

Companhia de Água e Esgoto do Ceará

DEN - Diretoria de Engenharia

GPROJ - Gerência de Projetos de Engenharia

Itapipoca - CE

Projeto Estrutural Básico de Ampliação do Sistema  
de Tratamento de Água de Itapipoca

VOLUME VI - TOMO III  
Projeto Estrutural

Cagece

JULHO/2021



**EQUIPE TÉCNICA DA GPROJ E ML PROJETOS EIRELI**  
**Produto: Projeto Estrutural Básico de Ampliação do**  
**Sistema de Tratamento de Água de Itapipoca**

**Gerente de Projetos de Engenharia**

Eng<sup>a</sup>. Aline Martins Brito

**Coordenação de Projetos Técnicos**

Eng<sup>o</sup>. Jorge Humberto Leal de Saboia

**Coordenação de Serviços Técnicos de Apoio**

Eng<sup>o</sup>. Antônio Agnaldo Araújo Mendes

**Coordenação de Custos e Orçamentos de Obras**

Eng<sup>o</sup>. Humberto Oliveira Pontes Nunes

**Responsável Técnico da ML Projetos Eireli**

Eng<sup>o</sup>. Carlos Raphael Monteiro de Lemos

**Desenhos**

Equipe ML

**Edição Final**

Janis Joplin S. Moura Queiroz

**Colaboração**

Ana Beatriz de Oliveira Montezuma

Gleiciane Cavalcante Gomes

**Arquivo Técnico**

Patrícia Santos Silva

## I - APRESENTAÇÃO

O presente trabalho contempla “**Projeto Básico de Ampliação do Sistema de Tratamento de Água de Itapipoca-CE**”, através do processo nº 0094000359/2012-65 para atendimento a Unidade de Negócio da Bacia do Curú e Litoral – UNBCL, localizada no Município de Itapipoca no Estado do Ceará, visando garantir às demandas devido ao crescimento da população da sede municipal, além de proporcionar melhorias na qualidade da água distribuída.

O projeto aqui apresentado abrange a execução do conjunto de obras, de equipamentos e de serviços destinados ao abastecimento de água potável, com a implantação de uma nova unidade de processo de tratamento utilizando a tecnologia de ciclo completo.

O memorial referente ao Projeto Básico encontra-se dividido em 7 (sete) volumes, com as seguintes denominações e subdivisões:

- Volume I – Relatório Técnico;
  - Memorial Descritivo e Memorial de Cálculo;
- Volume II – Especificações Técnicas: Equipamentos e Materiais e Serviços;
- Volume III – Peças Gráficas – Hidráulicos, Mecânicos, Arquitetônicos e Civil;
  - Tomo I;
  - Tomo II;
- Volume IV – Projeto Elétrico;
- Volume V – Projeto de Automação;
  - Tomo I;
  - Tomo II;
  - Tomo III;
- **Volume VI – Estrutural;**
  - Tomo I;
  - Tomo II;
  - **Tomo III;**
- Volume VII – Geotécnica;
  - Tomo I;
  - Tomo II.



**ART**



1. Responsável Técnico

CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

Empresa contratada: ML PROJETOS EIRELI ME

RNP: 0800128168

Registro: ES-011840/D

Registro: 14177



2. Dados do Contrato

Contratante: COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

Rua: AVENIDA AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Complemento:

Cidade: FORTALEZA

Telefone: 8531011769

Contrato: 74/2017

Valor do Contrato/Honorários: R\$1.000,00

CPF/CNPJ: 07040108000157

Nº:

CEP: 60422700

Bairro: AEROPORTO

UF: CE

Nº do Aditivo: 0

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: AVENIDA AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Complemento:

Cidade: FORTALEZA

Data de início: 27/06/2017

Proprietário: COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

Bairro: AEROPORTO

UF: CE

Prev. Término: 26/12/2019

Nº:

Quadra Lote

CEP: 60422700

Coord. Geogr.:

CPF/CNPJ: 07040108000157

4. Atividade Técnica

Qtde de Pavimento(s): 0

Nº Pavimento(s): 0

Dimensão/Quantidade: 78098

Unidade de medida: M2

ATIVIDADE(S) TÉCNICA(S): 35 - 5.1 - ELABORAÇÃO DE PROJETO

PARTICIPAÇÃO:

NATUREZA: 103 - AUTORIA

NÍVEL: 104 - EXECUÇÃO

NATUREZA DO(S) SERVIÇO(S): 1105 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E/OU ESGOTO SANITÁRIO, 1203 - TRATAMENTO D'ÁGUA, 1204 - TRATAMENTO DE ESGOTO E RESÍDUOS, 9111 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 202 - FUNDAÇÕES, 222 - ESTRUTURAS DE CONCRETO, 406 - ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO, 407 - ESTAÇÕES DE TRATAMENTO D'ÁGUA

PROJETO(S)/SERVIÇO(S): 2 - PROJETO ESTRUTURAL, 7 - PROJETO DE FUNDAÇÕES

Após a conclusão das atividades técnicas, o profissional deverá proceder a baixa desta ART.

5. Observações

CONFORME CONTRATO Nº74/2017

6. Declarações

Profissional

Contratante

Acessibilidade: <declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº5.296, de 2 de dezembro de 2004, às atividades profissionais acima relacionadas.>

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima  
de 22 de NOVEMBRO de 2018

Local

Data

CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CPF: 04665479780

ALINE MARTINS

Assinado de forma digital por ALINE

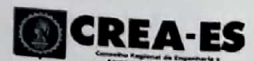
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CPF: 07040108000157

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, podendo sua conferência ser realizada no site do CREA.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.creaes.org.br](http://www.creaes.org.br) ou [www.confea.org.br](http://www.confea.org.br)
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

[www.creaes.org.br](http://www.creaes.org.br)  
tel: (27)3134-0046

[creaes@creaes.org.br](mailto:creaes@creaes.org.br)  
[art@creaes.org.br](mailto:art@creaes.org.br)





**Estação Elevatória de Água/  
RAP 150m<sup>3</sup>**

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

**MEMORIA DE CÁLCULO – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA/RAP 150M<sup>3</sup>**



**Cagece**

Serra/ES

22 de maio de 2020

## ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.1	OBJETIVO.....	3
1.2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	3
1.3	INTRODUÇÃO .....	3
1.4	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO .....	3
2.0	MODELO DE CÁLCULO .....	6
2.1	CARGAS E COMBINAÇÕES .....	7
2.2	DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES .....	9
2.3	SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS.....	10
2.4	FUNDAÇÕES.....	10
3.0	RESULTADOS.....	12
3.1	PAR1 .....	12
3.2	PAR2 .....	14
3.3	PAR3 .....	17
3.4	PAR4 .....	20
3.4	PAR5=PAR7.....	22
3.5	FUNDO .....	24
3.6	FUNDO 02.....	27
3.7	TAMPA.....	30

---

---



## 1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural da estação elevatória de água/rap150m<sup>3</sup>.

## 1.2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos relacionados foram utilizados na elaboração deste documento ou contêm instruções e procedimentos aplicáveis a ele. Devem ser utilizados na sua revisão mais recente:  
SAA Itapipoca - 18 a 20 EE Lavagem dos Filtros e RAP 150m<sup>3</sup>

## 1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: estação elevatória de água/rap150m<sup>3</sup>.

O dimensionamento dos elementos citados fora executado tomando como base as normas que seguem:

- NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos
- NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
- NBR 6122 – Projeto e execução de fundações
- NBR 6123 – Força devidas ao vento em edificações
- NBR 8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos.

Documentos técnicos e livros como:

- Resistência do Materias, V. Feodosiev
- Curso de Concreto Armado, José Milton de Araújo

Além dos softwares de dimensionamento e análise hiperestática: STRAP 2011

## 1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

- Fck: 30 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- Es: 210 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras  $\leq 0.2$  mm
- Dimensão máxima do agregado graúdo: 25 mm
- Método para análise de 2° Ordem Global: Gama Z

- Compactação com Proctor normal à 100%

➤ Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

**Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)**

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana <sup>a, b</sup>	Pequeno
III	Forte	Marinha <sup>a</sup>	Grande
		Industrial <sup>a, b</sup>	
IV	Muito forte	Industrial <sup>a, c</sup>	Elevado
		Respingos de maré	

<sup>a</sup> Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

<sup>b</sup> Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

<sup>c</sup> Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

➤ Cobrimento de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

**Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para  $\Delta c = 10$  mm**

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV <sup>c</sup>
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje <sup>b</sup>	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo <sup>d</sup>	30		40	50
Concreto protendido <sup>a</sup>	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

<sup>a</sup> Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

<sup>b</sup> Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal  $\geq 15$  mm.

<sup>c</sup> Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

<sup>d</sup> No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal  $\geq 45$  mm.

- Limite de Abertura de Fissuras de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

**Tabela 13.4 – Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e à proteção da armadura, em função das classes de agressividade ambiental**

Tipo de concreto estrutural	Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de protensão	Exigências relativas à fissuração	Combinação de ações em serviço a utilizar
Concreto simples	CAA I a CAA IV	Não há	–
Concreto armado	CAA I	ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm	Combinação frequente
	CAA II e CAA III	ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm	
	CAA IV	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	
Concreto protendido nível 1 (protensão parcial)	Pré-tração com CAA I ou Pós-tração com CAA I e II	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	Combinação frequente
Concreto protendido nível 2 (protensão limitada)	Pré-tração com CAA II ou Pós-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação frequente
		ELS-D <sup>a</sup>	Combinação quase permanente
Concreto protendido nível 3 (protensão completa)	Pré-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação rara
		ELS-D <sup>a</sup>	Combinação frequente

<sup>a</sup> A critério do projetista, o ELS-D pode ser substituído pelo ELS-DP com  $a_p = 50$  mm (Figura 3.1).

**NOTAS**

- 1 As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2.
- 2 Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV, exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens.
- 3 No projeto de lajes lisas e cogumelo protendidas, basta ser atendido o ELS-F para a combinação frequente das ações, em todas as classes de agressividade ambiental.

- Fator Água-Cimento de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014



**Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto**

Concreto <sup>a</sup>	Tipo <sup>b, c</sup>	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

<sup>a</sup> O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.  
<sup>b</sup> CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.  
<sup>c</sup> CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

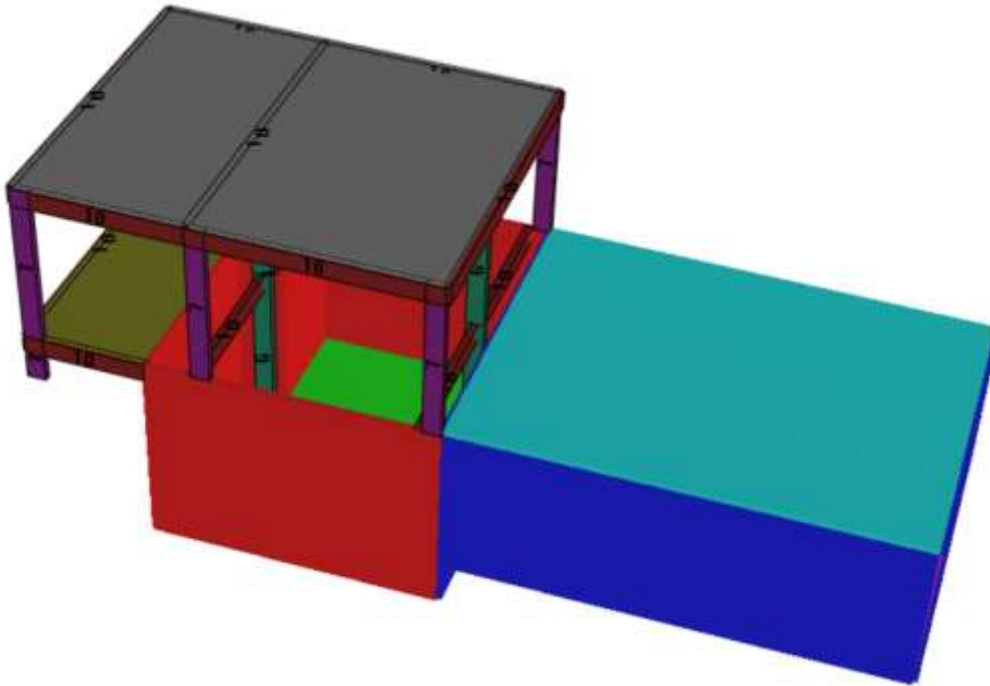
- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

**7.4.7.6** A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20 % a espessura nominal do cobrimento, ou seja:

$$d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

## 2.0 MODELO DE CÁLCULO

Laje de piso do reservatório apoiado sobre base elástica. O campo de deslocamentos e tensões foi calculada adotando-se a metodologia implementada pelo software comercial STRAP VERSÃO 2011.



PERSPECTIVA 3D - estação elevatória de água/rap150m<sup>3</sup>, apoiado sobre Base Elástica

## 2.1 CARGAS E COMBINAÇÕES

Ações Permanentes:

- g1 - Peso próprio do concreto (permanente direta)
- g2 - Empuxo de terra (permanente direta)
- q1 - Água

Ações Variáveis Acidentais:

- q2 - Sobrecarga

Coefficientes de ponderação ( $\gamma_g, \gamma_q$ ), fatores de combinação ( $\psi_q$ ), e fatores de redução ( $\psi_1, \psi_1$ ) para:

- Combinação Normal (CN) em Estado Limite de Utilização (ELU);
- Combinação Quase Permanente (CQP) em Estado Limite de Serviço (ELS);
- Combinação Frequente (CF) em Estado Limite de Serviço (ELS).

	CN-ELU	CQP-ELS	CF-ELS
Ações Permanentes:	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_G$
Cargas permanentes	1,4	1	1
Retração	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. princ.):	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$
Sobrecarga	1,4	1	1
Empuxo hidrostático	1,4	1	1
Gradiente térmico	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. secnd.):	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga	0,8	0,7	0,6
Empuxo hidrostático	0,8	0,7	0,6
Gradiente térmico	0,6	0,5	0,3

Grandezas Físicas das Ações:

- $g_1$  - Peso próprio do concreto = Volume dos elementos multiplicado pelo peso específico do concreto armado. Unidades: peso em tf e o volume em  $m^3$ .
- $g_2$  - Empuxo de terra

Argila com areia fina cor variegada

$\gamma_t = 18,00 \text{ kN/m}^3$  Godoy, 1972

$\phi = 0^\circ$        $K_0 = 1,00$        $K_0 = 1 - \text{sen } \phi$

$p = K_0 \cdot \gamma_t \cdot h$

- $g_3$  - Enchimentos = Volume do elemento multiplicado pelo peso específico do material. Unidades: peso em tf e volume em  $m^3$ .
- $g_4$  - Retração: Não Consideramos uma retração em toda a estrutura
- $q_1$  - Empuxo Hidrostático interno: Em todas as faces internas estão sendo aplicada uma pressão de base ao topo. O peso específico utilizado no cálculo destas pressões é o da água, igual a  $1 \text{ tf/m}^3$  multiplicado pela altura da lamina d'água.
- $q_2$  - Sobrecarga: Nas lajes de tampa e escadas foram consideradas sobrecargas de utilização iguais a  $0,3 \text{ tf/m}^2$ .
- $q_3$  - gradiente térmico: Não foi considerado, as estruturas estão enterradas e as partes expostas tem pequenas dimensões e em consequência as deformações devido ao gradiente térmico são insignificantes.

Combinações:

Estado Limite Último - ELU-CN (cheio):

$C01 = 1,40 \cdot (g_1 + g_3) + g_2 + 1,40 \cdot q_1 + 1,20 \cdot q_2$

$C02 = 1,40 \cdot (g_1 + g_3) + g_2 + 1,40 \cdot q_2 + 1,20 \cdot q_1$

Estado Limite Último - ELU-CN (vazio):

$$C03 = 1,40.(g1+g2+g3)+1,40.q2$$

Estado Limite de Serviço ELS-CF (cheio)

$$C05 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q1+0,60.q2$$

$$C06 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q2+0,60.q1$$

Estado Limite de Serviço ELS-CF (vazio)

$$C07 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q2$$

Especial, para verificação da flutuação

$$C08 = 1,00.(g1+g3)+1,00.q4$$

## 2.2 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

Os cálculos de paredes e lajes de fundo e tampas foram considerados um elemento estrutural de 100 cm de largura e altura  $h$ , para o dimensionamento a flexo-tração com a força da envoltória máxima nas direções  $x$  e  $y$  e momentos da envoltória máxima e mínima nas direções  $x$  e  $y$ . A compressão aqui foi desprezada por entender que a sollicitação máxima acontece quando o elemento estrutural em questão é tracionado junto com a flexão.

Após a verificação da flexo-tração o elemento foi verificado com relação à formação de fissuras.

Momento mínimo para a dispensa de análise de fissuração (ESTÁDIO I e II):

$$M_R = a f_{ct} I_o / y_t [tf \cdot m] \quad (1)$$

Calculando teremos,  $M_r$  para um  $f_{ck} = 30$  MPa e  $h$  variado igual à:

- $h=15$ cm ;  $M_r = 1,906$ tf.m
- $h=20$ cm ;  $M_r = 3,388$ tf.m
- $h=25$ cm ;  $M_r = 5,295$ tf.m

- h=30cm ;  $M_r = 7,625 \text{tf.m}$
- h=35cm ;  $M_r = 10,378 \text{tf.m}$
- h=40cm ;  $M_r = 13,555 \text{tf.m}$

Armadura mínima prevista em norma:

$$A_{s,min} = \rho_{min} 100h \left[ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \right] \quad (2)$$

Sendo  $\rho_{min}$  taxa de armadura mínima conforme a NBR 6118:2014

Forma da seção	Valores de $\rho_{min}^a$ ( $A_{s,min}/A_c$ ) %														
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Retangular	0,150	0,150	0,150	0,164	0,179	0,194	0,208	0,211	0,219	0,226	0,233	0,239	0,245	0,251	0,256

<sup>a</sup> Os valores de  $\rho_{min}$  estabelecidos nesta Tabela pressupõem o uso de aço CA-50,  $d/h = 0,8$  e  $\gamma_c = 1,4$  e  $\gamma_s = 1,15$ . Caso esses fatores sejam diferentes,  $\rho_{min}$  deve ser recalculado.

Calculando teremos,  $A_{s,min}$  para um  $f_{ck} = 30 \text{MPa}$ ,  $b=100 \text{cm}$ , seção retangular e h variado igual à:

- h=15cm ;  $A_{s,min} = 2,25 \text{cm}^2/\text{m}$   $\emptyset 8 \text{ C}/20$
- h=20cm ;  $A_{s,min} = 3,00 \text{cm}^2/\text{m}$   $\emptyset 8 \text{ C}/15$
- h=25cm ;  $A_{s,min} = 3,75 \text{cm}^2/\text{m}$   $\emptyset 8 \text{ C}/12$  ou  $\emptyset 10 \text{ C}/20$
- h=30cm ;  $A_{s,min} = 4,50 \text{cm}^2/\text{m}$   $\emptyset 8 \text{ C}/10$  ou  $\emptyset 10 \text{ C}/15$
- h=35cm ;  $A_{s,min} = 5,25 \text{cm}^2/\text{m}$   $\emptyset 10 \text{ C}/12$
- h=40cm ;  $A_{s,min} = 6,00 \text{cm}^2/\text{m}$   $\emptyset 10 \text{ C}/12$

## 2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

Foram utilizadas as seguintes seções de concreto para as respectivas estruturas:

- estação elevatória de água/rap  $150 \text{m}^3$ :

Tampas: 20 cm; Paredes: 20 cm

Fundo: 20 cm; Laje = 12cm.

## 2.4 FUNDAÇÃO



Para a estrutura do Reservatório utilizamos a laje de fundo apoiada diretamente sobre o solo. Como modelo de cálculo adotamos um sistema de molas de resposta linear. Para obter a tensão média admissível a partir desse ensaio, utiliza-se o número médio de golpes aplicando a seguinte fórmula:

$$s = 0,20 * \text{SPT Médio (kgf/m}^2\text{)}$$

A partir dos valores de tensão média admissível é possível obter o valor de Kv por correlação, utilizando a tabela abaixo:

Tensão admissível (kgf/cm <sup>2</sup> )	Kv (kgf/cm <sup>3</sup> )	Tensão admissível (kgf/cm <sup>2</sup> )	Kv (kgf/cm <sup>3</sup> )
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	5,30
0,80	1,84	2,70	5,40
0,85	1,93	2,75	5,50
0,90	2,02	2,80	5,60
0,95	2,11	2,85	5,70
1,00	2,20	2,90	5,80
1,05	2,29	2,95	5,90
1,10	2,38	3,00	6,00
1,15	2,47	3,05	6,10
1,20	2,56	3,10	6,20
1,25	2,65	3,15	6,30
1,30	2,74	3,20	6,40
1,35	2,83	3,25	6,50
1,40	2,92	3,30	6,60
1,45	3,01	3,35	6,70
1,50	3,10	3,40	6,80
1,55	3,19	3,45	6,90
1,60	3,28	3,50	7,00
1,65	3,37	3,55	7,10
1,70	3,46	3,60	7,20
1,75	3,55	3,65	7,30
1,80	3,64	3,70	7,40
1,85	3,73	3,75	7,50
1,90	3,82	3,80	7,60
1,95	3,91	3,85	7,70
2,00	4,00	3,90	7,80
2,05	4,10	3,95	7,90
2,10	4,20	4,00	8,00

Fonte: Saia, Morrison (1993)

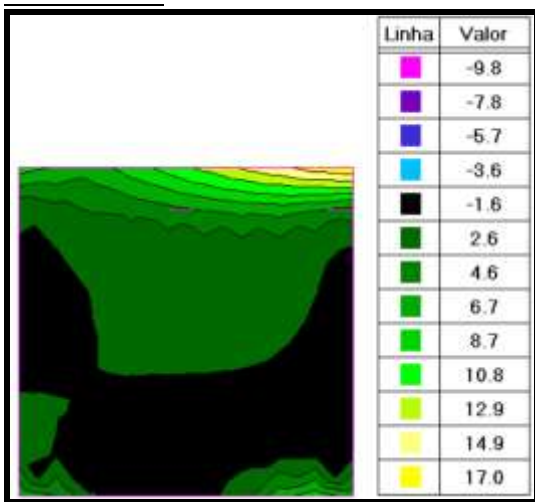
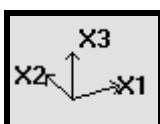
Adotamos uma taxa de solo de 2,5Kgf/cm<sup>2</sup>, conforme sondagem fornecida.

## 3.0 RESULTADOS –ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA/RAP 150M<sup>3</sup>

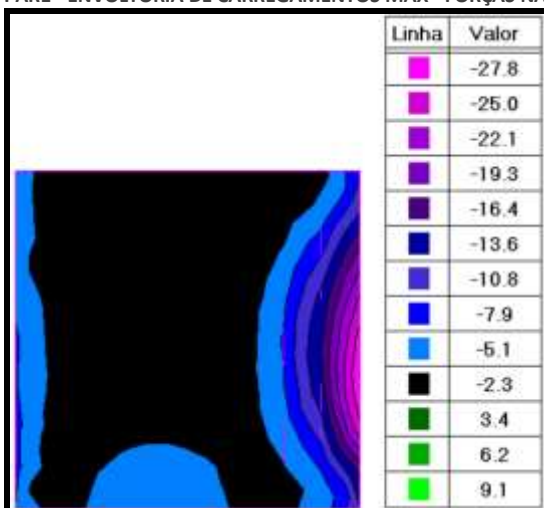
O software usado foi o STRAP VERSÃO 2011 que considera as lajes e paredes como placas de 50 à 40 centímetros (espaçamento adotado mediante critérios definidos). Os carregamentos das lajes e paredes são lançados diretamente sobre os elementos

As paredes e lajes das estruturas foram tratadas com lajes de comprimento unitário e altura h dimensionadas sobre flexo-compressão ou flexo-tração e foram armadas para resistir aos momentos e trações ou compressão da envoltória de combinações máximas e mínimas.

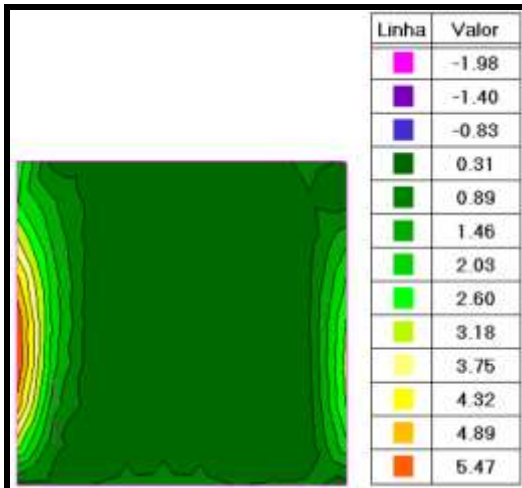
### 3.1 PAR1



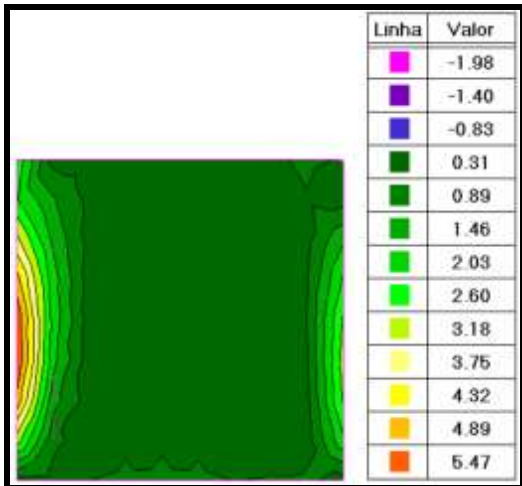
PAR1 - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR1- ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX – FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAR1 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR1 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{máx.}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	30	2,03	12,90	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm <sup>2</sup> /m)	
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	8	10,0	5,03
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	1,86	8	10,0	5,03

Resumo - ELU			
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona D	0,119	0,000	0,029

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\sigma$	Esp. (cm)
500	30	2,03	12,9	20	4,9	8	10,0
Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
5,03	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	10,00	109,00
$\alpha_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,004611512	0,321	4,85	139,95	0,00	0,027479128	0,1729605

PAR1- FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	30	2,41	16,40	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm <sup>2</sup> /m)	
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	10	12,0	6,54
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	2,08	10	12,0	6,54

Resumo - ELU			
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona D	0,147	0,000	0,033

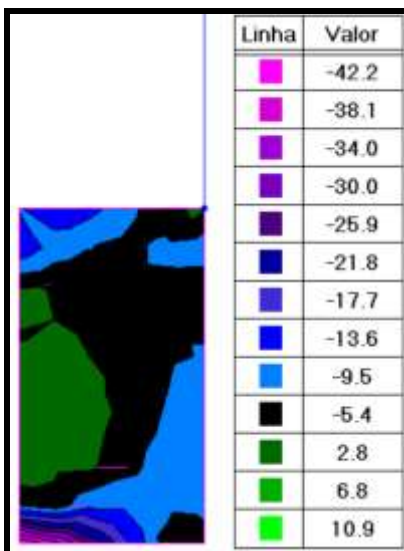
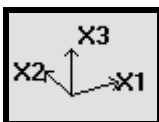
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\sigma$	Esp. (cm)
500	30	2,41	16,4	20	5	10	12,0

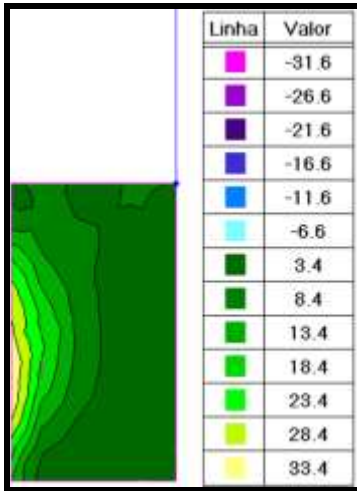
Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00	150,00
$\alpha_s$	$\rho_{ri}$	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,005235988	0,367	5,50	124,22	0,00	0,027061024	0,170140718

PAR1 - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

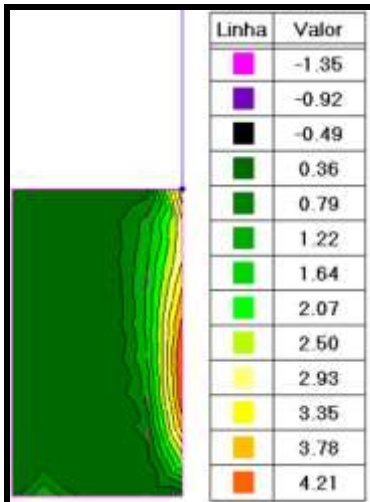
### 3.2 PAR 2



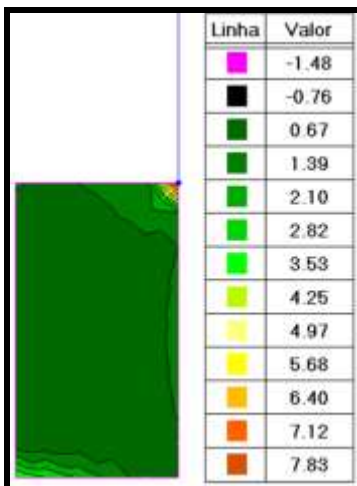
PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO MAX NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\max}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	30	1,14	16,50	15	4,9	0,5	2,60	1,40	1,15	1,40	Classe IV
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica											
Armadura necessária		Arranjo									
		$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm <sup>2</sup> /m)							
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	8	10,0	5,03							
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	0,03	8	10,0	5,03							
Resumo - ELU											
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$								
Zona D	0,158	0,000	0,001								
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais		Esforços		Seção							
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\emptyset$	Esp. (cm)				
500	30	1,14	16,5	15	4,9	8	10,0				
Cálculo											
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )				
5,03	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	10,00	109,00				
$\alpha_s$	$\rho_{ri}$	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,004611512	0,538	5,43	48,28	0,00	0,00327	0,05966496				

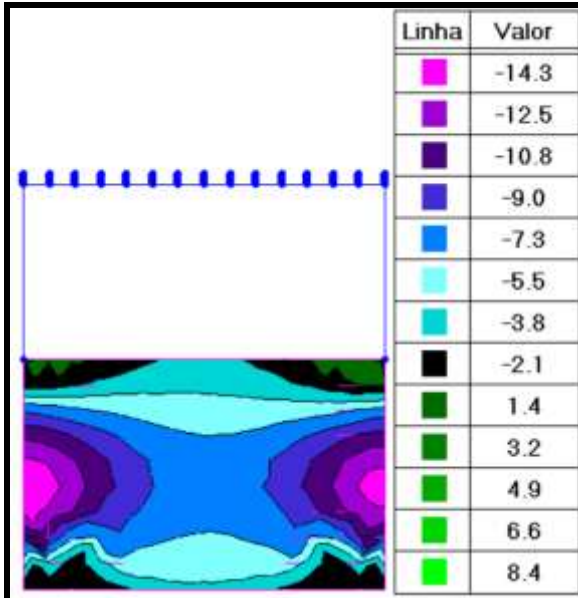
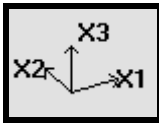
PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\max}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	30	2,82	18,40	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica											
Armadura necessária		Arranjo									
		$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm <sup>2</sup> /m)							
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	10	10,0	7,85							
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	2,69	10	10,0	7,85							
Resumo - ELU											
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$								
Zona D	0,171	0,000	0,043								
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais		Esforços		Seção							
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\emptyset$	Esp. (cm)				
500	30	2,82	18,4	20	5	10	10,0				
Cálculo											
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )				
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	10,00	125,00				
$\alpha_s$	$\rho_{ri}$	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,006283185	0,382	5,74	129,57	0,00	0,029440781	0,149532185				

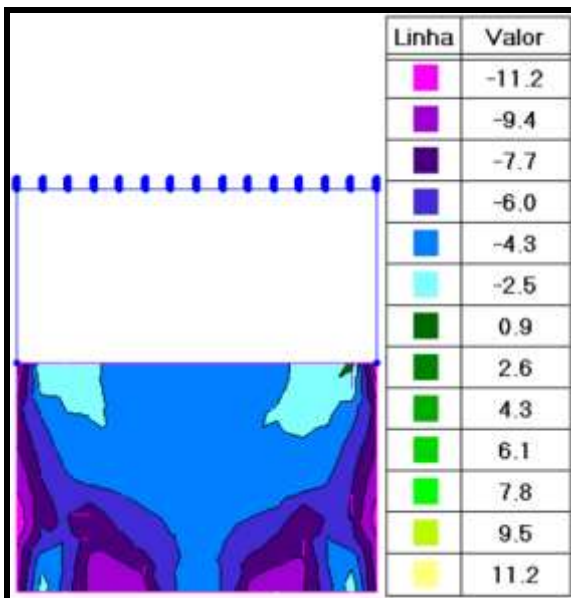
PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



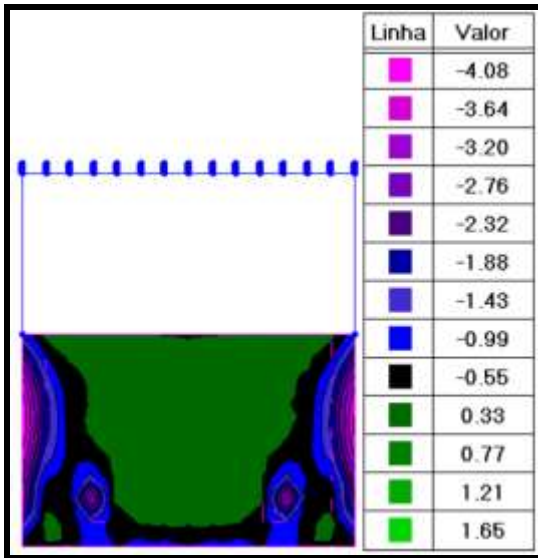
## 3.3 PAR 3



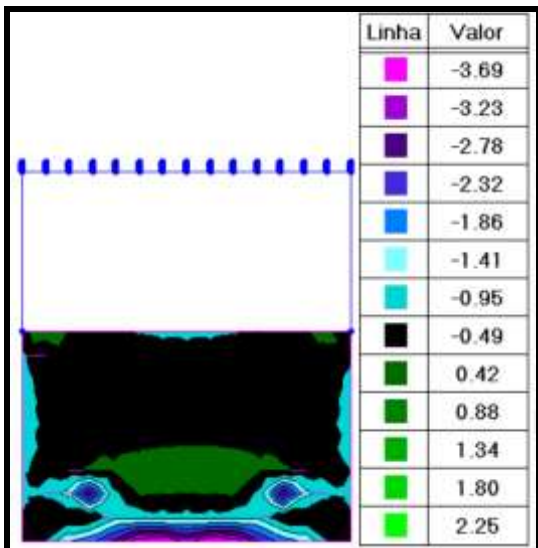
PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO MAX NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)



Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\max}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_l$	Classe Agres.
500	30	1,88	10,80	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm <sup>2</sup> /m)	
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	8	10,0	
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	1,94	8	10,0	

Resumo - ELU			
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona D	0,107	0,000	0,031

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\phi$	Esp. (cm)
500	30	1,88	10,8	20	4,9	8	10,0

Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
5,03	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	10,00	109,00
$\alpha_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,004611512	0,306	4,62	141,77	0,00	0,0281985	0,175209828

PAR3 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\max}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_l$	Classe Agres.
500	30	2,32	7,70	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm <sup>2</sup> /m)	
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	10	10,0	
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	3,62	10	10,0	

Resumo - ELU			
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona D	0,121	0,000	0,058

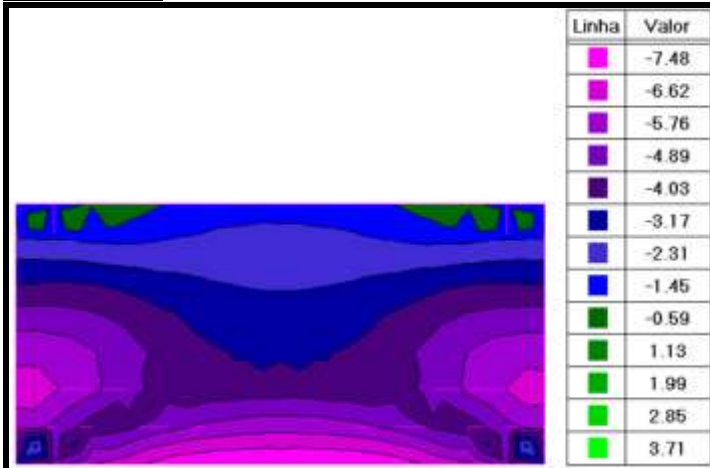
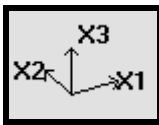
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\phi$	Esp. (cm)
500	30	2,32	7,7	20	5	10	10,0

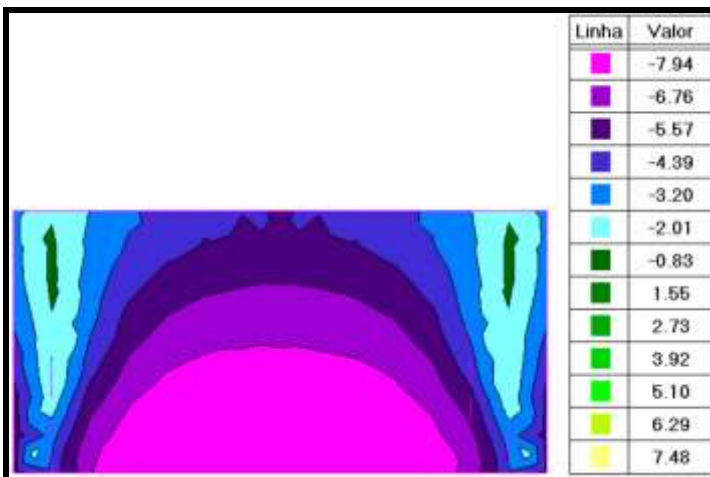
Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	10,00	125,00
$\alpha_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,006283185	0,308	4,62	157,81	0,00	0,043672044	0,182121734

PAR3 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

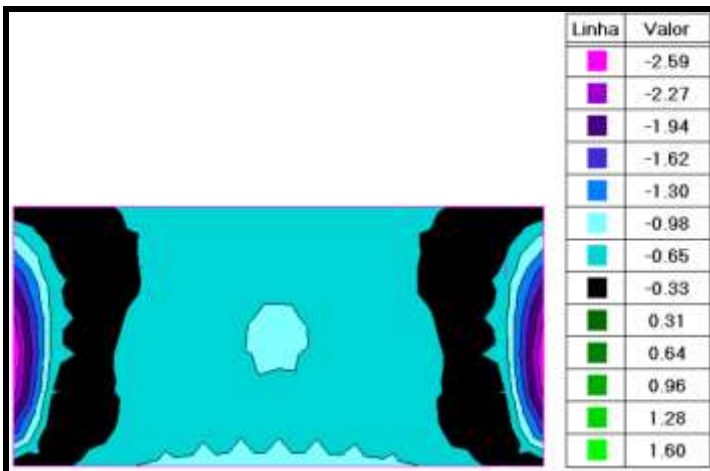
## 3.4 PAR 4



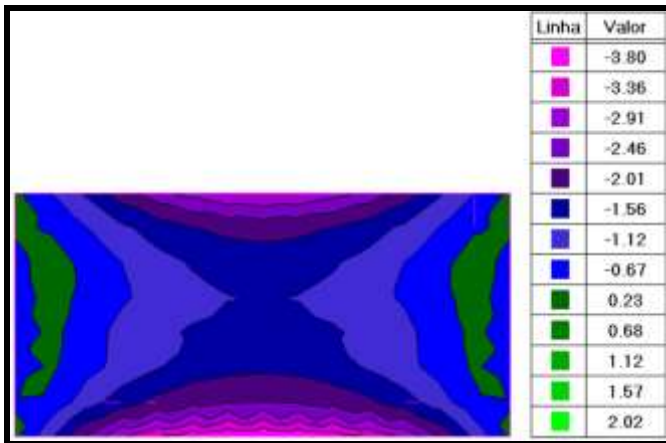
PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR4- ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{max}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	30	1,30	5,76	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As_tot. (cm <sup>2</sup> /m)	
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	8	10,0	5,03
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	1,64	8	10,0	5,03

Resumo - ELU			
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona D	0,069	0,000	0,026

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\phi$	Esp. (cm)
500	30	1,3	5,76	20	4,9	8	10,0

Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
5,03	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	10,00	109,00
$\sigma_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,004611512	0,277	4,18	116,76	0,00	0,019125767	0,144296198

PAR4 - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{max}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	30	2,46	7,94	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As_tot. (cm <sup>2</sup> /m)	
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	10	10,0	7,85
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	3,91	10	10,0	7,85

Resumo - ELU			
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona D	0,129	0,000	0,062

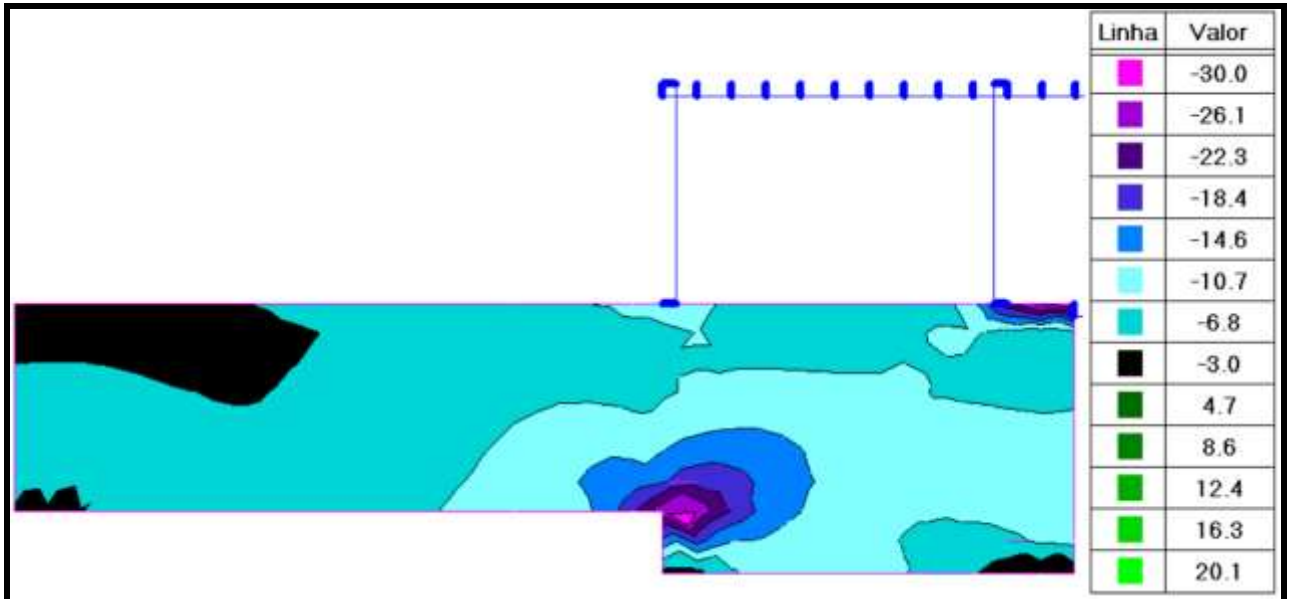
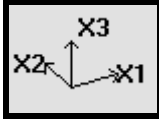
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\phi$	Esp. (cm)
500	30	2,46	7,94	20	5	10	10,0

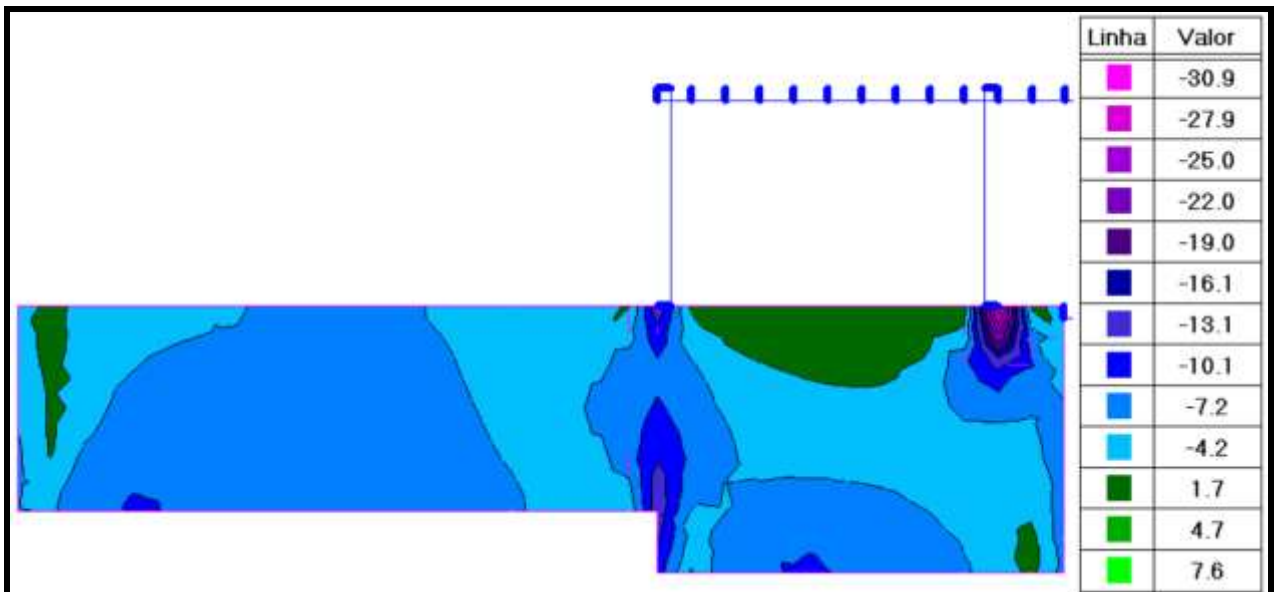
Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	10,00	125,00
$\sigma_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,006283185	0,306	4,59	168,95	0,00	0,050056522	0,194980129



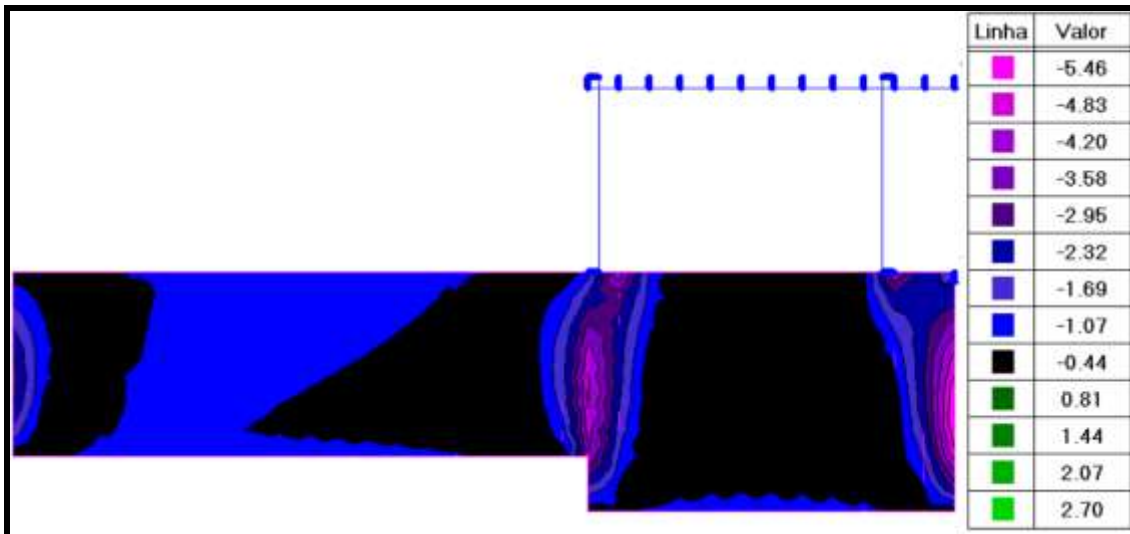
### 3.5 PAREDE 5 = PAREDE 7



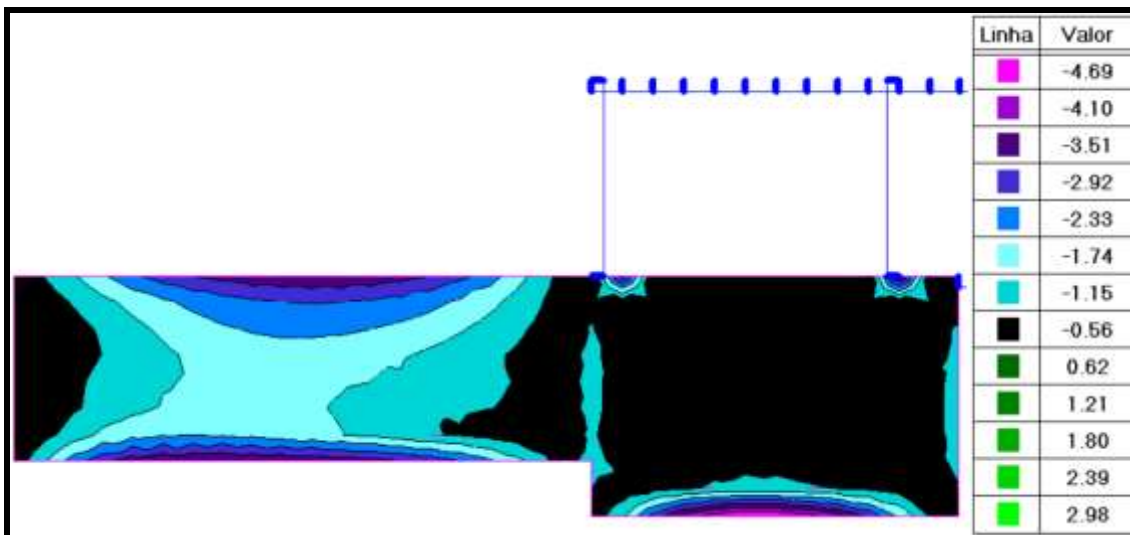
PAREDE 05=PAREDE 07 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAREDE 05=PAREDE 07 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAREDE 05=PAREDE 07 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAREDE 05=PAREDE 07 – ENVOLTÓRIA DE CARGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				Classe Agres.
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	30	1,69	18,40	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As tot (cm <sup>2</sup> /m)	
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	8	10,0	5,03
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	-	8	10,0	5,03

Resumo - ELU			
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona O	-	0,000	0,000

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\phi$	Esp. (cm)
500	30	1,69	18,4	20	4,9	8	10,0

Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
5,03	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	10,00	109,00
os	prl	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,004611512	0,488	7,37	47,58	0,00	0,003175428	0,058795838

PAREDE 05=PAREDE 07 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{max}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_l$	Classe Agres.
500	30	3,51	16,00	20	5,1	0,5	3,48	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As_tot (cm <sup>2</sup> /m)	
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	12,5	10,0	12,27
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	4,95	12,5	10,0	12,27

Resumo - ELU			
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona D	0,203	0,000	0,079

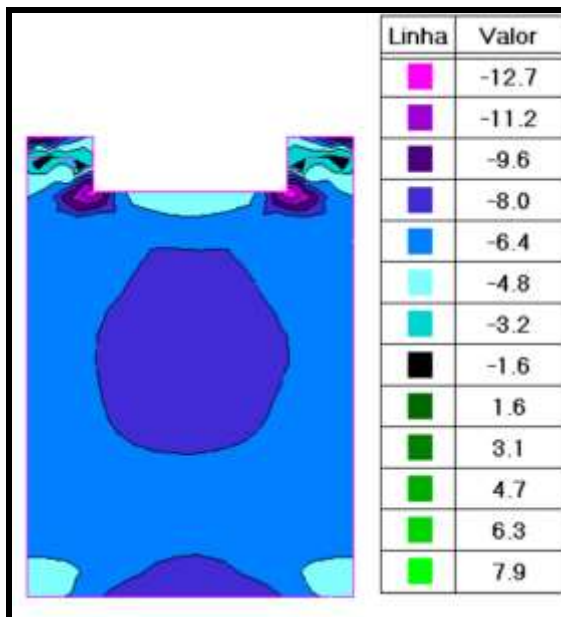
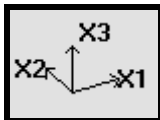
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\phi$	Esp. (cm)
500	30	3,51	16	20	5,125	12,5	10,0

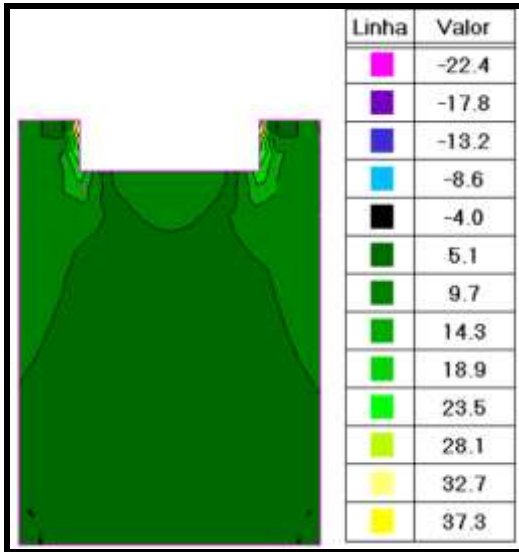
Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
12,27	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	10,00	145,00
es	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{sl}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,008463342	0,394	5,86	140,18	0,00	0,043077615	0,153573114

PAREDE 05=PAREDE 07– FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

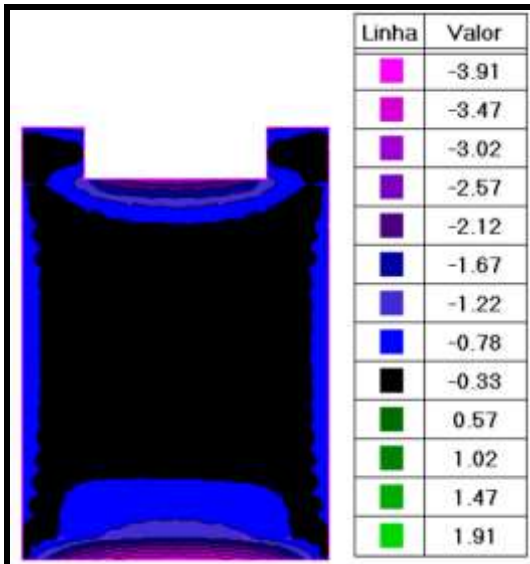
### 3.6 FUNDO



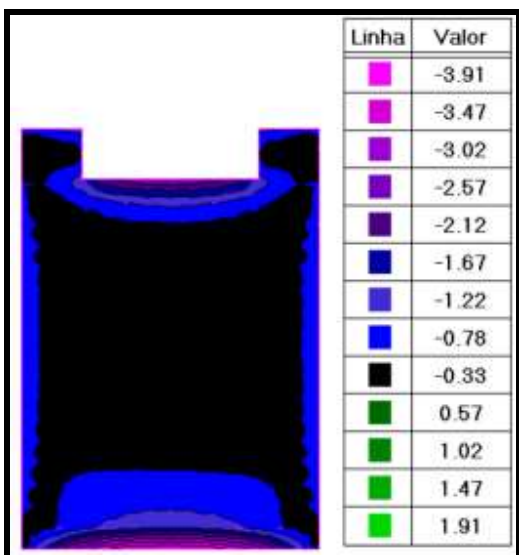
FUNDO – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)



Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	30	2,07	21,80	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As <sub>tot</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	8	10,0	
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	0,17	8	10,0	

Resumo - ELU			
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona D	0,142	0,000	0,003

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\phi$	Esp. (cm)
500	30	2,07	21,8	20	4,9	8	10,0

Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
5,03	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	10,00	109,00
$\alpha_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,004611512	0,471	7,11	63,58	0,00	0,005671756	0,078578593

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	30	2,12	14,30	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As <sub>tot</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	10	12,0	
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	1,81	10	12,0	

Resumo - ELU			
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona D	0,128	0,000	0,029

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\phi$	Esp. (cm)
500	30	2,12	14,3	20	5	10	12,0

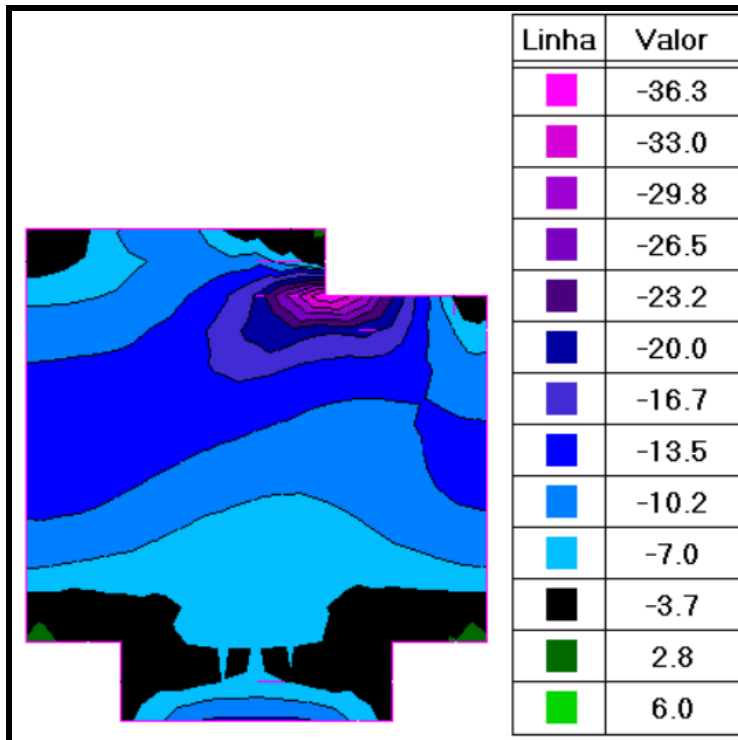
  

Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00	150,00
$\alpha_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,005235988	0,365	5,47	110,26	0,00	0,021320974	0,15102181

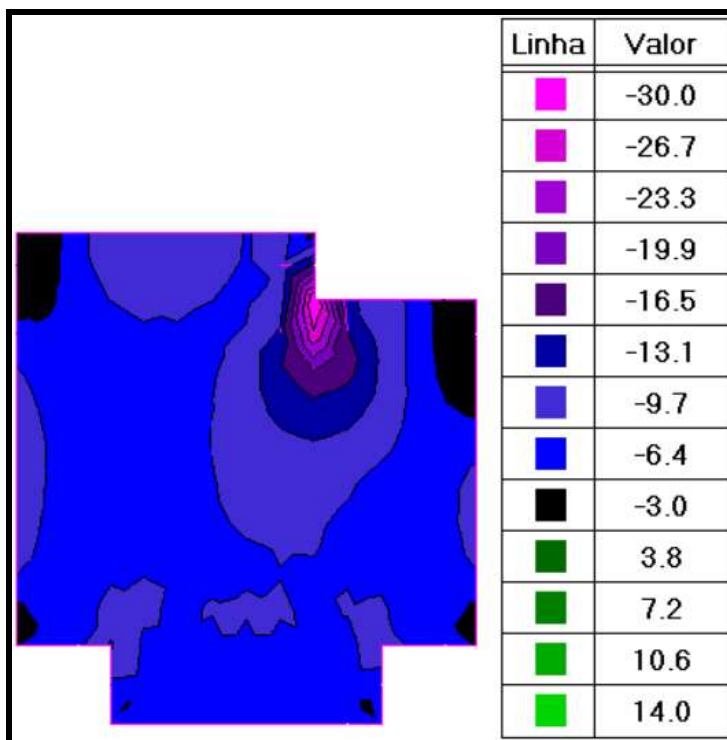
FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



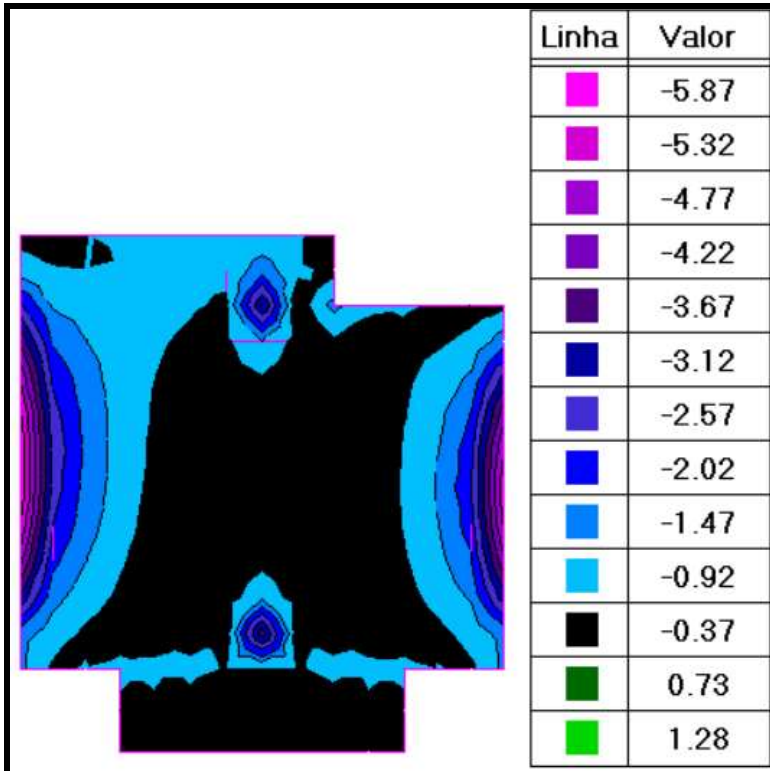
### 3.7 FUNDO 02



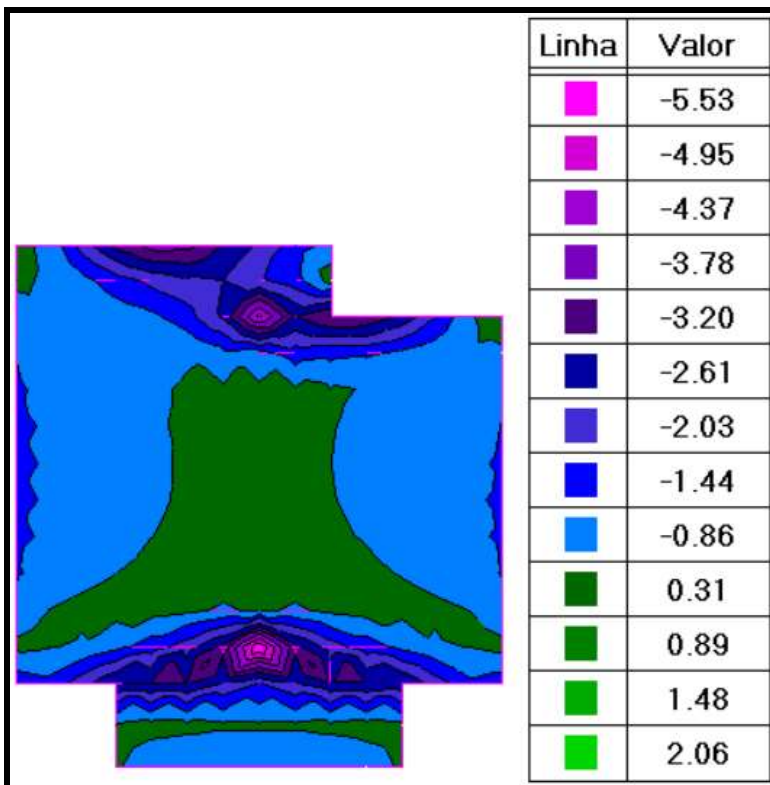
FUNDO 02 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO 02 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO 02 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO 02 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

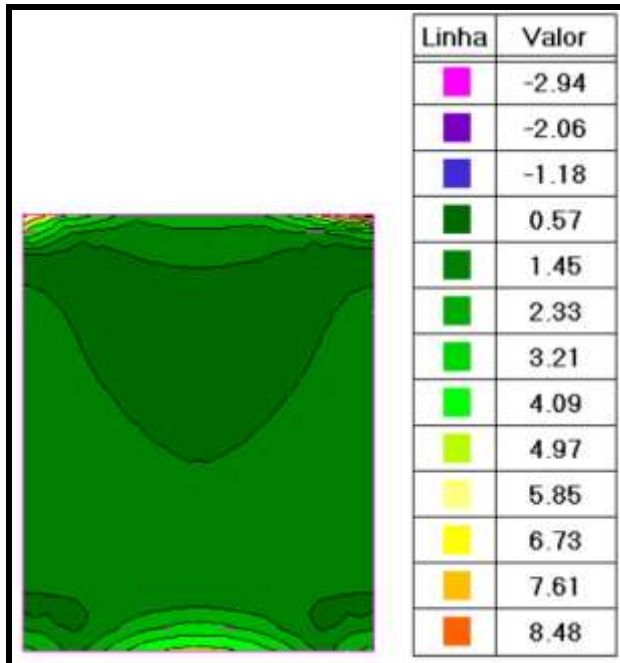
Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118																							
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA																
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.												
500	30	4,22	16,50	20	5,1	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV												
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica																							
Armadura necessária		Arranjo			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Resumo - ELU</th> </tr> <tr> <th>Zona</th> <th><math>\xi</math></th> <th><math>\omega_1</math></th> <th><math>\omega_2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zona D</td> <td>0,241</td> <td>0,000</td> <td>0,108</td> </tr> </tbody> </table>							Resumo - ELU				Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$	Zona D	0,241	0,000	0,108
		Resumo - ELU																					
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$																				
Zona D	0,241	0,000	0,108																				
$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm <sup>2</sup> /m)																					
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	12,5	10,0	12,27																			
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	6,73	12,5	10,0	12,27																			
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO																							
Materiais		Esforços		Seção																			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\phi$	Esp. (cm)																
500	30	4,22	16,5	20	5,125	12,5	10,0																
Cálculo																							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )																
12,27	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	10,00	145,00																
$\alpha_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)																
8,05	0,008463342	0,379	5,64	180,63	0,00	0,071519087	0,19787929																

FUNDO 02 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

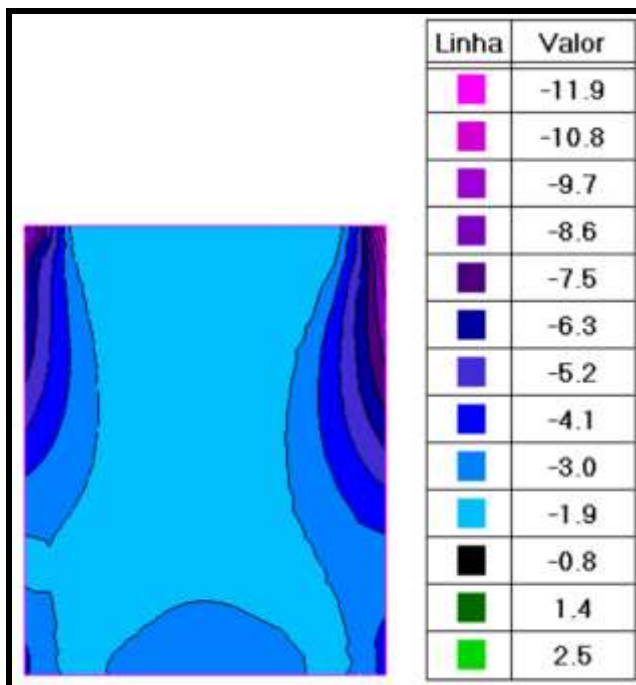
Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118																							
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA																
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.												
500	30	4,37	19,90	20	5,1	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV												
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica																							
Armadura necessária		Arranjo			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Resumo - ELU</th> </tr> <tr> <th>Zona</th> <th><math>\xi</math></th> <th><math>\omega_1</math></th> <th><math>\omega_2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zona D</td> <td>0,259</td> <td>0,000</td> <td>0,104</td> </tr> </tbody> </table>							Resumo - ELU				Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$	Zona D	0,259	0,000	0,104
		Resumo - ELU																					
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$																				
Zona D	0,259	0,000	0,104																				
$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm <sup>2</sup> /m)																					
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	12,5	10,0	12,27																			
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	6,49	12,5	10,0	12,27																			
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO																							
Materiais		Esforços		Seção																			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\phi$	Esp. (cm)																
500	30	4,37	19,9	20	5,125	12,5	10,0																
Cálculo																							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )																
12,27	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	10,00	145,00																
$\alpha_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)																
8,05	0,008463342	0,394	5,86	174,62	0,00	0,066840673	0,191297709																

FUNDO 02 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

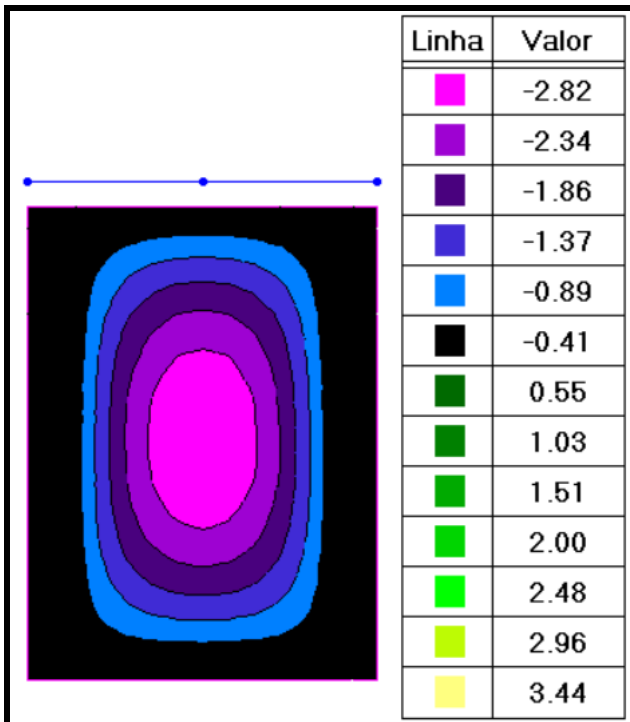
### 3.8 TAMPA



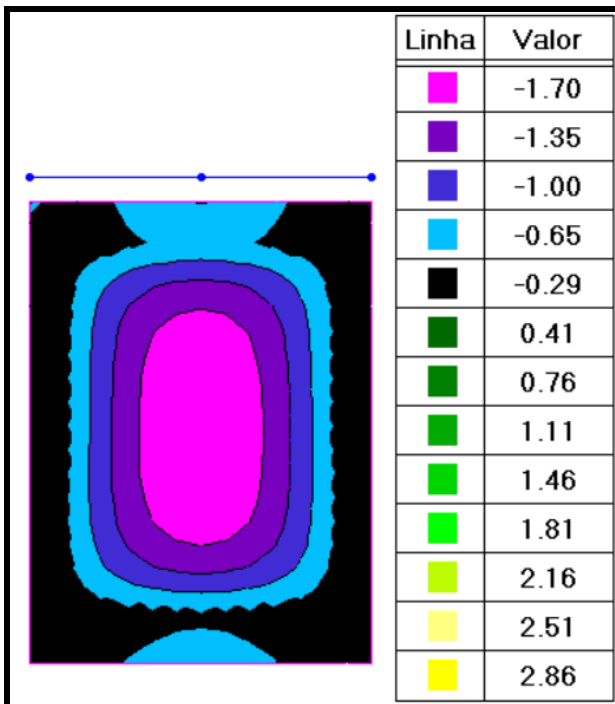
TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118																							
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA																
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.												
500	30	2,34	5,85	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV												
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica																							
Armadura necessária		Arranjo																					
		$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm <sup>2</sup> /m)																			
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	10	10,0	7,85	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Resumo - ELU</th> </tr> <tr> <th>Zona</th> <th><math>\xi</math></th> <th><math>\omega_1</math></th> <th><math>\omega_2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zona D</td> <td>0,118</td> <td>0,000</td> <td>0,064</td> </tr> </tbody> </table>							Resumo - ELU				Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$	Zona D	0,118	0,000	0,064
Resumo - ELU																							
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$																				
Zona D	0,118	0,000	0,064																				
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	4,05	10	10,0	7,85																			
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO																							
Materiais		Esforços		Seção																			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\phi$	Esp. (cm)																
500	30	2,34	5,85	20	5	10	10,0																
Cálculo																							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )																
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	10,00	125,00																
$\alpha_s$	$\rho_{ri}$	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)																
8,05	0,006283185	0,292	4,38	173,08	0,00	0,052535559	0,199749957																

TAMPA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118																							
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA																
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.												
500	30	1,35	3,00	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV												
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica																							
Armadura necessária		Arranjo																					
		$\Phi$ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm <sup>2</sup> /m)																			
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	8	10,0	5,03	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Resumo - ELU</th> </tr> <tr> <th>Zona</th> <th><math>\xi</math></th> <th><math>\omega_1</math></th> <th><math>\omega_2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zona D</td> <td>0,065</td> <td>0,000</td> <td>0,037</td> </tr> </tbody> </table>							Resumo - ELU				Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$	Zona D	0,065	0,000	0,037
Resumo - ELU																							
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$																				
Zona D	0,065	0,000	0,037																				
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	2,32	8	10,0	5,03																			
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO																							
Materiais		Esforços		Seção																			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\phi$	Esp. (cm)																
500	30	1,35	3	20	4,9	8	10,0																
Cálculo																							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )																
5,03	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	10,00	109,00																
$\alpha_s$	$\rho_{ri}$	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)																
8,05	0,004611512	0,238	3,59	155,39	0,00	0,033874596	0,192035942																

TAMPA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y





---

**CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS**  
**CREA-ES 011840/D**



## **Resumo Estrutural por Elementos**



**ESTAÇÃO ELEVATÓRIA / RAP 150m3**

**CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa**

	TAMPA	PAREDES	FUNDO	VIGAS	PILAR	LAJES	VERTEDOURO	TOTAL
VOLUME (m <sup>3</sup> )	1,00	46,00	27,50	4,50	3,50	9,00	6,00	97,50
FÔRMA (m <sup>2</sup> )	7,00	450,00	16,00	49,00	46,00	63,00	68,00	699,00

**CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa**

VOLUME (m <sup>3</sup> )	6,70
--------------------------	------

**TAMPA**

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	1467	587
50A	10	1427	899
TOTAL		2894	1486

**PAREDES**

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	4883	1953
50A	10	4910	3094
50A	12.5	3270	3270
TOTAL		13063	8317

**VIGAS**

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	306	49
50A	6.3	68	17
50A	10	143	90
50A	12.5	105	105
50A	16	75	120
TOTAL		697	381

**PILAR**

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	338	54
50A	12.5	254	254
50A	16	68	108
TOTAL		660	416

**FUNDO**

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	680	109
50A	6.3	123	31
50A	8	5423	2169
50A	10	113	71
50A	12.5	318	318
TOTAL		6657	2698

LAJES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	903	361
TOTAL		903	361
VERTEDOURO			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	8	1141	456
50A	10	919	579
TOTAL		2060	1035

---

**CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS**  
**CREA-ES 011840/D**



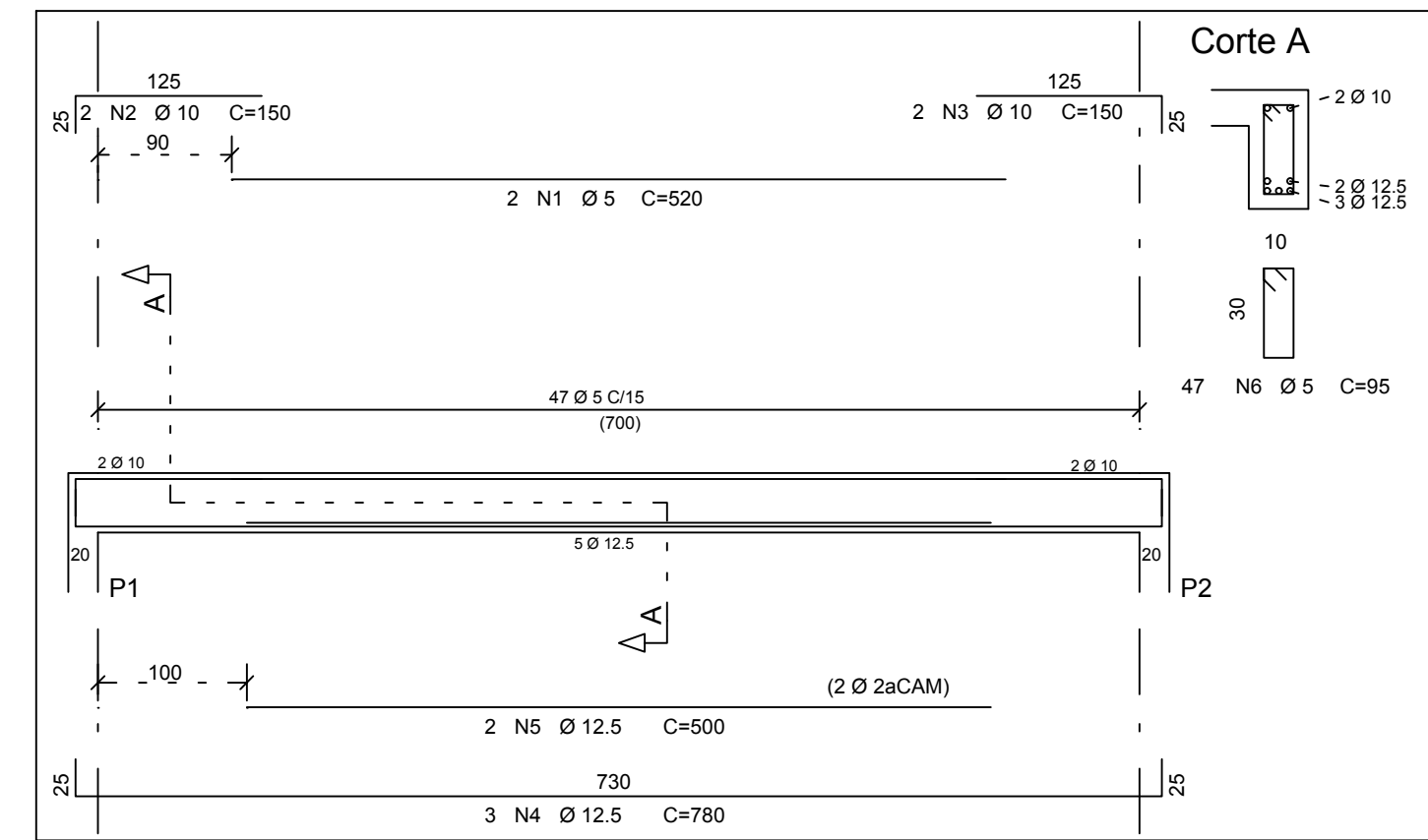
## **Peças Gráficas**

## PEÇAS GRÁFICAS

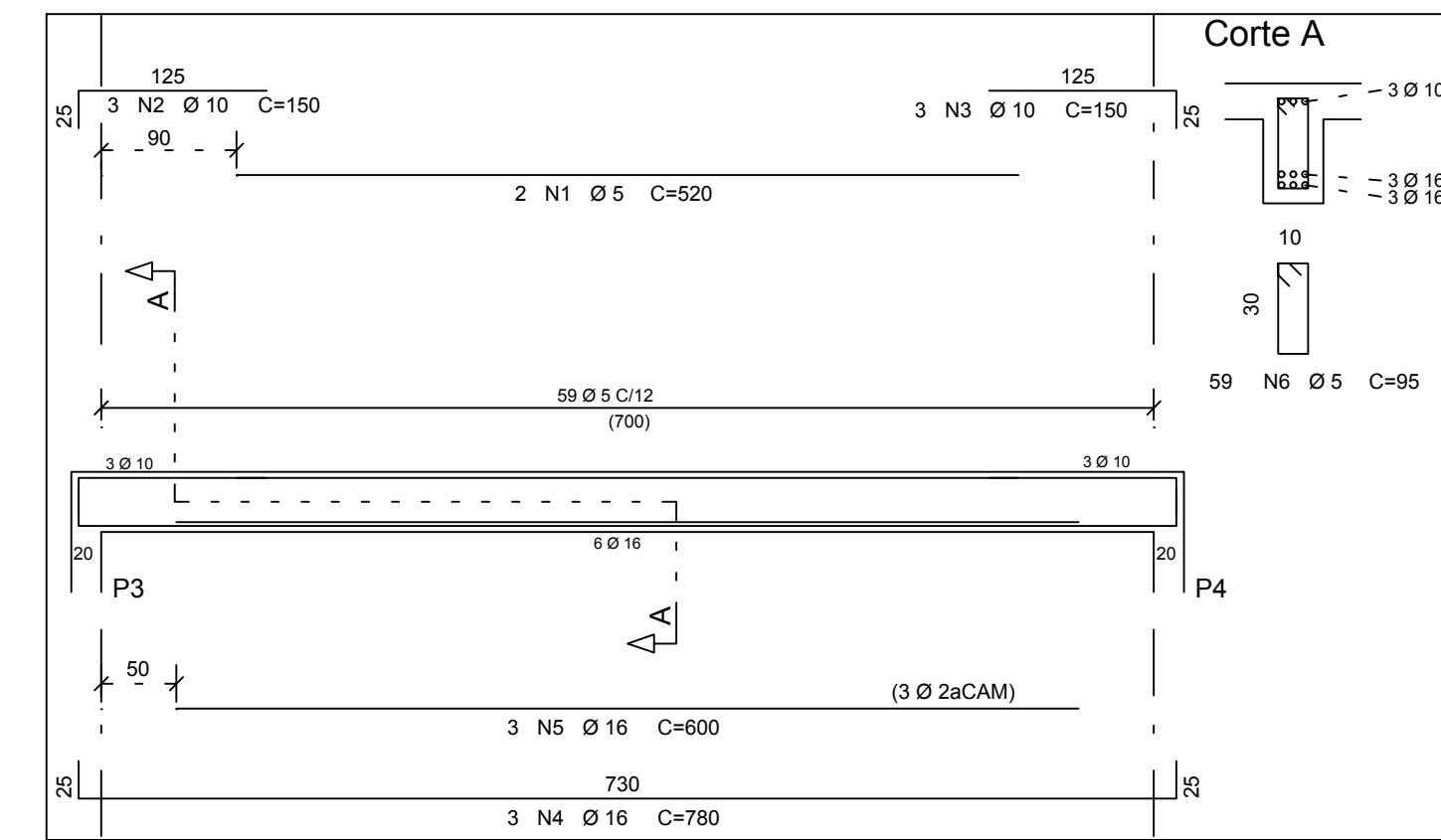
Relação de Plantas:

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA/ RAP 150m <sup>3</sup>		
DESENHO:	PRANCHA:	TÍTULO:
01	01/06	Projeto Estrutural – Estação Elevatória/ RAP 150m <sup>3</sup> – Planta Baixa Níveis: +88.900, +92.270, +95.600 e Vertedouro
01	02/06	Projeto Estrutural – Estação Elevatória/ RAP 150m <sup>3</sup> – Cortes: A-A, B-B, C-C, D-D e Corte A-A do Vertedouro
01	03/06	Projeto Estrutural – Estação Elevatória/ RAP 150m <sup>3</sup> – Armação: do Fundo, da Tampa do Reservatório, do Vertedouro e Detalhes de Ligação Parede-parede
01	04/06	Projeto Estrutural – Estação Elevatória/ RAP 150m <sup>3</sup> – Armação das Paredes e Detalhes de Ligação Parede-parede
01	05/06	Projeto Estrutural – Estação Elevatória/ RAP 150m <sup>3</sup> – Armações: Piso do Térreo, Cintas, Pilares, Sapatas e Parede 7
01	06/06	Projeto Estrutural – Estação Elevatória/ RAP 150m <sup>3</sup> – Armações: Positiva e Negativa das Lajes, das Vigas e Formas D

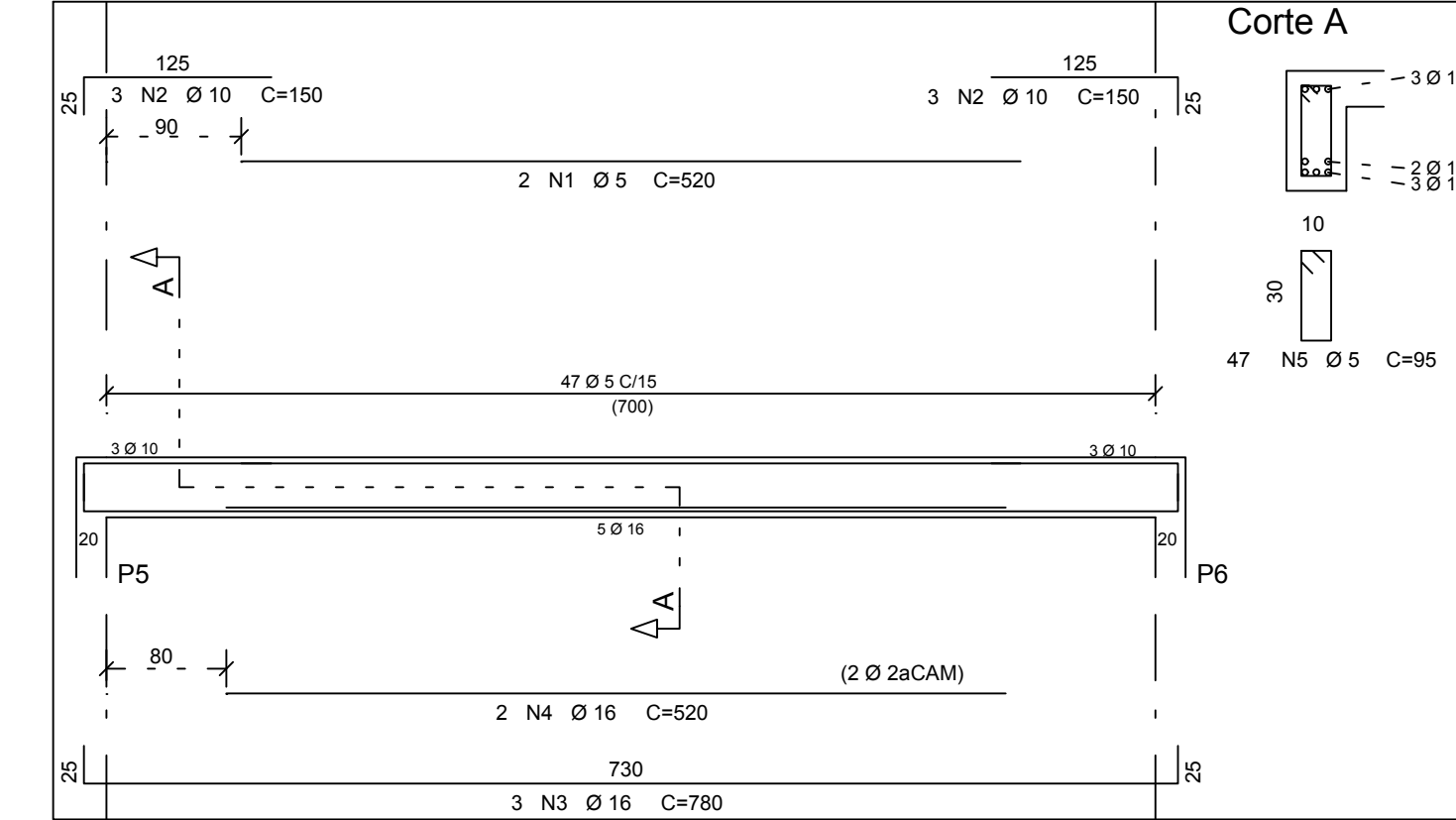
V1-COBERTURA 20X40



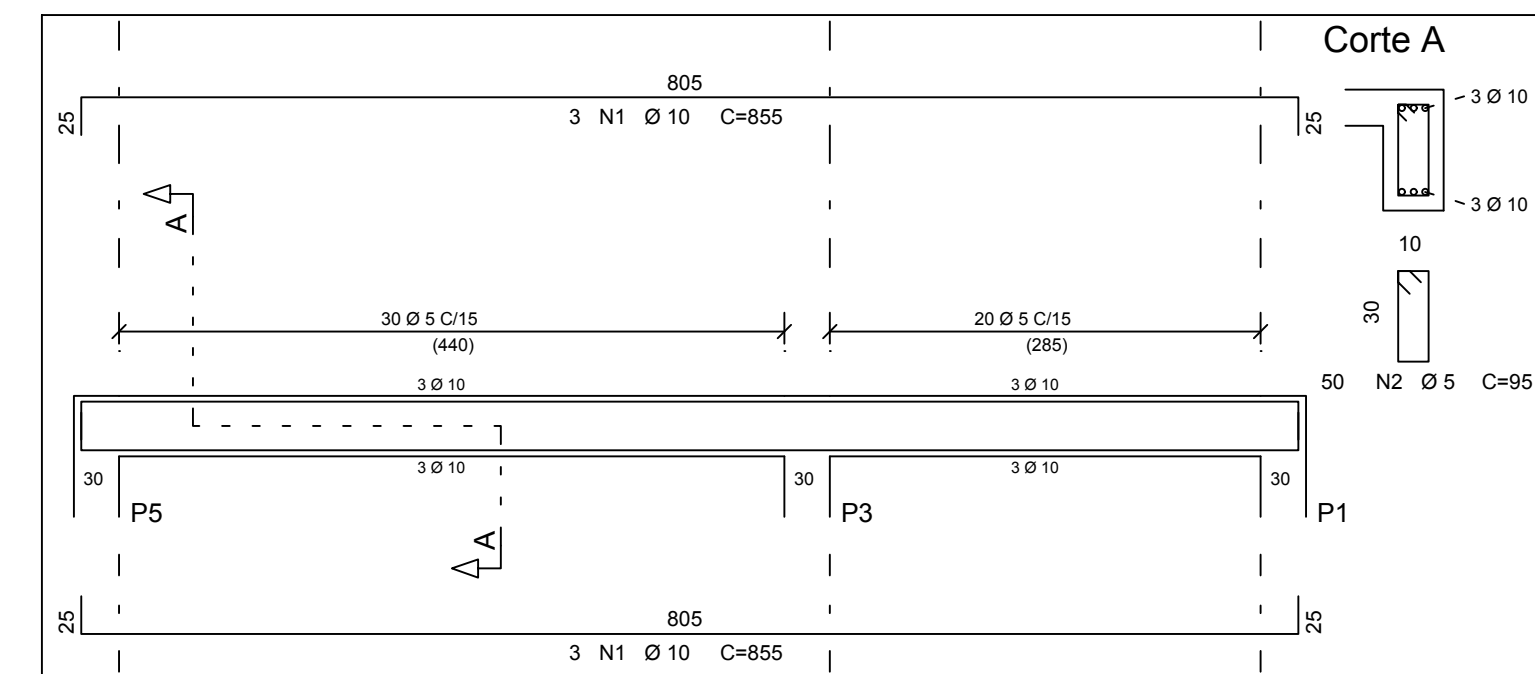
V2-COBERTURA 20X40



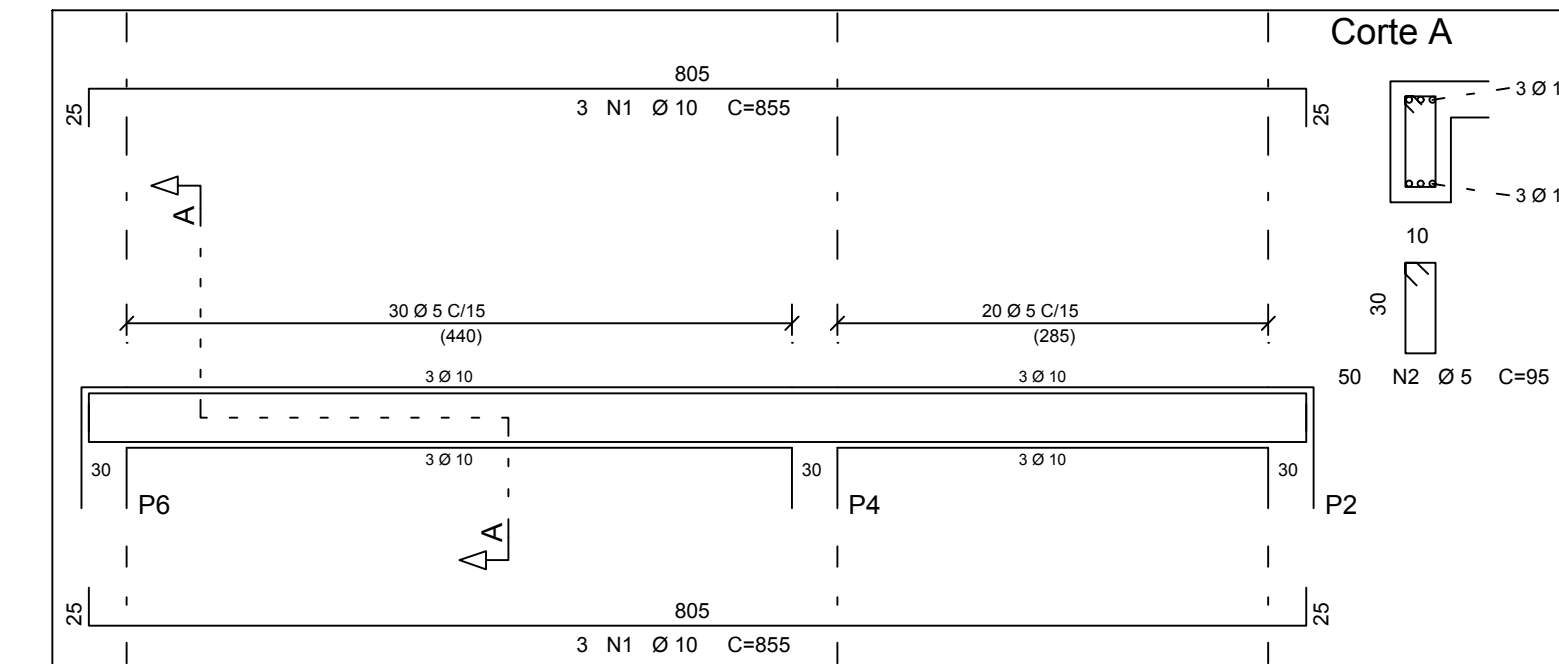
V3-COBERTURA 20X40



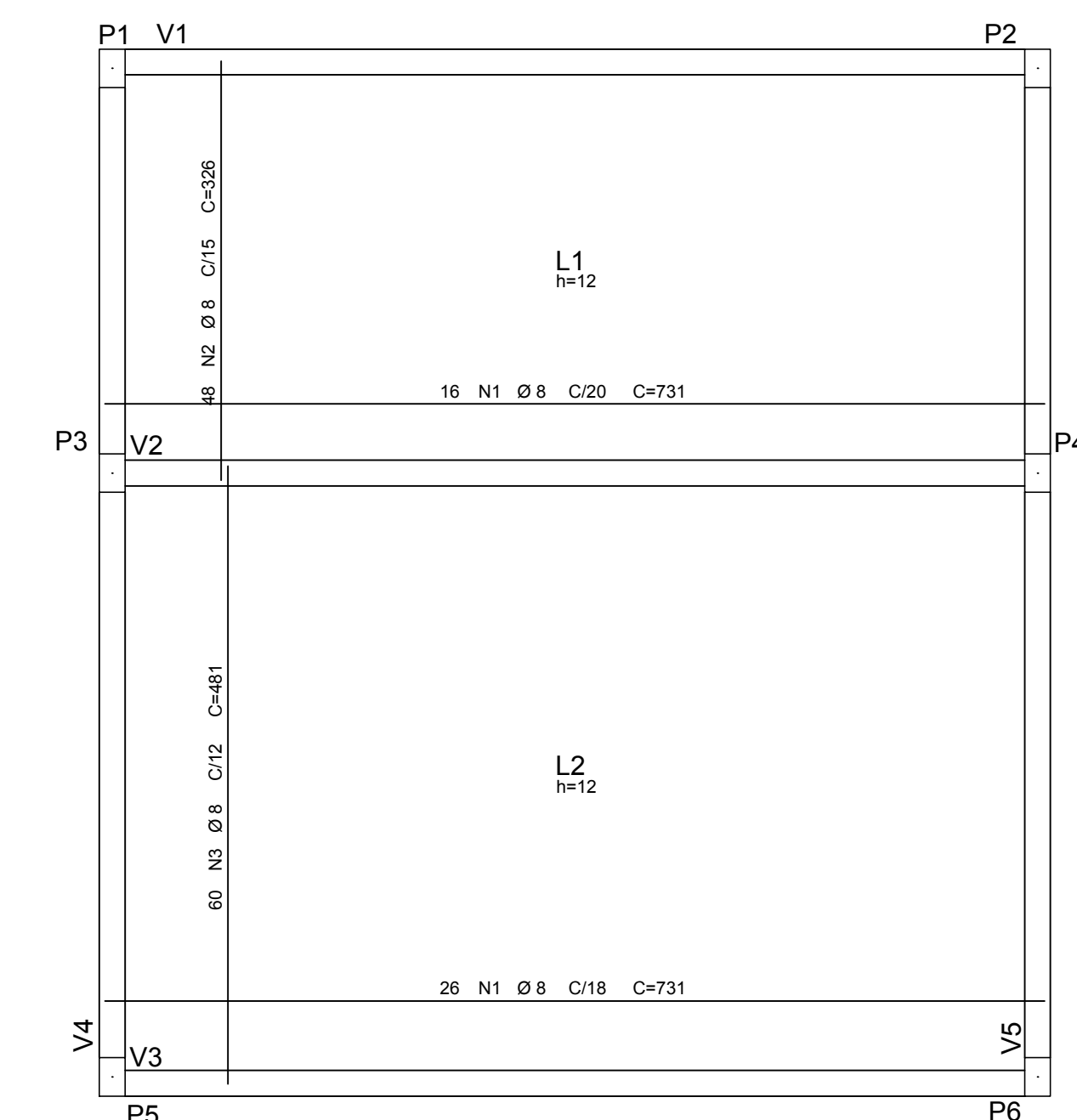
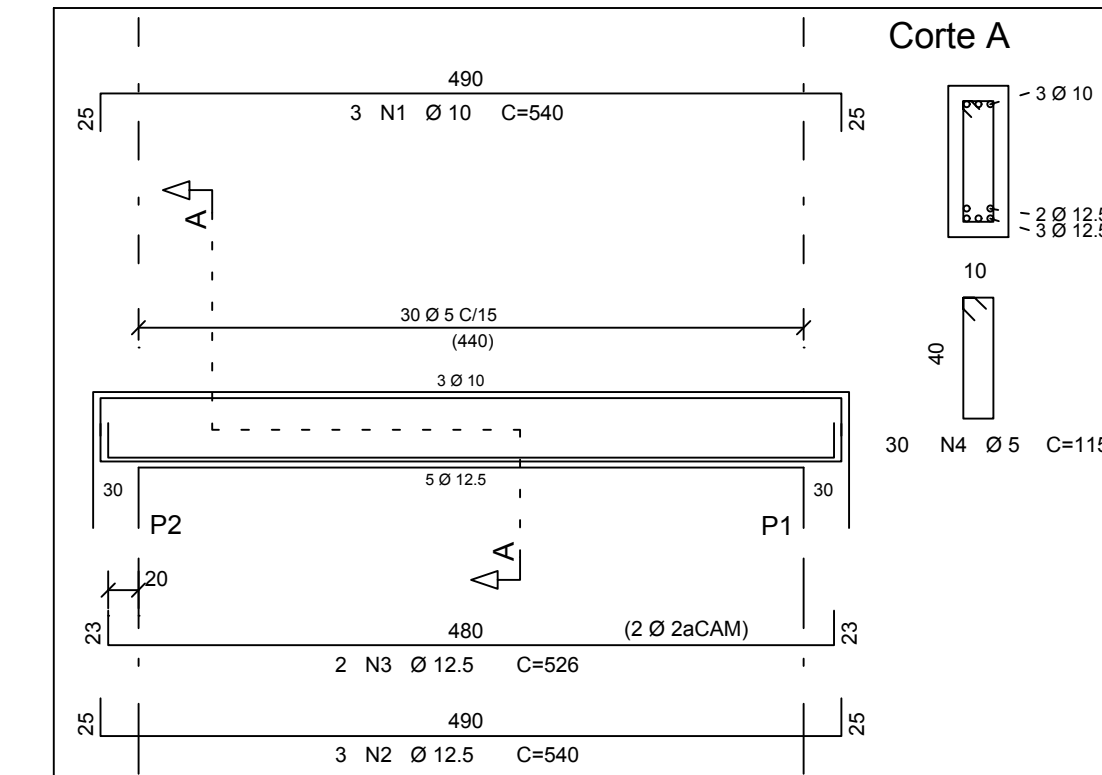
V4-COBERTURA 20X40



V5-COBERTURA 20X40

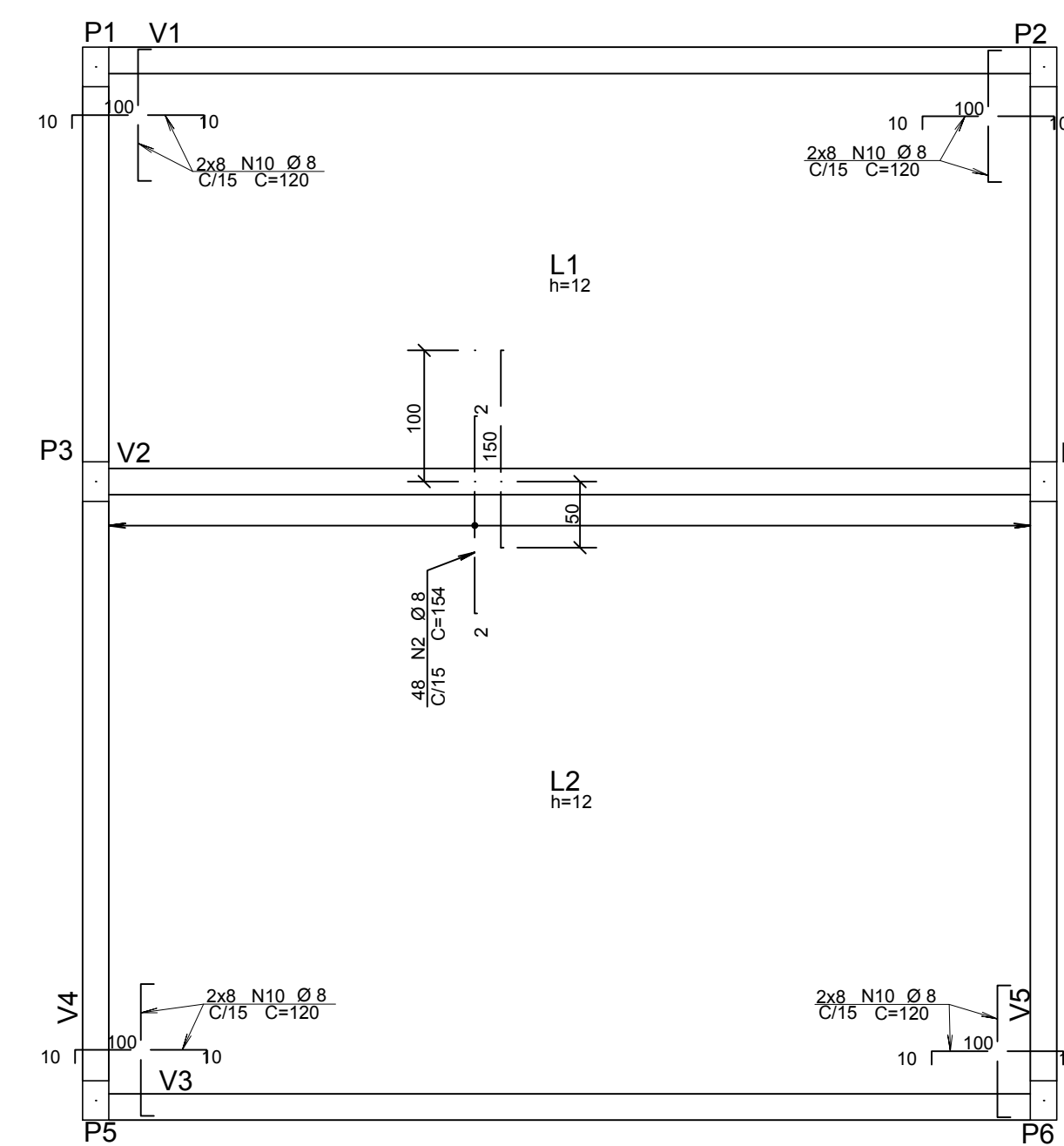


V1A



ARMAÇÃO POSITIVA DAS LAJES DA COBERTURA

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO NEGATIVA DAS LAJES DA COBERTURA

ESCALA - 1:50

ÁÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
<b>V1A-PAVSUPERIOR</b>					
50A	1	10	3	540	1620
50A	2	12,5	3	540	1620
50A	3	12,5	2	526	1052
60B	4	5	30	115	3450
<b>V1-COBERTURA</b>					
60B	1	5	2	520	1040
50A	2	10	2	150	300
50A	3	10	2	150	300
50A	4	12,5	3	780	2340
50A	5	12,5	2	500	1000
60B	6	5	47	95	4465
<b>V2-COBERTURA</b>					
60B	1	5	2	520	1040
50A	2	10	3	150	450
50A	3	10	3	150	450
50A	4	16	3	780	2340
50A	5	16	3	600	1800
60B	6	5	59	95	5605
<b>V3-COBERTURA</b>					
60B	1	5	2	520	1040
50A	2	10	3	150	450
50A	3	16	3	780	2340
50A	4	16	2	520	1040
60B	5	5	47	95	4465
<b>V4-COBERTURA</b>					
50A	1	10	6	855	5130
60B	2	5	50	95	4750
<b>V5-COBERTURA</b>					
50A	1	10	6	855	5130
60B	2	5	50	95	4750
<b>ARMAÇÃO NEGATIVA DAS LAJES DA COBERTURA</b>					
50A	2	8	48	154	7392
50A	10	8	64	120	7680
<b>ARMAÇÃO POSITIVA DAS LAJES DA COBERTURA</b>					
50A	1	8	42	731	30702
50A	2	8	48	326	15648
50A	3	8	60	481	28860

RESUMO AÇO CA 50-60			
ÁÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	308	49
50A	8	903	361
50A	10	143	90
50A	12,5	60	60
50A	16	75	120
Peso Total 60B =			49 kg
Peso Total 50A =			632 kg

OBSERVAÇÃO: TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO ADOTADA DE 2,5KGf/CM2, COM BASE NO RELATÓRIO DE SONDAAGEM FORNECIDO



NOTAS :			
1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5,0cm	Sapatas: 5,0cm	
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5,0cm	Vigas: 5,0cm	
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5,0cm	Tubulão: 5,0cm	
Fator Água Cimento : A/C <= 0,45	Radier: 5,0cm		
Consumo de Cimento : 350kgf/m3	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009		
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto		
CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto,dimensionamento e procedimentos executivos		
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980		
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18,5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações		
Espessura : 5,0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014		
Consumo de Cimento : 250kgf/m3	Projeto de Estruturas de Concreto- Procedimento		
5 - As cotas prevalecem sobre o desenho	16 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010		
6 - Classe de Agressividade Ambiental = Iv	Projeto e execução de fundações		
7 - Fator do Terreno: S1 = 1,0	17 - Norma de Incêndio em concreto : NBR 15200/2012		
8 - Categoria de Rugosidade: S2 = II	Projeto de estruturas de concreto em situação de Incêndio		
9 - Classe da Edificação: A	18 - Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004		
10 - Fator Estatístico: S3 = 1,00	Execução de estruturas de concreto - Procedimento		
11 - Velocidade Básica do Vento: V = 30m/s	19 - As normas citadas acima devem ser seguidas		
12 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras		

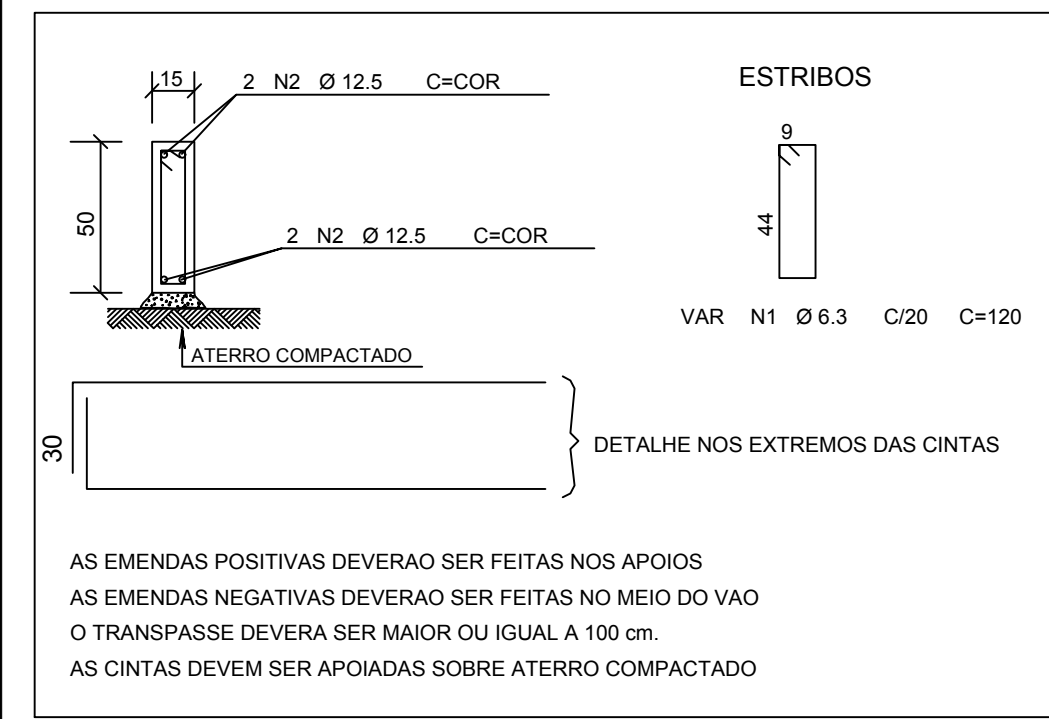
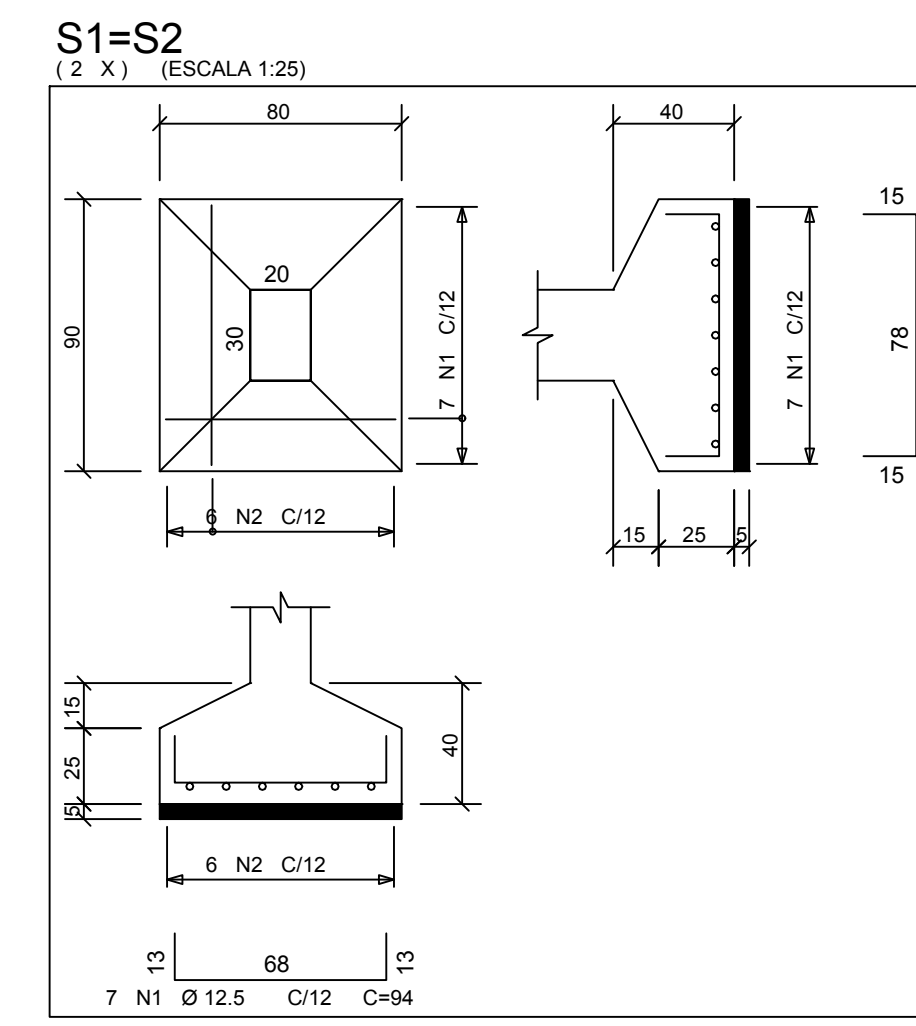
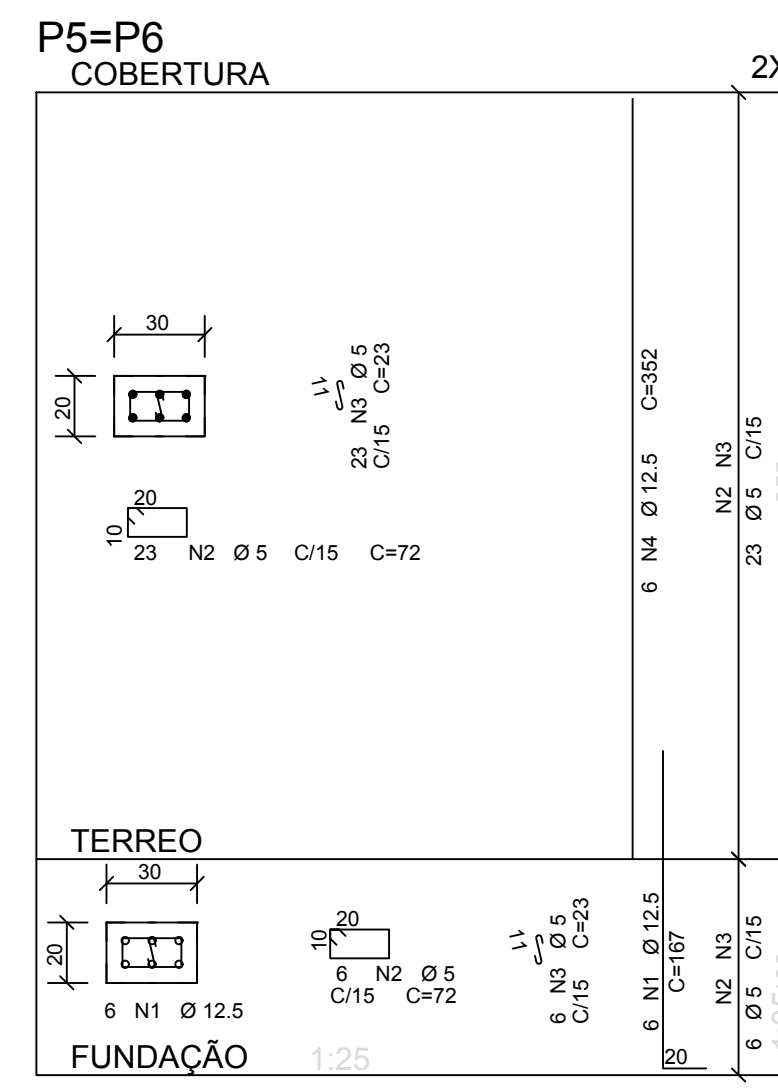
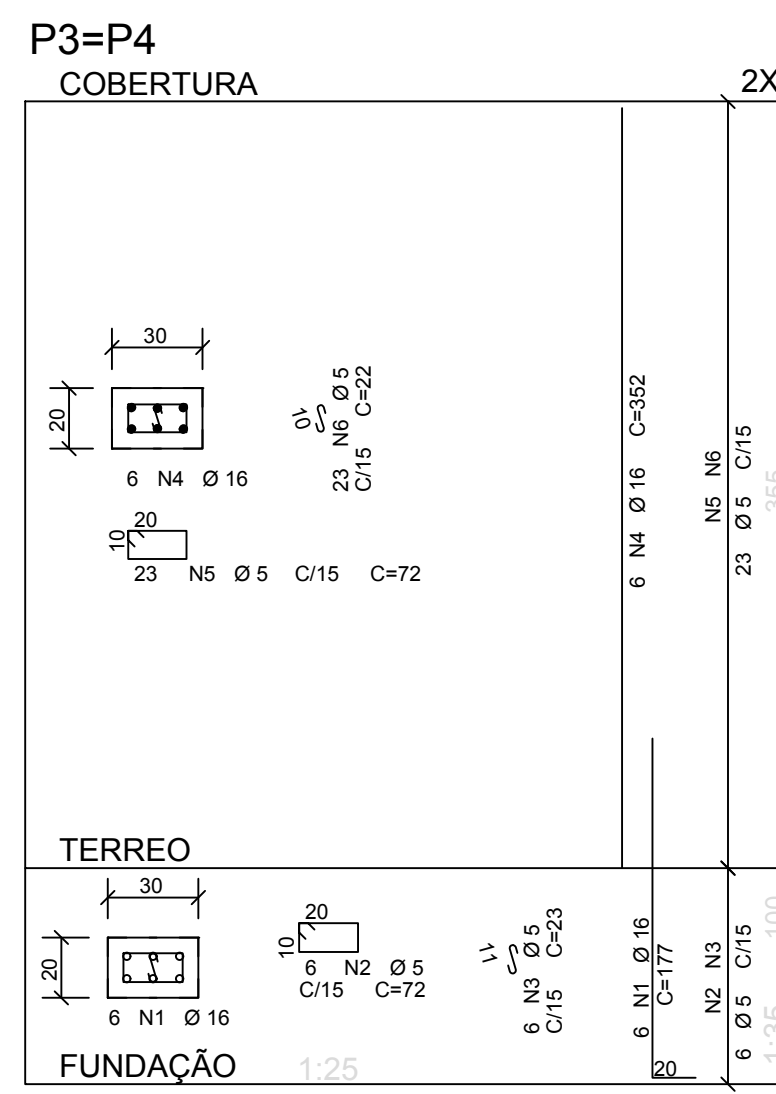
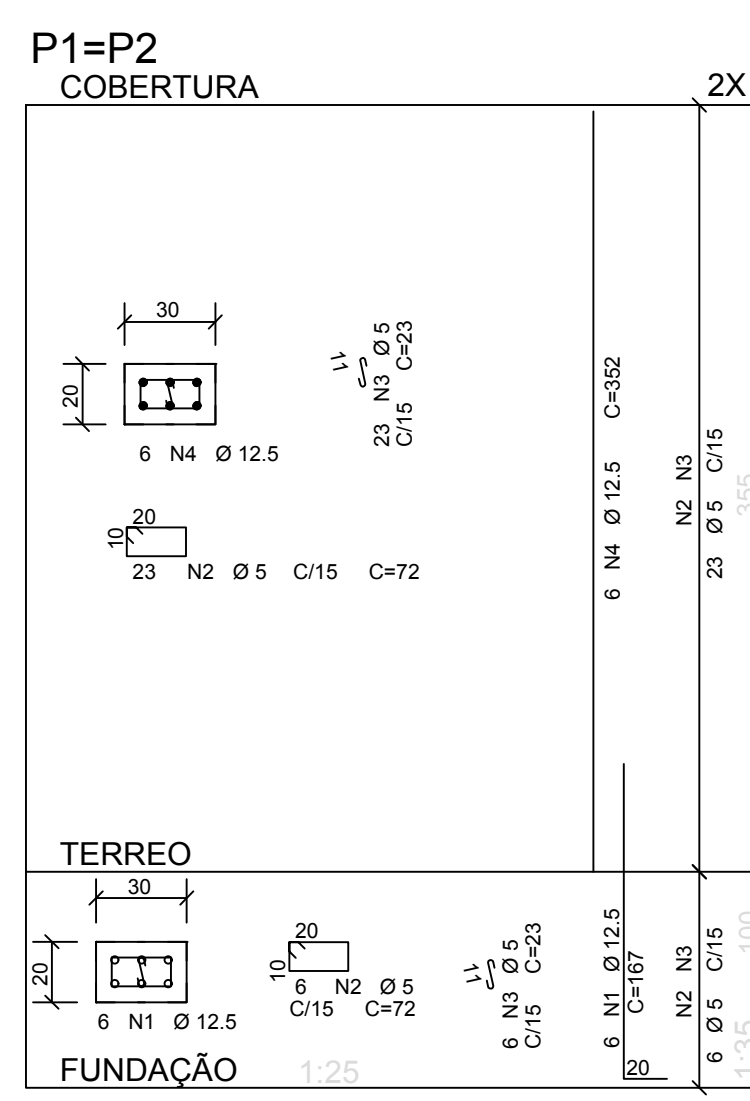
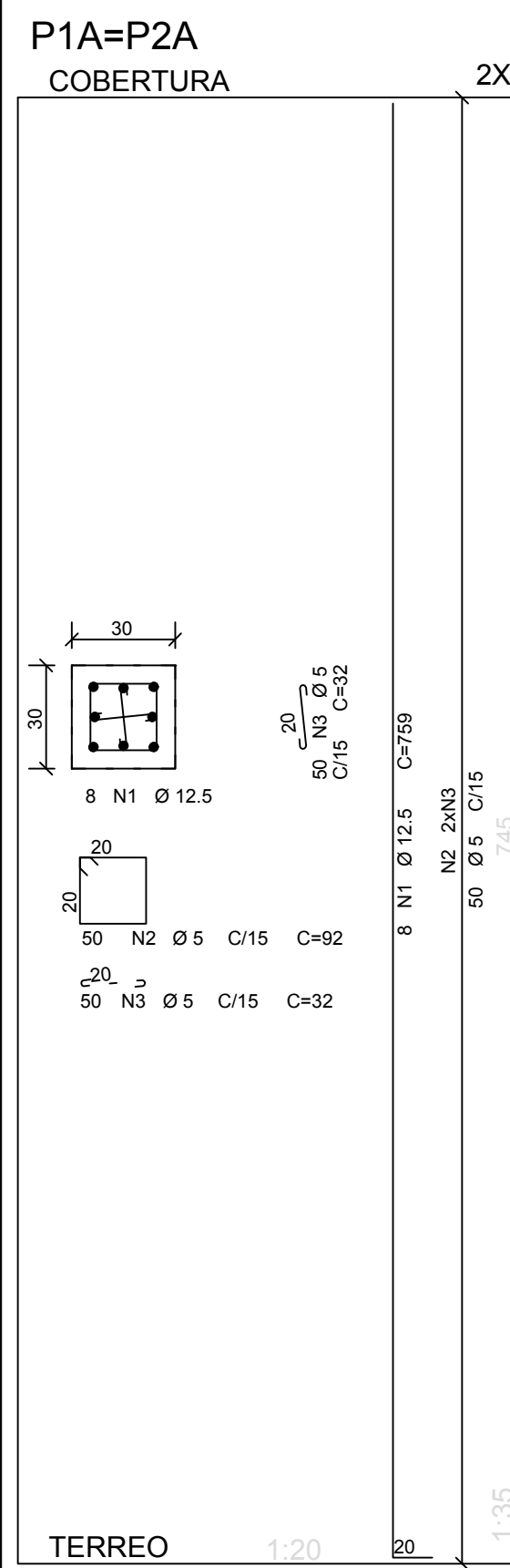
Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
02	REVISÃO CONFORME RELATÓRIO DE ANÁLISE	03/09/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
01	REVISÃO CONFORME RELATÓRIO DE ANÁLISE	22/05/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
00	EMISSÃO INICIAL	01/08/2018	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML

REVISÃO

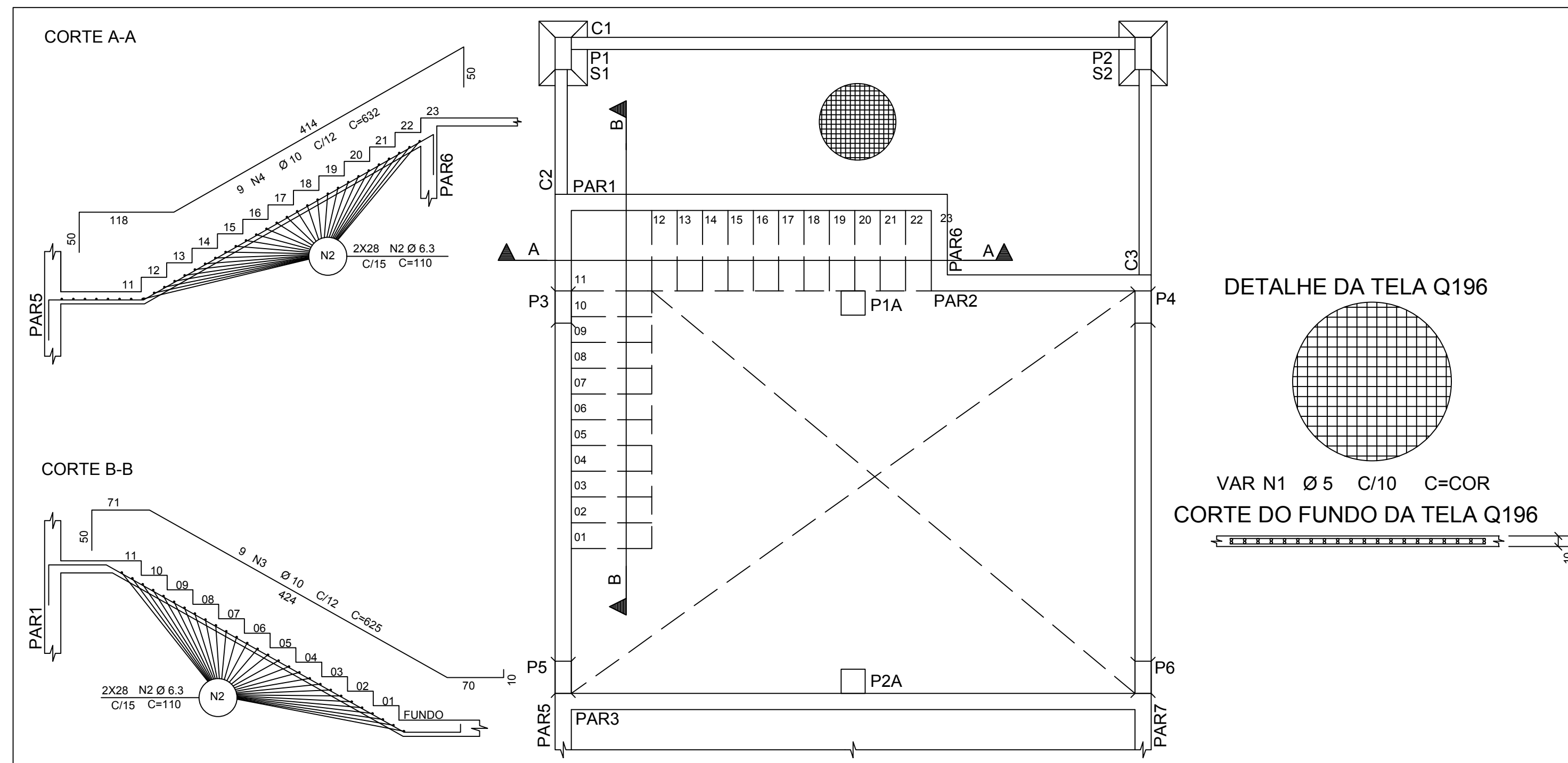
	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO	PRANCHAS Nº
		01	06/06
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ITAIPOCA PROJETO BÁSICO PROJETO ESTRUTURAL ESTAÇÃO ELEVATÓRIA / RAP 150m3 ARMAÇÕES: POSITIVA E NEGATIVA DAS LAJES, DAS VIGAS E FORMAS D			

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0580ST-006-EST-R02.DWG	DATA:	SETEMBRO/2020

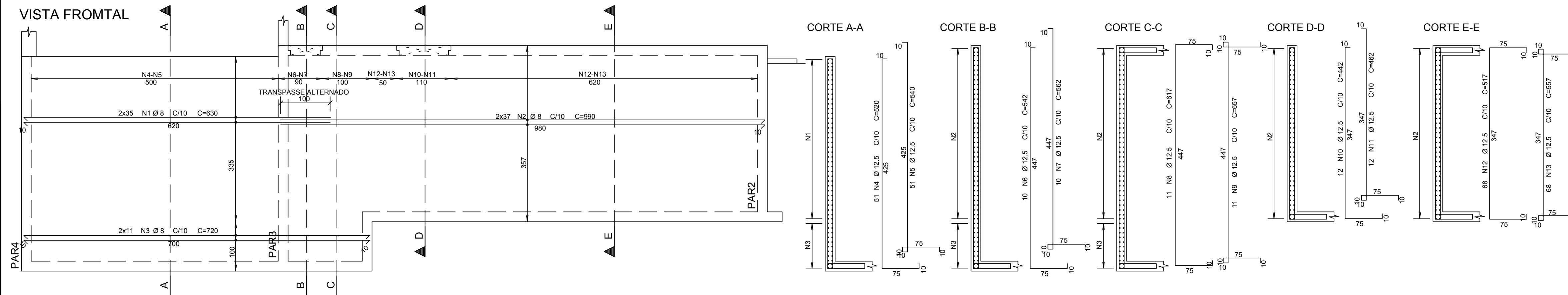




DET.TIPO DAS CINTAS 15x50  
ESCALA - 1:25



ARMAÇÃO DO PISO DO TÉRREO E ESCADA  
ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO PAR 7  
ESCALA - 1:50

AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
<b>P1=P2 (X2)</b>					
50A	1	12.5	12	167	2004
60B	2	5	64	72	4608
60B	3	5	64	23	1472
50A	4	12.5	12	387	4644
<b>P1A=P2A (X2)</b>					
50A	1	12.5	16	759	12144
60B	2	5	100	92	9200
60B	3	5	200	32	6400
<b>P3=P4 (X2)</b>					
50A	1	16	12	177	2124
60B	2	5	12	72	864
60B	3	5	12	23	276
50A	4	16	12	387	4644
60B	5	5	52	72	3744
60B	6	5	52	22	1144
<b>P5=P6 (X2)</b>					
50A	1	12.5	12	167	2004
60B	2	5	64	72	4608
60B	3	5	64	23	1472
50A	4	12.5	12	387	4644
<b>S1=S2 (X2)</b>					
50A	1	12.5	14	94	1316
50A	2	12.5	12	108	1296
<b>ARMAÇÃO DO PISO DO TÉRREO E ESCADA</b>					
60B	1	5	2	-CORR-	68000
50A	2	6.3	112	110	12320
50A	3	10	9	625	5625
50A	4	10	9	632	5688
<b>DET.TIPO DAS CINTAS 15x50</b>					
50A	1	8.3	57	120	6840
50A	2	12.5	4	-CORR-	4440
<b>ARMAÇÃO PAR 7</b>					
50A	1	8	70	630	44100
50A	2	8	74	990	73260
50A	3	8	22	720	15840
50A	4	12.5	51	520	26540
50A	5	12.5	51	540	27540
50A	6	12.5	10	542	5420
50A	7	12.5	10	562	5620
50A	8	12.5	11	617	6177
50A	9	12.5	11	657	7227
50A	10	12.5	12	442	5304
50A	11	12.5	12	462	5544
50A	12	12.5	68	517	35156
50A	13	12.5	68	557	37816

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	1018	163
50A	6.3	192	48
50A	8	1332	533
50A	10	113	71
50A	12.5	1955	1965
50A	16	68	108
Peso Total 60B =			163 kg
Peso Total 50A =			2715 kg

OBSERVAÇÃO: TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO ADOTADA DE 2,5KGf/CM2, COM BASE NO RELATÓRIO DE SONDAGEM FORNECIDO

NOTAS :	
1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5,0cm Sapatas: 5,0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5,0cm Vigas: 5,0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5,0cm Tubulão: 5,0cm
Fator Água Cimento : A/C <= 0,45	Rádier: 5,0cm
Consumo de Cimento : 350kgf/m3	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto
CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto,dimensionamento e procedimentos executivos
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18,5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações
Espessura : 5,0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014
Consumo de Cimento : 250kgf/m3	Projeto de Estruturas de Concreto- Procedimento
5 - As cotas prevalecem sobre o desenho	16 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010
6 - Classe de Agressividade Ambiental = Iv	Projeto e execução de fundações
7 - Fator do Terreno: S1 = 1.0	17 - Norma de Incêndio em concreto : NBR 15200/2012
8 - Categoria de Rugosidade: S2 = II	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio
9 - Classe da Edificação: A	18 - Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004
10 - Fator Estatístico: S3 = 1.00	Execução de estruturas de concreto - Procedimento
11 - Velocidade Básica do Vento: V = 30m/s	19 - As normas citadas acima devem ser seguidas
12 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
02	REVISÃO CONFORME RELATÓRIO DE ANÁLISE	03/09/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
01	REVISÃO CONFORME RELATÓRIO DE ANÁLISE	22/05/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
00	EMISSIONAL INICIAL	01/08/2018	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML

REVISÃO

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ  
DIRETORIA DE ENGENHARIA  
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

DESENHO 01  
PRANCHA Nº 05/06

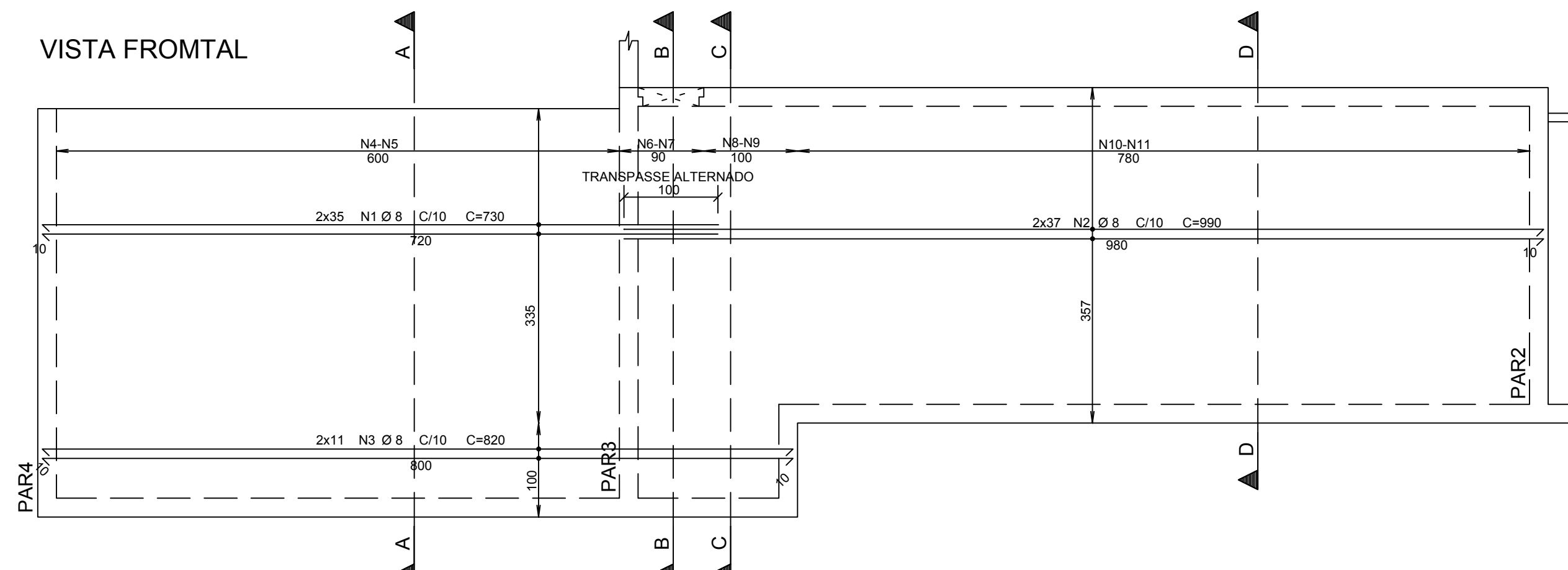
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ITAIPOCA

PROJETO BÁSICO  
PROJETO ESTRUTURAL  
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA / RAP 150m3  
ARMAÇÕES: PISO DO TÉRREO, CINTAS, PILARES, SAPATAS E PAREDE 7

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0580ST-005-EST-R02.DWG	DATA:	SETEMBRO/2020



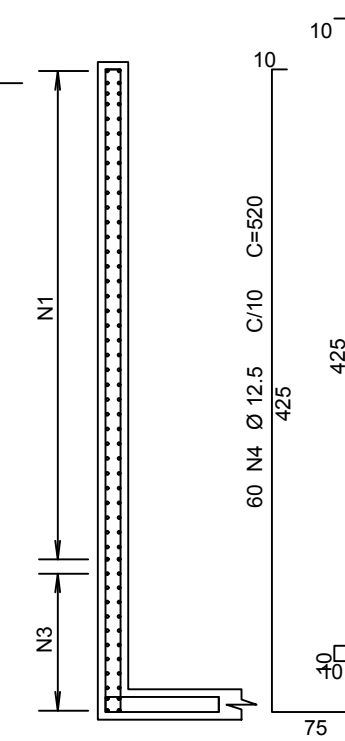
VISTA FRONTAL



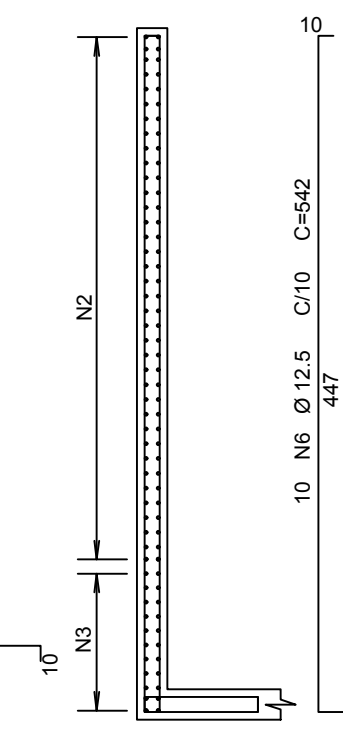
ARMAÇÃO PAR 5

ESCALA - 1:50

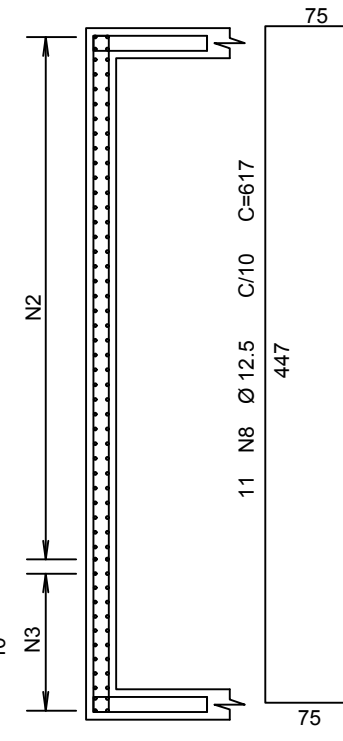
CORTE A-A



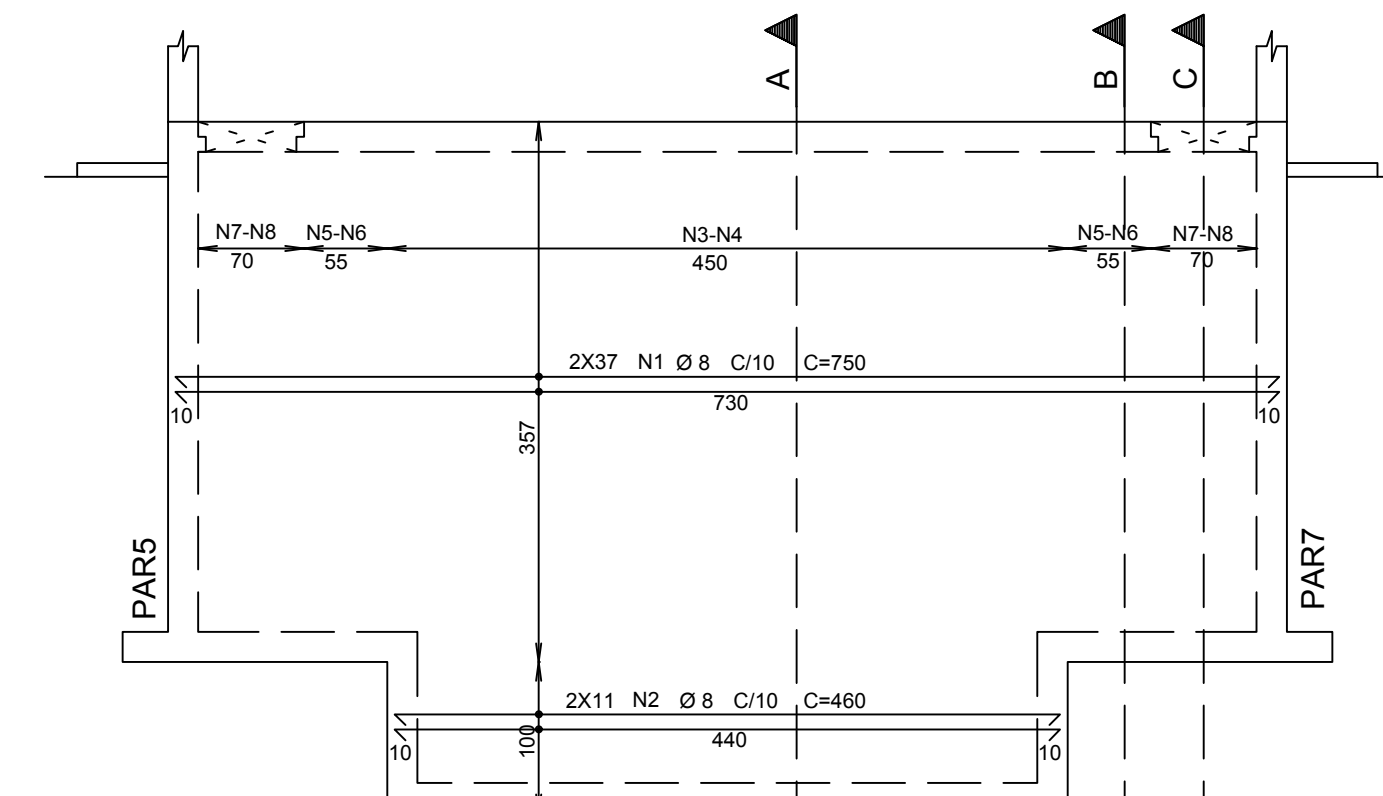
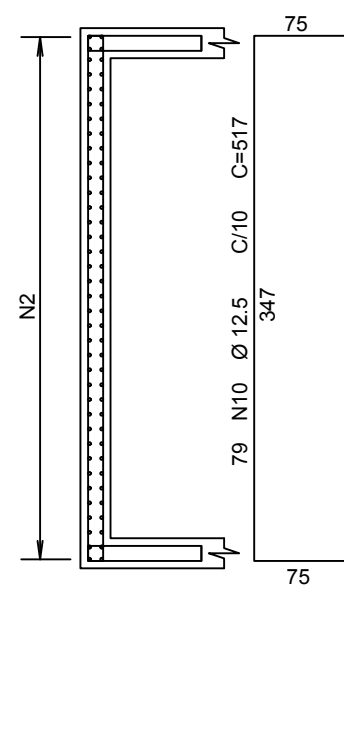
CORTE B-B



CORTE C-C



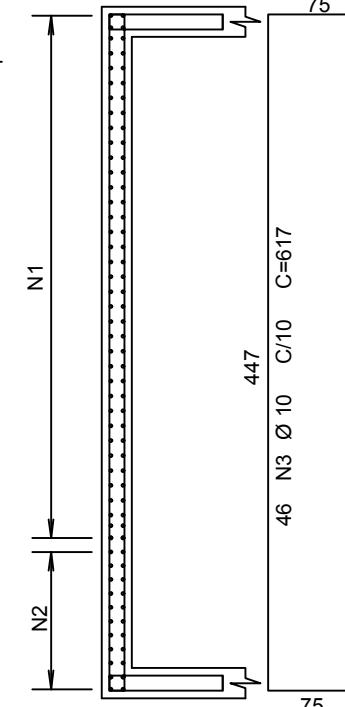
CORTE D-D



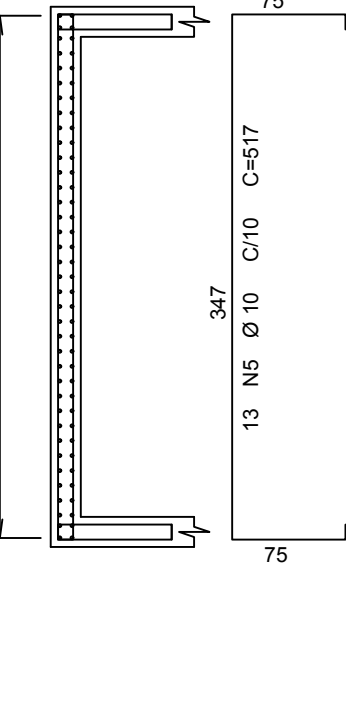
ARMAÇÃO PAR 3

ESCALA - 1:50

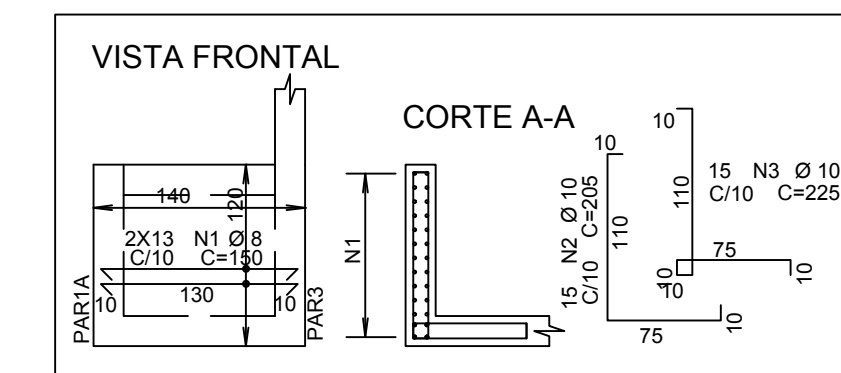
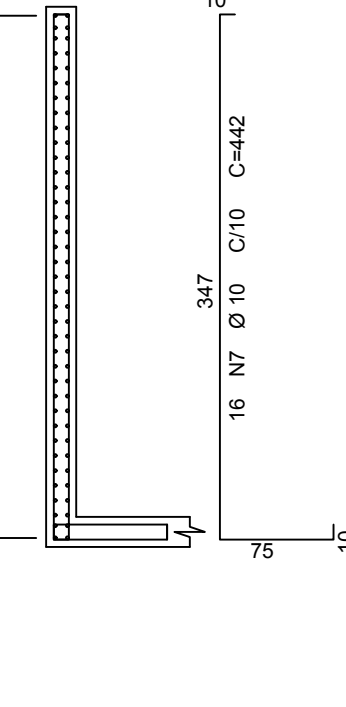
CORTE A-A



CORTE B-B



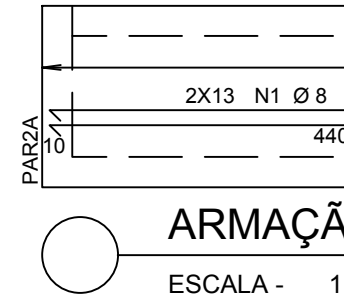
CORTE C-C



ARMAÇÃO PAR 2A=PAR 3A 2X

ESCALA - 1:50

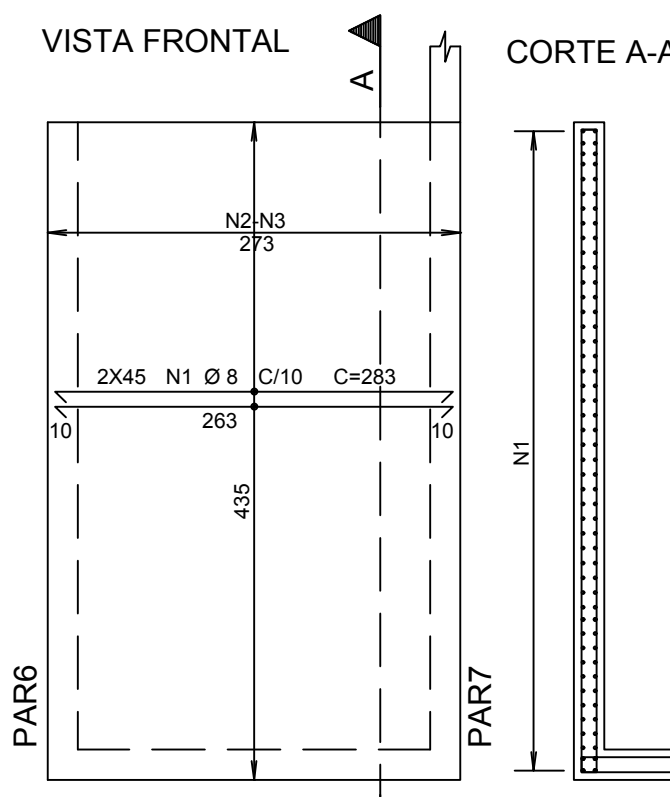
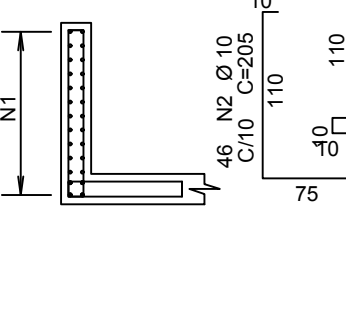
VISTA FRONTAL



ARMAÇÃO PAR 1A

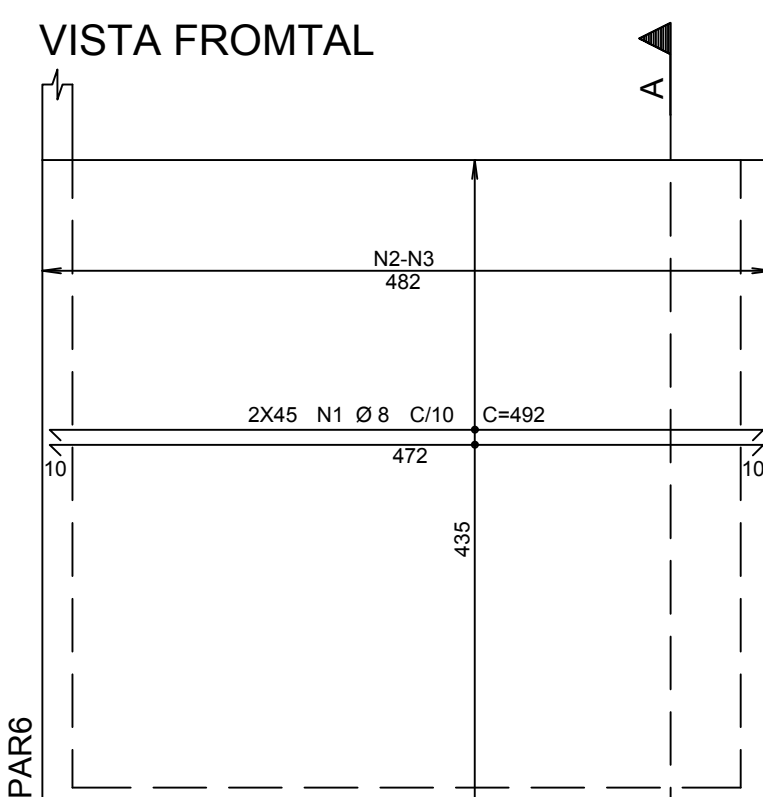
ESCALA - 1:50

CORTE A-A



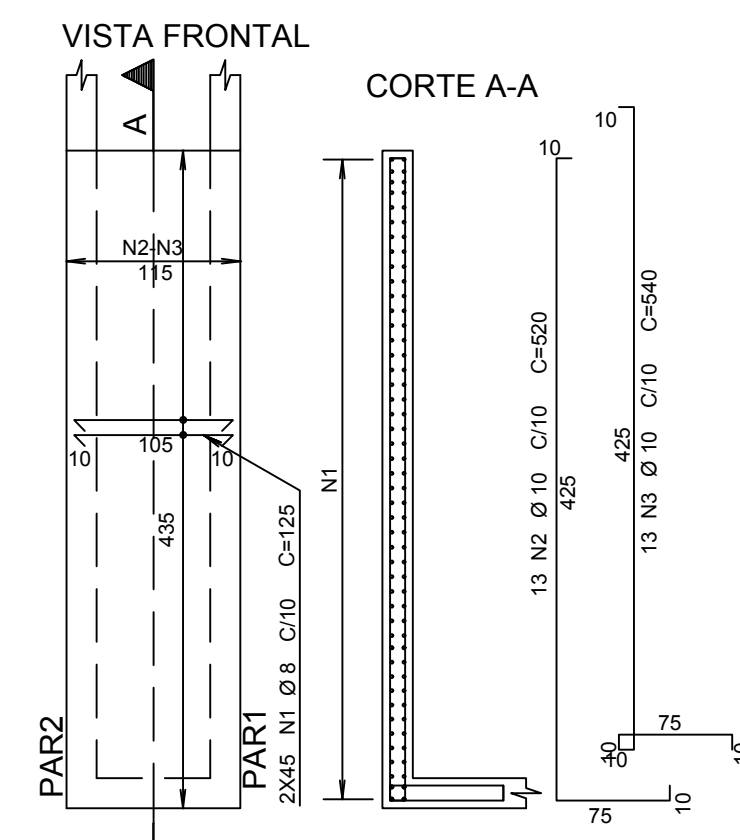
ARMAÇÃO PAR 2

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO PAR 1

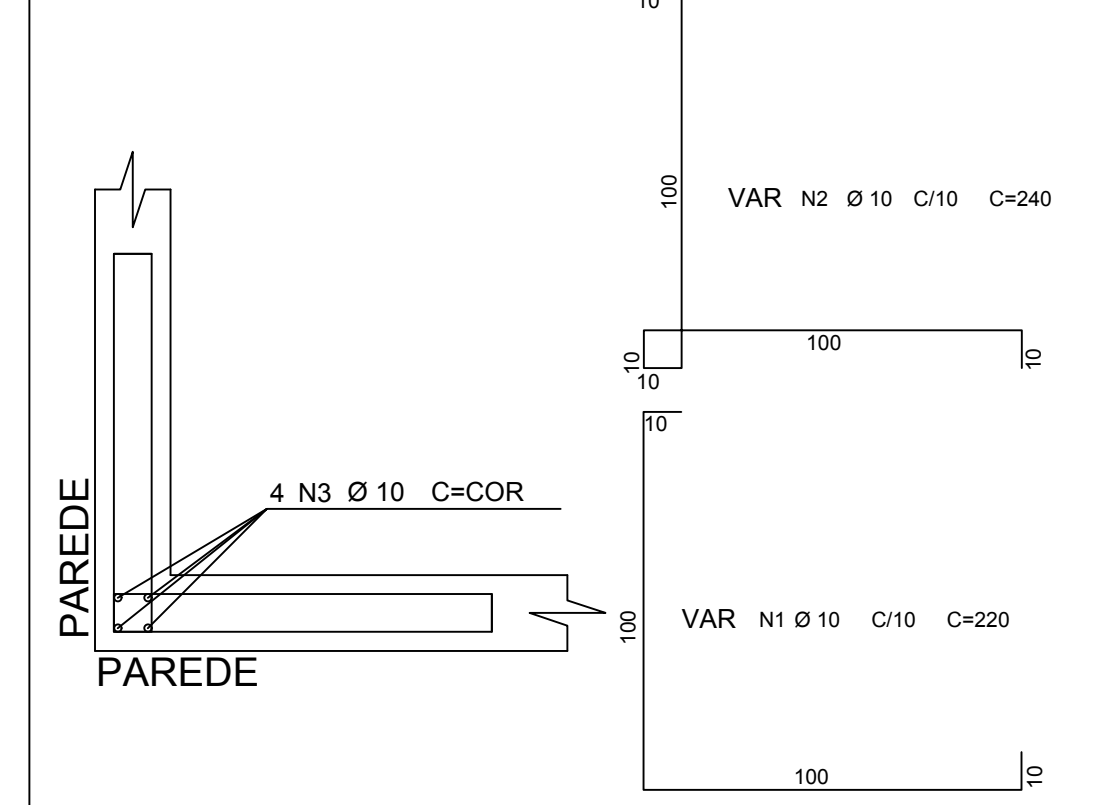
ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO PAR 6

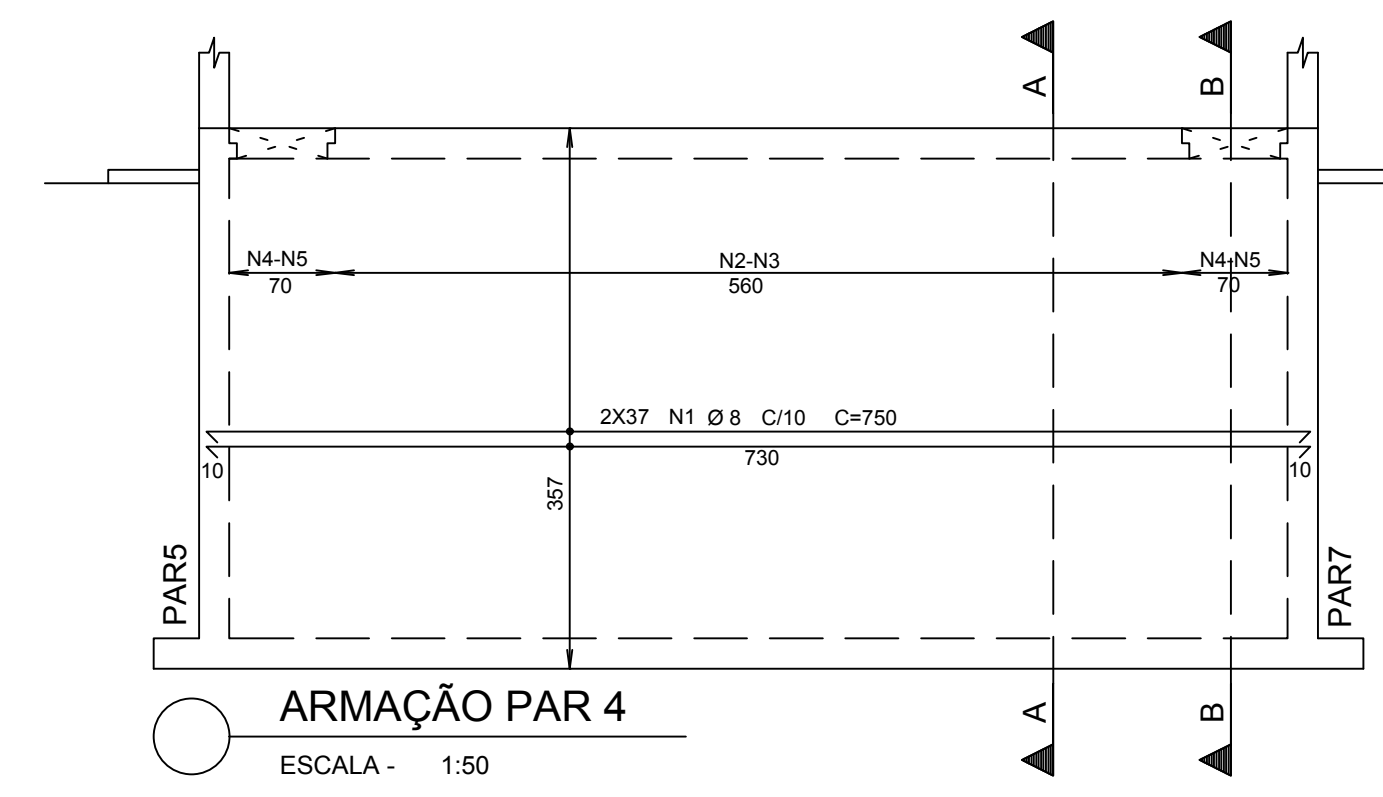
ESCALA - 1:50

VISTA SUPERIOR



DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE DE CANTO (VERTICAL)

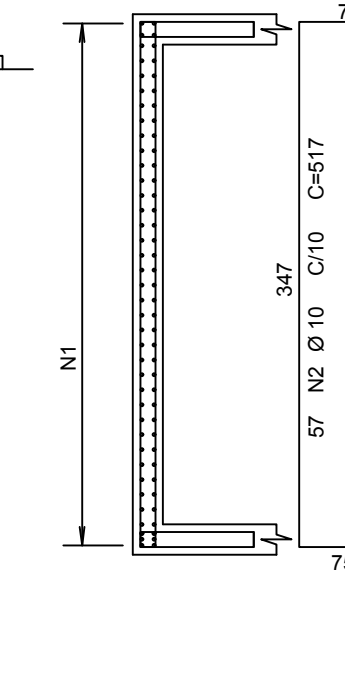
ESCALA - 1:20



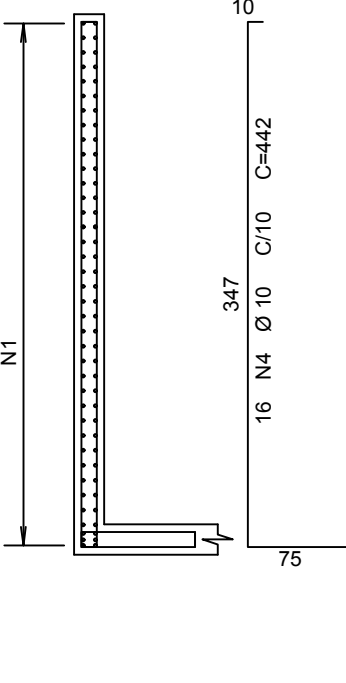
ARMAÇÃO PAR 4

ESCALA - 1:50

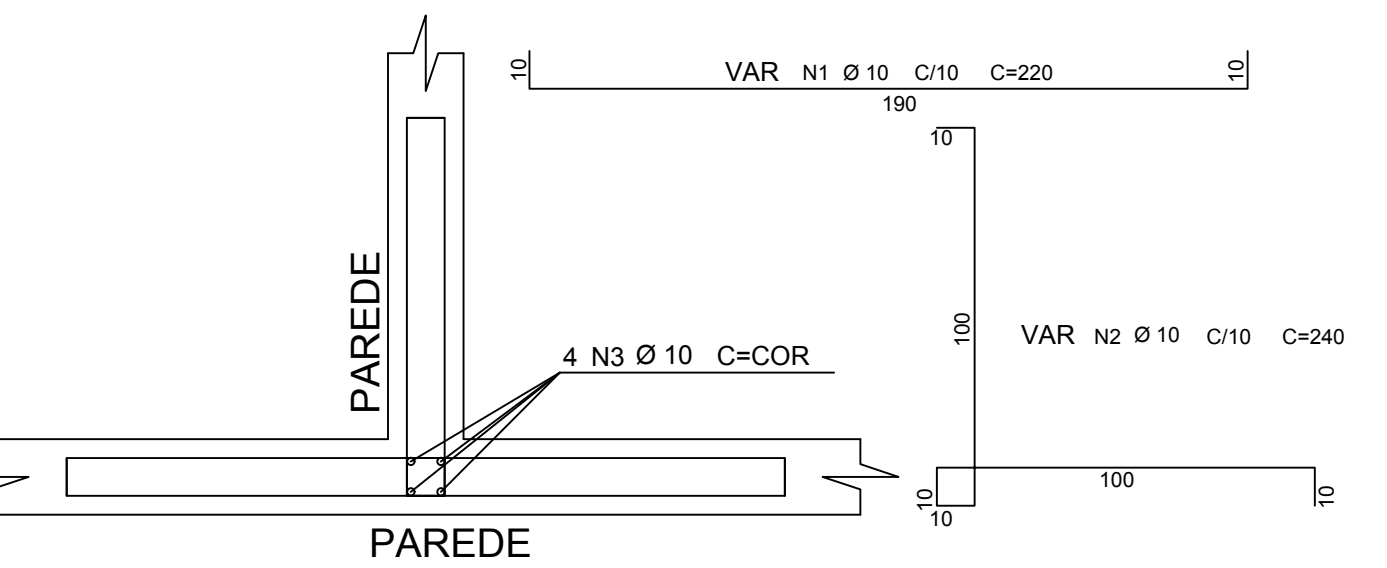
CORTE A-A



CORTE C-C



VISTA SUPERIOR



DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE TRANSVERSAL (VERTICAL)

ESCALA - 1:20

ARMAÇÃO	PAR	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO (m)	TOTAL (cm)
<b>DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE</b>					
50A	1	10	90	220	19800
50A	2	10	180	240	43200
50A	3	10	4	-CORR-	3600
<b>DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE</b>					
50A	1	10	280	220	61600
50A	2	10	420	280	87200
50A	3	10	4	-CORR-	11200
<b>ARMAÇÃO PAR 1</b>					
50A	1	8	90	492	44280
50A	2	10	42	520	21840
50A	3	10	42	540	22680
<b>ARMAÇÃO PAR 1A</b>					
50A	1	8	26	460	11960
50A	2	10	46	205	9430
50A	3	10	46	225	10350
<b>ARMAÇÃO PAR 2</b>					
50A	1	8	90	283	25470
50A	2	10	29	520	15080
50A	3	10	29	540	15660
<b>ARMAÇÃO PAR 2A=PAR 3A (X2)</b>					
50A	1	8	52	150	7800
50A	2	10	30	205	6150
50A	3	10	30	225	6750
<b>ARMAÇÃO PAR 3</b>					
50A	1	8	74	750	55500
50A	2	8	22	460	10120
50A	3	10	46	617	28382
50A	4	10	46	657	30222
50A	5	10	13	517	6721
50A	6	10	13	557	7241
50A	7	10	16	442	7072
50A	8	10	16	462	7392
<b>ARMAÇÃO PAR 4</b>					
50A	1	8	74	750	55500
50A	2	10	57	517	29469
50A	3	10	57	557	31749
50A	4	10	16	442	7072
50A	5	10	16	462	7392
<b>ARMAÇÃO PAR 5</b>					
50A	1	8	70	730	51100
50A	2	8	74	990	73260
50A	3	8	22	820	18040
50A	4	12.5	60	520	31200
50A	5	12.5	80	540	32400
50A	6	12.5	10	542	5420
50A	7	12.5	10	562	5620
50A	8	12.5	11	617	6787
50A	9	12.5	11	657	7227
50A	10	12.5	79	517	40843
50A	11	12.5	79	557	44003
<b>ARMAÇÃO PAR 6</b>					
50A	1	8	90	125	11250
50A	2	10	13	520	6760
50A	3	10	13	540	7020

ARMAÇÃO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	3643	1439
50A	10	4910	3030
50A	12.5	1735	1671
<b>Peso Total 50A = 6139 kg</b>			

OBSERVAÇÃO: TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO ADOTADA DE 2,5KGf/CM2, COM BASE NO RELATÓRIO DE SONDAGEM FORNECIDO

NOTAS:	
1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5,0cm Sapatas: 5,0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5,0cm Vigas: 5,0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5,0cm Tubulão: 5,0cm
Fator Água Cimento : A/C <= 0,45	Rádier: 5,0cm
Consumo de Cimento : 350kgf/m3	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto
CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18,5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações
Espessura : 5,0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014
Consumo de Cimento : 250kgf/m3	Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento
5 - As cotas prevalecem sobre o desenho	16 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010
6 - Classe de Agressividade Ambiental : Iv	Projeto e execução de fundações
7 - Fator do Terreno: S1 = 1,0	17 - Norma de Incêndio em concreto : NBR 15200/2012
8 - Categoria de Rugosidade: S2 = II	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio
9 - Classe da Edificação: A	18 - Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004
10 - Fator Estatístico: S3 = 1,00	Execução de estruturas de concreto - Procedimento
11 - Velocidade Básica do Vento: V = 30m/s	19 - As normas citadas acima devem ser seguidas
12 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
02	REVISÃO CONFORME RELATÓRIO DE ANÁLISE	03/09/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
01	REVISÃO CONFORME RELATÓRIO DE ANÁLISE	22/05/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
00	EMIÇÃO INICIAL	01/08/2018	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML

REVISÃO

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ  
DIRETORIA DE ENGENHARIA  
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

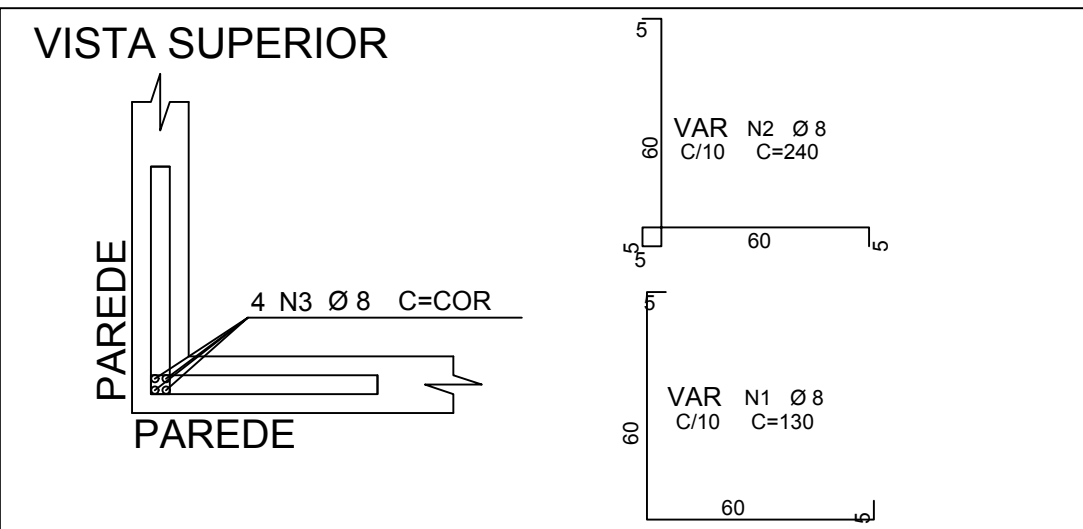
DESENHO 01 PRANCHA Nº 04/06

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ITAIPPOCA

PROJETO BÁSICO  
PROJETO ESTRUTURAL  
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA / RAP 150m3  
ARMAÇÃO DAS PAREDES E DETALHES DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE

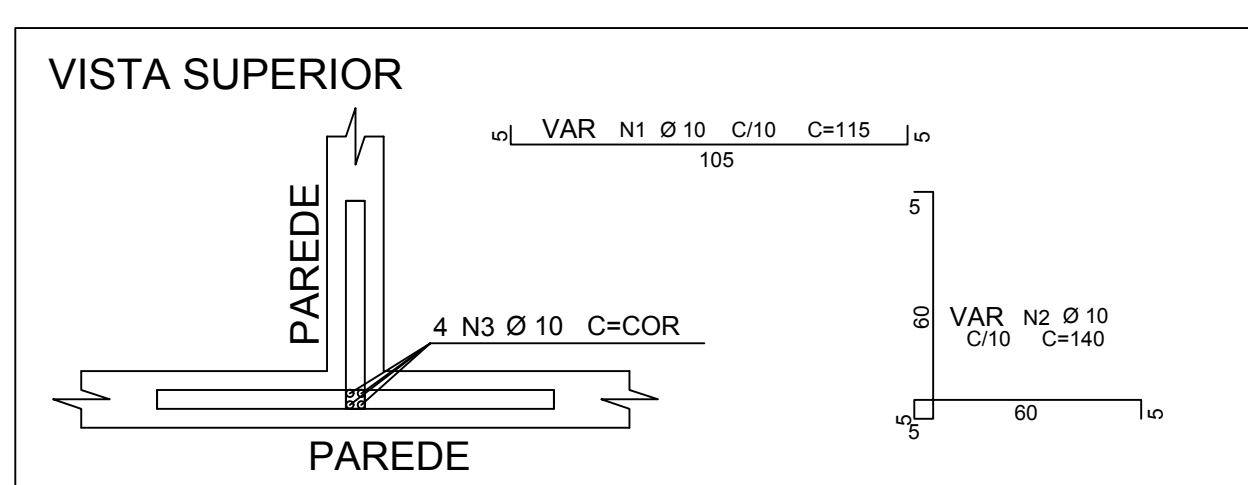
GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050	DATA:	SETEMBRO/2020
PROJETO:	ENGRº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML		
ARQUIVO:	0580ST-004-EST-R02.DWG		





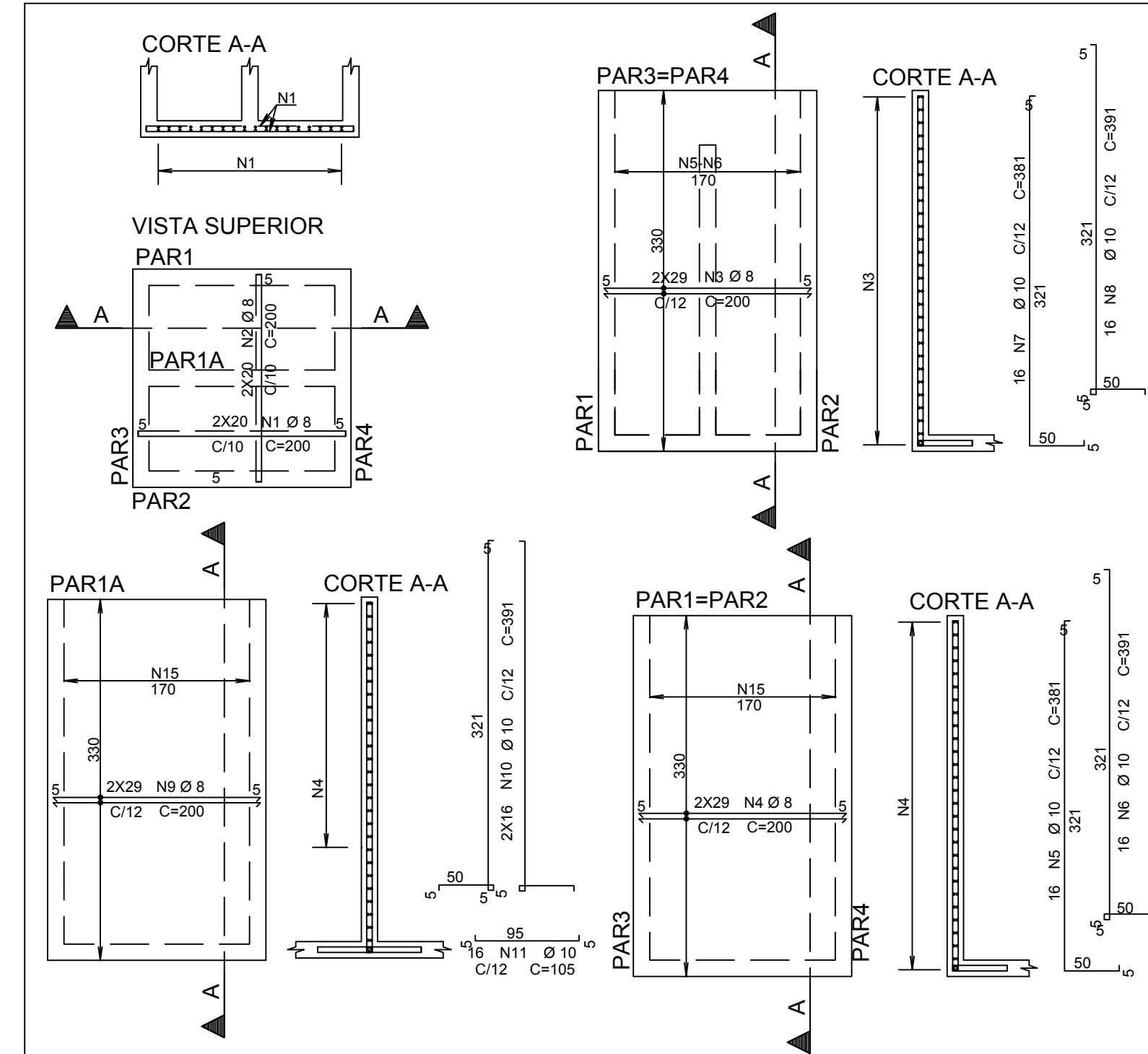
DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE DE CANTO DO VERTEDOURO (VERTICAL)

ESCALA - 1:20



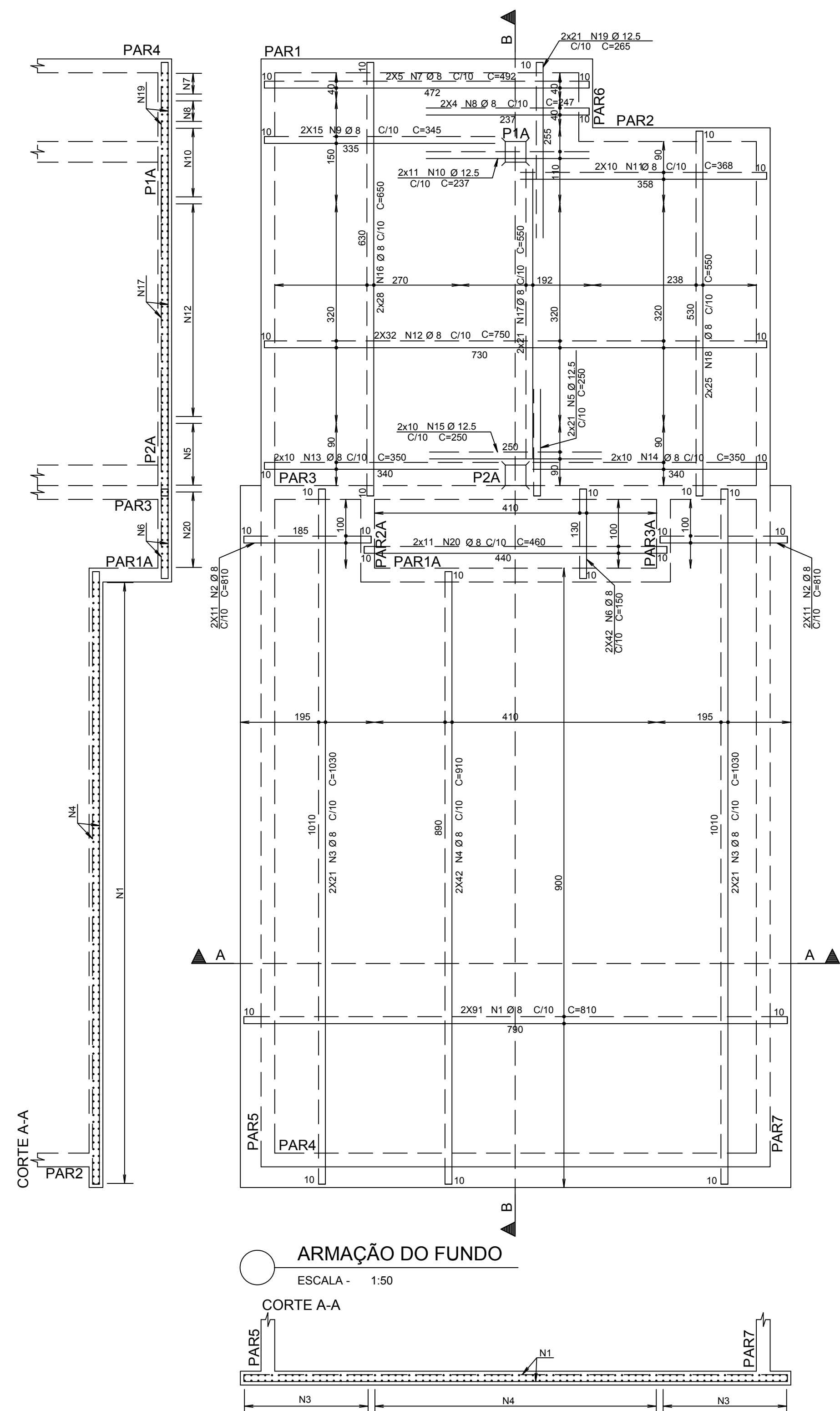
DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE TRANSVERSAL DO VERTEDOURO (VERTICAL)

ESCALA - 1:20



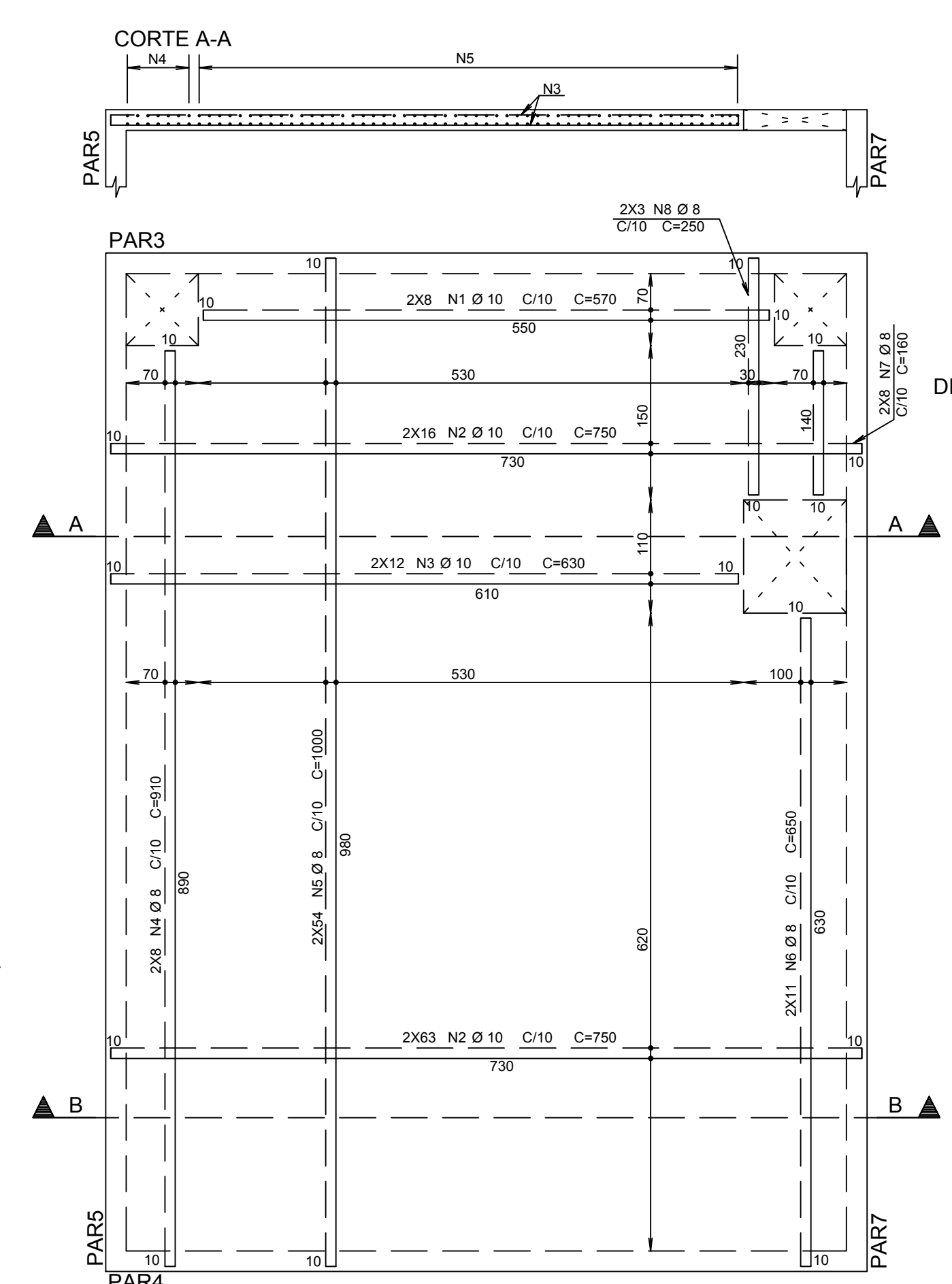
ARMAÇÃO DO VERTEDOURO

ESCALA - 1:50



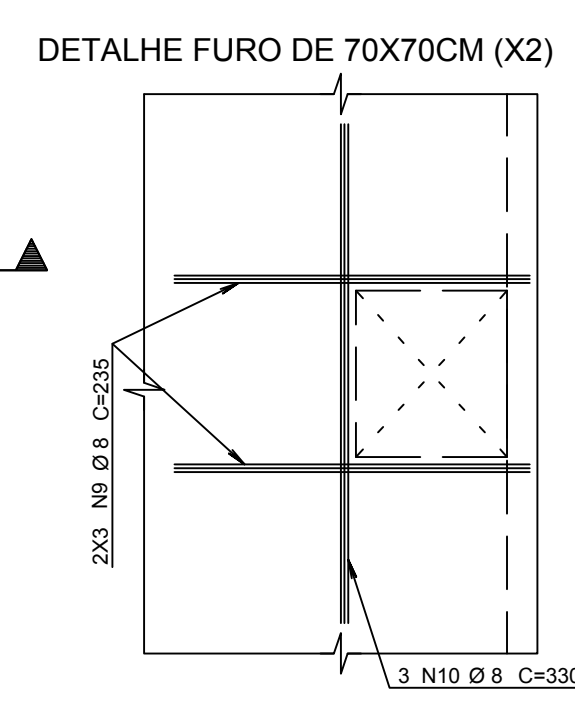
ARMAÇÃO DO FUNDO

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO DA TAMPA DO RESERVATÓRIO

ESCALA - 1:50



ÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
<b>ARMAÇÃO DO VERTEDOURO</b>					
50A	1	8	40	200	8000
50A	2	8	40	200	8000
50A	3	8	116	200	23200
50A	4	8	58	200	11600
50A	5	10	32	381	12192
50A	6	10	32	391	12512
50A	7	10	32	381	12192
50A	8	10	32	391	12512
50A	9	8	58	200	11600
50A	10	10	32	391	12512
50A	11	10	16	105	1680
<b>DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE</b>					
50A	1	8	126	130	16380
50A	2	8	126	240	30240
50A	3	8	4	-CORR-	5040
<b>DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE</b>					
50A	1	10	65	115	7475
50A	2	10	130	140	18200
50A	3	10	4	-CORR-	2800
<b>ARMAÇÃO DO FUNDO</b>					
50A	1	8	182	810	147420
50A	2	8	44	810	35640
50A	3	8	84	1030	86520
50A	4	8	84	910	76440
50A	5	12,5	42	250	10500
50A	6	8	84	150	12600
50A	7	8	10	492	4920
50A	8	8	8	247	1976
50A	9	8	30	345	10350
50A	10	12,5	22	237	5214
50A	11	8	20	368	7360
50A	12	8	64	750	48000
50A	13	8	20	350	7000
50A	14	8	20	350	7000
50A	15	12,5	20	250	5000
50A	16	8	56	650	36400
50A	17	8	42	550	23100
50A	18	8	50	550	27500
50A	19	12,5	42	265	11130
50A	20	8	22	460	10120
<b>ARMAÇÃO DA TAMPA DO RESERVATÓRIO</b>					
50A	1	10	16	570	9120
50A	2	10	158	750	118500
50A	3	10	24	630	15120
50A	4	8	16	910	14560
50A	5	8	108	1000	108000
50A	6	8	22	650	14300
50A	7	8	16	160	2560
50A	8	8	6	250	1500
50A	9	8	12	235	2820
50A	10	8	6	330	1980
50A	11	8	3	170	510
50A	12	8	3	170	510
<b>RESUMO AÇO CA 50-60</b>					
ÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)		
50A	8	8031	3213		
50A	10	2346	1478		
50A	12,5	318	218		
Peso Total 50A =			5009 kg		

OBSERVAÇÃO: TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO ADOTADA DE 2,5KGf/CM2, COM BASE NO RELATÓRIO DE SONDAGEM FORNECIDO



NOTAS :

1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5,0cm	Sapatas: 5,0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5,0cm	Vigas: 5,0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5,0cm	Tubulão: 5,0cm
Fator Água Cimento : A/C <= 0,45	Radier: 5,0cm	
Consumo de Cimento : 350kgf/m3	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009	
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto	
CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos	
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980	
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18,5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações	
Espessura : 5,0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014	
Consumo de Cimento : 250kgf/m3	Projeto de Estruturas de Concreto- Procedimento	
5 - As cotas prevalecem sobre o desenho	16 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010	
6 - Classe de Agressividade Ambiental = Iv	Projeto e execução de fundações	
7 - Fator do Terreno: S1 = 1,0	17 - Norma de Incêndio em concreto : NBR 15200/2012	
8 - Categoria de Rugosidade: S2 = II	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio	
9 - Classe da Edificação: A	18 - Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004	
10 - Fator Estatístico: S3 = 1,00	Execução de estruturas de concreto - Procedimento	
11 - Velocidade Básica do Vento: V = 30m/s	19 - As normas citadas acima devem ser seguidas	
12 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras	

Nº	REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
02	REVISÃO CONFORME RELATÓRIO DE ANÁLISE		03/09/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
01	REVISÃO CONFORME RELATÓRIO DE ANÁLISE		22/05/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
00	EMISSION INICIAL		01/08/2018	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ  
DIRETORIA DE ENGENHARIA  
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

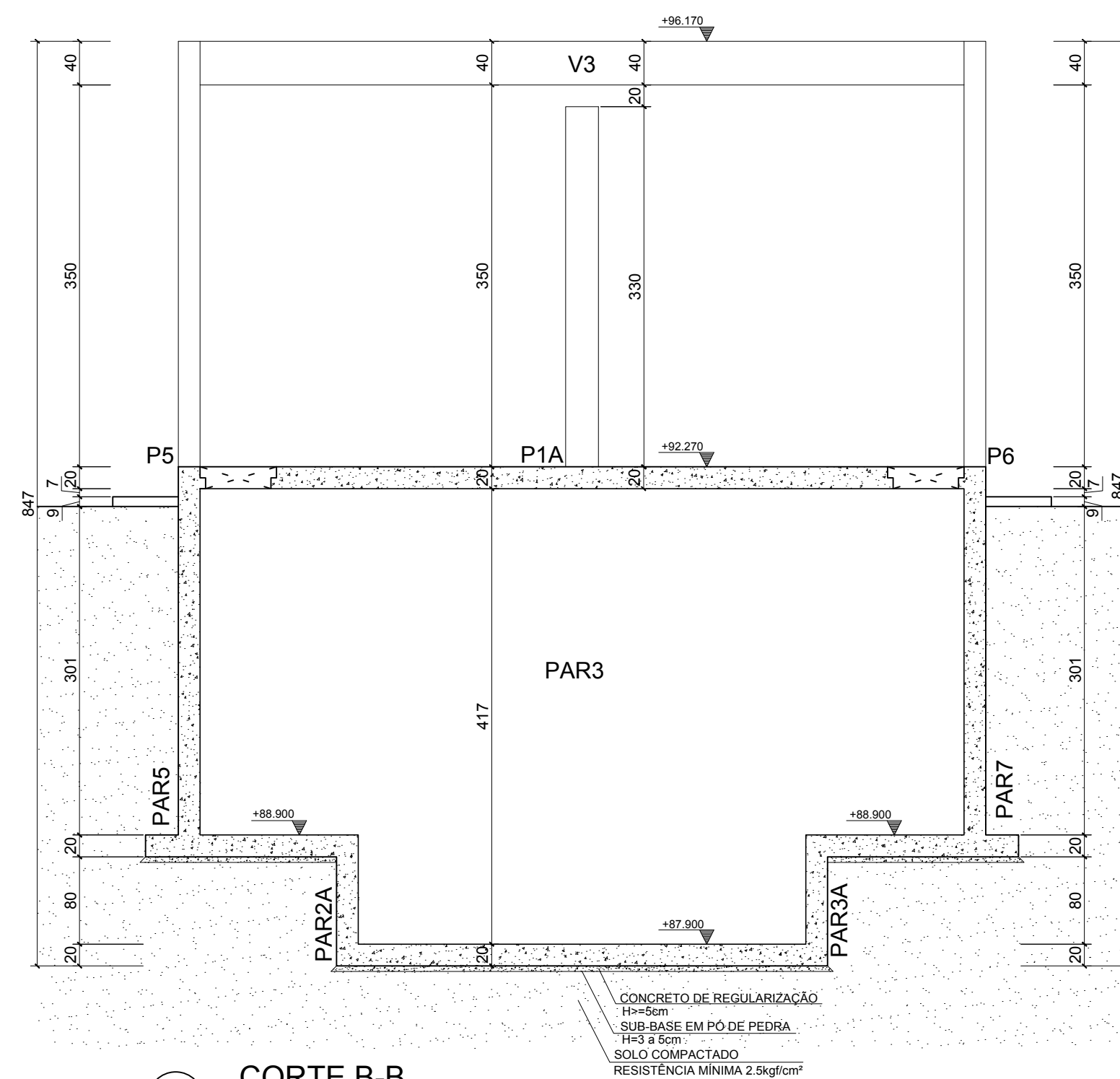
DESENHO: 01  
PRANCHA Nº: 03/06

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ITAIPOCA

PROJETO BÁSICO  
PROJETO ESTRUTURAL  
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA / RAP 150m3  
ARMAÇÃO: DO FUNDO, DA TAMPA DO RESERVATÓRIO, DO VERTEDOURO E DETALHES DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE

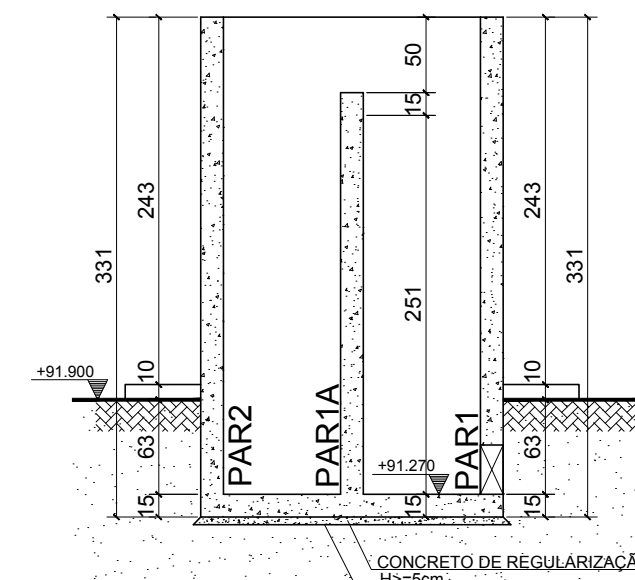
GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	3213
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050	1478
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D	218
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA: INDICADA
ARQUIVO:	0580ST-003-EST-R02.DWG	DATA: SETEMBRO/2020





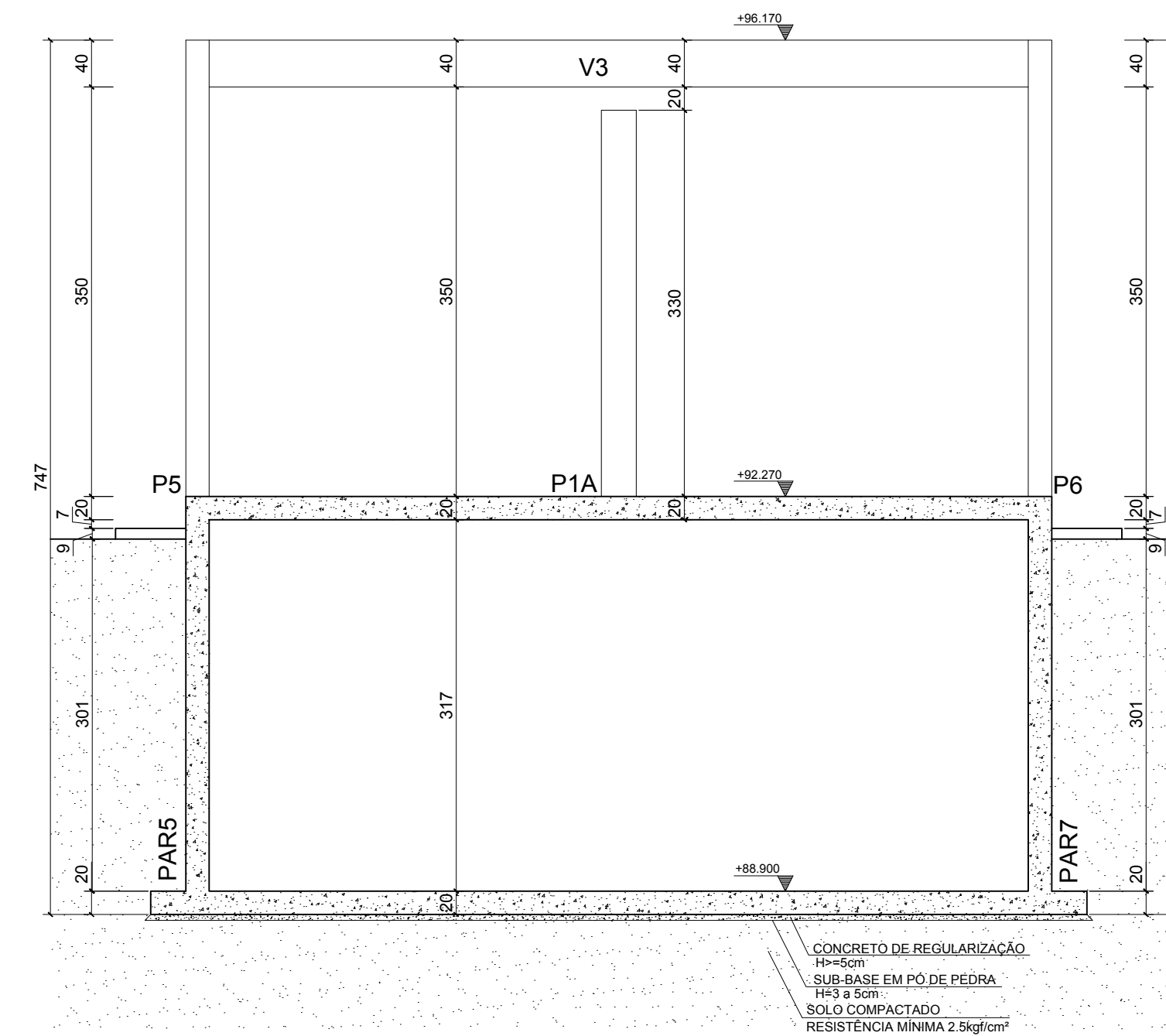
**CORTE B-B**  
ESCALA - 1:50

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO  
H=5cm  
SUB-BASE EM PO DE PEDRA  
H=3 a 5cm  
SOLO COMPACTADO  
RESISTÊNCIA MÍNIMA 2.5kgf/cm<sup>2</sup>



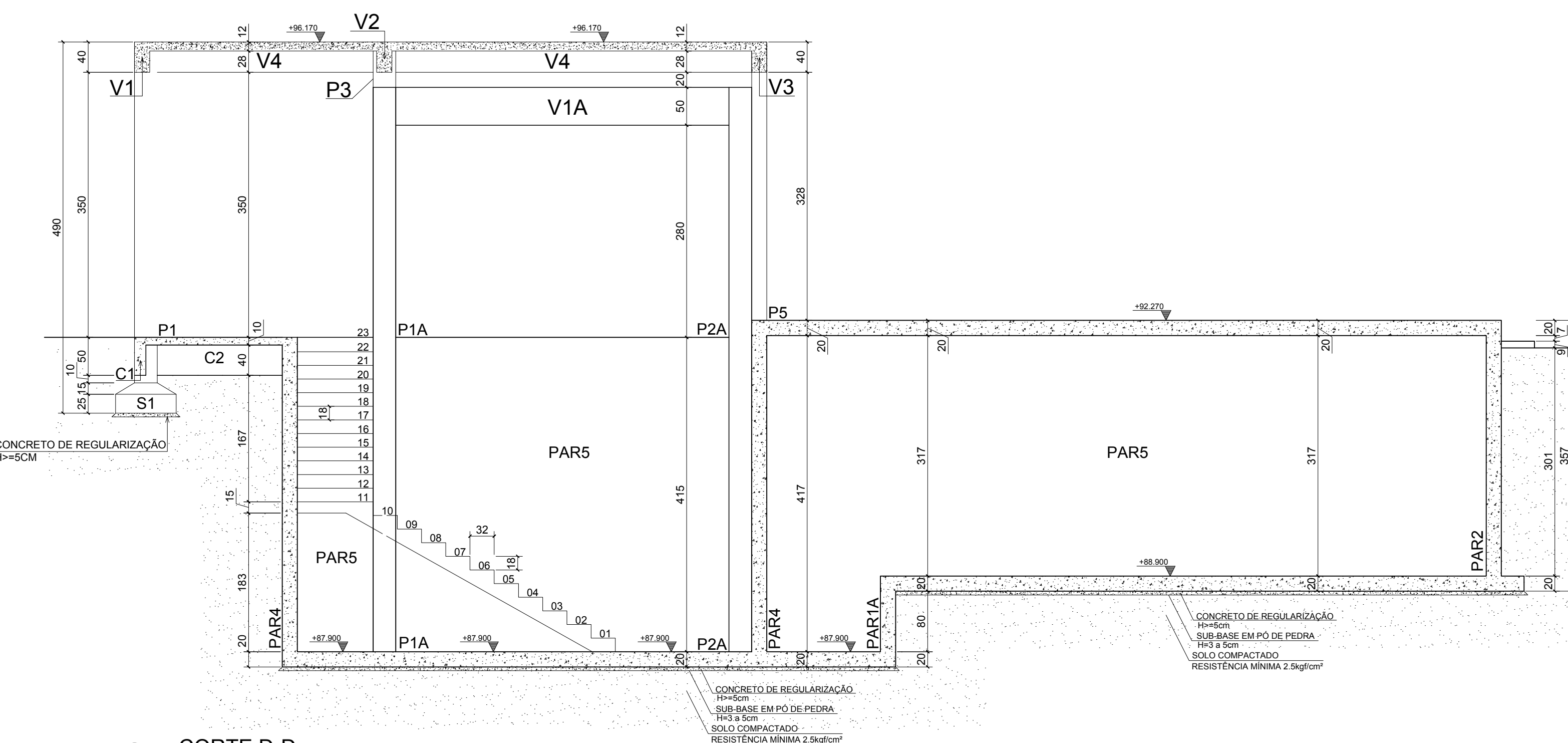
**CORTE A-A - VERTEDEURO**  
ESCALA - 1:50

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO  
H=5cm  
SUB-BASE EM PO DE PEDRA  
H=3 a 5cm  
SOLO COMPACTADO  
RESISTÊNCIA MÍNIMA 2.5kgf/cm<sup>2</sup>



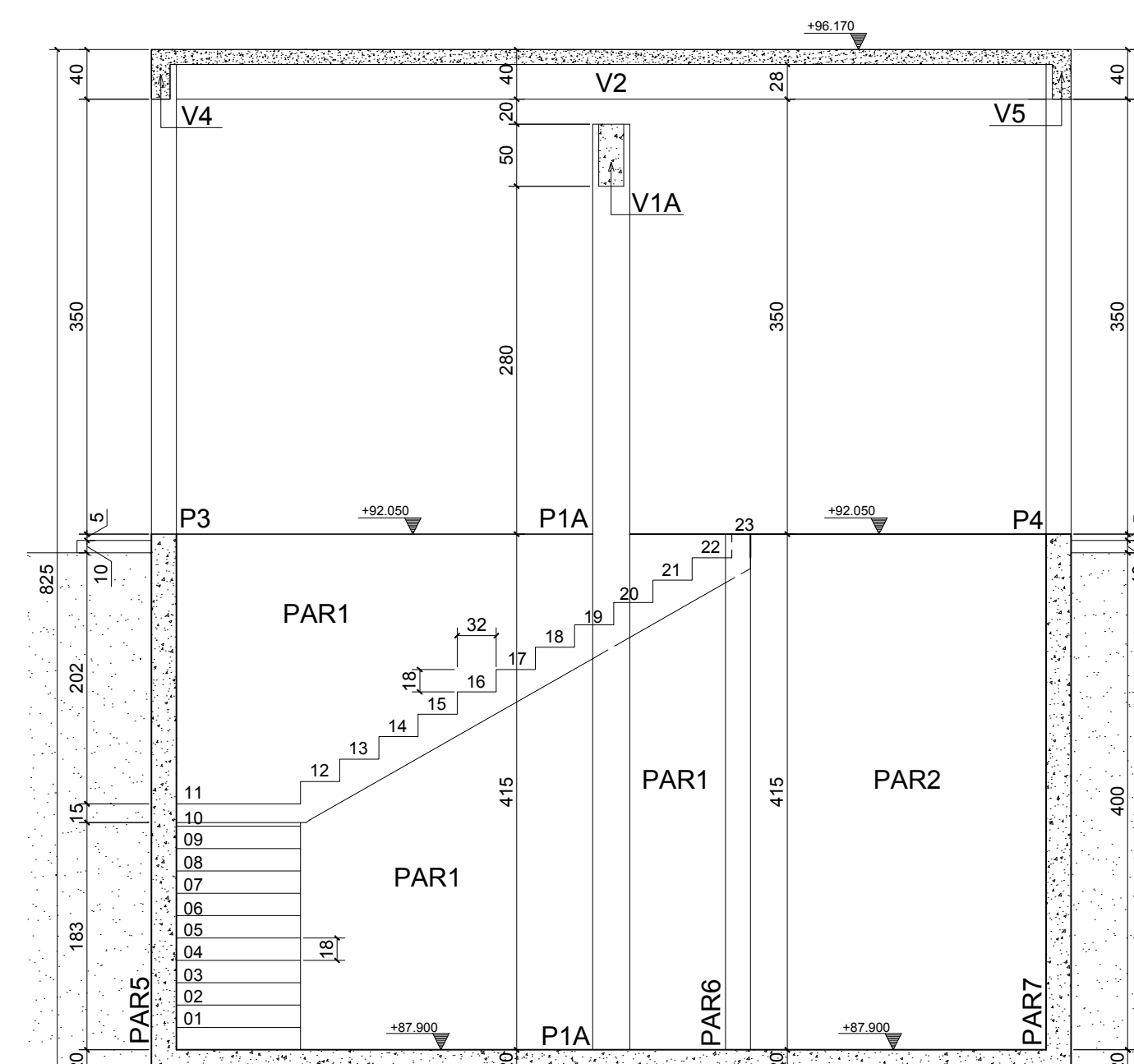
**CORTE C-C**  
ESCALA - 1:50

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO  
H=5cm  
SUB-BASE EM PO DE PEDRA  
H=3 a 5cm  
SOLO COMPACTADO  
RESISTÊNCIA MÍNIMA 2.5kgf/cm<sup>2</sup>



**CORTE D-D**  
ESCALA - 1:50

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO  
H=5cm  
SUB-BASE EM PO DE PEDRA  
H=3 a 5cm  
SOLO COMPACTADO  
RESISTÊNCIA MÍNIMA 2.5kgf/cm<sup>2</sup>



**CORTE A-A**  
ESCALA - 1:50

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO  
H=5cm  
SUB-BASE EM PO DE PEDRA  
H=3 a 5cm  
SOLO COMPACTADO  
RESISTÊNCIA MÍNIMA 2.5kgf/cm<sup>2</sup>

OBSERVAÇÃO: TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO ADOTADA DE 2,5KGf/CM2, COM BASE NO RELATÓRIO DE SONDAGEM FORNECIDO



**NOTAS :**

1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm	Sapatas: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm	Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm	Tubulão: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C <= 0.45	Radier: 5.0cm	
Consumo de Cimento : 350kgf/m <sup>3</sup>	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009	
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto	
CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos	
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980	
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações	
Espessura : 5.0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014	
Consumo de Cimento : 250kgf/m <sup>3</sup>	Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento	
5 - As cotas prevalecem sobre o desenho	16 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010	
6 - Classe de Agressividade Ambiental = Iv	Projeto e execução de fundações	
7 - Fator do Terreno: S1 = 1.0	17 - Norma de Incêndio em concreto : NBR 15200/2012	
8 - Categoria de Rugosidade: S2 = II	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio	
9 - Classe da Edificação: A	18 - Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004	
10 - Fator Estatístico: S3 = 1.00	Execução de estruturas de concreto - Procedimento	
11 - Velocidade Básica do Vento: V = 30m/s	19 - As normas citadas acima devem ser seguidas	
12 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
02	REVISÃO CONFORME RELATÓRIO DE ANÁLISE	03/09/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
01	REVISÃO CONFORME RELATÓRIO DE ANÁLISE	22/05/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
00	EMISSÃO INICIAL	01/08/2018	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML

**REVISÃO**

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ  
DIRETORIA DE ENGENHARIA  
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

DESENHO: 01  
PRANCHA Nº: 02/06

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ITAPIPOCA

PROJETO BÁSICO

PROJETO ESTRUTURAL  
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA / RAP 150m<sup>3</sup>  
CORTES: A-A, B-B, C-C, D-D E CORTE A-A DO VERTEDEURO

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0580ST-002-EST-R02.DWG	DATA:	SETEMBRO/2020





**Leito Drenante**

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – LEITO DRENANTE



**Cagece**

Serra/ES

22 de MAIO de 2020



## ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.1	OBJETIVO.....	3
1.2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	3
1.3	INTRODUÇÃO .....	3
1.4	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO .....	3
2.0	MODELO DE CÁLCULO .....	6
2.1	CARGAS E COMBINAÇÕES .....	7
2.2	DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES .....	8
2.3	SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS.....	9
2.4	FUNDAÇÕES.....	10
3.0	LEITO DRENANTES.....	11
3.1	FUNDO .....	11
3.2	PAREDES.....	13

## 1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural do leito drenante.

## 1.2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos relacionados foram utilizados na elaboração deste documento ou contêm instruções e procedimentos aplicáveis a ele. Devem ser utilizados na sua revisão mais recente:

- SAA Itapipoca - 16 e 17 Leitos Drenante

## 1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: leito drenante.

O dimensionamento dos elementos citados fora executado tomando como base as normas que seguem:

- NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos
- NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
- NBR 6122 – Projeto e execução de fundações
- NBR 6123 – Força devidas ao vento em edificações
- NBR 8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos.

Documentos técnicos e livros como:

- Resistência do Materiais, V. Feodosiev
- Curso de Concreto Armado, José Milton de Araújo

Além dos softwares de dimensionamento e análise hiperestática: STRAP 2011

## 1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

- Fck: 30 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- Es: 210 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: III (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras  $\leq 0.3$  mm
- Dimensão máxima do agregado graúdo: 25 mm
- Método para análise de 2° Ordem Global: Gama Z
- Compactação com Proctor normal à 100%

➤ Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

**Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)**

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana <sup>a, b</sup>	Pequeno
III	Forte	Marinha <sup>a</sup>	Grande
		Industrial <sup>a, b</sup>	
IV	Muito forte	Industrial <sup>a, c</sup>	Elevado
		Respingos de maré	

<sup>a</sup> Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

<sup>b</sup> Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

<sup>c</sup> Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

➤ Cobrimento de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

**Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para  $\Delta c = 10$  mm**

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV <sup>c</sup>
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje <sup>b</sup>	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo <sup>d</sup>	30		40	50
Concreto protendido <sup>a</sup>	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

<sup>a</sup> Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

<sup>b</sup> Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal  $\geq 15$  mm.

<sup>c</sup> Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

<sup>d</sup> No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal  $\geq 45$  mm.

- Limite de Abertura de Fissuras de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

**Tabela 13.4 – Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e à proteção da armadura, em função das classes de agressividade ambiental**

Tipo de concreto estrutural	Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de protensão	Exigências relativas à fissuração	Combinação de ações em serviço a utilizar
Concreto simples	CAA I a CAA IV	Não há	–
Concreto armado	CAA I	ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm	Combinação frequente
	CAA II e CAA III	ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm	
	CAA IV	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	
Concreto protendido nível 1 (protensão parcial)	Pré-tração com CAA I ou Pós-tração com CAA I e II	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	Combinação frequente
Concreto protendido nível 2 (protensão limitada)	Pré-tração com CAA II ou Pós-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação frequente
		ELS-D <sup>a</sup>	Combinação quase permanente
Concreto protendido nível 3 (protensão completa)	Pré-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação rara
		ELS-D <sup>a</sup>	Combinação frequente

<sup>a</sup> A critério do projetista, o ELS-D pode ser substituído pelo ELS-DP com  $a_p = 50$  mm (Figura 3.1).

**NOTAS**

- 1 As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2.
- 2 Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV, exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens.
- 3 No projeto de lajes lisas e cogumelo protendidas, basta ser atendido o ELS-F para a combinação frequente das ações, em todas as classes de agressividade ambiental.

- Fator Água-Cimento de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

**Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto**

Concreto <sup>a</sup>	Tipo <sup>b, c</sup>	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$

<sup>a</sup> O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

<sup>b</sup> CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

<sup>c</sup> CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.



- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

**7.4.7.6** A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20 % a espessura nominal do cobrimento, ou seja:

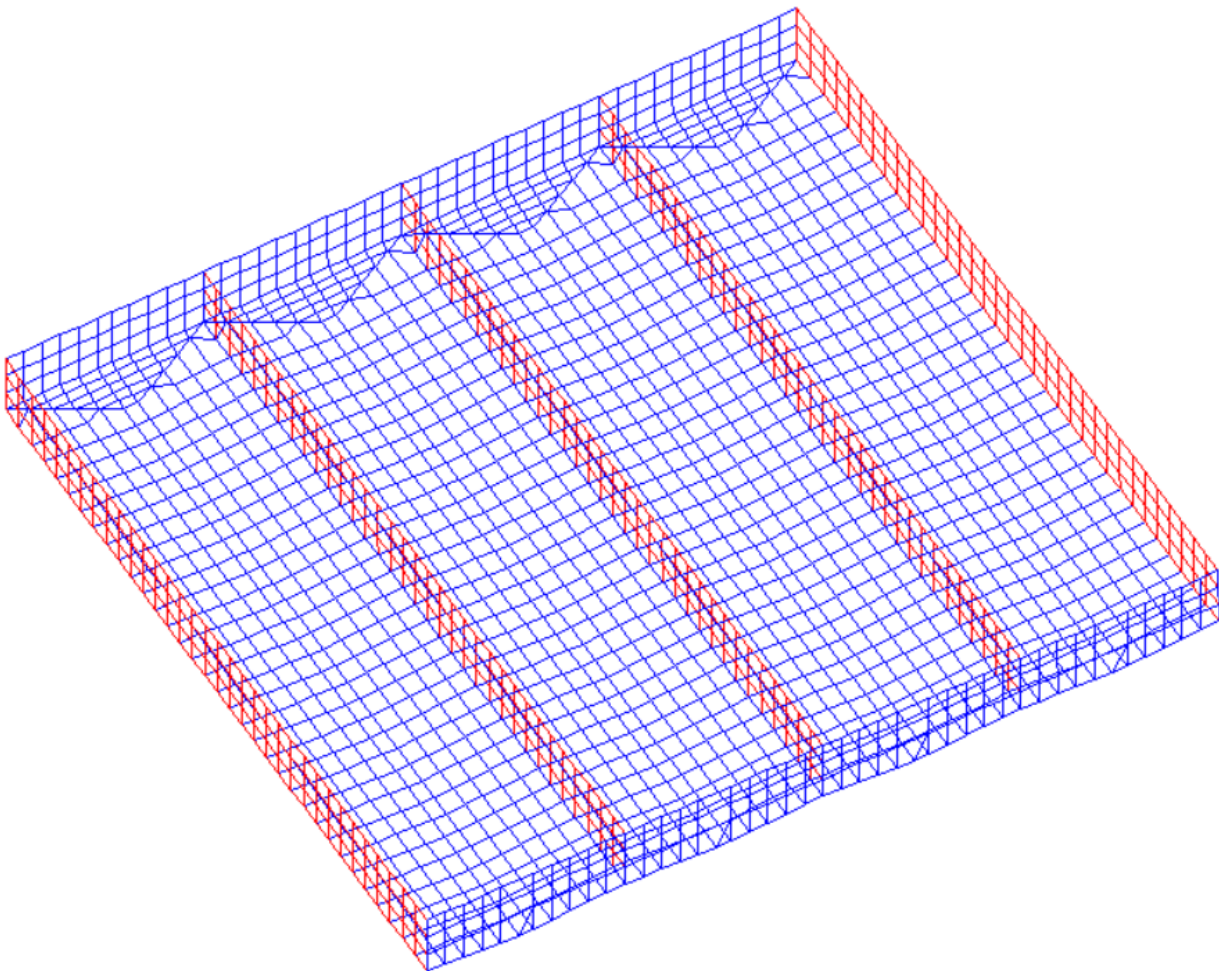
$$d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

---

## 2.0 MODELO DE CÁLCULO

---

O campo de deslocamentos e tensões foi calculada adotando-se a metodologia implementada pelo software comercial STRAP VERSÃO 2011.



PERSPECTIVA 3D - Leito de Secagem

## 2.1 CARGAS E COMBINAÇÕES

Ações Permanentes:

- g1 - Peso próprio do concreto (permanente direta)
- g2 - Empuxo de terra (permanente direta)
- q1 - Água

Ações Variáveis Acidentais:

- q2 - Sobrecarga

Coefficientes de ponderação ( $\gamma_g, \gamma_q$ ), fatores de combinação ( $\psi_q$ ), e fatores de redução ( $\psi_1, \psi_2$ ) para:

- Combinação Normal (CN) em Estado Limite de Utilização (ELU);
- Combinação Quase Permanente (CQP) em Estado Limite de Serviço (ELS);
- Combinação Frequente (CF) em Estado Limite de Serviço (ELS).

	CN-ELU	CQP-ELS	CF-ELS
Ações Permanentes:	$\gamma_g$	$\gamma_g$	$\gamma_g$
Cargas permanentes	1,4	1	1
Retração	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. princ.):	$\gamma_q$	$\gamma_q$	$\gamma_q$
Sobrecarga	1,4	1	1
Empuxo hidrostático	1,4	1	1
Gradiente térmico	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. secnd.):	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga	0,8	0,7	0,6
Empuxo hidrostático	0,8	0,7	0,6
Gradiente térmico	0,6	0,5	0,3

Grandezas Físicas das Ações:

- g1 - Peso próprio do concreto = Volume dos elementos multiplicado pelo peso específico do concreto armado. Unidades: peso em tf e o volume em m<sup>3</sup>.
- g2 - Empuxo de terra

Argila com areia fina cor variegada

$\gamma_t = 18,00 \text{ kN/m}^3$  Godoy, 1972

$\phi = 0^\circ$        $K_0 = 1,00$        $K_0 = 1 - \text{sen } \phi$

$p = K_0 \cdot \gamma_t \cdot h$

- g3 - Enchimentos = Volume do elemento multiplicado pelo peso específico do material. Unidades: peso em tf e volume em m<sup>3</sup>.



- g4 - Retração: Não Consideramos uma retração em toda a estrutura
- q1 - Empuxo Hidrostático interno: Em todas as faces internas estão sendo aplicada uma pressão de base ao topo. O peso específico utilizado no cálculo destas pressões é o da água, igual a  $1\text{tf/m}^3$  multiplicado pela altura da lamina d'água.
- q2 - Sobrecarga: Nas lajes de tampa e escadas foram consideradas sobrecargas de utilização iguais a  $0,3\text{tf/m}^2$ .
- q3 - gradiente térmico: Não foi considerado, as estruturas estão enterradas e as partes expostas tem pequenas dimensões e em consequência as deformações devido ao gradiente térmico são insignificantes.

Combinações:

Estado Limite Último - ELU-CN (cheio):

$$C01 = 1,40.(g1+g3)+g2+1,40.q1+1,20.q2$$

$$C02 = 1,40.(g1+g3)+g2+1,40.q2+1,20.q1$$

Estado Limite Último - ELU-CN (vazio):

$$C03 = 1,40.(g1+g2+g3)+1,40.q2$$

Estado Limite de Serviço ELS-CF (cheio)

$$C05 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q1+0,60.q2$$

$$C06 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q2+0,60.q1$$

Estado Limite de Serviço ELS-CF (vazio)

$$C07 = 1,00.(g1+g2+g3)+0,70.q2$$

Especial, para verificação da flutuação

$$C08 = 1,00.(g1+g3)+1,00.q4$$

## 2.2 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

Os cálculos de paredes e lajes de fundo e tampas foram considerados um elemento estrutural de 100 cm de largura e altura h, para o dimensionamento a flexo-tração com a força da envoltória máxima nas direções x e y e momentos da envoltória máxima e mínima nas direções x e y. A compressão aqui foi desprezada por entender que a sollicitação máxima acontece quando o elemento estrutural em questão é tracionado junto com a flexão.

Após a verificação da flexo-tração o elemento foi verificado com relação à formação de fissuras.

Momento mínimo para a dispensa de análise de fissuração (ESTÁDIO I e II):

$$M_R = a_{fct} I_o / y_t [tf \cdot m] \quad (1)$$

Calculando teremos,  $M_r$  para um  $f_{ck} = 30$  MPa e  $h$  variado igual à:

- $h=15\text{cm}$  ;  $M_r = 1,906\text{tf}\cdot\text{m}$
- $h=20\text{cm}$  ;  $M_r = 3,388\text{tf}\cdot\text{m}$
- $h=25\text{cm}$  ;  $M_r = 5,295\text{tf}\cdot\text{m}$
- $h=30\text{cm}$  ;  $M_r = 7,625\text{tf}\cdot\text{m}$
- $h=35\text{cm}$  ;  $M_r = 10,378\text{tf}\cdot\text{m}$
- $h=40\text{cm}$  ;  $M_r = 13,555\text{tf}\cdot\text{m}$

Armadura mínima prevista em norma:

$$A_{s,min} = \rho_{min} 100h \left[ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \right] \quad (2)$$

Sendo  $\rho_{min}$  taxa de armadura mínima conforme a NBR 6118:2014

Forma da seção	Valores de $\rho_{min}^a$ ( $A_{s,min}/A_c$ ) %														
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Retangular	0,150	0,150	0,150	0,164	0,179	0,194	0,208	0,211	0,219	0,226	0,233	0,239	0,245	0,251	0,256

<sup>a</sup> Os valores de  $\rho_{min}$  estabelecidos nesta Tabela pressupõem o uso de aço CA-50,  $d/h = 0,8$  e  $\gamma_c = 1,4$  e  $\gamma_s = 1,15$ . Caso esses fatores sejam diferentes,  $\rho_{min}$  deve ser recalculado.

Calculando teremos,  $A_{s,min}$  para um  $f_{ck} = 30\text{MPa}$ ,  $b=100\text{cm}$ , seção retangular e  $h$  variado igual à:

- $h=15\text{cm}$  ;  $A_{s,min} = 2,25\text{cm}^2/\text{m}$   $\emptyset 8$  C/20
- $h=20\text{cm}$  ;  $A_{s,min} = 3,00\text{cm}^2/\text{m}$   $\emptyset 8$  C/15
- $h=25\text{cm}$  ;  $A_{s,min} = 3,75\text{cm}^2/\text{m}$   $\emptyset 8$  C/12 ou  $\emptyset 10$  C/20
- $h=30\text{cm}$  ;  $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$   $\emptyset 8$  C/10 ou  $\emptyset 10$  C/15
- $h=35\text{cm}$  ;  $A_{s,min} = 5,25\text{cm}^2/\text{m}$   $\emptyset 10$  C/12
- $h=40\text{cm}$  ;  $A_{s,min} = 6,00\text{cm}^2/\text{m}$   $\emptyset 10$  C/12

## 2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

Foram utilizadas as seguintes seções de concreto para as respectivas estruturas:

- Leito Drenante:  
Fundo: 15 cm  
Paredes: 15 cm

## 2.4 FUNDAÇÃO

Para a estrutura do Reservatório utilizamos fundação direta, onde o reservatório é apoiado nas vigas e pilares que transmitem as cargas para as sapatas. Como modelo de cálculo adotamos um sistema de molas de resposta linear. Para obter a tensão média admissível a partir desse ensaio, utiliza-se o número médio de golpes aplicando a seguinte fórmula:

$s = 0,20 * \text{SPT Médio (kgf/m}^2\text{)}$ . A partir dos valores de tensão média admissível é possível obter o valor de  $K_v$  por correlação, utilizando a tabela abaixo:

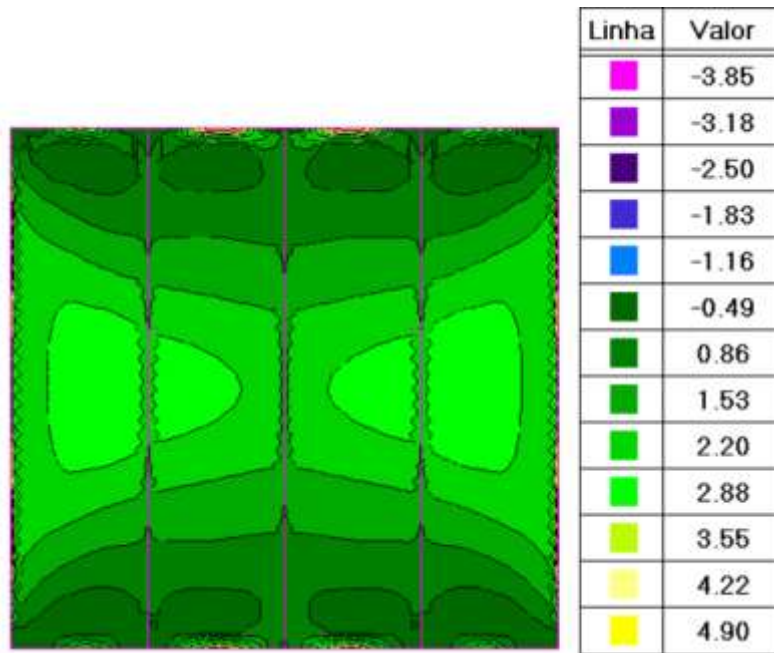
Tensão admissível (kgf/cm <sup>2</sup> )	$K_v$ (kgf/cm <sup>3</sup> )	Tensão admissível (kgf/cm <sup>2</sup> )	$K_v$ (kgf/cm <sup>3</sup> )
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	5,30
0,80	1,84	2,70	5,40
0,85	1,93	2,75	5,50
0,90	2,02	2,80	5,60
0,95	2,11	2,85	5,70
1,00	2,20	2,90	5,80
1,05	2,29	2,95	5,90
1,10	2,38	3,00	6,00
1,15	2,47	3,05	6,10
1,20	2,56	3,10	6,20
1,25	2,65	3,15	6,30
1,30	2,74	3,20	6,40
1,35	2,83	3,25	6,50
1,40	2,92	3,30	6,60
1,45	3,01	3,35	6,70
1,50	3,10	3,40	6,80
1,55	3,19	3,45	6,90
1,60	3,28	3,50	7,00
1,65	3,37	3,55	7,10
1,70	3,46	3,60	7,20
1,75	3,55	3,65	7,30
1,80	3,64	3,70	7,40
1,85	3,73	3,75	7,50
1,90	3,82	3,80	7,60
1,95	3,91	3,85	7,70
2,00	4,00	3,90	7,80
2,05	4,10	3,95	7,90
2,10	4,20	4,00	8,00

Fonte: Saia, Morriss (1993)

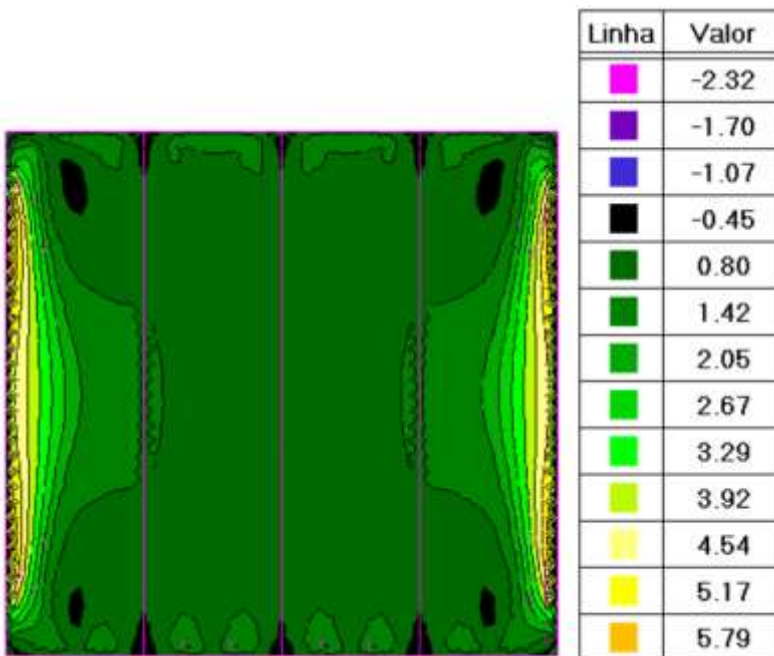
Adotamos uma taxa de solo de 2.0Kg/cm<sup>2</sup>, conforme sondagem realizada.

### 3.0 LEITO DRENANTE

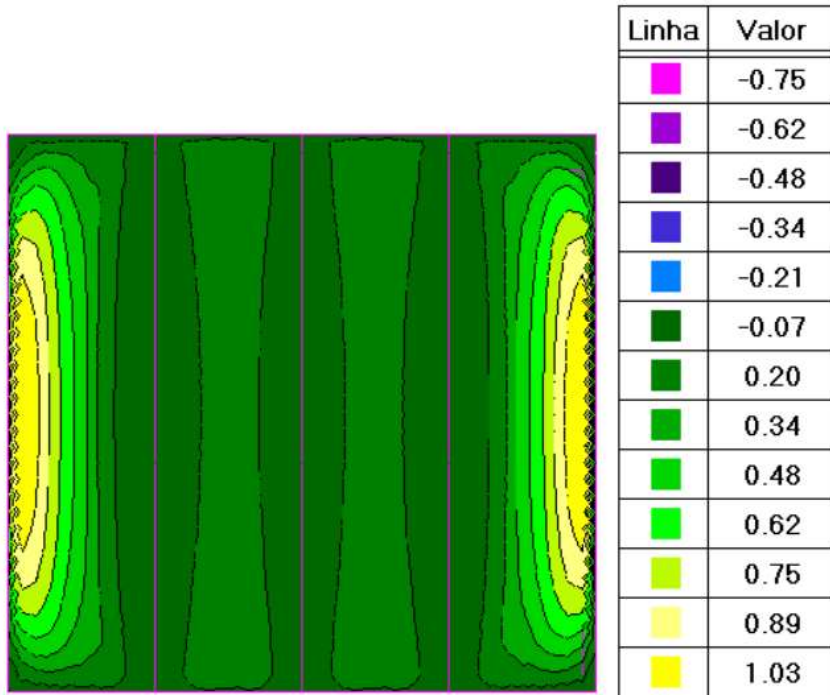
#### 3.1 FUNDO



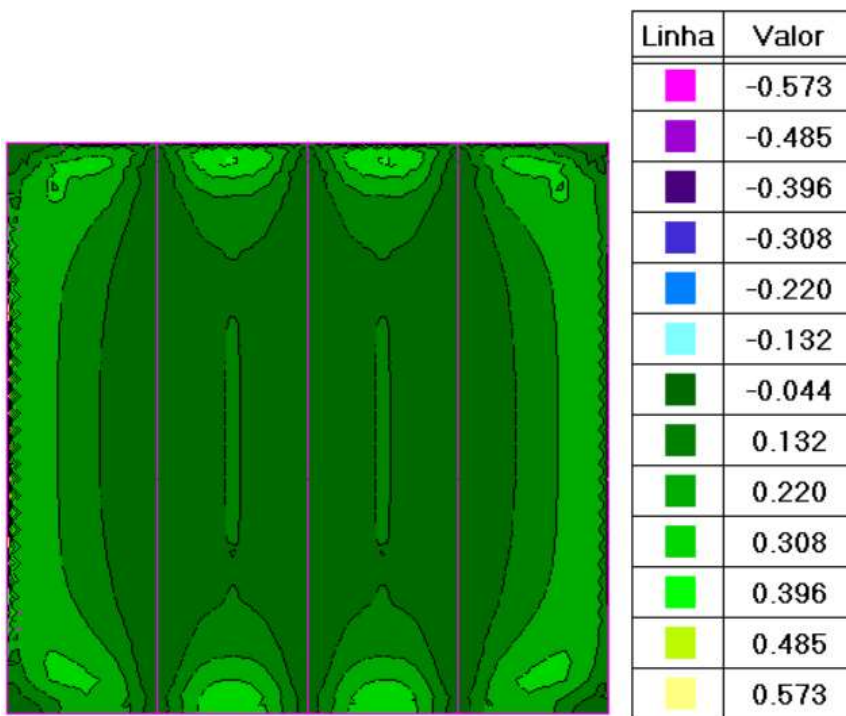
FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)



Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ <sub>máx.</sub>	As <sub>min</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	γ <sub>c</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>f</sub>	Classe Agres.
500	30	1,03	4,22	15	3,9	0,5	2,60	1,40	1,15	1,40	Classe III

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As <sub>tot</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	8	15,0	
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	2,21	8	15,0	

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,096	0,000	0,047

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)
500	30	1,03	4,22	15	3,9	8	15,0
Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
3,35	210.000	26.072	2,90	2,25	9,90	12,00	118,80
αs	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,004231101	0,241	2,68	219,58	0,00	0,06763923	0,294553489

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ <sub>máx.</sub>	As <sub>min</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	γ <sub>c</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>f</sub>	Classe Agres.
500	30	0,57	4,54	15	3,9	0,5	2,60	1,40	1,15	1,40	Classe III

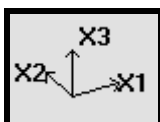
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As <sub>tot</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	8	18,0	
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	0,73	8	18,0	

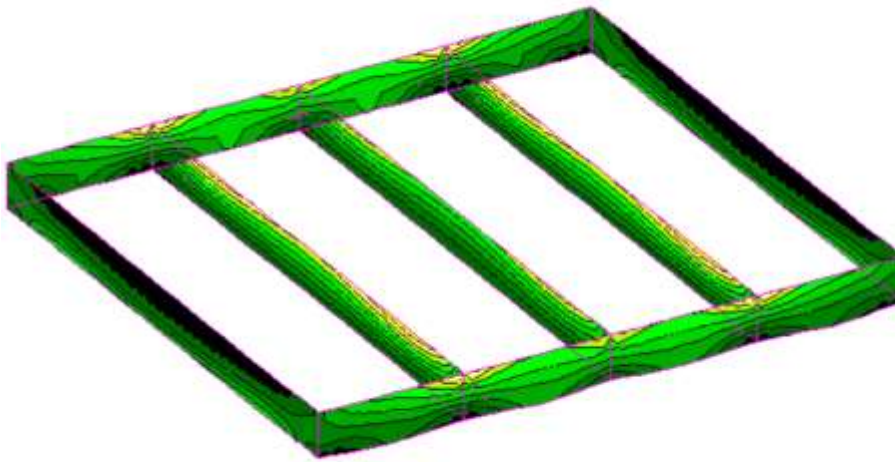
Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,059	0,000	0,016


Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)
500	30	0,573	4,54	15	3,9	8	18,0
Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
2,79	210.000	26.072	2,90	2,25	9,90	12,00	118,80
αs	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,004231101	0,278	3,08	99,26	0,00	0,0138217	0,133151363

FUNDO - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

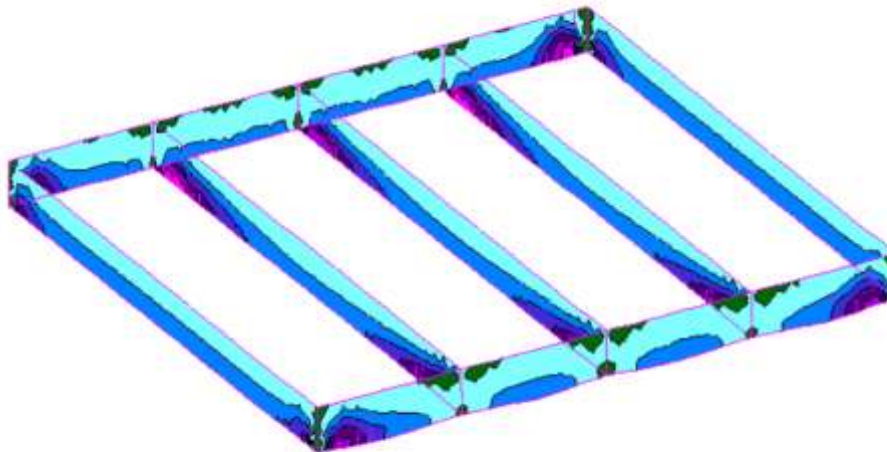
## 3.2 PAREDES


















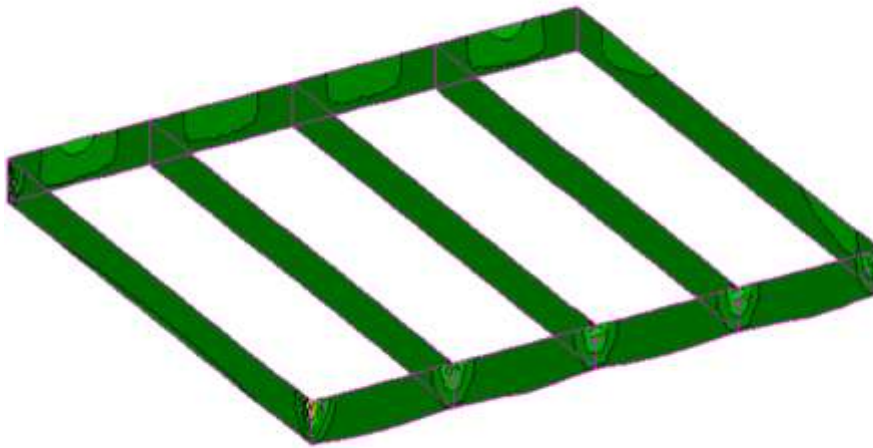
Linha	Valor
	-7.2
	-5.7
	-4.2
	-2.7
	-1.2
	1.7
	3.2
	4.7
	6.2
	7.7
	9.2
	10.6
	12.1

PAREDES – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



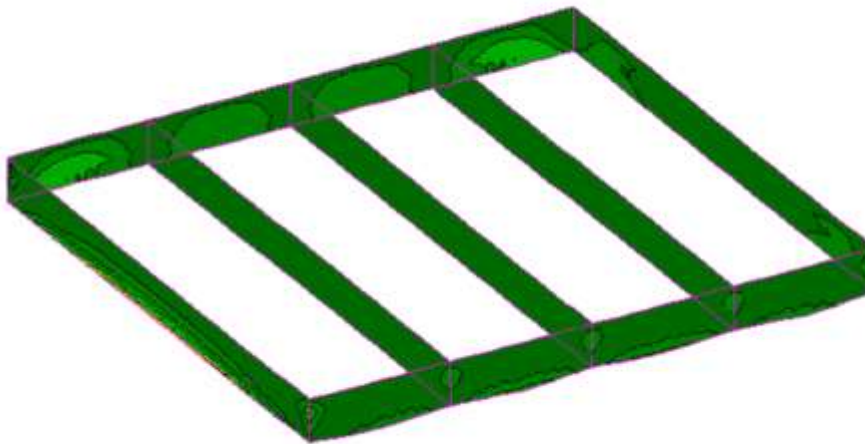
Linha	Valor
	-2.12
	-1.78
	-1.44
	-1.11
	-0.77
	-0.43
	0.24
	0.58
	0.91
	1.25
	1.59
	1.92
	2.26

PAREDES – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



Linha	Valor
█	-1.57
█	-1.33
█	-1.09
█	-0.85
█	-0.61
█	-0.37
█	-0.12
█	0.36
█	0.60
█	0.84
█	1.08
█	1.32
█	1.56

PAREDES – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX – MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



Linha	Valor
█	-0.914
█	-0.773
█	-0.633
█	-0.492
█	-0.351
█	-0.211
█	-0.070
█	0.211
█	0.351
█	0.492
█	0.633
█	0.773
█	0.914

PAREDES – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ <sub>máx.</sub>	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	γ <sub>c</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>f</sub>	Classe Agres.
500	30	0.84	9.20	15	3.9	0.5	2.60	1.40	1.15	1.40	Classe III

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm <sup>2</sup> /m)	
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	8	18,0	2,79
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	0,57	8	18,0	2,79

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,095	0,000	0,012

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mlr (tf.m/m)	Nlr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)
500	30	0.84	9.2	15	3.9	8	18.0
Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
2.79	210.000	26.072	2.90	2.25	9.90	12.00	118.80
σs	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8.05	0.004231101	0.342	3.90	97.05	0.00	0.01321381	0.130190388

PAREDES – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ <sub>máx.</sub>	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	γ <sub>c</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>f</sub>	Classe Agres.
500	30	0.63	2.12	15	3.9	0.5	2.60	1.40	1.15	1.40	Classe III

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm <sup>2</sup> /m)	
As1 (cm <sup>2</sup> /m)	-	8	15,0	3,35
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	1,42	8	15,0	3,35

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,057	0,000	0,031

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mlr (tf.m/m)	Nlr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)
500	30	0.633	2.12	15	3.9	8	15.0
Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
3.35	210.000	26.072	2.90	2.25	9.90	12.00	118.80
σs	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8.05	0.004231101	0.232	2.58	143.42	0.00	0.02885494	0.192386669

PAREDES – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

CREA-ES 011840/D





## **Resumo Estrutural por Elementos**





## RESUMO ESTRUTURAL POR ELEMENTOS



### LEITO DRENANTE

### CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa

	FUNDO	PAREDES	XXX	TOTAL
VOLUME (m <sup>3</sup> )	104,00	38,00	XXX	142,00
FÔRMA (m <sup>2</sup> )	0,00	498,00	XXX	498,00

### FUNDO

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
12.5	8	19824	7930
TOTAL		19824	7930

### PAREDES

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	10519	4208
TOTAL		10519	4208

**CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS**  
CREA-ES 011840/D

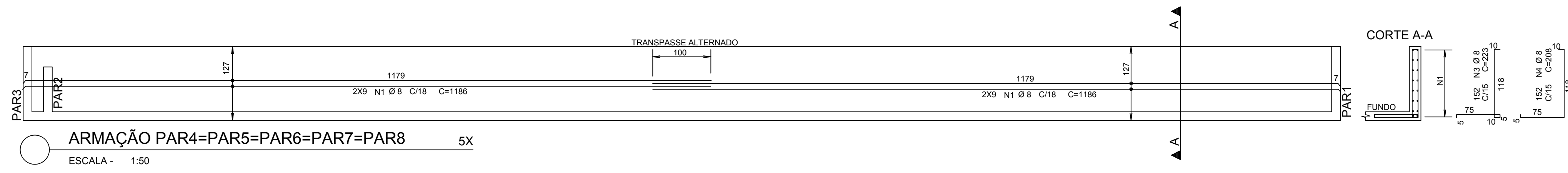


## **Peças Gráficas**

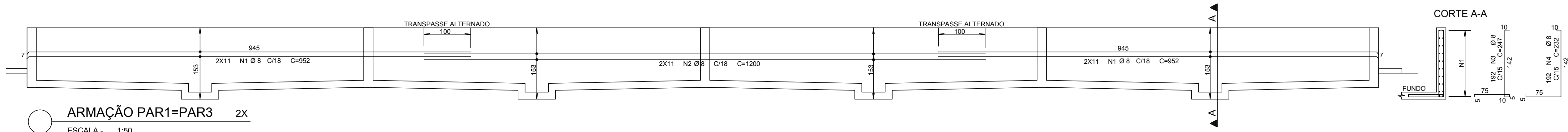
## PEÇAS GRÁFICAS

Relação de Plantas:

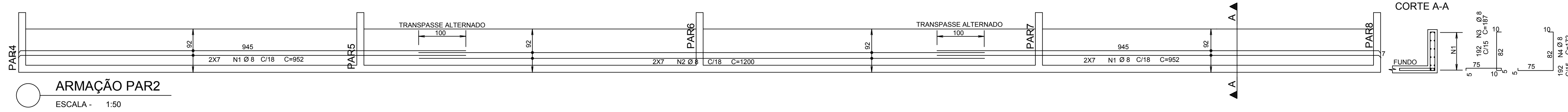
LEITO DRENANTE		
DESENHO:	PRANCHA:	TÍTULO:
02	01/03	Projeto Estrutural – Leito Drenante – Vista Superior do Leito de Drenagem
02	02/03	Projeto Estrutural – Leito Drenante – Armação do Fundo
02	03/03	Projeto Estrutural – Leito Drenante – Corte A-A e Armação das Paredes



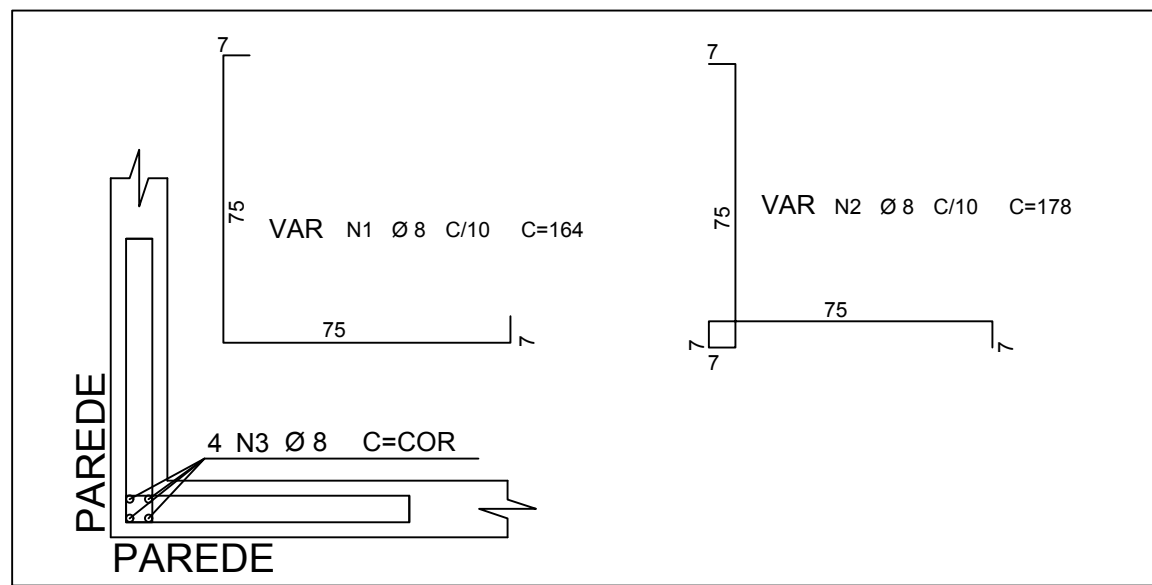
ARMAÇÃO PAR4=PAR5=PAR6=PAR7=PAR8 5X  
ESCALA - 1:50



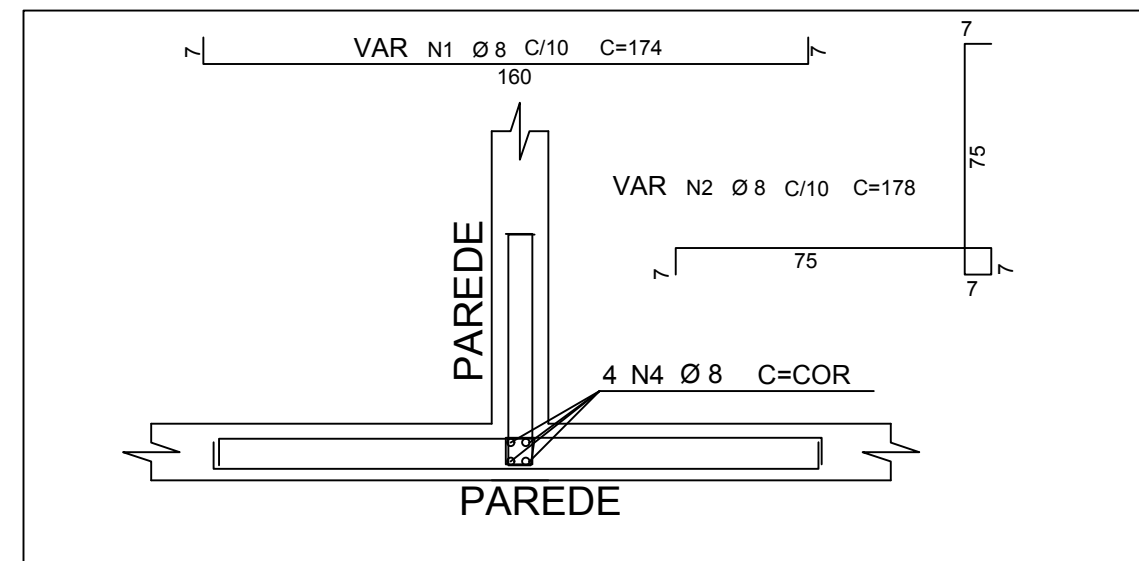
ARMAÇÃO PAR1=PAR3 2X  
ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO PAR2  
ESCALA - 1:50



DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE DE CANTO (VERTICAL)  
ESCALA - 1:20



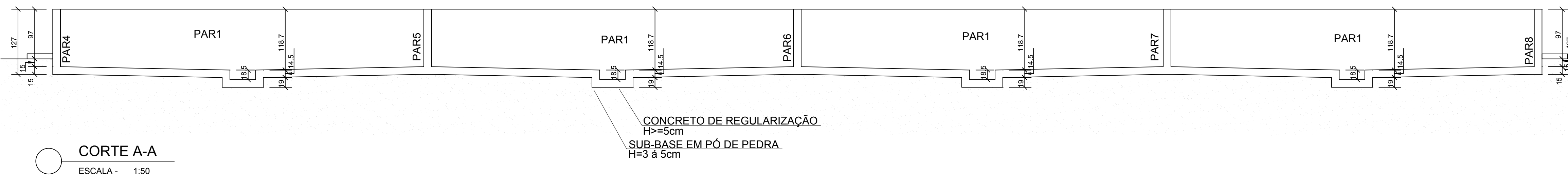
DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE (VERTICAL)  
ESCALA - 1:20

ÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
<b>DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE</b>					
50A	1	8	102	174	17748
50A	2	8	204	178	36312
50A	4	8	4	-CORR-	4054
<b>DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE</b>					
50A	1	8	52	164	8528
50A	2	8	52	178	9256
50A	3	8	4	-CORR-	2032
<b>ARMAÇÃO PAR1=PAR3 (X2)</b>					
50A	1	8	88	952	83776
50A	2	8	44	1200	52800
50A	3	8	384	247	94848
50A	4	8	384	232	89088
<b>ARMAÇÃO PAR2</b>					
50A	1	8	28	952	26656
50A	2	8	14	1200	16800
50A	3	8	192	187	35904
50A	4	8	192	172	33024
<b>ARMAÇÃO PAR4=PAR5=PAR6=PAR7=PAR8 (X5)</b>					
50A	1	8	180	1158	213480
50A	3	8	760	223	169480
50A	4	8	760	208	158080

RESUMO AÇO CA 50-60			
ÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	10519	4208
<b>Peso Total</b>	<b>50A =</b>		<b>4208 kg</b>

OBSERVAÇÃO: TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO ADOTADA DE 2,0KGF/CM2, COM BASE NO RELATÓRIO DE SONDAEM FORNECIDO

NOTAS :	
1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 3.50cm Sapatas: 4.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 4.0cm Vigas: 4.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 4.0cm Tubulão: 40cm
Fator Água Cimento : A/C <= 0.45	Radier: 4.0cm
Consumo de Cimento : 350Kgf/m3	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto
CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações
Espessura : 5.0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014
Consumo de Cimento : 250Kgf/m3	Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento
5 - As cotas prevalecem sobre o desenho	16 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010
6 - Classe de Agressividade Ambiental = III	Projeto e execução de fundações
7 - Fator do Terreno: S1 = 1.0	17 - Norma de Incêndio em concreto : NBR 15200/2012
8 - Categoria de Rugosidade: S2 = I	Projeto de estruturas de concreto em situação de Incêndio
9 - Classe da Edificação: S2 = B	18 - Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004
10 - Fator Estatístico: S3 = 1.00	Execução de estruturas de concreto - Procedimento
11 - Velocidade Básica do Vento: V = 30m/s	19 - As normas citadas acima devem ser seguidas
12 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras



CORTE A-A  
ESCALA - 1:50

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO  
H=5cm  
SUB-BASE EM PÓ DE PEDRA  
H=3 a 5cm

Nº	REVISÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
01	REVISÃO CONFORME RELATÓRIO DE ANÁLISE	22/05/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
00	EMIÇÃO INICIAL	03/08/2018	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ  
DIRETORIA DE ENGENHARIA  
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

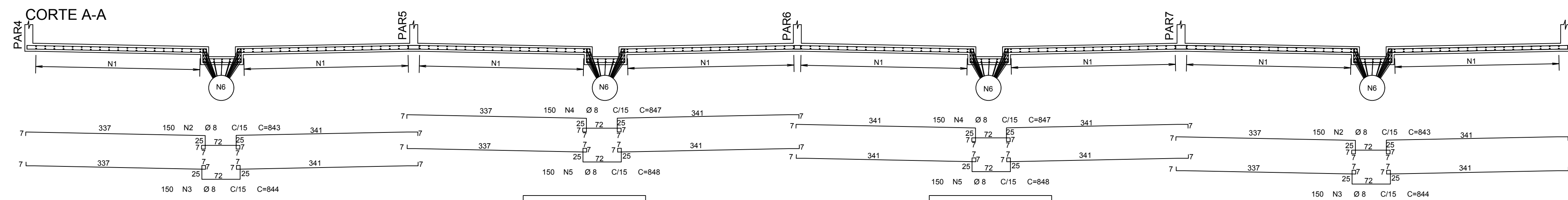
DESENHO: 02  
FRANCHA Nº: 03/03

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ITAIPICOA

PROJETO BÁSICO

PROJETO ESTRUTURAL  
LEITO DRENANTE  
CORTE A-A E ARMAÇÃO DAS PAREDES

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050	DATA:	MAIO/2020
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML		
ARQUIVO:	0581ST-003-EST-R01.DWG		



ARMAÇÃO DO FUNDO  
ESCALA - 1:50

OBSERVAÇÃO: TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO ADOTADA DE 2,0KGf/CM2, COM BASE NO RELATÓRIO DE SONDAGEM FORNECIDO

NOTAS :	
1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 3.50cm Sapatas: 4.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 4.0cm Vigas: 4.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 4.0cm Tubulão: 40cm
Fator Água Cimento : A/C <= 0.45	Radier: 4.0cm
Consumo de Cimento : 350Kg/m3	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto
CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações
Espessura : 5.0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014
Consumo de Cimento : 250Kg/m3	Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento
5 - As cotas prevalecem sobre o desenho	16 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010
6 - Classe de Agressividade Ambiental = III	Projeto e execução de fundações
7 - Fator do Terreno: S1 = 1.0	17 - Norma de Incêndio em concreto : NBR 15200/2012
8 - Categoria de Rugosidade: S2 = I	Projeto de estruturas de concreto em situação de Incêndio
9 - Classe da Edificação: S2 = B	18 - Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004
10 - Fator Estatístico: S3 = 1.00	Execução de estruturas de concreto - Procedimento
11 - Velocidade Básica do Vento: V = 30m/s	19 - As normas citadas acima devem ser seguidas
12 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras

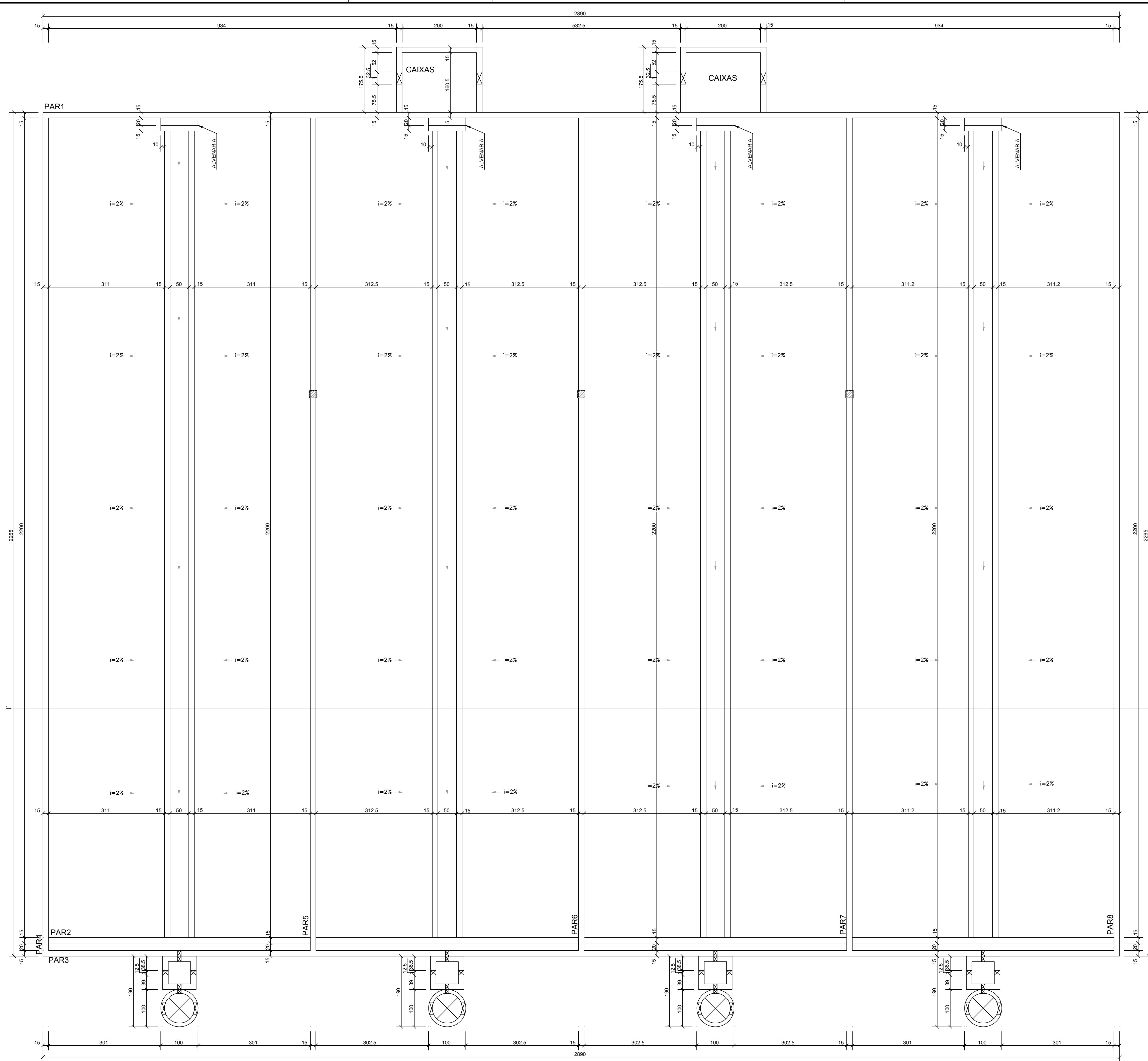
Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
01	REVISÃO CONFORME RELATÓRIO DE ANÁLISE	22/05/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
00	EMIÇÃO INICIAL	03/08/2018	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML

**REVISÃO**

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO: 02	FRANCHA Nº 02/03
<b>SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ITAHOICA</b>		
PROJETO BÁSICO		
PROJETO ESTRUTURAL LEITO DRENANTE ARMAÇÃO DO FUNDO		

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0581ST-002-EST-R01.DWG	DATA:	MAIO/2020





OBSERVAÇÃO: TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO ADOTADA DE 2,0KGf/CM2, COM BASE NO RELATÓRIO DE SONDAGEM FORNECIDO




### QUANTITATIVOS

ÁREA DE FORMAS (m <sup>2</sup> )	ELEMENTOS ESTRUTURAIS							TOTAL
	LAJES	PAREDES	FUNDO	VGAS	PILAR	FUNDAÇÃO	CAIXAS	
XXX	498.00	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	19.00	498.00
VOLUME DE CONCRETO ESTRUTURAL 30MPa (m <sup>3</sup> )	XXX	38.00	104.00	XXX	XXX	XXX	4.00	142.00
VOLUME DE CONCRETO SIMPLES 15MPa (m <sup>3</sup> )	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

- NOTAS :**
- 1 - Cotas e Dimensões em cm.
  - 2 - Concreto : Fck = 30MPa
  - Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa
  - Fator Água Cimento : A/C <= 0.45
  - Consumo de Cimento : 350kgf/m<sup>3</sup>
  - 3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa
  - CA-60 - Fyk = 600 MPa
  - 4 - Concreto de regularização:
  - Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa
  - Espessura : 5.0cm
  - Consumo de Cimento : 250kgf/m<sup>3</sup>
  - 5 - As cotas prevalecem sobre o desenho
  - 6 - Classe de Agressividade Ambiental = III
  - 7 - Fator do Terreno: S1 = 1.0
  - 8 - Categoria de Rugosidade: S2 = I
  - 9 - Classe da Edificação: S2 = B
  - 10 - Fator Estatístico: S3 = 1.00
  - 11 - Velocidade Básica do Vento: V = 30m/s
  - 12 - Cobrimento das Armaduras :
  - Lajes: 3.50cm
  - Sapatas: 4.0cm
  - Pilares: 4.0cm
  - Vigas: 4.0cm
  - Blocos: 4.0cm
  - Tubulão: 40cm
  - Radier: 4.0cm
  - 13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009
  - Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto
  - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
  - 14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980
  - Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações
  - 15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014
  - Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento
  - 16 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010
  - Projeto e execução de fundações
  - 17 - Norma de incêndio em concreto : NBR 15200/2012
  - Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio
  - 18 - Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004
  - Execução de estruturas de concreto - Procedimento
  - 19 - As normas citadas acima devem ser seguidas tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
01	REVISÃO CONFORME RELATÓRIO DE ANÁLISE	22/05/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
00	EMISSÃO INICIAL	03/08/2018	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML

#### REVISÃO



COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ  
DIRETORIA DE ENGENHARIA  
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

DESENHO: 02  
FRANCHA Nº: 01/03

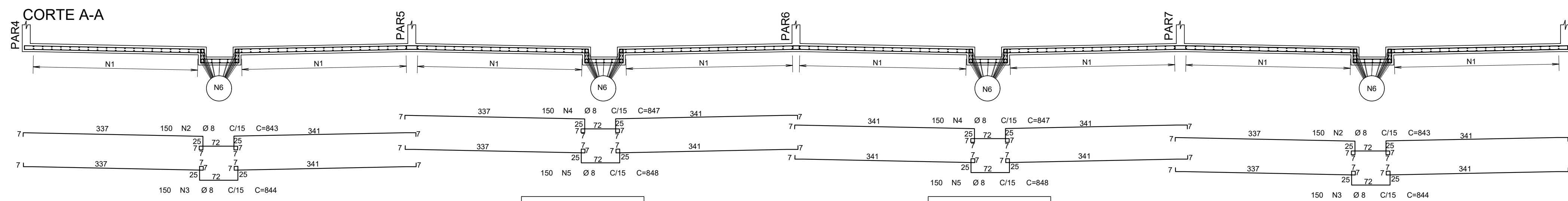
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ITAIPÓCA

PROJETO BÁSICO

PROJETO ESTRUTURAL  
LEITO DRENANTE  
VISTA SUPERIOR DO LEITO DE DRENAGEM

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0581ST-001-EST-R01.DWG	DATA:	MAIO/2020

VISTA SUPERIOR DO LEITO DRENANTE  
ESCALA - 1:50



OBSERVAÇÃO: TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO ADOTADA DE 2,0KGf/CM<sup>2</sup>, COM BASE NO RELATÓRIO DE SONDAGEM FORNECIDO

NOTAS :	
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAIJES: 3.50CM SAPATAS: 4.0CM
2 - CONCRETO : FCR = 30MPA	PILARES: 4.0CM VIGAS: 4.0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : E <sub>C</sub> = 26GPA	BLOCOS: 4.0CM TUBULÃO: 40CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C = 0.45	RADIER: 4.0CM
CONSUMO DE CIMENTO : 350KGf/M <sup>3</sup>	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15666/2009
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO, DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980
MÓDULO DE ELASTICIDADE : E <sub>C</sub> = 18.5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES
ESPESSURA : 5.0CM	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014
CONSUMO DE CIMENTO : 250KGf/M <sup>3</sup>	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = III	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES
7 - FATOR DO TERRENO S <sub>1</sub> = 1.0	17 - NORMA DE INCENDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S <sub>2</sub> = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCENDIO
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S <sub>3</sub> = B	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004
10 - FATOR ESTATÍSTICO S <sub>3</sub> = 1.00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

Nº	REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
01	REVISÃO CONFORME RELATÓRIO DE ANÁLISE		22/05/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
00	EMISSÃO INICIAL		03/08/2018	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML

**REVISÃO**

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO 02	FRANCHA Nº 02/03
<b>SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ITAÍPOCA</b>		
PROJETO EXECUTIVO		
PROJETO ESTRUTURAL LEITO DRENANTE ARMAÇÃO DO FUNDO		

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050	DATA:	MAIO/2020
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML		
ARQUIVO:	0581ST-002-EST-R01.DWG		