



CONTRATO 174/2015  
AS N°023/2018

**MUNICÍPIO DE SANTA LEOPOLDINA  
DISTRITO DE BARRA DE MANGARAÍ**

**MELHORIA NO SISTEMA DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE BARRA  
DE MANGARAÍ**

**VOLUME III – PROJETO ESTRUTURAL**

**TOMO A – MEMORIAL DE CÁLCULO**

C-056-003-00-4-MC-0001

## APRESENTAÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do contrato nº 174/2015, celebrado entre a **GANEM Engenharia EPP Ltda** e a **Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN)**.

Este contrato visa atender as demandas de análise operacional e projetos da **Gerência do Interior (O-GIN)**, da **Diretoria Operacional (D-OP)**, e está sendo acompanhado pela **Divisão de Projetos Operacionais (E-DPO)**, da **Gerência de Projetos (E-GPJ)**, da **Diretoria de Engenharia e Meio Ambiente (D-EM)**.

Quanto a operação do sistema a Gerência do Interior está dividida em quatro divisões, nomeadamente a **Divisão de Operação e Manutenção Noroeste (O-DNO)**, **Divisão de Operação e Manutenção Centro Norte (O-DCN)**, **Divisão de Operação e Manutenção Serrana (O-DSE)**, e **Divisão de Operação e Manutenção Sul (O-DSU)**. As divisões encontram-se ainda subdivididas em 9 polos de operação, conforme segue: Divisão Noroeste (Polo Barra de São Francisco e Polo São Gabriel da Palha); Divisão Centro Norte (Polo Nova Venécia, Polo Montanha e Polo Conceição da Barra); Divisão Serrana (Polo Santa Teresa e Polo Venda Nova do Imigrante); e Divisão Sul (Polo Muqui e Polo Castelo).

A **GANEM Engenharia EPP Ltda.** apresenta a seguir o memorial de cálculo do projeto estrutural para melhoria do SAA de Barra de Mangaraí, no município de Santa Leopoldina / ES.

O projeto completo da melhoria do SAA de Barra de Mangaraí está apresentado conforme descrito abaixo:

- Volume I – Projeto Hidráulico:
  - Tomo A: Memorial Descritivo e de Cálculo (C-056-003-00-5-MD-0001);
  - Tomo B: Desenhos.
- Volume II – Sondagem: Relatório Técnico (C-056-003-00-3-SD-0001).
- Volume III – Projeto Estrutural:
  - Tomo A: Memorial de Cálculo (C-056-003-00-4-MC-0001);
  - Tomo B: Desenhos.
- Volume IV – Projeto Elétrico:
  - Tomo A: Memorial de Cálculo (C-056-003-00-6-MC-0001);
  - Tomo B: Desenhos.

- Volume V – Orçamento (C-056-003-00-0-OR-0001):
  - Planilha Orçamentária (C-056-003-00-0-PL-0001).

Seguem listados abaixo os desenhos produzidos neste projeto estrutural e apresentado no Tomo B desse volume

	Número da CESAN	Referência do Desenho
01	C-056-003-20-4-XX-0001	EEAB poço 2 – Fundação e plantas – Forma e armadura
02	C-056-003-20-4-XX-0002	EEAB poço 2 – Cortes, lajes e escada – Forma e armadura
03	C-056-003-20-4-XX-0003	EEAB poço 2 – Pilares e vigas – Armadura
04	C-056-003-30-4-XX-0001	AAB poço 2 – Travessia na ponte ES-080 – Locação e caixas – Forma e armadura
05	C-056-003-40-4-XX-0001	Caixa de interligação – Locação e caixa de interligação 1 – Forma e armadura
06	C-056-003-40-4-XX-0002	Caixa de interligação – Caixa macromedidor – Forma e armadura 1/2
07	C-056-003-40-4-XX-0003	Caixa de interligação – Caixa macromedidor – Forma e armadura 2/2
08	C-056-003-40-4-XX-0004	Cada de química – Fundação – Locação, forma e armadura
09	C-056-003-40-4-XX-0005	Casa de química – Plantas – Forma
10	C-056-003-40-4-XX-0006	Casa de química – Cortes e canaletas – Forma e armadura
11	C-056-003-40-4-XX-0007	Casa de química – Lajes e pilares – Armadura
12	C-056-003-40-4-XX-0008	Casa de química – Vigas 1/2 – Armadura
13	C-056-003-40-4-XX-0009	Casa de química – Vigas 2/2 – Armadura
14	C-056-003-70-4-XX-0001	Base do RAT – Locação, bases e caixa de válvula – Forma e armadura
15	C-056-003-70-4-XX-0002	Base do RAT – Caixa de drenagem – Forma e armadura

.

## SUMÁRIO

<b>ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS .....</b>	<b>VI</b>
<b>1. ESPECIFICAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>8</b>
1.1. Objetivo .....	8
1.2. Documentos de referência .....	8
1.2.1. EEAB e adutora .....	8
1.2.2. ETA e RAT.....	8
1.3. Normas técnicas .....	8
1.4. Estruturas de concreto integrantes do projeto.....	8
<b>2. CONSIDERAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO .....</b>	<b>9</b>
2.1. Critério de projeto .....	9
2.2. Dados gerais .....	9
2.2.1. Concreto .....	9
2.3. Parâmetros geotécnicos .....	9
2.4. Cargas.....	10
2.4.1. Cargas permanentes .....	10
2.4.2. Cargas acidentais .....	10
2.4.3. Peso específico .....	10
2.4.4. Carregamento nas lajes de fundo .....	10
2.4.5. Carregamento nas paredes lado interno .....	10
2.4.6. Carregamento nas paredes lado externo .....	10
2.5. Combinações.....	11
2.6. Software utilizados.....	12
<b>3. DIMENSIONAMENTO – EEAB POÇO 2.....</b>	<b>13</b>
3.1. Modelagem estrutural .....	13
3.2. Resultados da análise estrutural.....	15
3.3. Armação das lajes .....	26
3.4. Fundações.....	29
<b>4. DIMENSIONAMENTO – TRAVESSIA LONGITUDINAL ES-080 .....</b>	<b>39</b>
4.1. Modelagem estrutural .....	39
4.2. Resultados da análise estrutural.....	42
4.3. Verificação das tensões no solo .....	44

4.4. Armação lajes de fundo .....	47
4.5. Armação laje superior .....	50
4.6. Verificação das paredes em alvenaria estrutural .....	51
4.6.1. Verificação da compressão simples .....	51
4.6.2. Verificação da flexão simples .....	52
<b>5. DIMENSIONAMENTO – CASA DE QUÍMICA.....</b>	<b>54</b>
5.1. Modelagem estrutural .....	54
5.2. Resultados da análise estrutural .....	55
5.3. Armação das lajes .....	73
5.4. Fundações.....	81
<b>6. DIMENSIONAMENTO – BASE DO RAT.....</b>	<b>95</b>
6.1. Modelagem estrutural .....	95
6.2. Resultados da análise estrutural .....	97
6.3. Verificação das tensões no solo .....	100
6.4. Armação das bases .....	105
<b>ANEXO 01 – BOLETINS DE SONDAGEM .....</b>	<b>107</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo estrutural 3D – Vista 1. ....	13
Figura 2 – Modelo estrutural 3D – Vista 2. ....	14
Figura 3 – Numeração das barras. ....	15
Figura 4 – Relação das lajes. ....	26
Figura 5 – Locação e identificação dos sapatas. ....	29
Figura 6 - Posicionamento das caixas em relação ao solo. ....	39
Figura 7 - Modelo estrutural 3D - Vista 1. ....	40
Figura 8 - Modelo estrutural 3D - Vista 2. ....	40
Figura 9 - Cargas aplicadas. ....	41
Figura 10 – Numeração dos nós laje de fundo. ....	44
Figura 11 - Momento na direção X nas lajes e paredes. ....	46
Figura 12 - Momento na direção Y nas lajes e paredes. ....	46
Figura 13 - Modelo estrutural 3D - Vista 1. ....	54
Figura 14 - Modelo estrutural 3D - Vista 2. ....	54
Figura 15 – Numeração das barras. ....	56
Figura 16 – Relação das lajes. ....	73
Figura 17 – Locação e identificação dos sapatas. ....	81
Figura 18 - Posicionamento da base do RAT em relação ao solo. ....	95
Figura 19 - Modelo estrutural 3D - Vista 1. ....	96
Figura 20 - Modelo estrutural 3D - Vista 2. ....	96
Figura 21 – Numeração dos nós base do reservatório. ....	100
Figura 22 - Momento na direção X na base. ....	104
Figura 23 - Momento na direção Y na base. ....	104

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros geotécnicos para cada unidade.....	10
Tabela 2 – Coeficientes.....	12
Tabela 3 – Status de utilização .....	16
Tabela 4 – Esforços nas vigas e pilares .....	23
Tabela 5 – Quadro de cargas.....	29
Tabela 6 - Esforços nas placas. ....	42
Tabela 7 - Reações no solo.....	45
Tabela 8 - Momento fletores.....	47
Tabela 9 - Força normal de tração. ....	47
Tabela 10 - Status de utilização. ....	57
Tabela 11 – Esforços nas vigas e pilares .....	70
Tabela 12 - Quadro de cargas.....	81
Tabela 13 - Esforços nas placas. ....	97
Tabela 14 - Reações no solo.....	100

## MEMORIAL DE CÁLCULO



## **1. ESPECIFICAÇÕES GERAIS**

### **1.1. Objetivo**

O presente trabalho tem como objetivo apresentar a memória de cálculo do projeto estrutural da melhoria do sistema de abastecimento de água de Barra de Mangaraí, situado no município de Santa Leopoldina / ES.

### **1.2. Documentos de referência**

#### **1.2.1. EEAB e adutora**

- C-056-003-20-5-XX-0001 a C-056-003-20-5-XX-0002;
- C-056-003-30-5-XX-0001 a C-056-003-30-5-XX-0003.

#### **1.2.2. ETA e RAT**

- C-056-003-40-5-XX-0001 a C-056-003-40-5-XX-0012;
- C-056-003-70-5-XX-0001 a C-056-003-70-5-XX-0002.

### **1.3. Normas técnicas**

- NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas;
- NBR 6122 – Projeto e execução de fundações;
- NBR 6123 – Forças devidas ao vento em edificações;
- NBR 7188 – Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas;
- NBR 7191 – Execução de desenhos para obras de concreto simples ou armado;
- NBR 8681 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- NBR 14931 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento.

### **1.4. Estruturas de concreto integrantes do projeto**

- EEAB poço 2;
- Travessia longitudinal ES-080;
- Casa de química;
- Base do RAT.

## 2. CONSIDERAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO

### 2.1. Critério de projeto

O dimensionamento das peças estruturais será feito seguindo as recomendações das normas da ABNT. Foram considerados os estados limites últimos (ELU) e os estados limites de serviço (ELS). O modelo estrutural trata-se de caixas prismáticas aérea, enterradas e/ou semienterradas, com ou sem tampa, sendo que serão considerados os esforços devido ao peso próprio, sobrecarga e empuxo interno de água, empuxo externo do solo nas paredes enterradas ou semienterradas.

### 2.2. Dados gerais

#### 2.2.1. Concreto

- Classe de agressividade= III (forte)
- Abertura máxima das fissuras = 0.3 mm
- Dimensões do agregado = 19 mm
- $f_{ck} = 30$  MPa
- Cobrimento de 4.0 cm
- Aço CA-50 e CA-60

### 2.3. Parâmetros geotécnicos

Para determinação dos parâmetros geotécnicos e tipo de fundações, foram realizadas campanhas de sondagem e apresentada no documento C-056-003-00-3-SD-0001. Conforme as locações dos furos de sondagem, foram determinados os parâmetros geotécnicos para cada estrutura. Os parâmetros calculados em função do número NSPT para cada local foram: a tensão admissível e o coeficiente de recalque vertical, determinados pelas seguintes equações:

$$\sigma_{adm} = N_{SPT}/5 = \text{kgf/cm}^2 \text{ (Alonso 1989)}$$

Os parâmetros comuns adotados para todas as estruturas são peso específico ( $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$ ) e coeficiente de empuxo determinado pela equação abaixo, considerado o ângulo de atrito  $\varphi = 30^\circ$ :

$$K = \tan^2(45^\circ - \varphi/2) = \tan^2(45^\circ - 30^\circ/2) = 0,333$$

A tabela a seguir apresenta os demais parâmetros adotados no dimensionamento de cada estrutura:

Tabela 1 – Parâmetros geotécnicos para cada unidade.

Unidade	Nº SPT	NSPT	Tensão Admissível (kgf/cm²)	Coeficiente de Recalque Vertical (kN/m³)
EEAB poço 2	05	8	1.60	32 800
Travessia longitudinal ES-080	07	9	1.80	36 400
Caixa de interligação / drenagem	04	19	3.80	76 000
Casa de química	04	19	3.80	76 000
RAT	01	13	2.60	52 000

## 2.4. Cargas

### 2.4.1. Cargas permanentes

- Peso próprio gerado eletronicamente pelo programa.

### 2.4.2. Cargas acidentais

- Sobrecarga = 2.00 kN/m²;
- Sobrecarga de equipamentos sobre as lajes.

### 2.4.3. Peso específico

- Concreto = 25.00 kN/m³;
- Água = 10.00 kN/m³;
- Solo = 18.00 kN/m³;
- Demais itens conforme a NBR 6120.

### 2.4.4. Carregamento nas lajes de fundo

- Peso da água considerando o pior cenário com a estrutura 100 % cheia.

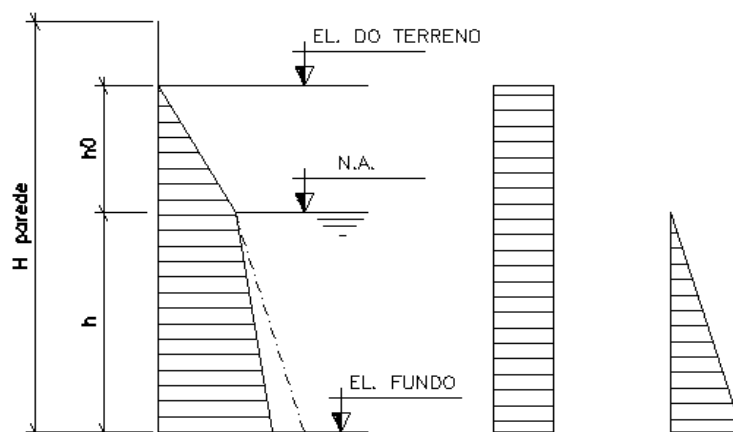
### 2.4.5. Carregamento nas paredes lado interno

- Considerando a caixa cheia de água temos:

$$P_{\text{agua}} = \gamma_{\text{agua}} \cdot h_{\text{agua}}$$

### 2.4.6. Carregamento nas paredes lado externo

- Para o trecho aéreo a carga externa será igual a 0;
- Para o trecho enterrado ou semienterrado temos:



A carga  $q$  para carga retangular será utilizada nas estruturas sobre efeito de tráfego de veículos, cujo valor será de 25.00 kN/m<sup>2</sup>.

## 2.5. Combinações

Para o dimensionamento das estruturas foram considerados, de acordo com as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os estados limites de utilização (flechas, aberturas de fissuras) e o último (segurança), sempre considerando as questões relativas à durabilidade da estrutura.

As combinações de ações usadas no cálculo foram de acordo com NBR 8691:2003.

Combinações últimas (ELU), que para o edifício em causa são consideradas Normais, “esgotamento da capacidade resistente para elementos estruturais de concreto armado”, sendo o cálculo das solicitações:

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{Gi,k} + \gamma_q \left[ F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \Psi_{0j} F_{Qj,k} \right]$$

De acordo com a tabela 11.3 da NBR 6118:2014.

Os valores dos coeficientes de ponderação das ações ( $\gamma_f$ ) no estado-limite último (ELU) foram os utilizados nas tabelas 11.1 e 11.2 da NBR 6118:2014.

Combinações de serviço (ELS):

Combinações quase permanentes (CQP):

$$F_d = \sum F_{gi,k} + \sum \psi_{2j} \cdot F_{gj,k}$$

Combinações frequentes (CF):

$$F_d = \sum F_{gi,k} + \psi_{1k} F_{q1k} + \sum \psi_{2j} \cdot F_{gj,k}$$

Combinações raras (CR):

$$F_d = \sum F_{gi,k} + F_{q1k} + \sum \psi_{1j} \cdot F_{gj,k}$$

De acordo com a tabela 11.4 da NBR 6118:2014.

Os valores dos coeficientes de ponderação das ações ( $\gamma_f$ ) no estado-limite de serviço (ELS) foram os utilizados na tabela 11.2 da NBR 6118:2014.

A Tabela 2 apresenta os coeficientes parciais de segurança utilizados conforme tabela 1 da NBR 8681.

Tabela 2 – Coeficientes.

	Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinação ( $\psi$ )	
	Favorável	Desfavorável	Principal ( $\psi_p$ )	Acompanhamento ( $\psi_a$ )
Permanente – CP	1.00	1.40	-	-
Sobrecarga – SC	0.00	1.40	1.00	0.80

## 2.6. Software utilizados

- Programa SAP 2000;
- CypeCAD;
- Planilhas do Excel.

### 3. DIMENSIONAMENTO – EEAB POÇO 2

#### 3.1. Modelagem estrutural

A EEAB poço 2 trata-se de uma estrutura composta de pilares, lajes de piso, vigas e cintas engastadas e espaçadas entre si, conforme projeto. O dimensionamento das peças estruturais foi feito seguindo as recomendações das normas da ABNT. Foram considerados os estados limites últimos (ELU) e os estados limites de serviço (ELS).

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (Figura 1 e Figura 2) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

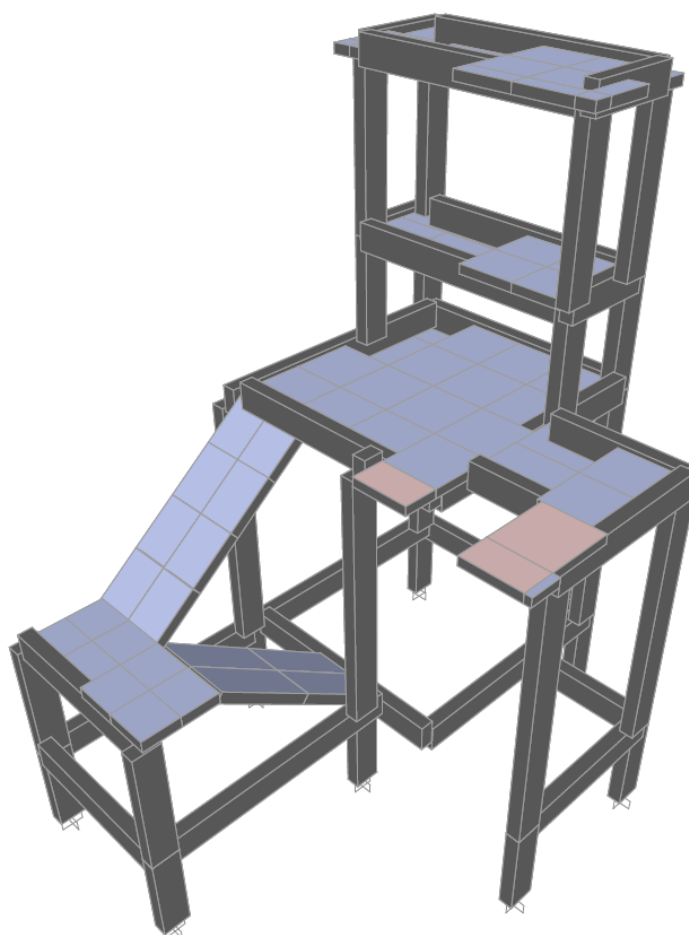


Figura 1 – Modelo estrutural 3D – Vista 1.

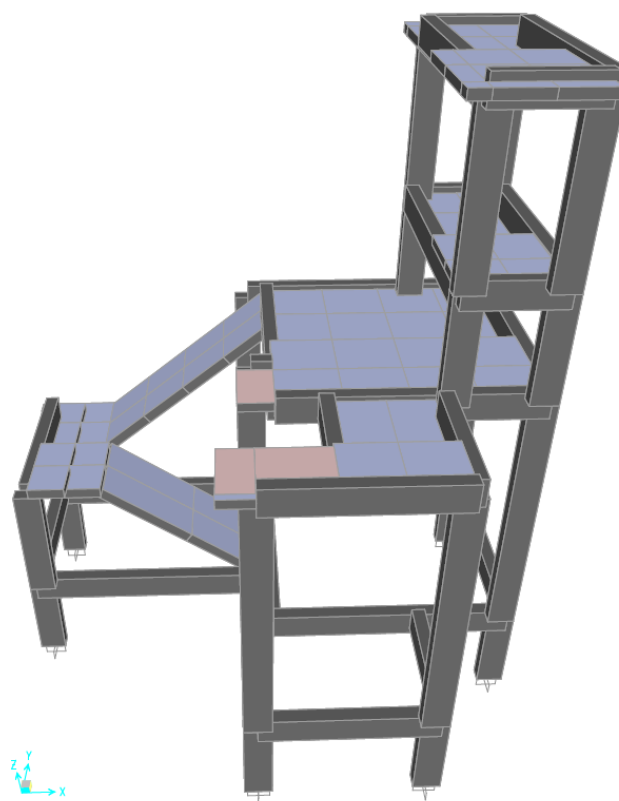


Figura 2 – Modelo estrutural 3D – Vista 2.

Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

Carga permanente alvenaria:  $1,50 \times 0,15 \times 18 = 4,05 \text{ kN/m}$

Sobrecarga laje de piso:  $SC_{piso} = 3,00 \text{ kN/m}^2$

Sobrecarga laje de cobertura:  $SC_{cob} = 1,00 \text{ kN/m}^2$

Combinação para dimensionamento:

- Cargas Permanentes (CP):
  - Peso próprio.
- Sobrecargas (SC):
  - Carregamento nas lajes de piso (SC-LP);
  - Carregamento nas lajes de cobertura (SC-LC).

Combinação para dimensionamento:

Comb 1:  $1,4CP + 1,4SCLP$

Comb 2:  $1,4CP + 1,4SCLP + 1,4SCLC$

### 3.2. Resultados da análise estrutural

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A Figura 1 apresenta a numeração das barras (vigas e pilares) da modelagem estrutural no SAP. Esta numeração auxiliará na identificação nas tabelas de resultados.

Os resultados do dimensionamento eletrônico são apresentados nas Tabela 5 e Tabela 54. A Tabela 5 indica se a seção utilizada está aprovada ou não quanto a utilização. Já a Tabela 54 apresenta as reações máximas e mínimas em cada barra (pilar ou viga), sendo N esforço axial, V esforço cortante, T torção e M momento fletor.

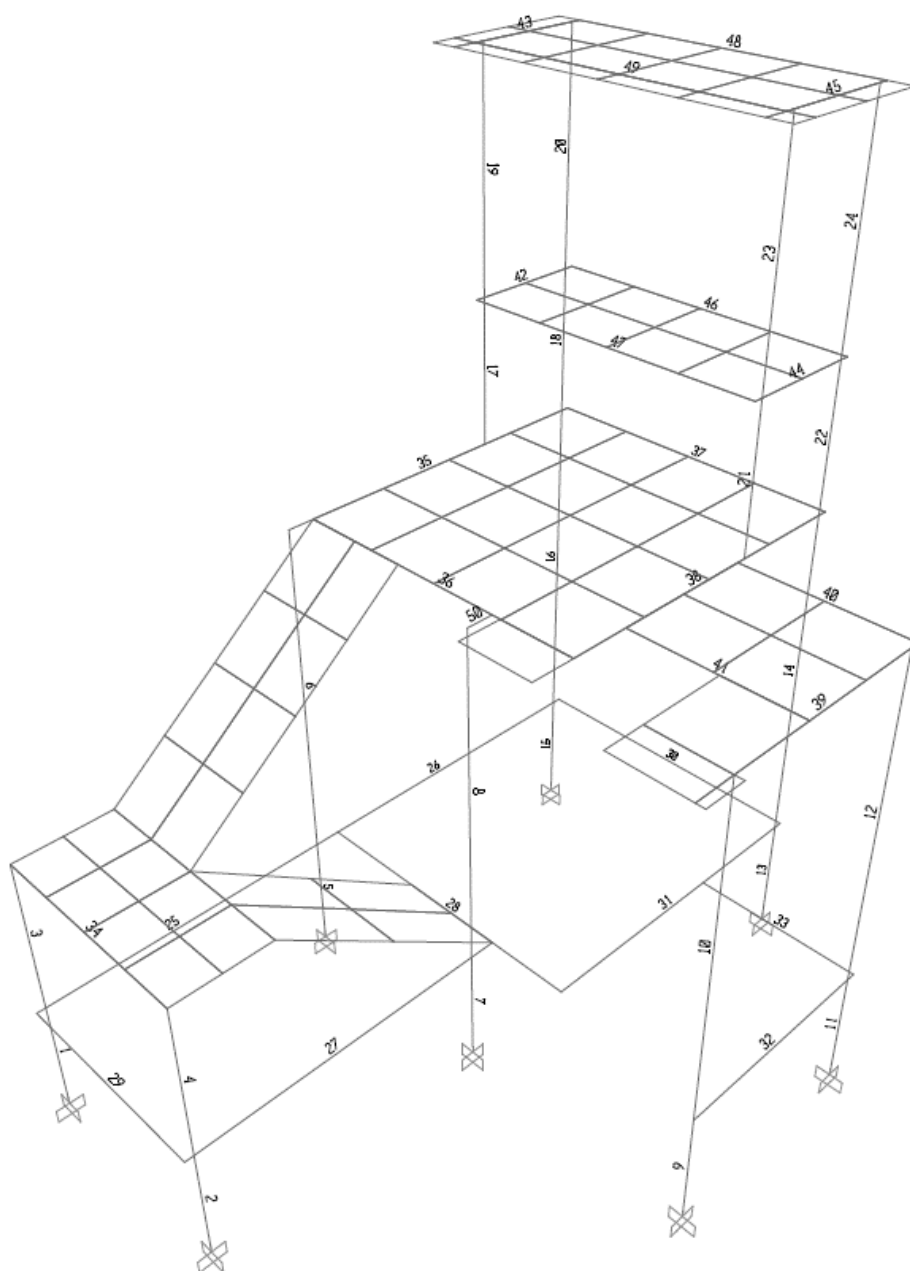


Figura 3 – Numeração das barras.



Tabela 3 – Status de utilização

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
1	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
1	P1530	Column	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
1	P1530	Column	No Messages	1,00	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1530	Column	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1530	Column	No Messages	1,00	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1530	Column	No Messages	0,70	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1530	Column	No Messages	1,40	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1530	Column	No Messages	0,70	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1530	Column	No Messages	1,40	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1530	Column	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1530	Column	No Messages	1,00	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1530	Column	No Messages	1,49	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1530	Column	No Messages	2,98	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1530	Column	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1530	Column	No Messages	1,00	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1530	Column	No Messages	1,49	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1530	Column	No Messages	2,98	ENVOLTORIA	PASSA
9	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
9	P1530	Column	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
9	P1530	Column	No Messages	1,00	ENVOLTORIA	PASSA
10	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
10	P1530	Column	No Messages	1,49	ENVOLTORIA	PASSA
10	P1530	Column	No Messages	2,98	ENVOLTORIA	PASSA
11	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
11	P1530	Column	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
11	P1530	Column	No Messages	1,00	ENVOLTORIA	PASSA
12	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
12	P1530	Column	No Messages	1,49	ENVOLTORIA	PASSA
12	P1530	Column	No Messages	2,98	ENVOLTORIA	PASSA
13	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
13	P1530	Column	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
13	P1530	Column	No Messages	1,00	ENVOLTORIA	PASSA
14	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
14	P1530	Column	No Messages	1,49	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
14	P1530	Column	No Messages	2,98	ENVOLTORIA	PASSA
15	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
15	P1530	Column	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
15	P1530	Column	No Messages	1,00	ENVOLTORIA	PASSA
16	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
16	P1530	Column	No Messages	1,49	ENVOLTORIA	PASSA
16	P1530	Column	No Messages	2,98	ENVOLTORIA	PASSA
17	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
17	P1530	Column	No Messages	0,60	ENVOLTORIA	PASSA
17	P1530	Column	No Messages	1,20	ENVOLTORIA	PASSA
18	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
18	P1530	Column	No Messages	0,60	ENVOLTORIA	PASSA
18	P1530	Column	No Messages	1,20	ENVOLTORIA	PASSA
19	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
19	P1530	Column	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
19	P1530	Column	No Messages	1,80	ENVOLTORIA	PASSA
20	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
20	P1530	Column	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
20	P1530	Column	No Messages	1,80	ENVOLTORIA	PASSA
21	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
21	P1530	Column	No Messages	0,60	ENVOLTORIA	PASSA
21	P1530	Column	No Messages	1,20	ENVOLTORIA	PASSA
22	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
22	P1530	Column	No Messages	0,60	ENVOLTORIA	PASSA
22	P1530	Column	No Messages	1,20	ENVOLTORIA	PASSA
23	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
23	P1530	Column	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
23	P1530	Column	No Messages	1,80	ENVOLTORIA	PASSA
24	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
24	P1530	Column	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
24	P1530	Column	No Messages	1,80	ENVOLTORIA	PASSA
25	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
25	V1530	Beam	No Messages	0,08	ENVOLTORIA	PASSA
25	V1530	Beam	No Messages	0,08	ENVOLTORIA	PASSA
25	V1530	Beam	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
25	V1530	Beam	No Messages	0,93	ENVOLTORIA	PASSA
25	V1530	Beam	No Messages	1,36	ENVOLTORIA	PASSA
25	V1530	Beam	No Messages	1,78	ENVOLTORIA	PASSA
25	V1530	Beam	No Messages	2,21	ENVOLTORIA	PASSA
25	V1530	Beam	No Messages	2,64	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1530	Beam	No Messages	0,23	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1530	Beam	No Messages	0,23	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
26	V1530	Beam	No Messages	0,67	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1530	Beam	No Messages	1,11	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1530	Beam	No Messages	1,55	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1530	Beam	No Messages	1,99	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1530	Beam	No Messages	2,43	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1530	Beam	No Messages	2,87	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1530	Beam	No Messages	2,87	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1530	Beam	No Messages	2,95	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1530	Beam	No Messages	0,08	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1530	Beam	No Messages	0,08	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1530	Beam	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1530	Beam	No Messages	0,93	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1530	Beam	No Messages	1,36	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1530	Beam	No Messages	1,78	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1530	Beam	No Messages	2,21	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1530	Beam	No Messages	2,64	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1530	Beam	No Messages	2,64	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1530	Beam	No Messages	2,86	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1530	Beam	No Messages	0,36	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1530	Beam	No Messages	0,72	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1530	Beam	No Messages	0,72	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1530	Beam	No Messages	1,18	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1530	Beam	No Messages	1,18	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1530	Beam	No Messages	1,64	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1530	Beam	No Messages	1,64	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1530	Beam	No Messages	2,10	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1530	Beam	No Messages	2,56	ENVOLTORIA	PASSA
29	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
29	V1530	Beam	No Messages	0,46	ENVOLTORIA	PASSA
29	V1530	Beam	No Messages	0,92	ENVOLTORIA	PASSA
29	V1530	Beam	No Messages	1,38	ENVOLTORIA	PASSA
29	V1530	Beam	No Messages	1,84	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1530	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1530	Beam	No Messages	0,85	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1530	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1530	Beam	No Messages	1,71	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1530	Beam	No Messages	2,14	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1530	Beam	No Messages	2,56	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1530	Beam	No Messages	0,42	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
31	V1530	Beam	No Messages	0,84	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1530	Beam	No Messages	1,26	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1530	Beam	No Messages	1,68	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1530	Beam	No Messages	1,68	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1530	Beam	No Messages	2,16	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1530	Beam	No Messages	2,65	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1530	Beam	No Messages	2,65	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1530	Beam	No Messages	2,72	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1530	Beam	No Messages	0,46	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1530	Beam	No Messages	0,92	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1530	Beam	No Messages	1,37	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1530	Beam	No Messages	1,83	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1530	Beam	No Messages	1,83	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1530	Beam	No Messages	1,91	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1530	Beam	No Messages	0,48	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1530	Beam	No Messages	0,95	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1530	Beam	No Messages	1,43	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1530	Beam	No Messages	0,46	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1530	Beam	No Messages	0,46	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1530	Beam	No Messages	0,92	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1530	Beam	No Messages	0,92	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1530	Beam	No Messages	1,38	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1530	Beam	No Messages	1,38	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1530	Beam	No Messages	1,84	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	0,23	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	0,23	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	0,57	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	0,91	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	0,91	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	1,25	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	1,59	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	1,59	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	1,98	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	1,98	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	2,27	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	2,27	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	2,57	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	2,87	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1530	Beam	No Messages	2,87	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
35	V1530	Beam	No Messages	2,95	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	0,32	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	0,64	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	0,64	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	0,65	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	0,65	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	0,72	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	0,72	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	1,00	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	1,64	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	1,64	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	1,92	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	1,92	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	2,10	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	2,10	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1530	Beam	No Messages	2,56	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1530	Beam	No Messages	0,32	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1530	Beam	No Messages	0,64	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1530	Beam	No Messages	0,64	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1530	Beam	No Messages	0,96	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1530	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1530	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1530	Beam	No Messages	1,60	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1530	Beam	No Messages	1,92	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1530	Beam	No Messages	1,92	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1530	Beam	No Messages	2,24	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1530	Beam	No Messages	2,56	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	0,68	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	0,68	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	1,09	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	1,09	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	1,36	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	1,36	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	1,68	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	1,68	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	1,76	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
38	V1530	Beam	No Messages	1,76	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	2,04	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	2,04	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	2,35	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	2,65	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	2,65	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1530	Beam	No Messages	2,72	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1530	Beam	No Messages	0,36	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1530	Beam	No Messages	0,73	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1530	Beam	No Messages	0,73	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1530	Beam	No Messages	1,02	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1530	Beam	No Messages	1,32	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1530	Beam	No Messages	1,32	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1530	Beam	No Messages	1,57	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1530	Beam	No Messages	1,83	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1530	Beam	No Messages	1,83	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1530	Beam	No Messages	1,91	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1530	Beam	No Messages	0,36	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1530	Beam	No Messages	0,72	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1530	Beam	No Messages	0,72	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1530	Beam	No Messages	1,07	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1530	Beam	No Messages	1,43	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1530	Beam	No Messages	0,33	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1530	Beam	No Messages	0,67	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1530	Beam	No Messages	0,67	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1530	Beam	No Messages	0,72	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1530	Beam	No Messages	0,72	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1530	Beam	No Messages	1,07	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1530	Beam	No Messages	1,43	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1530	Beam	No Messages	0,08	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1530	Beam	No Messages	0,08	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1530	Beam	No Messages	0,52	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1530	Beam	No Messages	0,52	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1530	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1530	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1530	Beam	No Messages	1,04	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1530	Beam	No Messages	0,08	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1530	Beam	No Messages	0,08	ENVOLTORIA	PASSA



Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
43	V1530	Beam	No Messages	0,52	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1530	Beam	No Messages	0,52	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1530	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1530	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1530	Beam	No Messages	1,04	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1530	Beam	No Messages	0,08	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1530	Beam	No Messages	0,08	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1530	Beam	No Messages	0,52	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1530	Beam	No Messages	0,52	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1530	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1530	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1530	Beam	No Messages	1,04	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1530	Beam	No Messages	0,08	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1530	Beam	No Messages	0,08	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1530	Beam	No Messages	0,52	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1530	Beam	No Messages	0,52	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1530	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1530	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1530	Beam	No Messages	1,04	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1530	Beam	No Messages	0,32	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1530	Beam	No Messages	0,64	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1530	Beam	No Messages	0,64	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1530	Beam	No Messages	0,96	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1530	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1530	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1530	Beam	No Messages	1,60	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1530	Beam	No Messages	1,92	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1530	Beam	No Messages	1,92	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1530	Beam	No Messages	2,24	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1530	Beam	No Messages	2,56	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1530	Beam	No Messages	0,32	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1530	Beam	No Messages	0,64	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1530	Beam	No Messages	0,64	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1530	Beam	No Messages	0,96	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1530	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1530	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1530	Beam	No Messages	1,60	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1530	Beam	No Messages	1,92	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1530	Beam	No Messages	1,92	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
47	V1530	Beam	No Messages	2,24	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1530	Beam	No Messages	2,56	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1530	Beam	No Messages	0,32	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1530	Beam	No Messages	0,64	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1530	Beam	No Messages	0,64	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1530	Beam	No Messages	0,96	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1530	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1530	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1530	Beam	No Messages	1,60	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1530	Beam	No Messages	1,92	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1530	Beam	No Messages	1,92	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1530	Beam	No Messages	2,24	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1530	Beam	No Messages	2,56	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1530	Beam	No Messages	0,32	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1530	Beam	No Messages	0,64	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1530	Beam	No Messages	0,64	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1530	Beam	No Messages	0,96	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1530	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1530	Beam	No Messages	1,28	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1530	Beam	No Messages	1,60	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1530	Beam	No Messages	1,92	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1530	Beam	No Messages	1,92	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1530	Beam	No Messages	2,24	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1530	Beam	No Messages	2,56	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1530	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1530	Beam	No Messages	0,23	ENVOLTORIA	PASSA

Tabela 4 – Esforços nas vigas e pilares

Barra	Situação	Combinação	N (kN)	V (kN)	T (kN.m)	M (kN.m)
1	Gmax	Combination	-16,95	0,84	-0,05	0,09
1	gmin	Combination	-13,22	0,60	-0,03	-0,45
2	Gmax	Combination	-13,24	0,75	-0,04	-0,39
2	gmin	Combination	-10,58	0,54	-0,03	-0,30
3	Gmax	Combination	-11,72	1,63	-0,05	-1,50
3	gmin	Combination	-6,79	1,16	-0,04	1,84
4	Gmax	Combination	-9,50	0,15	-0,03	-2,48
4	gmin	Combination	-5,21	0,11	-0,02	1,97
5	Gmax	Combination	-38,96	-0,05	0,05	-0,84
5	gmin	Combination	-28,94	-0,04	0,03	-0,10
6	Gmax	Combination	-31,11	0,33	0,04	-3,10
6	gmin	Combination	-18,86	0,24	0,03	4,55



Barra	Situação	Combinação	N (kN)	V (kN)	T (kN.m)	M (kN.m)
7	Gmax	Combination	-55,51	-0,92	-0,04	-1,03
7	gmin	Combination	-40,76	-0,66	-0,03	0,03
8	Gmax	Combination	-37,16	0,10	0,04	-3,47
8	gmin	Combination	-23,18	0,07	0,03	5,43
9	Gmax	Combination	-14,54	-0,33	0,07	-0,09
9	gmin	Combination	-11,51	-0,23	0,05	0,04
10	Gmax	Combination	-13,06	-0,42	0,01	-0,60
10	gmin	Combination	-5,97	-0,30	0,01	0,85
11	Gmax	Combination	-20,23	-0,22	0,00	0,06
11	gmin	Combination	-15,57	-0,16	0,00	0,02
12	Gmax	Combination	-17,02	-0,74	0,03	0,41
12	gmin	Combination	-8,80	-0,53	0,02	-0,71
13	Gmax	Combination	-68,39	-0,41	0,08	0,20
13	gmin	Combination	-49,96	-0,29	0,05	0,76
14	Gmax	Combination	-63,22	-0,20	0,01	2,15
14	gmin	Combination	-41,79	-0,14	0,01	-4,55
15	Gmax	Combination	-67,14	0,34	0,01	1,28
15	gmin	Combination	-49,06	0,24	0,01	-0,51
16	Gmax	Combination	-62,94	0,40	0,03	2,06
16	gmin	Combination	-41,59	0,29	0,02	-4,16
17	Gmax	Combination	-19,46	2,29	-0,05	-2,86
17	gmin	Combination	-12,55	1,64	-0,03	-0,30
18	Gmax	Combination	-29,65	3,31	-0,04	0,98
18	gmin	Combination	-19,82	2,37	-0,03	-1,16
19	Gmax	Combination	-9,68	0,96	-0,04	-0,01
19	gmin	Combination	-4,89	0,68	-0,03	-0,12
20	Gmax	Combination	-8,14	1,04	-0,04	-0,38
20	gmin	Combination	-3,78	0,74	-0,03	-0,01
21	Gmax	Combination	-18,04	-2,87	-0,04	-2,60
21	gmin	Combination	-11,53	-2,05	-0,03	-0,28
22	Gmax	Combination	-30,55	-2,74	-0,05	0,64
22	gmin	Combination	-20,47	-1,96	-0,04	-1,01
23	Gmax	Combination	-8,95	-0,79	-0,04	0,07
23	gmin	Combination	-4,37	-0,56	-0,03	-0,17
24	Gmax	Combination	-8,83	-1,21	-0,04	-0,22
24	gmin	Combination	-4,28	-0,86	-0,03	-0,09
25	Gmax	Combination	-0,11	-0,65	-1,12	-0,02
25	gmin	Combination	1,49	0,10	0,07	0,17
26	Gmax	Combination	5,96	0,52	0,62	-2,02
26	gmin	Combination	0,01	0,09	0,46	-0,03
27	Gmax	Combination	0,11	0,65	-0,46	0,02
27	gmin	Combination	6,16	0,77	-0,31	1,34
28	Gmax	Combination	0,28	-1,74	-0,33	0,01

Barra	Situação	Combinação	N (kN)	V (kN)	T (kN.m)	M (kN.m)
28	gmin	Combination	0,33	-0,92	0,46	-0,50
29	Gmax	Combination	0,65	-0,11	0,02	0,46
29	gmin	Combination	0,47	-0,08	0,01	-0,80
30	Gmax	Combination	0,12	-0,01	-0,04	-0,46
30	gmin	Combination	0,09	-0,01	-0,03	-0,46
31	Gmax	Combination	1,74	0,28	-0,01	-0,33
31	gmin	Combination	-0,01	-0,09	-0,33	0,03
32	Gmax	Combination	0,75	-0,10	-0,12	-0,51
32	gmin	Combination	0,18	-0,44	-0,58	0,03
33	Gmax	Combination	0,61	0,25	-0,04	-0,82
33	gmin	Combination	0,44	0,18	-0,03	0,00
34	Gmax	Combination	0,82	-0,13	1,36	0,21
34	gmin	Combination	-0,13	0,15	-0,84	-0,74
35	Gmax	Combination	-3,18	-0,33	0,55	-6,37
35	gmin	Combination	0,25	1,84	1,83	0,80
36	Gmax	Combination	-0,33	0,00	0,43	1,87
36	gmin	Combination	-1,51	-0,65	0,87	-0,11
37	Gmax	Combination	1,50	0,04	-0,61	-1,42
37	gmin	Combination	0,99	-0,07	0,44	-1,53
38	Gmax	Combination	0,07	-0,18	-2,36	0,60
38	gmin	Combination	0,34	-1,72	-1,20	0,80
39	Gmax	Combination	-0,16	0,01	-0,39	-1,29
39	gmin	Combination	0,16	0,45	-1,04	0,32
40	Gmax	Combination	-0,27	0,00	-0,36	-1,28
40	gmin	Combination	-0,21	-0,02	-0,55	1,96
41	Gmax	Combination	-0,01	0,00	0,51	0,04
41	gmin	Combination	-0,28	0,01	0,72	1,72
42	Gmax	Combination	0,76	-2,00	2,99	0,07
42	gmin	Combination	0,45	0,83	-1,29	0,18
43	Gmax	Combination	-0,10	-0,86	0,69	0,13
43	gmin	Combination	0,00	0,63	-0,63	-0,04
44	Gmax	Combination	0,52	1,35	-2,82	-0,01
44	gmin	Combination	0,48	-1,29	1,02	0,23
45	Gmax	Combination	0,00	1,11	-0,85	0,08
45	gmin	Combination	-0,06	-0,45	0,49	0,00
46	Gmax	Combination	-0,75	-0,01	0,16	-2,55
46	gmin	Combination	-0,76	0,02	-0,05	-1,93
47	Gmax	Combination	-0,95	0,02	0,30	-1,26
47	gmin	Combination	-0,42	0,00	-0,16	-1,15
48	Gmax	Combination	-0,66	-0,01	-0,03	-0,77
48	gmin	Combination	-0,37	0,03	0,07	-0,44
49	Gmax	Combination	-0,29	0,03	0,02	-0,61
49	gmin	Combination	-0,28	0,00	0,04	-0,57

Barra	Situação	Combinação	N (kN)	V (kN)	T (kN.m)	M (kN.m)
50	Gmax	Combination	-3,72	-0,10	0,23	-7,61
50	gmin	Combination	-2,66	-0,07	0,16	-0,25

### 3.3. Armação das lajes

A Figura 4 apresenta a numeração das lajes nas quais serão apresentados o dimensionamento a seguir.

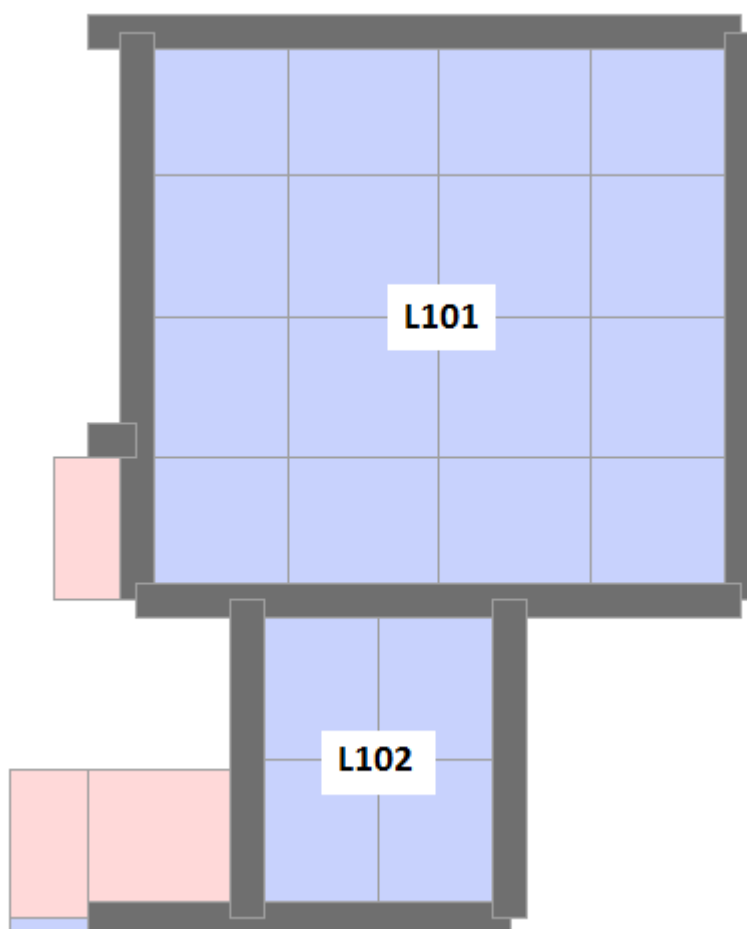


Figura 4 – Relação das lajes.



b) L102

**DIMENSIONAMENTO DE LAJE MACIÇA RETANGULAR DE CONCRETO ARMADO**

Materiais		VERIFICAÇÃO		Status	$S_d / R_d$
$f_{ck}$ MPa	30	ELU-M - Momento		OK!	0,310
$f_{yk}$ MPa	500	ELU-V - Cortante		OK!	0,097
Ponderação - ELU		ELS-W - Fissura		OK!	0,000
$\gamma_c$	1,4	ELS-D - Flecha		OK!	0,017
$\gamma_s$	1,15	Cons. Aço kg/m <sup>3</sup>			26

Ações		Ponderação das Ações			
$G_{pp}$ kN/m <sup>2</sup>	2,50	ELU-M/V	ELU-M/V	ELS-W	ELS-D
$G_{ex}$ kN/m <sup>2</sup>	1,00	$\gamma_G$	1,4	1	1
$Q$ kN/m <sup>2</sup>	3,00	$\gamma_Q$	1,4	0,4	0,3

Esforços Característicos				
Esforço	x	$x_e$	y	$y_e$
$M_{Gk}$ kNm/m	0,49	0,00	0,16	0,00
$M_{Qk}$ kNm/m	0,42	0,00	0,13	0,00
$V_{Gk}$ kN/m	1,56	0,00	1,04	0,00
$V_{Qk}$ kN/m	1,34	0,00	0,89	0,00

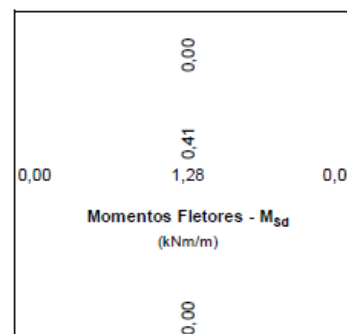
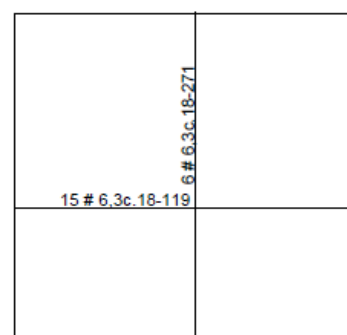
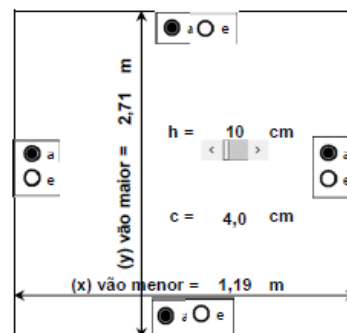
ELU-M - Momento Fletor				
	x	$x_e$	y	$y_e$
$M_{Sd}$ kN.m/m	1,28	0,00	0,41	0,00
$\phi$ mm	6,3		6,3	
cada cm	18		18	
$A_s$ cm <sup>2</sup> /m	1,73		1,73	
d cm	5,69		5,69	
$M_{Ed}$ kNm/m	4,12		4,12	
$M_{Sd}/M_{Ed}$	0,310		0,099	
Status	OK!		OK!	

ELU-V - Força Cortante				
	x	$x_e$	y	$y_e$
$V_{Sd}$ kN/m	4,06	0,00	2,71	0,00
$V_{Rd1}$ kN/m	41,99	-	41,99	-
$V_{Sd}/V_{Rd1}$	0,097	-	0,064	-
Status	OK!	-	OK!	-

ELS-W - Abertura de Fissura				
	x	$x_e$	y	$y_e$
$M_{Sd}$ kNm/m	0,66	0,00	0,21	0,00
$M_f$ kNm/m	4,83	4,83	4,83	4,83
$w_k$ mm	0,000	0,000	0,000	0,000
$w_{lim}$ mm			0,3	
$w_k/w_{lim}$	0,000	0,000	0,000	0,000
Status	OK!	OK!	OK!	OK!

ELS-DEF - Flecha						
Momentos	$M_{Gd}$ kN.m/m	x	y	$M_{Qd}$ kN.m/m	x	y
f	$I_c$ cm <sup>4</sup>	$I_e$ cm <sup>4</sup>	Fissurada?	$t_0$ meses	t meses	$\xi(t)-\xi(t_0)$
0,1184	8333	8333	NÃO	1,0	70,0	1,32
$\Delta_{Cr}$ mm	$\Delta_T$ mm	0,1	$\Delta_Q$ mm	0,0	$\Delta_A$ mm	0,00
0,0	$\Delta_{T,lim}$ mm	4,8	$\Delta_{Q,lim}$ mm	3,4	$\Delta_{A,lim}$ mm	2,38
$\Delta_{Cr,lim}$ mm	$\Delta_T/\Delta_{T,lim}$	0,017	$\Delta_Q/\Delta_{Q,lim}$	0,002	$\Delta_A/\Delta_{A,lim}$	0,000
3,4	Status	OK!	Status	OK!	Status	OK!

Resumo de Aço e Concreto					
	$x_{e,eq}$	x	$x_{e,dr}$	$y_{e,int}$	y
$\phi$ mm		6,3			6,3
Q		15			6
CU cm		119			271
MU kg/m		0,2447			0,2447
MT kg		4,4			4,0
Resumo	Aço kg		8,3	Concreto m <sup>3</sup>	0,32



--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

### 3.4. Fundações

A Figura 5 apresenta a locação e identificação de cada sapata.

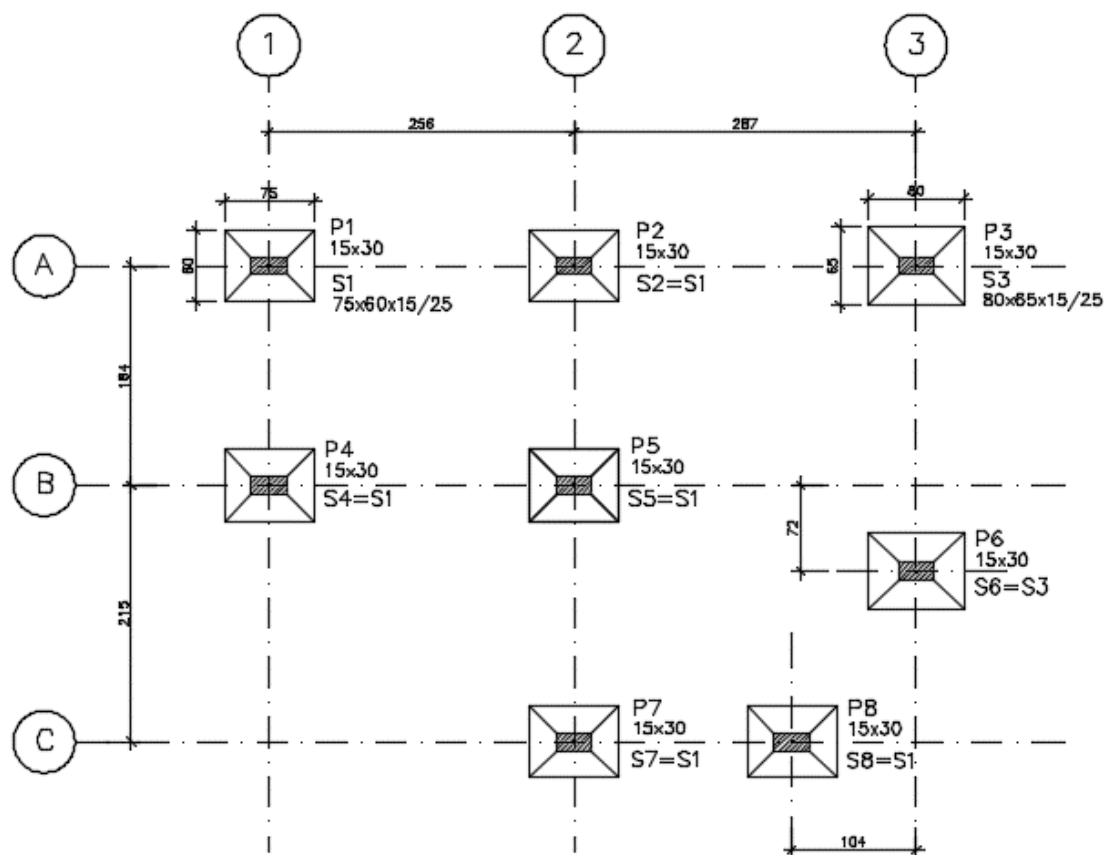


Figura 5 – Locação e identificação dos sapatas.

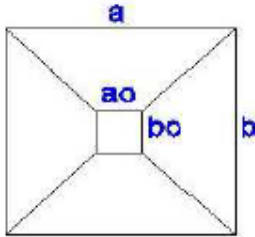
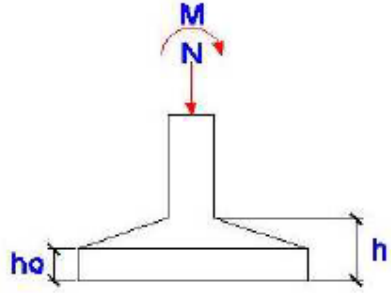
A Tabela 5 apresenta o quadro de cargas dos pilares. As fundações serão do tipo diretas em sapatas, cujo dimensionamento será apresentado a seguir.

Tabela 5 – Quadro de cargas.

PLANO DE CARGAS								
PILAR	DIMENSÕES (cm)	CASO	F <sub>x</sub> (kN)	F <sub>y</sub> (kN)	F <sub>z</sub> (kN)	M <sub>x</sub> (kN.m)	M <sub>y</sub> (kN.m)	M <sub>z</sub> (kN.m)
P01	15x30	Gmax	0,72	-0,84	18,52	0,53	0,63	0,05
		gmin	0,52	-0,60	13,22	0,38	0,45	0,03
P02	15x30	Gmax	-0,70	0,05	40,53	-0,14	0,14	-0,05
		gmin	-0,50	0,04	28,94	-0,10	0,10	-0,03
P03	15x30	Gmax	2,00	-0,34	68,72	0,12	0,72	-0,01
		gmin	1,43	-0,24	49,06	0,09	0,51	-0,01
P04	15x30	Gmax	0,03	-0,75	14,81	0,50	0,42	0,04
		gmin	0,02	-0,54	10,58	0,36	0,30	0,03

P05	15x30	Gmax	-1,08	0,92	57,08	-0,38	-0,05	0,04
		gmin	-0,77	0,66	40,76	-0,27	-0,03	0,03
P06	15x30	Gmax	-0,87	0,41	69,97	-0,13	-1,06	-0,08
		gmin	-0,62	0,29	49,96	-0,09	-0,76	-0,05
P07	15x30	Gmax	-0,15	0,33	16,11	-0,41	-0,06	-0,07
		gmin	-0,11	0,23	11,51	-0,29	-0,04	-0,05
P08	15x30	Gmax	0,04	0,22	21,81	-0,16	-0,02	0,00
		gmin	0,03	0,16	15,57	-0,11	-0,02	0,00

a) Sapatas Grupo I – S1/S2/S4/S5/S7/S8

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: EEAB POÇO 2 - SAA BARRA DE MANGARAÍ		FOLHA 01/04
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-05	DATA: 10/01/2020
<b>1) PARÂMETROS DE ENTRADA</b> <div style="float: right; font-size: small;">Nota: Editar somente células verdes</div> <div style="clear: both;"></div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Dimensões do pilar</p> <p>Esforços</p> <p>Tensão admissível <math>\sigma_{adm}</math></p> <p>Concreto</p> <p>Aço a ser utilizado</p> <p>Cobrimento</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>ao = 30 cm</p> <p>bo = 15 cm</p> <p>N = 40,53 kN</p> <p>M = 0,14 kN.m</p> <p>= 1,60 kgf/cm<sup>2</sup></p> <p>fck = 30 MPa</p> <p>CA = 50</p> <p>c = 4,0 cm</p> </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  </div> </div>		
<b>2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA</b> <div style="float: right; text-align: center;">  </div> <div style="clear: both;"></div> $S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = 2786,44 \text{ cm}^2$ $a = \left( \frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 61 \text{ cm}$ $b = \frac{S}{a_0} = 46 \text{ cm}$ <p>Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm</p> <p>a = 75 cm</p> <p>b = 60 cm</p>		
<b>3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO</b>		
<b>3.1) Cálculo da Excentricidade</b>		
$e = \frac{M}{N} = 0,00$ <p>Se <math>e \leq \frac{a}{6}</math> não há tensões de tração na sapata e aforça normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b</p> $\frac{a}{6} = 12,50$		
<b>3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas</b>		
$\left. \begin{matrix} \sigma_{max} \\ \sigma_{min} \end{matrix} \right\} = \frac{N}{S} \times \left( 1 \pm \frac{6e}{a} \right) \Rightarrow$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div> <math>\sigma_{max} = 0,93 \text{ kgf/cm}^2</math>  <math>\sigma_{min} = 0,88 \text{ kgf/cm}^2</math> </div> <div> <math>1,3\sigma_{adm} = 2,08 \text{ kgf/cm}^2</math>  <math>\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 0,90 \text{ kgf/cm}^2</math> </div> </div>		
Condições:		
Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b		
Valores finais das dimensões da sapata <div style="display: flex; justify-content: flex-end; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;">a = 75 cm</div> <div>b = 60 cm</div> </div>		



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: EEAB POÇO 2 - SAA BARRA DE MANGARÁ	FOLHA 02/04	
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-05	DATA: 10/01/2020

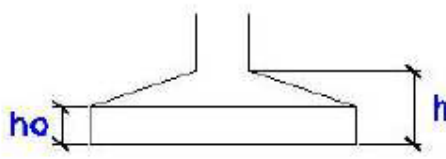
**4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h**

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 15,00 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 15,00 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 8,04 \text{ cm} \end{cases}$$

Adotar  $d = 15 \text{ cm}$

$h = d + \text{cobrimento} = 19,00 \text{ cm}$

Adotar  $h = 25 \text{ cm}$



$h_0 = \frac{h}{3} = 8,33 \text{ cm}$

Adotar  $h_0 = 15 \text{ cm}$

**5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL**

**5.1) Cálculo do Momento Fletor**

**5.1.1) Direção Paralela a "a"**

$$Lx = \frac{a - a_0}{2} = 0,23 \text{ m}$$

$$La = Lx + 0,15a_0 = 0,27 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,05625 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$\sigma_{max} = 142,19 \text{ kN/m}^2$        $\sigma_{min} = 135,22 \text{ kN/m}^2$

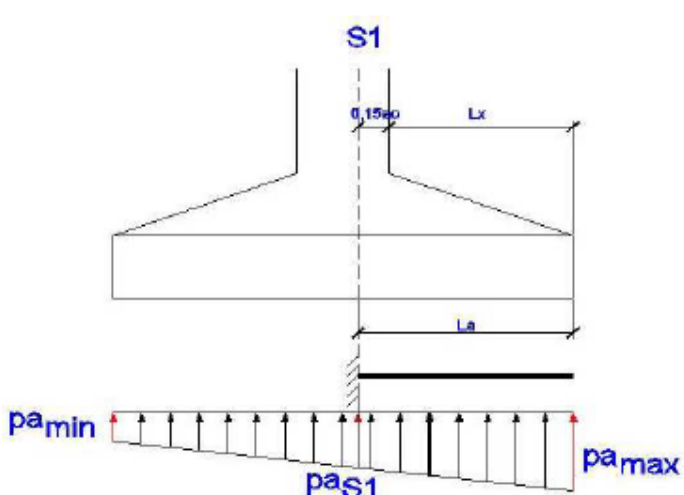
$pa_{max} = \sigma_{max} \times b = 85,31 \text{ kN/m}$        $pa_{min} = \sigma_{min} \times b = 81,13 \text{ kN/m}$

Por semelhança geométrica       $pa_{S1} = 82,64 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{pa_{S1} \cdot La^2}{2} + \left( \frac{\sigma_{max} - pa_{S1}}{2} \right) \times \frac{2}{3} La^2$$

$M_{Sda} = 3,08 \text{ kN.m}$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS														
CLIENTE: CESAN														
OBRA: EEAB POÇO 2 - SAA BARRA DE MANGARÁ	FOLHA 03/04													
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-05	DATA: 10/01/2020												
<p><b>5.1.2) Direção Paralela a "b"</b></p> $Ly = \frac{b - b_0}{2} = 0,23 \text{ m}$ $Lb = Ly + 0,15b_0 = 0,25 \text{ m}$ <p>Tensões máximas e mínimas</p> $\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 138,7 \text{ kN/m}^2$ $pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 104,0 \text{ kN/m}$ <p>Logo:</p> $M_{Sdb} = \frac{pb_{S1} \cdot Lb^2}{2} \qquad M_{Sdb} = 3,19 \text{ kN.m}$ <p><b>5.2) Cálculo da Armadura</b></p> <p><b>5.2.1) Direção Paralela a "a"</b></p> $A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,83 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 2,25 \text{ cm}^2$ <p>Será adotada, como base, a armadura de mínima se <math>A_{smin} &gt; A_{sa}</math></p> <p>Armadura adotada = 2,25 cm<sup>2</sup></p> <p>Aço a ser utilizado:</p> <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>5</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>3</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>2</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>2</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> <div style="display: inline-block; vertical-align: top; margin-left: 20px;"> <p>Ø da barra escolhida = 8</p> <p>Nº de Barras = 5</p> </div> <p>Avaliação do espaçamento</p> $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^\circ \text{ de barras} - 1} = 12,60 \text{ cm}$ <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <math display="block">s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}</math> </div> <div> <p>Escolher o menor valor e comparar com s calculado:</p> <p>Se <math>s \leq s_{max}</math> "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro</p> </div> </div>			Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	5	10,0	3	12,5	2	16,0	2	20,0	1
Ø (mm)	Nº de Barras													
8,0	5													
10,0	3													
12,5	2													
16,0	2													
20,0	1													

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS																												
CLIENTE: CESAN																												
OBRA: EEAB POÇO 2 - SAA BARRA DE MANGARÁ	FOLHA 04/04																											
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-05	DATA: 10/01/2020																										
<p><b>5.2.2) Direção Paralela a "b"</b></p> $A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,70 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 2,81 \text{ cm}^2$ <p>Será adotada, como base, a armadura de mínima se <math>A_{smin} &gt; A_{sa}</math></p> <p>Armadura adotada = 2,81 cm<sup>2</sup></p> <p>Aço a ser utilizado:</p> <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>6</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>4</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>3</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>2</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> <div style="display: inline-block; vertical-align: top; margin-left: 20px;"> <p>Ø da barra escolhida = 8</p> <p>Nº de Barras = 6</p> </div> <p>Avaliação do espaçamento</p> $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 13,08 \text{ cm}$ <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <math display="block">s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}</math> </div> <div> <p>Escolher o menor valor e comparar com s calculado:</p> <p>Se <math>s \leq s_{max}</math> "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tbody> <tr> <td style="width: 20%;">Direção a</td> <td style="width: 10%;">5</td> <td style="width: 10%;">Ø</td> <td style="width: 10%;">8</td> <td style="width: 10%;">C/</td> <td style="width: 10%;">10</td> <td style="width: 10%;">cm</td> </tr> <tr> <td>Direção b</td> <td>6</td> <td>Ø</td> <td>8</td> <td>C/</td> <td>10</td> <td>cm</td> </tr> </tbody> </table>			Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	6	10,0	4	12,5	3	16,0	2	20,0	1	Direção a	5	Ø	8	C/	10	cm	Direção b	6	Ø	8	C/	10	cm
Ø (mm)	Nº de Barras																											
8,0	6																											
10,0	4																											
12,5	3																											
16,0	2																											
20,0	1																											
Direção a	5	Ø	8	C/	10	cm																						
Direção b	6	Ø	8	C/	10	cm																						

b) Sapatas Grupo II – S3/S6

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: EEAB POÇO 2 - SAA BARRA DE MANGARÁ	FOLHA 01/04	
SAPATA: S03	SONDAGEM: SP-05	DATA: 10/01/2020

**1) PARÂMETROS DE ENTRADA**

Dimensões do pilar  
 $a_0 = 30 \text{ cm}$   
 $b_0 = 15 \text{ cm}$

Esforços  
 $N = 69,97 \text{ kN}$   
 $M = 1,06 \text{ kN.m}$

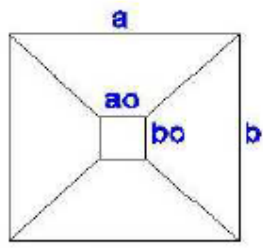
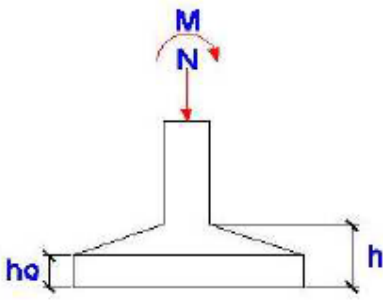
Tensão admissível  $\sigma_{adm} = 1,60 \text{ kgf/cm}^2$

Concreto  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Aço a ser utilizado CA 50

Cobrimento  $c = 4,0 \text{ cm}$

Nota: Editar somente células verdes

**2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA**

$$S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = 4810,44 \text{ cm}^2$$

$$a = \left( \frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 77 \text{ cm}$$

$$b = \frac{S}{a_0} = 62 \text{ cm}$$

Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm

$a = 80 \text{ cm}$   
 $b = 65 \text{ cm}$

**3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO**

**3.1) Cálculo da Excentricidade**

$$e = \frac{M}{N} = 0,02$$

Se  $e \leq \frac{a}{6}$  não há tensões de tração na sapata e aforça normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b

$$\frac{a}{6} = 13,33$$
  

**3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas**

$$\left. \begin{matrix} \sigma_{max} \\ \sigma_{min} \end{matrix} \right\} = \frac{N}{S} \times \left( 1 \pm \frac{6e}{a} \right) \Rightarrow$$

$$\sigma_{max} = 1,50 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{min} = 1,19 \text{ kgf/cm}^2$$

$$1,3\sigma_{adm} = 2,08 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 1,35 \text{ kgf/cm}^2$$
  

Condições:

Se  $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$  e  $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$  ok, caso contrário aumentar a e b

Valores finais das dimensões da sapata  
 $a = 80 \text{ cm}$   
 $b = 65 \text{ cm}$

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: EEAB POÇO 2 - SAA BARRA DE MANGARAÍ	FOLHA 02/04	
SAPATA: S03	SONDAGEM: SP-05	DATA: 10/01/2020

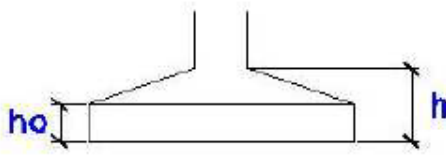
**4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h**

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 16,67 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 16,67 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 10,56 \text{ cm} \end{cases}$$

Adotar  $d = 17 \text{ cm}$

$h = d + \text{cobrimento} = 21,00 \text{ cm}$

Adotar  $h = 25 \text{ cm}$



$h_0 = \frac{h}{3} = 8,33 \text{ cm}$

Adotar  $h_0 = 15 \text{ cm}$

**5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL**

**5.1) Cálculo do Momento Fletor**

**5.1.1) Direção Paralela a "a"**

$$L_x = \frac{a - a_0}{2} = 0,25 \text{ m}$$

$$L_a = L_x + 0,15 a_0 = 0,30 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,06933 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$\sigma_{max} = 228,62 \text{ kN/m}^2$        $\sigma_{min} = 185,82 \text{ kN/m}^2$

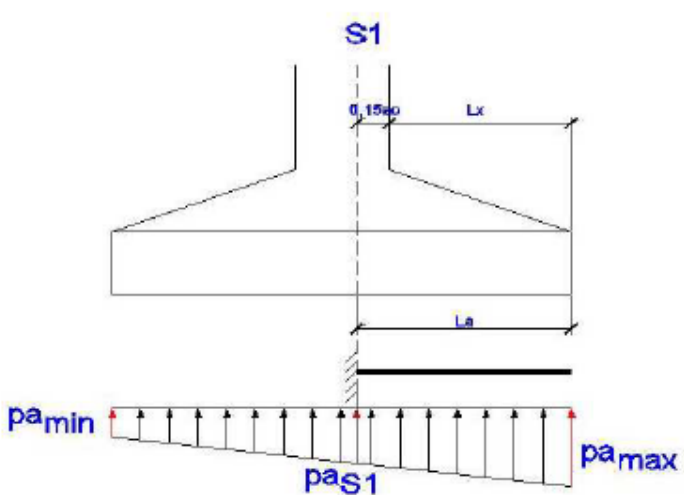
$pa_{max} = \sigma_{max} \times b = 148,60 \text{ kN/m}$        $pa_{min} = \sigma_{min} \times b = 120,78 \text{ kN/m}$

Por semelhança geométrica       $pa_{S1} = 131,04 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{pa_{S1} \cdot La^2}{2} + \left( \frac{\sigma_{max} - pa_{S1}}{2} \right) \times \frac{2}{3} La^2$$

$M_{Sda} = 6,21 \text{ kN.m}$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS														
CLIENTE: CESAN														
OBRA: EEAB POÇO 2 - SAA BARRA DE MANGARÁ	FOLHA 03/04													
SAPATA: S03	SONDAGEM: SP-05	DATA: 10/01/2020												
<p><b>5.1.2) Direção Paralela a "b"</b></p> $L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,25 \text{ m}$ $L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,27 \text{ m}$ <p>Tensões máximas e mínimas</p> $\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 207,2 \text{ kN/m}^2$ $pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 165,8 \text{ kN/m}$ <p>Logo:</p> $M_{Sdb} = \frac{pb_{s1} \cdot L_b^2}{2} \qquad M_{Sdb} = 6,15 \text{ kN.m}$ <p><b>5.2) Cálculo da Armadura</b></p> <p><b>5.2.1) Direção Paralela a "a"</b></p> $A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,47 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 2,44 \text{ cm}^2$ <p>Será adotada, como base, a armadura de mínima se <math>A_{smin} &gt; A_{sa}</math></p> <p>Armadura adotada = 2,44 cm<sup>2</sup></p> <p>Aço a ser utilizado:</p> <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>5</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>4</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>2</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>2</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> <div style="display: inline-block; vertical-align: top; margin-left: 20px;"> <p>Ø da barra escolhida = 10</p> <p>Nº de Barras = 4</p> </div> <p>Avaliação do espaçamento</p> $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^\circ \text{ de barras} - 1} = 18,33 \text{ cm}$ <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <math display="block">s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}</math> </div> <div> <p>Escolher o menor valor e comparar com s calculado:</p> <p>Se <math>s \leq s_{max}</math> "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro</p> </div> </div>			Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	5	10,0	4	12,5	2	16,0	2	20,0	1
Ø (mm)	Nº de Barras													
8,0	5													
10,0	4													
12,5	2													
16,0	2													
20,0	1													

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS																												
CLIENTE: CESAN																												
OBRA: EEAB POÇO 2 - SAA BARRA DE MANGARÁ	FOLHA 04/04																											
SAPATA: S03	SONDAGEM: SP-05	DATA: 10/01/2020																										
<p><b>5.2.2) Direção Paralela a "b"</b></p> $A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,19 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 3,00 \text{ cm}^2$ <p>Será adotada, como base, a armadura de mínima se <math>A_{smin} &gt; A_{sb}</math></p> <p>Armadura adotada = 3,56 cm<sup>2</sup></p> <p>Aço a ser utilizado:</p> <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>8</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>5</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>3</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>2</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>2</td></tr> </tbody> </table> <div style="display: inline-block; vertical-align: top; margin-left: 20px;"> <p>Ø da barra escolhida = 10</p> <p>Nº de Barras = 5</p> </div> <p>Avaliação do espaçamento</p> $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 17,50 \text{ cm}$ <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <math display="block">s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}</math> </div> <div> <p>Escolher o menor valor e comparar com s calculado: Se <math>s \leq s_{max}</math> "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> </div> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tbody> <tr> <td>Direção a</td> <td>4</td> <td>Ø</td> <td>10</td> <td>C/</td> <td>14</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Direção b</td> <td>5</td> <td>Ø</td> <td>10</td> <td>C/</td> <td>14</td> <td>cm</td> </tr> </tbody> </table>			Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	8	10,0	5	12,5	3	16,0	2	20,0	2	Direção a	4	Ø	10	C/	14	cm	Direção b	5	Ø	10	C/	14	cm
Ø (mm)	Nº de Barras																											
8,0	8																											
10,0	5																											
12,5	3																											
16,0	2																											
20,0	2																											
Direção a	4	Ø	10	C/	14	cm																						
Direção b	5	Ø	10	C/	14	cm																						

## 4. DIMENSIONAMENTO – TRAVESSIA LONGITUDINAL ES-080

### 4.1. Modelagem estrutural

As caixas da travessia longitudinal da ES-080 são estruturas prismáticas paralelepípedicas enterrada (Figura 6).

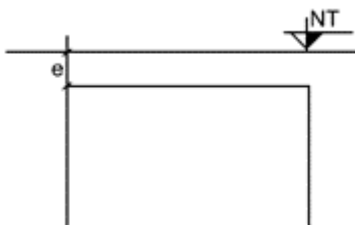


Figura 6 - Posicionamento das caixas em relação ao solo.

Para dimensionamento foram consideradas como lajes engastadas as paredes das caixas em alvenaria estrutural, estas são engastadas em três bordas e apoiada na borda superior, onde terá contato com a laje de cobertura, as paredes serão submetidas à atuação da força hidrostática correspondente a altura interna total, o empuxo do solo na parte externa e a carga de tráfego de veículos conforme a NBR 7188.

A laje de fundo atua como fundações, em função disto, estrutura foi calculada associando a um meio elástico. Para a interação solo estrutura o coeficiente de recalque vertical será determinado pela relação empírica de Alonso (1943), Teixeira e Godoy (1996).

$$s = 0.2SPT_{médio} (kgf/cm^2)$$

Conforme furo SP-03 temos na camada de apoio  $N_{SPT} = 9$ . Conforme Alonso (1946) temos:

$$\sigma_{adm} = \frac{N_{SPT}}{5} = \frac{9}{5} = 1,80 \text{ kgf/cm}^2$$

Utilizando a tabela de Morrison (1993) temos:

Para  $\sigma_{adm} = 1,80 \text{ kgf/cm}^2$  temos  $Kv = 3,64 \text{ kgf/cm}^3$

Na estrutura atuam esforços de tração e flexão.

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (Figura 7 e Figura 8) considerando os parâmetros apresentados no item 2.



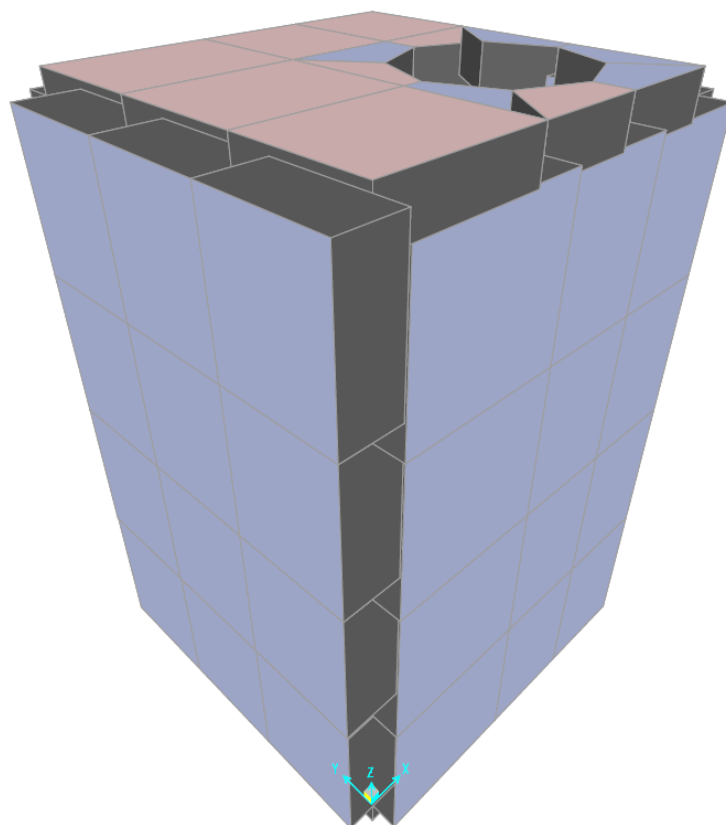


Figura 7 - Modelo estrutural 3D - Vista 1.

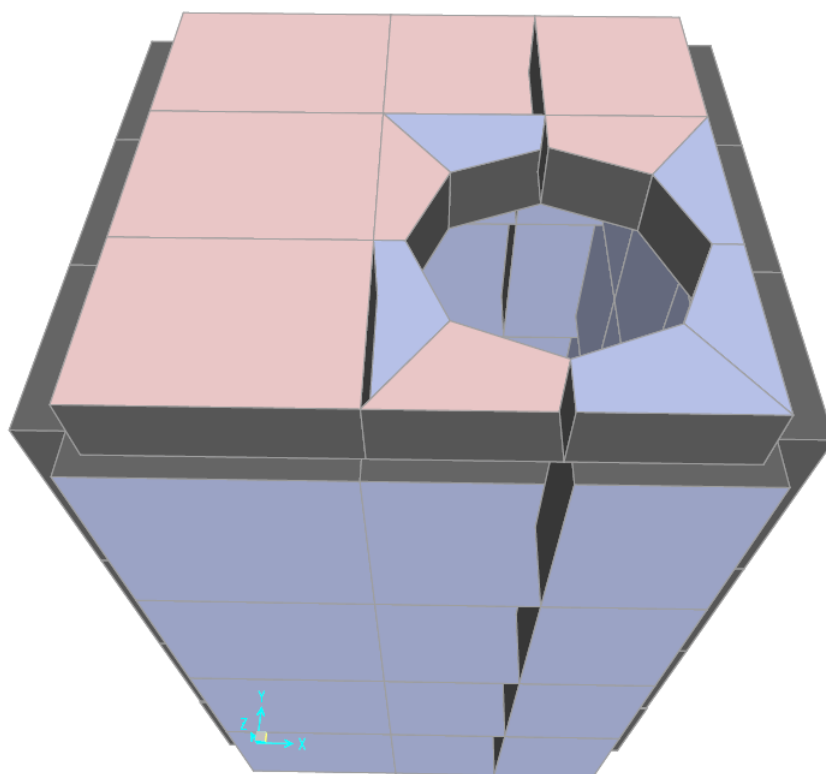


Figura 8 - Modelo estrutural 3D - Vista 2.

Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

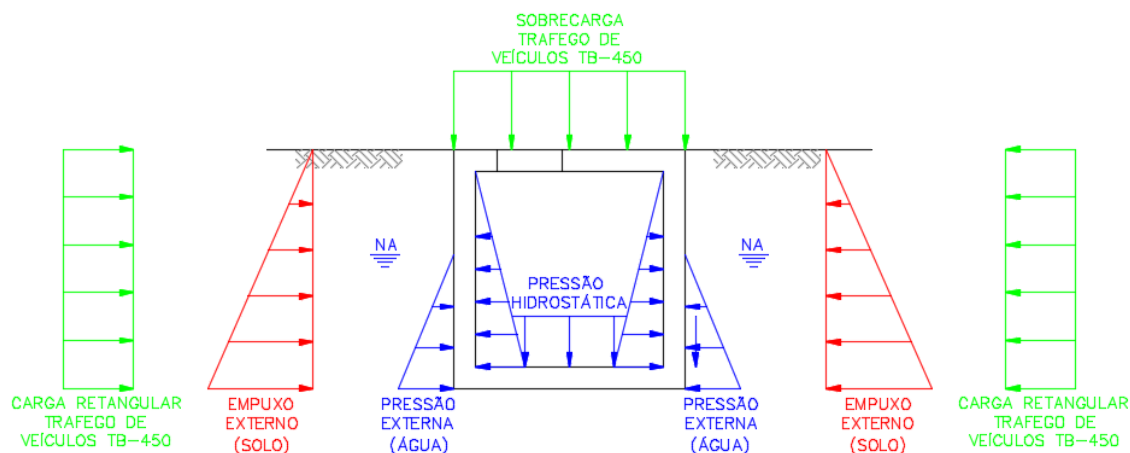


Figura 9 - Cargas aplicadas.

Pressão hidro. (interna): Carga triangular  $P_{agua} = \gamma_{agua} \cdot h = 10,00 \times 1,80 = 18,00 \text{ kN/m}^2$

Pressão hidro. laje de fundo:  $P_{agua} = 18,00 \text{ kN/m}^2$

Pressão hidro. (externa): Carga triangular  $P_{agua} = \gamma_{agua} \cdot h = 10,00 \times 0,45 = 4,50 \text{ kN/m}^2$

Empuxo externo (solo): Carga triangular  $P_{solo} = \gamma_t \cdot h = 18,00 \times 2,00 = 36,00 \text{ kN/m}^2$

Empuxo externo (solo): Carga retangular devido ao trafego de veículos para estradas vicinais TB-450 veículo de 450,00 kN (somente na parede voltada para a ES 080).

Sobrecarga na tampa trafego TB-450 veículo de 450,00 kN

- Cargas Permanentes (CP):
  - Peso próprio.
- Sobrecargas (SC):
  - Carregamento na laje de fundo (SC-LF);
  - Carregamento nas paredes lado interno (SC-LI);
  - Carregamento nas paredes lado externo (água) (SC-EA);
  - Carregamento nas paredes lado externo (solo) (SC-ES);
  - Carregamento nas paredes lado externo (veículos) (SC-VE);
  - Carregamento na laje de cobertura (veículos) (SC-VC).

Combinação para dimensionamento:

Comb 1:  $1,4CP + 1,4SCLF$

Comb 2: 1,4CP + 1,4SCLF + 1,4SCLI

Comb 3: 1,4CP + 1,4SCLF + 1,4SCLI + 1,4SCEA

Comb 4: 1,4CP + 1,4SCLF + 1,4SCLI + 1,4SCEA + 1,4SCES

Comb 5: 1,4CP + 1,4SCLF + 1,4SCLI + 1,4SCEA + 1,4SCES + 1,4SCVE

Comb 6: 1,4CP + 1,4SCLF + 1,4SCLI + 1,4SCEA + 1,4SCES + 1,4SCVE + 1,4SCES

## 4.2. Resultados da análise estrutural

Conforme informado no item anterior, a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A Tabela 6 a seguir apresenta os resultados do dimensionamento eletrônico. Cada área representa uma seção da malha de elementos finitos. Os diagramas de momentos fletores serão apresentados posteriormente na Figura 11 e na Figura 12.

Tabela 6 - Esforços nas placas.

Area Text	OutputCase Text	CaseType Text	Fx KN/m	Fy KN/m	Mx KN-m/m	My KN-m/m	T KN-m/m
1	ENVOLTORIA	Combination	-25,89	287,41	-6,60	10,07	1,82
1	ENVOLTORIA	Combination	126,09	322,01	0,92	-3,79	9,30
1	ENVOLTORIA	Combination	48,11	-67,88	-14,00	-17,73	10,14
1	ENVOLTORIA	Combination	-99,72	-81,74	2,80	-8,34	2,66
2	ENVOLTORIA	Combination	-56,26	-56,91	1,76	-8,55	9,03
2	ENVOLTORIA	Combination	44,25	-36,81	-13,46	-17,62	12,07
2	ENVOLTORIA	Combination	36,07	-77,71	-12,27	-18,17	15,62
2	ENVOLTORIA	Combination	-64,44	-97,81	-6,92	-22,21	12,58
3	ENVOLTORIA	Combination	346,73	-5,13	-12,30	-23,28	15,01
3	ENVOLTORIA	Combination	11,03	-70,02	-11,04	-17,92	15,72
3	ENVOLTORIA	Combination	18,95	-30,41	0,71	-10,64	15,51
3	ENVOLTORIA	Combination	379,54	158,92	-3,95	-30,83	14,80
4	ENVOLTORIA	Combination	-1,50	-69,33	-10,89	-17,17	14,62
4	ENVOLTORIA	Combination	-2,32	-69,50	-6,47	-5,14	13,02
4	ENVOLTORIA	Combination	-54,46	-330,21	0,46	4,76	13,36
4	ENVOLTORIA	Combination	-53,64	-330,04	0,07	-13,80	14,97
5	ENVOLTORIA	Combination	-36,26	-70,51	-6,46	-5,05	11,62
5	ENVOLTORIA	Combination	-95,59	-116,03	0,75	0,25	10,29
5	ENVOLTORIA	Combination	-86,02	-68,19	-0,73	-0,39	8,71
5	ENVOLTORIA	Combination	-59,88	-188,59	0,47	4,77	10,05
6	ENVOLTORIA	Combination	36,41	75,95	-13,32	-16,90	14,55
6	ENVOLTORIA	Combination	33,61	59,69	-15,16	-8,36	14,37
6	ENVOLTORIA	Combination	14,24	-37,17	-6,36	-5,11	14,42
6	ENVOLTORIA	Combination	12,89	-41,65	-12,12	-17,41	14,60

Area Text	OutputCase Text	CaseType Text	Fx KN/m	Fy KN/m	Mx KN-m/m	My KN-m/m	T KN-m/m
7	ENVOLTORIA	Combination	211,49	286,88	-1,41	-15,43	11,44
7	ENVOLTORIA	Combination	-111,13	222,07	-8,74	-7,99	11,01
7	ENVOLTORIA	Combination	-117,85	25,78	-14,93	-8,31	13,11
7	ENVOLTORIA	Combination	97,95	54,29	-13,85	-17,00	13,55
8	ENVOLTORIA	Combination	44,56	102,39	-15,25	-8,77	14,49
8	ENVOLTORIA	Combination	-179,32	49,76	-12,50	0,11	14,62
8	ENVOLTORIA	Combination	-310,87	-118,52	0,91	0,28	13,32
8	ENVOLTORIA	Combination	39,76	-50,50	-6,34	-5,03	13,19
9	ENVOLTORIA	Combination	-92,58	7,57	-8,18	-5,22	10,94
9	ENVOLTORIA	Combination	21,24	30,34	-28,03	2,31	12,72
9	ENVOLTORIA	Combination	149,86	130,44	-8,70	0,87	15,80
9	ENVOLTORIA	Combination	-108,82	78,70	-15,01	-8,72	14,01
10	ENVOLTORIA	Combination	-141,67	-177,58	10,01	76,20	7,90
10	ENVOLTORIA	Combination	230,63	-103,12	1,05	15,06	15,17
10	ENVOLTORIA	Combination	344,81	143,11	7,67	30,44	11,84
10	ENVOLTORIA	Combination	-234,25	27,30	-6,52	15,32	3,01
11	ENVOLTORIA	Combination	20,49	78,25	-14,44	13,77	3,17
11	ENVOLTORIA	Combination	36,83	81,52	7,25	30,69	4,76
11	ENVOLTORIA	Combination	104,96	106,88	-5,56	3,02	1,29
11	ENVOLTORIA	Combination	5,34	86,96	-7,72	31,28	-0,85
12	ENVOLTORIA	Combination	214,55	128,80	-8,65	31,14	-4,72
12	ENVOLTORIA	Combination	-27,66	80,36	-2,22	4,16	-1,27
12	ENVOLTORIA	Combination	24,12	185,86	2,29	-1,67	-5,98
12	ENVOLTORIA	Combination	225,81	226,20	1,06	30,91	-8,32
13	ENVOLTORIA	Combination	-597,63	61,51	14,13	-0,81	-5,34
13	ENVOLTORIA	Combination	343,04	249,65	-4,15	-0,44	-7,31
13	ENVOLTORIA	Combination	295,42	80,28	10,02	4,47	-5,14
13	ENVOLTORIA	Combination	-627,10	-104,23	-2,60	-1,51	-6,94
14	ENVOLTORIA	Combination	-397,33	-58,27	4,20	1,02	-6,63
14	ENVOLTORIA	Combination	200,70	61,33	2,03	1,62	-7,95
14	ENVOLTORIA	Combination	195,87	120,62	1,78	11,59	-7,88
14	ENVOLTORIA	Combination	-380,12	5,42	-2,55	-0,98	-4,36
15	ENVOLTORIA	Combination	-72,52	66,94	8,61	0,76	-4,16
15	ENVOLTORIA	Combination	54,03	92,25	0,66	11,73	-6,10
15	ENVOLTORIA	Combination	6,82	-143,77	-0,38	21,94	-6,95
15	ENVOLTORIA	Combination	-119,73	-169,08	-4,16	0,88	-2,80
16	ENVOLTORIA	Combination	-140,80	-58,10	6,83	-0,57	-8,36
16	ENVOLTORIA	Combination	-77,88	-45,52	-0,31	45,19	-8,37
16	ENVOLTORIA	Combination	-4,69	153,34	-1,07	33,81	-3,16
16	ENVOLTORIA	Combination	-233,21	107,63	-0,10	9,13	-3,15
17	ENVOLTORIA	Combination	22,72	158,82	7,42	8,38	0,39
17	ENVOLTORIA	Combination	-29,39	148,40	-5,44	33,13	0,28

Area Text	OutputCase Text	CaseType Text	Fx KN/m	Fy KN/m	Mx KN-m/m	My KN-m/m	T KN-m/m
17	ENVOLTORIA	Combination	-6,98	93,46	-16,46	19,44	2,85
17	ENVOLTORIA	Combination	-119,50	70,95	-11,49	18,86	3,18
18	ENVOLTORIA	Combination	137,80	122,41	-3,59	20,68	8,93
18	ENVOLTORIA	Combination	3,70	95,59	-4,57	21,41	0,81
18	ENVOLTORIA	Combination	117,92	198,03	0,65	61,86	3,58
18	ENVOLTORIA	Combination	128,22	200,09	1,94	10,32	11,90
19	ENVOLTORIA	Combination	163,12	131,66	-5,54	1,10	6,97
19	ENVOLTORIA	Combination	-204,12	58,21	3,79	-17,39	0,64
19	ENVOLTORIA	Combination	-117,40	19,50	-0,72	12,08	0,39
19	ENVOLTORIA	Combination	125,07	67,99	7,66	6,08	6,72
20	ENVOLTORIA	Combination	22,82	47,54	6,52	5,89	5,12
20	ENVOLTORIA	Combination	-48,56	33,27	9,14	14,11	4,44
20	ENVOLTORIA	Combination	-101,81	82,30	-15,59	13,39	6,80
20	ENVOLTORIA	Combination	52,85	113,24	-3,09	1,29	7,04

### 4.3. Verificação das tensões no solo

A Tabela 7 a seguir apresenta as reações das placas no solo. Cada junta representa um ponto da malha de elementos finitos da laje de fundo que está em contato com o solo Figura 10.

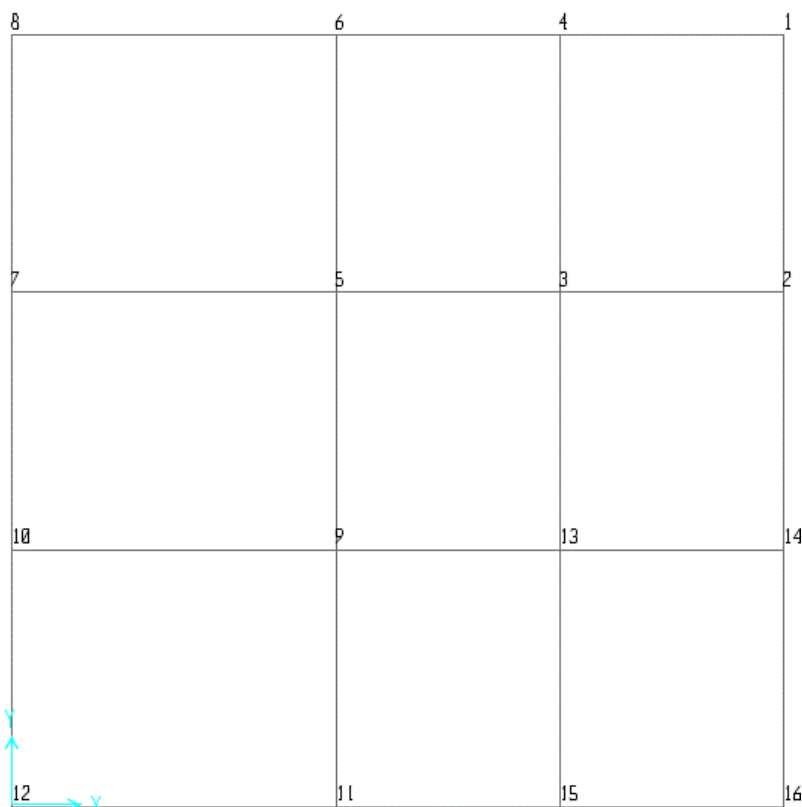


Figura 10 – Numeração dos nós laje de fundo.

Tabela 7 - Reações no solo.

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	F1 KN	F2 KN	F3 KN	M1 KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
1	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00
2	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00
3	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00
4	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00
5	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00
6	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00
7	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00
8	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00
9	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00
10	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00
11	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00
12	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00
13	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00
14	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00
15	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00
16	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	18,86	0,00	0,00	0,00

A tensão no solo será determinada pela equação:

$$\sigma_{solo} = \frac{P_{concreto} + P_{agua} + SC}{A}$$

Conforme somatório da coluna F3 que são as reações em z e equivale ao somatório do numerador da equação, temos 301.76 kN. A área do apoio no solo é de 1.96 m². Temos uma tensão no solo de:

$$\sigma = \frac{301,76}{1,96} = 153,96 \frac{kN}{m^2} = 1,54 \frac{kgf}{cm^2} \leq 1,80 \frac{kgf}{cm^2} (ok)$$

Logo a fundação poderá ser do tipo direta.

A Figura 11 e a Figura 12 apresentam os momentos fletores nas lajes e paredes. Estes resultados são os esforços máximos conforme combinações apresentadas no item 4.1. A parede PAR1 é a parede que tem a face voltada para a rodovia.

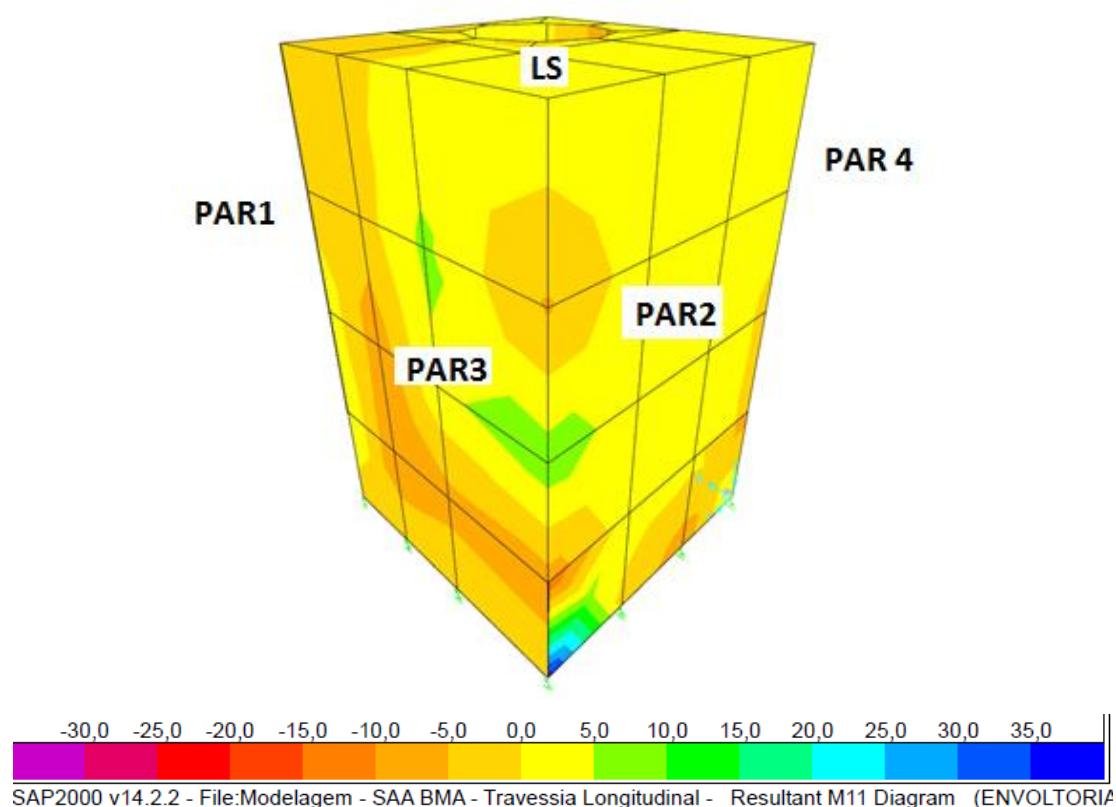


Figura 11 - Momento na direção X nas lajes e paredes.

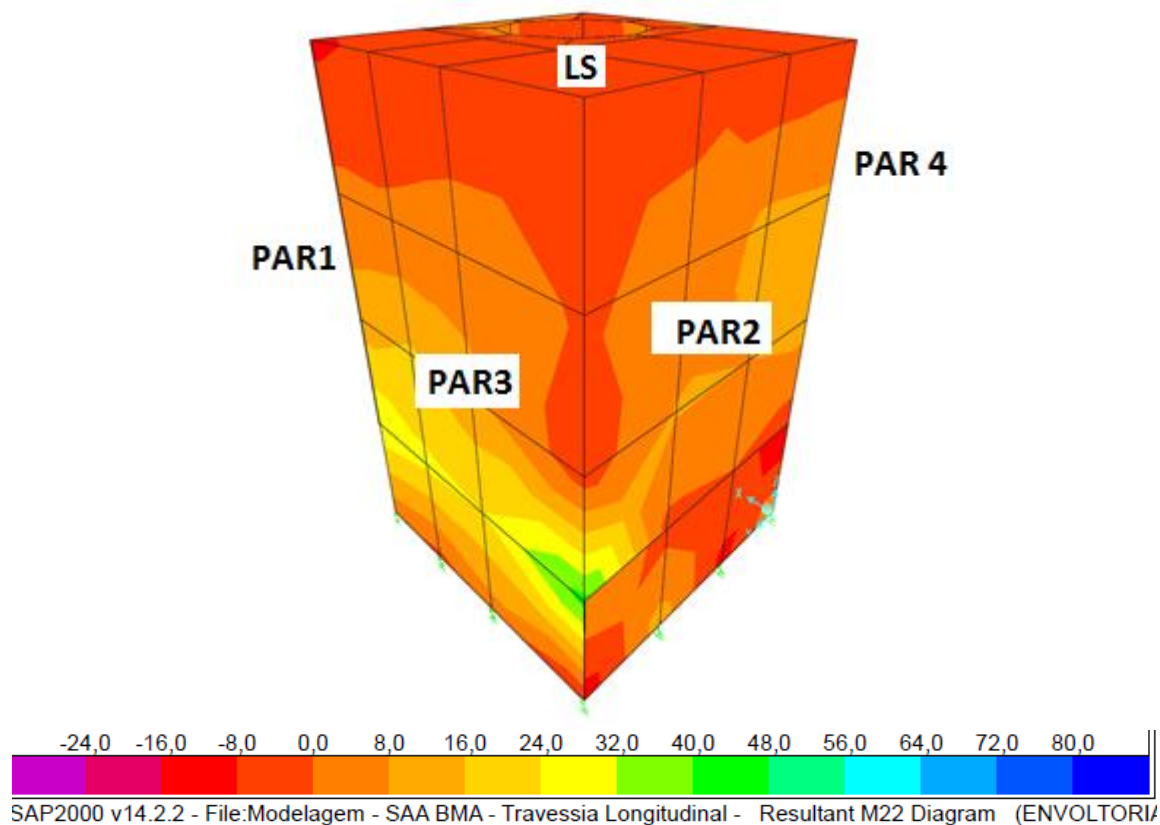


Figura 12 - Momento na direção Y nas lajes e paredes.

As tabelas a seguir apresentam o resumo das reações, cujos maiores esforços nas paredes são devido aos empuxos externos.

Tabela 8 - Momento fletores.

Elementos	Momento Fletores (kN.m/m)			
	-M'x	+Mx	-M'y	+My
Laje Superior (LS)	-	1,46	-	1,80
Parede 1	7,97	7,90	3,60	23,05
Parede 2/3/4	6,25	5,42	4,17	5,85
Laje de Fundo	12,21	17,57	12,25	17,57

Tabela 9 - Força normal de tração.

Elementos	Força Normal de Tração (kN/m)	
	Parede	Fundo
Paredes 1	44,25	45,27
Paredes 2/3/4	34,17	40,88

#### 4.4. Armação lajes de fundo

Na laje de fundo os esforços de tração e flexão atuam em conjunto ocasionando flexo-tração, logo a área de aço deve ser calculada em função das duas solicitações, desta forma conforme a Tabela 8 e a Tabela 9:

$$\text{Flexão em X} \rightarrow \begin{cases} -M'x = 12,21 \text{ kNm/m} \\ +Mx = 17,57 \text{ kN m/m} \end{cases}$$

$$\text{Flexão em Y} \rightarrow \begin{cases} -M'y = 12,25 \text{ kNm/m} \\ +My = 17,57 \text{ kN m/m} \end{cases}$$

$$\text{Tração} \rightarrow \begin{cases} Nx = 46,29 \text{ kNm/m} \\ Ny = 45,59 \text{ kN m/m} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento.



a) Direção -M'x=-M'y

$$M_s = -M'x - Nx(d - h/2)$$

Onde:

$$d = 14 \text{ cm}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

Logo:

$$M_s = 12,23 \text{ kNm}$$

#### SEÇÃO TRANSVERSAL

b	100	cm
h	20	cm
d"	6,0	cm
d'	6,0	cm
d	14	cm

#### MOMENTO FLETOR SOLICITANTE DE CÁLCULO

M <sub>d</sub>	12,2	kNm
----------------	------	-----

M <sub>d</sub> /M <sub>d,lim</sub>	0,12	M <sub>d</sub> /M <sub>d,lim</sub>
armadura	SIMPLES	SE(M <sub>d</sub> /M <sub>d,lim</sub> ≤ 1;"SIMPLES";"DUPLA")

#### MOMENTO FLETOR MÁXIMO COM ARMADURA SIMPLES

k <sub>duc</sub>	0,45	SE(f <sub>ck</sub> ≤ 50; 0,45; 0,35)
x <sub>lim</sub>	6,30	cm
M <sub>d,lim</sub>	105,4	kNm
A <sub>s,lim</sub>	21,11	cm <sup>2</sup>
ρ <sub>lim</sub>	1,51%	A <sub>s,lim</sub> /(b·d)

#### ALTURA MÍNIMA PARA ARMADURA SIMPLES

d <sub>lim</sub>	4,8	cm
h <sub>lim</sub>	10,8	cm

#### PROFUNDIDADE DA LINHA NEUTRA

x	0,61	cm
λ·x	0,49	cm

#### ARMADURA LONGITUDINAL DE TRAÇÃO

A <sub>s,cal</sub>	2,04	cm <sup>2</sup>
A <sub>s,min</sub> /(b·h)	0,150%	MÁXIMO(0,15%; 0,25f <sub>ctd</sub> /f <sub>yk</sub> )
A <sub>s,min</sub>	3,00	cm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub>	3,00	cm <sup>2</sup>
ρ	0,214%	A <sub>s</sub> /(b·d)

#### ARMADURA LONGITUDINAL DE COMPRESSÃO

ε' <sub>s</sub>	0,017%	ε <sub>cu</sub> (x <sub>lim</sub> -d'')/x <sub>lim</sub>
σ' <sub>s</sub>	3,50	kN/cm <sup>2</sup>
ΔM <sub>d</sub>	0,0	kNm
A' <sub>s</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>
ρ'	0,000%	A' <sub>s</sub> /(b·d)

#### ARMADURA LONGITUDINAL TOTAL

A <sub>s,min</sub> /(b·h)	4,0%	
(A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> )/(b·h)	0,15%	(A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> )/(b·h)
ρ/ρ <sub>máx</sub>	0,04	✓

A taxa de aço é 3.00 cm<sup>2</sup>/m. Será utilizada armadura de ø8.0 c/15 que equivale a 3.33 cm<sup>2</sup>/m.

b) Direção +Mx=+My

$$M_s = +Mx - Nx(d - h/2)$$

Onde:

$$d = 14 \text{ cm}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

Logo:

$$M_s = 17,55 \text{ kNm}$$

SEÇÃO TRANSVERSAL			
b	100	cm	
h	20	cm	
d"	6,0	cm	
d'	6,0	cm	
d	14	cm	
MOMENTO FLETOR SOLICITANTE DE CÁLCULO			
M <sub>d</sub>	17,6	kNm	
M <sub>d</sub> /M <sub>d,lim</sub>	0,17		M <sub>d</sub> /M <sub>d,lim</sub>
armadura	SIMPLES		SE(M <sub>d</sub> /M <sub>d,lim</sub> ≤ 1;"SIMPLES";"DUPLA")
MOMENTO FLETOR MÁXIMO COM ARMADURA SIMPLES			
k <sub>duc</sub>	0,45		SE(f <sub>ck</sub> ≤ 50; 0,45; 0,35)
x <sub>lim</sub>	6,30	cm	k <sub>duc</sub> d
M <sub>d,lim</sub>	105,4	kNm	bλx <sub>lim</sub> ηf <sub>cd</sub> (d-λx <sub>lim</sub> /2)
A <sub>s,lim</sub>	21,11	cm <sup>2</sup>	
ρ <sub>lim</sub>	1,51%		A <sub>s,lim</sub> /(bd)
ALTURA MÍNIMA PARA ARMADURA SIMPLES			
d <sub>lim</sub>	5,7	cm	RAIZ(M <sub>d</sub> /(k <sub>duc</sub> λη(1-k <sub>duc</sub> λ/2)bf <sub>cd</sub> ))
h <sub>lim</sub>	11,7	cm	d <sub>lim</sub> +d"
PROFUNDIDADE DA LINHA NEUTRA			
x	0,88	cm	SE(armadura="SIMPLES";(d/λ)RAIZ(1-2M <sub>d</sub> /(bd <sup>2</sup> ηf <sub>cd</sub> ));x <sub>lim</sub> )
λx	0,71	cm	λx
ARMADURA LONGITUDINAL DE TRAÇÃO			
A <sub>s,cal</sub>	2,96	cm <sup>2</sup>	bλxηf <sub>cd</sub> /f <sub>yd</sub> +A' <sub>s</sub> σ' <sub>s</sub> /f <sub>yd</sub>
A <sub>s,min</sub> /(bh)	0,150%		MÁXIMO(0,15%;0,25f <sub>ctm</sub> /f <sub>yk</sub> )
A <sub>s,min</sub>	3,00	cm <sup>2</sup>	(A <sub>s,min</sub> /(bh))bh
A <sub>s</sub>	3,00	cm <sup>2</sup>	MÁXIMO(A <sub>s,cal</sub> ;A <sub>s,min</sub> )
ρ	0,214%		A <sub>s</sub> /(bd)
ARMADURA LONGITUDINAL DE COMPRESSÃO			
ε' <sub>s</sub>	0,017%		ε <sub>cu</sub> (x <sub>lim</sub> -d')/x <sub>lim</sub>
σ' <sub>s</sub>	3,50	kN/cm <sup>2</sup>	SE(ε' <sub>s</sub> ≤ ε <sub>sg</sub> ; E <sub>s</sub> ε' <sub>s</sub> ; f <sub>yd</sub> )
ΔM <sub>d</sub>	0,0	kNm	MÁXIMO(M <sub>d</sub> -M <sub>d,lim</sub> ; 0)
A' <sub>s</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>	ΔM <sub>d</sub> /(σ' <sub>s</sub> (d-d'))
ρ'	0,000%		A' <sub>s</sub> /(bd)
ARMADURA LONGITUDINAL TOTAL			
A <sub>s,min</sub> /(bh)	4,0%		
(A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> )/(bh)	0,15%		(A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> )/(bh)
ρ/ρ <sub>máx</sub>	0,04		✓

A taxa de aço é 3.00 cm<sup>2</sup>/m. Será utilizada armadura de ø8.0 c/15 que equivale a 3.33 cm<sup>2</sup>/m.

## 4.5. Armadura laje superior

A laje superior terá somente flexão simples, logo sua armadura será calculada como laje. Conforme a Tabela 8 e a Tabela 9 temos:

a) Direção x/y

SEÇÃO TRANSVERSAL			
b	100	cm	
h	20	cm	
d"	6,0	cm	
d'	6,0	cm	
d	14	cm	
MOMENTO FLETOR SOLICITANTE DE CÁLCULO			
M <sub>d</sub>	1,8	kNm	
M <sub>d</sub> /M <sub>d,lim</sub>	0,02		M <sub>d</sub> /M <sub>d,lim</sub>
armadura	SIMPLES		SE(M <sub>d</sub> /M <sub>d,lim</sub> ≤ 1;"SIMPLES";"DUPLA")
MOMENTO FLETOR MÁXIMO COM ARMADURA SIMPLES			
k <sub>duc</sub>	0,45		SE(f <sub>ck</sub> ≤ 50;0,45;0,35)
x <sub>lim</sub>	6,30	cm	k <sub>duc</sub> d
M <sub>d,lim</sub>	105,4	kNm	bλx <sub>lim</sub> ηf <sub>cd</sub> (d-λx <sub>lim</sub> /2)
A <sub>s,lim</sub>	21,11	cm <sup>2</sup>	
ρ <sub>lim</sub>	1,51%		A <sub>s,lim</sub> /(bd)
ALTURA MÍNIMA PARA ARMADURA SIMPLES			
d <sub>lim</sub>	1,8	cm	RAIZ(M <sub>d</sub> /(k <sub>duc</sub> λη(1-k <sub>duc</sub> λ/2)bf <sub>cd</sub> ))
h <sub>lim</sub>	7,8	cm	d <sub>lim</sub> +d"
PROFUNDIDADE DA LINHA NEUTRA			
x	0,09	cm	SE(armadura="SIMPLES";(d/λ)RAIZ(1-2M <sub>d</sub> /(bd <sup>2</sup> ηf <sub>cd</sub> ));x <sub>lim</sub> )
λx	0,07	cm	λx
ARMADURA LONGITUDINAL DE TRAÇÃO			
A <sub>s,cal</sub>	0,30	cm <sup>2</sup>	bλxηf <sub>cd</sub> /f <sub>yd</sub> +A' <sub>s</sub> σ' <sub>s</sub> /f <sub>yd</sub>
A <sub>s,min</sub> /(bh)	0,150%		MÁXIMO(0,15%;0,25f <sub>ctm</sub> /f <sub>yk</sub> )
A <sub>s,min</sub>	3,00	cm <sup>2</sup>	(A <sub>s,min</sub> /(bh))bh
A <sub>s</sub>	3,00	cm <sup>2</sup>	MÁXIMO(A <sub>s,cal</sub> ;A <sub>s,min</sub> )
ρ	0,214%		A <sub>s</sub> /(bd)
ARMADURA LONGITUDINAL DE COMPRESSÃO			
ε <sub>s</sub>	0,017%		ε <sub>cu</sub> (x <sub>lim</sub> -d')/x <sub>lim</sub>
σ' <sub>s</sub>	3,50	kN/cm <sup>2</sup>	SE(ε <sub>s</sub> ≤ ε <sub>ys</sub> ;E <sub>s</sub> ε' <sub>s</sub> ;f <sub>yd</sub> )
ΔM <sub>d</sub>	0,0	kNm	MÁXIMO(M <sub>d</sub> -M <sub>d,lim</sub> ;0)
A' <sub>s</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>	ΔM <sub>d</sub> /(σ' <sub>s</sub> (d-d'))
ρ'	0,000%		A' <sub>s</sub> /(bd)
ARMADURA LONGITUDINAL TOTAL			
A <sub>s,max</sub> /(bh)	4,0%		
(A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> )/(bh)	0,15%		(A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> )/(bh)
ρ/ρ <sub>máx</sub>	0,04		✓

A taxa de aço é 3.00 cm<sup>2</sup>/m. Será utilizada armadura de ø8.0 c/15 que equivale a 3.33 cm<sup>2</sup>/m.

## 4.6. Verificação das paredes em alvenaria estrutural

As paredes das caixas de interligação e macromedicação serão em alvenaria estrutural família 20. As paredes serão verificadas quanto à compressão simples e a flexão simples.

### 4.6.1. Verificação da compressão simples

Resistência do prisma  $f_p$

- Sem preenchimento de grout 6,9 MPa
- Com preenchimento de grout 12,4 MPa

Os blocos serão considerados preenchidos.

Dados:

$$f_p = 12,4 \text{ MPa} = 1,24 \text{ kN/cm}^2$$

$$\bar{f}_s = 165 \text{ MPa} = 16,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$E_{alv} = 800 \times 12,4 = 9920 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{E_s}{E_{alv}} = \frac{210000}{9920} = 21,17$$

Para a Alvenaria Estrutural de concreto, o cálculo da carga axial admissível nas paredes resistentes pode ser feito da seguinte forma, segundo recomendação da NBR 10837:

$$P_{adm} = 0,225 \times f_p \left[ 1 - \left( \frac{h}{40t} \right)^3 \right] \cdot Ab; h/t \leq 30$$

Onde:

$P_{adm}$  - carga axial admissível.

$f_p$  - resistência média de prismas cheios (se  $\rho \geq 0,2\%$ ).

$t$  - espessura efetiva da parede ( $t \geq 14 \text{ cm}$ ).

$Ab$  - área bruta da parede.

Como:

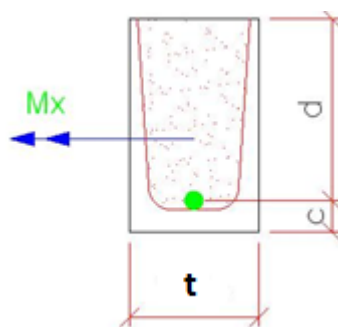
$$\frac{h}{t} = \frac{180}{19} = 12,86 \text{ cm}$$

Logo é possível utilizar a equação:

$$P_{adm} = 0,225 \times 1,24 \left[ 1 - \left( \frac{180}{40 \times 19} \right)^3 \right] \cdot 180 \times 20 = 971,04 \text{ kN}$$

Conforme a Tabela 9 a força de compressão máxima nas paredes 1 da caixa é 45,27 kN. Como  $45,27 \times 1,4 = 63,38 \text{ kN} \leq 971,04 \text{ kN}$ , logo a verificação está ok.

#### 4.6.2. Verificação da flexão simples



Dados:

$$f_p = 12,4 \text{ MPa} = 1,24 \text{ kN/cm}^2$$

$$\bar{f}_s = 165 \text{ MPa} = 16,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$E_{alv} = 800 \times 12,4 = 9920 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{E_s}{E_{alv}} = \frac{210000}{9920} = 21,17$$

A máxima tensão admissível à flexão é dada por:

$$\bar{f}_{alv,f} = 0,33 \times f_p = 0,33 \times 1,24 = 0,4092 \text{ kN/cm}^2$$

Conforme a Tabela 8 temos a máxima flexão na caixa  $M = 23,05 \text{ kN.m/m}$ .

Determina-se inicialmente a altura útil que corresponde ao dimensionamento balanceado, tem-se:

$$f_{alv,f} = \bar{f}_{alv,f} = 0,4092 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_s = \bar{f}_s = 16,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_b = \frac{f_s}{f_{alv,f}} = \frac{16,5}{0,4092} = 40,32$$

$$k_b = \frac{n}{n + m_b} = \frac{21,17}{21,17 + 40,32} = 0,344$$

$$k_{z,b} = 1 - \frac{k_b}{3} = 0,885$$

$$d_b = \sqrt{\frac{2}{k_b \times k_{zb}} \cdot \frac{M}{b \times \bar{f}_{alv}}} = \sqrt{\frac{2}{0,344 \times 0,885} \times \frac{23,05}{19,0 \times 0,4092}} = 4,41 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M}{\bar{f}_s \times k_{zb} \times d} = \frac{23,05}{16,5 \times 0,885 \times 4,41} = 0,35 \text{ cm}^2$$

Serão adotadas duas barras de 8.0 mm que apresenta área de aço de 1.00 cm².

## 5. DIMENSIONAMENTO – CASA DE QUÍMICA

### 5.1. Modelagem estrutural

A casa de química trata-se de uma estrutura composta de pilares, lajes de piso, vigas e cintas engastadas e espaçadas entre si conforme projeto. O dimensionamento das peças estruturais foi feito seguindo as recomendações das normas da ABNT. Foram considerados os estados limites últimos (ELU) e os estados limites de serviço (ELS).

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (Figura 13 e Figura 14) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

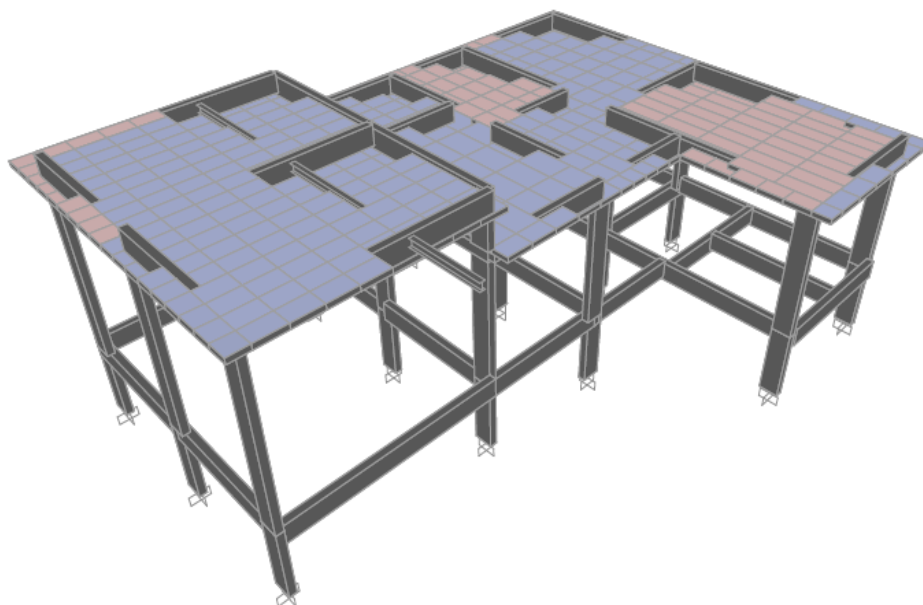


Figura 13 - Modelo estrutural 3D - Vista 1.

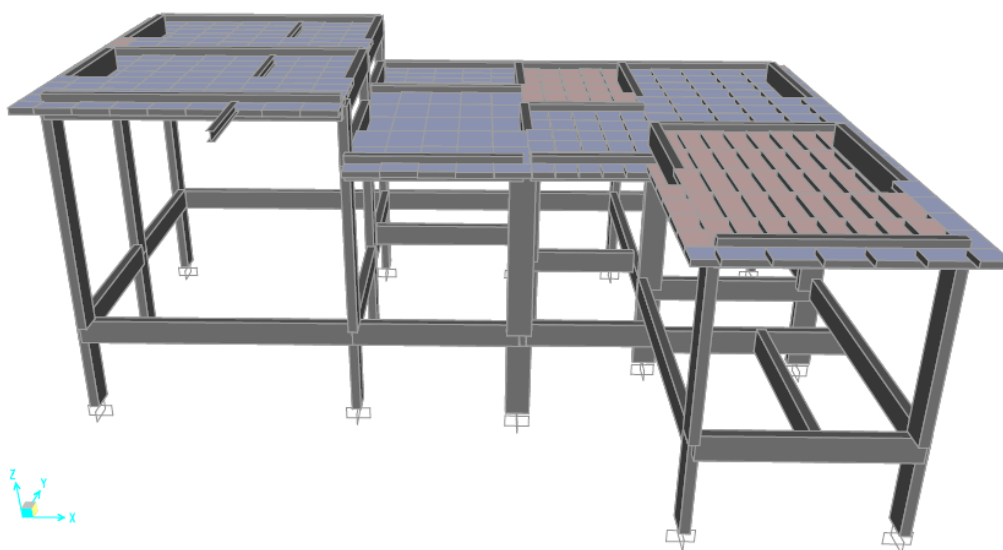


Figura 14 - Modelo estrutural 3D - Vista 2.

Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

$$\text{Carga permanente alvenaria} \begin{cases} \text{Térreo} = 3,45 \times 0,15 \times 18 = 9,32 \text{ kN/m} \\ \text{Platibanda} = 1,00 \times 0,15 \times 18 = 2,70 \text{ kN/m} \end{cases}$$

Carga permanente cobertura telha de fibrocimento  $0,40 \text{ kN/m}^2$

Sobrecarga laje de piso:  $SC_{\text{piso}} = 3,00 \text{ kN/m}^2$

Sobrecarga laje de cobertura:  $SC_{\text{cob}} = 1,00 \text{ kN/m}^2$

Sobrecarga reservatório superior  $SC_{LF} = 10 / 2 \times 3,6 = 1,40 \text{ kN/m}^2$

Monovia

- Cargas Permanentes (CP):
  - Peso próprio;
  - Alvenaria;
  - Cobertura em telha de fibrocimento.
- Sobrecargas (SC):
  - Sobrecarga de laje de piso (SCP);
  - Sobrecarga de laje de cobertura (SCC);
  - Sobrecarga dos reservatórios (SCR);
  - Monovia (SCM).

Combinação para dimensionamento:

Comb 1:  $1,4CP + 1,4SC$

Comb 2:  $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP$

Comb 3:  $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP + 1,4SCC$

Comb 4:  $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP + 1,4SCC + SCR$

Comb 5:  $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP + 1,4SCC + SCR + 1,4SCM$

## 5.2. Resultados da análise estrutural

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A Figura 15 apresenta a numeração das barras (vigas e pilares) da modelagem estrutural no SAP. Esta numeração auxiliará na identificação nas tabelas de resultados.



Os resultados do dimensionamento eletrônico são apresentados na Tabela 10 e na Tabela 11. A Tabela 10 indica se a seção utilizada está aprovada ou não quanto a utilização. Já a Tabela 11 apresenta as reações máximas e mínimas em cada barra (pilar ou viga), sendo N esfoço axial, V esforço cortante, T torção e M momento fletor.

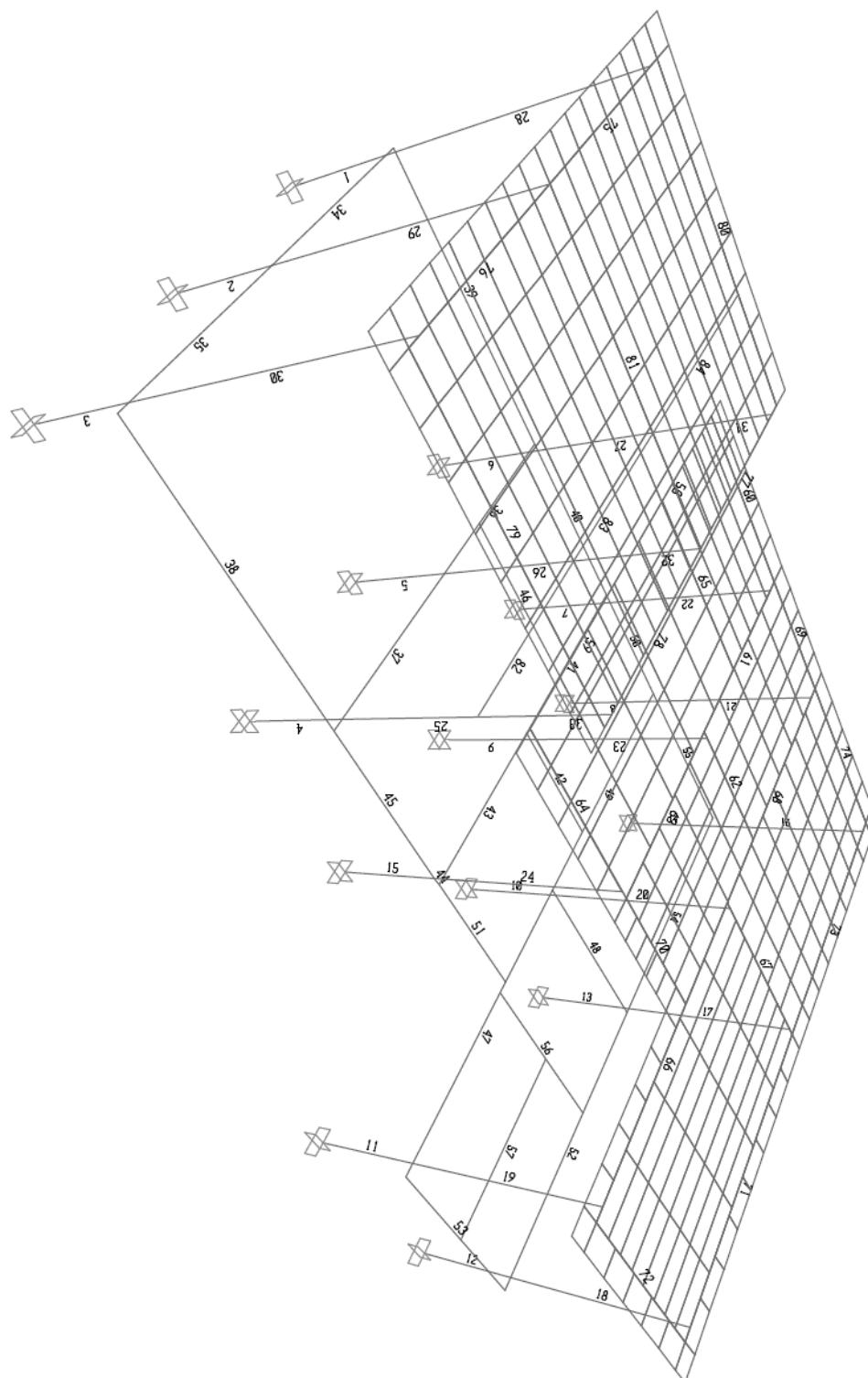


Figura 15 – Numeração das barras.

Tabela 10 - Status de utilização.

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
1	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
1	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
1	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1540	Column	No Messages	0,01	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1540	Column	No Messages	0,01	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
9	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
9	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
9	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
10	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
10	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
10	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
11	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
11	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
11	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
12	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
12	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
12	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
13	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
13	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
13	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
14	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
14	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
14	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
15	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
15	P1540	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
15	P1540	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
16	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
16	P1540	Column	No Messages	1,45	ENVOLTORIA	PASSA
16	P1540	Column	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
17	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
17	P1540	Column	No Messages	1,45	ENVOLTORIA	PASSA
17	P1540	Column	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
18	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
18	P1540	Column	No Messages	1,45	ENVOLTORIA	PASSA
18	P1540	Column	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
19	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
19	P1540	Column	No Messages	1,45	ENVOLTORIA	PASSA
19	P1540	Column	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
20	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
20	P1540	Column	No Messages	1,45	ENVOLTORIA	PASSA
20	P1540	Column	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
21	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
21	P1540	Column	No Messages	1,45	ENVOLTORIA	PASSA
21	P1540	Column	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
22	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
22	P1540	Column	No Messages	1,45	ENVOLTORIA	PASSA
22	P1540	Column	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
23	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
23	P1540	Column	No Messages	1,45	ENVOLTORIA	PASSA
23	P1540	Column	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
24	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
24	P1540	Column	No Messages	1,45	ENVOLTORIA	PASSA
24	P1540	Column	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
25	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
25	P1540	Column	No Messages	1,45	ENVOLTORIA	PASSA
25	P1540	Column	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
26	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
26	P1540	Column	No Messages	1,45	ENVOLTORIA	PASSA
26	P1540	Column	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
27	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
27	P1540	Column	No Messages	0,01	ENVOLTORIA	PASSA
27	P1540	Column	No Messages	0,01	ENVOLTORIA	PASSA
27	P1540	Column	No Messages	1,45	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
27	P1540	Column	No Messages	2,90	ENVOLTORIA	PASSA
28	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
28	P1540	Column	No Messages	1,93	ENVOLTORIA	PASSA
28	P1540	Column	No Messages	3,85	ENVOLTORIA	PASSA
29	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
29	P1540	Column	No Messages	1,93	ENVOLTORIA	PASSA
29	P1540	Column	No Messages	3,85	ENVOLTORIA	PASSA
30	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
30	P1540	Column	No Messages	1,93	ENVOLTORIA	PASSA
30	P1540	Column	No Messages	3,85	ENVOLTORIA	PASSA
31	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
31	P1540	Column	No Messages	0,48	ENVOLTORIA	PASSA
31	P1540	Column	No Messages	0,96	ENVOLTORIA	PASSA
32	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
32	P1540	Column	No Messages	0,48	ENVOLTORIA	PASSA
32	P1540	Column	No Messages	0,95	ENVOLTORIA	PASSA
32	P1540	Column	No Messages	0,95	ENVOLTORIA	PASSA
32	P1540	Column	No Messages	0,96	ENVOLTORIA	PASSA
33	P1540	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
33	P1540	Column	No Messages	0,48	ENVOLTORIA	PASSA
33	P1540	Column	No Messages	0,96	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	1,42	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	1,89	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	3,03	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1540	Beam	No Messages	1,42	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1540	Beam	No Messages	1,89	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
35	V1540	Beam	No Messages	3,03	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1540	Beam	No Messages	1,42	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
36	V1540	Beam	No Messages	1,89	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
36	V1540	Beam	No Messages	3,03	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	1,42	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	1,89	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
37	V1540	Beam	No Messages	3,03	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	0,45	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	1,35	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	1,81	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	2,26	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	2,71	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	3,16	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	3,61	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	4,06	ENVOLTORIA	PASSA
38	V1540	Beam	No Messages	4,52	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	0,45	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	1,35	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	1,81	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	2,26	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	2,71	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	3,16	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	3,61	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	4,06	ENVOLTORIA	PASSA
39	V1540	Beam	No Messages	4,52	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	0,48	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	0,96	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	1,44	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	1,92	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	2,40	ENVOLTORIA	PASSA
40	V1540	Beam	No Messages	2,87	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
41	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	0,49	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	0,99	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	1,48	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	1,98	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	2,47	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	2,96	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	2,96	ENVOLTORIA	PASSA
41	V1540	Beam	No Messages	3,16	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1540	Beam	No Messages	0,40	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1540	Beam	No Messages	0,81	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1540	Beam	No Messages	1,21	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1540	Beam	No Messages	1,62	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1540	Beam	No Messages	2,02	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1540	Beam	No Messages	2,02	ENVOLTORIA	PASSA
42	V1540	Beam	No Messages	2,15	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	0,48	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	0,96	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	1,45	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	1,93	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	2,41	ENVOLTORIA	PASSA
43	V1540	Beam	No Messages	2,89	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1540	Brace	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1540	Brace	No Messages	0,06	ENVOLTORIA	PASSA
44	V1540	Brace	No Messages	0,13	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1540	Beam	No Messages	0,46	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1540	Beam	No Messages	0,92	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1540	Beam	No Messages	1,37	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1540	Beam	No Messages	1,83	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1540	Beam	No Messages	2,29	ENVOLTORIA	PASSA
45	V1540	Beam	No Messages	2,75	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	See ErrMsg	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	See ErrMsg	0,48	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	See ErrMsg	0,96	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	See ErrMsg	1,44	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	See ErrMsg	1,92	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	See ErrMsg	2,40	ENVOLTORIA	PASSA
46	V1540	Beam	See ErrMsg	2,87	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA



Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
47	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	1,29	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	1,71	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	1,71	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	1,91	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	1,91	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	2,82	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	3,28	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	3,73	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	4,19	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
47	V1540	Beam	No Messages	4,85	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	0,13	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	0,13	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	0,60	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	1,08	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	1,56	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	2,03	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	2,51	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	2,99	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	2,99	ENVOLTORIA	PASSA
48	V1540	Beam	No Messages	3,11	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	0,39	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	0,79	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	1,18	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	1,18	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	1,67	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	2,17	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	2,66	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	3,16	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	3,65	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	4,14	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	4,14	ENVOLTORIA	PASSA
49	V1540	Beam	No Messages	4,34	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1540	Beam	No Messages	1,29	ENVOLTORIA	PASSA
50	V1540	Beam	No Messages	1,72	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
50	V1540	Beam	No Messages	2,15	ENVOLTORIA	PASSA
51	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
51	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
51	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
51	V1540	Beam	No Messages	1,29	ENVOLTORIA	PASSA
51	V1540	Beam	No Messages	1,72	ENVOLTORIA	PASSA
51	V1540	Beam	No Messages	2,15	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	0,48	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	0,95	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	1,43	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	1,91	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	1,91	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	2,82	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	3,28	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	3,73	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	4,19	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
52	V1540	Beam	No Messages	4,85	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	0,49	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	0,98	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	1,47	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	1,47	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	1,88	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	2,29	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	2,70	ENVOLTORIA	PASSA
53	V1540	Beam	No Messages	3,11	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	0,46	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	0,92	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	1,38	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	1,84	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	2,30	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	2,76	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	3,22	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	3,68	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	4,14	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	4,14	ENVOLTORIA	PASSA
54	V1540	Beam	No Messages	4,34	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA



Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
55	V1540	Beam	No Messages	0,44	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	0,89	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	1,33	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	1,78	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	2,22	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	2,67	ENVOLTORIA	PASSA
55	V1540	Beam	No Messages	3,11	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	0,41	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	0,82	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	1,23	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	1,64	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	1,64	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	2,13	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	2,62	ENVOLTORIA	PASSA
56	V1540	Beam	No Messages	3,11	ENVOLTORIA	PASSA
57	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
57	V1540	Beam	No Messages	0,49	ENVOLTORIA	PASSA
57	V1540	Beam	No Messages	0,98	ENVOLTORIA	PASSA
57	V1540	Beam	No Messages	1,47	ENVOLTORIA	PASSA
57	V1540	Beam	No Messages	1,96	ENVOLTORIA	PASSA
57	V1540	Beam	No Messages	2,45	ENVOLTORIA	PASSA
57	V1540	Beam	No Messages	2,94	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	0,45	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	1,36	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	1,81	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	2,26	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	2,26	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	2,65	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	2,65	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
58	V1540	Beam	No Messages	3,03	ENVOLTORIA	PASSA
59	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
59	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
59	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
59	V1540	Beam	No Messages	1,42	ENVOLTORIA	PASSA
59	V1540	Beam	No Messages	1,89	ENVOLTORIA	PASSA
59	V1540	Beam	No Messages	2,36	ENVOLTORIA	PASSA
59	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA
59	V1540	Beam	No Messages	2,83	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
59	V1540	Beam	No Messages	3,03	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	0,29	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	0,57	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	0,57	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	1,15	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	1,44	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	1,72	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	1,72	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	2,01	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	2,30	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	2,30	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	2,59	ENVOLTORIA	PASSA
60	V1540	Beam	No Messages	2,87	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	0,42	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	0,42	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	0,63	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	0,63	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	1,25	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	1,25	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	1,27	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	1,27	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	1,63	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	1,63	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	1,90	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	1,90	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	2,01	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	2,01	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	2,40	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	2,40	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	2,53	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	2,53	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	2,78	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	2,78	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	2,96	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	2,96	ENVOLTORIA	PASSA
61	V1540	Beam	No Messages	3,16	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
62	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	1,29	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	1,29	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	1,72	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	1,72	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	2,02	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	2,02	ENVOLTORIA	PASSA
62	V1540	Beam	No Messages	2,15	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	0,41	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	0,41	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	0,58	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	0,58	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	0,87	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	1,16	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	1,16	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	1,24	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	1,24	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	1,74	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	1,74	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	2,07	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	2,07	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	2,32	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	2,32	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	2,61	ENVOLTORIA	PASSA
63	V1540	Beam	No Messages	2,89	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	0,46	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	0,92	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	1,37	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	1,83	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	2,29	ENVOLTORIA	PASSA
64	V1540	Beam	No Messages	2,75	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	0,29	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	0,57	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	0,57	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	1,03	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	1,49	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	1,95	ENVOLTORIA	PASSA
65	V1540	Beam	No Messages	2,41	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
65	V1540	Beam	No Messages	2,87	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	0,28	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	0,56	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	0,56	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	0,97	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	1,14	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	1,14	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	1,43	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	1,71	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	1,71	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	1,94	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	1,94	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	2,09	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	2,09	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	2,37	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	2,64	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	2,64	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	2,91	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	2,91	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	3,19	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	3,19	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	3,47	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	3,74	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	3,74	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	3,88	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	3,88	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	4,29	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	4,29	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
66	V1540	Beam	No Messages	4,85	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	0,13	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	0,13	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	0,39	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	0,39	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	0,62	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	0,62	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	0,78	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	0,78	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	1,17	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
67	V1540	Beam	No Messages	1,17	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	1,24	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	1,24	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	1,56	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	1,56	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	1,87	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	1,87	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	1,94	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	1,94	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	2,33	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	2,33	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	2,49	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	2,49	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	2,72	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	2,72	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	2,99	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	2,99	ENVOLTORIA	PASSA
67	V1540	Beam	No Messages	3,11	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	0,02	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	0,02	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	0,28	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	0,54	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	0,54	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	0,60	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	0,60	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	1,09	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	1,09	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	1,18	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	1,18	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	1,63	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	1,63	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	1,81	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	1,81	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	2,17	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	2,17	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	2,45	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	2,45	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	2,72	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	2,72	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	3,08	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	3,08	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	3,26	ENVOLTORIA	PASSA

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
68	V1540	Beam	No Messages	3,26	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	3,71	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	3,71	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	3,80	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	3,80	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	4,14	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	4,14	ENVOLTORIA	PASSA
68	V1540	Beam	No Messages	4,34	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	1,29	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	1,29	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	1,72	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	1,72	ENVOLTORIA	PASSA
69	V1540	Beam	No Messages	2,15	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	0,36	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	0,36	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	0,71	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	0,71	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	1,07	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	1,07	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	1,29	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	1,29	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	1,42	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	1,42	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	1,72	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	1,72	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	1,78	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	1,78	ENVOLTORIA	PASSA
70	V1540	Beam	No Messages	2,15	ENVOLTORIA	PASSA



Tabela 11 – Esforços nas vigas e pilares

Barra	Situação	Combinação	N (kN)	V (kN)	T (kN.m)	M (kN.m)
1	Gmax	Combination	-109,37	1,23	-0,02	4,75
1	gmin	Combination	-80,34	0,88	-0,02	-1,79
2	Gmax	Combination	-103,77	-0,11	0,06	0,67
2	gmin	Combination	-76,34	-0,08	0,04	-0,68
3	Gmax	Combination	-112,08	-1,62	0,21	3,80
3	Gmax	Combination	-113,66	-1,62	0,21	1,23
3	gmin	Combination	-82,27	-1,15	0,15	-0,95
4	Gmax	Combination	-121,10	1,31	-0,06	-3,64
4	gmin	Combination	-88,71	0,94	-0,04	1,70
5	Gmax	Combination	-188,72	1,33	0,16	0,16
5	gmin	Combination	-137,00	0,95	0,12	0,82
6	Gmax	Combination	-17,80	1,54	0,03	0,19
6	gmin	Combination	-89,81	-0,70	0,06	0,69
7	Gmax	Combination	-82,01	3,33	0,10	0,44
7	gmin	Combination	-60,80	2,38	0,07	-0,27
8	Gmax	Combination	-113,20	4,17	0,11	0,63
8	gmin	Combination	-83,07	2,98	0,08	-0,34
9	Gmax	Combination	-150,95	1,50	0,09	0,22
9	gmin	Combination	-110,03	1,07	0,07	-0,29
10	Gmax	Combination	-191,91	2,71	0,00	2,68
10	gmin	Combination	-139,27	1,94	0,00	-1,19
11	Gmax	Combination	-123,78	-11,29	-0,03	3,23
11	gmin	Combination	-90,62	-8,06	-0,02	-0,75
12	Gmax	Combination	-119,69	-10,26	0,08	-4,10
12	gmin	Combination	-87,70	-7,33	0,06	1,77
13	Gmax	Combination	-162,49	2,16	0,15	3,70
13	gmin	Combination	-118,27	1,54	0,11	-1,74
14	Gmax	Combination	-81,05	6,00	0,05	-1,11
14	gmin	Combination	-60,12	4,28	0,04	0,26
15	Gmax	Combination	-64,28	-5,16	0,03	-0,70
15	gmin	Combination	-48,15	-3,69	0,02	0,06
16	Gmax	Combination	-41,97	6,39	0,08	1,29
16	gmin	Combination	-25,62	4,57	0,06	-1,21
17	Gmax	Combination	-73,29	-2,75	0,04	2,80
17	gmin	Combination	-47,98	-1,96	0,03	-1,71
18	Gmax	Combination	-52,03	-8,15	0,08	3,61
18	gmin	Combination	-32,80	-5,82	0,05	-2,63
19	Gmax	Combination	-58,14	-11,21	0,12	-2,13
19	gmin	Combination	-37,17	-8,01	0,09	1,38
20	Gmax	Combination	-95,73	-0,78	0,11	2,70
20	gmin	Combination	-64,00	-0,56	0,08	-2,12

Barra	Situação	Combinação	N (kN)	V (kN)	T (kN.m)	M (kN.m)
21	Gmax	Combination	-52,27	4,58	0,06	-0,82
21	gmin	Combination	-32,97	3,27	0,04	0,82
22	Gmax	Combination	-42,61	2,34	0,06	0,13
22	gmin	Combination	-26,07	1,67	0,05	-0,44
23	Gmax	Combination	-99,88	-2,53	0,07	1,40
23	gmin	Combination	-66,97	-1,80	0,05	-1,86
24	Gmax	Combination	-15,48	-0,02	0,10	-0,49
24	gmin	Combination	-6,70	-0,01	0,07	0,13
25	Gmax	Combination	-39,00	-1,17	-0,38	1,01
25	gmin	Combination	-23,50	-0,84	-0,27	0,32
26	Gmax	Combination	-148,15	-0,31	0,28	1,93
26	gmin	Combination	-101,43	-0,22	0,20	-1,40
27	Gmax	Combination	-17,81	1,54	0,03	0,18
27	gmin	Combination	-21,08	2,20	0,04	0,84
28	Gmax	Combination	-54,85	0,47	0,01	-4,80
28	gmin	Combination	-33,39	0,34	0,01	6,42
29	Gmax	Combination	-59,79	-0,40	0,01	-1,10
29	gmin	Combination	-36,92	-0,28	0,01	3,39
30	Gmax	Combination	-57,01	-0,52	-0,03	-5,38
30	gmin	Combination	-34,93	-0,37	-0,02	7,02
31	Gmax	Combination	-2,01	0,00	0,00	0,00
31	gmin	Combination	0,00	0,00	0,00	0,00
32	Gmax	Combination	-132,38	0,45	-0,95	-2,67
32	gmin	Combination	0,00	0,00	0,00	0,00
33	Gmax	Combination	-2,01	0,00	0,00	0,00
33	gmin	Combination	0,00	0,00	0,00	0,00
34	Gmax	Combination	-0,75	0,21	0,85	-10,99
34	gmin	Combination	0,00	-0,75	7,43	-0,07
35	Gmax	Combination	-0,94	-0,23	-0,93	-10,32
35	gmin	Combination	0,04	-0,54	-7,22	-0,03
36	Gmax	Combination	4,02	-0,34	-0,91	-8,34
36	gmin	Combination	-0,03	1,54	-2,59	0,15
37	Gmax	Combination	2,48	0,34	0,87	-9,10
37	gmin	Combination	-0,08	-2,48	3,94	0,24
38	Gmax	Combination	0,76	0,06	0,04	-10,11
38	gmin	Combination	0,54	0,04	0,03	-17,73
39	Gmax	Combination	-1,05	0,00	-0,10	-25,57
39	gmin	Combination	-0,75	0,00	-0,07	-7,43
40	Gmax	Combination	1,10	0,04	0,10	-21,94
40	gmin	Combination	0,79	0,03	0,07	-1,63
41	Gmax	Combination	-1,10	-0,06	-0,13	-7,96
41	gmin	Combination	-0,08	-0,62	0,13	-0,10
42	Gmax	Combination	-0,92	0,01	-0,40	-0,20



Barra	Situação	Combinação	N (kN)	V (kN)	T (kN.m)	M (kN.m)
42	gmin	Combination	0,03	-0,68	-1,44	0,21
43	Gmax	Combination	-0,14	0,04	-0,42	-9,98
43	gmin	Combination	-0,10	0,03	-0,30	-2,04
44	Gmax	Combination	-4,84	0,24	-1,48	-21,70
44	gmin	Combination	-3,35	0,17	-1,06	-12,31
45	Gmax	Combination	4,24	-0,05	-0,29	-9,55
45	gmin	Combination	3,03	-0,04	-0,21	-13,80
46	Gmax	Combination	-179,20	0,01	0,11	1433,60
46	gmin	Combination	-127,96	0,00	0,08	-481,75
47	Gmax	Combination	-0,40	-0,48	-1,88	-35,16
47	gmin	Combination	-0,14	1,09	-3,43	1,31
48	Gmax	Combination	0,12	-2,28	6,58	2,18
48	gmin	Combination	-0,88	0,69	-3,78	1,26
49	Gmax	Combination	0,56	0,75	-0,12	-29,86
49	gmin	Combination	0,11	-0,16	1,10	-0,01
50	Gmax	Combination	0,24	0,15	-0,05	-8,36
50	gmin	Combination	0,17	0,11	-0,03	-1,76
51	Gmax	Combination	-0,99	0,09	1,38	-17,66
51	gmin	Combination	-0,70	0,07	0,99	0,21
52	Gmax	Combination	-1,88	-0,09	1,96	-32,14
52	gmin	Combination	0,03	-1,18	5,00	1,30
53	Gmax	Combination	-1,66	-0,04	1,82	-7,00
53	gmin	Combination	-1,09	-0,14	-1,31	-3,43
54	Gmax	Combination	0,40	0,03	-0,23	-25,55
54	gmin	Combination	0,00	-0,01	-1,88	0,04
55	Gmax	Combination	0,01	0,01	-0,06	-2,63
55	gmin	Combination	0,01	0,00	-0,04	-7,06
56	gmin	Combination	-0,21	-0,14	0,85	-1,90
57	Gmax	Combination	0,16	0,13	0,03	-3,65
57	gmin	Combination	0,12	0,09	0,02	1,56
58	Gmax	Combination	-2,21	-5,02	0,58	-3,43
58	gmin	Combination	1,41	-0,39	-0,67	0,88
59	Gmax	Combination	-1,44	2,69	-0,10	0,23
59	gmin	Combination	-0,20	1,78	-0,38	4,20
60	Gmax	Combination	-0,94	-0,33	1,06	1,00
60	gmin	Combination	0,06	0,08	-1,12	-4,03
61	Gmax	Combination	0,02	0,47	-4,75	-29,95
61	gmin	Combination	0,76	-0,04	0,62	1,34
62	Gmax	Combination	0,19	-0,04	-1,35	-1,75
62	gmin	Combination	-1,25	0,61	-2,36	-6,33
63	Gmax	Combination	0,09	-0,59	5,76	-33,10
63	gmin	Combination	0,59	0,06	0,31	1,22
64	Gmax	Combination	-0,02	-0,23	0,18	-3,78

Barra	Situação	Combinação	N (kN)	V (kN)	T (kN.m)	M (kN.m)
64	gmin	Combination	-0,01	-0,16	0,13	6,28
65	Gmax	Combination	-1,73	-0,05	-1,10	0,03
65	gmin	Combination	0,00	0,00	0,00	0,00
66	Gmax	Combination	-2,27	-0,13	2,58	-26,51
66	gmin	Combination	3,39	0,51	-1,43	1,10
67	Gmax	Combination	1,46	-1,26	1,54	3,03
67	gmin	Combination	-0,31	0,79	-2,05	-2,65
68	Gmax	Combination	-1,31	0,63	-2,60	-23,25
68	gmin	Combination	1,40	-0,40	0,12	0,98
69	Gmax	Combination	0,03	0,10	-0,08	-6,40
69	gmin	Combination	-0,02	-0,05	0,09	-4,49
70	Gmax	Combination	-2,03	0,36	-1,08	3,05
70	gmin	Combination	-0,22	-0,02	-0,65	-5,43

### 5.3. Armação das lajes

As figuras a seguir apresentam o dimensionamento das lajes da casa de química.

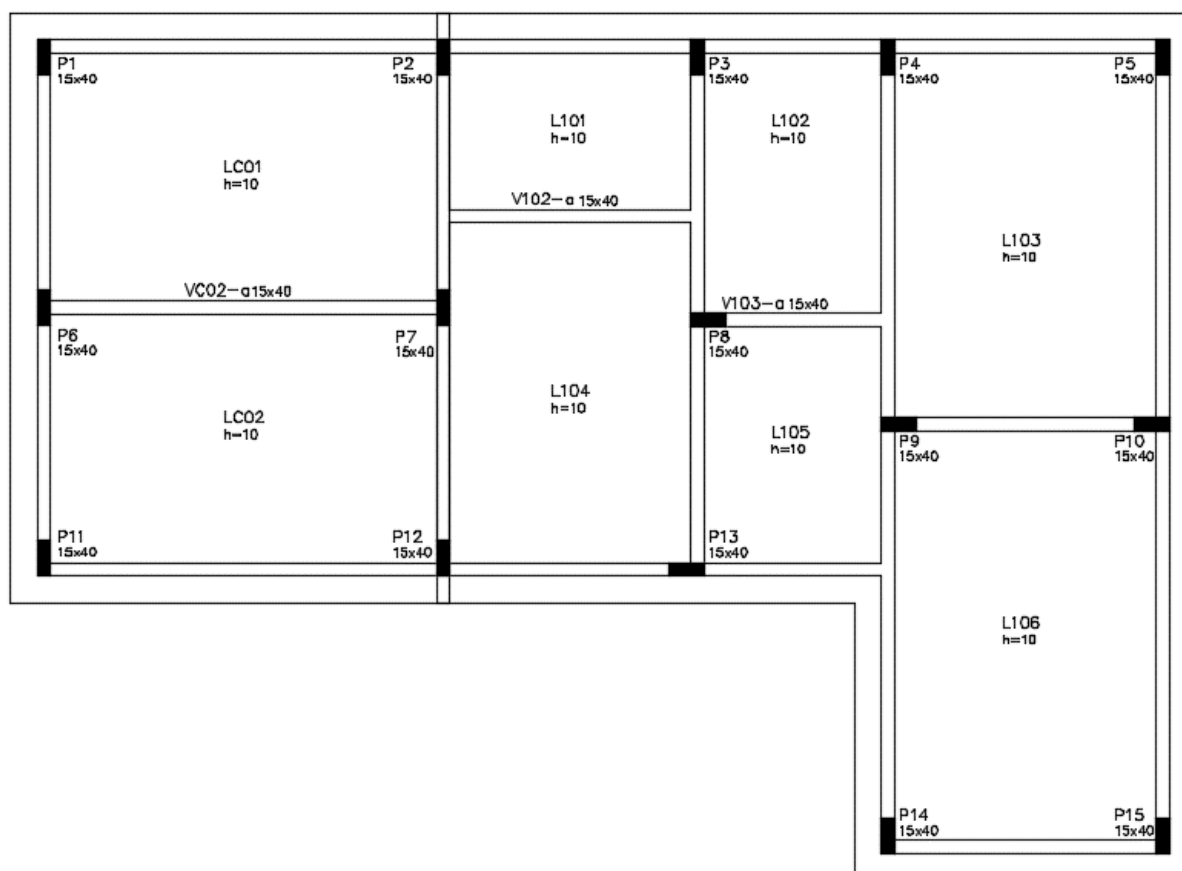


Figura 16 – Relação das lajes.



b) L102

**DIMENSIONAMENTO DE LAJE MACIÇA RETANGULAR DE CONCRETO ARMADO**

Materiais		VERIFICAÇÃO		Status	$S_d / R_d$
$f_{ck}$ MPa	30	ELU-M - Momento	OK!		0,481
$f_{yk}$ MPa	500	ELU-V - Cortante	OK!		0,103
Ponderação - ELU		ELS-W - Fissura	OK!		0,000
$\gamma_c$	1,4	ELS-D - Flecha	OK!		0,021
$\gamma_s$	1,15	Cons. Aço kg/m <sup>3</sup>		34	

Ações		Ponderação das Ações			
$G_{pp}$ kN/m <sup>2</sup>	2,50	ELU-M/V	ELS-W	ELS-D	
$G_{EX}$ kN/m <sup>2</sup>	1,00	$\gamma_G$	1,4	1	1
$Q$ kN/m <sup>2</sup>	0,40	$\gamma_Q$	1,4	0,4	0,3

Esforços Característicos				
Esforço	x	$x_e$	y	$y_e$
$M_{Gx}$ kNm/m	0,60	1,27	0,22	0,93
$M_{Qx}$ kNm/m	0,07	0,15	0,03	0,11
$V_{Gx}$ kN/m	0,00	2,76	1,09	1,88
$V_{Qx}$ kN/m	0,00	0,32	0,12	0,22

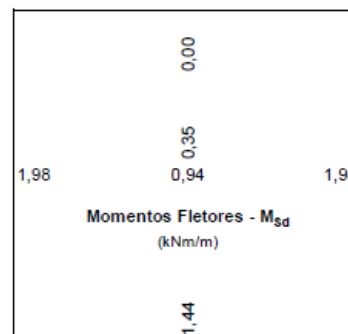
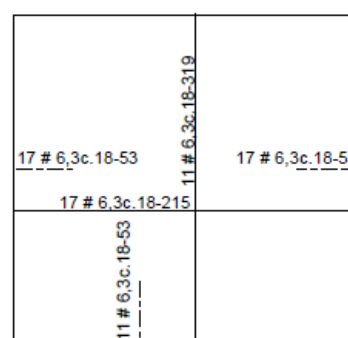
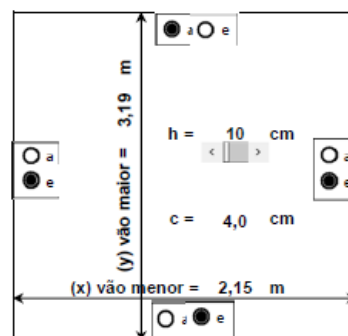
ELU-M - Momento Fletor				
	x	$x_e$	y	$y_e$
$M_{Sd}$ kNm/m	0,94	1,98	0,35	1,44
$\phi$ mm	6,3	6,3	6,3	6,3
cada cm	18	18	18	18
$A_s$ cm <sup>2</sup> /m	1,73	1,73	1,73	1,73
d cm	5,69	5,69	5,69	5,69
$M_{Rd}$ kNm/m	4,12	4,12	4,12	4,12
$M_{Sd}/M_{Rd}$	0,227	0,481	0,084	0,350
Status	OK!	OK!	OK!	OK!

ELU-V - Força Cortante				
	x	$x_e$	y	$y_e$
$V_{Sd}$ kN/m	0,00	4,31	1,69	2,93
$V_{Rd1}$ kN/m	41,99	41,99	41,99	41,99
$V_{Sd}/V_{Rd1}$	0,000	0,103	0,040	0,070
Status	OK!	OK!	OK!	OK!

ELS-W - Abertura de Fissura				
	x	$x_e$	y	$y_e$
$M_{Sd}$ kNm/m	0,63	1,33	0,23	0,97
$M_f$ kNm/m	4,83	4,83	4,83	4,83
$w_k$ mm	0,000	0,000	0,000	0,000
$w_{lim}$ mm			0,3	
$w_k/w_{lim}$	0,000	0,000	0,000	0,000
Status	OK!	OK!	OK!	OK!

ELS-DEF - Flecha						
Momentos	$M_{Gd}$ kNm/m	x	y	$M_{Qd}$ kNm/m	x	y
f	$I_c$ cm <sup>4</sup>	$I_e$ cm <sup>4</sup>	Fissurada?	$t_0$ meses	t meses	$\xi(t)-\xi(t_0)$
0,0271398	8333	8333	NÃO	1,0	70,0	1,32
$\Delta_{Cr}$ mm	$\Delta_T$ mm	0,2	$\Delta_Q$ mm	0,0	$\Delta_A$ mm	0,00
0,0	$\Delta_{T,lim}$ mm	8,6	$\Delta_{Q,lim}$ mm	6,1	$\Delta_{A,lim}$ mm	4,3
$\Delta_{Cr,lim}$ mm	$\Delta_T/\Delta_{T,lim}$	0,021	$\Delta_Q/\Delta_{Q,lim}$	0,000	$\Delta_A/\Delta_{A,lim}$	0,000
6,1	Status	OK!	Status	OK!	Status	OK!

Resumo de Aço e Concreto						
	$x_{e,esq}$	x	$x_{e,dir}$	$y_{e,inf}$	y	$y_{e,sup}$
$\phi$ mm	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	
Q	17	17	17	11	11	
CU cm	53	215	53	53	319	
MU kg/m	0,2447	0,2447	0,2447	0,2447	0,2447	
MT kg	2,2	8,9	2,2	1,4	8,6	
Resumo	Aço kg		23,4	Concreto m <sup>3</sup>		0,69



G = 1,09					
Q = 0,12					
1,21					

c) L103

**DIMENSIONAMENTO DE LAJE MACIÇA RETANGULAR DE CONCRETO ARMADO**

Materiais		VERIFICAÇÃO		Status	$S_d / R_d$
$f_{ck}$ MPa	30	ELU-M - Momento	OK!	OK!	0,998
$f_{yk}$ MPa	500	ELU-V - Cortante	OK!	OK!	0,196
Ponderação - ELU		ELS-W - Fissura	OK!	OK!	0,000
$\gamma_c$	1,4	ELS-D - Flecha	OK!	OK!	0,100
$\gamma_s$	1,15	Cons. Aço kg/m <sup>3</sup>			35

Ações		Ponderação das Ações			
$G_{pp}$ kN/m <sup>2</sup>	2,50	ELU-M/V	ELS-W	ELS-D	
$G_{EX}$ kN/m <sup>2</sup>	1,00	$\gamma_G$	1,4	1	1
$Q$ kN/m <sup>2</sup>	1,40	$\gamma_Q$	1,4	0,4	0,3

Esforços Característicos				
Esforço	x	$x_e$	y	$y_e$
$M_{Gx}$ kNm/m	1,46	3,26	0,82	2,57
$M_{Gy}$ kNm/m	0,59	1,30	0,33	1,03
$V_{Gx}$ kN/m	2,53	4,39	1,99	3,45
$V_{Gy}$ kN/m	1,01	1,75	0,80	1,38

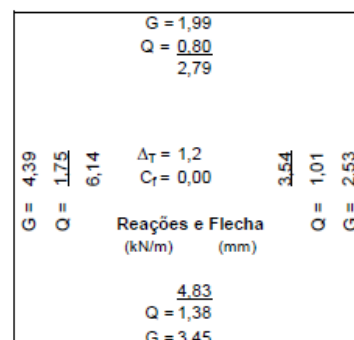
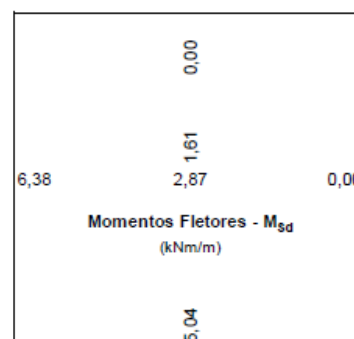
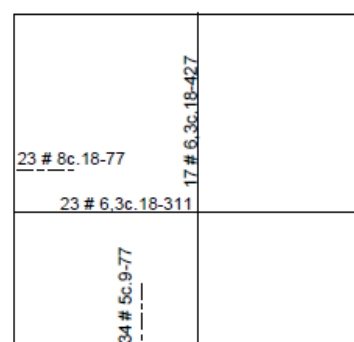
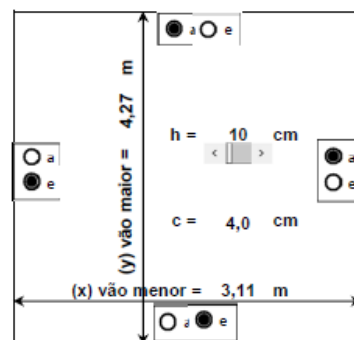
ELU-M - Momento Fletor				
	x	$x_e$	y	$y_e$
$M_{Gd}$ kN.m/m	2,87	6,38	1,61	5,04
$\phi$ mm	6,3	8	6,3	5
cada cm	18	18	18	9
$A_s$ cm <sup>2</sup> /m	1,73	2,79	1,73	2,18
d cm	5,69	5,60	5,69	5,75
$M_{Ed}$ kNm/m	4,12	6,39	4,12	5,21
$M_{Sd}/M_{Ed}$	0,695	0,998	0,389	0,969
Status	OK!	OK!	OK!	OK!

ELU-V - Força Cortante				
	x	$x_e$	y	$y_e$
$V_{Gd}$ kN/m	4,96	8,60	3,90	6,76
$V_{Rd1}$ kN/m	41,99	43,81	41,99	43,41
$V_{Gd}/V_{Rd1}$	0,118	0,196	0,093	0,156
Status	OK!	OK!	OK!	OK!

ELS-W - Abertura de Fissura				
	x	$x_e$	y	$y_e$
$M_{Gd}$ kNm/m	1,70	3,78	0,95	2,98
$M_r$ kNm/m	4,83	4,83	4,83	4,83
$w_k$ mm	0,000	0,000	0,000	0,000
$w_{lim}$ mm			0,3	
$w_k/w_{lim}$	0,000	0,000	0,000	0,000
Status	OK!	OK!	OK!	OK!

ELS-DEF - Flecha							
Momentos	$M_{Gd}$ kN.m/m	x	y	$M_{Qd}$ kN.m/m	x	y	
f	$I_o$ cm <sup>4</sup>	$I_e$ cm <sup>4</sup>	Fissurada?	$t_o$ meses	t meses	$\xi(t)-\xi(t_o)$	
0,0405431	8333	8333	NÃO	1,0	70,0	1,32	
$\Delta_{Cr}$ mm	$\Delta_T$ mm	1,2	$\Delta_Q$ mm	0,1	$\Delta_A$ mm	0,00	
0,0	$\Delta_{T,lim}$ mm	12,4	$\Delta_{Q,lim}$ mm	8,9	$\Delta_{A,lim}$ mm	6,22	
$\Delta_{Cr,lim}$ mm	$\Delta_T/\Delta_{T,lim}$	0,100	$\Delta_Q/\Delta_{Q,lim}$	0,007	$\Delta_A/\Delta_{A,lim}$	0,000	
8,9	Status	OK!	Status	OK!	Status	OK!	

Resumo de Aço e Concreto						
	$x_{e,esq}$	x	$x_{e,dir}$	$y_{e,inf}$	y	$y_{e,sup}$
$\phi$ mm	8	6,3		5	6,3	
Q	23	23		34	17	
CU cm	77	311		77	427	
MU kg/m	0,3946	0,2447		0,1541	0,2447	
MT kg	7,0	17,5		4,0	17,8	
Resumo	Aço kg		46.3	Concreto m <sup>3</sup>		1.33



d) L104

**DIMENSIONAMENTO DE LAJE MACIÇA RETANGULAR DE CONCRETO ARMADO**

Materiais		VERIFICAÇÃO		Status	$S_d / R_d$
$f_{ck}$ MPa	30	ELU-M - Momento	OK!	0,947	
$f_{yk}$ MPa	500	ELU-V - Cortante	OK!	0,150	
Ponderação - ELU		ELS-W - Fissura	OK!	0,000	
$\gamma_c$	1,4	ELS-D - Flecha	OK!	0,077	
$\gamma_s$	1,15	Cons. Aço kg/m <sup>3</sup>		32	
Ações		Ponderação das Ações			
$G_{pp}$ kN/m <sup>2</sup>	2,50	ELU-M/V	1,4	1	1
$G_{EX}$ kN/m <sup>2</sup>	1,00	$\gamma_G$	1,4	0,4	0,3
$Q$ kN/m <sup>2</sup>	0,40	$\gamma_Q$			

Esforços Característicos				
Esforço	x	$x_e$	y	$y_e$
$M_{Gk}$ kNm/m	1,26	2,80	0,69	2,20
$M_{Qk}$ kNm/m	0,14	0,32	0,08	0,25
$V_{Gk}$ kN/m	2,35	4,08	1,84	3,18
$V_{Qk}$ kN/m	0,27	0,47	0,21	0,36

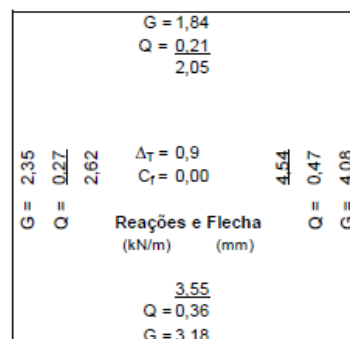
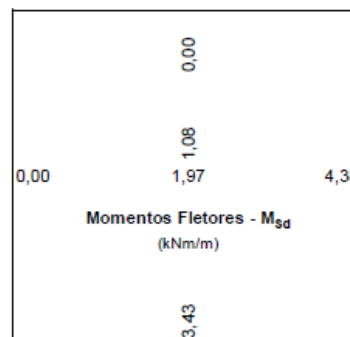
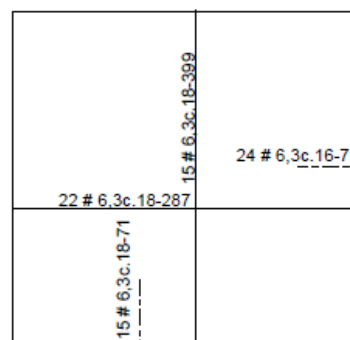
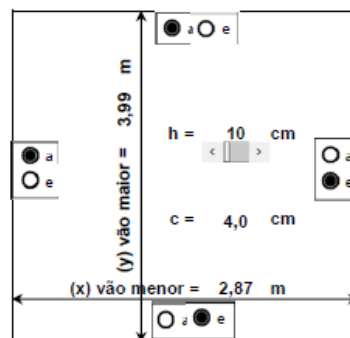
ELU-M - Momento Fletor				
	x	$x_e$	y	$y_e$
$M_{Gd}$ kN.m/m	1,97	4,38	1,08	3,43
$\phi$ mm	6,3	6,3	6,3	6,3
cada cm	18	16	18	18
$A_s$ cm <sup>2</sup> /m	1,73	1,95	1,73	1,73
d cm	5,69	5,69	5,69	5,69
$M_{Rd}$ kNm/m	4,12	4,62	4,12	4,12
$M_{Gd}/M_{Rd}$	0,478	0,947	0,262	0,830
Status	OK!	OK!	OK!	OK!

ELU-V - Força Cortante				
	x	$x_e$	y	$y_e$
$V_{Gd}$ kN/m	3,67	6,36	2,87	4,97
$V_{Rd1}$ kN/m	41,99	42,47	41,99	41,99
$V_{Gd}/V_{Rd1}$	0,087	0,150	0,068	0,118
Status	OK!	OK!	OK!	OK!

ELS-W - Abertura de Fissura				
	x	$x_e$	y	$y_e$
$M_{Gd}$ kNm/m	1,32	2,93	0,72	2,30
$M_f$ kNm/m	4,83	4,83	4,83	4,83
$w_k$ mm	0,000	0,000	0,000	0,000
$w_{lim}$ mm			0,3	
$w_k/w_{lim}$	0,000	0,000	0,000	0,000
Status	OK!	OK!	OK!	OK!

ELS-DEF - Flecha						
Momentos	$M_{Gd}$ kN.m/m	x	y	$M_{Qd}$ kN.m/m	x	y
f	$I_c$ cm <sup>4</sup>	$I_e$ cm <sup>4</sup>	Fissurada?	$t_0$ meses	t meses	$\xi(t) - \xi(t_0)$
0,0411475	8333	8333	NÃO	1,0	70,0	1,32
$\Delta_{cr}$ mm	$\Delta_T$ mm	0,9	$\Delta_Q$ mm	0,0	$\Delta_A$ mm	0,00
0,0	$\Delta_{T,lim}$ mm	11,5	$\Delta_{Q,lim}$ mm	8,2	$\Delta_{A,lim}$ mm	5,74
$\Delta_{cr,lim}$ mm	$\Delta_T/\Delta_{T,lim}$	0,077	$\Delta_Q/\Delta_{Q,lim}$	0,002	$\Delta_A/\Delta_{A,lim}$	0,000
8,2	Status	OK!	Status	OK!	Status	OK!

Resumo de Aço e Concreto						
	$x_{e,esq}$	x	$x_{e,dir}$	$y_{e,inf}$	y	$y_{e,sup}$
$\phi$ mm		6,3	6,3	6,3	6,3	
Q		22	24	15	15	
CU cm		287	71	71	399	
MU kg/m		0,2447	0,2447	0,2447	0,2447	
MT kg		15,5	4,2	2,6	14,6	
Resumo	Aço kg		36,9	Concreto m <sup>3</sup>		1,15











g) LC01 = LC02

**DIMENSIONAMENTO DE LAJE MACIÇA RETANGULAR DE CONCRETO ARMADO**

Materiais		VERIFICAÇÃO		Status	$S_d / R_d$
$f_{ck}$ MPa	30	ELU-M - Momento		OK!	0,989
$f_{yk}$ MPa	500	ELU-V - Cortante		OK!	0,221
Ponderação - ELU		ELS-W - Fissura		OK!	0,000
$\gamma_c$	1,4	ELS-D - Flecha		OK!	0,107
$\gamma_s$	1,15	Cons. Aço kg/m <sup>3</sup>			32

Ações		Ponderação das Ações			
$G_{pp}$ kN/m <sup>2</sup>	2,50	ELU-M/V	ELS-W	ELS-D	
$G_{EX}$ kN/m <sup>2</sup>	1,00	$\gamma_G$	1,4	1	1
$Q$ kN/m <sup>2</sup>	1,40	$\gamma_Q$	1,4	0,4	0,3

Esforços Característicos				
Esforço	x	$x_e$	y	$y_e$
$M_{GK}$ kNm/m	1,62	3,40	0,63	0,00
$M_{QK}$ kNm/m	0,65	1,36	0,25	0,00
$V_{GK}$ kN/m	2,88	4,98	1,89	0,00
$V_{QK}$ kN/m	1,15	1,99	0,76	0,00

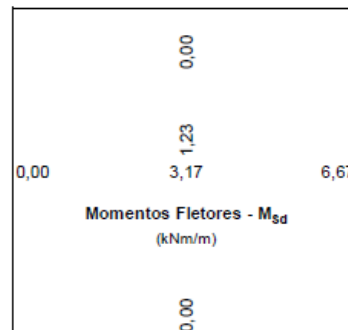
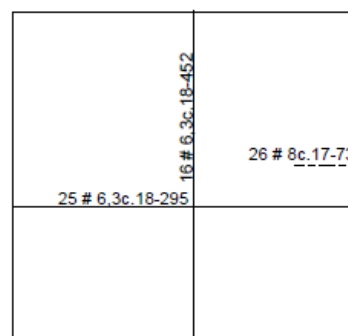
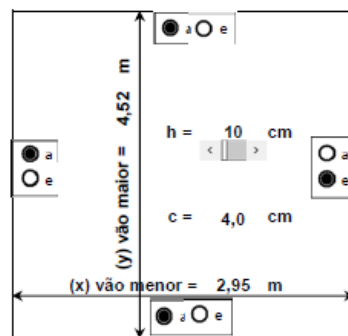
ELU-M - Momento Fletor				
	x	$x_e$	y	$y_e$
$M_{Sd}$ kN.m/m	3,17	6,67	1,23	0,00
$\phi$ mm	6,3	8	6,3	
cada cm	18	17	18	
$A_s$ cm <sup>2</sup> /m	1,73	2,96	1,73	
d cm	5,69	5,60	5,69	
$M_{Rd}$ kNm/m	4,12	6,75	4,12	
$M_{Sd}/M_{Rd}$	0,768	0,989	0,298	
Status	OK!	OK!	OK!	

ELU-V - Força Cortante				
	x	$x_e$	y	$y_e$
$V_{Sd}$ kN/m	5,64	9,76	3,70	0,00
$V_{Rd1}$ kN/m	41,99	44,18	41,99	-
$V_{Sd}/V_{Rd1}$	0,134	0,221	0,088	-
Status	OK!	OK!	OK!	-

ELS-W - Abertura de Fissura				
	x	$x_e$	y	$y_e$
$M_{Sd}$ kNm/m	1,87	3,95	0,73	0,00
$M_r$ kNm/m	4,83	4,83	4,83	4,83
$w_k$ mm	0,000	0,000	0,000	0,000
$w_{lim}$ mm			0,3	
$w_k/w_{lim}$	0,000	0,000	0,000	0,000
Status	OK!	OK!	OK!	OK!

ELS-DEF - Flecha						
Momentos	$M_{Sd}$ kN.m/m	x	y	$M_{Qd}$ kN.m/m	x	y
f	$I_c$ cm <sup>4</sup>	$I_e$ cm <sup>4</sup>	Fissurada?	$t_0$ meses	t meses	$\xi(t)-\xi(t_0)$
0,0506516	8333	8333	NÃO	1,0	70,0	1,32
$\Delta_{Cr}$ mm	$\Delta_T$ mm	1,3	$\Delta_Q$ mm	0,1	$\Delta_A$ mm	0,00
0,0	$\Delta_{T,lim}$ mm	11,8	$\Delta_{Q,lim}$ mm	8,4	$\Delta_{A,lim}$ mm	5,9
$\Delta_{Cr,lim}$ mm	$\Delta_T/\Delta_{T,lim}$	0,107	$\Delta_Q/\Delta_{Q,lim}$	0,007	$\Delta_A/\Delta_{A,lim}$	0,000
8,4	Status	OK!	Status	OK!	Status	OK!

Resumo de Aço e Concreto						
	$x_{e,esq}$	x	$x_{e,dir}$	$y_{e,inf}$	y	$y_{e,sup}$
$\phi$ mm		6,3	8		6,3	
Q		25	26		16	
CU cm		295	73		452	
MU kg/m		0,2447	0,3946		0,2447	
MT kg		18,0	7,5		17,7	
Resumo	Aço	ka	43.2	Concreto	m <sup>3</sup>	1.33



$G = 1,89$		$Q = 0,76$		$2,65$	
$G = 2,88$	$Q = 1,15$	$\Delta_T = 1,3$	$C_T = 0,00$	$6,97$	$Q = 1,99$
		Reações e Flecha		$Q = 4,98$	
		(kN/m) (mm)			
		$2,65$			
		$Q = 0,76$			
		$G = 1,89$			

## 5.4. Fundações

A Figura 17 apresenta a locação e identificação de cada sapata.

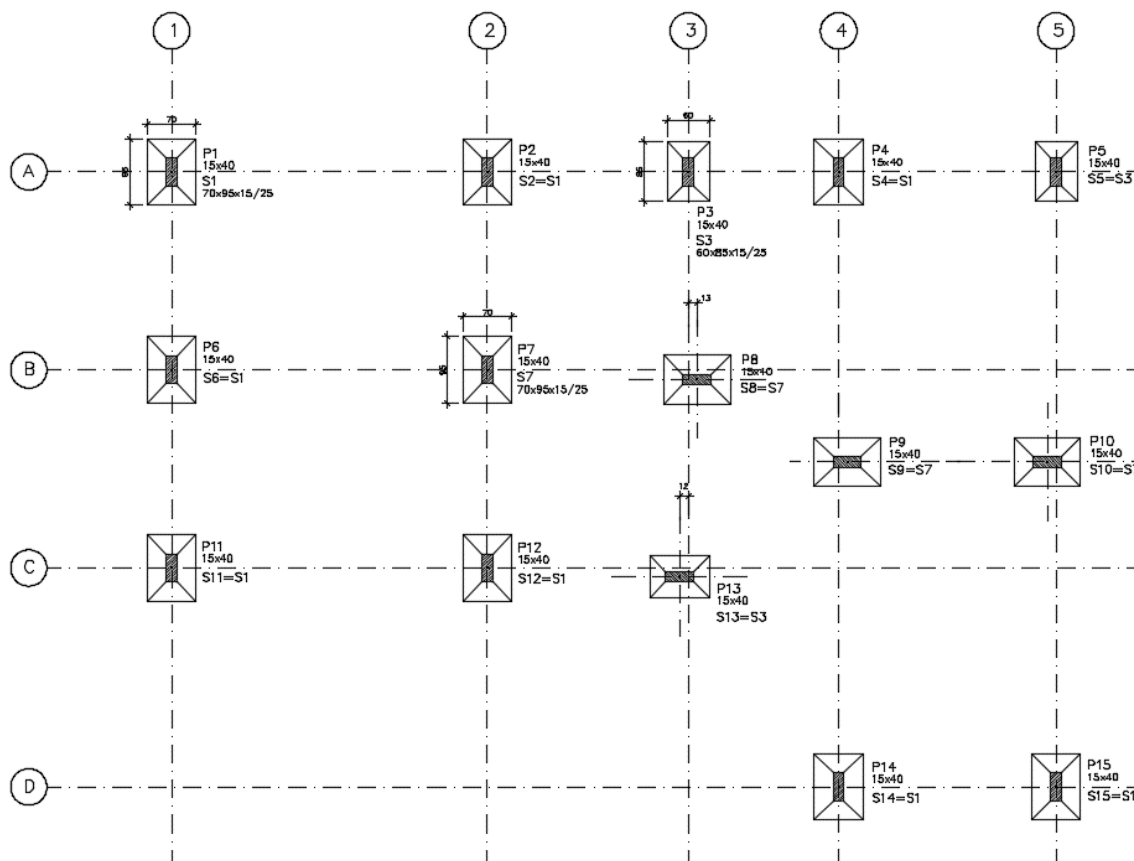


Figura 17 – Locação e identificação dos sapatas.

A Tabela 12 apresenta o quadro de cargas dos pilares. As fundações serão do tipo diretas em sapatas, cujo dimensionamento será apresentado a seguir.

Tabela 12 - Quadro de cargas

PLANO DE CARGAS								
PILAR	DIMENSÕES (cm)	CASO	F <sub>x</sub> (kN)	F <sub>y</sub> (kN)	F <sub>z</sub> (kN)	M <sub>x</sub> (kN.m)	M <sub>y</sub> (kN.m)	M <sub>z</sub> (kN.m)
P01	15x40	Gmax	4,84	-1,23	112,52	0,36	2,51	0,02
		gmin	3,46	-0,88	80,34	0,26	1,79	0,02
P02	15x40	Gmax	-2,22	0,98	125,79	0,11	-0,97	-0,09
		gmin	-1,59	0,70	89,81	0,08	-0,69	-0,06
P03	15x40	Gmax	0,54	-3,33	85,16	2,78	0,38	-0,10
		gmin	0,39	-2,38	60,80	1,98	0,27	-0,07
P04	15x40	Gmax	0,74	-4,17	116,35	3,58	0,47	-0,11
		gmin	0,53	-2,98	83,07	2,56	0,34	-0,08

P05	15x40	Gmax	-0,99	-6,00	84,20	5,88	-0,37	-0,05
		gmin	-0,71	-4,28	60,12	4,20	-0,26	-0,04
P06	15x40	Gmax	1,08	0,11	106,92	-0,21	0,95	-0,06
		gmin	0,77	0,08	76,34	-0,15	0,68	-0,04
P07	15x40	Gmax	-0,66	-1,33	191,87	1,00	-1,15	-0,16
		gmin	-0,47	-0,95	137,00	0,72	-0,82	-0,12
P08	15x40	Gmax	-1,50	-0,42	154,10	0,41	-2,94	-0,09
		gmin	-1,07	-0,30	110,03	0,29	-2,10	-0,07
P09	15x40	Gmax	-2,71	-2,90	195,06	1,66	-2,52	0,00
		gmin	-1,94	-2,07	139,27	1,19	-1,80	0,00
P10	15x40	Gmax	-2,16	-4,10	165,64	2,44	-2,30	-0,15
		gmin	-1,54	-2,93	118,27	1,74	-1,64	-0,11
P11	15x40	Gmax	3,42	1,62	115,23	-0,85	1,33	-0,21
		gmin	2,44	1,15	82,27	-0,61	0,95	-0,15
P12	15x40	Gmax	-4,01	-1,31	124,25	0,91	-2,38	0,06
		gmin	-2,86	-0,94	88,71	0,65	-1,70	0,04
P13	15x40	Gmax	5,16	0,52	67,43	-0,08	-0,68	-0,03
		gmin	3,69	0,37	48,15	-0,06	-0,49	-0,02
P14	15x40	Gmax	2,85	11,29	126,93	-3,36	1,05	0,03
		gmin	2,04	8,06	90,62	-2,40	0,75	0,02
P15	15x40	Gmax	-4,38	10,26	122,84	-1,33	-2,48	-0,08
		gmin	-3,13	7,33	87,70	-0,95	-1,77	-0,06

a) Sapatas Grupo I – S1/S2/S4/S6/S11/S12/S14/S15

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: CASA DE QUÍMICA - SAA BARRA DE MANGARÁ		FOLHA 01/04
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-04	DATA: 10/01/2020

**1) PARÂMETROS DE ENTRADA**

Dimensões do pilar  
 $a_0 = 40 \text{ cm}$   
 $b_0 = 15 \text{ cm}$

Esforços  
 $N = 124,25 \text{ kN}$   
 $M = 2,38 \text{ kN.m}$

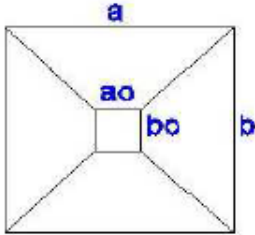
Tensão admissível  $\sigma_{adm} = 3,80 \text{ kgf/cm}^2$

Concreto  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Aço a ser utilizado CA 50

Cobrimento  $c = 4,0 \text{ cm}$

Nota: Editar somente células verdes



**2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA**

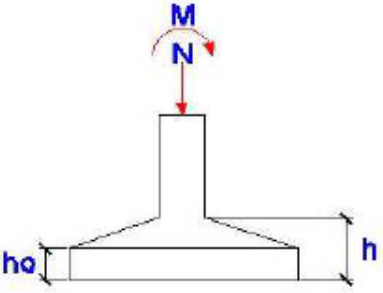
$$S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = 3596,71 \text{ cm}^2$$

$$a = \left( \frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 74 \text{ cm}$$

$$b = \frac{S}{a_0} = 49 \text{ cm}$$

Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm

$a = 95 \text{ cm}$   
 $b = 70 \text{ cm}$



**3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO**

**3.1) Cálculo da Excentricidade**

$e = \frac{M}{N} = 0,02$  Se  $e \leq \frac{a}{6}$  não há tensões de tração na sapata e aforça normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b

$\frac{a}{6} = 15,83$

**3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas**

$\sigma_{max} = 2,09 \text{ kgf/cm}^2$   $1,3\sigma_{adm} = 4,94 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{min} = 1,64 \text{ kgf/cm}^2$   $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 1,87 \text{ kgf/cm}^2$

Condições:

Se  $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$  e  $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$  ok, caso contrário aumentar a e b

Valores finais das dimensões da sapata  
 $a = 95 \text{ cm}$   
 $b = 70 \text{ cm}$

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: CASA DE QUÍMICA - SAA BARRA DE MANGARÁ		FOLHA 02/04
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-04	DATA: 10/01/2020

**4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h**

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 18,33 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 18,33 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 14,07 \text{ cm} \end{cases}$$

Adotar  $d = 19 \text{ cm}$

$h = d + \text{cobrimento} = 23,00 \text{ cm}$

Adotar  $h = 25 \text{ cm}$

$h_0 = \frac{h}{3} = 8,33 \text{ cm}$ 

Adotar  $h_0 = 15 \text{ cm}$

**5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL**

**5.1) Cálculo do Momento Fletor**

**5.1.1) Direção Paralela a "a"**

$$Lx = \frac{a - a_0}{2} = 0,28 \text{ m}$$

$$La = Lx + 0,15a_0 = 0,34 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,10529 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$\sigma_{max} = 319,38 \text{ kN/m}^2$        $\sigma_{min} = 256,09 \text{ kN/m}^2$

$pa_{max} = \sigma_{max} \times b = 223,57 \text{ kN/m}$        $pa_{min} = \sigma_{min} \times b = 179,26 \text{ kN/m}$

Por semelhança geométrica       $pa_{S1} = 194,89 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{pa_{S1} \cdot La^2}{2} + \left( \frac{\sigma_{max} - pa_{S1}}{2} \right) \times \frac{2}{3} La^2$$

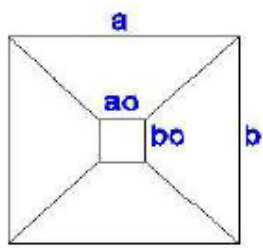
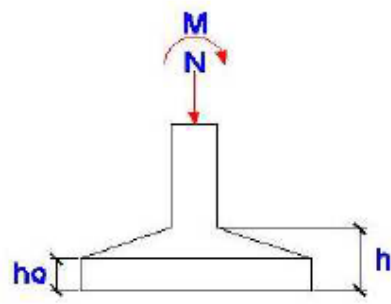
$M_{Sda} = 12,01 \text{ kN.m}$

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS														
CLIENTE: CESAN														
OBRA: CASA DE QUÍMICA - SAA BARRA DE MANGARÁ		FOLHA 03/04												
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-04	DATA: 10/01/2020												
<p><b>5.1.2) Direção Paralela a "b"</b></p> $L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,28 \text{ m}$ $L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,30 \text{ m}$ <p>Tensões máximas e mínimas</p> $\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 287,7 \text{ kN/m}^2$ $pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 273,4 \text{ kN/m}$ <p>Logo:</p> $M_{Sdb} = \frac{pb_{S1} \cdot L_b^2}{2} \qquad M_{Sdb} = 12,10 \text{ kN.m}$ <p><b>5.2) Cálculo da Armadura</b></p> <p><b>5.2.1) Direção Paralela a "a"</b></p> $A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 2,54 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 2,63 \text{ cm}^2$ <p>Será adotada, como base, a armadura de mínima se <math>A_{smin} &gt; A_{sa}</math></p> <p>Armadura adotada = 2,63 cm<sup>2</sup></p> <p>Aço a ser utilizado:</p> <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>6</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>4</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>3</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>2</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> <div style="display: inline-block; vertical-align: top; margin-left: 20px;"> <p>Ø da barra escolhida = 8</p> <p>Nº de Barras = 6</p> </div> <p>Avaliação do espaçamento</p> $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^\circ \text{ de barras} - 1} = 12,08 \text{ cm}$ <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <math display="block">s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}</math> </div> <div> <p>Escolher o menor valor e comparar com s calculado:</p> <p>Se <math>s \leq s_{max}</math> "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro</p> </div> </div>			Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	6	10,0	4	12,5	3	16,0	2	20,0	1
Ø (mm)	Nº de Barras													
8,0	6													
10,0	4													
12,5	3													
16,0	2													
20,0	1													

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS																													
CLIENTE: CESAN																													
OBRA: CASA DE QUÍMICA - SAA BARRA DE MANGARÁ			FOLHA 04/04																										
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-04	DATA: 10/01/2020																											
<p><b>5.2.2) Direção Paralela a "b"</b></p> $A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 2,09 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 3,56 \text{ cm}^2$ <p>Será adotada, como base, a armadura de mínima se <math>A_{smin} &gt; A_{sa}</math></p> <p>Armadura adotada = 3,56 cm<sup>2</sup></p> <p>Aço a ser utilizado:</p> <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>8</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>5</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>3</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>2</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>2</td></tr> </tbody> </table> <div style="margin-left: 20px;"> <p>Ø da barra escolhida = 8</p> <p>Nº de Barras = 8</p> </div> <p>Avaliação do espaçamento</p> $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^\circ \text{ de barras} - 1} = 12,20 \text{ cm}$ <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <math display="block">s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}</math> </div> <div> <p>Escolher o menor valor e comparar com s calculado:              Se <math>s \leq s_{max}</math> "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tbody> <tr> <td>Direção a</td> <td>6</td> <td>Ø</td> <td>8</td> <td>C/</td> <td>10</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Direção b</td> <td>8</td> <td>Ø</td> <td>8</td> <td>C/</td> <td>10</td> <td>cm</td> </tr> </tbody> </table>				Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	8	10,0	5	12,5	3	16,0	2	20,0	2	Direção a	6	Ø	8	C/	10	cm	Direção b	8	Ø	8	C/	10	cm
Ø (mm)	Nº de Barras																												
8,0	8																												
10,0	5																												
12,5	3																												
16,0	2																												
20,0	2																												
Direção a	6	Ø	8	C/	10	cm																							
Direção b	8	Ø	8	C/	10	cm																							



b) Sapatas Grupo II – S3/S5/S13

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS																																	
CLIENTE: CESAN																																	
OBRA: CASA DE QUÍMICA - SAA BARRA DE MANGARÁ		FOLHA 01/04																															
SAPATA: S03	SONDAGEM: SP-04	DATA: 10/01/2020																															
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p><b>1) PARÂMETROS DE ENTRADA</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Dimensões do pilar</td> <td style="width: 10%;">ao =</td> <td style="width: 10%; background-color: #90EE90;">40</td> <td style="width: 10%;">cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>bo =</td> <td style="background-color: #90EE90;">15</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Esforços</td> <td>N =</td> <td style="background-color: #90EE90;">85,16</td> <td>kN</td> </tr> <tr> <td>M =</td> <td style="background-color: #90EE90;">2,78</td> <td>kN.m</td> </tr> <tr> <td>Tensão admissível</td> <td><math>\sigma_{adm}</math></td> <td style="background-color: #90EE90;">= 3,80</td> <td>kgf/cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Concreto</td> <td>fck =</td> <td style="background-color: #90EE90;">30</td> <td>MPa</td> </tr> <tr> <td>Aço a ser utilizado</td> <td>CA</td> <td style="background-color: #90EE90;">50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cobrimento</td> <td>c =</td> <td style="background-color: #90EE90;">4,0</td> <td>cm</td> </tr> </table> </div> <div style="width: 40%;"> <p>Nota: Editar somente células verdes</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  </div> </div>			Dimensões do pilar	ao =	40	cm		bo =	15	cm	Esforços	N =	85,16	kN	M =	2,78	kN.m	Tensão admissível	$\sigma_{adm}$	= 3,80	kgf/cm <sup>2</sup>	Concreto	fck =	30	MPa	Aço a ser utilizado	CA	50		Cobrimento	c =	4,0	cm
Dimensões do pilar	ao =	40	cm																														
	bo =	15	cm																														
Esforços	N =	85,16	kN																														
	M =	2,78	kN.m																														
Tensão admissível	$\sigma_{adm}$	= 3,80	kgf/cm <sup>2</sup>																														
Concreto	fck =	30	MPa																														
Aço a ser utilizado	CA	50																															
Cobrimento	c =	4,0	cm																														
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p><b>2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA</b></p> <math display="block">S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = \text{2465,16 cm}^2</math> <math display="block">a = \left( \frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = \text{64 cm}</math> <math display="block">b = \frac{S}{a_0} = \text{39 cm}</math> <p>Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm</p> <p>a = <span style="background-color: #90EE90;">85</span> cm b = <span style="background-color: #90EE90;">60</span> cm</p> </div> <div style="width: 40%; text-align: center;">  </div> </div>																																	
<p><b>3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO</b></p> <p><b>3.1) Cálculo da Excentricidade</b></p> $e = \frac{M}{N} = \text{0,03}$ <p>Se <math>e \leq \frac{a}{6}</math> não há tensões de tração na sapata e aforça normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b</p> $\frac{a}{6} = \text{14,17}$																																	
<p><b>3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <math display="block">\left. \begin{matrix} \sigma_{max} \\ \sigma_{min} \end{matrix} \right\} = \frac{N}{S} \times \left( 1 \pm \frac{6e}{a} \right) \Rightarrow</math> </div> <div> <math>\sigma_{max} = \text{2,05 kgf/cm}^2</math>  <math>\sigma_{min} = \text{1,29 kgf/cm}^2</math> </div> <div> <math>1,3\sigma_{adm} = \text{4,94 kgf/cm}^2</math>  <math>\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = \text{1,67 kgf/cm}^2</math> </div> </div> <p>Condições:</p> <p>Se <math>\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}</math> e <math>\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}</math> ok, caso contrário aumentar a e b</p> <p>Valores finais das dimensões da sapata</p> <p>a = <span style="background-color: #90EE90;">85</span> cm b = <span style="background-color: #90EE90;">60</span> cm</p>																																	



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: CASA DE QUÍMICA - SAA BARRA DE MANGARÁ		FOLHA 02/04
SAPATA: S03	SONDAGEM: SP-04	DATA: 10/01/2020

**4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h**

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 15,00 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 15,00 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 11,65 \text{ cm} \end{cases}$$

Adotar  $d = 15 \text{ cm}$

$h = d + \text{cobrimento} = 19,00 \text{ cm}$

Adotar  $h = 25 \text{ cm}$

$h_0 = \frac{h}{3} = 8,33 \text{ cm}$

Adotar  $h_0 = 15 \text{ cm}$

**5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL**

**5.1) Cálculo do Momento Fletor**

**5.1.1) Direção Paralela a "a"**

$$Lx = \frac{a - a_0}{2} = 0,23 \text{ m}$$

$$La = Lx + 0,15a_0 = 0,29 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,07225 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$\sigma_{max} = 311,02 \text{ kN/m}^2$        $\sigma_{min} = 203,28 \text{ kN/m}^2$

$pa_{max} = \sigma_{max} \times b = 186,61 \text{ kN/m}$        $pa_{min} = \sigma_{min} \times b = 121,97 \text{ kN/m}$

Por semelhança geométrica       $pa_{s1} = 143,64 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{pa_{s1} \cdot La^2}{2} + \left( \frac{\sigma_{max} - pa_{s1}}{2} \right) \times \frac{2}{3} La^2$$

$M_{Sda} = 7,00 \text{ kN.m}$

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS														
CLIENTE: CESAN														
OBRA: CASA DE QUÍMICA - SAA BARRA DE MANGARÁ		FOLHA 03/04												
SAPATA: S03	SONDAGEM: SP-04	DATA: 10/01/2020												
<p><b>5.1.2) Direção Paralela a "b"</b></p> $Ly = \frac{b - b_0}{2} = 0,23 \text{ m}$ $Lb = Ly + 0,15b_0 = 0,25 \text{ m}$ <p>Tensões máximas e mínimas</p> $\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 257,1 \text{ kN/m}^2$ $pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 218,6 \text{ kN/m}$ <p>Logo:</p> $M_{Sdb} = \frac{pb_{S1} \cdot Lb^2}{2} \qquad M_{Sdb} = 6,69 \text{ kN.m}$ <p><b>5.2) Cálculo da Armadura</b></p> <p><b>5.2.1) Direção Paralela a "a"</b></p> $A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,88 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 2,25 \text{ cm}^2$ <p>Será adotada, como base, a armadura de mínima se <math>A_{smin} &gt; A_{sa}</math></p> <p>Armadura adotada = 2,25 cm<sup>2</sup></p> <p>Aço a ser utilizado:</p> <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>5</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>3</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>2</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>2</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> <div style="display: inline-block; vertical-align: top; margin-left: 20px;"> <p>Ø da barra escolhida = 8</p> <p>Nº de Barras = 5</p> </div> <p>Avaliação do espaçamento</p> $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^\circ \text{ de barras} - 1} = 12,60 \text{ cm}$ <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <math display="block">s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}</math> </div> <div> <p>Escolher o menor valor e comparar com s calculado:</p> <p>Se <math>s \leq s_{max}</math> "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro</p> </div> </div>			Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	5	10,0	3	12,5	2	16,0	2	20,0	1
Ø (mm)	Nº de Barras													
8,0	5													
10,0	3													
12,5	2													
16,0	2													
20,0	1													

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS																													
CLIENTE: CESAN																													
OBRA: CASA DE QUÍMICA - SAA BARRA DE MANGARÁ			FOLHA 04/04																										
SAPATA: S03	SONDAGEM: SP-04	DATA: 10/01/2020																											
<p><b>5.2.2) Direção Paralela a "b"</b></p> $A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,46 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 3,19 \text{ cm}^2$ <p>Será adotada, como base, a armadura de mínima se <math>A_{smin} &gt; A_{sa}</math></p> <p>Armadura adotada = 3,19 cm<sup>2</sup></p> <p>Aço a ser utilizado:</p> <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>7</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>5</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>3</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>2</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>2</td></tr> </tbody> </table> <div style="display: inline-block; vertical-align: top; margin-left: 20px;"> <p>Ø da barra escolhida = 8</p> <p>Nº de Barras = 7</p> </div> <p>Avaliação do espaçamento</p> $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^\circ \text{ de barras} - 1} = 12,57 \text{ cm}$ <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <math display="block">s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}</math> </div> <div> <p>Escolher o menor valor e comparar com s calculado:</p> <p>Se <math>s \leq s_{max}</math> "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tbody> <tr> <td>Direção a</td> <td>5</td> <td>Ø</td> <td>8</td> <td>C/</td> <td>10</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Direção b</td> <td>7</td> <td>Ø</td> <td>8</td> <td>C/</td> <td>10</td> <td>cm</td> </tr> </tbody> </table>				Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	7	10,0	5	12,5	3	16,0	2	20,0	2	Direção a	5	Ø	8	C/	10	cm	Direção b	7	Ø	8	C/	10	cm
Ø (mm)	Nº de Barras																												
8,0	7																												
10,0	5																												
12,5	3																												
16,0	2																												
20,0	2																												
Direção a	5	Ø	8	C/	10	cm																							
Direção b	7	Ø	8	C/	10	cm																							

c) Sapatas Grupo III – S7/S8/S9/S10

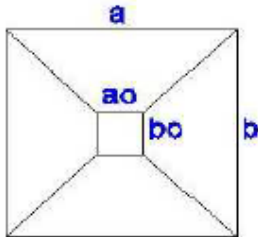
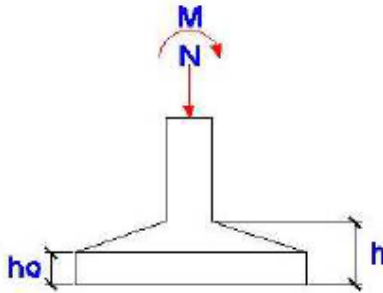
DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: CASA DE QUÍMICA - SAA BARRA DE MANGARÁ		FOLHA 01/04
SAPATA: S07	SONDAGEM: SP-04	DATA: 10/01/2020

**1) PARÂMETROS DE ENTRADA**

Dimensões do pilar	ao = 40 cm
	bo = 15 cm
Esforços	N = 195,06 kN
	M = 2,52 kN.m
Tensão admissível $\sigma_{adm}$	= 3,80 kgf/cm <sup>2</sup>
Concreto	fck = 30 MPa
Aço a ser utilizado	CA 50
Cobrimento	c = 4,0 cm

Nota: Editar somente células verdes

**2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA**

$$S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = 5646,47 \text{ cm}^2$$

$$a = \left( \frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 89 \text{ cm}$$

$$b = \frac{S}{a_0} = 64 \text{ cm}$$

Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm

a = 95 cm  
b = 70 cm

**3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO**

**3.1) Cálculo da Excentricidade**

$$e = \frac{M}{N} = 0,01$$

Se  $e \leq \frac{a}{6}$  não há tensões de tração na sapata e aforça normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b

$$\frac{a}{6} = 15,83$$
  

**3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas**

$$\left. \begin{matrix} \sigma_{max} \\ \sigma_{min} \end{matrix} \right\} = \frac{N}{S} \times \left( 1 \pm \frac{6e}{a} \right) \Rightarrow \begin{matrix} \sigma_{max} = 3,17 \text{ kgf/cm}^2 \\ \sigma_{min} = 2,69 \text{ kgf/cm}^2 \end{matrix}$$

$$1,3\sigma_{adm} = 4,94 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 2,93 \text{ kgf/cm}^2$$
  

Condições:

Se  $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$  e  $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$  ok, caso contrário aumentar a e b

Valores finais das dimensões da sapata

a = 95 cm  
b = 70 cm

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: CASA DE QUÍMICA - SAA BARRA DE MANGARÁ	FOLHA 02/04	
SAPATA: S07	SONDAGEM: SP-04	DATA: 10/01/2020

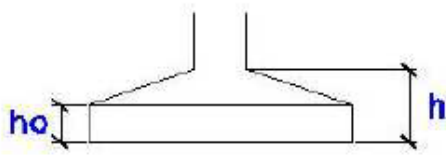
**4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h**

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 18,33 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 18,33 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 17,63 \text{ cm} \end{cases}$$

Adotar  $d = 19 \text{ cm}$

$h = d + \text{cobrimento} = 23,00 \text{ cm}$

Adotar  $h = 25 \text{ cm}$



$h_0 = \frac{h}{3} = 8,33 \text{ cm}$

Adotar  $h_0 = 15 \text{ cm}$

**5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL**

**5.1) Cálculo do Momento Fletor**

**5.1.1) Direção Paralela a "a"**

$$L_x = \frac{a - a_0}{2} = 0,28 \text{ m}$$

$$L_a = L_x + 0,15a_0 = 0,34 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,10529 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$\sigma_{max} = 485,22 \text{ kN/m}^2$        $\sigma_{min} = 418,21 \text{ kN/m}^2$

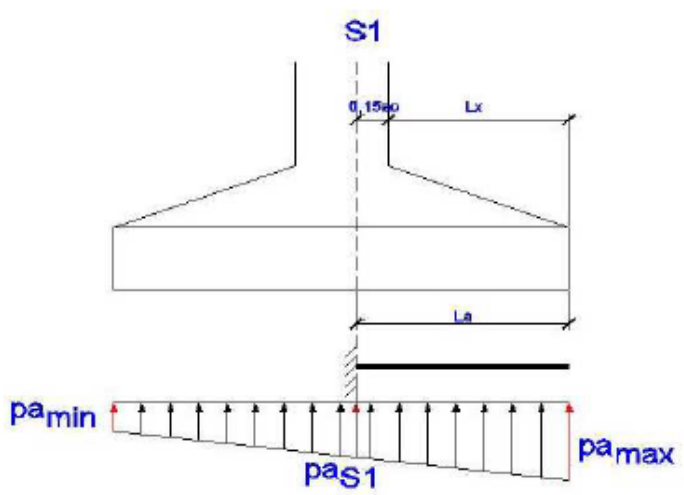
$pa_{max} = \sigma_{max} \times b = 339,66 \text{ kN/m}$        $pa_{min} = \sigma_{min} \times b = 292,75 \text{ kN/m}$

Por semelhança geométrica       $pa_{S1} = 309,29 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{pa_{S1} \cdot La^2}{2} + \left( \frac{\sigma_{max} - pa_{S1}}{2} \right) \times \frac{2}{3} La^2$$

$M_{Sda} = 18,49 \text{ kN.m}$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS														
CLIENTE: CESAN														
OBRA: CASA DE QUÍMICA - SAA BARRA DE MANGARÁ		FOLHA 03/04												
SAPATA: S07	SONDAGEM: SP-04	DATA: 10/01/2020												
<p><b>5.1.2) Direção Paralela a "b"</b></p> $L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,28 \text{ m}$ $L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,30 \text{ m}$ <p>Tensões máximas e mínimas</p> $\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 451,7 \text{ kN/m}^2$ $pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 429,1 \text{ kN/m}$ <p>Logo:</p> $M_{Sdb} = \frac{pb_{S1} \cdot L_b^2}{2} \qquad M_{Sdb} = 18,99 \text{ kN.m}$ <p><b>5.2) Cálculo da Armadura</b></p> <p><b>5.2.1) Direção Paralela a "a"</b></p> $A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 3,92 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 2,63 \text{ cm}^2$ <p>Será adotada, como base, a armadura de mínima se <math>A_{smin} &gt; A_{sa}</math></p> <p>Armadura adotada = 3,92 cm<sup>2</sup></p> <p>Aço a ser utilizado:</p> <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>8</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>5</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>4</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>2</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>2</td></tr> </tbody> </table> <div style="display: inline-block; vertical-align: top; margin-left: 20px;"> <p>Ø da barra escolhida = 10</p> <p>Nº de Barras = 5</p> </div> <p>Avaliação do espaçamento</p> $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 15,00 \text{ cm}$ <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <math display="block">s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}</math> </div> <div> <p>Escolher o menor valor e comparar com s calculado:</p> <p>Se <math>s \leq s_{max}</math> "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro</p> </div> </div>			Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	8	10,0	5	12,5	4	16,0	2	20,0	2
Ø (mm)	Nº de Barras													
8,0	8													
10,0	5													
12,5	4													
16,0	2													
20,0	2													

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS																												
CLIENTE: CESAN																												
OBRA: CASA DE QUÍMICA - SAA BARRA DE MANGARÁ		FOLHA 04/04																										
SAPATA: S07	SONDAGEM: SP-04	DATA: 10/01/2020																										
<p><b>5.2.2) Direção Paralela a "b"</b></p> $A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 3,28 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 3,56 \text{ cm}^2$ <p>Será adotada, como base, a armadura de mínima se <math>A_{smin} &gt; A_{sb}</math></p> <p>Armadura adotada = 3,56 cm<sup>2</sup></p> <p>Aço a ser utilizado:</p> <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>8</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>5</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>3</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>2</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>2</td></tr> </tbody> </table> <div style="margin-left: 20px;"> <p>Ø da barra escolhida = 10</p> <p>Nº de Barras = 7</p> </div> <p>Avaliação do espaçamento</p> $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 14,17 \text{ cm}$ <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <math display="block">s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}</math> </div> <div> <p>Escolher o menor valor e comparar com s calculado:</p> <p>Se <math>s \leq s_{max}</math> "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tbody> <tr> <td style="width: 25%;">Direção a</td> <td style="width: 10%;">5</td> <td style="width: 10%;">Ø</td> <td style="width: 10%;">10</td> <td style="width: 10%;">C/</td> <td style="width: 10%;">12</td> <td style="width: 10%;">cm</td> </tr> <tr> <td>Direção b</td> <td>7</td> <td>Ø</td> <td>10</td> <td>C/</td> <td>12</td> <td>cm</td> </tr> </tbody> </table>			Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	8	10,0	5	12,5	3	16,0	2	20,0	2	Direção a	5	Ø	10	C/	12	cm	Direção b	7	Ø	10	C/	12	cm
Ø (mm)	Nº de Barras																											
8,0	8																											
10,0	5																											
12,5	3																											
16,0	2																											
20,0	2																											
Direção a	5	Ø	10	C/	12	cm																						
Direção b	7	Ø	10	C/	12	cm																						

## 6. DIMENSIONAMENTO – BASE DO RAT

### 6.1. Modelagem estrutural

A base do RAT é uma laje apoiada sobre o solo (Figura 18).



Figura 18 - Posicionamento da base do RAT em relação ao solo.

A laje (base) atua como fundações, em função disto, estrutura foi calculada associando a um meio elástico. Para a interação solo estrutura o coeficiente de recalque vertical será determinado pela relação empírica de Alonso (1943), Teixeira e Godoy (1996).

$$s = 0.2SPT_{médio} (kgf/cm^2)$$

Conforme furo SP-01 temos na camada de apoio  $N_{SPT} = 13$ . Conforme Alonso (1946) temos:

$$\sigma_{adm} = \frac{N_{SPT}}{5} = \frac{13}{5} = 2,60 \text{ kgf/cm}^2$$

Utilizando a tabela de Morrison (1993) temos:

Para  $\sigma_{adm} = 2,60 \text{ kgf/cm}^2$  temos  $K_v = 5,20 \text{ kgf/cm}^3$

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (Figura 19 e Figura 20) considerando os parâmetros apresentados no item 2.



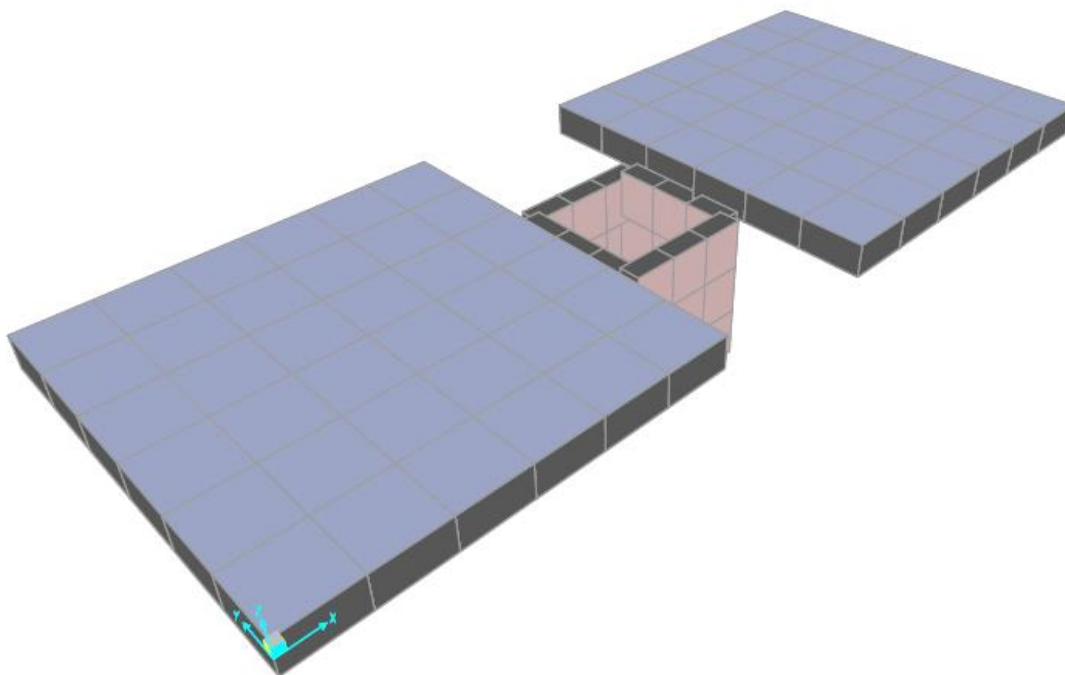


Figura 19 - Modelo estrutural 3D - Vista 1.

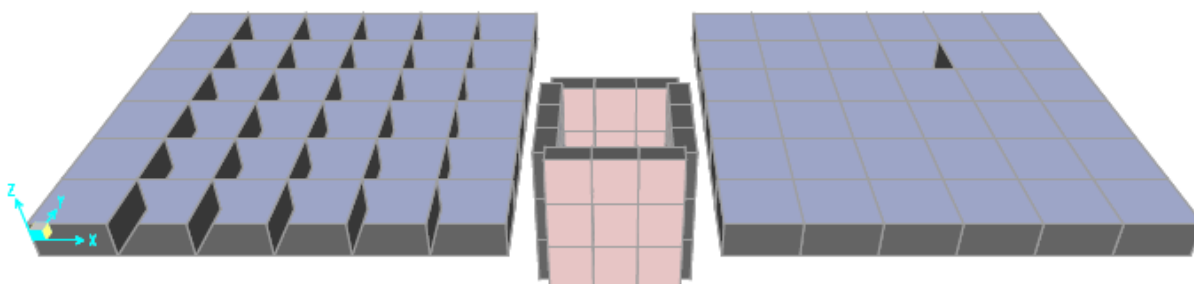


Figura 20 - Modelo estrutural 3D - Vista 2.

Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

Sobrecarga laje de piso:  $SC_{piso} = 3,00 \text{ kN/m}^2$

Sobrecarga reservatório 20.000 l  $SC_{reservatorio} = 200/7,89 = 25,34 \text{ kN/m}^2$

- Cargas Permanentes (CP):
  - Peso próprio.
- Sobrecargas (SC):
  - Sobrecarga de laje de piso (SCP);
  - Sobrecarga dos reservatórios (SCR).

Combinação para dimensionamento:

Comb 1:  $1,4CP + 1,4SCP$

Comb 2:  $1,4CP + 1,4SCP + 1,4SCR$

## 6.2. Resultados da análise estrutural

Conforme informado no item anterior, a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A Tabela 13 a seguir apresenta os resultados do dimensionamento eletrônico. Cada área representa uma seção da malha de elementos finitos.

Tabela 13 - Esforços nas placas.

Area Text	OutputCase Text	CaseType Text	Fx KN/m	Fy KN/m	Mx KN-m/m	My KN-m/m	T KN-m/m
3	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,02	0,02	-0,77
3	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	-0,02	0,47	-0,79
3	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,90	0,90	-0,82
3	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,47	-0,02	-0,79
4	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,42	-0,03	-0,93
4	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,93	0,91	-0,82
4	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,62	1,23	-0,72
4	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,18	0,02	-0,82
5	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,11	0,01	-0,51
5	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,64	1,24	-0,47
5	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,14	1,27	-0,15
5	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,72	0,01	-0,19
6	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,72	0,01	0,19
6	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,14	1,27	0,15
6	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,64	1,24	0,47
6	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,11	0,01	0,51
7	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,18	0,02	0,82
7	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,62	1,23	0,72
7	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,93	0,91	0,82
7	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,42	-0,03	0,93
8	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,47	-0,02	0,79
8	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,90	0,90	0,82
8	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	-0,02	0,47	0,79
8	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,02	0,02	0,77
9	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	-0,03	0,42	-0,93
9	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,02	3,18	-0,82
9	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,23	2,62	-0,72
9	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,91	0,93	-0,82
10	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,94	0,94	-0,78

Area Text	OutputCase Text	CaseType Text	Fx KN/m	Fy KN/m	Mx KN-m/m	My KN-m/m	T KN-m/m
10	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,22	2,61	-0,66
10	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,27	2,27	-0,53
10	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,61	1,22	-0,66
11	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,64	1,23	-0,40
11	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,27	2,27	-0,35
11	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,70	2,16	-0,10
11	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,14	1,28	-0,15
12	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,14	1,28	0,15
12	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,70	2,16	0,10
12	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,27	2,27	0,35
12	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,64	1,23	0,40
13	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,61	1,22	0,66
13	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,27	2,27	0,53
13	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,22	2,61	0,66
13	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,94	0,94	0,78
14	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,91	0,93	0,82
14	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,23	2,62	0,72
14	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,02	3,18	0,82
14	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	-0,03	0,42	0,93
15	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,01	3,11	-0,51
15	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,01	3,72	-0,19
15	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,27	3,14	-0,15
15	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,24	2,64	-0,47
16	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,23	2,64	-0,40
16	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,28	3,14	-0,15
16	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,16	2,70	-0,10
16	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,27	2,27	-0,35
17	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,27	2,27	-0,19
17	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,17	2,70	-0,10
17	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,52	2,52	0,00
17	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,70	2,17	-0,10
18	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,70	2,17	0,10
18	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,52	2,52	0,00
18	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,17	2,70	0,10
18	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,27	2,27	0,19
19	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,27	2,27	0,35
19	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,16	2,70	0,10
19	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,28	3,14	0,15
19	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,23	2,64	0,40
20	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,24	2,64	0,47
20	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,27	3,14	0,15
20	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,01	3,72	0,19

Area Text	OutputCase Text	CaseType Text	Fx KN/m	Fy KN/m	Mx KN-m/m	My KN-m/m	T KN-m/m
20	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,01	3,11	0,51
21	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,01	3,72	0,19
21	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,01	3,11	0,51
21	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,24	2,64	0,47
21	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,27	3,14	0,15
22	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,28	3,14	0,15
22	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,23	2,64	0,40
22	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,27	2,27	0,35
22	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,16	2,70	0,10
23	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,17	2,70	0,10
23	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,27	2,27	0,19
23	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,70	2,17	0,10
23	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,52	2,52	0,00
24	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,52	2,52	0,00
24	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,70	2,17	-0,10
24	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,27	2,27	-0,19
24	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,17	2,70	-0,10
25	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,16	2,70	-0,10
25	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,27	2,27	-0,35
25	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,23	2,64	-0,40
25	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,28	3,14	-0,15
26	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,27	3,14	-0,15
26	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,24	2,64	-0,47
26	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,01	3,11	-0,51
26	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,01	3,72	-0,19
27	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,02	3,18	0,82
27	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	-0,03	0,42	0,93
27	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,91	0,93	0,82
27	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,23	2,62	0,72
28	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	1,22	2,61	0,66
28	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	0,94	0,94	0,78
28	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,61	1,22	0,66
28	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,27	2,27	0,53
29	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,27	2,27	0,35
29	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,64	1,23	0,40
29	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,14	1,28	0,15
29	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,70	2,16	0,10
30	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,70	2,16	-0,10
30	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,14	1,28	-0,15
30	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,64	1,23	-0,40
30	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,27	2,27	-0,35

### 6.3. Verificação das tensões no solo

A Tabela 14 a seguir apresenta as reações das placas no solo. Cada junta representa um ponto da malha de elementos finitos da laje de fundo que está em contato com o solo Figura 21.

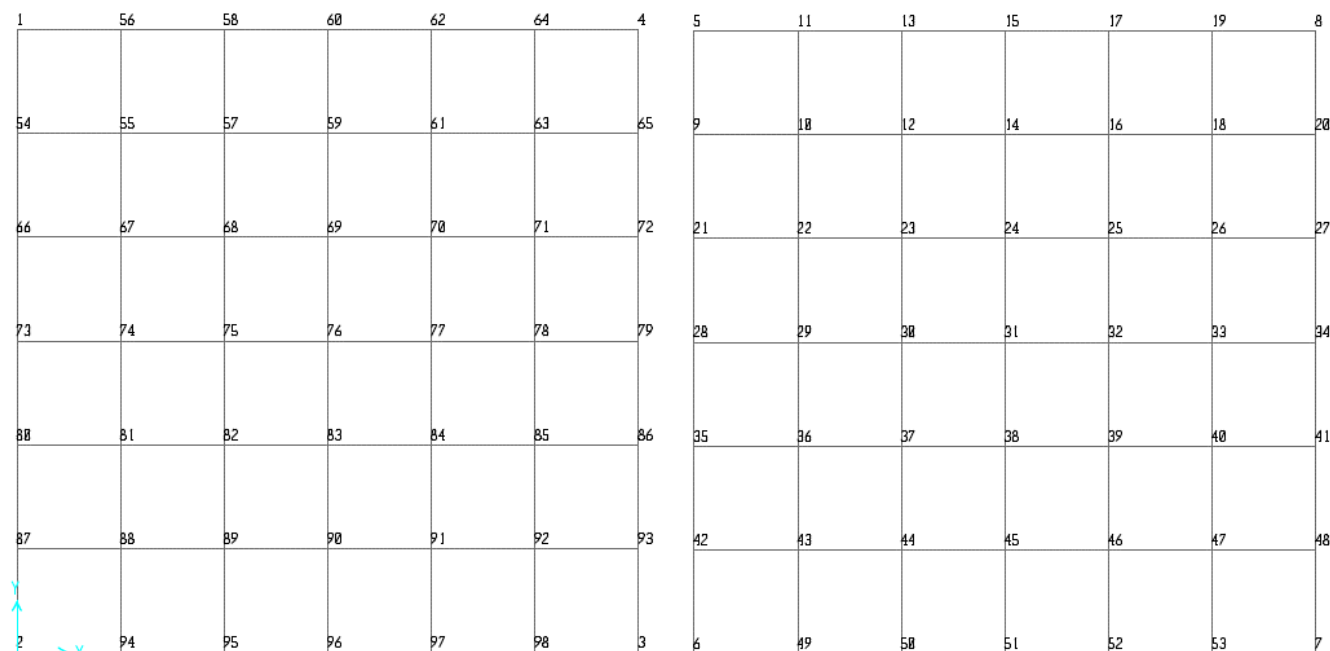


Figura 21 – Numeração dos nós base do reservatório.

Tabela 14 - Reações no solo.

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	F1 KN	F2 KN	F3 KN	M1 KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
1	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,49	0,00	0,00	0,00
2	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,49	0,00	0,00	0,00
3	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,49	0,00	0,00	0,00
4	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,49	0,00	0,00	0,00
5	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,49	0,00	0,00	0,00
6	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,49	0,00	0,00	0,00
7	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,49	0,00	0,00	0,00
8	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	3,49	0,00	0,00	0,00
9	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
10	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	14,83	0,00	0,00	0,00
11	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
12	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
13	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00
14	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,26	0,00	0,00	0,00
15	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	0,00
16	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
17	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	F1 KN	F2 KN	F3 KN	M1 KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
18	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	14,83	0,00	0,00	0,00
19	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
20	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
21	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00
22	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
23	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,39	0,00	0,00	0,00
24	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,48	0,00	0,00	0,00
25	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,39	0,00	0,00	0,00
26	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
27	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00
28	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	0,00
29	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,26	0,00	0,00	0,00
30	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,48	0,00	0,00	0,00
31	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,56	0,00	0,00	0,00
32	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,48	0,00	0,00	0,00
33	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,26	0,00	0,00	0,00
34	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	0,00
35	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00
36	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
37	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,39	0,00	0,00	0,00
38	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,48	0,00	0,00	0,00
39	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,39	0,00	0,00	0,00
40	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
41	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00
42	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
43	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	14,83	0,00	0,00	0,00
44	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
45	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,26	0,00	0,00	0,00
46	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
47	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	14,83	0,00	0,00	0,00
48	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
49	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
50	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00
51	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	0,00
52	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00
53	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
54	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
55	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	14,83	0,00	0,00	0,00
56	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
57	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
58	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00
59	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,26	0,00	0,00	0,00

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	F1 KN	F2 KN	F3 KN	M1 KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
60	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	0,00
61	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
62	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00
63	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	14,83	0,00	0,00	0,00
64	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
65	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
66	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00
67	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
68	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,39	0,00	0,00	0,00
69	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,48	0,00	0,00	0,00
70	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,39	0,00	0,00	0,00
71	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
72	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00
73	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	0,00
74	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,26	0,00	0,00	0,00
75	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,48	0,00	0,00	0,00
76	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,56	0,00	0,00	0,00
77	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,48	0,00	0,00	0,00
78	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,26	0,00	0,00	0,00
79	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	0,00
80	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00
81	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
82	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,39	0,00	0,00	0,00
83	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,48	0,00	0,00	0,00
84	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,39	0,00	0,00	0,00
85	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
86	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00
87	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
88	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	14,83	0,00	0,00	0,00
89	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
90	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,26	0,00	0,00	0,00
91	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	15,14	0,00	0,00	0,00
92	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	14,83	0,00	0,00	0,00
93	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
94	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
95	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00
96	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	0,00
97	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,42	0,00	0,00	0,00
98	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	7,22	0,00	0,00	0,00
99	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,38	0,00	0,00	0,00
100	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,38	0,00	0,00	0,00
101	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,38	0,00	0,00	0,00

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	F1 KN	F2 KN	F3 KN	M1 KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
102	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	2,38	0,00	0,00	0,00
103	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	4,75	0,00	0,00	0,00
104	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	9,46	0,00	0,00	0,00
105	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	4,75	0,00	0,00	0,00
106	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	9,46	0,00	0,00	0,00
107	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	4,75	0,00	0,00	0,00
108	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	4,75	0,00	0,00	0,00
109	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	4,75	0,00	0,00	0,00
110	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	9,46	0,00	0,00	0,00
111	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	9,46	0,00	0,00	0,00
112	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	4,75	0,00	0,00	0,00
113	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	4,75	0,00	0,00	0,00
114	ENVOLTORIA	Combination	0,00	0,00	4,75	0,00	0,00	0,00

A tensão no solo será determinada pela equação:

$$\sigma_{solo} = \frac{P_{concreto} + P_{agua} + SC}{A}$$

Conforme somatório da coluna F3 que são as reações em z e equivale ao somatório do numerador da equação, temos 3287.96 kN. A área do apoio no solo é de 116.48 m². Temos uma tensão no solo de:

$$\sigma = \frac{3287,96}{116,48} = 28,23 \frac{kN}{m^2} = 0,28 \frac{kgf}{cm^2} \leq 1,60 \frac{kgf}{cm^2} (ok)$$

Logo a fundação poderá ser do tipo direta.

A Figura 22 e a Figura 23 apresentam os momentos fletores na laje de fundo e paredes.



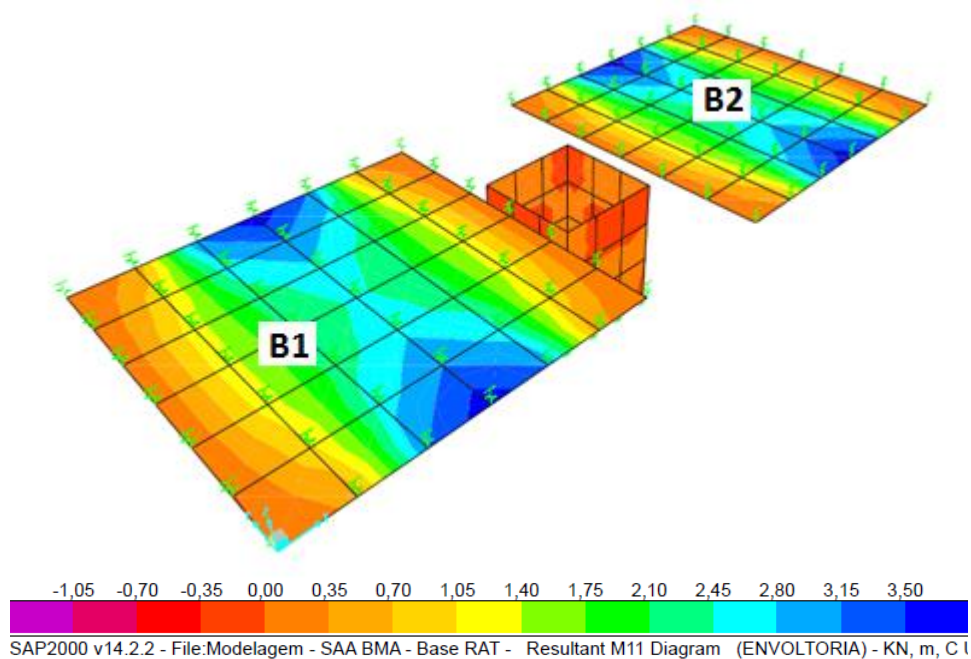


Figura 22 - Momento na direção X na base.

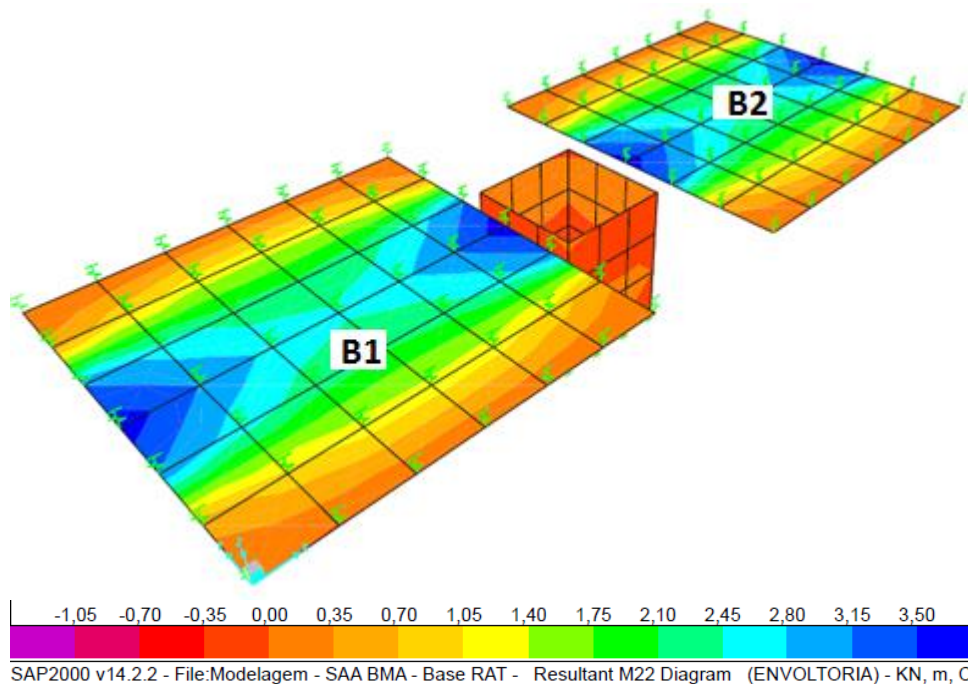


Figura 23 - Momento na direção Y na base.

Conforme resultados, temos as seguintes máximas flexões:

$$\text{Base } h=30 \text{ cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 3,71 \text{ kNm/m} \\ M_y = 3,71 \text{ kN m/m} \end{cases}$$

## 6.4. Armadura das bases

A figura a seguir apresenta os resultados do dimensionamento.

### a) Direção X/Y

SEÇÃO TRANSVERSAL			
b	100	cm	
h	30	cm	
d"	6,0	cm	
d'	6,0	cm	
d	24	cm	
MOMENTO FLETOR SOLICITANTE DE CÁLCULO			
M <sub>d</sub>	3,7	kNm	
M <sub>d</sub> /M <sub>d,lim</sub>	0,01		M <sub>d</sub> /M <sub>d,lim</sub>
armadura	SIMPLES		SE(M <sub>d</sub> /M <sub>d,lim</sub> ≤ 1; "SIMPLES"; "DUPLA")
MOMENTO FLETOR MÁXIMO COM ARMADURA SIMPLES			
k <sub>duc</sub>	0,45		SE(f <sub>ck</sub> ≤ 50; 0,45; 0,35)
x <sub>lim</sub>	10,80	cm	k <sub>duc</sub> d
M <sub>d,lim</sub>	309,7	kNm	bλx <sub>lim</sub> ηf <sub>cd</sub> (d-λx <sub>lim</sub> /2)
A <sub>s,lim</sub>	36,20	cm <sup>2</sup>	
ρ <sub>lim</sub>	1,51%		A <sub>s,lim</sub> /(bd)
ALTURA MÍNIMA PARA ARMADURA SIMPLES			
d <sub>lim</sub>	2,6	cm	RAIZ(M <sub>d</sub> /(k <sub>duc</sub> λη(1-k <sub>duc</sub> λ/2)bf <sub>cd</sub> ))
h <sub>lim</sub>	8,6	cm	d <sub>lim</sub> +d"
PROFUNDIDADE DA LINHA NEUTRA			
x	0,11	cm	SE(armadura="SIMPLES"; (d/λ).RAIZ(1-2M <sub>d</sub> /(bd <sup>2</sup> ηf <sub>cd</sub> ))); x <sub>lim</sub>
λx	0,09	cm	λx
ARMADURA LONGITUDINAL DE TRAÇÃO			
A <sub>s,cal</sub>	0,36	cm <sup>2</sup>	bλxηf <sub>cd</sub> /f <sub>yd</sub> +A' <sub>s</sub> σ' <sub>s</sub> /f <sub>yd</sub>
A <sub>s,min</sub> /(bh)	0,150%		MÁXIMO(0,15%; 0,25f <sub>ctm</sub> /f <sub>yk</sub> )
A <sub>s,min</sub>	4,50	cm <sup>2</sup>	(A <sub>s,min</sub> /(bh))bh
A <sub>s</sub>	4,50	cm <sup>2</sup>	MÁXIMO(A <sub>s,cal</sub> ; A <sub>s,min</sub> )
ρ	0,188%		A <sub>s</sub> /(bd)
ARMADURA LONGITUDINAL DE COMPRESSÃO			
ε <sub>s</sub>	0,156%		ε <sub>cu</sub> (x <sub>lim</sub> -d')/x <sub>lim</sub>
σ' <sub>s</sub>	32,67	kN/cm <sup>2</sup>	SE(ε' <sub>s</sub> ≤ ε <sub>yd</sub> ; E <sub>s</sub> ε' <sub>s</sub> ; f <sub>yd</sub> )
ΔM <sub>d</sub>	0,0	kNm	MÁXIMO(M <sub>d</sub> -M <sub>d,lim</sub> ; 0)
A' <sub>s</sub>	0,00	cm <sup>2</sup>	ΔM <sub>d</sub> /(σ' <sub>s</sub> (d-d'))
ρ'	0,000%		A' <sub>s</sub> /(bd)
ARMADURA LONGITUDINAL TOTAL			
A <sub>s,max</sub> /(bh)	4,0%		
(A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> )/(bh)	0,15%		(A <sub>s</sub> +A' <sub>s</sub> )/(bh)
ρ/ρ <sub>máx</sub>	0,04		✓

A taxa de aço é 4.50 cm<sup>2</sup>/m. Será utilizada armadura de ø8.0 c/10 que equivale a 5.33 cm<sup>2</sup>/m.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 01 – BOLETINS DE SONDAGEM**

Seguem os boletins da sondagem a trado e a percussão dos pontos perfurados.

## **SONDAGEM A TRADO**

## PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO

CLIENTE: Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN

OBRA: SANTA LEOPOLDINA - BARRA DO MANGARÁ

LOCAL: Espírito Santo - ES

DATA: Início - 19/03/2019

COORDENADAS

E= 348952.8531

N= 7772773.1789

COTA: 10.70 M

FURO

ST - 1

REV.

0

Profundidade da Sondagem Especificada (m): 2.00

Atingida: 2.00

CARACTERÍSTICAS DO SOLO		CAMADAS				PERFIL	DESCRIÇÃO COMPLEMENTAR E OBSERVAÇÕES
		1ª	2ª	3ª	4ª		
PROFUNDIDADE DAS CAMADAS (m)			2.00				
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	TERRA VEGETAL						Argila siltosa arenosa, cor variada
	AREIA		x			1m	
	ARGILA		x				
	SILTE		x				
	CASCALHO						
	BLOCOS/MATAÇÕES/PEDRAS					2m	
	ALTERAÇÃO DE ROCHA						
CONSISTÊNCIA OU COMPACIDADE ESTIMADA	ROCHA (*)						2,00 m
	MUITO MOLE/FOFA						
	MOLE/POUCO COMPACTA						
	MÉDIA/MEDIAN. COMPACTA		x			3m	
UMIDADE	RIJA/COMPACTA						
	DURA/MUITO COMPACTA						
	POUCO ÚMIDA		x				
	ÚMIDA						
ESTRUTURA	PARCIALMENTE SATURADA					4m	
	SATURADA						
	HOMOGÊNEA		x				
	ESTRATIFICADA						
COR	COM MOSQUEADAS						
	VERMELHA					5m	
	AMARELA						
	MARROM						
	CINZA						
TONALIDADE	VARIÁVEL		x			6m	
	CLARA						
	MÉDIA		x				
GRANULOMETRIA	ESCURA						
	FINA						
	MÉDIA		x				
	GROSSA						
RESISTÊNCIA DE TORRÕES	COM PEDREGULHOS						
	POUCO COESO						
	COESO		x				
PLASTICIDADE	MUITO COESO						
	NENHUMA						
	PEQUENA						
	MÉDIA						
DIFICULDADE DE AVANÇO DO TRADO	GRANDE						
	BAIXA		x				
	MÉDIA			x			
	ALTA						
DIFICULDADE AO TORQUE DO TRADO	IMPENETRÁVEL						
	BAIXA		x				
	MÉDIA			x			
PAREDES DO FURO	ALTA						
	SEM DESMORONAMENTO		x	x			
TIPO DE EQUIPAMENTO UTILIZADO	COM DESMORONAMENTO						
	TRADO HELICOIDAL			x			
	TRADO CONCHA		x				
SISTEMA DE PERFURAÇÃO	PONTEIRA OU CRUZETA						
	MANUAL		x	x			
MECÂNICO							

Diâmetro do trado.....

Nível d'água registrado no furo.....

Local Inundável.....

mm

mm

Sim ☐

Não ☒

(\*) DESCRIÇÃO DA ROCHA VIZUALIZADA:

Tipo de Rocha:	Centro	Pé A	Pé B	Pé C	Pé D
Profundidade da Rocha (m):					
Grau de fraturamento avaliado:					
- Maciça					
- Pouco fraturada					
- Medianamente fraturada					
- Muito fraturada					
Grau de alteração avaliado:					
- Sã					
- Pouco alterada					
- Medianamente alterada					
- Muito alterada					

SONDADOR: Francisco de Assis

ESCALA: Sem escala

SUPERVISOR DA SONDAGEM:

RESPONSÁVEL TÉCNICO: Eng. Civil - Aguinaldo Rocha - CREA - ES 43937/D

**PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO**

CLIENTE: Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN

OBRA: SANTA LEOPOLDINA - BARRA DO MANGARÁ

LOCAL: Espírito Santo - ES

DATA: Início - 19/03/2019

COORDENADAS

E= 349198.733

N= 7772773.6186

COTA: 9.65 M

FURO

**ST - 2**

REV.

0

Profundidade da Sondagem Especificada (m): 2.00

Atingida: 2.00

CARACTERÍSTICAS DO SOLO		CAMADAS			
		1ª	2ª	3ª	4ª
PROFUNDIDADE DAS CAMADAS (m)		1.10	2.00		
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	TERRA VEGETAL				
	AREIA	x	x		
	ARGILA	x	x		
	SILTE		x		
	CASCALHO				
	BLOCOS/MATAÇÕES/PEDRAS				
	ALTERAÇÃO DE ROCHA				
	ROCHA (*)				
CONSISTÊNCIA OU COMPACIDADE ESTIMADA	MUITO MOLE/FOFA				
	MOLE/POUCO COMPACTA	x			
	MÉDIA/MEDIAN. COMPACTA		x		
	RUA/COMPACTA				
UMIDADE	DURA/MUITO COMPACTA				
	POUCO ÚMIDA	x	x		
	ÚMIDA				
	PARCIALMENTE SATURADA				
ESTRUTURA	SATURADA				
	HOMOGÊNEA	x	x		
	ESTRATIFICADA				
	COM MOSQUEADAS				
COR	VERMELHA				
	AMARELA				
	MARROM				
	CINZA	x			
	VARIÁVEL		x		
TONALIDADE	CLARA				
	MÉDIA		x		
	ESCURA				
GRANULOMETRIA	FINA	x			
	MÉDIA		x		
	GROSSA				
	COM PEDREGULHOS				
RESISTÊNCIA DE TORRÕES	POUCO COESO				
	COESO		x		
	MUITO COESO				
PLASTICIDADE	NENHUMA	x	x		
	PEQUENA				
	MÉDIA				
	GRANDE				
DIFICULDADE DE AVANÇO DO TRADO	BAIXA				
	MÉDIA		x		
	ALTA				
	IMPENETRÁVEL				
DIFICULDADE AO TORQUE DO TRADO	BAIXA	x			
	MÉDIA		x		
	ALTA				
PAREDES DO FURO	SEM DESMORONAMENTO	x	x		
	COM DESMORONAMENTO				
TIPO DE EQUIPAMENTO UTILIZADO	TRADO HELICOIDAL	x			
	TRADO CONCHA		x		
	PONTEIRA OU CRUZETA				
SISTEMA DE PERFURAÇÃO	MANUAL	x	x		
	MECÂNICO				

PERFIL	DESCRIÇÃO COMPLEMENTAR E OBSERVAÇÕES
	<p>Aterro de argila, cor variada</p> <p>Argila arenosa, cor cinza</p> <p>2,00 m</p>

Diâmetro do trado.....		mm
Nível d'água registrado no furo.....		mm
Local Inundável.....	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>

(\*) DESCRIÇÃO DA ROCHA VIZUALIZADA:

Tipo de Rocha:					
	Centro	Pé A	Pé B	Pé C	Pé D
Profundidade da Rocha (m):					
Grau de fraturamento avaliado:					
- Maciça					
- Pouco fraturada					
- Medianamente fraturada					
- Muito fraturada					
Grau de alteração avaliado:					
- Sã					
- Pouco alterada					
- Medianamente alterada					
- Muito alterada					

SONDADOR:  
Francisco de Assis

ESCALA:  
Sem escala

SUPERVISOR DA SONDAGEM:

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Eng. Civil - Aguinaldo Rocha - CREA - ES 43937/D

## PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO

CLIENTE: Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN

OBRA: SANTA LEOPOLDINA - BARRA DO MANGARÁ

LOCAL: Espírito Santo - ES

DATA: Início - 19/03/2019

COORDENADAS

E= 349260.0377

N= 7772837.38500

COTA: 9.68 M

FURO

ST - 3

REV.

0

Profundidade da Sondagem Especificada (m): 2.00

Atingida: 2.00

CARACTERÍSTICAS DO SOLO		CAMADAS				PERFIL	DESCRIÇÃO COMPLEMENTAR E OBSERVAÇÕES
		1ª	2ª	3ª	4ª		
PROFUNDIDADE DAS CAMADAS (m)		0.50	2.00				Aterro de argila, cor variada
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	TERRA VEGETAL						Argila siltosa arenosa, cor variada
	AREIA	x	x			1m	
	ARGILA	x	x				
	SILTE		x				
	CASCALHO						
	BLOCOS/MATAÇÕES/PEDRAS					2m	
	ALTERAÇÃO DE ROCHA						
CONSISTÊNCIA OU COMPACIDADE ESTIMADA	ROCHA (*)						2.00
	MUITO MOLE/FOFA						
	MOLE/POUCO COMPACTA						
	MÉDIA/MEDIAN. COMPACTA	x	x			3m	
	RIJA/COMPACTA						
UMIDADE	DURA/MUITO COMPACTA						
	POUCO ÚMIDA	x	x				
	ÚMIDA						
	PARCIALMENTE SATURADA					4m	
ESTRUTURA	SATURADA						
	HOMOGÊNEA	x	x				
	ESTRATIFICADA						
COR	COM MOSQUEADAS						
	VERMELHA						
	AMARELA					5m	
	MARROM						
	CINZA						
TONALIDADE	VARIÁVEL	x	x				
	CLARA						
	MÉDIA	x	x			6m	
GRANULOMETRIA	ESCURA						
	FINA						
	MÉDIA	x	x				
	GROSSA						
RESISTÊNCIA DE TORRÕES	COM PEDREGULHOS						
	POUCO COESO	x					
	COESO		x				
PLASTICIDADE	MUITO COESO						
	NENHUMA						
	PEQUENA	x	x				
	MÉDIA						
DIFICULDADE DE AVANÇO DO TRADO	GRANDE						
	BAIXA		x				
	MÉDIA						
	ALTA						
DIFICULDADE AO TORQUE DO TRADO	IMPENETRÁVEL						
	BAIXA	x	x				
	MÉDIA						
PAREDES DO FURO	ALTA						
	SEM DESMORONAMENTO	x	x				
TIPO DE EQUIPAMENTO UTILIZADO	COM DESMORONAMENTO						
	TRADO HELICOIDAL		x				
	TRADO CONCHA	x					
	PONTEIRA OU CRUZETA						
SISTEMA DE PERFURAÇÃO	MANUAL	x	x				
	MECÂNICO						

Diâmetro do trado.....

Nível d'água registrado no furo.....

Local Inundável.....

mm

mm

Sim ☐

Não ☒

(\*) DESCRIÇÃO DA ROCHA VIZUALIZADA:

Tipo de Rocha:	Centro	Pé A	Pé B	Pé C	Pé D
Profundidade da Rocha (m):					

Grau de fraturamento avaliado:

- Maciça					
- Pouco fraturada					
- Medianamente fraturada					
- Muito fraturada					

Grau de alteração avaliado:

- Sã					
- Pouco alterada					
- Medianamente alterada					
- Muito alterada					

SONDADOR:

Francisco de Assis

ESCALA:

Sem escala

SUPERVISOR DA SONDAGEM:

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Eng. Civil - Aguinaldo Rocha - CREA - ES 43937/D



**PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO**

CLIENTE: Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN

OBRA: SANTA LEOPOLDINA - BARRA DO MANGARÁ

LOCAL: Espírito Santo - ES

DATA: Início - 19/03/2019

COORDENADAS

E= 349401.1403

N= 7772862.1564

COTA: 9.94 M

FURO

**ST - 4**

REV.  
0

Profundidade da Sondagem Especificada (m): 2.00

Atingida: 2.00

CARACTERÍSTICAS DO SOLO		CAMADAS			
		1ª	2ª	3ª	4ª
PROFUNDIDADE DAS CAMADAS (m)		0.60	2.00		
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	TERRA VEGETAL				
	AREIA	x	x		
	ARGILA	x	x		
	SILTE		x		
	CASCALHO				
	BLOCOS/MATAÇÕES/PEDRAS				
	ALTERAÇÃO DE ROCHA				
CONSISTÊNCIA OU COMPACIDADE ESTIMADA	ROCHA (*)				
	MUITO MOLE/FOFA				
	MOLE/POUCO COMPACTA				
	MÉDIA/MEDIAN. COMPACTA		x		
	RIJA/COMPACTA				
UMIDADE	DURA/MUITO COMPACTA				
	POUCO ÚMIDA		x		
	ÚMIDA				
	PARCIALMENTE SATURADA				
ESTRUTURA	SATURADA				
	HOMOGÊNEA		x		
	ESTRATIFICADA				
COR	COM MOSQUEADAS				
	VERMELHA				
	AMARELA				
	MARROM				
	CINZA				
TONALIDADE	VARIÁVEL	x	x		
	CLARA				
	MÉDIA		x		
GRANULOMETRIA	ESCURA				
	FINA	x			
	MÉDIA		x		
	GROSSA				
RESISTÊNCIA DE TORRÕES	COM PEDREGULHOS				
	POUCO COESO	x			
	COESO		x		
PLASTICIDADE	MUITO COESO				
	NENHUMA				
	PEQUENA				
	MÉDIA				
DIFICULDADE DE AVANÇO DO TRADO	GRANDE				
	BAIXA	x			
	MÉDIA		x		
	ALTA				
DIFICULDADE AO TORQUE DO TRADO	IMPENETRÁVEL				
	BAIXA	x			
	MÉDIA		x		
PAREDES DO FURO	ALTA				
	SEM DESMORONAMENTO	x	x		
TIPO DE EQUIPAMENTO UTILIZADO	COM DESMORONAMENTO				
	TRADO HELICOIDAL		x		
	TRADO CONCHA	x			
SISTEMA DE PERFURAÇÃO	PONTEIRA OU CRUZETA				
	MANUAL	x	x		
	MECÂNICO				

PERFIL	DESCRIÇÃO COMPLEMENTAR E OBSERVAÇÕES
	Aterro com argila siltosa, cor variada
	Argila siltosa arenosa, cor variada
1m	
2m	2,00 m
3m	
4m	
5m	
6m	

Diâmetro do trado.....		mm
Nível d'água registrado no furo.....		mm
Local Inundável.....	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>

(\*) DESCRIÇÃO DA ROCHA VIZUALIZADA:

Tipo de Rocha:					
	Centro	Pé A	Pé B	Pé C	Pé D
Profundidade da Rocha (m):					
Grau de fraturamento avaliado:					
- Maciça					
- Pouco fraturada					
- Medianamente fraturada					
- Muito fraturada					
Grau de alteração avaliado:					
- Sã					
- Pouco alterada					
- Medianamente alterada					
- Muito alterada					

SONDADOR:  
Francisco de Assis

ESCALA:  
Sem escala

SUPERVISOR DA SONDAGEM:

RESPONSÁVEL TÉCNICO:  
Eng. Civil - Aguinaldo Rocha - CREA - ES 43937/D

## PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO

CLIENTE: Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN

OBRA: SANTA LEOPOLDINA - BARRA DO MANGARÁ

LOCAL: Espírito Santo - ES

DATA: Início - 19/03/2019

COORDENADAS

E= 349484.2395

N= 7772882.95090

COTA: 9.22 M

FURO

ST - 5

REV.

0

Profundidade da Sondagem Especificada (m): 2.00

Atingida: 2.00

CARACTERÍSTICAS DO SOLO		CAMADAS				PERFIL	DESCRIÇÃO COMPLEMENTAR E OBSERVAÇÕES
		1ª	2ª	3ª	4ª		
PROFUNDIDADE DAS CAMADAS (m)		0.50	2.00				Aterro de argila, cor variada
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	TERRA VEGETAL						Argila siltosa arenosa, cor variada
	AREIA	x	x			1m	
	ARGILA	x	x				
	SILTE		x				
	CASCALHO						
	BLOCOS/MATAÇÕES/PEDRAS					2m	
	ALTERAÇÃO DE ROCHA						
	ROCHA (*)						2.00
CONSISTÊNCIA OU COMPACIDADE ESTIMADA	MUITO MOLE/FOFA						
	MOLE/POUCO COMPACTA	x	x				
	MÉDIA/MEDIAN. COMPACTA					3m	
	RIJA/COMPACTA						
UMIDADE	POUCO ÚMIDA	x	x				
	ÚMIDA						
	PARCIALMENTE SATURADA					4m	
	SATURADA						
ESTRUTURA	HOMOGÊNEA	x	x				
	ESTRATIFICADA						
	COM MOSQUEADAS						
COR	VERMELHA						
	AMARELA						
	MARROM						
	CINZA						
	VARIÁVEL	x	x				
TONALIDADE	CLARA						
	MÉDIA	x	x				
	ESCURA					6m	
GRANULOMETRIA	FINA						
	MÉDIA	x	x				
	GROSSA						
	COM PEDREGULHOS						
RESISTÊNCIA DE TORRÕES	POUCO COESO						
	COESO	x	x				
	MUITO COESO						
PLASTICIDADE	NENHUMA						
	PEQUENA	x	x				
	MÉDIA						
	GRANDE						
DIFICULDADE DE AVANÇO DO TRADO	BAIXA						
	MÉDIA	x	x				
	ALTA						
	IMPENETRÁVEL						
DIFICULDADE AO TORQUE DO TRADO	BAIXA	x	x				
	MÉDIA						
	ALTA						
PAREDES DO FURO	SEM DESMORONAMENTO	x	x				
	COM DESMORONAMENTO						
TIPO DE EQUIPAMENTO UTILIZADO	TRADO HELICOIDAL		x				
	TRADO CONCHA	x					
	PONTEIRA OU CRUZETA						
SISTEMA DE PERFURAÇÃO	MANUAL	x	x				
	MECÂNICO						

Diâmetro do trado.....

Nível d'água registrado no furo.....

Local Inundável.....

mm

mm

Sim ☐

Não ☒

(\*) DESCRIÇÃO DA ROCHA VIZUALIZADA:

Tipo de Rocha:	Centro	Pé A	Pé B	Pé C	Pé D
Profundidade da Rocha (m):					

Grau de fraturamento avaliado:

- Maciça					
- Pouco fraturada					
- Medianamente fraturada					
- Muito fraturada					

Grau de alteração avaliado:

- Sã					
- Pouco alterada					
- Medianamente alterada					
- Muito alterada					

SONDADOR:

Francisco de Assis

ESCALA:

Sem escala

SUPERVISOR DA SONDAGEM:

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Eng. Civil - Aguinaldo Rocha - CREA - ES 43937/D

**PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO**

CLIENTE: Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN

OBRA: SANTA LEOPOLDINA - BARRA DO MANGARÁ

LOCAL: Espírito Santo - ES

DATA: Início - 19/03/2019

COORDENADAS

COTA: 10.90 M

E= 349612.6749

N= 7772949.93930

FURO

**ST - 6**

REV.

0

Profundidade da Sondagem Especificada (m): 2.00

Atingida: 2.00

CARACTERÍSTICAS DO SOLO		CAMADAS				PERFIL	DESCRIÇÃO COMPLEMENTAR E OBSERVAÇÕES
		1ª	2ª	3ª	4ª		
PROFUNDIDADE DAS CAMADAS (m)		0.70	2.00				
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	TERRA VEGETAL						
	AREIA	x	x				
	ARGILA	x	x				
	SILTE						
	CASCALHO						
	BLOCOS/MATAÇÕES/PEDRAS						
	ALTERAÇÃO DE ROCHA						
CONSISTÊNCIA OU COMPACIDADE ESTIMADA	ROCHA (*)						
	MUITO MOLE/FOFA						
	MOLE/POUCO COMPACTA						
	MÉDIA/MEDIAN. COMPACTA	x	x				
UMIDADE	RIJA/COMPACTA						
	DURA/MUITO COMPACTA						
	POUCO ÚMIDA	x	x				
	ÚMIDA						
ESTRUTURA	PARCIALMENTE SATURADA						
	SATURADA						
	HOMOGÊNEA	x	x				
	ESTRATIFICADA						
COR	COM MOSQUEADAS						
	VERMELHA						
	AMARELA	x					
	MARROM						
TONALIDADE	CINZA						
	VARIÁVEL		x				
	CLARA						
GRANULOMETRIA	MÉDIA	x	x				
	GROSSA						
	COM PEDREGULHOS						
	POUCO COESO	x					
RESISTÊNCIA DE TORRÕES	COESO		x				
	MUITO COESO						
	NENHUMA						
PLASTICIDADE	PEQUENA	x	x				
	MÉDIA						
	GRANDE						
DIFICULDADE DE AVANÇO DO TRADO	BAIXA		x				
	MÉDIA						
	ALTA						
	IMPENETRÁVEL						
DIFICULDADE AO TORQUE DO TRADO	BAIXA	x	x				
	MÉDIA						
	ALTA						
PAREDES DO FURO	SEM DESMORONAMENTO	x	x				
	COM DESMORONAMENTO						
TIPO DE EQUIPAMENTO UTILIZADO	TRADO HELICOIDAL		x				
	TRADO CONCHA	x					
	PONTEIRA OU CRUZETA						
SISTEMA DE PERFURAÇÃO	MANUAL	x	x				
	MECÂNICO						

Diâmetro do trado.....		mm
Nível d'água registrado no furo.....		mm
Local Inundável.....	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>

(\*) DESCRIÇÃO DA ROCHA VIZUALIZADA:

Tipo de Rocha:					
	Centro	Pé A	Pé B	Pé C	Pé D
Profundidade da Rocha (m):					

Grau de fraturamento avaliado:

- Maciça					
- Pouco fraturada					
- Medianamente fraturada					
- Muito fraturada					

Grau de alteração avaliado:

- Sã					
- Pouco alterada					
- Medianamente alterada					
- Muito alterada					

SONDADOR:	ESCALA:	SUPERVISOR DA SONDAGEM:	RESPONSÁVEL TÉCNICO:
Francisco de Assis	Sem escala		Eng. Civil - Aguinaldo Rocha - CREA - ES 43937/D

**PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO**

CLIENTE: Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN

OBRA: SANTA LEOPOLDINA - BARRA DO MANGARÁ

LOCAL: Espírito Santo - ES

DATA: Início - 19/03/2019

COORDENADAS

E= 349708.7269

N= 7772779.2158

COTA: 10.60 M

FURO

**ST - 7**

REV.

0

Profundidade da Sondagem Especificada (m): 2.00

Atingida: 2.00

CARACTERÍSTICAS DO SOLO		CAMADAS			
		1ª	2ª	3ª	4ª
PROFUNDIDADE DAS CAMADAS (m)		0.40	2.00		
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	TERRA VEGETAL				
	AREIA	x	x		
	ARGILA	x	x		
	SILTE		x		
	CASCALHO				
	BLOCOS/MATAÇÕES/PEDRAS				
	ALTERAÇÃO DE ROCHA				
CONSISTÊNCIA OU COMPACIDADE ESTIMADA	ROCHA (*)				
	MUITO MOLE/FOFA				
	MOLE/POUCO COMPACTA				
	MÉDIA/MEDIAN. COMPACTA		x		
	RIJA/COMPACTA				
UMIDADE	DURA/MUITO COMPACTA				
	POUCO ÚMIDA		x		
	ÚMIDA				
	PARCIALMENTE SATURADA				
ESTRUTURA	SATURADA				
	HOMOGÊNEA		x		
	ESTRATIFICADA				
COR	COM MOSQUEADAS				
	VERMELHA				
	AMARELA				
	MARROM				
	CINZA	x			
TONALIDADE	VARIÁVEL		x		
	CLARA				
	MÉDIA		x		
GRANULOMETRIA	ESCURA				
	FINA	x			
	MÉDIA		x		
	GROSSA				
RESISTÊNCIA DE TORRÕES	COM PEDREGULHOS				
	POUCO COESO	x			
	COESO		x		
PLASTICIDADE	MUITO COESO				
	NENHUMA				
	PEQUENA				
	MÉDIA				
DIFICULDADE DE AVANÇO DO TRADO	GRANDE				
	BAIXA	x			
	MÉDIA		x		
	ALTA				
DIFICULDADE AO TORQUE DO TRADO	IMPENETRÁVEL				
	BAIXA	x			
	MÉDIA		x		
PAREDES DO FURO	ALTA				
	SEM DESMORONAMENTO	x	x		
TIPO DE EQUIPAMENTO UTILIZADO	COM DESMORONAMENTO				
	TRADO HELICOIDAL		x		
	TRADO CONCHA	x			
SISTEMA DE PERFURAÇÃO	PONTEIRA OU CRUZETA				
	MANUAL	x	x		
MECÂNICO					

PERFIL	DESCRIÇÃO COMPLEMENTAR E OBSERVAÇÕES
	Aterro com argila arenosa, cor cinza
1m	Argila arenosa siltosa, cor variada
2m	2,00 m
3m	
4m	
5m	
6m	

Diâmetro do trado.....		mm
Nível d'água registrado no furo.....		mm
Local Inundável.....	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>

(\*) DESCRIÇÃO DA ROCHA VIZUALIZADA:

Tipo de Rocha:					
	Centro	Pé A	Pé B	Pé C	Pé D
Profundidade da Rocha (m):					
Grau de fraturamento avaliado:					
- Maciça					
- Pouco fraturada					
- Medianamente fraturada					
- Muito fraturada					
Grau de alteração avaliado:					
- Sã					
- Pouco alterada					
- Medianamente alterada					
- Muito alterada					

SONDADOR: Francisco de Assis

ESCALA: Sem escala

SUPERVISOR DA SONDAGEM:

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Eng. Civil - Aguinaldo Rocha - CREA - ES 43937/D

**PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO**

CLIENTE: Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN

OBRA: SANTA LEOPOLDINA - BARRA DO MANGARÁ

LOCAL: Espírito Santo - ES

DATA: Início - 19/03/2019

COORDENADAS

E= 349657.4612

N= 7772969.22170

COTA: 7.85 M

FURO

**ST - 8**

REV.  
0

Profundidade da Sondagem Especificada (m): 2.00

Atingida: 2.00

CARACTERÍSTICAS DO SOLO		CAMADAS			
		1ª	2ª	3ª	4ª
PROFUNDIDADE DAS CAMADAS (m)		0.40	2.00		
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	TERRA VEGETAL				
	AREIA	x	x		
	ARGILA	x	x		
	SILTE		x		
	CASCALHO				
	BLOCOS/MATAÇÕES/PEDRAS				
	ALTERAÇÃO DE ROCHA				
	ROCHA (*)				
CONSISTÊNCIA OU COMPACIDADE ESTIMADA	MUITO MOLE/FOFA				
	MOLE/POUCO COMPACTA				
	MÉDIA/MEDIAN. COMPACTA	x	x		
	RIJA/COMPACTA				
UMIDADE	DURA/MUITO COMPACTA				
	POUCO ÚMIDA	x	x		
	ÚMIDA				
	PARCIALMENTE SATURADA				
ESTRUTURA	SATURADA				
	HOMOGÊNEA	x	x		
	ESTRATIFICADA				
COR	COM MOSQUEADAS				
	VERMELHA				
	AMARELA				
	MARROM				
	CINZA	x			
TONALIDADE	VARIÁVEL		x		
	CLARA				
	MÉDIA	x	x		
GRANULOMETRIA	ESCURA				
	FINA				
	MÉDIA	x	x		
	GROSSA				
RESISTÊNCIA DE TORRÕES	COM PEDREGULHOS				
	POUCO COESO	x			
	COESO		x		
PLASTICIDADE	MUITO COESO				
	NENHUMA				
	PEQUENA	x	x		
	MÉDIA				
DIFICULDADE DE AVANÇO DO TRADO	GRANDE				
	BAIXA		x		
	MÉDIA				
	ALTA				
DIFICULDADE AO TORQUE DO TRADO	IMPENETRÁVEL				
	BAIXA	x	x		
	MÉDIA				
PAREDES DO FURO	ALTA				
	SEM DESMORONAMENTO	x	x		
TIPO DE EQUIPAMENTO UTILIZADO	COM DESMORONAMENTO				
	TRADO HELICOIDAL		x		
	TRADO CONCHA	x			
SISTEMA DE PERFURAÇÃO	PONTEIRA OU CRUZETA				
	MANUAL	x	x		
	MECÂNICO				

PERFIL	DESCRIÇÃO COMPLEMENTAR E OBSERVAÇÕES
	Aterro de argila arenosa, cor cinza
1m	Argila siltosa arenosa, cor variada
2m	2.00
3m	
4m	
5m	
6m	

Diâmetro do trado.....		mm
Nível d'água registrado no furo.....		mm
Local Inundável.....	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>

(\*) DESCRIÇÃO DA ROCHA VIZUALIZADA:

Tipo de Rocha:					
	Centro	Pé A	Pé B	Pé C	Pé D
Profundidade da Rocha (m):					
Grau de fraturamento avaliado:					
- Maciça					
- Pouco fraturada					
- Medianamente fraturada					
- Muito fraturada					
Grau de alteração avaliado:					
- Sã					
- Pouco alterada					
- Medianamente alterada					
- Muito alterada					

SONDADOR:

Francisco de Assis

ESCALA:

Sem escala

SUPERVISOR DA SONDAGEM:

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Eng. Civil - Aguinaldo Rocha - CREA - ES 43937/D



FURO

**ST - 9**

REV.

REV.  
0

E= 349720.0778

N= 7772980.12330

## COORDENADAS

COTA: 7.46 M

Atingida: 2.00

PERFIL	DESCRIÇÃO COMPLEMENTAR E OBSERVAÇÕES				
	Aterro de argila arenosa, cor cinza				
1m	Argila siltosa arenosa, cor variada				
2m					
2.00					
3m					
4m					
5m					
6m					

Diâmetro do trado..... Nível d'água registrado no furo..... Local Inundável.....	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; height: 20px;"></td> <td style="width: 50%; text-align: center;">mm</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td style="text-align: center;">mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sim <input style="width: 30px;" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">Não <input checked="" style="width: 30px;" type="checkbox"/></td> </tr> </table>		mm		mm	Sim <input style="width: 30px;" type="checkbox"/>	Não <input checked="" style="width: 30px;" type="checkbox"/>
	mm						
	mm						
Sim <input style="width: 30px;" type="checkbox"/>	Não <input checked="" style="width: 30px;" type="checkbox"/>						

(\*) DESCRIÇÃO DA ROCHA VIZUALIZADA:

Tipo de Rocha:	Centro	Pé A	Pé B	Pé C	Pé D
Profundidade da Rocha (m):					

Grau de fraturamento avaliado:

- Maciça					
- Pouco fraturada					
- Medianamente fraturada					
- Muito fraturada					

Grau de alteração avaliado:

- Sã					
- Pouco alterada					
- Medianamente alterada					
- Muito alterada					

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Eng. Civil - Aguinaldo Rocha - CREA - ES 43937/D

## PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO

CLIENTE: Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN

OBRA: SANTA LEOPOLDINA - BARRA DO MANGARÁ

LOCAL: Espírito Santo - ES

DATA: Início - 19/03/2019

COORDENADAS

E= 349534.9089

N= 7773137.2196

COTA: 11.10 M

FURO

ST - 10

REV.

0

Profundidade da Sondagem Especificada (m): 2.00

Atingida: 2.00

CARACTERÍSTICAS DO SOLO		CAMADAS			
		1ª	2ª	3ª	4ª
PROFUNDIDADE DAS CAMADAS (m)		0.40	2.00		
CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	TERRA VEGETAL				
	AREIA		x		
	ARGILA		x		
	SILTE				
	ENTULHO	x			
	BLOCOS/MATAÇÕES/PEDRAS				
	ALTERAÇÃO DE ROCHA				
ROCHA (*)					
CONSISTÊNCIA OU COMPACIDADE ESTIMADA	MUITO MOLE/FOFA				
	MOLE/POUCO COMPACTA	x			
	MÉDIA/MEDIAN. COMPACTA		x		
	RIJA/COMPACTA				
UMIDADE	DURA/MUITO COMPACTA				
	POUCO ÚMIDA	x	x		
	ÚMIDA				
	PARCIALMENTE SATURADA				
ESTRUTURA	SATURADA				
	HOMOGÊNEA	x	x		
	ESTRATIFICADA				
	COM MOSQUEADAS				
COR	VERMELHA				
	AMARELA		x		
	MARROM				
	CINZA				
	VARIÁVEL	x			
TONALIDADE	CLARA				
	MÉDIA		x		
	ESCURA				
GRANULOMETRIA	FINA	x			
	MÉDIA		x		
	GROSSA				
	COM PEDREGULHOS				
RESISTÊNCIA DE TORRÕES	POUCO COESO				
	COESO		x		
	MUITO COESO				
PLASTICIDADE	NENHUMA	x	x		
	PEQUENA				
	MÉDIA				
	GRANDE				
DIFICULDADE DE AVANÇO DO TRADO	BAIXA				
	MÉDIA		x		
	ALTA				
	IMPENETRÁVEL				
DIFICULDADE AO TORQUE DO TRADO	BAIXA	x			
	MÉDIA		x		
	ALTA				
PAREDES DO FURO	SEM DESMORONAMENTO	x	x		
	COM DESMORONAMENTO				
TIPO DE EQUIPAMENTO UTILIZADO	TRADO HELICOIDAL	x			
	TRADO CONCHA		x		
	PONTEIRA OU CRUZETA				
SISTEMA DE PERFURAÇÃO	MANUAL	x	x		
	MECÂNICO				

PERFIL	DESCRIÇÃO COMPLEMENTAR E OBSERVAÇÕES
	Aterro de entulho, cor variada
1m	Argila arenosa, cor amarela
2m	2,00 m
3m	
4m	
5m	
6m	

Diâmetro do trado.....		mm
Nível d'água registrado no furo.....		mm
Local Inundável.....	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input checked="" type="checkbox"/>

(\*) DESCRIÇÃO DA ROCHA VIZUALIZADA:

Tipo de Rocha:	Centro	Pé A	Pé B	Pé C	Pé D
Profundidade da Rocha (m):					
Grau de fraturamento avaliado:					
- Maciça					
- Pouco fraturada					
- Medianamente fraturada					
- Muito fraturada					
Grau de alteração avaliado:					
- Sã					
- Pouco alterada					
- Medianamente alterada					
- Muito alterada					

SONDADOR:	ESCALA:	SUPERVISOR DA SONDAGEM:	RESPONSÁVEL TÉCNICO:
Francisco de Assis	Sem escala		Eng. Civil - Aguinaldo Rocha - CREA - ES 43937/D

## **SONDAGEM A PERCUSSÃO**



## PERFIL DE SONDAGEM GEOTÉCNICA

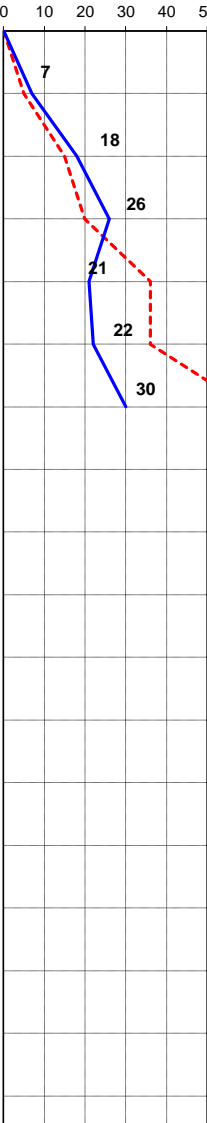
Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)	E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.			Data		Perfil Nº
40.00	349113.61940	7772899.3498	Início :	Seco		Início :	04/10/2019	SP-01
R.N. : 0,00 m	Revest. 2,00 metros		Termino :	Seco		Termino :	05/10/2019	

Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00						Silte arenoso, compacta a muito compacta, cor variado
1 A 1,45		2.00	3.00	4.00			
2 A 2,45		7.00	8.00	10.00			
3 A 3,45	3.00	9.00	11.00	15.00			Alteração de rocha muito arenosa, muito compacta, cor variada
4 A 4,45		15.00	21.00				
5 A 5,45		14.00	22.00				
6 A 6,45		30.00					FIM DA SONDAGEM Obs.: Impenetrável a percussão, furo paralisado conforme a descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR 6484/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.
7 A 7,45	7.00						
8 A 8,45							
9 A 9,45							
10 A 10,45							
11 A 11,45							
12 A 12,45							
13 A 13,45							
14 A 14,45							
15 A 15,45							

<b>GRÁFICO</b> Nº de Golpes/30 cm iniciais ..... Nº de Golpes/30 cm finais .....		Revestimento Amostrador Padrão Peso Altura de queda - Diâmetro 76,2mm - Diâmetros Interno 34,9 mm - diâmetro Externo 50,8 mm - 65 Kg - 75 cm	<b>AMOSTRA</b> [ ] Amostra Padrão [L] Amostra Lavada [P] Amostra Perdida [PP] Peso Próprio do Martelo	<b>ÍNDICES DE PENETRAÇÃO</b> * - Penetração Adicional a 50 cm de profundidade. P/N - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
--	--	--	---	---

Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES  
01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388

CNPJ

Aguinaldo Rocha  
Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico  
CREA-ES 43.937/D

## PERFIL DE SONDAÇÃO GEOTÉCNICA

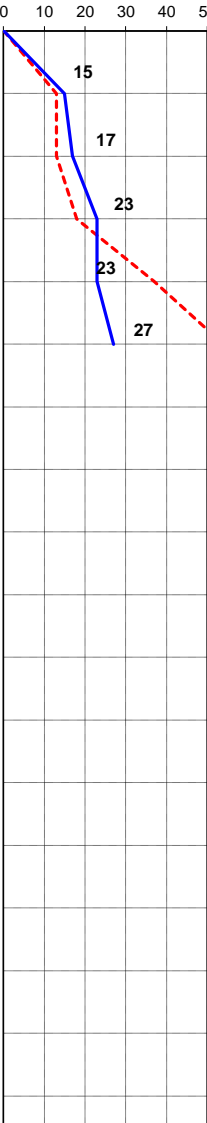
Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)	E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.		Data		Perfil Nº
39.90	349115.61930	7772899.3425	Início :	Seco	Início :	04/10/2019	SP-01A
R.N. : 0,00 m	Revest. 2,00 metros		Termino :	Seco	Termino :	04/10/2019	

Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00						Silte arenoso, medianamente compacta a compacta, cor variado
1 A 1,45		6.00	7.00	8.00			
2 A 2,45		6.00	7.00	10.00			
3 A 3,45	3.00	7.00	11.00	12.00			
4 A 4,45		14.00	23.00				Alteração da rocha arenosa, compacta a muito compacta, cor variada
5 A 5,45		27.00					
6 A 6,45		31.00					<p>FIM DA SONDAÇÃO</p> <p>Obs.: Impenetrável a percussão, furo paralisado conforme a descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR 6484/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.</p>
7 A 7,45	6.98						
8 A 8,45							
9 A 9,45							
10 A 10,45							
11 A 11,45							
12 A 12,45							
13 A 13,45							
14 A 14,45							
15 A 15,45							

<b>GRÁFICO</b> Nº de Golpes/30 cm iniciais ..... Nº de Golpes/30 cm finais .....		Revestimento Amostrador Padrão Peso Altura de queda	- Diâmetro 76,2mm - Diâmetros Interno 34,9 mm - diâmetro Externo 50,8 mm - 65 Kg - 75 cm	<b>AMOSTRA</b> [ ] Amostra Padrão [L] Amostra Lavada [P] Amostra Perdida [PP] Peso Próprio do Martelo	<b>ÍNDICES DE PENETRAÇÃO</b> * P/N - Penetração Adicional a 50 cm de profundidade. - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
--	--	--	--	---	--

Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES 01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388	CNPJ	Aguinaldo Rocha Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico CREA-ES 43.937/D	01
---	------	---	----

## PERFIL DE SONDAGEM GEOTÉCNICA

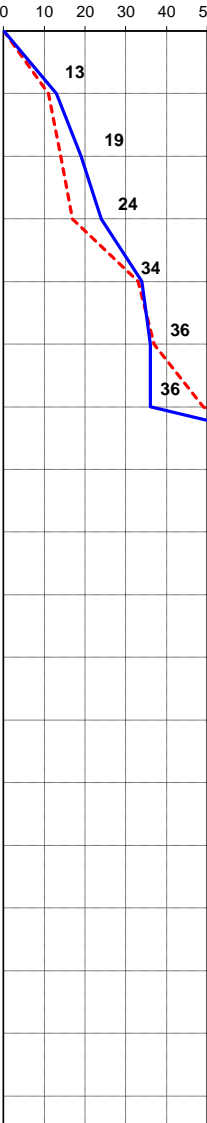
Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)	E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.		Data		Perfil Nº
40.10	349911.61970	7772899.3859	Início :	Seco	Início :	04/10/2019	SP-01B
R.N. : 0,00 m	Revest. 2,00 metros		Termino :	Seco	Termino :	04/10/2019	

Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00						Silte arenoso, compacta a muito compacta, cor variada
1 A 1,45		5.00	6.00	7.00			
2 A 2,45		6.00	8.00	11.00			
3 A 3,45	3.00	7.00	10.00	14.00			Alteração de rocha, compacta a muito compacta, cor variada
4 A 4,45		13.00	20.00				
5 A 5,45		15.00	22.00				
6 A 6,45		27.00					
7 A 7,45	7.60	30.00					
8 A 8,45							FIM DA SONDAGEM Obs.: Impenetrável a percussão, furo paralisado conforme a descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR 6484/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.
9 A 9,45							
10 A 10,45							
11 A 11,45							
12 A 12,45							
13 A 13,45							
14 A 14,45							
15 A 15,45							

<b>GRÁFICO</b> Nº de Golpes/30 cm iniciais ..... Nº de Golpes/30 cm finais .....	Revestimento	- Diâmetro 76,2mm	<b>AMOSTRA</b> [ ] Amostra Padrão [L] Amostra Lavada [P] Amostra Perdida [PP] Peso Próprio do Martelo	<b>ÍNDICES DE PENETRAÇÃO</b> * - Penetração Adicional a 50 cm de profundidade. P/N - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
	Amostrador Padrão	- Diâmetros Interno 34,9 mm - diâmetro Externo 50,8 mm		
	Peso	- 65 Kg		
	Altura de queda	- 75 cm		

Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES  
01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388

CNPJ

Aguinaldo Rocha  
Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico  
CREA-ES 43.937/D

**PERFIL DE SONDAGEM GEOTÉCNICA**

Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)	E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.		Data		Perfil Nº
29.00	349066.79640	7772867.5432	Início :	Seco	Início :	05/10/2019	<b>SP-02</b>
R.N. : 0,00 m	Revest. 2,00 metros		Termino :	Seco	Termino :	05/10/2019	

Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00						Argila siltosa arenosa, rija a dura, cor amarela
1 A 1,45		5.00	7.00	8.00			
2 A 2,45	2.00	6.00	7.00	10.00			
3 A 3,45		7.00	11.00	13.00			Silte arenoso, alterado, compacta a muito compacta, cor variada
4 A 4,45		14.00	21.00	0.00			
5 A 5,45	5.00	16.00	30.00				
6 A 6,45		30.00					Solo alterado, muito compacta, cor variado
7 A 7,45	6.70						
8 A 8,45							
9 A 9,45							
10 A 10,45							
11 A 11,45							FIM DA SONDAGEM Obs.: Impenetrável a percussão, furo paralisado conforme a descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR 6484/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.
12 A 12,45							
13 A 13,45							
14 A 14,45							
15 A 15,45							

<b>GRÁFICO</b> Nº de Golpes/30 cm iniciais ..... Nº de Golpes/30 cm finais .....	Revestimento	- Diâmetro 76,2mm	<b>AMOSTRA</b> [ ] Amostra Padrão [L] Amostra Lavada [P] Amostra Perdida [PP] Peso Próprio do Martelo	<b>ÍNDICES DE PENETRAÇÃO</b> * - Penetração Adicional a 50 cm de profundidade. P/N - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
	Amostrador Padrão	- Diâmetros Interno 34,9 mm - diâmetro Externo 50,8 mm		
	Peso	- 65 Kg		
	Altura de queda	- 75 cm		

Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES  
01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388

CNPJ

Aguinaldo Rocha  
Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico  
CREA-ES 43.937/D

**PERFIL DE SONDAGEM GEOTÉCNICA**

Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)	E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.			Data		Perfil Nº
29.50	349065.39310	7772868.9683	Início :	Seco		Início :	05/10/2019	<b>SP-02A</b>
R.N. : 0,00 m	Revest. 2,00 metros		Termino :	Seco		Termino :	05/10/2019	

Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00						Argila siltosa arenosa, cor amarela
1 A 1,45		5.00	7.00	9.00			
2 A 2,45	2.60	8.00	8.00	10.00			
3 A 3,45		9.00	11.00	15.00			Silte arenoso, cor variado
4 A 4,45		13.00	25.00	0.00			
5 A 5,45	4.80	15.00	29.00				
6 A 6,45		26.00					Alteração de rocha, cor variada
7 A 7,45	7.00						
8 A 8,45							
9 A 9,45							
10 A 10,45							
11 A 11,45							
12 A 12,45							
13 A 13,45							
14 A 14,45							
15 A 15,45							

<b>GRÁFICO</b> Nº de Golpes/30 cm iniciais ..... Nº de Golpes/30 cm finais .....		Revestimento Amostrador Padrão  Peso Altura de queda  - Diâmetro 76,2mm - Diâmetros Interno 34,9 mm - diâmetro Externo 50,8 mm - 65 Kg - 75 cm	<b>AMOSTRA</b> [ ] Amostra Padrão [L] Amostra Lavada [P] Amostra Perdida [PP] Peso Próprio do Martelo	<b>ÍNDICES DE PENETRAÇÃO</b> * - Penetração Adicional a 50 cm de profundidade. P/N - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
--	--	--	---	--

Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES  
01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388

CNPJ

Aguinaldo Rocha  
Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico  
CREA-ES 43.937/D

## PERFIL DE SONDAGEM GEOTÉCNICA

Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)	E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.		Data		Perfil Nº
28.70	349068.19960	7772866.1181	Início :	Seco	Início :	05/10/2019	SP-02B
R.N. : 0,00 m	Revest. 2,00 metros		Termino :	Seco	Termino :	05/10/2019	

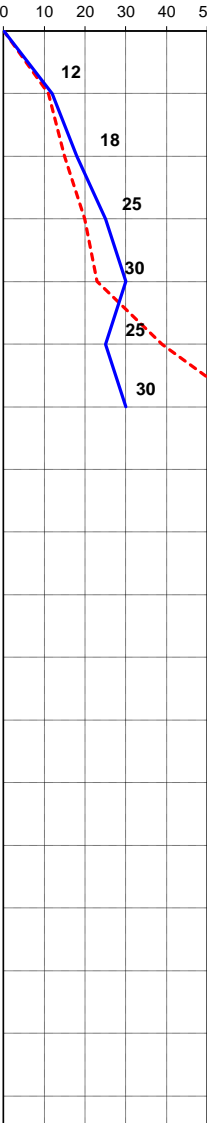
Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00						Argila arenosa, cor amarela
1 A 1,45		5.00	6.00	6.00			
2 A 2,45		7.00	8.00	10.00			Silte arenoso, cor variado
3 A 3,45	3.00	9.00	11.00	14.00			
4 A 4,45		10.00	13.00	17.00			Alteração de rocha, cor variada
5 A 5,45	5.00	14.00	25.00				
6 A 6,45	6.75	30.00					<p>FIM DA SONDAGEM</p> <p>Obs.: Impenetrável a percursão, furo paralisado conforme a descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR 6484/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.</p>
7 A 7,45							
8 A 8,45							
9 A 9,45							
10 A 10,45							
11 A 11,45							
12 A 12,45							
13 A 13,45							
14 A 14,45							
15 A 15,45							

GRÁFICO	Revestimento	- Diâmetro 76,2mm	AMOSTRA	ÍNDICES DE PENETRAÇÃO
Nº de Golpes/30 cm iniciais	Amostrador Padrão	- Diâmetros Interno 34,9 mm		* - Penetração Adicional a 50 cm de profundidade.
Nº de Golpes/30 cm finais	Peso	- diâmetro Externo 50,8 mm		P/N - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
	Altura de queda	- 65 Kg		
		- 75 cm		

Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES  
01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388

CNPJ

Aguinaldo Rocha  
Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico  
CREA-ES 43.937/D

## PERFIL DE SONDAGEM GEOTÉCNICA

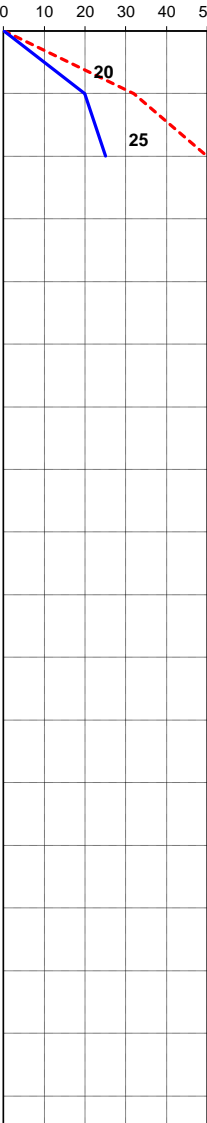
Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)	E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.			Data		Perfil Nº
11.70	349129.66260	7772825.5325	Início :	Seco		Início :	06/10/2019	SP-03
R.N. : 0,00 m	Revest. 1,00 metros		Termino :	Seco		Termino :	06/10/2019	

Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00						Alteração da rocha, compacta a muito compacta, cor variada
1 A 1,45		12.00	20.00				
2 A 2,45		25.00					
3 A 3,45	3.00						
4 A 4,45							
5 A 5,45							
6 A 6,45							
7 A 7,45							
8 A 8,45							
9 A 9,45							
10 A 10,45							
11 A 11,45							
12 A 12,45							
13 A 13,45							
14 A 14,45							
15 A 15,45							

<b>GRÁFICO</b> Nº de Golpes/30 cm iniciais ..... Nº de Golpes/30 cm finais .....		Revestimento Amostrador Padrão Peso Altura de queda - Diâmetro 76,2mm - Diâmetros Interno 34,9 mm - diâmetro Externo 50,8 mm - 65 Kg - 75 cm	<b>AMOSTRA</b> [ ] Amostra Padrão [L] Amostra Lavada [P] Amostra Perdida [PP] Peso Próprio do Martelo	<b>ÍNDICES DE PENETRAÇÃO</b> * P/N - Penetração Adicional a 50 cm de profundidade. - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
--	--	--	---	--

Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES  
01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388

CNPJ

Aguinaldo Rocha  
Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico  
CREA-ES 43.937/D

## PERFIL DE SONDAÇÃO GEOTÉCNICA

Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)	E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.			Data		Perfil Nº
12.00	349127.66260	7772825.5325	Início :	Seco		Início :	06/10/2019	SP-03A
R.N. : 0,00 m	Revest. 1,00 metros		Termo :	Seco		Termo :	06/10/2019	

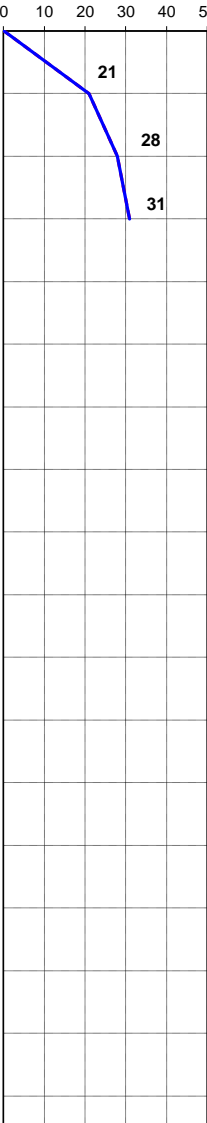
Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00						Alteração da rocha, compacta a muito compacta, cor variada
1 A 1,45			21.00				
2 A 2,45			28.00				
3 A 3,45			31.00				
4 A 4,45	4.50		25/10				<p>FIM DA SONDAÇÃO</p> <p>Obs.: Impenetrável a percussão, furo paralisado conforme a descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR 6484/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.</p>
5 A 5,45							
6 A 6,45							
7 A 7,45							
8 A 8,45							
9 A 9,45							
10 A 10,45							
11 A 11,45							
12 A 12,45							
13 A 13,45							
14 A 14,45							
15 A 15,45							

GRÁFICO	Revestimento	- Diâmetro 76,2mm	AMOSTRA	ÍNDICES DE PENETRAÇÃO
Nº de Golpes/30 cm iniciais	Amostrador Padrão	- Diâmetros Interno 34,9 mm		* - Penetração Adicional a 50 cm de profundidade.
Nº de Golpes/30 cm finais	Peso	- diâmetro Externo 50,8 mm		P/N - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
	Altura de queda	- 65 Kg		
		- 75 cm		

Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES  
01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388

CNPJ

Aguinaldo Rocha  
Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico  
CREA-ES 43.937/D



## PERFIL DE SONDAGEM GEOTÉCNICA

Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)	E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.			Data		Perfil Nº
11.40	349131.66260	7772825.5325	Início :	Seco		Início :	06/10/2019	SP-03B
R.N. : 0,00 m	Revest. 2,00 metros		Termino :	Seco		Termino :	06/10/2019	

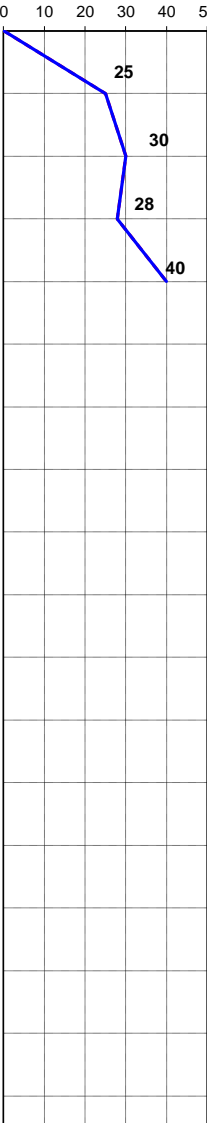
Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00						Alteração de rocha, cor variada
1 A 1,45			25.00				
2 A 2,45			30.00				
3 A 3,45			28.00				
4 A 4,45	4.50		20/8				
5 A 5,45							
6 A 6,45							
7 A 7,45							
8 A 8,45							
9 A 9,45							
10 A 10,45							
11 A 11,45							
12 A 12,45							
13 A 13,45							
14 A 14,45							
15 A 15,45							

GRÁFICO	Revestimento	- Diâmetro 76,2mm	AMOSTRA	ÍNDICES DE PENETRAÇÃO
Nº de Golpes/30 cm iniciais	Amostrador Padrão	- Diâmetros Interno 34,9 mm		* - Penetração Adicional a 50 cm de profundidade.
Nº de Golpes/30 cm finais	Peso	- diâmetro Externo 50,8 mm		P/N - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
	Altura de queda	- 65 Kg - 75 cm		

Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES  
01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388

CNPJ

Aguinaldo Rocha  
Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico  
CREA-ES 43.937/D

## PERFIL DE SONDAGEM GEOTÉCNICA

Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)	E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.		Data		Perfil Nº
12.50	349129.66260	7772827.5325	Início :	Seco	Início :	06/10/2019	SP-03C
R.N. : 0,00 m	Revest. 1,00 metros		Termino :	Seco	Termino :	06/10/2019	

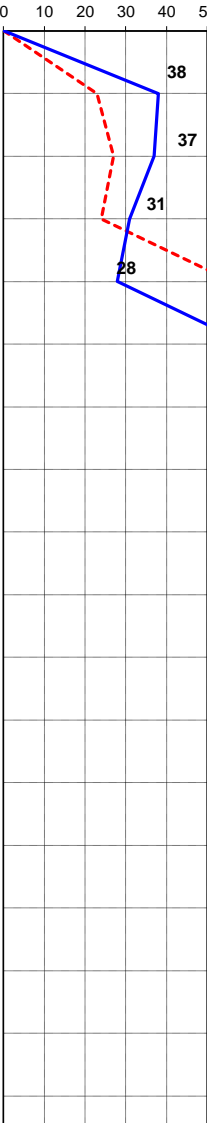
Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00						Alteração de rocha, compacta a muito compacta, cor variada
1 A 1,45		10.00	13.00	25.00			
2 A 2,45		12.00	15.00	22.00			
3 A 3,45		10.00	14.00	20.00			
4 A 4,45		28.00					
5 A 5,45		31.00					
6 A 6,45	6.10	15/05					
7 A 7,45							
8 A 8,45							
9 A 9,45							
10 A 10,45							
11 A 11,45							
12 A 12,45							
13 A 13,45							
14 A 14,45							
15 A 15,45							

GRÁFICO	Revestimento	- Diâmetro 76,2mm	AMOSTRA	ÍNDICES DE PENETRAÇÃO
Nº de Golpes/30 cm iniciais	Amostrador Padrão	- Diâmetros Interno 34,9 mm		* - Penetração Adicional a 50 cm de profundidade.
Nº de Golpes/30 cm finais	Peso	- diâmetro Externo 50,8 mm		P/N - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
	Altura de queda	- 65 Kg - 75 cm		

Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES  
01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388

CNPJ

Aguinaldo Rocha  
Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico  
CREA-ES 43.937/D

## PERFIL DE SONDAGEM GEOTÉCNICA

Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)	E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.		Data		Perfil Nº
8.00	349111.87180	7772811.1412	Início :	Seco	Início :	07/10/2019	SP-04
R.N. : 0,00 m	Revest. 2,00 metros		Termino :	Seco	Termino :	07/10/2019	

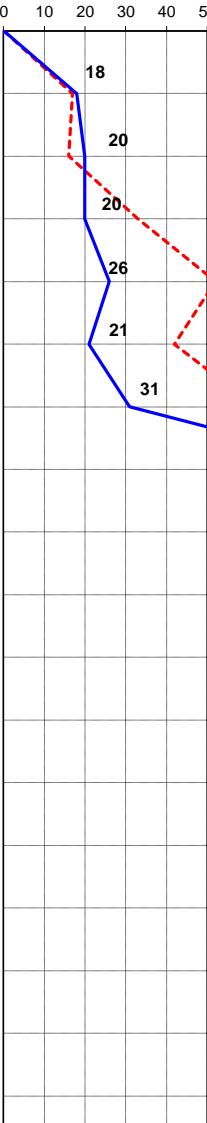
Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00						Argila siltosa arenosa, rija a dura, cor amarela
1 A 1,45		9.00	8.00	10.00			
2 A 2,45	1.60	7.00	9.00	11.00			Solo residual arenoso, muito compacta cor variado
3 A 3,45		13.00	20.00				
4 A 4,45		26.00	26.00				
5 A 5,45		21.00	21.00				
6 A 6,45	6.50	31.00					
7 A 7,45							
8 A 8,45							
9 A 9,45							
10 A 10,45							
11 A 11,45							
12 A 12,45							
13 A 13,45							
14 A 14,45							
15 A 15,45							

GRÁFICO	Revestimento	Diâmetro 76,2mm	AMOSTRA	ÍNDICES DE PENETRAÇÃO
Nº de Golpes/30 cm iniciais	Amostrador Padrão	- Diâmetros Interno 34,9 mm		* Penetração Adicional a 50 cm de profundidade.
Nº de Golpes/30 cm finais	Peso	- diâmetro Externo 50,8 mm		P/N - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
	Altura de queda	- 65 Kg		
		- 75 cm		

Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES  
01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388

CNPJ

Aguinaldo Rocha  
Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico  
CREA-ES 43.937/D

## PERFIL DE SONDAÇÃO GEOTÉCNICA

Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)	E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.		Data		Perfil Nº
8.00	349109.87180	7772811.1412	Início :	Seco	Início :	07/10/2019	SP-04A
R.N. : 0,00 m	Revest. 2,00 metros		Termino :	Seco	Termino :	07/10/2019	

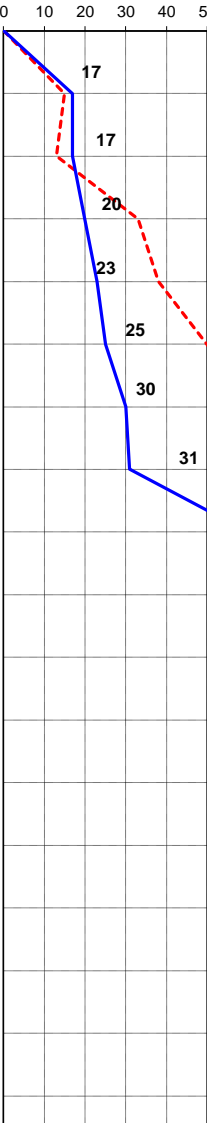
Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00						Argila arenosa, rija a dura, cor amarela
1 A 1,45	1.50	7.00	8.00	9.00			
2 A 2,45		6.00	7.00	10.00			Silte arenoso alterado, compacta a muito compacta, cor variado
3 A 3,45		13.00	20.00				
4 A 4,45		15.00	23.00				
5 A 5,45		25.00					
6 A 6,45		30.00					
7 A 7,45	7.48	31.00					
8 A 8,45							
9 A 9,45							
10 A 10,45							
11 A 11,45							
12 A 12,45							
13 A 13,45							
14 A 14,45							
15 A 15,45							

GRÁFICO	Revestimento	- Diâmetro 76,2mm	AMOSTRA	ÍNDICES DE PENETRAÇÃO
Nº de Golpes/30 cm iniciais	Amostrador Padrão	- Diâmetros Interno 34,9 mm		* Penetração Adicional a 50 cm de profundidade.
Nº de Golpes/30 cm finais	Peso	- diâmetro Externo 50,8 mm		P/N - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
	Altura de queda	- 65 Kg		

Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES  
01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388

CNPJ

Aguinaldo Rocha  
Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico  
CREA-ES 43.937/D

## PERFIL DE SONDAGEM GEOTÉCNICA

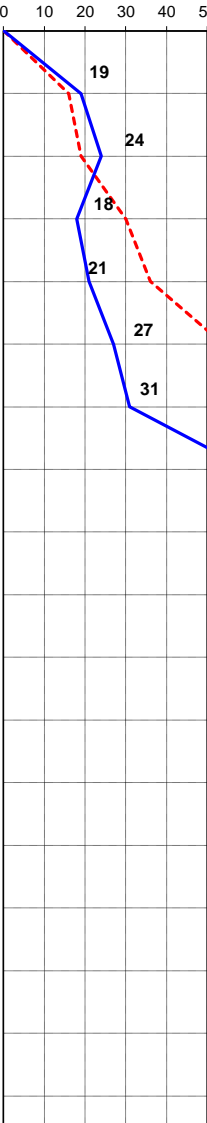
Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)	E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.		Data		Perfil Nº
8.00	349113.87180	7772811.1412	Início :	Seco	Início :	08/10/2019	SP-04B
R.N. : 0,00 m	Revest. 2,00 metros		Termino :	Seco	Termino :	08/10/2019	

Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00						Argila arenosa, Rija a dura a dura, cor amarela
1 A 1,45		7.00	9.00	10.00			
2 A 2,45	1.70	8.00	11.00	13.00			Alteração da rocha, compacta a muito compacta, cor variada
3 A 3,45		12.00	18.00				
4 A 4,45		15.00	21.00				
5 A 5,45		27.00					
6 A 6,45		31.00					<p>FIM DA SONDAGEM</p> <p>Obs.: Impenetrável a percussão, furo paralisado conforme a descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR 6484/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.</p>
7 A 7,45	7.30	25/10					
8 A 8,45							
9 A 9,45							
10 A 10,45							
11 A 11,45							
12 A 12,45							
13 A 13,45							
14 A 14,45							
15 A 15,45							

<b>GRÁFICO</b> Nº de Golpes/30 cm iniciais ..... Nº de Golpes/30 cm finais .....		Revestimento Amostrador Padrão Peso Altura de queda	- Diâmetro 76,2mm - Diâmetros Interno 34,9 mm - diâmetro Externo 50,8 mm - 65 Kg - 75 cm	<b>AMOSTRA</b> [ ] Amostra Padrão [L] Amostra Lavada [P] Amostra Perdida [PP] Peso Próprio do Martelo	<b>ÍNDICES DE PENETRAÇÃO</b> * P/N - Penetração Adicional a 50 cm de profundidade. - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
--	--	--	--	---	--

Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES  
01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388

CNPJ

Aguinaldo Rocha  
Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico  
CREA-ES 43.937/D

**PERFIL DE SONDAGEM GEOTÉCNICA**

Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)	E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.		Data		Perfil Nº
7.00	349698.37550	7773039.3182	Início :		Início :	02/10/2019	<b>SP-05</b>
R.N. : 0,00 m	Revest. 2,00 metros		Termino :	7.20	Termino :	03/10/2019	

Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00						Argila arenosa, rija a dura, cor amarela
1 A 1,45		3.00	4.00	4.00			
2 A 2,45		4.00	5.00	6.00			
3 A 3,45		5.00	5.00	7.00			
4 A 4,45		6.00	7.00	10.00			
5 A 5,45		5.00	6.00	8.00			
6 A 6,45		6.00	7.00	9.00			
7 A 7,45	7.00	7.00	8.00	11.00			
8 A 8,45		9.00	10.00	12.00			
9 A 9,45		8.00	9.00	11.00			
10 A 10,45		7.00	10.00	22.00			Silte arenoso, compacta a muito compacta, cor variado
11 A 11,45		10.00	13.00	14.00			
12 A 12,45		9.00	14.00	16.00			
13 A 13,45	13.00	15.00	22.00				Solo alterado, muito compacta, cor variado
14 A 14,45		16.00	25.00				
15 A 15,3	15.30	18.00	30.00				
FIM DA SONDAGEM							

<b>GRÁFICO</b> Nº de Golpes/30 cm iniciais ..... Nº de Golpes/30 cm finais .....		Revestimento - Diâmetro 76,2mm Amostrador Padrão - Diâmetros Interno 34,9 mm - diâmetro Externo 50,8 mm Peso - 65 Kg Altura de queda - 75 cm	<b>AMOSTRA</b> [ ] Amostra Padrão [L] Amostra Lavada [P] Amostra Perdida [PP] Peso Próprio do Martelo	<b>ÍNDICES DE PENETRAÇÃO</b> * - Penetração Adicional a 50 cm de profundidade. P/N - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES 01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388			CNPJ - Aguinaldo Rocha Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico CREA-ES 43.937/D	

**PERFIL DE SONDAGEM GEOTÉCNICA**

Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)		E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.		Data	Perfil N°
8.70		349516.98170	7772892.3194	Início :		Início : 02/10/2019	SP-06
R.N. : 0,00 m		Revest. 4,00 metros		Termino :	8.30	Termino : 02/10/2019	
Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração N° de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00					Aterro de entulho, média a mole, cor variado	
1 A 1,45		2.00	2.00	3.00			
2 A 2,45	2.00	3.00	4.00	5.00		Argila arenosa, dura, cor variada	
3 A 3,45		5.00	6.00	7.00			
4 A 4,45		7.00	8.00	10.00			
5 A 5,45	5.00	9.00	11.00	13.00			
6 A 6,45		10.00	12.00	14.00			
7 A 7,45		9.00	11.00	12.00		Silte arenoso, compacta a muito compacta, cor variada	
8 A 8,45		7.00	10.00	12.00			
9 A 9,45		11.00	13.00	15.00			
10 A 10,45	10.00	10.00	14.00	16.00			
11 A 11,45		9.00	13.00	17.00			
12 A 12,45		11.00	14.00	18.00		Solo alterado, muito compacto, cor variado	
13 A 13,45		13.00	20.00				
14 A 14,45		15.00	22.00				
15 A 15,3	15.45	19.00	15/10				
FIM DA SONDAGEM							

<b>GRÁFICO</b> Nº de Golpes/30 cm iniciais ..... Nº de Golpes/30 cm finais .....		Revestimento - Diâmetro 76,2mm Amostrador Padrão - Diâmetros Interno 34,9 mm - diâmetro Externo 50,8 mm Peso - 65 Kg Altura de queda - 75 cm	<b>AMOSTRA</b> [ ] Amostra Padrão [L] Amostra Lavada [P] Amostra Perdida [PP] Peso Próprio do Martelo	<b>ÍNDICES DE PENETRAÇÃO</b> * - Penetração Adicional a 50 cm de profundidade. P/N - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES 01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388			CNPJ - Aguinaldo Rocha Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico CREA-ES 43.937/D	

**PERFIL DE SONDAGEM GEOTÉCNICA**

Cliente: CESAN

Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)	E	N	Profundidade do nível D'água: N.A.		Data		Perfil Nº
8.90	349629.92750	7772896.8384	Início :		Início :	09/10/2019	<b>SP-07</b>
R.N. : 0,00 m	Revest. 2,00 metros		Termino :	6.10	Termino :	09/10/2019	

Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
		15 cm	30 cm	45 cm			
0 NA	0.00						Argila arenosa, rija a dura, cor amarela
1 A 1,45		4.00	4.00	5.00			
2 A 2,45		3.00	4.00	4.00			
3 A 3,45		4.00	5.00	6.00			
4 A 4,45		5.00	6.00	6.00			
5 A 5,45		4.00	5.00	7.00			
6 A 6,45	6.00	5.00	6.00	8.00			
7 A 7,45		6.00	7.00	9.00			
8 A 8,45		7.00	10.00	11.00			
9 A 9,45		8.00	11.00	13.00			
10 A 10,45	10.00	7.00	10.00	14.00			
11 A 11,45		9.00	11.00	14.00			
12 A 12,45		8.00	12.00	13.00			
13 A 13,45		10.00	11.00	15.00			
14 A 14,45		11.00	14.00	16.00			
15 A 15,3	15.45	12.00	17.00	20.00			
FIM DA SONDAGEM							

<b>GRÁFICO</b> Nº de Golpes/30 cm iniciais ..... Nº de Golpes/30 cm finais .....		Revestimento - Diâmetro 76,2mm Amostrador Padrão - Diâmetros Interno 34,9 mm - diâmetro Externo 50,8 mm Peso - 65 Kg Altura de queda - 75 cm	<b>AMOSTRA</b> [ ] Amostra Padrão [L] Amostra Lavada [P] Amostra Perdida [PP] Peso Próprio do Martelo	<b>ÍNDICES DE PENETRAÇÃO</b> * - Penetração Adicional a 50 cm de profundidade. P/N - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
--	--	--	---	---

Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES  
01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388

CNPJ -

Aguinaldo Rocha  
Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico  
CREA-ES 43.937/D



**PERFIL DE SONDAGEM GEOTÉCNICA**

Cliente: CESAN

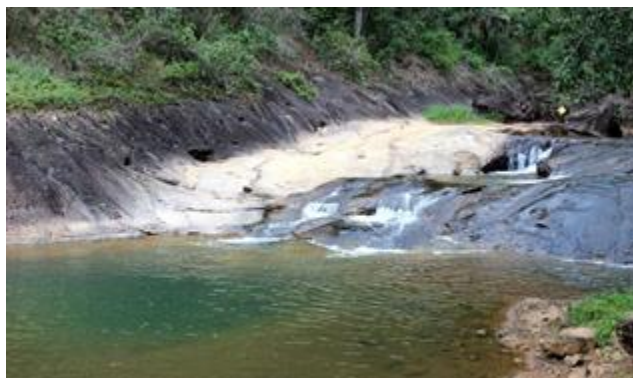
Nº Reg.:

Obra: Comunidade Barra de Mangaraí

Sondador: Francisco de Assis

Cota (m)		E	N		Profundidade do nível D'água: N.A.		Data		Perfil N°
8.90		349617.82980	7772891.1624		Início :		Início :	09/10/2019	SP-08
R.N. : 0,00 m		Revest. 2,00 metros			Termino :	6.40	Termino :	10/10/2019	
Amostra (profund.)	Mudança de camada	Penetração Nº de Golpes/15cm			Tipo Geológico	Gráfico	DESCRIÇÃO DO MATERIAL		
		15 cm	30 cm	45 cm					
0 NA	0.00					Argila arenosa, rija a dura, cor amarela			
1 A 1,45	3.00	4.00	4.00						
2 A 2,45	3.00	4.00	5.00						
3 A 3,45	4.00	4.00	6.00						
4 A 4,45	3.00	4.00	5.00						
5 A 5,45	4.00	5.00	5.00						
6 A 6,45	4.00	5.00	7.00						
7 A 7,45	5.00	6.00	6.00	Silte arenoso, medianamente compacta a compacta,, cor amarelo variado					
8 A 8,45	6.00	7.00	7.00						
9 A 9,45	7.00	9.00	10.00						
10 A 10,45	8.00	9.00	13.00	Solo residual, compacta a muito compacta, cor variado					
11 A 11,45	7.00	10.00	12.00						
12 A 12,45	8.00	11.00	13.00						
13 A 13,45	10.00	13.00	17.00						
14 A 14,45	12.00	14.00	18.00						
15 A 15,3	14.00	16.00	20.00						
FIM DA SONDAGEM									

<b>GRÁFICO</b> Nº de Golpes/30 cm iniciais ..... Nº de Golpes/30 cm finais .....		Revestimento - Diâmetro 76,2mm Amostrador Padrão - Diâmetros Interno 34,9 mm - diâmetro Externo 50,8 mm Peso - 65 Kg Altura de queda - 75 cm	<b>AMOSTRA</b> [ ] Amostra Padrão [L] Amostra Lavada [P] Amostra Perdida [PP] Peso Próprio do Martelo	<b>ÍNDICES DE PENETRAÇÃO</b> * - Penetração Adicional a 50 cm de profundidade. P/N - Amostra Penetrou N cm com peso da haste, amostra e martelo.
Avenida Belo Horizonte, 799 - loja 01, Bairro - Nova Carapina I - Serra/ ES 01.008.662/0001-70 Telefone (27) 3341-4388			CNPJ - Aguinaldo Rocha Engenheiro Civil/Técnico Eletrotécnico CREA-ES 43.937/D	



CONTRATO 174/2015  
AS N°023/2018

**MUNICÍPIO DE SANTA LEOPOLDINA  
DISTRITO DE BARRA DE MANGARAÍ**

**MELHORIA NO SISTEMA DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE BARRA  
DE MANGARAÍ**

**VOLUME III – PROJETO ESTRUTURAL**

**TOMO B – DESENHOS**

## APRESENTAÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do contrato nº 174/2015, celebrado entre a **GANEM Engenharia EPP Ltda** e a **Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN)**.

Este contrato visa atender as demandas de análise operacional e projetos da **Gerência do Interior (O-GIN)**, da **Diretoria Operacional (D-OP)**, e está sendo acompanhado pela **Divisão de Projetos Operacionais (E-DPO)**, da **Gerência de Projetos (E-GPJ)**, da **Diretoria de Engenharia e Meio Ambiente (D-EM)**.

Quanto a operação do sistema a Gerência do Interior está dividida em quatro divisões, nomeadamente a **Divisão de Operação e Manutenção Noroeste (O-DNO)**, **Divisão de Operação e Manutenção Centro Norte (O-DCN)**, **Divisão de Operação e Manutenção Serrana (O-DSE)**, e **Divisão de Operação e Manutenção Sul (O-DSU)**. As divisões encontram-se ainda subdivididas em 9 polos de operação, conforme segue: Divisão Noroeste (Polo Barra de São Francisco e Polo São Gabriel da Palha); Divisão Centro Norte (Polo Nova Venécia, Polo Montanha e Polo Conceição da Barra); Divisão Serrana (Polo Santa Teresa e Polo Venda Nova do Imigrante); e Divisão Sul (Polo Muqui e Polo Castelo).

A **GANEM Engenharia EPP Ltda.** apresenta a seguir os desenhos do projeto estrutural para melhoria do SAA de Barra de Mangaraí, no município de Santa Leopoldina / ES.

O projeto completo da melhoria do SAA de Barra de Mangaraí está apresentado conforme descrito abaixo:

- Volume I – Projeto Hidráulico:
  - Tomo A: Memorial Descritivo e de Cálculo (C-056-003-00-5-MD-0001);
  - Tomo B: Desenhos.
- Volume II – Sondagem: Relatório Técnico (C-056-003-00-3-SD-0001).
- Volume III – Projeto Estrutural:
  - Tomo A: Memorial de Cálculo (C-056-003-00-4-MC-0001);
  - Tomo B: Desenhos.
- Volume IV – Projeto Elétrico:
  - Tomo A: Memorial de Cálculo (C-056-003-00-6-MC-0001);
  - Tomo B: Desenhos.

- Volume V – Orçamento (C-056-003-00-0-OR-0001):
  - Planilha Orçamentária (C-056-003-00-0-PL-0001).

Seguem listados abaixo os desenhos produzidos neste projeto estrutural e apresentado no Tomo B desse volume

	Número da CESAN	Referência do Desenho
01	C-056-003-20-4-XX-0001	EEAB poço 2 – Fundação e plantas – Forma e armadura
02	C-056-003-20-4-XX-0002	EEAB poço 2 – Cortes, lajes e escada – Forma e armadura
03	C-056-003-20-4-XX-0003	EEAB poço 2 – Pilares e vigas – Armadura
04	C-056-003-30-4-XX-0001	AAB poço 2 – Travessia na ponte ES-080 – Locação e caixas – Forma e armadura
05	C-056-003-40-4-XX-0001	Caixa de interligação – Locação e caixa de interligação 1 – Forma e armadura
06	C-056-003-40-4-XX-0002	Caixa de interligação – Caixa macromedidor – Forma e armadura 1/2
07	C-056-003-40-4-XX-0003	Caixa de interligação – Caixa macromedidor – Forma e armadura 2/2
08	C-056-003-40-4-XX-0004	Cada de química – Fundação – Locação, forma e armadura
09	C-056-003-40-4-XX-0005	Casa de química – Plantas – Forma
10	C-056-003-40-4-XX-0006	Casa de química – Cortes e canaletas – Forma e armadura
11	C-056-003-40-4-XX-0007	Casa de química – Lajes e pilares – Armadura
12	C-056-003-40-4-XX-0008	Casa de química – Vigas 1/2 – Armadura
13	C-056-003-40-4-XX-0009	Casa de química – Vigas 2/2 – Armadura
14	C-056-003-70-4-XX-0001	Base do RAT – Locação, bases e caixa de válvula – Forma e armadura
15	C-056-003-70-4-XX-0002	Base do RAT – Caixa de drenagem – Forma e armadura

.

## DESENHOS