

I. OBJETIVO

Apresenta-se neste relatório os resultados obtidos na verificação estrutural efetuada para o sistema de escoramento de valas proposto pela empresa Monthi Equipamentos Ltda.

II. FATO GERADOR

Foi a solicitação do interessado, na pessoa do Sr. Hebert Andrade Prudente de Aquino.

III. SERVIÇOS PRESTADOS

Nossos serviços consistiram, basicamente, em:

1. ANÁLISE DOS DOCUMENTOS TÉCNICOS

Realizada mediante análise dos documentos técnicos disponibilizados, tais como elementos de projeto, especificações dos serviços, e documentação fotográfica de serviços executados, em que se ilustra o método executivo empregado.

2. ANÁLISE TEÓRICA

Realizada com base nos dados coletados e demais subsídios fornecidos por V.Sa., e consistindo no cálculo estático e verificação de dimensionamento das peças estruturais em função das condições de utilização pretendidas.

2.1 Condições de carregamento

Perante o método construtivo utilizado, conforme se mostra em vídeo e documentação fotográfica, além de Folder explicativo, fornecidos por V.Sas, temos a considerar:

a) Será adotado empuxo ativo para carregamento lateral nas pranchas de contenção, considerando-se a deslocabilidade e o desconfinamento do material inerentes ao método construtivo.

Adotar-se-á no cálculo do empuxo, uma sobrecarga na superfície correspondente à deposição de material escavado ao lado da vala, com uma altura média de 1,0 metro e peso específico $\gamma = 1,6 \text{ tf/m}^3$.

Obs.: A reprodução deste documento dependerá de autorização prévia, sendo vedada, em qualquer hipótese, sua reprodução parcial.

b) O lençol freático, caso ocorra na cota de escavação, será considerado rebaixado.

Ref.: 152.121

Fls.: 4/44

c) Será considerado empuxo lateral nas pranchas metálicas, devido a veículo/equipamento ao lado da vala, como se indica na Memória de Cálculo anexa.

2.2 Condições de utilização

Na presente análise, foram consideradas duas situações:

- a) Vala com 2,4 metros de profundidade, e a utilização de prancha metálica de 2,4 x 6,0 metros;
- b) Vala com 3,9 metros, com a superposição de duas pranchas – a superior com 1,5 m de altura e a inferior com 2,4 m, esta última com a mesma configuração estrutural da prancha do item anterior. Neste caso, as verificações serão feitas para as condições de maior solicitação, isto é, para a prancha metálica entre as profundidades de 1,5 e 3,9 metros, respectivamente.

2.3 Condições geotécnicas

Para cada uma das situações acima indicadas, serão abordadas, como análise paramétrica, duas condições geotécnicas para o solo presente na escavação.

a) A primeira hipótese considera solo arenoso, com os seguintes parâmetros:

- Peso específico - $\gamma = 1,8 \text{ tf/m}^3$
- Âng. de atrito - $= 30^\circ$
- Coesão - $c = 0 \text{ tf/m}^2$
- Coef. Empuxo Ativo - $K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2) \quad K_a = 0,33$

b) A segunda hipótese considera solo argiloso, com as características:

- Peso específico - $= 1,8 \text{ tf/m}^3$
- Âng. de atrito $= 20^\circ$
- Coesão - $c = 1,0 \text{ tf/m}^2$
- Coef. Emp. Ativo $K_a = 0,49$

2.4 Modelagem/processamento

Utilizou-se modelo espacial, com as chapas metálicas discretizadas em elementos finitos isotrópicos, colocadas em planos diferentes, e solidarizadas aos perfis metálicos internos. Tanto a chapa externa como a chapa interna à escavação, são consideradas com os mesmos deslocamentos dos perfis, isto é, o procedimento na soldagem dos perfis deve permitir esse comportamento.

Obs.: A reprodução deste documento dependerá de autorização prévia, sendo vedada, em qualquer hipótese, sua reprodução parcial.

luiz antonio batista
escritório técnico s/c Ltda

A estrutura foi processada com a utilização do software STRAP –Structural Analysis Program.

2.5 Verificação do dimensionamento

De acordo com os resultados obtidos nos processamentos, têm-se as seguintes considerações:

2.5.1 Valas até 2,40 m de profundidade

A chapa em contato com o solo apresenta tensões superiores às admissíveis apenas em pontos localizados. A plastificação nesses pontos não altera a distribuição de tensões para o modelo definido no processamento. O sistema de escoramento proposto atende, portanto, aos esforços solicitantes.

2.5.2 Valas até 3,90 m de profundidade

Nesse caso, as chapas apresentam trecho de cerca de 75 cm, sobre os perfis metálicos, em que as tensões superam os valores admissíveis. Porém, considerando-se a plastificação nessa região, e a conseqüente migração dos esforços para a região entre os perfis, isto é para os vãos das chapas, obtém-se um acréscimo de cerca de 0,9 tf/cm² para um trecho em que as tensões são da ordem de 0,1 tf/cm² na condição elástica. As tensões resultantes mostram-se ainda inferiores aos limites admissíveis, e a chapa atende portanto, aos esforços solicitantes.

Com relação aos perfis, os resultados obtidos mostram a necessidade de introdução de reforços no perfil horizontal I4 na absorção dos esforços de cisalhamento, para a chapa situada entre as profundidades de 1,5 a 3,9 metros de profundidade (chapa inferior). O perfil deve ser ter a alma reforçada com chapas laterais de 4,74 mm de espessura, como se indica na Memória de Cálculo anexa.

2.6 Ruptura de fundo

De acordo com o método construtivo, o sistema de escoramento proposto se apóia no fundo da escavação, e portanto não apresenta ficha abaixo dessa cota. Para se prevenir quanto à eventual ruptura de fundo de vala, há que se verificar quanto à estabilidade do fundo de vala, em função das características geotécnicas do solo no local de escavação.

Obs.: A reprodução deste documento dependerá de autorização prévia, sendo vedada, em qualquer hipótese, sua reprodução parcial.

luiz antonio batista
escritório técnico s/c Ltda

Como indicação, as verificações são dispensadas nas seguintes condições, de acordo com os critérios de cálculo propostos por Bjerrum, válida para solos coesivos:

$FS = (N_b \times s_u) / (\quad \times H \times q)$, em que FS = Fator de segurança, usualmente adotado como mínimo = 2;

N_b = número de estabilidade (função da geometria da vala);

s_u = resistência não-drenada do solo;

H = altura da vala;

q = sobrecarga lateral.

Para maior facilidade, adotando-se como parâmetro SPT – Standard Penetration Test, usualmente obtido e indicado em sondagens de simples reconhecimento à percussão, tem-se o seguinte quadro - resumo:

Estabilidade de Fundo da Escavação
a) Para solos não coesivos: não se aplica
b) Para solos coesivos, supondo H/B (largura da vala) > 1,5 <ul style="list-style-type: none">• argila muito mole (SPT 0 a 2): $FS \geq 2$ para $H \leq 1,3$ m;• argila mole (SPT 3 a 5): $FS \geq 2$ para $H \leq 2,7$ m;• argila média (SPT 6 a 10): $FS \geq 2$ para $H \leq 4,5$ m.

IV. CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

De acordo com o exposto, têm-se as seguintes considerações:

1. O escoramento metálico proposto atende aos esforços solicitantes para escavações até uma profundidade de 2,4 m;
2. No caso de superposição de pranchas metálicas, em que se atinge profundidades de até 3,9 metros, há que se introduzir reforços no perfil I4 , como indicado nos processamentos, e explicitado na Memória de Cálculo. O desenho fornecido pela MONTHI é apresentado em anexo, com os comentários e as indicações, de forma esquemática, para o tipo de reforço recomendado e o trecho em que deve ser aplicado.
3. As condições de carregamento consideradas são aquelas indicadas no presente Relatório, e detalhadas na Memória de Cálculo em anexo.
4. Com relação às soldas das chapas nos perfis, os procedimentos a serem adotados devem garantir a continuidade entre os perfis internos e as respectivas chapas, o que vale não só para a chapa externa em contato com o solo, como para aquela voltada para o interior da escavação. Nessa perspectiva, e tendo em vista a seqüência de fabricação da blindagem, em que a

Obs.: A reprodução deste documento dependerá de autorização prévia, sendo vedada, em qualquer hipótese, sua reprodução parcial.

luiz antonio batista
escritório técnico s/c Ltda

solidarização da chapa externa aos perfis é feita em primeiro lugar, a soldagem da chapa voltada para a escavação (interna) na mesa dos perfis deve ser executada com o preenchimento de cortes previamente abertos, em um comprimento mínimo de 100 mm, e com espaço entre eles de 300 mm. Os cortes devem se situar ao longo do plano da alma dos respectivos perfis.

Os trabalhos devem ser executados por pessoal devidamente qualificado para os procedimentos de soldagem a serem empregados.

5. Com relação à estabilidade de fundo da escavação, as diversas situações devem ser analisadas por especialista em geotecnia, perante as condições do solo no local da escavação. Dispensa-se a análise, desde que observados os condicionantes descritos no quadro resumo apresentado no Item III.2.6 deste Relatório.

6. Com relação às providências citadas nos itens IV.2 e IV.4, fomos informados por V.Sas, que já estão sendo adotadas, não só no que diz respeito aos reforços nos perfis, como também nos trabalhos de soldagem das chapas; conforme correspondência apresentada no anexo A.4 deste relatório.

Prontos para quaisquer esclarecimentos adicionais, apresentamos nossas,
Atenciosas saudações.

BNA Engenheiros Consultores Ltda. BNA Engenheiros Consultores Ltda.

ORIGINAL ASSINADO POR

ORIGINAL ASSINADO POR

ENG.º EDVAR PEGORETTI ENG.º ROBERTO JOSÉ FALCÃO BAUER

Coordenador de Unidade
CREA Nº 5060957005
Diretor Técnico
CREA Nº 0600620950

Obs.: A reprodução deste documento dependerá de autorização prévia, sendo vedada, em qualquer hipótese, sua reprodução parcial.