco devidamente levados em conta.

Entretanto a Projetista apresenta, no último paragrafo de suas - Recomendações do referido relatório, um resumo não quantitativo com o qual concordamos em primeira análise. A necessidade ou não da cravação de estacas adicionais teria que ser analisada em relação aos critérios de recalques - permissíveis do Bloco, o que demandaria de nossa parte um estudo um pouco mais demorado.

Assim, não consideramos imprescindível a cravação das referidas estacas adicionais, cabendo a V.Sas a decisão final.

Colocando-nos a vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos mui,

Atenciosamente

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

VM/LG/ms

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-G-271178

São Paulo, 27 de novembro de 1978

30 NOV 1539 R 021746

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar Caixa Postal 1390
30.000 - Belo Horizonte - MG

Nº 9249
IEEC
Geo
Obra
IEE-N/ARQUIVO

RECEBIDO
30 NOV 1978
IEE
SECRETARIA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
IEE | IEEC | IGA

Ref: Material Recebido IEE-C 892/78
Exame expedito - Recomendações iniciais
Providências Necessárias.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material recebido através da remessa acima epigrafada, vimos através deste materializar solicitação já oralmente feita a V.Sas, de que nos sejam enviadas cópias atualizadas do acompanhamento gráfico que vem sendo efetuado pela Projetista para todos os conjuntos de medidores de recalque da Usina, e em especial os que se situam sob os sobreaterros da Laminação.

De posse de tais gráficos de acompanhamento, que nos aliviariam de repetir trabalho vem sendo executado pela Projetista, planejamos enviar a V.Sas uma estimativa do tempo ainda necessário de permanencia do referido sobreaterro.

Solicitamos portanto, que nos sejam enviados o mais rapidamente possível, os gráficos atualizados de acompanhamento dos instrumentos.

O restante do material enviado - Desenhos 1D05 - A00 - D -4003 a 5 B foi incorporado aos nossos arquivos para uso oportuno.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui,

Atenciosamente

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.
ENG. LUIZ GUILHERME P. S. DE MELLO

LG/ms

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. - AÇO-G-281178

São Paulo, 28 de novembro de 1978

30 NOV 1540 R 021748

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar Caixa Postal 1390
30.000 - Belo Horizonte - MG

Nº 925
IEE-C
620
Obra
EE-N/ARQUIVO

RECEBIDO
30 NOV 1978
SECRETARIA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS
ISE IEEC ISP

Ref: Primeiro Enchimento de Silos e Tanques.

Prezados Senhores,

1) INTRODUÇÃO

De acordo com solicitação de vossos engenheiros da Obra, servimo-nos para encaminhar a V.Sas indicações genericas que sugerimos sejam atendidas quando do primeiro enchimento dos silos e tanques da Usina, uma vez que dentro em brve inumeras estruturas de tal tipo em brve estarão concluidas e testadas.

2) CONCEITUAÇÃO DO TIPO DE ESTRUTURA

Sob a denominação generica de silos e Tanques enquadramos todas as unidades em que a relação de carga Viva (operacional) para Morta (peso próprio da estrutura e de seus equipamentos) for grande - consideramos mais do que 60%.

Nestas estruturas sua construção realiza portanto um carregamento paulatino de pequena porcentagem da carga total nas fundações enquanto que seu enchimento, que pode ser considerado "instantâneo", representa uma grande parcela de carga nas fundações.

A característica de carregamento "rápido" das fundações é que poderia levar, principalmente durante o primeiro enchimento, a fundação a comportamento não aceitável nem recomendável, através de grandes recalques ou até eventual rutura.

3) CARREGAMENTO EXPERIMENTAL.

Para garantir o melhor comportamento da fundação de qualquer estrutura com grande relação carga Viva/carga Morta, recomendamos proceder a um primeiro carregamento experimental um tanto lento e por incrementos.

No caso dos subsolos da área da Usina o tempo de cada incremento pode ser relativamente limitado. Antevemos estabilização dos recalques de cada incremento em cerca de 15 dias, recomendando que o comportamento das estruturas sob tal primeiro carregamento experimental seja sempre acompanhado por observações dos recalques, através por exemplo, do nivelamento topográfico de precisão de pinos especialmente embutidos na estrutura e posicionados em colunas criteriosamente escolhidas. A observação dos recalques e de sua estabilização liberará determinada etapa de carregamento.

Como etapas de carregamento recomendamos genericamente que se parcele a carga viva nas seguintes etapas:

3.1) Caso a carga Viva seja superior à carga Morta:

a) 50% da carga Morta da estrutura;

b) 30% da carga Morta da estrutura;

c) 20% da carga Morta da estrutura;

d) A parcela restante da carga Viva seja dividida em incrementos não superiores ao equivalente a 10% da carga Morta.

3.2) Caso a carga Viva seja inferior à carga Morta:

a) 40% da carga Viva da estrutura;

b) 30% da carga Viva da estrutura;

c) 20% da carga Viva da estrutura;

d) 10% da carga Viva da estrutura.

No caso de unidades destinadas a receber líquidos diversos sugere-se fazer o carregamento experimental com água, inclusive para confirmar quanto a vazamentos, etc.

Colocando-nos a vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos mui,

Atenciosamente

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

VM/LG/ms

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-LM-071278

São Paulo, 07 de dezembro de 1978

14 DEZ 0913 2 023151

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar Caixa Postal 1590
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
ISE | FEEC | ISAC

Nº 9669
IEE-C
Geo. Obra.

14 DEZ 1978
SECRETARIA

IEE-N/ARQUIVO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Laminação Retirada do Sobre-aterro.

14.DEZ.1978

Prezados Senhores,

De acordo com o combinado demos pronto início aos estudos para tentativa de definição da época apropriada para retirada do sobreaterro:

1- Conceituação inicial

Pudemos de início perceber que o estudo deve ser procedido dividindo-se a área do sobreaterro em diversas sub-áreas a luz dos fatores abaixo relacionados:

1.1- Comportamento dos recalques perante o tempo.

1.2- Comportamento da pressão neutra com o tempo.

1.3- Relação entre carga do sobreaterro e carga a ser efetivamente aplicada, levando-se inclusive em consideração áreas que serão escavadas (em relação à cota 996).

1.4- Topografia inicial, levando em conta a altura de aterro lançada e a declividade das encostas naturais, avaliando assim a possibilidade de existência de solos compressíveis

1.5- As built, delimitando áreas onde houve ou não retirada dos solos moles e compressíveis.

2- Dados adicionais necessários

Para melhor avaliação dos fatores acima descritos solicitamos os seguintes dados adicionais:

2.1- Valores das últimas observações de todas as placas dos conjuntos de medidores de recalque. Temos os gráficos representando o comportamento das placas superiores (MR-D) dos conjuntos até o dia 17/11/78. Solicitamos dados mais completos.

2.2- Idem para dados de INA e dos poços.

2.3- Estamos encontrando dificuldade de interpretação dos dados

da fornecedora do equipamento. Solicitariamos quando possível uma reunião com Dr. TH. Hinckeldey para elucidação de dados sobre lay-out, carregamentos e escavações.

3- Conclusões e observações iniciais

3.1- Os medidores de recalque situados próximos da linha corte aterro apresentaram um comportamento "instantâneo" de recalque quando carregados. A retirada deverá ser esquematizada de forma que seja iniciada pelas áreas próximas a linha de corte aterro ou aterros baixos.

3.2- Para os medidores de recalques que já estão sendo controlados há mais de 100 dias não vemos necessidade de se executar leituras em intervalos menores que 10 dias.

Parece entretanto que este critério já vem sendo seguido nas últimas leituras apresentadas.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

MC/ms

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-081278

São Paulo, 08 de dezembro de 1978

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE | IEEC | ISA

14 DEZ 0913 2 023150

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar Caixa Postal 1390
30.000 - Belo Horizonte - MG

Nº 9670
IEE-O
620.0ba
IEE-N/ARQUIVO

RECEBIDO
14 DEZ 1978
ISE
SECRETARIA

AT. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Material Recebido IEEC-923/78
Exame expedito - Recomendações iniciais
Providências Necessárias.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material recebido através da remessa IEEC-923/78 de diferentes áreas da obra, passamos a uma rápida análise, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas quando se fizer necessário.

1- Carta Seebla 535/78 Referente: Pacote E09.

A solicitação de determinação do nível d'água na área, apesar de uma primeira indicação do mesmo estar contida nos relatórios de sondagens executadas (desenho PR-168/78-30 e 44) só caberia caso as fundações em questão forem ser estudadas em fundação direta.

Considerando-se a boa capacidade de suporte das áreas em questão (áreas de corte com SPT $\geq$ 8) e a sua potencial viabilidade de apoio direto sugerimos que se inicie o projeto básico das fundações através de apoio direto enquanto se aguarda os resultados pedidos.

2- Relatório RT/22 - PR-168/78.

Trata-se de um relatório que visa apresentar os dados levantados para o projeto das fundações dos laminadores de perfís médios e pesados. O mesmo será devidamente analisado e seguirá considerações caso haja necessidade.

14.DEZ.1978

3- Carta EPC-GPB-265/78

Apresenta a solução, a nível de projeto básico; da fundação para as estruturas dos Fornos Poços e respectivas chaminés. Seguirão considerações se necessário.

2. Os demais itens que seguem foram incorporados aos estudos em andamento ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

2.1. Memos: IOC/1-1795/78; IOC/1-1809/78; IOC/1-1811/78; IOC/1-1806/78; IOC/1-1798/78; IOC/1-1758/78; IOC/1-1813/78.

2.2. Desenhos: HSM + MSM/7830/1/284
HSM + MSM/7830/1/285

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/ms

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-LM-141278

Salvador, 14 de dezembro de 1978

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar Caixa Postal 1390
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Arquimedes Viola
Dr. Stélio Francisco da Costa

Ref: Minutes of Meetines nº 23/78 de 18/11/78

Prezados Senhores,

Acabo de receber uma cópia do documento em referência, que nos foi entregue a 12/12/78 e me foi trazida em extrema premencia por motivo das decisões relativamente onerosas e difíceis que estariam em jogo. Em atendimento a uma solicitação especial de V.Sas elaboro o presente em condição de urgência muito especial, e, assim, sem recurso a qualquer outro documento sobre a unidade em questão, as cargas respectivas, os predimensionamento das fundações admitidas, nem o dossier de dados geotécnicos específicos: ressalto todavia que por um lado detenho em minha memória o suficiente de informações sobre o caso em função dos contactos com os problemas em questão durante o ano passado, e por outro lado, as informações que a seguir submeto em resumo pertencem a conhecimentos incontestáveis da mecânica dos solos e fundações.

1. Desde os primeiros contactos com o Eng. Hinckeldey estivemos de pleno acordo com o interesse em manter bem drenada a área circundante à unidade "enterrada" proposta pela Ferrostahl/Schloemann - Siemag. Aceitamos mesmo como premissa que tal drenagem seja necessária, embora nenhum fator técnico o imponha: não precisaremos mencionar todas as unidades industriais do mundo fundadas à beira dos oceanos, mares, rios etc., em solos submersos permanentemente. Não podiamos vislumbrar, porém, na ocasião, a que ponto a preocupação do Eng. Hinckeldey decorreria de uma visualização de problema inexistente, tal como transpareceria do documento ora recebido.

Permanecendo portanto na aceitação da conveniência de uma drenagem, passarei a documentar a afirmação de que qualquer espessura da ordem de 30 cm de brita (sobre uma transição de pedrisco) seria amplamente suficiente.

2. São três as fontes possíveis de água que venha a necessitar a drenagem:

2.1. Infiltrações de chuvas na plataforma circundante excluível por impermeabilização e escoamento superficial: obrigatório e fácil excluir.

2.2. Ajustes hidrogeológicos na micro-região alterada em sua topografia e pelo represamento contiguo: efeitos muito brandos, só tendendo a gerar problemas por efeitos cumulativos a longo prazo, incidentes principalmente na fase operacional da usina (ex. recalques por abaixamento geral do lençol freatico).

2.3. Água provida para níveis superiores por motivo das sobrepressões neutras geradas pelo peso do aterro atuando sobre os solos saturados (relativamente impermeáveis) subjacentes. Tais vazões de dissipação da sobrepressão neutra perdem relevância com o tempo e, de qualquer forma, desde o início seriam bem pequenas: dificilmente se compreenderia aplicar tratamentos onerosos inexoravelmente permanentes para atendimento estritamente temporário com utilidade rápidamente descrescente.

2.4. Surpreende-nos ver que segundo a Ata de Reunião em questão foi agora acrescentada como quarta fonte de "água" e de "problemas devidos à água" o clássico problema de "pumping" conhecido em determinados pavimentos rigidos de rodovias e de aeroportos.

3. Desde o inicío salientamos a necessidade de um exame das prováveis alterações hidrogeológicas a ter em mente em função da acentuada alteração topográfica, e do represamento d'água contiguo. Ressalto todavia que nunca vislumbrei (nem perante os conhecimentos incontestes da mecânica dos solos caberia vislumbrar) preocupações de eventuais carreamentos de particulas etc. em função de tais adaptações da hidrogeologia: a fartissima informação de barragens etc., em que gradientes de percolação (agentes do carreamento de particulas) atingem valores de até 5 etc. nos permite afastar liminarmente qualquer preocupação, tendo em consideração as prováveis magnitudes e direções (fundamental) dos gradientes que ocorreriam no caso presente.

Nossa preocupação foi, e permaneceria, com referência a as-

sentamentos de áreas extensas nas quais o lençol freatico viesse a so - frer abaixamento significativo a médio prazo.

4. A fenomenologia física postulada no item 2.3.2.1 e no "modelo" do annex 1 nada tem a ver com o comportamento de uma fundação sob carga dinâmica, com apoio à profundidade de cerca de 10m, em que a pressão de confinamento do terreno circundante corresponde a cerca de 20 t/m^2. Deixaremos de lado a distinção importante entre cargas dinâmicas (ocasionais) e carregamentos ciclicos. Admito que o projeto da fundação tenha evitado condições de cálculo (normais, pessimisticas) em que as tensões de bordo cheguem a valores negativos (tração): a exclusão de"tração" - nem bordo das sapatas pode e deve ser alcançada mediante dimensionamento adequado.

Ora, os fenomenos de "pumping" sob pavimentos rigidos estão associados a condições em que o carregamento ciclico vai a alguns kg/cm^2 e volta a zero com grande rapides: não se registram fenomenos de pumping quando as tensões variam entre algum valor mais elevado e um valor minimo positivo (essencialmente semelhante à pressão confinante circundante de peso de terra da ordem de 2 kg/cm^2). É inacreditável que se imagine o comportamento de expulsão de particulas descrito no último paragrafo da Page 1, e se execute um modelo para simular comportamento submerso sob pressão confinante zero.

Indiscutivelmente no dimensionamento de sapatas sujeitas a carregamentos ciclicos (repetitivos) é mister adotar taxas admissíveis um tanto menores do que seria aceitável para carga estática (por motivo do incremento de recalques). Todavia ressalta-se que, pelo contrário, - no caso de cargas dinâmicas esporádicas convencionalmente se tem adotado, com sucesso, taxas máximas de bordo maiores do que a taxa média admissível para carregamento estático: isto por considerações diversas, da aleatoriedade do carregamento máximo dinâmico, do amortecimento (em tempo e valor) da transmissão da tensão e de seus efeitos ao solo, etc. Resulta portanto importante distinguir entre carga ciclica e carregamento dinâmico: em qualquer caso, porém, a prudência indicaria para o presente caso dimensionar os apoios de modo a excluir trações ou mesmo tensões inferiores a cerca de 5 t/m^2.

Finalmente, cabe ainda ressaltar que mesmo que ocorram os ciclos de pressão até zero ou trações, tais como os que causam "pumping", a transmissão da tração à água do solo depende da capilaridade, e basta intrometer uma camada de brita com espessura N vezes a altura capilar respectiva, para cortar liminarmente o problema. Em areia grossa e pedrisco (transição) a altura capilar não passa de 2 a 5 centímetros, e em brita a altura capilar é essencialmente nula. Não há, portanto, motivo para se solicitar espessura de mais de que (digamos) 30 cms de brita para excluir a transmissão do problema de pumping do solo subjacente.

5. Tomo a liberdade de aproveitar do próprio desenho que acompanhou a referida Ata de Reunião para nele inserir as indagações. Cabe-me relembrar outrossim, que se o lençol freatico (devido à dissipação das subpressões para cima) estiver em cota próxima ao fundo da escavação, há que tomar cuidados especiais para evitar o inchamento (heave) do fundo, que prejudica significativamente a capacidade de suporte e os recalques subsequentes da fundação. Dependendo da necessidade ou do desejo em manter o lençol deprimido uns 2 a 3m abaixo da cota 985,5 (aprox.) admitida para o fundo dos lastros de transição e brita, admito que seja viável e mais prático executar trincheiras drenantes com retro-escavadeira.

6. Na Ata de Reunião existem pontos adicionais a considerar cuidadosamente: por exemplo, alertamos contra o possível erro em cogitar no presente caso da "dynamic compaction". Por falta de tempo deixamos, porém, tais aspectos, para outra ocasião, visto que o problema prioritário de momento diz respeito à "exclusão da água" sob o apoio imediato.

Neste particular permito-me salientar que no item 4 do Annex 2 "Sealing layers" admite-se a possibilidade de usar BIDIM como folha de plástico impermeável pela hipótese de que "would over a period be clogged by the soil particles penetrating from Below, therefore, no coating with biteumen etc. as required".

Não vejo como esperar tal movimento de particulas em oportunidade e intensidade capaz de selar o que é poroso, permeável, filtrante. Particulas são carreadas sòmente quando as pressões de percolação excedem a resistência do material. No caso presente mesmo que admitirmos pessimisticamente a inexistência de uma coesão paramétrica, os solos

entupimento
obstrução.

apresentarão significativa resistência à profundidade em questão meramente por motivo das pressões recebidas (de peso de terra e das fundações): dificilmente ocorreria um gradiente de percolação de baixo para cima que mais do que compensasse tal resistência in situ.

7. Finalizando os presentes comentários preliminares prementes reitero a estranheza das dimensões propostas tanto para a cava como para o lastro de brita, reitero a minha impressão de que perante os problemas que se vislumbrem um lastro drenante de brita seja plenamente suficiente (sendo mais importante o pormenor de drenagem de saída), solicito maiores esclarecimentos para uma apreciação definitiva sobre a fundação que está sendo dimensionada, e coloco-me ao inteiro dispor de V.Sas e do Eng. Hinckeldey para os esclarecimentos que couberem sobre o comportamento dos solos e das fundações em questão.

Sem mais para o momento, subscrevo-me mui

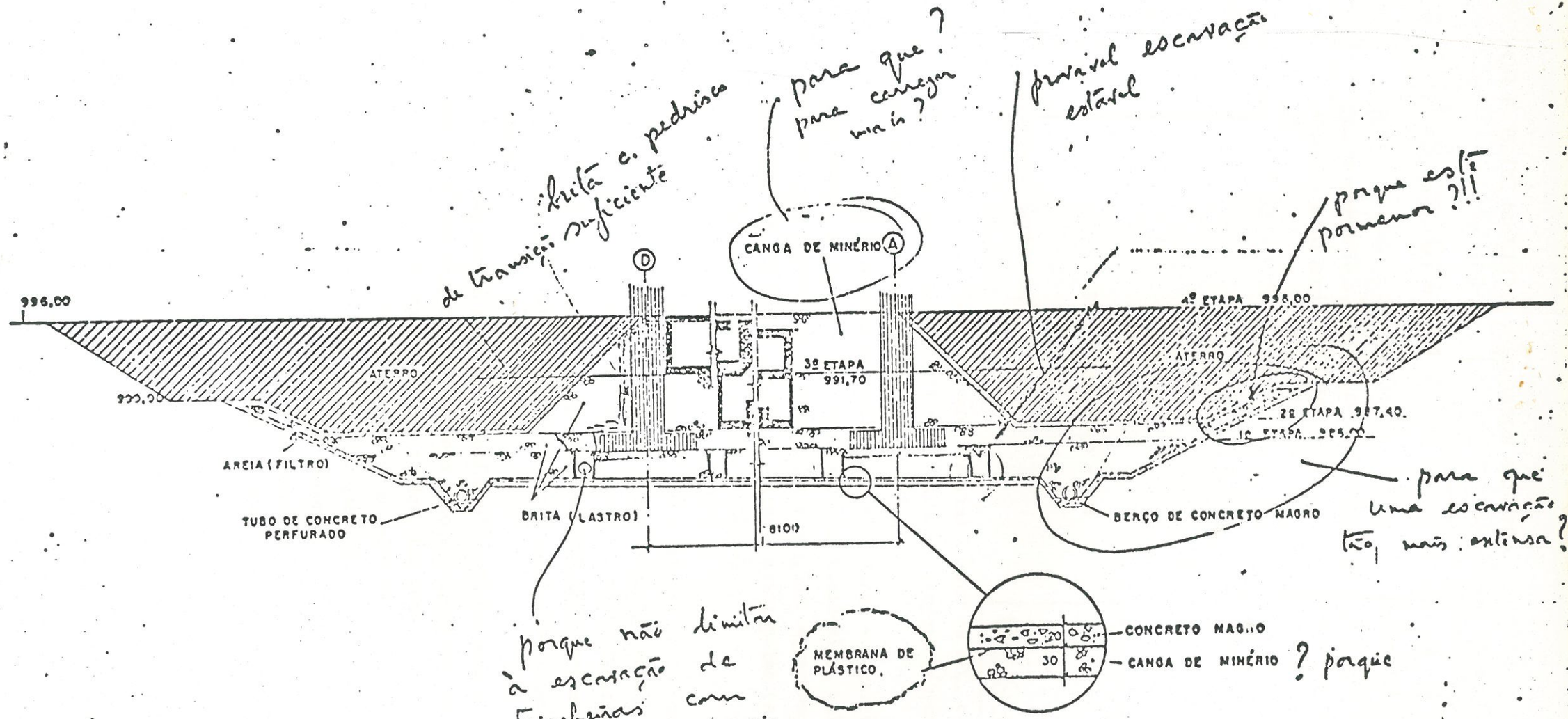
Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor F. B. de Mello

OBS: Cópia Datilografada Do Relatório Manuscrito entregue Pessoalmente em 15/12/78 ao Dr. Emerson de Carvalho.

VM/ms


brita c. pedriscos de transição suficiente
para que? para carregar mais?
provável escavação estável
porque esta pormenor?!!
CANGA DE MINÉRIO
D
A
996,00
ATERRO
3ª ETAPA 991,70
4ª ETAPA 996,00
ATERRO
2ª ETAPA 987,40.
1ª ETAPA 985,00
AREIA (FILTRO)
TUBO DE CONCRETO PERFURADO
BRITA (LASTRO)
8100
BERÇO DE CONCRETO MAGRO
para que uma escavação tão mais extensa?
MEMBRANA DE PLÁSTICO.
CONCRETO MAGRO
30
CANGA DE MINÉRIO
? porque
porque não limitar à escavação de trincheiras com retro, nas quais colocar areia, brita e tubos de drenagem?

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-151278

São Paulo, 15 de dezembro de 1978

-AÇOMINAS-

22 DEZ 1228 024081

ARQUIVO DO PROJETO

ANEXO COM

RECEBERAM CÓPIAS

ISE | IEEC | ISAC

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar Caixa Postal 1390
30.000 - Belo Horizonte - MG

Nº 9956

ISE-N/ARQUIVO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Forno Poço - Col

RECEBIDO
26 DEZ 1978
ISE
SECRETARIA

Prezados Senhores,

Damos em mãos memorial básico da EPC, entitulado "Detalhamento dos Projetos Civil e de Unidades, Projeto Básico de Fundações". Analisamo-lo e temos o seguinte a comentar:

1) Critérios de verificação da estacas - O critério utilizado é o mesmo que já vem sendo empregado pela Geotécnica, valem portanto as observações anteriormente discutidas com V.Sas. Aguardamos o projeto detalhado, com informações sobre as cargas, principalmente devido a atrito negativo para comentarmos tais critérios.

2) Chaminé:-

Pode-se observar que o peso de terra sobre o bloco é de cerca de 750t, ou seja mais do que a carga de trabalho de uma estaca. Sugeririamos que para a apresentação do projeto definitivo se fizesse a verificação da alternativa apresentada esquemáticamente na fig.1 anexa.

3) Determinação do número de estacas. Não temos nada a acrescentar.

4) Atrito negativo:- Conforme consta do item 3 do referido memorial há uma disponibilidade para absorver cerca de 350t de atrito negativo. A projetista obviamente já deve ter feito algumas estimativas - em caracter preliminar para avaliar o valor do atrito negativo e considerar que provavelmente será menor que 350t. Julgamos que estes cálculos preliminares devessem constar do memorial apresentado.

Aguardamos o projeto definitivo com memorial para comentários e sugestões junto a V.Sas e a Projetista.

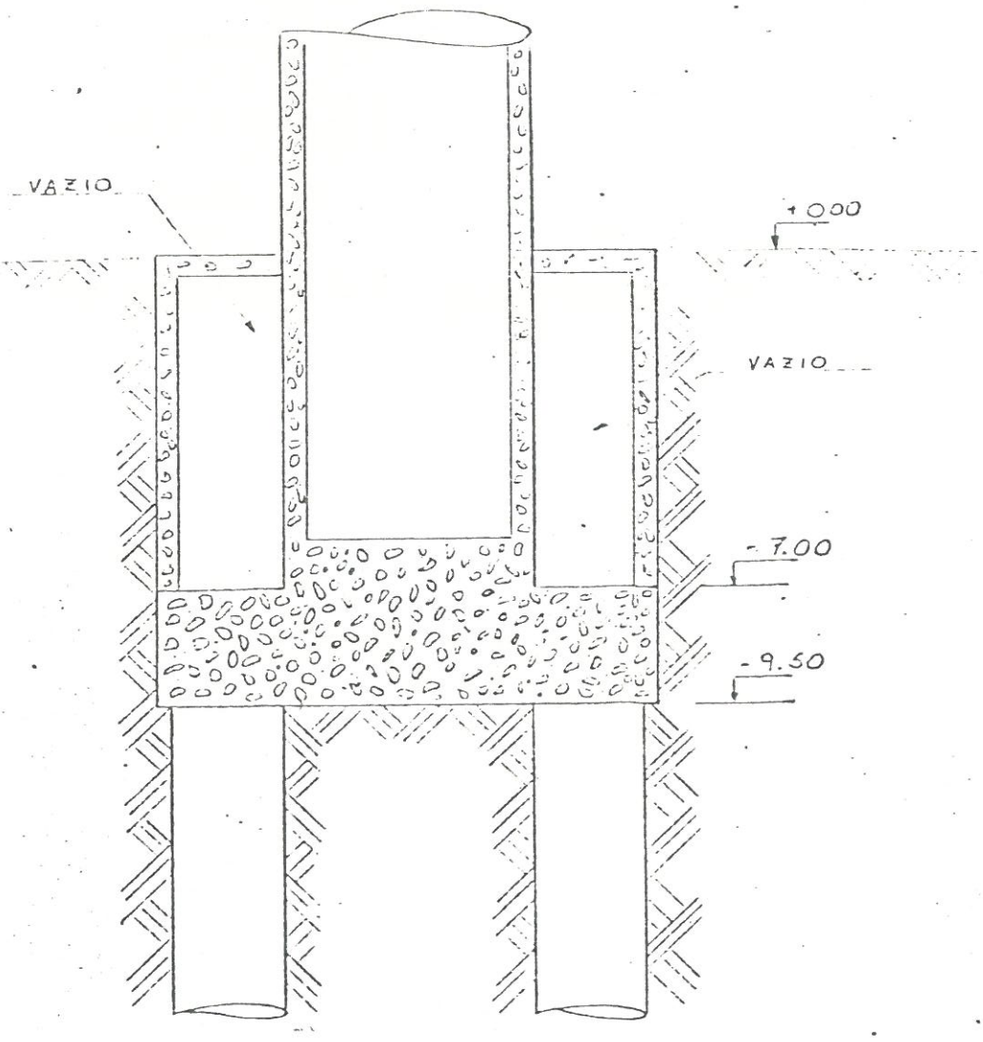
Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/ms



AÇO-LM- 151278

IEEC

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-151278

São Paulo, 15 de dezembro de 1978

22 DEZ 1227 024080

ARQUIVO DE PROJETO

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.

Rua Inconfidentes, 1001 4º andar Caixa Postal 1390

30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE | IEEC | ISA

9955

ISE

IEEC

EP

OC

N/ARQUIVO

RECEBIDO

22 DEZ 1978

ISE

SECRETARIA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa

Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Material recebido IEE-C-979/78.

Exame expedito - Recomendações iniciais

Providências necessárias.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebidas através da remessa IEE-C-979/78, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas quando se fizer necessário.

1) R.D. Engevix - DEC-105/78

Conforme já discutido com V.Sas somos de opinião de que a estrutura a ser construida na cota -15m deve ser estudada com critério, uma vez que tal escavação representa um alivio de tensões a ser considerado juntamente com a previsão de N.A. total.

A observação quanto à possível melhora do terreno devida ao aterro da área procede; colocamo-nos à disposição de V.Sas e da Projetista para, com base nas novas sondagens solicitadas, estimar e otimizar os parametros intervenientes nos cálculos estimados de reclaques.

2) Memos Hidrogeo: AP-S-058/78 e AP-S-066/78

Estamos em fase de estudos interligando as provas de carga anteriormente analisado (AÇOG-110878) e os recentemente recebidos com os resultados dos ensaios de laboratório em amostras indeformadas recebidas na presente remessa (IEE-C-979/78).

Em breve enviaremos relatório síntese a V.Sas.

3) Desenho 1D05C00-G-3002-B

Incorporado aos nossos arquivos; caso V.Sas desejem nossos comentários solicitamos cópia do memorial de cálculo das fundações da estrutura.

4) Desenho PR-168/78-101 à 116
PR-168/78-119 à 123
Pr-168/78-139 à 143

Acusamos recebimento dos gráficos de acompanhamento; infelizmente os mesmos vem sendo plotados em escala linear do tempo. Conforme exposto em nosso AÇOG-260678 nossa recomendação seria de que o acompanhamento fosse feito através de escala logaritmica do tempo, uma vez que os critérios de estabilização de recalques seriam diretamente aplicáveis às curvas levantadas; conforme sabido os fenômenos de adensamento são exponenciais com o tempo.

5) Os demais itens que seguem foram incorporados aos estudos em andamento ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

5.1) Relatório Geopesquisa IOC/1-1189/78-AF

5.2) Memos Hidrogeo: AP-S-064/78; AP-S-073/78; AP-S-084/78
AP-S-085/78; AP-S-080/78; AP-S-072/78
AP-S-043/78; AP-S-056/78; AP-S-007/78

5.3) Lay Out Preliminar - Calcinação.

5.4) Cotas e Coordenadas dos Deepsounding.

6) Tomamos a liberdade de vir a solicitar de V.Sas copia do desenho Geotécnico PR-168/78-94 para progresso de nossos estudos.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/ms

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-IM-181278

São Paulo, 18 de dezembro de 1978

22 DEZ 1228 024082

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE | IEEC | ISAC

Nº 9957

ISE
IEEO
IEP C
IOC 1
ARQUIVO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Billet Mill - C-03
Relatório RTC da SEEBLA.

RECEBIDO
26 DEZ 1978
ISE
SECRETARIA

Prezados Senhores,

Damos em mãos o relatório RTC - C03-002/78 da SEEBLA, que veio acompanhado das seguintes plantas:

IC03Z00-C-5000-A

IC03Z00-C-5001-A.

Sobre este material temos o seguinte a comentar:

1- Consideramos que o Relatório e os desenhos apresentados devam atender ao objetivo de apresentar os critérios que justificam as soluções já adotadas para o projeto básico.

2- Baseando-nos sómente no material acima relacionado e ainda nos relatórios:

SEEBLA - 20 de setembro de 1977

Geotécnica - RT/16-PR-168/78, podemos considerar que o relatório atende aos objetivos que se propõe: apresentação de critérios que justifiquem, em termos gerais, as soluções que foram adotadas para o projeto básico.

Logicamente espera-se uma otimização quando forem feitos estudos específicos, trecho por trecho, por ocasião do detalhamento do projeto.

3- Em particular parece que o item 4.4, conforme relatório em pauta, poderá ser otimizado de forma a permitir execução de fundação direta mesmo sobre os aterros, quando não se espera recalques devido a adensamento. Estas áreas seriam caracterizadas principalmente por aterros de pequena altura sobre solo natural de comportamento cargaXrecalque rápido.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/ms

IEE - 0125/79

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-221278

São Paulo, 22 de dezembro de 1978

03 JAN 1647 R 000272

ACOMINAS - ACO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG 30.000

ANEXO COM
IEEC
RECEBERAM COPIAS
IEEC | ISE | IJA

RECEBIDO
03 JAN 1979
IEE
SECRETARIA

0043
IEEC
E-A/ARQUIVO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Material recebido IEE-C-1003/78
Exame expedito - Recomendações iniciais.
Providências necessárias.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebidos através da remessa IEE-C-1003/78, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas quando se fizer necessário.

1) Relatório T-04-A-AT-187/78. Outubro/78.

Estamos em fase final de interpretação dos dados emitidos por V.Sas e breve enviaremos relatório.

2) Memo AP-S-104/78

Não consideramos necessária a leitura dos indicadores de NA a cada dois dias. Recomendamos o seguinte:

- Sinterização: INA Nº 01; INA Nº 02; INA Nº 03 e INA Nº 04.

INA-F-01; INA-F-02; INA-F-03 e INA-F-04, leituras a cada duas semanas, para os demais INA abaixo relacionados recomendamos uma leitura por semana.

- Calcinação: INA-12-A e INA-34-A.
- Edifício de Engenharia Industrial: INA-01; INA-02 e INA-03.
- Laboratório Central: INA-01,
- Laboratório de Matérias Primas: INA-01.

Eng. Lúcio Flávio Amaro 04/01/79

- Silo de Coque: INA-F-01.
- Recirculação de Água dos Sopradores: INA-11.

Solicitamos que os encarregados pelas leituras nos enviem suas observações de campo tais como: se o tempo se apresentou chuvoso nos dias próximos à leitura, se há possibilidade de estar infiltrando água pelas bordas dos poços, ou outras observações quaisquer que possam levar a interpretações mais consistentes, uma vez que notamos esporadicamente variações bruscas de uma leitura para outra, sem motivo aparente.

3) Quanto aos relatórios de sondagens emitidos por V.Sas temos a seguinte observação a fazer:
Notamos que continua a tendência de se executar sondagens com profundidades acentuadamente maiores do que seria necessário para escolha do tipo de fundação. Recomendamos que as Projetistas (ou fornecedoras), visualizem de início, baseados nos dados já disponíveis, os problemas geotécnicos a enfrentar para então solicitar número e comprimento das sondagens, justificando estas solicitações.

4) Os demais itens que seguem foram incorporados aos estudos em andamento ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno.

4.1) Memos:

AP-S-101/78; AP-S-097/78; AP-S-103/78.
AP-S-095/78; AP-S-091/78; AP-S-106/78.
AP-S-105/78; IEA-0-263/78.

4.2) Relatórios:

T-01-B-AT-187/78; T-13-AT-187/78
BH-PCV-SP-243/78-6; BH-SP-CLD-347/78-1
BH-SP-PCV-243/78-5; BH-LAM-SP-539/77-55
BH-COQ-SP-158/78-19; BH-LAM-SP-539/77-54
BH- PMP-SP-156/78-7; BH-LAM-SP-539/77-45
BH- CBQ-SP-243/78-1; BH-PCV-SP-243/78-7
BH- CIV-SP-171/78-15.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/ms

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-291278

São Paulo, 29 de dezembro de 1978

15 JAN 0951 001206

ARQUIVO DO PROJETO

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.

Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM

RECEBERAM CÓPIAS

ISE | IEEC | ISAD

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Torre de resfriamento da Laminação
Pacote D-08.

Prezados Senhores,

1- INTRODUÇÃO.

De acordo com o combinado com V.Sas procedemos, conjuntamente com a Maubertec, a execução do estudo inicial do comportamento iterativo solo-estrutura, com auxílio de computador eletrônico, visando estudar a possibilidade de apoiar a Torre de Resfriamento diretamente sobre o terreno.

0452

ISE

IEEC

N/ARQUIVO

2- CONCLUSÕES RESUMIDAS.

Os resultados obtidos nesta primeira fase de processamento, analisados conjuntamente com elementos da Maubertec, nos mostraram que perante os problemas de solo e de esforços na base ("radier"), a fundação direta é viável para a Torre de Resfriamento.

3- CONSIDERAÇÕES DETALHADAS.

3.1- Quanto ao Solo - Coeficientes de Recalque.

Calculou-se os coeficientes de recalque (coeficientes de mola) do solo com base nos resultados das provas de carga disponíveis, correlacionando-os com as sondagens da área.

Considerou-se apropriado por prudência adotar o perfil de sondagem que apresentou solo de pior qualidade como representativo de toda a área. Com isto chegou-se a recalques calculados um tanto maiores do que os que se espera que realmente ocorram, particularmente na medida em que nos solos residuais a tendência é de que os comportamentos de compressibilidade sejam mais condicionados pelos elementos mais rigidos.

RECEBIDO 15 JAN 1979 ISE SECRETARIA

3.2- Quanto à Estrutura.

Em função dos esforços em jogo resolveu-se adotar para o processamento inicial uma laje continua de fundação ("radier") de 50 cm de espessura. Levou-se em conta também as vigas-parede de fechamento da bacia.

3.3- Recalques resultantes.

O resultado do processamento nos mostraram recalques totais da ordem de 5 cm, recalques diferenciais de cerca de 2 cm resultando recalques diferenciais específicos de 1:1000. Estes valores nos parecem assim como aos elementos da Maubertec no que diz respeito aos efeitos na superestrutura, perfeitamente aceitáveis para a estrutura em questão.

Deve ser lembrado que estes recalques serão observados em sua grande parte no primeiro carregamento (grande porcentagem destes para o primeiro enchimento da bacia, já que este carregamento representa 60% da carga total).

Caso haja certa insegurança, por parte dos fornecedores, na aceitação de tais recalques devido a eventual influência no equipamento eletro-mecânico a ser instalado, recomendamos que se proceda a um enchimento da bacia, para antecipar grande parte dos recalques antes da instalação dos equipamentos e tubulações. De nossa parte poderemos também oferecer subsidios bibliográficos de obras ("case histories") que tenham considerado plenamente aceitáveistais recalques.

3.4- Tensões no Solo.

É reconhecidamente secundário neste tipo de estrutura o fator de tensões máximas aplicadas na fundação, que é condicionada por recalques e não por rutura. Cabe assinalar todavia que os resultados do processamento mostraram tensões máximas atuantes da ordem de 15 t/m^2, valores plenamente compatíveis com o terreno perante "coeficientes de segurança".

3.5- Esforços na Estrutura.

Notou-se que os esforços na laje resultaram baixos, permitindo talvez uma diminuição na sua espessura para 40 cm. Os esforços nas vigas-parede também foram compatíveis com as dimensões destas.

3.6- Cuidados para Execução da Fundação Direta.

Caso seja adotada a solução por fundação direta, julgamos que devam constar do projeto executivo indicações de como executar

a escavação e lançamento do lastro sem que ocorram encharcamentos e inchamento do terreno. A falta de cuidado nesta fase poderá fazer com que a estrutura sofra alguns cm de recalque adicional.

Para evitar que isto aconteça recomendamos que seja apresentado um plano de escavação final e lançamento do lastro em áreas pequenas, a serem executadas passo a passo, provendo a escavação de bombas para rápidamente esgotar a água acumulada na escavação. Pequenas áreas poderão ser cobertas com lona plástica se houver chuva antes do lançamento do lastro. Como dita a conceituação indiscutível, o preferível é provocar o esgotamento sempre em valas e furos um tanto mais profundos do que a cava geral, afim de provocar a anulação de gradientes de baixo para cima, que são de longe os mais nocivos.

4- No aguardo de pronunciamento de V.Sas sobre o prosseguimento do estudo, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/VM/ms