

Companhia de Água e Esgoto do Ceará

DEN - Diretoria de Engenharia

GPROJ - Gerência de Projetos de Engenharia

Fortaleza - CE

Sistema de Esgotamento Sanitário de Fortaleza  
CD-2/Meta 2

VOLUME V  
Projeto Estrutural

Cagece

ABRIL/2020



## **EQUIPE TÉCNICA**

**Produto: Projeto Estrutural do Sistema de Esgotamento Sanitário de Fortaleza – CD-2/Meta 2**

### **Gerente de Projetos**

Engº. Raul Tigre de Arruda Leitão

### **Coordenação de Projetos Técnicos**

Engº. Bruno Cavalcante de Queiroz

### **Coordenação de Serviços Técnicos de Apoio**

Engº. Jorge Humberto Leal de Saboia

### **Coordenação de Custos e Orçamentos de Obras**

Engº. Ernandes Freire Alves

### **Engenheiro Projetista – ML Engenharia**

Carlos Raphael Monteiro de Lemos

### **Desenhos**

Equipe ML

### **Edição**

Sibelle Mendes Lima

### **Arquivo Técnico**

Patrícia dos Santos Silva

### **Colaboração**

Ana Beatriz Caetano de Oliveira

Gleiciane Cavalcante Gomes

## I - APRESENTAÇÃO

A Cagece apresenta o projeto referente à *CD-2/Meta 2*. O projeto elaborado pela VBA consultores que diz respeito a este material, foi apresentado em etapa única. O relatório aqui apresentado tem como função, detalhar os elementos já apresentados no projeto original, além de readequações e melhorias, apenas referentes à meta 2 de execução.

Este trabalho apresenta o projeto executivo referente à sub-bacia CD-2/meta 2. A sub-bacia CD-2/meta 2 contemplará apenas a MB-04, já que as microbacias 1 a 3 já foram contempladas na meta 1 todas pertencentes ao Sistema de Esgotamento Sanitário de Fortaleza, desenvolvido pela VBA Consultores e readequado pela Cagece.

Todos os dados e base topográfica considerados para caracterização da área CD-2/Meta 2, foram extraídos do projeto original VBA/Cagece, justificando a decisão de apresentação de todas as considerações importantes e essenciais ao entendimento do projeto sendo estes apresentados no decorrer deste memorial.

Este documento é parte integrante do seguinte conjunto:

- Volume I – Textos e Cálculos
  - Tomo I – Memorial Descritivo, Desapropriação e ART;
  - Tomo II – Planilhas de Cálculo e Transientes Hidráulicos;
  - Tomo III – Serviços Geotécnicos;
  - Tomo IV – Especificações Técnicas.
- Volume II – Plantas
  - Tomo I – Sistema Coletor Público;
  - Tomo II – Sistema de Bombeamento, Emissários e Complementares.
- Volume III – Projeto Elétrico
- Volume IV – Projeto de Automação
- **Volume V – Projeto Estrutural**

O Volume I – Textos (CD-2/Meta 2) trará apenas as informações referentes aos elementos constituintes desta etapa de implantação. Os dados considerados neste trabalho foram extraídos do projeto original VBA/Cagece. Os Volumes II e III, trarão todas as plantas referentes à implantação da CD-2/meta 2 do sistema de esgotamento sanitário das bacias de Fortaleza.



**EECD 2.4**

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

**MEMORIA DE CÁLCULO – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO**



**Cagece**

Serra/ES

08 de janeiro 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=PAR2.....	12
3.2	PAR3 .....	15
3.3	PAR5 .....	18
3.4	PAR6 .....	19
3.5	FUNDO 01.....	22
3.6	FUNDO 02.....	25
3.7	FUNDO 04.....	28
3.8	VIGAS.....	32
3.9	PILARES .....	34

---

---

## 1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural da estação elevatória de esgoto.

## 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:

- 11\_SES\_FORTALEZA\_CD-2\_EEE-2.4\_01-05\_ARQ

## 1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: Estação Elevatória de Esgoto.

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: 40 Mpa
- Módulo de Elástica ECS=32GPa
- 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	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	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:

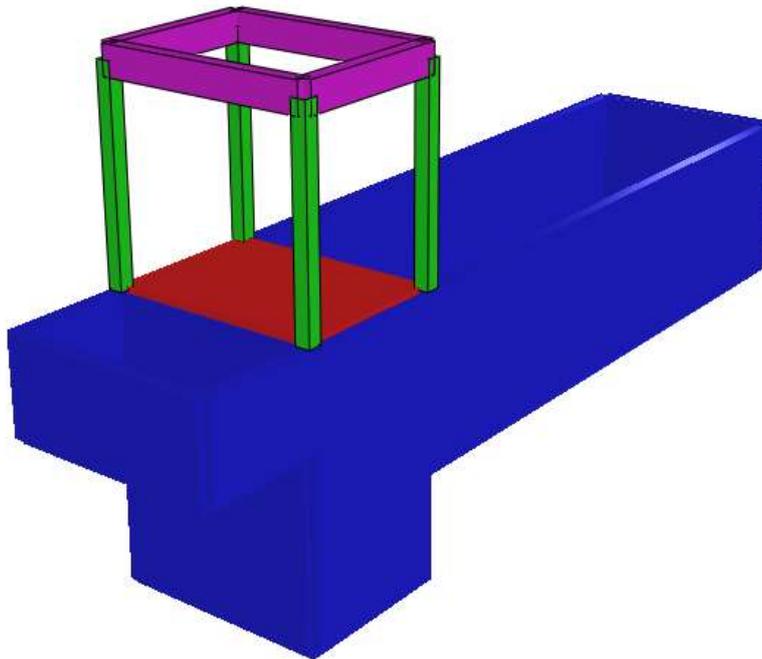
$$d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

---

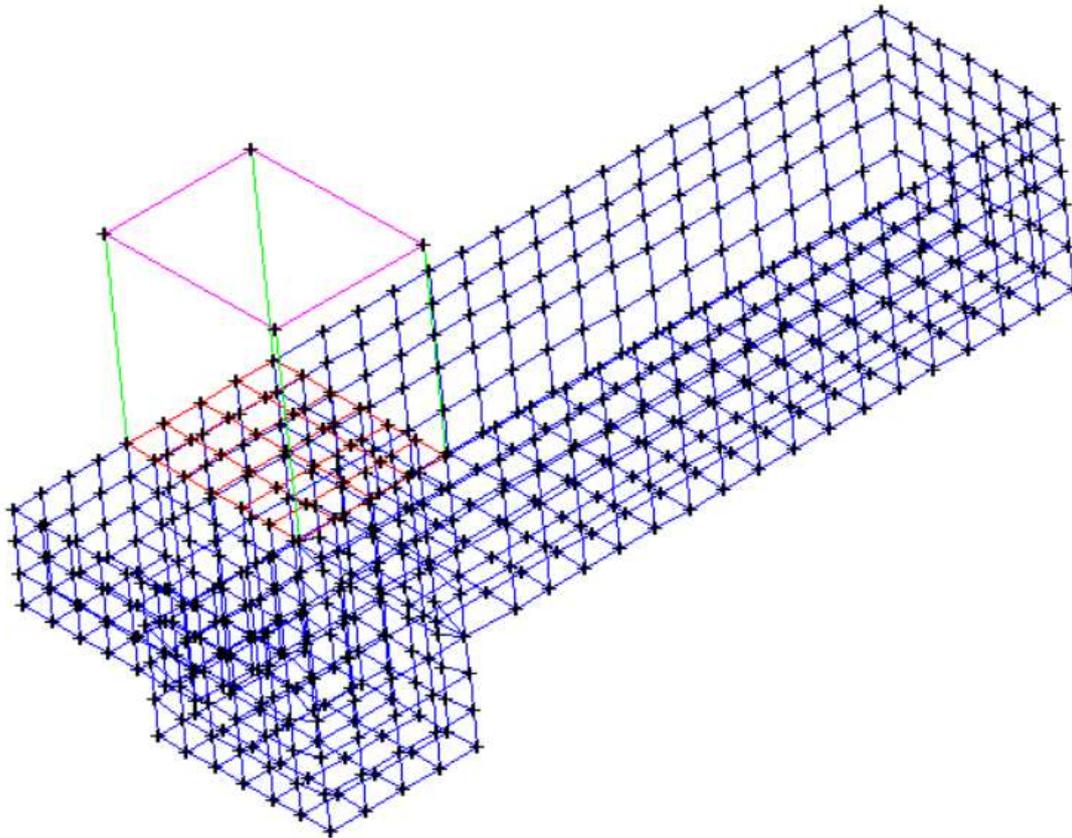
## 2.0 MODELO DE CÁLCULO

---

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 esgoto Apoiado sobre Base Elástica



PERSPECTIVA 3D NÓS - Estação Elevatória de esgoto 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 lâmina 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 têm 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):

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

Calculando teremos,  $M_r$  para um  $f_{ck} = 40$  MPa e  $h$  variado igual à:

- $h=15$ cm ;  $M_r = 3,45$ tf.m
- $h=20$ cm ;  $M_r = 4,60$ tf.m
- $h=25$ cm ;  $M_r = 5,75$ tf.m
- $h=30$ cm ;  $M_r = 6,90$ tf.m
- $h=40$ cm ;  $M_r = 9,20$ tf.m

Armadura mínima prevista em norma:

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

Sendo  $\rho_{min}$  taxa de armadura mínima conforme a NBR 6118:2003

Forma da seção	Valores de $\rho_{min}^{(1)}$ ( $A_{s,min}/A_c$ ) %							
	$f_{ck}$ $\omega_{min}$	20	25	30	35	40	45	50
Retangular	0,035	0,150	0,150	0,173	0,201	0,230	0,259	0,288
T (mesa comprimida)	0,024	0,150	0,150	0,150	0,150	0,158	0,177	0,197
T (mesa tracionada)	0,031	0,150	0,150	0,153	0,178	0,204	0,229	0,255
Circular	0,070	0,230	0,288	0,345	0,403	0,460	0,518	0,575

<sup>(1)</sup> Os valores de  $\rho_{min}$  estabelecidos nesta tabela pressupõem o uso de aço CA-50,  $\gamma_c = 1,4$  e  $\gamma_s = 1,15$ . Caso esses fatores sejam diferentes,  $\rho_{min}$  deve ser recalculado com base no valor de  $\omega_{min}$  dado.  
NOTA - Nas seções tipo T, a área da seção a ser considerada deve ser caracterizada pela alma acrescida da mesa colaborante.

Calculando teremos,  $A_{s,min}$  para um  $f_{ck} = 40\text{MPa}$ ,  $b = 100\text{cm}$ , seção retangular e  $h$  variado igual à:

- $h = 15\text{cm}$  ;  $A_{s,min} = 3,45\text{cm}^2/\text{m}$   $\varnothing 8 \text{ C}/12$
- $h = 20\text{cm}$  ;  $A_{s,min} = 4,60\text{cm}^2/\text{m}$   $\varnothing 8 \text{ C}/10$  ou  $\varnothing 10 \text{ C}/15$
- $h = 25\text{cm}$  ;  $A_{s,min} = 5,75\text{cm}^2/\text{m}$   $\varnothing 8 \text{ C}/10$  ou  $\varnothing 10 \text{ C}/18$
- $h = 30\text{cm}$  ;  $A_{s,min} = 6,90\text{cm}^2/\text{m}$   $\varnothing 12,5 \text{ C}/15$  ou  $\varnothing 10 \text{ C}/10$
- $h = 40\text{cm}$  ;  $A_{s,min} = 9,20\text{cm}^2/\text{m}$   $\varnothing 12,5 \text{ C}/12$  ou  $\varnothing 16 \text{ C}/20$

## 2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

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

- Estação Elevatória de Esgoto:

Tampas: 15 cm

Paredes: 20 cm

Fundo: 20 cm

## 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  $K_v$  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: Safe, Morrison (1993)

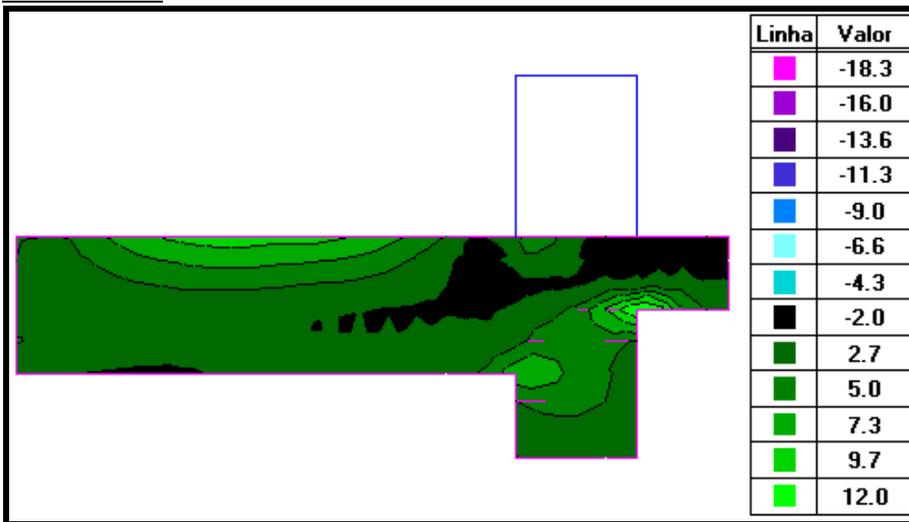
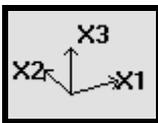
Adotamos uma taxa de solo de 2,4Kgf/cm<sup>2</sup>, conforme sondagem fornecida. Com coeficiente de mola de  $x_3=4800\text{tf/m}$

### 3.0 RESULTADOS – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO

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.

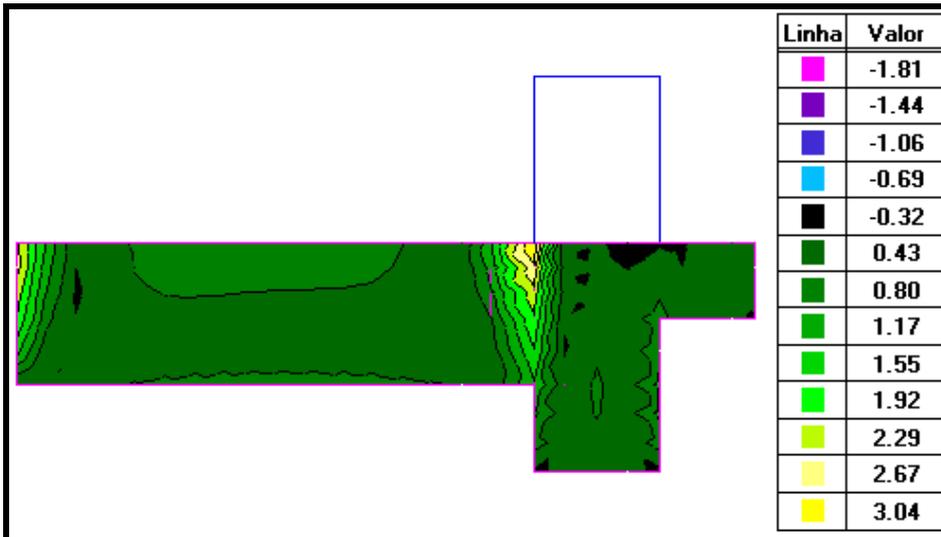
#### 3.1 PAR1=PAR2



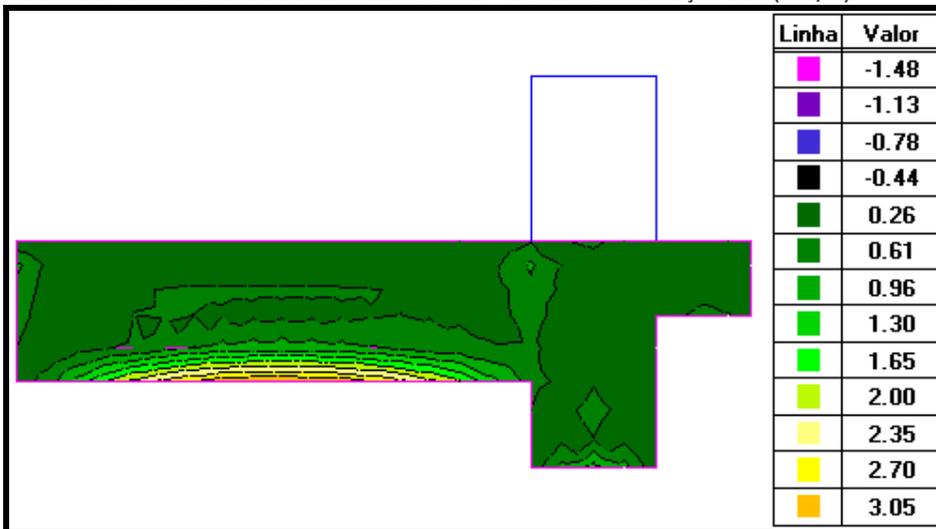
PAR1=PAR2 - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR1=PAR2 - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAR1=PAR2 - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR1=PAR2 - 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	40	1,55	9,70	20	4,9	0,4	4,60	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)	1,36	8	10,0	5,03

Resumo - ELU			
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona D	0,066	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 $\phi$	Esp. (cm)
500	40	1,55	9,7	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	30.105	3,51	2,25	10,90	10,00	109,00
$\alpha_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
6,98	0,004611512	0,302	4,56	106,56	0,00	0,013149338	0,131687225

PAR1=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)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	40	1,65	6,36	20	5,0	0,4	4,60	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)	-	10	12,0
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	2,29	10	12,0

#### Resumo - ELU

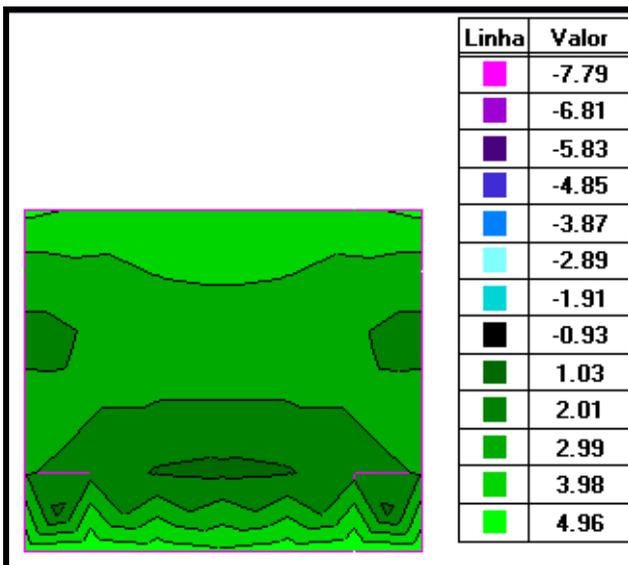
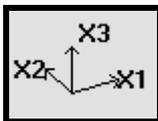
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona D	0,065	0,000	0,027

#### Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES - CONCRETO ARMADO

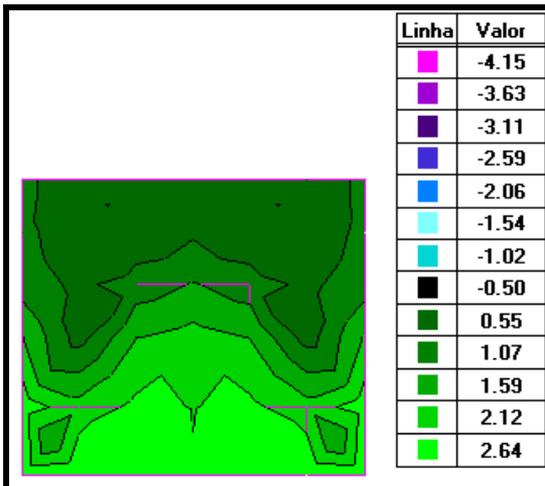
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\emptyset$	Esp. (cm)
500	40	1,65	6,36	20	5	10	12,0
Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
6,54	210.000	30.105	3,51	2,25	12,50	12,00	150,00
$\alpha_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
6,98	0,005235988	0,280	4,20	123,90	0,00	0,022221281	0,169694178

PAR1=PAR2 - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

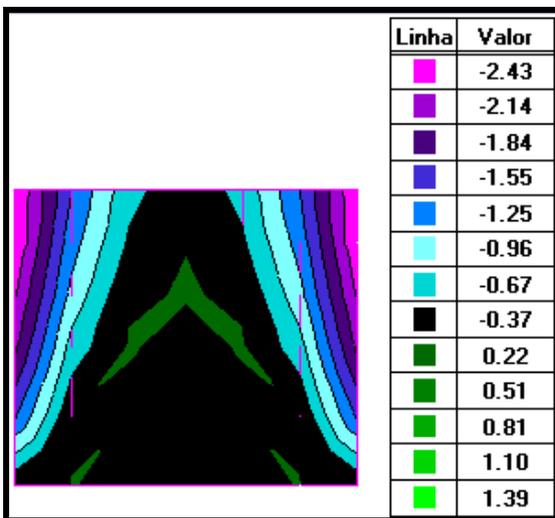
### 3.2 PAR 3



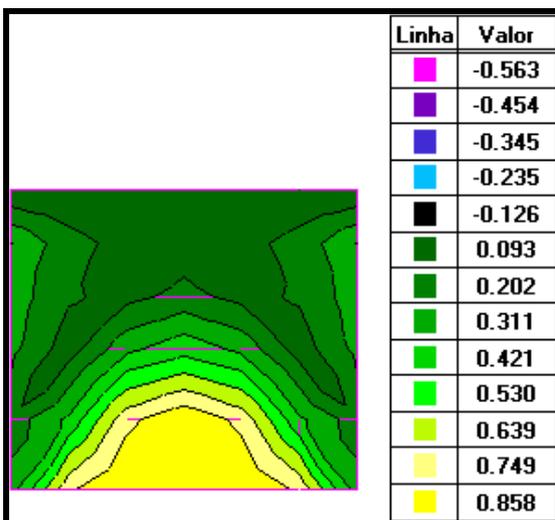
PAR3 - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MÁX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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)

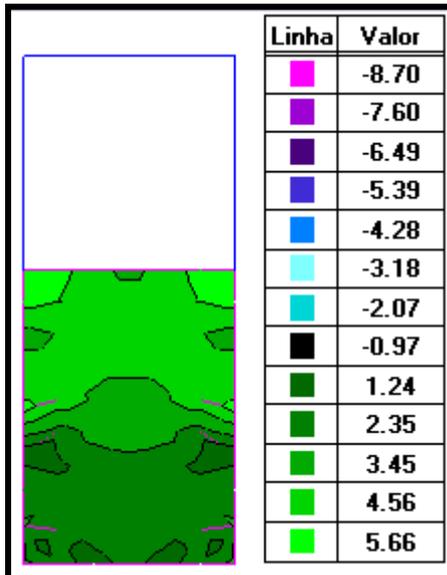
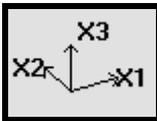
Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\max}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	40	1,25	3,98	20	4,9	0,4	4,60	1,40	1,15	1,40	Classe IV
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)	1,88	8	10,0	5,03							
				Resumo - ELU							
Zona		$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$							
Zona D		0,047	0,000	0,022							
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	40	1,25	3,98	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	30.105	3,51	2,25	10,90	10,00	109,00				
$\alpha_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
6,98	0,004611512	0,239	3,61	128,81	0,00	0,019216347	0,159194158				

PAR3 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

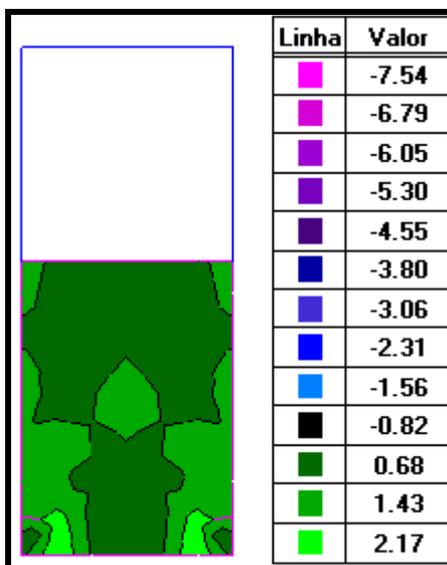
Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\max}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	40	0,75	2,64	20	4,9	0,4	4,60	1,40	1,15	1,40	Classe IV
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)	1,06	8	10,0	5,03							
				Resumo - ELU							
Zona		$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$							
Zona D		0,028	0,000	0,013							
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	40	0,75	2,64	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	30.105	3,51	2,25	10,90	10,00	109,00				
$\alpha_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
6,98	0,004611512	0,245	3,69	74,38	0,00	0,006406825	0,091920663				

PAR3 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

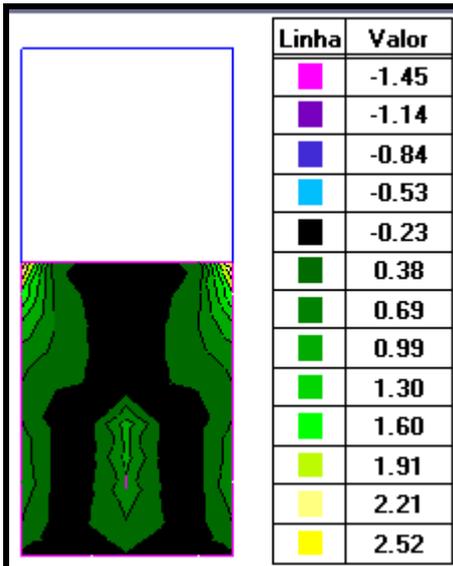
### 3.3 PAR 5



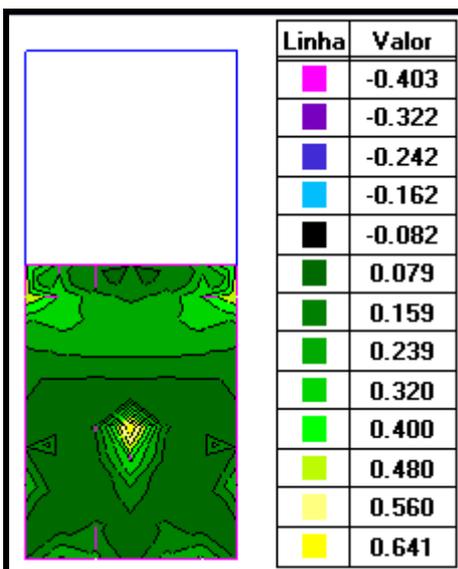
PAR5 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR5 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)

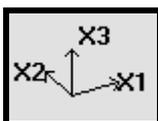


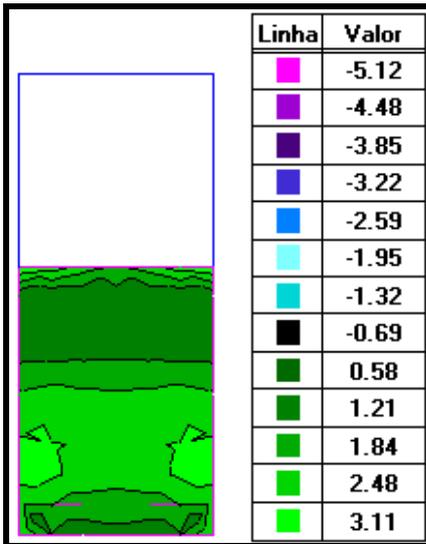
PAR5 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



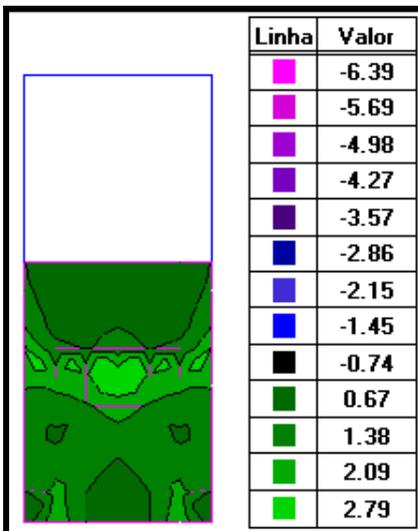
PAR5 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO MAX NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

### 3.4 PAR 6

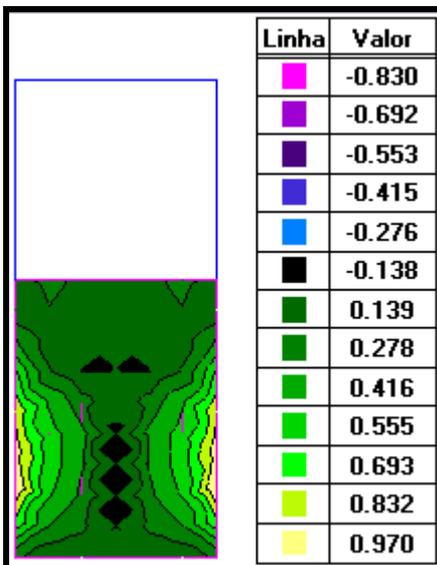




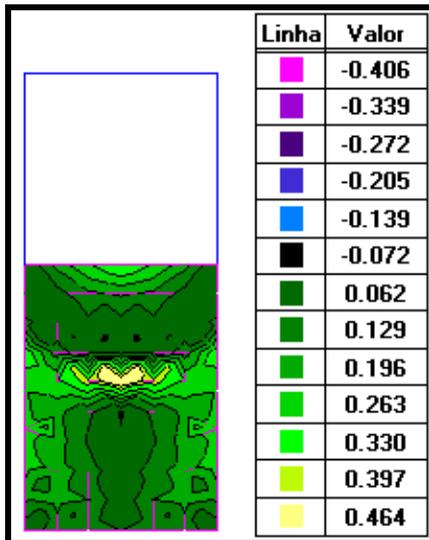
PAR6 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR6 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAR6 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR6 – 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	40	0,69	3,11	20	4,9	0,4	4,60	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)	0,83	8	10,0	5,03

Resumo - ELU			
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona D	0,027	0,000	0,010

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	40	0,69	3,11	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	30.105	3,51	2,25	10,90	10,00	109,00
$\alpha_s$	$\rho_{ri}$	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
6,98	0,004611512	0,263	3,97	60,67	0,00	0,004263296	0,074983285

PAR6 – 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	40	0,46	2,79	20	4,9	0,4	4,60	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
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	0,40	8	10,0

#### Resumo - ELU

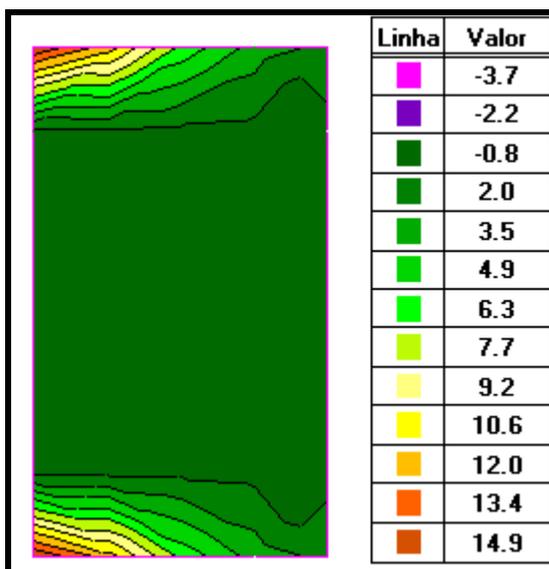
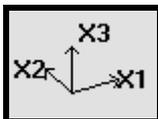
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona D	0,019	0,000	0,005

### Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO

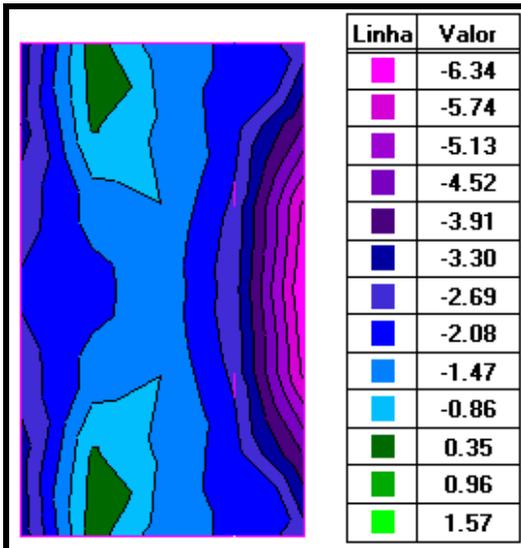
Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\emptyset$	Esp. (cm)
500	40	0,46	2,79	20	4,9	8	10,0
Cálculo							
As (cm <sup>2</sup> /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	$\eta_1$	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm <sup>2</sup> )
5,03	210.000	30.105	3,51	2,25	10,90	10,00	109,00
$\alpha_s$	$\rho_{ri}$	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
6,98	0,004611512	0,297	4,49	32,57	0,00	0,001228459	0,040250572

PAR6 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

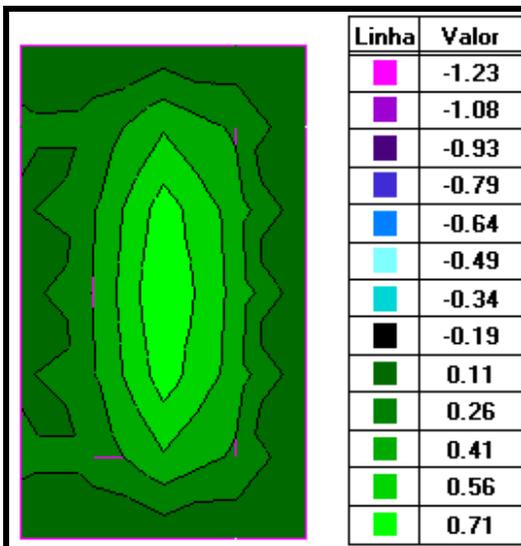
### 3.5 FUNDO 01



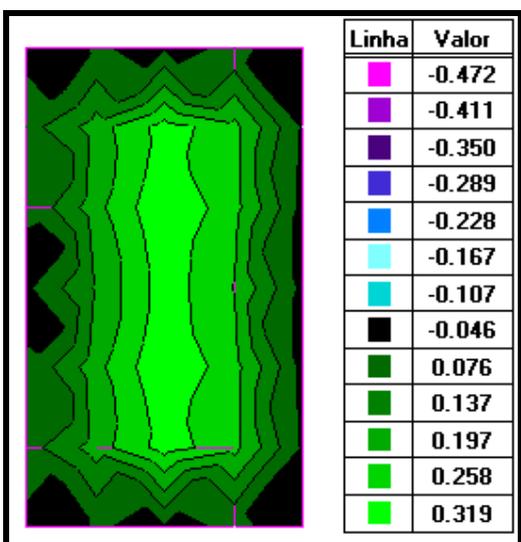
FUNDO 01 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO 01 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO 01 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO 01 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

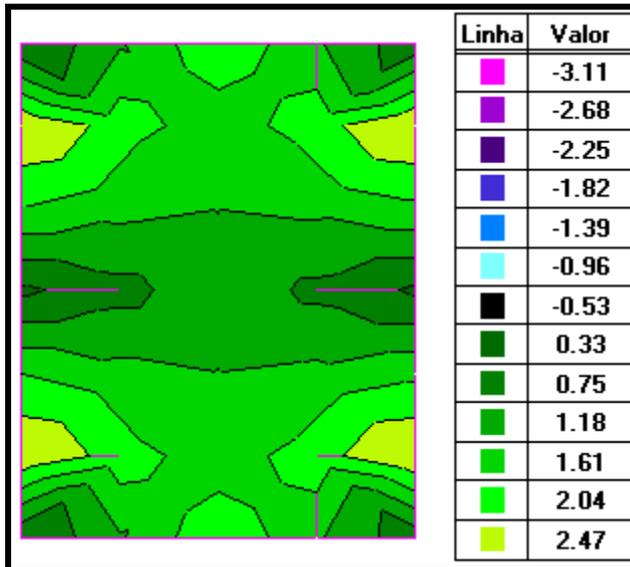
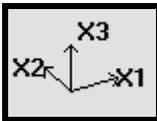
Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	40	0,71	13,40	20	4,9	0,4	4,60	1,40	1,15	1,40	Classe 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)	-	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 $\emptyset$	Esp. (cm)				
500	40	0,71	13,4	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	30.105	3,51	2,25	10,90	10,00	109,00				
$\alpha_s$	$\rho_{ri}$	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
6,98	0,004611512	0,941	14,20	0,84	0,00	8,0754E-07	0,001031986				

FUNDO 01- FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

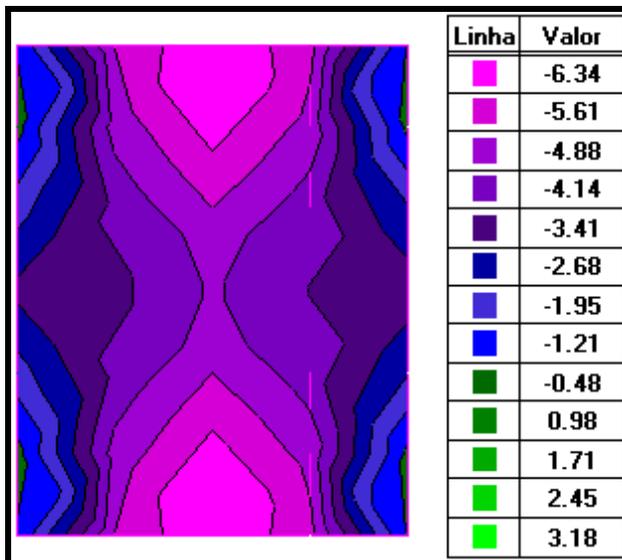
Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	40	0,32	5,74	20	4,9	0,4	4,60	1,40	1,15	1,40	Classe 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)	-	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 $\emptyset$	Esp. (cm)				
500	40	0,32	5,74	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	30.105	3,51	2,25	10,90	10,00	109,00				
$\alpha_s$	$\rho_{ri}$	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
6,98	0,004611512	0,892	13,48	0,72	0,00	6,01347E-07	0,000890542				

FUNDO 01- FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

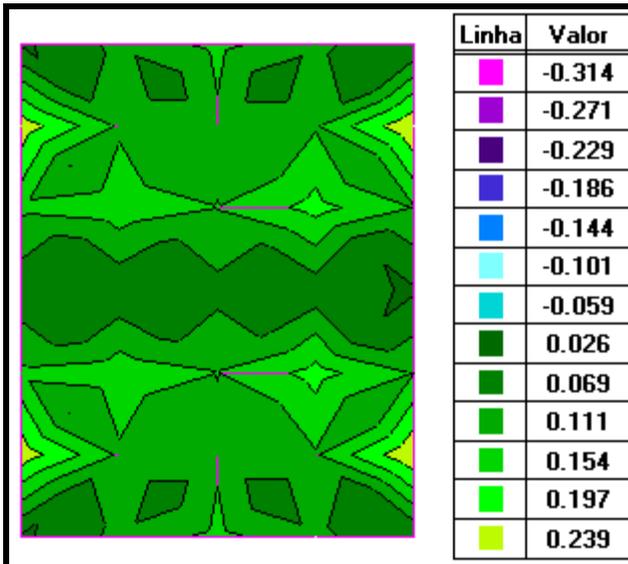
### 3.6 FUNDO 02



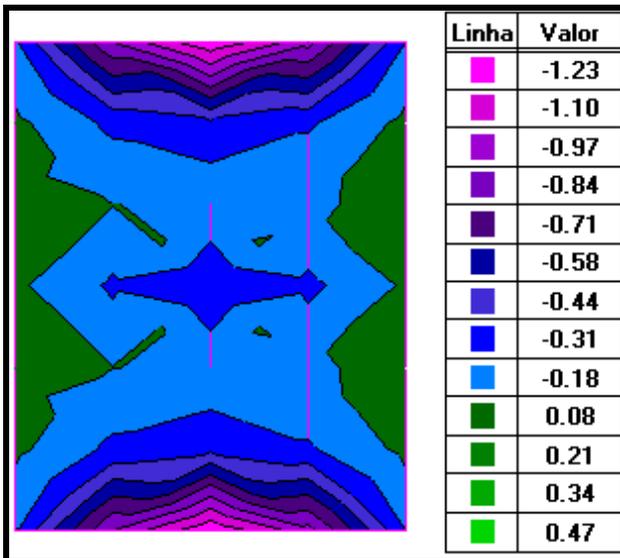
FUNDO 02 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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

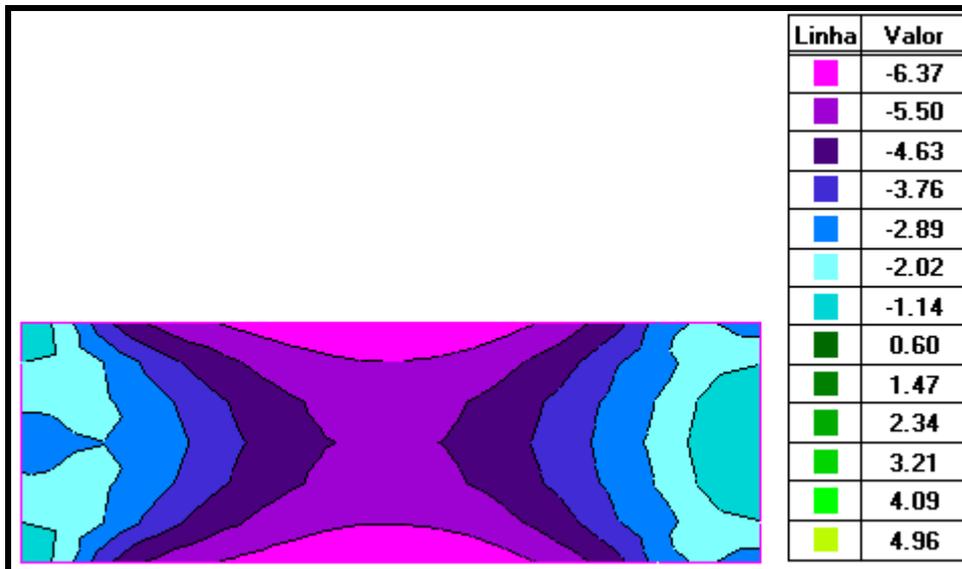
Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\max}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	40	0,24	2,47	20	4,9	0,4	4,60	1,40	1,15	1,40	Classe IV
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)	-	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 $\emptyset$	Esp. (cm)				
500	40	0,24	2,47	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	30.105	3,51	2,25	10,90	10,00	109,00				
$\alpha_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
6,98	0,004611512	0,443	6,70	7,44	0,00	6,40998E-05	0,009194332				

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)	$\xi_{\max}$	As,min (cm <sup>2</sup> /m)	$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_f$	Classe Agres.
500	40	0,97	5,61	20	4,9	0,4	4,60	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)	0,92	8	10,0	5,03							
Resumo - ELU											
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$								
Zona D	0,040	0,000	0,011								
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	40	0,97	5,61	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	30.105	3,51	2,25	10,90	10,00	109,00				
$\alpha_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
6,98	0,004611512	0,290	4,38	71,62	0,00	0,00594036	0,088511175				

FUNDO 02 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

3.7 FUNDO 04



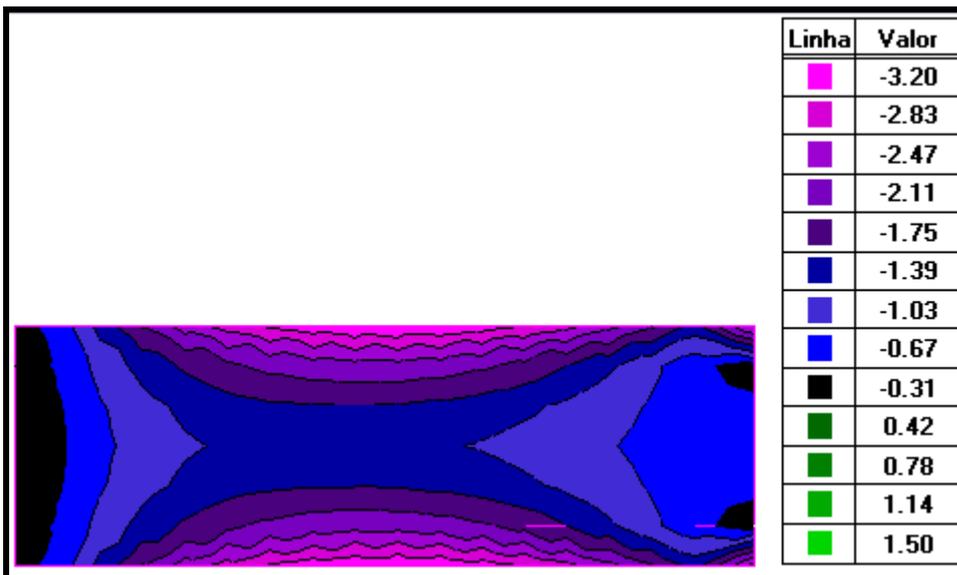
FUNDO 04 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO 04 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO 04 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO 04 – 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	40	0,67	5,50	20	4,9	0,4	4,60	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)	0,28	8	10,0	5,03

#### Resumo - ELU

Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona D	0,030	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 $\emptyset$	Esp. (cm)
500	40	0,67	5,5	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	30.105	3,51	2,25	10,90	10,00	109,00
$\alpha_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
6,98	0,004611512	0,359	5,42	32,84	0,00	0,001248772	0,040581988

FUNDO 04 – 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	40	2,11	5,74	20	5,0	0,4	4,60	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)	-	10	10,0	7,85
As2 (cm <sup>2</sup> /m)	3,47	10	10,0	7,85

#### Resumo - ELU

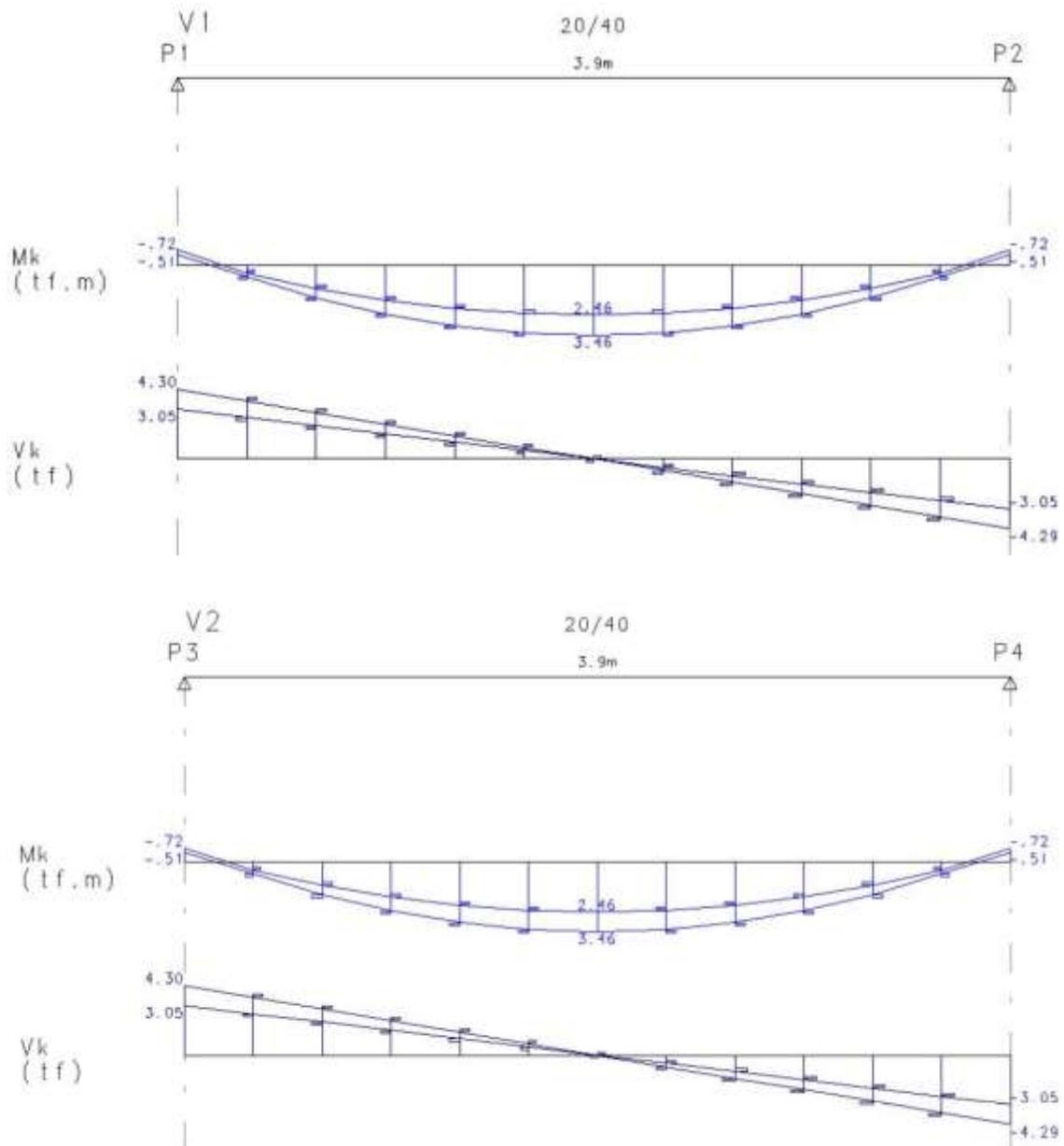
Zona	$\xi$	$\omega_1$	$\omega_2$
Zona D	0,079	0,000	0,041

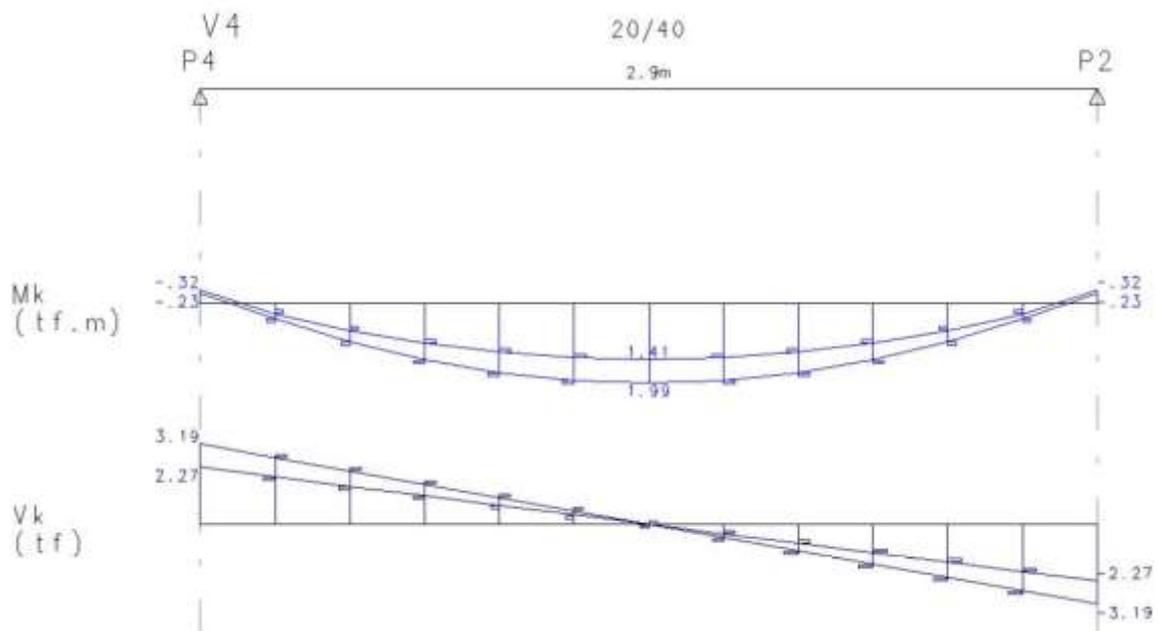
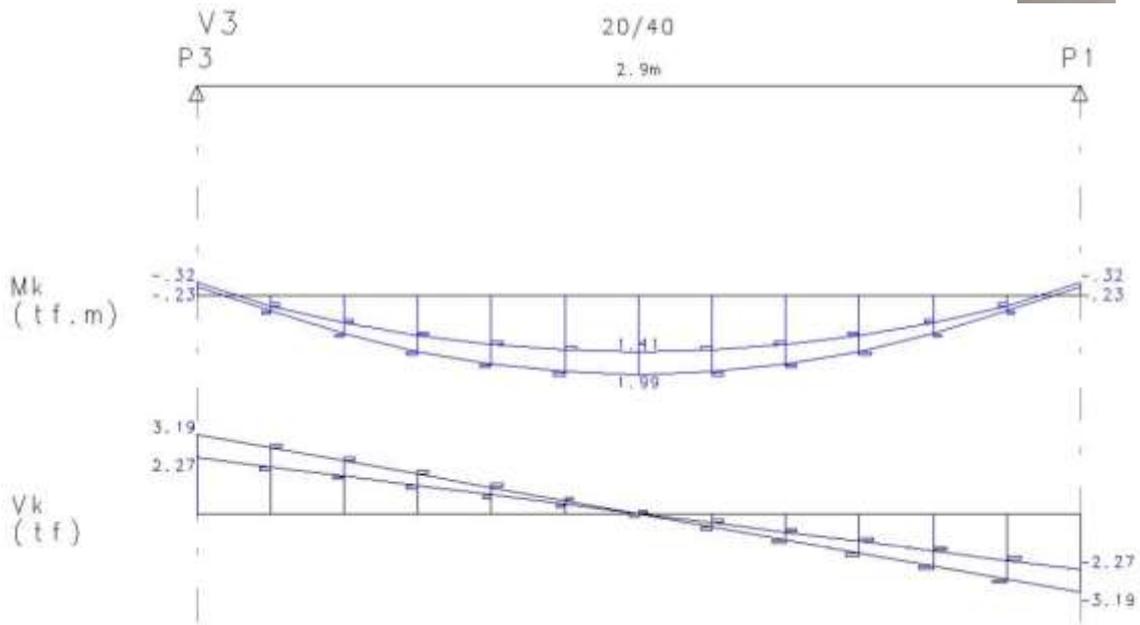
### Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO

Materiais		Esforços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola $\emptyset$	Esp. (cm)
500	40	2,11	5,74	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	30.105	3,51	2,25	12,50	10,00	125,00
$\alpha_s$	pri	$\xi$	x (cm)	$\sigma_{si}$ (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
6,98	0,006283185	0,279	4,19	151,28	0,00	0,033127316	0,174581969

FUNDO 04 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

### 3.8 VIGAS





## 3.9 PILARES

PILAR:P1

num. 1

Esforço de Cálculo do Dimensionamento

LANCE	B(cm)	H(cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS(cm)	RO	ASnec	LBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)	
COBERTURA																		
L.	1	20.0	20.01.2	4	12.5	5.0	4	2	0	4.91	1.2	1.60	44.3	50.2	10.9	45.2	100.9	
					16.0	5.0	4	2	0	8.04	2.0	1.60			CASO PÓRTICO = 9 (COMBINAÇÃO= 1)			
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	3.1	1.60			**VER NOTA (A)**			
					25.0	6.3	4	2	0	19.63	4.9	1.60						
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																		
Cobrimto[cm]					fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto			AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	GmapV	GmapV	GmapV	
3.0					30.0	1.15	1.40			8.00	.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax		K12	K37												
50	A	2.0	15.0		1	1												
TERREO																		

PILAR:P2

num. 2

Esforço de Cálculo do Dimensionamento

LANCE	B(cm)	H(cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS(cm)	RO	ASnec	LBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)	
COBERTURA																		
L.	1	20.0	20.01.2	4	12.5	5.0	4	2	0	4.91	1.2	1.60	44.3	50.2	10.9	45.2	-100.9	
					16.0	5.0	4	2	0	8.04	2.0	1.60			CASO PÓRTICO = 9 (COMBINAÇÃO= 1)			
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	3.1	1.60			**VER NOTA (A)**			
					25.0	6.3	4	2	0	19.63	4.9	1.60						
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																		
Cobrimto[cm]					fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto			AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	GmapV	GmapV	GmapV	
3.0					30.0	1.15	1.40			8.00	.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax		K12	K37												
50	A	2.0	15.0		1	1												
TERREO																		

PILAR:P3

num. 3

Esforço de Cálculo do Dimensionamento

LANCE	B(cm)	H(cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS(cm)	RO	ASnec	LBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)	
COBERTURA																		
L.	1	20.0	20.01.2	4	12.5	5.0	4	2	0	4.91	1.2	1.60	44.3	50.2	10.9	-45.2	100.9	
					16.0	5.0	4	2	0	8.04	2.0	1.60			CASO PÓRTICO = 9 (COMBINAÇÃO= 1)			
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	3.1	1.60			**VER NOTA (A)**			
					25.0	6.3	4	2	0	19.63	4.9	1.60						
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																		
Cobrimto[cm]					fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto			AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	GmapV	GmapV	GmapV	
3.0					30.0	1.15	1.40			8.00	.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax		K12	K37												
50	A	2.0	15.0		1	1												
TERREO																		

PILAR:P4

num. 4

Esforço de Cálculo do Dimensionamento

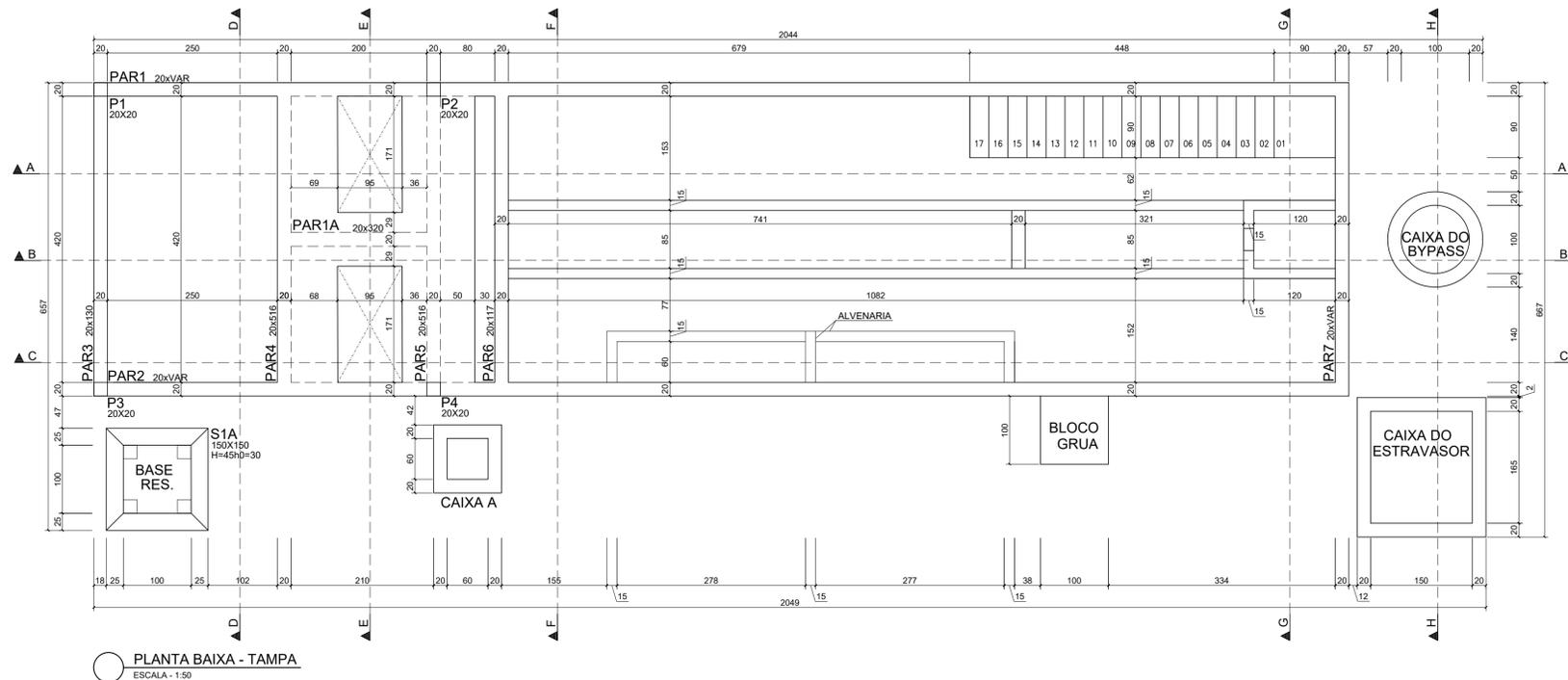
LANCE	B(cm)	H(cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS(cm)	RO	ASnec	LBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)	
COBERTURA																		
L.	1	20.0	20.01.2	4	12.5	5.0	4	2	0	4.91	1.2	1.60	44.3	50.2	10.9	-45.2	-100.9	
					16.0	5.0	4	2	0	8.04	2.0	1.60			CASO PÓRTICO = 9 (COMBINAÇÃO= 1)			
					20.0	6.3	4	2	0	12.57	3.1	1.60			**VER NOTA (A)**			
					25.0	6.3	4	2	0	19.63	4.9	1.60						
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																		
Cobrimto[cm]					fck[MPa]	GamaAço	GamaConcreto			AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmapV	GmapV	GmapV	GmapV	
3.0					30.0	1.15	1.40			8.00	.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	
TipoAço	ClasseAço	ExcMin	ExcMax		K12	K37												
50	A	2.0	15.0		1	1												
TERREO																		



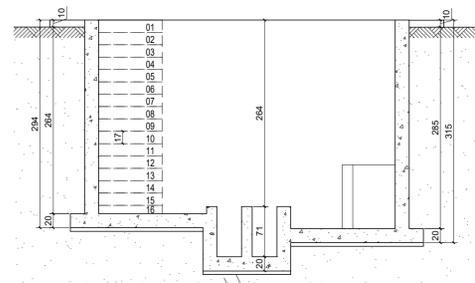
---

**CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS**

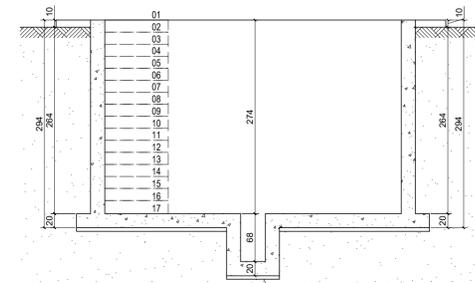
**CREA-ES 011840/D**



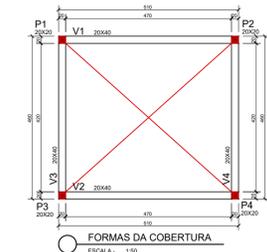
PLANTA BAIXA - TAMPA  
ESCALA - 1:50



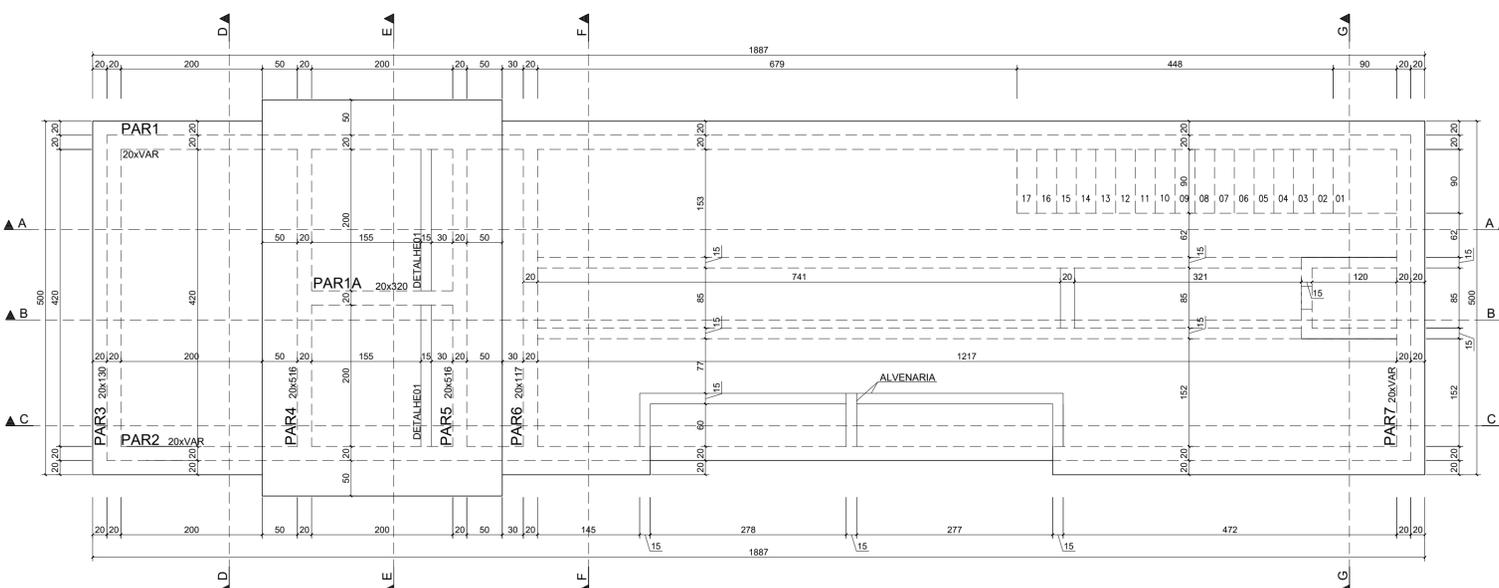
CORTE F-F  
ESCALA - 1:50



CORTE G-G  
ESCALA - 1:50



FORMAS DA COBERTURA  
ESCALA - 1:50



PLANTA BAIXA - FUNDO  
ESCALA - 1:50

NOTA : NA ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO, CONSIDERAR A SUBPRESSÃO DEVIDO AO LENÇOL FREÁTICO.



### QUANTITATIVOS

	ELEMENTOS ESTRUTURAIS							TOTAL
	TAMPA	PAREDES	FUND.	VIGAS	PILAR	FUNDO	CAIXAS	
ÁREA DE FORMAS (M <sup>2</sup> )	8,00	378,00	XXX	18,00	11,00	17,00	11,70	487,00
VOLUME DE CONCRETO ESTRUTURAL 40MPA (M <sup>3</sup> )	1,30	38,00	XXX	1,50	0,60	XXX	72,00	70,10
VOLUME DE CONCRETO SIMPLES 15MPA (M <sup>3</sup> )	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	4,50	XXX	4,50

- NOTAS :
- 1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.
  - 2 - CONCRETO : FCK = 40MPA
  - 3 - AÇOS RES: 210 GPV = : CA-50 - FYK = 500 MPA  
CA-60 - FYK = 600 MPA
  - 4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO.
  - 5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO
  - 6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV
  - 7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0
  - 8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADES = I
  - 9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C
  - 10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1,00
  - 11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30MS
  - 12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :
  - 13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15666/2009
  - 14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980
  - 15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 618/2014
  - 16 - NORMA DE FUNDAÇÕES : NBR 6122/2010
  - 17 - NORMA DE INCENDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012
  - 18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004
  - 19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
02	REVISÃO CONFORME CONSIDERAÇÕES	05/02/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
01	REVISÃO CONFORME CONSIDERAÇÕES	21/01/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
00	EMIÇÃO INICIAL	03/01/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML

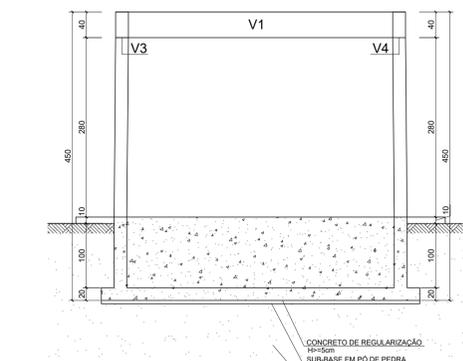
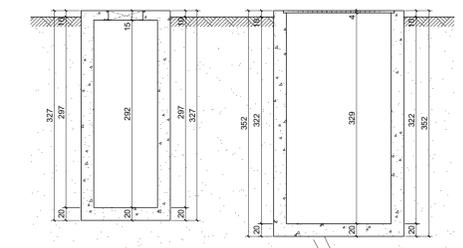
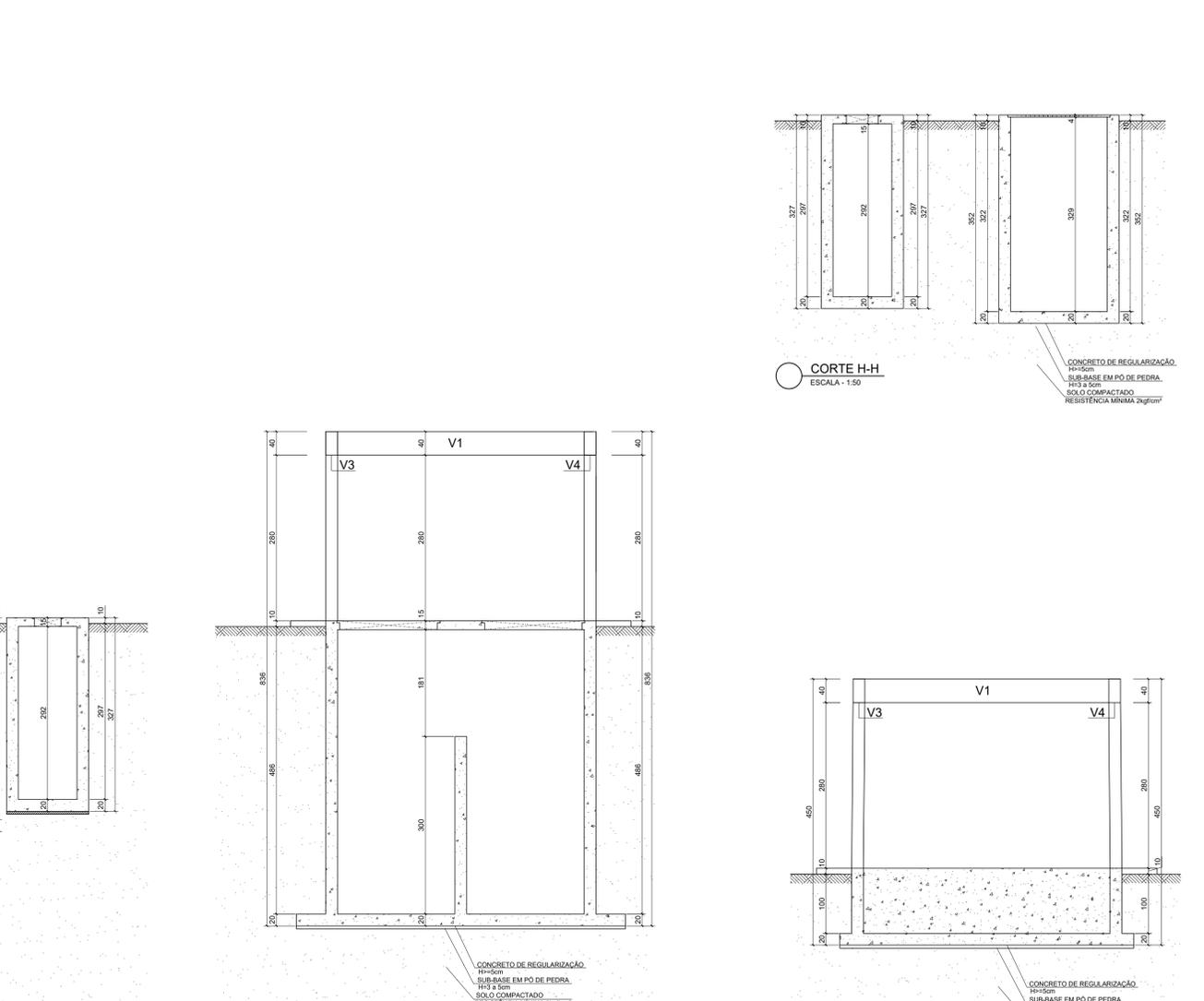
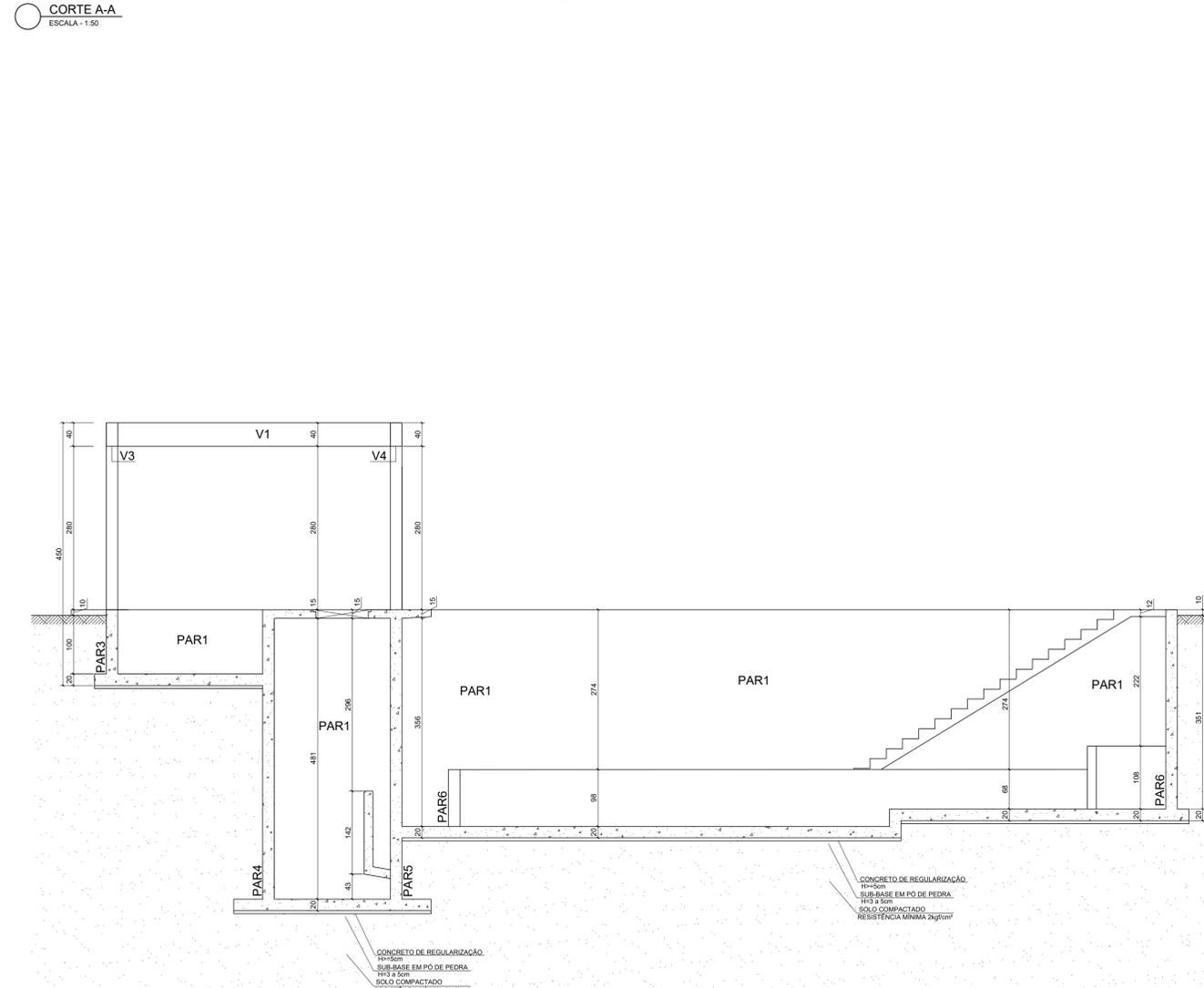
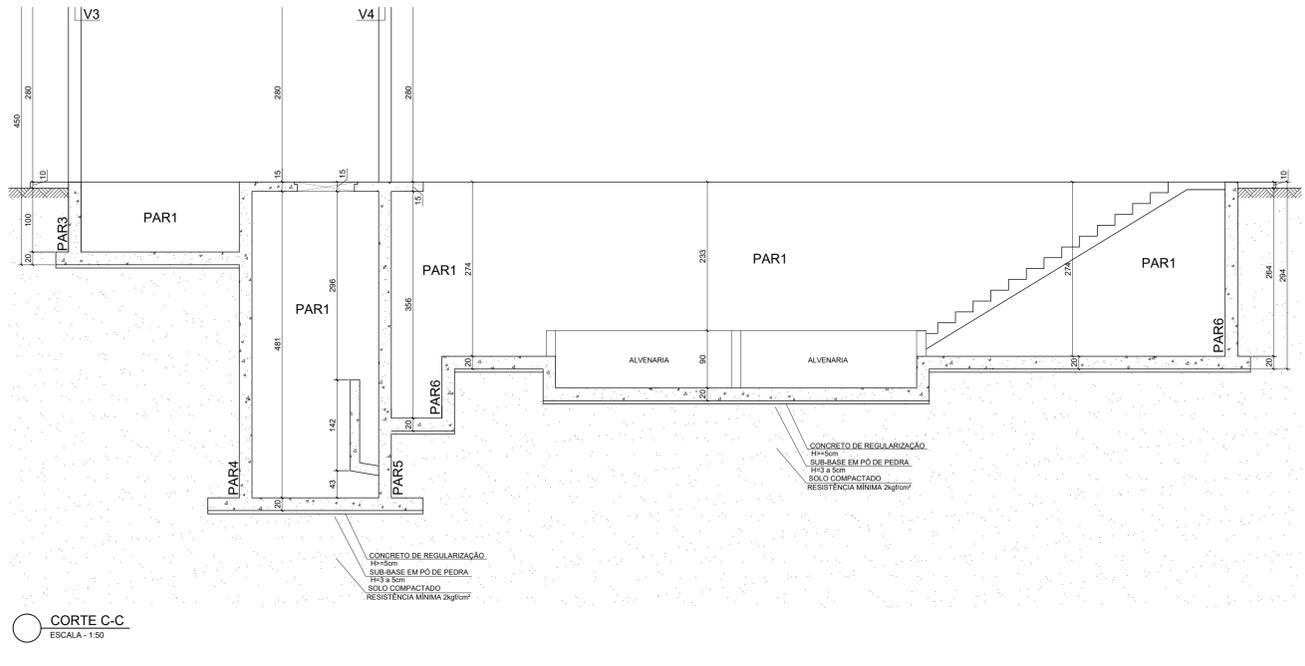
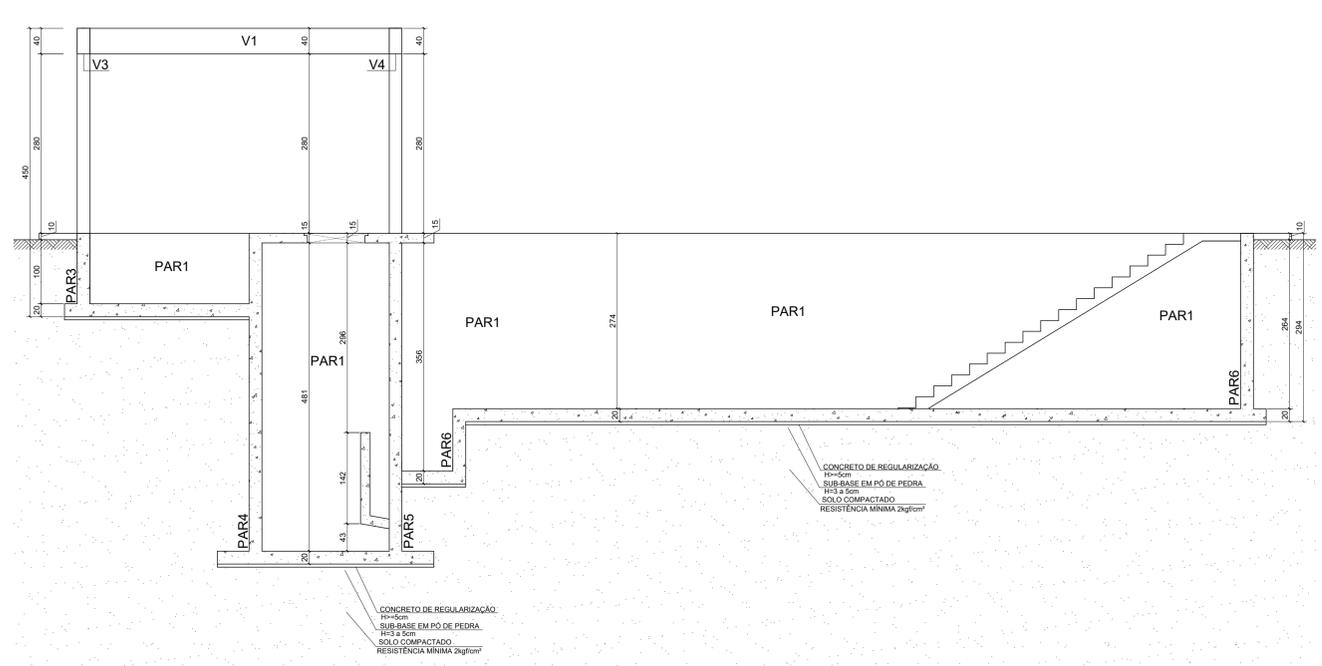
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ  
DIRETORIA DE ENGENHARIA  
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

DESENHO: 02 PRANCHA Nº: 01/04

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FORTALEZA - CE  
SANEAR II

PROJETO BÁSICO  
PROJETO ESTRUTURAL  
SUB-BACIA CD-2 / META 2 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EEC2-2.4  
FORMAS

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	ENG. BRUNO CAVALCANTE DE QUEIROZ		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0735ST-001-EST-R02.DWG	DATA:	FEVEREIRO/2020



NOTA : NA ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO, CONSIDERAR A SUBPRESSÃO DEVIDO AO LENÇOL FREÁTICO.



**NOTAS :**

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 50CM	SAPATAS: 50CM
2 - CONCRETO : FCK = 40MPA	PILARES: 50CM	VIGAS: 50CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 12GPA	BLOCOS: 50CM	TUBULÃO: 50CM
FATOR AGUA CIMENTO : A/C = 0,45	RADIER: 50CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M <sup>3</sup>	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15696/2009	
3 - AÇOS IES: 210 GPAI = : 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:	H - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 18,5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESURA : 50CM	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 290KG/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 = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES	
7 - FATOR DO TERRENO = 1,0	17 - NORMA DE INCENDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCENDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 4893/2004	
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1,00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30MS	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

Nº	REVISÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
02	REVISÃO CONFORME CONSIDERAÇÕES	05/02/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
01	REVISÃO CONFORME CONSIDERAÇÕES	21/01/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
00	EMISSÃO INICIAL	03/01/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML

**REVISÃO**

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

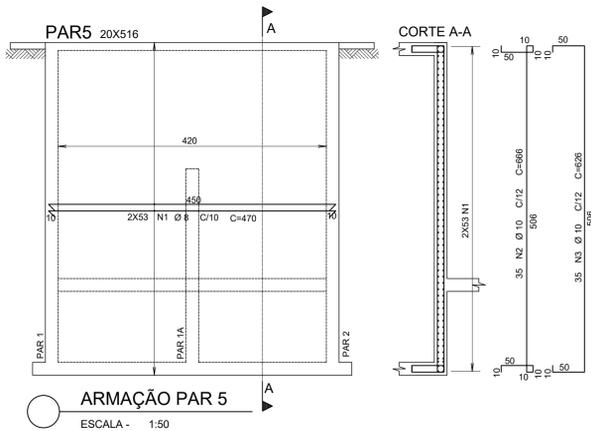
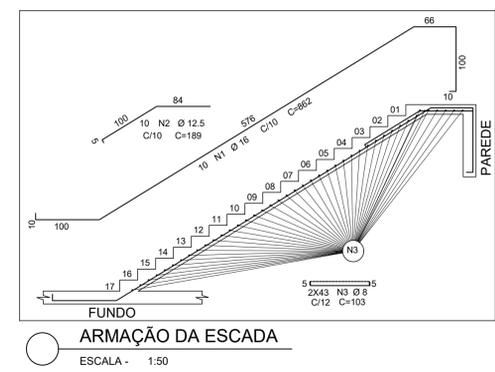
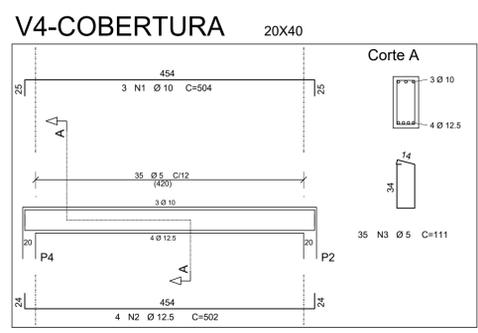
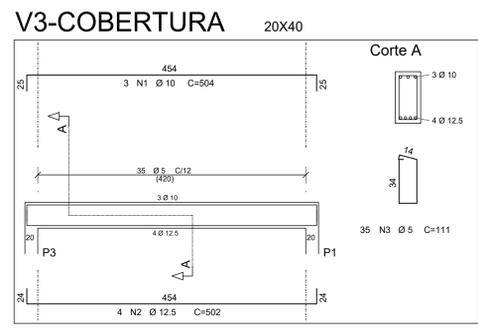
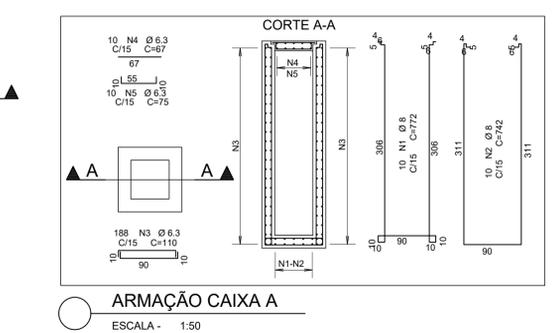
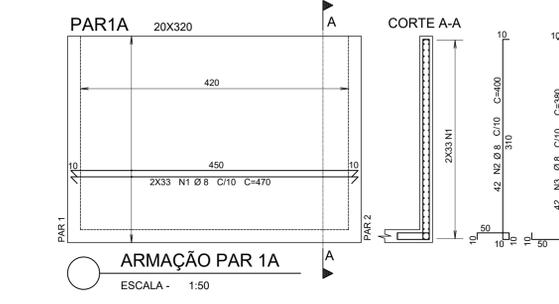
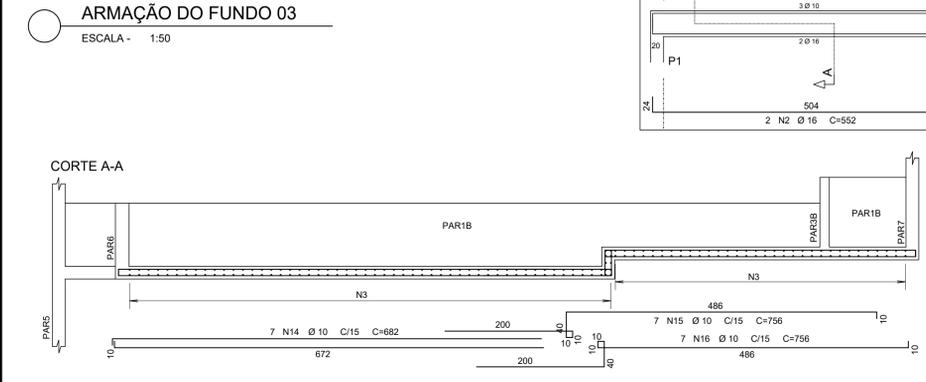
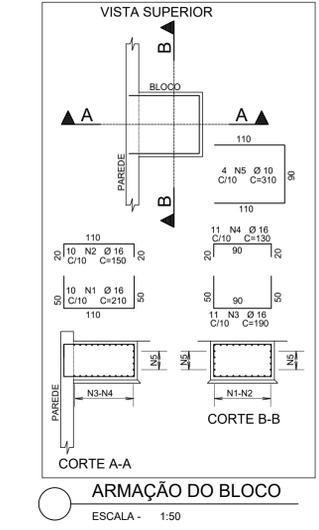
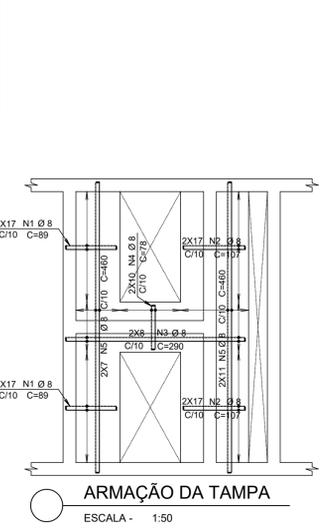
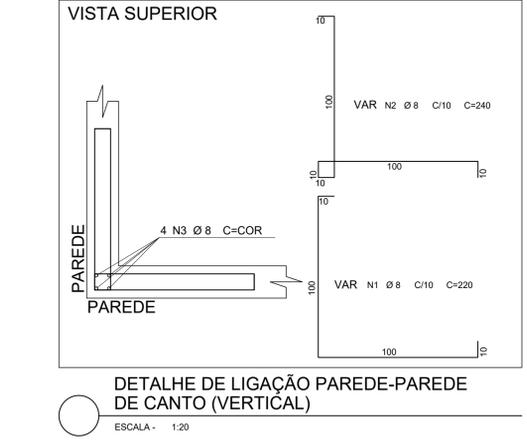
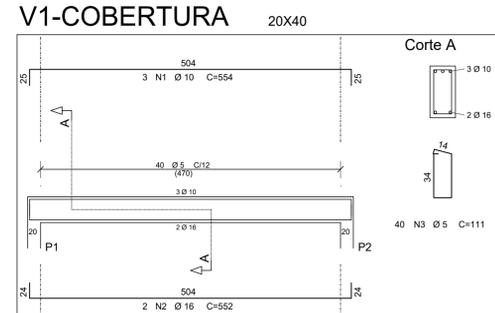
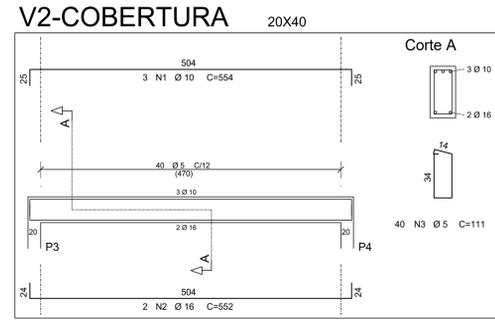
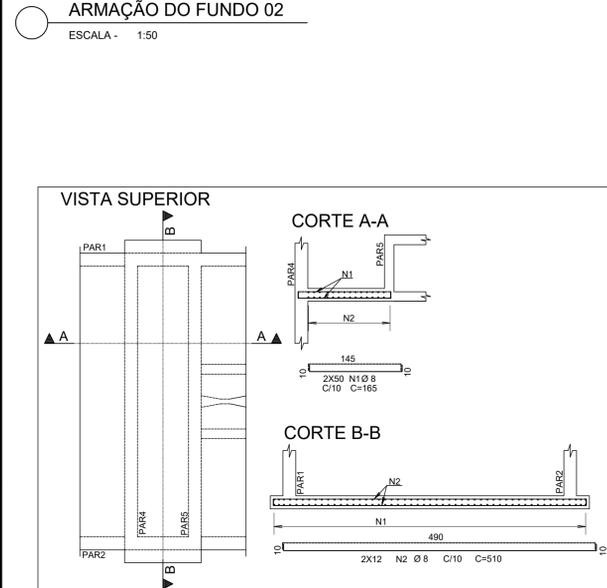
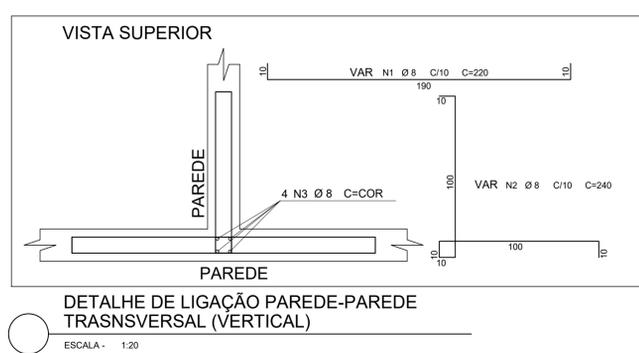
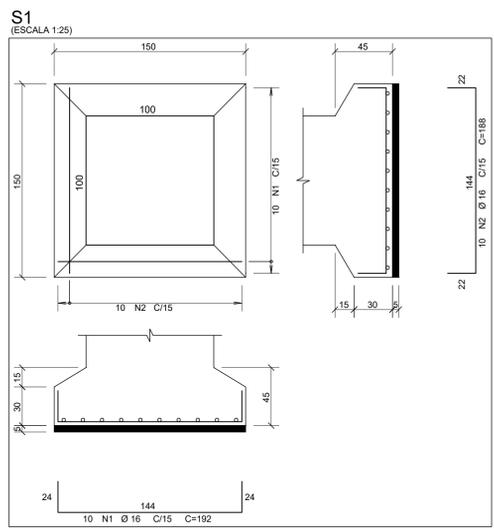
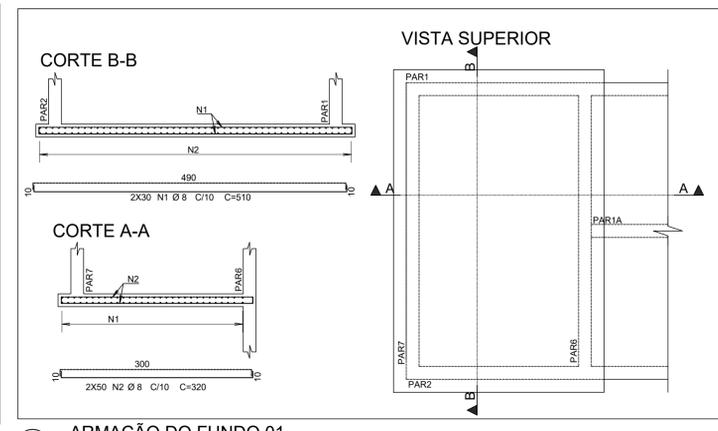
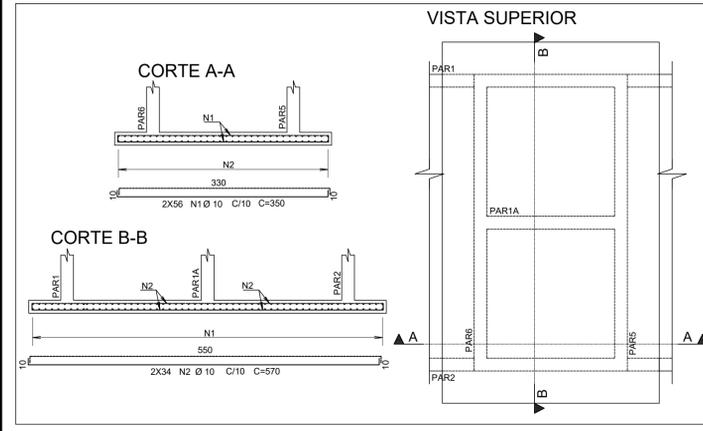
DESENHO: 02  
PRANCHAS Nº: 02/04

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FORTALEZA - CE  
SANEAR II

PROJETO BÁSICO

PROJETO ESTRUTURAL  
SUB-BACIA CD-2 / META 2 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EEC2-2.4  
CORTES

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	ENG. BRUNO CAVALCANTE DE QUEIROZ		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0735ST-002-EST-R02.DWG	DATA:	FEVEREIRO/2020



ACO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO (cm)	TOTAL (cm)
<b>V1-COBERTURA</b>					
50A	1	10	3	554	1662
50A	2	16	2	552	1104
60B	3	5	40	111	4440
<b>V2-COBERTURA</b>					
50A	1	10	3	554	1662
50A	2	16	2	552	1104
60B	3	5	40	111	4440
<b>V3-COBERTURA</b>					
50A	1	10	3	504	1512
50A	2	12.5	4	502	2008
60B	3	5	35	111	3885
<b>V4-COBERTURA</b>					
50A	1	10	3	504	1512
50A	2	12.5	4	502	2008
60B	3	5	35	111	3885
<b>S1</b>					
50A	1	16	10	192	2100
50A	2	16	10	188	1880
<b>ARMAÇÃO DO BLOCO</b>					
50A	1	8	10	210	2100
50A	2	16	10	150	1500
50A	3	16	11	190	2090
50A	4	16	11	130	1430
50A	5	10	4	310	1240
<b>ARMAÇÃO CAIXA A</b>					
50A	1	8	10	772	7720
50A	2	8	8	742	7420
50A	3	6.3	188	110	20680
50A	4	6.3	10	67	670
50A	5	6.3	10	75	750
<b>DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE</b>					
50A	1	8	102	220	22440
50A	2	8	204	240	48960
50A	3	8	4	-CORR-	4080
<b>DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE</b>					
50A	1	8	220	220	44000
50A	2	8	200	240	48000
50A	3	8	4	-CORR-	8000
<b>ARMAÇÃO DA ESCADA</b>					
50A	16	10	862	8620	8620
50A	2	12.5	10	189	1890
50A	3	8	86	103	8858
<b>ARMAÇÃO DO FUNDO 01</b>					
50A	1	8	60	510	30600
50A	2	8	100	320	32000
<b>ARMAÇÃO DO FUNDO 02</b>					
50A	1	10	112	350	39200
50A	2	10	88	570	38760
<b>ARMAÇÃO DO FUNDO 03</b>					
50A	1	8	100	165	16500
50A	2	8	24	510	12240
<b>ARMAÇÃO DO FUNDO 4</b>					
50A	1	10	34	684	23256
50A	2	10	214	218	46652
50A	3	10	176	125	22000
50A	4	10	34	704	23936
50A	5	10	14	704	9856
50A	6	10	100	117	11700
50A	7	10	14	684	9576
50A	8	10	26	217	5642
50A	9	10	18	190	3420
50A	10	10	28	500	14000
50A	11	10	86	218	18748
50A	12	10	10	610	6100
50A	13	10	14	537	7518
50A	14	10	7	682	4774
50A	15	10	7	756	5292
50A	16	10	7	756	5292
<b>ARMAÇÃO PAR 1A</b>					
50A	1	8	66	470	31020
50A	2	8	42	400	16800
50A	3	8	42	380	15960
<b>ARMAÇÃO PAR 5</b>					
50A	1	8	106	470	49820
50A	2	10	35	666	23310
50A	3	10	35	626	21910
<b>ARMAÇÃO DA TAMPA</b>					
50A	8	8	68	89	6052
50A	2	8	68	107	7276
50A	3	8	16	290	4640
50A	4	8	20	78	1560
50A	5	8	36	480	16560

ACO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	167	26
50A	6.3	221	54
50A	8	4405	1740
50A	10	3485	2150
50A	12.5	59	87
50A	16	217	343
<b>Peso Total 60B =</b>			<b>26 kg</b>
<b>Peso Total 50A =</b>			<b>4345 kg</b>

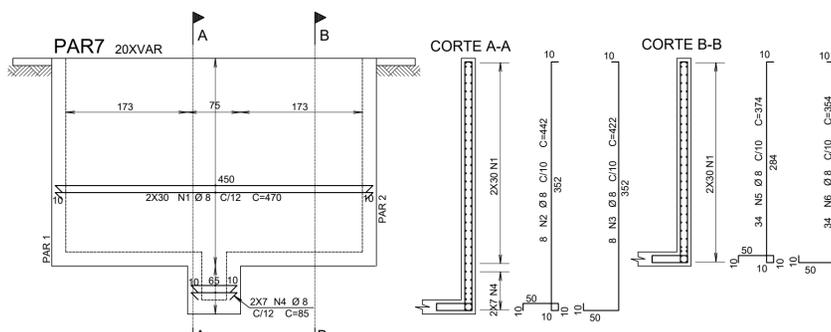
NOTA : NA ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO, CONSIDERAR A SUBPRESSÃO DEVIDO AO LENÇOL FREÁTICO.

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
01	REVISÃO CONFORME CONSIDERAÇÕES	05/02/2020	CARLOS RAPHAEL	E
02	REVISÃO CONFORME CONSIDERAÇÕES	21/01/2020	CARLOS RAPHAEL	E
00	EMIÇÃO INICIAL	03/01/2020	CARLOS RAPHAEL	E

**REVISÃO**

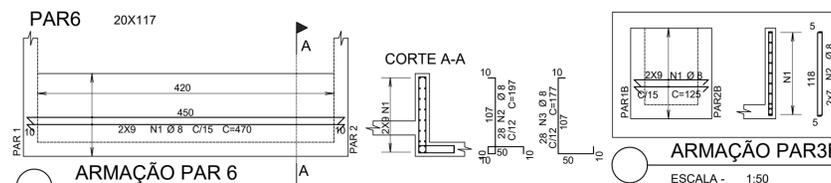
	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO 02
	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FORTALEZA SANEAR II PROJETO BÁSICO PROJETO ESTRUTURAL SUB-BACIA CD-2 / META 2 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - E ARMAÇÕES	

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	ENG. BRUNO CAVALCANTE DE QUEIROZ		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	FEV
ARQUIVO:	0735ST-003-EST-R02.DWG	DATA:	FEV



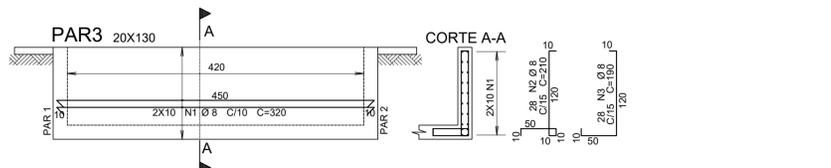
ARMAÇÃO PAR 7

ESCALA - 1:50



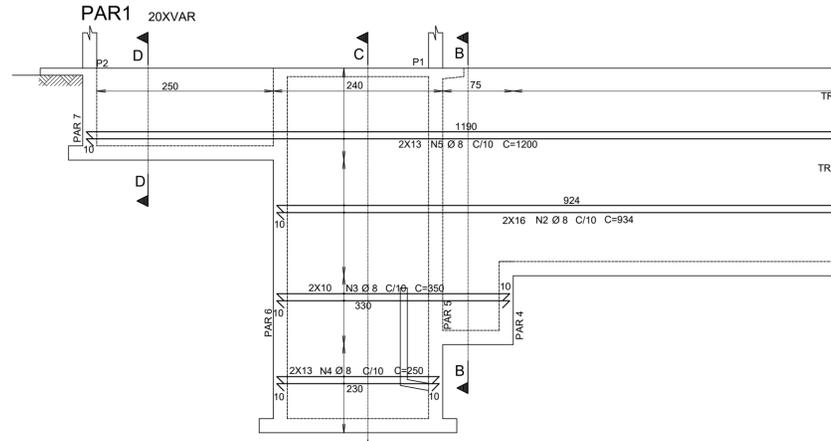
ARMAÇÃO PAR 6

ESCALA - 1:50



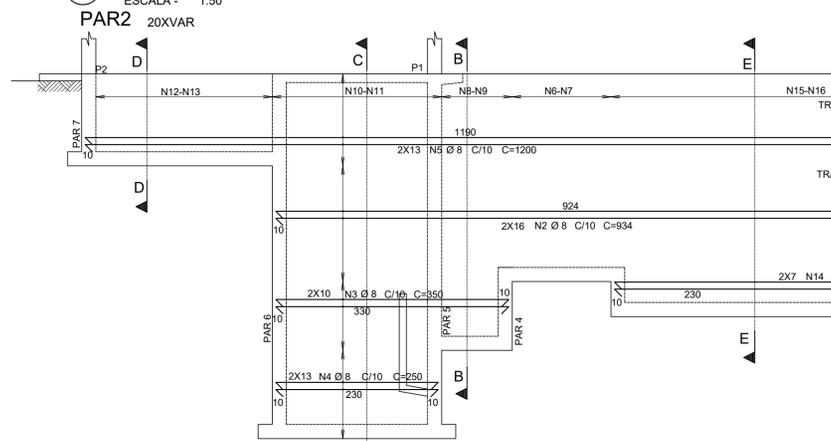
ARMAÇÃO PAR 3

ESCALA - 1:50



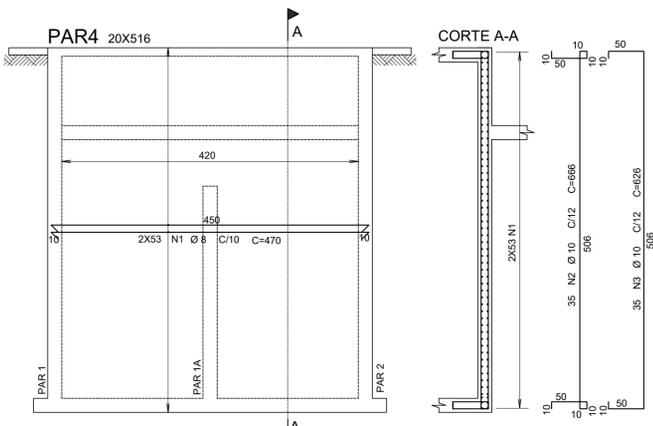
ARMAÇÃO PAR 1

ESCALA - 1:50



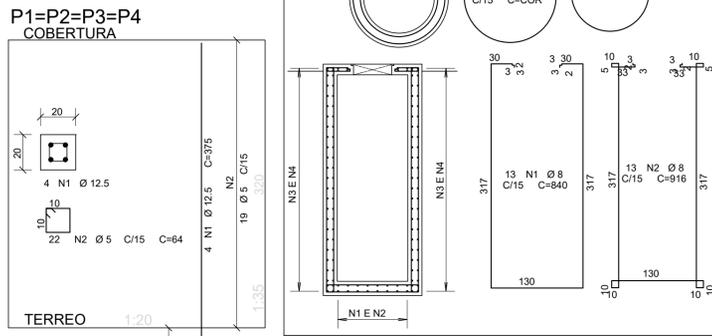
ARMAÇÃO PAR 2

ESCALA - 1:50



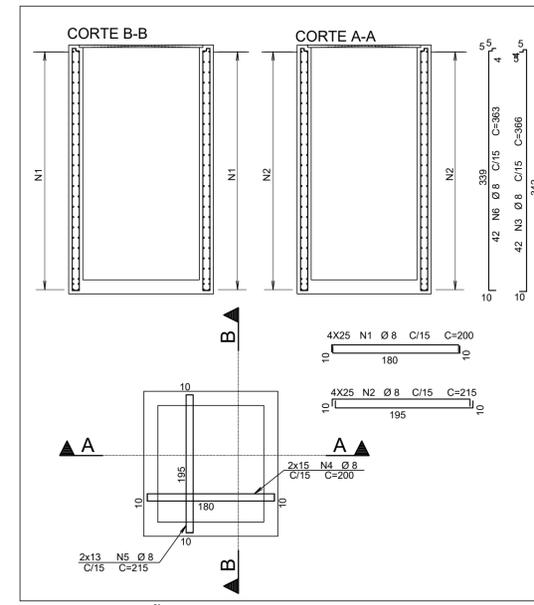
ARMAÇÃO PAR 4

ESCALA - 1:50



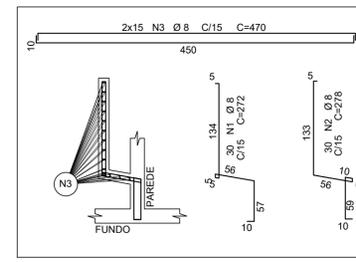
ARMAÇÃO CAIXA DO ESTRAVASOR

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO CAIXA DO BYPASS

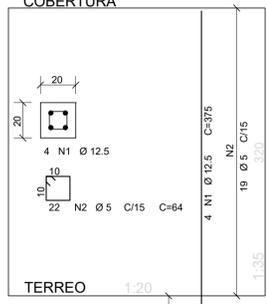
ESCALA - 1:50



DETALHE 01

ESCALA - 1:50

P1=P2=P3=P4 COBERTURA



TERREO

ESCALA - 1:20

ARMAÇÃO	AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
P1=P2=P3=P4 (X4)	50A	1	12.5	16	375	6000
	60B	2	5	88	64	5632
	50A	3	8	13	840	10920
ARMAÇÃO CAIXA DO ESTRAVASOR	50A	1	8	25	366	15372
	50A	2	8	25	366	10225
	50A	3	8	25	366	8650
	50A	4	8	25	366	8650
ARMAÇÃO CAIXA DO BYPASS	50A	1	8	100	200	20000
	50A	2	8	100	215	21500
	50A	3	8	42	366	15372
	50A	4	8	30	200	6000
	50A	5	8	26	215	5590
DETALHE 01	50A	1	8	30	272	8160
	50A	2	8	30	278	8340
	50A	3	8	30	470	14100
ARMAÇÃO PAR 1	50A	1	8	58	757	43906
	50A	2	8	32	934	29888
	50A	3	8	20	350	7000
	50A	4	8	26	250	6500
	50A	5	8	26	1200	31200
	50A	6	10	102	374	38148
	50A	7	10	102	354	36108
	50A	8	10	7	471	3297
	50A	9	10	7	451	3157
	50A	10	10	20	645	12900
	50A	11	10	20	611	12220
	50A	12	10	21	190	3960
	50A	13	10	21	210	4410
ARMAÇÃO PAR 2	50A	1	8	58	757	43906
	50A	2	8	32	934	29888
	50A	3	8	20	350	7000
	50A	4	8	26	250	6500
	50A	5	8	26	1200	31200
	50A	6	10	102	374	38148
ARMAÇÃO PAR 3	50A	1	8	18	125	2250
	50A	2	8	14	128	1792
	50A	3	8	28	190	5320
	50A	1	8	18	125	2250
	50A	2	8	28	197	5516
	50A	3	8	28	177	4956
ARMAÇÃO PAR 6	50A	1	8	18	470	8460
	50A	2	8	28	197	5516
	50A	3	8	28	177	4956
ARMAÇÃO PAR 4	50A	1	8	106	470	49820
	50A	2	10	35	666	23310
	50A	3	10	35	626	21910
ARMAÇÃO PAR 7	50A	1	8	60	470	28200
	50A	2	8	8	442	3536
	50A	3	8	8	422	3376
	50A	4	8	14	85	1190
	50A	5	8	34	374	12716
	50A	6	8	34	354	12036

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	58	9
50A	8	5531	2185
50A	10	3479	2147
50A	12.5	60	58
Peso Total 60B =			9 kg
Peso Total 50A =			4389 kg

NOTA : NA ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO, CONSIDERAR A SUPRESSÃO DEVIDO AO LENÇOL FREÁTICO.

Nº	REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
02	REVISÃO CONFORME CONSIDERAÇÕES		05/02/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
01	REVISÃO CONFORME CONSIDERAÇÕES		21/01/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML
00	EMISSION INICIAL		03/01/2020	CARLOS RAPHAEL	EQUIPE ML

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

DESENHO: 02 PRANCHA Nº: 04/04

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FORTALEZA - CE  
SANEAR II

PROJETO BÁSICO  
PROJETO ESTRUTURAL  
SUB-BACIA CD-2 / META 2 - ESTação ELEVATORIA - EEC2-2.4  
ARMAÇÕES

GERÊNCIA:	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
COORDENAÇÃO:	ENG. BRUNO CAVALCANTE DE QUEIROZ		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0735ST-004-EST-R02.DWG	DATA:	FEVEREIRO/2020



**Casa do Gerador**

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – CASA DO GERADOR



**Cagece**

Serra/ES

DEZEMBRO de 2019

## 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 .....	<a href="#">6</a>
2.1	CARGAS E COMBINAÇÕES.....	<a href="#">7</a>
2.2	DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES .....	<a href="#">7</a>
2.4	FUNDAÇÕES.....	<a href="#">7</a>
3.0	RELATÓRIO DE CÁLCULO .....	<a href="#">7</a>
3.1	PILARES .....	<a href="#">7</a>
3.2	SAPATAS.....	<a href="#">9</a>
3.3	VIGAS .....	<a href="#">11</a>

---

---

## 1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural da referente edificação.

## 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:

- 12\_SES\_FORTALEZA\_CD-2\_EEE-2.4\_01.01\_C.GER

## 1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: casa do Gerador.

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: TQS

## 1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

- Fck: 30 Mpa
- Módulo de Elasticidade ECS=26GPa
- Fator água-cimento $\leq$  0.5 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- Es: 26 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
Concreto protendido nível 3 (protensão completa)	Pré-tração com CAA III e IV	ELS-D <sup>a</sup>	Combinação quase permanente
		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

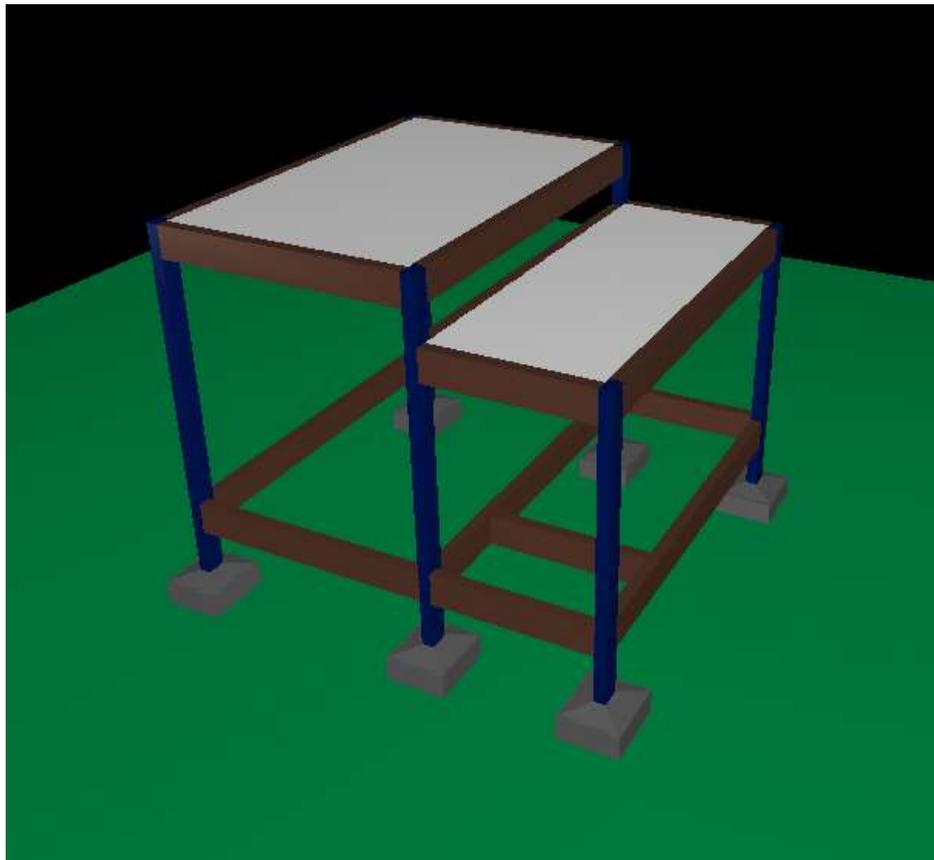
**7.4.7.6** A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20 % a espessura nominal do cobrimento, ou seja:

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

## 2.0 MODELO DE CÁLCULO

A análise do comportamento estrutural dos pavimentos foi realizada através de modelos de grelha ou pórtico plano. Nestes modelos as lajes foram integralmente consideradas, junto com as vigas e os apoios formados pelos pilares existentes.

No modelo de pórtico foram incluídos todos os elementos principais da estrutura, ou seja, pilares e vigas, além da consideração do diafragma rígido formado nos planos de cada pavimento (lajes). A rigidez à flexão das lajes foi desprezada na análise de esforços horizontais (vento).



PERSPECTIVA 3D

## 2.1 CARGAS E COMBINAÇÕES

Cargas utilizadas em projeto de acordo com a NBR 6120.

Peso próprio da estrutura;

Carga permanente;

Sobrecarga;

## 2.2 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

O modelo ELU foi utilizado para obtenção dos esforços necessários para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais.

Apenas no neste modelo foram utilizados os coeficientes de não linearidade física conforme indicados pelo item 15.7.3 da NBR6118:2007. A seguir são apresentados estes valores:

<i>Elemento estrutural</i>	<i>Coef. NLF</i>
<i>Pilares</i>	0,80
<i>Vigas</i>	0,40
<i>Lajes</i>	0,30

O módulo de elasticidade utilizado no modelo foi de secante, de acordo com o  $f_{ck}$  do elemento estrutural.

## 2.3 FUNDAÇÃO

Para a estrutura da casa do Gerador utilizamos sapatas, assentadas a -1m do nível do térreo e adotamos uma taxa de solo de 2,0Kgf/cm<sup>2</sup>.

### 3.0 RELATÓRIO DE CÁLCULO

#### 3.1 PILARES

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
LANÇE B (cm) H (cm) ROS SEL BITE BITE N° NbH NbE AS (cm) RO ASnec | LBDALM LAMBDA | FNd (tf) Mxd (tf,cm) Myd (tf,cm)
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
COBERTURAS .....
L. 3 **AVISO*.....PÉ-DIREITO DUPLO.....*
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS
Cobrimto[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapW GmapM GnavN GnavM
4.0 30.0 1.15 1.40 8.00 .40 1.40 1.40 1.40 1.40
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37
50 A 2.0 15.0 1 1
COBERTURA .....
L. 2 **AVISO*.....PÉ-DIREITO DUPLO.....*
L. 2 15.0 25.0|1.3 4 12.5 5.0 4 2 0 4.91 1.3 3.60| 38.9 82.7 | 6.6 35.4 .0
16.0 5.0 4 2 0 8.04 2.1 3.67| | CASO PÓRTICO = 9 (COMBINAÇÃO= 1)
20.0 6.3 4 2 0 12.57 3.4 3.79| | **VER NOTA (A)**
25.0 6.3 4 2 0 19.63 5.2 3.91| |
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS
Cobrimto[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GnavN GnavM
4.0 30.0 1.15 1.40 8.00 .40 1.68 1.68 1.40 1.40
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37
50 A 2.0 15.0 1 1
TÉRREO .....
L. 1 15.0 25.0|1.3 4 12.5 5.0 4 2 0 4.91 1.3 1.50| 35.0 18.5 | 7.8 15.2 .0
16.0 5.0 4 2 0 8.04 2.1 1.50| | CASO PÓRTICO = 9 (COMBINAÇÃO= 1)
20.0 6.3 4 2 0 12.57 3.4 1.50| | **VER NOTA (A)**
25.0 6.3 4 2 0 19.63 5.2 1.50| |
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS
Cobrimto[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GnavN GnavM
4.0 30.0 1.15 1.40 8.00 .40 1.68 1.68 1.40 1.40
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37
50 A 2.0 15.0 1 1
FUNDAÇÃO
  
```

#### 3.2 SAPATAS

Sapata: S1=S2=S3=S4=S5=S6

GEOMETRIA:

Pilar:

Xpil: 15.00 Ypil: 25.00 ColarX: .00 ColarY: .00

Sapata (cm):

Xsap: 80.00 Ysap: 85.00 Altura: 40.00

H0x: 30.00 H0y: 30.00 ExcX: .00 ExcY:

.00

Método de cálculo: Sapata Rígida

CARREGAMENTOS:

Nome	Caso	Comb	N	Mx	My	Fx	Fy
FzMax	1	9	4.62	.1	.0	-.01	-.35
FzMin	2	10	3.45	.1	.0	.00	-.28
MyMax	2	10	3.45	.1	.0	.00	-.28
MyMin	1	9	4.62	.1	.0	-.01	-.35
FxMin	1	9	4.62	.1	.0	-.01	-.35
FyMax	2	10	3.45	.1	.0	.00	-.28
FyMin	1	9	4.62	.1	.0	-.01	-.35

RESULTADOS:

Flexão [tf, m]:

Sentido	Msd	Caso	Observação
+X	.55	1	
-X	.55	1	
+Y	.35	1	
-Y	.63	1	

Compressão Diagonal [kgf/cm<sup>2</sup>]:

Sentido	Tsd	Caso	Limite	Observação
+X	2.42	1	50.91	
-X	2.44	1	50.91	
+Y	2.16	1	50.91	
-Y	3.73	1	50.91	

Força Cortante [tf]:

Sentido	Vsd	Caso	Limite	Observação
+X	1.27	1	17.81	
-X	1.29	1	17.81	
+Y	.62	1	12.39	
-Y	1.18	1	12.39	

VERIFICAÇÕES:

Armaduras Calculadas [tf.m, cm<sup>2</sup>]:

\*\*\* AVISO: Sapata considerada "Quadrada" (diferença de dimensões): 5.0 <= 9.0 cm

Armaduras igualadas pela maior.

rho (%): .212

Sentido	Msd	As, calc	As, calc, corr	Area, sec
As, min, rho	As, min, crit	As, det		
X	.55	.44	.44	3100.0
6.57	1.50	6.6		
Y	.63	.47	.47	2875.0
6.09	1.50	7.0		

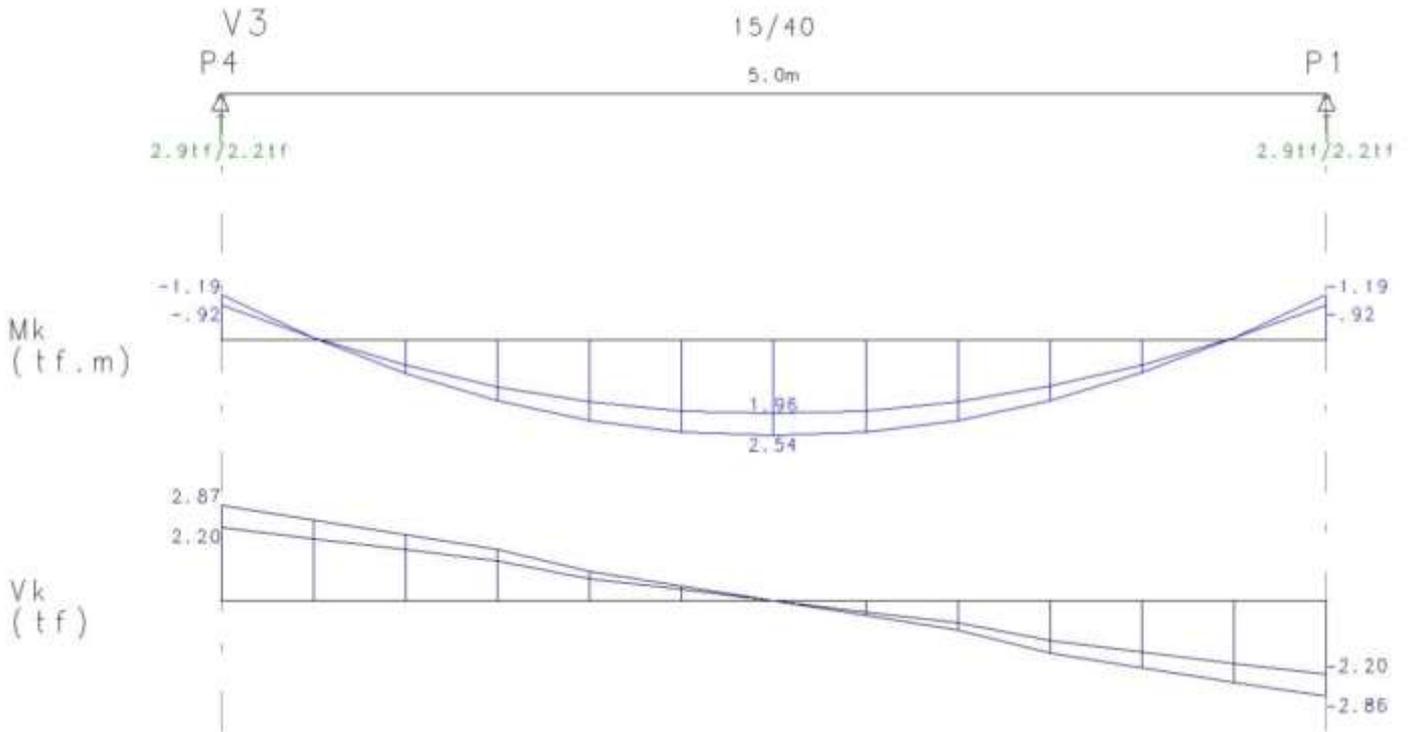
Armaduras Detalhadas [cm<sup>2</sup>, cm]:

Sentido	As, det	As, det/m	nf	bit	esp	Observação
X	6.6	7.7	5	12.5	15.0	
Y	7.0	7.7	5	12.5	15.0	

Aderência [tf]:

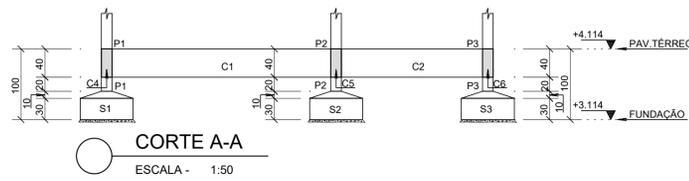
Sentido	Vsd	Limite	Observação
X	3.4	23.2	
Y	3.8	24.5	

3.3 VIGAS

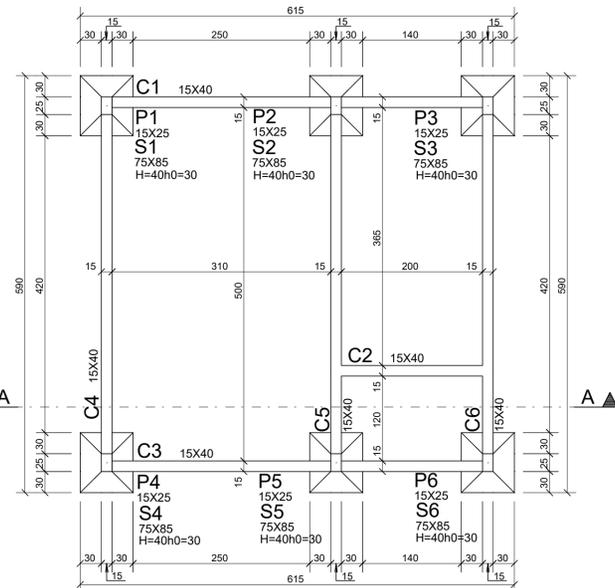


CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

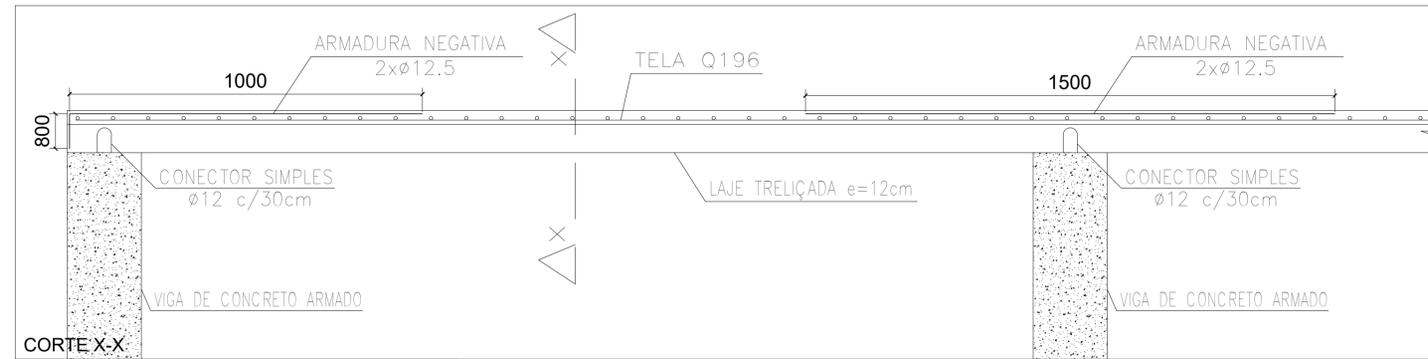
CREA-ES 011840/D



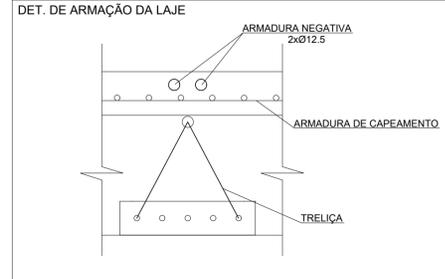
CORTE A-A  
ESCALA - 1:50



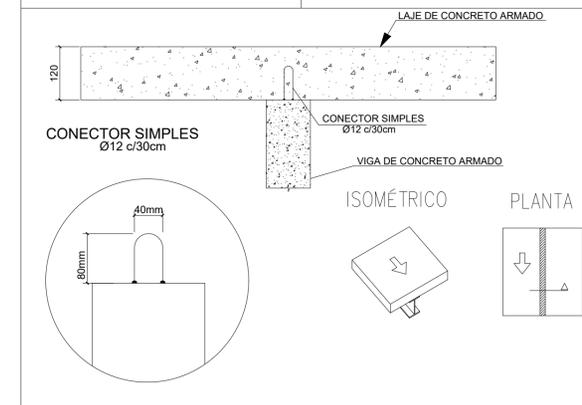
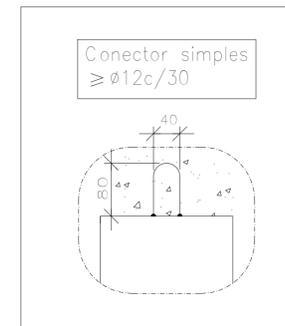
FORMAS DO PAV. TÉRREO  
ESCALA - 1:50



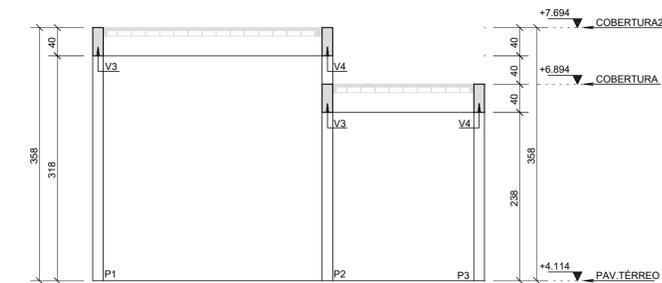
CORTE X-X



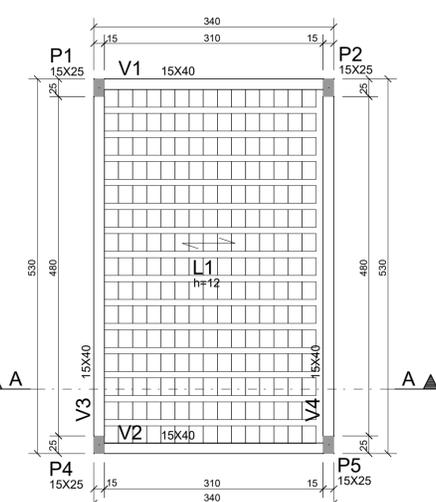
DET. DE ARMAÇÃO DA LAJE  
ESCALA - 1:10



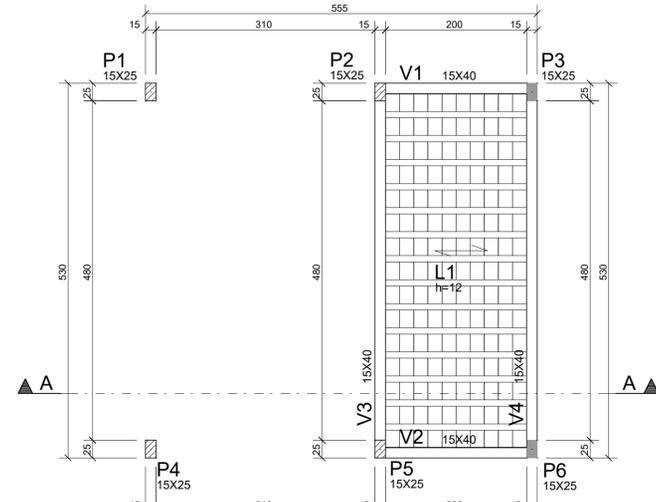
DETALHE CONECTORES  
ESCALA - 1:50



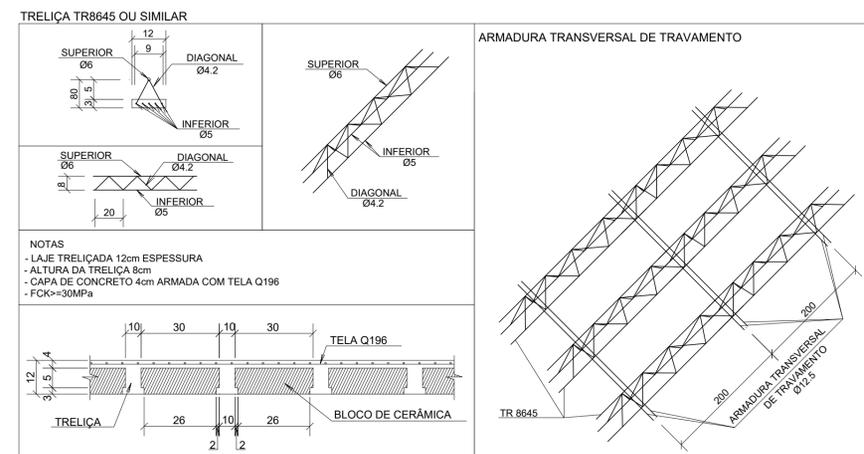
CORTE A-A  
ESCALA - 1:50



FORMAS DA COBERTURA 2  
ESCALA - 1:50



FORMAS DA COBERTURA  
ESCALA - 1:50



DETALHE LAJE TRELICADA  
ESCALA - 1:25



QUANTITATIVOS

	ELEMENTOS ESTRUTURAIS							
	LAJES	PAREDES	CINTAS	VIGAS	PILAR	SAPATAS	CAIXA	TOTAL
ÁREA DE FORMAS (M2)	XXX	XXX	26,00	25,00	21,00	6,00	XXX	78,00
VOLUME DE CONCRETO ESTRUTURAL (M3)	XXX	XXX	1,60	1,80	1,00	1,40	XXX	5,80
VOLUME DE CONCRETO SIMPLES (M3)	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 3,5CM	SAPATAS: 4,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 4,0CM	VIGAS: 4,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 26GPA	BLOCOS: 4,0CM	TUBULÃO: 4,0CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C = 0,50	RADIER: 4,0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 300KG/M3	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15696/2009	
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 : 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 FUNDACIONES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = III	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACIONES	
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADES S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = 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 = 30MS	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
00	EMISSION INICIAL	30/12/2019	CARLOS RAPHAEL	ML

REVISÃO

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

DESENHO: 01  
PRANCHA Nº: 01/02

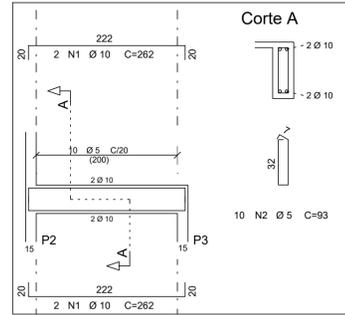
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FORTALEZA - CE  
SANEAR II

PROJETO EXECUTIVO

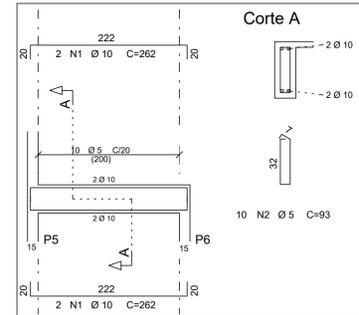
PROJETO ESTRUTURAL  
CASA DO GERADOR  
FORMAS E CORTES

GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	ENGº BRUNO CAVALCANTE DE QUEIROZ	DATA:	DEZEMBRO/2019
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	EQUIPE ML		
ARQUIVO:	0734ST-001-EST-R00.DWG		

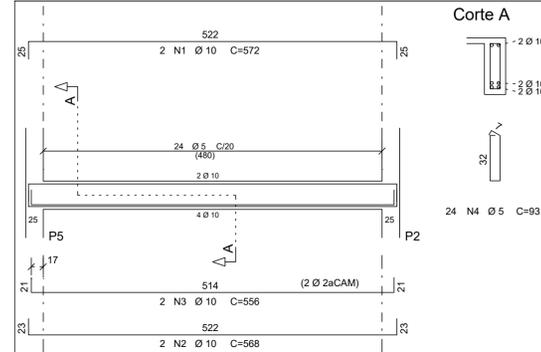
V1-COBERTURA 15X40



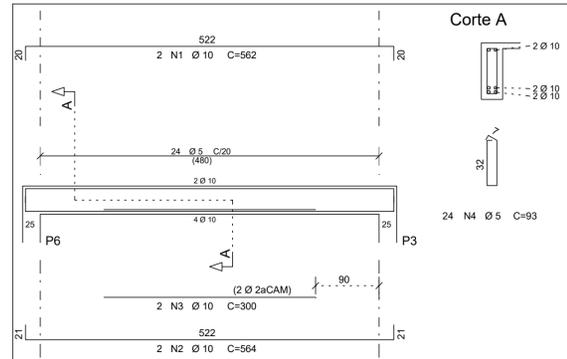
V2-COBERTURA 15X40



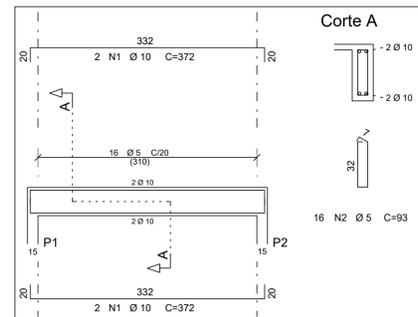
V3-COBERTURA 15X40



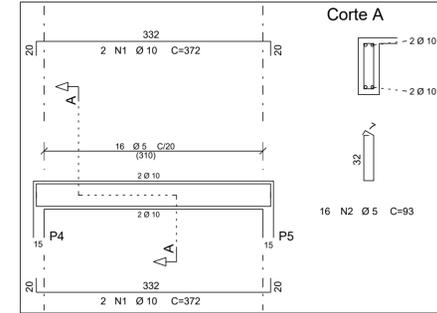
V4-COBERTURA 15X40



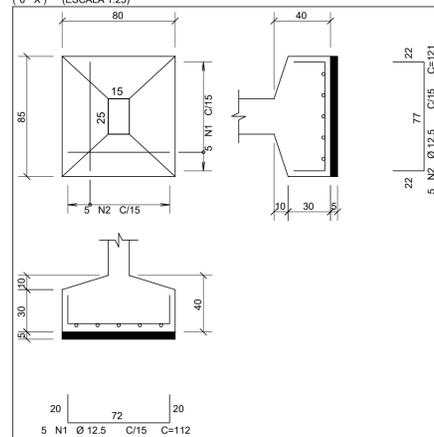
V1-COBERTURA2 15X40



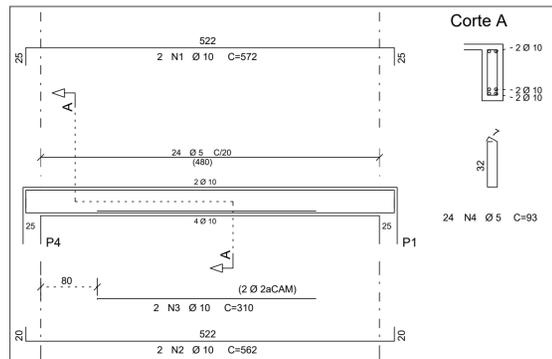
V2-COBERTURA2 15X40



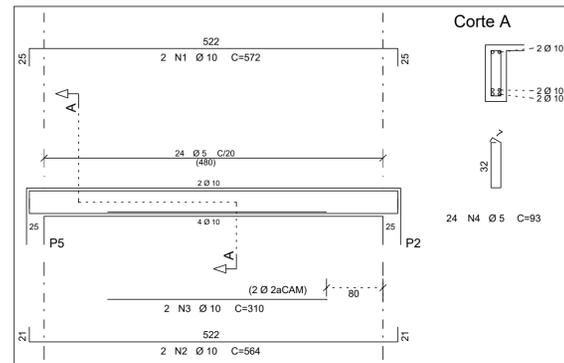
S1=S2=S3=S4=S5=S6



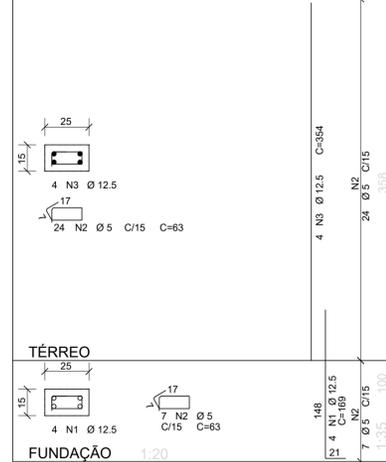
V3-COBERTURA2 15X40



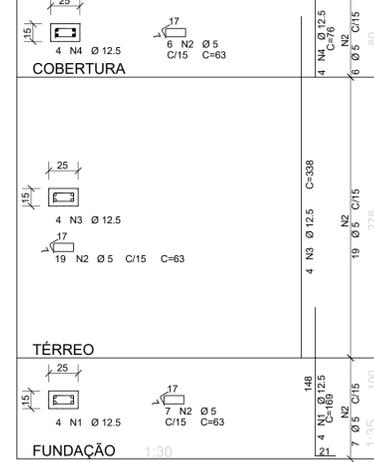
V4-COBERTURA2 15X40



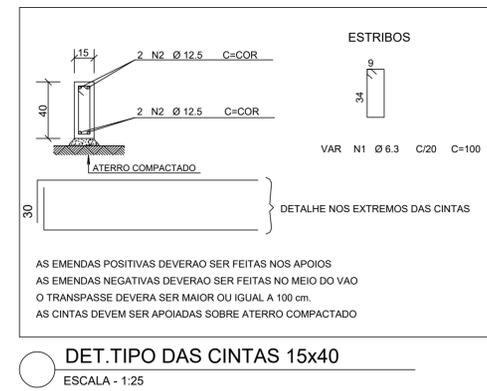
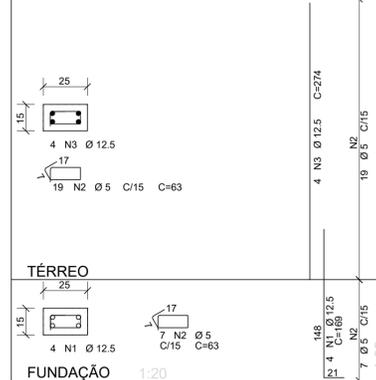
P1=P4 COBERTURA2



P2=P5 COBERTURA2



P3=P6 COBERTURA



ACO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
<b>V1-COBERTURA</b>					
50A	1	10	4	262	1048
60B	2	5	10	93	930
<b>V2-COBERTURA</b>					
50A	1	10	4	262	1048
60B	2	5	10	93	930
<b>V3-COBERTURA</b>					
50A	1	10	2	572	1144
50A	2	10	2	568	1136
50A	3	10	2	556	1112
60B	4	5	24	93	2232
<b>V4-COBERTURA</b>					
50A	1	10	2	562	1124
50A	2	10	2	564	1128
50A	3	10	2	300	600
60B	4	5	24	93	2232
<b>V1-COBERTURA2</b>					
50A	1	10	4	372	1488
60B	2	5	16	93	1488
<b>V2-COBERTURA2</b>					
50A	1	10	4	372	1488
60B	2	5	16	93	1488
<b>V3-COBERTURA2</b>					
50A	1	10	2	572	1144
50A	2	10	2	562	1124
50A	3	10	2	310	620
60B	4	5	24	93	2232
<b>V4-COBERTURA2</b>					
50A	1	10	2	572	1144
50A	2	10	2	564	1128
50A	3	10	2	310	620
60B	4	5	24	93	2232
<b>P1=P4 (X2)</b>					
50A	1	12.5	8	169	1352
60B	2	5	64	63	3906
50A	3	12.5	8	358	2704
50A	4	12.5	8	76	608
<b>P2=P5 (X2)</b>					
50A	1	12.5	8	169	1352
60B	2	5	64	63	4032
50A	3	12.5	8	358	2704
50A	4	12.5	8	76	608
<b>P3=P6 (X2)</b>					
50A	1	12.5	8	169	1352
60B	2	5	64	63	3276
50A	3	12.5	8	274	2192
<b>S1=S2=S3=S4=S5=S6 (X6)</b>					
50A	1	12.5	30	112	3360
50A	2	12.5	30	121	3630
<b>DET.TIPO DAS CINTAS 15x40</b>					
50A	1	6.3	133	100	13300
50A	2	12.5	4	-CORR-	10640

ACO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	250	38
50A	6.3	133	33
50A	10	171	105
50A	12.5	300	289
<b>Peso Total 60B =</b>			<b>38 kg</b>
<b>Peso Total 50A =</b>			<b>427 kg</b>



NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 35CM	SAPATAS: 4.0CM
2 - CONCRETO : FCK = 40MPA	PILARES: 40CM	VIGAS: 4.0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 30.IGPA	BLOCOS: 40CM	TUBULÃO: 4.0CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C = 0.50	RADIER: 40CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M3	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15696/2009	
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 : Ecs = 18.5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESSURA : 50CM	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6188/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 290KG/M3	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 S1 = 1.0	17 - NORMA DE INCENDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADES S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCENDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = 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 Vb = 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	EMISSÃO INICIAL	DATA	PROJETADO	DESENHADO
00	EMISSÃO INICIAL	30/12/2019	CARLOS RAPHAEL	ML
Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

REVISÃO

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

DESENHO 01 PRANCHA Nº 02/02

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FORTALEZA - CE  
SANEAR II

PROJETO EXECUTIVO  
PROJETO ESTRUTURAL  
CASA DO GERADOR  
ARMAÇÕES

GERÊNCIA:	ENGO RAOUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO
COORDENAÇÃO:	ENGO BRUNO CAVALCANTE DE QUEIROZ
PROJETO:	ENGO CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D
DESENHO:	EQUIPE ML
ARQUIVO:	0734ST-002-EST-R00.DWG
ESCALA:	INDICADA
DATA:	DEZEMBRO/2019



**ART**



1. Responsável Técnico

**CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS**

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

RNP: 0800128168

Registro: ES-011840/D

Registro: 14177

Empresa contratada: ML PROJETOS EIRELI ME



2. Dados do Contrato

Contratante: COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

CPF/CNPJ: 07040108000157

Rua: AVENIDA AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Nº:

Complemento:

CEP: 60422700

Cidade: FORTALEZA

UF: CE

Bairro: AEROPORTO

Telefone: 8531011769

Contrato: 74/2017

Nº do Aditivo: 0

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

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: AVENIDA AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Nº:

Complemento:

Bairro: AEROPORTO

Quadra Lote

Cidade: FORTALEZA

UF: CE

CEP: 60422700

Data de início: 27/06/2017

Prev. Término: 26/12/2019

Coord. Geogr.:

Proprietário: COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

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 ser em verdadeiras as informações acima  
de 22 de NOVEMBRO de 2018

Local

Data

CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CPF: 04665479780

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CPF/CNPJ: 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)

