

Companhia de Água e Esgoto do Ceará

DEN - Diretoria de Engenharia

GPROJ - Gerência de Projetos de Engenharia

Juazeiro do Norte - CE Bairro Triângulo

Projeto Estrutural Básico do Novo Sistema de
Abastecimento de Água dos Bairros Triângulo,
Gonzaga I e II, Lagoa Seca e Parte dos Bairros
João Cabral e Frei Damião em Juazeiro do Norte

VOLUME V
Projeto Estrutural

Cagece

JANEIRO/2018



EQUIPE TÉCNICA DA GPROJ – Gerência de Projetos
Produto: Projeto Estrutural Básico do Novo Sistema de
Abastecimento de Água dos Bairros Triângulo, Gonzaga I e
II, Lagoa Seca e Parte dos Bairros João Cabral e Frei
Damião em Juazeiro do Norte

Gerente de Projetos

Engº. Raul Tigre de Arruda Leitão

Coordenação de Projetos Técnicos

Engº. Celso Lira Ximenes Júnior

Coordenação de Serviços Técnicos de Apoio

Engº. Gerardo Frota Neto

Engenheiro Projetista

Engº. Carlos Raphael Monteiro de Lemos

Desenhos

Gustavo Andrade

Caroline Basto

Edição Final

Janis Joplin Saara Moura Queiroz

Sibelle Mendes Lima

Colaboração

Ana Beatriz Caetano de Oliveira

Gleiciane Cavalcante Gomes

Arquivo Técnico

Patrícia Santos Silva

I - APRESENTAÇÃO

O presente projeto consiste no redimensionado do conjunto motobomba que interligará o Reservatório Apoiado (700m³) ao Reservatório Elevado (150m³), ambos projetados, adotando tempo de funcionamento de 18 horas, conforme recomendação da SPO-016 do caderno de Normas Técnicas para *Projetos de Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário* – Cagece. Este documento refere-se ao processo nº 0770.000080/2017-21 de 28/03/2017.

Este relatório é complementar ao *Projeto Executivo do Novo Sistema de Abastecimento de Água dos bairros Triângulo, Jardim Gonzaga, Lagoa Seca e parte do bairro João Cabral e Frei Damião na cidade de Juazeiro do Norte, outubro 2010*, para atendimento à solicitação da UN-BSA através do processo nº 0094.000857/2009-67 de 09/11/2009, o qual visava à construção de Reservatório Apoiado de 700m³, Reservatório Elevado de 150m³, Estação Elevatória, Adutora de Recalque e ampliação da rede de distribuição. Ademais, ao *Projeto Executivo do Sistema de Abastecimento de Água de Juazeiro do Norte – Cálculo de Transientes Hidráulicos e CMB Adicional a Estação Elevatória 08, fevereiro 2014*, cuja solicitação protocolada com o número 0094.000653/2010-50 de 09/09/2010.

Para este projeto foram conservados todos os dados, parâmetros e projeções dos *Projetos Executivos supracitados*, além das decisões tomadas em nível de gerência conforme e-mails anexos.

Este documento é parte integrante seguinte conjunto de volumes:

- Volume I – Relatório Geral, Memorial de Desapropriação e ART;
- Volume II (Tomo I e II) - Peças Gráficas;
- Volume III – Elétrico;
- Volume IV – Automação;
- **Volume V – Estrutural.**

II – SUMÁRIO

1. PROJETO ESTRUTURAL	1
1.1 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA	2
1.2 RESERVATÓRIO APOIADO 700M ³	30
1.3 RESERVATÓRIO ELEVADO V=150M ³	68
1.4 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - EEAT-08	104



Projeto Estrutural

1. PROJETO ESTRUTURAL

1.1 Estação Elevatória de Água Tratada

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA



Cagece

Serra/ES

27 de agosto de 2017

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	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA EEAT-08	12
3.1	FUNDO	12
3.2	PAR1=PAR2.....	16
3.3	PAR3=PAR4.....	20

1.1 OBJETIVO

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

1.2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

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

- SAA Juazeiro do Norte - Triângulo - 24 EEAT

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: da estação elevatória de água tratada.

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

- f_{ck} : 30 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- E_s : 210 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras ≤ 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

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 ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	
^a 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).			
^b 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.			
^c 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 ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55
^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado. ^b 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 ≥ 15 mm. ^c 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. ^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 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 ^a	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 ^a	Combinação frequente
^a 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 ^a	Tipo ^{b, c}	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	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$
^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655. ^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado. ^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.					

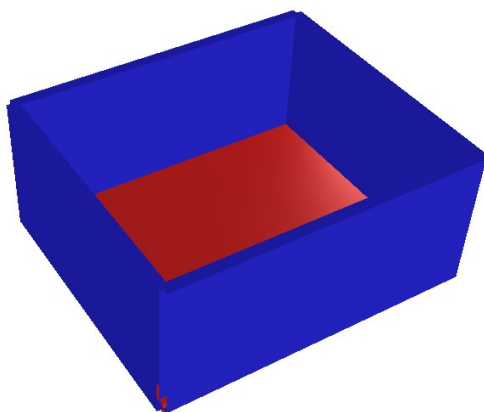
- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

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

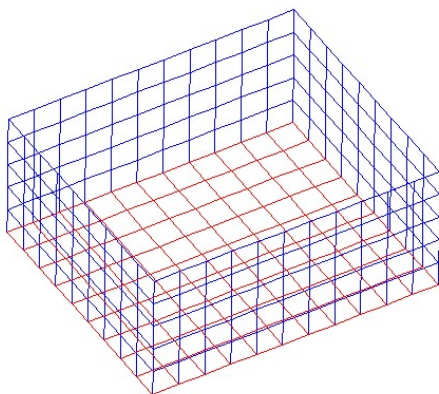
$$d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

2.0 MODELO DE CÁLCULO

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



PERSPECTIVA 3D - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA



PERSPECTIVA 3D DA MALHA - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA

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 (γ_g , γ_q), fatores de combinação (ψ_q), e fatores de redução (ψ_1 , ψ_2) para:

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

	CN-ELU	CQP-ELS	CF-ELS
Ações Permanentes:	γ_g	γ_g	γ_g
Cargas permanentes	1,4	1	1
Retração	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. princ.):	γ_q	γ_q	γ_q
Sobrecarga	1,4	1	1
Empuxo hidrostático	1,4	1	1
Gradiente térmico	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. secnd.):	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga	0,8	0,7	0,6
Empuxo hidrostático	0,8	0,7	0,6
Gradiente térmico	0,6	0,5	0,3

Grandezas Físicas das Ações:

- g1 - Peso próprio do concreto = Volume dos elementos multiplicado pelo peso específico do concreto armado. Unidades: peso em tf e o volume em m³.
- g2 - Empuxo de terra

Argila com areia fina cor variegada

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

$\phi = 0^\circ$ $K_0 = 1,00$ $K_0 = 1 - \sin \phi$

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

- g3 - Enchimentos = Volume do elemento multiplicado pelo peso específico do material. Unidades: peso em tf e volume em m³.
- g4 - Retração: Não Consideramos uma retração em toda a estrutura
- q1 - Empuxo Hidrostático interno: Em todas as faces internas estão sendo aplicada uma pressão de base ao topo. O peso específico utilizado no cálculo destas pressões é o da água, igual a 1tf/m³ multiplicado pela altura da lamina d'água.
- q2 - Sobrecarga: Nas lajes de tampa e escadas foram consideradas sobrecargas de utilização iguais a 0,3 tf/m².
- q3 - gradiente térmico: Não foi considerado, as estruturas estão enterradas e as partes expostas tem pequenas dimensões e em consequência as deformações devido ao gradiente térmico são insignificantes.

Combinações:

Estado Limite Último - ELU-CN (cheio):

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

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

Estado Limite Último - ELU-CN (vazio):

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

Estado Limite de Serviço ELS-CF (cheio)

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

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

Estado Limite de Serviço ELS-CF (vazio)

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

Especial, para verificação da flutuação

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

2.2 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

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

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

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

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

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

- $h=15\text{cm}$; $M_r = 3,45\text{tf} \cdot \text{m}$
- $h=20\text{cm}$; $M_r = 4,50\text{tf} \cdot \text{m}$
- $h=25\text{cm}$; $M_r = 4,50\text{tf} \cdot \text{m}$
- $h=30\text{cm}$; $M_r = 5,19\text{tf} \cdot \text{m}$
- $h=35\text{cm}$; $M_r = 6,03\text{tf} \cdot \text{m}$
- $h=40\text{cm}$; $M_r = 6,90\text{tf} \cdot \text{m}$

Armadura mínima prevista em norma:

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

Sendo ρ_{min} taxa de armadura mínima conforme a NBR 6118:2003

Tabela 17.3 - Taxas mínimas de armadura de flexão para vigas								
Forma da seção	Valores de $\rho_{min}^{1)}$ ($A_{s,min}/A_c$)							
	f_{ck} ω_{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

¹⁾ Os valores de ρ_{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, ρ_{min} deve ser recalculado com base no valor de ω_{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 $f_{ck} = 30\text{MPa}$, $b=100\text{cm}$, seção retangular e h variado igual à:

- $h=15\text{cm}$; $A_{s,min} = 3,45\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/18$
- $h=20\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/12$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/20$
- $h=25\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/10$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/18$
- $h=30\text{cm}$; $A_{s,min} = 5,19\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/15$
- $h=35\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,03\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/12$
- $h=40\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,90\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/10$

2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

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

- Estação elevatória de água tratada:

Paredes: 15 cm

Fundo: 15 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:

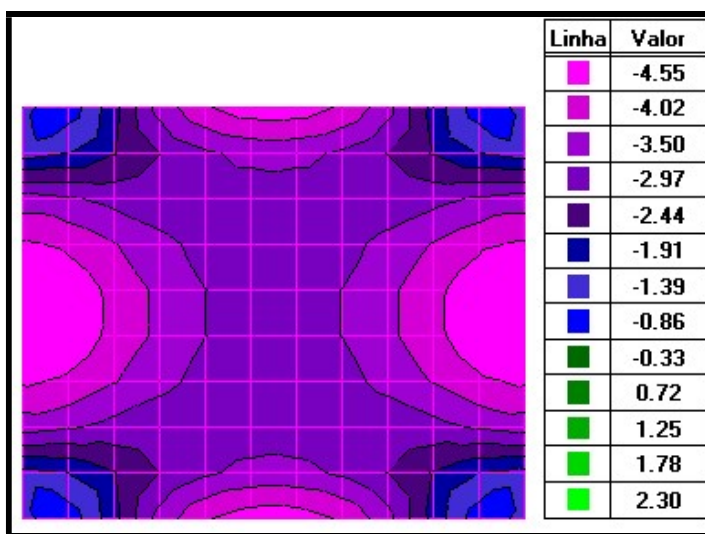
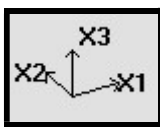
Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)	Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	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)

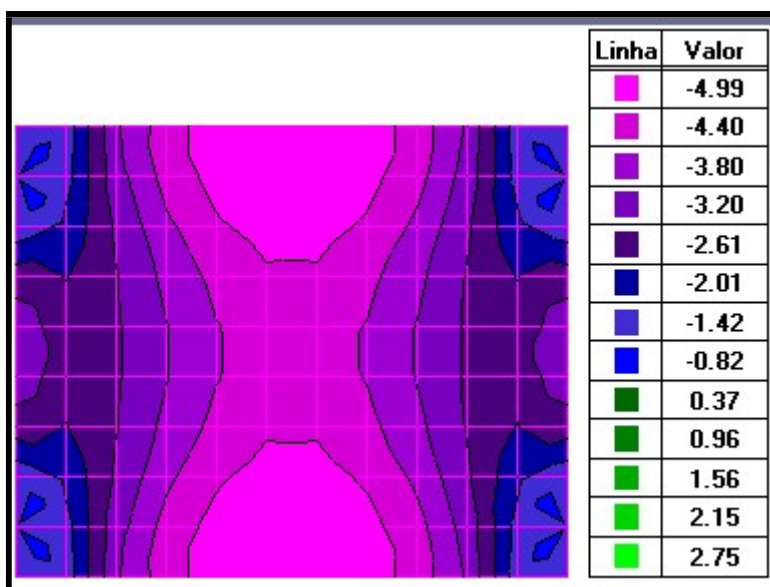
Adotamos uma taxa de solo de 1,5Kgf/cm², conforme sondagem fornecida. Com coeficiente de mola de $x_3=750\text{tf/m}$

3.0 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA

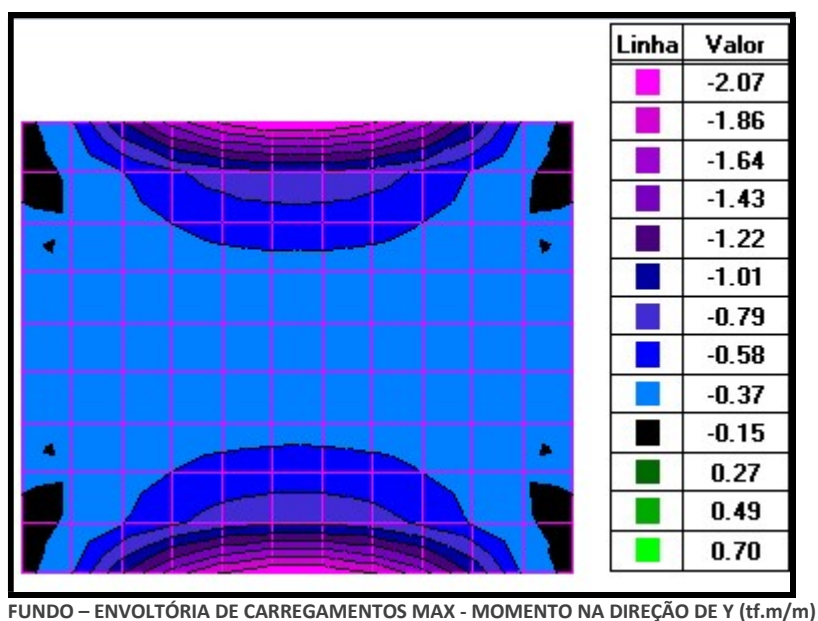
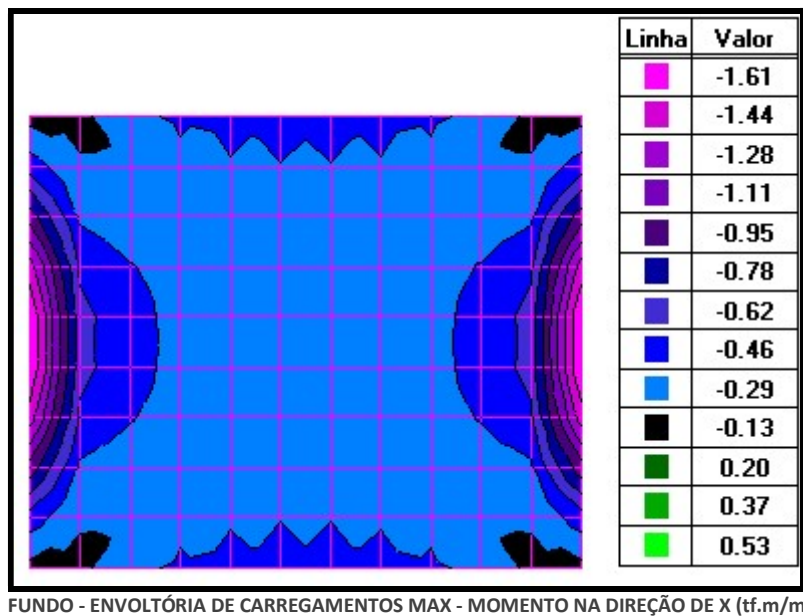
3.1 FUNDO



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



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



Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	1,10	4,00	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária		Arranjo		
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19
As2 (cm²/m)	1,56	8	12,0	4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,056	0,000	0,025

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais		Esforços			Seção						
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)				
500	30	1,1	4	20	4,9	8	12,0				
Cálculo											
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)				
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80				
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,003842927	0,243	3,67	128,82	0,00	0,02328117	0,189471704				

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado									
Materiais			Esforços		Seção		SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{máx.}$	As,min (cm²/m)	γ_c	Classe Agres.
500	30	1,01	4,40	20	4,9	0,5	3,46	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica									
Armadura necessária			Arranjo						
As1 (cm²/m)	As2 (cm²/m)	As3 (cm²/m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)				
-	-	-	8	12,0	4,19				
1,27	1,27	1,27	8	12,0	4,19				

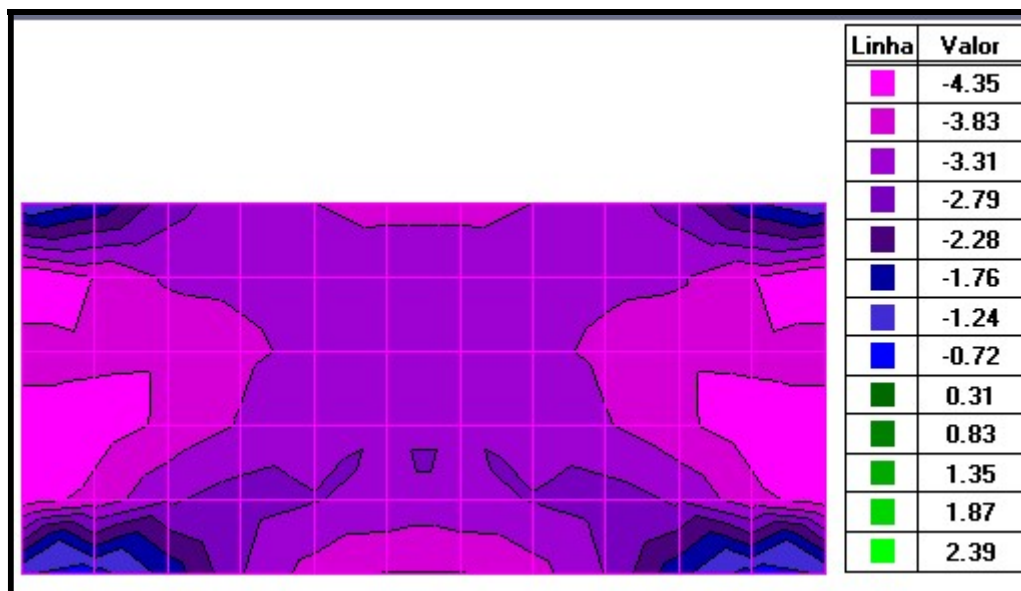
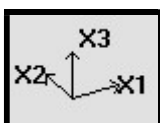
Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,053	0,000	0,020

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 ϕ	Esp. (cm)		
500	30	1,01	4,4	20	4,9	8	12,0		

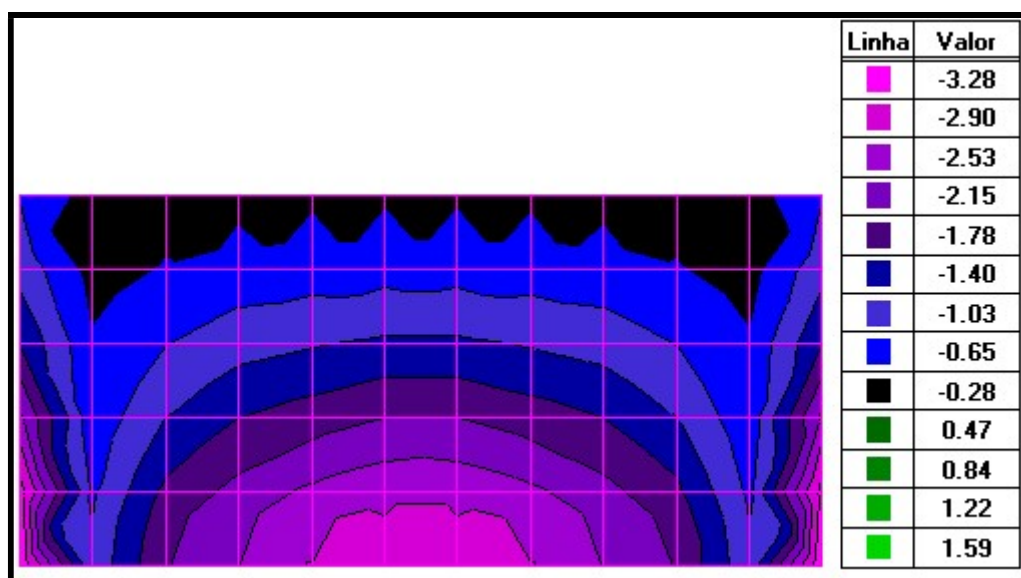
Cálculo									
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80		
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,003842927	0,256	3,86	108,32	0,00	0,01646037	0,159316865		

FUNDO - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

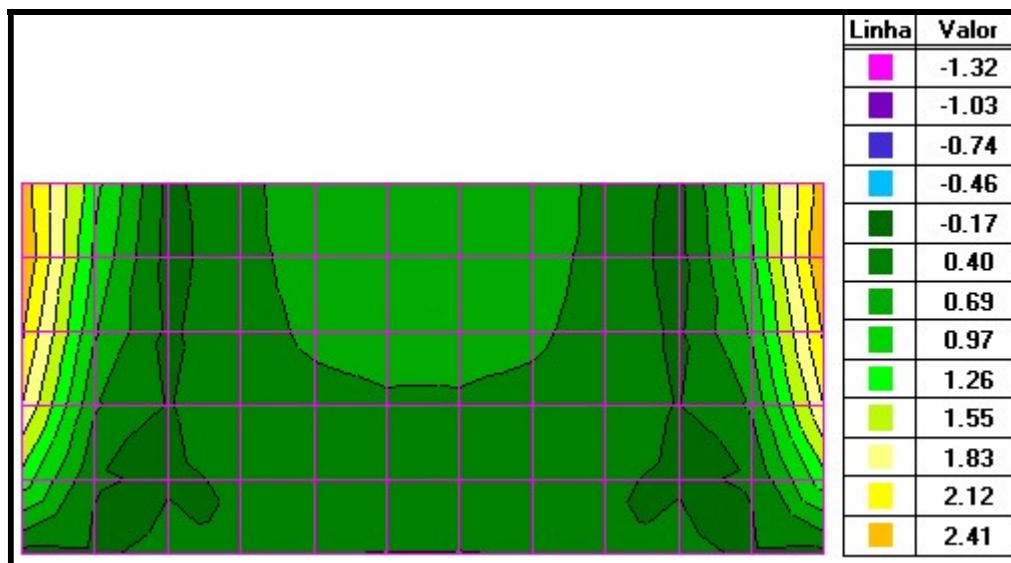
3.2 PAR 1=PAR2



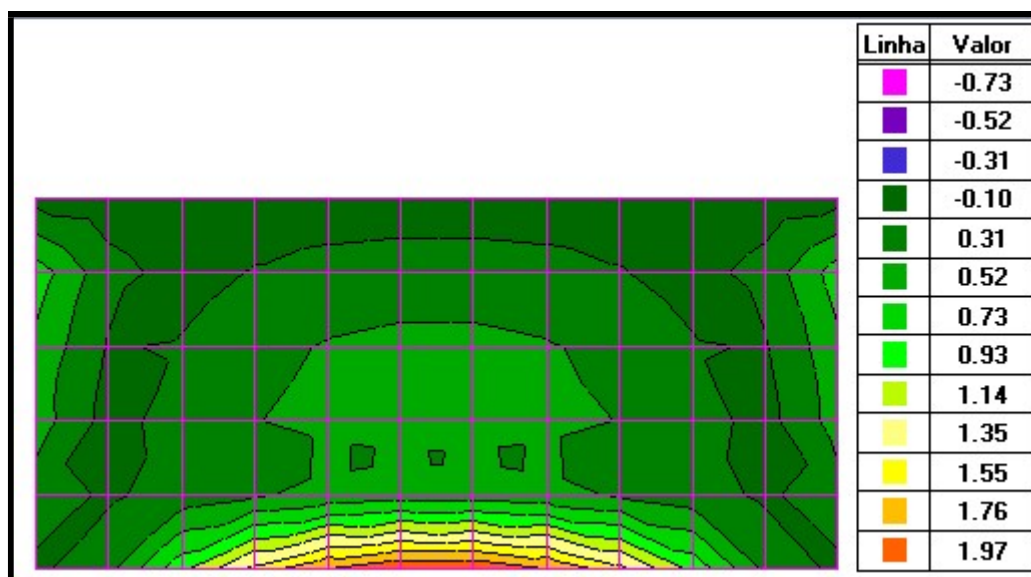
PAR1=PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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												
Materiais			Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.	
500	30	0,97	3,83	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV	

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária		Arranjo		
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19
As2 (cm²/m)	1,30	8	12,0	4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,050	0,000	0,021

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES-CONCRETO ARMADO												
Materiais		Esforços			Seção							
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)					
500	30	0,97	3,83	20	4,9	8	12,0					
Cálculo												
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)					
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80					
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)					
8,05	0,003842927	0,248	3,75	109,43	0,00	0,01680009	0,160952538					

PAR1=PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado									
Materiais		Esforços		Seção		SEGURANÇA			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm²/m)	γ_c	Classe Agres.
500	30	0,93	2,90	20	4,9	0,5	3,46	1,40	Classe IV

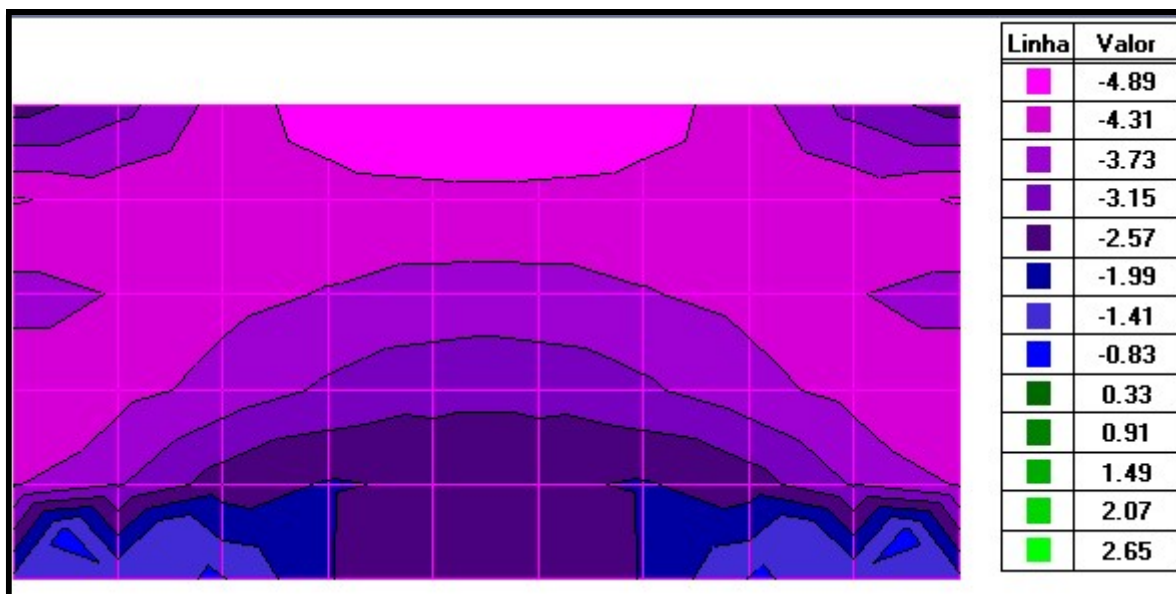
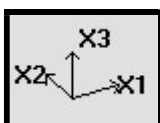
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária		Arranjo		
As1 (cm²/m)	As2 (cm²/m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
-	1,41	8	12,0	4,19
		8	12,0	4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,046	0,000	0,022

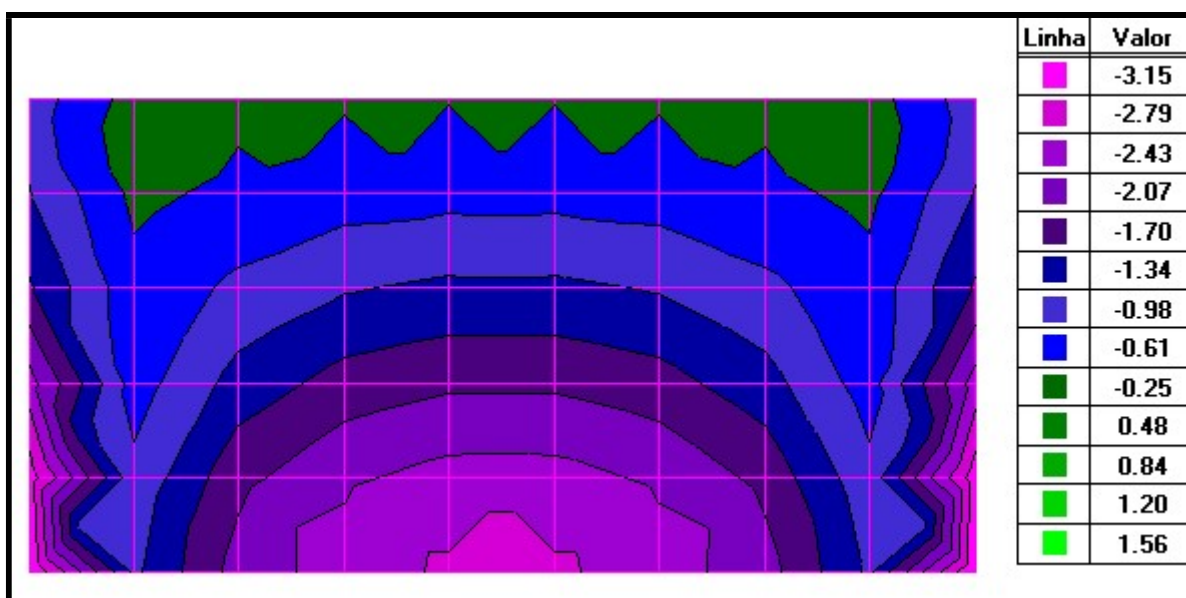
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais		Esforços		Seção				Cálculo	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	Esp. (cm)		
500	30	0,93	2,9	20	4,9	8	12,0		
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80		
α_s	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,003842927	0,234	3,53	115,60	0,00	0,01874722	0,17002406		

PAR1=PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

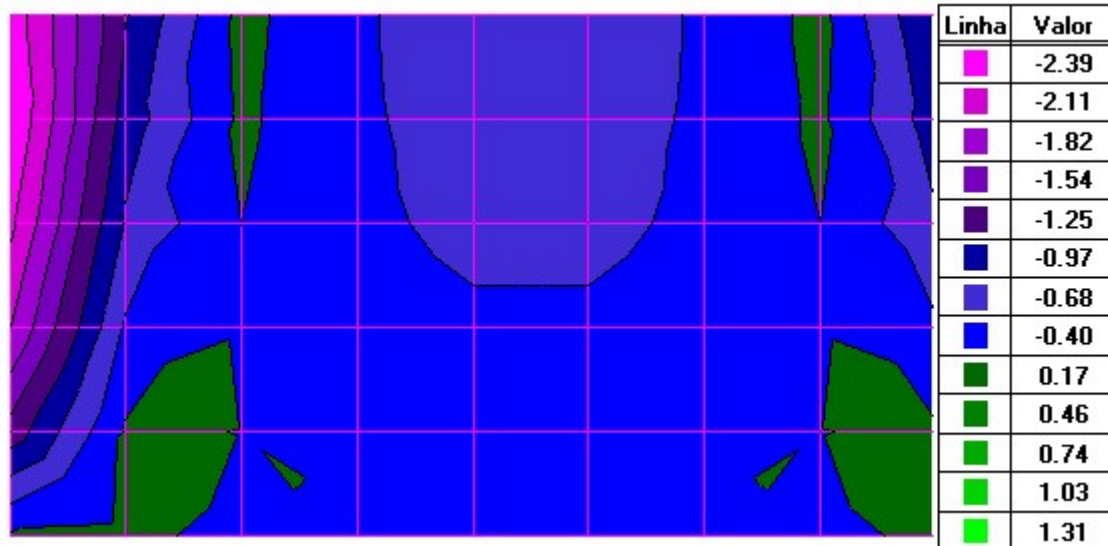
3.3 PAR 3=PAR4



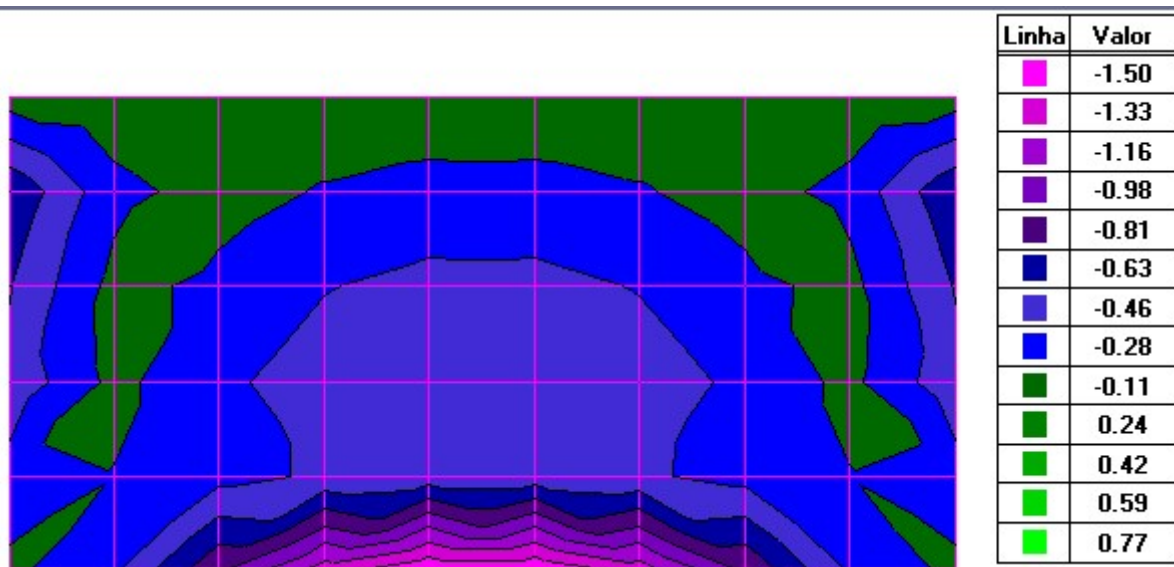
PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX- MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO MAX NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais			Esforços			Seção			SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ _{máx.}	As,min (cm²/m)	γ _c	γ _s	Classe Agres.
500	30		0,97	4,40	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica											
Armadura necessária			Arranjo								
Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)									
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19							
As2 (cm²/m)	1,18	8	12,0	4,19							

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,051	0,000	0,019

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais			Esforços			Seção					
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)			
500	30		0,97	4,4	20	4,9	8	12,0			

Cálculo											
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)				
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80				
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,003842927	0,259	3,92	101,67	0,00	0,01450083	0,149533496				

PAR3=PAR4 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado												
Materiais			Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço	fck	Mk	Nk	h	d'	ξ _{máx.}	As,min	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.	
500	30	0,98	2,79	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV	

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica					
Armadura necessária		Arranjo			
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As (cm)	As,tot (cm²/m)
As1	-	8	12,0		4,19
As2	1,54	8	12,0		4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,048	0,000	0,024

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais		Esforços			Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)		
500	30	0,98	2,79	20	4,9	8	12,0		
Cálculo									
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80		
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,003842927	0,230	3,47	125,53	0,00	0,02210719	0,184632749		

PAR3=PAR4 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D

EEAT

CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa

	VIGAS	PILAR	LAJE	FUNDAÇÃO	PAREDES	TOTAL
VOLUME (m ³)	4,00	3,00	3,50	8,00	2,50	21,00
FÔRMA (m ²)	55,00	54,00	32,00	17,00	45,00	203,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa

VOLUME (m ³)	2,50
--------------------------	------

PAREDES

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	1087	435
TOTAL		1087	435

FUNDAÇÃO

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	644	103
50A	8	743	297
50A	12.5	200	200
TOTAL		1587	600

VIGAS

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	225	36
50A	6.3	100	25
50A	10	321	202
50A	12.5	66	66
TOTAL		712	329

LAJES

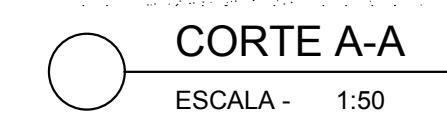
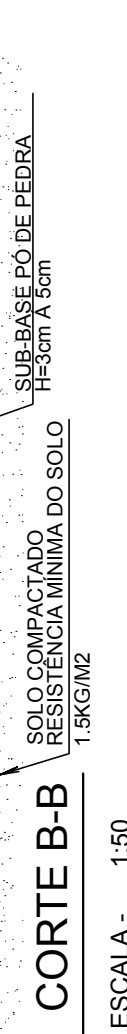
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	251	63
50A	8	331	132
TOTAL		582	195

PILAR

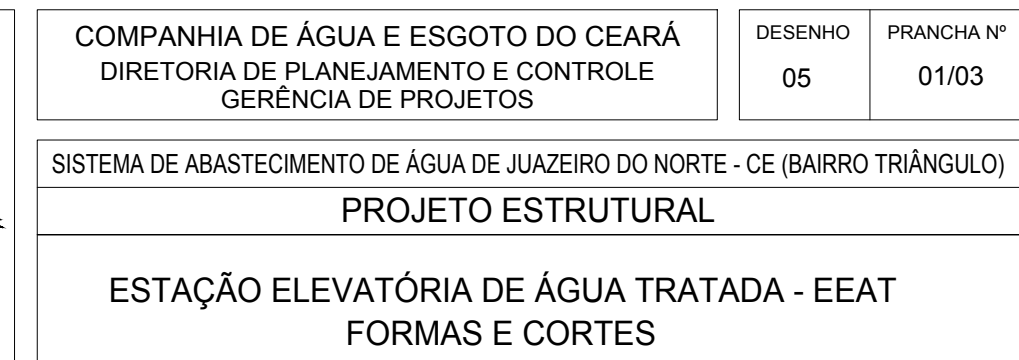
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	316	51
50A	10	64	40
50A	12.5	411	411
TOTAL		791	502



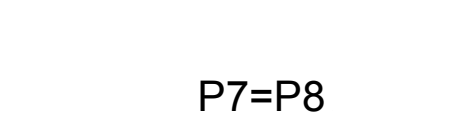
CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D

QUANTITATIVOS

NOTAS :			
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.		LAJES: 5,0CM	SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA		PLARES: 5,0CM	VIGAS: 5,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 26GPA		BLOCOS: 5,0CM	TUBULÃO: 5,0CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C = 0,45		RADIER: 5,0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M3			
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA			
CA-60 - FYK = 600 MPA			
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:			
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 18,5GPA			
ESPESURA : 5,0CM			
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3			
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO			
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV			
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0			
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1			
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C			
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1,00			
II - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S			
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :			
		TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

REVISÃO

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENQº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CRÉA/ES: 011840/D 		
DESENHO:	CAROLINE BASTO	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0526ST-001-EST-R00.dwg	DATA:	SETEMBRO/2017



RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	960	154
50A	6.3	100	25
50A	8	1899	760
50A	10	64	40
50A	12.5	477	477
Peso Total	60B =	154 kg	
Peso Total	50A =	1302 kg	



Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

R E V I S ã O

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D 		
DESENHO:	CAROLINE BASTO	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0526ST-002-EST-R00.dwg	DATA:	SETEMBRO/2017

Technical drawing of a rectangular building facade. The drawing includes dimensions for overall width (474), height (22), and various openings. The central entrance is labeled "22 Ø 5 C/20 (420)" and the side entrances are labeled "3 Ø 10". The drawing also shows a section line "A-A" and a detail view "Corte A" showing a cross-section of the wall and roof structure.

Technical drawing of a rectangular structure, labeled "Corte A" (Section A). The drawing shows a side view of a rectangular component with a width of 474 and a height of 23. The top edge is labeled "3 N1 Ø 10 C=520". The bottom edge is labeled "3 Ø 10". The left side is labeled "V6" and the right side is labeled "V9". A section line "A-A" is shown on the left side. To the right of the main drawing, there are two detail views: a top view showing a rectangular shape with dimensions 9 and 23, and a side view showing a rectangular shape with dimensions 9 and 23. The top view is labeled "N2 Ø 5 C=100". The side view is labeled "3 Ø 10".

[illegible]

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	225	36
50A	6,3	251	63
50A	8	262	105
50A	10	321	202
Peso Total	60B =		36 kg
	50A =		370 kg

Technical drawing of a rectangular plate with dimensions and section A-A.

Dimensions:

- Overall width: 476
- Overall height: 22
- Internal width: 3 N1 Ø 10 C=520
- Internal height: 22 Ø 5 C/20 (433)
- Section A-A width: 9
- Section A-A height: 34

Section A-A:

Section A-A shows a cross-section of the plate with a width of 9 and a height of 34. The section is labeled "A-A" and "Corte A".

Other labels:

- P9
- P10
- N2 Ø 5 C=100

[illegible]

Corte A

217
3 N1 Ø 10 C=263

10 Ø 5 C/20 (188)
3 Ø 10

20 P3 15 P1

217
3 N1 Ø 10 C=263

9
3 Ø 10

10 N2 Ø 5 C=100

Cortes A

Top View: 164, 23, 13, N1 Ø 10, C=210, A

Front View: 9, 30, 15, 3 Ø 10, 10

Side View: 8, 5, 15, 3 Ø 10, 10

Dimensions: 164, 23, 13, N1 Ø 10, C=210, 9, 30, 15, 3 Ø 10, 10, 8, 5, 15, 3 Ø 10, 10

V5 INTERMEDIARIO 15x41

Corte A

217
3 N1 Ø 10 C=263
3
10 Ø 5 C/20
(188)
3 Ø 10
20
P4
15
P2
3
3 Ø 10
217
3 N1 Ø 10 C=263
3

3 Ø 10
9
10 N2 Ø 5 C=100

Technical drawing of a rectangular plate with the following dimensions and annotations:

- Overall width: 474
- Overall height: 23
- Top edge: 3 N1 $\varnothing$ 10 C=520
- Bottom edge: 3 N1 $\varnothing$ 10 C=520
- Left edge: 23 $\varnothing$ 5 C20 (450)
- Right edge: 23 $\varnothing$ 5 C=100
- Internal dimensions: 3 $\varnothing$ 10
- Annotations: V3, V4, A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB, AC, AD, AE, AF, AG, AH, AI, AJ, AK, AL, AM, AN, AO, AP, AQ, AR, AS, AT, AU, AV, AW, AX, AY, AZ, BA, BB, BC, BD, BE, BF, BG, BH, BI, BJ, BK, BL, BM, BN, BO, BP, BQ, BR, BS, BT, BU, BV, BW, BX, BY, BZ, CA, CB, CC, CD, CE, CF, CG, CH, CI, CJ, CK, CL, CM, CN, CO, CP, CQ, CR, CS, CT, CU, CV, CW, CX, CY, CZ, DA, DB, DC, DD, DE, DF, DG, DH, DI, DJ, DK, DL, DM, DN, DO, DP, DQ, DR, DS, DT, DU, DV, DW, DX, DY, DZ, EA, EB, EC, ED, EE, EF, EG, EH, EI, EJ, EK, EL, EM, EN, EO, EP, EQ, ER, ES, ET, EU, EV, EW, EX, EY, EZ, FA, FB, FC, FD, FE, FF, FG, FH, FI, FJ, FK, FL, FM, FN, FO, FP, FQ, FR, FS, FT, FU, FV, FW, FX, FY, FZ, GA, GB, GC, GD, GE, GF, GG, GH, GI, GJ, GK, GL, GM, GN, GO, GP, GQ, GR, GS, GT, GU, GV, GW, GX, GY, GZ, HA, HB, HC, HD, HE, HF, HG, HH, HI, HJ, HK, HL, HM, HN, HO, HP, HQ, HR, HS, HT, HU, HV, HW, HX, HY, HZ, IA, IB, IC, ID, IE, IF, IG, IH, II, IJ, IK, IL, IM, IN, IO, IP, IQ, IR, IS, IT, IU, IV, IW, IX, IY, IZ, JA, JB, JC, JD, JE, JF, JG, JH, JI, JJ, JK, JL, JM, JN, JO, JP, JQ, JR, JS, JT, JU, JV, JW, JX, JY, JZ, KA, KB, KC, KD, KE, KF, KG, KH, KI, KJ, KK, KL, KM, KN, KO, KP, KQ, KR, KS, KT, KU, KV, KW, KX, KY, KZ, LA, LB, LC, LD, LE, LF, LG, LH, LI, LJ, LK, LL, LM, LN, LO, LP, LQ, LR, LS, LT, LU, LV, LW, LX, LY, LZ, MA, MB, MC, MD, ME, MF, MG, MH, MI, MJ, MK, ML, MM, MN, MO, MP, MQ, MR, MS, MT, MU, MV, MW, MX, MY, MZ, NA, NB, NC, ND, NE, NF, NG, NH, NI, NJ, NK, NL, NM, NN, NO, NP, NQ, NR, NS, NT, NU, NV, NW, NX, NY, NZ, OA, OB, OC, OD, OE, OF, OG, OH, OI, OJ, OK, OL, OM, ON, OO, OP, OQ, OR, OS, OT, OU, OV, OW, OX, OY, OZ, PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG, PH, PI, PJ, PK, PL, PM, PN, PO, PP, PQ, PR, PS, PT, PU, PV, PW, PX, PY, PZ, QA, QB, QC, QD, QE, QF, QG, QH, QI, QJ, QK, QL, QM, QN, QO, QP, QQ, QR, QS, QT, QU, QV, QW, QX, QY, QZ, RA, RB, RC, RD, RE, RF, RG, RH, RI, RJ, RK, RL, RM, RN, RO, RP, RQ, RR, RS, RT, RU, RV, RW, RX, RY, RZ, SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SI, SJ, SK, SL, SM, SN, SO, SP, SQ, SR, SS, ST, SU, SV, SW, SX, SY, SZ, TA, TB, TC, TD, TE, TF, TG, TH, TI, TJ, TK, TL, TM, TN, TO, TP, TQ, TR, TS, TT, TU, TV, TW, TX, TY, TZ, UA, UB, UC, UD, UE, UF, UG, UH, UI, UJ, UK, UL, UM, UN, UO, UP, UQ, UR, US, UT, UY, UZ, VA, VB, VC, VD, VE, VF, VG, VH, VI, VJ, VK, VL, VM, VN, VO, VP, VQ, VR, VS, VT, VU, VV, VW, VX, VY, VZ, WA, WB, WC, WD, WE, WF, WG, WH, WI, WJ, WK, WL, WM, WN, WO, WP, WQ, WR, WS, WT, WU, WV, WW, WX, WY, WZ, XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG, XH, XI, XJ, XK, XL, XM, XN, XO, XP, XQ, XR, XS, XT, XU, XV, XW, XX, XY, XZ, YA, YB, YC, YD, YE, YF, YG, YH, YI, YJ, YK, YL, YM, YN, YO, YP, YQ, YR, YS, YT, YU, YV, YW, YX, YY, YZ, ZA, ZB, ZC, ZD, ZE, ZF, ZG, ZH, ZI, ZJ, ZK, ZL, ZM, ZN, ZO, ZP, ZQ, ZR, ZS, ZT, ZU, ZV, ZW, ZX, ZY, ZZ

[illegible]

ESCALA - 1:50

ESCALA - 1:50



N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

--	--	--	--



ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - EEAT
ARMAÇÃO

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0526ST-003-EST-R00-dwg	DATA:	SETEMBRO/2017

1.2 Reservatório Apoiado 700m³

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO APOIADO 700M³



Cagece

Serra/ES

19 de outubro de 2017

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	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA EEAT-08	12
3.1	FUNDO	12
3.2	PAR1=PAR2.....	16
3.3	PAR3=PAR4.....	20

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural do reservatório apoiado de 700m³.

1.2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

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

- SAA Juazeiro do Norte - Triângulo - 22e23 RAP 700m³

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: reservatório apoiado de 700m³.

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

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

Documentos técnicos e livros como:

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

Além dos softwares de dimensionamento e análise hiperestática: STRAP 2011

1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

- Fck: 30 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- Es: 210 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras ≤ 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

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 ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	
^a 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).			
^b 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.			
^c 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 ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55
^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado. ^b 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 ≥ 15 mm. ^c 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. ^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 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 ^a	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 ^a	Combinação frequente
^a 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 ^a	Tipo ^{b, c}	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	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$
^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655. ^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado. ^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.					

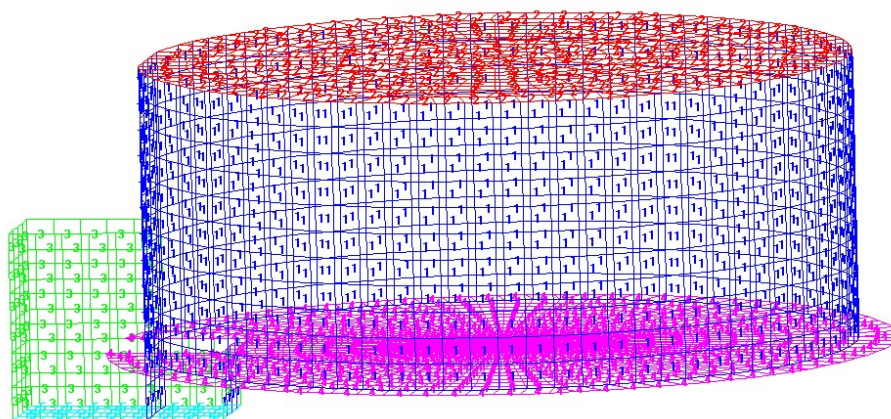
- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

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 DA MALHA - RESERVATÓRIO APOIADO

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 (γ_g , γ_q), fatores de combinação (ψ_q), e fatores de redução (ψ_1 , ψ_2) para:

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

	CN-ELU	CQP-ELS	CF-ELS
Ações Permanentes:	γ_g	γ_g	γ_g
Cargas permanentes	1,4	1	1
Retração	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. princ.):	γ_q	γ_q	γ_q
Sobrecarga	1,4	1	1
Empuxo hidrostático	1,4	1	1
Gradiente térmico	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. secnd.):	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga	0,8	0,7	0,6
Empuxo hidrostático	0,8	0,7	0,6
Gradiente térmico	0,6	0,5	0,3

Grandezas Físicas das Ações:

- g1 - Peso próprio do concreto = Volume dos elementos multiplicado pelo peso específico do concreto armado. Unidades: peso em tf e o volume em m³.
- g2 - Empuxo de terra

Argila com areia fina cor variegada

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

$\phi = 0^\circ$ $K_0 = 1,00$ $K_0 = 1 - \sin \phi$

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

- g3 - Enchimentos = Volume do elemento multiplicado pelo peso específico do material. Unidades: peso em tf e volume em m³.
- g4 - Retração: Não Consideramos uma retração em toda a estrutura
- q1 - Empuxo Hidrostático interno: Em todas as faces internas estão sendo aplicada uma pressão de base ao topo. O peso específico utilizado no cálculo destas pressões é o da água, igual a 1tf/m³ multiplicado pela altura da lamina d'água.
- q2 - Sobrecarga: Nas lajes de tampa e escadas foram consideradas sobrecargas de utilização iguais a 0,3 tf/m².
- q3 - gradiente térmico: Não foi considerado, as estruturas estão enterradas e as partes expostas tem pequenas dimensões e em consequência as deformações devido ao gradiente térmico são insignificantes.

Combinações:

Estado Limite Último - ELU-CN (cheio):

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

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

Estado Limite Último - ELU-CN (vazio):

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

Estado Limite de Serviço ELS-CF (cheio)

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

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

Estado Limite de Serviço ELS-CF (vazio)

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

Especial, para verificação da flutuação

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

2.2 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

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

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

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

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

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

- $h=15\text{cm}$; $M_r = 3,45\text{tf} \cdot \text{m}$
- $h=20\text{cm}$; $M_r = 4,50\text{tf} \cdot \text{m}$
- $h=25\text{cm}$; $M_r = 4,50\text{tf} \cdot \text{m}$
- $h=30\text{cm}$; $M_r = 5,19\text{tf} \cdot \text{m}$
- $h=35\text{cm}$; $M_r = 6,03\text{tf} \cdot \text{m}$
- $h=40\text{cm}$; $M_r = 6,90\text{tf} \cdot \text{m}$

Armadura mínima prevista em norma:

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

Sendo ρ_{min} taxa de armadura mínima conforme a NBR 6118:2003

Tabela 17.3 - Taxas mínimas de armadura de flexão para vigas								
Forma da seção	Valores de $\rho_{min}^{1)}$ ($A_{s,min}/A_c$)							
	f_{ck} ω_{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

¹⁾ Os valores de ρ_{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, ρ_{min} deve ser recalculado com base no valor de ω_{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 $f_{ck} = 30\text{MPa}$, $b=100\text{cm}$, seção retangular e h variado igual à:

- $h=15\text{cm}$; $A_{s,min} = 3,45\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/18$
- $h=20\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/12$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/20$
- $h=25\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/10$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/18$
- $h=30\text{cm}$; $A_{s,min} = 5,19\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/15$
- $h=35\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,03\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/12$
- $h=40\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,90\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/10$

2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

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

- Reservatório Apoiado 700m^3 :

Paredes: 20 cm

Fundo: 40 cm

Tampa: 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:

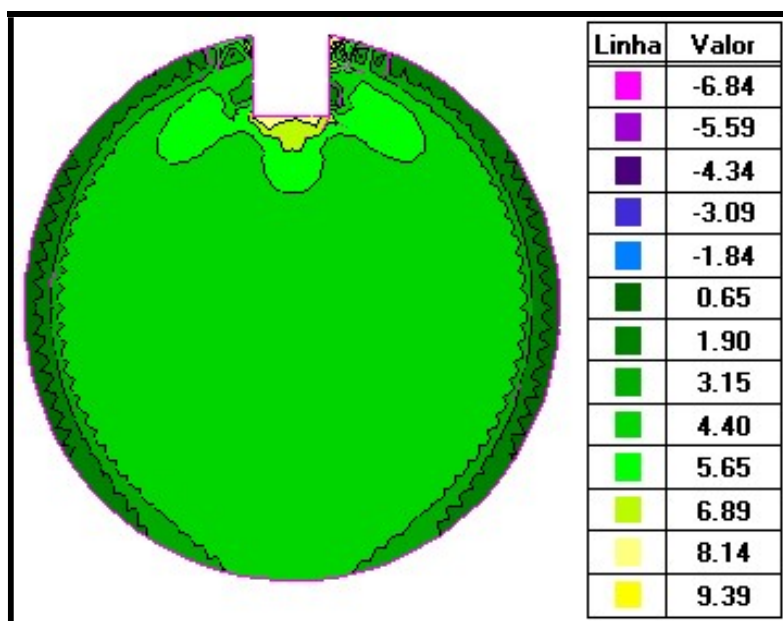
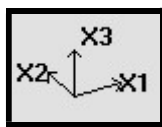
Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)	Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	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)

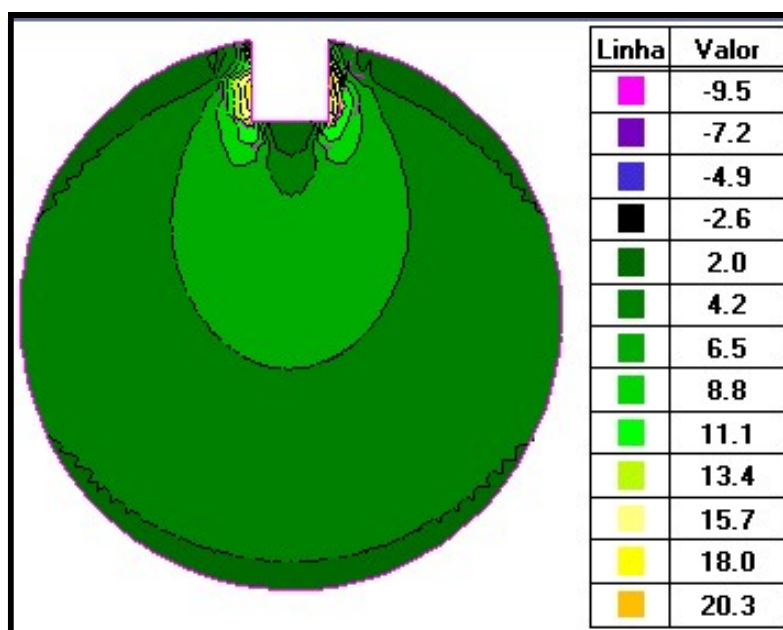
Adotamos uma taxa de solo de 1,5Kgf/cm², conforme sondagem fornecida. Com coeficiente de mola de $x_3=750\text{tf/m}$

3.0 RESERVATÓRIO APOIADO 500M³

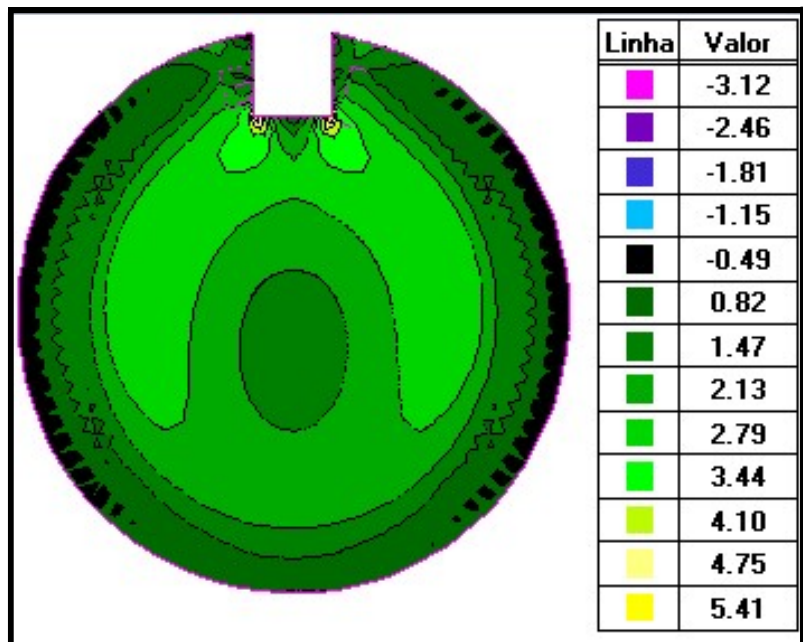
3.1 FUNDO



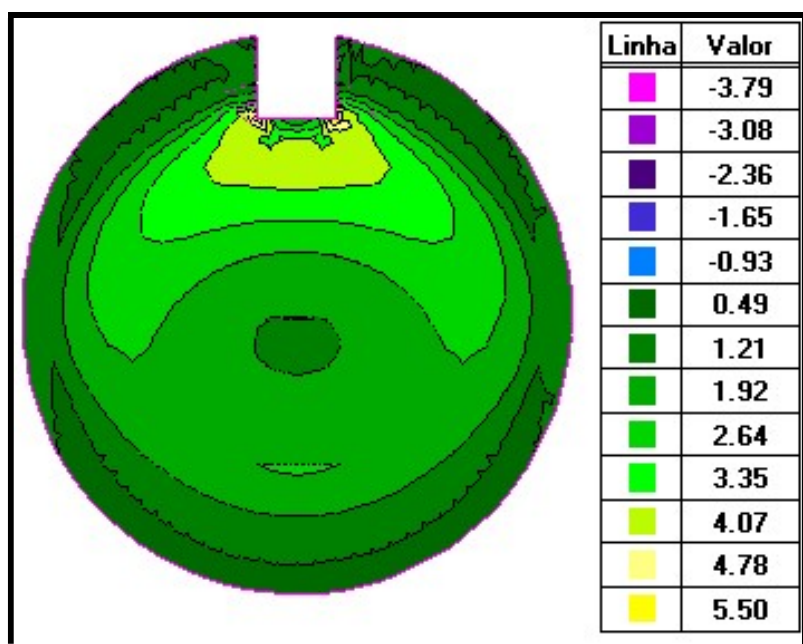
FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais			Esforços			Seção		SEGURANÇA			
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\max}$	As,min (cm²/m)	γ_c	γ_s	Classe Agres.
500	30		3,44	5,65	40	5,0	0,5	6,92	1,40	1,15	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica											
Armadura necessária			Arranjo								
			Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)						
As1 (cm²/m)	-		10	10,0	7,85						
As2 (cm²/m)	2,18		10	10,0	7,85						

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,034	0,000	0,015

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais			Esforços			Seção					
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)		h (cm)	d' (cm)	Bitola $\emptyset$	Esp. (cm)		
500	30		3,44	5,65		40	5	10	10,0		

Cálculo											
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)				
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	10,00	125,00				
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,006283185	0,222	7,76	96,48	0,00	0,01632207	0,111339076				

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais			Esforços		Seção			SEGURANÇA			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ _{máx.}	As,min (cm²/m)	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.
500	30	3,35	6,50	40	5,0	0,5	6,92	1,40	1,15	1,40	Classe IV

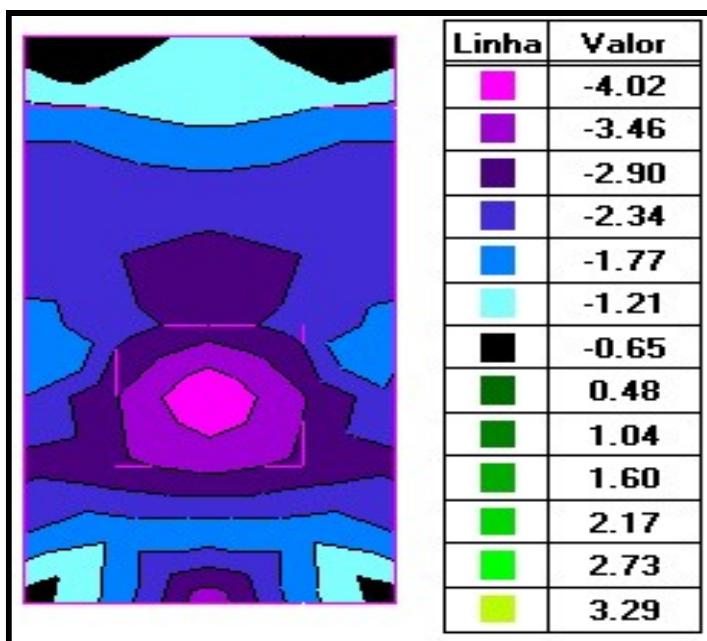
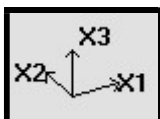
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária	Arranjo			
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	
As1 (cm²/m)	10	10,0	7,85	
As2 (cm²/m)	10	10,0	7,85	

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,034	0,000	0,013

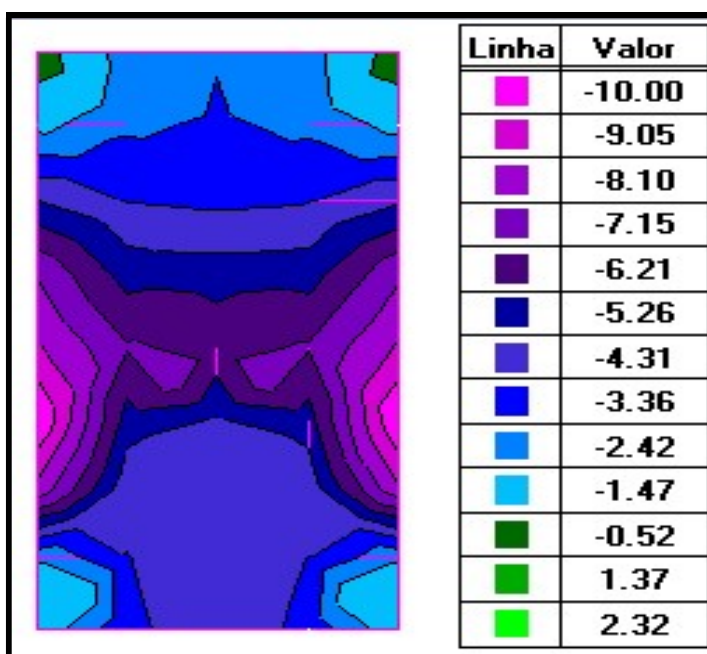
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais		Esforços			Seção						
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)				
500	30	3,35	6,5	40	5	10	10,0				
Cálculo											
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)				
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	10,00	125,00				
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,006283185	0,232	8,13	87,78	0,00	0,01351112	0,101299108				

FUNDO - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

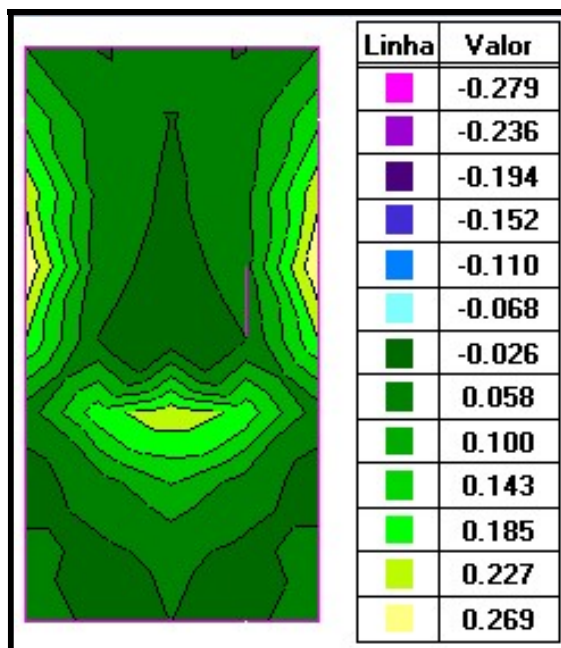
3.2 FUNDO CAIXA



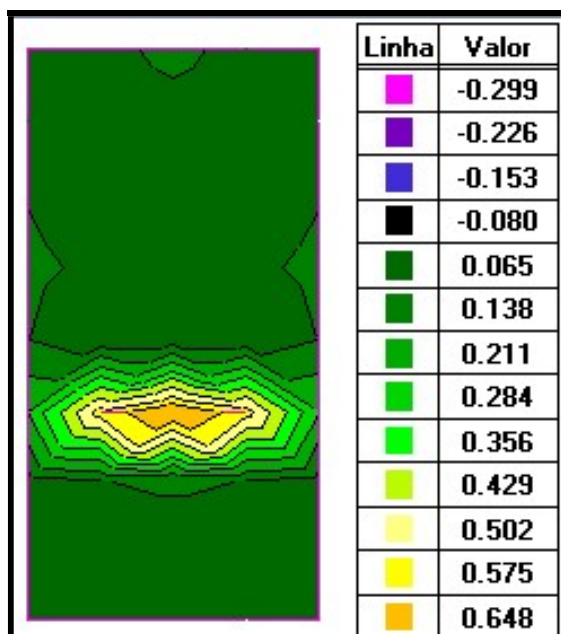
FUNDO CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003										
Materiais			Esforços		Seção			SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\max}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	Classe Agres.
500	30	0,23	3,46	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica										
Armadura necessária			Arranjo							
			Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm ² /m)					
As1 (cm ² /m)	-	8		12,0	4,19					
As2 (cm ² /m)	-	8		12,0	4,19					

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_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	30	0,23	3,46	20	4,9	8	12,0			

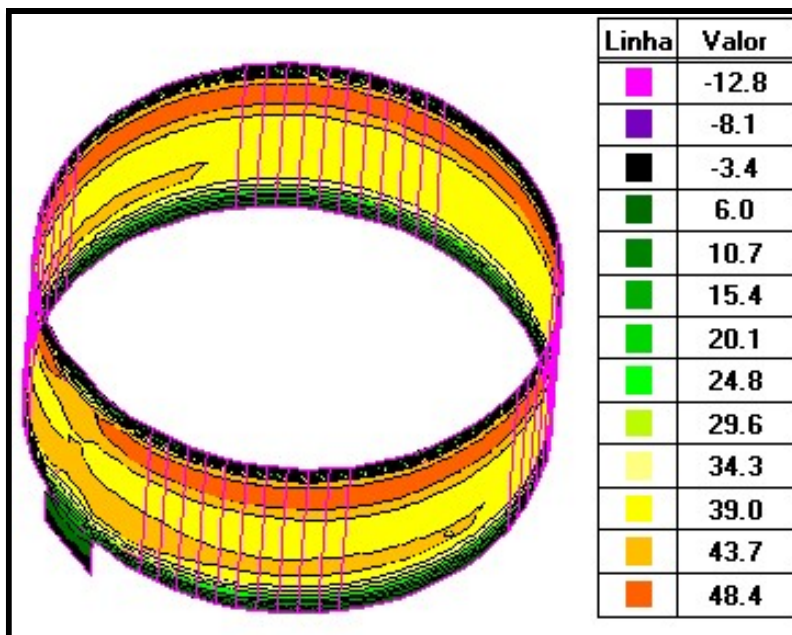
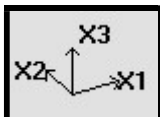
Cálculo										
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)			
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80			
α_s	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,003842927	0,722	10,90	2,02	0,00	5,7218E-06	0,002970346			

FUNDO CAIXA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

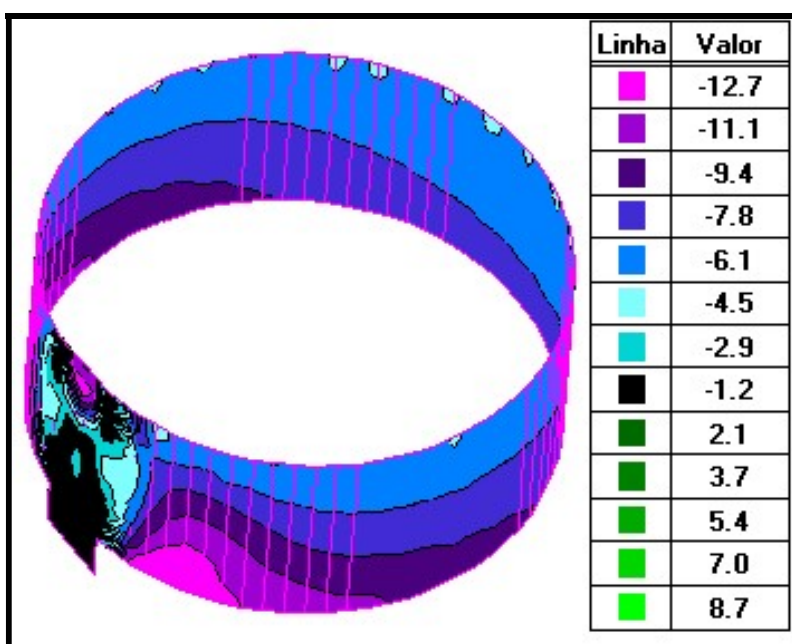
Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003												
Materiais			Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ _{máx.}	As,min (cm²/m)	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.
500	30		0,58	6,21	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica												
Armadura necessária			Arranjo									
			Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)							
As1 (cm²/m)	-		8	12,0	4,19							
As2 (cm²/m)	-		8	12,0	4,19							
Resumo - ELU												
Zona			ξ		ω1		ω2					
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 ø	Esp. (cm)				
500	30		0,58	6,21	20	4,9	8	12,0				
Cálculo												
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)					
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80					
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)					
8,05	0,003842927	0,459	6,94	19,16	0,00	0,00051485	0,028176129					

FUNDO CAIXA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

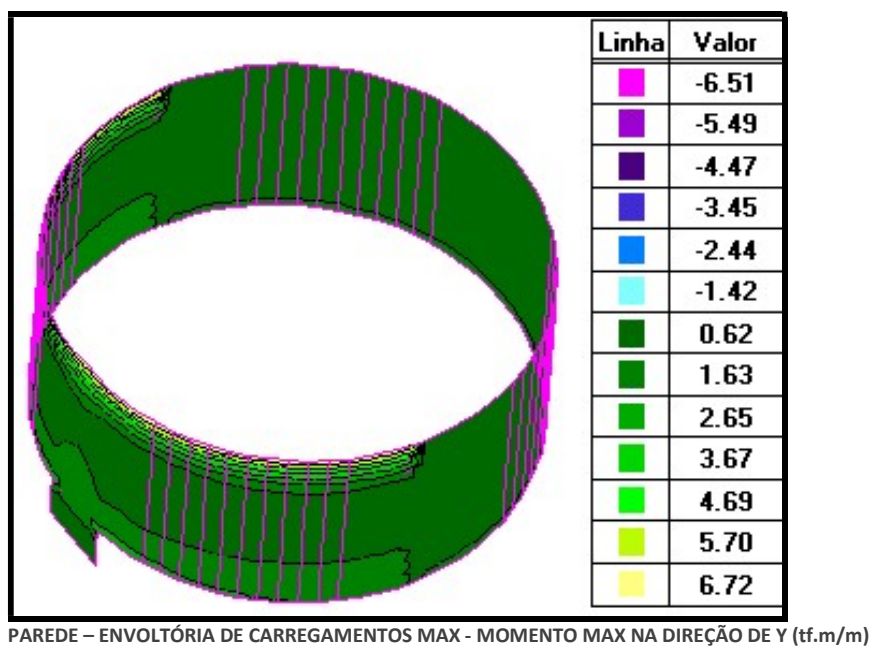
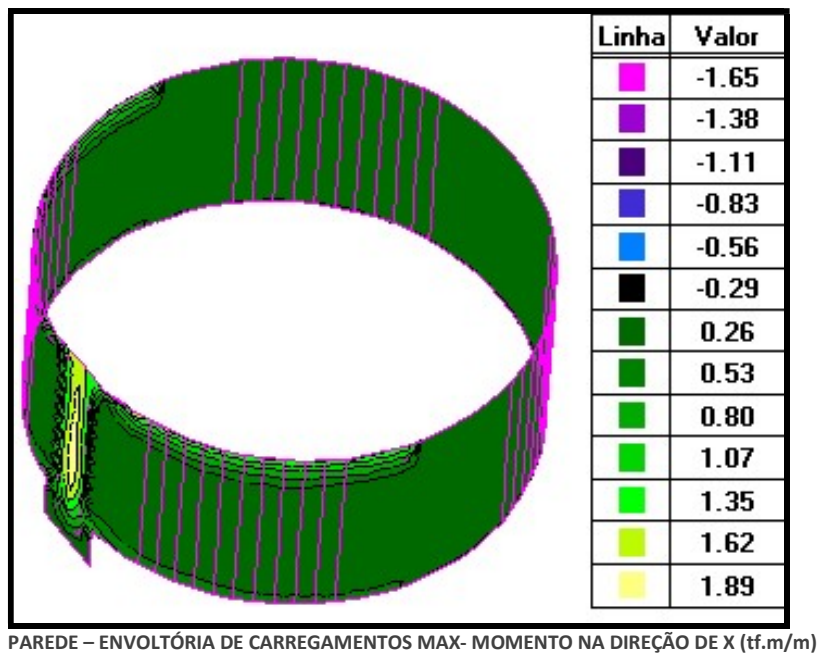
3.3 PAREDE



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



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



Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003									
Materiais		Esforços		Seção		SEGURANÇA			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	$As_{\text{,mín}}$ (cm ² /m)	γ_c	Classe Agres.
500	30	1,62	29,60	20	4,9	0,5	3,46	1,40	Classe IV

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

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_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 ϕ	Esp. (cm)		
500	30	1,62	29,6	20	4,9	8	10,0		

Cálculo									
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acrl (cm ²)		
5,03	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	10,00	109,00		
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,004611512	0,911	13,76	3,39	0,00	1,6091E-05	0,004185426		

PAREDE – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais			Esforços		Seção			SEGURANÇA			
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf Classe Agres.
500	30		3,67	11,10	20	5,1	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40 Classe IV

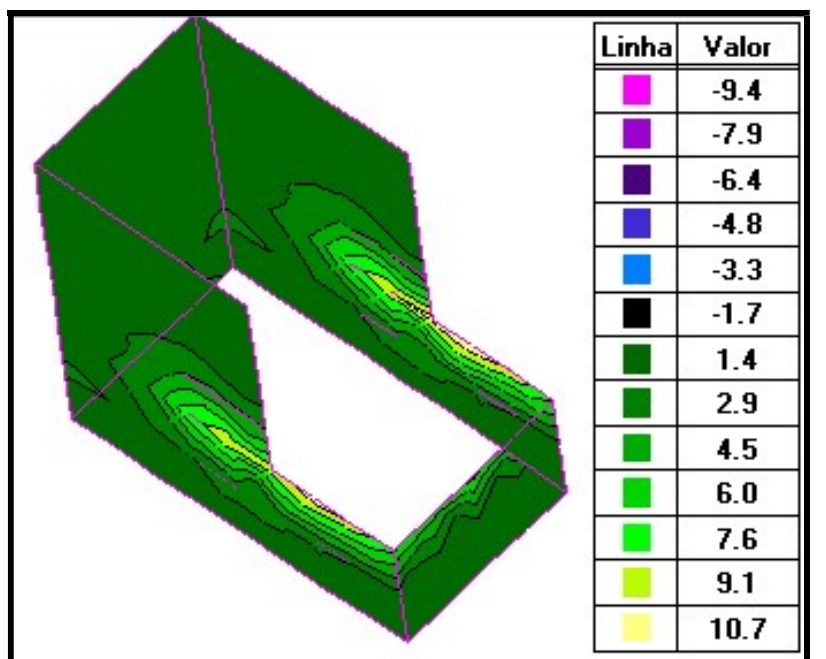
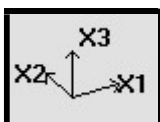
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária		Arranjo		
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	12,5	10,0	12,27
As2 (cm²/m)	6,33	12,5	10,0	12,27

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,199	0,000	0,102

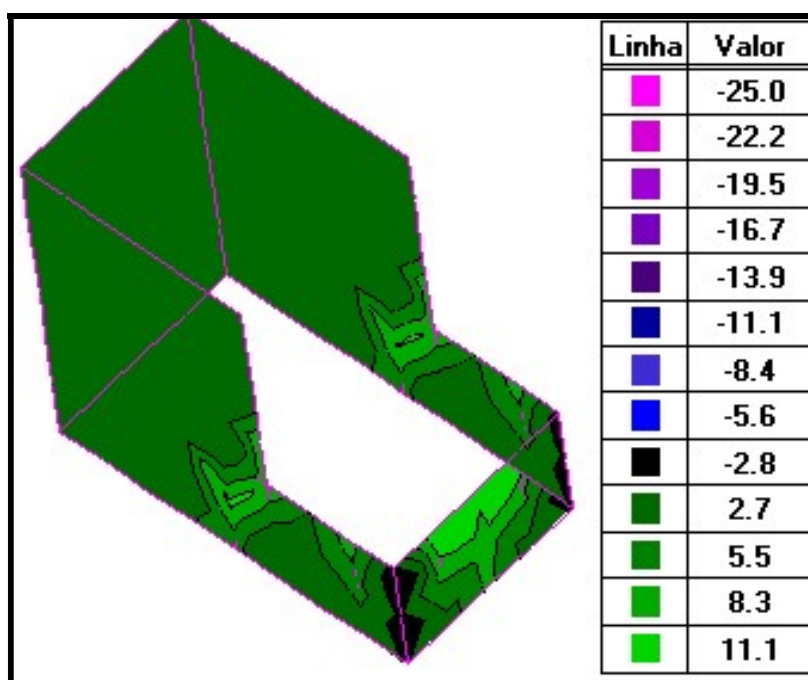
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais		Esforços			Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfrr (tf.m/m)	Nfrr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)		
500	30	3,67	11,1	20	5,125	12,5	10,0		
Cálculo									
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
12,27	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	10,00	145,00		
αs	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,008463342	0,360	5,36	171,73	0,00	0,06464332	0,188127033		

PAREDE – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

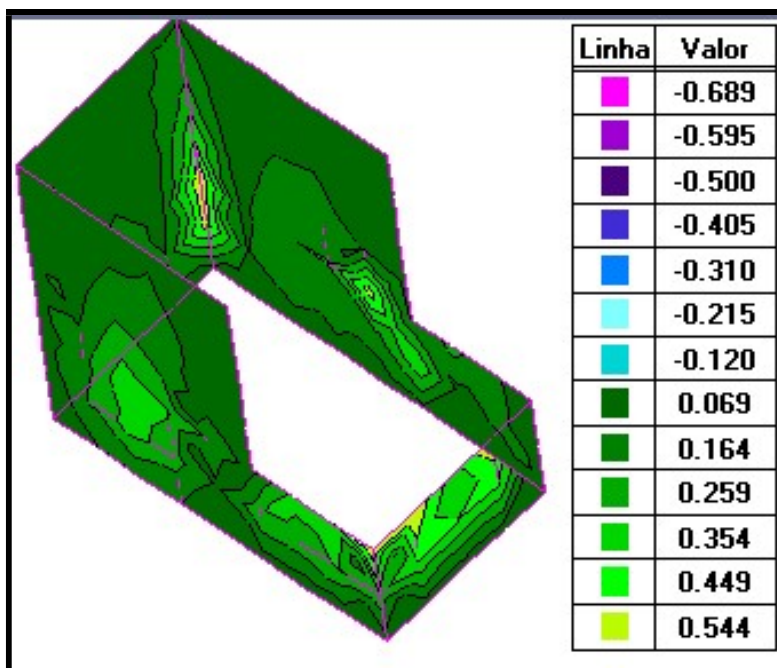
3.4 PAREDE CAIXA



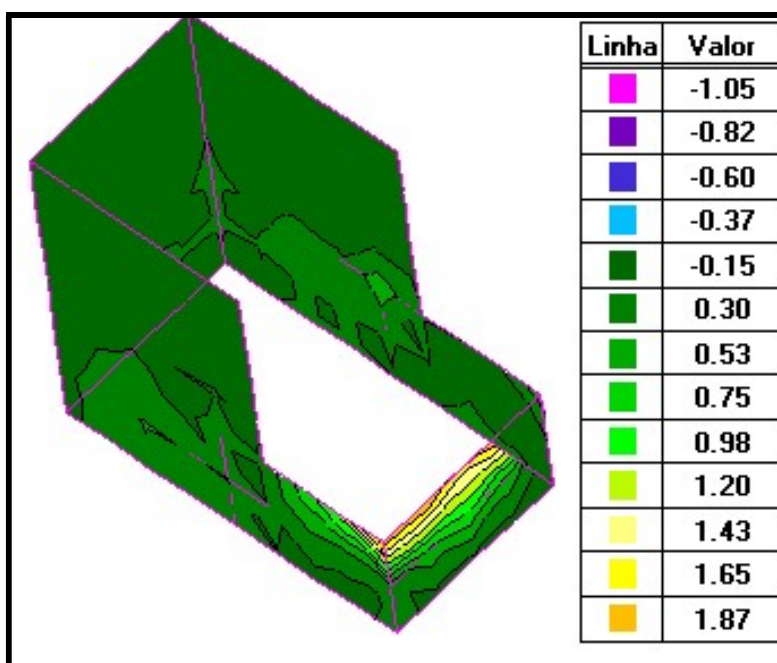
PAREDE CAIXA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003													
Materiais			Esforços		Seção			SEGURANÇA					
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.	
500	30		0,45	7,60	15	4,9	0,5	2,60	1,40	1,15	1,40	Classe IV	

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica					
Armadura necessária		Arranjo			
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	15,0		3,35
As2 (cm²/m)	-	8	15,0		3,35

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
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 ø	Esp. (cm)		
500	30		0,45	7,6		15	4,9	8	15,0		
Cálculo											
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)				
3,35	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80				
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,003842927	0,610	6,17	13,42	0,00	0,00025279	0,019743493				

PAREDE CAIXA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003										
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm²/m)	γ_c	γ_s	Classe Agres.
500	30	0,75	8,30	15	4,9	0,5	2,60	1,40	1,15	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica										
Armadura necessária		Arranjo								
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As (cm)	As,tot (cm²/m)					
As1 (cm²/m)	-	8	15,0		3,35					
As2 (cm²/m)	0,53	8	15,0		3,35					

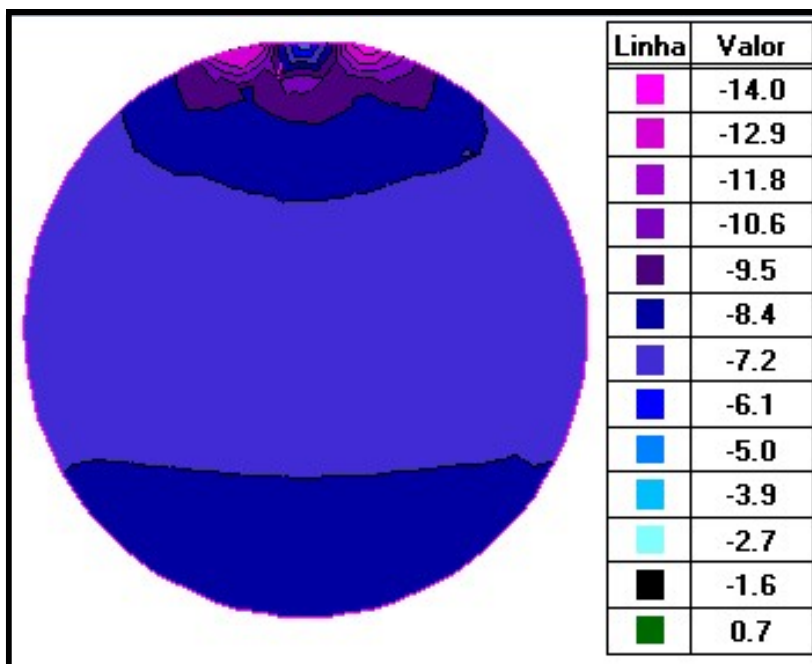
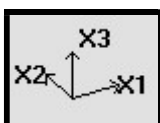
Resumo - ELU				
Zona	ξ	ω_1	ω_2	
Zona D	0,095	0,000	0,012	

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 ϕ	Esp. (cm)			
500	30	0,75	8,3	15	4,9	8	15,0			

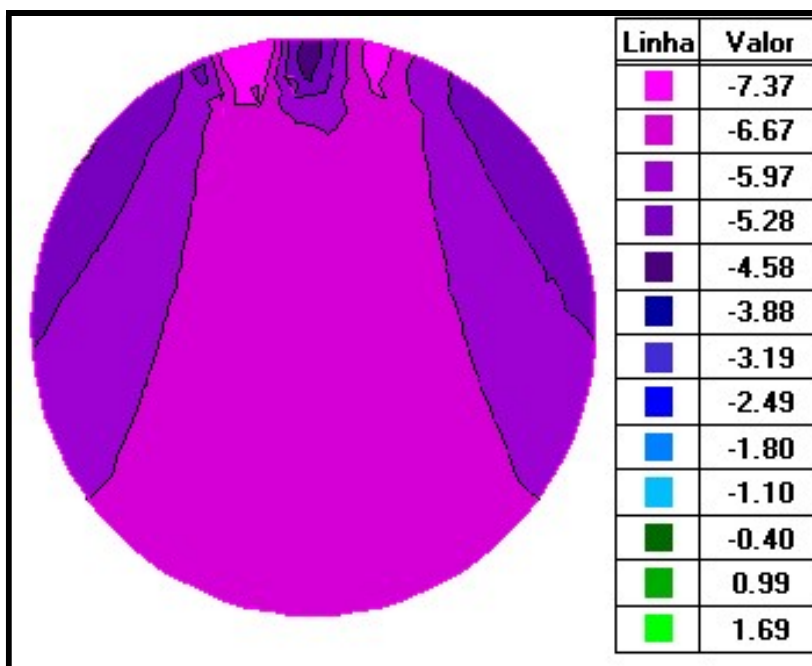
Cálculo										
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)			
3,35	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80			
α_s	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,003842927	0,373	3,77	78,25	0,00	0,00858958	0,115087459			

PAREDE CAIXA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

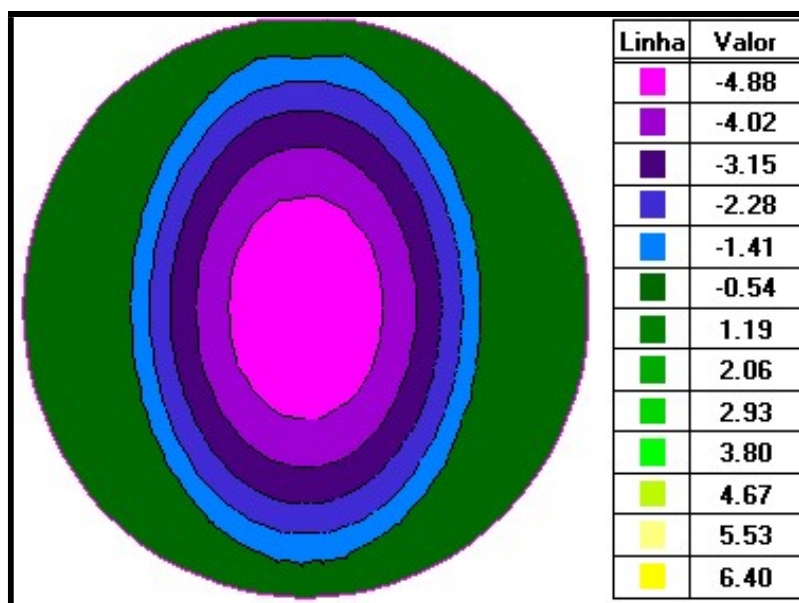
3.5 TAMPA



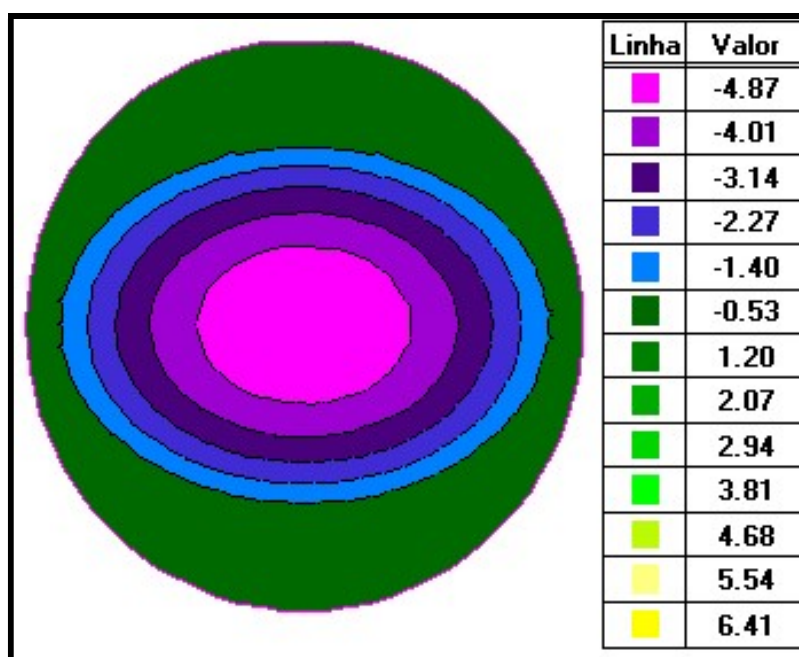
TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003												
Materiais			Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30		4,02	14,00	20	5,1	0,5	3,46	1,40	1 15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária		Arranjo		
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As _{tot} (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	12,5	10,0	12,27
As2 (cm²/m)	6,67	12,5	10,0	12,27

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,224	0,000	0,107

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços			Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)	
500	30		4,02	14	20	5,125	12,5	10,0	
Cálculo									
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
12,27	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	10,00	145,00		
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,008463342	0,370	5,50	179,76	0,00	0,07083698	0,196933398		

TAMPA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D

RESERVATÓRIO APOIADO 700M³

CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa

	FUNDAÇÃO	PAREDE CURVA	TAMPA	CAIXA	TOTAL
VOLUME (m ³)	72,00	47,50	63,50	2,50	185,50
FÔRMA (m ²)	19,00	474,00	320,00	23,00	836,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa

VOLUME (m ³)	9,50
--------------------------	------

FUNDAÇÃO

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	711	284
50A	10	9118	5744
TOTAL		9829	6028

PAREDE CURVA

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	7523	3009
50A	12.5	7323	7323
TOTAL		14846	10332

TAMPA

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	106	43
50A	12.5	9817	9817
TOTAL		9923	9860



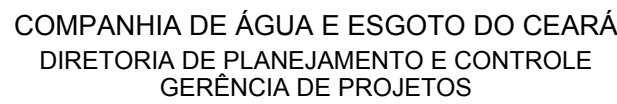
CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D



	ELEMENTOS ESTRUTURAIS							
	TAMPA	PARADES	PARADES CURVA	VIGAS	PILAR	FUNDACA	CAIXAS	TOTAL
ÁREA DE FORMAS (M2)	320,00	XXX	474,00	XXX	XXX	19,00	23,00	836,00
VOLUME DE CONCRETO ESTRUTURAL 30MPA(M3)	63,50	XXX	47,50	XXX	XXX	72,00	2,50	185,50
VOLUME DE CONCRETO SIMPLIS 15MPA(M3)	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	9,00	0,50	9,50

NOTAS :			
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.		LAJES: 5,0CM	SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA		PLARES: 5,0CM	VIGAS: 5,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 26GPA		BLOCOS: 5,0CM	TUBULÃO: 5,0CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C ≤ 0,45		RADIER: 5,0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M³			
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA		13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS - NBR 15996/2009	
CA-60 - FYK = 600 MPA		FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO	
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:		PROJETO, DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS	
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 18,5GPA		14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
ESPESURA : 5,0CM		CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
CONSUMO DE CIMENTO : 290KG/M³		15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014	
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO		PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO	
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV		16 - NORMA DE FUNDACOES : NBR 6122/2010	
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0		PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACOES	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = I		17 - NORMA DE INCENDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
9 - CLASSE DA EDIFICACAO S2 = C		PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCENDIO	
10 - FATOR ESTATISTICO S3 = 1,0		18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30MS		EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :		19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
		TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

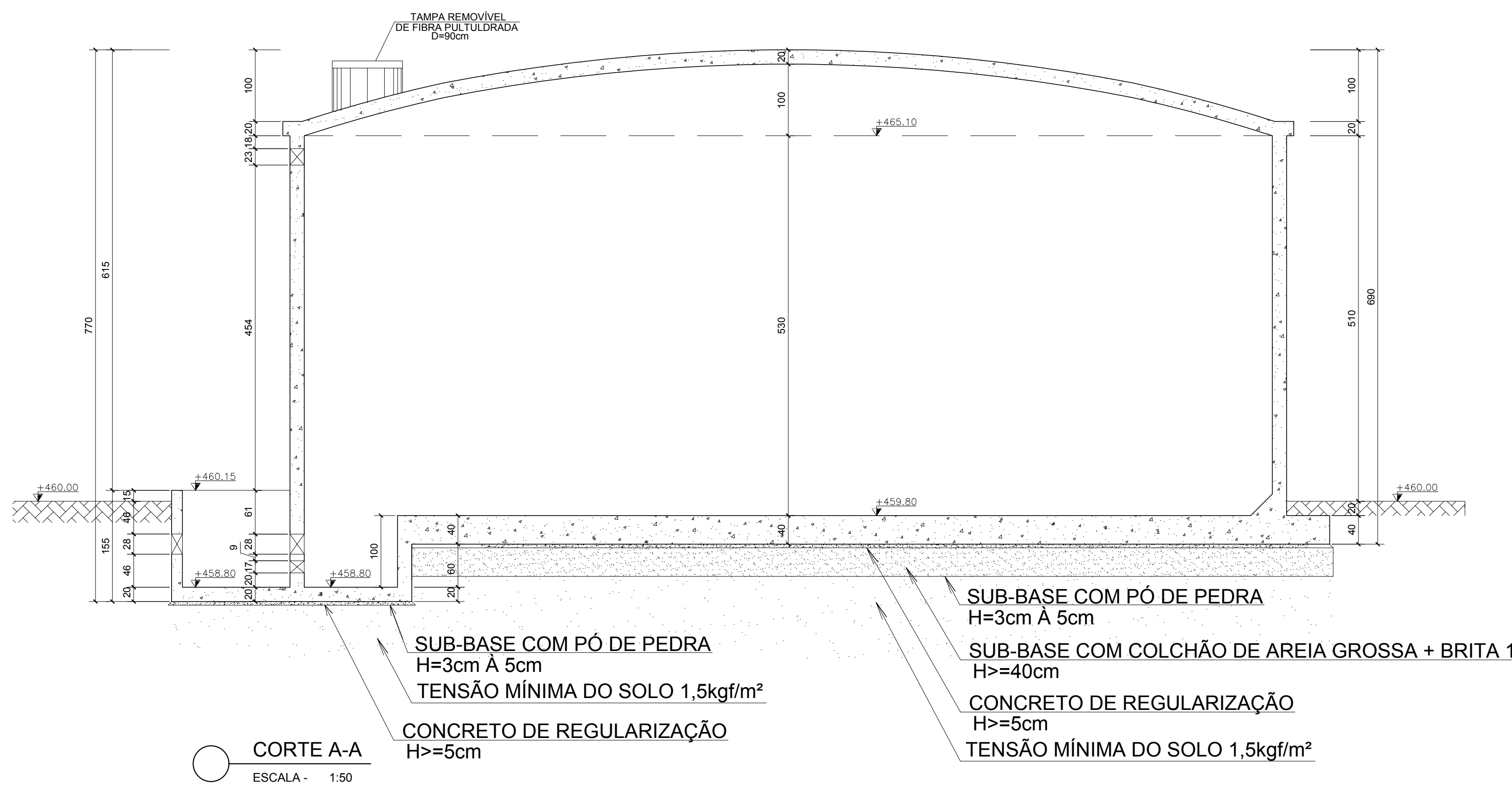
REVISÃO

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO TRIÂNGULO)

PROJETO ESTRUTURAL

RESERVATÓRIO APOIADO 700M³
FORMAS E CORTES

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0527-ST-001-EST-R00.dwg	DATA:	OUTUBRO/201

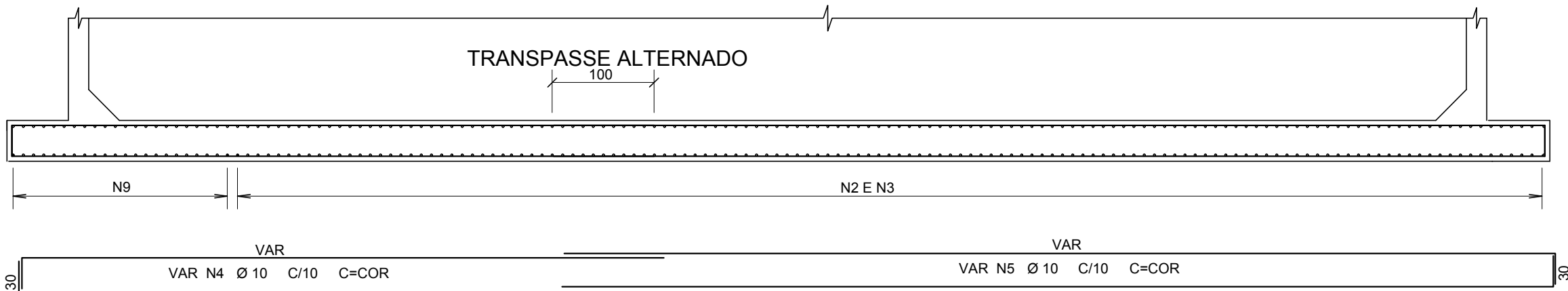


NOTAS :	
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 50CM SAPATAS: 50CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 50CM VIGAS: 50CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 26GPA	BLOCOS: 50CM TUBULÃO: 50CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C=0,45	RADIER: 50CM
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M3	
3 - AÇOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS :NBR 15696/2009
CA-60 - FYK = 600 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	PROJETO,DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18,5GPA	14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980
ESPESSURA : 50CM	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 618/2014
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	16 - NORMA DE FUNDADAÇÕES : NBR 6122/2010
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDADAÇÕES
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO
10 - FATOR ESTADÍSTICO S3 = 1,00	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004
II - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO-V = 30MS	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE GERÊNCIA DE PROJETOS		DESENHO 06	PRANCHAS Nº 02/05
	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO TRIÂNGULO)			
	PROJETO ESTRUTURAL			
RESERVATÓRIO APOIADO 700M³ FORMAS E CORTES				

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0527ST-002-EST-R00.dwg	DATA:	OUTUBRO/2017

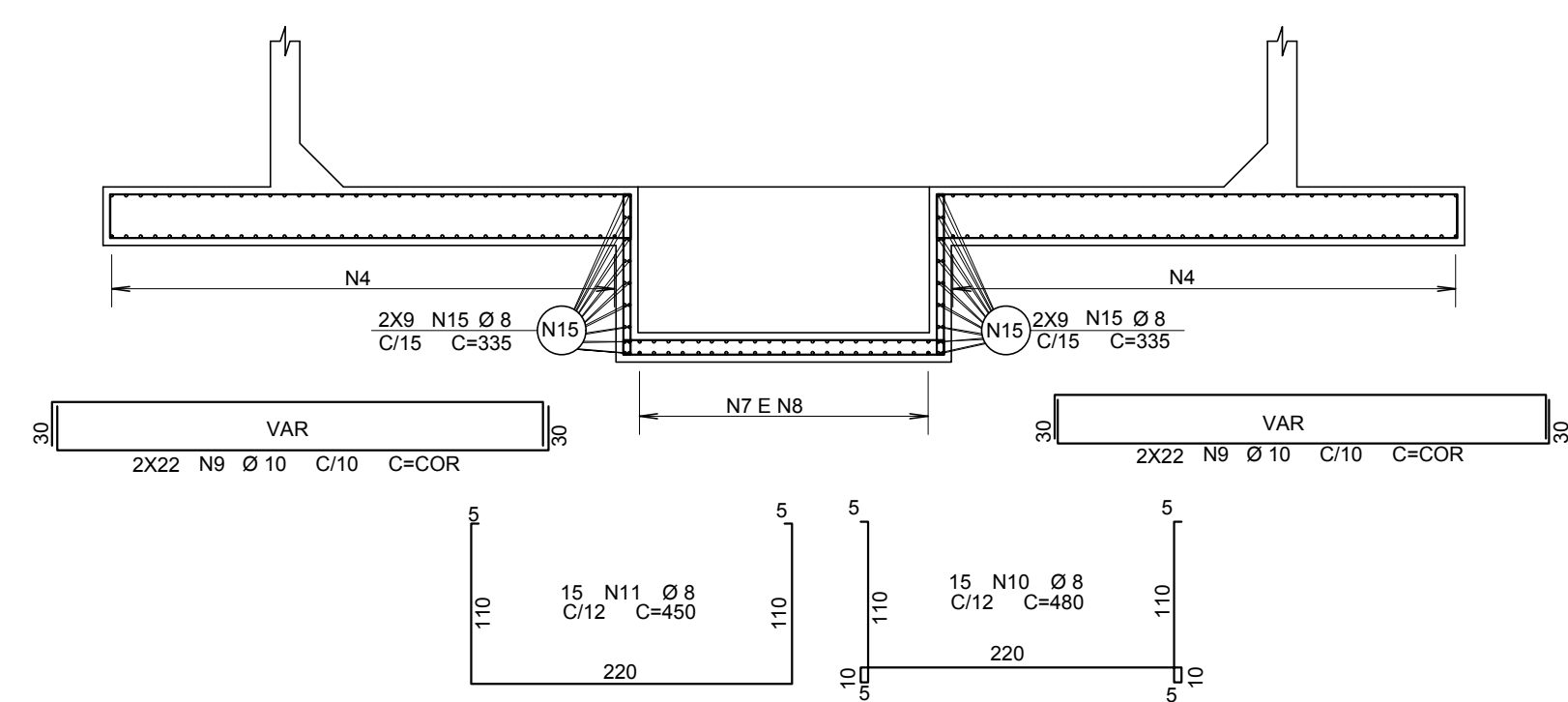
CORTE D-D



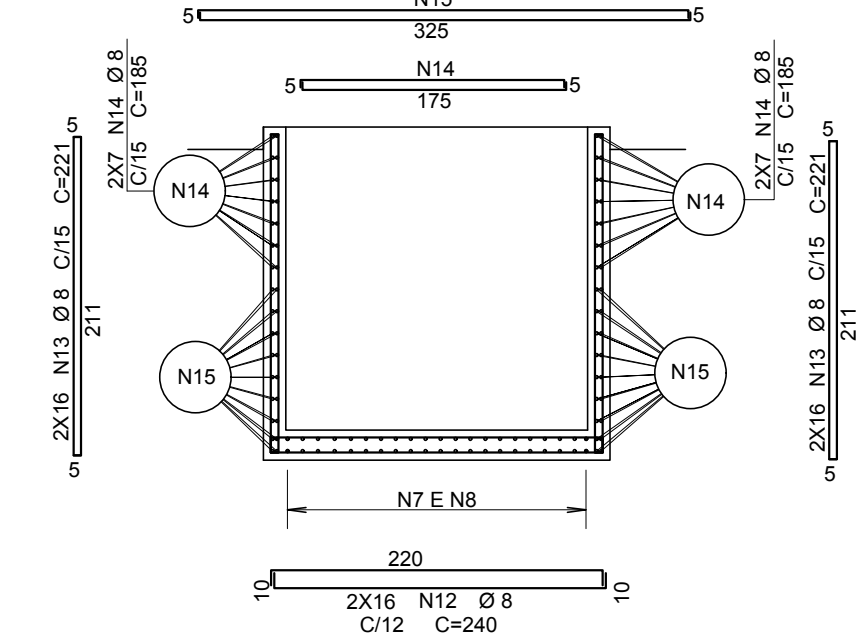
CORTE C-C



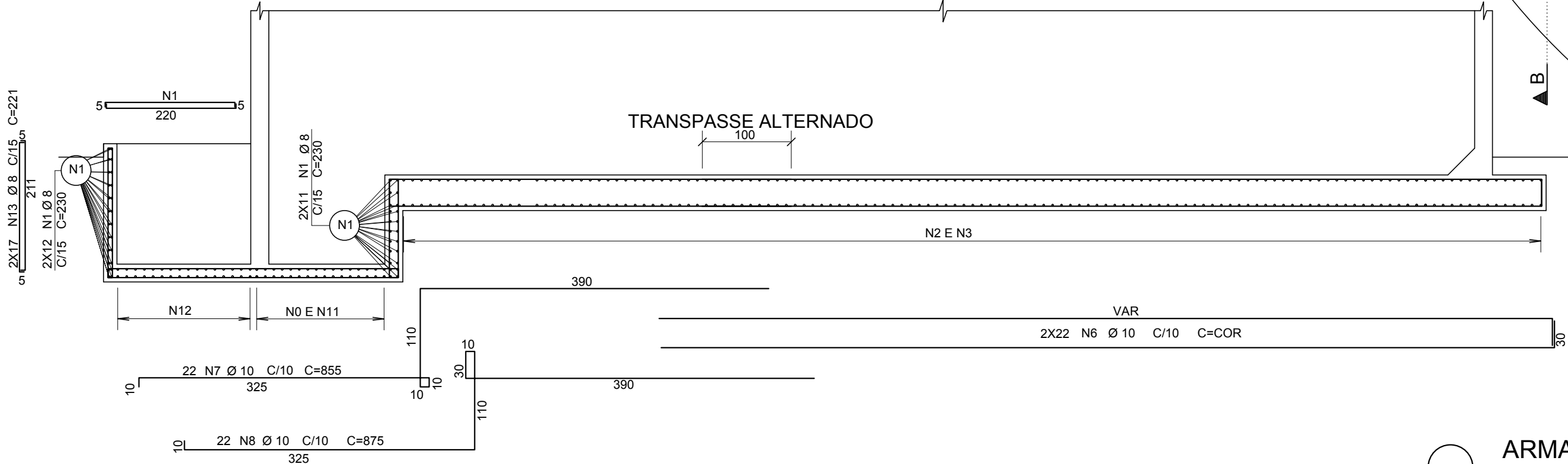
CORTE B-B



CORTE A-A



CORTE E-E

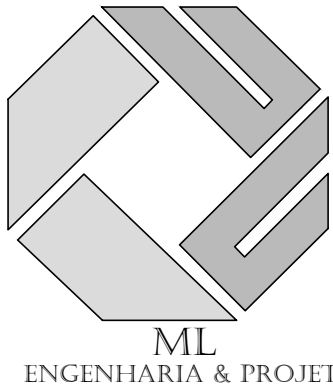
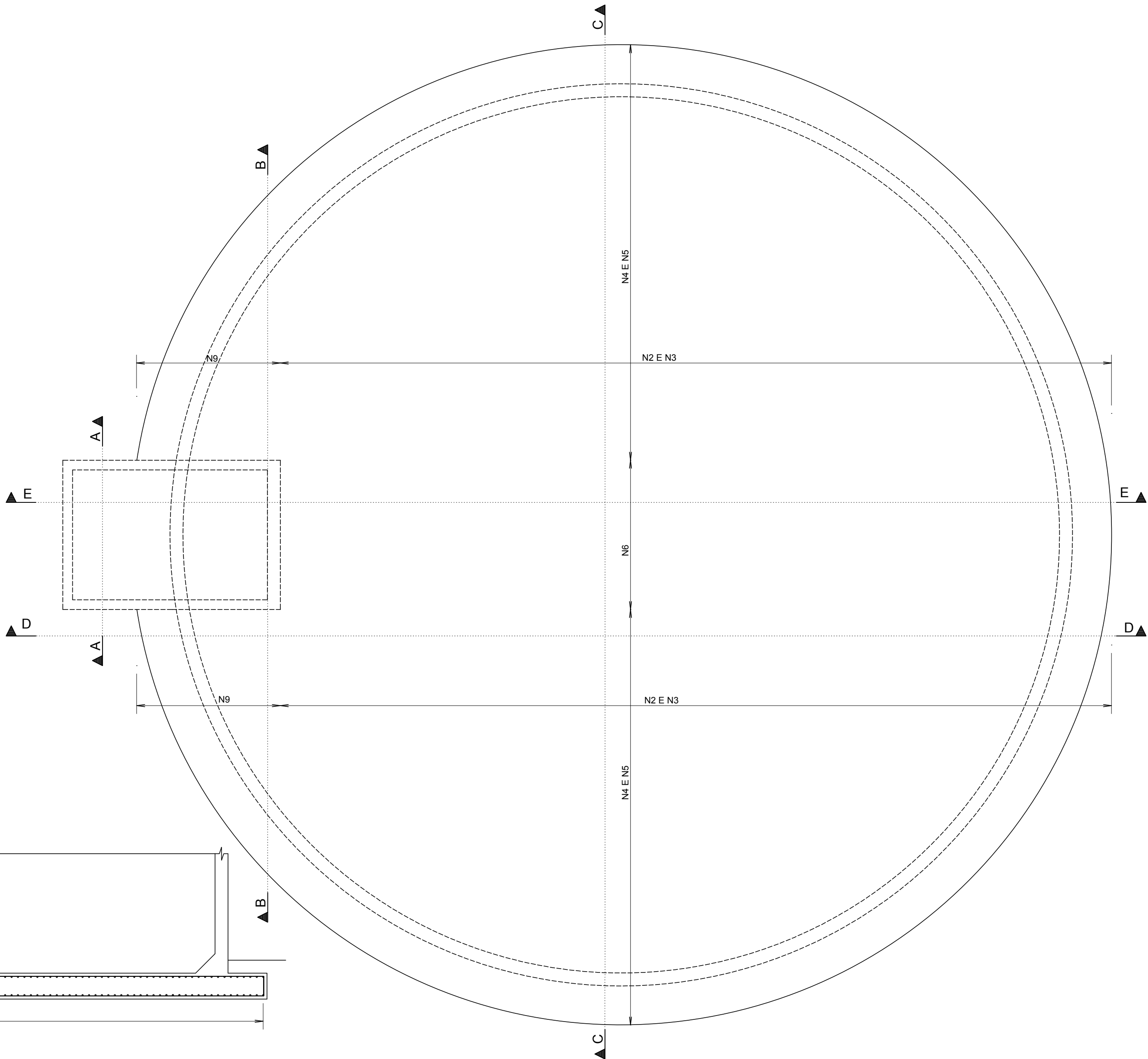


ARMADURA DO FUNDO
ESCALA - 1:50

AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMADURA DO FUNDO					
50A	1	8	46	230	10580
50A	2	10	256	-CORR-	256000
50A	3	10	256	-CORR-	140800
50A	4	10	260	-CORR-	143000
50A	5	10	260	-CORR-	260000
50A	6	10	44	-CORR-	44000
50A	7	10	22	855	18810
50A	8	10	22	875	19250
50A	9	10	88	-CORR-	29920
50A	10	8	15	480	7200
50A	11	8	15	450	6750
50A	12	8	32	240	7680
50A	13	8	98	221	21658
50A	14	8	28	185	5180
50A	15	8	36	335	12060

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	711	284
50A	10	9118	5744
Peso Total	50A =		6029 kg

VISTA SUPERIOR

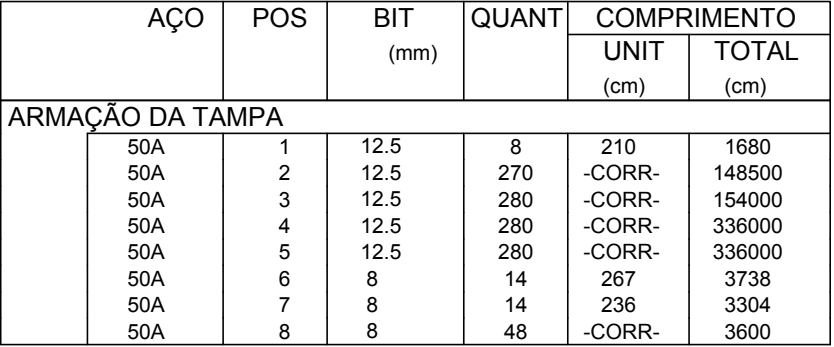


NOTAS :	
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LARG: 5,0CM SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5,0CM VIGAS: 5,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 26GPA	BLOCOS: 5,0CM TUBULÃO: 5,0CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C ≤ 0,45	RÁDIO: 5,0CM
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M3	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 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
ESPESURA : 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 FUNDACÕES : NBR 6122/2010
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 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 14931/2004
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1,00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

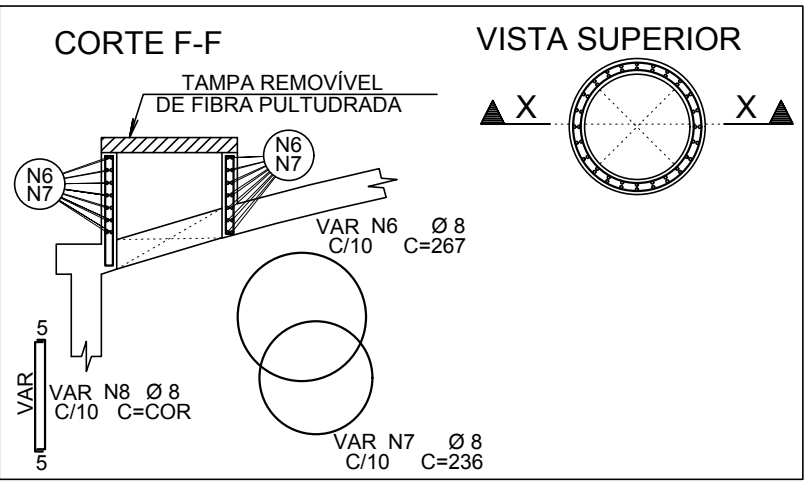
Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE GERÊNCIA DE PROJETOS	DESENHO 06	PRANCHA Nº 03/05
	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO TRIÂNGULO)	PROJETO ESTRUTURAL	
	RESERVATÓRIO APOIADO 700M³ ARMADURA - DO FUNDO		

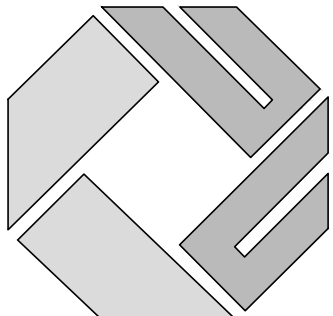
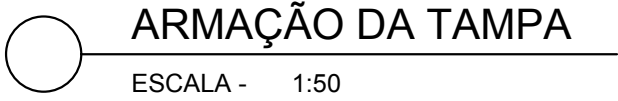
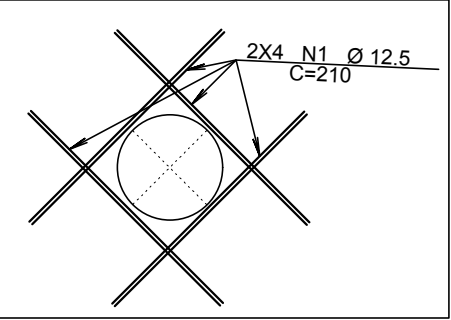
GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0527ST-003-EST-R00.dwg	DATA:	OUTUBRO/2017



RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR	PESO (kg)
50A	8	106	43
50A	12.5	9762	9762
Peso Total 50A =		9804 kg	



FURO TAMPA
D=70cm



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :			
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.		LAJES: 5,0CM	SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO: FCK = 30MPA		PILARES: 5,0CM	VIGAS: 5,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE: Ecs = 28GPA		BLOCOS: 5,0CM	TUBULÃO: 5,0CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C =0,45		RADIÊR: 5,0CM	
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.DIMENSIONAMNETO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS	
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:		14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6122/1980	
MÓDULO DE ELASTICIDADE: Ecs = 18,5GPA		CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESURA : 5,0CM		15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6188/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/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 = IV		PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES	
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0		17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = I		PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO: S2 = C		18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTÁTISTICO S3 = 1,00		EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S		19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :		TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

REVISÃO

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
GERÊNCIA DE PROJETOS

DESENHO	PRANCHA Nº
06	04/05

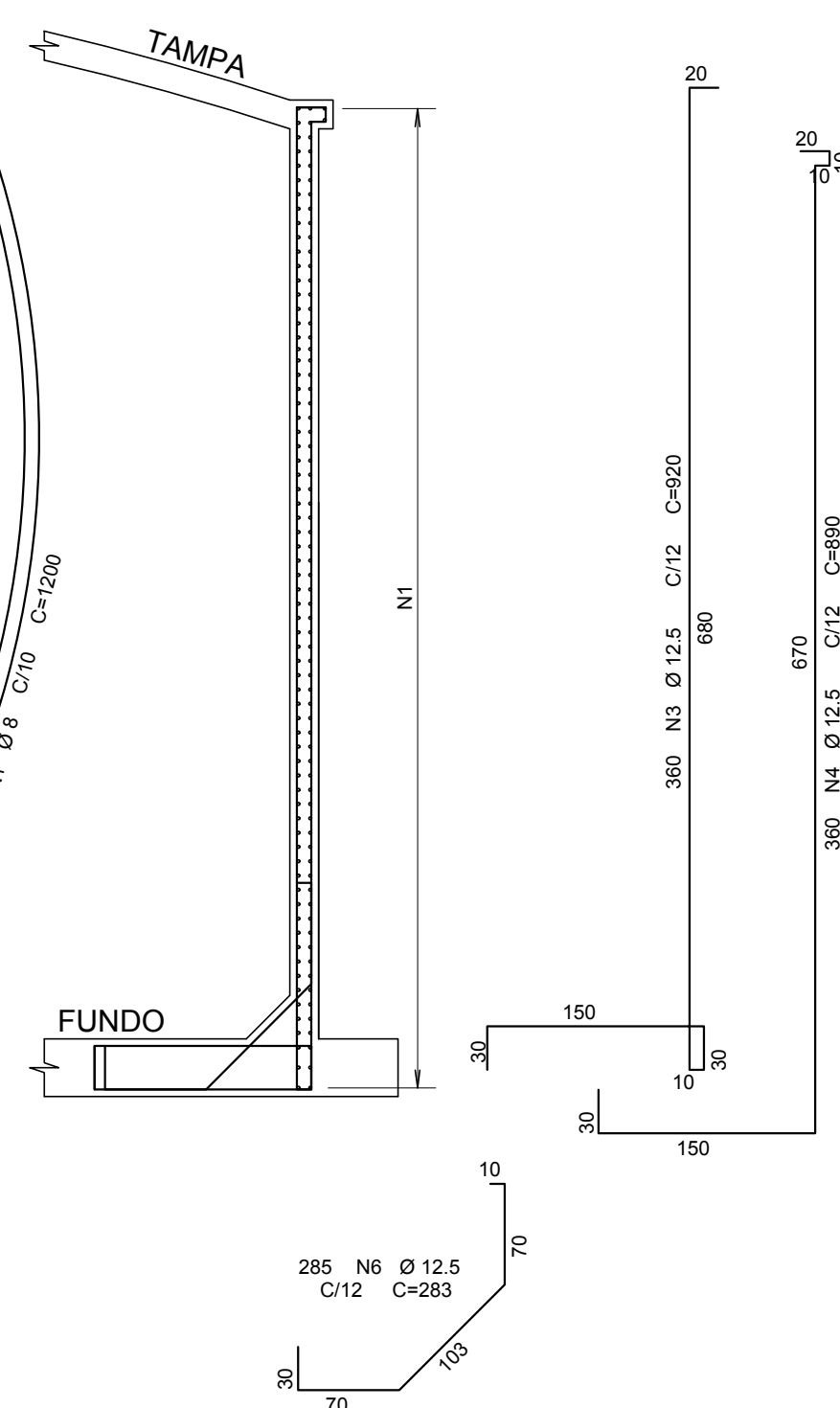
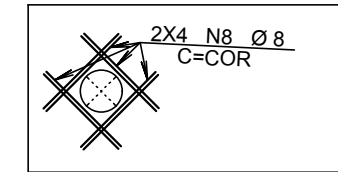
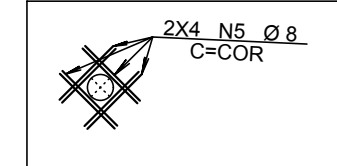
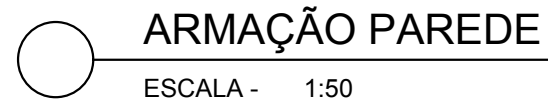
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE (BAIRRO TRIANGULO)

PROJETO ESTRUTURAL

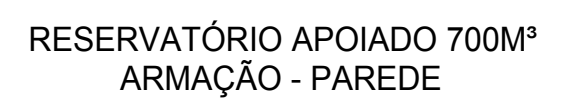
RESERVATÓRIO APOIADO 700M³
ARMAÇÃO - TAMPA

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0527-ST-004-EST-R00.dwg	DATA:	OUTUBRO/2017

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	7523	3009
50A	12.5	7323	7323
Peso Total	50A =		10332 kg



Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO



GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	CAROLINE BASTO	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0527ST-005-EST-R00.dwg	DATA:	OUTUBRO/2017

1.3 Reservatório Elevado $V=150\text{m}^3$

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO ELEVADO $V=150M^3$



Cagece

Serra/ES

24 de agosto de 2017

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.....	11
3.0	RESERVATÓRIOS ELEVADO	12
3.1	PAR1=PAR2.....	12
3.2	PAR3=PAR4.....	16
3.3	FUNDO	19
3.4	TAMPA	24
3.5	PILARES-VIGAS.....	28

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural dos reservatório elevado $v=150m^3$.

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:

- JUAZEIRO_DO_NORTE_26-27.30_REL150m_01-02.02

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: do reservatório elevado $v=150m^3$.

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

- F_{ck} : 30 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- E_s : 210 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras ≤ 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

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 ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	
^a 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).			
^b 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.			
^c 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 ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55
^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado. ^b 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 ≥ 15 mm. ^c 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. ^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 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 ^a	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 ^a	Combinação frequente
^a 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 ^a	Tipo ^{b, c}	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	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$
^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655. ^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado. ^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.					

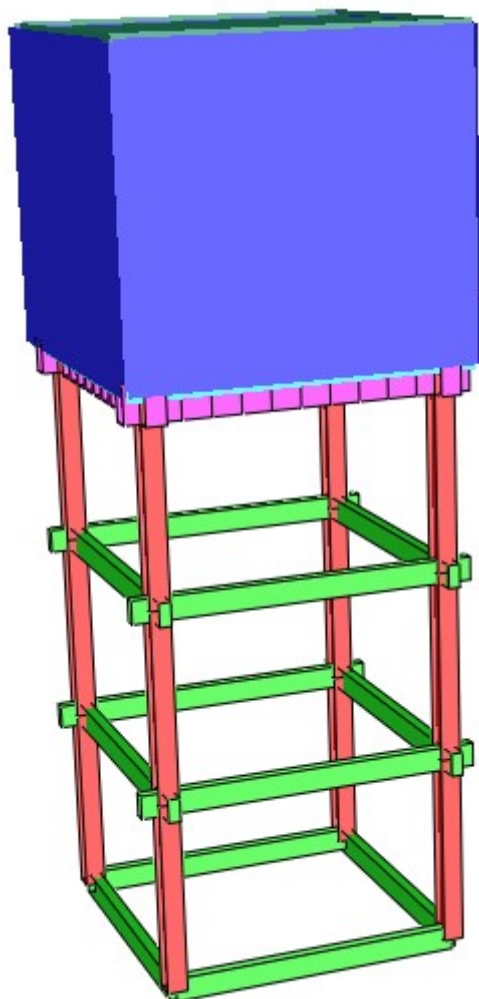
- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

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

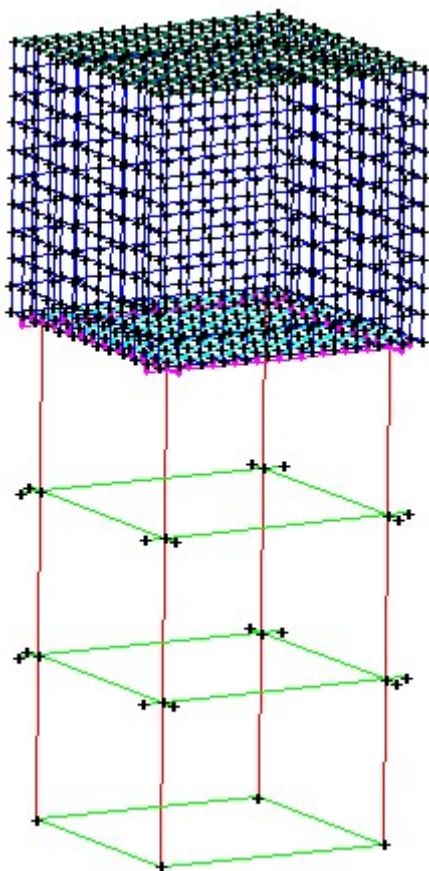
$$d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

2.0 MODELO DE CÁLCULO

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



PERSPECTIVA 3D - Reservatórios Elevado



PERSPECTIVA 3D da malha - Reservatórios Elevado

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 (γ_g , γ_q), fatores de combinação (ψ_q), e fatores de redução (ψ_1 , ψ_2) para:

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

	CN-ELU	CQP-ELS	CF-ELS
Ações Permanentes:	γ_g	γ_g	γ_g
Cargas permanentes	1,4	1	1
Retração	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. princ.):	γ_q	γ_q	γ_q
Sobrecarga	1,4	1	1
Empuxo hidrostático	1,4	1	1
Gradiente térmico	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. secnd.):	ψ_0	ψ_1	ψ_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

$\phi = 0^\circ$ $K_0 = 1,00$ $K_0 = 1 - \tan \phi$

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

- 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 tf/m^3 multiplicado pela altura da lamina d'água.
- q_2 - Sobrecarga: Nas lajes de tampa e escadas foram consideradas sobrecargas de utilização iguais a $0,3 \text{ tf/m}^2$.
- q_3 - gradiente térmico: Não foi considerado, as estruturas estão enterradas e as partes expostas tem pequenas dimensões e em consequência as deformações devido ao gradiente térmico são insignificantes.

Combinações:

Estado Limite Último - ELU-CN (cheio):

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

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

Estado Limite Último - ELU-CN (vazio):

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

Estado Limite de Serviço ELS-CF (cheio)

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

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

Estado Limite de Serviço ELS-CF (vazio)

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

Especial, para verificação da flutuação

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

2.2 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

Os cálculos de paredes e lajes de fundo e tampas foram considerados um elemento estrutural de 100 cm de largura e altura h , para o dimensionamento a flexo-tração com a força da envoltória máxima nas direções x e y e momentos da envoltória máxima e mínima nas direções x e y . A compressão aqui foi desprezada por entender que a solicitação 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):

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

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

- $h=15\text{cm}$; $M_r = 3,45\text{tf.m}$
- $h=20\text{cm}$; $M_r = 4,50\text{tf.m}$
- $h=25\text{cm}$; $M_r = 4,50\text{tf.m}$
- $h=30\text{cm}$; $M_r = 5,19\text{tf.m}$
- $h=35\text{cm}$; $M_r = 6,03\text{tf.m}$
- $h=40\text{cm}$; $M_r = 6,90\text{tf.m}$

Armadura mínima prevista em norma:

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

Sendo ρ_{min} taxa de armadura mínima conforme a NBR 6118:2003

Tabela 17.3 - Taxas mínimas de armadura de flexão para vigas								
Forma da seção	Valores de $\rho_{min}^{1)}$ ($A_{s,min}/A_c$)							
	f_{ck}	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

¹⁾ Os valores de ρ_{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, ρ_{min} deve ser recalculado com base no valor de ω_{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 $f_{ck} = 30\text{MPa}$, $b=100\text{cm}$, seção retangular e h variado igual à:

- $h=15\text{cm}$; $A_{s,min} = 3,45\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/18$
- $h=20\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/12$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/20$
- $h=25\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/10$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/18$
- $h=30\text{cm}$; $A_{s,min} = 5,19\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/15$
- $h=35\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,03\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/12$
- $h=40\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,90\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/10$

2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

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

- Reservatório Elevado de Concreto Armado:

Tampas: 20 cm

Paredes: 20 cm

Fundo: 20 cm

Pilar: 35x35cm

Vigas: 20x50cm, 20x40cm e 35x60

2.4 FUNDAÇÃO

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

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

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

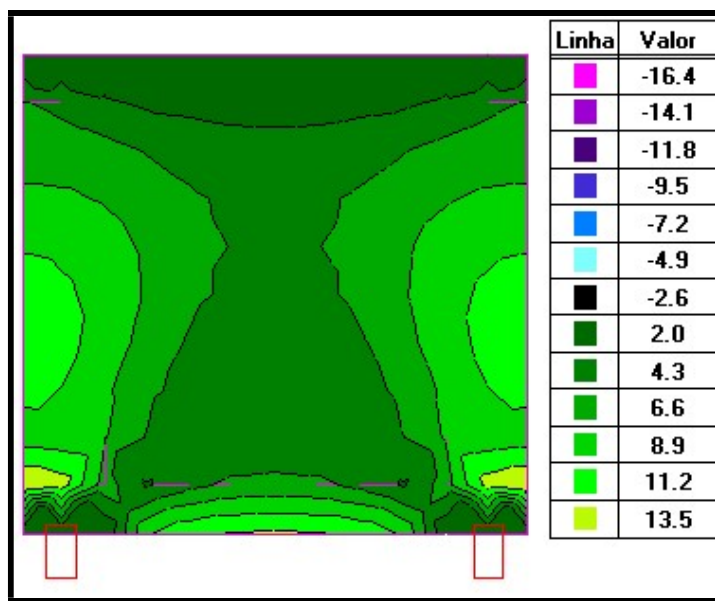
Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)	Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	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)

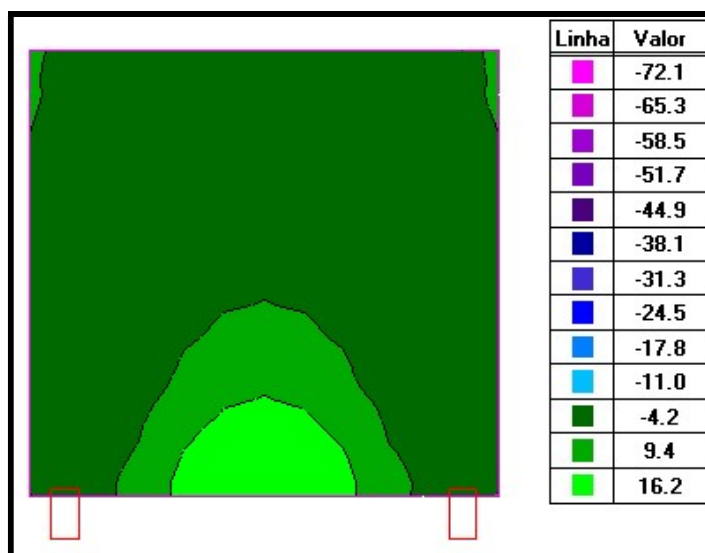
Adotamos uma taxa de solo de 1,5Kgf/cm², conforme sondagem fornecida.

3.0 RESERVATÓRIO ELEVADO

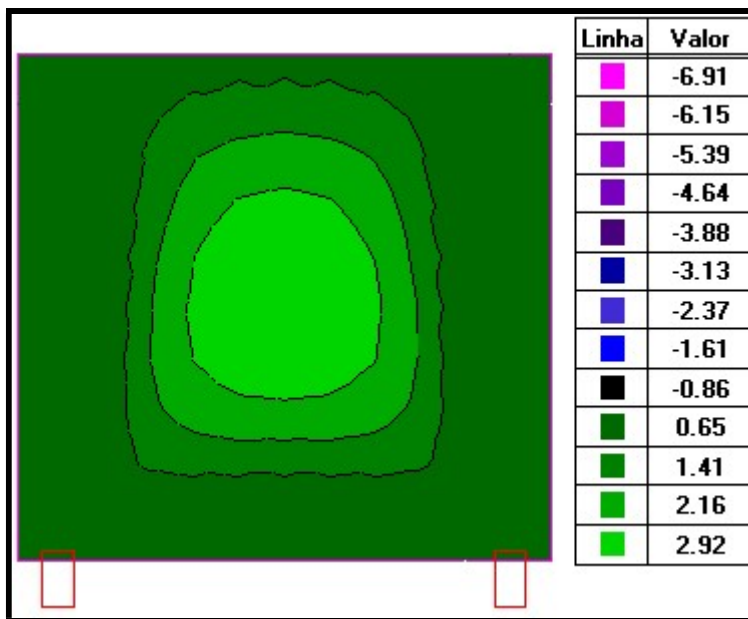
3.1 PAR1=PAR2



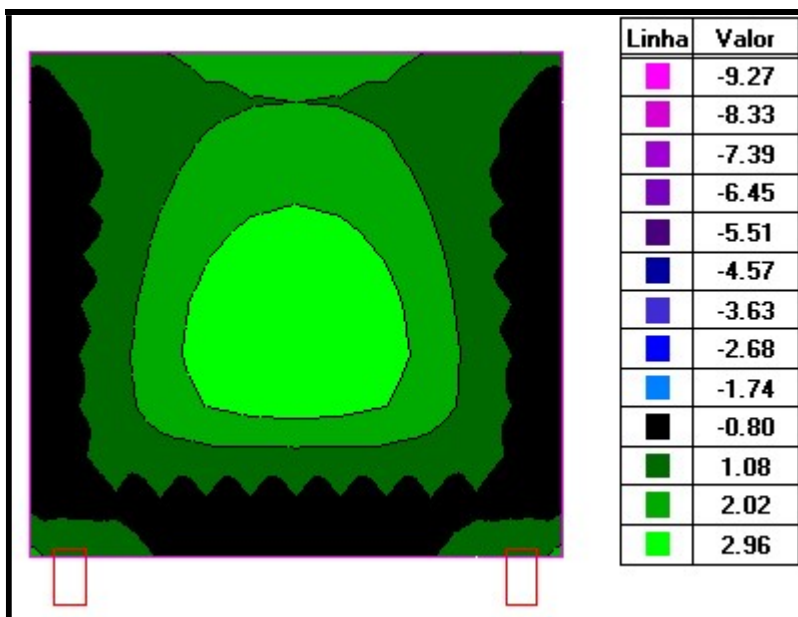
PAR1=PAR2 - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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											
Materiais			Esforços		Seção			SEGURANÇA			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	1,41	8,90	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica			
Armadura necessária	Arranjo		
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	10	15,0	5,24
As2 (cm²/m)	10	15,0	5,24

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,082	0,000	0,020

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais		Esforços			Seção					
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)			
500	30	1,41	8,9	20	5	10	15,0			
Cálculo										
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acrl (cm²)			
5,24	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	15,00	187,50			
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,00418879	0,325	4,88	94,94	0,00	0,01580645	0,16073277			

PAR1=PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais		Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ _{máx.}	As,min (cm²/m)	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.
500	30	2,02	9,40	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

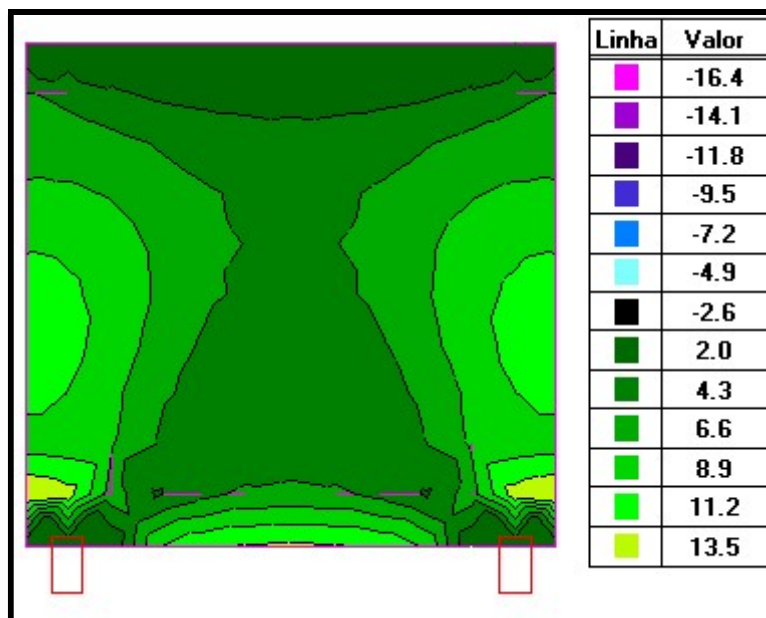
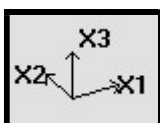
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária		Arranjo		
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	10	12,0	6,54
As2 (cm²/m)	2,57	10	12,0	6,54

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,111	0,000	0,041

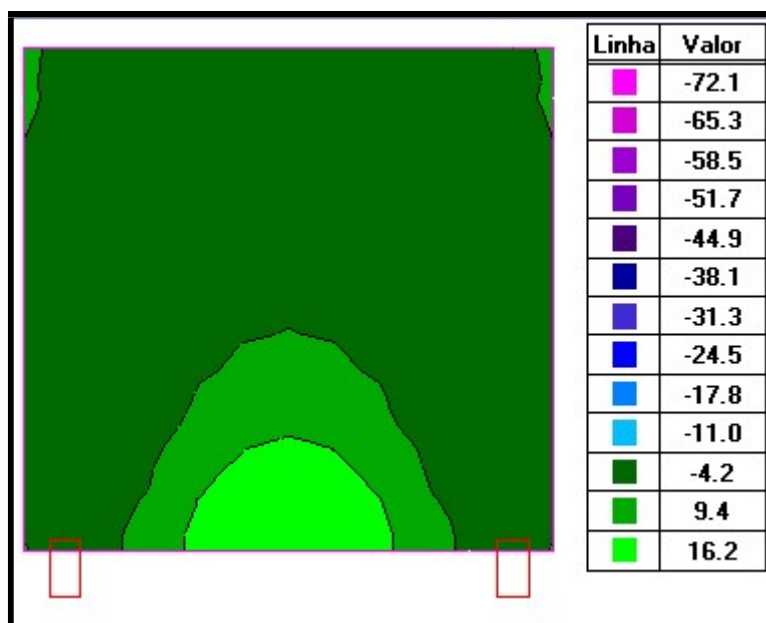
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais		Esforços			Seção					
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfrr (tf.m/m)	Nfrr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)			
500	30	2,02	9,4	20	5	10	12,0			
Cálculo										
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acrt (cm²)			
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00	150,00			
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,005235988	0,313	4,70	139,55	0,00	0,03415311	0,191139873			

PAR1=PAR2 - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

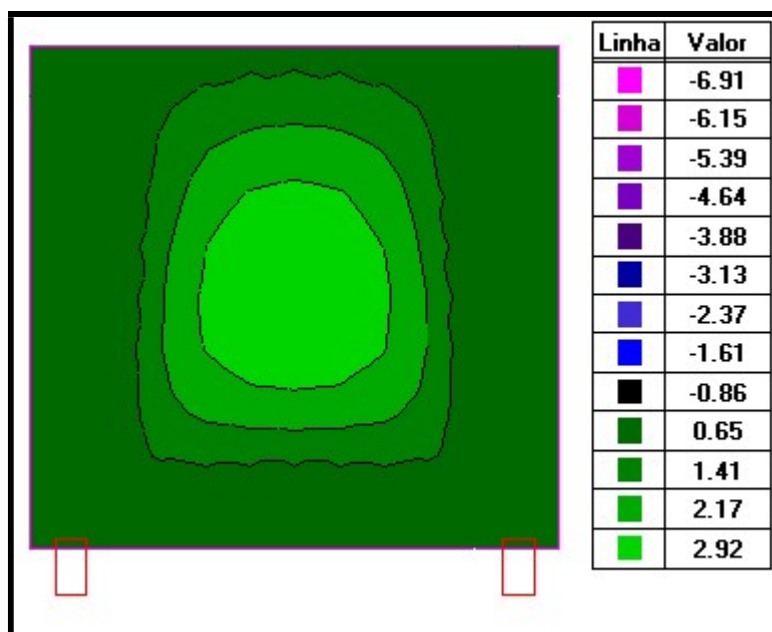
3.2 PAR 3=PAR 4



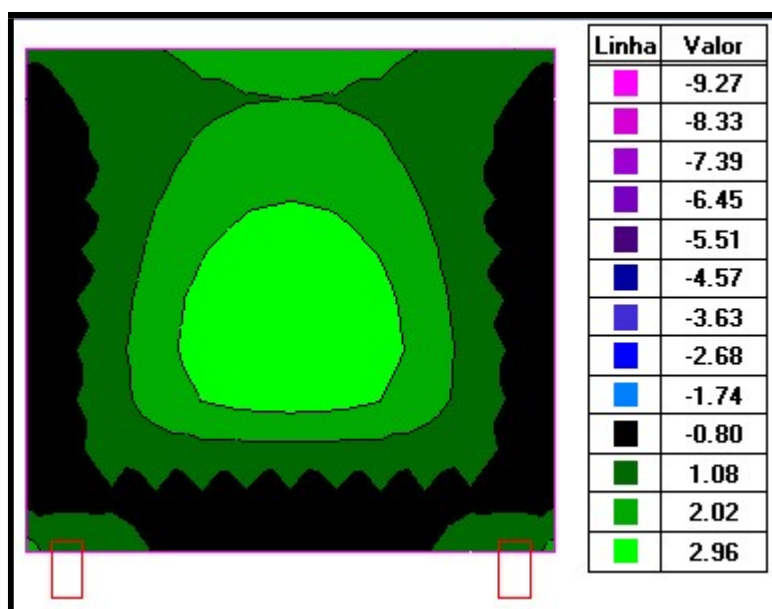
PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX – MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais			Esforços		Seção		SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	1,41	8,90	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária		Arranjo		
		Φ (mm)	Esp. (cm)	
As1 (cm²/m)	-	10	15,0	5,24
As2 (cm²/m)	1,25	10	15,0	5,24

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,082	0,000	0,020

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais		Esforços			Seção					
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)			
500	30	1,41	8,9	20	5	10	15,0			
Cálculo										
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)			
5,24	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	15,00	187,50			
as	pri	ξ	x (cm)	osi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,00418879	0,325	4,88	94,94	0,00	0,01580645	0,16073277			

PAR3=PAR4 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado										
Materiais			Esforços			Seção		SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf
500	30	2,02	9,40	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40
Classe IV										

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica										
Armadura necessária			Arranjo							
As1 (cm²/m)	As2 (cm²/m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)						
-	-	10	12,0	6,54						
2,57	2,57	10	12,0	6,54						

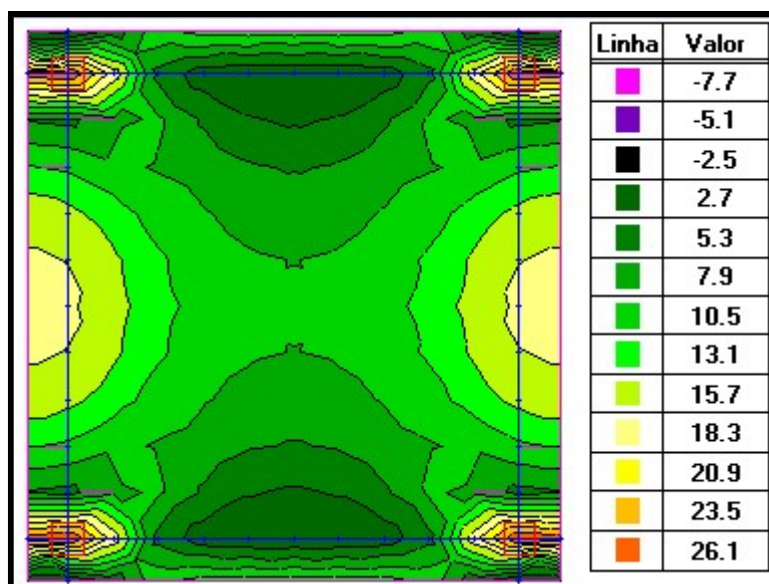
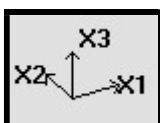
Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,111	0,000	0,041

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 ø	Esp. (cm)			
500	30	2,02	9,4	20	5	10	12,0			

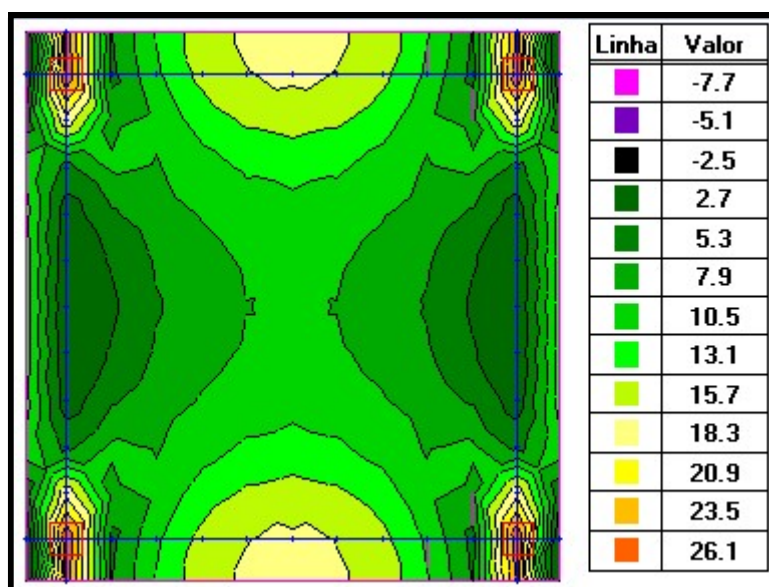
Cálculo										
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)			
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00	150,00			
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,005235988	0,313	4,70	139,55	0,00	0,03415311	0,191139873			

PAR3=PAR4 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

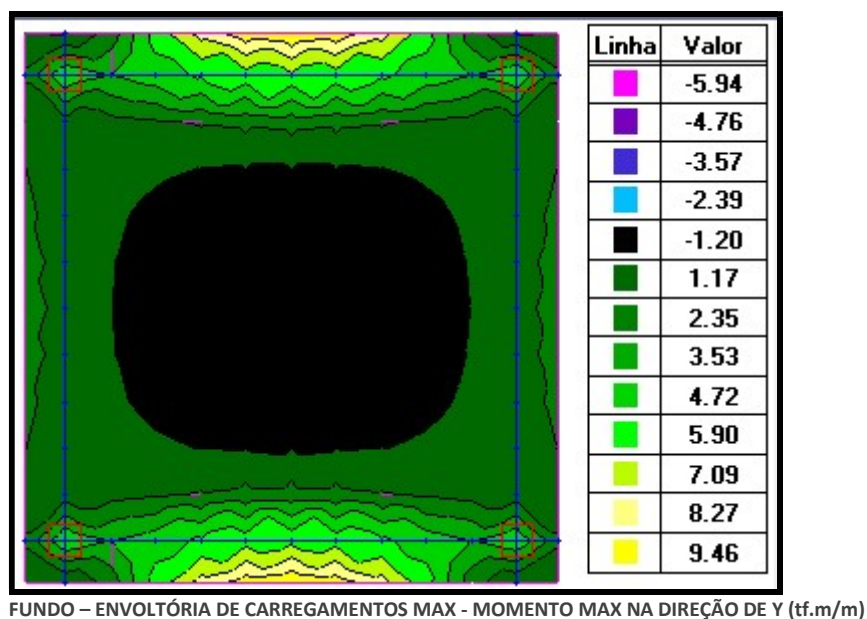
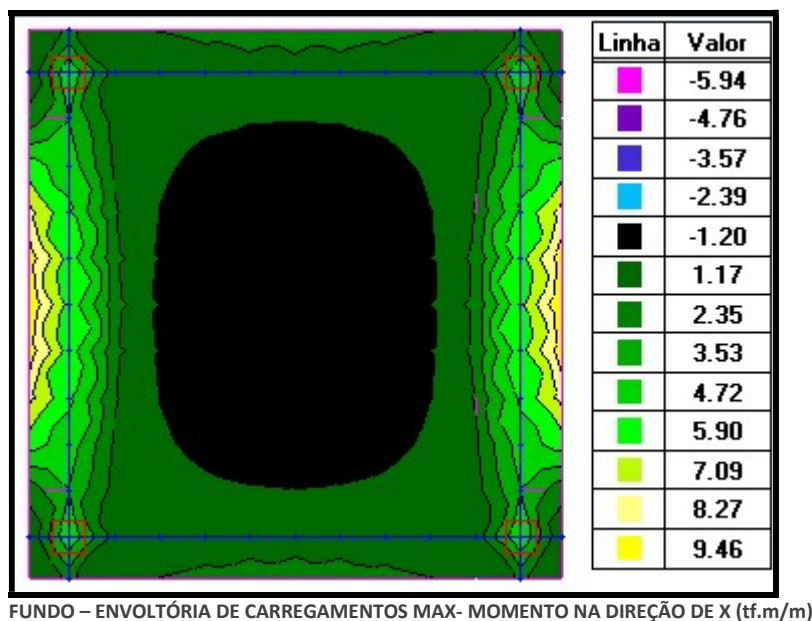
3.3 FUNDO



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



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



Lajes Maciças em Concreto Armado													
Materiais			Esforços		Seção			SEGURANÇA					
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.	
500	30		3,57	20,90	20	5,1	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV	

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária		Arranjo		
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	12,5	12,0	10,23
As2 (cm²/m)	4,15	12,5	12,0	10,23

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,218	0,000	0,067

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais		Esforços			Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)		
500	30	3,57	20,9	20	5,125	12,5	12,0		
Cálculo									
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
10,23	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	12,00	174,00		
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,007052785	0,401	5,96	143,81	0,00	0,04533588	0,186317226		

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado										
Materiais			Esforços			Seção		SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\max}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	Classe Agres.
500	30		3,57	20,90	20	5,1	0,5	3,46	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica										
Armadura necessária			Arranjo							
As1 (cm ² /m)	As2 (cm ² /m)		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm ² /m)					
			12,5	12,0	10,23					
			12,5	12,0	10,23					

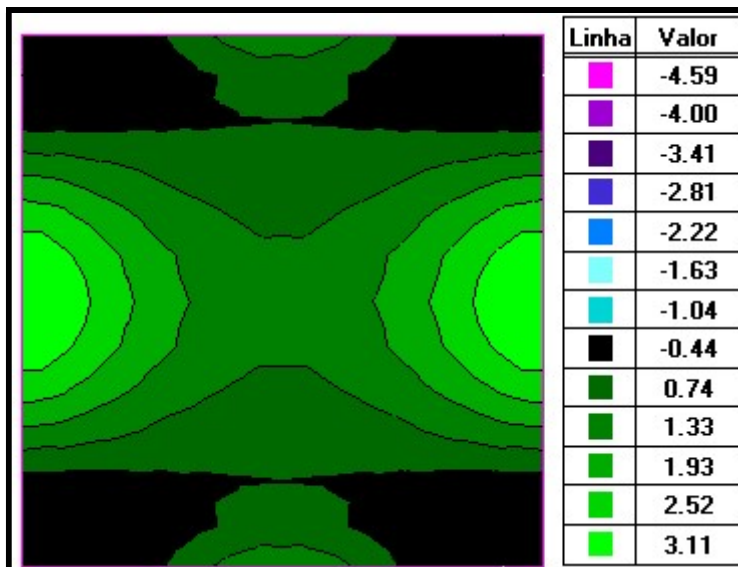
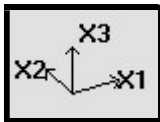
Resumo - ELU				
Zona	ξ	ω_1	ω_2	
Zona D	0,218	0,000	0,067	

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 ϕ	Esp. (cm)		
500	30		3,57	20,9	20	5,125	12,5	12,0		

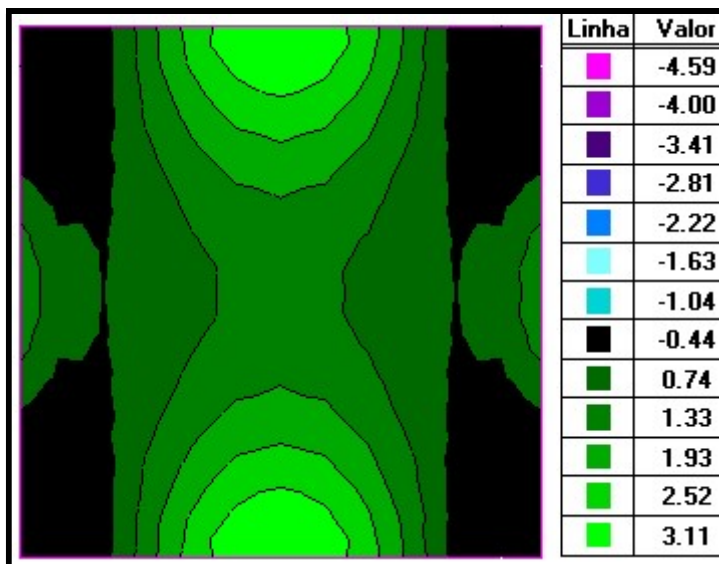
Cálculo										
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)			
10,23	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	12,00	174,00			
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,007052785	0,401	5,96	143,81	0,00	0,04533588	0,186317226			

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

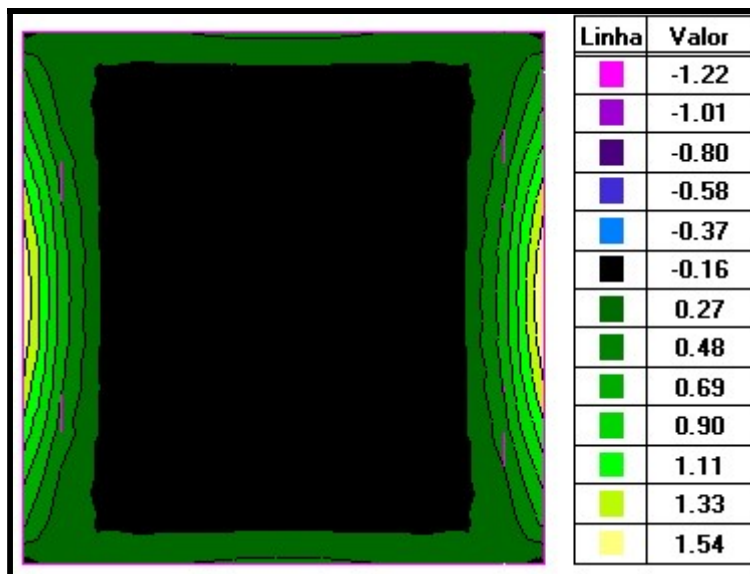
3.4 TAMPA



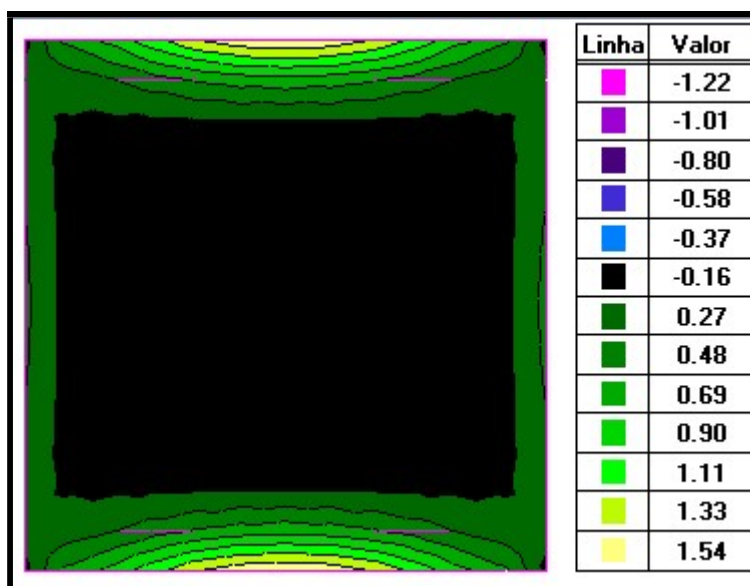
TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado										
Materiais			Esforços			Seção		SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)		h (cm)	d' (cm)	As,min (cm²/m)	γc	γs
500	30		0,90	3,11		15	4,9	2,60	1,40	1,15
								ξmáx.		γf
									1,40	1,40
										Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica										
Armadura necessária			Arranjo							
As1 (cm²/m)			Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)					
	-		8	10,0	5,03					
As2 (cm²/m)	2,25		8	10,0	5,03					

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,096	0,000	0,053

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais			Esforços			Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)		h (cm)	d' (cm)	Bitola Ø	Esp. (cm)	
500	30		0,9	3,11		15	4,9	8	10,0	
Cálculo										
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)			
5,03	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	10,00	109,00			
as	pri	ξ	x (cm)	osi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,004611512	0,284	2,87	151,56	0,00	0,03222379	0,187298266			

TAMPA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado												
Materiais			Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30		0,90	3,11	15	4,9	0,5	2,60	1,40	1,15	1,40	Classe IV

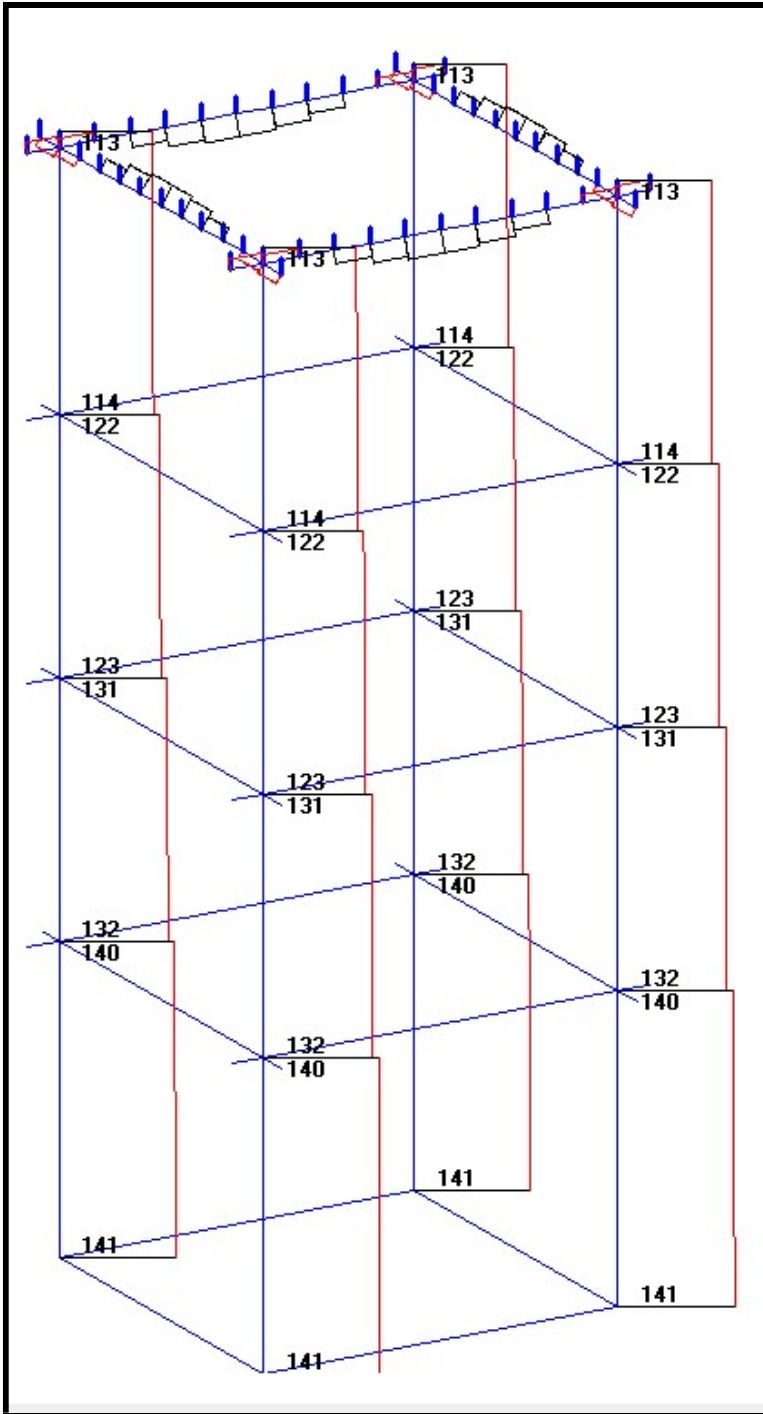
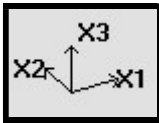
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária		Arranjo		
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	10,0	5,03
As2 (cm²/m)	2,25	8	10,0	5,03

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,096	0,000	0,053

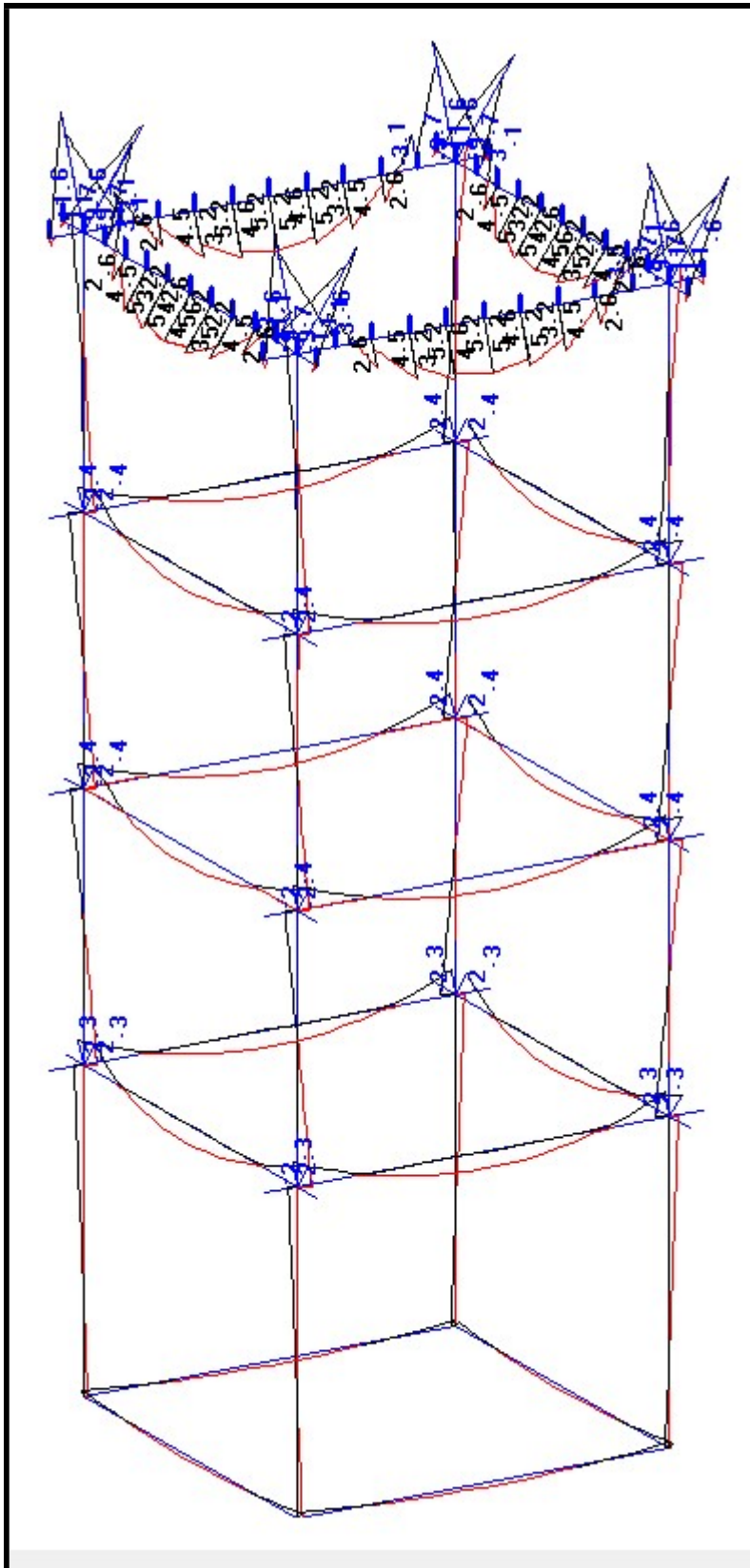
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais		Esforços			Seção						
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)				
500	30	0,9	3,11	15	4,9	8	10,0				
Cálculo											
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)				
5,03	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	10,00	109,00				
αs	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,0046	11512	0,284	151,56	0,00	0,03222379	0,187298266				

TAMPA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

3.5 PILARES - VIGAS



PILARES – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS AXIAL (tf)



VIGAS – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTOS FLETOR (tf.m)



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

CREA-ES 011840/D

RESERVATÓRIO ELEVADO V=150M³

CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa

	FUNDAÇÃO	VIGAS	LAJES	PILAR	PAREDE	TOTAL
VOLUME (m ³)	26,00	10,00	12,50	7,50	26,50	82,50
FÔRMA (m ²)	19,00	95,00	78,00	86,00	265,00	543,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa

VOLUME (m ³)	2,50
--------------------------	------

FUNDAÇÃO

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	658	105
50A	16	617	986
TOTAL		1275	1091

VIGAS

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	317	51
50A	6.3	112	28
50A	8	615	246
50A	12.5	371	371
50A	16	255	408
TOTAL		1670	1104

LAJES

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
	8	1363	545
50A	12.5	1344	1344
TOTAL		2707	1889

PILAR

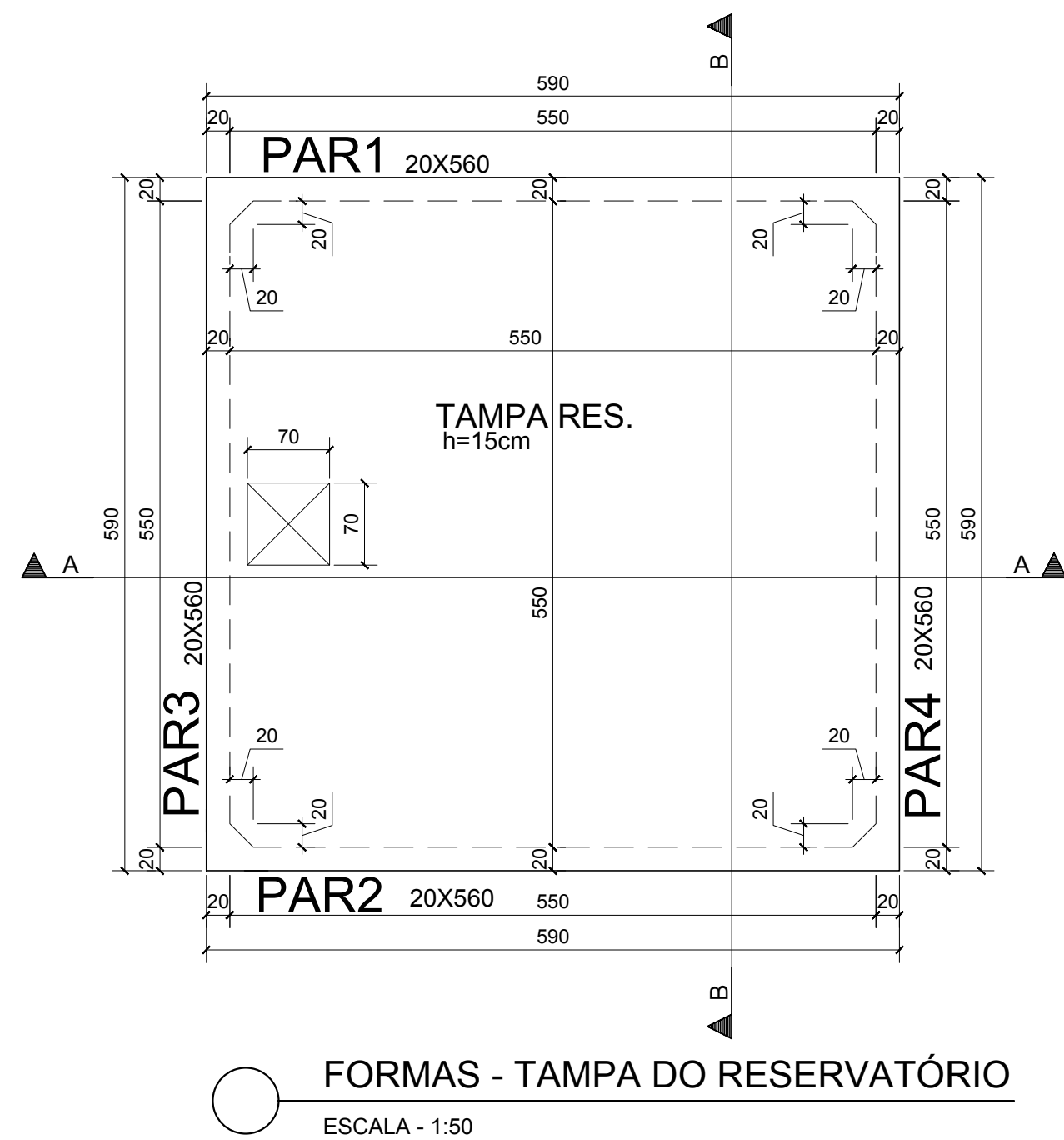
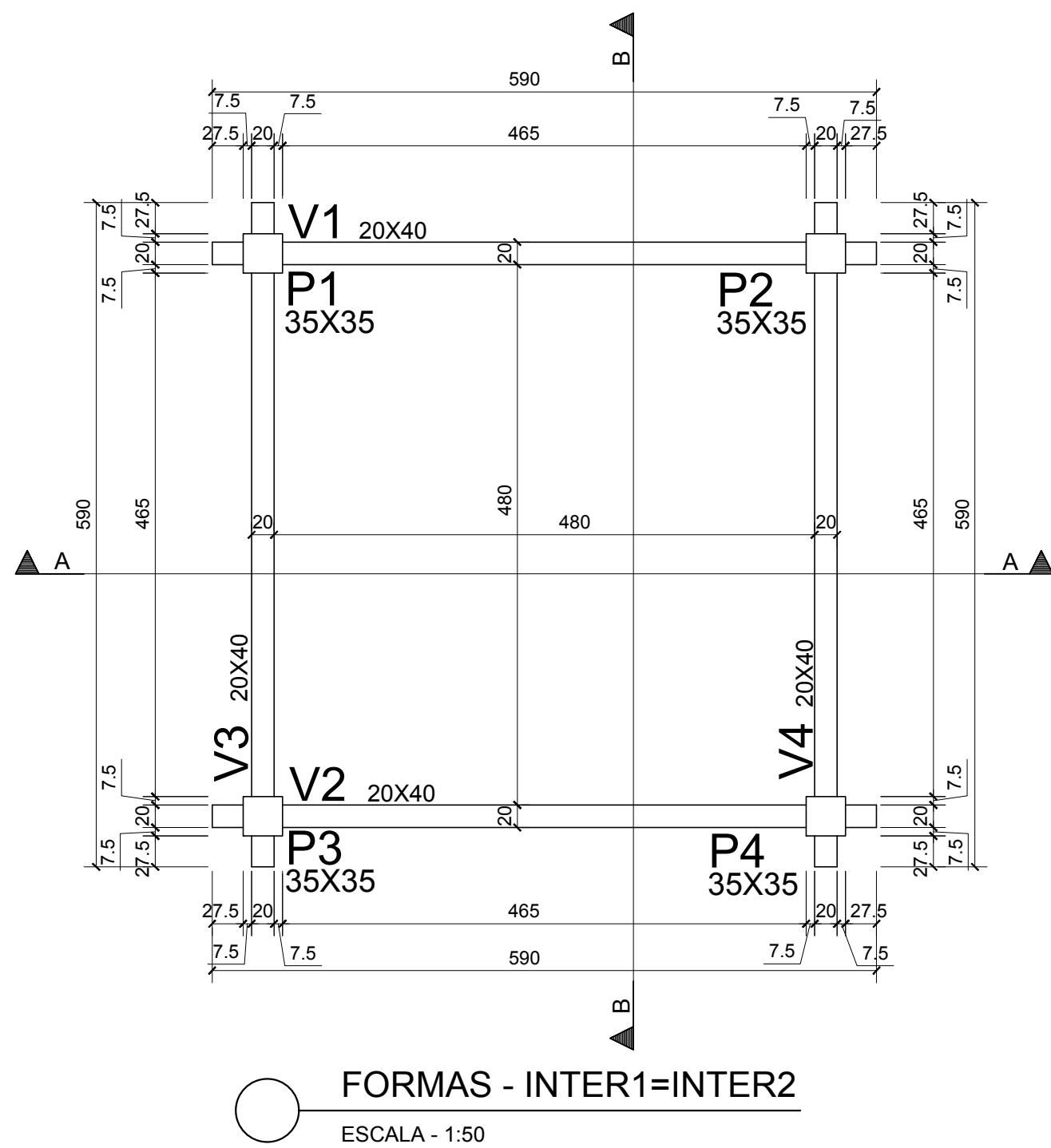
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	1244	311
50A	20	837	2093
TOTAL		2081	2404

PAREDE

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	10	6655	4193
TOTAL		6655	4193



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D



N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

REVISÃO

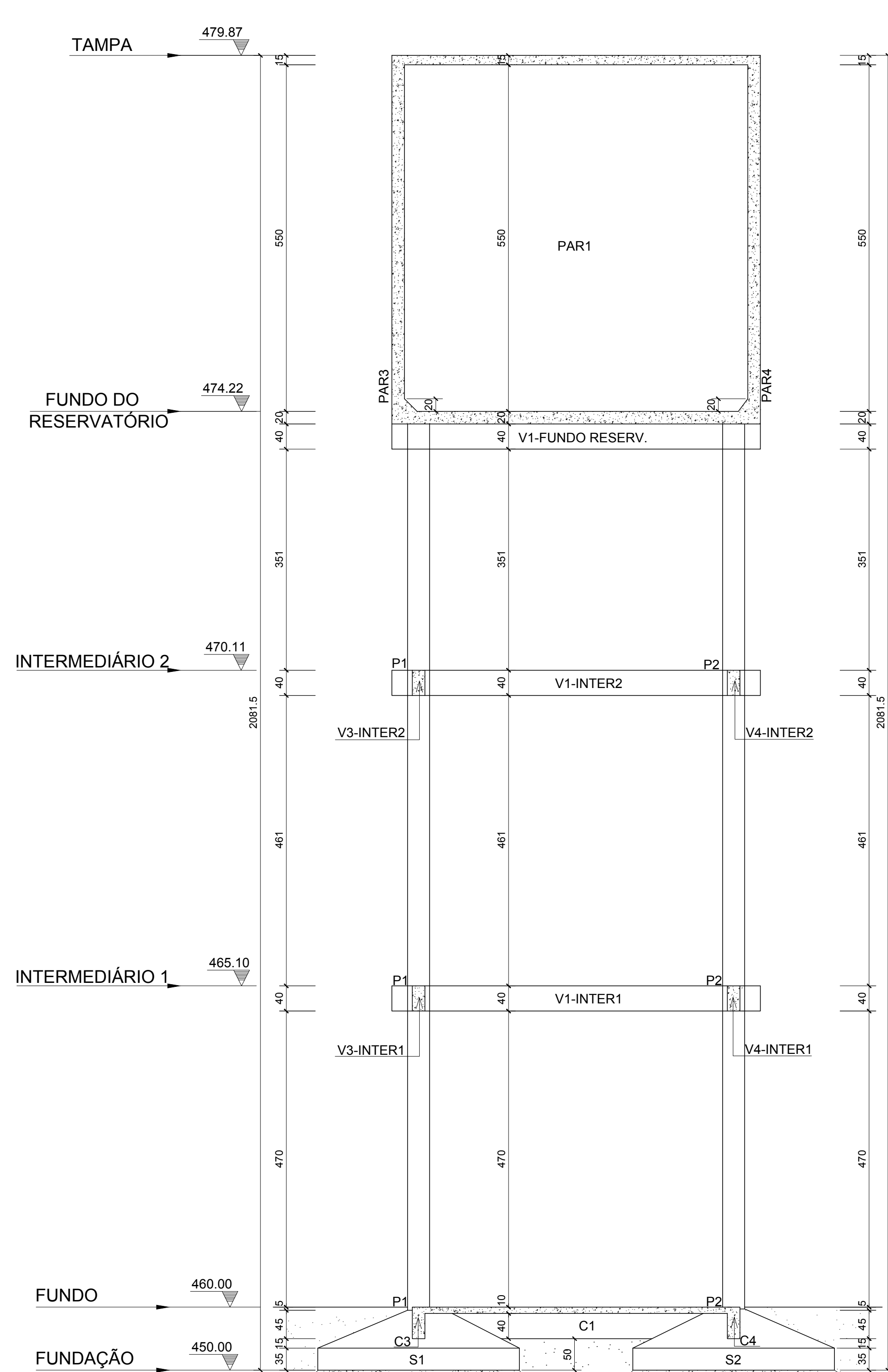


Cagece

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE GERÊNCIA DE PROJETOS		DESENHO 07	PRANCHA Nº 01/04
--	--	-------------------	-------------------------

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE PROJETO ESTRUTURAL	
RESERVATÓRIO ELEVADO V=150M³ FORMAS - TÉRREO, INTER 1, 2 E 3, FUNDO RES. E TAMPA	

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0528ST-001-EST-R00.dwg	DATA:	AGOSTO/2017



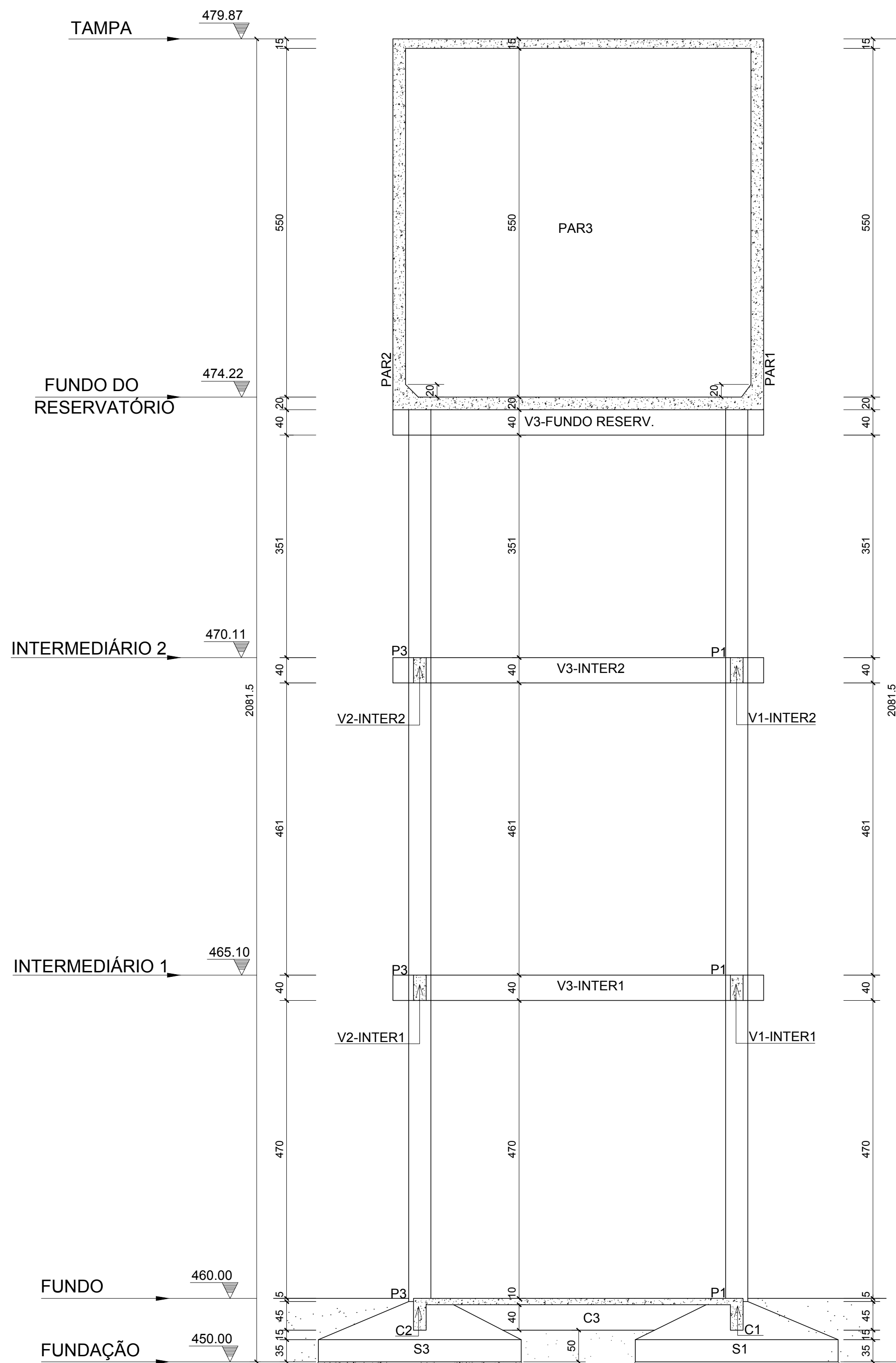
CORTE A-A

ESCALA - 1:50

SOLO COMPACTADO
RESISTÊNCIA MÍNIMA=1,5kg/cm²

SUB-BASE COM PÓ DE PEDRA
H= 3cm á 5cm

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO
H>=5cm



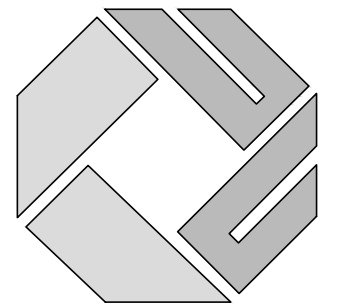
CORTE B-B

ESCALA - 1:50

SOLO COMPACTADO
RESISTÊNCIA MÍNIMA=1,5kg/cm²

SUB-BASE COM PÓ DE PEDRA
H= 3cm á 5cm

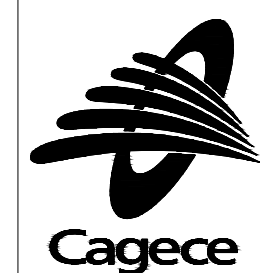
CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO
H>=5cm



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :	
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5,0CM SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5,0CM VIGAS: 5,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 26GPA	BLOCOS: 5,0CM TUBULÃO: 5,0CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C = 0,45	RADIER: 5,0CM
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M3	
3 - AÇOS : CA-50 - FYK = 500 MPa	I3 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15966/2009
CA-60 - FYK = 600 MPa	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
	PROJETO, DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	I4 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18,5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES
ESPESURA : 5,0CM	I5 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014
CONSUMO DE CIMENTO : 260KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	I6 - NORMA DE FUNDACOES : NBR 6122/2010
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACOES
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0	I7 - NORMA DE INCENDIO EM CONCRETO : NBR 15300/2012
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE S2 = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCENDIO
9 - CLASSE DA EDIFICACAO S2 = C	I8 - NORMA DE EXECUCÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004
10 - FATOR ESTATISTICO S3 = 1,0	EXECUCÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
11 - VELOCIDADE BASICA DO VENTO V = 30MS	I9 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SUCEDIDAS
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORACÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUCÃO DAS OBRAS

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

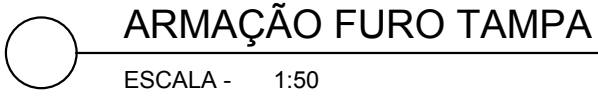


COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE GERÊNCIA DE PROJETOS	DESENHO 07	PRANCHA Nº 02/04
---	---------------	---------------------

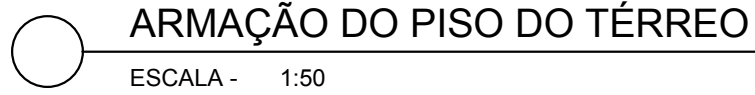
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE
PROJETO ESTRUTURAL

RESERVATÓRIO ELEVADO V=150M³
FORMAS - CORTES A-A E B-B

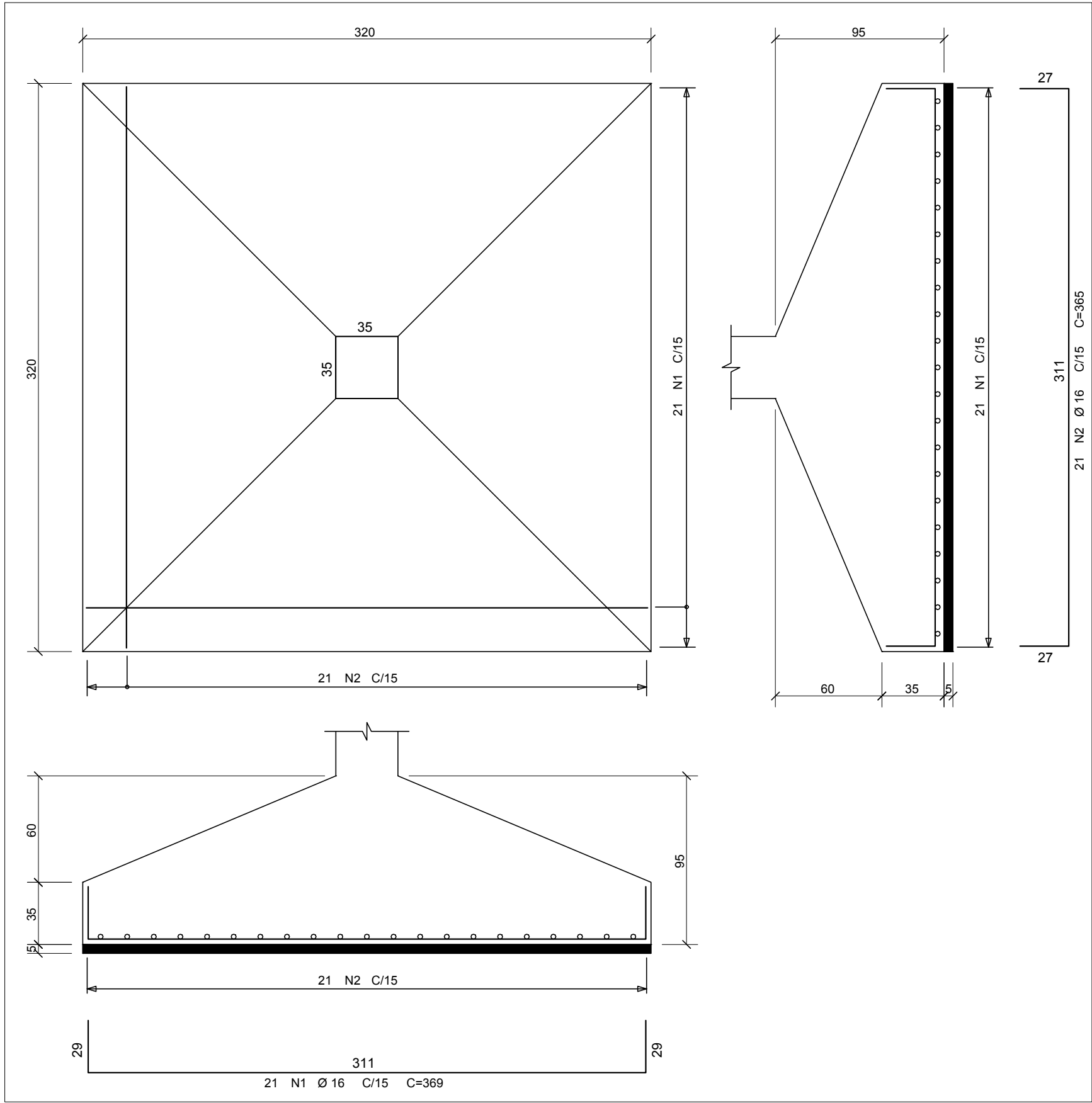
GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0528ST-002-EST-R00.dwg	DATA:	AGOSTO/2017



TÉRREO 35 35 12 NT Ø 20 29 29 2x34 N2 Ø 6.3 C/15 C=131 30 30 2x27 N3 Ø 6.3 C/15 C=45	12 N4 Ø 20 C=580 12 N4 Ø 20 C=580	12 N4 Ø 20 C=580 12 N4 Ø 20 C=580
INTER1 35 35 12 N4 Ø 20 29 29 2x34 N2 Ø 6.3 C/15 C=131 30 30 2x27 N3 Ø 6.3 C/15 C=45	12 N4 Ø 20 C=580 12 N4 Ø 20 C=580	12 N4 Ø 20 C=580 12 N4 Ø 20 C=580
INTER2 35 35 12 N5 Ø 20 29 29 2x33 N2 Ø 6.3 C/15 C=131 30 30 2x27 N3 Ø 6.3 C/15 C=45	12 N5 Ø 20 C=571 12 N5 Ø 20 C=571	12 N5 Ø 20 C=571 12 N5 Ø 20 C=571
FUNDAÇÃO 35 35 12 N6 Ø 20 29 29 2x27 N2 Ø 6.3 C/15 C=131 30 30 2x27 N3 Ø 6.3 C/15 C=45	12 N6 Ø 20 C=406 12 N6 Ø 20 C=406	12 N6 Ø 20 C=406 12 N6 Ø 20 C=406

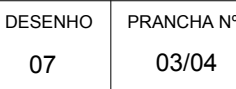


RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	658	105
50A	6.3	1244	311
50A	8	15	6
50A	16	617	986
50A	20	837	2093
Peso Total	60B =		105 kg
Peso Total	50A =		3396 kg



NOTAS :			
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.		LAJES: 5,0CM	SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA		PILARES: 5,0CM	VIGAS: 5,0CM
MODULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 26GPA		BLOCOS: 5,0CM	TUBULÃO: 5,0CM
FATOR AGUA CIMENTO : A/C =0,45		RADIER: 5,0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M3		13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS :NBR 1696/2009	
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	
MODULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 18,5GPA		CARGAS PARA CALCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESSURA : 5,0CM		15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 618/2004	
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3		PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO	
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO		16 - NORMA DE FUNDACOES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV		PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACOES	
7 - FATOR DO TERRENO S1 = I,0		17 - NORMA DE INCENDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RIGIDIDADES S2 = I		PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCENDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICACAO S2 = C		18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTATISTICO S3 = 1,00		EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BASICA DO VENTO V = 30M/S		19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :		TANTO NA ELABORACAO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUCAO DAS OBRAS	

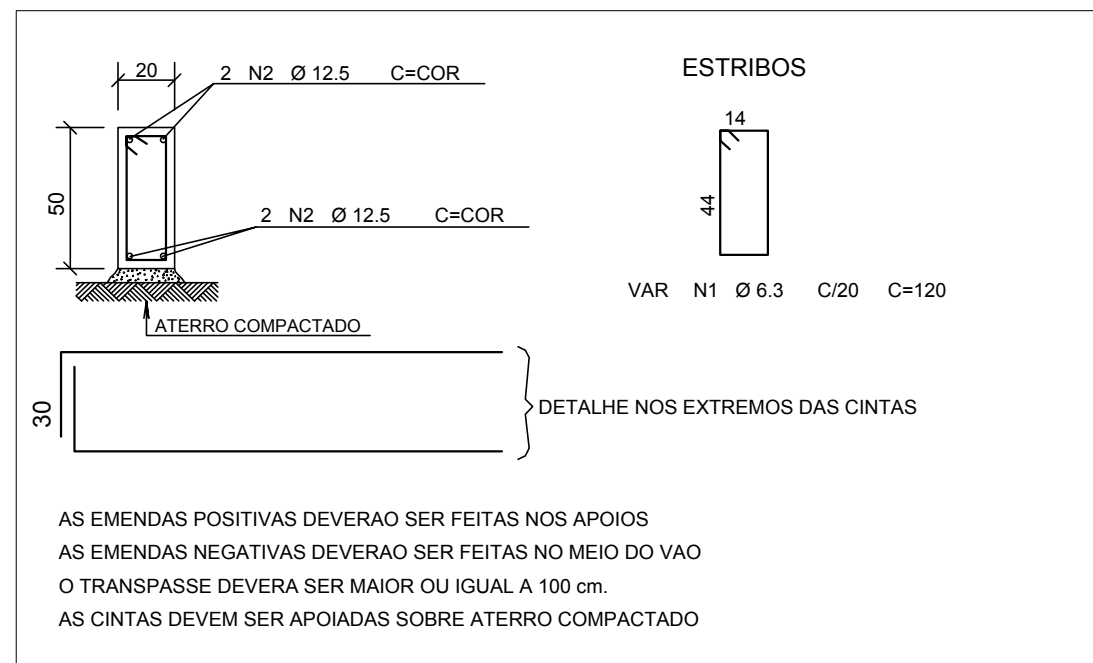
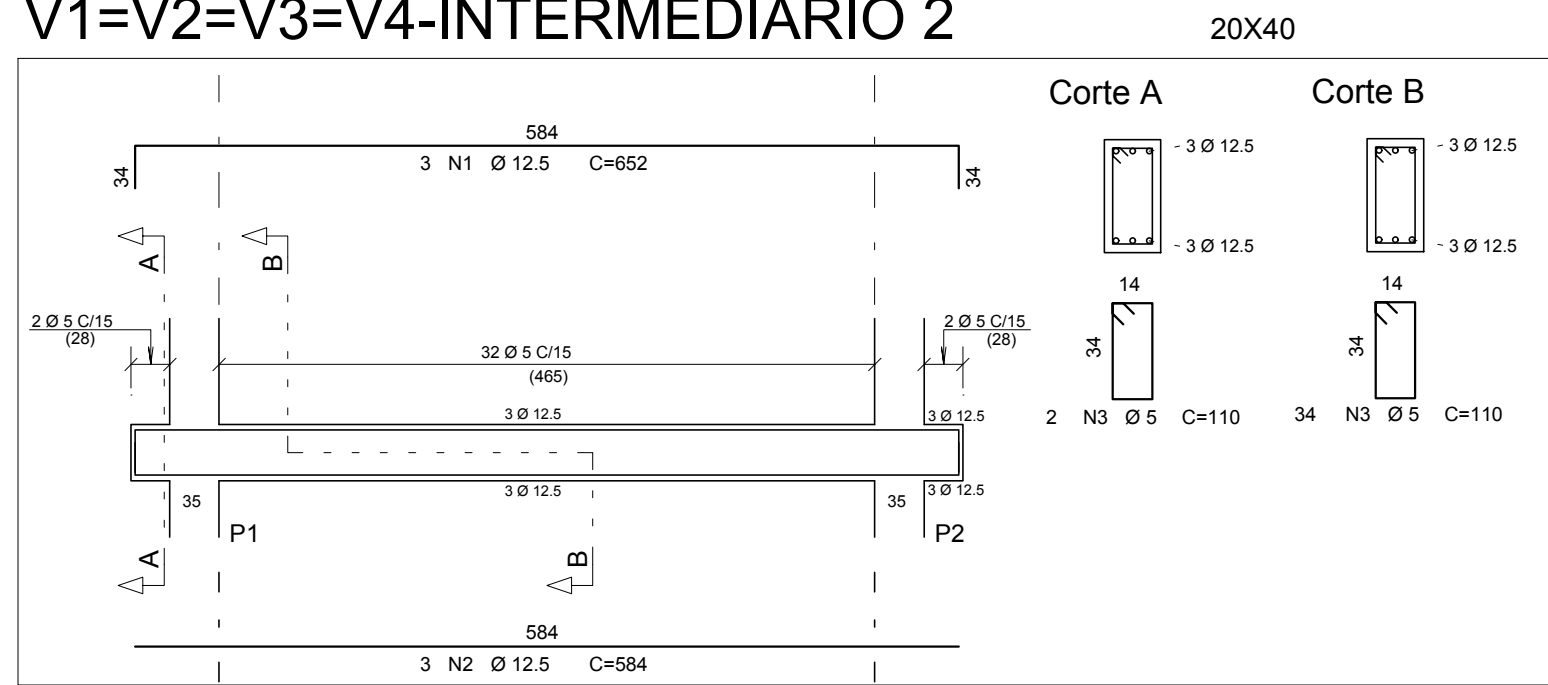
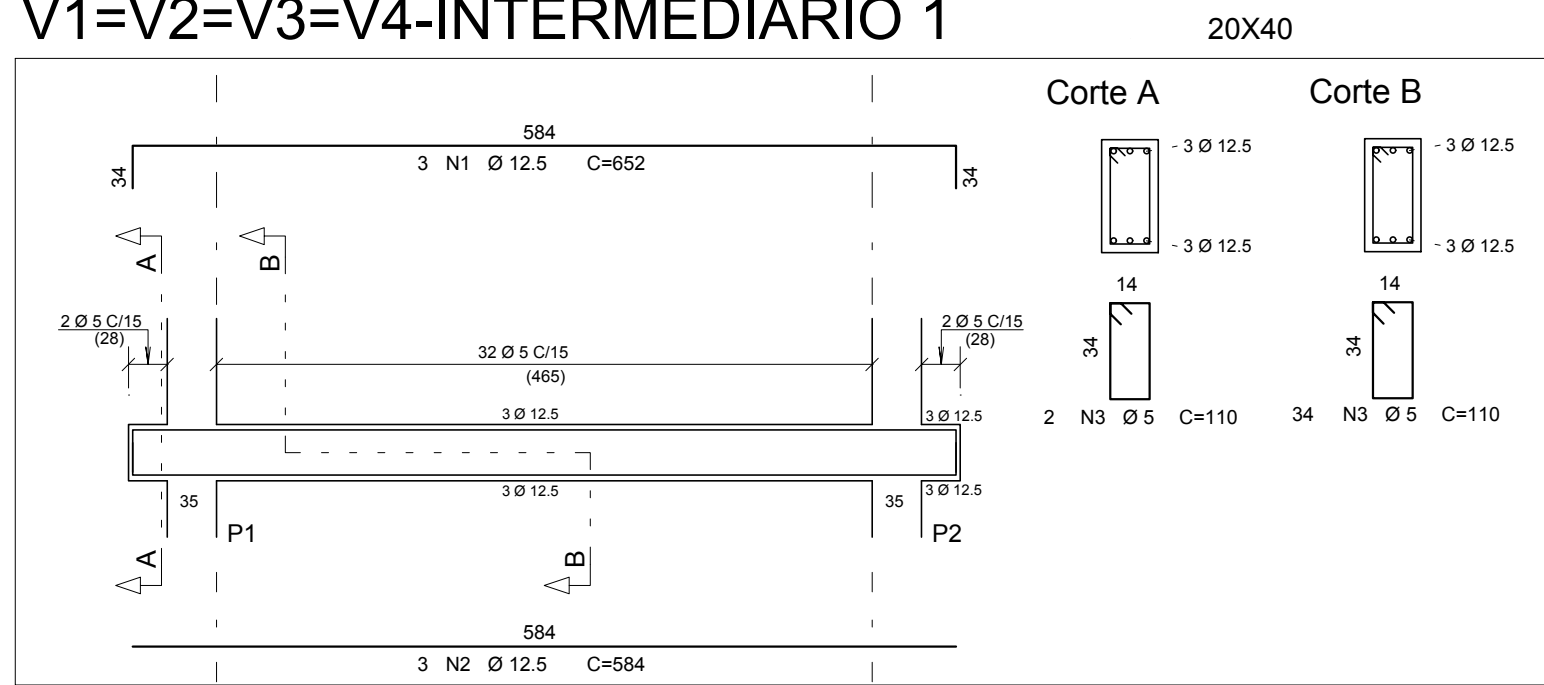
N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO DESENHADO
REVISÃO			



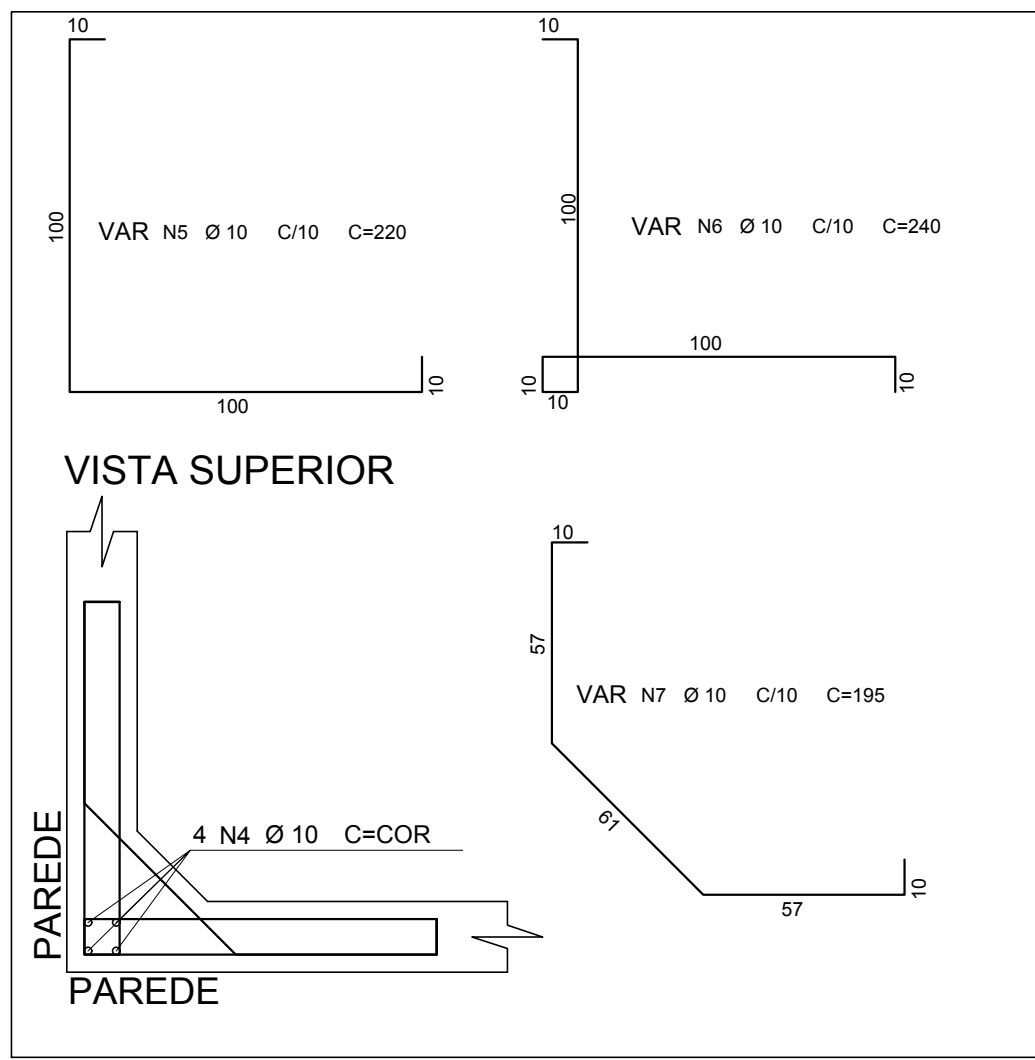
RESERVATÓRIO ELEVADO V=150M³
ARMAÇÃO - SAPATAS, PILARES E PISO DO TÉRREO

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0528ST-003-EST-R00.dwg	DATA:	AGOSTO/2017

V1=V2=V3=V4-INTERMEDIÁRIO 1

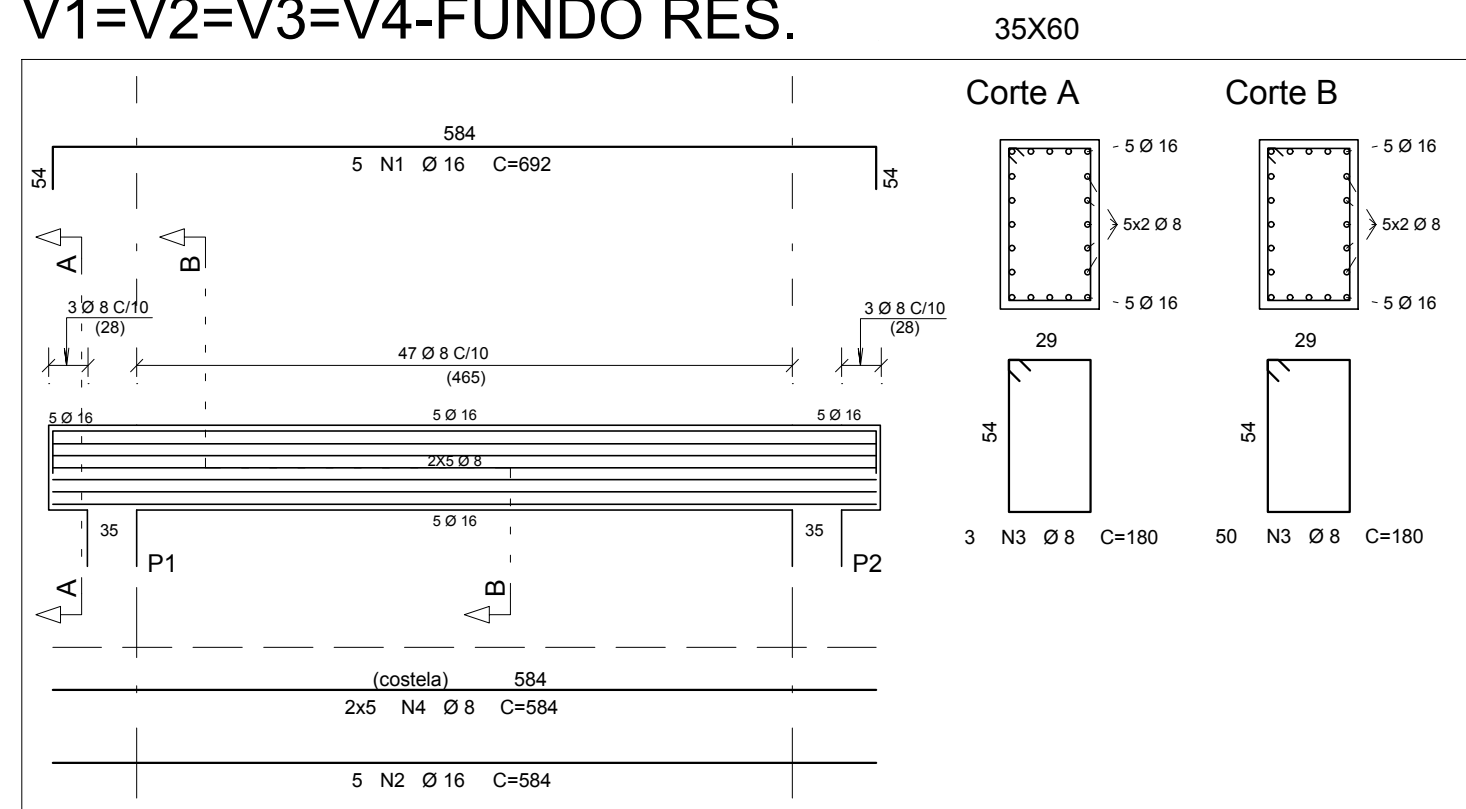
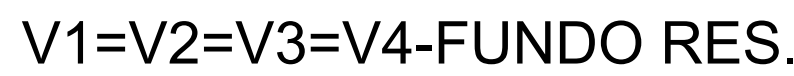


DET.TIPO DAS CINTAS DO TÉRREO 15x50
ESCALA - 1:25



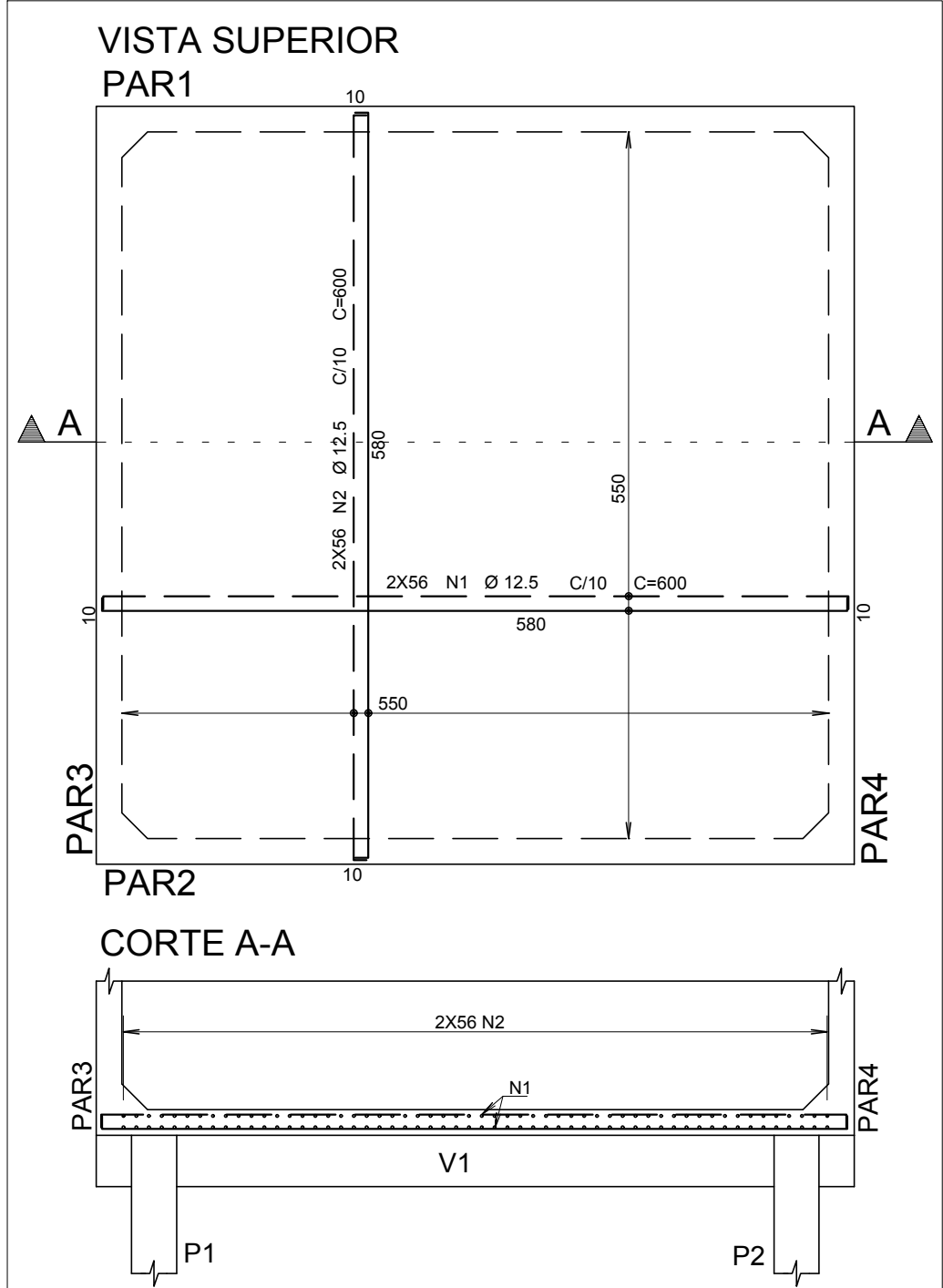
DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE
DE CANTO (VERTICAL)

ESCALA - 1:20

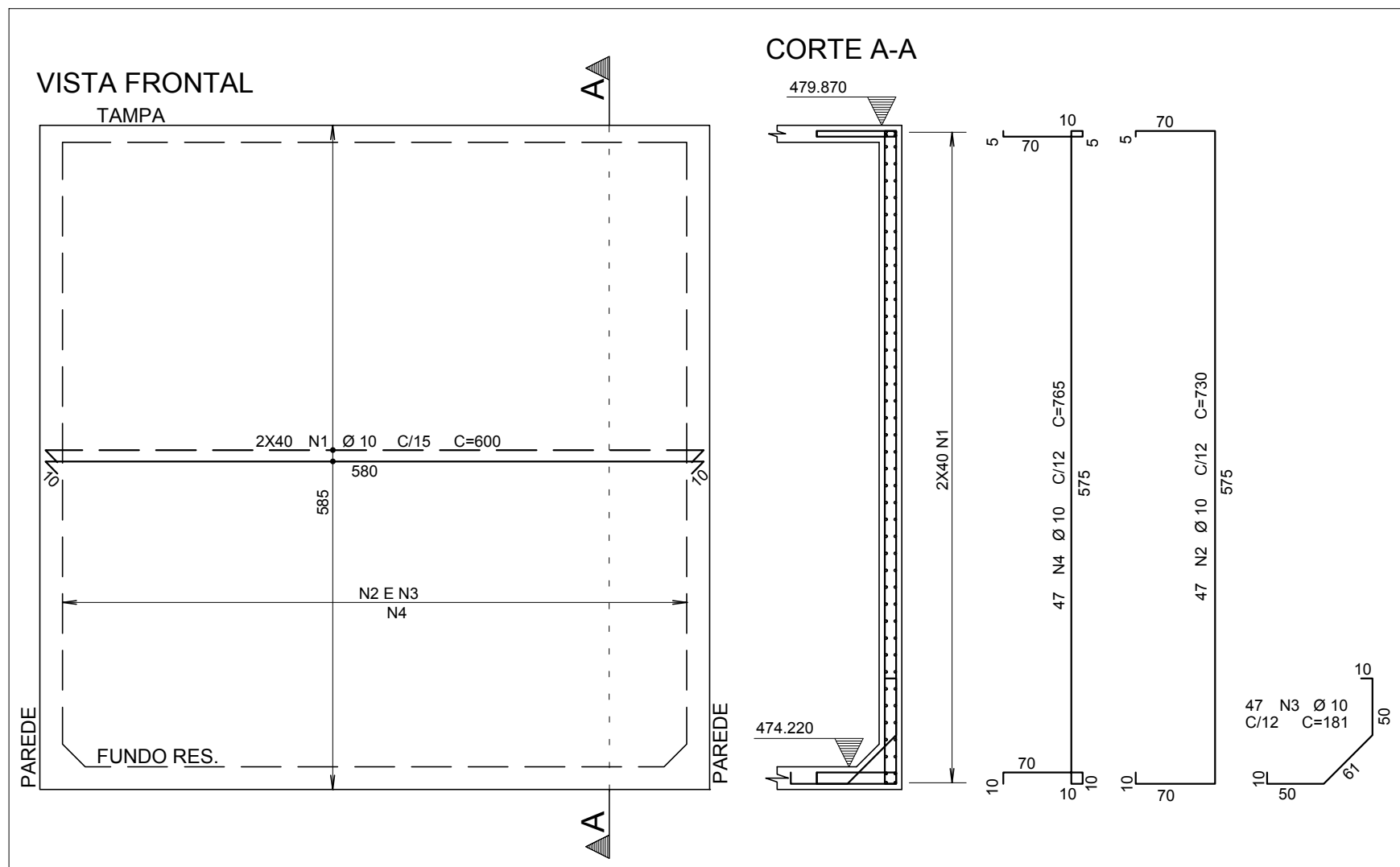


AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
V1=V2=V3=V4=INTERMEDIÁRIO 1 (X4)					
50A	1	12,5	12	652	7824
50A	2	12,5	12	584	7008
60B	3	5	144	110	15840
V1=V2=V3=V4=INTERMEDIÁRIO 2 (X4)					
50A	1	12,5	12	652	7824
50A	2	12,5	12	584	7008
3 60B	3	5	144	110	15840
V1=V2=V3=V4=FUNDO RES. (X4)					
50A	1	16	20	692	13840
50A	2	16	20	584	11680
50A	3	8	212	180	38160
50A	4	8	40	584	23360
ARMAÇÃO DA TAMPA					
50A	1	8	100	590	59000
50A	2	8	16	120	1920
50A	3	8	16	485	7760
50A	4	8	98	590	57820
50A	5	6	32	260	8320
ARMAÇÃO PAR1=PAR2=PAR3=PAR4 (X4)					
50A	1	10	300	600	192000
50A	2	10	188	730	137240
50A	3	10	188	181	34028
50A	4	10	188	765	143820
ARMAÇÃO DO FUNDO DO RES.					
50A	1	12,5	112	600	67200
50A	2	12,5	112	600	67200
DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE					
50A	4	10		-CORR-	9120
50A	5	10	228	220	50160
50A	6	10	228	240	54720
50A	7	10	228	195	44460
DET.TIPO DAS CINTAS DO TERREO 15x50					
50A	1	6,3	120	120	11160
50A	2	12,5	4	-CORR-	7440

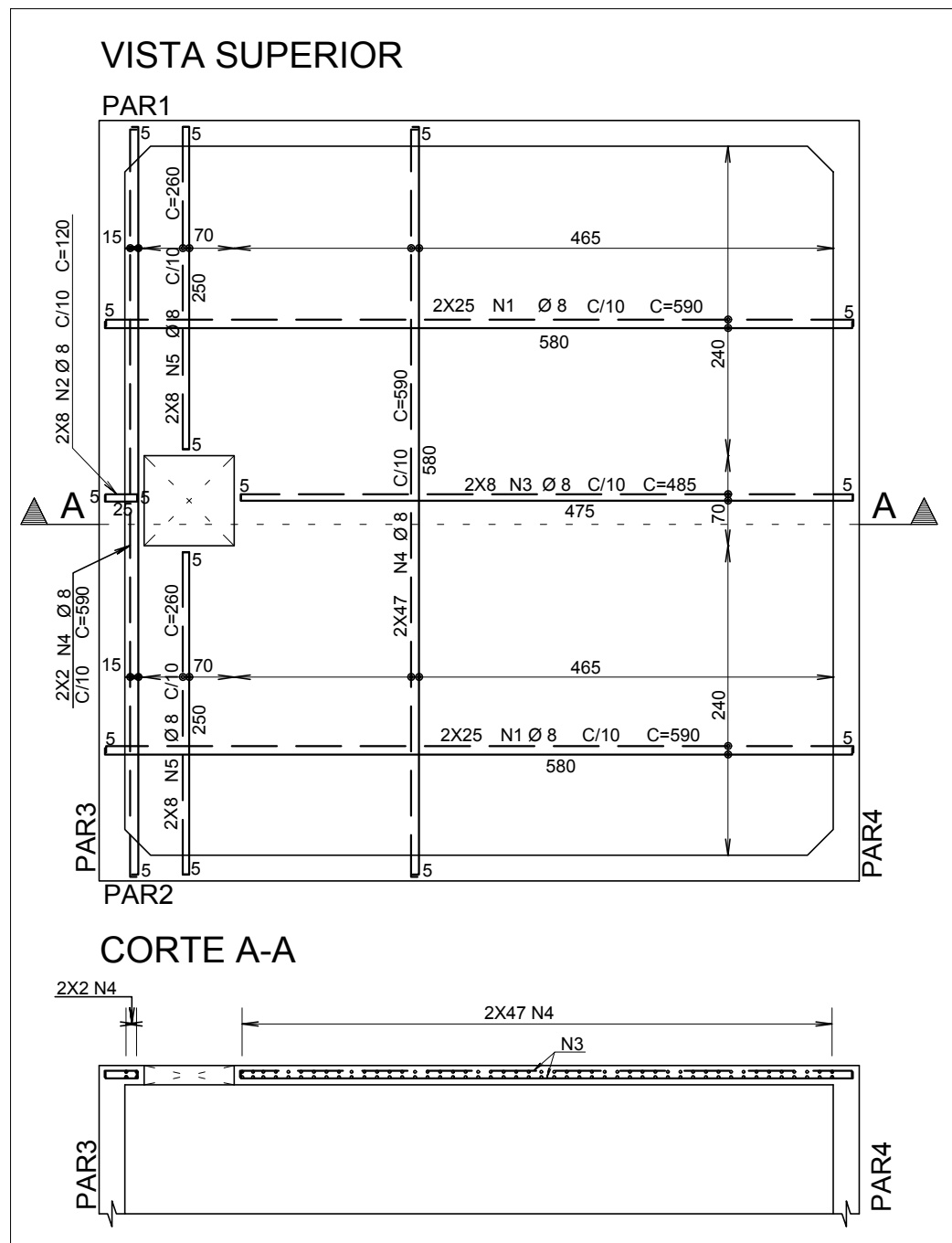
RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	317	51
50A	8.3	112	28
50A	8	1963	785
50A	10	6655	4193
50A	12.5	1715	1715
50A	16	255	408
Peso Total	60B =		51 kg
Peso Total	50A =		7130 kg



ARMAÇÃO DO FUNDO DO RES.

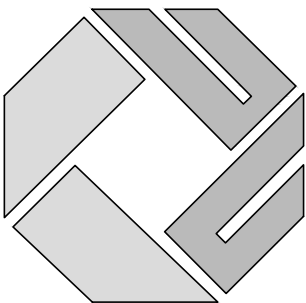


ARMAÇÃO PAR1=PAR2=PAR3=PAR4
ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO DA TAMPA

ESCALA - 1:50



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LATIAS: 5,0CM	SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5,0CM	VIGAS: 5,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 26GPA	BLOCOS: 5,0CM	TUBULÃO: 5,0CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C ≤0,45	RÁDIER: 5,0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 390KG/M³	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS: NBR 1566/2009	
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:	H - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18,5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESURA : 5,0CM	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 290KG/M³	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO	
5 - AS CLASSES PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDAÇÕES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES	
7 - FATOR DO TERRENO S1 = 1,0	17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15209/2012	
8 - CATEGORIA DE RIGIDONAS S2 = I	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO S2 = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTATÍSTICO S3 = 1,00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				



COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE GERÊNCIA DE PROJETOS	DESENHO 07	PRANCHA Nº 04/04
---	---------------	---------------------

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE
PROJETO ESTRUTURAL

RESERVATÓRIO ELEVADO V=150M³
ARMAÇÃO - PAREDES E LAJES DO RES. E VIGAS

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0528ST-004-EST-R00.dwg	DATA:	AGOSTO/2017

1.4 Estação Elevatória de Água Tratada – EEAT-08

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

**MEMORIA DE CÁLCULO – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA
– EEAT-08**



Cagece

Serra/ES

22 de agosto de 2017

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	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA EEAT-08	12
3.1	FUNDO	12
3.2	PAR1=PAR2.....	16
3.3	PAR3=PAR4.....	20

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural da estação elevatória de água tratada – EEAT-08.

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:

- JUAZEIRO_DO_NORTE_01-02-03-09_EEAT_01.01.02

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: da estação elevatória de água tratada – EEAT-08.

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

- f_{ck} : 30 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- E_s : 210 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras ≤ 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

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 ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	
^a 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).			
^b 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.			
^c 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 ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55
^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado. ^b 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 ≥ 15 mm. ^c 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. ^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 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 ^a	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 ^a	Combinação frequente
^a 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 ^a	Tipo ^{b, c}	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	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$
^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655. ^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado. ^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.					

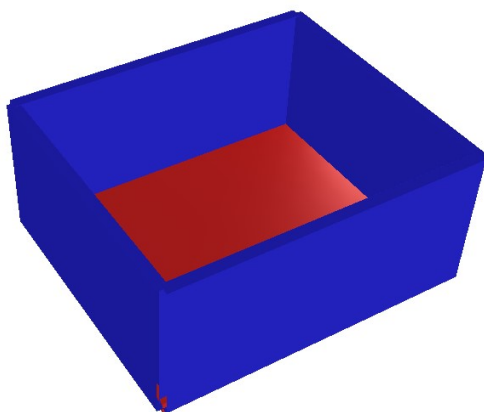
- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

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

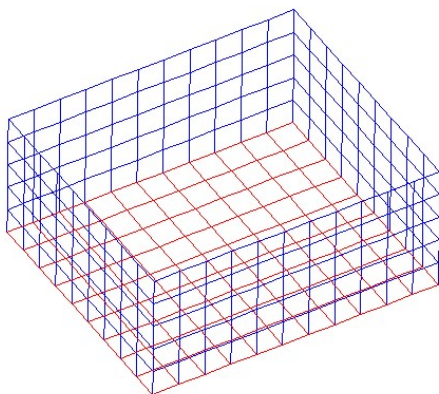
$$d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

2.0 MODELO DE CÁLCULO

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



PERSPECTIVA 3D - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA – EEAT-08



PERSPECTIVA 3D DA MALHA - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA – EEAT-08

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 (γ_g , γ_q), fatores de combinação (ψ_q), e fatores de redução (ψ_1 , ψ_2) para:

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

	CN-ELU	CQP-ELS	CF-ELS
Ações Permanentes:	γ_g	γ_g	γ_g
Cargas permanentes	1,4	1	1
Retração	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. princ.):	γ_q	γ_q	γ_q
Sobrecarga	1,4	1	1
Empuxo hidrostático	1,4	1	1
Gradiente térmico	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. secnd.):	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga	0,8	0,7	0,6
Empuxo hidrostático	0,8	0,7	0,6
Gradiente térmico	0,6	0,5	0,3

Grandezas Físicas das Ações:

- g1 - Peso próprio do concreto = Volume dos elementos multiplicado pelo peso específico do concreto armado. Unidades: peso em tf e o volume em m³.
- g2 - Empuxo de terra

Argila com areia fina cor variegada

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

$\phi = 0^\circ$ $K_0 = 1,00$ $K_0 = 1 - \sin \phi$

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

- g3 - Enchimentos = Volume do elemento multiplicado pelo peso específico do material. Unidades: peso em tf e volume em m³.
- g4 - Retração: Não Consideramos uma retração em toda a estrutura
- q1 - Empuxo Hidrostático interno: Em todas as faces internas estão sendo aplicada uma pressão de base ao topo. O peso específico utilizado no cálculo destas pressões é o da água, igual a 1tf/m³ multiplicado pela altura da lamina d'água.
- q2 - Sobrecarga: Nas lajes de tampa e escadas foram consideradas sobrecargas de utilização iguais a 0,3 tf/m².
- q3 - gradiente térmico: Não foi considerado, as estruturas estão enterradas e as partes expostas tem pequenas dimensões e em consequência as deformações devido ao gradiente térmico são insignificantes.

Combinações:

Estado Limite Último - ELU-CN (cheio):

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

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

Estado Limite Último - ELU-CN (vazio):

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

Estado Limite de Serviço ELS-CF (cheio)

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

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

Estado Limite de Serviço ELS-CF (vazio)

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

Especial, para verificação da flutuação

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

2.2 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

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

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

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

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

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

- $h=15\text{cm}$; $M_r = 3,45\text{tf} \cdot \text{m}$
- $h=20\text{cm}$; $M_r = 4,50\text{tf} \cdot \text{m}$
- $h=25\text{cm}$; $M_r = 4,50\text{tf} \cdot \text{m}$
- $h=30\text{cm}$; $M_r = 5,19\text{tf} \cdot \text{m}$
- $h=35\text{cm}$; $M_r = 6,03\text{tf} \cdot \text{m}$
- $h=40\text{cm}$; $M_r = 6,90\text{tf} \cdot \text{m}$

Armadura mínima prevista em norma:

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

Sendo ρ_{min} taxa de armadura mínima conforme a NBR 6118:2003

Tabela 17.3 - Taxas mínimas de armadura de flexão para vigas								
Forma da seção	Valores de $\rho_{min}^{1)}$ ($A_{s,min}/A_c$)							
	f_{ck} ω_{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

¹⁾ Os valores de ρ_{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, ρ_{min} deve ser recalculado com base no valor de ω_{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 $f_{ck} = 30\text{MPa}$, $b=100\text{cm}$, seção retangular e h variado igual à:

- $h=15\text{cm}$; $A_{s,min} = 3,45\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/18$
- $h=20\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/12$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/20$
- $h=25\text{cm}$; $A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 8 \text{ C}/10$ ou $\varnothing 10 \text{ C}/18$
- $h=30\text{cm}$; $A_{s,min} = 5,19\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/15$
- $h=35\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,03\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/12$
- $h=40\text{cm}$; $A_{s,min} = 6,90\text{cm}^2/\text{m}$ $\varnothing 10 \text{ C}/10$

2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

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

- Estação elevatória de água tratada – EEAT-08:

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:

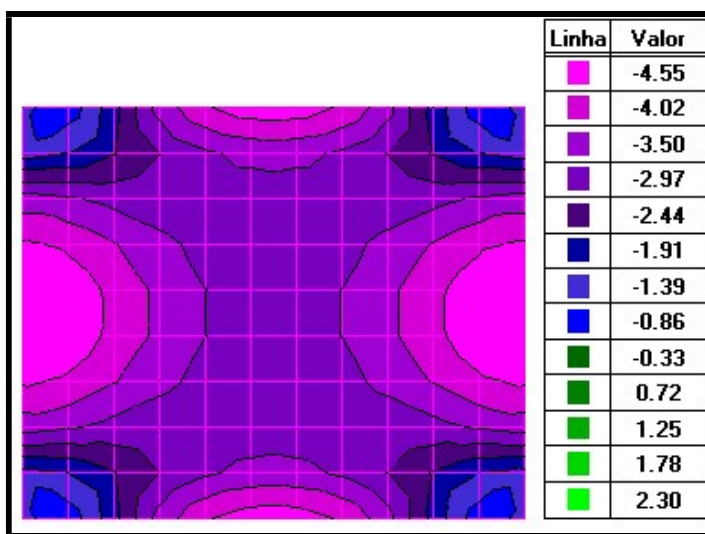
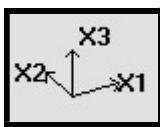
Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)	Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	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)

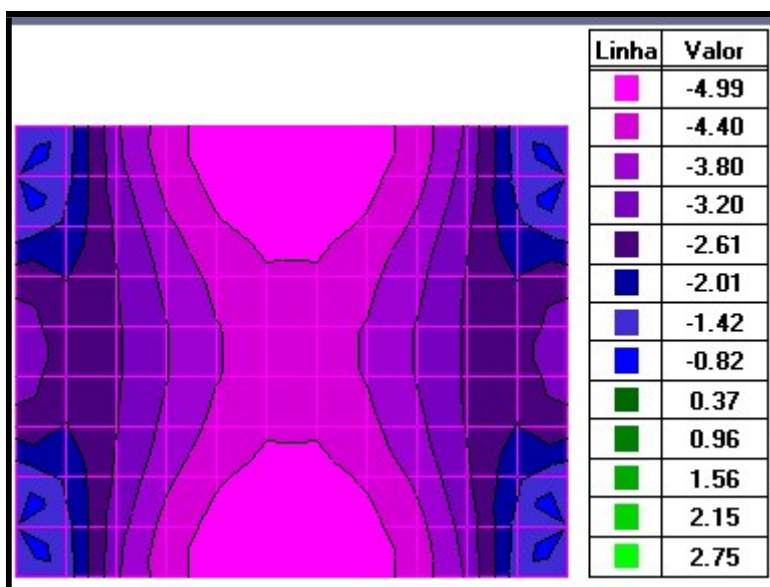
Adotamos uma taxa de solo de 1,5Kgf/cm², conforme sondagem fornecida. Com coeficiente de mola de $x_3=750\text{tf/m}$

3.0 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA

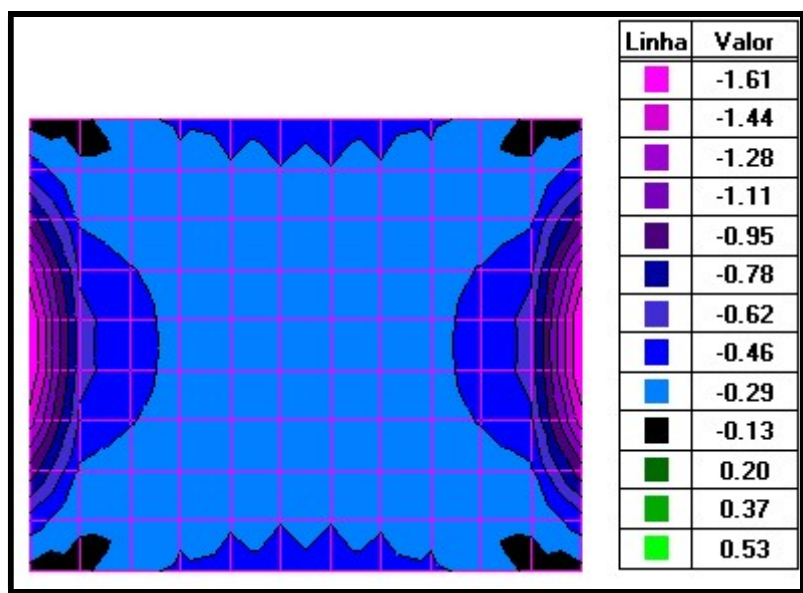
3.1 FUNDO



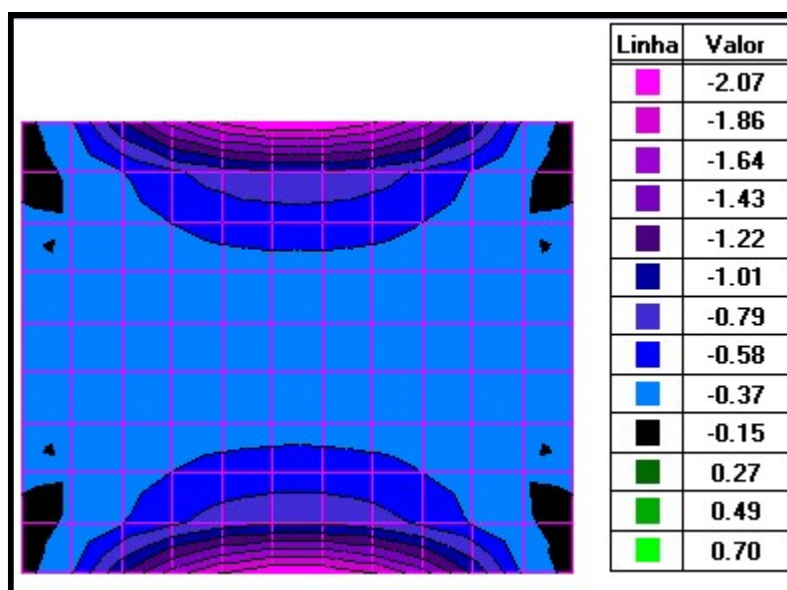
FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais			Esforços			Seção			SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	1,10	4,00	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica											
Armadura necessária			Arranjo								
As1 (cm²/m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	As2 (cm²/m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	h (cm)	d' (cm)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	γc
-	8	12,0	4,19	1,56	8	12,0	4,19	4,9	0,5	3,46	1,40

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,056	0,000	0,025

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais			Esforços			Seção					
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)
500	30	1,1	4	20	4,9	8	12,0	20	4,9	8	12,0

Cálculo											
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)	as (cm)	pri	ξ	x (cm)
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80	8,05	0,003842927	0,243	3,67
8,05	0,003842927	0,243	3,67	128,82	0,00	0,02328117	0,189471704				

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado									
Materiais			Esforços		Seção		SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{máx.}$	As,min (cm²/m)	γ_c	Classe Agres.
500	30	1,01	4,40	20	4,9	0,5	3,46	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica									
Armadura necessária			Arranjo						
As1 (cm²/m)	As2 (cm²/m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)					
-	-	8	12,0	4,19					
1,27	1,27	8	12,0	4,19					

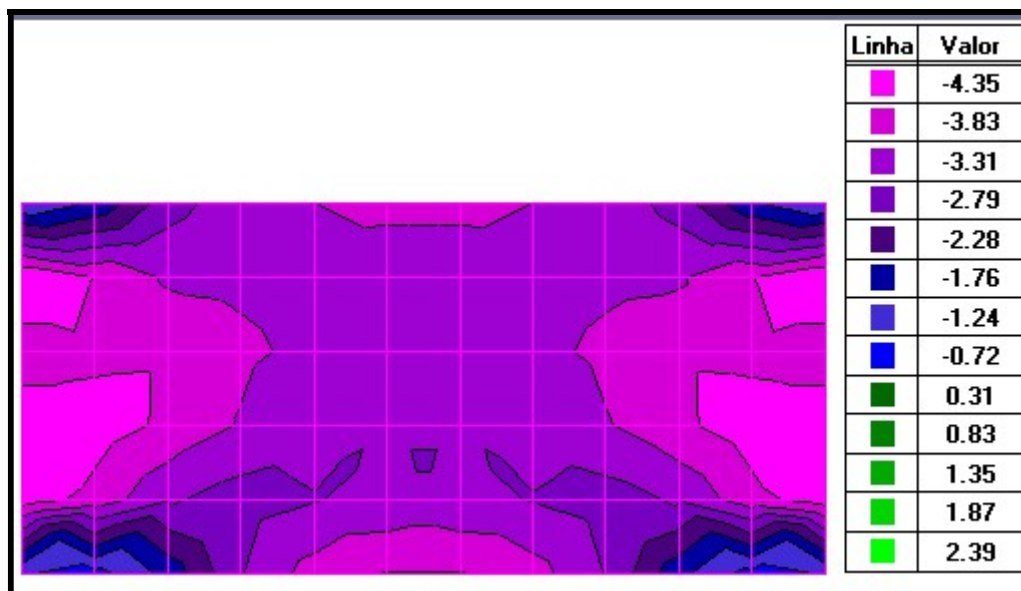
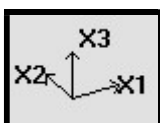
Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,053	0,000	0,020

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 ϕ	Esp. (cm)		
500	30	1,01	4,4	20	4,9	8	12,0		

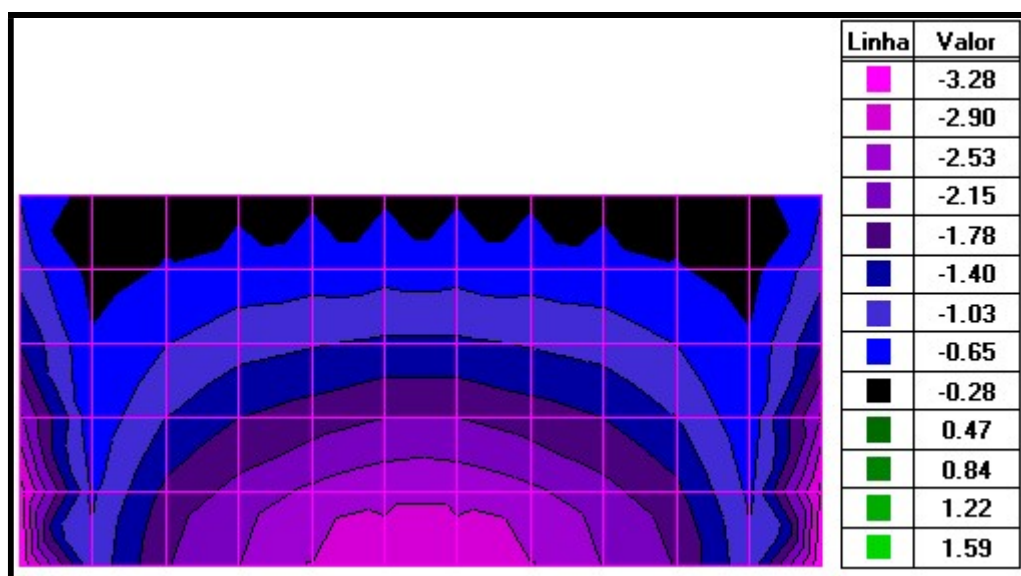
Cálculo									
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acrt (cm²)		
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80		
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,003842927	0,256	3,86	108,32	0,00	0,01646037	0,159316865		

FUNDO - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

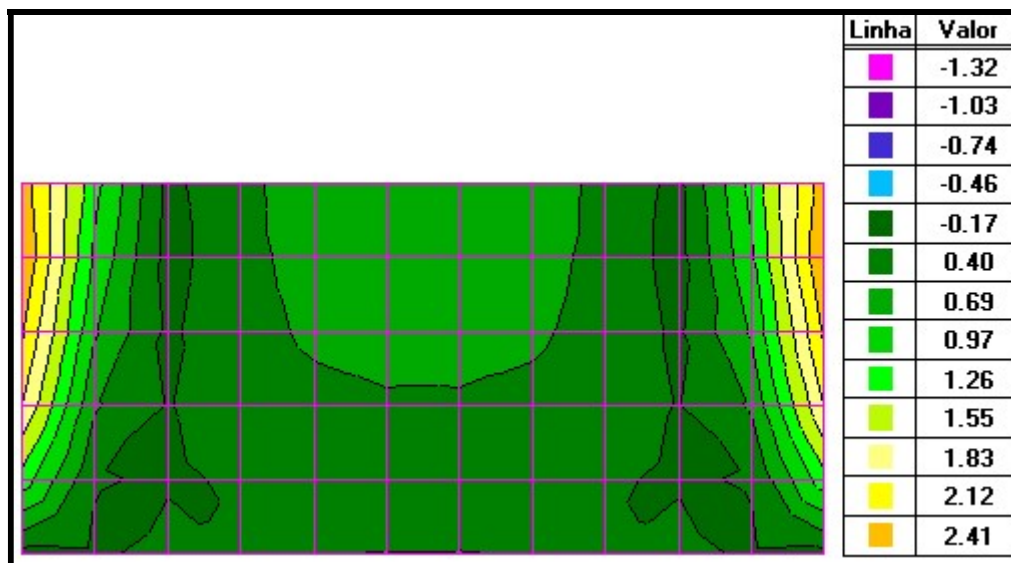
3.2 PAR 1=PAR2



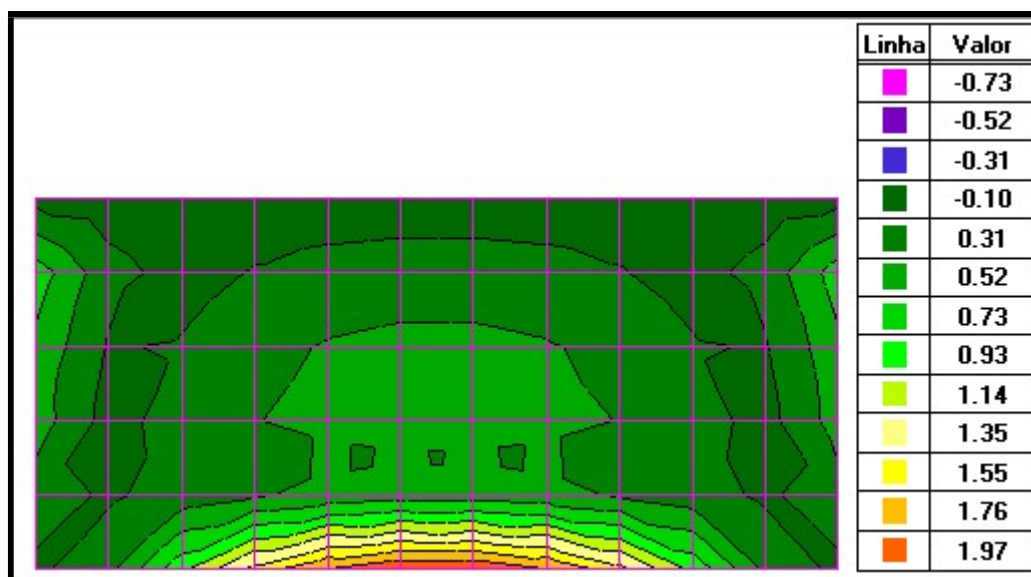
PAR1=PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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												
Materiais			Esforços			Seção			SEGURANÇA			
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)		h (cm)	d' (cm)	ξ _{máx.}	As,min (cm²/m)	γ _c	γ _s	Classe Agres. γ _f
500	30		0,97	3,83		20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	Classe IV 1,40

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica												
Armadura necessária			Arranjo									
As1 (cm²/m)	Φ (mm)		Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)								
	8		12,0	4,19								
As2 (cm²/m)	8		12,0	4,19								

Resumo - ELU				
Zona	ξ	ω1	ω2	
Zona D	0,050	0,000	0,021	

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES-CONCRETO ARMADO												
Materiais			Esforços			Seção						
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)		h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)			
500	30		0,97	3,83		20	4,9	8	12,0			

Cálculo												
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)					
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80					
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)					
8,05	0,003842927	0,248	3,75	109,43	0,00	0,01680009	0,160952538					

PAR1=PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais			Esforços		Seção			SEGURANÇA			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	0,93	2,90	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

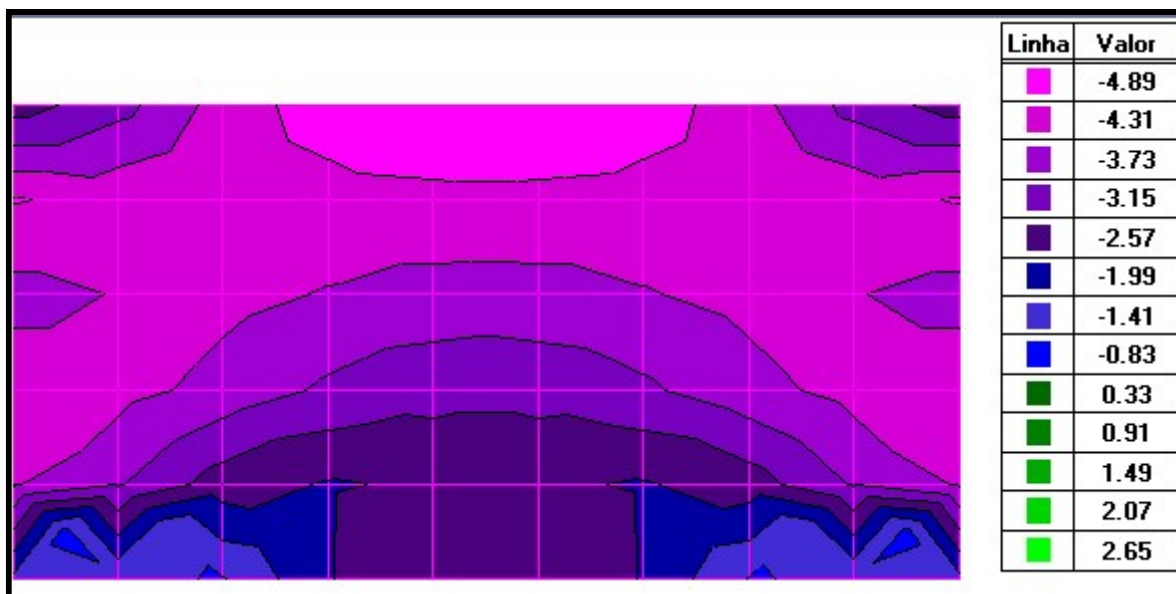
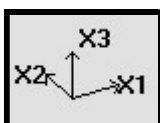
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica				
Armadura necessária		Arranjo		
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19
As2 (cm²/m)	1,41	8	12,0	4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,046	0,000	0,022

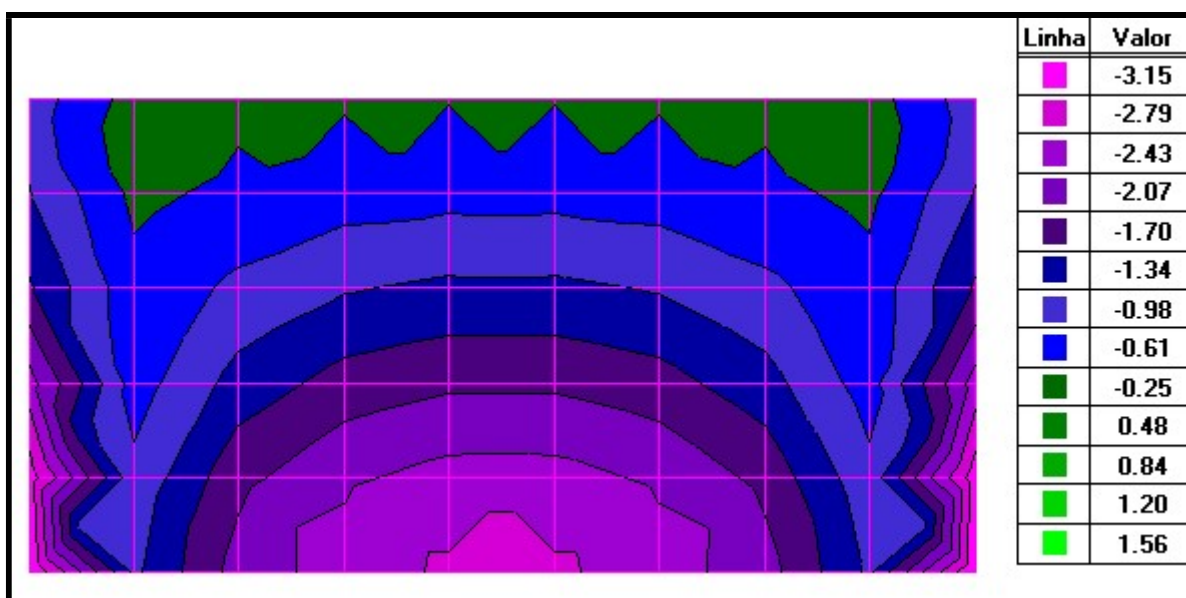
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais		Esforços			Seção					
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)			
500	30	0,93	2,9	20	4,9	8	12,0			
Cálculo										
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)			
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80			
αs	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8.05	0,003842927	0,234	3,53	115,60	0,00	0,01874722	0,17002406			

PAR1=PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

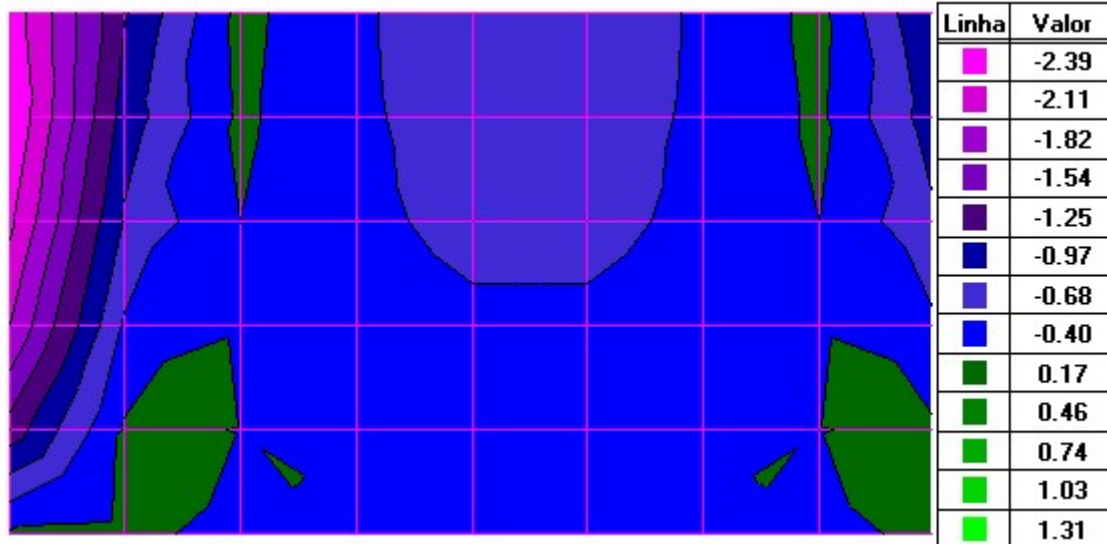
3.3 PAR 3=PAR4



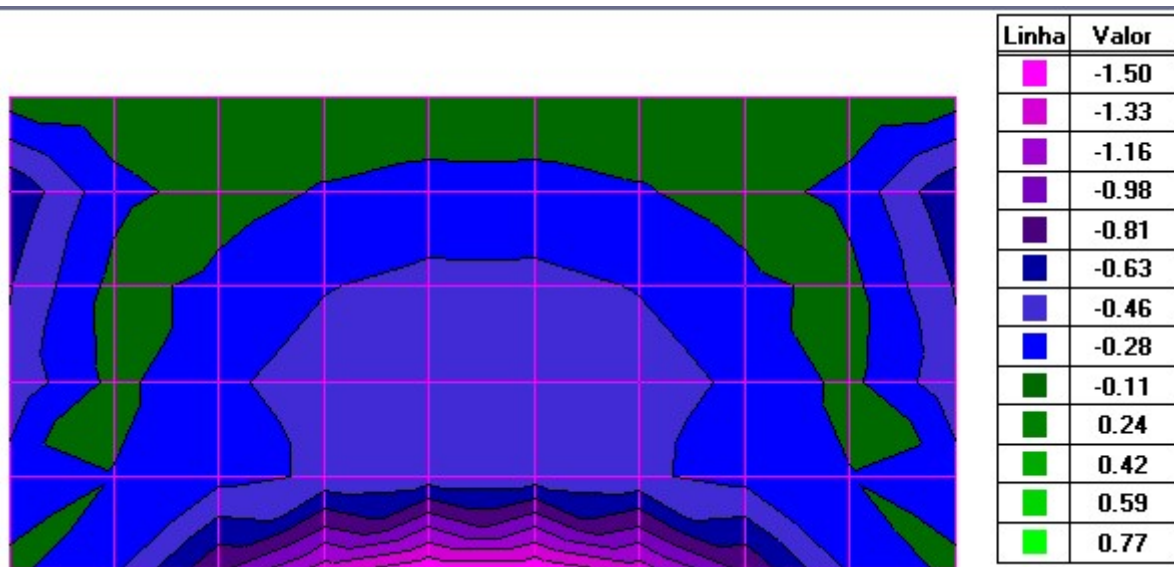
PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX- MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO MAX NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais			Esforços			Seção			SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	Classe Agres.
500	30		0,97	4,40	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica											
Armadura necessária			Arranjo								
As1 (cm²/m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	As2 (cm²/m)							
-	8	12,0	4,19								
1,18	8	12,0	4,19								

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,051	0,000	0,019

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais			Esforços			Seção					
Aço (fyk)	fck (Mpa)		Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)			
500	30		0,97	4,4	20	4,9	8	12,0			

Cálculo											
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)				
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80				
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,003842927	0,259	3,92	101,67	0,00	0,01450083	0,149533496				

PAR3=PAR4 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado												
Materiais			Esforços		Seção			SEGURANÇA				
Aço	fck	Mk	Nk	h	d'	ξ _{máx.}	As,min	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.	
500	30	0,98	2,79	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV	

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica					
Armadura necessária		Arranjo			
		Φ (mm)	Esp. (cm)	As (cm)	As,tot (cm²/m)
As1	-	8	12,0		4,19
As2	1,54	8	12,0		4,19

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,048	0,000	0,024

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais		Esforços				Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)		
500	30	0,98	2,79	20	4,9	8	12,0		
Cálculo									
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80		
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,003842927	0,230	3,47	125,53	0,00	0,02210719	0,184632749		

PAR3=PAR4 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D

EEAT-08

CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa

	VIGAS	PILAR	LAJE	FUNDAÇÃO	PAREDES	TOTAL
VOLUME (m ³)	4,00	3,50	4,00	11,00	10,50	33,00
FÔRMA (m ²)	55,00	56,00	37,00	18,00	101,00	267,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa

VOLUME (m ³)	0,50
--------------------------	------

PAREDES

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	2090	836
TOTAL		2090	836

FUNDAÇÃO

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	658	105
50A	8	892	357
50A	12.5	208	208
TOTAL		1758	670

VIGAS

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	233	37
50A	6.3	112	28
50A	10	264	166
50A	12.5	121	121
TOTAL		730	352

LAJES

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	104	26
50A	8	498	199
50A	10	115	73
TOTAL		717	298

PILAR

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	366	59
50A	12.5	153	153
50A	16	204	326
TOTAL		723	538

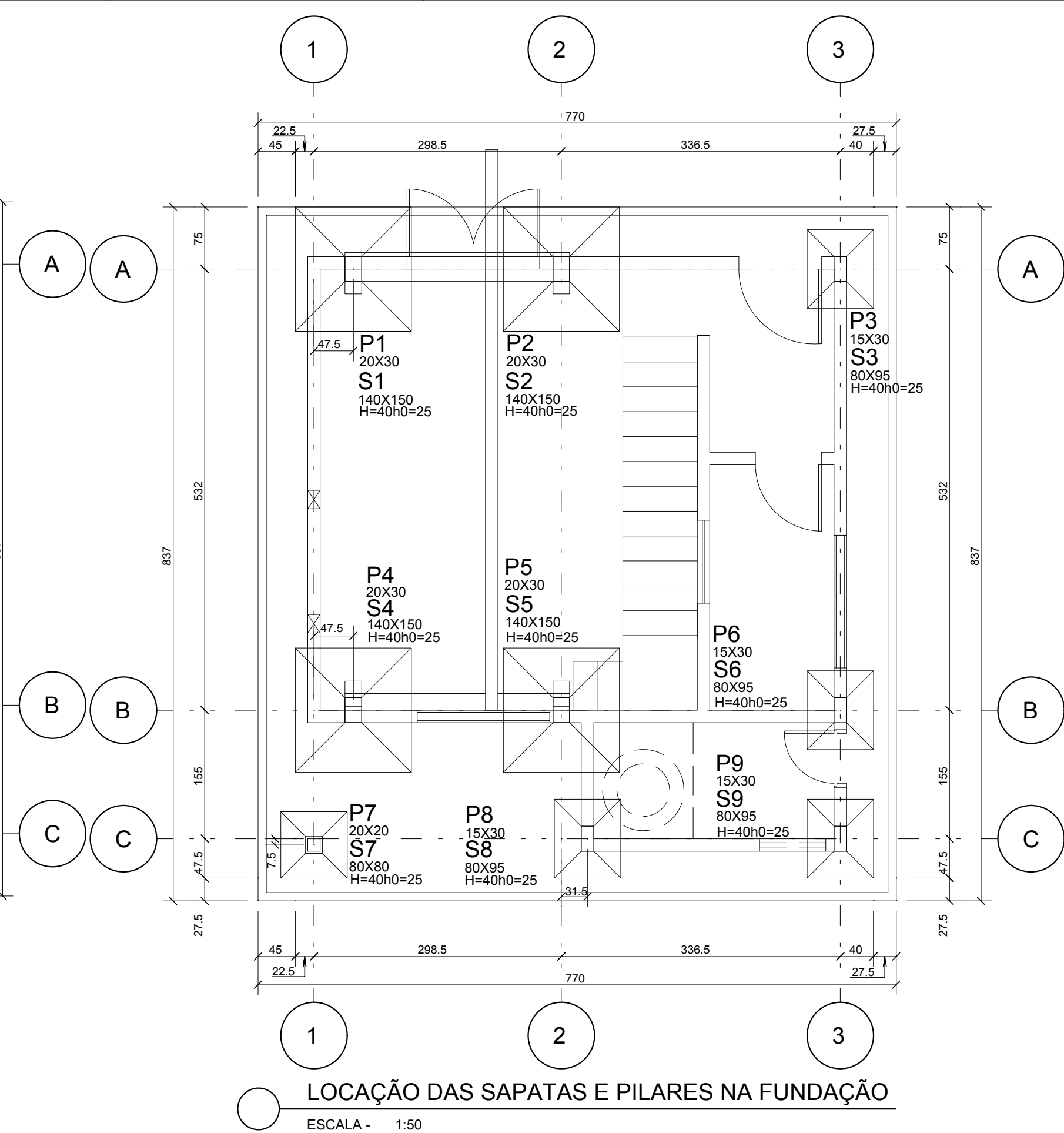
CAIXAS				
CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa				
	FUNDO	PAREDES	TAMPA	TOTAL
VOLUME (m ³)	2,00	5,00	1,50	8,50
FÔRMA (m ²)	3,00	52,00	10,00	65,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa	
VOLUME (m ³)	0,50

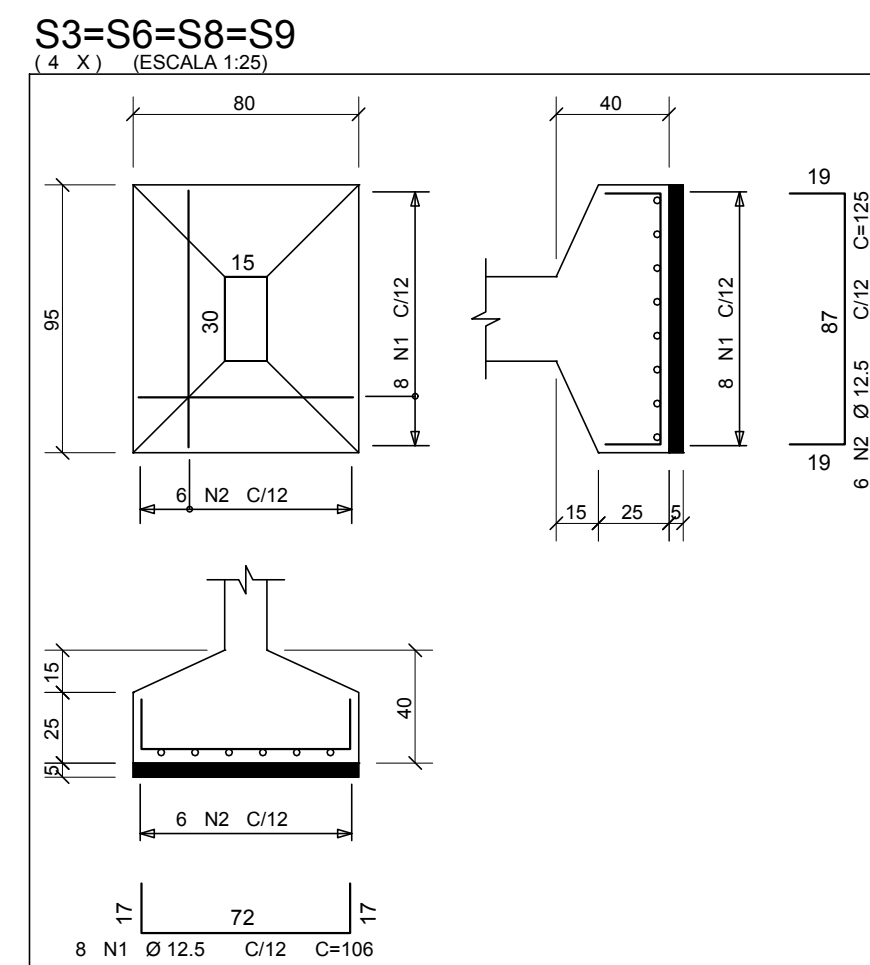
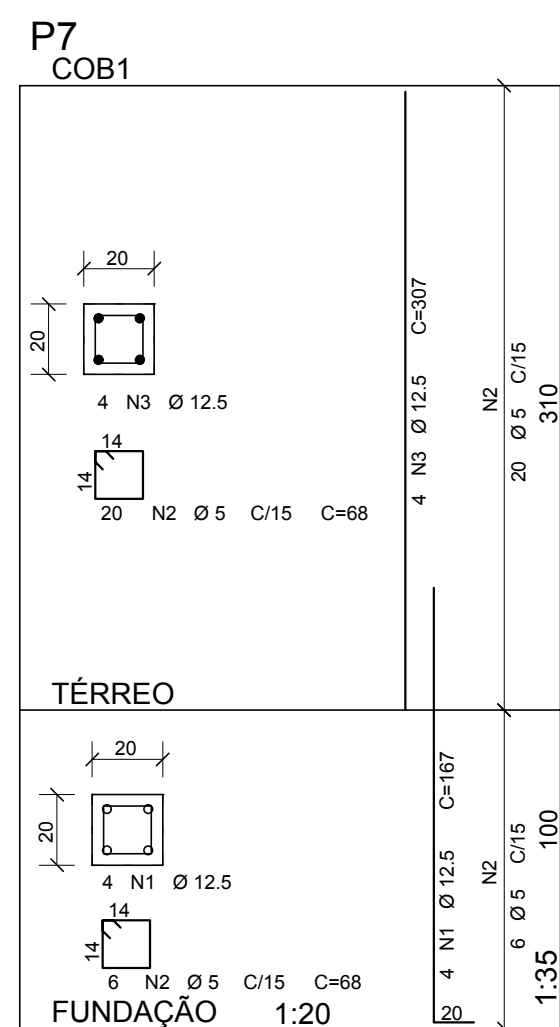
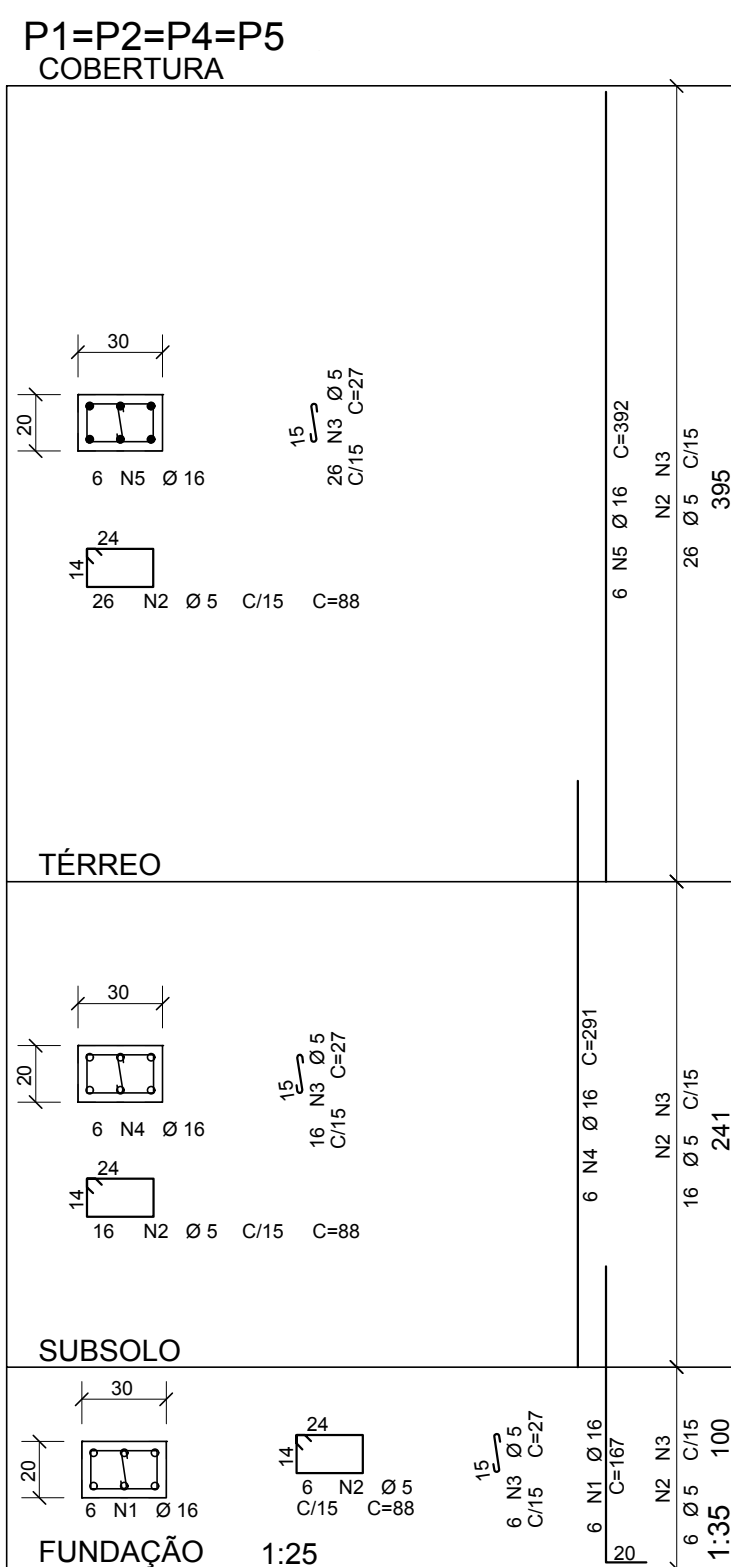
CAIXA			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	195	49
50A	8	1156	462
TOTAL		1351	511



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D

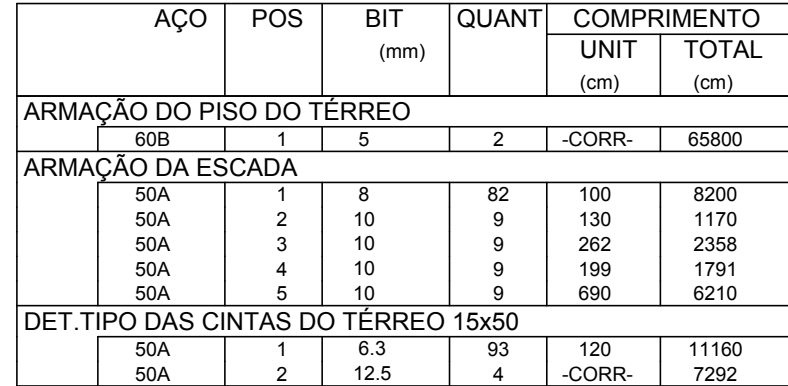


RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	366	59
50A	12.5	361	361
50A	16	204	326
Peso Total	60B =		59 kg
Peso Total	50A =		688 kg

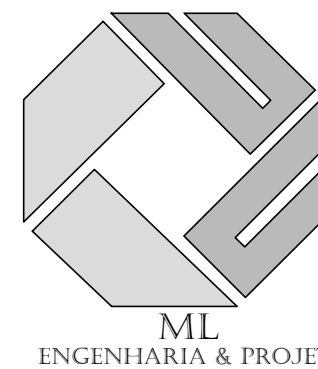
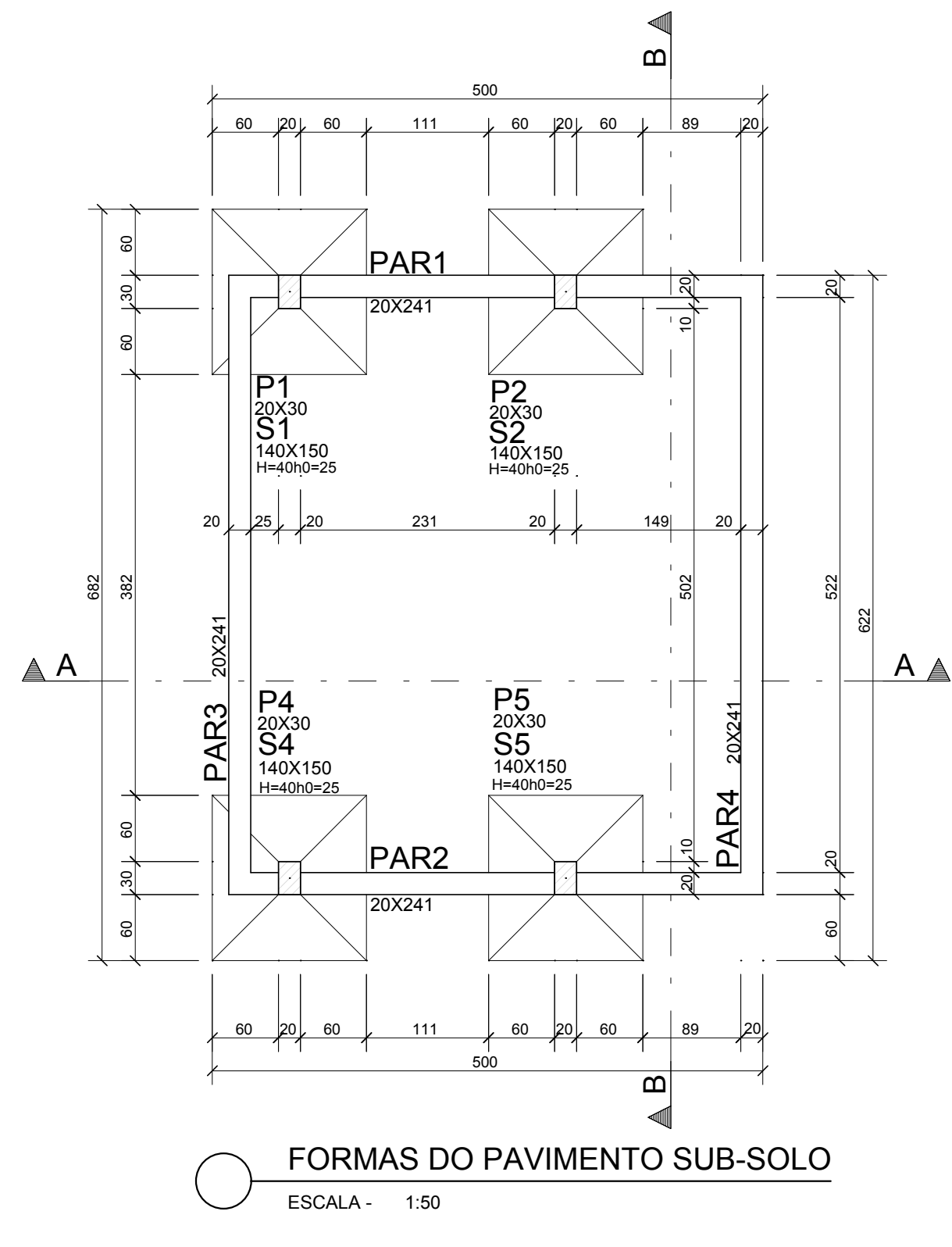
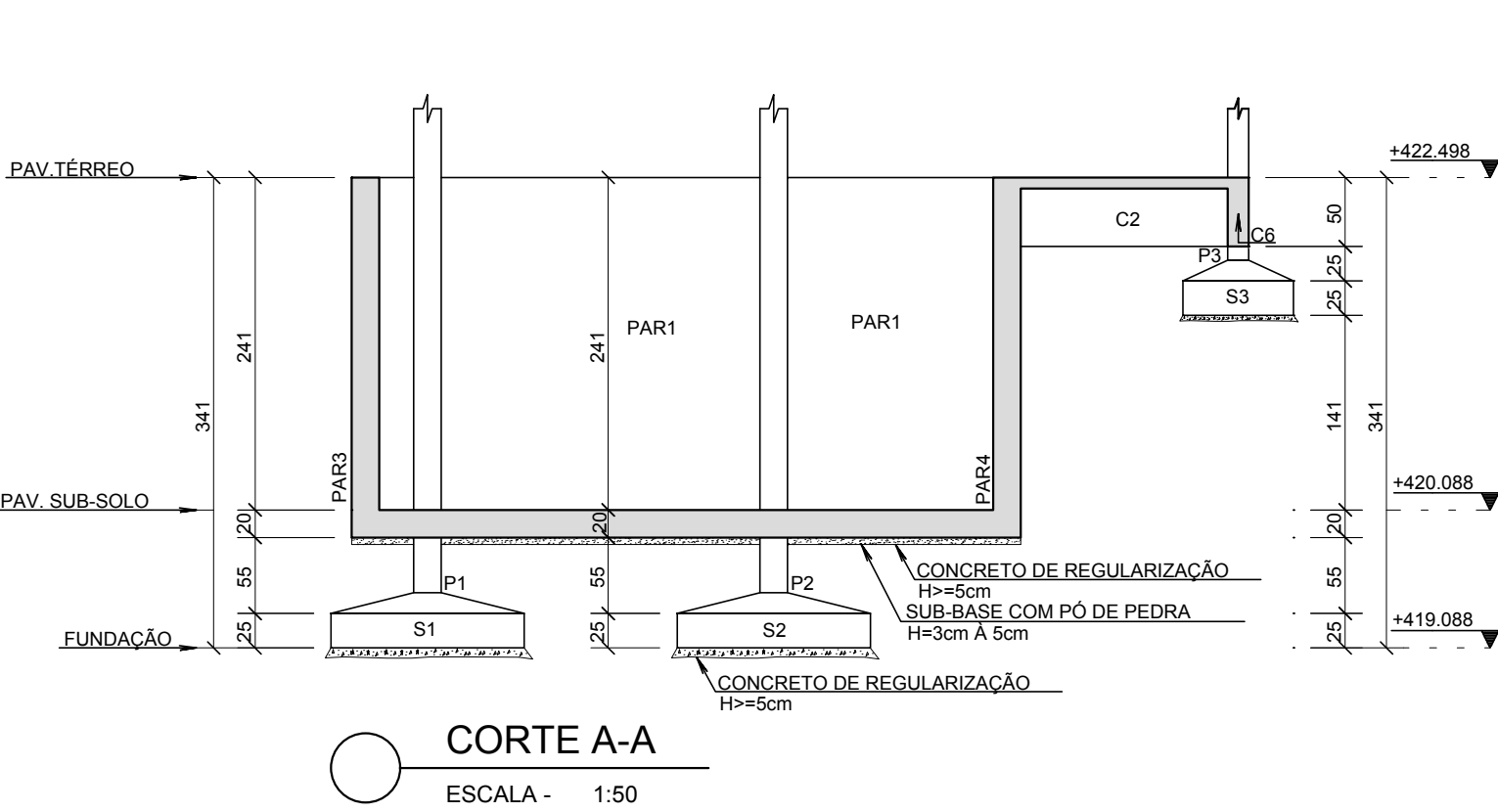


N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0525ST-001-EST-R00.dwg	DATA:	AGOSTO/2017



RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	658	105
50A	6,3	112	28
50A	8	82	33
50A	10	115	73
50A	12,5	73	73
Peso Total	60B =		105 kg
Peso Total	50A =		206 kg

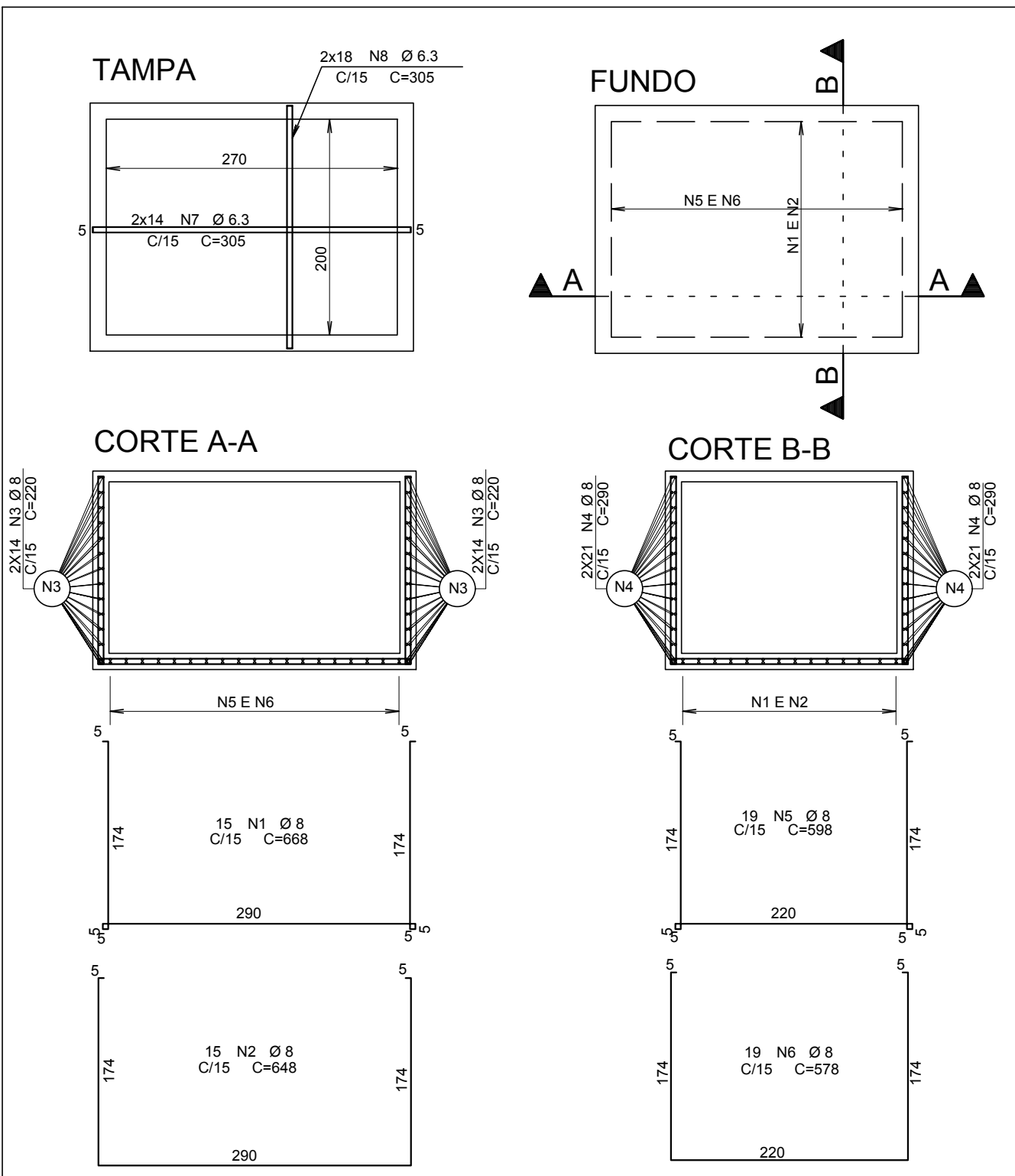


NOTAS :	
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5,0CM SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PLARES: 5,0CM VIGAS: 5,0CM
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 26GPA	BLOCOS: 5,0CM TUBULÃO: 5,0CM
FATOR AGUA CIMENTO : A/C =0,45	RADIER: 5,0CM
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M3	I3 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS -NBR 15996/2009
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
CA-60 - FYK = 600 MPA	PROJETO.DIMENSIONAMNETO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	I4 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980
MÓDULO DE ELASTICIDADE : Ecs = 18,5GPA	CARGAS PARA CÁLCULO DE ISTRUturas EM EDIFICAÇÕES
ESPESURA : 5,0CM	I5 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 618/2014
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3	PROJETO DE ISTRUturas DE CONCRETO-PROCEDIMENTO
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	I6 - NORMA DE FUNDACOES: NBR 6122/2010
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = I+V	PROJETO E EXECUCAO DE FUNDACOES
7 - FATOR DO TERRENO SI = 1,0	I7 - NORMA DE INCENDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADES= 2 = 1	PROJETO DE ISTRUturas DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCENDIO
9 - CLASSE DA EDIFICACAO=2 = C	I8 - NORMA DE EXECUCAO DE CONCRETO : NBR 14931/2004
10 - FATOR ESTATISTICO= 1,00	EXECUCAO DE ISTRUturas DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
II - VELOCIDADE BASICA DO VENTO V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORACAO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUCAO DAS OBRAS

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO DESENHADO
REVISÃO			

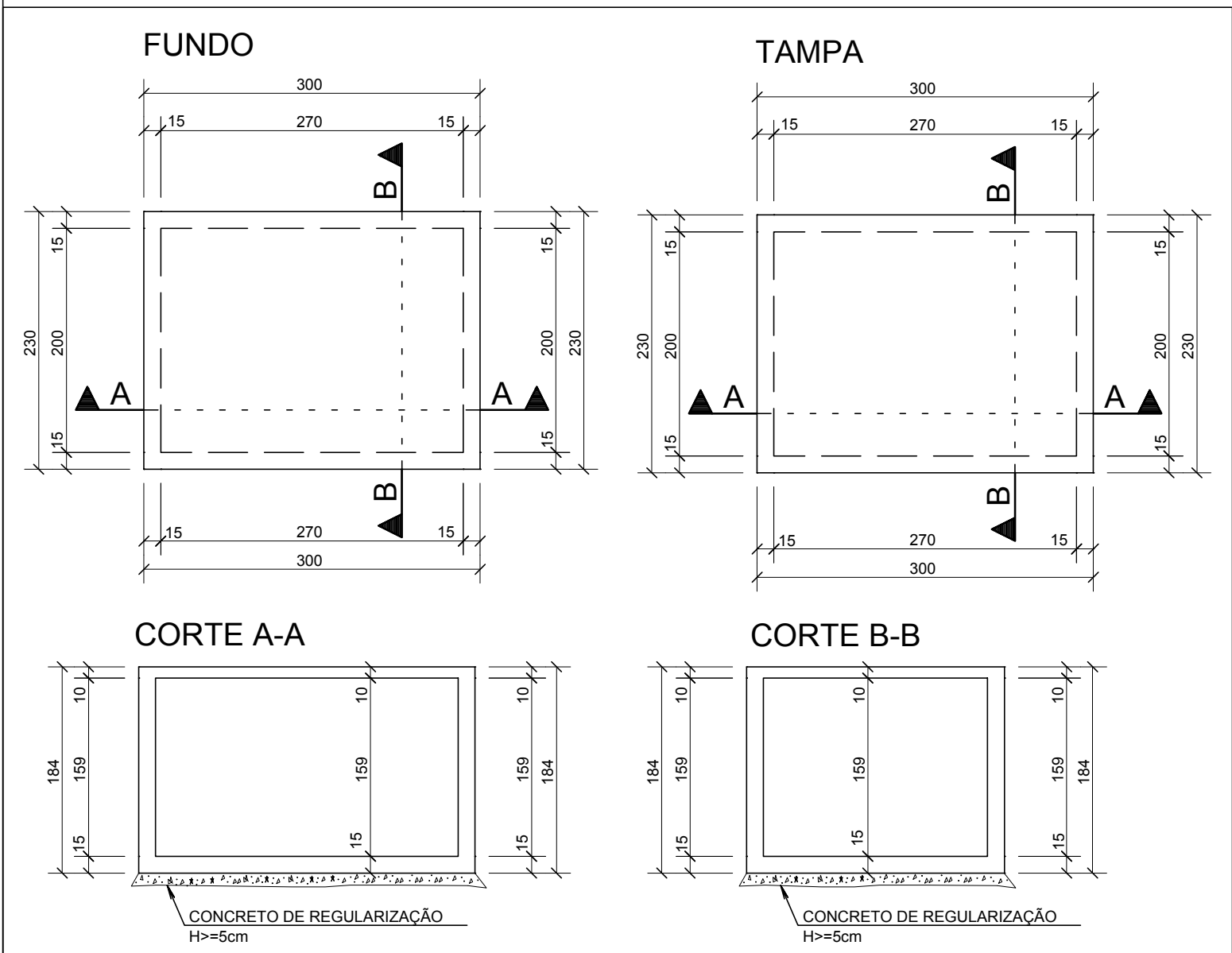
	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE GERÊNCIA DE PROJETOS	DESENHO XXX	PRANCHAS 02/05
	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE		
	PROJETO ESTRUTURAL		
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - EEAT-08 FORMAS E ARMAÇÃO DO TÉRREO			

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0525ST-002-EST-R00.dwg	DATA:	AGOSTO/201



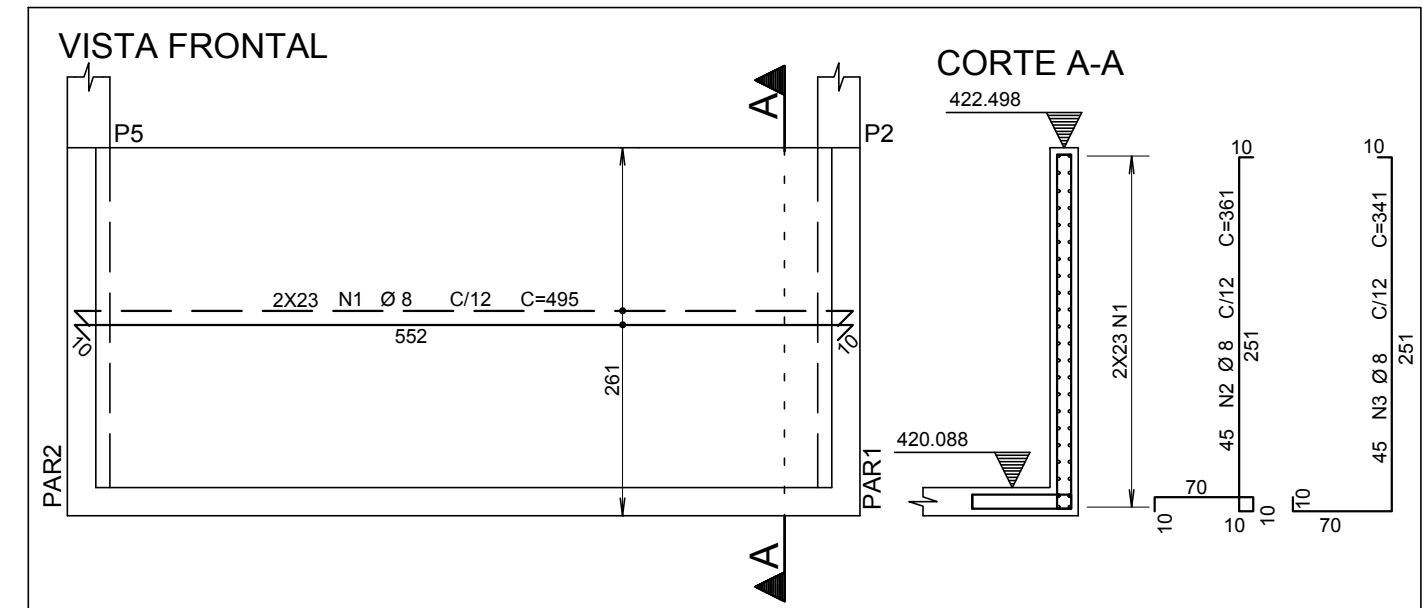
ARMAÇÃO DA CAIXA A

ESCALA - 1:50



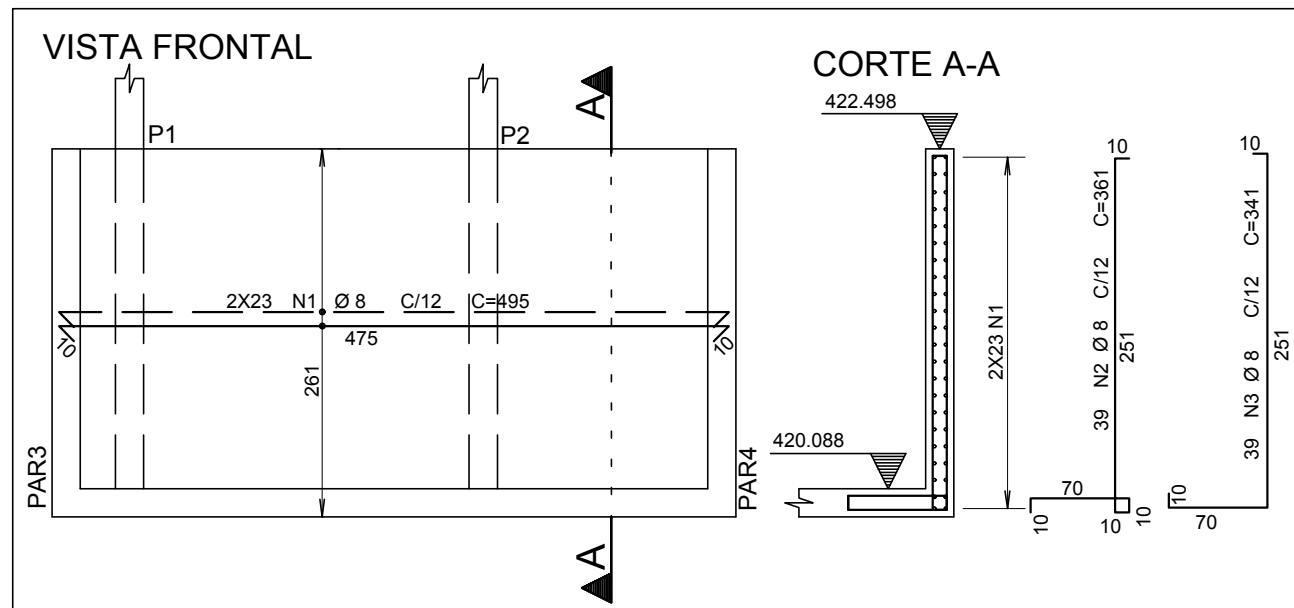
FORMAS DA CAIXA A

ESCALA - 1:50



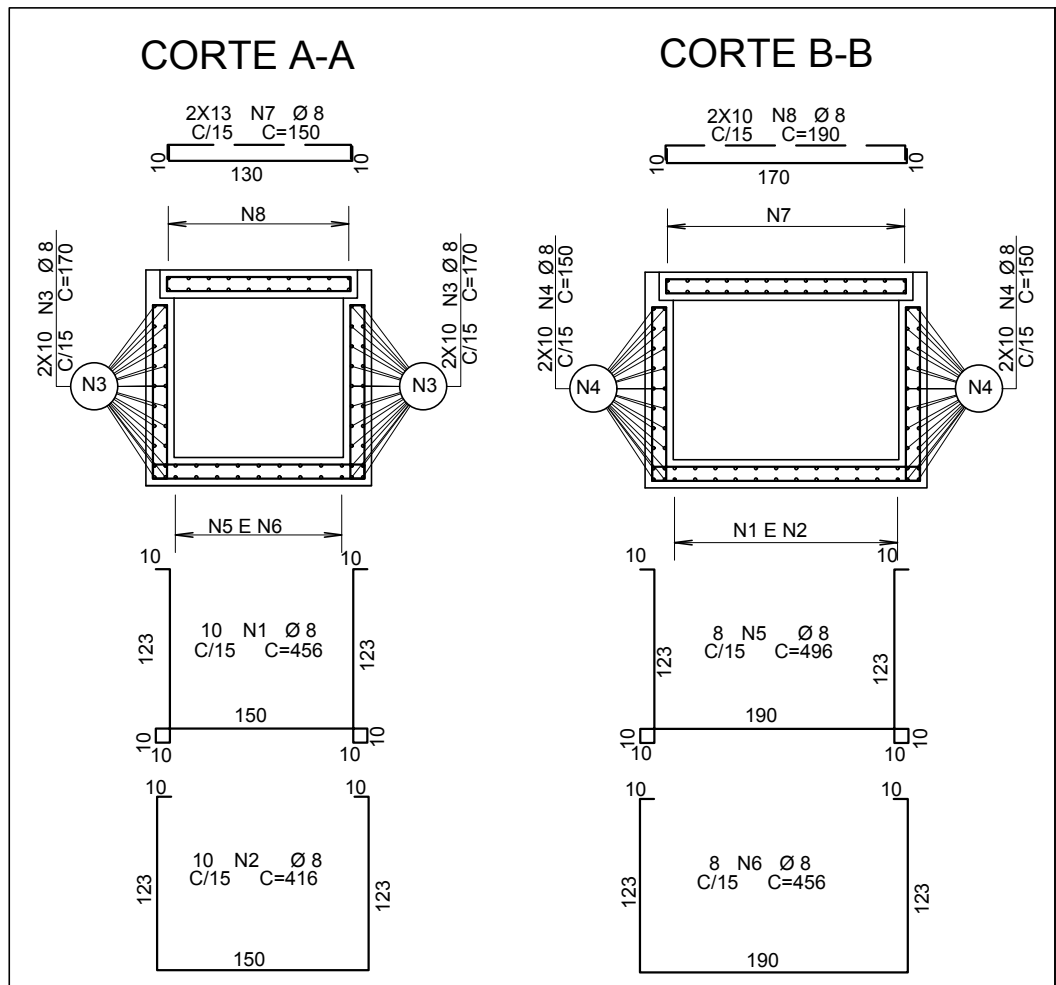
ARMAÇÃO PAR3=PAR4

ESCALA - 1:50



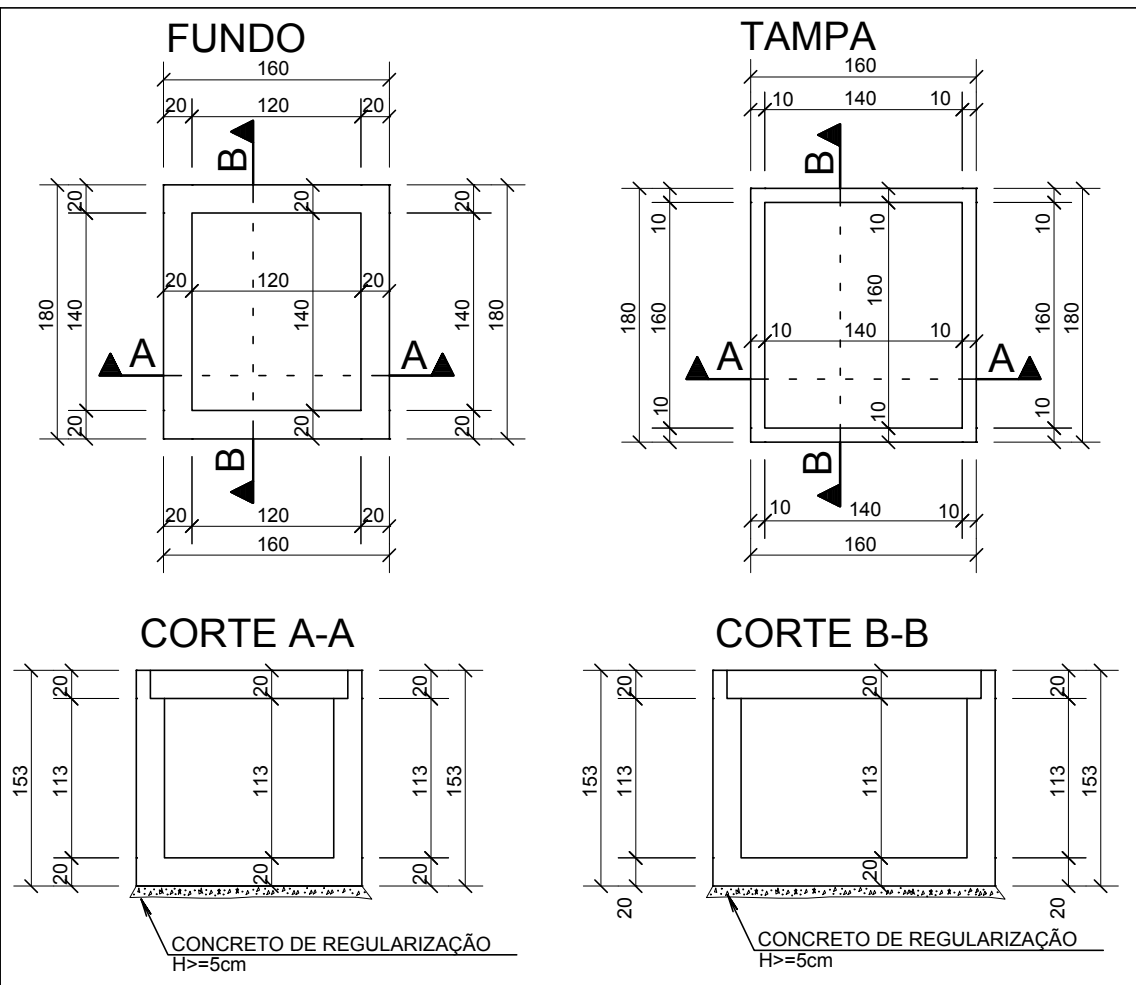
ARMAÇÃO PAR1=PAR2

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO DA CAIXA B

ESCALA - 1:50

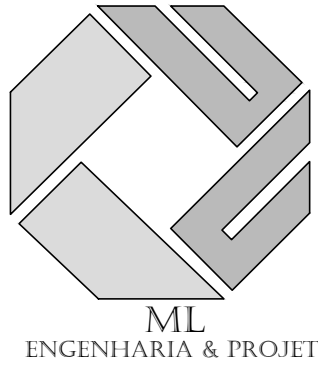


FORMAS DA CAIXA B

ESCALA - 1:50

AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO DA CAIXA B					
50A	1	8	10	456	4560
50A	2	8	10	416	4160
50A	3	8	40	170	6800
50A	4	8	40	150	6000
50A	5	8	8	496	3968
50A	6	8	8	456	3648
50A	7	8	26	150	3900
50A	8	8	20	190	3800
ARMAÇÃO DA CAIXA A					
50A	1	8	15	668	10020
50A	2	8	15	648	9720
50A	3	8	56	220	12320
50A	4	8	84	290	24360
50A	5	8	19	598	11362
50A	6	8	19	578	10982
50A	7	6.3	28	305	8540
50A	8	6.3	36	305	10980
ARMAÇÃO FUNDO					
50A	1	8	90	495	44550
50A	2	8	78	572	44616
ARMAÇÃO PAR1=PAR2 (X2)					
50A	1	8	92	495	45540
50A	2	8	78	361	28158
50A	3	8	78	341	26598
ARMAÇÃO PAR3=PAR4 (X2)					
50A	1	8	92	495	45540
50A	2	8	90	361	32490
50A	3	8	90	341	30690

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	195	49
50A	8	4138	1655
Peso Total	50A =		1704 kg

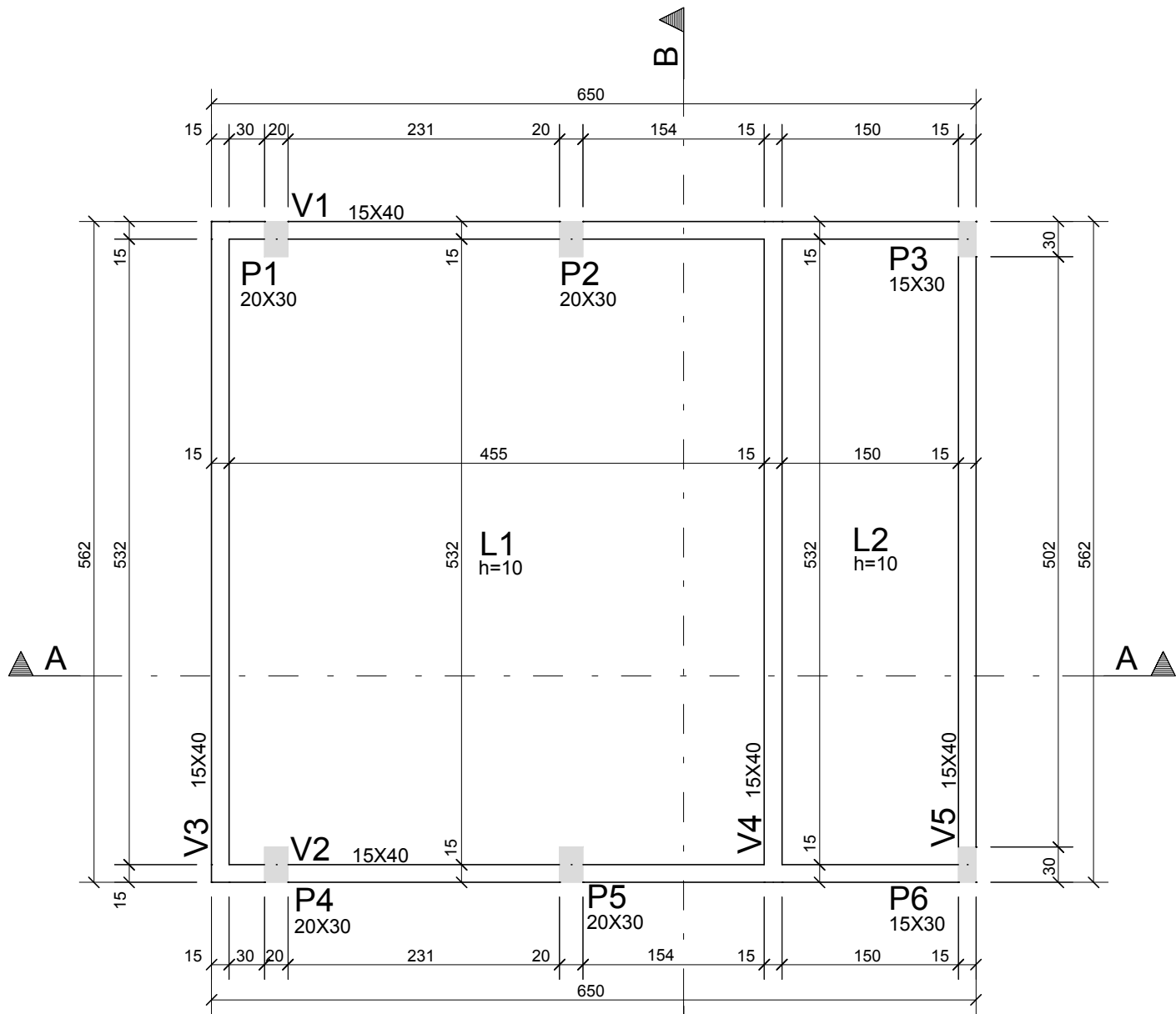


NOTAS :	
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5.0CM SAPATAS: 5.0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPa	PILARES: 5.0CM VIGAS: 5.0CM
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 26GPa	BLOCOS: 5.0CM TUBULÃO: 5.0CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C ≤ 0.45	RADIER: 5.0CM
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M3	13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15996/2009
3 - AÇOS : CA-50 - FYK = 500 MPa	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
CA-60 - FYK = 600 MPa	PROJETO.DIMENSIONAMNETO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18.5GPa	CARGAS PARA CALCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES
ESPESURA : 5.0CM	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6182/2014
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO	16 - NORMA DE FUNDAÇÕES : NBR 6122/2010
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES
7 - FATOR DO TERRENO:SI = 1.0	17 - NORMA DE INCENDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012
8 - CATEGORIA DE RUGONIDADE:SI = 1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCENDIO
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO:SI = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004
10 - FATOR ESTATÍSTICO:SI = 1.00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
11 - VELOCIDADE BASICA DO VENTO:V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
R E V I S Ã O				

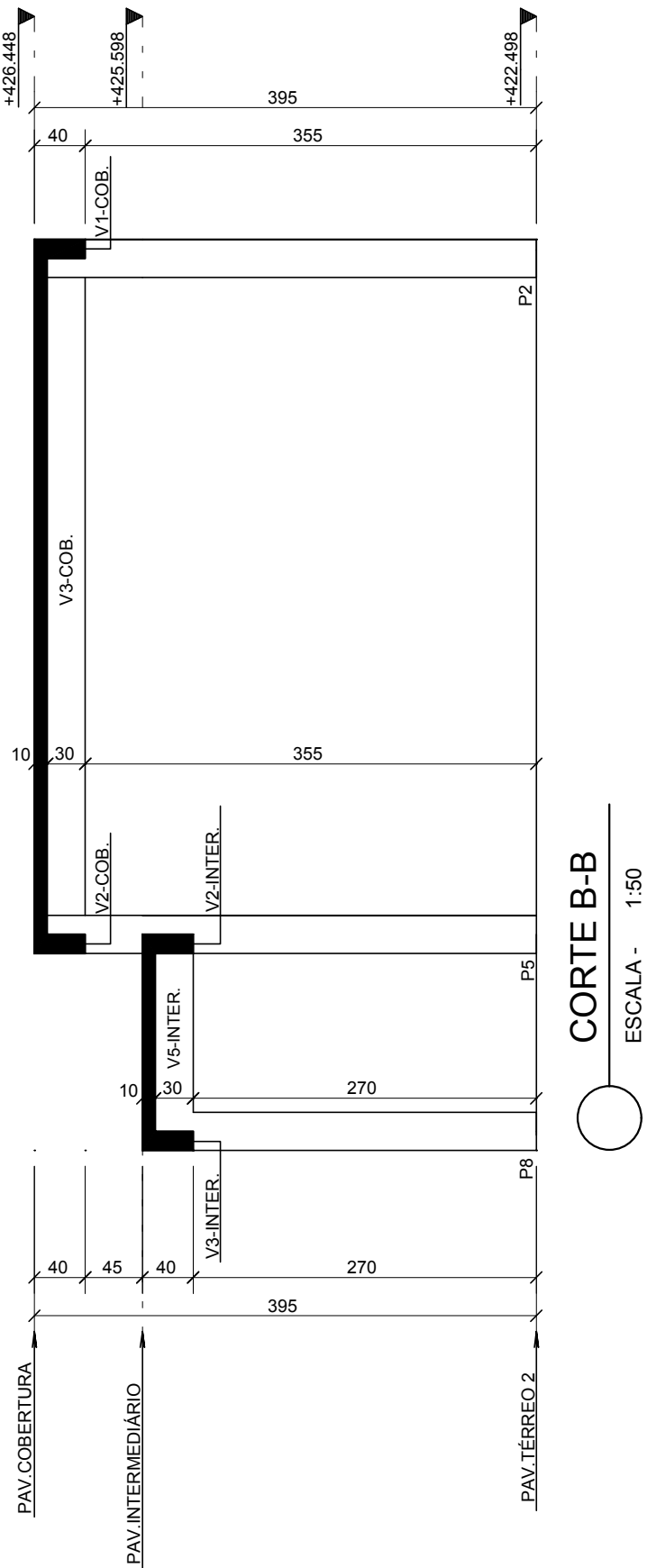
	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE GERÊNCIA DE PROJETOS	DESENHO XXX	PRANCHA Nº 03/05
	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE PROJETO ESTRUTURAL ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - EEAT-08 FORMAS E ARMAÇÃO DAS CAIXAS E SUBSOLO		

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0525ST-003-EST-R00.dwg	DATA:	AGOSTO/2017



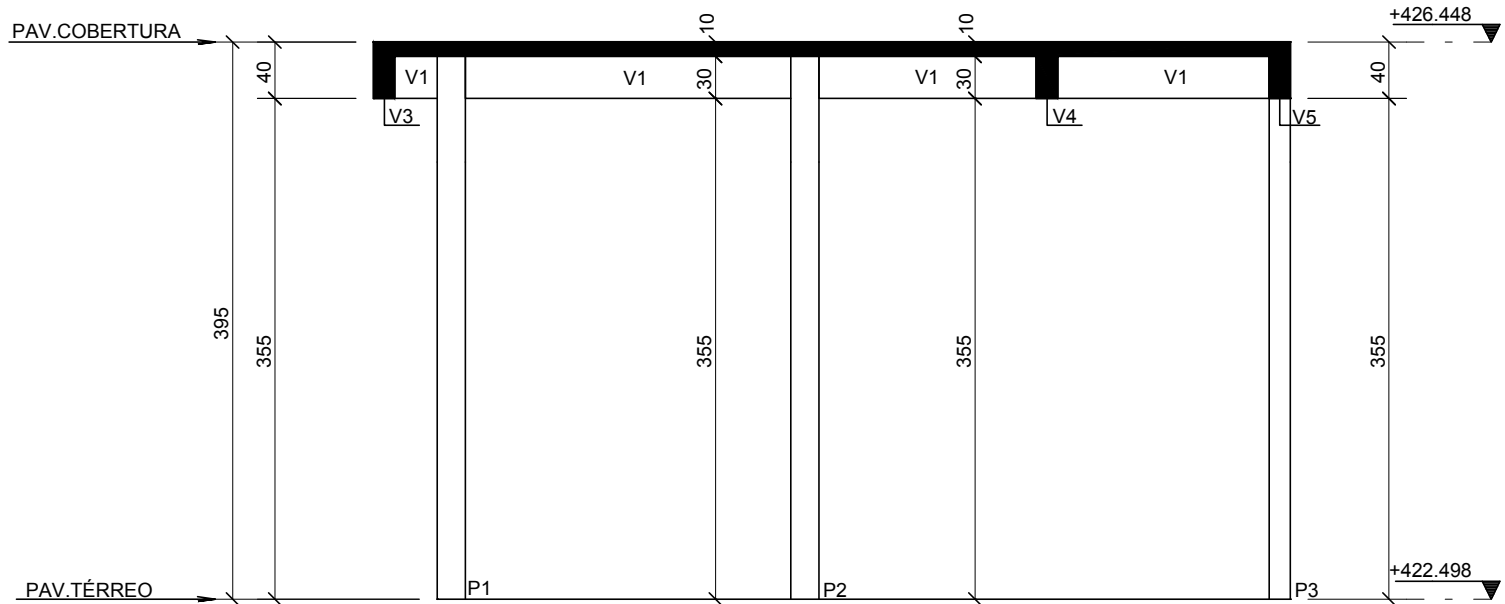
FORMAS DO PAVIMENTO COBERTURA

ESCALA - 1:50



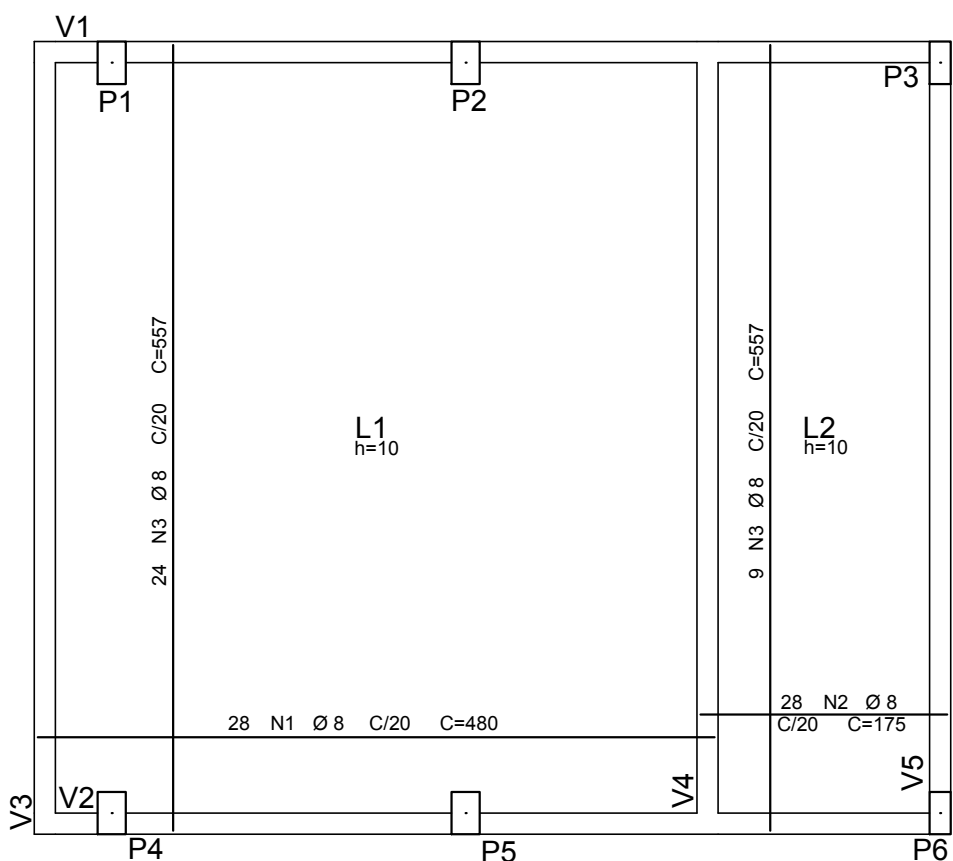
CORTE B-B

ESCALA - 1:50



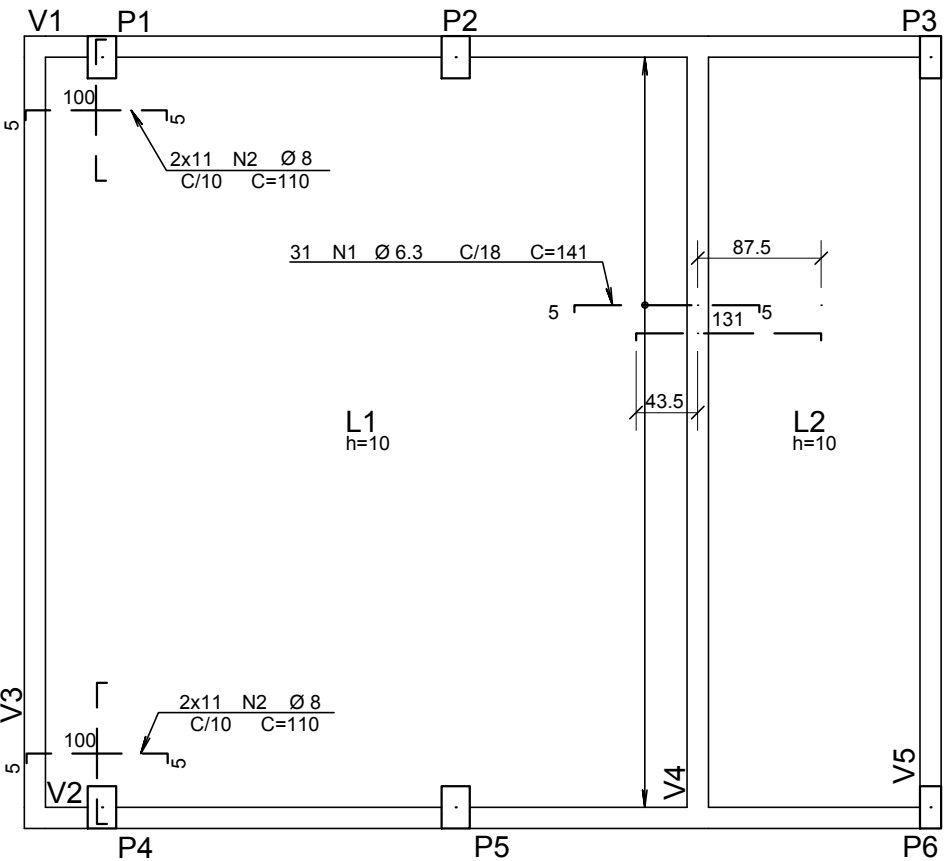
CORTE A-A

ESCALA - 1:50



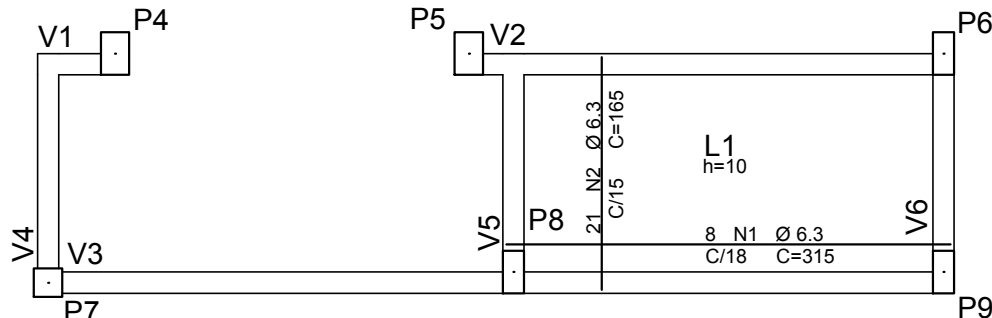
ARMAÇÃO DAS LAJES DA COBERTURA

ESCALA - 1:50



ARMAÇÃO NEGATIVA DAS LAJES DA COBERTURA

ESCALA - 1:50

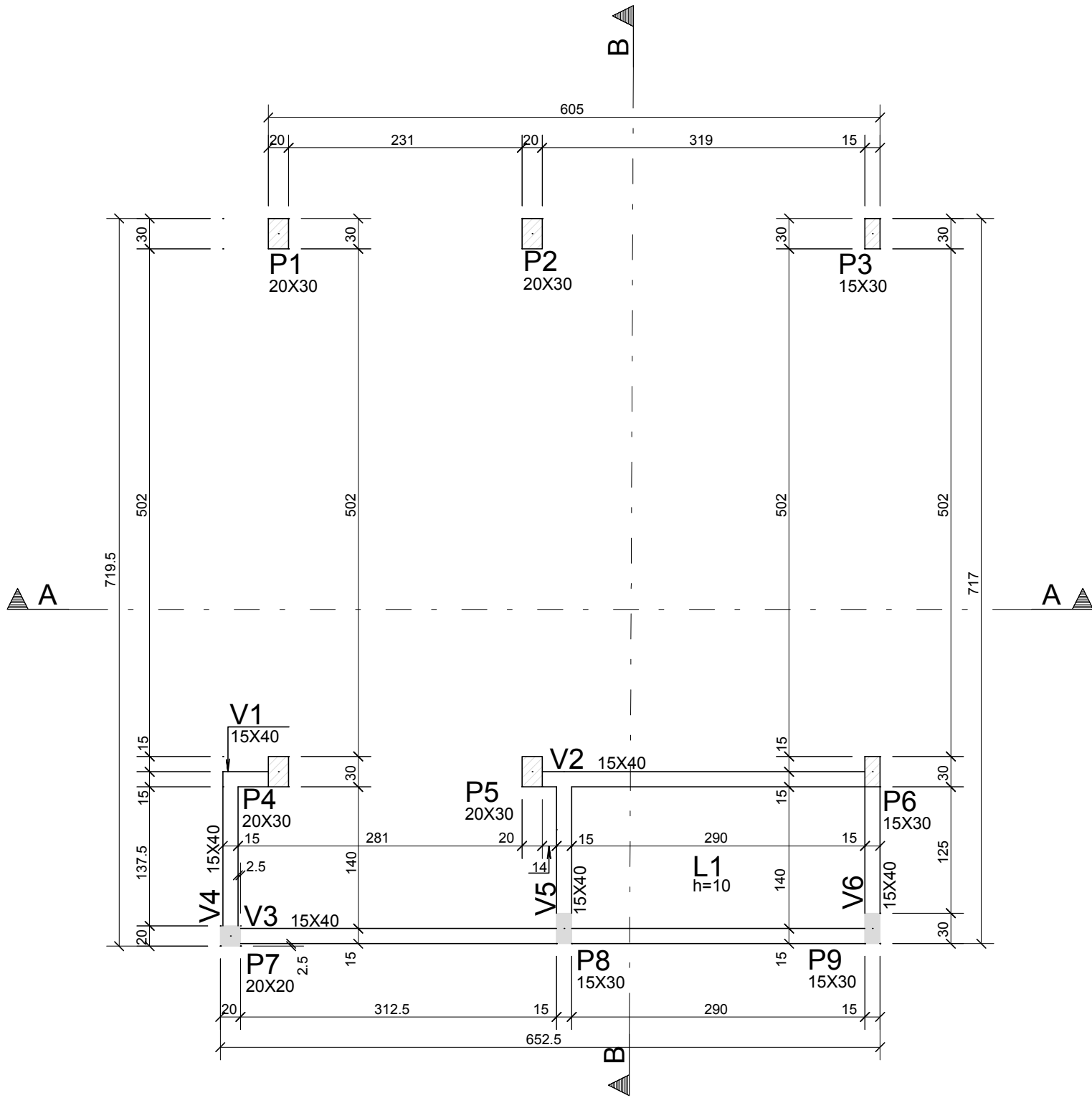


ARMAÇÃO DA LAJE DO PAV. INTERMEDIÁRIO

ESCALA - 1:50

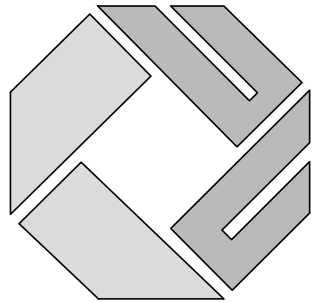
AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO NEGATIVA DAS LAJES DA COBERTURA					
50A	1	6.3	31	141	4371
50A	2	8	44	110	4840
ARMAÇÃO DA LAJE DO TOPO					
50A	1	6.3	8	315	2520
50A	2	6.3	21	165	3465
ARMAÇÃO DAS LAJES DA COBERTURA					
50A	1	8	28	480	13440
50A	2	8	28	175	4900
50A	3	8	33	557	18381

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	104	26
50A	8	416	166
Peso Total 50A =		192 kg	



FORMAS DO PAVIMENTO INTERMEDIÁRIO

ESCALA - 1:50



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.

2 - CONCRETO : FCK = 30MPa

MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 26GPa

FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C <= 0,45

CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M³

3 - AÇOS : CA-50 - FYK = 500 MPa

CA-60 - FYK = 600 MPa

4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:

MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18,5GPa

ESPESURA : 5,0CM

CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M³

5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO

6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV

7 - FATOR DO TERRENO: S1 = 1,0

8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADE: S2 = 1

9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO: S2 = C

10 - FATOR ESTATÍSTICO: S3 = 1,00

II - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO: V = 30M/S

12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :

LAJES: 5,0CM

SAPATAS: 5,0CM

PILARES: 5,0CM

BLOCOS: 5,0CM

TUBULÃO: 5,0CM

RADIER: 5,0CM

13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS : NBR 15996/2009

FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO

PROJETO.DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980

CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES

15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6182/2014

PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO

16 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010

PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES

17 - NORMA DE INCÊNDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012

PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004

EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO

19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS

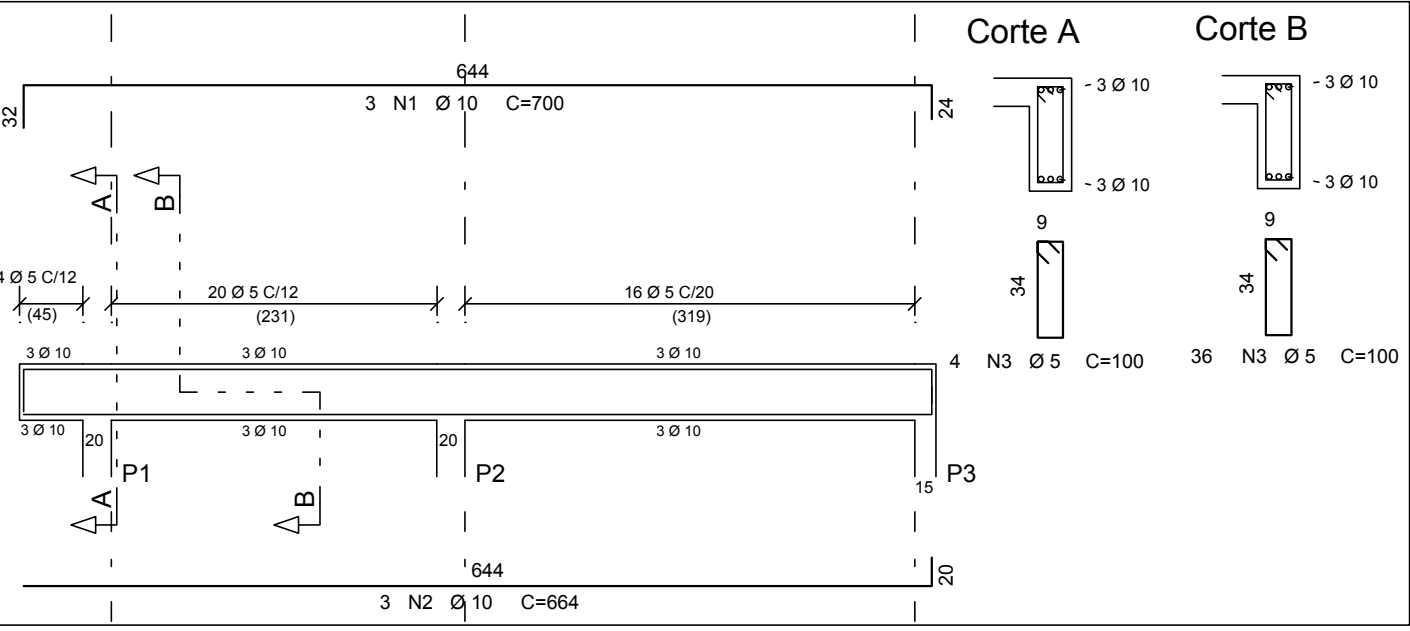
TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

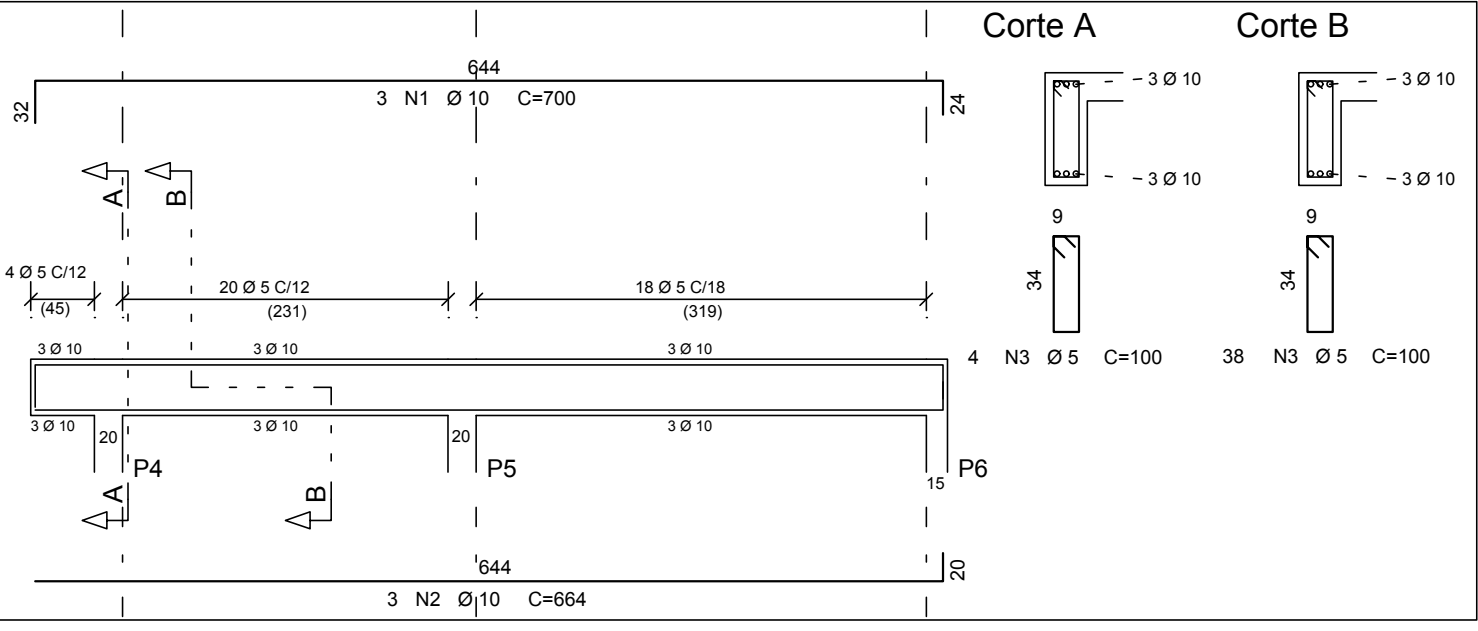
	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE GERÊNCIA DE PROJETOS	DESENHO XXX	PRANCHA Nº 04/05
	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE	PROJETO ESTRUTURAL	
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - EEAT-08	FORMAS E ARMAÇÃO DA COBERTURA	

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0525ST-004-EST-R00.dwg	DATA:	AGOSTO/2017

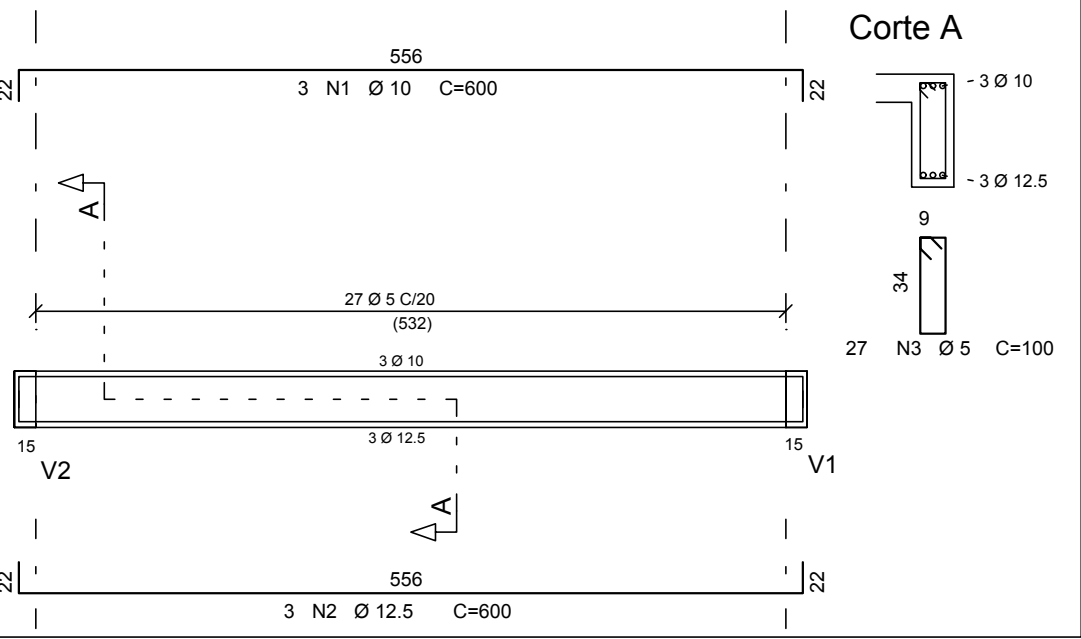
V1-COBERTURA 15X40



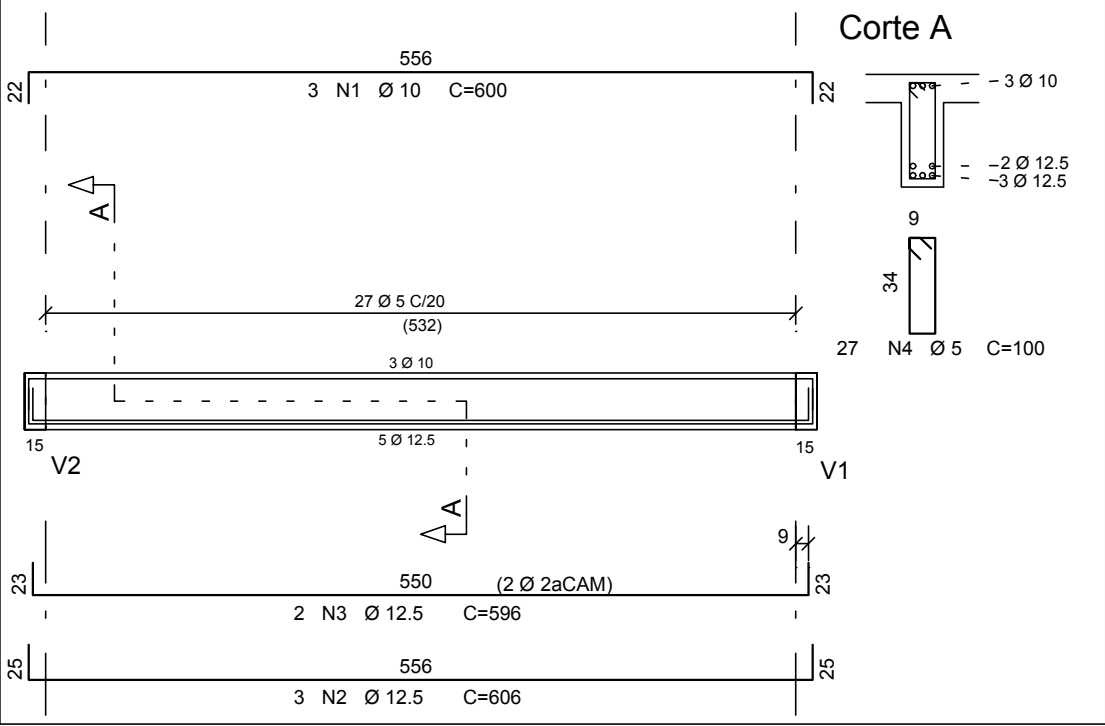
V2-COBERTURA 15X40



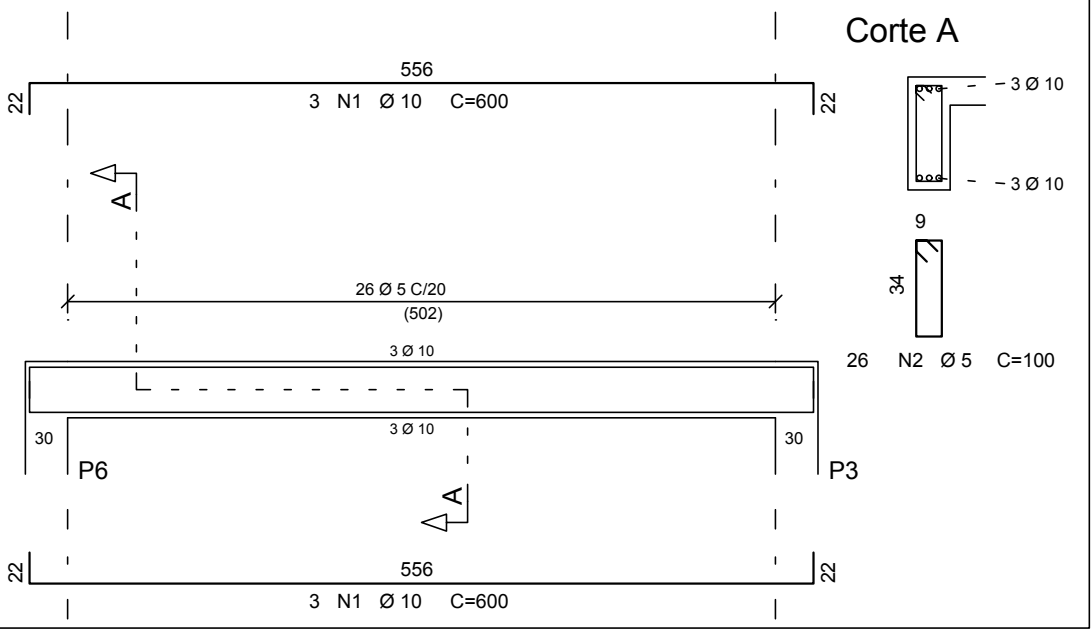
V3-COBERTURA 15X40



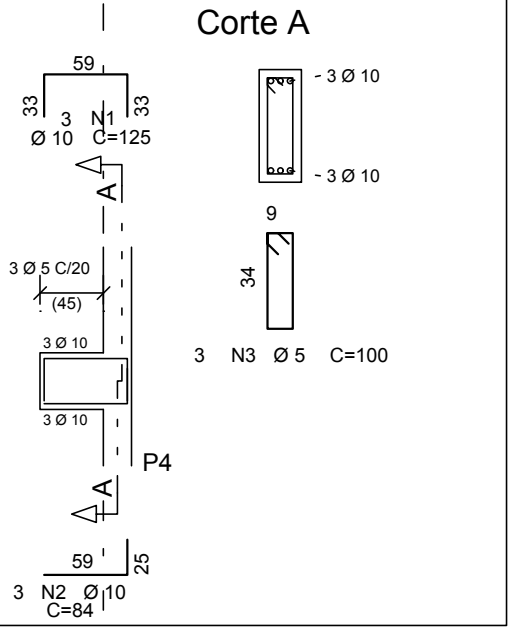
V4-COBERTURA 15X40



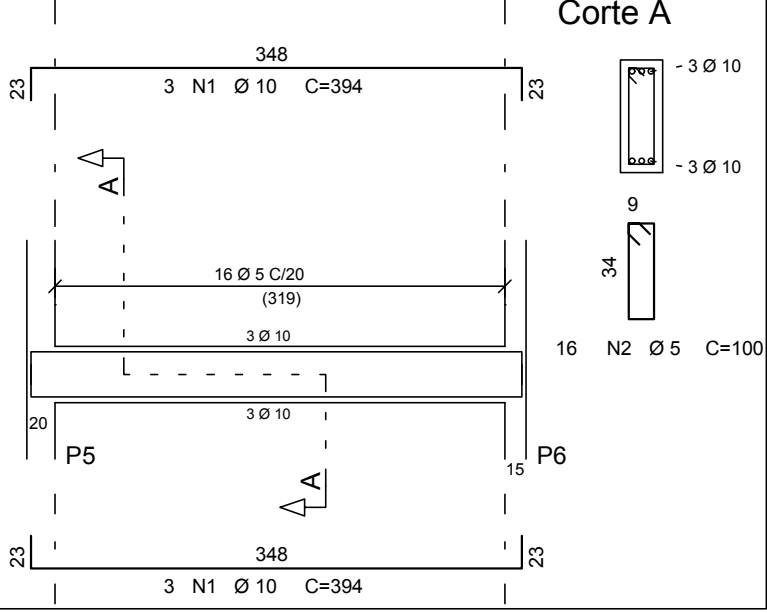
V5-COBERTURA 15X40



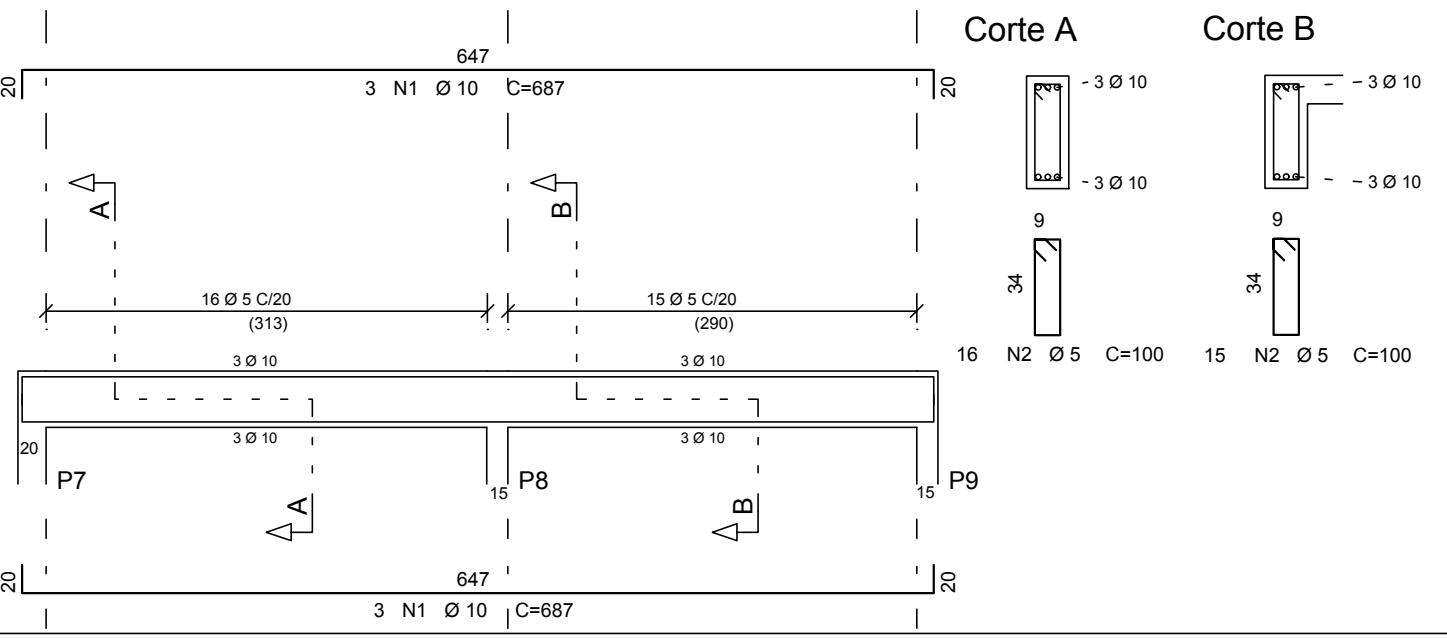
V1-PAV.INTER 15X40



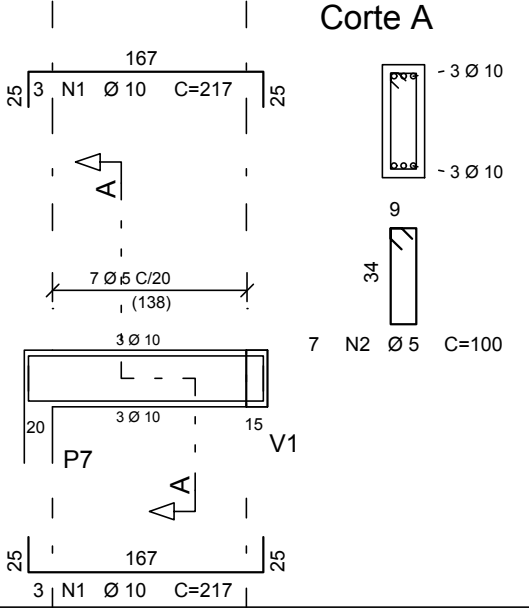
V2-PAV.INTER 15X40



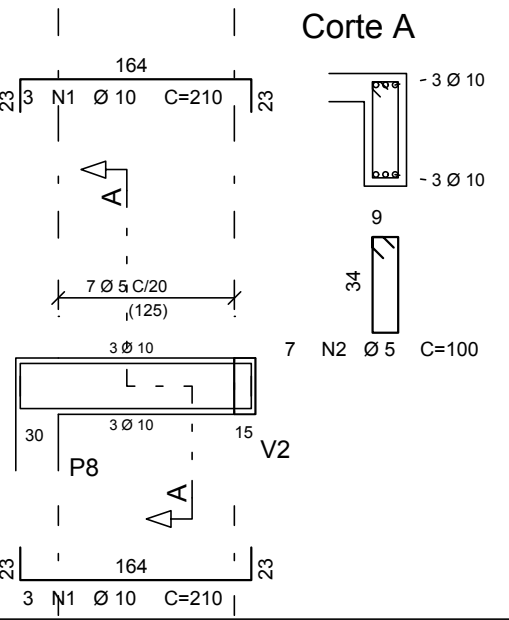
V3-PAV.INTER 15X40



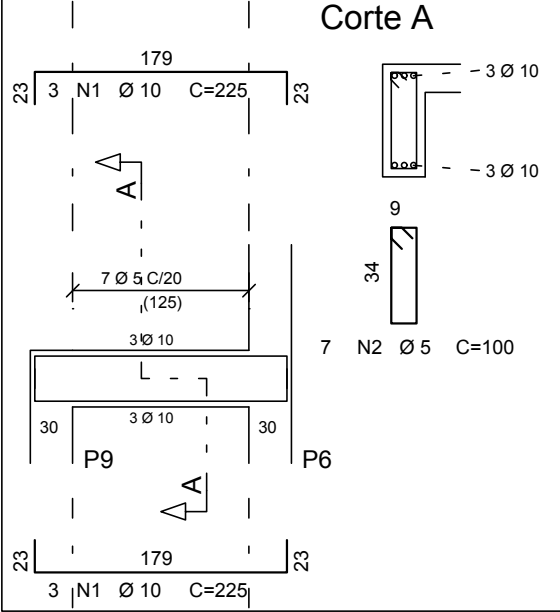
V4-PAV.INTER 15X40



V5-PAV.INTER 15X40

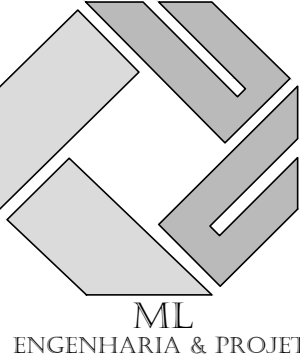


V6-PAV.INTER 15X40



AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
V3-PAV.INTER					
50A	1	10	6	687	4122
60B	2	5	31	100	3100
V5-PAV.INTER					
50A	1	10	6	210	1260
60B	2	5	7	100	700
V6-PAV.INTER					
50A	1	10	6	225	1350
60B	2	5	7	100	700
V2-PAV.INTER					
50A	1	10	6	394	2364
60B	2	5	16	100	1600
V4-PAV.INTER					
50A	1	10	6	217	1302
60B	2	5	7	100	700
V1-PAV.INTER					
50A	1	10	3	125	375
50A	2	10	3	84	252
60B	3	5	3	100	300
V1-COBERTURA					
50A	1	10	3	700	2100
50A	2	10	3	664	1992
60B	3	5	40	100	4000
V2-COBERTURA					
50A	1	10	3	700	2100
50A	2	10	3	664	1992
60B	3	5	42	100	4200
V3-COBERTURA					
50A	1	10	3	600	1800
50A	2	12.5	3	600	1800
60B	3	5	27	100	2700
V4-COBERTURA					
50A	1	10	3	600	1800
50A	2	12.5	3	606	1818
50A	3	12.5	2	596	1192
60B	4	5	27	100	2700
V5-COBERTURA					
50A	1	10	6	600	3600
60B	2	5	26	100	2600

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	233	37
50A	10	264	166
50A	12.5	48	48
Peso Total 60B =			37 kg
Peso Total 50A =			214 kg



NOTAS :			
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.		LAJES: 5.0CM	SAPATAS: 5.0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPa		PILARES: 5.0CM	VIGAS: 5.0CM
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 26GPa		BLOCOS: 5.0CM	TUBULÃO: 5.0CM
FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C <= 0.45		RADIER: 5.0CM	
CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M3		13 - NORMA DE FORMAS E ESCORAMENTOS :NBR 1596/2009	
3 - AÇOS : CA-50 - FYK = 500 MPa		FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO	
CA-60 - FYK = 600 MPa		PROJETO.DIMENSIONAMNETO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS	
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:		14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980	
MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18.5GPa		CARGAS PARA CALCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES	
ESPESSURA : 5.0CM		15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 618/2014	
CONSUMO DE CIMENTO : 250KG/M3		PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO	
5 - AS COTAS PREVALECEM SOBRE O DESENHO		16 - NORMA DE FUNDAÇÕES : NBR 6122/2010	
6 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL = IV		PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES	
7 - FATOR DO TERRENO:SI = 1.0		17 - NORMA DE INCENDIO EM CONCRETO : NBR 15200/2012	
8 - CATEGORIA DE RUGONIDADE:SI = I		PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCENDIO	
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO:SI = C		18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 14931/2004	
10 - FATOR ESTATÍSTICO:SI = 1.00		EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO	
11 - VELOCIDADE BASICA DO VENTO:V = 30M/S		19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS	
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :		TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	

R E V I S Ã O			

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE GERÊNCIA DE PROJETOS		DESENHO XXX	PRANCHA Nº 05/05
	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE JUAZEIRO DO NORTE - CE PROJETO ESTRUTURAL			
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - EEAT-08 ARMAÇÃO DAS VIGAS DA COBERTURA E PAV.INTER			

GERÊNCIA:	XXXXXXXXXXXX		
COORDENAÇÃO:	XXXXXXXXXXXX		
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0525ST-005-EST-R00.dwg	DATA:	AGOSTO/2017



ART



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-ES

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do ES

Página 1/1

ART de Obra ou Serviço

0820170118160

ART Individual

1. Responsável Técnico

CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: 0800128168

Registro: ES-011840/D

Registro: 14177

Empresa contratada: ML - ENGENHARIA E PROJETOS LTDA ME



2. Dados do Contrato

Contratante: **COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ**

CPF/CNPJ: 07040108000157

Rua: 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: RUA JUAZEIRO

Nº:

Complemento:

Bairro: AEROPORTO

Quadra Lote

Cidade: JUAZEIRO DO NORTE

UF: CE

CEP: 63020635

Data de início: 01/08/2017

Prev. Término: 11/12/2017

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: 3501

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, 1106 - SISTEMA DE SANEAMENTO

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 112 - EDIFICAÇÃO FINS SERVIÇOS PÚBLICOS, 202 - FUNDAÇÕES, 222 - ESTRUTURAS DE CONCRETO

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

ELABORAÇÃO DE PROJETO ESTRUTURAL DE UM RAP 500M²-ÁREA DE 551M², REL V=200M²- ÁREA DE 1056M², EEAT-ÁREA DE 210M² DO BAIRRO TRIÂNGULO E EEAT-ÁREA DE 150M², EEAT-08-ÁREA DE 131M², RAP 700M²- ÁREA DE 614M², REL V=150M²-ÁREA DE 421M², RAP 300M²-ÁREA DE 368M², PARA ATENDER AS OBRAS E SERVIÇOS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE/CE

6. Declarações

Profissional

Contratante

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

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

de 22 de novembro de 2017

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 ou www.confes.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
tel: (27)3134-0046

creaes@creaes.org.br
art@creaes.org.br



CREA-ES
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado do Espírito Santo

Valor ART: R\$ 81,53

Registrada em: 22/11/2017 Data de pagamento: 22/11/2017

Valor Pago: R\$ 81,53

Nosso Número: 90000000002370667