

ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DE FUNDAÇÕES DE UM EDIFÍCIO
RESIDENCIAL NA CIDADE DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

BERNARDO FERES VALINHO

PHILIPPE CARDOSO MATIAS

UNIVERSIDADE ESTADUAL NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO – UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

AGOSTO – 2013

ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DE FUNDAÇÕES DE UM EDIFÍCIO
RESIDENCIAL NA CIDADE DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

BERNARDO FERES VALINHO

PHILIPPE CARDOSO MATIAS

“Projeto Final em Engenharia Civil apresentado ao Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Civil”.

Orientador: Prof. Paulo César de Almeida Maia

UNIVERSIDADE ESTADUAL NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO – UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

AGOSTO – 2013

ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DE FUNDAÇÕES DE UM EDIFÍCIO
RESIDENCIAL NA CIDADE DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

BERNARDO FÉRES VALINHO

PHILIPPE CARDOSO MATIAS

“Projeto Final em Engenharia Civil apresentado ao Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Civil”.

Aprovada em 23 de Agosto de 2013.

Comissão Examinadora:

Prof. Paulo César de Almeida Maia (Orientador, Dsc., Engenharia Civil) – UENF

Prof. Luiz Gabriel Sarmet M. Smiderle (Coorientador, M.Sc, Estruturas) – UENF

Prof. Gustavo de Castro Xavier (Dsc, Engenharia Civil) – UENF

Eng^o. Murila Hans de Abreu Santos – PCE Projetos

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS, SINAIS E UNIDADES ...	ix
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Histórico.....	1
1.2. Justificativa.....	1
1.3. Objetivos	2
1.4. Dados Iniciais de Projeto.....	2
1.5. Procedimentos.....	3
1.6. Critérios para escolha das fundações.....	4
CAPÍTULO 2. TIPOS DE FUNDAÇÕES.....	5
2.1. Estacas escavadas.....	6
2.2. Metodologia de execução.....	7
CAPÍTULO 3. DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES	10
3.1. Prospecção do Subsolo.....	10
3.2. Capacidade de Carga	11
3.3. Determinação da profundidade da estaca.....	17
3.4. Número de Estacas por Pilar.....	17
3.5. Escolha do diâmetro a ser empregado.....	17
3.6. Recalque	18
3.7. Atrito Negativo.....	22
3.8. Flambagem das Estacas.....	22
CAPÍTULO 4. DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DOS BLOCOS	23
4.1. Modelos de cálculo	23
4.2. Armadura mínima	23
4.3. Armadura de pele	24
4.4. Blocos sobre uma estaca	24
4.5. Blocos sobre duas estacas	27
4.6. Blocos sobre três estacas	32
4.7. Blocos sobre cinco estacas	37

4.8. Blocos sobre seis estacas.....	38
CAPÍTULO 5. ANÁLISE DE CUSTOS.....	40
CAPÍTULO 6. CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

RESUMO

Este projeto final de Engenharia teve por objetivo desenvolver o projeto executivo da fundação do edifício residencial Splendore Family Club. Em um estudo preliminar foi feito o pré-dimensionamento das fundações profundas do edifício para diferentes diâmetros de estacas escavadas de grande porte, para se determinar a viabilidade de execução.

O solo na região do centro da Cidade de Campos, o maciço de fundação da região é constituído de camadas de solo arenoso e argiloso, muitas vezes de baixa resistência. Somente em camadas mais profundas, 20 a 30 metros, são possíveis observar solos de boa capacidade de carga. Além do dimensionamento de acordo com projeto haverá um estudo de viabilidade de custo, comparando as opções tecnicamente viáveis.

Para o orçamento foi considerado o custo das estacas, dos blocos e mobilização dos equipamentos necessários para execução de ambos os elementos.

A alternativa de construir estacas escavadas com grandes diâmetros vai de encontro à verticalização cada vez maior na cidade de Campos dos Goytacazes.

Todos os dados necessários para o desenvolvimento do projeto foram disponibilizados pela construtora RJZ – Cyrela e Riscado engenharia: projeto estrutural e arquitetônico e sondagens.

Após a análise dos diferentes estacas, a escolha pela estaca profunda com grande diâmetro, foi desenvolvida o Projeto Executivo. Este projeto consta de planta de locação e carga dos pilares, especificações e detalhamentos.

PALAVRAS CHAVE: Fundações, Estaca Profunda, Orçamento.

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1.1: Fachada do edifício (Fonte: RJZCyrella).

Figura 1.2: Perfis estratigráficos obtido dos ensaios de SPT.

Figura 2.1: Execução de uma escavação

Figura 2.2: Etapas de execução da estaca escavada.

Figura 2.3: Esquema de concretagem/uso da lama bentonítica.

Figura 3.1: Soluções para ruptura de ponta da estaca.

Figura 3.2: Modelo de Poulos e Davis: (a) o problema analisado; (b) o elemento de estaca.

Figura 3.3: Fatores para o cálculo de recalque de estacas: (a) fator I_0 ; (b) fator R_k ; (c) fator R_v ; (d) fator R_h ; (e) fator R_b para $L/B=25$; (f); fator R_b para $L/B=50$.

Figura 4.1: Esquema para o cálculo de blocos sobre uma estaca.

Figura 4.2: Esquema para o cálculo de blocos sobre duas estacas.

Figura 4.3: Determinação da força resultante na biela comprimida e na armadura principal.

Figura 4.4: Esquema para o cálculo de blocos sobre três estacas.

Figura 4.5: Possíveis disposições de armaduras para blocos sobre três estacas.

Figura 4.6: Forças resultantes calculadas nas direções das bielas.

Figura 4.7: Esquema para o cálculo de blocos sobre cinco estacas.

Figura 4.8: Estaqueamento recomendado para blocos sobre seis estacas.

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Fatores da capacidade de carga propostos por Bowles (1968).

Tabela 3.2: Valores de k e α (Velloso e Lopes 2010).

Tabela 3.3: Valores de F_1 e F_2 (Velloso e Lopes 2010).

Tabela 3.3: Tabela de recalque.

Tabela 5.1: Análise comparativa de custos por estaca.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS, SINAIS E UNIDADES

a	Maior lado do bloco
b	Menor lado do bloco
a_p	Menor lado do pilar
b_p	Maior lado do pilar
a_{sw}	Armadura dos estribos
b_w	Largura da viga
c	Cobrimento nominal
d	Altura útil
d'	Comprimento da estaca dentro do bloco
h	Altura da seção
s	Espaçamento entre estribos
Z	Força de tração no bloco
t	Balanço do bloco
x	Altura da linha neutra
A	Seção transversal da estaca
A_c	Área de concreto
A_{st}	Armadura de tração
$A_{s,min}$	Armadura mínima
A_{sh}	Armadura dos estribos horizontais
A_{sl}	Armadura de pele
D	Diâmetro da estaca
E_p	Módulo de elasticidade da estaca
E	Módulo de elasticidade do solo
F_{rd}	Força resistente à punção
F_1	Fator de escala da capacidade de carga
F_2	Fator de execução da capacidade de carga

K	Fator de rigidez
L	Distância entre eixos das estacas
M	Momento
N	Número de golpes do SPT
R_{est}	Reação na estaca
R_{tt}	Força de tração no bloco de uma estaca
I_0	Fator de influência
R_a	Fator de rigidez da estaca
R_k	Fator de correção para a compressibilidade da estaca
R_h	Fator de correção para a espessura de solo compressível
R_v	Fator de correção para o coeficiente de Poisson do solo
R_b	Fator de correção para a ponta em solo mais rígido
U	Perímetro da estaca
V_c	Parcela da força cortante resistida por mecanismos complementares
V_{co}	Valor de referência para V_c , quando $\theta=45^\circ$
V_{Rd2}	Força cortante resistente de cálculo
V_{sd}	Força cortante solicitante de cálculo
V_{sw}	Parcela da força cortante resistida pela armadura transversal
α_{v2}	Coefficiente de função
Δ_l	Espessura da camada de solo
f_{ck}	Resistência característica à compressão do concreto
f_{cd}	Resistência de cálculo à compressão do concreto
$f_{ct,m}$	Resistência média à tração do concreto
$f_{ctk,inf}$	Resistência característica inferior à tração do concreto
f_{ctd}	Resistência de cálculo à tração do concreto
f_{yd}	Resistência de cálculo da armadura
f_{ywd}	Resistência de cálculo transversal da armadura

Φ_{est}	Diâmetro da estaca
θ	Inclinação das bielas
ρ_{min}	Taxa mínima de armadura
ρ_{sw}	Taxa geométrica de armadura
φ_l	Diâmetro da barra longitudinal
φ_t	Diâmetro da barra transversal
Q_{ult}	Capacidade de carga geotécnica última da estaca
$q_{ponta,ult}$	Resistência de ponta da estaca
$T_{lateral,ult}$	Atrito lateral da estaca
Δl	Comprimento da estaca
N.A.	Nível d'água

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

1.1. Histórico

A evolução da engenharia de fundações confunde-se com a própria evolução da engenharia geotécnica. De um modo geral, a história da engenharia geotécnica remonta aos primórdios da civilização humana, expressando os anseios do homem de adequar o meio em que habita às suas necessidades (NÁPOLES NETO, 1998).

No início do século XX e com o advento do concreto armado, foram construídos os primeiros edifícios no Rio de Janeiro e em São Paulo. Porém, não há registros sobre os tipos de fundações utilizadas. As informações mais precisas sobre fundações de edifícios surgem a partir de 1930, quando os edifícios construídos em concreto armado já se apoiavam sobre fundações diretas, do tipo sapatas de concreto armado ou blocos de concreto simples. Nas situações em que eram utilizadas fundações profundas, optava-se pelo uso de estacas de madeira ou estacas pré-moldadas de concreto armado (VARGAS, 1998).

Nos dias de hoje pode-se observar um progresso no conhecimento geológico e geotécnico, o que possibilita uma aplicação mais assertiva na escolha de fundações e conseqüentemente, uma redução nos custos de execução. Parte desse conhecimento proveio da evolução das fundações de estruturas marítimas e da utilização de elementos computacionais para cálculo de interação.

1.2. Justificativa

Com o crescimento populacional e a velocidade em que os grandes centros vêm se expandindo, o espaço é cada vez mais valorizado, e os investidores buscam uma forma de atender esta demanda.

Na cidade de Campos dos Goytacazes, onde é explorada uma bacia de petróleo, e com a construção de um porto para exportação de minério de ferro,

a disputa por espaço está ocorrendo nas áreas consideradas privilegiadas e a verticalização das moradias vem aumentando.

No entanto, o município se formou sobre uma planície onde seu maciço é constituído de camadas de solo arenoso e argiloso às margens do Rio Paraíba do Sul, local onde havia vários brejos e lagoas que, em épocas de enchentes, inundavam praticamente toda a cidade.

Portanto, para que obras de grande porte sejam realizadas, estacas profundas pode ser uma boa opção para suprir tal necessidade.

1.3. Objetivos

Desenvolver o projeto executivo da fundação de um edifício residencial, sobre um maciço de fundação, constituído de camadas de solo arenoso e argiloso, localizado na Rua Voluntária da Pátria, 65 – centro de Campos dos Goytacazes.

Algumas características do subsolo podem impor certo tipo de fundação. Neste projeto a solução utilizada, foi a fundação profunda com estacas, devido às altas cargas da estrutura e boa capacidade de carga do maciço em função da forma de trabalho das estacas. Quanto ao diâmetro da estaca a ser executada, outras considerações necessitarão ser estudadas.

1.4. Dados Iniciais de Projeto

Foram obtidos previamente elementos necessários para o dimensionamento das estacas da fundação do edifício, cedidos pelas empresas RJZ-Cyrela e Riscado engenharia. Essas informações são utilizadas para a elaboração do projeto. São elas:

- Planta de Carga dos Pilares;
- Sondagem do Terreno;

O edifício é constituído de vinte e três andares, sendo destes vinte pavimentos tipo, um pavimento térreo, um pavimento garagem e um pavimento uso comum e fica localizado na Rua Voluntários da Pátria, 65, no Centro de Campos dos Goytacazes – RJ.



Figura 1.1. Fachada do edifício

1.5. Procedimentos

De acordo com a ABNT 6122, para que se realize a construção de um edifício, deve ser feita uma investigação geotécnica prévia por sondagens a percussão (com SPT), para que se determine a classificação dos solos, estratigrafia, a posição do nível d'água e a medida do índice de resistência à penetração N_{SPT} .

1.6. Critérios para escolha das fundações

Para escolher o tipo de fundação deve-se levar em consideração os critérios técnicos que garantam um comportamento satisfatório da edificação, um valor compatível e que não traga impactos negativos ou perturbações a vizinhança. Os principais itens a serem considerados são: topografia do terreno, características do maciço do solo (Fig.1.2), informações sobre as construções vizinhas, além de fatores como prazo de execução.

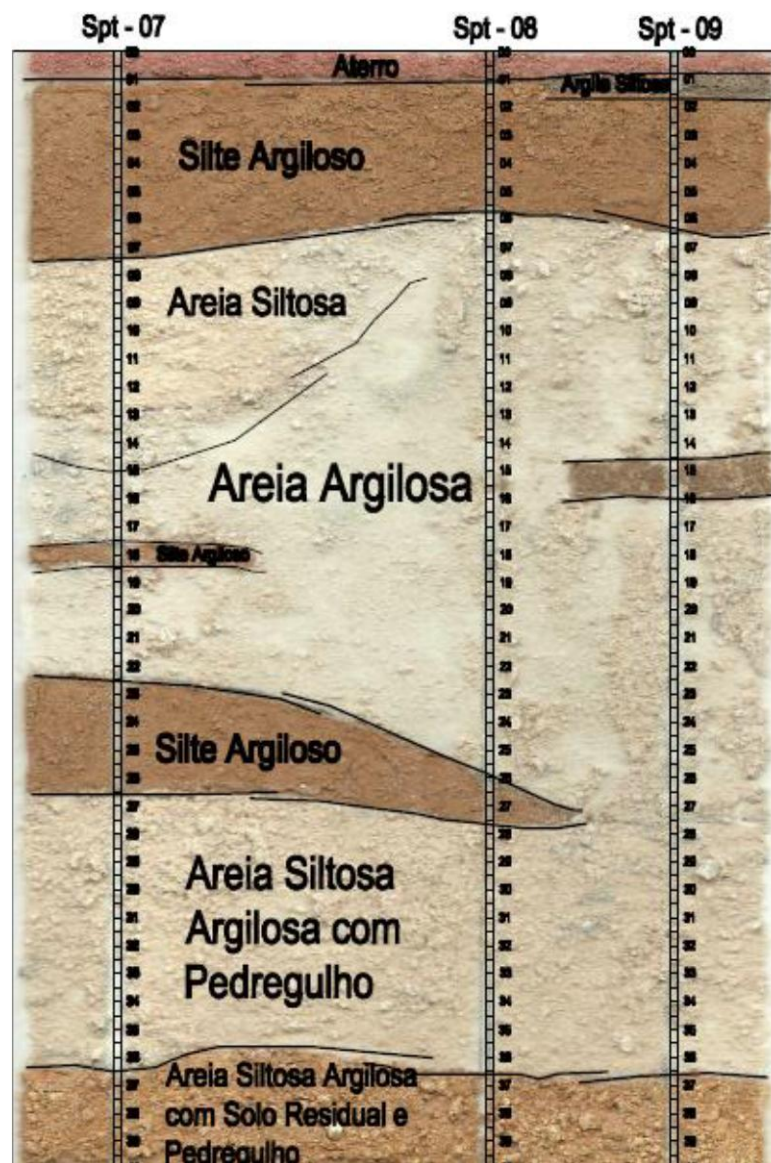


Figura 1.2. Perfil estratigráfico obtido dos ensaios de SPT.

CATÍPULO 2. TIPOS DE FUNDAÇÕES.

As fundações são separadas em dois grandes grupos: fundações rasas e profundas. A diferença entre as duas é definida pela ABNT 6122(2010):

Fundação rasa é um “elemento de fundação em que a carga é transmitida ao terreno pelas tensões distribuídas sob a base da fundação, e a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente à fundação é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação”.

Fundação profunda é um “elemento de fundação que transmite a carga ao terreno ou pela base (resistência de ponta) ou por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, devendo sua ponta ou base estar assente em profundidade superior ao dobro da sua menor dimensão em planta, e no mínimo três metros. Nesse tipo de fundações incluem-se os tubulões, os caixões e as estacas”.

As fundações profundas usuais são divididas em dois grupos: Tubulões e Estacas:

Tubulão é um “elemento de fundação profunda, escavado no terreno em que, pelo menos na sua etapa final, há descida de pessoas, que se faz necessária para executar o alargamento da base ou pelo menos a limpeza do fundo da escavação, uma vez que nesse tipo de fundação as cargas são transmitidas preponderantemente pela ponta.”

A **Estaca** é classificada basicamente como fundação sem a descida de operários, ou seja, executado inteiramente por equipamento ou ferramentas.

2.1. Estacas escavadas

De acordo com a ABNT6122 a definição de estacas escavadas “Estaca moldada in loco sendo a estabilidade da parede da perfuração assegurada pelo uso de lama bentonítica, fluido estabilizante ou revestimento metálico total ou parcial. Recebe a denominação de estaca escavada quando a perfuração é feita por uma caçamba acoplada a uma perfuratriz, e estaca barrete quando a seção for retangular e escavada com utilização de “clam-shell””.



Figura 2.1. Execução de uma escavação

Na região de Campos dos Goytacazes, esse tipo de estaca não é muito utilizado devido ao custo elevado na locação/mobilização de equipamentos para execução. No entanto, com a tendência de verticalização e o aumento de prédios na região, esta passa ser uma opção para a execução de novos empreendimentos.

2.2. Metodologias de execução

As principais fases de execução de uma estaca escavada são:

- Escavação de poço com cerca de 2 metros de profundidade e colocação de um tubo de aço (tubo-guia) para proteção do topo da escavação.
- Escavação a estaca até a profundidade de projeto, mantendo o furo cheio de lama bentonítica a fim de estabilizar as paredes da escavação (fase 1).
- Limpeza do fundo da escavação, tratamento da bentonita (fase 2) e colocação da armadura (fase 3).
- Lançamento do concreto, de baixo para cima, através de tubos de concretagem (fase 3).
- Recuperação do tubo-guia. Estaca pronta (fase 4).

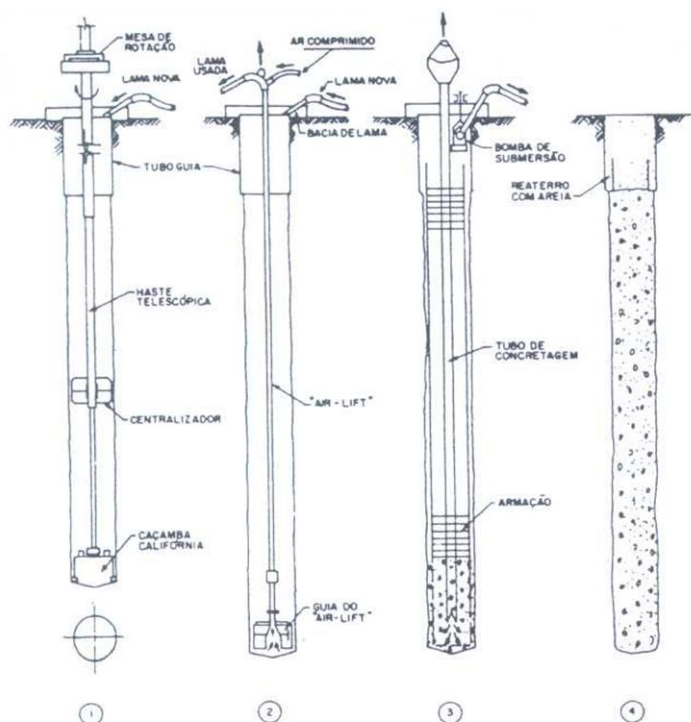


Figura 2.2 – Etapas de execução da estaca escavada

Os equipamentos mais utilizados no campo de estacas escavadas são as mesas rotativas e/ou os rotatores hidráulicos que acionam uma haste telescópica, equipadas na sua extremidade com baldes, caçambas ou trados.

A perfuração no solo é feita por rotação, a ferramenta usada quando repleta de material é levantada e, automaticamente pela força centrífuga é esvaziada no caso de trado ou, quando for caçamba, este processo é pela abertura no fundo.

O fluido utilizado para estabilização das paredes das escavações é normalmente a lama bentonítica, que consiste numa mistura de água e bentonita.

Terminada a perfuração, inicia-se a colocação da armação; cuidados especiais são tomados para enrijecer a peça, evitando sua deformação, tais como barras transversais e sempre com recobrimento mínimo garantido por “roletes” – distanciadores.

Após a instalação da armadura, inicia-se a fase de concretagem submersa, através de um tubo central ao furo munido de uma tremonha de alimentação.

O lançamento do concreto deve ser constante, preenchendo a estaca de baixo para cima e garantindo a perfeita aderência do fuste da estaca ao terreno existente.

No caso de estacas escavadas apoiadas em rocha é importante lembrar que a superfície da rocha quase nunca é plana, que as ferramentas usuais tem dificuldade de escavar até mesmo alteração de rocha dura SPT > 50, e que o uso do trépano requer uma utilização criteriosa para que se obtenha bons resultados. Com o uso do trépano a limpeza de fundo das estacas pelo sistema "air lift", é quase uma imposição para se garantir uma limpeza de fundo que permita um bom contato concreto/ rocha.

Perfuratrizes hidráulicas com torque elevado, equipadas com "pull down", hastes com bloqueio e caçambas especiais são capazes de escavar alteração de rocha dura e até mesmo rochas brandas.

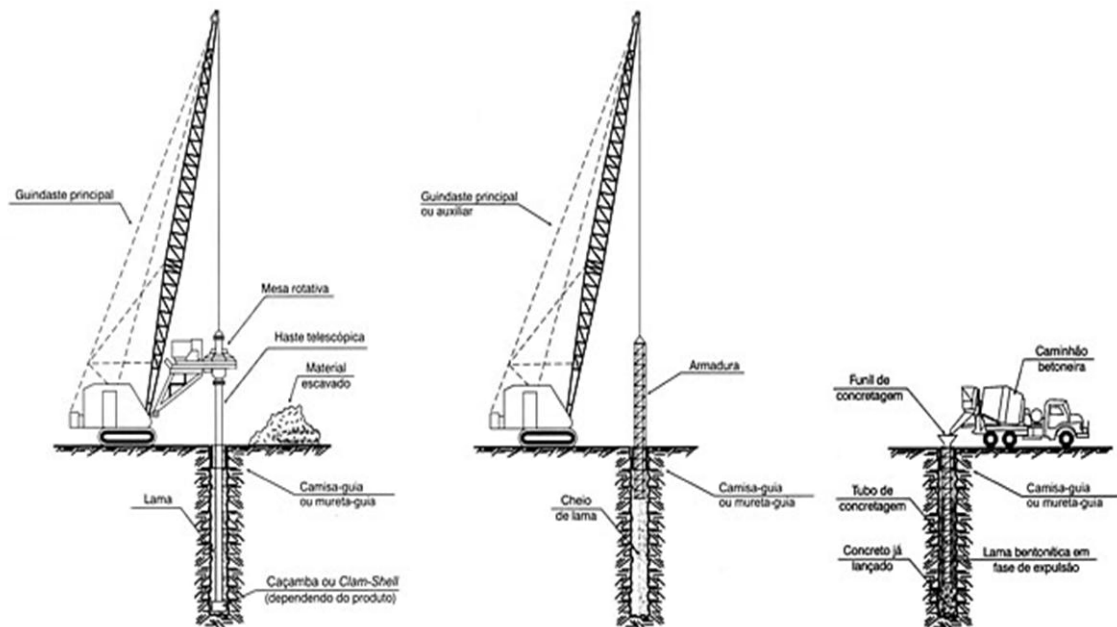


Figura 2.3 – Esquema de concretagem/uso da lama bentonítica

CAPÍTULO 3. DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES.

Uma vez definida o tipo de estaca a ser utilizada, deve-se verificar alguns parâmetros para que o dimensionamento dessa fundação ocorra de maneira satisfatória.

Os critérios para avaliação de fundações são:

- Solicitação em excesso. Deve ser verificado se o material resistirá dentro das tensões admissíveis prescritas por norma;
- Ruptura por cisalhamento. Deve estar de acordo com os coeficientes de segurança;
- Recalques. Devem ser mantidos dentro dos limites toleráveis.

Como o objetivo do trabalho é a utilização de estacas escavadas de grandes diâmetros, foi feito um comparativo entre alguns diâmetros para que a escolha fosse tomada baseada nos critérios acima.

3.1. Prospecção do Subsolo

Ao planejar a implantação de um empreendimento na área da construção civil é de fundamental importância que se realize uma programação de sondagens de simples reconhecimento (SPT), conforme a ABNT 6484/2001. Essa norma prescreve a quantidade de sondagens necessárias para cada área, os métodos e procedimentos de execução dessas sondagens para obter os parâmetros como a determinação dos tipos de solo, bem como as profundidades de sua ocorrência, a posição do nível d'água e os índices de resistência à penetração a cada metro. Essas informações foram obtidas através dos boletins de sondagem fornecidos.

3.2. Capacidade de Carga

Deve ser verificada a capacidade de carga da estaca sob o ponto de vista estrutural, de forma que esta apresente resistência suficiente para resistir aos esforços atuantes sem sofrer fissuras ou ruptura. De acordo com suas dimensões e do material utilizado, cada tipo de estaca tem uma capacidade de carga estrutural.

A capacidade de carga na ruptura de um elemento de fundação é aquela que, quando aplicada ao mesmo, provoca o colapso ou o escoamento do solo que lhe dá suporte ou do próprio elemento. Assim, a capacidade de carga de uma estaca é obtida pelo menor dos dois valores: Resistência estrutural do material que compõe o elemento de fundação; Resistência do solo que dá suporte ao elemento.

Como geralmente o solo é o elo mais fraco desse binômio, pode-se entender porque um mesmo elemento estrutural de fundação, instalado em diferentes profundidades de um mesmo solo, apresentará diferentes capacidades de carga, e conseqüentemente, diferentes cargas admissíveis (Alonso, 2011).

A sondagem à percussão (com realização do SPT) é a investigação geotécnica mais difundida e realizada em nosso país (Velloso e Lopes, 2010). Em decorrência disso, o uso das metodologias de cálculo de capacidade de carga de estacas que utilizam os resultados deste ensaio é comum entre engenheiros de fundação.

Diversos métodos semi-empíricos para capacidade de carga foram propostos no Brasil ao longo dos anos para o cálculo de fundações: Aoki-Velloso (1975), Décourt-Quaresma (1978), Velloso (1981), Alonso (1983), Vorcaro-Velloso (2000), entre outros. Além destes métodos (ditos semi-empíricos), existem os métodos racionais ou teóricos para o cálculo das capacidades de ponta e capacidade lateral de fundações.

Métodos racionais ou teóricos

Segundo Velloso e Lopes (2010), as primeiras fórmulas teóricas datam do início do século XX e foram instituídas por Verendeel, Bénabenq, etc. Será visto a seguir as soluções de resistência de ponta e resistência lateral de estacas. As soluções são apresentadas com diferentes mecanismos de ruptura.

Resistência de ponta ou base

Existem diversas teorias clássicas para determinar a capacidade de carga de estacas, dentre estas, destacam-se quatro das mais importantes na

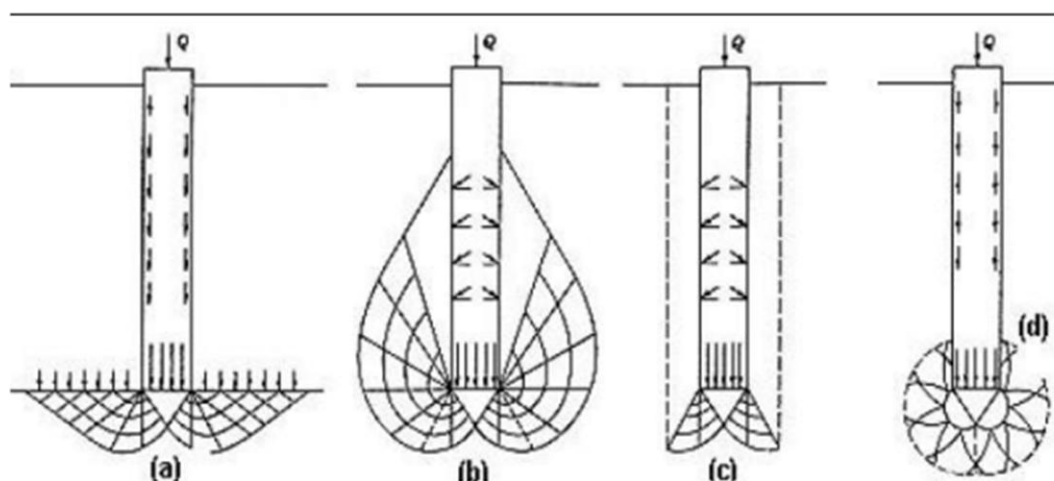


Figura 3.1 – Soluções para ruptura de ponta de estacas: (a) Terzaghi (1943); (b) Meyerhof (1951); (c) Berezantzev et al. (1961); (d) Vésic (1972) (Fonte: Velloso e Lopes, 2010)

Dentre estas, a solução de Terzaghi (1943) é a que apresenta resultados mais conservadores (mais seguros), enquanto Meyerhof (1951) é a que indica valores maiores (menos segura). Já as soluções de Berezantzev (1961) e Vésic (1972) são as que mais se aproximam de resultados reais. A solução de Terzaghi é uma das mais utilizadas e por isso será aqui resumida.

a) para base circular

$$q_{p,ult} = 1,2cN_c + \gamma LN_q + 0,6\gamma DN_\gamma$$

a) para base quadrada

$$q_{p,ult} = 1,2cN_c + \gamma LN_q + 0,8\gamma DN_\gamma$$

onde:

c = Coesão do solo na base da fundação;

γ = Peso específico natural do solo;

L = Profundidade da fundação;

D = Diâmetro da fundação;

N_c, N_q, N_γ = Fatores de capacidade suporte, função do ângulo de atrito interno do solo

(\emptyset) com:

$$N_c = (N_q - 1) \times \cot\emptyset$$

$$N_q = e^{\pi \tan\emptyset} \times \tan^2\left(45^\circ + \frac{\emptyset}{2}\right)$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \times \tan\emptyset$$

No caso de ruptura local, adotam-se valores reduzidos para o ângulo de atrito interno e coesão:

$$\tan\emptyset' = \left(\frac{2}{3}\right) \tan\emptyset$$

$$c' = \left(\frac{2}{3}\right) c$$

Skempton (1951) sugere que em argilas homogêneas na condição não drenada ($\emptyset = 0$), a resistência de ponta seja considerada praticamente

constante para valores de L/D acima de 4, podendo ser admitida igual a $9S_u$, independente das dimensões da estaca.

A Tabela 1 mostra os valores propostos por Bowles (1968) para valores dos fatores de capacidade de carga N_c , N_q e N_γ , para o caso de ruptura geral e N'_c , N'_q e N'_γ para o caso de ruptura localizada.

ϕ ($^\circ$)	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7

Tabela 3.1 – Fatores de Capacidade de carga propostos por Bowles (1968).

3.2.1 - Resistência lateral

A segunda parcela de capacidade de carga da estaca é a resistência lateral. A determinação do atrito lateral é, em geral, análoga ao usado para analisar a resistência ao deslizamento de um sólido em contato com o solo. Seu valor, usualmente, é considerado como a soma de duas parcelas: a aderência entre estaca e solo e o atrito decorrente da tensão horizontal na superfície lateral da estaca na ruptura: onde a é a aderência entre estaca e solo, H é a tensão horizontal contra a superfície lateral da estaca e α é o ângulo de atrito entre a estaca e o solo.

Para o coeficiente α utilizam-se os ábacos propostos por Tomlinson (1957, 1994) que apresentam curvas que levam em conta a consistência da argila através do.

A capacidade de carga da estaca é calculada levando em consideração a resistência de ponta e o atrito lateral desenvolvido ao longo do fuste, de acordo com as expressões a seguir:

$$Q_{ult} = A \times q_{ponta,ult} + U \times \sum (\tau_{lateral,ult} \times \Delta l)$$

Onde:

Q_{ult} = Capacidade de carga geotécnica última da estaca

A = Área da seção transversal da estaca

$q_{ponta,ult}$ = Resistência de ponta da estaca

U = Perímetro da estaca

$\tau_{lateral,ult}$ = Atrito lateral da estaca

Δl = Comprimento da estaca

$$Q_{ult} = A \times \frac{k \times N}{F_1} + U \times \sum \frac{\alpha \times k \times N}{F_2} \times \Delta l$$

Onde:

α e k = Valores adotados

N = Número de golpes do SPT

F_1 = Fator de escala da capacidade de carga

F_2 = Fator de execução da capacidade de carga

Para efeito de contribuição na capacidade de carga, não foram considerados os dois primeiros metros das estacas, tendo em vista a execução dos blocos de fundação e possíveis perturbações no terreno superficial próximo às estacas. Logo, os parâmetros k e α , que variam de acordo com o tipo de solo existente no maciço de fundação, terão um único valor, obtido na tabela 3.2, pois o maciço é formado por areia ao longo de sua profundidade e os valores de F_1 e F_2 são funções do tipo de estaca, como mostra a Tabela 3.2.

Tabela 3.2. Valores de k e α (Velloso e Lopes 2010).

TIPO DE SOLO	k (kgf/cm²)	α(%)
Areia	7,3	2,1
Areia siltosa	6,8	2,3
Areia silto-argilosa	6,3	2,4
Areia argilo-siltosa	5,7	2,9
Areia argilosa	5,4	2,8
Silte arenoso	5,0	3,0
Silte areno-argiloso	4,5	3,2
Silte	4,8	3,2
Silte argilo-arenoso	4,0	3,3
Silte argiloso	3,2	3,6
Argila arenosa	4,4	3,2
Argila areno-siltosa	3,0	3,8
Argila silto-arenosa	3,3	4,1
Argila siltosa	2,6	4,5
Argila	2,5	5,5

Tabela 3.3. Valores de F1 e F2 (Velloso e Lopes 2010).

TIPO DE ESTACA	F1	F2
Franki de fuste apilado	2,30	3,00
Franki de Fuste vibrado	2,30	3,20
Metálica	1,75	3,50
Pré-moldada de concreto cravada a percussão	2,50	3,50
Pré-moldada de concreto cravada por prensagem	1,20	2,30
Escavada com lama betonítica	3,50	4,50
Raiz	2,20	2,40
Strauss	4,20	3,90
Hélice contínua	3,00	3,80

De acordo com a ABNT 6122 (2010), o fator de segurança para fundações profundas deve ser igual a dois. Por isso, a capacidade de carga geotécnica de serviço deverá ser metade do valor calculado pelo método de Aoki-Velloso, que é um método conservador e gera resultados satisfatórios para a execução da estaca escavada, como mostra a expressão a seguir:

$$Q_{adm} = \frac{Q_{ult}}{2}$$

3.3. Determinação da profundidade da estaca

Para cada tipo de estaca, foi determinada a capacidade de carga a cada metro, em toda a profundidade e inicialmente foram consideradas todas as sondagens executadas no terreno. Para cada diâmetro comercial da estaca escavada, a profundidade foi obtida considerando a capacidade de carga estrutural através do método de Aoki-Velloso. A solução adotada foi usar o SPT 07 que apresentou um solo com menor resistência.

A profundidade das estacas, parâmetro determinante na capacidade de carga geotécnica, é determinada em função da capacidade de carga estrutural, uma vez que a menor resistência é a que indica a capacidade de carga da fundação.

3.4. Número de Estacas por Pilar

Após a determinação da capacidade de carga efetiva das estacas, o número de estacas necessárias em cada pilar, em função de cada tipo e diâmetro, é obtido diretamente em função da solicitação, como mostra a expressão a seguir:

$$\text{Número de estacas} = \frac{\text{Carga do pilar}}{\text{Carga admissível da estaca}}$$

3.5. Escolha do diâmetro a ser empregado

Após a análise feita anteriormente com relação às vantagens e desvantagens, a avaliação do custo-benefício teve grande relevância na escolha do tipo de estaca mais apropriada. A estaca com 90 cm de diâmetro foi

escolhida, pois dentre os avaliados, foi a que apresentou o melhor custo-benefício, apesar de não ser muito utilizada na região.

3.6. Recalque

Através do método de Poulos e Davis descrito por Velloso e Lopes (2010), a estimativa de recalque foi feita considerando estacas compressíveis, em solo com espessura finita e com ponta em material resistente, além de considerar diferentes valores para o coeficiente de Poisson. A utilização desse método vai de encontro a estaca escavada, uma vez que este é um método conservador e está a favor da segurança. A figura 3.1 mostra o modelo de Poulos e Davis que foi utilizado.

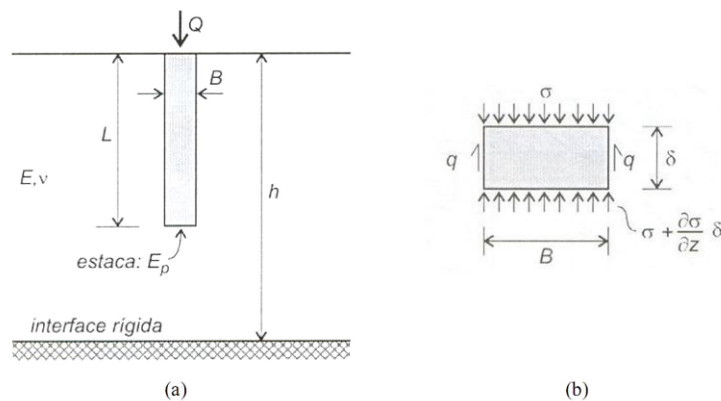


Figura 3.2. Modelo de Poulos e Davis: (a) o problema analisado; (b) o elemento de estaca (Velloso e Lopes, 2010).

O recalque é calculado utilizando-se a seguinte expressão:

$$w = \frac{Q \cdot I}{E \cdot B}$$

Onde:

Q = carga na estaca

I = fator de influência para estaca. $I = I_0 \times R_k \times R_H \times R_V \times R_B$

I_0 = fator de influência para deformações.

R_k = fator de correção para a compressibilidade da estaca;

R_h = fator de correção para a espessura finita (h) do solo compressível;

R_v = fator de correção para o coeficiente de Poisson do solo;

R_b = fator de correção para a base ou ponta em solo mais rígido.

E = módulo de elasticidade do solo

B = diâmetro da estaca.

A figura 3.3 mostra os ábacos para determinação dos fatores utilizados no recalque de estacas.

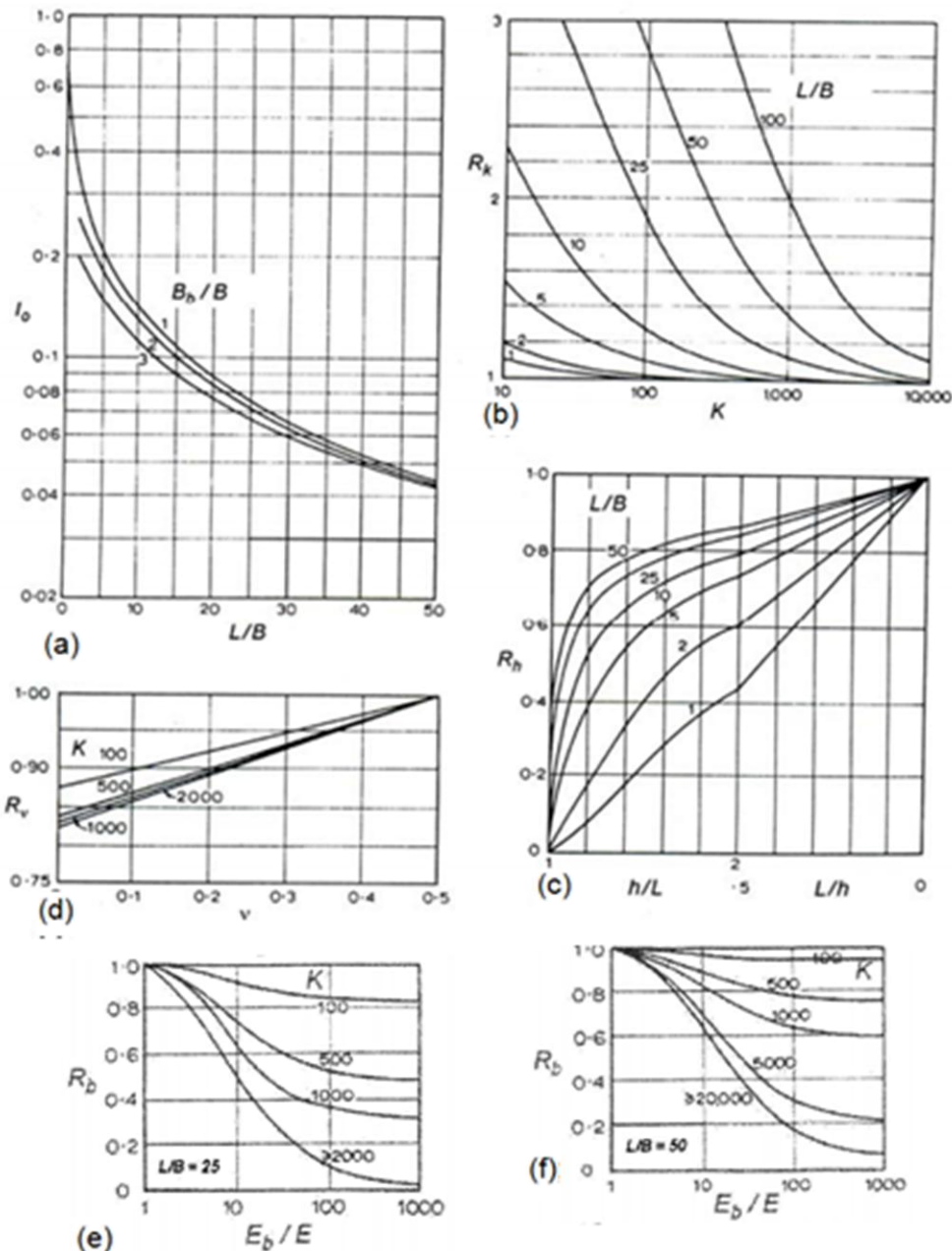


Figura 3.3. Fatores para o cálculo de recalque de estacas: (a) fator I_0 ; (b) fator R_k ; (c) fator R_v ; (d) fator R_h ; (e) fator R_b para $L/B=25$; (f); fator R_b para $L/B=50$ (Velloso e Lopes, 2010).

A norma permite um recalque de até 5% do diâmetro da estaca, desta forma, todos os pilares estão dentro da respectiva determinação, como mostra a última coluna da tabela.

Tabela 3.4 – Tabela de recalque

E do solo	90,00	Mpa
------------------	--------------	------------

Pilar	Cargas			I adm	B m	$w = \frac{Q \cdot I}{E \cdot B}$ cm	w/ ϕ %
	Q	nº de estacas	Q				
	tf		MN				
201	220,00	1	2,16	0,06	0,90	0,16	0,1806%
202	220,00	1	2,16	0,06	0,90	0,16	0,1806%
203	220,00	1	2,16	0,06	0,90	0,16	0,1806%
204	220,00	1	2,16	0,06	0,90	0,16	0,1806%
205	500,00	3	1,64	0,06	0,90	0,12	0,1368%
206	500,00	3	1,64	0,06	0,90	0,12	0,1368%
207/214	960,00	4	2,35	0,06	0,90	0,18	0,1970%
208/215	960,00	4	2,35	0,06	0,90	0,18	0,1970%
209	680,00	3	2,22	0,06	0,90	0,17	0,1861%
210	500,00	3	1,64	0,06	0,90	0,12	0,1368%
211	500,00	3	1,64	0,06	0,90	0,12	0,1368%
212	680,00	3	2,22	0,06	0,90	0,17	0,1861%
213	480,00	2	2,35	0,06	0,90	0,18	0,1970%
216	480,00	2	2,35	0,06	0,90	0,18	0,1970%
217	950,00	4	2,33	0,06	0,90	0,18	0,1950%
218	950,00	4	2,33	0,06	0,90	0,18	0,1950%
219/227	1.300,00	6	2,13	0,06	0,90	0,16	0,1779%
220/221/228/229	1.610,00	8	1,97	0,06	0,90	0,15	0,1652%
222/223/230/231	1.610,00	8	1,97	0,06	0,90	0,15	0,1652%
224/232	1.300,00	6	2,13	0,06	0,90	0,16	0,1779%
225	670,00	3	2,19	0,06	0,90	0,16	0,1833%
226	670,00	3	2,19	0,06	0,90	0,16	0,1833%
233	1.050,00	5	2,06	0,06	0,90	0,16	0,1724%
234	1.050,00	5	2,06	0,06	0,90	0,16	0,1724%
235	480,00	2	2,35	0,06	0,90	0,18	0,1970%
236/243	960,00	4	2,35	0,06	0,90	0,18	0,1970%
237/244	960,00	4	2,35	0,06	0,90	0,18	0,1970%
238	480,00	2	2,35	0,06	0,90	0,18	0,1970%
239	680,00	3	2,22	0,06	0,90	0,17	0,1861%
240	460,00	2	2,26	0,06	0,90	0,17	0,1888%
241	460,00	2	2,26	0,06	0,90	0,17	0,1888%
242	680,00	3	2,22	0,06	0,90	0,17	0,1861%
243	480,00	2	2,35	0,06	0,90	0,18	0,1970%
244	480,00	2	2,35	0,06	0,90	0,18	0,1970%
245	450,00	2	2,21	0,06	0,90	0,17	0,1847%
246	450,00	2	2,21	0,06	0,90	0,17	0,1847%
247	220,00	1	2,16	0,06	0,90	0,16	0,1806%
248	220,00	1	2,16	0,06	0,90	0,16	0,1806%
249	220,00	1	2,16	0,06	0,90	0,16	0,1806%
250	650,00	3	2,13	0,06	0,90	0,16	0,1779%

3.7. Atrito Negativo

De acordo com ABNT 6122, a ação do atrito negativo, quando atuante, deve ser considerada no dimensionamento geotécnico e estrutural do elemento da fundação. A ação do atrito negativo também pode ocorrer em blocos de coroamento, vigas enterradas, reservatórios enterrados, etc.

O maciço em que vai ser projetada a fundação não é constituído por argila mole ou solo colapsível, o que torna desnecessário o dimensionamento considerando este tipo de esforço.

3.8. Flambagem das Estacas

A Flambagem das estacas não foi considerada nos cálculos de dimensionamento, pois as estacas serão executadas em um maciço arenoso, que não permite desconfinamento lateral.

CAPÍTULO 4. DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DOS BLOCOS.

Devido a uma grande dificuldade em garantir que os blocos de fundação distribuam uniformemente a carga entre as estacas, torna-se necessário dispor de métodos de cálculos eficazes, que garantam a segurança desses elementos. Entretanto, ainda é frequente a utilização de muitas regras de ordem prática, insuficientemente justificadas em termos de modelo de cálculo. Essa deficiência também é verificada na literatura técnica, em que se observa uma falta de uniformidade na classificação dos blocos.

4.1. Modelo de cálculo – Modelo da Biela (Blévoit 1967)

Existem alguns modelos para cálculo dos blocos de fundações. Nesse projeto será utilizado o método das bielas, já que este atende as necessidades para tal.

Os blocos de fundação devem ser peças suficientemente rígidas para que sua deformabilidade não afete os esforços atuantes na superestrutura nem no próprio terreno de fundação. Para isto, a altura do bloco deve permitir a transmissão direta da carga, desde a base do pilar no topo do bloco até o topo das estacas na base do bloco, por meio de bielas comprimidas.

4.2. Armadura mínima

A área de aço calculada deve ser comparada com a área mínima prescrita pela norma. Esta é calculada pela seguinte fórmula:

$$A_{s,min} = 0,0015 \times b \times h$$

Em que h é altura do bloco e b é uma faixa de largura compreendida entre $0,85\Phi_{est}$ e $1,2\Phi_{est}$, considerando que a armadura é distribuída em 85% do diâmetro da estaca.

Para todos os blocos, foi utilizado um balanço t , fixado em 20 cm e a distância L entre o eixo das estacas foi determinada de acordo com o diâmetro, como mostra a expressão:

$$L = 2,5 \times d$$

A altura total do bloco foi determinada somando-se a altura útil d e o comprimento da estaca dentro do bloco d' . Logo:

$$h = d + d'$$

4.3. Armadura de pele

Os elementos estruturais que possuem grande altura e espessura de cobertura de armadura considerável podem apresentar fissuração excessiva, que pode ser evitada com a utilização da armadura de pele, que é formada por barras de aço paralelas e próximas às faces dessas peças. A área total de armadura de pele pode ser determinada através da seguinte expressão:

$$A_{sl} = 0,001 \times b \times h$$

Sendo h a altura do bloco e b determinado da seguinte forma:

$$b = \Phi_{est} + 2t$$

As formulações para o cálculo das dimensões para cada tipo de bloco, inclinação das bielas, verificações das tensões máximas de compressão no concreto e o cálculo da armadura principal de tração serão apresentados nos itens que se seguem.

4.4. Blocos sobre uma estaca

O cálculo da forma para blocos sobre uma estaca é feito utilizando as seguintes expressões:

$$a = \Phi_{est} + 2t$$

$$b = \Phi_{est}t + 2t$$

Sendo a e b as dimensões do bloco.

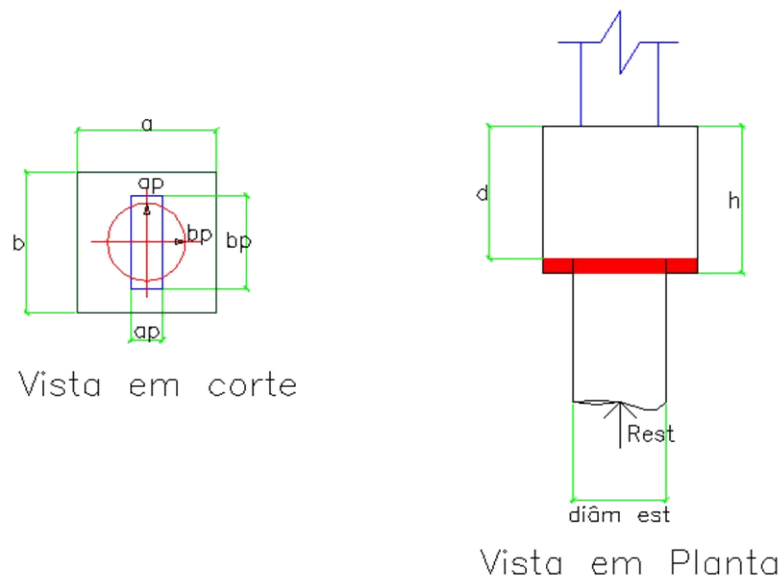


Figura 4.1 Esquema para o cálculo de blocos sobre uma estaca.

Modelo de Cálculo

Para o dimensionamento do bloco sobre uma estaca, será utilizado o modelo simplificado proposto por Langendonck. As expressões a seguir serão utilizadas para o cálculo da força de tração no bloco e a área de aço necessária nas direções x e y:

$$R_{tt \, dx} = 0,28 \times \left(\frac{\Phi_{est} - a_p}{\Phi_{est}} \right) \times F_d \quad A_{sx} = \frac{R_{tt \, dx}}{f_{yd}}$$

$$R_{tt \, dy} = 0,28 \times \left(\frac{\Phi_{est} - b_p}{\Phi_{est}} \right) \times F_d \quad A_{sy} = \frac{R_{tt \, dy}}{f_{yd}}$$

Onde:

R_{tt} = Força de tração nas direções x e y

Φ_{est} = Diâmetro da estaca

a_p = Menor dimensão do pilar

b_p = Maior dimensão do pilar

Segundo a ABNT 6118 / 2003, deve ser verificada a pressão de contato em uma área reduzida, de acordo com a expressão a seguir:

$$F_{rd} = A_{c0} \times \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c2}}} \leq 3,3 \times f_{cd} \times A_{c0}$$

Sendo A_{c0} e A_{c1} as áreas mínima e máxima carregadas, respectivamente.

Exemplo

Pilar 201 (30x100cm)

$Q = 220 \text{ tf}$

$\Phi_{est} = 90 \text{ cm}$

$t = 20 \text{ cm}$

$d' = 10 \text{ cm}$

Cálculo da forma:

$$a = \varphi_{est} + 2t = 90 + 2 \times 20 = 130 \text{ cm}$$

$$b = \varphi_{est} + 2t = 90 + 2 \times 20 = 130 \text{ cm}$$

Sendo $d = 55 \text{ cm}$ a altura útil para blocos sobre uma estaca, para que se atenda a ABNT 6118 / 2003, a altura total será:

$$h = d + d' = 55 + 10 = 65 \text{ cm}$$

Peso próprio do bloco:

$$P_p = 1,4 \times 2,5 \times a \times b \times h = 1,4 \times 2,5 \times 1,3 \times 1,3 \times 0,65 = 3,8 \text{ tf}$$

Carga total:

$$Q_{total} = 220 + 3,8 = 223,8 \text{ tf}$$

Verificação do nº de estacas:

$$n^{\circ} = \frac{Q_{total}}{Q_{estrutural}} = \frac{223,8}{241,36} \cong 1 \text{ estaca}$$

Força de tração no bloco e área de aço:

$$R_{tt} = 0,28 \times \left(\frac{\Phi_{est} - a_p}{\Phi_{est}} \right) \times F_d = 0,28 \times \left(\frac{0,90 - 0,30}{0,90} \right) \times 223,8 = 41,8 \text{ tf}$$

$$A_{sx} = \frac{R_{tt}}{f_{yd}} = \frac{41,8}{44334,8} = 9,4 \text{ cm}^2$$

Comparando com a armadura mínima:

$$A_{s,min} = 0,0015 \times b \times h = 0,0015 \times 0,85 \times 90 \times 65 = 7,5 \text{ cm}^2$$

A_{sx} será adotado.

Cálculo da armadura de pele:

$$A_{sl} = 0,001 \times (\Phi_{est} + 2t) \times h = 0,001 \times (90 + 2 \times 20) \times 65 = 8,5 \text{ cm}^2$$

4.5. Blocos sobre duas estacas

O cálculo da forma para blocos sobre duas estacas é feito utilizando as seguintes fórmulas:

$$a = L + \varphi_{est} + 2t$$

$$b = \varphi_{est} + 2t$$

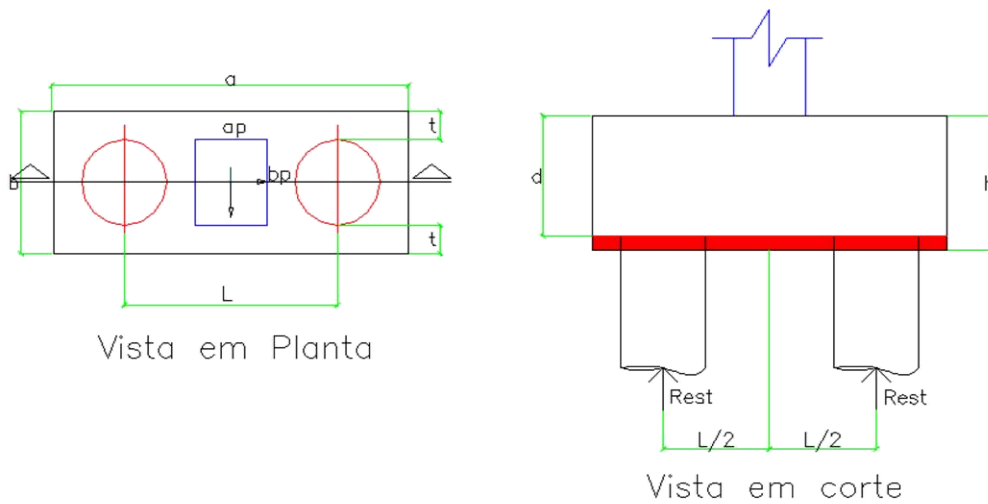


Figura 4.2 Esquema para o cálculo de blocos sobre duas estacas.

Ângulo de inclinação da biela

O ângulo de inclinação da biela comprimida é dado pela seguinte fórmula:

$$\tan \theta = \frac{d}{\frac{1}{2}L - \frac{1}{4}a_{pilar}}$$

Recomenda-se que a inclinação da biela fique entre $45^\circ \leq \theta \leq 55^\circ$.

Resultante na biela comprimida e força de tração na armadura principal

A resultante de compressão na biela e a força de tração na armadura principal são determinadas através do equilíbrio de forças do nó junto à estaca, como mostra a Figura 4.3 e as equações a seguir:

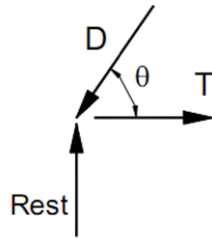


Figura 4.2 Determinação da força resultante na biela comprimida e na armadura principal.

$$D = \frac{R_{est}}{\sin \theta}$$

$$T = \frac{R_{est}}{d} \left(\frac{L}{2} - \frac{a_{pilar}}{4} \right)$$

Onde D é a resultante de compressão na biela junto à estaca; T é a resultante de tração de cálculo no tirante e R_{est} é a reação na estaca mais carregada (valor de cálculo para a combinação de ações analisada).

Por fim, a área da armadura principal de tração é dada pela fórmula:

$$A_{st} = \frac{T}{f_{yd}}$$

Verificação das tensões de compressão atuantes na biela

Para evitar o esmagamento da biela diagonal, deve-se limitar as tensões de compressão atuantes na mesma, junto ao pilar e à estaca respectivamente, como mostram as equações seguintes:

$$\sigma_{c,biela} = \frac{2R_{est}}{A_{pilar} \times (\sin \theta)^2} \leq 1,4f_{cd}$$

$$\sigma_{c,biela} = \frac{R_{est}}{A_{est} \times (\sin \theta)^2} \leq 0,85f_{cd}$$

Exemplo

Pilar 240 (30x150cm)

Q = 460 tf

$\Phi_{est} = 90$ cm

t = 20 cm

d' = 10 cm

L = 225 cm

Cálculo da forma:

$$a = L + \varphi_{est} + 2t = 225 + 90 + 2 \times 20 = 355 \text{ cm}$$

$$b = \varphi_{est} + 2t = 90 + 2 \times 20 = 130 \text{ cm}$$

Altura útil de acordo com o ângulo de inclinação da biela comprimida:

- Para $\theta=45^\circ$:

$$d = \tan \theta \times \left(\frac{1}{2}L - \frac{1}{4}a_{pilar} \right) = \tan 45 \times \left(\frac{225}{2} - \frac{30}{4} \right) = 105 \text{ cm}$$

- Para $\theta=55^\circ$:

$$d = \tan \theta \times \left(\frac{1}{2}L - \frac{1}{4}a_{pilar} \right) = \tan 55 \times \left(\frac{225}{2} - \frac{30}{4} \right) = 150 \text{ cm}$$

A altura útil escolhida:

$$d = \frac{105 + 150}{2} \cong 125 \text{ cm}$$

A altura total será:

$$h = d + d' = 125 + 10 = 135 \text{ cm}$$

Peso próprio do bloco:

$$P_p = 1,4 \times 2,5 \times a \times b \times h = 1,4 \times 2,5 \times 3,55 \times 1,3 \times 1,35 = 21,8 \text{ tf}$$

Carga total:

$$Q_{total} = 460 + 21,8 = 482 \text{ tf}$$

Verificação do nº de estacas:

$$n^{\circ} = \frac{Q_{total}}{Q_{estrutural}} = \frac{482}{241,36} \cong 2 \text{ estacas}$$

Ângulo da biela comprimida para $d = 150\text{cm}$:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{d}{\frac{1}{2}L - \frac{1}{4}a_{pilar}} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{150}{\frac{225}{2} - \frac{30}{4}} \right) = 49,9^{\circ}$$

Força resultante na estaca:

$$R_{est} = \frac{482}{2} = 241 \text{ tf}$$

Verificação das tensões de compressão atuantes na biela:

$$\sigma_{c,biela} = \frac{2R_{est}}{A_{pilar} \times (\sin \theta)^2} \leq 1,4f_{cd} \therefore \frac{2 \times 241}{(30 \times 150) \times (\sin 49,9)^2} \leq 1,4 \times 1820,9$$
$$\therefore 1827 < 2548 \rightarrow ok$$

$$\sigma_{c,biela} = \frac{R_{est}}{A_{est} \times (\sin \theta)^2} \leq 0,85f_{cd} \therefore \frac{241}{\frac{\pi \times 90^2}{4} \times (\sin 49,9)^2} \leq 0,85 \times 1820,9$$
$$\therefore 646 < 1548 \rightarrow ok$$

Determinação da força na armadura principal:

$$T = \frac{R_{est}}{\tan \theta} = \frac{241}{\tan 49,9^{\circ}} = 203,7 \text{ tf}$$

Por fim, a área da armadura principal de tração é dada pela fórmula:

$$A_{st} = \frac{T}{f_{yd}} = \frac{203,7}{44334,8} = 45,7 \text{ cm}^2$$

Comparando com a armadura mínima:

$$A_{s,min} = 0,0015 \times b \times h = 0,0015 \times 0,85 \times 355 \times 130 = 15,5 \text{ cm}^2$$

A_{st} será adotado.

Cálculo da armadura de pele:

$$A_{sl} = 0,001 \times (\Phi_{est} + 2t) \times h = 0,001 \times (90 + 2 \times 20) \times 130 = 9,0 \text{ cm}^2$$

4.6. Blocos sobre três estacas

Para blocos sobre três estacas, a determinação das dimensões é feita utilizando a seguinte fórmula:

$$a = L + \varphi_{est} - 4$$

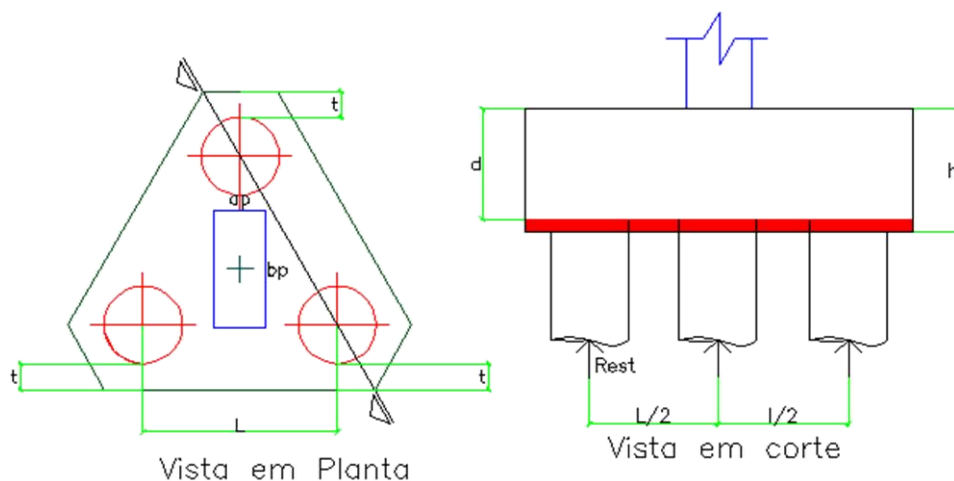


Figura 4.3 Esquema para o cálculo de blocos sobre 3 estacas.

Ângulo de inclinação das bielas

O ângulo de inclinação da biela comprimida é dado pela fórmula abaixo:

$$\tan \theta = \frac{d}{\frac{L\sqrt{3}}{3} - 0,3a_m}$$

$$45^\circ < \theta < 55^\circ$$

Sendo a_m a menor dimensão do pilar.

O ângulo de inclinação da biela deve estar entre 45° e 55° .

Resultante na biela comprimida e força de tração na armadura principal

A resultante de compressão na biela para o bloco sobre três estacas e a força de tração na armadura principal será:

$$T = \frac{R_{est}}{d} \left(\frac{L\sqrt{3}}{3} - 0,3a_m \right)$$

A área da armadura principal de tração é calculada por:

$$A_{st} = \frac{T}{f_{yd}}$$

Essa armadura foi calculada admitindo-se as barras dispostas, em planta, nas direções das bielas, ou seja, nas medianas do triângulo formado pelas estacas. Entretanto, as barras podem ser dispostas também segundo os lados das estacas, como mostra a figura 4.5.

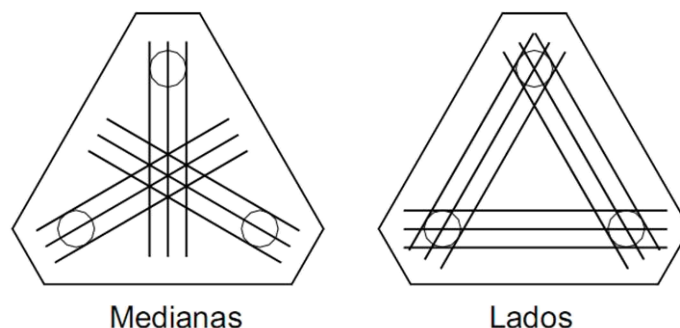


Figura 4.4 Possíveis disposições de armaduras para blocos sobre três estacas.

Se detalhamento escolhido dispuser as barras segundo os lados, as forças resultantes T calculadas nas direções das bielas devem ser decompostas nas direções dos lados do triângulo formado pelas estacas, como mostra a figura 4.6.

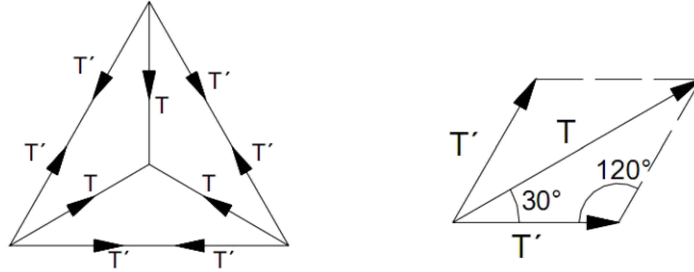


Figura 4.5 Forças resultantes calculadas nas direções das bielas.

Decompondo-se as forças, determina-se a resultante de tração T' das barras dispostas segundo os lados:

$$T' = \frac{T\sqrt{3}}{3}$$

A área de armadura segundo os lados é obtida dividindo-se T' pela resistência ao escoamento de cálculo.

$$A_{st} = \frac{T'}{f_{yd}}$$

Verificação das tensões de compressão atuantes na biela

Calculando-se as áreas das bielas junto ao pilar e junto à estaca, respectivamente, as expressões para o cálculo das tensões nas bielas são limitadas para evitar o esmagamento:

$$\sigma_{c,biela} = \frac{3R_{est}}{A_{pilar} \times (\sin \theta)^2} \leq 1,75f_{cd}$$

$$\sigma_{c,biela} = \frac{R_{est}}{A_{est} \times (\sin \theta)^2} \leq 0,85f_{cd}$$

Exemplo

Pilar 209 (30x150cm)

Q = 680 tf

$\Phi_{est} = 90$ cm

t = 20 cm

d' = 10 cm

L = 225 cm

Cálculo da forma:

$$a = L + \varphi_{est} - 4 = 225 + 90 - 4 = 311 \text{ cm}$$

Altura útil de acordo com o ângulo de inclinação da biela comprimida:

- Para $\theta=45^\circ$:

$$d = \tan \theta \times \left(\frac{L\sqrt{3}}{3} - 0,3a_{pilar} \right) = \tan 45 \times \left(\frac{225\sqrt{3}}{3} - 0,3 \times 30 \right) = 120,9 \text{ cm}$$

- Para $\theta=55^\circ$:

$$d = \tan \theta \times \left(\frac{L\sqrt{3}}{3} - 0,3a_{pilar} \right) = \tan 55 \times \left(\frac{225\sqrt{3}}{3} - 0,3 \times 30 \right) = 172,7 \text{ cm}$$

A altura útil escolhida:

$$d = \frac{120,9 + 172,7}{2} = 145 \text{ cm}$$

A altura total será:

$$h = d + d' = 145 + 10 = 155 \text{ cm}$$

Peso próprio do bloco:

$$P_p = 1,4 \times 2,5 \times \frac{a \times b}{2} \times h = 1,4 \times 2,5 \times \frac{3,11 \times 2,06}{2} \times 1,55 = 26,12 \text{ tf}$$

Carga total:

$$Q_{total} = 680 + 26,12 \cong 707 \text{ tf}$$

Verificação do nº de estacas:

$$n^{\circ} = \frac{Q_{total}}{Q_{estrutural}} = \frac{707}{241,36} \cong 3 \text{ estacas}$$

Ângulo da biela comprimida para $d = 90\text{cm}$:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{d}{\frac{L\sqrt{3}}{3} - 0,3a_m} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{90}{\frac{225\sqrt{3}}{3} - 0,3 \times 30} \right) = 50,1^{\circ}$$

Força resultante na estaca:

$$R_{est} = \frac{707}{3} = 235,7 \text{ tf}$$

Verificação das tensões de compressão atuantes na biela:

$$\sigma_{c,biela} = \frac{3R_{est}}{A_{pilar} \times (\sin \theta)^2} \leq 1,75f_{cd} \therefore \frac{3 \times 235,7}{(30 \times 150) \times (\sin 50,1)^2} \leq 1,75 \times 1820,9$$

$$\therefore 1776 < 3187 \rightarrow ok$$

$$\sigma_{c,biela} = \frac{R_{est}}{A_{est} \times (\sin \theta)^2} \leq 0,85f_{cd} \therefore \frac{235,7}{\frac{\pi \times 90^2}{4} \times (\sin 50,1)^2} \leq 0,85 \times 1820,9$$

$$\therefore 628 < 1548 \rightarrow ok$$

Determinação da força na armadura principal:

$$T = \frac{R_{est}}{\tan \theta} = \frac{235,7}{\tan 50,1^{\circ}} = 198,06 \text{ tf}$$

Por fim, a área da armadura principal de tração é dada pela fórmula:

$$A_{st} = \frac{T}{f_{yd}} = \frac{198,06}{44334,8} = 44,3 \text{ cm}^2$$

Comparando com a armadura mínima:

$$A_{s,min} = 0,0015 \times b \times h = 0,0015 \times 0,85 \times 90 \times 155 = 17,8 \text{ cm}^2$$

A_{st} será adotado.

Cálculo da armadura de pele:

$$A_{sl} = 0,001 \times (\Phi_{est} + 2t) \times h = 0,001 \times (90 + 2 \times 20) \times 155 = 20,2 \text{ cm}^2$$

4.7. Blocos sobre cinco estacas

O cálculo da forma para blocos sobre cinco estacas é feito utilizando as seguintes fórmulas:

$$a = L\sqrt{2} + \varphi_{est} + 2t$$

Em princípio, nos blocos sobre cinco estacas, estas poderiam ser dispostas em planta de forma que seus eixos formassem um pentágono (cinco lados). Entretanto, existem outras disposições de estaqueamento mais econômicas, com menor área ocupada. A forma mais prática e econômica é dispor quatro estacas na periferia – formando um quadrado ou um retângulo – e mais uma estaca no centro do bloco, como mostra a figura 4.9. Dessa maneira, o dimensionamento é similar ao caso de blocos com quatro estacas, obtendo-se inclusive expressões análogas.

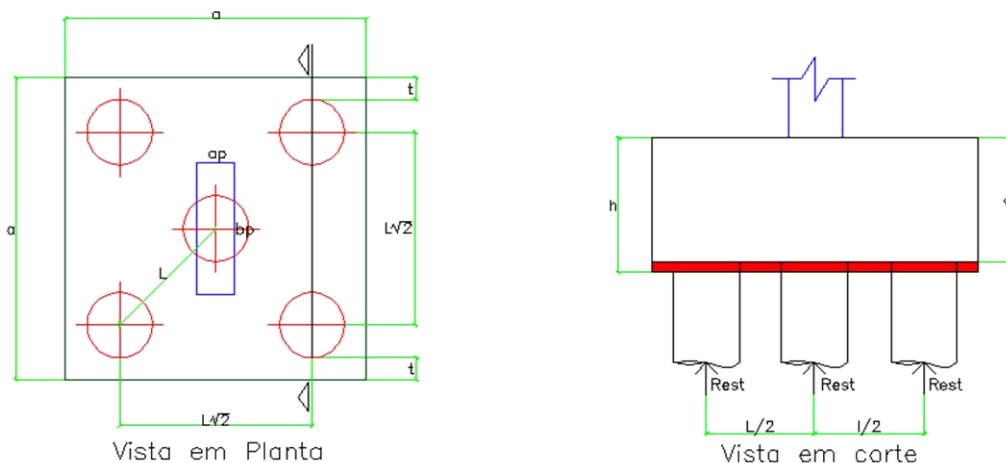


Figura 4.6 Esquema para o cálculo de blocos sobre cinco estacas.

A estaca posicionada no centro do bloco não modifica a maneira de dimensionar das armaduras, sendo computada apenas no cálculo da reação vertical em cada estaca e na respectiva biela. O detalhamento das armaduras principais de tração é semelhante ao caso dos blocos de quatro estacas, podendo-se dispor as armaduras segundo as diagonais, segundo os lados ou em malha.

4.8. Blocos sobre seis estacas

Para blocos com seis estacas, a disposição mostrada na Figura 4.10 é a mais indicada, devendo a maior dimensão do bloco ser paralela à maior dimensão do pilar. Assim, o cálculo da forma é o apresentado a seguir:

$$a = 2L + \varphi_{est} + 2t$$

$$b = L + \varphi_{est} + 2t$$

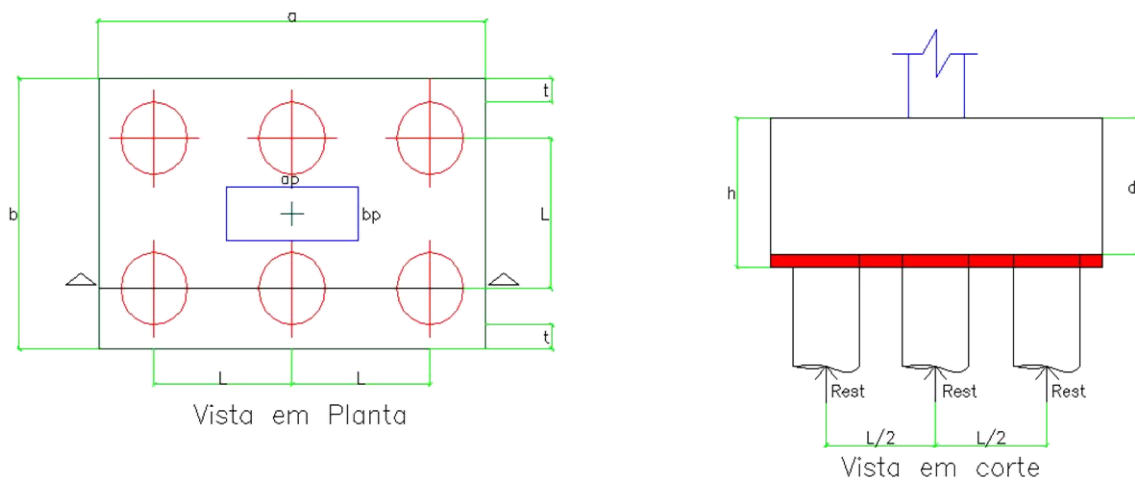


Figura 4.7 Estaqueamento recomendado para blocos sobre seis estacas.

Ângulo de inclinação das bielas

O ângulo de inclinação da biela comprimida é dado pela fórmula abaixo:

$$\tan \theta = \frac{d}{\frac{L\sqrt{5}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{4} a_m}$$

Sendo a_m a menor dimensão do pilar.

O ângulo de inclinação da biela deve estar entre 45° e 55°.

Resultante na biela comprimida e força de tração na armadura principal

Da mesma maneira dos casos anteriores, por equilíbrio de forças do nó junto à estaca, a resultante será:

$$T = \frac{R_{est}}{d} \left(\frac{L\sqrt{5}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{4} a_m \right)$$

Para as armaduras dispostas segundo os lados do bloco, deve-se decompor a resultante T, resultando:

$$T' = T \times \sin(26,6^\circ)$$

Portanto, a área de aço de tração é calculada por:

$$A_{st} = \frac{T'}{f_{yd}}$$

Verificação das tensões de compressão atuantes na biela

O cálculo das tensões nas bielas, junto ao pilar e à estaca, são respectivamente:

$$\sigma_{c,biela} = \frac{6R_{est}}{A_{pilar} \times (\sin \theta)^2} \leq 2,10f_{cd}$$

CAPITULO 5. ANÁLISE DE CUSTOS

Para que se defina a análise de custos desse projeto, é importante ressaltar que foi feito um estudo prévio para a escolha do diâmetro utilizado no projeto.

Usando parâmetros retirados do SPT, obteve-se o volume de concreto e o número de estacas que deveriam ser utilizadas para cada diâmetro analisado (valores entre 60 e 150 centímetros de diâmetro). Os valores podem ser observados na tabela 5.1:

Tabela 5.1 – Tabela de custos

Diametro da estaca	Volume Concreto	Nº Estacas	Sobra Tf	Custo Concreto	Custo por Estaca	Custo Total Reais
60,00 cm ²	2076,47 m ³	204	3039,18 tf	R\$ 622.940,12	R\$ 734.400,00	R\$ 1.357.340,12
70,00 cm ²	2272,13 m ³	164	2712,12 tf	R\$ 681.637,64	R\$ 590.400,00	R\$ 1.272.037,64
80,00 cm ²	2859,10 m ³	158	7106,37 tf	R\$ 857.730,19	R\$ 568.800,00	R\$ 1.426.530,19
90,00 cm ²	2656,66 m ³	116	2778,21 tf	R\$ 796.996,92	R\$ 417.600,00	R\$ 1.214.596,92
100,00 cm ²	3110,18 m ³	110	5647,93 tf	R\$ 933.053,02	R\$ 396.000,00	R\$ 1.329.053,02
110,00 cm ²	3626,47 m ³	106	8949,98 tf	R\$ 1.087.939,82	R\$ 381.600,00	R\$ 1.469.539,82
120,00 cm ²	3745,78 m ³	92	8505,93 tf	R\$ 1.123.735,13	R\$ 331.200,00	R\$ 1.454.935,13
130,00 cm ²	4396,09 m ³	92	12803,70 tf	R\$ 1.318.828,03	R\$ 331.200,00	R\$ 1.650.028,03
140,00 cm ²	4876,76 m ³	88	15480,28 tf	R\$ 1.463.027,13	R\$ 316.800,00	R\$ 1.779.827,13
150,00 cm ²	4198,74 m ³	66	8716,69 tf	R\$ 1.259.621,57	R\$ 237.600,00	R\$ 1.497.221,57

A partir dessa prévia, foi elaborado o projeto utilizando estacas com diâmetro de 90 cm. Após todos os dimensionamentos e conferências, ainda assim a estaca escavada de 90 cm permaneceu como a de menor custo dentre as analisadas. Planilha orçamentária detalhada está no apêndice.

CAPÍTULO 6. CONCLUSÃO

O objetivo inicial do projeto foi alcançado, uma vez que o projeto executivo para estacas escavadas com grandes diâmetros conseguiu ser elaborado.

A escolha de estacas com 90 cm foi de encontro ao menor custo e menor sobra de capacidade de carga em cada estaca. Para que se execute e se torne uma solução aplicável para a região, no entanto, deve-se diminuir o custo com a mobilização dos equipamentos necessários para a escavação. Talvez a presença de alguma empresa que traga esses equipamentos para região, seja algo para um futuro próximo, o que tornaria exequíveis edifícios mais altos com fundações escavadas.

Os problemas enfrentados com os blocos de fundação foram solucionados calculando com o método das vigas, o que permitiu a locação destes de uma forma a se adequar ao projeto, sem trazer maiores transtornos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABNT. (1996). Projeto e Execução de Fundações. Associação Brasileira de Normas Técnicas, designação da norma: ABNT – 6122/1996.
- [2] ABNT (2001). Execução de Sondagens de simples reconhecimento dos solos com SPT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, designação da norma: ABNT – 6484/2001.
- [3] ABNT (2003). Projeto de Estruturas de Concreto. . Associação Brasileira de Normas Técnicas, designação da norma: ABNT – 6118/2003.
- [4] NÁPOLES NETO, A.D.F. História das fundações: uma breve história das fundações. In: HACHICH, W.; FALCONI, F.F.; SAES, J.L.; FROTA, R.G.Q.; CARVALHO, C.S.; NIYAMA, S. (Org.). Fundações: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998.
- [5] VARGAS, M. História das fundações: história da engenharia de fundações no Brasil. In: HACHICH, W.; FALCONI, F.F.; SAES, J.L.; FROTA, R.G.Q.; CARVALHO, C.S.; NIYAMA, S. (Org.). Fundações: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998.
- [6] DANTAS NETO, S.A. Fundações e obras de contenção. Fortaleza, 2008. 134 p. Notas de aula da disciplina Fundações e Obras de Contenção – Curso de Engenharia Civil/UFC.
- [7] DIRCEU, Velloso; LOPES, Resende. – Fundações Profundas, Vol. 1. Rio de Janeiro: 2010.
- [8] DIRCEU, Velloso; LOPES, Resende. – Fundações Profundas, Vol. 2. Rio de Janeiro: 2010.
- [9] MUNHOZ, F. S.. (2004). Análise do comportamento de blocos de concreto armado sobre Estacas Submetidas à força de ação centrada. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, UFSCar/USP.
- [10] ALVA, G. M. S.. (2007). Projeto Estrutural de blocos sobre estacas. Apostila da Universidade Federal de Santa Maria
- [11] SOUZA, R. A.. (2004). Análise e Dimensionamento de Elementos com Descontinuidades. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações.
- [12] PERROUT, Aurélio; OLIVEIRA, Jhony (2010). Projeto de Fundações de um edifício na cidade de Campos dos Goytacazes. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

- [13] Lei de Zoneamento do Município de Campos dos Goytacazes. Lei 6.691 de 30 de novembro de 1998.
- [14] <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/135/imprime93270.asp>, 07 de setembro de 2011.
- [15] <http://conscam.com.br/portal/projetos/4/Contemporaneo>, 03 de outubro de 2011.
- [16] <http://www.sitengenharia.com.br/fundacaoraiz.htm>, 11 de Outubro de 2011.
- [17] <http://www.novageo.com.br/?pag=grupo&id=10>, 11 de Outubro de 2011.
- [18] http://www.multisolos.com.br/fundacoes/fundacoes_inicial.php?id_fun=fundacoes_new&cd_titulo=3&cd_texto=4&mcd_sub_texto=4, 11 de Outubro de 2011.
- [19] <http://www.tbtc.com.br/produtos>, 31 de Outubro de 2011.
- [20] <http://cafelaranjahost.com.br/drilling/servicos-estaca-raiz-microestacas.php>, 11 de Outubro de 2011.
- [21] <http://revista.construcaomercado.com.br/guia/habitacao-financiamento-imobiliario/105/artigo170490-1.asp> 11 de Outubro de 2011.

Apêndices

1. VALORES DOS ENSAIOS SPT

Prof./ SPT	SPT 07			SPT 08			SPT 09		
	Material	N1	N2	Material	N1	N2	Material	N1	N2
0	aterro	0	0	aterro	0	0	aterro	0	0
1	aterro	8	8	aterro	5	6	aterro	5	6
2	silte argiloso	9	8	silte argiloso	7	8	Argila siltosa	4	4
3	silte argiloso	7	8	silte argiloso	6	6	silte argiloso	3	4
4	silte argiloso	3	2	silte argiloso	10	19	silte argiloso	4	4
5	silte argiloso	2	2	silte argiloso	14	11	silte argiloso	6	8
6	silte argiloso	2	2	silte argiloso	9	12	silte argiloso	9	11
7	silte argiloso	8	3	areia argilosa	10	13	silte argiloso	7	9
8	silte argiloso	3	4	areia argilosa	8	9	silte argiloso	8	8
9	areia siltosa	9	10	areia argilosa	10	11	areia argilosa	7	9
10	areia siltosa	11	12	areia argilosa	9	10	areia argilosa	8	7
11	areia siltosa	10	10	areia argilosa	7	10	areia argilosa	8	9
12	areia siltosa	10	12	areia argilosa	8	8	areia argilosa	9	10
13	areia siltosa	9	9	areia argilosa	7	7	areia argilosa	7	8
14	areia siltosa	10	11	areia argilosa	7	9	areia argilosa	8	7
15	areia siltosa	12	12	areia argilosa	9	11	areia argilosa	9	11
16	areia siltosa	17	23	areia argilosa	15	20	areia argilosa	12	16
17	areia siltosa	15	20	areia argilosa	15	19	areia argilosa	21	28
18	areia argilosa	14	17	areia argilosa	9	11	areia argilosa	12	13
19	areia argilosa	14	17	areia argilosa	8	10	areia argilosa	9	11
20	areia argilosa	11	12	areia argilosa	6	7	areia argilosa	8	10
21	areia argilosa	11	15	areia argilosa	7	9	areia argilosa	24	38
22	silte argiloso	12	15	areia argilosa	21	30	areia argilosa	33	46
23	areia siltosa	12	14	areia argilosa	9	12	areia argilosa	11	15
24	areia siltosa	12	18	areia argilosa	8	11	areia argilosa	11	13
25	areia siltosa	11	15	areia argilosa	10	13	areia argilosa	9	10
26	areia siltosa	12	12	areia argilosa	7	9	areia argilosa	9	11
27	areia siltosa	18	20	areia argilosa	5	6	areia argilosa	7	8
28	silte argiloso	18	18	areia argilosa	6	6	areia argilosa	6	7
29	silte argiloso	16	18	areia	5	6	areia	7	9
30	silte argiloso	19	20	areia	7	9	areia	7	9
31	areia	19	22	silte argiloso	7	8	areia	9	11
32	areia	10	10	silte argiloso	15	20	areia	6	7
33	areia	8	8	areia	8	9	areia	6	6
34	areia	10	10	areia	7	9	areia	9	12
35	areia	8	9	areia	6	8	areia	9	12
36	areia	10	12	areia	6	7	areia	7	9
37	areia	11	10	areia	7	9	areia	8	8
38	areia	10	9	areia	9	15	areia	14	19
39	areia	8	10	areia	9	11	areia	10	18
40	areia	9	10	areia	11	14	areia	15	20
41	areia	10	11	areia	7	9	areia	13	19
42	areia	13	14	areia	8	10	areia	7	9
43	areia	14	18	areia	9	12	areia	7	8
44	areia	21	29	areia	10	11	areia	8	10

2. ESTACA ESCAVADA Φ 60 - SPT 07

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 60		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		138,53	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	1,59	2,00	57,05
P202	220,00	1,59	2,00	57,05
P203	220,00	1,59	2,00	57,05
P204	220,00	1,59	2,00	57,05
P205	500,00	3,61	4,00	54,10
P206	500,00	3,61	4,00	54,10
P207	480,00	3,47	4,00	74,10
P208	480,00	3,47	4,00	74,10
P209	680,00	4,91	5,00	12,63
P210	500,00	3,61	4,00	54,10
P211	500,00	3,61	4,00	54,10
P212	680,00	4,91	5,00	12,63
P213	480,00	3,47	4,00	74,10
P214	480,00	3,47	4,00	74,10
P215	480,00	3,47	4,00	74,10
P216	480,00	3,47	4,00	74,10
P217	950,00	6,86	7,00	19,68
P218	950,00	6,86	7,00	19,68
P219	650,00	4,69	5,00	42,63
P220	480,00	3,47	4,00	74,10
P221	300,00	2,17	3,00	115,58
P222	300,00	2,17	3,00	115,58
P223	480,00	3,47	4,00	74,10
P224	650,00	4,69	5,00	42,63
P225	670,00	4,84	5,00	22,63
P226	670,00	4,84	5,00	22,63
P227	650,00	4,69	5,00	42,63
P228	480,00	3,47	4,00	74,10
P229	350,00	2,53	3,00	65,58
P230	350,00	2,53	3,00	65,58
P231	480,00	3,47	4,00	74,10
P232	650,00	4,69	5,00	42,63
P233	1050,00	7,58	8,00	58,20
P234	1050,00	7,58	8,00	58,20
P235	480,00	3,47	4,00	74,10
P236	480,00	3,47	4,00	74,10
P237	480,00	3,47	4,00	74,10
P238	480,00	3,47	4,00	74,10
P239	680,00	4,91	5,00	12,63
P240	460,00	3,32	4,00	94,10
P241	460,00	3,32	4,00	94,10
P242	680,00	4,91	5,00	12,63
P243	480,00	3,47	4,00	74,10
P244	480,00	3,47	4,00	74,10
P245	450,00	3,25	4,00	104,10
P246	450,00	3,25	4,00	104,10
P247	220,00	1,59	2,00	57,05
P248	220,00	1,59	2,00	57,05
P249	220,00	1,59	2,00	57,05
P250	220,00	1,59	2,00	57,05
TOTAL		204,00	3039,18	

3. ESTACA ESCAVADA Φ 60 - SPT 08

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 60		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		156,62	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	1,40	2,00	93,24
P202	220,00	1,40	2,00	93,24
P203	220,00	1,40	2,00	93,24
P204	220,00	1,40	2,00	93,24
P205	500,00	3,19	4,00	126,49
P206	500,00	3,19	4,00	126,49
P207	480,00	3,06	4,00	146,49
P208	480,00	3,06	4,00	146,49
P209	680,00	4,34	5,00	103,11
P210	500,00	3,19	4,00	126,49
P211	500,00	3,19	4,00	126,49
P212	680,00	4,34	5,00	103,11
P213	480,00	3,06	4,00	146,49
P214	480,00	3,06	4,00	146,49
P215	480,00	3,06	4,00	146,49
P216	480,00	3,06	4,00	146,49
P217	950,00	6,07	7,00	146,36
P218	950,00	6,07	7,00	146,36
P219	650,00	4,15	5,00	133,11
P220	480,00	3,06	4,00	146,49
P221	300,00	1,92	2,00	13,24
P222	300,00	1,92	2,00	13,24
P223	480,00	3,06	4,00	146,49
P224	650,00	4,15	5,00	133,11
P225	670,00	4,28	5,00	113,11
P226	670,00	4,28	5,00	113,11
P227	650,00	4,15	5,00	133,11
P228	480,00	3,06	4,00	146,49
P229	350,00	2,23	3,00	119,87
P230	350,00	2,23	3,00	119,87
P231	480,00	3,06	4,00	146,49
P232	650,00	4,15	5,00	133,11
P233	1050,00	6,70	7,00	46,36
P234	1050,00	6,70	7,00	46,36
P235	480,00	3,06	4,00	146,49
P236	480,00	3,06	4,00	146,49
P237	480,00	3,06	4,00	146,49
P238	480,00	3,06	4,00	146,49
P239	680,00	4,34	5,00	103,11
P240	460,00	2,94	3,00	9,87
P241	460,00	2,94	3,00	9,87
P242	680,00	4,34	5,00	103,11
P243	480,00	3,06	4,00	146,49
P244	480,00	3,06	4,00	146,49
P245	450,00	2,87	3,00	19,87
P246	450,00	2,87	3,00	19,87
P247	220,00	1,40	2,00	93,24
P248	220,00	1,40	2,00	93,24
P249	220,00	1,40	2,00	93,24
P250	220,00	1,40	2,00	93,24
		TOTAL	196,00	5477,95

4. ESTACA ESCAVADA Φ 60 - SPT 09

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 60		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		146,40	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	1,50	2,00	72,79
P202	220,00	1,50	2,00	72,79
P203	220,00	1,50	2,00	72,79
P204	220,00	1,50	2,00	72,79
P205	500,00	3,42	4,00	85,58
P206	500,00	3,42	4,00	85,58
P207	480,00	3,28	4,00	105,58
P208	480,00	3,28	4,00	105,58
P209	680,00	4,64	5,00	51,98
P210	500,00	3,42	4,00	85,58
P211	500,00	3,42	4,00	85,58
P212	680,00	4,64	5,00	51,98
P213	480,00	3,28	4,00	105,58
P214	480,00	3,28	4,00	105,58
P215	480,00	3,28	4,00	105,58
P216	480,00	3,28	4,00	105,58
P217	950,00	6,49	7,00	74,77
P218	950,00	6,49	7,00	74,77
P219	650,00	4,44	5,00	81,98
P220	480,00	3,28	4,00	105,58
P221	300,00	2,05	3,00	139,19
P222	300,00	2,05	3,00	139,19
P223	480,00	3,28	4,00	105,58
P224	650,00	4,44	5,00	81,98
P225	670,00	4,58	5,00	61,98
P226	670,00	4,58	5,00	61,98
P227	650,00	4,44	5,00	81,98
P228	480,00	3,28	4,00	105,58
P229	350,00	2,39	3,00	89,19
P230	350,00	2,39	3,00	89,19
P231	480,00	3,28	4,00	105,58
P232	650,00	4,44	5,00	81,98
P233	1050,00	7,17	8,00	121,17
P234	1050,00	7,17	8,00	121,17
P235	480,00	3,28	4,00	105,58
P236	480,00	3,28	4,00	105,58
P237	480,00	3,28	4,00	105,58
P238	480,00	3,28	4,00	105,58
P239	680,00	4,64	5,00	51,98
P240	460,00	3,14	4,00	125,58
P241	460,00	3,14	4,00	125,58
P242	680,00	4,64	5,00	51,98
P243	480,00	3,28	4,00	105,58
P244	480,00	3,28	4,00	105,58
P245	450,00	3,07	4,00	135,58
P246	450,00	3,07	4,00	135,58
P247	220,00	1,50	2,00	72,79
P248	220,00	1,50	2,00	72,79
P249	220,00	1,50	2,00	72,79
P250	220,00	1,50	2,00	72,79
TOTAL		204,00	4644,83	

5. ESTACA ESCAVADA Φ 70 - SPT 07

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 70		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		170,32	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	1,29	2,00	120,64
P202	220,00	1,29	2,00	120,64
P203	220,00	1,29	2,00	120,64
P204	220,00	1,29	2,00	120,64
P205	500,00	2,94	3,00	10,95
P206	500,00	2,94	3,00	10,95
P207	480,00	2,82	3,00	30,95
P208	480,00	2,82	3,00	30,95
P209	680,00	3,99	4,00	1,27
P210	500,00	2,94	3,00	10,95
P211	500,00	2,94	3,00	10,95
P212	680,00	3,99	4,00	1,27
P213	480,00	2,82	3,00	30,95
P214	480,00	2,82	3,00	30,95
P215	480,00	2,82	3,00	30,95
P216	480,00	2,82	3,00	30,95
P217	950,00	5,58	6,00	71,91
P218	950,00	5,58	6,00	71,91
P219	650,00	3,82	4,00	31,27
P220	480,00	2,82	3,00	30,95
P221	300,00	1,76	2,00	40,64
P222	300,00	1,76	2,00	40,64
P223	480,00	2,82	3,00	30,95
P224	650,00	3,82	4,00	31,27
P225	670,00	3,93	4,00	11,27
P226	670,00	3,93	4,00	11,27
P227	650,00	3,82	4,00	31,27
P228	480,00	2,82	3,00	30,95
P229	350,00	2,05	3,00	160,95
P230	350,00	2,05	3,00	160,95
P231	480,00	2,82	3,00	30,95
P232	650,00	3,82	4,00	31,27
P233	1050,00	6,16	7,00	142,22
P234	1050,00	6,16	7,00	142,22
P235	480,00	2,82	3,00	30,95
P236	480,00	2,82	3,00	30,95
P237	480,00	2,82	3,00	30,95
P238	480,00	2,82	3,00	30,95
P239	680,00	3,99	4,00	1,27
P240	460,00	2,70	3,00	50,95
P241	460,00	2,70	3,00	50,95
P242	680,00	3,99	4,00	1,27
P243	480,00	2,82	3,00	30,95
P244	480,00	2,82	3,00	30,95
P245	450,00	2,64	3,00	60,95
P246	450,00	2,64	3,00	60,95
P247	220,00	1,29	2,00	120,64
P248	220,00	1,29	2,00	120,64
P249	220,00	1,29	2,00	120,64
P250	220,00	1,29	2,00	120,64
TOTAL		164,00	2712,12	

6. ESTACA ESCAVADA Φ 70 - SPT 08

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 70		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		191,43	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	1,15	2,00	162,86
P202	220,00	1,15	2,00	162,86
P203	220,00	1,15	2,00	162,86
P204	220,00	1,15	2,00	162,86
P205	500,00	2,61	3,00	74,29
P206	500,00	2,61	3,00	74,29
P207	480,00	2,51	3,00	94,29
P208	480,00	2,51	3,00	94,29
P209	680,00	3,55	4,00	85,72
P210	500,00	2,61	3,00	74,29
P211	500,00	2,61	3,00	74,29
P212	680,00	3,55	4,00	85,72
P213	480,00	2,51	3,00	94,29
P214	480,00	2,51	3,00	94,29
P215	480,00	2,51	3,00	94,29
P216	480,00	2,51	3,00	94,29
P217	950,00	4,96	5,00	7,15
P218	950,00	4,96	5,00	7,15
P219	650,00	3,40	4,00	115,72
P220	480,00	2,51	3,00	94,29
P221	300,00	1,57	2,00	82,86
P222	300,00	1,57	2,00	82,86
P223	480,00	2,51	3,00	94,29
P224	650,00	3,40	4,00	115,72
P225	670,00	3,50	4,00	95,72
P226	670,00	3,50	4,00	95,72
P227	650,00	3,40	4,00	115,72
P228	480,00	2,51	3,00	94,29
P229	350,00	1,83	2,00	32,86
P230	350,00	1,83	2,00	32,86
P231	480,00	2,51	3,00	94,29
P232	650,00	3,40	4,00	115,72
P233	1050,00	5,49	6,00	98,58
P234	1050,00	5,49	6,00	98,58
P235	480,00	2,51	3,00	94,29
P236	480,00	2,51	3,00	94,29
P237	480,00	2,51	3,00	94,29
P238	480,00	2,51	3,00	94,29
P239	680,00	3,55	4,00	85,72
P240	460,00	2,40	3,00	114,29
P241	460,00	2,40	3,00	114,29
P242	680,00	3,55	4,00	85,72
P243	480,00	2,51	3,00	94,29
P244	480,00	2,51	3,00	94,29
P245	450,00	2,35	3,00	124,29
P246	450,00	2,35	3,00	124,29
P247	220,00	1,15	2,00	162,86
P248	220,00	1,15	2,00	162,86
P249	220,00	1,15	2,00	162,86
P250	220,00	1,15	2,00	162,86
TOTAL		158,00	5026,06	

7. ESTACA ESCAVADA Φ 70 - SPT 09

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 70		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		179,50	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	1,23	2,00	139,00
P202	220,00	1,23	2,00	139,00
P203	220,00	1,23	2,00	139,00
P204	220,00	1,23	2,00	139,00
P205	500,00	2,79	3,00	38,50
P206	500,00	2,79	3,00	38,50
P207	480,00	2,67	3,00	58,50
P208	480,00	2,67	3,00	58,50
P209	680,00	3,79	4,00	38,00
P210	500,00	2,79	3,00	38,50
P211	500,00	2,79	3,00	38,50
P212	680,00	3,79	4,00	38,00
P213	480,00	2,67	3,00	58,50
P214	480,00	2,67	3,00	58,50
P215	480,00	2,67	3,00	58,50
P216	480,00	2,67	3,00	58,50
P217	950,00	5,29	6,00	127,00
P218	950,00	5,29	6,00	127,00
P219	650,00	3,62	4,00	68,00
P220	480,00	2,67	3,00	58,50
P221	300,00	1,67	2,00	59,00
P222	300,00	1,67	2,00	59,00
P223	480,00	2,67	3,00	58,50
P224	650,00	3,62	4,00	68,00
P225	670,00	3,73	4,00	48,00
P226	670,00	3,73	4,00	48,00
P227	650,00	3,62	4,00	68,00
P228	480,00	2,67	3,00	58,50
P229	350,00	1,95	2,00	9,00
P230	350,00	1,95	2,00	9,00
P231	480,00	2,67	3,00	58,50
P232	650,00	3,62	4,00	68,00
P233	1050,00	5,85	6,00	27,00
P234	1050,00	5,85	6,00	27,00
P235	480,00	2,67	3,00	58,50
P236	480,00	2,67	3,00	58,50
P237	480,00	2,67	3,00	58,50
P238	480,00	2,67	3,00	58,50
P239	680,00	3,79	4,00	38,00
P240	460,00	2,56	3,00	78,50
P241	460,00	2,56	3,00	78,50
P242	680,00	3,79	4,00	38,00
P243	480,00	2,67	3,00	58,50
P244	480,00	2,67	3,00	58,50
P245	450,00	2,51	3,00	88,50
P246	450,00	2,51	3,00	88,50
P247	220,00	1,23	2,00	139,00
P248	220,00	1,23	2,00	139,00
P249	220,00	1,23	2,00	139,00
P250	220,00	1,23	2,00	139,00
TOTAL		160,00	160,00	3500,07

8. ESTACA ESCAVADA Φ 80 - SPT 07

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 80		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		204,60	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	1,08	2,00	189,19
P202	220,00	1,08	2,00	189,19
P203	220,00	1,08	2,00	189,19
P204	220,00	1,08	2,00	189,19
P205	500,00	2,44	3,00	113,79
P206	500,00	2,44	3,00	113,79
P207	480,00	2,35	3,00	133,79
P208	480,00	2,35	3,00	133,79
P209	680,00	3,32	4,00	138,39
P210	500,00	2,44	3,00	113,79
P211	500,00	2,44	3,00	113,79
P212	680,00	3,32	4,00	138,39
P213	480,00	2,35	3,00	133,79
P214	480,00	2,35	3,00	133,79
P215	480,00	2,35	3,00	133,79
P216	480,00	2,35	3,00	133,79
P217	950,00	4,64	5,00	72,99
P218	950,00	4,64	5,00	72,99
P219	650,00	3,18	4,00	168,39
P220	480,00	2,35	3,00	133,79
P221	300,00	1,47	2,00	109,19
P222	300,00	1,47	2,00	109,19
P223	480,00	2,35	3,00	133,79
P224	650,00	3,18	4,00	168,39
P225	670,00	3,27	4,00	148,39
P226	670,00	3,27	4,00	148,39
P227	650,00	3,18	4,00	168,39
P228	480,00	2,35	3,00	133,79
P229	350,00	1,71	2,00	59,19
P230	350,00	1,71	2,00	59,19
P231	480,00	2,35	3,00	133,79
P232	650,00	3,18	4,00	168,39
P233	1050,00	5,13	6,00	177,58
P234	1050,00	5,13	6,00	177,58
P235	480,00	2,35	3,00	133,79
P236	480,00	2,35	3,00	133,79
P237	480,00	2,35	3,00	133,79
P238	480,00	2,35	3,00	133,79
P239	680,00	3,32	4,00	138,39
P240	460,00	2,25	3,00	153,79
P241	460,00	2,25	3,00	153,79
P242	680,00	3,32	4,00	138,39
P243	480,00	2,35	3,00	133,79
P244	480,00	2,35	3,00	133,79
P245	450,00	2,20	3,00	163,79
P246	450,00	2,20	3,00	163,79
P247	220,00	1,08	2,00	189,19
P248	220,00	1,08	2,00	189,19
P249	220,00	1,08	2,00	189,19
P250	220,00	1,08	2,00	189,19
TOTAL		158,00	7106,37	

9. ESTACA ESCAVADA Φ 80 - SPT 08

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 80		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		228,73	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,96	1,00	8,73
P202	220,00	0,96	1,00	8,73
P203	220,00	0,96	1,00	8,73
P204	220,00	0,96	1,00	8,73
P205	500,00	2,19	3,00	186,18
P206	500,00	2,19	3,00	186,18
P207	480,00	2,10	3,00	206,18
P208	480,00	2,10	3,00	206,18
P209	680,00	2,97	3,00	6,18
P210	500,00	2,19	3,00	186,18
P211	500,00	2,19	3,00	186,18
P212	680,00	2,97	3,00	6,18
P213	480,00	2,10	3,00	206,18
P214	480,00	2,10	3,00	206,18
P215	480,00	2,10	3,00	206,18
P216	480,00	2,10	3,00	206,18
P217	950,00	4,15	5,00	193,63
P218	950,00	4,15	5,00	193,63
P219	650,00	2,84	3,00	36,18
P220	480,00	2,10	3,00	206,18
P221	300,00	1,31	2,00	157,45
P222	300,00	1,31	2,00	157,45
P223	480,00	2,10	3,00	206,18
P224	650,00	2,84	3,00	36,18
P225	670,00	2,93	3,00	16,18
P226	670,00	2,93	3,00	16,18
P227	650,00	2,84	3,00	36,18
P228	480,00	2,10	3,00	206,18
P229	350,00	1,53	2,00	107,45
P230	350,00	1,53	2,00	107,45
P231	480,00	2,10	3,00	206,18
P232	650,00	2,84	3,00	36,18
P233	1050,00	4,59	5,00	93,63
P234	1050,00	4,59	5,00	93,63
P235	480,00	2,10	3,00	206,18
P236	480,00	2,10	3,00	206,18
P237	480,00	2,10	3,00	206,18
P238	480,00	2,10	3,00	206,18
P239	680,00	2,97	3,00	6,18
P240	460,00	2,01	3,00	226,18
P241	460,00	2,01	3,00	226,18
P242	680,00	2,97	3,00	6,18
P243	480,00	2,10	3,00	206,18
P244	480,00	2,10	3,00	206,18
P245	450,00	1,97	2,00	7,45
P246	450,00	1,97	2,00	7,45
P247	220,00	0,96	1,00	8,73
P248	220,00	0,96	1,00	8,73
P249	220,00	0,96	1,00	8,73
P250	220,00	0,96	1,00	8,73
TOTAL		136,00	5886,79	

10. ESTACA ESCAVADA Φ 80 - SPT 09

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 80		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		215,09	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	1,02	2,00	210,18
P202	220,00	1,02	2,00	210,18
P203	220,00	1,02	2,00	210,18
P204	220,00	1,02	2,00	210,18
P205	500,00	2,32	3,00	145,28
P206	500,00	2,32	3,00	145,28
P207	480,00	2,23	3,00	165,28
P208	480,00	2,23	3,00	165,28
P209	680,00	3,16	4,00	180,37
P210	500,00	2,32	3,00	145,28
P211	500,00	2,32	3,00	145,28
P212	680,00	3,16	4,00	180,37
P213	480,00	2,23	3,00	165,28
P214	480,00	2,23	3,00	165,28
P215	480,00	2,23	3,00	165,28
P216	480,00	2,23	3,00	165,28
P217	950,00	4,42	5,00	125,46
P218	950,00	4,42	5,00	125,46
P219	650,00	3,02	4,00	210,37
P220	480,00	2,23	3,00	165,28
P221	300,00	1,39	2,00	130,18
P222	300,00	1,39	2,00	130,18
P223	480,00	2,23	3,00	165,28
P224	650,00	3,02	4,00	210,37
P225	670,00	3,11	4,00	190,37
P226	670,00	3,11	4,00	190,37
P227	650,00	3,02	4,00	210,37
P228	480,00	2,23	3,00	165,28
P229	350,00	1,63	2,00	80,18
P230	350,00	1,63	2,00	80,18
P231	480,00	2,23	3,00	165,28
P232	650,00	3,02	4,00	210,37
P233	1050,00	4,88	5,00	25,46
P234	1050,00	4,88	5,00	25,46
P235	480,00	2,23	3,00	165,28
P236	480,00	2,23	3,00	165,28
P237	480,00	2,23	3,00	165,28
P238	480,00	2,23	3,00	165,28
P239	680,00	3,16	4,00	180,37
P240	460,00	2,14	3,00	185,28
P241	460,00	2,14	3,00	185,28
P242	680,00	3,16	4,00	180,37
P243	480,00	2,23	3,00	165,28
P244	480,00	2,23	3,00	165,28
P245	450,00	2,09	3,00	195,28
P246	450,00	2,09	3,00	195,28
P247	220,00	1,02	2,00	210,18
P248	220,00	1,02	2,00	210,18
P249	220,00	1,02	2,00	210,18
P250	220,00	1,02	2,00	210,18
TOTAL		156,00	156,00	8334,31

11. ESTACA ESCAVADA Φ 90 - SPT 07

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 90		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		241,36	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,91	1,00	21,36
P202	220,00	0,91	1,00	21,36
P203	220,00	0,91	1,00	21,36
P204	220,00	0,91	1,00	21,36
P205	500,00	2,07	3,00	224,09
P206	500,00	2,07	3,00	224,09
P207	480,00	1,99	2,00	2,73
P208	480,00	1,99	2,00	2,73
P209	680,00	2,82	3,00	44,09
P210	500,00	2,07	3,00	224,09
P211	500,00	2,07	3,00	224,09
P212	680,00	2,82	3,00	44,09
P213	480,00	1,99	2,00	2,73
P214	480,00	1,99	2,00	2,73
P215	480,00	1,99	2,00	2,73
P216	480,00	1,99	2,00	2,73
P217	950,00	3,94	4,00	15,46
P218	950,00	3,94	4,00	15,46
P219	650,00	2,69	3,00	74,09
P220	480,00	1,99	2,00	2,73
P221	300,00	1,24	2,00	182,73
P222	300,00	1,24	2,00	182,73
P223	480,00	1,99	2,00	2,73
P224	650,00	2,69	3,00	74,09
P225	670,00	2,78	3,00	54,09
P226	670,00	2,78	3,00	54,09
P227	650,00	2,69	3,00	74,09
P228	480,00	1,99	2,00	2,73
P229	350,00	1,45	2,00	132,73
P230	350,00	1,45	2,00	132,73
P231	480,00	1,99	2,00	2,73
P232	650,00	2,69	3,00	74,09
P233	1050,00	4,35	5,00	156,82
P234	1050,00	4,35	5,00	156,82
P235	480,00	1,99	2,00	2,73
P236	480,00	1,99	2,00	2,73
P237	480,00	1,99	2,00	2,73
P238	480,00	1,99	2,00	2,73
P239	680,00	2,82	3,00	44,09
P240	460,00	1,91	2,00	22,73
P241	460,00	1,91	2,00	22,73
P242	680,00	2,82	3,00	44,09
P243	480,00	1,99	2,00	2,73
P244	480,00	1,99	2,00	2,73
P245	450,00	1,86	2,00	32,73
P246	450,00	1,86	2,00	32,73
P247	220,00	0,91	1,00	21,36
P248	220,00	0,91	1,00	21,36
P249	220,00	0,91	1,00	21,36
P250	220,00	0,91	1,00	21,36
TOTAL		116,00	116,00	2778,21

12. ESTACA ESCAVADA Φ 90 - SPT 08

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 90		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		268,51	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,82	1,00	48,51
P202	220,00	0,82	1,00	48,51
P203	220,00	0,82	1,00	48,51
P204	220,00	0,82	1,00	48,51
P205	500,00	1,86	2,00	37,02
P206	500,00	1,86	2,00	37,02
P207	480,00	1,79	2,00	57,02
P208	480,00	1,79	2,00	57,02
P209	680,00	2,53	3,00	125,53
P210	500,00	1,86	2,00	37,02
P211	500,00	1,86	2,00	37,02
P212	680,00	2,53	3,00	125,53
P213	480,00	1,79	2,00	57,02
P214	480,00	1,79	2,00	57,02
P215	480,00	1,79	2,00	57,02
P216	480,00	1,79	2,00	57,02
P217	950,00	3,54	4,00	124,04
P218	950,00	3,54	4,00	124,04
P219	650,00	2,42	3,00	155,53
P220	480,00	1,79	2,00	57,02
P221	300,00	1,12	2,00	237,02
P222	300,00	1,12	2,00	237,02
P223	480,00	1,79	2,00	57,02
P224	650,00	2,42	3,00	155,53
P225	670,00	2,50	3,00	135,53
P226	670,00	2,50	3,00	135,53
P227	650,00	2,42	3,00	155,53
P228	480,00	1,79	2,00	57,02
P229	350,00	1,30	2,00	187,02
P230	350,00	1,30	2,00	187,02
P231	480,00	1,79	2,00	57,02
P232	650,00	2,42	3,00	155,53
P233	1050,00	3,91	4,00	24,04
P234	1050,00	3,91	4,00	24,04
P235	480,00	1,79	2,00	57,02
P236	480,00	1,79	2,00	57,02
P237	480,00	1,79	2,00	57,02
P238	480,00	1,79	2,00	57,02
P239	680,00	2,53	3,00	125,53
P240	460,00	1,71	2,00	77,02
P241	460,00	1,71	2,00	77,02
P242	680,00	2,53	3,00	125,53
P243	480,00	1,79	2,00	57,02
P244	480,00	1,79	2,00	57,02
P245	450,00	1,68	2,00	87,02
P246	450,00	1,68	2,00	87,02
P247	220,00	0,82	1,00	48,51
P248	220,00	0,82	1,00	48,51
P249	220,00	0,82	1,00	48,51
P250	220,00	0,82	1,00	48,51
TOTAL		110,00	110,00	4316,00

13. ESTACA ESCAVADA Φ 90 - SPT 09

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 90		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		253,17	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,87	1,00	33,17
P202	220,00	0,87	1,00	33,17
P203	220,00	0,87	1,00	33,17
P204	220,00	0,87	1,00	33,17
P205	500,00	1,97	2,00	6,34
P206	500,00	1,97	2,00	6,34
P207	480,00	1,90	2,00	26,34
P208	480,00	1,90	2,00	26,34
P209	680,00	2,69	3,00	79,51
P210	500,00	1,97	2,00	6,34
P211	500,00	1,97	2,00	6,34
P212	680,00	2,69	3,00	79,51
P213	480,00	1,90	2,00	26,34
P214	480,00	1,90	2,00	26,34
P215	480,00	1,90	2,00	26,34
P216	480,00	1,90	2,00	26,34
P217	950,00	3,75	4,00	62,68
P218	950,00	3,75	4,00	62,68
P219	650,00	2,57	3,00	109,51
P220	480,00	1,90	2,00	26,34
P221	300,00	1,18	2,00	206,34
P222	300,00	1,18	2,00	206,34
P223	480,00	1,90	2,00	26,34
P224	650,00	2,57	3,00	109,51
P225	670,00	2,65	3,00	89,51
P226	670,00	2,65	3,00	89,51
P227	650,00	2,57	3,00	109,51
P228	480,00	1,90	2,00	26,34
P229	350,00	1,38	2,00	156,34
P230	350,00	1,38	2,00	156,34
P231	480,00	1,90	2,00	26,34
P232	650,00	2,57	3,00	109,51
P233	1050,00	4,15	5,00	215,85
P234	1050,00	4,15	5,00	215,85
P235	480,00	1,90	2,00	26,34
P236	480,00	1,90	2,00	26,34
P237	480,00	1,90	2,00	26,34
P238	480,00	1,90	2,00	26,34
P239	680,00	2,69	3,00	79,51
P240	460,00	1,82	2,00	46,34
P241	460,00	1,82	2,00	46,34
P242	680,00	2,69	3,00	79,51
P243	480,00	1,90	2,00	26,34
P244	480,00	1,90	2,00	26,34
P245	450,00	1,78	2,00	56,34
P246	450,00	1,78	2,00	56,34
P247	220,00	0,87	1,00	33,17
P248	220,00	0,87	1,00	33,17
P249	220,00	0,87	1,00	33,17
P250	220,00	0,87	1,00	33,17
		TOTAL	112,00	3135,06

14. ESTACA ESCAVADA Φ 100 - SPT 07

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 100		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		280,62	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,78	1,00	60,62
P202	220,00	0,78	1,00	60,62
P203	220,00	0,78	1,00	60,62
P204	220,00	0,78	1,00	60,62
P205	500,00	1,78	2,00	61,24
P206	500,00	1,78	2,00	61,24
P207	480,00	1,71	2,00	81,24
P208	480,00	1,71	2,00	81,24
P209	680,00	2,42	3,00	161,85
P210	500,00	1,78	2,00	61,24
P211	500,00	1,78	2,00	61,24
P212	680,00	2,42	3,00	161,85
P213	480,00	1,71	2,00	81,24
P214	480,00	1,71	2,00	81,24
P215	480,00	1,71	2,00	81,24
P216	480,00	1,71	2,00	81,24
P217	950,00	3,39	4,00	172,47
P218	950,00	3,39	4,00	172,47
P219	650,00	2,32	3,00	191,85
P220	480,00	1,71	2,00	81,24
P221	300,00	1,07	2,00	261,24
P222	300,00	1,07	2,00	261,24
P223	480,00	1,71	2,00	81,24
P224	650,00	2,32	3,00	191,85
P225	670,00	2,39	3,00	171,85
P226	670,00	2,39	3,00	171,85
P227	650,00	2,32	3,00	191,85
P228	480,00	1,71	2,00	81,24
P229	350,00	1,25	2,00	211,24
P230	350,00	1,25	2,00	211,24
P231	480,00	1,71	2,00	81,24
P232	650,00	2,32	3,00	191,85
P233	1050,00	3,74	4,00	72,47
P234	1050,00	3,74	4,00	72,47
P235	480,00	1,71	2,00	81,24
P236	480,00	1,71	2,00	81,24
P237	480,00	1,71	2,00	81,24
P238	480,00	1,71	2,00	81,24
P239	680,00	2,42	3,00	161,85
P240	460,00	1,64	2,00	101,24
P241	460,00	1,64	2,00	101,24
P242	680,00	2,42	3,00	161,85
P243	480,00	1,71	2,00	81,24
P244	480,00	1,71	2,00	81,24
P245	450,00	1,60	2,00	111,24
P246	450,00	1,60	2,00	111,24
P247	220,00	0,78	1,00	60,62
P248	220,00	0,78	1,00	60,62
P249	220,00	0,78	1,00	60,62
P250	220,00	0,78	1,00	60,62
TOTAL		110,00	110,00	5647,93

15. ESTACA ESCAVADA Φ 100 - SPT 08

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 100		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		310,78	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,71	1,00	90,78
P202	220,00	0,71	1,00	90,78
P203	220,00	0,71	1,00	90,78
P204	220,00	0,71	1,00	90,78
P205	500,00	1,61	2,00	121,56
P206	500,00	1,61	2,00	121,56
P207	480,00	1,54	2,00	141,56
P208	480,00	1,54	2,00	141,56
P209	680,00	2,19	3,00	252,34
P210	500,00	1,61	2,00	121,56
P211	500,00	1,61	2,00	121,56
P212	680,00	2,19	3,00	252,34
P213	480,00	1,54	2,00	141,56
P214	480,00	1,54	2,00	141,56
P215	480,00	1,54	2,00	141,56
P216	480,00	1,54	2,00	141,56
P217	950,00	3,06	4,00	293,12
P218	950,00	3,06	4,00	293,12
P219	650,00	2,09	3,00	282,34
P220	480,00	1,54	2,00	141,56
P221	300,00	0,97	1,00	10,78
P222	300,00	0,97	1,00	10,78
P223	480,00	1,54	2,00	141,56
P224	650,00	2,09	3,00	282,34
P225	670,00	2,16	3,00	262,34
P226	670,00	2,16	3,00	262,34
P227	650,00	2,09	3,00	282,34
P228	480,00	1,54	2,00	141,56
P229	350,00	1,13	2,00	271,56
P230	350,00	1,13	2,00	271,56
P231	480,00	1,54	2,00	141,56
P232	650,00	2,09	3,00	282,34
P233	1050,00	3,38	4,00	193,12
P234	1050,00	3,38	4,00	193,12
P235	480,00	1,54	2,00	141,56
P236	480,00	1,54	2,00	141,56
P237	480,00	1,54	2,00	141,56
P238	480,00	1,54	2,00	141,56
P239	680,00	2,19	3,00	252,34
P240	460,00	1,48	2,00	161,56
P241	460,00	1,48	2,00	161,56
P242	680,00	2,19	3,00	252,34
P243	480,00	1,54	2,00	141,56
P244	480,00	1,54	2,00	141,56
P245	450,00	1,45	2,00	171,56
P246	450,00	1,45	2,00	171,56
P247	220,00	0,71	1,00	90,78
P248	220,00	0,71	1,00	90,78
P249	220,00	0,71	1,00	90,78
P250	220,00	0,71	1,00	90,78
TOTAL		108,00	108,00	8344,12

16. ESTACA ESCAVADA Φ 100 - SPT 09

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 100		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		293,74	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,75	1,00	73,74
P202	220,00	0,75	1,00	73,74
P203	220,00	0,75	1,00	73,74
P204	220,00	0,75	1,00	73,74
P205	500,00	1,70	2,00	87,47
P206	500,00	1,70	2,00	87,47
P207	480,00	1,63	2,00	107,47
P208	480,00	1,63	2,00	107,47
P209	680,00	2,32	3,00	201,21
P210	500,00	1,70	2,00	87,47
P211	500,00	1,70	2,00	87,47
P212	680,00	2,32	3,00	201,21
P213	480,00	1,63	2,00	107,47
P214	480,00	1,63	2,00	107,47
P215	480,00	1,63	2,00	107,47
P216	480,00	1,63	2,00	107,47
P217	950,00	3,23	4,00	224,94
P218	950,00	3,23	4,00	224,94
P219	650,00	2,21	3,00	231,21
P220	480,00	1,63	2,00	107,47
P221	300,00	1,02	2,00	287,47
P222	300,00	1,02	2,00	287,47
P223	480,00	1,63	2,00	107,47
P224	650,00	2,21	3,00	231,21
P225	670,00	2,28	3,00	211,21
P226	670,00	2,28	3,00	211,21
P227	650,00	2,21	3,00	231,21
P228	480,00	1,63	2,00	107,47
P229	350,00	1,19	2,00	237,47
P230	350,00	1,19	2,00	237,47
P231	480,00	1,63	2,00	107,47
P232	650,00	2,21	3,00	231,21
P233	1050,00	3,57	4,00	124,94
P234	1050,00	3,57	4,00	124,94
P235	480,00	1,63	2,00	107,47
P236	480,00	1,63	2,00	107,47
P237	480,00	1,63	2,00	107,47
P238	480,00	1,63	2,00	107,47
P239	680,00	2,32	3,00	201,21
P240	460,00	1,57	2,00	127,47
P241	460,00	1,57	2,00	127,47
P242	680,00	2,32	3,00	201,21
P243	480,00	1,63	2,00	107,47
P244	480,00	1,63	2,00	107,47
P245	450,00	1,53	2,00	137,47
P246	450,00	1,53	2,00	137,47
P247	220,00	0,75	1,00	73,74
P248	220,00	0,75	1,00	73,74
P249	220,00	0,75	1,00	73,74
P250	220,00	0,75	1,00	73,74
TOTAL		110,00	110,00	7090,92

17. ESTACA ESCAVADA Φ 110 - SPT 07

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 110		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		322,36	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,68	1,00	102,36
P202	220,00	0,68	1,00	102,36
P203	220,00	0,68	1,00	102,36
P204	220,00	0,68	1,00	102,36
P205	500,00	1,55	2,00	144,72
P206	500,00	1,55	2,00	144,72
P207	480,00	1,49	2,00	164,72
P208	480,00	1,49	2,00	164,72
P209	680,00	2,11	3,00	287,07
P210	500,00	1,55	2,00	144,72
P211	500,00	1,55	2,00	144,72
P212	680,00	2,11	3,00	287,07
P213	480,00	1,49	2,00	164,72
P214	480,00	1,49	2,00	164,72
P215	480,00	1,49	2,00	164,72
P216	480,00	1,49	2,00	164,72
P217	950,00	2,95	3,00	17,07
P218	950,00	2,95	3,00	17,07
P219	650,00	2,02	3,00	317,07
P220	480,00	1,49	2,00	164,72
P221	300,00	0,93	1,00	22,36
P222	300,00	0,93	1,00	22,36
P223	480,00	1,49	2,00	164,72
P224	650,00	2,02	3,00	317,07
P225	670,00	2,08	3,00	297,07
P226	670,00	2,08	3,00	297,07
P227	650,00	2,02	3,00	317,07
P228	480,00	1,49	2,00	164,72
P229	350,00	1,09	2,00	294,72
P230	350,00	1,09	2,00	294,72
P231	480,00	1,49	2,00	164,72
P232	650,00	2,02	3,00	317,07
P233	1050,00	3,26	4,00	239,43
P234	1050,00	3,26	4,00	239,43
P235	480,00	1,49	2,00	164,72
P236	480,00	1,49	2,00	164,72
P237	480,00	1,49	2,00	164,72
P238	480,00	1,49	2,00	164,72
P239	680,00	2,11	3,00	287,07
P240	460,00	1,43	2,00	184,72
P241	460,00	1,43	2,00	184,72
P242	680,00	2,11	3,00	287,07
P243	480,00	1,49	2,00	164,72
P244	480,00	1,49	2,00	164,72
P245	450,00	1,40	2,00	194,72
P246	450,00	1,40	2,00	194,72
P247	220,00	0,68	1,00	102,36
P248	220,00	0,68	1,00	102,36
P249	220,00	0,68	1,00	102,36
P250	220,00	0,68	1,00	102,36
TOTAL		106,00	8949,98	

18. ESTACA ESCAVADA Φ 110 - SPT 08

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 110		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		355,54	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,62	1,00	135,54
P202	220,00	0,62	1,00	135,54
P203	220,00	0,62	1,00	135,54
P204	220,00	0,62	1,00	135,54
P205	500,00	1,41	2,00	211,07
P206	500,00	1,41	2,00	211,07
P207	480,00	1,35	2,00	231,07
P208	480,00	1,35	2,00	231,07
P209	680,00	1,91	2,00	31,07
P210	500,00	1,41	2,00	211,07
P211	500,00	1,41	2,00	211,07
P212	680,00	1,91	2,00	31,07
P213	480,00	1,35	2,00	231,07
P214	480,00	1,35	2,00	231,07
P215	480,00	1,35	2,00	231,07
P216	480,00	1,35	2,00	231,07
P217	950,00	2,67	3,00	116,61
P218	950,00	2,67	3,00	116,61
P219	650,00	1,83	2,00	61,07
P220	480,00	1,35	2,00	231,07
P221	300,00	0,84	1,00	55,54
P222	300,00	0,84	1,00	55,54
P223	480,00	1,35	2,00	231,07
P224	650,00	1,83	2,00	61,07
P225	670,00	1,88	2,00	41,07
P226	670,00	1,88	2,00	41,07
P227	650,00	1,83	2,00	61,07
P228	480,00	1,35	2,00	231,07
P229	350,00	0,98	1,00	5,54
P230	350,00	0,98	1,00	5,54
P231	480,00	1,35	2,00	231,07
P232	650,00	1,83	2,00	61,07
P233	1050,00	2,95	3,00	16,61
P234	1050,00	2,95	3,00	16,61
P235	480,00	1,35	2,00	231,07
P236	480,00	1,35	2,00	231,07
P237	480,00	1,35	2,00	231,07
P238	480,00	1,35	2,00	231,07
P239	680,00	1,91	2,00	31,07
P240	460,00	1,29	2,00	251,07
P241	460,00	1,29	2,00	251,07
P242	680,00	1,91	2,00	31,07
P243	480,00	1,35	2,00	231,07
P244	480,00	1,35	2,00	231,07
P245	450,00	1,27	2,00	261,07
P246	450,00	1,27	2,00	261,07
P247	220,00	0,62	1,00	135,54
P248	220,00	0,62	1,00	135,54
P249	220,00	0,62	1,00	135,54
P250	220,00	0,62	1,00	135,54
TOTAL		92,00	7489,30	

19. ESTACA ESCAVADA Φ 110 - SPT 09

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 110		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		336,79	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,65	1,00	116,79
P202	220,00	0,65	1,00	116,79
P203	220,00	0,65	1,00	116,79
P204	220,00	0,65	1,00	116,79
P205	500,00	1,48	2,00	173,58
P206	500,00	1,48	2,00	173,58
P207	480,00	1,43	2,00	193,58
P208	480,00	1,43	2,00	193,58
P209	680,00	2,02	3,00	330,36
P210	500,00	1,48	2,00	173,58
P211	500,00	1,48	2,00	173,58
P212	680,00	2,02	3,00	330,36
P213	480,00	1,43	2,00	193,58
P214	480,00	1,43	2,00	193,58
P215	480,00	1,43	2,00	193,58
P216	480,00	1,43	2,00	193,58
P217	950,00	2,82	3,00	60,36
P218	950,00	2,82	3,00	60,36
P219	650,00	1,93	2,00	23,58
P220	480,00	1,43	2,00	193,58
P221	300,00	0,89	1,00	36,79
P222	300,00	0,89	1,00	36,79
P223	480,00	1,43	2,00	193,58
P224	650,00	1,93	2,00	23,58
P225	670,00	1,99	2,00	3,58
P226	670,00	1,99	2,00	3,58
P227	650,00	1,93	2,00	23,58
P228	480,00	1,43	2,00	193,58
P229	350,00	1,04	2,00	323,58
P230	350,00	1,04	2,00	323,58
P231	480,00	1,43	2,00	193,58
P232	650,00	1,93	2,00	23,58
P233	1050,00	3,12	4,00	297,15
P234	1050,00	3,12	4,00	297,15
P235	480,00	1,43	2,00	193,58
P236	480,00	1,43	2,00	193,58
P237	480,00	1,43	2,00	193,58
P238	480,00	1,43	2,00	193,58
P239	680,00	2,02	3,00	330,36
P240	460,00	1,37	2,00	213,58
P241	460,00	1,37	2,00	213,58
P242	680,00	2,02	3,00	330,36
P243	480,00	1,43	2,00	193,58
P244	480,00	1,43	2,00	193,58
P245	450,00	1,34	2,00	223,58
P246	450,00	1,34	2,00	223,58
P247	220,00	0,65	1,00	116,79
P248	220,00	0,65	1,00	116,79
P249	220,00	0,65	1,00	116,79
P250	220,00	0,65	1,00	116,79
TOTAL		100,00	8458,82	

20. ESTACA ESCAVADA Φ 120 - SPT 07

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 120		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		366,59	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,60	1,00	146,59
P202	220,00	0,60	1,00	146,59
P203	220,00	0,60	1,00	146,59
P204	220,00	0,60	1,00	146,59
P205	500,00	1,36	2,00	233,17
P206	500,00	1,36	2,00	233,17
P207	480,00	1,31	2,00	253,17
P208	480,00	1,31	2,00	253,17
P209	680,00	1,85	2,00	53,17
P210	500,00	1,36	2,00	233,17
P211	500,00	1,36	2,00	233,17
P212	680,00	1,85	2,00	53,17
P213	480,00	1,31	2,00	253,17
P214	480,00	1,31	2,00	253,17
P215	480,00	1,31	2,00	253,17
P216	480,00	1,31	2,00	253,17
P217	950,00	2,59	3,00	149,76
P218	950,00	2,59	3,00	149,76
P219	650,00	1,77	2,00	83,17
P220	480,00	1,31	2,00	253,17
P221	300,00	0,82	1,00	66,59
P222	300,00	0,82	1,00	66,59
P223	480,00	1,31	2,00	253,17
P224	650,00	1,77	2,00	83,17
P225	670,00	1,83	2,00	63,17
P226	670,00	1,83	2,00	63,17
P227	650,00	1,77	2,00	83,17
P228	480,00	1,31	2,00	253,17
P229	350,00	0,95	1,00	16,59
P230	350,00	0,95	1,00	16,59
P231	480,00	1,31	2,00	253,17
P232	650,00	1,77	2,00	83,17
P233	1050,00	2,86	3,00	49,76
P234	1050,00	2,86	3,00	49,76
P235	480,00	1,31	2,00	253,17
P236	480,00	1,31	2,00	253,17
P237	480,00	1,31	2,00	253,17
P238	480,00	1,31	2,00	253,17
P239	680,00	1,85	2,00	53,17
P240	460,00	1,25	2,00	273,17
P241	460,00	1,25	2,00	273,17
P242	680,00	1,85	2,00	53,17
P243	480,00	1,31	2,00	253,17
P244	480,00	1,31	2,00	253,17
P245	450,00	1,23	2,00	283,17
P246	450,00	1,23	2,00	283,17
P247	220,00	0,60	1,00	146,59
P248	220,00	0,60	1,00	146,59
P249	220,00	0,60	1,00	146,59
P250	220,00	0,60	1,00	146,59
TOTAL		92,00	92,00	8505,93

21. ESTACA ESCAVADA Φ 120 - SPT 08

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 120		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		402,78	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,55	1,00	182,78
P202	220,00	0,55	1,00	182,78
P203	220,00	0,55	1,00	182,78
P204	220,00	0,55	1,00	182,78
P205	500,00	1,24	2,00	305,56
P206	500,00	1,24	2,00	305,56
P207	480,00	1,19	2,00	325,56
P208	480,00	1,19	2,00	325,56
P209	680,00	1,69	2,00	125,56
P210	500,00	1,24	2,00	305,56
P211	500,00	1,24	2,00	305,56
P212	680,00	1,69	2,00	125,56
P213	480,00	1,19	2,00	325,56
P214	480,00	1,19	2,00	325,56
P215	480,00	1,19	2,00	325,56
P216	480,00	1,19	2,00	325,56
P217	950,00	2,36	3,00	258,34
P218	950,00	2,36	3,00	258,34
P219	650,00	1,61	2,00	155,56
P220	480,00	1,19	2,00	325,56
P221	300,00	0,74	1,00	102,78
P222	300,00	0,74	1,00	102,78
P223	480,00	1,19	2,00	325,56
P224	650,00	1,61	2,00	155,56
P225	670,00	1,66	2,00	135,56
P226	670,00	1,66	2,00	135,56
P227	650,00	1,61	2,00	155,56
P228	480,00	1,19	2,00	325,56
P229	350,00	0,87	1,00	52,78
P230	350,00	0,87	1,00	52,78
P231	480,00	1,19	2,00	325,56
P232	650,00	1,61	2,00	155,56
P233	1050,00	2,61	3,00	158,34
P234	1050,00	2,61	3,00	158,34
P235	480,00	1,19	2,00	325,56
P236	480,00	1,19	2,00	325,56
P237	480,00	1,19	2,00	325,56
P238	480,00	1,19	2,00	325,56
P239	680,00	1,69	2,00	125,56
P240	460,00	1,14	2,00	345,56
P241	460,00	1,14	2,00	345,56
P242	680,00	1,69	2,00	125,56
P243	480,00	1,19	2,00	325,56
P244	480,00	1,19	2,00	325,56
P245	450,00	1,12	2,00	355,56
P246	450,00	1,12	2,00	355,56
P247	220,00	0,55	1,00	182,78
P248	220,00	0,55	1,00	182,78
P249	220,00	0,55	1,00	182,78
P250	220,00	0,55	1,00	182,78
TOTAL		92,00	11835,74	

22. ESTACA ESCAVADA Φ 120 - SPT 09

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 120		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		382,33	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,58	1,00	162,33
P202	220,00	0,58	1,00	162,33
P203	220,00	0,58	1,00	162,33
P204	220,00	0,58	1,00	162,33
P205	500,00	1,31	2,00	264,66
P206	500,00	1,31	2,00	264,66
P207	480,00	1,26	2,00	284,66
P208	480,00	1,26	2,00	284,66
P209	680,00	1,78	2,00	84,66
P210	500,00	1,31	2,00	264,66
P211	500,00	1,31	2,00	264,66
P212	680,00	1,78	2,00	84,66
P213	480,00	1,26	2,00	284,66
P214	480,00	1,26	2,00	284,66
P215	480,00	1,26	2,00	284,66
P216	480,00	1,26	2,00	284,66
P217	950,00	2,48	3,00	196,98
P218	950,00	2,48	3,00	196,98
P219	650,00	1,70	2,00	114,66
P220	480,00	1,26	2,00	284,66
P221	300,00	0,78	1,00	82,33
P222	300,00	0,78	1,00	82,33
P223	480,00	1,26	2,00	284,66
P224	650,00	1,70	2,00	114,66
P225	670,00	1,75	2,00	94,66
P226	670,00	1,75	2,00	94,66
P227	650,00	1,70	2,00	114,66
P228	480,00	1,26	2,00	284,66
P229	350,00	0,92	1,00	32,33
P230	350,00	0,92	1,00	32,33
P231	480,00	1,26	2,00	284,66
P232	650,00	1,70	2,00	114,66
P233	1050,00	2,75	3,00	96,98
P234	1050,00	2,75	3,00	96,98
P235	480,00	1,26	2,00	284,66
P236	480,00	1,26	2,00	284,66
P237	480,00	1,26	2,00	284,66
P238	480,00	1,26	2,00	284,66
P239	680,00	1,78	2,00	84,66
P240	460,00	1,20	2,00	304,66
P241	460,00	1,20	2,00	304,66
P242	680,00	1,78	2,00	84,66
P243	480,00	1,26	2,00	284,66
P244	480,00	1,26	2,00	284,66
P245	450,00	1,18	2,00	314,66
P246	450,00	1,18	2,00	314,66
P247	220,00	0,58	1,00	162,33
P248	220,00	0,58	1,00	162,33
P249	220,00	0,58	1,00	162,33
P250	220,00	0,58	1,00	162,33
TOTAL		92,00	92,00	9954,17

23. ESTACA ESCAVADA Φ 130 - SPT 07

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 130		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		413,30	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,53	1,00	193,30
P202	220,00	0,53	1,00	193,30
P203	220,00	0,53	1,00	193,30
P204	220,00	0,53	1,00	193,30
P205	500,00	1,21	2,00	326,60
P206	500,00	1,21	2,00	326,60
P207	480,00	1,16	2,00	346,60
P208	480,00	1,16	2,00	346,60
P209	680,00	1,65	2,00	146,60
P210	500,00	1,21	2,00	326,60
P211	500,00	1,21	2,00	326,60
P212	680,00	1,65	2,00	146,60
P213	480,00	1,16	2,00	346,60
P214	480,00	1,16	2,00	346,60
P215	480,00	1,16	2,00	346,60
P216	480,00	1,16	2,00	346,60
P217	950,00	2,30	3,00	289,90
P218	950,00	2,30	3,00	289,90
P219	650,00	1,57	2,00	176,60
P220	480,00	1,16	2,00	346,60
P221	300,00	0,73	1,00	113,30
P222	300,00	0,73	1,00	113,30
P223	480,00	1,16	2,00	346,60
P224	650,00	1,57	2,00	176,60
P225	670,00	1,62	2,00	156,60
P226	670,00	1,62	2,00	156,60
P227	650,00	1,57	2,00	176,60
P228	480,00	1,16	2,00	346,60
P229	350,00	0,85	1,00	63,30
P230	350,00	0,85	1,00	63,30
P231	480,00	1,16	2,00	346,60
P232	650,00	1,57	2,00	176,60
P233	1050,00	2,54	3,00	189,90
P234	1050,00	2,54	3,00	189,90
P235	480,00	1,16	2,00	346,60
P236	480,00	1,16	2,00	346,60
P237	480,00	1,16	2,00	346,60
P238	480,00	1,16	2,00	346,60
P239	680,00	1,65	2,00	146,60
P240	460,00	1,11	2,00	366,60
P241	460,00	1,11	2,00	366,60
P242	680,00	1,65	2,00	146,60
P243	480,00	1,16	2,00	346,60
P244	480,00	1,16	2,00	346,60
P245	450,00	1,09	2,00	376,60
P246	450,00	1,09	2,00	376,60
P247	220,00	0,53	1,00	193,30
P248	220,00	0,53	1,00	193,30
P249	220,00	0,53	1,00	193,30
P250	220,00	0,53	1,00	193,30
TOTAL		92,00	12803,70	

24. ESTACA ESCAVADA Φ 130 - SPT 08

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 130		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		452,51	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,49	1,00	232,51
P202	220,00	0,49	1,00	232,51
P203	220,00	0,49	1,00	232,51
P204	220,00	0,49	1,00	232,51
P205	500,00	1,10	2,00	405,02
P206	500,00	1,10	2,00	405,02
P207	480,00	1,06	2,00	425,02
P208	480,00	1,06	2,00	425,02
P209	680,00	1,50	2,00	225,02
P210	500,00	1,10	2,00	405,02
P211	500,00	1,10	2,00	405,02
P212	680,00	1,50	2,00	225,02
P213	480,00	1,06	2,00	425,02
P214	480,00	1,06	2,00	425,02
P215	480,00	1,06	2,00	425,02
P216	480,00	1,06	2,00	425,02
P217	950,00	2,10	3,00	407,53
P218	950,00	2,10	3,00	407,53
P219	650,00	1,44	2,00	255,02
P220	480,00	1,06	2,00	425,02
P221	300,00	0,66	1,00	152,51
P222	300,00	0,66	1,00	152,51
P223	480,00	1,06	2,00	425,02
P224	650,00	1,44	2,00	255,02
P225	670,00	1,48	2,00	235,02
P226	670,00	1,48	2,00	235,02
P227	650,00	1,44	2,00	255,02
P228	480,00	1,06	2,00	425,02
P229	350,00	0,77	1,00	102,51
P230	350,00	0,77	1,00	102,51
P231	480,00	1,06	2,00	425,02
P232	650,00	1,44	2,00	255,02
P233	1050,00	2,32	3,00	307,53
P234	1050,00	2,32	3,00	307,53
P235	480,00	1,06	2,00	425,02
P236	480,00	1,06	2,00	425,02
P237	480,00	1,06	2,00	425,02
P238	480,00	1,06	2,00	425,02
P239	680,00	1,50	2,00	225,02
P240	460,00	1,02	2,00	445,02
P241	460,00	1,02	2,00	445,02
P242	680,00	1,50	2,00	225,02
P243	480,00	1,06	2,00	425,02
P244	480,00	1,06	2,00	425,02
P245	450,00	0,99	1,00	2,51
P246	450,00	0,99	1,00	2,51
P247	220,00	0,49	1,00	232,51
P248	220,00	0,49	1,00	232,51
P249	220,00	0,49	1,00	232,51
P250	220,00	0,49	1,00	232,51
TOTAL		90,00	15505,98	

25. ESTACA ESCAVADA Φ 130 - SPT 09

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 130		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		430,35	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,51	1,00	210,35
P202	220,00	0,51	1,00	210,35
P203	220,00	0,51	1,00	210,35
P204	220,00	0,51	1,00	210,35
P205	500,00	1,16	2,00	360,71
P206	500,00	1,16	2,00	360,71
P207	480,00	1,12	2,00	380,71
P208	480,00	1,12	2,00	380,71
P209	680,00	1,58	2,00	180,71
P210	500,00	1,16	2,00	360,71
P211	500,00	1,16	2,00	360,71
P212	680,00	1,58	2,00	180,71
P213	480,00	1,12	2,00	380,71
P214	480,00	1,12	2,00	380,71
P215	480,00	1,12	2,00	380,71
P216	480,00	1,12	2,00	380,71
P217	950,00	2,21	3,00	341,06
P218	950,00	2,21	3,00	341,06
P219	650,00	1,51	2,00	210,71
P220	480,00	1,12	2,00	380,71
P221	300,00	0,70	1,00	130,35
P222	300,00	0,70	1,00	130,35
P223	480,00	1,12	2,00	380,71
P224	650,00	1,51	2,00	210,71
P225	670,00	1,56	2,00	190,71
P226	670,00	1,56	2,00	190,71
P227	650,00	1,51	2,00	210,71
P228	480,00	1,12	2,00	380,71
P229	350,00	0,81	1,00	80,35
P230	350,00	0,81	1,00	80,35
P231	480,00	1,12	2,00	380,71
P232	650,00	1,51	2,00	210,71
P233	1050,00	2,44	3,00	241,06
P234	1050,00	2,44	3,00	241,06
P235	480,00	1,12	2,00	380,71
P236	480,00	1,12	2,00	380,71
P237	480,00	1,12	2,00	380,71
P238	480,00	1,12	2,00	380,71
P239	680,00	1,58	2,00	180,71
P240	460,00	1,07	2,00	400,71
P241	460,00	1,07	2,00	400,71
P242	680,00	1,58	2,00	180,71
P243	480,00	1,12	2,00	380,71
P244	480,00	1,12	2,00	380,71
P245	450,00	1,05	2,00	410,71
P246	450,00	1,05	2,00	410,71
P247	220,00	0,51	1,00	210,35
P248	220,00	0,51	1,00	210,35
P249	220,00	0,51	1,00	210,35
P250	220,00	0,51	1,00	210,35
TOTAL		92,00	14372,63	

26. ESTACA ESCAVADA Φ 140 - SPT 07

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 140		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		462,50	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,48	1,00	242,50
P202	220,00	0,48	1,00	242,50
P203	220,00	0,48	1,00	242,50
P204	220,00	0,48	1,00	242,50
P205	500,00	1,08	2,00	425,01
P206	500,00	1,08	2,00	425,01
P207	480,00	1,04	2,00	445,01
P208	480,00	1,04	2,00	445,01
P209	680,00	1,47	2,00	245,01
P210	500,00	1,08	2,00	425,01
P211	500,00	1,08	2,00	425,01
P212	680,00	1,47	2,00	245,01
P213	480,00	1,04	2,00	445,01
P214	480,00	1,04	2,00	445,01
P215	480,00	1,04	2,00	445,01
P216	480,00	1,04	2,00	445,01
P217	950,00	2,05	3,00	437,51
P218	950,00	2,05	3,00	437,51
P219	650,00	1,41	2,00	275,01
P220	480,00	1,04	2,00	445,01
P221	300,00	0,65	1,00	162,50
P222	300,00	0,65	1,00	162,50
P223	480,00	1,04	2,00	445,01
P224	650,00	1,41	2,00	275,01
P225	670,00	1,45	2,00	255,01
P226	670,00	1,45	2,00	255,01
P227	650,00	1,41	2,00	275,01
P228	480,00	1,04	2,00	445,01
P229	350,00	0,76	1,00	112,50
P230	350,00	0,76	1,00	112,50
P231	480,00	1,04	2,00	445,01
P232	650,00	1,41	2,00	275,01
P233	1050,00	2,27	3,00	337,51
P234	1050,00	2,27	3,00	337,51
P235	480,00	1,04	2,00	445,01
P236	480,00	1,04	2,00	445,01
P237	480,00	1,04	2,00	445,01
P238	480,00	1,04	2,00	445,01
P239	680,00	1,47	2,00	245,01
P240	460,00	0,99	1,00	2,50
P241	460,00	0,99	1,00	2,50
P242	680,00	1,47	2,00	245,01
P243	480,00	1,04	2,00	445,01
P244	480,00	1,04	2,00	445,01
P245	450,00	0,97	1,00	12,50
P246	450,00	0,97	1,00	12,50
P247	220,00	0,48	1,00	242,50
P248	220,00	0,48	1,00	242,50
P249	220,00	0,48	1,00	242,50
P250	220,00	0,48	1,00	242,50
		TOTAL	88,00	15480,28

27. ESTACA ESCAVADA Φ 140 - SPT 08

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 140		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		504,73	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,44	1,00	284,73
P202	220,00	0,44	1,00	284,73
P203	220,00	0,44	1,00	284,73
P204	220,00	0,44	1,00	284,73
P205	500,00	0,99	1,00	4,73
P206	500,00	0,99	1,00	4,73
P207	480,00	0,95	1,00	24,73
P208	480,00	0,95	1,00	24,73
P209	680,00	1,35	2,00	329,46
P210	500,00	0,99	1,00	4,73
P211	500,00	0,99	1,00	4,73
P212	680,00	1,35	2,00	329,46
P213	480,00	0,95	1,00	24,73
P214	480,00	0,95	1,00	24,73
P215	480,00	0,95	1,00	24,73
P216	480,00	0,95	1,00	24,73
P217	950,00	1,88	2,00	59,46
P218	950,00	1,88	2,00	59,46
P219	650,00	1,29	2,00	359,46
P220	480,00	0,95	1,00	24,73
P221	300,00	0,59	1,00	204,73
P222	300,00	0,59	1,00	204,73
P223	480,00	0,95	1,00	24,73
P224	650,00	1,29	2,00	359,46
P225	670,00	1,33	2,00	339,46
P226	670,00	1,33	2,00	339,46
P227	650,00	1,29	2,00	359,46
P228	480,00	0,95	1,00	24,73
P229	350,00	0,69	1,00	154,73
P230	350,00	0,69	1,00	154,73
P231	480,00	0,95	1,00	24,73
P232	650,00	1,29	2,00	359,46
P233	1050,00	2,08	3,00	464,19
P234	1050,00	2,08	3,00	464,19
P235	480,00	0,95	1,00	24,73
P236	480,00	0,95	1,00	24,73
P237	480,00	0,95	1,00	24,73
P238	480,00	0,95	1,00	24,73
P239	680,00	1,35	2,00	329,46
P240	460,00	0,91	1,00	44,73
P241	460,00	0,91	1,00	44,73
P242	680,00	1,35	2,00	329,46
P243	480,00	0,95	1,00	24,73
P244	480,00	0,95	1,00	24,73
P245	450,00	0,89	1,00	54,73
P246	450,00	0,89	1,00	54,73
P247	220,00	0,44	1,00	284,73
P248	220,00	0,44	1,00	284,73
P249	220,00	0,44	1,00	284,73
P250	220,00	0,44	1,00	284,73
TOTAL		66,00	66,00	8092,12

28. ESTACA ESCAVADA Φ 140 - SPT 09

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 140		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		480,87	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,46	1,00	260,87
P202	220,00	0,46	1,00	260,87
P203	220,00	0,46	1,00	260,87
P204	220,00	0,46	1,00	260,87
P205	500,00	1,04	2,00	461,74
P206	500,00	1,04	2,00	461,74
P207	480,00	1,00	1,00	0,87
P208	480,00	1,00	1,00	0,87
P209	680,00	1,41	2,00	281,74
P210	500,00	1,04	2,00	461,74
P211	500,00	1,04	2,00	461,74
P212	680,00	1,41	2,00	281,74
P213	480,00	1,00	1,00	0,87
P214	480,00	1,00	1,00	0,87
P215	480,00	1,00	1,00	0,87
P216	480,00	1,00	1,00	0,87
P217	950,00	1,98	2,00	11,74
P218	950,00	1,98	2,00	11,74
P219	650,00	1,35	2,00	311,74
P220	480,00	1,00	1,00	0,87
P221	300,00	0,62	1,00	180,87
P222	300,00	0,62	1,00	180,87
P223	480,00	1,00	1,00	0,87
P224	650,00	1,35	2,00	311,74
P225	670,00	1,39	2,00	291,74
P226	670,00	1,39	2,00	291,74
P227	650,00	1,35	2,00	311,74
P228	480,00	1,00	1,00	0,87
P229	350,00	0,73	1,00	130,87
P230	350,00	0,73	1,00	130,87
P231	480,00	1,00	1,00	0,87
P232	650,00	1,35	2,00	311,74
P233	1050,00	2,18	3,00	392,61
P234	1050,00	2,18	3,00	392,61
P235	480,00	1,00	1,00	0,87
P236	480,00	1,00	1,00	0,87
P237	480,00	1,00	1,00	0,87
P238	480,00	1,00	1,00	0,87
P239	680,00	1,41	2,00	281,74
P240	460,00	0,96	1,00	20,87
P241	460,00	0,96	1,00	20,87
P242	680,00	1,41	2,00	281,74
P243	480,00	1,00	1,00	0,87
P244	480,00	1,00	1,00	0,87
P245	450,00	0,94	1,00	30,87
P246	450,00	0,94	1,00	30,87
P247	220,00	0,46	1,00	260,87
P248	220,00	0,46	1,00	260,87
P249	220,00	0,46	1,00	260,87
P250	220,00	0,46	1,00	260,87
TOTAL		70,00	8440,80	

29. ESTACA ESCAVADA Φ 150 - SPT 07

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 150		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		514,19	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,43	1,00	294,19
P202	220,00	0,43	1,00	294,19
P203	220,00	0,43	1,00	294,19
P204	220,00	0,43	1,00	294,19
P205	500,00	0,97	1,00	14,19
P206	500,00	0,97	1,00	14,19
P207	480,00	0,93	1,00	34,19
P208	480,00	0,93	1,00	34,19
P209	680,00	1,32	2,00	348,38
P210	500,00	0,97	1,00	14,19
P211	500,00	0,97	1,00	14,19
P212	680,00	1,32	2,00	348,38
P213	480,00	0,93	1,00	34,19
P214	480,00	0,93	1,00	34,19
P215	480,00	0,93	1,00	34,19
P216	480,00	0,93	1,00	34,19
P217	950,00	1,85	2,00	78,38
P218	950,00	1,85	2,00	78,38
P219	650,00	1,26	2,00	378,38
P220	480,00	0,93	1,00	34,19
P221	300,00	0,58	1,00	214,19
P222	300,00	0,58	1,00	214,19
P223	480,00	0,93	1,00	34,19
P224	650,00	1,26	2,00	378,38
P225	670,00	1,30	2,00	358,38
P226	670,00	1,30	2,00	358,38
P227	650,00	1,26	2,00	378,38
P228	480,00	0,93	1,00	34,19
P229	350,00	0,68	1,00	164,19
P230	350,00	0,68	1,00	164,19
P231	480,00	0,93	1,00	34,19
P232	650,00	1,26	2,00	378,38
P233	1050,00	2,04	3,00	492,58
P234	1050,00	2,04	3,00	492,58
P235	480,00	0,93	1,00	34,19
P236	480,00	0,93	1,00	34,19
P237	480,00	0,93	1,00	34,19
P238	480,00	0,93	1,00	34,19
P239	680,00	1,32	2,00	348,38
P240	460,00	0,89	1,00	54,19
P241	460,00	0,89	1,00	54,19
P242	680,00	1,32	2,00	348,38
P243	480,00	0,93	1,00	34,19
P244	480,00	0,93	1,00	34,19
P245	450,00	0,88	1,00	64,19
P246	450,00	0,88	1,00	64,19
P247	220,00	0,43	1,00	294,19
P248	220,00	0,43	1,00	294,19
P249	220,00	0,43	1,00	294,19
P250	220,00	0,43	1,00	294,19
TOTAL		66,00	8716,69	

30. ESTACA ESCAVADA Φ 150 - SPT 08

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 150		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		559,43	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,39	1,00	339,43
P202	220,00	0,39	1,00	339,43
P203	220,00	0,39	1,00	339,43
P204	220,00	0,39	1,00	339,43
P205	500,00	0,89	1,00	59,43
P206	500,00	0,89	1,00	59,43
P207	480,00	0,86	1,00	79,43
P208	480,00	0,86	1,00	79,43
P209	680,00	1,22	2,00	438,87
P210	500,00	0,89	1,00	59,43
P211	500,00	0,89	1,00	59,43
P212	680,00	1,22	2,00	438,87
P213	480,00	0,86	1,00	79,43
P214	480,00	0,86	1,00	79,43
P215	480,00	0,86	1,00	79,43
P216	480,00	0,86	1,00	79,43
P217	950,00	1,70	2,00	168,87
P218	950,00	1,70	2,00	168,87
P219	650,00	1,16	2,00	468,87
P220	480,00	0,86	1,00	79,43
P221	300,00	0,54	1,00	259,43
P222	300,00	0,54	1,00	259,43
P223	480,00	0,86	1,00	79,43
P224	650,00	1,16	2,00	468,87
P225	670,00	1,20	2,00	448,87
P226	670,00	1,20	2,00	448,87
P227	650,00	1,16	2,00	468,87
P228	480,00	0,86	1,00	79,43
P229	350,00	0,63	1,00	209,43
P230	350,00	0,63	1,00	209,43
P231	480,00	0,86	1,00	79,43
P232	650,00	1,16	2,00	468,87
P233	1050,00	1,88	2,00	68,87
P234	1050,00	1,88	2,00	68,87
P235	480,00	0,86	1,00	79,43
P236	480,00	0,86	1,00	79,43
P237	480,00	0,86	1,00	79,43
P238	480,00	0,86	1,00	79,43
P239	680,00	1,22	2,00	438,87
P240	460,00	0,82	1,00	99,43
P241	460,00	0,82	1,00	99,43
P242	680,00	1,22	2,00	438,87
P243	480,00	0,86	1,00	79,43
P244	480,00	0,86	1,00	79,43
P245	450,00	0,80	1,00	109,43
P246	450,00	0,80	1,00	109,43
P247	220,00	0,39	1,00	339,43
P248	220,00	0,39	1,00	339,43
P249	220,00	0,39	1,00	339,43
P250	220,00	0,39	1,00	339,43
TOTAL		64,00	64,00	10583,80

31. ESTACA ESCAVADA Φ 150 - SPT 09

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTACAS		ESTACA ESCAVADA Φ 150		
		Cap. Carga minorada- tf	Prof. (m)	Método Aoki - Veloso
		533,87	36,00	
Cargas de projeto (tf)		Quant. Nec.	Quant. Util.	Sobra - tf
P201	220,00	0,41	1,00	313,87
P202	220,00	0,41	1,00	313,87
P203	220,00	0,41	1,00	313,87
P204	220,00	0,41	1,00	313,87
P205	500,00	0,94	1,00	33,87
P206	500,00	0,94	1,00	33,87
P207	480,00	0,90	1,00	53,87
P208	480,00	0,90	1,00	53,87
P209	680,00	1,27	2,00	387,74
P210	500,00	0,94	1,00	33,87
P211	500,00	0,94	1,00	33,87
P212	680,00	1,27	2,00	387,74
P213	480,00	0,90	1,00	53,87
P214	480,00	0,90	1,00	53,87
P215	480,00	0,90	1,00	53,87
P216	480,00	0,90	1,00	53,87
P217	950,00	1,78	2,00	117,74
P218	950,00	1,78	2,00	117,74
P219	650,00	1,22	2,00	417,74
P220	480,00	0,90	1,00	53,87
P221	300,00	0,56	1,00	233,87
P222	300,00	0,56	1,00	233,87
P223	480,00	0,90	1,00	53,87
P224	650,00	1,22	2,00	417,74
P225	670,00	1,25	2,00	397,74
P226	670,00	1,25	2,00	397,74
P227	650,00	1,22	2,00	417,74
P228	480,00	0,90	1,00	53,87
P229	350,00	0,66	1,00	183,87
P230	350,00	0,66	1,00	183,87
P231	480,00	0,90	1,00	53,87
P232	650,00	1,22	2,00	417,74
P233	1050,00	1,97	2,00	17,74
P234	1050,00	1,97	2,00	17,74
P235	480,00	0,90	1,00	53,87
P236	480,00	0,90	1,00	53,87
P237	480,00	0,90	1,00	53,87
P238	480,00	0,90	1,00	53,87
P239	680,00	1,27	2,00	387,74
P240	460,00	0,86	1,00	73,87
P241	460,00	0,86	1,00	73,87
P242	680,00	1,27	2,00	387,74
P243	480,00	0,90	1,00	53,87
P244	480,00	0,90	1,00	53,87
P245	450,00	0,84	1,00	83,87
P246	450,00	0,84	1,00	83,87
P247	220,00	0,41	1,00	313,87
P248	220,00	0,41	1,00	313,87
P249	220,00	0,41	1,00	313,87
P250	220,00	0,41	1,00	313,87
TOTAL		64,00	64,00	8947,65

32. DIMENSIONAMENTO INICIAL ESTACAS

DADOS INICIAIS													
f_{ck} (MPa) =	25,0	f_{cd} (tf/m ²) =	1820,9	$f_{ct,m}$ (MPa) =	261,5	f_{ctd} (tf/m ²) =	130,8	t (cm) =	20,0	Cob (cm)	4,5	Capacidade de carga minorada (tf)	241,36
f_{yk} (MPa) =	500,0	f_{yd} (tf/m ²) =	44334,8	$f_{ctk,inf}$ (MPa) =	183,1	α_2 =	0,9	d' (cm) =	10,0	L	2,5 x D		

NÚMERO INICIAL DE ESTACAS						
Elemento	Número de estacas	Diam.	L (cm)	Q _{pilar} (tf)	Pilar	
					a _p (cm)	b _p (cm)
201	1	90	225	220	30	100
202	1	90	225	220	30	100
203	1	90	225	220	30	100
204	1	90	225	220	30	100
205	3	90	225	500	30	135
206	3	90	225	500	30	135
207/214	5	90	225	960	30	236
208/215	5	90	225	960	30	236
209	3	90	225	680	30	150
210	3	90	225	500	30	150
211	3	90	225	500	30	150
212	3	90	225	680	30	150
213	2	90	225	480	35	80
216	2	90	225	480	35	80
217	4	90	225	950	20	833
218	4	90	225	950	20	833
219	3	90	225	650	35	131,5

DIMENSIONAMENTO INICIAL DO BLOCO						
Forma do Bloco		d (cm) (θ=45°)	d (cm) (θ=55°)	Adotado d (m)	Altura h (m)	Q _{bloco} (tf)
a (cm)	b (cm)					
130	130	-	-	0,55	0,65	3,8
130	130	-	-	0,55	0,65	3,8
130	130	-	-	0,55	0,65	3,8
130	130	-	-	0,55	0,65	3,8
311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2
311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2
448	448	214,4	306,2	2,60	2,70	189,8
448	448	214,4	306,2	2,60	2,70	189,8
311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2
311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2
311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2
311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2
355	130	103,8	148,2	1,25	1,35	21,8
355	130	103,8	148,2	1,25	1,35	21,8
355	355	152,0	217,1	1,80	1,90	83,8
355	355	152,0	217,1	1,80	1,90	83,8
311	311	119,4	170,5	1,40	1,50	25,4

220/221/228/229	3	90	225	161 0	30	420	710	480	120, 9	172, 7	1,45	1,55	92,4
222/223/230/231	3	90	225	161 0	30	420	710	480	120, 9	172, 7	1,45	1,55	92,4
224	3	90	225	650	35	131, 5	311	311	119, 4	170, 5	1,40	1,50	25,4
225	3	90	225	670	30	170	311	311	120, 9	172, 7	1,45	1,55	26,2
226	3	90	225	670	30	170	311	311	120, 9	172, 7	1,45	1,55	26,2
227	3	90	225	650	35	131, 5	311	311	119, 4	170, 5	1,40	1,50	25,4
232	3	90	225	650	35	131, 5	311	311	119, 4	170, 5	1,40	1,50	25,4
233	5	90	225	105 0	20	344	448,19 81	448,19 81	217, 9	311, 2	2,60	2,70	189,8
234	5	90	225	105 0	20	344	448,19 81	448,19 81	217, 9	311, 2	2,60	2,70	189,8
235	2	90	225	480	35	80	355	130	103, 8	148, 2	1,25	1,35	21,8
236/243	2	90	225	480	30	236	355	130	105, 0	150, 0	1,25	1,35	21,8
237/244	2	90	225	480	30	236	355	130	105, 0	150, 0	1,25	1,35	21,8
238	2	90	225	480	30	80	355	130	105, 0	150, 0	1,25	1,35	21,8
239	3	90	225	680	30	150	311	311	120, 9	172, 7	1,45	1,55	26,2
240	2	90	225	460	30	150	355	130	105, 0	150, 0	1,25	1,35	21,8
241	2	90	225	460	30	150	355	130	105, 0	150, 0	1,25	1,35	21,8
242	3	90	225	680	30	150	311	311	120, 9	172, 7	1,45	1,55	26,2
243	2	90	225	480	30	130	355	130	105, 0	150, 0	1,25	1,35	21,8
244	2	90	225	480	30	130	355	130	105, 0	150, 0	1,25	1,35	21,8
245	2	90	225	450	30	135	355	130	105, 0	150, 0	1,25	1,35	21,8
246	2	90	225	450	30	135	355	130	105, 0	150, 0	1,25	1,35	21,8
247	1	90	225	220	30	130	130	130	-	-	0,55	0,65	3,8
248	1	90	225	220	30	100	130	130	-	-	0,55	0,65	3,8
249	1	90	225	220	30	100	130	130	-	-	0,55	0,65	3,8
250	1	90	225	220	35	141, 5	130	130	-	-	0,55	0,65	3,8

33. ANÁLISE DOS ESFORÇOS

ANÁLISE DOS ESFORÇOS E DIMENSÕES							
Elemento	Q _{pilar} (tf)	Nº estacas	Diam	Q _{pilar} + Q _{bloco} (tf)	Situação do Bloco	Nº estacas	Diam (cm)
201	220	1	90	224	ok	1	90
202	220	1	90	224	ok	1	90
203	220	1	90	224	ok	1	90
204	220	1	90	224	ok	1	90
205	500	3	90	527	ok	3	90
206	500	3	90	527	ok	3	90
207/214	960	5	90	1150	ok	5	90
208/215	960	5	90	1150	ok	5	90
209	680	3	90	707	ok	3	90
210	500	3	90	527	ok	3	90
211	500	3	90	527	ok	3	90
212	680	3	90	707	ok	3	90
213	480	2	90	502	Redimensionar	3	90
216	480	2	90	502	Redimensionar	3	90
217	950	4	90	1034	Redimensionar	5	90
218	950	4	90	1034	Redimensionar	5	90
219	650	3	90	676	ok	3	90
220/221/228/229	1610	3	90	1703	Redimensionar	8	90
222/223/230/231	1610	3	90	1703	Redimensionar	8	90
224	650	3	90	676	ok	3	90
225	670	3	90	697	ok	3	90
226	670	3	90	697	ok	3	90
227	650	3	90	676	ok	3	90
232	650	3	90	676	ok	3	90
233	1050	5	90	1240	Redimensionar	6	90
234	1050	5	90	1240	Redimensionar	6	90
235	480	2	90	502	Redimensionar	3	90
236/243	480	2	90	502	Redimensionar	3	90
237/244	480	2	90	502	Redimensionar	3	90
238	480	2	90	502	Redimensionar	3	90
239	680	3	90	707	ok	3	90
240	460	2	90	482	ok	2	90
241	460	2	90	482	ok	2	90
242	680	3	90	707	ok	3	90
243	480	2	90	502	Redimensionar	3	90
244	480	2	90	502	Redimensionar	3	90
245	450	2	90	472	ok	2	90
246	450	2	90	472	ok	2	90
247	220	1	90	224	ok	1	90
248	220	1	90	224	ok	1	90

249	220	1	90	224	ok	1	90
250	220	1	90	224	ok	1	90

34. REDIMENSIONAMENTO DOS BLOCOS

REDIMENSIONAMENTO DOS BLOCOS "PROBLEMÁTICOS"										
Elemento	Forma do Bloco		d (cm) ($\theta=45^\circ$)	d (cm) ($\theta=55^\circ$)	Adotado d (m)	Altura h (m)	Q _{bloco} (tf)	Q _{pilar + Rviga + Q_{bloco}} (tf)	Nº estacas	Situação do Bloco
	a (cm)	b (cm)								
201	130	130	-	-	0,55	0,65	3,8	224	1	ok
202	130	130	-	-	0,55	0,65	3,8	224	1	ok
203	130	130	-	-	0,55	0,65	3,8	224	1	ok
204	130	130	-	-	0,55	0,65	3,8	224	1	ok
205	311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2	527	3	ok
206	311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2	527	3	ok
207/214	448	448	214,4	306,2	2,60	2,70	189,8	1150	5	ok
208/215	448	448	214,4	306,2	2,60	2,70	189,8	1150	5	ok
209	311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2	707	3	ok
210	311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2	527	3	ok
211	311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2	527	3	ok
212	311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2	707	3	ok
213	311	311	119,4	170,5	1,40	1,50	25,4	506	3	ok
216	311	311	119,4	170,5	1,40	1,50	25,4	506	3	ok
217	448	448	217,9	311,2	2,60	2,70	189,8	1140	5	ok
218	448	448	217,9	311,2	2,60	2,70	189,8	1140	5	ok
219	311	311	119,4	170,5	1,40	1,50	25,4	676	3	ok
220/221/228/229	580	355	214,4	306,2	2,60	2,70	194,6	1805	8	ok
222/223/230/231	580	355	214,4	306,2	2,60	2,70	194,6	1805	8	ok
224	311	311	119,4	170,5	1,40	1,50	25,4	676	3	ok
225	311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2	697	3	ok
226	311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2	697	3	ok
227	311	311	119,4	170,5	1,40	1,50	25,4	676	3	ok
232	311	311	119,4	170,5	1,40	1,50	25,4	676	3	ok
233	580	355	217,9	311,2	2,60	2,70	194,6	1245	6	ok
234	580	355	217,9	311,2	2,60	2,70	194,6	1245	6	ok
235	311	311	119,4	170,5	1,40	1,50	25,4	506	3	ok
236/243	311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2	507	3	ok
237/244	311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2	507	3	ok
238	311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2	507	3	ok
239	311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2	707	3	ok
240	355	130	105,0	150,0	1,25	1,35	21,8	482	2	ok
241	355	130	105,0	150,0	1,25	1,35	21,8	482	2	ok
242	311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2	707	3	ok
243	311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2	507	3	ok
244	311	311	120,9	172,7	1,45	1,55	26,2	507	3	ok
245	355	130	105,0	150,0	1,25	1,35	21,8	472	2	ok
246	355	130	105,0	150,0	1,25	1,35	21,8	472	2	ok
247	130	130	-	-	0,55	0,65	3,8	224	1	ok

248	130	130	-	-	0,55	0,65	3,8	224	1	ok
249	130	130	-	-	0,55	0,65	3,8	224	1	ok
250	130	130	-	-	0,55	0,65	3,8	224	1	ok

35. TENSÕES E ÁREAS DE AÇO

VERIFICAÇÕES DAS TENSÕES E ÁREA DE AÇO																
Elemento	θ		Rtt	Tensões nas bielas					Ast (cm ²)	Asm in (cm ²)	Situaç ão	Ast (cm ²)	Nº de Barr as	As,pele (cm ²)	Ast (cm ²)	Nº de Barr as
	(rad)	(graus)		R _{est}	σ _{c,pi lar}	< 1,4 f _{cd}	σ _{c,est aca}	< 0,85 f _{cd}								
201	-	-	41,8	224,0	-	-	-	-	9,4	7,5	calculado	4,90	2	8,5	1,22	7
202	-	-	41,8	224,0	-	-	-	-	9,4	7,5	calculado	4,90	2	8,5	1,22	7
203	-	-	41,8	224,0	-	-	-	-	9,4	7,5	calculado	4,90	2	8,5	1,22	7
204	-	-	41,8	224,0	-	-	-	-	9,4	7,5	calculado	4,90	2	8,5	1,22	7
205	0,876	50,1°	-	175,7	1471	ok	468	ok	33,0	17,8	calculado	4,90	7	20,2	1,22	17
206	0,876	50,1°	-	175,7	1471	ok	468	ok	33,0	17,8	calculado	4,90	7	20,2	1,22	17
207/214	0,881	50,4°	-	230,0	1091	ok	607	ok	42,8	97,2	mín	4,90	20	6,5	1,22	6
208/215	0,881	50,4°	-	230,0	1091	ok	607	ok	42,8	97,2	mín	4,90	20	6,5	1,22	6
209	0,876	50,1°	-	235,7	1776	ok	628	ok	44,3	17,8	calculado	4,90	10	20,2	1,22	17
210	0,876	50,1°	-	175,7	1324	ok	468	ok	33,0	17,8	calculado	4,90	7	20,2	1,22	17
211	0,876	50,1°	-	175,7	1324	ok	468	ok	33,0	17,8	calculado	4,90	7	20,2	1,22	17
212	0,876	50,1°	-	235,7	1776	ok	628	ok	44,3	17,8	calculado	4,90	10	20,2	1,22	17
213	0,865	49,5°	-	168,7	2081	ok	458	ok	32,4	15,5	calculado	4,90	7	19,5	1,22	16
216	0,865	49,5°	-	168,7	2081	ok	458	ok	32,4	15,5	calculado	4,90	7	19,5	1,22	16
217	0,873	50°	-	228,0	466	ok	610	ok	43,1	21,8	calculado	4,90	9	35,1	1,22	29
218	0,873	50°	-	228,0	466	ok	610	ok	43,1	21,8	calculado	4,90	9	35,1	1,22	29
219	0,865	49,5°	-	225,3	1691	ok	612	ok	43,3	17,2	calculado	4,90	9	19,5	1,22	16
220/221/228/229	0,881	50,4°	-	225,6	602	ok	596	ok	0,0	129,6	mín	4,90	27	8,6	1,22	8
222/223/230/231	0,881	50,4°	-	225,6	602	ok	596	ok	0,0	129,6	mín	4,90	27	8,6	1,22	8
224	0,865	49,5°	-	225,3	1691	ok	612	ok	43,3	17,2	calculado	4,90	9	19,5	1,22	16
225	0,876	50,1°	-	232,3	1545	ok	619	ok	43,7	17,8	calculado	4,90	9	20,2	1,22	17

226	0,8 76	50,1 °	-	232 ,3	154 5	ok	619	ok	43, 7	17, 8	calcul ado	4,90	9	20,2	1,22	17
227	0,8 65	49,5 °	-	225 ,3	169 1	ok	612	ok	43, 3	17, 2	calcul ado	4,90	9	19,5	1,22	16
232	0,8 65	49,5 °	-	225 ,3	169 1	ok	612	ok	43, 3	17, 2	calcul ado	4,90	9	19,5	1,22	16
233	0,8 73	50°	-	207 ,5	102 7	ok	555	ok	39, 2	31, 0	calcul ado	4,90	9	35,1	1,22	29
234	0,8 73	50°	-	207 ,5	102 7	ok	555	ok	39, 2	31, 0	calcul ado	4,90	9	35,1	1,22	29
235	0,8 65	49,5 °	-	168 ,7	208 1	ok	458	ok	32, 4	15, 5	calcul ado	4,90	7	19,5	1,22	16
236/243	0,8 76	50,1 °	-	169 ,0	809	ok	450	ok	31, 8	15, 5	calcul ado	4,90	7	20,2	1,22	17
237/244	0,8 76	50,1 °	-	169 ,0	809	ok	450	ok	31, 8	15, 5	calcul ado	4,90	7	20,2	1,22	17
238	0,8 76	50,1 °	-	169 ,0	238 7	ok	450	ok	31, 8	15, 5	calcul ado	4,90	7	20,2	1,22	17
239	0,8 76	50,1 °	-	235 ,7	177 6	ok	628	ok	44, 3	17, 8	calcul ado	4,90	10	20,2	1,22	17
240	0,8 72	49,9 °	-	241 ,0	182 7	ok	646	ok	45, 7	15, 5	calcul ado	4,90	10	17,6	1,22	15
241	0,8 72	49,9 °	-	241 ,0	182 7	ok	646	ok	45, 7	15, 5	calcul ado	4,90	10	17,6	1,22	15
242	0,8 76	50,1 °	-	235 ,7	177 6	ok	628	ok	44, 3	17, 8	calcul ado	4,90	10	20,2	1,22	17
243	0,8 76	50,1 °	-	169 ,0	146 9	ok	450	ok	31, 8	15, 5	calcul ado	4,90	7	20,2	1,22	17
244	0,8 76	50,1 °	-	169 ,0	146 9	ok	450	ok	31, 8	15, 5	calcul ado	4,90	7	20,2	1,22	17
245	0,8 72	49,9 °	-	236 ,0	198 8	ok	633	ok	44, 7	15, 5	calcul ado	4,90	10	17,6	1,22	15
246	0,8 72	49,9 °	-	236 ,0	198 8	ok	633	ok	44, 7	15, 5	calcul ado	4,90	10	17,6	1,22	15
247	-	-	41, 8	224 ,0	-	-	-	-	9,4	7,5	calcul ado	4,90	2	8,5	1,22	7
248	-	-	41, 8	224 ,0	-	-	-	-	9,4	7,5	calcul ado	4,90	2	8,5	1,22	7
249	-	-	41, 8	224 ,0	-	-	-	-	9,4	7,5	calcul ado	4,90	2	8,5	1,22	7
250	-	-	38, 3	224 ,0	-	-	-	-	8,6	7,5	calcul ado	4,90	2	8,5	1,22	7
												TOTAL BARRAS 25	364	TOTAL BARRAS 12,5	627	

36. ANÁLISE DE CUSTOS

<u>Custo estacas</u>													
Tipo	Diâmetro da Estaca (cm)	Nº de estacas	prof. (m)	Volume da Estaca (m³)	Custos								
					Armadura		Estaca		Concreto			Mobilização	Total
					Nº Barras Estaca	Nº Barras Estribo	R\$/m Estaca Escavada	Subtotal	R\$/m³	Perda %	Sub - Total	Subtotal	
Estaca Escavada	60,00	204,00	36,00	10,18	3,00	31,00	R\$ 73,24	R\$ 537.874,56	191,65	35,00	R\$ 537.239,14	R\$ 100.000,00	R\$ 1.175.113,70
	70,00	164,00	36,00	13,85	4,00	36,00	R\$ 79,35	R\$ 475.240,63	191,65	35,00	R\$ 587.861,34	R\$ 100.000,00	R\$ 1.163.101,97
	80,00	158,00	36,00	18,10	6,00	41,00	R\$ 85,69	R\$ 487.404,72	191,65	35,00	R\$ 739.727,96	R\$ 100.000,00	R\$ 1.327.132,68
	90,00	116,00	36,00	22,90	7,00	46,00	R\$ 89,48	R\$ 373.668,48	191,65	35,00	R\$ 687.350,07	R\$ 100.000,00	R\$ 1.161.018,55
	100,00	110,00	36,00	28,27	8,00	51,00	R\$ 95,75	R\$ 379.170,00	191,65	35,00	R\$ 804.688,25	R\$ 100.000,00	R\$ 1.283.858,25
	110,00	106,00	36,00	34,21	10,00	57,00	R\$ 105,61	R\$ 403.007,76	191,65	35,00	R\$ 938.266,50	R\$ 100.000,00	R\$ 1.441.274,26
	120,00	92,00	36,00	40,72	12,00	62,00	R\$ 116,85	R\$ 387.007,20	191,65	35,00	R\$ 969.137,27	R\$ 100.000,00	R\$ 1.456.144,47
	130,00	92,00	36,00	47,78	14,00	67,00	R\$ 123,47	R\$ 408.932,64	191,65	35,00	R\$ 1.137.390,26	R\$ 100.000,00	R\$ 1.646.322,90
	140,00	88,00	36,00	55,42	16,00	72,00	R\$ 134,75	R\$ 426.888,00	191,65	35,00	R\$ 1.261.751,17	R\$ 100.000,00	R\$ 1.788.639,17
	150,00	66,00	36,00	63,62	18,00	77,00	R\$ 146,98	R\$ 349.224,48	191,65	35,00	R\$ 1.086.329,14	R\$ 100.000,00	R\$ 1.535.553,62