

**Contrato Nº 240/2009**

**Revisão e Adequação de Projetos das Estações  
Elevatórias de Esgoto do Município de  
Jagariúna**

**Relatório R05**

**Projeto Executivo da Estação Elevatória de Esgoto 3**

**Tomo II - Projeto Elétrico e Estrutural**

**Parte 2 - Projeto Estrutural**

**HPP-C128-R05  
Março/2010  
Revisão 1**

|                |        |                                       |             |           |          |         |
|----------------|--------|---------------------------------------|-------------|-----------|----------|---------|
| 5              |        |                                       |             |           |          |         |
| 4              |        |                                       |             |           |          |         |
| 3              |        |                                       |             |           |          |         |
| 2              |        |                                       |             |           |          |         |
| 1              | mar-10 | Revisão Memória de Cálculo Estrutural |             |           |          |         |
|                | Data   | Revisão                               |             |           |          |         |
|                |        | Controle de Revisões                  |             |           |          |         |
| Número do Doc. |        | Elaboração                            | Verificação | Aprovação | Data     | Revisão |
| HPP-C128-R05   |        | NMSC                                  | EVS         | JCSF      | 19/03/10 | 0       |

**CD-HPP-04/01**

---

# Revisão e Adequação de Projetos das Estações Elevatórias de Esgoto do Município de Jaguariúna

Contrato N° 240/2009

Prefeitura do Município de Jaguariúna/HagaPlan

---

Relatório R05

Projeto Executivo da Estação Elevatória de Esgoto 3

Tomo II – Projeto Elétrico e Estrutural

Parte 2 – Projeto Estrutural

HPP-C128-R05

Março/2010

Revisão 1

## Índice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Apresentação.....</b>                                   | <b>3</b>  |
| <b>2. Considerações Iniciais .....</b>                        | <b>4</b>  |
| <b>3. Projeto Estrutural .....</b>                            | <b>5</b>  |
| 3.1. Introdução .....   | 5         |
| 3.2. Serviços Geotécnicos.....                                | 5         |
| 3.3 Solução de Fundação .....                                 | 6         |
| 3.4 Estruturas .....  | 7         |
| <b>4. Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo.....</b> | <b>8</b>  |
| 4.1. Considerações Gerais.....                                | 8         |
| 4.2. Arquitetura.....   | 8         |
| 4.3. Urbanismo e Paisagismo .....                             | 9         |
| <b>5. Anexos .....</b>  | <b>10</b> |
| Anexo 1 – Serviços de Sondagem.....                           | 10        |
| Anexo 2 – Relatório Geotécnico.....                           | 10        |
| Anexo 3 – Memória de Cálculo de Estruturas.....               | 10        |
| <b>6. Desenhos .....</b>                                      | <b>11</b> |

## **1. Apresentação**

## 1. Apresentação

---

A **HagaPlan Planejamento e Projetos Ltda** apresenta a **Prefeitura do Município de Jaguariúna** o Relatório 05 referente ao “**Revisão e Adequação de Projetos das Estações Elevatórias de Esgoto do Município de Jaguariúna**”, em conformidade com o Contrato Nº 240/2009.

Este relatório apresenta o andamento dos trabalhos do contrato em epígrafe, referente ao Projeto Executivo da Estação Elevatória de Esgoto 3 na segunda fase de obras.

Este relatório está subdividido em 2 tomos, conforme segue:

- **Tomo I** – Projeto Hidráulico-Mecânico;
- **Tomo II** – Projeto Elétrico e Estrutural.

Na seqüência é apresentado o **Tomo II – Parte 2** contendo os serviços geotécnicos e o detalhamento executivo da estrutura da estação elevatória de esgoto 3.

## **2. Considerações Iniciais**

## 2. Considerações Iniciais

---

Atualmente, o município de Jaguariúna conta com uma Estação de Tratamento de Esgoto, a ETE Guedes Camanducaia, com capacidade para tratar 100% de efluentes líquidos gerados na cidade. Destes, a totalidade proveniente da bacia do rio Camanducaia já é tratada. Agora, as atenções se voltam à sub-bacia do Jaguari. Para isto, foi elaborado um projeto, dividido em três etapas, realizado pela EMA Engenharia de Meio Ambiente Ltda, para a implantação de um sistema de coleta e transporte do esgoto para a referida ETE.

Para solucionar problemas decorridos nas obras de implantação da segunda fase do projeto existente, relacionados principalmente com a topografia do terreno e a geologia do solo da área, que apresenta um subsolo rochoso, a Prefeitura do Município de Jaguariúna contratou a HagaPlan Planejamento e Projetos Ltda para adequação do projeto em questão e execução dos projetos executivos.

No relatório R01, que corresponde ao Estudo de Concepção, foram apresentadas mudanças e adequações no projeto existente do sistema de esgotamento na fase 2 de obras do município de Jaguariúna. Dentre as alterações, está a locação da estação elevatória de esgoto 3, que passará a se localizar na Rua das Andorinhas.

Este relatório apresenta o relatório geotécnico para método construtivo, e o projeto estrutural da estação elevatória de esgoto 3.

### **3. Projeto Estrutural**



### 3. Projeto Estrutural

---

#### **3.1. Introdução**

O presente memorial tem por finalidade a descrição geotécnica para métodos construtivos da EEE 3, pertencente ao Sistema de Esgotos Sanitários do município de Jaguariúna, no Estado de São Paulo, sendo o relatório geotécnico para o método construtivo, no qual apresentada o dimensionamento das colunas que constituirão um escoramento provisório e das paredes definitivas, conforme **Anexo 2**.

As fundações foram dimensionadas em função das sondagens do subsolo realizadas para a execução do projeto, obedecendo às normas técnicas pertinentes.

#### **3.2. Serviços Geotécnicos**

Na área prevista para a implantação da estação elevatória projetada foram executadas sondagens do terreno para auxiliar na definição das fundações e métodos construtivos desta unidade.

Foram executados 3 furos de sondagem à percussão. Os boletins destas sondagens estão apresentados no **Anexo 1**.

##### **3.2.1 Descrição do Subsolo**

De acordo com as sondagens disponíveis o subsolo local é constituído por uma camada inicial de aterro composto por uma argila silto-arenosa de consistência mole cor amarela, marrom e cinza, com espessura de 1,6m a 2,0m, sobrejacente aos sedimentos terciários da bacia do Paraná, compostos inicialmente por uma camada de argila areno-siltosa mole de cor marrom e cinza escuro até cerca de 4,0m a 5,0m de profundidade, seguida por uma camada de areia grossa siltosa pouco compacta cor amarela e cinza, com espessura variando entre 0,5m e 2,0m, abaixo da qual encontra-se material impenetrável à ferramenta de percussão, com profundidade variando entre 5,35m a 7,05m.

O nível d'água do lençol freático foi encontrado a 3,0m de profundidade nas três sondagens disponíveis.

### **3.3 Solução de Fundação**

Em função das características do subsolo local, a escavação da EEE-3 se dará em argilas de baixa capacidade suporte e em areia grossa, submersa. Além disto, a base da EEE será assente abaixo do provável topo rochoso.

Estas características impedem a execução desta obra através do processo mais usual de anéis pré-moldados, pois a camada de areia na base poderá impedir ou desnivelar a descida dos anéis e em função da irregularidade do topo rochoso, será extremamente difícil manter a escavação esgotada através de ponteiros filtrantes, permitindo que haja fluxo junto ao pé da escavação, comprometendo a segurança da obra.

Desta maneira, recomendamos que a escavação seja feita com a contenção provisória e vedação através de colunas de CCP (injetadas à baixa pressão) de diâmetro de 70cm espaçadas entre eixos de 50cm, em duas fileiras contíguas.

Antes da execução das colunas deverá ser feita uma escavação com 1,4m de profundidade e com uma sobre-largura de 4,0m em relação ao diâmetro externo da EEE-3, visando permitir a construção posterior da caixa de válvulas sem a necessidade de demolição das colunas de CCP. Esta escavação deverá ser feita com taludes 1V:1H e será feita totalmente acima do NA do lençol freático, não necessitando de cuidados especiais, a não ser a previsão de uma bomba submersível para esgotamento das águas de chuva que eventualmente possam cair sobre a escavação durante a execução da obra.

Após a escavação provisória, deverão ser executadas colunas de CCP, à baixa pressão, de maneira a formar colunas de 70cm de diâmetro a cada 50cm entre eixo, em duas camadas, conforme já citado anteriormente, devendo as colunas da mesma linha serem executadas alternadamente, uma sim e três não, até que seja completado o anel, executando-se as colunas restantes também de forma alternada até que seja concluída cada uma das camadas. As colunas contíguas deverão ser executadas com defasagem mínima de 48h entre si, tempo este a ser ajustado em obra em função do real tempo de fim de pega.

Dada a profundidade de escavação e das características dos solos a escavar, a estrutura definitiva resultará com espessuras elevadas e por esta razão, é provável que resulte tecnicamente mais adequado o revestimento definitivo em concreto moldado.

Assim, uma vez executadas as colunas, inicia-se a escavação interna até que seja atingido o topo rochoso. Uma vez atingido o topo rochoso, a escavação deve se dar através do desmonte com auxílio de rompedor pneumático ou a fogo, caso seja encontrada rocha sã. A escavação em rocha deve ser feita com um afastamento mínimo de 20cm em relação à face interna das colunas de CCP. Somente para exemplificar, se o revestimento definitivo tiver 40cm de espessura no trecho em solo, o mesmo deverá ter 20cm de espessura no trecho em rocha.

Devido ao fato das colunas de CCP se constituírem de um tratamento do solo e não de uma estrutura propriamente dita, as mesmas podem conter imperfeições e porosidade que permitam ao longo do tempo que surjam pressões de terra e pressão de água na estrutura definitiva. Assim, a estrutura definitiva deverá ser dimensionada para a totalidade dos empuxos geostáticos e hidrostáticos, conforme a seguir descritos.

### **3.4 Estruturas**

Todos os cálculos estruturais estão apresentados no **Anexo 3**.

## **4. Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo**

## 4. Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo

---

### **4.1. Considerações Gerais**

As propostas arquitetônicas para a Estação Elevatória de Esgoto estão apresentadas no desenho **C128-PE-R05-AR-001**.

Já as propostas urbanísticas e paisagísticas estão apresentadas no desenho **C128-PE-R05-UR-001**.

### **4.2. Arquitetura**

As propostas de arquitetura para a Estação Elevatória de Esgoto 3 compreendem:

#### **4.2.1 Elementos Divisores**

##### **4.2.1.1 Alvenaria**

Na edificação para abrigo do gerador deverá ser utilizada alvenaria de vedação com blocos de concreto aparente nas dimensões 14x19x19 cm ou 14x19x39 cm conforme desenho de projeto C128-PE-R05-AR-001.

#### **4.3.1 Cobertura**

##### **4.3.1.1 Laje de Concreto Armado**

A edificação que abriga o gerador deverá ter a laje de cobertura em concreto armado.

#### **4.4.1 Revestimentos**

##### **4.4.1.1 Pisos**

##### ***Contrapisos***

Os contrapisos deverão ser aplicados como base de proteção para os pisos internos em contato com o solo da edificação do gerador.

A espessura mínima deverá ser de 50 mm, com consumo mínimo de cimento de 210 Kg/m<sup>3</sup>, adicionando-se impermeabilizante, conforme prescrição do fabricante.

Lavatório em louça, na cor branca.

##### ***Cimentado Desempenado***

Externamente às edificações, o calçamento deverá ser executado com cimentado desempenado, devendo este apresentar espessura mínima de 20mm.

A argamassa deverá ser lançada sobre o contrapiso sem água livre na superfície e a superfície final deverá ser desempenada.

#### **4.4.2.1 Paredes e Tetos**

##### ***Isolamento Acústico em Spray***

Visando reduzir o ruído para o exterior, deverá ser aplicado internamente isolamento acústico em “spray” na edificação do gerador, conforme indicado no desenho de projeto C128-PE-R05-AR-001.

#### **4.5.1 Pintura**

##### ***Pintura com Hidrofugante Incolor a Base de Silicone***

Interna e externamente a edificação e as superfícies deverão receber pintura com hidrofugante incolor a base de silicone.

Esta pintura deverá ser aplicada para repelir a água em superfícies de alvenaria, concreto, argamassa e outros materiais que contenham silicatos.

##### ***Pintura Esmalte para Esquadrias***

As esquadrias da edificação deverão ser pintadas com tinta esmalte acetinada conforme desenho de projeto.

#### **4.3. Urbanismo e Paisagismo**

Para a implantação da EEE3 será necessária a intervenção urbanística da área quanto:

- Execução de passeio em piso cimentado, em torno da casa do gerador;
- Colocação de gramado no restante da área externa;
- Remoção de vegetação existente, se necessário.



## 5. Anexos

---

***Anexo 1 – Serviços de Sondagem***

***Anexo 2 – Relatório Geotécnico***

***Anexo 3 – Memória de Cálculo de Estruturas***



## **Anexo 1 – Serviços de Sondagem**



**CRAVESTAK**  
Construções e Comércio Ltda.

• Reforço de Fundações (Estacas de Reação tipo MEGA) • Fundações e Projetos • Consultoria e Perícias • Construções e Reformas

Ref. \_\_\_\_\_ Responsável Técnico \_\_\_\_\_ Data - Ensaio \_\_\_\_\_ Código \_\_\_\_\_ Furo: \_\_\_\_\_  
Perfil de Sondagem de Subsolo Carlos Alberto Formentini Martins 21/09/09 SD15509 SP01  
Características \_\_\_\_\_ Local \_\_\_\_\_  
Barilete Amostrador: Rua Cândido Bueno esq. Rua das Andorinhas - Jaguariúna - SP  
Øext=2" (50,8 mm) Øint=1 3/8" (34,9 mm) Cliente \_\_\_\_\_  
Martelo: 65kg Alt. Queda: 75cm HAGAPLAN PLANEJAMENTO E PROJETOS LTDA.  
Revestimento: 2 1/2" (63,5 mm)

| R.N.<br>(m) | Golpes por camada<br>(centímetros) |    |    | SPT   | Gráfico:<br>nº golpes / 30cm<br>SPT | Início e Fim<br>de Furo;<br>Profundidade<br>de N.A. | Profundidade<br>das Camadas | Classificação do solo;<br>Consistência das Argilas ou Compacidade das Areias<br>Coloração do Solo |
|-------------|------------------------------------|----|----|-------|-------------------------------------|---|-----------------------------|---|
|             | 15                                 | 15 | 15 |       |                                     |   |                             |   |
| 100,00      |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
|             |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
|             | 1                                  | 1  | 2  | 3     |                                     |   | 1,60                        | Argila Arenosa (aterro), consistência mole, cor: marrom.  |
|             | 2                                  | 3  | 3  | 6     |                                     |   | 2,00                        | Argila Silto-arenosa (aterro), consistência mole, cor: marrom, cinza escuro.                      |
|             | 3                                  | 3  | 3  | 6     |                                     | NA:3,00m  | 4,00                        | Argila Silto-arenosa, consistência mole a média, cor: marrom, cinza escuro.                       |
| 95,00       | 3                                  | 3  | 4  | 7     |                                     |   | 5,00                        | Areia grossa Argilo-siltosa, pouco compacta a muito compacta, cor: marrom, cinza escuro.          |
|             | 10                                 | 30 | -  | 30/15 |                                     |   | 5,35                        | Silte Arenoso a Rocha Alterada, muito compacto, cor: amarelo, marrom, cinza.                      |
|             |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
|             |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
|             |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
|             |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
|             |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
|             |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
|             |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
|             |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
| 90,00       |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
|             |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
|             |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
|             |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
|             |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
|             |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
|             |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |
| 85,00       |                                    |    |    |       |                                     |   |                             |   |

Obs: Avanço a trado até 2,45 m. Lavagem entre 2,45 e 5,35 m.  
Revestimento até 4,00 m.  
Nível d'água inicial a 3,00 m.  
Limite da sondagem a 94,70 m (impenetrável à percussão).

Lavagem por Tempo:  
10 min: de 5,30 para 5,32 m;  
10 min: de 5,32 para 5,33 m;  
10 min: de 5,33 para 5,35 m;



Av. Brigadeiro Rafael Tobias Aguiar, 715 - Jd. Aurélia - Campinas / SP - CEP: 13033-010 - Fone/Fax: (019) 3213-2336



**CRAVESTAK**  
Construções e Comércio Ltda.

• Reforço de Fundações (Estacas de Reação tipo MEGA) • Fundações e Projetos • Consultoria e Perícias • Construções e Reformas

Ref.  
Perfil de Sondagem de Subsolo

Responsável Técnico  
Carlos Alberto Formentini Martins

Data - Ensaio  
21/09/09

Código  
SD15509

Furo:  
SP03

**Características**

Barrilete Amostrador:

$\phi_{ext}=2"$  (50,8 mm)  $\phi_{int}=1 \frac{3}{8}"$  (34,9 mm)

Martelo: 65kg Alt. Queda: 75cm

Revestimento: 2 1/2" (63,5 mm)

**Local**

Rua Cândido Bueno esq. Rua das Andorinhas - Jaguariúna - SP

**Ciente**

HAGAPLAN PLANEJAMENTO E PROJETOS LTDA.

| R.N.<br>(m) | Golpes por camada<br>(centímetros) |    |    | SPT | Gráfico:<br>nº golpes / 30cm<br>SPT | Início e Fim<br>de Furo;<br>Profundidade<br>de N.A. | Profundidade<br>das Camadas | Classificação do solo;<br>Consistência das Argilas ou Compacidade das Areias<br>Coloração do Solo |  |
|-------------|------------------------------------|----|----|-----|-------------------------------------|---|-----------------------------|---|--|
|             | 15                                 | 15 | 15 |     |                                     |   |                             |   |  |
| 100,00      |                                    |    |    |     |                                     |   |                             |   |  |
|             |                                    |    |    |     |                                     |   |                             |   |  |
|             | 3                                  | 3  | 3  | 6   |                                     |   | 1,80                        | Argila Silto-arenosa (aterro), consistência média, cor: amarelo, cinza, roxo.                     |  |
|             | 3                                  | 4  | 4  | 8   |                                     |   | 3,00                        | Argila porosa (aterro), consistência média, cor: vermelho, marrom.                                |  |
|             | 2                                  | 2  | 2  | 4   |                                     |   |                             |   |  |
| 95,00       | 3                                  | 3  | 3  | 6   |                                     |   | 5,00                        | Argila Areno-siltosa, consistência média a mole, cor: marrom, cinza escuro.                       |  |
|             | 3                                  | 3  | 4  | 7   |                                     |   |                             |   |  |
|             | 4                                  | 4  | 6  | 10  |                                     |   | 7,05                        | Areia grossa Siltosa, pouco compacta a muito compacta, cor: amarelo, roxo, cinza.                 |  |
|             | 20/03                              | -  | -  | -   |                                     |   | 92,97                       |   |  |
|             |                                    |    |    |     |                                     |   |                             |   |  |
|             |                                    |    |    |     |                                     |   |                             |   |  |
| 90,00       |                                    |    |    |     |                                     |   |                             |   |  |
|             |                                    |    |    |     |                                     |   |                             |   |  |
|             |                                    |    |    |     |                                     |   |                             |   |  |
|             |                                    |    |    |     |                                     |   |                             |   |  |
|             |                                    |    |    |     |                                     |   |                             |   |  |
| 85,00       |                                    |    |    |     |                                     |   |                             |   |  |

Obs: Avanço a trado até 3,45 m. Lavagem entre 3,45 e 7,03 m.  
Revestimento até 5,00 m.  
Nível d'água inicial a 3,00 m.  
Limite da sondagem a 92,97 m (impenetrável à percussão).

Lavagem por Tempo:  
10 min: de 7,03 para 7,03 m;  
10 min: de 7,03 para 7,05 m;  
10 min: de 7,05 para 7,05 m;

## **Anexo 2 – Relatório Geotécnico**

São Paulo, 26 de Fevereiro de 2010.

À

**HAGAPLAN PLANEJAMENTO E PROJETOS S/C LTDA**

Praça Ramos de Azevedo, 206, 15º andar - Conj. 1510 e 1520.

01037-010 - São Paulo - SP

Fone (011) 3334-0355

At. : **Eng. Edson Victor de Souza**

Ref.: **EEE-3 e Abrigo para o Grupo Gerador – Jaguariúna – SP**  
**Relatório Geotécnico sobre o Método Construtivo**

Prezados Senhores,

## **1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Estamos encaminhando através desta o nosso relatório geotécnico sobre o tipo de fundação para o abrigo do grupo gerador e a definição do método construtivo a ser empregado na construção da estação elevatória de esgotos EEE-3, ambos a serem implantados na esquina das ruas Andorinha e Cândido Bueno, em Jaguariúna – SP.

A EEE-3 apresenta diâmetro interno de 3,8m, diâmetro externo de 4,6m e profundidade de 7,3m. Anexa à EEE-3 há uma caixa de válvulas com dimensões internas de 3,0m x 2,7m, com 1,45m de profundidade. O abrigo do grupo gerador se constitui numa edificação térrea, com dimensões internas de 3,0m x 5,6m

## **2. DADOS DISPONÍVEIS**

Para a elaboração deste relatório técnico dispúnhamos dos seguintes documentos:

- 2.1** Boletins de sondagens a percussão SP-01 a SP-03, emitidas pela Cravestak Construções e Comércio Ltda em 21/09/2009;
- 2.2** Desenhos de implantação geral, planta e cortes da EEE-3, fornecidos por V.Sas;

## **3. DESCRIÇÃO DO SUBSOLO LOCAL**

De acordo com as sondagens disponíveis o subsolo local é constituído por uma camada inicial de aterro composto por uma argila silto-arenosa de consistência mole cor amarela, marrom e cinza, com espessura de 1,6m a 2,0m, sobrejacente aos sedimentos terciários da bacia do Paraná, compostos

inicialmente por uma camada de argila areno-siltosa mole de cor marrom e cinza escuro até cerca de 4,0m a 5,0m de profundidade, seguida por uma camada de areia grossa siltosa pouco compacta cor amarela e cinza, com espessura variando entre 0,5m e 2,0m, abaixo da qual encontra-se material impenetrável à ferramenta de percussão, com profundidade variando entre 5,35m a 7,05m.

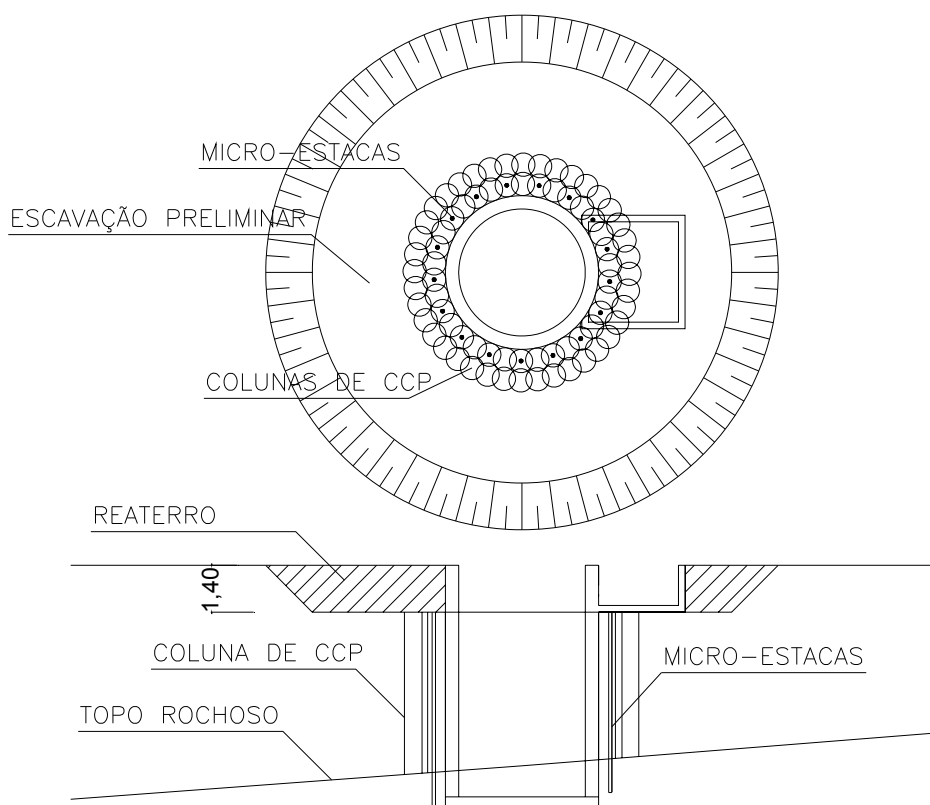
O nível d'água do lençol freático foi encontrado a 3,0m de profundidade nas três sondagens disponíveis.

#### 4. DESCRIÇÃO DO MÉTODO CONSTRUTIVO

Em função das características do subsolo local, a escavação da EEE-3 se dará em argilas de baixa capacidade suporte e em areia grossa, submersa. Além disto, a base da EEE será assente abaixo do provável topo rochoso.

Estas características impedem a execução desta obra através do processo mais usual de anéis pré-moldados, pois a camada de areia na base poderá impedir ou desnivelar a descida dos anéis e em função da irregularidade do topo rochoso, será extremamente difícil manter a escavação esgotada através de ponteiros filtrantes, permitindo que haja fluxo junto ao pé da escavação, comprometendo a segurança da obra.

Desta maneira, recomendamos que a escavação seja feita com a contenção provisória e vedação através de colunas de CCP (injetadas à baixa pressão) de diâmetro de 70cm espaçadas entre eixos de 50cm, em duas fileiras contíguas, conforme indicado no croquis abaixo.



**Figura 1:** Croquis da solução proposta em colunas de CCP

Antes da execução das colunas deverá ser feita uma escavação com 1,4m de profundidade e com uma sobre-largura de 4,0m em relação ao diâmetro externo da EEE-3, visando permitir a construção posterior da caixa de válvulas sem a necessidade de demolição das colunas de CCP. Esta escavação deverá ser feita com taludes 1V:1H e será feita totalmente acima do NA do lençol freático, não necessitando de cuidados especiais, a não ser a previsão de uma bomba submersível para esgotamento das águas de chuva que eventualmente possam cair sobre a escavação durante a execução da obra.

Após a escavação provisória, deverão ser executadas colunas de CCP, à baixa pressão, de maneira a formar colunas de 70cm de diâmetro a cada 50cm entre eixo, em duas camadas, conforme já citado anteriormente e conforme indicado no croquis acima, devendo as colunas da mesma linha serem executadas alternadamente, uma sim e três não, até que seja completado o anel, executando-se as colunas restantes também de forma alternada até que seja concluída cada uma das camadas. As colunas contíguas deverão ser executadas com defasagem mínima de 48h entre si, tempo este a ser ajustado em obra em função do real tempo de fim de pega.

Dada a profundidade de escavação e das características dos solos a escavar, a estrutura definitiva resultará com espessuras elevadas e por esta razão, é provável que resulte tecnicamente mais adequado o revestimento definitivo em concreto moldado.

Assim, uma vez executadas as colunas, inicia-se a escavação interna até que seja atingido o topo rochoso. Uma vez atingido o topo rochoso, a escavação deve se dar através do desmorte com auxílio de rompedor pneumático ou a fogo, caso seja encontrada rocha sã. A escavação em rocha deve ser feita com um afastamento mínimo de 20cm em relação à face interna das colunas de CCP. Somente para exemplificar, se o revestimento definitivo tiver 40cm de espessura no trecho em solo, o mesmo deverá ter 20cm de espessura no trecho em rocha.

Devido ao fato das colunas de CCP se constituírem de um tratamento do solo e não de uma estrutura propriamente dita, as mesmas podem conter imperfeições e porosidade que permitam ao longo do tempo que surjam pressões de terra e pressão de água na estrutura definitiva. Assim, a estrutura definitiva deverá ser dimensionada para a totalidade dos empuxos geostáticos e hidrostáticos, conforme a seguir descritos.

## 5. DIAGRAMAS DE EMPUXO E DIMENSIONAMENTO DAS COLUNAS

Para o dimensionamento, tanto das colunas que se constituirão em escoramento provisório, como para a parede definitiva, deverá ser considerado empuxo em repouso, que pode ser estimado com base na expressão 5.1 abaixo:

$$\sigma_h = \gamma \cdot z \cdot k_0 \quad (5.1)$$

em que:

$\sigma_h$  = pressão em repouso (tf/m<sup>2</sup>);

$\gamma$  = peso específico do solo (tf/m<sup>3</sup>);

$z$  = profundidade analisada (m);

$k_0$  = coeficiente de empuxo em repouso;



Para a determinação dos diagramas de empuxo, considerar os parâmetros geotécnicos apresentados no Quadro 4.1 a seguir, os quais foram obtidos com base em experiências anteriores e dados disponíveis na bibliografia consultada.

Quadro 4.1 – Parâmetros de resistência para os solos

| Camada        | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $c'$ (kPa) | $\phi'$ (°) | $K_0$ |
|---------------|-------------------------------|------------|-------------|-------|
| Argila Porosa | 16,0                          | 5,0        | 22          | 0,6   |
| Areia Siltosa | 17,0                          | 5,0        | 28          | 0,5   |

Como o limite entre a camada de argila porosa e de areia siltosa não se faz constante, recomendamos, para fins de dimensionamento estrutural do revestimento definitivo considerar um coeficiente de empuxo em repouso constante de:

$$K_0 = 0,60$$

Poderá ser considerado um diagrama triangular conforme indicado no croquis abaixo:

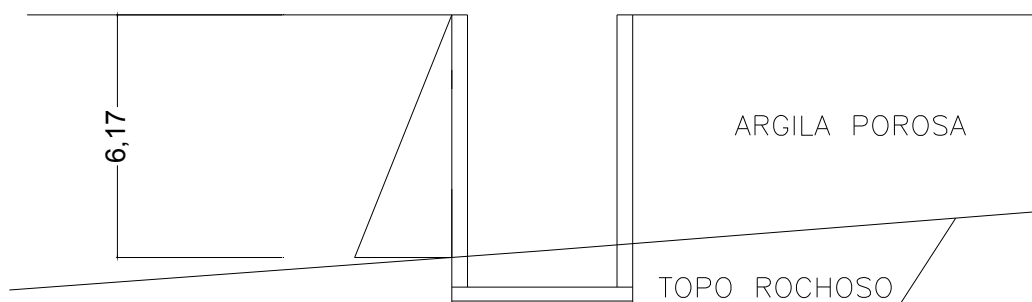


Figura 5.1 – Diagrama de empuxo geostático

A sobrecarga distribuída de 1,0tf/m<sup>2</sup>, para levar em conta materiais e equipamentos, foi determinada através da NC-03/1980, conforme mostrado na figura 5.2 e calculado conforme a expressão 5.3 a seguir.

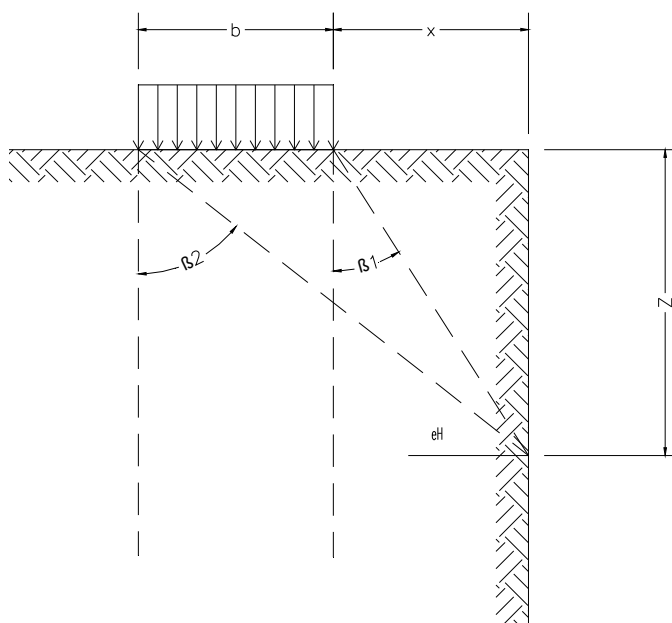


Figura 5.2 – Diagrama de sobrecarga localizada junto à escavação (equipamentos e materiais)

$$e_H = \frac{p''}{\pi} \times \left[ \beta_2 - \beta_1 + \frac{1}{2} \times (\text{sen } 2\beta_1 - \text{sen } 2\beta_2) \right] \quad (5.3)$$

A planilha detalhada com os cálculos e a saída gráfica se encontra no anexo A. Objetivando otimizar o dimensionamento do escoramento, esta sobrecarga distribuída foi considerada afastada no mínimo 1,5m em relação ao topo da vala e restrita a uma faixa de largura de 5,0m.

Deverá também ser considerado um diagrama de empuxo hidrostático. As sondagens indicam NA a 3,0m de profundidade, mas para fins de dimensionamento, considerar NA 1,0m acima do nível das sondagens, ou seja, deverá ser considerado empuxo hidrostático desde os 2,0m de profundidade até a cota inferior da laje de fundo.

As colunas deverão ter um consumo estimado de cimento de 450kg/m³, de maneira a resultar nos seguintes parâmetros de resistência para o dimensionamento das colunas em CCP:

- Resistência à compressão simples:  $f_{ck} = 2,0 \text{ MPa}$  aos 28 dias (200,0 tf/m²);
- Coesão das colunas:  $c = 60,0 \text{ kPa}$ ;
- Densidade das colunas:  $\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$ ;

A carga normal de compressão nas colunas pode ser calculada com base na expressão abaixo:

$$N = \sigma_h \cdot R_p$$

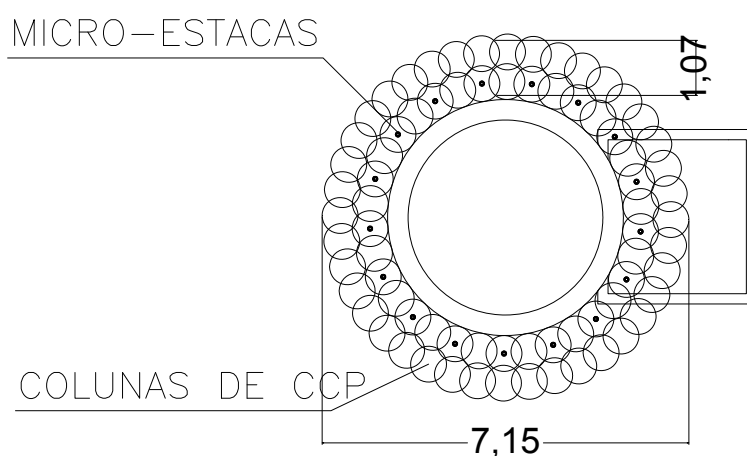
Onde:

$N$  = carga normal de compressão (tf);

$\sigma_h$  = pressão em repouso (tf/m²);

$R_p$  = raio do poço (m)

Neste caso, considerando que a EEE terá diâmetro externo de 4,6m e com a proposta de duas colunas de CCP com 70cm de diâmetro secantes, o diâmetro externo do poço será de 7,15m, conforme indicado no croquis abaixo:



**Figura 5.3** – Planta esquemática com as dimensões do poço e espessura da parede em CCP

Considerando a maior profundidade em solo de 6,17m (ver figura 5.1), a tensão horizontal na face do poço será de:

$$\sigma_h = 1,7.6,17.0,60 = 6,29tf / m^2$$

E a carga normal de compressão será de:

$$N = 6,29.7,15 = 45,0tf$$

Como as colunas de CCP serão feitas em duas camadas secantes, a espessura da parede de CCP será de 1,07m, conforme indicado na figura 5.3 acima. Portanto, a tensão de compressão nas colunas será de:

$$\sigma_{CCP} = \frac{45,0}{1,07} = 42,0tf / m^2$$

Considerando que a resistência mínima requerida para as colunas seja de  $f_{ck} = 200,0 \text{ tf/m}^2$ , a resistência de projeto será de:

$$f_{cd} = \frac{200,0}{1,4} = 142,0tf / m^2$$

Como a resistência de projeto é maior do que a tensão aplicada, o dimensionamento proposto está satisfatório e poderá ser adotado.

Não se faz necessário tratamento de fundo, pois a escavação estará com seu fundo em rocha.

## 6. RECOMENDAÇÕES FINAIS

Antes do início das escavações deverá ser verificada a integridade das colunas de CCP, a partir da amostragem de 10 (dez) colunas, utilizando-se uma sonda rotativa com um amostrador de parede dupla ( $\varnothing=HW$ ), em baixa rotação de perfuração e utilização de uma quantidade mínima possível de água de recirculação. Objetiva-se recuperar as amostras como o mínimo de danos, para a realização de ensaios em laboratório. A perda de área na seção transversal devido à perfuração (desde que devidamente executada) não compromete a resistência das estruturas. Recomenda-se o preenchimento do furo após finalização de cada perfuração por meio de calda de cimento. Em cada sondagem prevista deverão ser coletadas amostras a cada metro para seleção posterior e definição da quantidade de ensaios de laboratório de compressão simples ou demais ensaios que se tornem necessários.

Por dentro das colunas de CCP da camada interna deverão ser executadas micro-estacas injetadas com diâmetro de perfuração de 100mm (conforme indicado na figura 5.3), no interior das quais serão introduzidos tubos Schedule SC 40 com diâmetro de 2" para servir de armação. Estas micro-estacas servirão para unir as pontas das colunas de CCP que, por não apresentarem todas o mesmo comprimento, devido às irregularidades do topo rochoso, poderão não apresentar o efeito de arco satisfatório, sendo necessário solidarizar as colunas à rocha. Além deste efeito, as micro-estacas também serão responsáveis pela vedação do contato coluna – rocha, que pode não ser totalmente preenchido quando da execução das colunas, também devido à irregularidades do provável topo rochoso e às limitações do equipamento de injeção das colunas.

Com a solução proposta não haverá a necessidade de executar nenhum sistema de rebaixamento do lençol freático, pois as colunas de CCP farão a contenção e a vedação provisória. No entanto, deve-se prever em obra uma bomba submersível para o esgotamento da escavação caso haja percolação por uma eventual fratura ou descontinuidade do topo rochoso. Caso esta eventual fratura ou descontinuidade seja significativa, poderá, ainda, ser necessário injetar nata de cimento sob pressão para garantir a estanqueidade desejada da escavação.

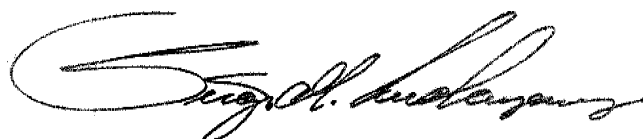
Esta obra deverá ser acompanhada por um engenheiro geotécnico para que eventuais ajustes às recomendações ora proposta possam ser feitos em função das reais características do subsolo local.

Recomenda-se que antes do início da execução da obra seja feita uma sondagem mista, percussão rotativa, localizada no centro do poço para que se possa ter uma noção mais clara da qualidade da rocha a ser desmontada.

Sem mais para o momento, colocamo-nos à disposição de V.Sas. para quaisquer esclarecimentos adicionais que se fizerem necessários e subscrevemo-nos,

Atenciosamente,

**LUDEMANN ENGENHEIROS ASSOCIADOS S/S LTDA**



**Eng. Sérgio Murari Ludemann**

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 7.1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MECÂNICA DOS SOLOS – NÚCLEO REGIONAL SÃO PAULO – ABMS. **Solos do Interior de São Paulo**, 1993. São Paulo. 399p.
- 7.2. COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO - METRÔ, Departamento de projeto Civil, **NC-03**. Capítulo V. São Paulo. Metrô. 1980. 177p.

## **8. ANEXOS**

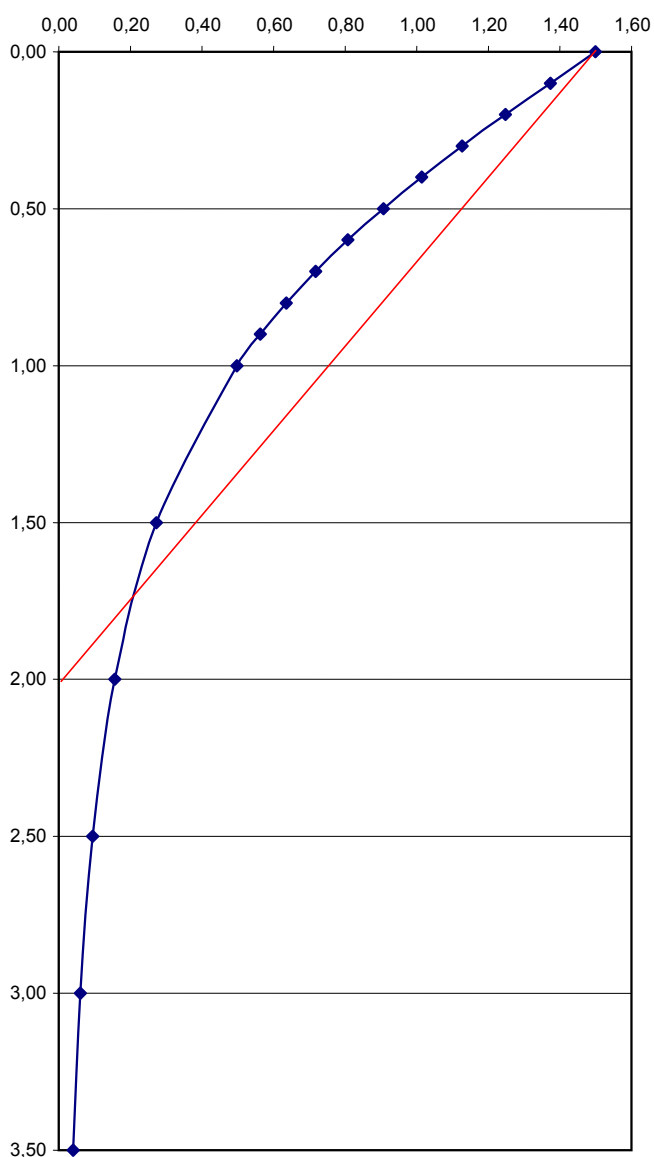
A - CÁLCULO DE SOBRECARGA PARA ESPAÇO SEMI-INFINITO

## A - CÁLCULO DE SOBRECARGA PARA ESPAÇO SEMI-INFINITO

### Sobrecarga em Espaço Semi-infinito (NC-03/80)

| z (m) | $\beta_1$ | $\beta_2$ | $\sigma$ (tf/m <sup>2</sup> ) | z (m) |
|-------|-----------|-----------|-------------------------------|-------|
| 0,00  | 0,00      | 1,57      | 1,50                          | 0,00  |
| 0,10  | 0,00      | 1,50      | 1,37                          | 0,10  |
| 0,20  | 0,00      | 1,44      | 1,25                          | 0,20  |
| 0,30  | 0,00      | 1,37      | 1,13                          | 0,30  |
| 0,40  | 0,00      | 1,31      | 1,01                          | 0,40  |
| 0,50  | 0,00      | 1,25      | 0,91                          | 0,50  |
| 0,60  | 0,00      | 1,19      | 0,81                          | 0,60  |
| 0,70  | 0,00      | 1,13      | 0,72                          | 0,70  |
| 0,80  | 0,00      | 1,08      | 0,64                          | 0,80  |
| 0,90  | 0,00      | 1,03      | 0,56                          | 0,90  |
| 1,00  | 0,00      | 0,98      | 0,50                          | 1,00  |
| 1,50  | 0,00      | 0,79      | 0,27                          | 1,50  |
| 2,00  | 0,00      | 0,64      | 0,16                          | 2,00  |
| 2,50  | 0,00      | 0,54      | 0,09                          | 2,50  |
| 3,00  | 0,00      | 0,46      | 0,06                          | 3,00  |
| 3,50  | 0,00      | 0,40      | 0,04                          | 3,50  |

**Sc** = 3,00 tf/m<sup>2</sup>  
**B** = 1,50 m  
**X** = - m



## **Anexo 3 – Memória de Cálculo de Estruturas**



---

Cliente

Doc Nº

---

Obra/Título

Responsável

Revisado

---

## Índice

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | GENERALIDADES  | 2  |
| 2   | PLANTAS – LAJE SUPERIOR E LAJE DE FUNDO  | 3  |
| 3   | LAJE DE FUNDO  | 6  |
| 3.1 | Composição de cargas na laje de fundo L.F (nível 558,12)                         | 6  |
| 3.2 | Dimensionamento da laje de fundo   | 7  |
| 3.3 | Cálculo da armadura superior:  | 8  |
| 3.4 | Cálculo da armadura inferior:  | 8  |
| 4   | PAREDE CIRCULAR  | 9  |
| 4.1 | Composição de cargas atuantes na parede PAR.1 (40/713)                           | 10 |
| 4.2 | Composição de cargas atuantes na parede PAR.1 - trecho embutido em rocha (20/90) | 14 |
| 5   | LAJE SUPERIOR – NÍVEL 565,05   | 18 |
| 5.1 | Composição de cargas na laje Superior (nível 565,05)                             | 18 |
| 5.2 | Dimensionamento das vigas da laje Superior                                       | 19 |
| 5.3 | Dimensionamento das Placas Pré-moldadas  | 21 |
| 6   | DIMENSIONAMENTO DAS PAREDES PAR. 2 A 4   | 25 |
| 7   | DIMENSIONAMENTO LAJE INTERMEDIÁRIA   | 26 |



Cliente

Doc Nº

Obra/Título

Responsável

Revisado

## 1 GENERALIDADES

O presente memorial foi elaborado para o cálculo da Estação Elevatória de Esgoto EEE-3, que faz parte da Estação Elevatória de Esgoto do Município de Jaguariúna.

Os parâmetros e materiais utilizados no projeto foram:

### MATERIAIS

Concreto estrutural .....  $f_{ck} \geq 30\text{MPa}$

Concreto colunas de CCP .....  $f_{ck} \geq 20\text{MPa}$

### COEFICIENTES DE SEGURANÇA

– Majoração das ações

Carga acidental .....  $\gamma_f = 1,40$

Carga permanente .....  $\gamma_f = 1,40$

– Minoração da resistência

Aço .....  $\gamma_s = 1,15$

Concreto .....  $\gamma_c = 1,40$

### SOBRECARGAS - COBERTURA

Sobrecarga .....  $300 \text{ kgf/m}^2$

### PESOS ADOTADOS

Concreto armado .....  $2,50 \text{ tf/m}^3$

Aço .....  $7,85 \text{ tf/m}^3$

### FUNDAÇÃO

Conforme parecer de Geotecnia HGP-048-GTRT-01-0.DOC da Ludemann Engenheiros Associados S/S Ltda.





Ciente

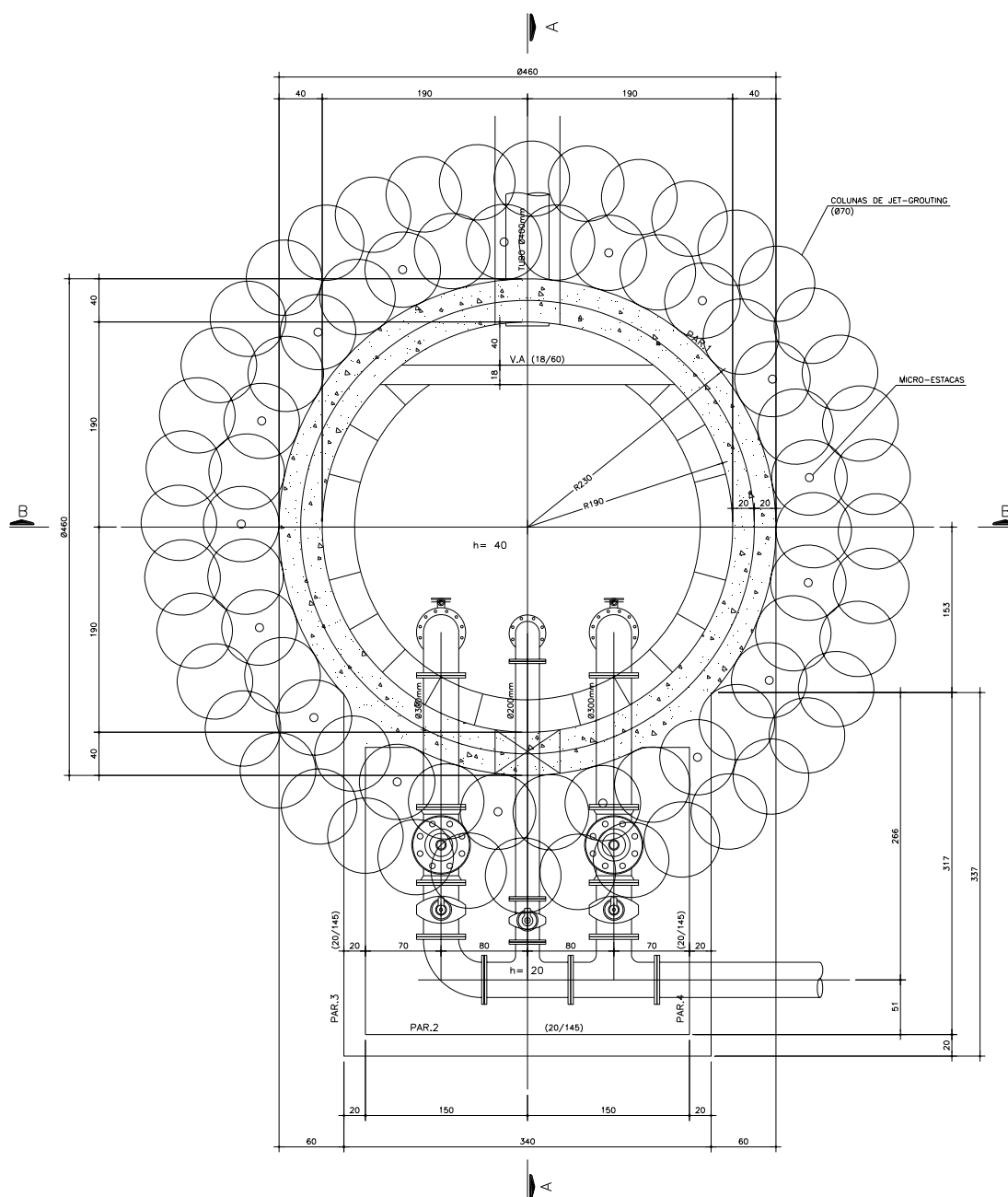
Doc N°

Obra/Título

Responsável

Revisado

POÇO CIRCULAR – PLANTA DA LAJE DE FUNDO





Cliente

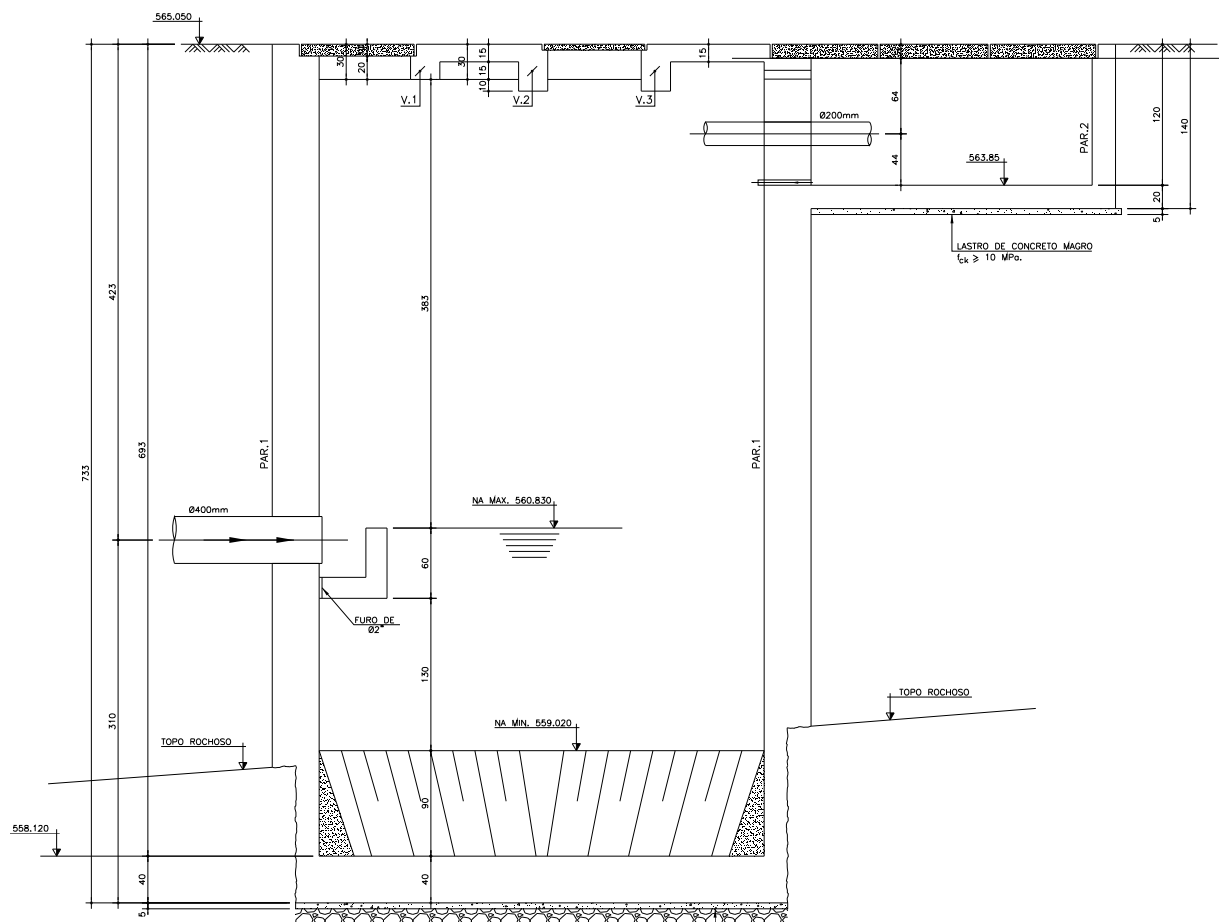
Doc Nº

Obra/Título

Responsável

Revisado

CORTE A-A





Cliente

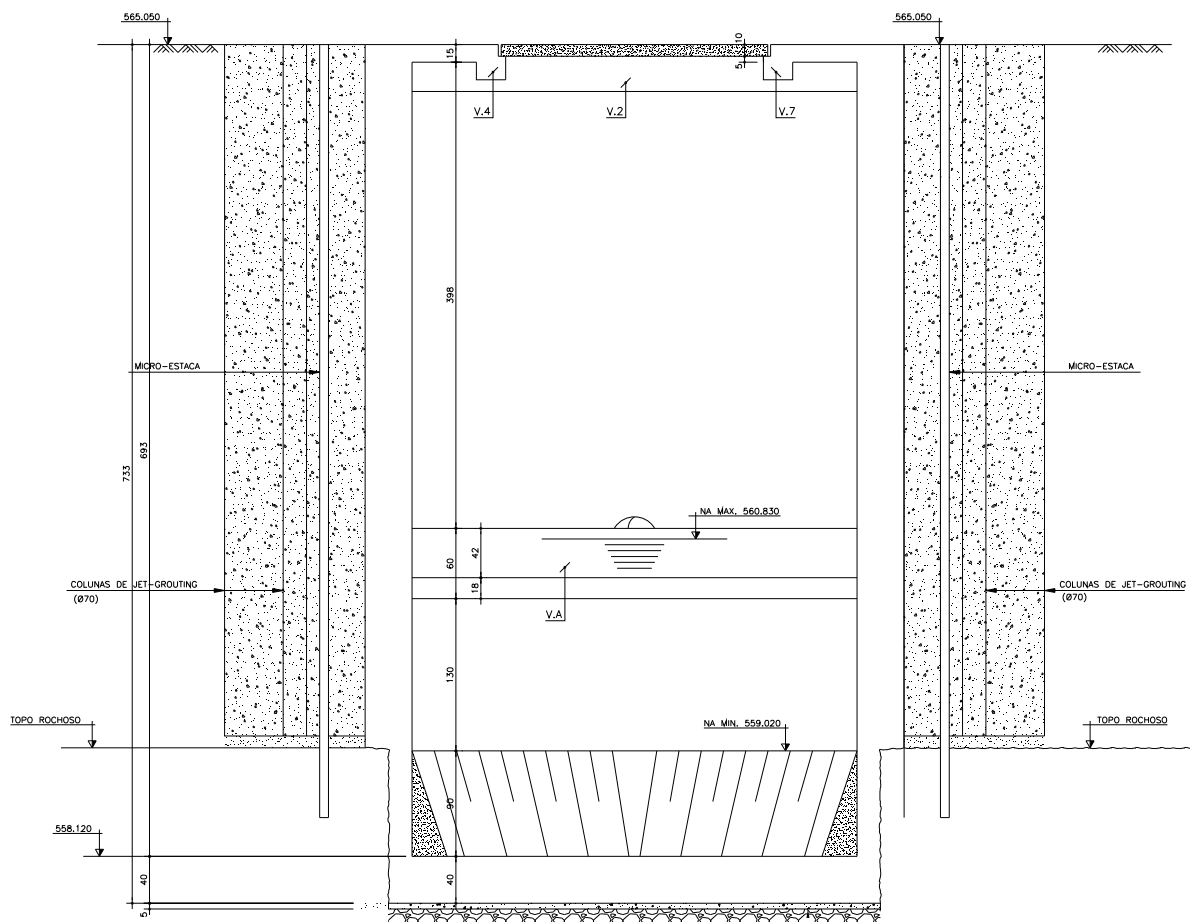
Doc Nº

Obra/Título

Responsável

Revisado

CORTE B-B



### 3 LAJE DE FUNDO

#### 3.1 Composição de cargas na laje de fundo L.F (nível 558,12)

Sub-pressão de água

Peso específico da água .....  $\gamma_{H_2O} = 1,00 \text{ tf/m}^3$

Cota de nível d'água (conforme parecer Geotécnico): .....  $565,05 - 2,00 = 563,05\text{m}$

$h_{NA} = 563,05 - (558,12 - 0,40) = 5,33 \text{ m}$

Sub-pressão:  $P = \gamma_{H_2O} \times h_{NA} = 1,00 \times 5,33 = 5,33 \text{ tf/m}^2$



Cliente

Doc N°

Obra/Título

Responsável

Revisado

Peso próprio da laje de fundo

Peso específico do concreto .....  $\gamma_{\text{conc}} = 2,50 \text{ tf/m}^3$

Espessura da laje .....  $e = 0,40 \text{ m}$

Peso próprio da laje:  $g = \gamma_{\text{conc}} \times e = 2,50 \times 0,40 = 1,00 \text{ tf/m}^2$

Pressão final na laje de fundo

Pressão final:  $5,33 - 1,00 = 4,33 \text{ tf/m}^2$

### 3.2 Dimensionamento da laje de fundo

Cálculo dos esforços solicitantes

Obs: esforços obtidos segundo a tabela "PLATTEN".

$M_r$  – Momento radial

$M_t$  – Momento anelar

$$M_r = M_t = \frac{1}{m} \times p \times a^2$$

onde

$p$  = carregamento distribuído uniformemente sobre a placa

$a$  = raio da placa

$m$  = coeficiente para obtenção do esforço (tabelado)

portanto

$$M_r = M_t = \frac{1}{5,33} \times 4,33 \times 2,30^2 = 4,30 \text{ tfm/m}$$



Cliente

Doc N°

Obra/Título

Responsável

Revisado

### 3.3 Cálculo da armadura superior:

 $b_w = 100 \text{ cm}$  $h = 40 \text{ cm}$  $d = 34 \text{ cm}$  $d' = 6 \text{ cm}$  $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$  $M = 4,30 \text{ tfm/m}$  $A_s = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}$ Para  $\phi 10 \text{ c/ } 12,5$ 

Fissuração

 $f_{ck} = 250 \text{ kgf/cm}^2$  coef. fluência = 1,5 $b_w = 100 \text{ cm}$   $h = 40 \text{ cm}$  $A_s = 6,40 \text{ cm}^2 (\phi 10 \text{ c/ } 12,5);$   $A_{s1} = 6,40 \text{ cm}^2 (\phi 10 \text{ c/ } 12,5)$  $F_i = 10 \text{ mm}$   $E_t = 2,25$  $M_r = 43,00 \text{ kn.m}$   $N_r = 0 \text{ tf}$  $\sigma_{gc} = 0,38 \text{ kn/cm}^2$   $\sigma_{gs} = 21,30 \text{ kn/cm}^2$  $X = 7,12 \text{ cm}$  $W_1 = 0,09 \text{ mm}$   $W_2 = 0,38 \text{ mm}$  ( $w_1$  e  $w_2 > 0,2 \text{ mm}$  – não ok)

### 3.4 Cálculo da armadura inferior:

 $A_{s \text{ nec}} = A_{s \text{ minimo}} = 0,15\% \times b_w \times h = 0,15\% \times 100 \times 40 = 6,00 \text{ cm}^2$ Adotado  $\phi 10 \text{ mm c/ } 12,5$



Cliente

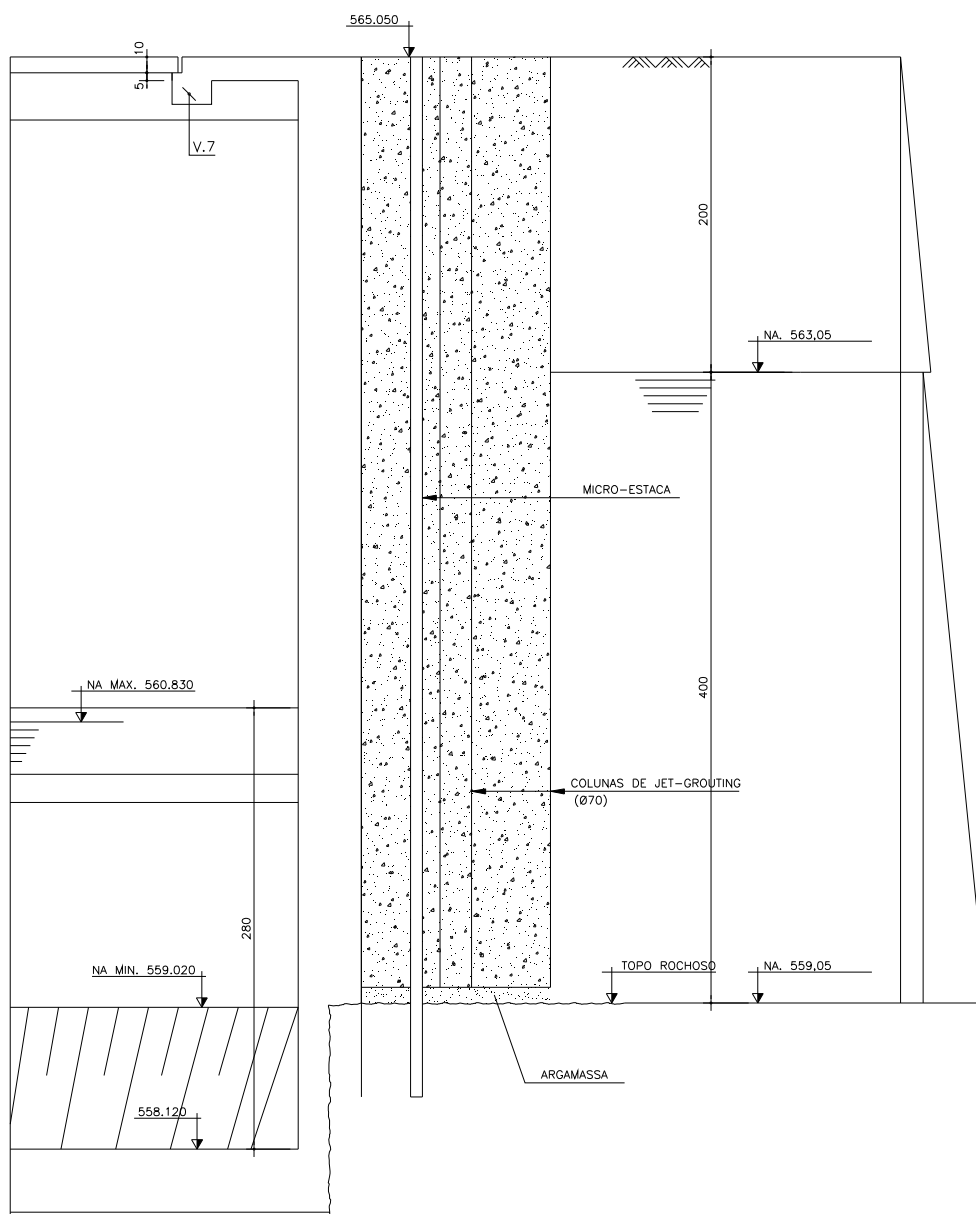
Doc Nº

Obra/Título

Responsável

Revisado

## 4 PAREDE CIRCULAR





Cliente

Doc Nº

Obra/Título

Responsável

Revisado

#### 4.1 Composição de cargas atuantes na parede PAR.1 (40/713)

Pressão hidrostática entre parede e CCP

Peso específico da água .....  $\gamma_{H_2O} = 1,00 \text{ tf/m}^3$

Cota de nível d'água (conforme parecer Geotécnico): .....  $565,05 - 2,00 = 563,05 \text{ m}$

$$h_{NA} = 563,05 - 559,05 = 4,00 \text{ m}$$

$$\text{Empuxo hidrostático } E = \gamma_{H_2O} \times h_{NA} = 1,00 \times 4,00 = 4,00 \text{ tf/m}^2$$

Parâmetros de solo (conforme parecer de Geotecnia):

Empuxo em repouso:

$$\sigma_o = \gamma \text{ solo} \times h \times K_o$$

$$\gamma \text{ solo} = 1,60 \text{ tf/m}^3$$

$$C = 0,50 \text{ tf/m}^2$$

$$\phi = 22^\circ$$

$$K_o = 0,60$$

Empuxos externos:

$$E_{\text{terra}} \text{ mínimo} = 0,20 \times \gamma \text{ solo} \times h = 0,20 \times 1,60 \times 6,00 = 1,92 \text{ tf/m}^2$$

$$E_{\text{terra}} = 1,60 \times 0,60 \times 2,00 = 1,92 \text{ tf/m}^2$$

$$E_{\text{terra submerso}} = (1,60 - 1,00) \times 0,60 \times 4,00 = 1,44 \text{ tf/m}^2$$

$$E_{\text{agua}} = \gamma \text{ agua} \times h = 1,00 \times 4,00 = 4,00 \text{ tf/m}^2$$

$$\text{Total} = E_{\text{terra}} + E_{\text{agua}} = 1,44 + 4,00 = 5,44 \text{ tf/m}^2$$

Empuxo interno

$$E_{\text{agua}} = \gamma \text{ agua} \times h = 1,00 \times 2,80 = 2,80 \text{ tf/m}^2$$

Obs: utilizaremos para cálculo dos esforços de normal anelar, momento e cortante atuantes no reservatório, as tabelas constantes nos volumes VI e VII dos livros de "Theorie und Berechnung – Rotationssymmetrischer Bauwerke".





Cliente

Doc Nº

Obra/Título

Responsável

Revisado

$$k = [(3 \times (1 - \mu^2))^{0,5} / (a \times h)]^{0,5}$$

$$\mu = 1 / 6$$

onde

h = espessura parede reservatório

a = raio do reservatório

p = pressão atuante no reservatório

L = altura do reservatório

$$k = [(3 \times (1 - 0,17^2))^{0,5} / (2,30 \times 0,40)]^{0,5}$$

$$k = 1,36$$

$$k \cdot L = 1,36 \cdot 6,00 = 8,20$$

como  $k \cdot L > 8$ , para cálculo adotaremos  $k \cdot L = 8$

Cálculo da normal anelar

$$N_{\phi} = p \times a \times FN$$

Cálculo do momento

$$M_y = p \times a \times h \times F_m/\omega$$

| L   | k2     | Fn     | Nq     | k4      | Fm/w    | My      |
|-----|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 0,0 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  |
| 0,1 | 0,0990 | 0,0990 | 1,2387 | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  |
| 0,2 | 0,1981 | 0,1981 | 2,4786 | 0,0004  | 0,0004  | 0,0020  |
| 0,3 | 0,2991 | 0,2991 | 3,7423 | 0,0014  | 0,0014  | 0,0070  |
| 0,4 | 0,4064 | 0,4064 | 5,0849 | 0,0026  | 0,0026  | 0,0130  |
| 0,5 | 0,5241 | 0,5241 | 6,5575 | 0,0010  | 0,0010  | 0,0050  |
| 0,6 | 0,6428 | 0,6428 | 8,0427 | -0,0097 | -0,0097 | -0,0485 |
| 0,7 | 0,7133 | 0,7133 | 8,9248 | -0,0351 | -0,0351 | -0,1757 |
| 0,8 | 0,6293 | 0,6293 | 7,8738 | -0,0606 | -0,0606 | -0,3033 |
| 0,9 | 0,3049 | 0,3049 | 3,8149 | -0,0142 | -0,0142 | -0,0711 |
| 1,0 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,2562  | 0,2562  | 1,2822  |



Cliente

Doc N°

Obra/Título

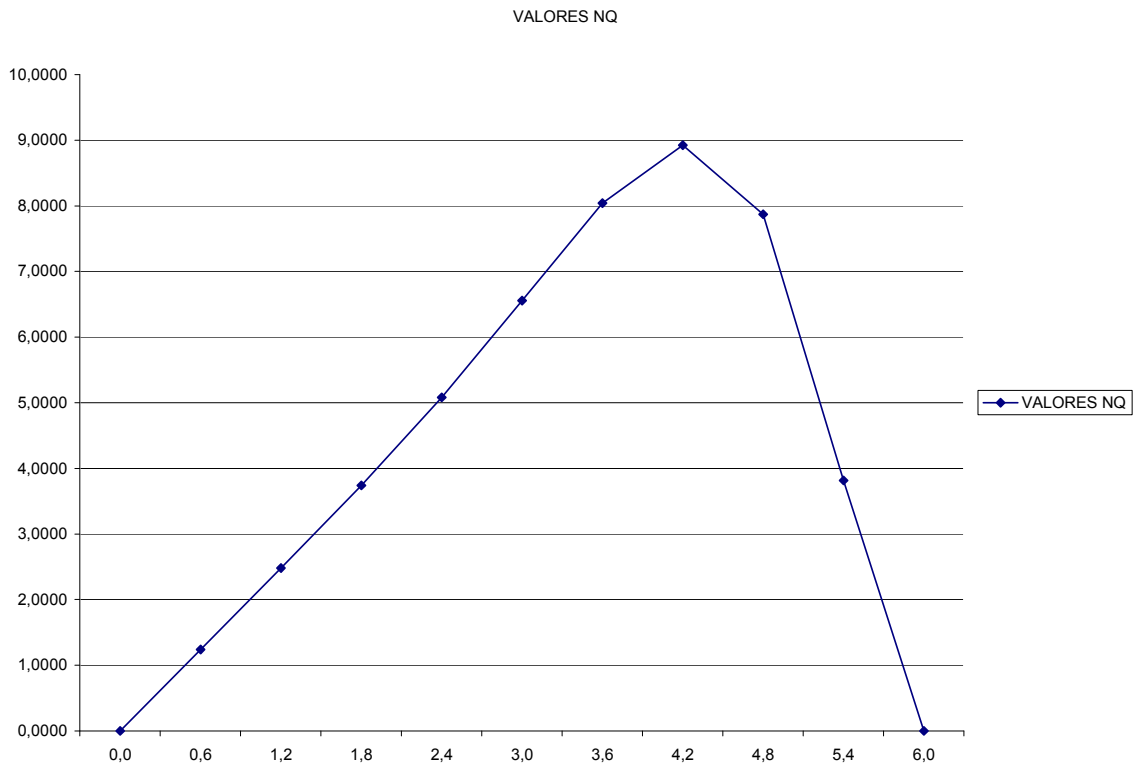
Responsável

Revisado

| H RESERV | My      | L   |
|----------|---------|-----|
| 0,0      | 0,0000  | 0,0 |
| 0,6      | 0,0000  | 0,1 |
| 1,2      | 0,0020  | 0,2 |
| 1,8      | 0,0070  | 0,3 |
| 2,4      | 0,0130  | 0,4 |
| 3,0      | 0,0050  | 0,5 |
| 3,6      | -0,0485 | 0,6 |
| 4,2      | -0,1757 | 0,7 |
| 4,8      | -0,3033 | 0,8 |
| 5,4      | -0,0711 | 0,9 |
| 6,0      | 1,2822  | 1,0 |

| Nq     | H RESERV | L   |
|--------|----------|-----|
| 0,0000 | 0,0      | 0,0 |
| 1,2387 | 0,6      | 0,1 |
| 2,4786 | 1,2      | 0,2 |
| 3,7423 | 1,8      | 0,3 |
| 5,0849 | 2,4      | 0,4 |
| 6,5575 | 3,0      | 0,5 |
| 8,0427 | 3,6      | 0,6 |
| 8,9248 | 4,2      | 0,7 |
| 7,8738 | 4,8      | 0,8 |
| 3,8149 | 5,4      | 0,9 |
| 0,0000 | 6,0      | 1,0 |

## Cálculo da normal anelar





Cliente

Doc N°

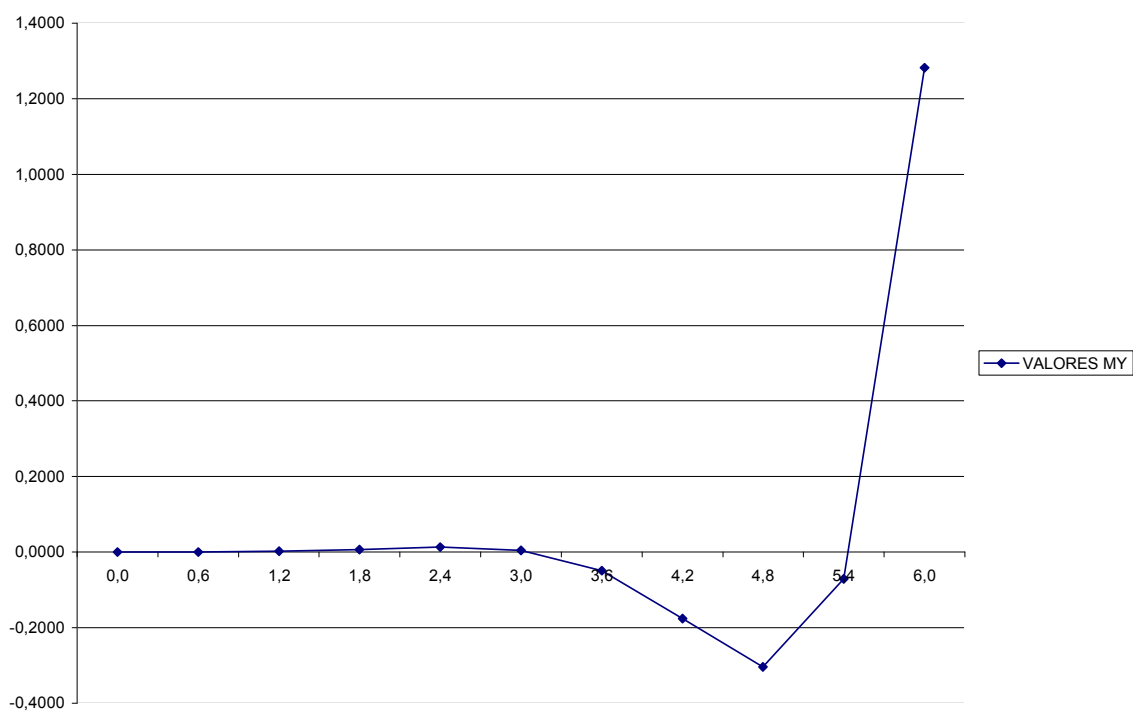
Obra/Título

Responsável

Revisado

## Cálculo do momento

VALORES MY



## Cálculo da cortante

$$Q_y = p \times a \times h \times k \times FQ/\omega$$

$$H = \pm Q_y$$

| L   | k2      | FQ/w    | Qy      |
|-----|---------|---------|---------|
| 0,0 | -0,0001 | -0,0001 | -0,0007 |
| 1,0 | 0,5489  | 0,5489  | 3,7361  |

## Dimensionamento da parede devido aos esforços

$$N_{\varphi} = 8,92 \text{ tf/m}$$

$$M_y = 1,28 \text{ tfm/m}$$

$$Q_y = +3,74 \text{ tf}$$



Cliente

Doc N°

Obra/Título

Responsável

Revisado

Para momento fletor

$$b_w = 100 \text{ cm} \quad h = 40 \text{ cm} \quad d = 35 \text{ cm} \quad d' = 5 \text{ cm}$$

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$A_{s_{nec}} = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \phi 12,5 \text{ mm c/ 15}$$

Verificação da fissuração na parede

$$f_{ck} = 250 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{coef. fluência} = 1,5$$

$$b_w = 100 \text{ cm} \quad h = 40 \text{ cm}$$

$$A_s = 8,33 \text{ cm}^2 (\phi 12,5 \text{ mm c/ 15}) \quad A_{s1} = 8,33 \text{ cm}^2 (\phi 12,5 \text{ mm c/ 15})$$

$$f_i = 12,5 \text{ mm} \quad \text{Eta} = 2,25$$

$$M_r = 1,28 \text{ tf.m} \quad N_r = 0 \text{ tf}$$

$$\sigma_{gc} = 0,10 \text{ kn/cm}^2 \quad \sigma_{gs} = 5,00 \text{ kn/cm}^2$$

$$X = 7,97$$

$$W_1 = 0,01 \text{ mm} \quad W_2 = 0,10 \text{ mm} \quad (w_1 \text{ e } w_2 > 0,2 \text{ mm} - \text{ok})$$

Adota-se  $\phi 12,5 \text{ mm c/ 15}$ 

#### 4.2 Composição de cargas atuantes na parede PAR.1 - trecho embutido em rocha (20/90)

Pressão hidrostática entre parede e CCP

$$\text{Peso específico da água} \dots\dots\dots \gamma_{H_2O} = 1,00 \text{ tf/m}^3$$

$$\text{Cota de nível d'água (conforme parecer Geotécnico):} \dots\dots\dots 565,05 - 2,00 = 563,05 \text{ m}$$

$$h_{NA} = 563,05 - 558,12 = 4,93 \text{ m}$$

$$\text{Empuxo hidrostático } E = \gamma_{H_2O} \times h_{NA} = 1,00 \times 4,93 = 4,93 \approx 5,00 \text{ tf/m}^2$$

Empuxo interno

$$E_{\text{agua}} = \gamma_{\text{agua}} \times h = 1,00 \times 2,80 = 2,80 \text{ tf/m}^2$$

Obs: utilizaremos para cálculo dos esforços de normal anelar, momento e cortante atuantes no reservatório, as tabelas constantes nos volumes VI e VII dos livros de "Theorie und Berechnung – Rotationssymmetrischer Bauwerke".



Cliente

Doc Nº

Obra/Título

Responsável

Revisado

$$k = [(3 \times (1 - \mu^2))^{0,5} / (a \times h)]^{0,5}$$

$$\mu = 1 / 6$$

onde

h = espessura parede reservatório

a = raio do reservatório

p = pressão atuante no reservatório

L = altura do reservatório

$$k = [(3 \times (1 - 0,17^2))^{0,5} / (2,10 \times 0,20)]^{0,5}$$

$$k = 2,01$$

$$k \cdot L = 2,01 \cdot 7,00 = 14,00$$

como  $k \cdot L > 8$ , para cálculo adotaremos  $k \cdot L = 8$ 

Cálculo da normal anelar

$$N_{\phi} = p \times a \times FN$$

Cálculo do momento

$$M_y = p \times a \times h \times F_m / \omega$$

| L   | k2     | Fn     | Nq     | k4      | Fm/w    | My      |
|-----|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 0,0 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0362  | 0,0362  | 0,0760  |
| 0,1 | 0,0591 | 0,0591 | 0,6206 | 0,0113  | 0,0113  | 0,0237  |
| 0,2 | 0,1731 | 0,1731 | 1,8176 | 0,0002  | 0,0002  | 0,0004  |
| 0,3 | 0,2916 | 0,2916 | 3,0618 | -0,0010 | -0,0010 | -0,0021 |
| 0,4 | 0,4068 | 0,4068 | 4,2714 | 0,0011  | 0,0011  | 0,0023  |
| 0,5 | 0,5259 | 0,5259 | 5,5220 | 0,0005  | 0,0005  | 0,0011  |
| 0,6 | 0,6438 | 0,6438 | 6,7599 | -0,0098 | -0,0098 | -0,0206 |
| 0,7 | 0,7130 | 0,7130 | 7,4865 | -0,0351 | -0,0351 | -0,0737 |
| 0,8 | 0,6278 | 0,6278 | 6,5919 | -0,0695 | -0,0695 | -0,1460 |
| 0,9 | 0,3049 | 0,3049 | 3,2015 | -0,0142 | -0,0142 | -0,0298 |
| 1,0 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,2562  | 0,2562  | 0,5380  |



Cliente

Doc Nº

Obra/Título

Responsável

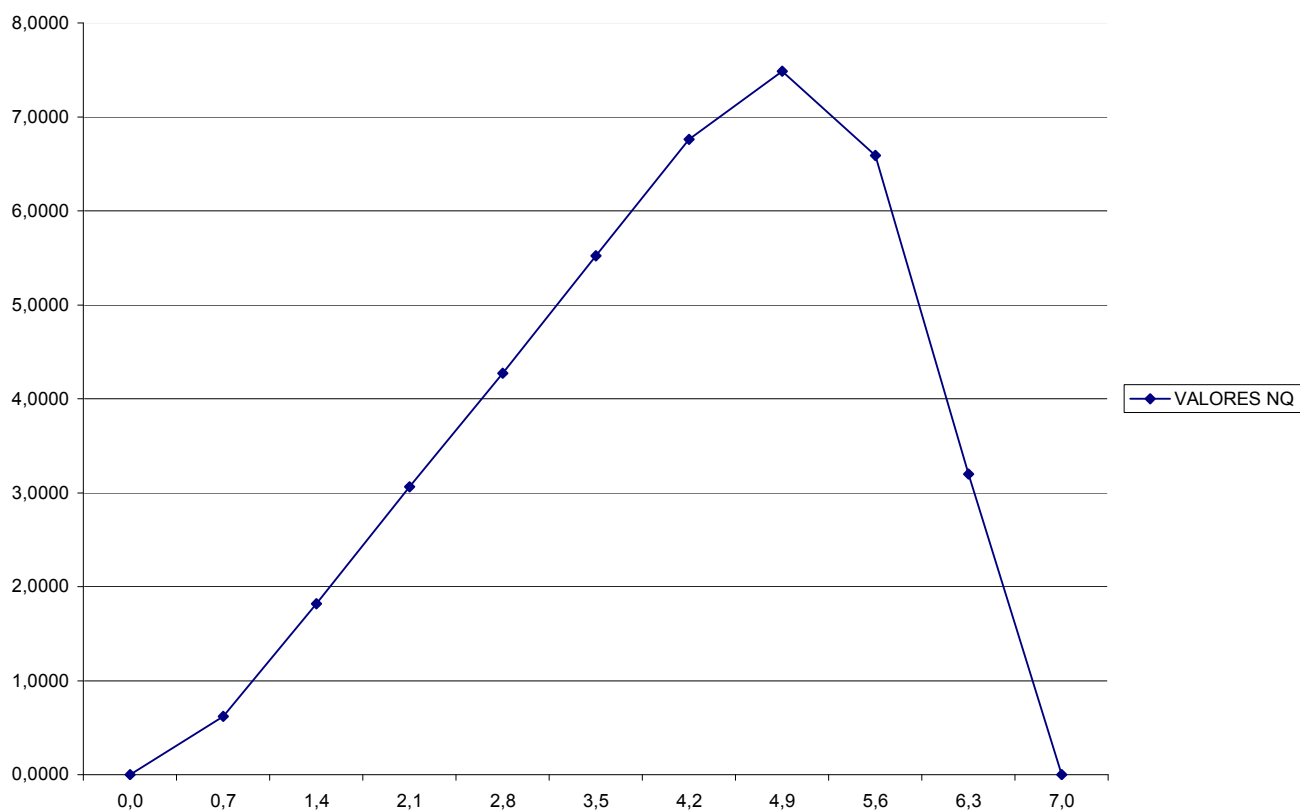
Revisado

| H RESERV | My      | L   |
|----------|---------|-----|
| 0,0      | 0,0760  | 0,0 |
| 0,7      | 0,0237  | 0,1 |
| 1,4      | 0,0004  | 0,2 |
| 2,1      | -0,0021 | 0,3 |
| 2,8      | 0,0023  | 0,4 |
| 3,5      | 0,0011  | 0,5 |
| 4,2      | -0,0206 | 0,6 |
| 4,9      | -0,0737 | 0,7 |
| 5,6      | -0,1460 | 0,8 |
| 6,3      | -0,0298 | 0,9 |
| 7,0      | 0,5380  | 1,0 |

| Nq     | H RESERV | L   |
|--------|----------|-----|
| 0,0000 | 0,0      | 0,0 |
| 0,6206 | 0,7      | 0,1 |
| 1,8176 | 1,4      | 0,2 |
| 3,0618 | 2,1      | 0,3 |
| 4,2714 | 2,8      | 0,4 |
| 5,5220 | 3,5      | 0,5 |
| 6,7599 | 4,2      | 0,6 |
| 7,4865 | 4,9      | 0,7 |
| 6,5919 | 5,6      | 0,8 |
| 3,2015 | 6,3      | 0,9 |
| 0,0000 | 7,0      | 1,0 |

Cálculo da normal anelar

VALORES NQ





Cliente

Doc N°

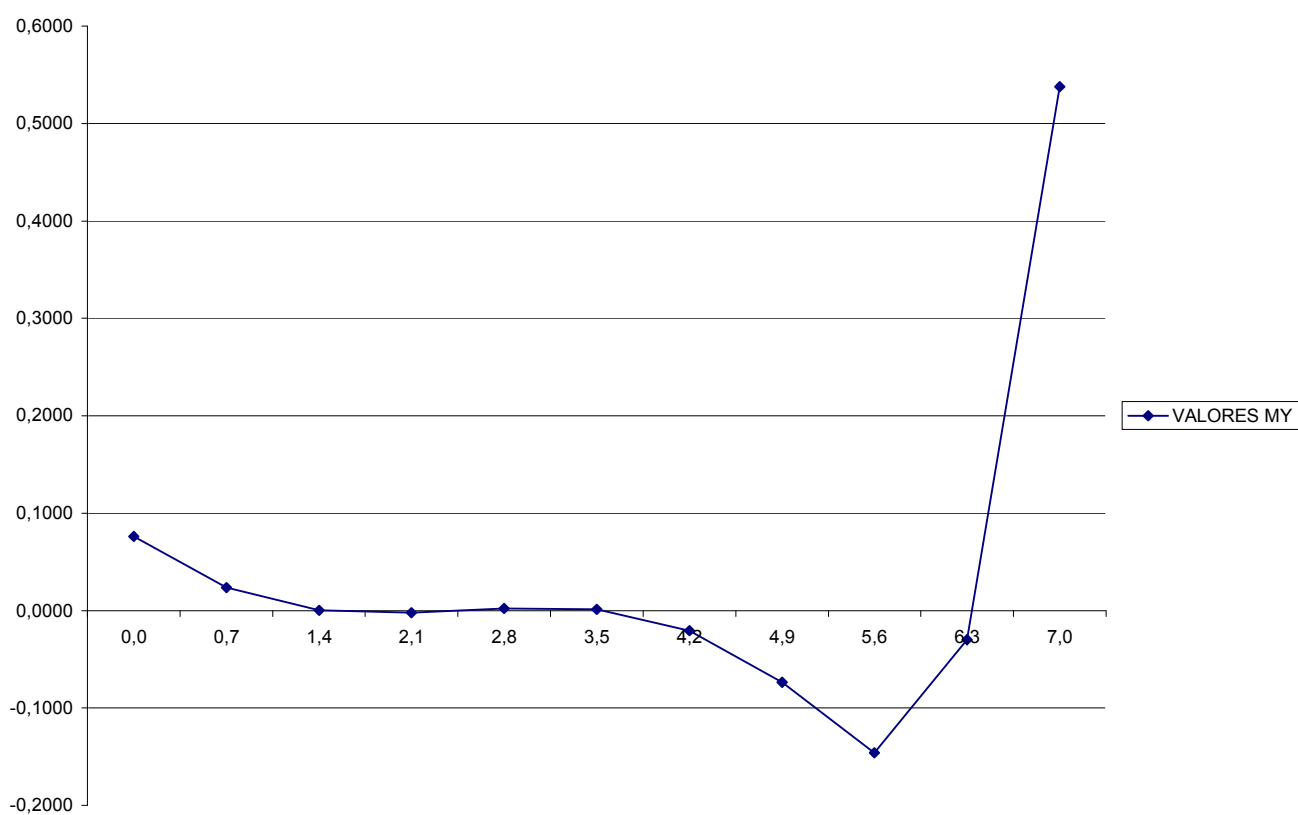
Obra/Título

Responsável

Revisado

## Cálculo do momento

VALORES MY



## Cálculo da cortante

$$Q_y = p \times a \times h \times k \times FQ/w$$

$$H = \pm Q_y$$

| L   | k2      | FQ/w    | Qy      |
|-----|---------|---------|---------|
| 0,0 | -0,0363 | -0,0363 | -0,1532 |
| 1,0 | 0,5489  | 0,5489  | 2,3169  |

## Dimensionamento da parede devido aos esforços

$$N_{\phi} = 7,49 \text{ tf/m}$$

$$M_y = 0,54 \text{ tfm/m}$$

$$Q_y = +2,32 \text{ tf}$$



Cliente

Doc N°

Obra/Título

Responsável

Revisado

Para momento fletor

 $b_w = 100 \text{ cm}$      $h = 20 \text{ cm}$      $d = 14 \text{ cm}$      $d' = 6 \text{ cm}$  $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$  $A_{s\text{nec}} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$      $\rightarrow$      $\phi 12,5 \text{ mm c/ 15}$ 

Verificação da fissuração na parede

 $f_{ck} = 250 \text{ kgf/cm}^2$     coef. fluência = 1,5 $b_w = 100 \text{ cm}$      $h = 20 \text{ cm}$  $A_s = 8,33 \text{ cm}^2 (\phi 12,5 \text{ mm c/ 15})$      $A_{s1} = 8,33 \text{ cm}^2 (\phi 12,5 \text{ mm c/ 15})$  $F_i = 12,5 \text{ mm}$      $\text{Eta} = 2,25$  $M_r = 0,54 \text{ tf.m}$      $N_r = 0 \text{ tf}$  $\text{Sigc} = 0,10 \text{ kn/cm}^2$      $\text{Sigs} = 1,00 \text{ kn/cm}^2$  $X = 4,67$  $W_1 = 0,01 \text{ mm}$      $W_2 = 0,02 \text{ mm}$  ( $w_1$  e  $w_2 > 0,2 \text{ mm}$  – ok)Adota-se  $\phi 12,5 \text{ mm c/ 15}$ 

## 5 LAJE SUPERIOR – NÍVEL 565,05

### 5.1 Composição de cargas na laje Superior (nível 565,05)

Peso próprio da laje

Peso específico do concreto .....  $\gamma_{\text{conc}} = 2,50 \text{ tf/m}^3$ Espessura da laje .....  $e = 0,15 \text{ m}$ Peso próprio da laje:  $g = \gamma_{\text{conc}} \times e = 2,50 \cdot 0,15 = 0,375 \text{ tf/m}^2$ Sobrecarga técnica :  $q = 300 \text{ kgf/m}^2 = 0,30 \text{ tf/m}^2$ 

Dimensionamento da laje

 $M = q \cdot l^2 / 8 = 0,70 \cdot 1,50^2 / 8 = 0,20 \text{ tfm/m}$  $R = q \cdot l / 2 = 0,70 \cdot 1,50 / 2 = 0,525 \text{ tf/m}$





Cliente

Doc N°

Obra/Título

Responsável

Revisado

Cálculo da armadura:

para  $M = 0,20 \text{ tfm/m}$ ;  $B_w = 100 \text{ cm}$ ;  $H_w = 15 \text{ cm}$ ;  $d = 10 \text{ cm}$

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

$A_{s\text{minimo}} = 0,10\% \times b_w \times h = 0,10\% \times 100 \times 15 = 1,50 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_{s\text{nec}} = 1,50 \text{ cm}^2 \rightarrow$  adotado  $\phi 6,3 \text{ mm c/ } 15$

Fissuração

$f_{ck} = 250 \text{ kgf/cm}^2$        $b_w = 100 \text{ cm}$        $h = 15 \text{ cm}$

$A_s = 2,13 \text{ cm}^2 (\phi 6,3 \text{ c/}15)$        $A_{s1} = 2,13 \text{ cm}^2 (\phi 6,3 \text{ c/}15)$

$F_i = 6,3 \text{ mm}$        $E_t = 2,25$

$M_r = 0,20 \text{ tf.m}$        $N_r = 0 \text{ tf}$

$\text{Sigc} = 0,20 \text{ kn/cm}^2$        $\text{Sigs} = 10,17 \text{ kn/cm}^2$

$X = 2,21$

$W_1 = 0,013 \text{ mm}$   $W_2 = 0,15 \text{ mm}$  ( $w_1$  e  $w_2 > 0,2 \text{ mm}$  – ok)

## 5.2 Dimensionamento das vigas da laje Superior

V1 (25/30)

Peso próprio ( $\gamma_{\text{conc}} = 2,50 \text{ tf/m}^3$ )

$g = 0,25 \times 0,30 \times 2,50 = 0,19 \text{ tf/m}$

para tomada de carga nas vigas, consideraremos RLj pela situação mais desfavorável:

$RLj = q \cdot l / 2 = 0,70 \cdot 1,50 / 2 = 0,525 \text{ tf/m}$

$Q_{\text{total}} = 0,19 + (0,525 \cdot 2) = 1,24 \text{ tf/m}$

$M_{\text{máx}} = q \cdot L^2 / 8 = 1,24 \cdot 1,35^2 / 8 = 0,28 \text{ tfm}$

$R = q \cdot L / 2 = 1,24 \cdot 1,35 / 2 = 0,84 \text{ tf}$

para  $M_{\text{pos}} = 0,28 \text{ tfm}$ ;  $B_w = 25 \text{ cm}$ ;  $H_w = 30 \text{ cm} \rightarrow A_{s\text{nec}} = 1,13 \text{ cm}^2 \rightarrow$  adotado  $2 \phi 10 \text{ mm}$

para  $V = 0,84 \text{ tf}$ ;  $B_w = 25 \text{ cm}$ ;  $H_w = 30 \text{ cm} \rightarrow A_{s\text{nec}} = 3,50 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow$  adotado  $\phi 6,3 \text{ mm c/ } 15$



Cliente

Doc N°

Obra/Título

Responsável

Revisado

V2 (25/40)

Peso próprio ( $\gamma_{conc} = 2,50 \text{ tf/m}^3$ )

$$g = 0,25 \times 0,40 \times 2,50 = 0,25 \text{ tf/m}$$

para tomada de carga nas vigas, consideraremos RLj pela situação mais desfavorável:

$$RLj = q \cdot l / 2 = 0,70 \cdot 1,50 / 2 = 0,525 \text{ tf/m}$$

$$Q \text{ total} = 0,25 + (0,525 \cdot 2) = 1,30 \text{ tf/m}$$

$$M_{\max} = q \cdot L^2 / 8 = 1,30 \cdot 4,20^2 / 8 = 2,87 \text{ tfm}$$

$$R = q \cdot L / 2 = 1,30 \cdot 4,20 / 2 = 2,73 \text{ tf}$$

para  $M_{pos} = 2,87 \text{ tfm}$ ;  $B_w = 25 \text{ cm}$ ;  $H_w = 40 \text{ cm} \rightarrow A_{s_{nec}} = 2,80 \text{ cm}^2 \rightarrow$  adotado 3  $\phi$  12,5 mmpara  $V = 2,73 \text{ tf}$ ;  $B_w = 25 \text{ cm}$ ;  $H_w = 40 \text{ cm} \rightarrow A_{s_{nec}} = 3,50 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow$  adotado  $\phi$  6,3 mm c/ 15

V3 (25/40)

Peso próprio ( $\gamma_{conc} = 2,50 \text{ tf/m}^3$ )

$$g = 0,25 \times 0,40 \times 2,50 = 0,25 \text{ tf/m}$$

para tomada de carga nas vigas, consideraremos RLj pela situação mais desfavorável:

$$RLj = q \cdot l / 2 = 0,70 \cdot 1,50 / 2 = 0,525 \text{ tf/m}$$

$$Q \text{ total} = 0,25 + (0,525 \cdot 2) = 1,30 \text{ tf/m}$$

$$M_{\max} = q \cdot L^2 / 8 = 1,30 \cdot 3,70^2 / 8 = 2,22 \text{ tfm}$$

$$R = q \cdot L / 2 = 1,30 \cdot 3,70 / 2 = 2,40 \text{ tf}$$

para  $M_{pos} = 2,22 \text{ tfm}$ ;  $B_w = 25 \text{ cm}$ ;  $H_w = 40 \text{ cm} \rightarrow A_{s_{nec}} = 2,80 \text{ cm}^2 \rightarrow$  adotado 3  $\phi$  12,5 mmpara  $V = 2,40 \text{ tf}$ ;  $B_w = 25 \text{ cm}$ ;  $H_w = 40 \text{ cm} \rightarrow A_{s_{nec}} = 3,50 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow$  adotado  $\phi$  6,3 mm c/ 15

V4 = V7 (25/30)

Peso próprio ( $\gamma_{conc} = 2,50 \text{ tf/m}^3$ )

$$g = 0,25 \times 0,30 \times 2,50 = 0,19 \text{ tf/m}$$

para tomada de carga nas vigas, consideraremos RLj pela situação mais desfavorável:

$$RLj = q \cdot l / 2 = 0,70 \cdot 1,50 / 2 = 0,525 \text{ tf/m}$$

$$Q \text{ total} = 0,19 + (0,525 \cdot 2) = 1,24 \text{ tf/m}$$



Cliente

Doc Nº

Obra/Título

Responsável

Revisado

$$M_{\max} = q \cdot L^2 / 8 = 1,24 \cdot 1,05^2 / 8 = 0,17 \text{ tfm}$$

$$R = q \cdot L / 2 = 1,24 \cdot 1,05 / 2 = 0,65 \text{ tf}$$

para  $M_{\text{pos}} = 0,17 \text{ tfm}$ ;  $B_w = 25 \text{ cm}$ ;  $H_w = 30 \text{ cm} \rightarrow A_{\text{ssec}} = 1,13 \text{ cm}^2 \rightarrow$  adotado 2  $\phi$  10 mm

para  $V = 0,65 \text{ tf}$ ;  $B_w = 25 \text{ cm}$ ;  $H_w = 30 \text{ cm} \rightarrow A_{\text{ssec}} = 3,50 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow$  adotado  $\phi$  6,3 mm c/ 15

$$V_5 = V_6 (25/30)$$

Peso próprio (  $\gamma_{\text{conc}} = 2,50 \text{ tf/m}^3$  )

$$g = 0,25 \times 0,30 \times 2,50 = 0,19 \text{ tf/m}$$

para tomada de carga nas vigas, consideraremos RLj pela situação mais desfavorável:

$$RLj = q \cdot l / 2 = 0,70 \cdot 1,50 / 2 = 0,525 \text{ tf/m}$$

$$Q_{\text{total}} = 0,19 + (0,525 \cdot 2) = 1,24 \text{ tf/m}$$

$$M_{\max} = q \cdot L^2 / 8 = 1,24 \cdot 2,05^2 / 8 = 0,65 \text{ tfm}$$

$$R = q \cdot L / 2 = 1,24 \cdot 2,05 / 2 = 1,27 \text{ tf}$$

para  $M_{\text{pos}} = 0,65 \text{ tfm}$ ;  $B_w = 25 \text{ cm}$ ;  $H_w = 30 \text{ cm} \rightarrow A_{\text{ssec}} = 1,13 \text{ cm}^2 \rightarrow$  adotado 2  $\phi$  10 mm

para  $V = 1,27 \text{ tf}$ ;  $B_w = 25 \text{ cm}$ ;  $H_w = 30 \text{ cm} \rightarrow A_{\text{ssec}} = 3,50 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow$  adotado  $\phi$  6,3 mm c/ 15

### 5.3 Dimensionamento das Placas Pré-moldadas

Peso próprio da laje

Peso específico do concreto .....  $\gamma_{\text{conc}} = 2,50 \text{ tf/m}^3$

Espessura da laje .....  $e = 0,12 \text{ m}$  ou  $e = 0,10 \text{ m}$

Peso próprio da laje:  $g = \gamma_{\text{conc}} \times e$

Sobrecarga técnica :  $q = 300 \text{ kgf/m}^2 = 0,30 \text{ tf/m}^2$



Cliente

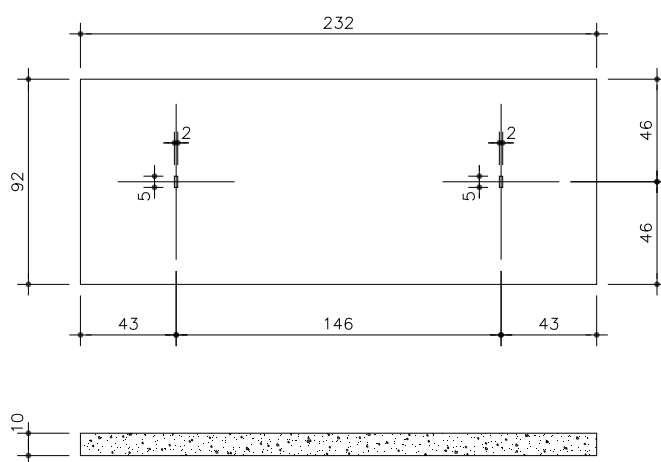
Doc N°

Obra/Título

Responsável

Revisado

PLACA PRÉ-MOLDADA  
PL.2 (1x)



$$g = 0,10 \times 2,50 = 0,25 \text{ tf/m}$$

$$Q_{\text{total}} = 0,25 + 0,30 = 0,55 \text{ tf/m}$$

$$M_{\text{máx}} = q \cdot L^2 / 8 = 0,55 \cdot 0,92^2 / 8 = 0,06 \text{ tfm}$$

$$R = q \cdot L / 2 = 0,55 \cdot 0,92 / 2 = 0,25 \text{ tf}$$

$$\text{para } M = 0,06 \text{ tfm/m ; } B_w = 100 \text{ cm ; } H_w = 10 \text{ cm} \rightarrow A_{s_{\text{nec}}} = 1,50 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{adotado } \phi 6,3 \text{ mm c/ 15}$$



Cliente

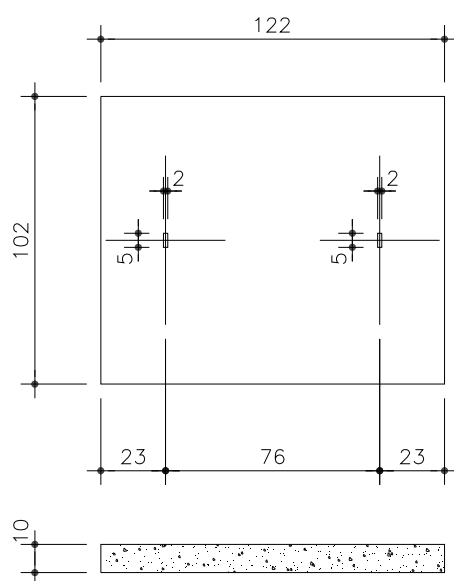
Doc N°

Obra/Título

Responsável

Revisado

PLACA PRÉ-MOLDADA  
PL.3 (1x)



$$g = 0,10 \times 2,50 = 0,25 \text{ tf/m}$$

$$Q \text{ total} = 0,25 + 0,30 = 0,55 \text{ tf/m}$$

$$M_{\text{máx}} = q \cdot L^2 / 8 = 0,55 \cdot 1,22^2 / 8 = 0,10 \text{ tfm}$$

$$R = q \cdot L / 2 = 0,55 \cdot 1,22 / 2 = 0,33 \text{ tf}$$

$$\text{para } M = 0,10 \text{ tfm/m ; } B_w = 100 \text{ cm ; } H_w = 10 \text{ cm} \rightarrow A_{\text{s nec}} = 1,50 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{adotado } \phi 6,3 \text{ mm c/ 15}$$



Cliente

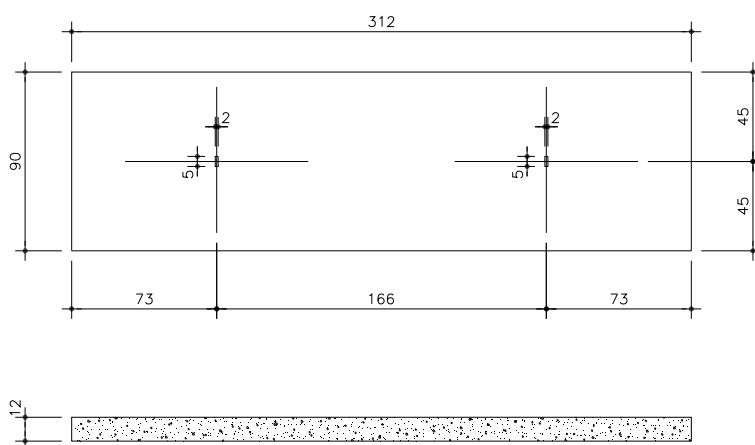
Doc N°

Obra/Título

Responsável

Revisado

PLACA PRÉ-MOLDADA PL.1 (3x)



$$g = 0,12 \times 2,50 = 0,30 \text{ tf/m}$$

$$Q_{\text{total}} = 0,30 + 0,30 = 0,60 \text{ tf/m}$$

$$M_{\text{máx}} = q \cdot L^2 / 8 = 0,60 \cdot 3,12^2 / 8 = 0,73 \text{ tfm}$$

$$R = q \cdot L / 2 = 0,60 \cdot 3,12 / 2 = 0,94 \text{ tf}$$

para  $M = 0,73 \text{ tfm/m}$  ;  $B_w = 100 \text{ cm}$ ;  $H_w = 12 \text{ cm} \rightarrow A_{s_{\text{nec}}} = 3,11 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{adotado } \phi 6,3 \text{ mm c/ } 10$



Cliente

Doc N°

Obra/Título

Responsável

Revisado

## 6 DIMENSIONAMENTO DAS PAREDES PAR. 2 A 4

Parâmetros de solo (conforme parecer de Geotecnia):

Empuxo em repouso:

$$\sigma_o = \gamma_{\text{solo}} \cdot h \cdot K_o$$

$$\gamma_{\text{solo}} = 1,60 \text{ tf/m}^3$$

$$C = 0,50 \text{ tf/m}^2$$

$$\phi = 22^\circ$$

$$K_o = 0,60$$

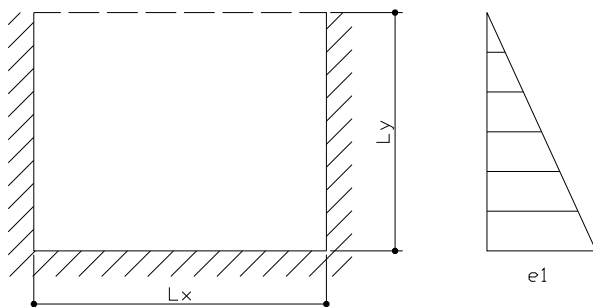
Empuxos externos:

$$E_{\text{terra}} \text{ mínimo} = 0,20 \times \gamma_{\text{solo}} \times h = 0,20 \times 1,60 \times 1,40 = 0,45 \text{ tf/m}^2$$

$$E_{\text{terra}} = 1,60 \times 0,60 \times 1,40 = 1,35 \text{ tf/m}^2$$

Empuxo interno

$$E_{\text{agua}} = \gamma_{\text{agua}} \times h = 1,00 \times 1,20 = 1,20 \text{ tf/m}^2$$



$$M = q \cdot l^2 / 6 = 1,35 \times 1,40^2 / 6 = 0,44 \text{ tfm/m}$$

Cálculo da armadura:

para  $M = 0,44 \text{ tfm/m}$ ;  $B_w = 100 \text{ cm}$ ;  $H_w = 20 \text{ cm}$ ;  $d = 15 \text{ cm}$

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

$$A_{s \text{ nec}} = A_{s \text{ minimo}} = 0,10\% \times b_w \times h = 0,10\% \times 100 \times 20 = 2,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 3,00 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{adotado } \phi 8 \text{ mm c/ } 15$$



Cliente

Doc N°

Obra/Título

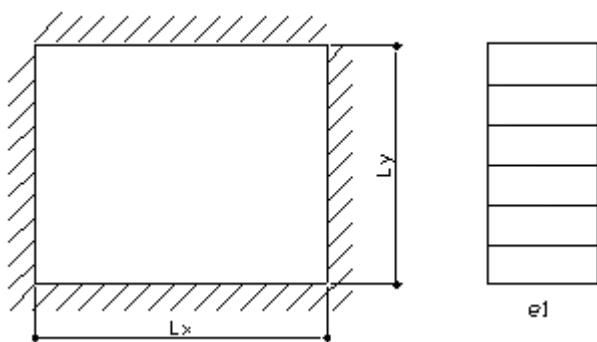
Responsável

Revisado

## 7 DIMENSIONAMENTO LAJE INTERMEDIÁRIA

Peso de água :

$$p = \gamma_{\text{agua}} \times h = 1,00 \times 1,40 = 1,40 \text{ tf/m}^2$$



$$L_x \approx 3,00 \text{ m} \quad L_y \approx 2,80 \text{ m}$$

$$M_{\text{max}} = q \cdot L^2 / 8 = 1,20 \times 2,80^2 / 8 = 1,18 \text{ tfm/m}$$

Cálculo da armadura na menor dimensão:

$$b_w = 100 \text{ cm}$$

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

$$d = 15 \text{ cm}$$

$$d' = 5 \text{ cm}$$

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{Adota-se } \phi 10 \text{ c/ } 15$$

$$A_{s \text{ minimo}} = 0,10\% \times b_w \times h = 0,10 \% \times 100 \times 25 = 2,50 \text{ cm}^2/\text{m}$$



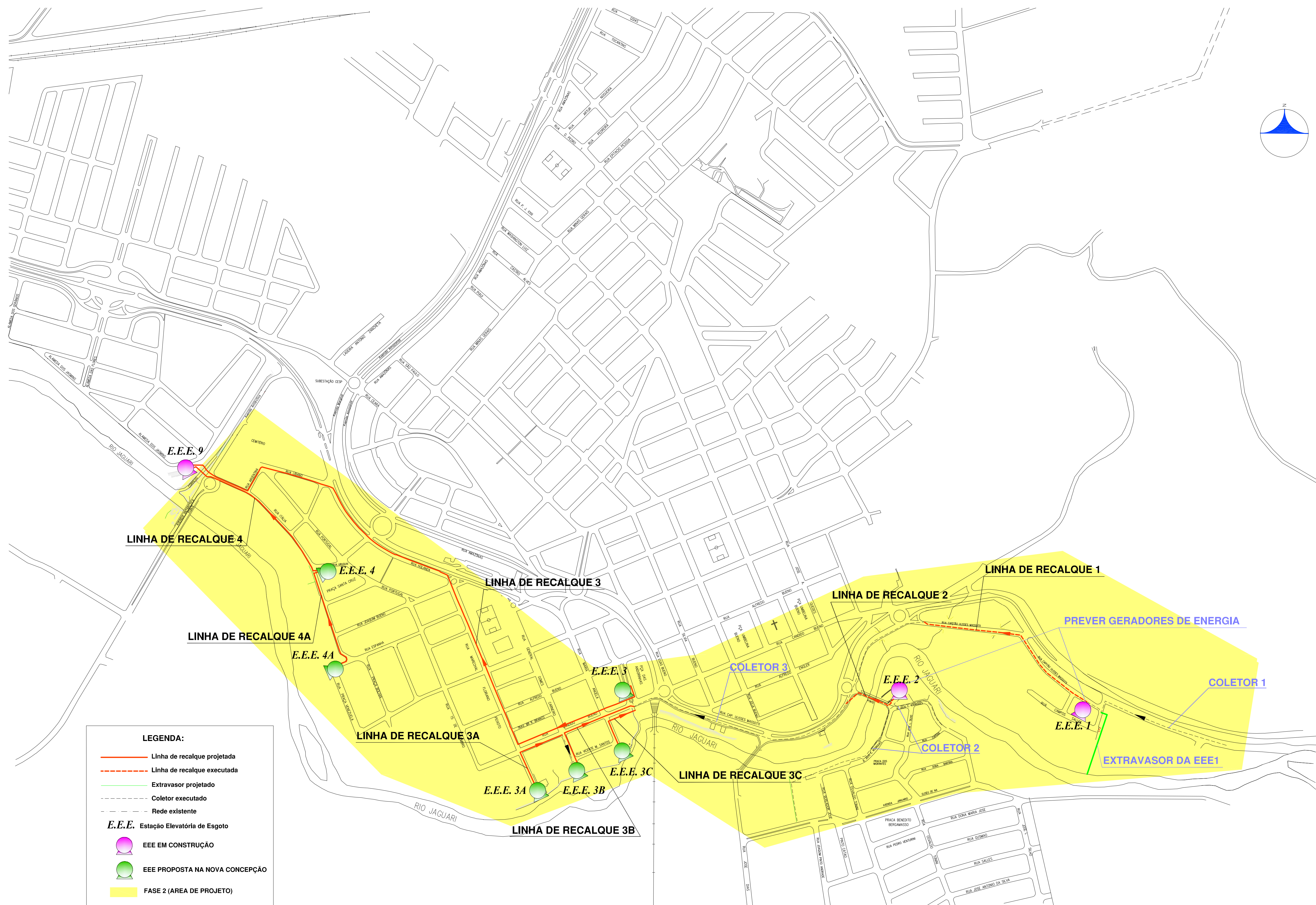
## **6. Desenhos**

## 6. Desenhos

---

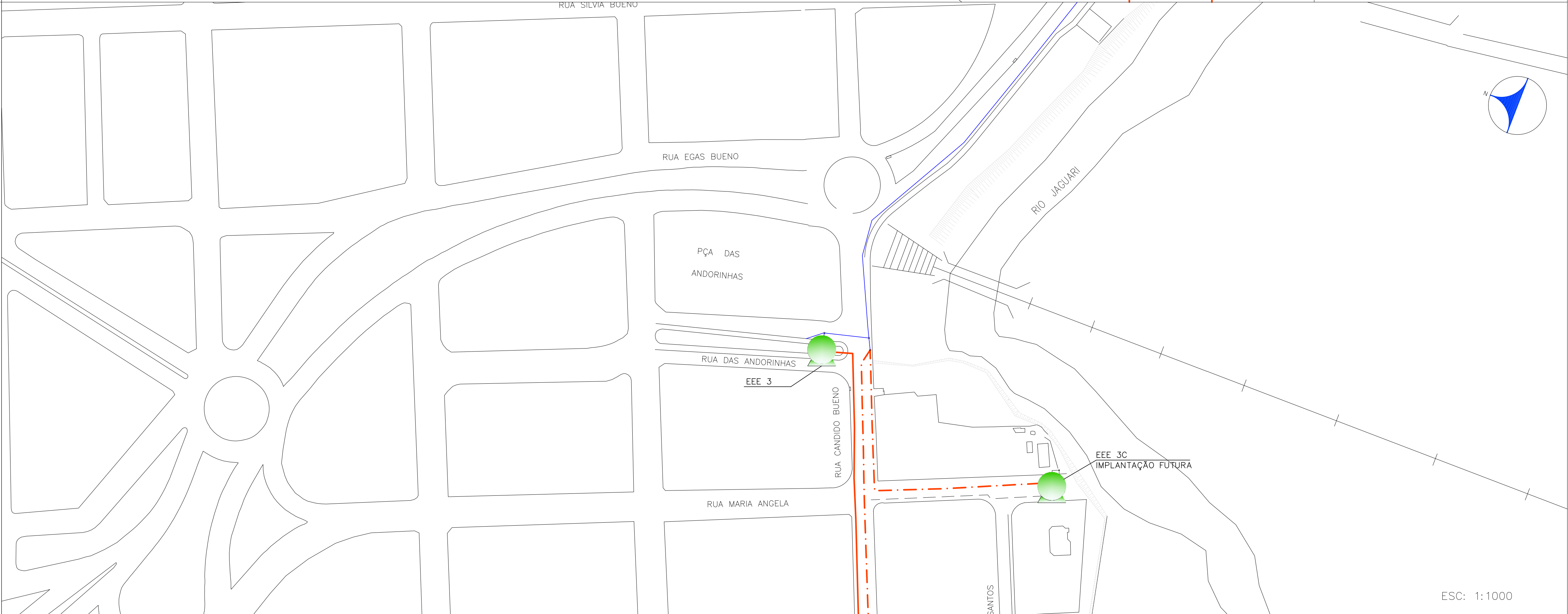
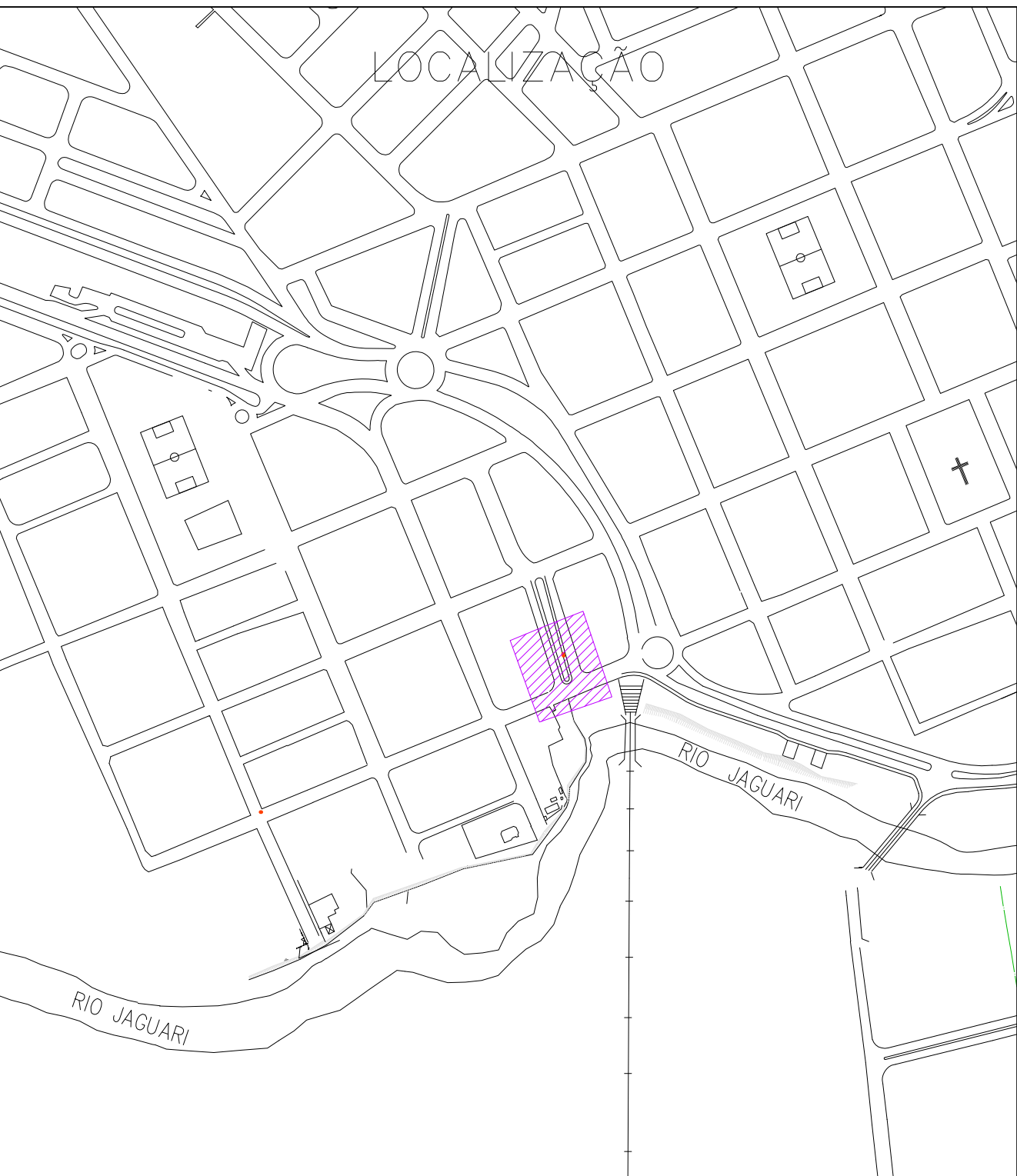
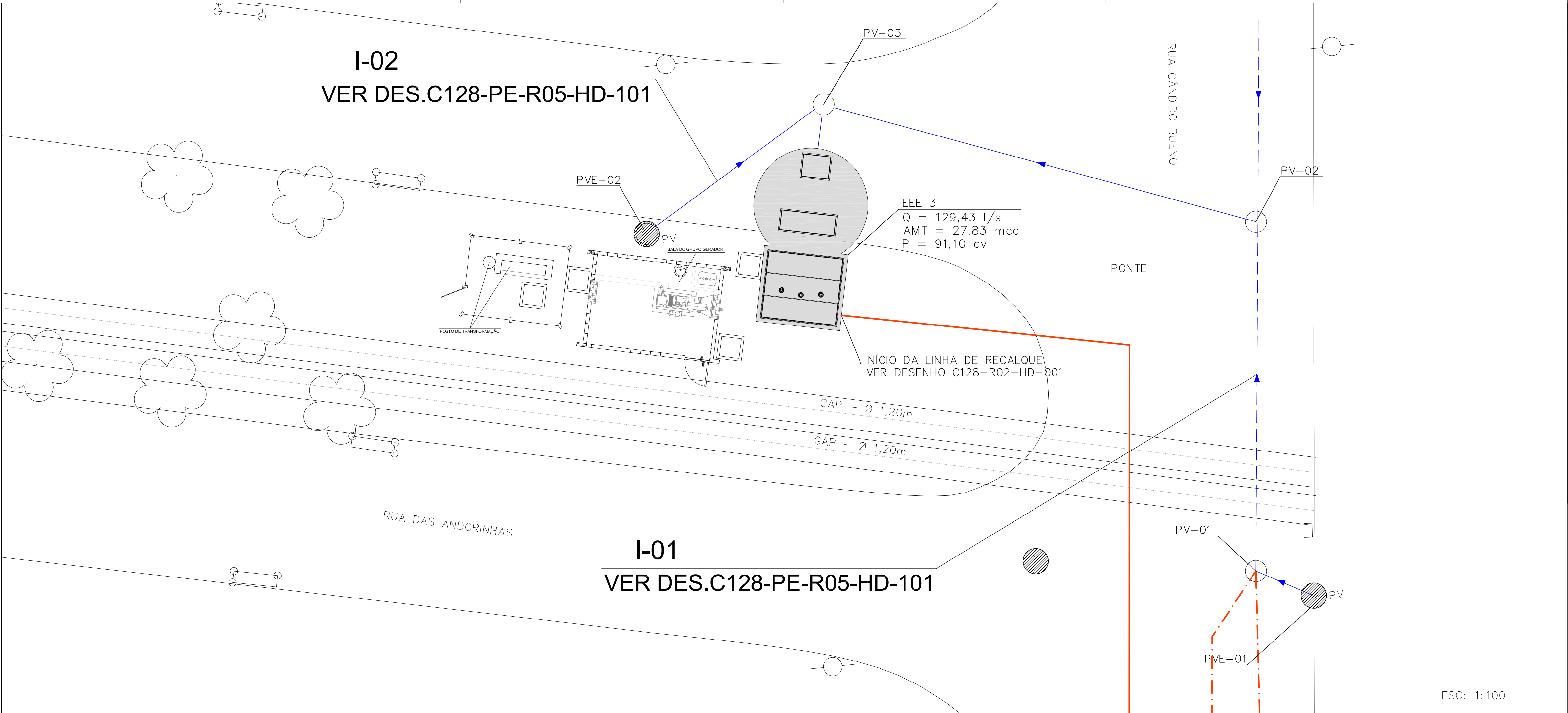
### Relação de Desenhos

| Desenho N °        | Descrição  | Revisão |
|--------------------|--|---------|
| C128-PE-R05-GE-001 | Planta de Localização – Fl. 1/1  | 0       |
| C128-PE-R05-GE-002 | Implantação da EEE3 – Fl. 1/1  | 0       |
| C128-PE-R05-AR-001 | Projeto Executivo de Arquitetura – Plantas, Cortes e Elevações – Fl. 1/1 | 0       |
| C128-PE-R05-UR-001 | Urbanismo e Paisagismo – Fl. 1/1   | 0       |
| C128-PE-R05-ES-001 | Planta da Laje de Fundo e Tampa da EEE3 – Fl. 1/2                        | 0       |
| C128-PE-R05-ES-002 | Cortes e Detalhamento das Placas da EEE3 – Fl. 2/2                       | 0       |
| C128-PE-R05-ES-003 | Armação da Laje de Fundo e Tampa da EEE3 – Fl. 1/2                       | 0       |
| C128-PE-R05-ES-004 | Armação das Paredes, Vigas e Placas Pré-Moldadas da EEE3 – Fl. 2/2       | 0       |
| C128-PE-R05-ES-005 | Detalhes do Cesto da EEE3 – Fl. 1/1                                      | 0       |



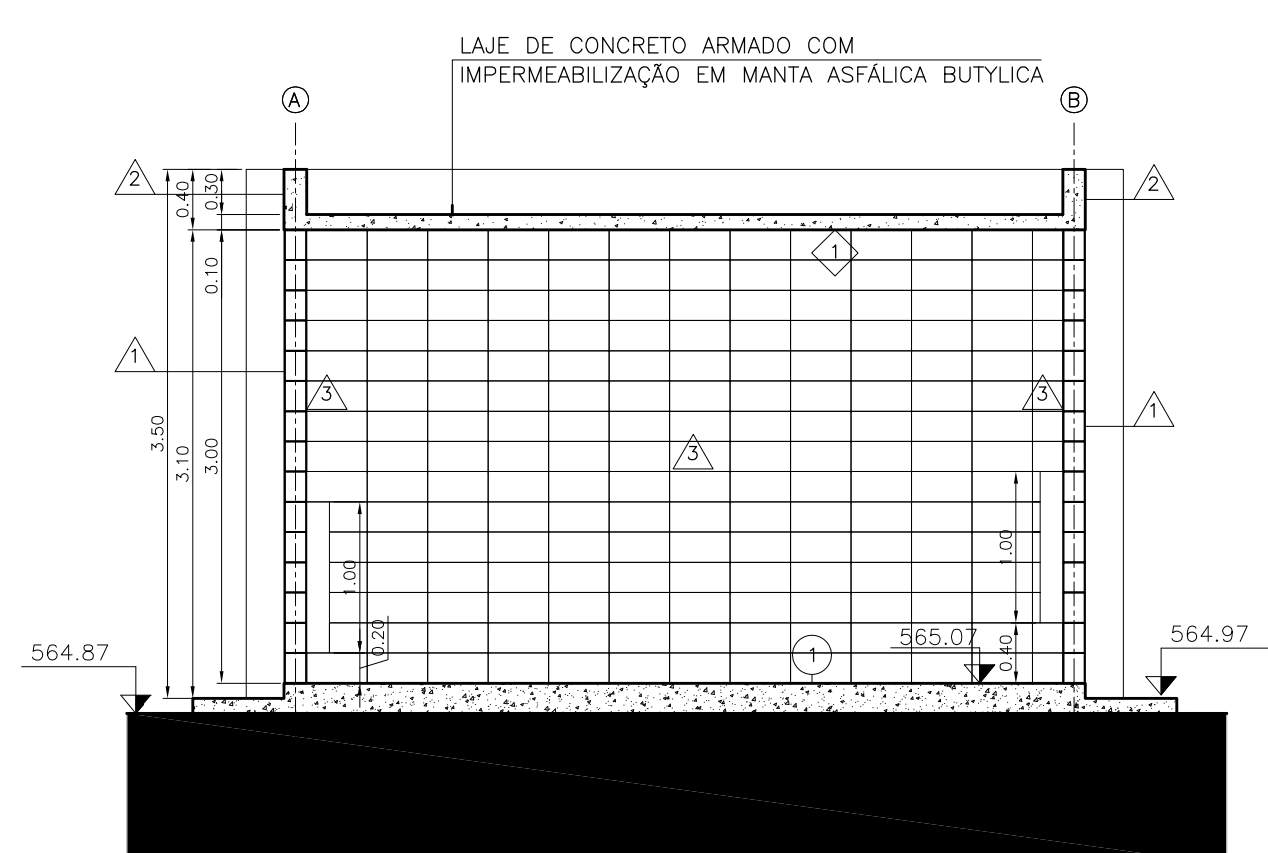
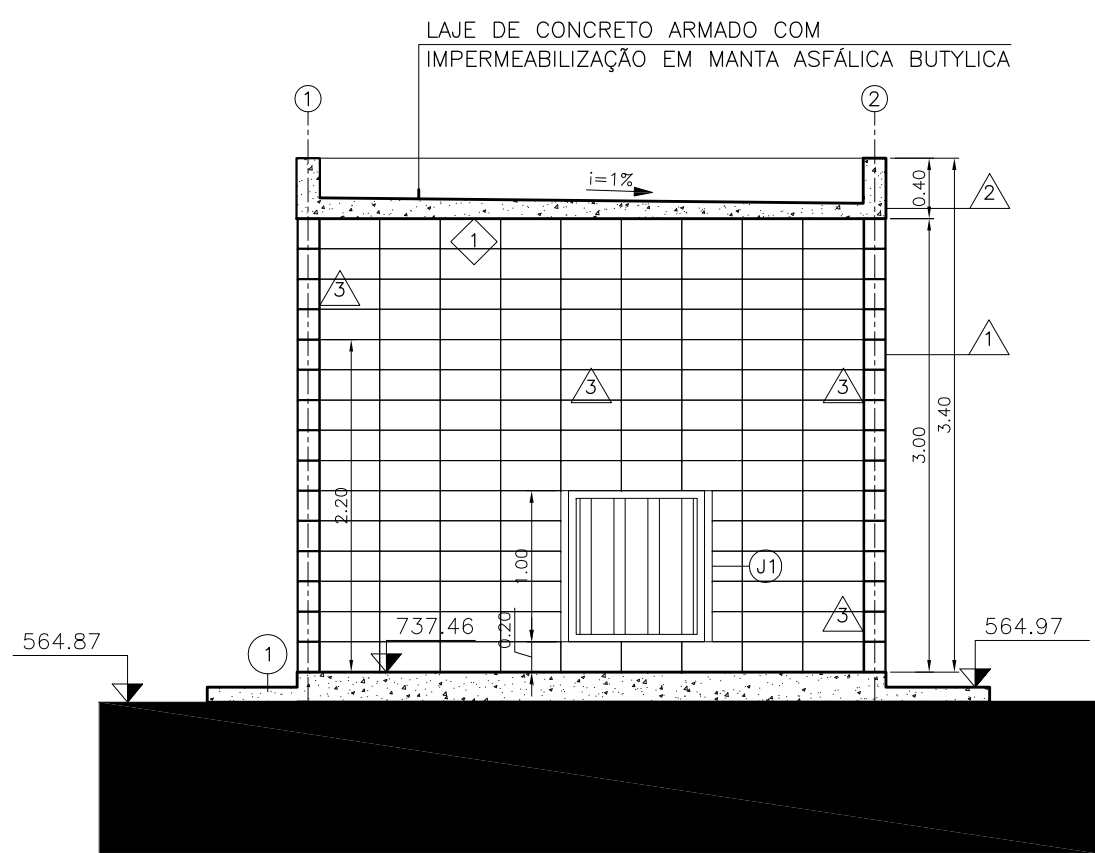
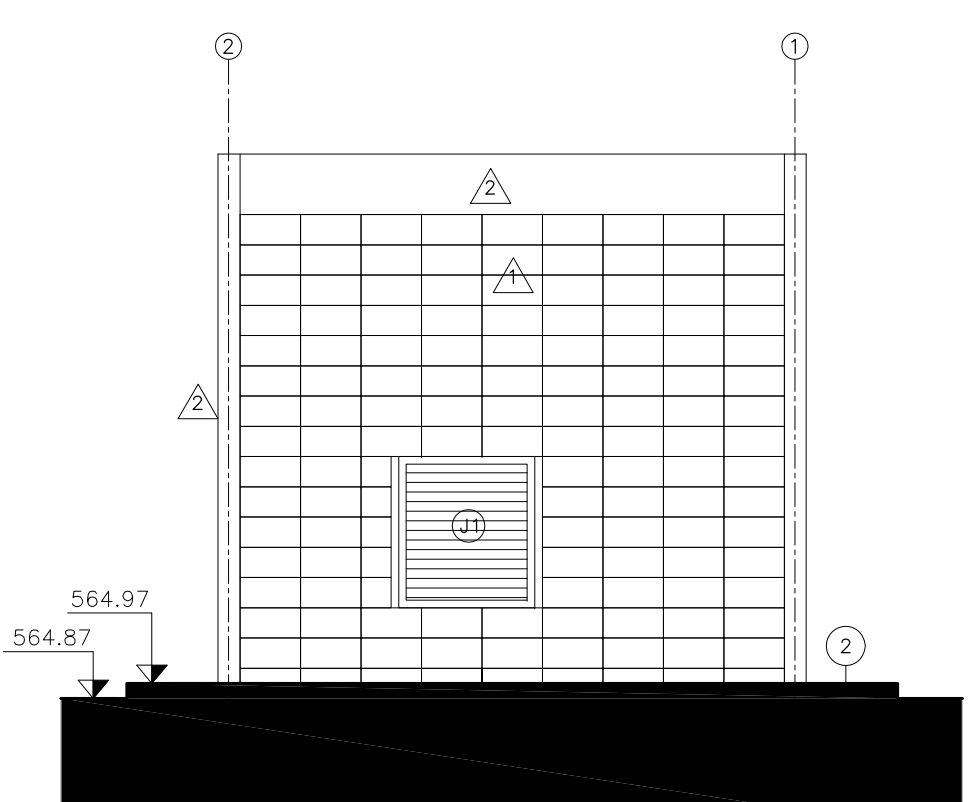
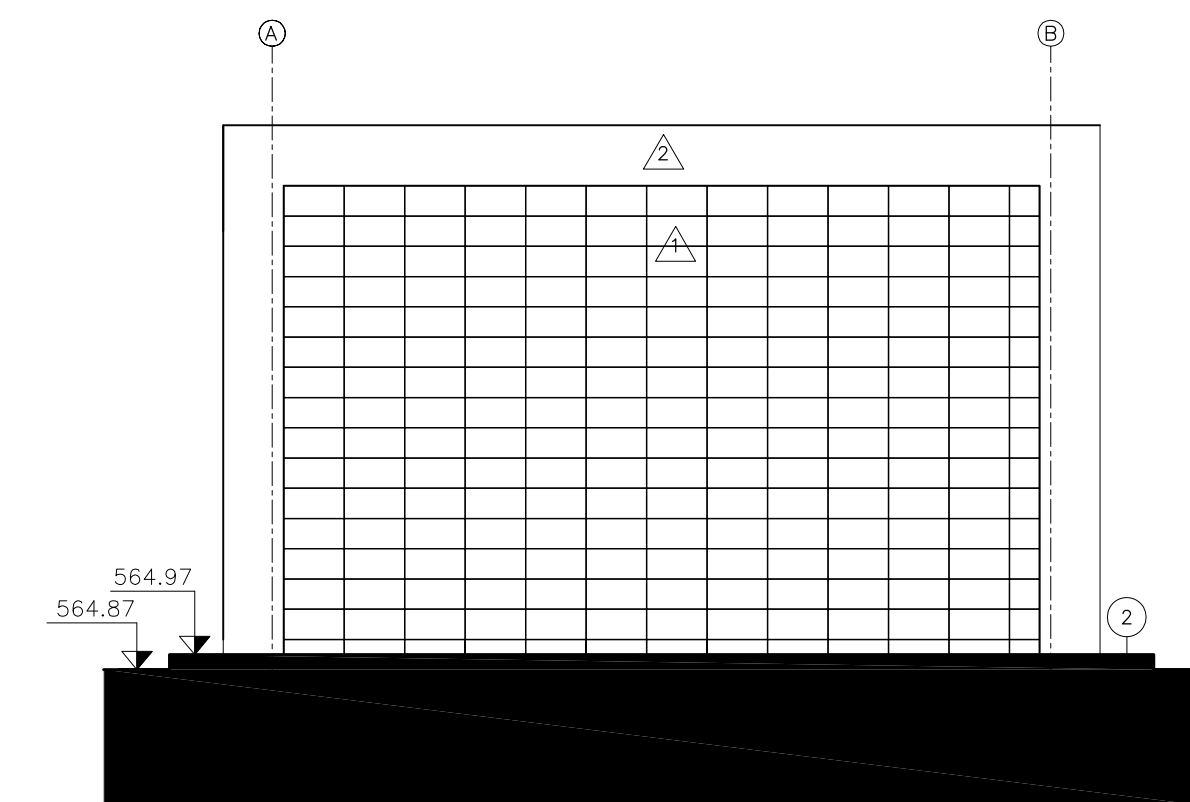
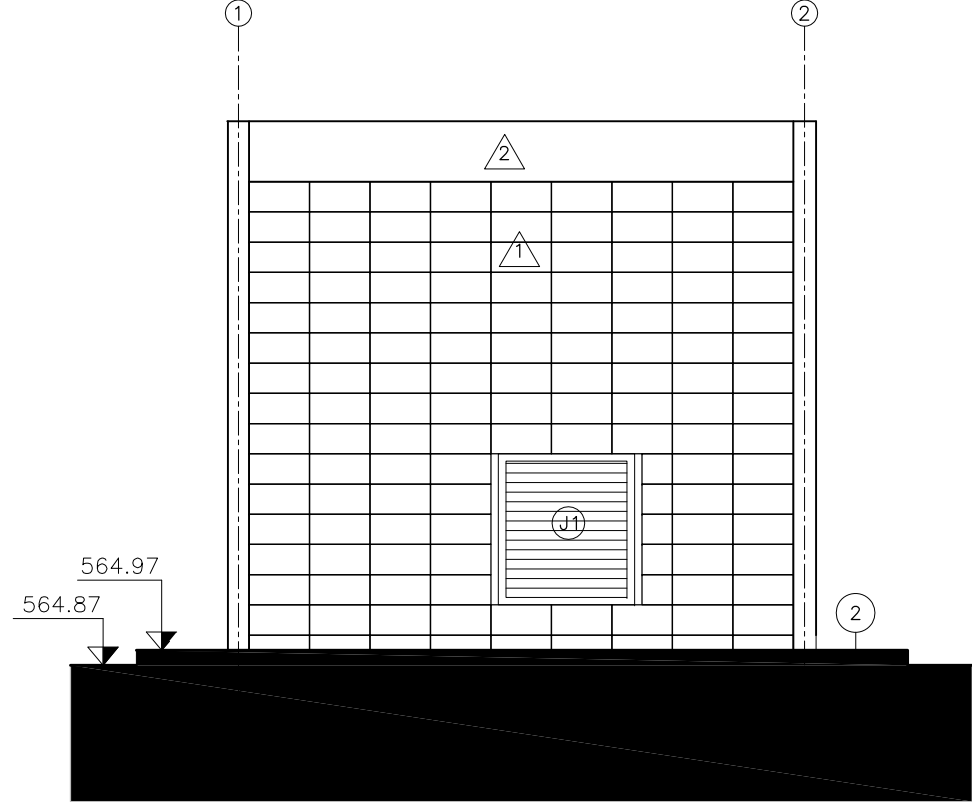
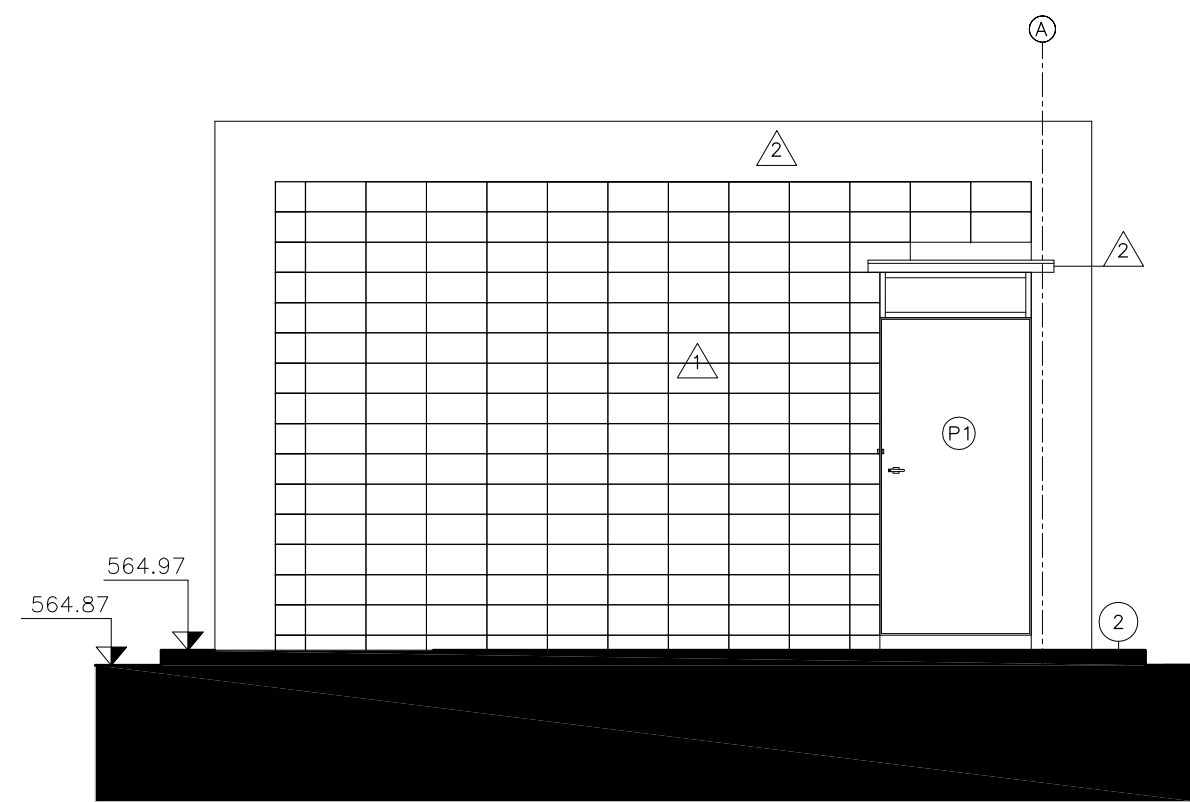
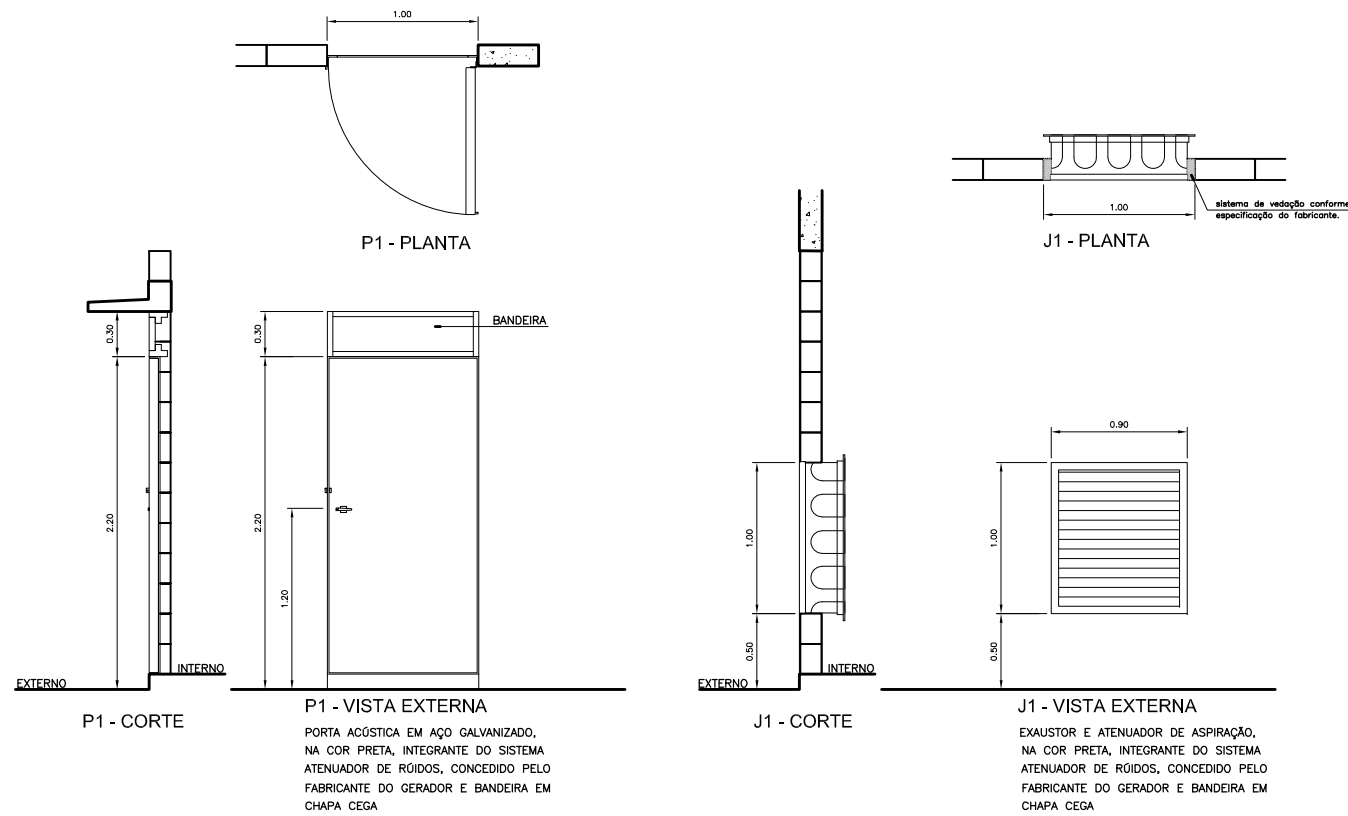
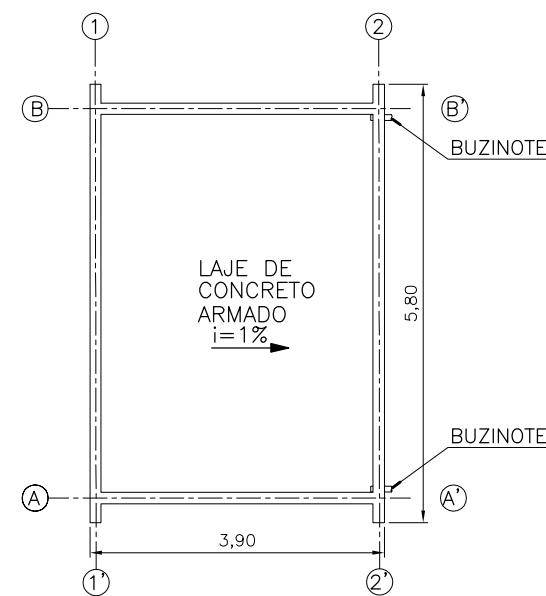
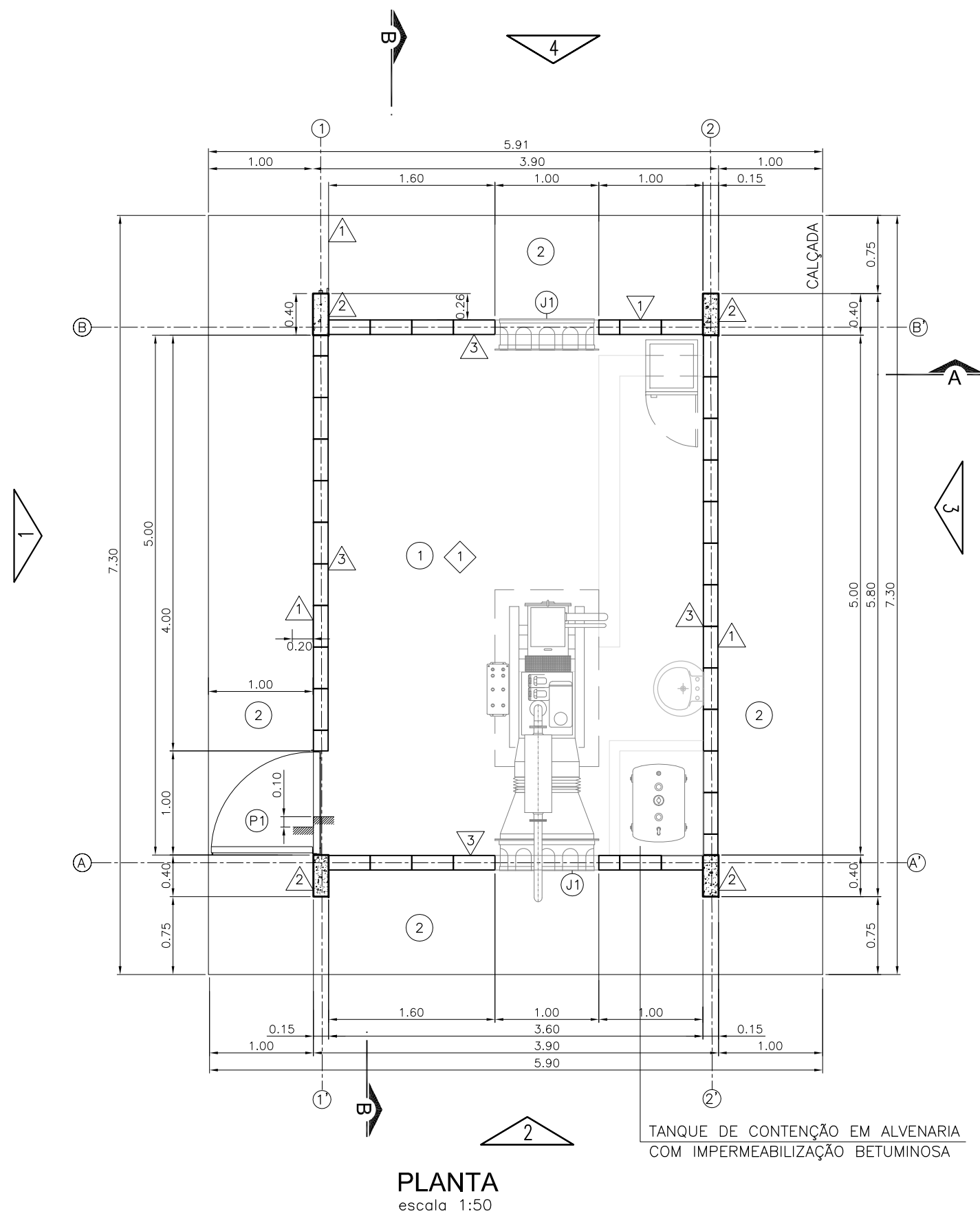
| Nº. | DATA | REVISÃO | EXECUTADO POR | APROVADO POR | ACEITO | DATA | DESENHOS DE REFERENCIA | NUMERO | NOTAS | P.M.J.<br>VISTO E ACEITO  | EXECUTADO POR                       | Prefeitura do Município de Jaguariúna   | Nº.               |
|-----|------|---------|---------------|--------------|--------|------|------------------------|--------|-------|---|-------------------------------------|---|-------------------|
|     |      |         |               |              |        |      |                        |        |       | ESTA ACEITAÇÃO NÃO ISENTA A CONTRATADA DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES ESTABELECIDAS NO CONTRATO | Planejamento e Projetos Ltda.       | REVISÃO E ADEQUAÇÃO DE PROJETOS DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO DO MUNICÍPIO DE JAGUARIÚNA | REV.: 0 FL: 01/01 |
|     |      |         |               |              |        |      |                        |        |       | ANALISADO: / /  | DES.: SI                            | PROJETO EXECUTIVO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO 3   | Nº. CONTRATADA    |
|     |      |         |               |              |        |      |                        |        |       | ACEITO: / /   | PROJ.: EYS/ANMSC                    | PLANTA DE LOCALIZAÇÃO   | ESCALA:           |
|     |      |         |               |              |        |      |                        |        |       | VISTO: / /  | ASS.: CREA: 0600851886              | SUB-ÁREA PROJ.: ÁREA URBANA - FASE 2  | 1:7500            |
|     |      |         |               |              |        |      |                        |        |       |   | APROVADO POR: JOSÉ EDUARDO F. LEITE |   |                   |







- LEGENDA:**
- Linha de recalque projetada
  - - - Linha de recalque - implantação futura
  - Coletor projetado
  - Coletor executado
  - Estação Elevatória de Esgoto

| N°. | DATA | REVISÃO | EXECUTADO POR | APROVADO POR | ACEITO | DATA | DESENHOS DE REFERENCIA | NUMERO | NOTAS  | P.M.J.<br>VISTO E ACEITO  | EXECUTADO POR   | REVISÃO E ADEQUAÇÃO DE PROJETOS DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO DO MUNICÍPIO DE JAGUARINA | N°.   |
|-----|------|---------|---------------|--------------|--------|------|------------------------|--------|--|---|---|--|---|
|     |      |         |               |              |        |      |                        |        | 1 - COTAS E MEDIDAS EM METROS, EXCETO AS INDICADAS.<br>2 - A CONSTRUÇÃO DEVERÁ SER EXECUTADA DE ACORDO COM O LAYOUT. | ESTA ACEITAÇÃO NÃO ISENTA A CONTRATADA DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES ESTABELECIDAS NO CONTRATO | DES.: SI<br>PROJ.: EVS/NMSC<br>APROVADO POR.: JOSE EDUARDO F. LEITE<br>ASS.: CREA: 0600851886 | NOVEMBRO/09<br>NOVEMBRO/09<br>NOVEMBRO/09<br>NOVEMBRO/09                                     | REV.: 0<br>FL.: 01/01<br>N° CONTRATADA<br>C128-PE-R05-GE-002<br>ESCALA:<br>INDICADA |



- LEGENDA DE ACABAMENTOS
- PISO
    - 1 - CONCRETO DESEMPENADO
    - 2 - CIMENTADO DESEMPENADO
  - ALVENARIA
    - 1 - BLOCO DE CONCRETO APARENTE COM PINTURA EM HIDROFUGANTE INCOLOR (2 DEMÓS)
    - 2 - CONCRETO APARENTE COM PINTURA EM HIDROFUGANTE INCOLOR (2 DEMÓS)
    - 3 - ISOLAMENTO ACÚSTICO EM SPRAY DE CELULOSE, NA COR BRANCA, NÃO TÓXICO, NÃO ABRASIVO, ANTI-FUNGO, COM PROPRIEDADES DE ALTO-EXTINGUIBILIDADE, ESPESURA 2CM, ALTO ADERENTE E COM RESISTÊNCIA À UMIDADE.
  - TETOS
    - 1 - LAJE PRÉ-MOLDADA COM ACABAMENTO DESEMPENADO E PINTURA EM HIDROFUGANTE INCOLOR (2 DEMÓS)

| N. | DATA | REVISÃO | EXECUTADO POR | APROVADO POR | ACEITO | DATA | DESENHOS DE REFERÊNCIA | NÚMERO | NOTAS |
|----|------|---------|---------------|--------------|--------|------|------------------------|--------|-------|
|    |      |         |               |              |        |      |                        |        |       |
|    |      |         |               |              |        |      |                        |        |       |
|    |      |         |               |              |        |      |                        |        |       |
|    |      |         |               |              |        |      |                        |        |       |
|    |      |         |               |              |        |      |                        |        |       |

|   |  |   |  |  |  |  |  |
|---|--|---|--|--|--|--|--|
| <div>P.M.J.</div> <div>VISTO E ACEITO</div> <div>ESTA ACEITAÇÃO NÃO ISENTA A CONTRATADA DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES ESTABELECIDAS NO CONTRATO.</div> |  | <div>EXECUTADO POR:</div> <div><div>HagaPlan</div><div>Planejamento e Projetos S/C Ltda.</div></div>         |  | <div>Prefeitura do Município de Jaguarina</div> <div>REVISÃO E ADEQUAÇÃO DE PROJETOS DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO DO MUNICÍPIO DE JAGUARINA</div> <div>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO - CASA DO GERADOR</div> <div>PROJETO EXECUTIVO DE ARQUITETURA</div> <div>PLANTAS, CORTES E ELEVAÇÕES</div> |  | <div></div> | <div>Nº</div>  |
| <div>ANALISADO :<br/>ACEITO :<br/>VISTO :</div> <div><div>///</div><div>///</div><div>///</div></div>   |  | <div>DES. :<br/>PROJ. :<br/>APROVADO POR :<br/>ASS. :</div> <div><div>NM/SC<br/>EVS/NM/SC<br/>JOSE EDUARDO F. LEITE<br/>CREA:0600851886</div><div>11/09<br/>11/09<br/>11/09<br/>11/09</div></div> |  | <div>ÁREA PROJ. :<br/>SUB-ÁREA PROJ. :</div> <div><div>MUNICÍPIO DE JAGUARINA<br/>EEE 3 - CASA DO GERADOR</div></div>  |  |  | <div>REV. 0<br/>FL. 1/1</div> <div>Nº CONTRATADA<br/>C128-PE-R05-AR-001</div> <div>ESCALA<br/>1:50</div> |





EEE 3 - UNIDADES

- ① Posto de Transformação
- ② Casa do gerador de energia
- ③ Poço de sucção
- ④ Poço de visita existente
- ⑤ Poço de visita projetado

LEGENDA

- Poste
- Arvore
- SP - Sondagem a percussão

| SÍMBOLO | NOME POPULAR   | NOME CIENTÍFICO  | FORMA / PORTE | OBSERVAÇÕES              |
|---------|----------------|------------------|---------------|--------------------------|
|         | Grama batatais | Paspalum notatum | porta rolêiro | resiste a secas e jendos |

| PAVIMENTAÇÃO |
|--------------|
| Asfalto      |
| Cimentado    |

NOTAS

P.M.J.

VISTO E ACEITO

ESTA ACEITAÇÃO NÃO ISENTA A CONTRATADA DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES ESTABELECIDAS NO CONTRATO .

|             |     |
|-------------|-----|
| ANALISADO : | / / |
| ACEITO :    | / / |
| VISTO :     | / / |

EXECUTADO POR:



|                |                       |       |
|----------------|-----------------------|-------|
| DES. :         | NMSC                  | 11/09 |
| PROJ.:         | EVS/NMSC              | 11/09 |
| APROVADO POR : | JOSE EDUARDO F. LEITE |       |
| ASS.:          | CREA:0600851886       | 11/09 |

Prefeitura do Município de Jaguariúna  
REVISÃO E ADEQUAÇÃO DE PROJETOS DAS ESTAÇÕES  
ELEVATÓRIAS DE ESGOTO DO MUNICÍPIO DE JAGUARIÚNA  
PROJETO EXECUTIVO DE ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTOS  
**URBANISMO E PAISAGISMO**

|                  |                         |
|------------------|-------------------------|
| ÁREA PROJ. :     | MUNICÍPIO DE JAGUARIÚNA |
| SUB-ÁREA PROJ. : | EEE 3                   |



|               |                    |     |
|---------------|--------------------|-----|
| N°            | REV.               | FL. |
|               | 0                  | 1/1 |
| N° CONTRATADA | C128-PE-R05-UR-001 |     |
| ESCALA        | 1:200              |     |

C128-PE-R05-UR-001.DWG

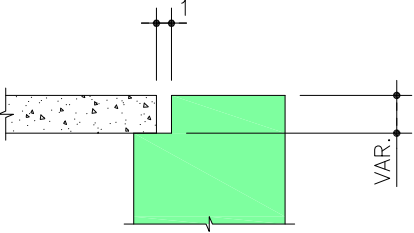
## ESC. 1:25



## ESC. 1:25



ESC. 1:10



1- CONCRETO ESTRUTURAL  $f_{ck} \geq 25$  MPa. (FATOR A/C 0,5)  
2- MEDIDAS EM CENTÍMETRO, COTAS DE NÍVEIS EM METRO.

Technical drawing of a foundation plan for a structure with two levels. The drawing shows a rectangular foundation with internal walls and a central column. Dimensions are given in millimeters. Key features include:

- Central column with a diameter of 400mm.
- Foundation slab with a thickness of 400mm.
- Base layer of concrete (LASTRO DE CONCRETO MAGRO) with a strength of  $f_{ck} \geq 10$  MPa.
- Layer of gravel (BRITA) below the concrete.
- Top layer of soil (TOPO ROCHOSO).
- Location of the structure's center of gravity (NA MAX. 560.830 and NA MIN. 559.020).

Technical drawing of a foundation cross-section. The structure is shown in green, with dimensions and labels indicating its geometry and construction details.

**Dimensions and Levels:**

- Overall width: 565.050
- Overall height: 733
- Internal width: 380
- Internal height: 398
- Top level: NA MAX. 560.830
- Bottom level: NA MIN. 559.020
- Foundation depth: 40
- Foundation width: 40
- Foundation material: BRITA
- Foundation base: LASTRO DE CONCRETO MAGRO 10.M20

**Labels and Annotations:**

- PL.2
- V.4
- V.2
- V.7
- V.A
- Ø380
- COLUNAS DE JET-GROUTING (Ø70)
- MICRO-ESTACA
- TOPO ROCHOSO
- ROCHOSO

Technical drawing of a rectangular plate with dimensions and center of mass. The plate has a total width of 312 and a total height of 90. The distance from the left edge to the center of mass is 73, and the distance from the right edge to the center of mass is 73. The distance from the top edge to the center of mass is 45, and the distance from the bottom edge to the center of mass is 45. The center of mass is marked with a dot and labeled 'G'. The drawing includes dimension lines and arrows indicating the measurements.

CORTE 2-2  
ESC. 1:25

12

232

92

4.3

146




4.6

4.6

4

4

Technical drawing of a rectangular plate with two holes. The drawing includes three views: a front view (top), a top view (bottom), and a side view (right). The front view shows a rectangle with a width of 122 and a height of 102. Two holes are located on the horizontal centerline, each with a diameter of 5 and a distance of 23 from the nearest vertical edge. The top view shows the same rectangle with a width of 122 and a height of 102. The side view shows the thickness of the plate, which is 10. The drawing is labeled "CORTE 4-4" and "ESC. 1:25".

| Nº. | DATA | REVISÃO | EXECUTADO POR | APROVADO POR | ACEITO |  | DATA | DESENHOS DE REFERENCIA | NUMERO | NOTAS | P.M.J.<br>VISTO E ACEITO | ESTA ACEITAÇÃO NÃO ISENTA A CONTRATA DA RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES ESTABELECIDAS NO CONTRATO | EXECUTADO POR<br><div><div>Planejamento</div><div> e Projetos Ltda.</div></div> | Prefeitura do Município de Jaguarina<br>REVISÃO E ADEQUAÇÃO DE PROJETOS DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO DO MUNICÍPIO DE JAGUARINA |  | Nº.<br>REV: 0<br>FL: 02/02<br>Nº. CONTRATADA C128-PE-R05-ES-002<br>ESCALA: 1:25       |  |                                    |
|-----|------|---------|---------------|--------------|--------|--|------|------------------------|--------|-------|--------------------------|--|--|--|---|---|--|------------------------------------|
|     |      |         |               |              |        |  |      |                        |        |       |                          |  |  |  |   |   |  |                                    |
|     |      |         |               |              |        |  |      |                        |        |       |                          |  | DES.: CARLOS FELIPE  | MARÇO/10   | PROJETO EXECUTIVO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO<br>CORTES E DETALHAMENTO DAS PLACAS |  |  |                                    |
|     |      |         |               |              |        |  |      |                        |        |       |                          |  | PROJ.: FÁBIO T. OTYAMADA   | MARÇO/10   |   |   |  |                                    |
|     |      |         |               |              |        |  |      |                        |        |       |                          |  | APROVADO POR.: JOSÉ EDUARDO F. LEITE   |  |   |   |  | ÁREA PROJ.: MUNICÍPIO DE JAGUARINA |
|     |      |         |               |              |        |  |      |                        |        |       |                          |  | VISTO: ASS.: CREA: 0600851886  | EEE  |   |   |  | SUB-ÁREA PROJ.: EEE 3              |



## ESC. 1:25



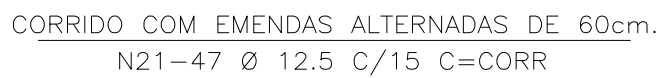
ESC. 1:25



ESC. 1:25



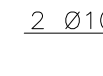
## ESC. 1:25



CORRIDO COM EMENDAS ALTERNADAS DE 60cm.  
N22-39 Ø 12.5 C/15 C=CORR

CORRIDO COM EMENDAS ALTERNADAS DE 60cm.  
N23-8 Ø 12.5 C/15 C= CORR

## ESC. 1:25



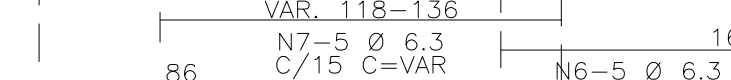
## ESC 1:25



## ESC. 1:25



## FSC 1:25



## ESC 1:2

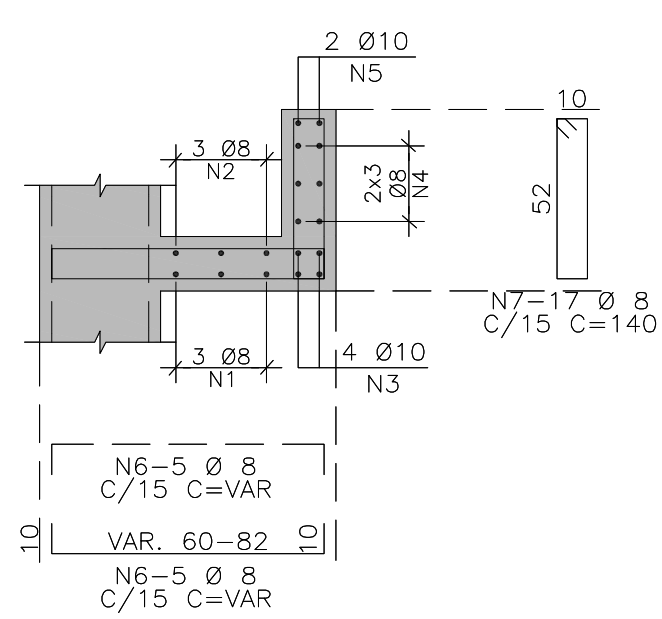
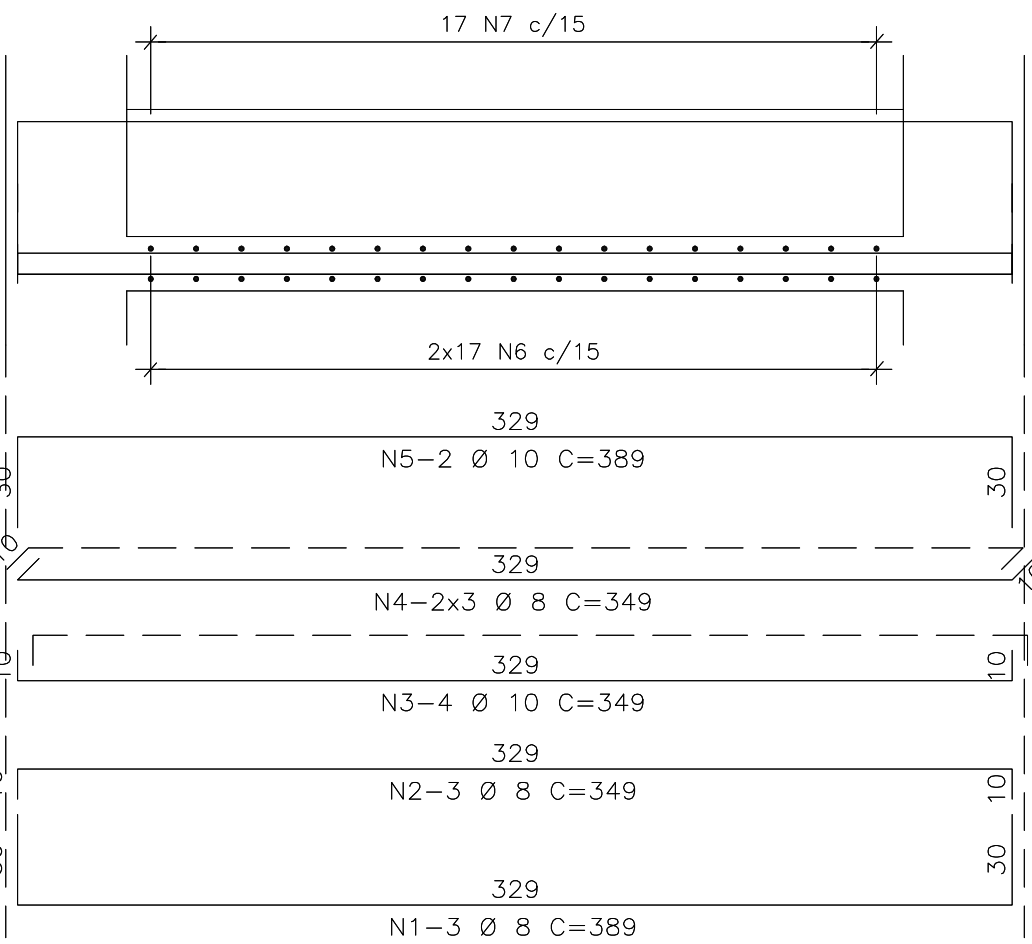
RESUMO GERAL

| AÇO    | Ø (mm) | COMPR (m) | PESO (kg) |
|--------|--------|-----------|-----------|
| CA-50  | 6.3    | 418.76    | 103       |
| CA-50  | 10     | 374.66    | 231       |
| CA-50  | 12.5   | 3291.72   | 3170      |
| TOTAL: |        |           | 3504      |

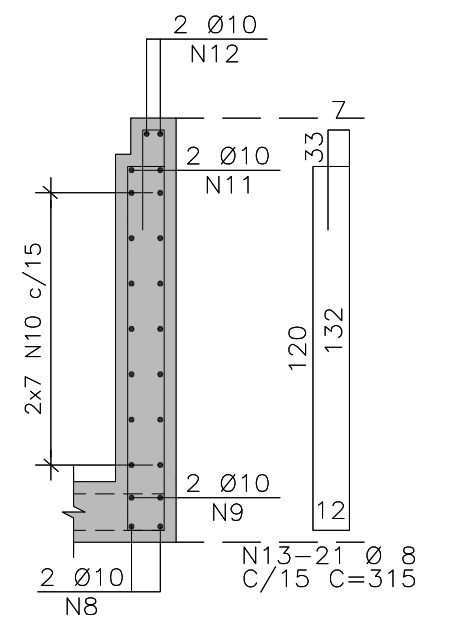
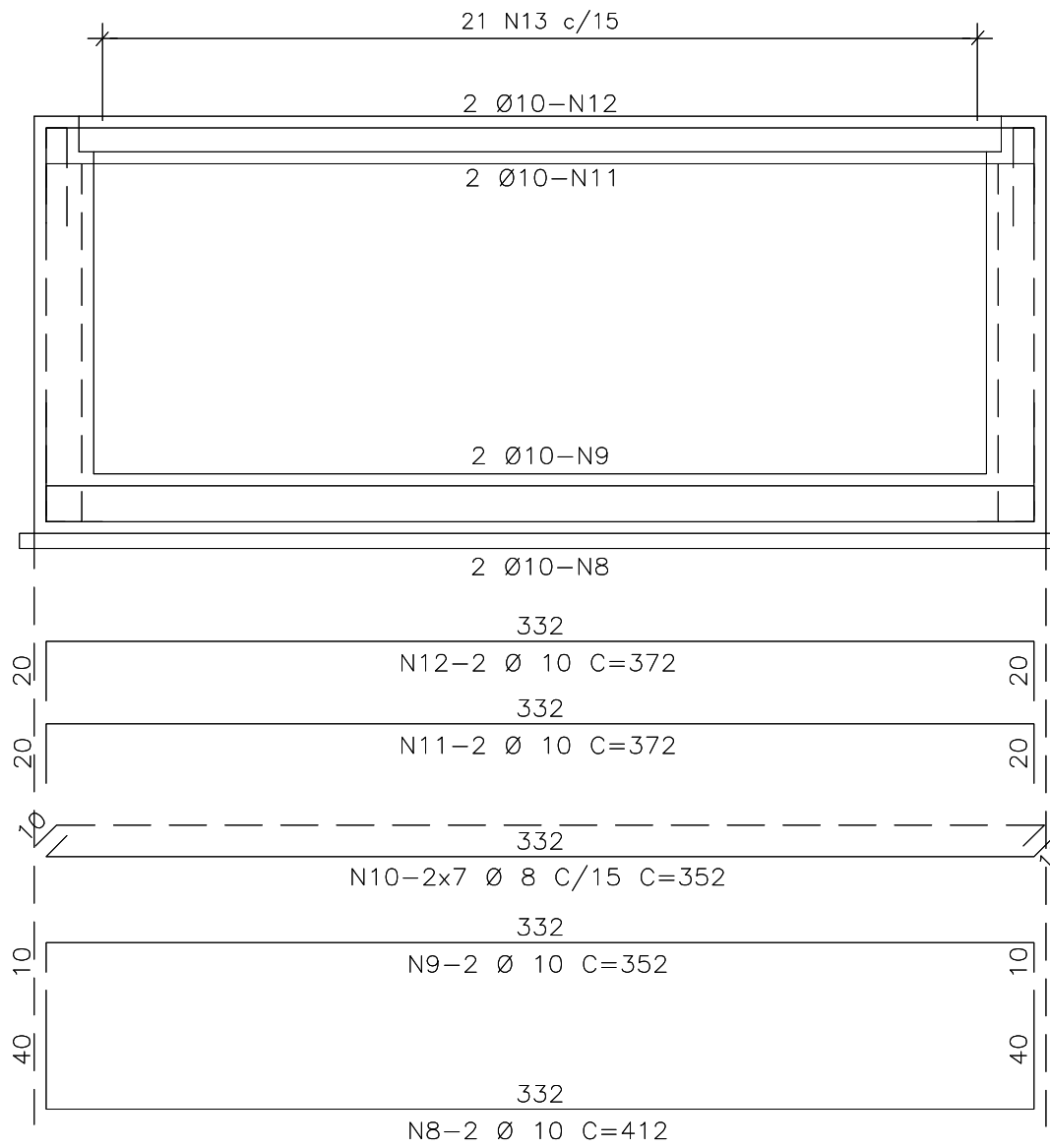
NOTAS:

- 1- MEDIDAS EM CENTÍMETRO, BITOLAS EM MILÍMETRO.
- 2- COBRIMENTO DAS ARMADURAS  $C=4,0\text{cm}$ .
- 3- NAS ABERTURAS, CORTAR E DOBRAR AS BARRAS.

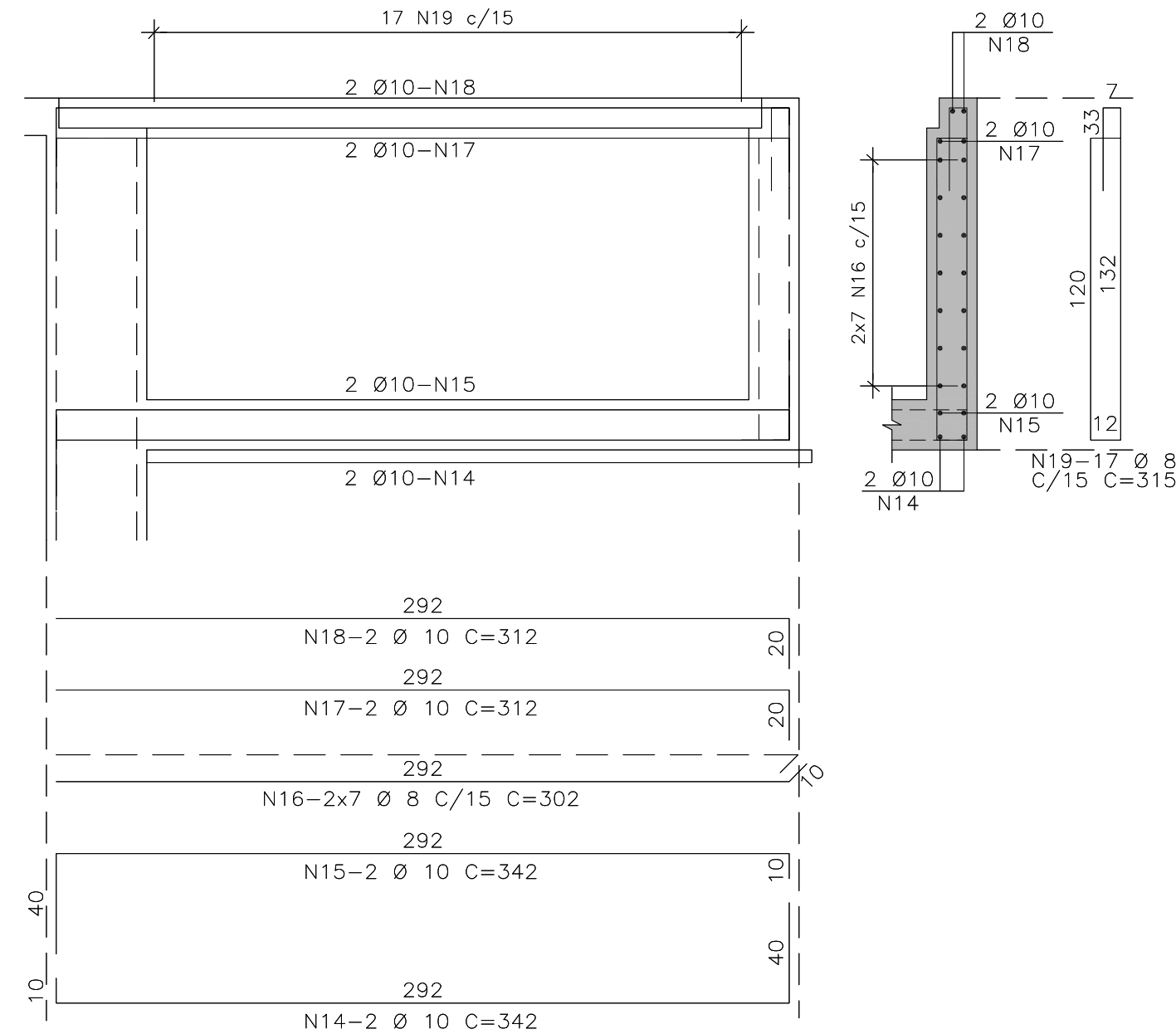
[illegible]



ESC. 1:25

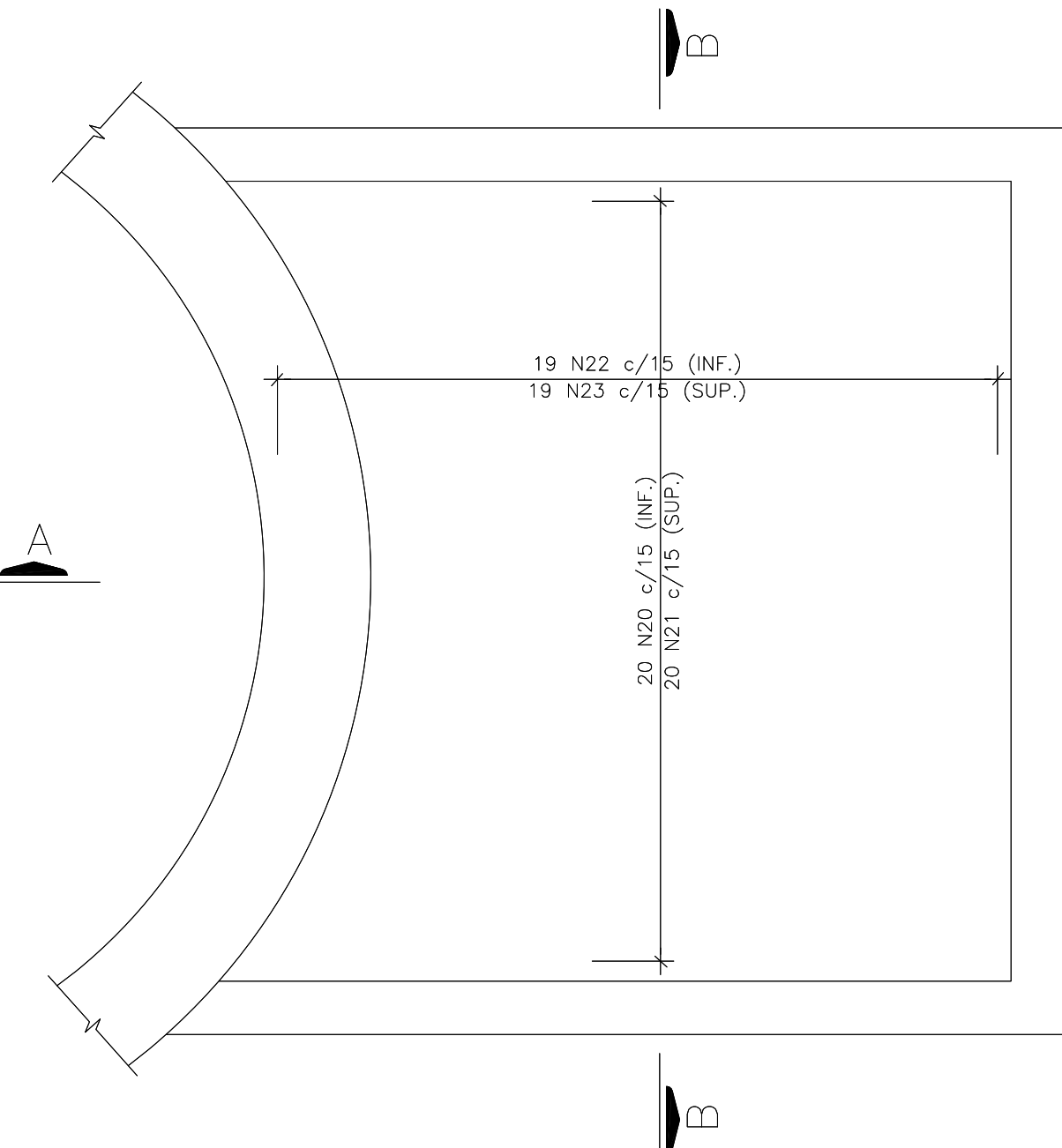


ESC. 1:25

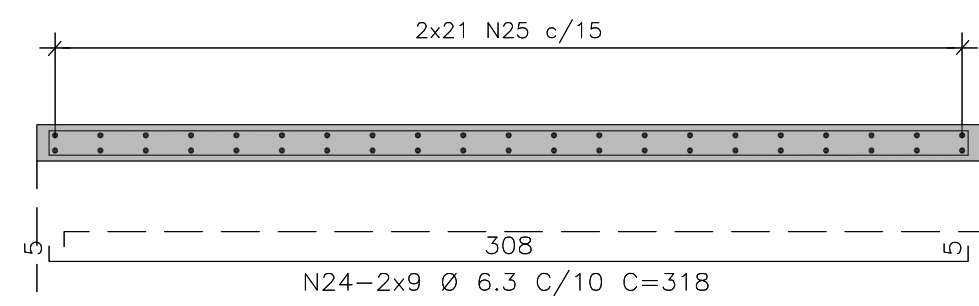
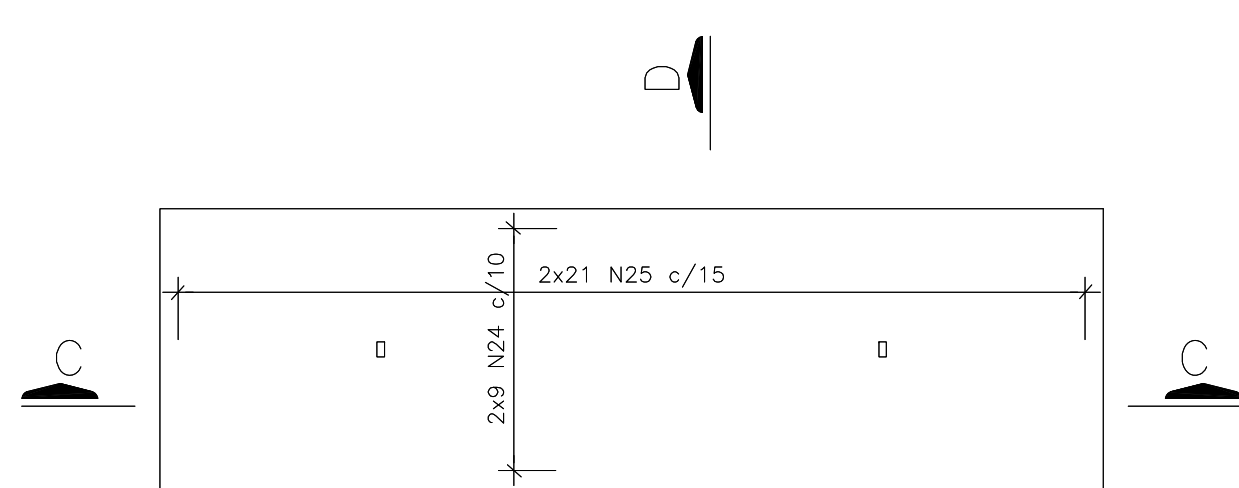


| RESUMO GERAL |        |           |           |
|--------------|--------|-----------|-----------|
| AÇO          | Ø (mm) | COMPR (m) | PESO (kg) |
| CA-50        | 6.3    | 405.52    | 100       |
| CA-50        | 8      | 528.13    | 209       |
| CA-50        | 10     | 268.43    | 166       |
| TOTAL:       |        |           | 475       |

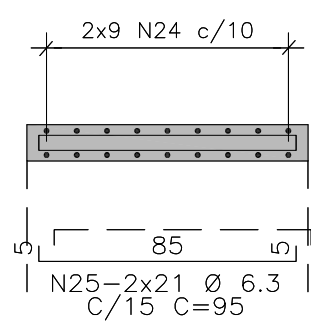
ESC. 1:25



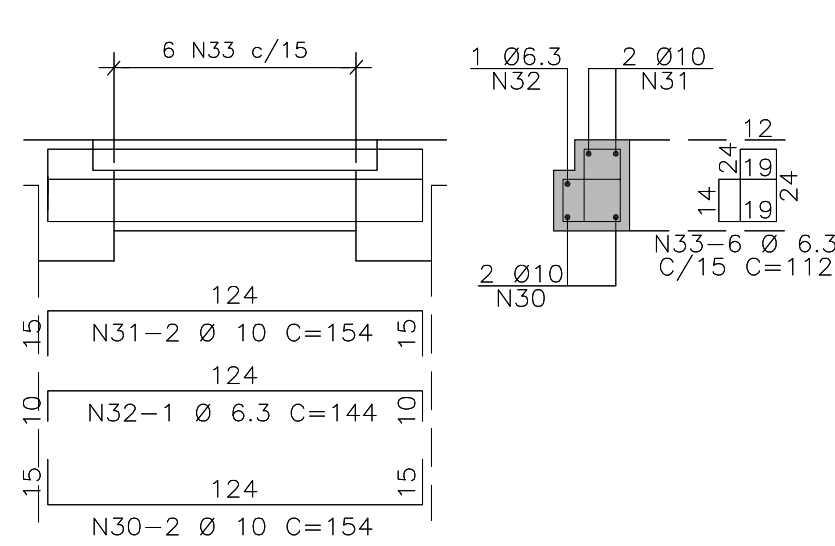
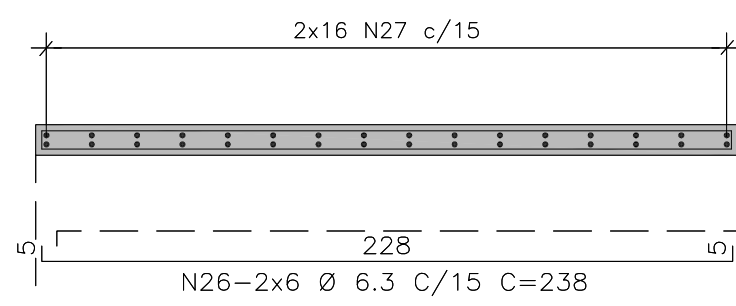
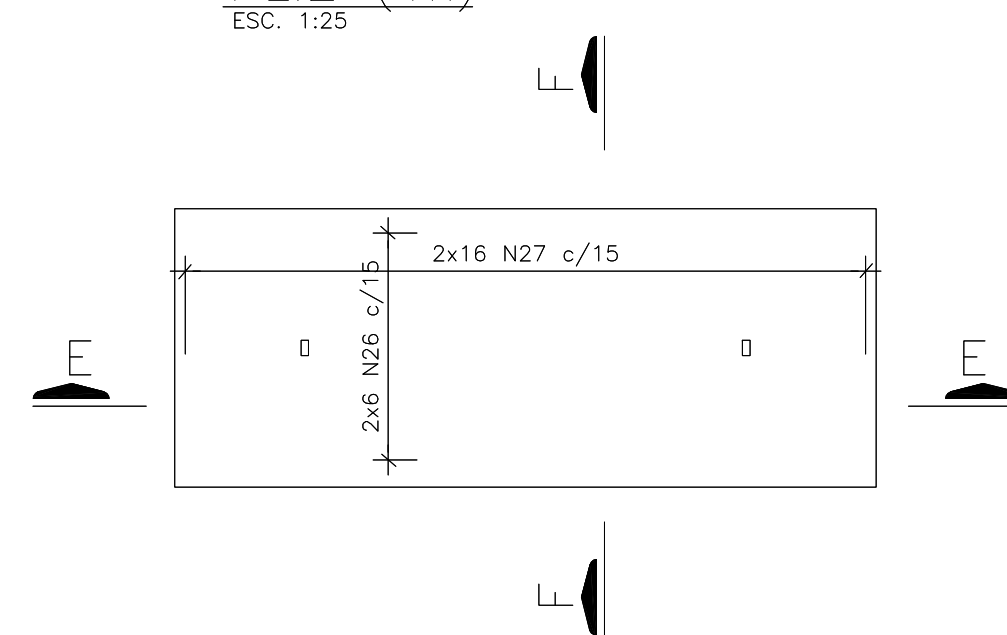
ESC. 1:25



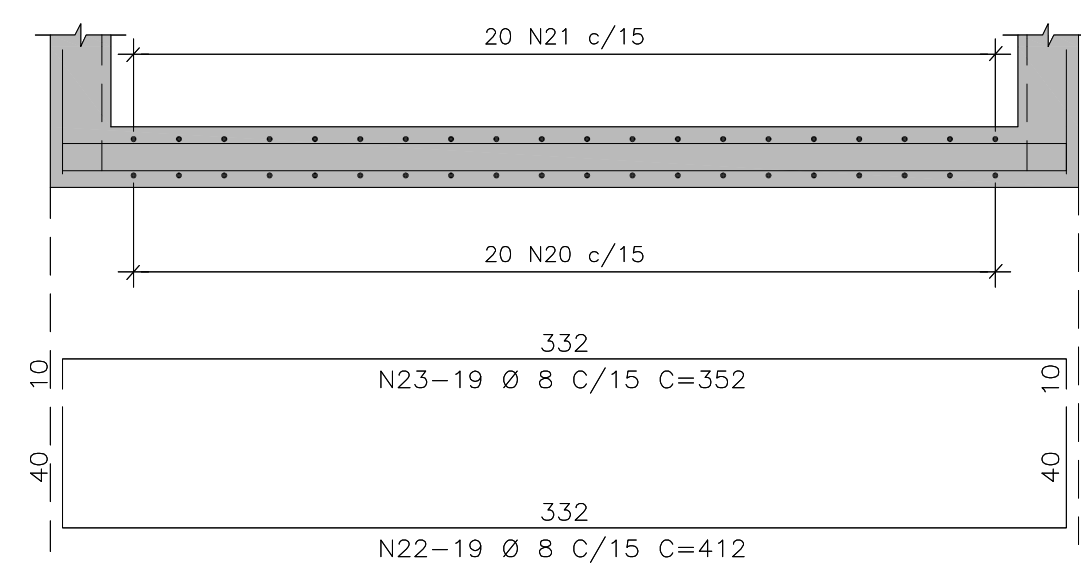
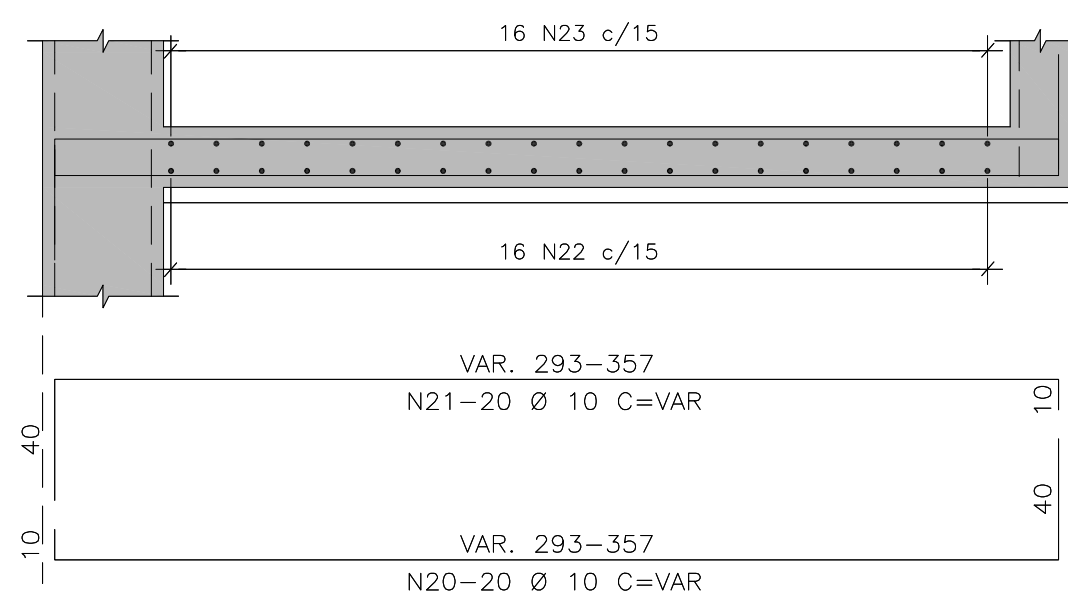
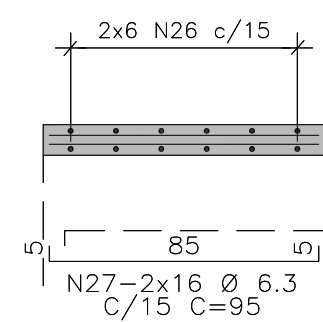
CON



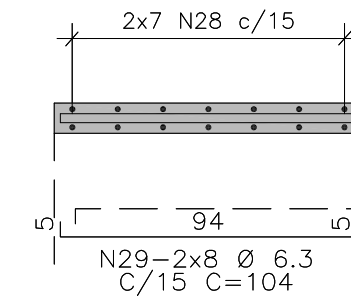
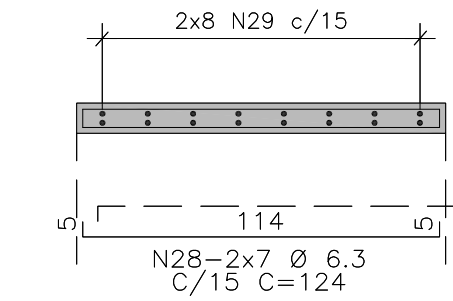
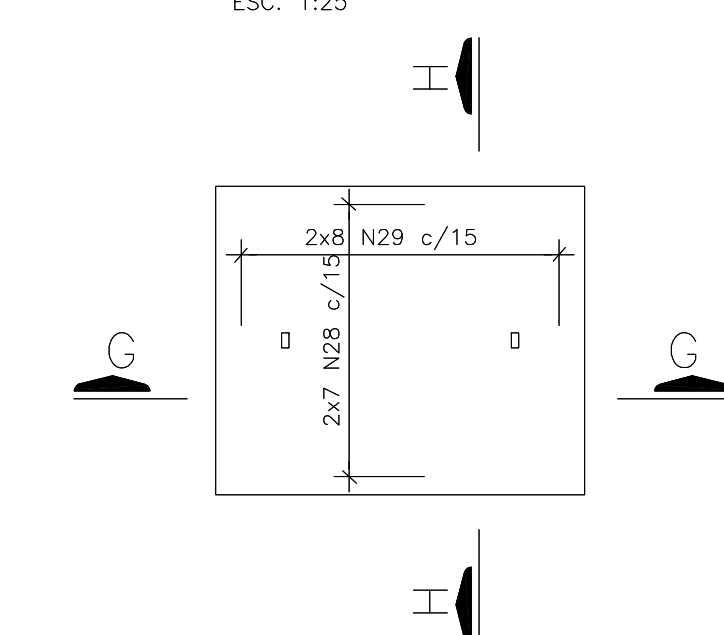
ESC. 1:25





22



ESC. 1:23



1- MEDIDAS EM CENTÍMETRO, BITOLAS EM MILÍMETRO.  
2- COBRIMENTO DAS ARMADURAS  $C=4,0\text{cm}$ .  
3- COBRIMENTO DAS ARMADURAS DAS PLACAS  $C=2,0\text{cm}$ .

| Nº. | DATA | REVISÃO | EXECUTADO POR | APROVADO POR |  | ACEITO | DATA | DESENHOS DE REFERENCIA | NUMERO | NOTAS | P.M.J.<br>VISTO E ACEITO  | EXECUTADO POR<br> | Prefeitura do Município de Jaguariúna<br>REVISÃO E ADEQUAÇÃO DE PROJETOS DAS ESTAÇÕES<br>ELEVATORIAS DE ESGOTO DO MUNICÍPIO DE JAGUARIÚNA |  | Nº.                                  |
|-----|------|---------|---------------|--------------|--|--------|------|------------------------|--------|-------|---|--|---|---|--------------------------------------|
|     |      |         |               |              |  |        |      |                        |        |       | ESTA ACEITAÇÃO NÃO GERA A CONTRATADA DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES ESTABELECIDAS NO CONTRATO | DES.: CARLOS VITOR MARÇO10   | PROJETO EXECUTIVO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO<br>ARMAÇÃO DAS PAREDES, VIGAS E PLACAS PRÉ-MOLDADAS                                     |   | REV.:<br>0 FL.:<br>02/02             |
|     |      |         |               |              |  |        |      |                        |        |       | ANALISADO: / /  | PROJ.: FÁBIO T. OYAMADA MARÇO10  |   |   | Nº. CONTRATADA<br>C128-PE-R05-ES=004 |
|     |      |         |               |              |  |        |      |                        |        |       | ACEITO: / /   | APROVADO POR.: JOSE EDUARDO F. LEITE   | AREA PROJ.: MUNICÍPIO DE JAGUARIÚNA   |   | ESCALA:                              |
|     |      |         |               |              |  |        |      |                        |        |       | VISTO: / /  | ASS.: CREA: 0600851886 MARÇO10   | SUB-ÁREA PROJ.: EE3   |   | 1:25                                 |





| PEÇA | DISCRIMINACAO  | QTE     |
|------|--|---------|
| 1    | CANTEINEIRA 1 1/4"x3/16".  | 18,00m  |
| 2    | BARRA CHATA 1"x3/16".  | 124,00m |
| 3    | FERRO #1/2"x4".  | 14m     |
| 4    | CHAPA 4"x1/2".   | 0,60m   |
| 5    | CHAPA 4"x1/2".   | 0,50m   |
| 6    | CHAPA 5/16"x0,04.  | 0,30m   |
| 7    | PARAFUSO LATAO ROSCA SIDERBIA CABECA CHATA 1"x20 M BUCHA DE NYLON. | 12,00m  |
| 8    | CHAPA 2"x1/8".   | 1,20m   |
| 9    | CANTEINEIRA 1 1/2"x1/4".   | 6,00m   |
| 10   | PARAFUSO 10x40 COM PORCA E ARRUELA GUSTICA                         | 2m.     |

| ELEVATORIA | A    | B   | C   | QUANT. BARRAS |    |
|------------|------|-----|-----|---------------|----|
| Ø          |      |     |     |               |    |
| 3800       | 1600 | 650 | 640 | 49            | 4X |

CHAPA 2"x1/8"x0.56

GRIFICO 0.31/8"

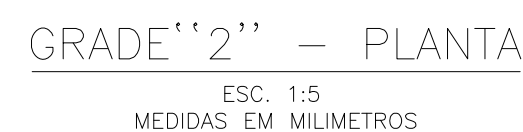
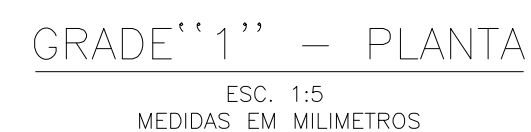
PARA PASSAGEM DO PARAFUSO DE FIXAÇÃO


7

ABRACADEIRA

---

ESC. 1:5



| Nº. | DATA | REVISÃO | EXECUTADO POR | APROVADO POR | ACEITO | DATA | DESENHOS DE REFERÊNCIA | NÚMERO | NOTAS   | P.M.J.<br>VISTO E ACEITO  | EXECUTADO POR:  | Prefeitura do Município de Jaguarão  | Nº.                |
|-----|------|---------|---------------|--------------|--------|------|------------------------|--------|---|---|---|--|--------------------|
|     |      |         |               |              |        |      |                        |        | I – COTAS E MEDIDAS EM METROS, EXCETO AS INDICADAS. | ESTA ACEITAÇÃO NÃO IDENTIFICA A CONTRATADA DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES ESTABELECIDAS NO CONTRATO |  | Revisão E Adequação de projetos das estações elevatórias de esgoto do município de Jaguarão<br><br>Projeto executivo da estação elevatória de esgoto 3<br><br>Detalhes | REV.:<br>0         |
|     |      |         |               |              |        |      |                        |        |   | ANALISADO: / /  | DES.: NMSC NOVEMBRO/09  | Projeto executivo da estação elevatória de esgoto 3  | FL.:<br>01/01      |
|     |      |         |               |              |        |      |                        |        |   | ACEITO: / /   | PROJ.: EYS/NMSC NOVEMBRO/09   | ÁREA PROJ.: MUNICÍPIO DE JAGUARÃO  | Nº. CONTRATADA     |
|     |      |         |               |              |        |      |                        |        |   | VISTO: / /  | APROVADO POR: JOSÉ EDUARDO F. LEITE   | SUB-AREA PROJ.: FFF_3  | C128-PE-RDS-ES-005 |
|     |      |         |               |              |        |      |                        |        |   |   | ASS.: NOVEMBRO/09   | INDICADA   |                    |