

Companhia de Água e Esgoto do Ceará

DEN - Diretoria de Engenharia

GPROJ - Gerência de Projetos de Engenharia

Horizonte, Pacajus e Chorozinho - CE

**Projeto Estrutural Básico Hidráulico-Sanitário para
Ampliação do Sistema Integrado de Abastecimento de
Água Tratada das Cidades de Horizonte,
Pacajus e Chorozinho**

VOLUME VIII - TOMO I
Projeto Estrutural

Cagece

OUTUBRO/2018



EQUIPE TÉCNICA

Produto: Projeto Estrutural Básico Hidráulico-Sanitário para Ampliação do Sistema Integrado de Abastecimento de Água Tratada das Cidades de Horizonte, Pacajus e Chorozinho.

Gerente de Projetos de Engenharia

Engº. Raul Tigre de Arruda Leitão

Coordenação de Projetos Técnicos

Engº. Gerardo Frota Neto

Coordenação de Serviços Técnicos de Apoio

Engº. Bruno Cavalcante de Queiroz

Engenheiro Projetista

Engº. Carlos Raphael Monteiro de Lemos

Engº. Antonio Agnaldo Araujo Mendes

Desenhos

Gustavo Andrade

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 relatório tem o objetivo apresentar o memorial descritivo do Projeto Básico Hidráulico-Sanitário para Ampliação do “Sistema Integrado de Abastecimento de Água Tratada das cidades de Horizonte, Pacajus e Chorozinho, incluindo também os distritos de Queimadas (Horizonte) e Triângulo (Chorozinho) – SAA HOR–PAC–CHO”, no estado do Ceará.

Este trabalho se pautou no Anteprojeto de Engenharia de mesmo teor, selecionado pelo Ministério das Cidades, em maio/2013, para fazer parte do elenco de obras a serem financiadas pelo Governo Federal do Brasil, dentro da linha de financiamento prevista no Programa de Aceleração do Crescimento.

O Plano de concepção da “Ampliação Geral do Sistema Integrado” se compõe da execução das obras do Projeto ora apresentado, que se define como Meta 01, das obras previstas no “Projeto de Melhorias do Sistema Existente”, em execução pela CAGECE, e ainda, de uma futura etapa que prevê a elaboração de projeto e a execução de obras de subadução e de distribuição de água para Pacajus, Chorozinho e Triângulo, que se define como “META 02” do plano de ampliação do sistema.

O escopo da “Meta 01”, conforme os memoriais com informações básicas, elementos de planejamento, diagnóstico do sistema existente, concepção do sistema proposto, dimensionamentos, orçamentos, plantas e desenhos dos projetos, contemplam as unidades de captação, adução e tratamento, que abrangem todas as localidades cobertas pelo “sistema integrado”, e mais especificamente, obras de distribuição para atender de imediato a cidade de Horizonte.

Na “Meta 02”, se incluirão os descritivos técnicos, as plantas e os desenhos, e as obras referentes à expansão complementar de reservatórios e das redes de distribuição para todas as localidades do sistema integrado, e as unidades de subadução de Chorozinho e distrito de Triângulo.

O quadro atual da situação operacional do Sistema do Existente, quando comparado com o diagnóstico que se apresentou à época do Anteprojeto, em maio de 2013, permanece inalterado, apresentando ainda uma situação “de abastecimento populacional considerado crítico, uma vez que se registram índices de abastecimento à população com per capita da ordem de 60,0L/hab./dia (Julho de 2012), o que representa cerca de 40,0% do valor comumente aceito para sistemas de porte médio a grande”, como é o caso ora estudado, uma vez que se trata de cidades situadas na região metropolitana de Fortaleza, numa condição de polo econômico-industrial em franca expansão, o que justifica e exige a inserção do poder

público, na promoção da implantação das obras previstas no Projeto ora apresentado.

O alcance final do Plano de Ampliação, num horizonte aproximado de 20 anos, é o ano de 2040.

Este documento é parte integrante do seguinte conjunto:

- Volume I – Memorial Descritivo;
- Volume II – Anexos;
- Volume III – Peças Gráficas:
 - Tomo I;
 - Tomo II;
 - Tomo III;
 - Tomo IV;
 - Tomo V;
 - Tomo VI;
 - Tomo VII;
 - Tomo VIII;
 - Tomo IX;
 - Tomo X.
- Volume IV – Especificações Técnicas:
 - Tomo I;
 - Tomo II.
- Volume V – Projeto Elétrico;
- Volume VI – Projeto de Automação;
- Volume VII – Sondagem:
 - Tomo I;
 - Tomo II;
 - Tomo III.
- **Volume VIII – Projeto Estrutural:**
 - **Tomo I;**
 - Tomo II;
 - Tomo III;
 - Tomo IV;
 - Tomo V;
 - Tomo VI;
 - Tomo VII.



Projeto Estrutural

1. PROJETO ESTRUTURAL

1.1 Obra de Captação

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – OBRA DE CAPTAÇÃO



Serra/ES

03 de agosto de 2017

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRÍÇÃO</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	FUNDАOES.....	10
3.0	OBRA DE CAPTAÇÃO	11
3.1	PAR1=PAR2.....	11
3.3	PAR3	16
3.4	PAR4	20
3.5	FUNDO	24
3.6	FUNDO2	28
3.7	TAMPA	32

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural da obra de captação.

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:

- 002 - SAA Horizonte - Obra de Captação³

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: da obra de captação.

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 Concreto, 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 2º Ordem Global: Gama Z
- Compactação com Proctor normal à 100%

➤ Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014



Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

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

^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 carpetê 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.

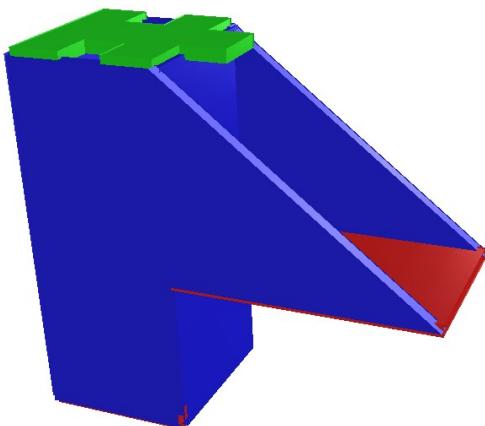
➤ Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

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:

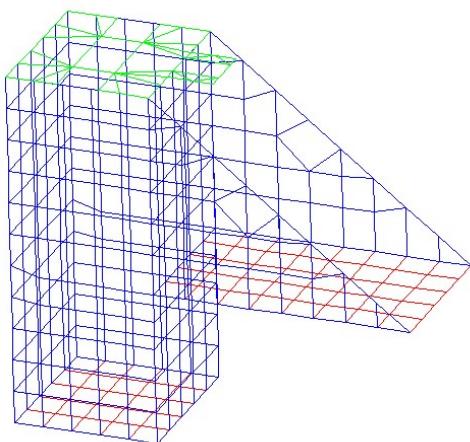
$$d_{\max} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

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 - Reservatórios Apoiado sobre Base Elástica



PERSPECTIVA 3D da malha - Reservatórios Apoiado sobre Base Elástica



2.1 CARGAS E COMBINAÇÕES

Ações Permanentes:

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

Ações Variáveis Acidentais:

- q2 - Sobrecarga

Coeficientes de ponderação (γg , γq), fatores de combinação (ψq), e fatores de redução ($\psi 1$, $\psi 2$) para:

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

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

Grandezas Físicas das Ações:

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

Argila com areia fina cor variegada

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

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

$$p = K_0 \cdot \gamma t \cdot h$$



- 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 lâmina 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):

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

Calculando teremos, M_r para um $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ 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:

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

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

Forma da seção	Valores de $\rho_{min}^{1)} (A_{s,min}/A_c)$ %							
	f_{ck} 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 $f_{ck} = 30MPa$, $b=100cm$, seção retangular e h variado igual à:

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

2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

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

- Reservatório de Concreto Armado semi-enterrado:

Tampas: 20 cm

Paredes: 20 cm

Fundo: 20 cm

2.4 FUNDAÇÃO

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

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

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



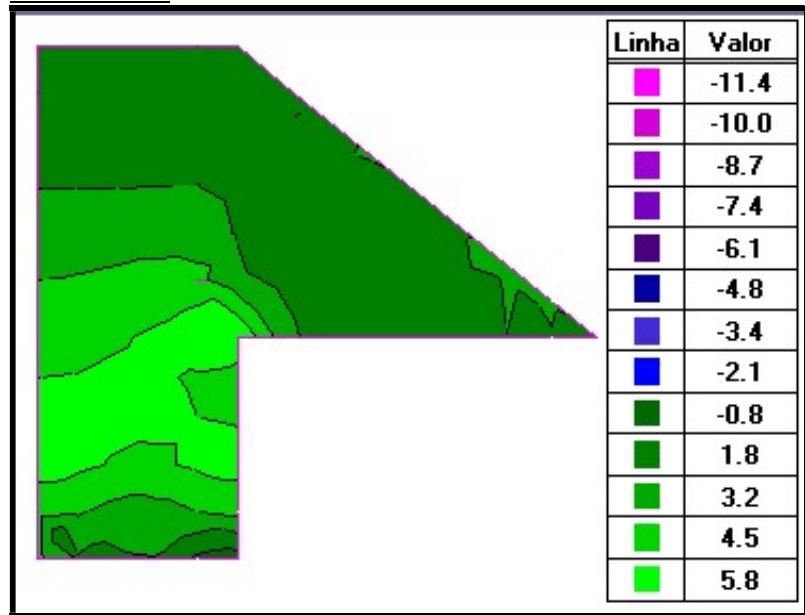
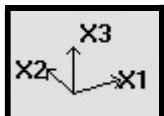
Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)	Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65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

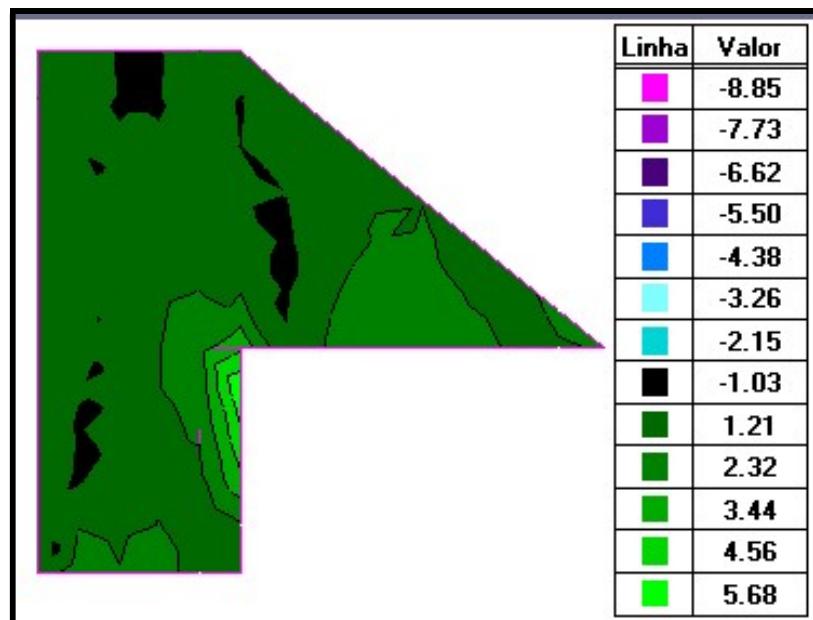
Adotamos uma taxa de solo de 2Kgf/cm², conforme sondagem fornecida. Com coeficiente de mola de $x_3=1000\text{tf/m}$

3.0 OBRA DE CAPTAÇÃO

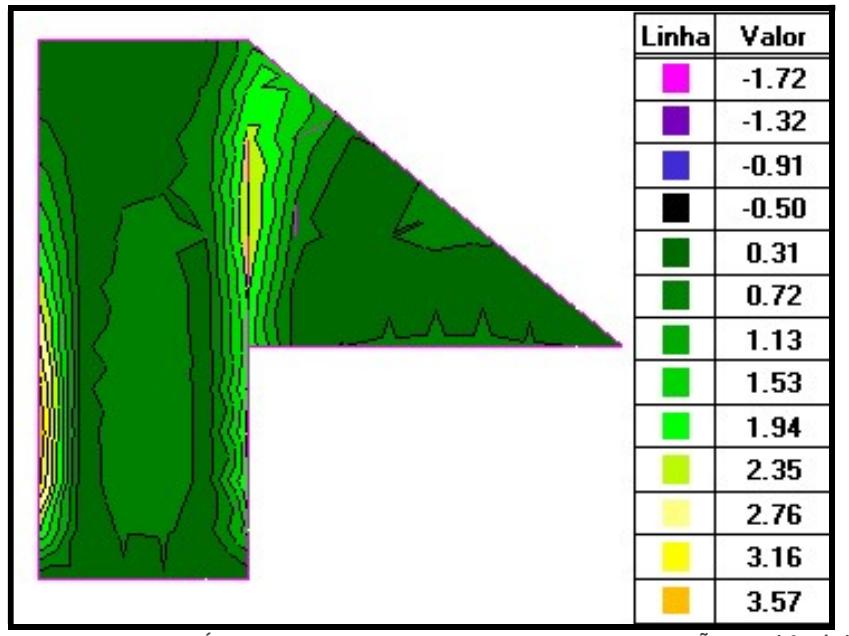
3.1 PAR1=PAR2



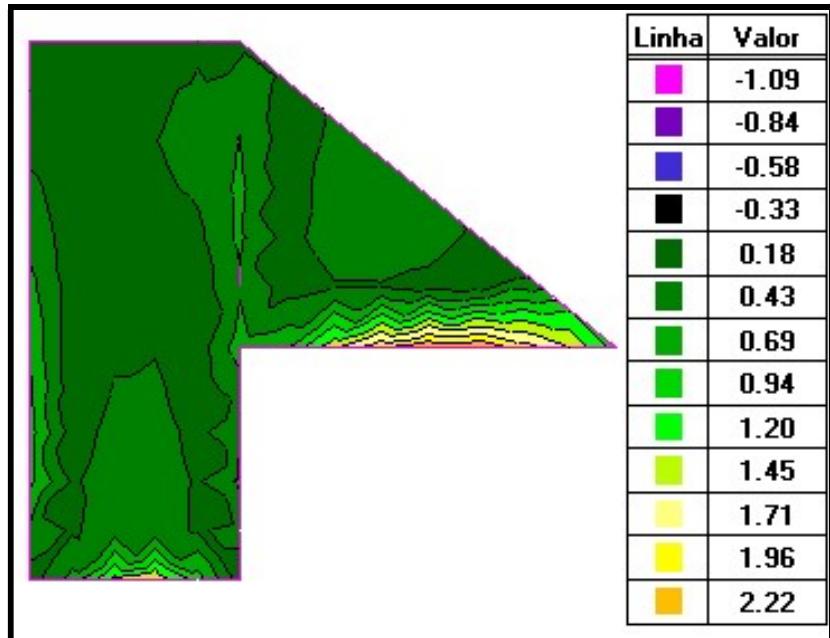
PAR1=PAR2 - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR1=PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS Min – FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003										
Materiais	Esfórcos			Seção		SEGURANÇA				
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	A _s ,mín (cm ² /m)			
500	30	1,94	5,80	20	4,9	0,5	3,46			
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica										
Armadura necessária		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm ² /m)						
As1 (cm ² /m)	-	8	12,0	4,19						
As2 (cm ² /m)	3,09	8	12,0	4,19						
Resumo - ELU										
Zona		ξ	ω1	ω2						
Zona D		0,098	0,000	0,049						
Verificação Fissuras - Lajes - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais		Esfórcos		Seção						
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola Ø	Esp. (cm)			
500	30	1,94	5,8	20	4,9	8	12,0			
Cálculo										
As (cm ² /m)		fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)				
4,19	210.000	26.072	2,90	10,90	12,00	130,80				
αs	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,003842927	0,232	3,50	244,62	0,00	0,08395186	0,359796692			

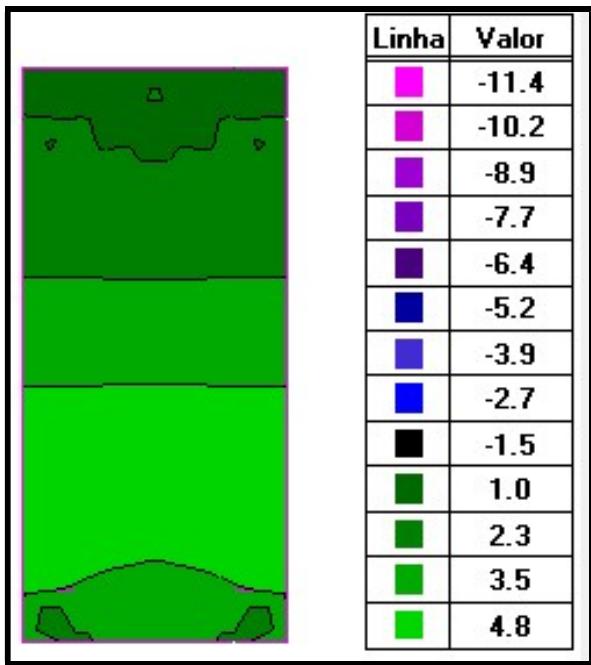
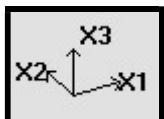
PAR1=PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003							
Materiais	Esförços			Seção		SEGURANÇA	
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	A _s ,mín (cm ² /m)
500	30	1,20	4,56	20	4,9	0,5	3,46
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica							
Arranjo							
Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)	A _s ,tot (cm ² /m)	Resumo - ELU			
As1 (cm ² /m)	-	8	12,0	4,19	Zona	ξ	ω1
As2 (cm ² /m)	1,66	8	12,0	4,19	Zona D	0,062	ω2
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Seção							
Materiais	Esförços		Cálculo		Esp. (cm)		
A _c (f _{yk})	f _{ck} (Mpa)	M _f (tf.m/m)	N _f (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola θ	Esp. (cm)
500	30	1,2	4,56	20	4,9	8	12,0
As (cm ² /m)	E _s (Mpa)	E _c s (Mpa)	f _{c'm} (Mpa)	η1	hi (cm)	b _i (cm)	A _c r (cm ²)
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80
as	p _{ri}	ξ	x (cm)	σ _{s1} (Mpa)	Erro	W _{k1} (mm)	W _{k2} (mm)
8,05	0,003842927	0,246	3,71	137,83	0,00	0,02664963	0,202715779

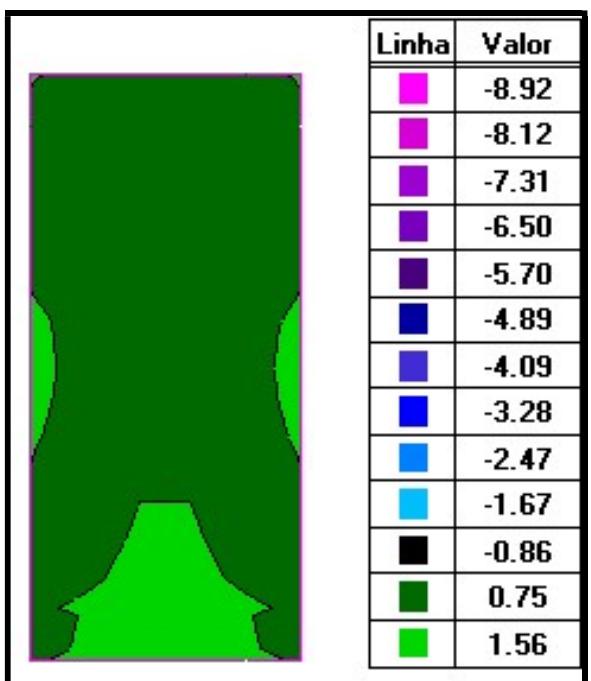
PAR1=PAR2 - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

3.2

PAR 3



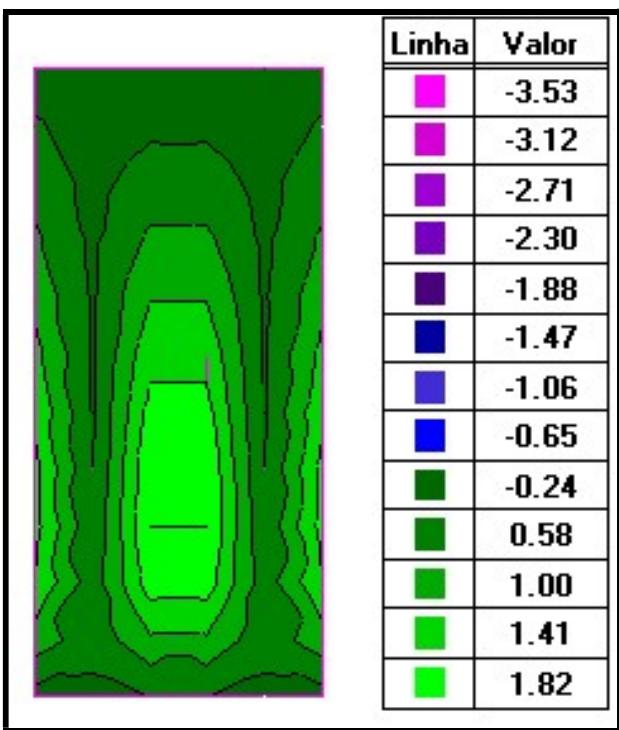
PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



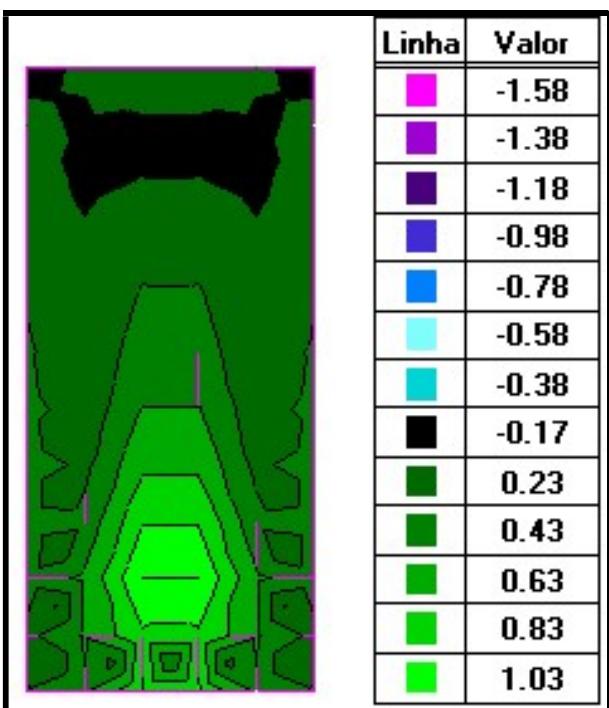
PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



Cagece



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais	Esfórcos			Seção			SEGURANÇA				
	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	1,40	3,50	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica			
Arranjo	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	12,0
As2 (cm²/m)	2,33	8	12,0

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO					
Materiais	Esfórcos		Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	d' (cm)	Bitola ø
500	30	1,4	3,5	20	4,9
Cálculo					
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	n1	hi (cm)
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro
8,05	0,003842927	0,224	3,38	186,16	0,00

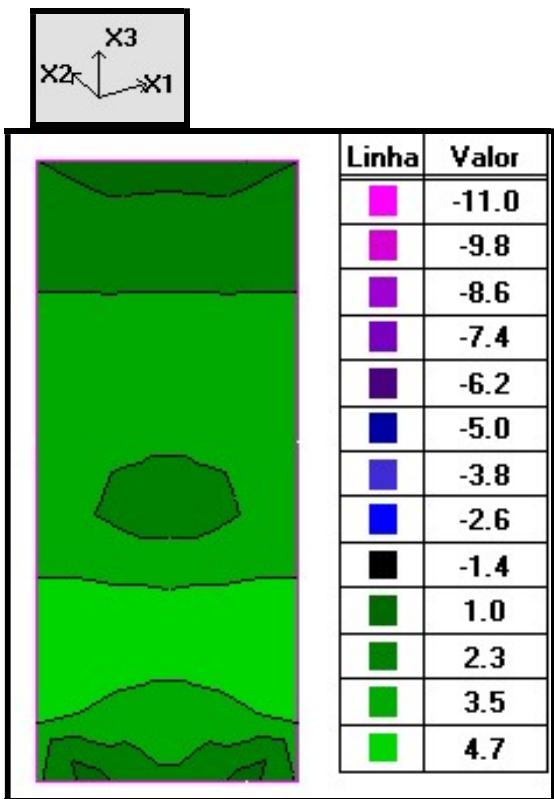
PAR3 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003							
Materiais		Esforços		Seksão		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,mín (cm²/m)
500	30	1,03	1,56	20	4,9	0,5	3,46
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica							
Armadura necessária		Arranjo		Resumo - ELU			
As1 (cm²/m)	-	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	Zona	ξ	ω1 ω2
As2 (cm²/m)	1,91	8	12,0	4,19	Zona D	0,048	0,000 0,030
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esförços		Seksão			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)
500	30	1,03	1,56	20	4,9	8	12,0
Cálculo							
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	n1	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	0,210	3,17	151,37	0,00	0,03214408	0,22263452

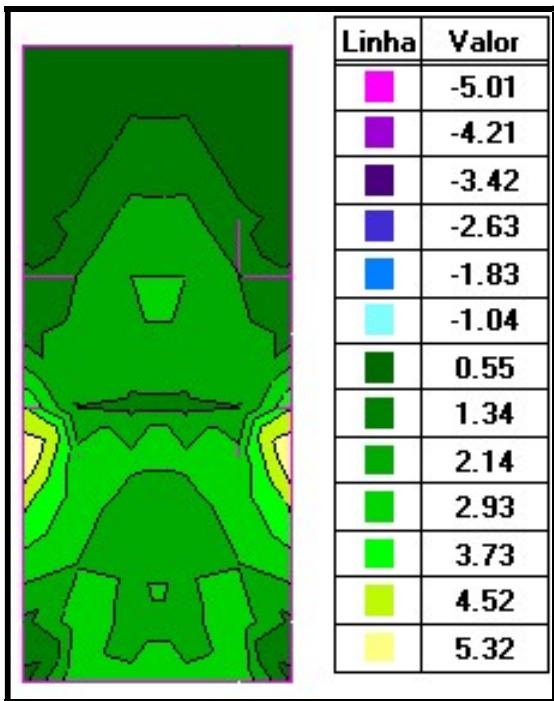
PAR3 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

3.3

PAR 4



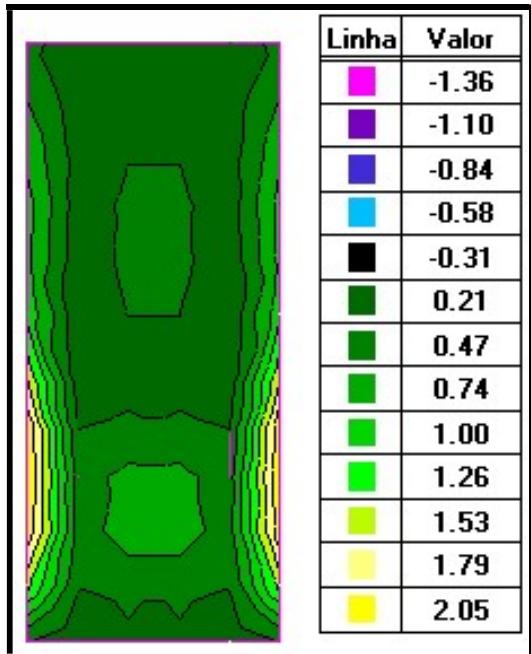
PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



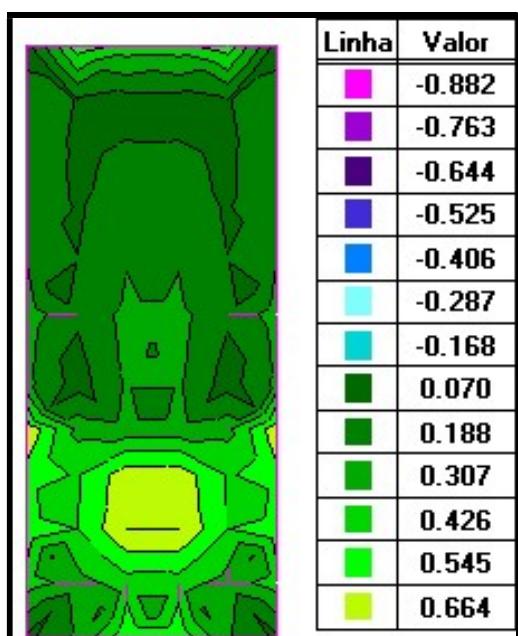
PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



Cagece



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



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



Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003							
Materiais		Esfórcos		Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk) (Mpa)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ máx.	As,min (cm²/m)
500	30	1,53	3,50	20	4,9	0,5	3,46
							1,40
							1,40
							Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica			
Arranjo		Resumo - ELU	
Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	12,0
As2 (cm²/m)	2,63	8	12,0
			4,19
			4,19

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO					
Materiais		Esfórcos		Seção	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)
500	30	1,53	3,5	20	4,9
					8
					12,0

Cálculo					
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90
αs	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro
8,05	0,003842927	0,221	3,34	208,03	0,00
					0,06071335
					0,30597371

PAR4 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

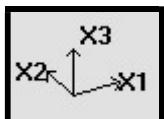
Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003							
Materiais		Esfórcos		Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)
500	30	0,55	3,73	20	4,9	0,5	3,46
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica							
Armadura necessária		Arranjo		Resumo - ELU		Resumo - ELU	
As1 (cm²/m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	Zona	ξ	ω1	ω2
-	8	12,0	4,19	Zona D	0,031	0,000	0,006
As2 (cm²/m)	0,39	8	12,0				
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esfórcos		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)
500	30	0,545	3,73	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	0,313	4,72	40,73	0,00	0,00232678	0,059898963

PAR4 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



3.4

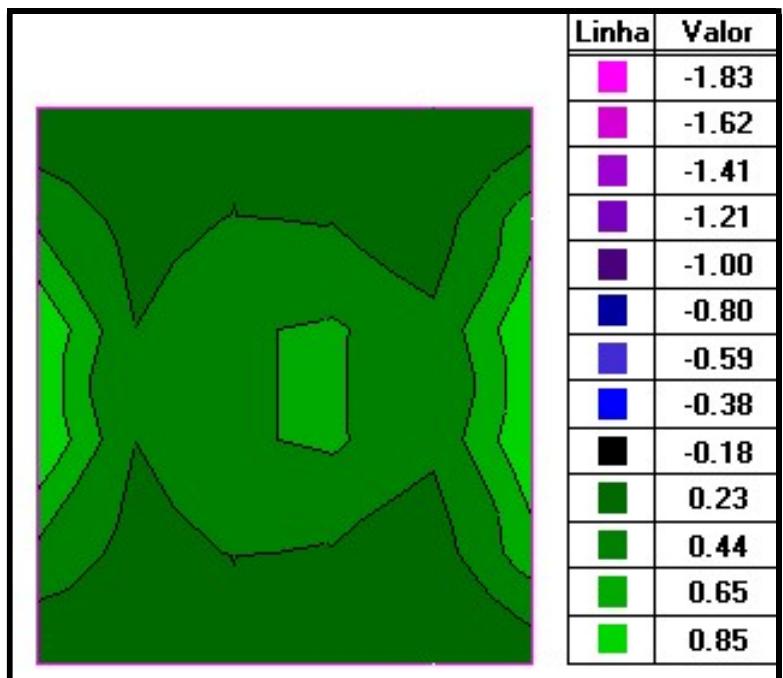
FUNDO



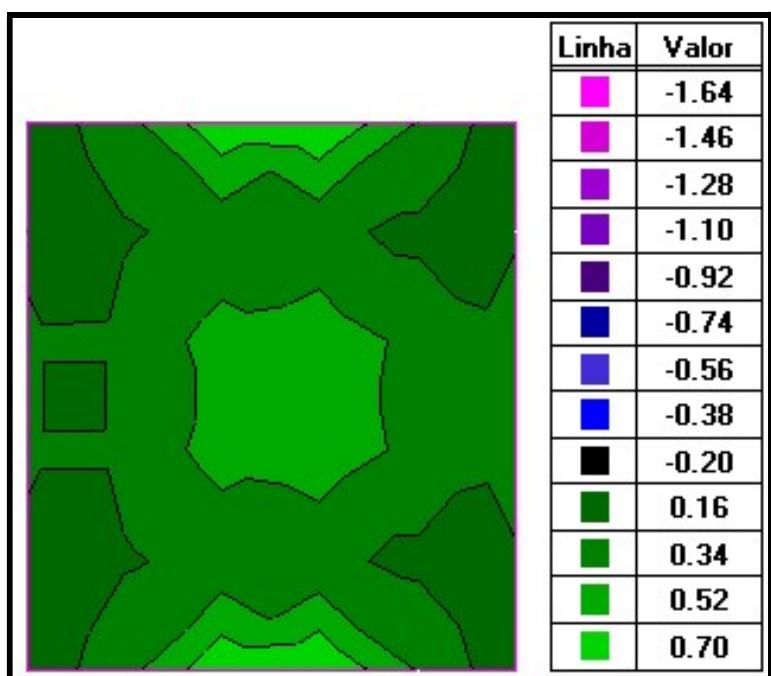
FUNDO – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



FUNDO – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - 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		Esförços		Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ máx.	As,min (cm²/m)
500	30	0,85	3,68	20	4,9	0,5	3,46
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica							
Arranjo		Resumo - ELU					
Armadura necessária		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	Zona	ξ	ω1
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19	Zona D	0,045	0,000
As2 (cm²/m)	1,07	8	12,0	4,19			0,017
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esförços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola Ø	Esp. (cm)
500	30	0,85	3,68	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	0,255	3,86	91,47	0,00	0,01173826	0,134537639

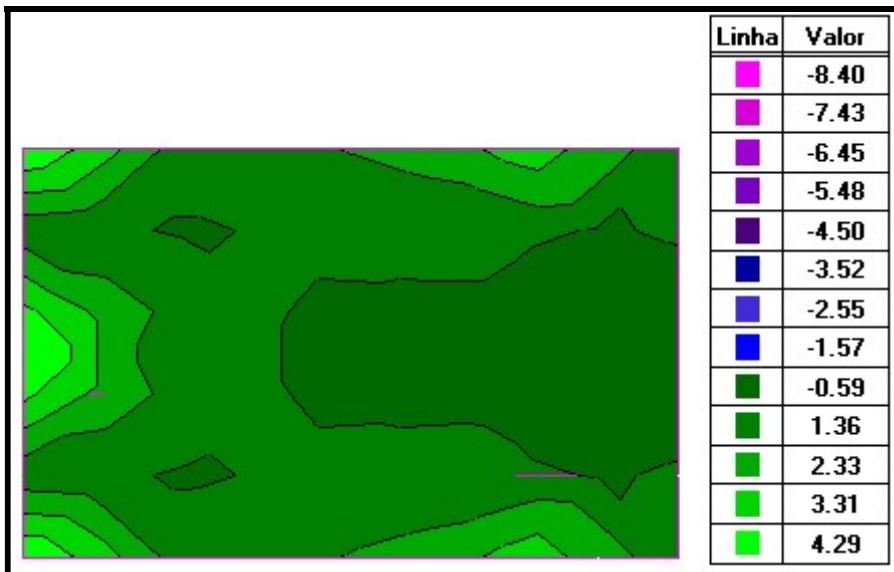
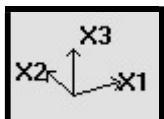
FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X



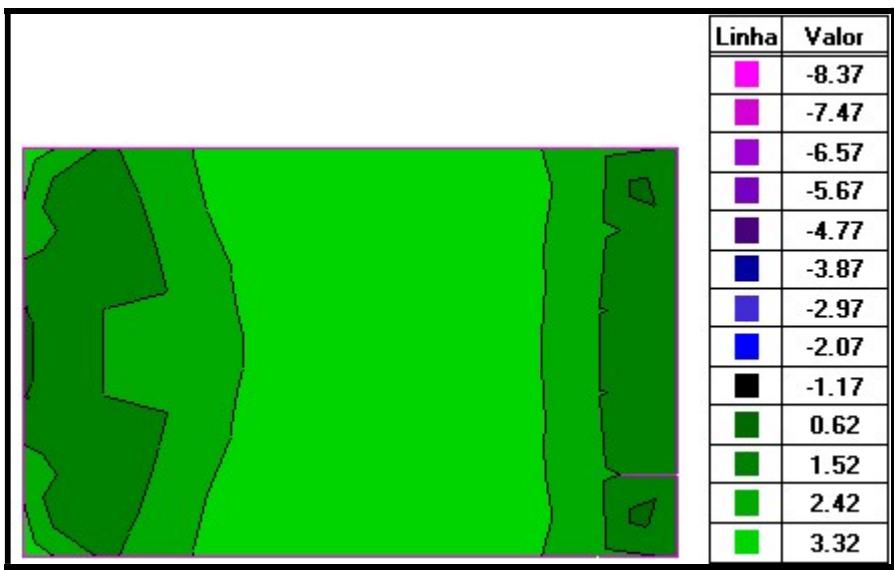
Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003								Segurança			
Materiais	Esforços			Seção				Segurança			
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	A _s ,min (cm ² /m)	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.
500	30	0,70	2,98	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica											
Armadura necessária		Φ (mm)	Esp. (cm)	A _s ,tot (cm ² /m)	Resumo - ELU						
A _{s1} (cm ² /m)	-	8	12,0	4,19	Zona	ξ	ω ₁	ω ₂			
A _{s2} (cm ² /m)	0,88	8	12,0	4,19	Zona D	0,036	0,000	0,014			
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	0,7	2,98	20	4,9	8	12,0				
Cálculo											
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	n1	hi (cm)	b1 (cm)	Acri (cm ²)				
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80				
as	ρri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk2 (mm)					
8,05	0,003842927	0,254	3,84	76,02	0,00	0,00810703	0,111807992				

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

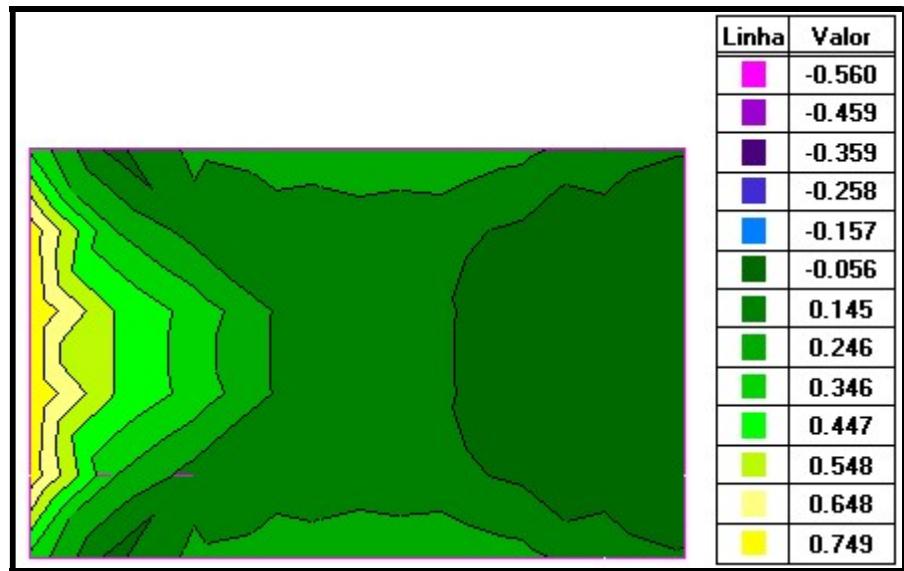
3.5 FUNDO2



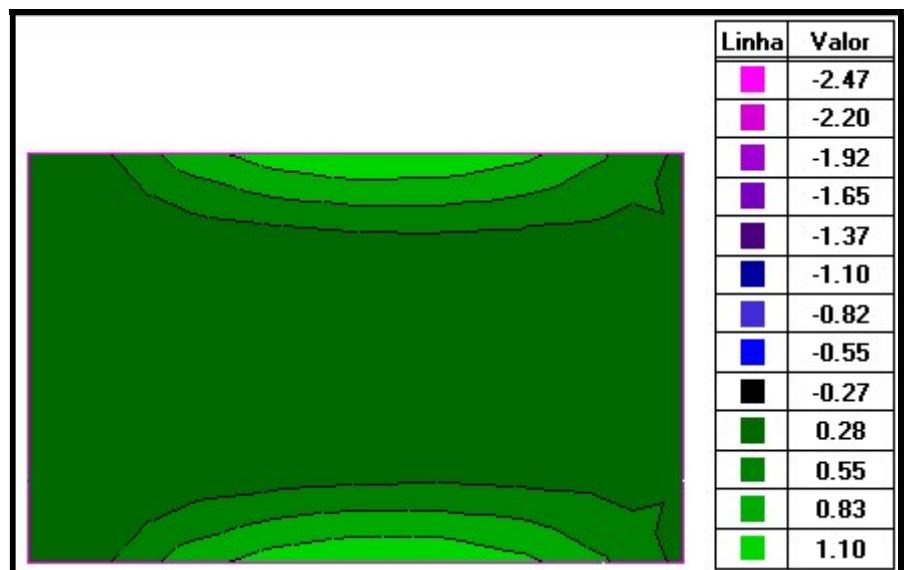
FUNDO2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003							
Materiais		Esfôrços		Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ máx.	A_s, \min (cm ² /m)
500	30	0,65	3,31	20	4,9	0,5	3,46
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica							
Armadura necessária		Φ (mm)	Esp. (cm)	Arranjo		Resumo - ELU	
As1 (cm ² /m)	-	8	12,0			Zona	
As2 (cm ² /m)	0,70	8	12,0			Zona D	
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esfôrços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	Esp. (cm)
500	30	0,648	3,31	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	0,271	4,09	62,94	0,00	0,0055584	0,092579902

FUNDO2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X



Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003							
Materiais	Esfôrços			Seção			SEGURANÇA
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	
Aço (fyk) 500	30	0,83	2,42	20	4,9	0,5	As,mín (cm²/m) 3,46 Classe IV

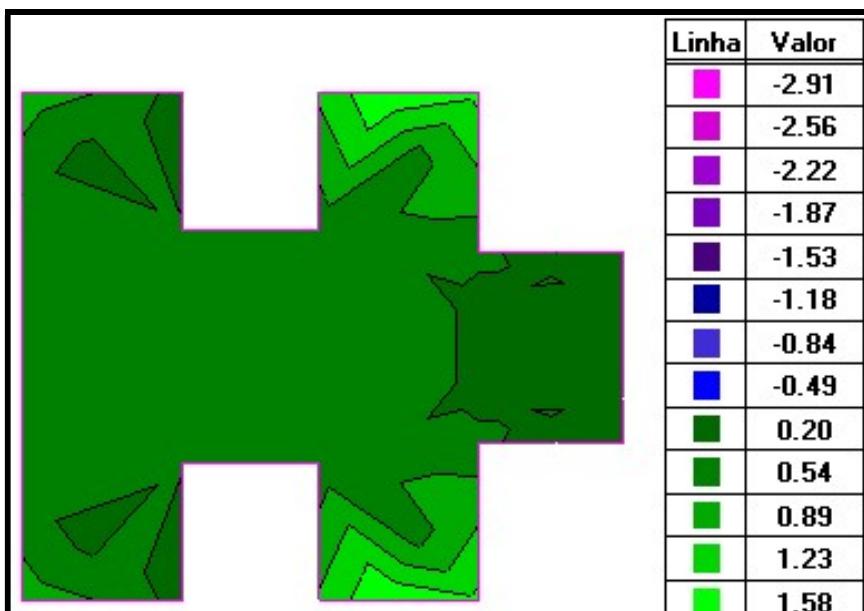
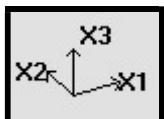
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica			
Arranjo			
Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As ₁ (cm ² /m)	-	8	12,0
As ₂ (cm ² /m)	1,29	8	12,0
			4,19
			4,19

Resumo - ELU						
Zona	ξ			ω ₁	ω ₂	Resumo - ELU
Zona D	0,041	0,000	0,020			

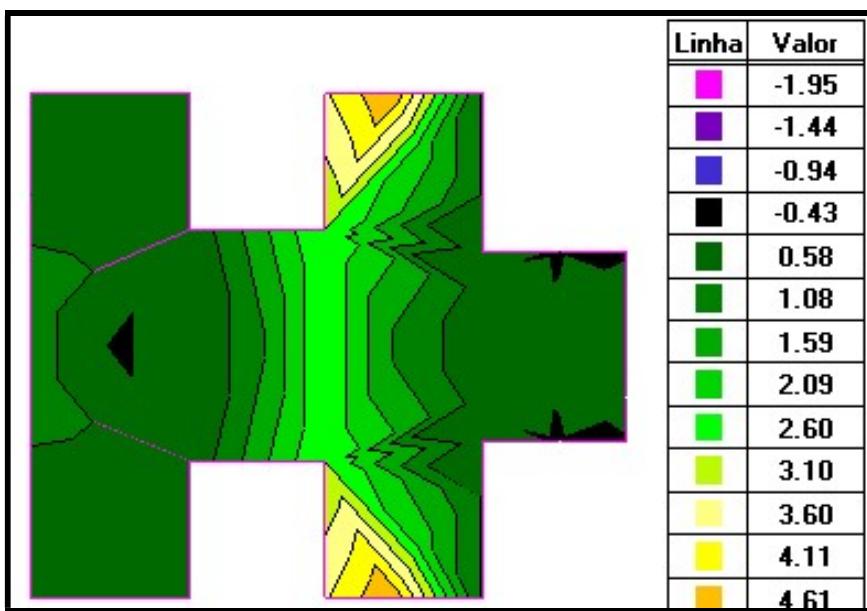
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES - CONCRETO ARMADO							
Materiais			Esfôrços				Seção
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	
500	30	0,83	2,42	20	4,9	8	12,0
Cálculo							
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	n1	hi (cm)	b1 (cm)	Acri (cm ²)
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80
αs	ρ _{ri}	ξ	x (cm)	σ _{s1} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,003842927	0,231	3,48	105,52	0,00	0,0156202	0,155197689

FUNDO2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

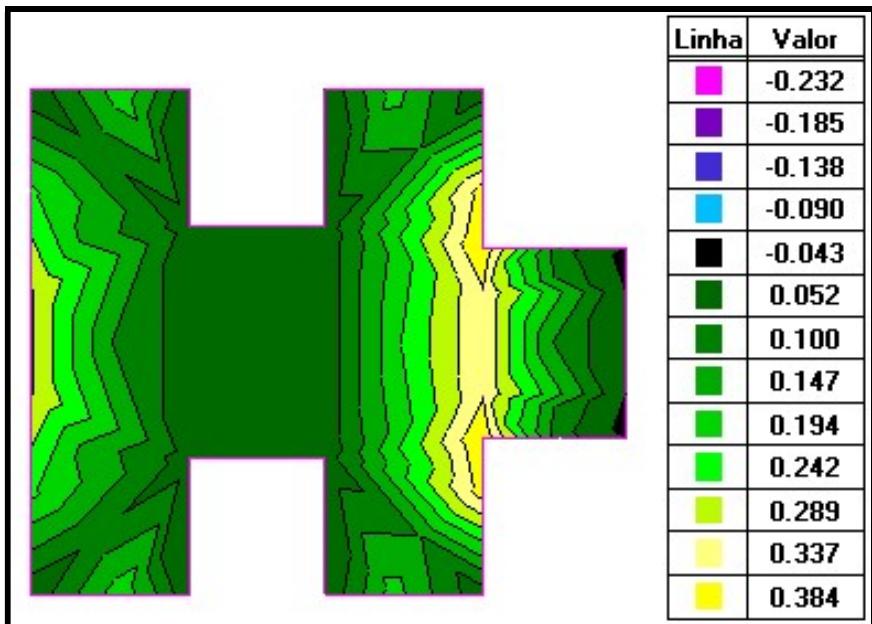
3.6 TAMPA



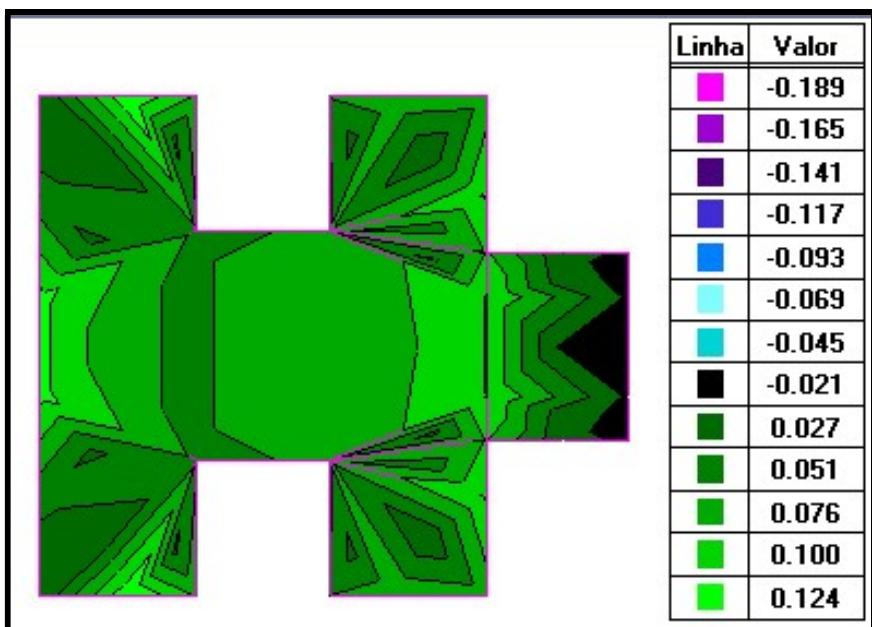
TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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



Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003

Materiais	Esfórcos			Seção			Segurança			Classe Agres.	
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	
500	30	0,34	1,23	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica

Armadura necessária	Arranjo			Resumo - ELU		
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	Zona	ξ	ω1 ω2
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19		
As2 (cm²/m)	0,46	8	12,0	4,19		

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

Materiais	Esfórcos			Seção		
	Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)
500	30	0,337	1,23	20	4,9	8
Cálculo						
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	n1	hi (cm)	b1 (cm)
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00
αs	ρri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)
8,05	0,003842927	0,243	3,67	39,40	0,00	0,0021782 0,057954951

TAMPA - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003								SEGURANÇA			
Materiais	Esfornços			Seção				SEGURANÇA			
	fck (Mpa)	Mk (tf/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	A _{s,min} (cm ² /m)	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.
Aço (fyk) 500	30	0,12	1,59	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV
Armadura necessária	Φ (mm)	Esp.(cm)	A _{s,tot} (cm ² /m)								
A _{s1} (cm ² /m)	-	8	12,0								
A _{s2} (cm ² /m)	-	8	12,0								
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica								Resumo - ELU			
Arranjo								Zona	ξ	ω ₁	ω ₂
								Zona O	-	0,000	0,000
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais	Esfornços			Seção				Cálculo			
Aço (fyk) 500	fck (Mpa) 30	M _{rr} (tf/m/m) 0,124	N _{rr} (tf/m) 1,59	h (cm) 20	d' (cm) 4,9	Bitola Ø 8	Esp. (cm) 12,0				
As (cm ² /m) 8,05	E _s (Mpa) 210.000	E _c s (Mpa) 26.072	f _{csm} (Mpa) 2,90	η ₁ 2,25	hi (cm) 10,90	bi (cm) 12,00	Acri (cm ²) 130,80				
as	p _{r1}	ξ	x (cm) 8,76	σ _{si} (Mpa) 2,24	W _{k1} (mm) 0,00	W _{k2} (mm) 7,043E-06	Erro 0,003295506				

TAMPA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

CREA-ES 011840/D

CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa

	PAREDES	LAJES	TOTAL
VOLUME (m ³)	13,50	5,00	18,50
FÔRMA (m ²)	133,00	11,00	144,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa

VOLUME (m ³)	0,90
--------------------------	------

LAJES

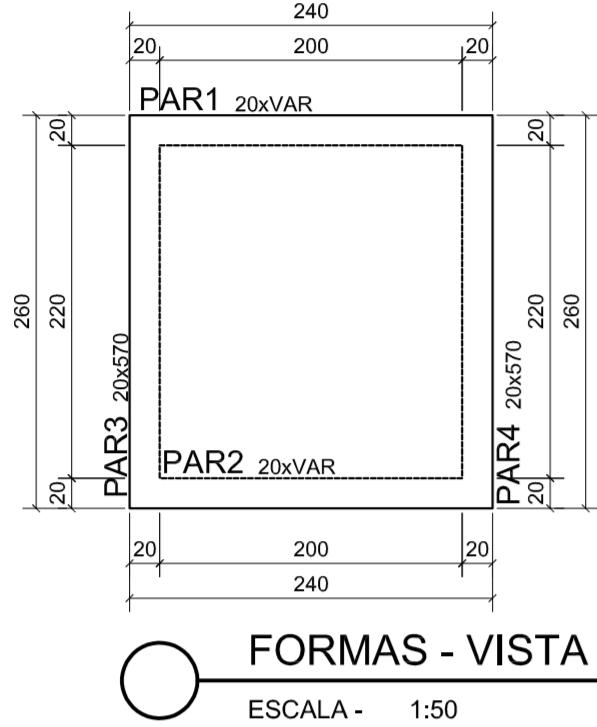
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	900	360
TOTAL		900	360

PAREDES

AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	3992	1597
TOTAL		3992	1597

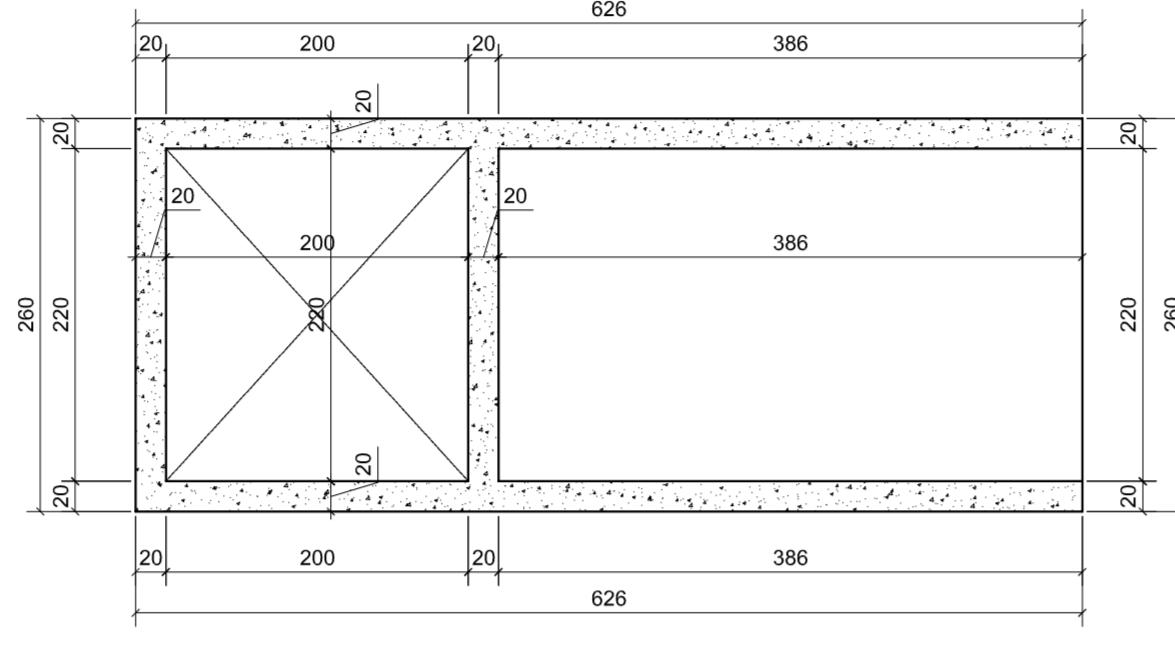


CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D



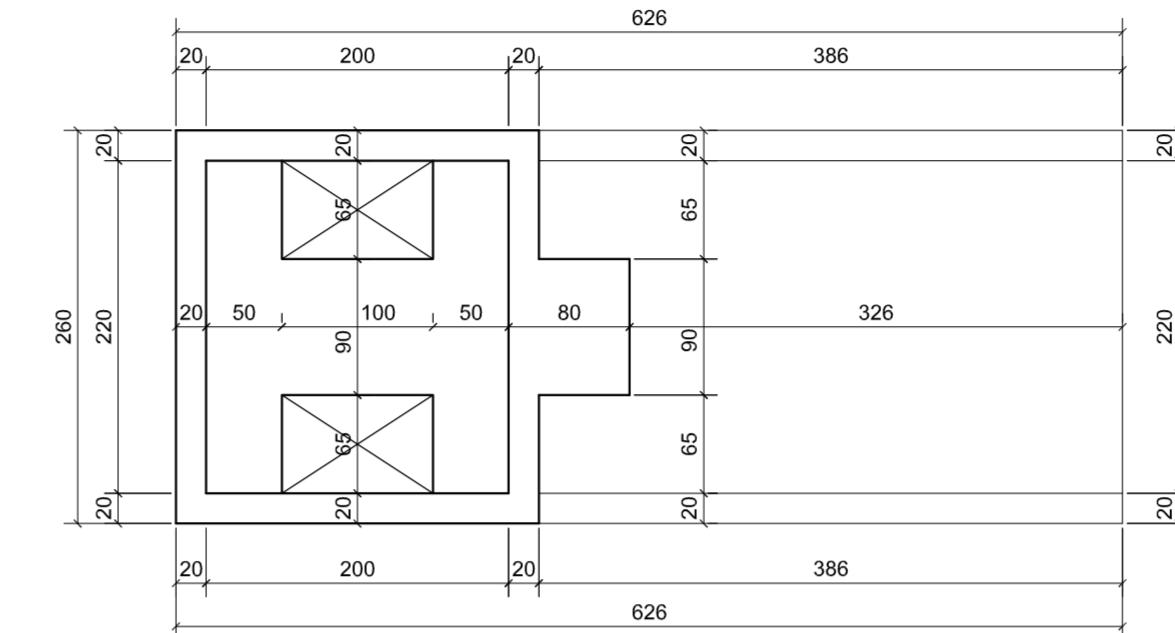
 FORMAS - VISTA SUPERIOR DO FUNDO
ESCALA - 1:50

ESCALA - 1:50



 FORMAS - VISTA SUPERIOR INTERMEDIÁRIA
ESCALA - 1:50

ESCALA -



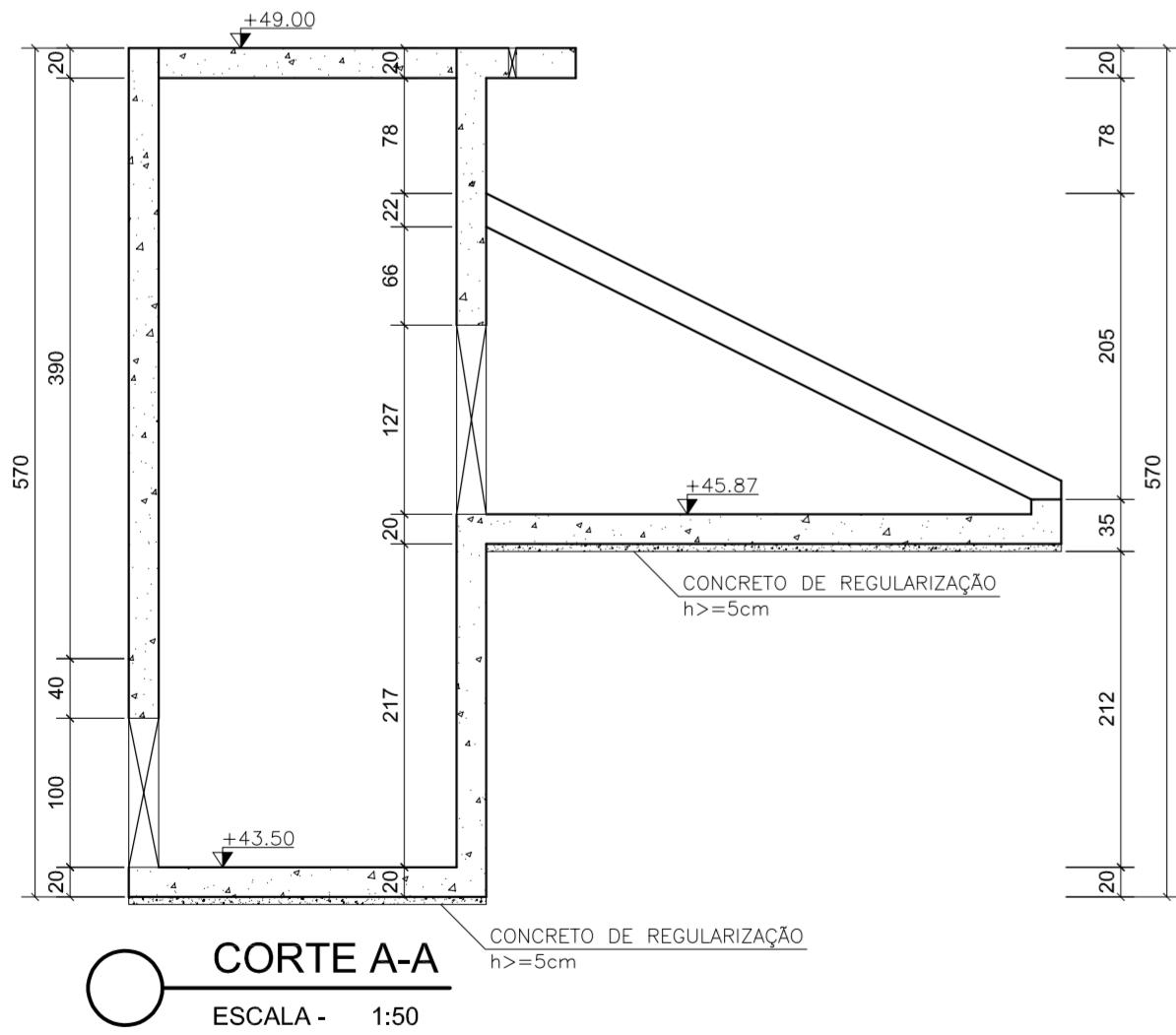
FORMAS - VISTA SUPERIOR DA TAMPA

ESCALA - 1:



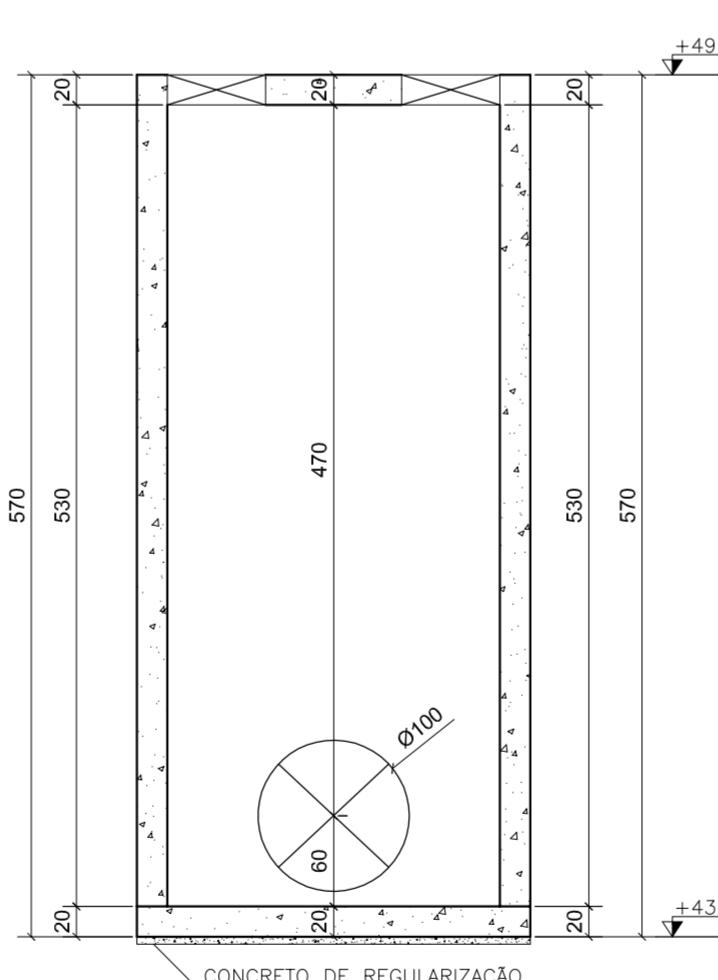
ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :	Lajes: 5.0cm	Sapatas: 5.0cm
1 – Cotas e Dimensões em cm.	Pilares: 5.0cm	Vigas: 5.0cm
2 – Concreto : $F_{ck} = 30 \text{ MPa}$	Blocos: 5.0cm	Tubulão: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : $E_{cs} = 26 \text{ GPa}$	Radier: 5.0cm	
Fator Água Cimento : $A/C \leq 0.45$		
Consumo de Cimento : 350Kgf/m ³	13 – Norma de fôrmas e escoramentos :NBR 15696/2009	
3 – Aços : CA-50 – $F_{yk} = 500 \text{ MPa}$	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto	
CA-60 – $F_{yk} = 600 \text{ MPa}$	Projeto,dimensionamento e procedimentos executivos	
4 – Concreto de regularização:	14 – Norma de Cargas : NBR 6120/1980	
Módulo de Elasticidade : $E_{cs} = 18.5 \text{ GPa}$	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações	
Espessura : 5.0cm	15 – Norma de Cálculo : NBR 6118/2014	
Consumo de Cimento : 250Kgf/m ³	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: $S_1 = 1.0$	17 – Norma de incêndio em concreto : NBR 15200/2012	
8 – Categoria de Rugosidade: $S_2 = I$	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio	
9 – Classe da Edificação: $S_2 = C$	18 – Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004	
10 – Fator Estatístico: $S_3 = 1.00$	Execução de estruturas de concreto – Procedimento	
11 – Velocidade Básica do Vento: $V = 30 \text{ m/s}$	19 – As normas citadas acima devem ser seguidas	
12 – Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras	

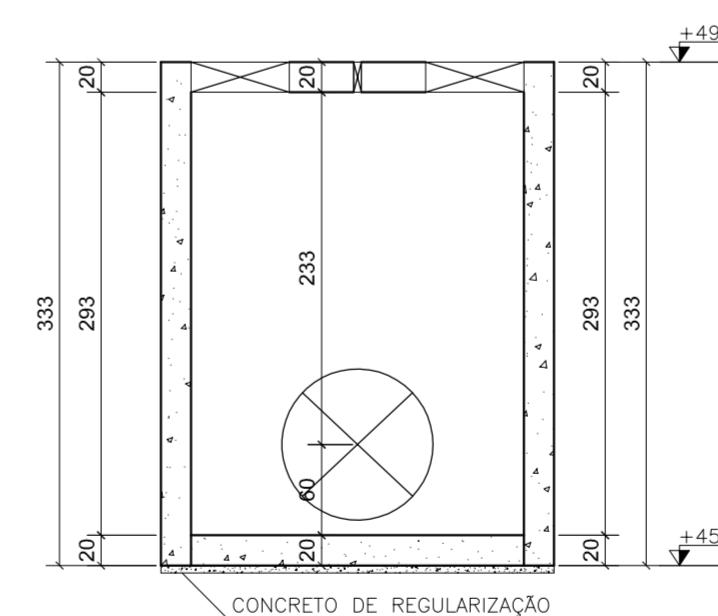


CORTE A-A

ESCALA - 1:50



CORTE C-C
ESCALA - 1:50



CORTE B-E
ESCALA - 1:50

CORTE
ESCALA

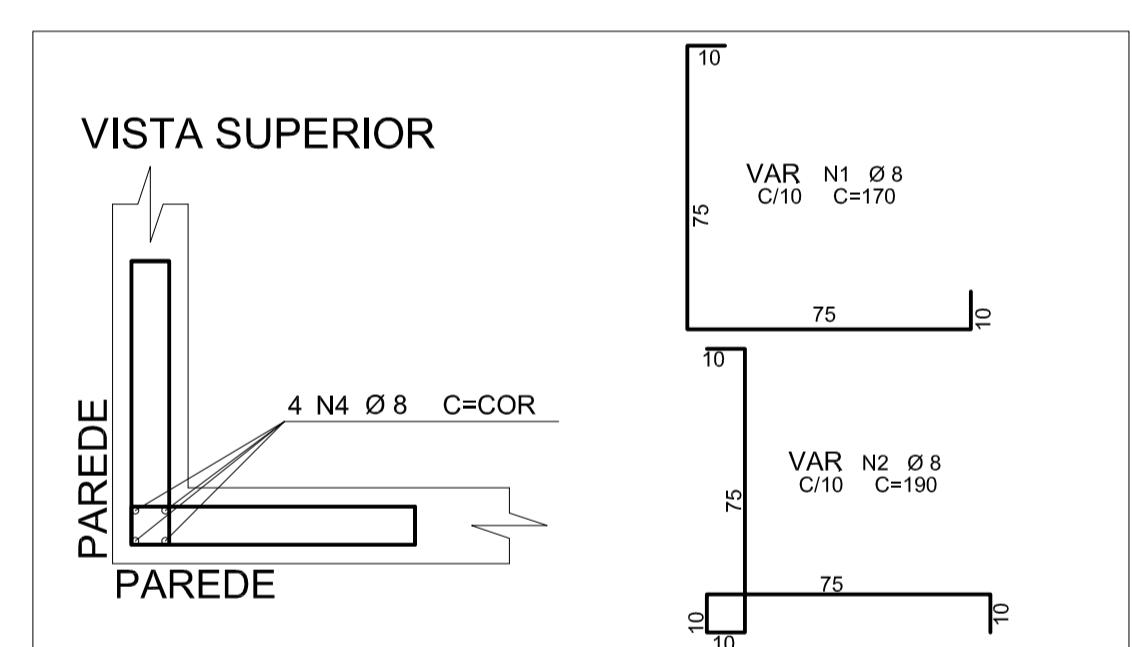
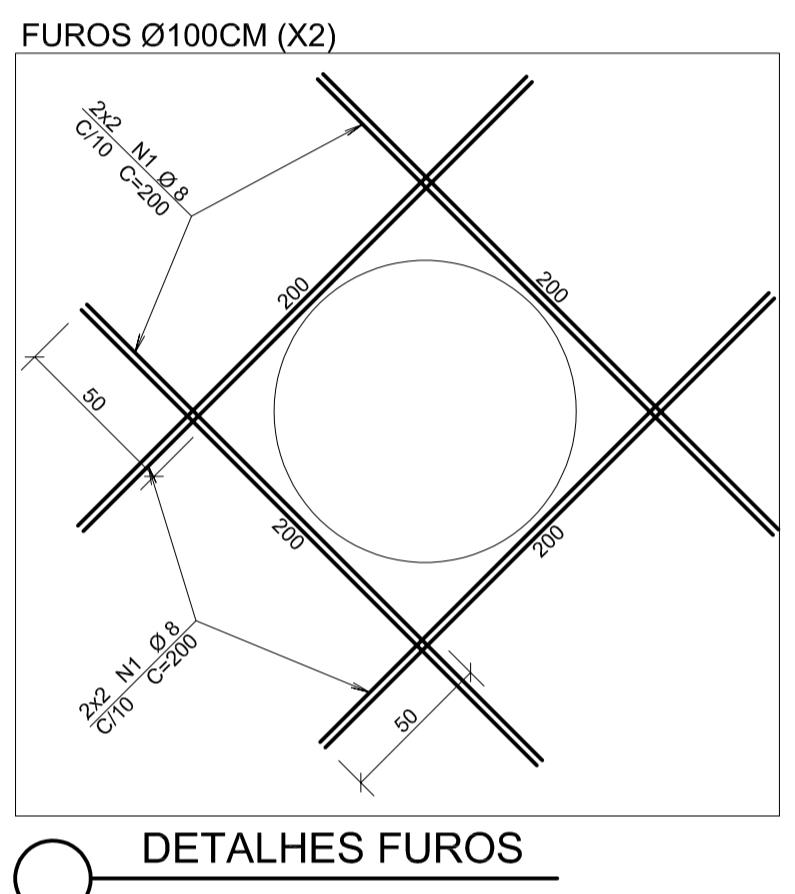
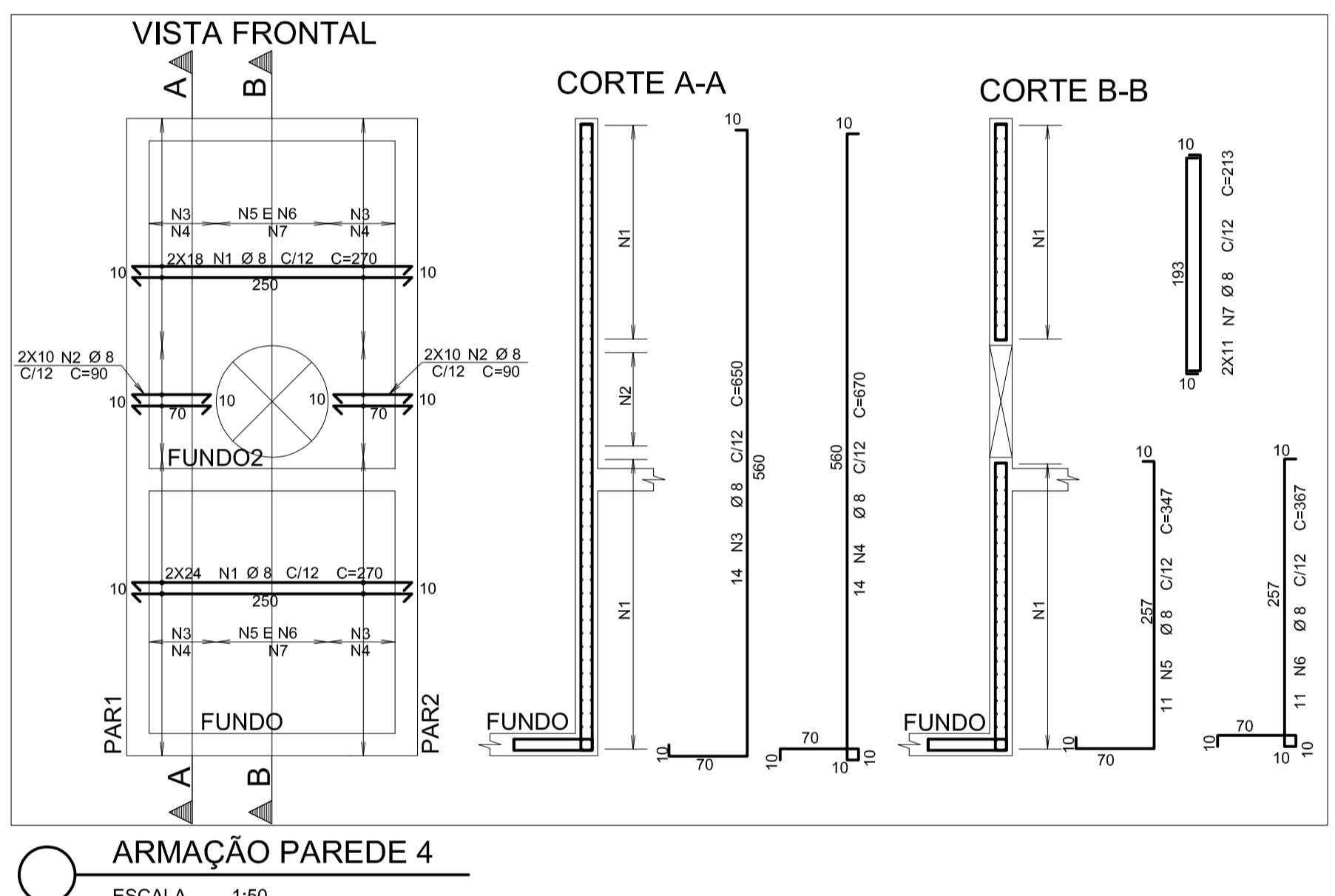
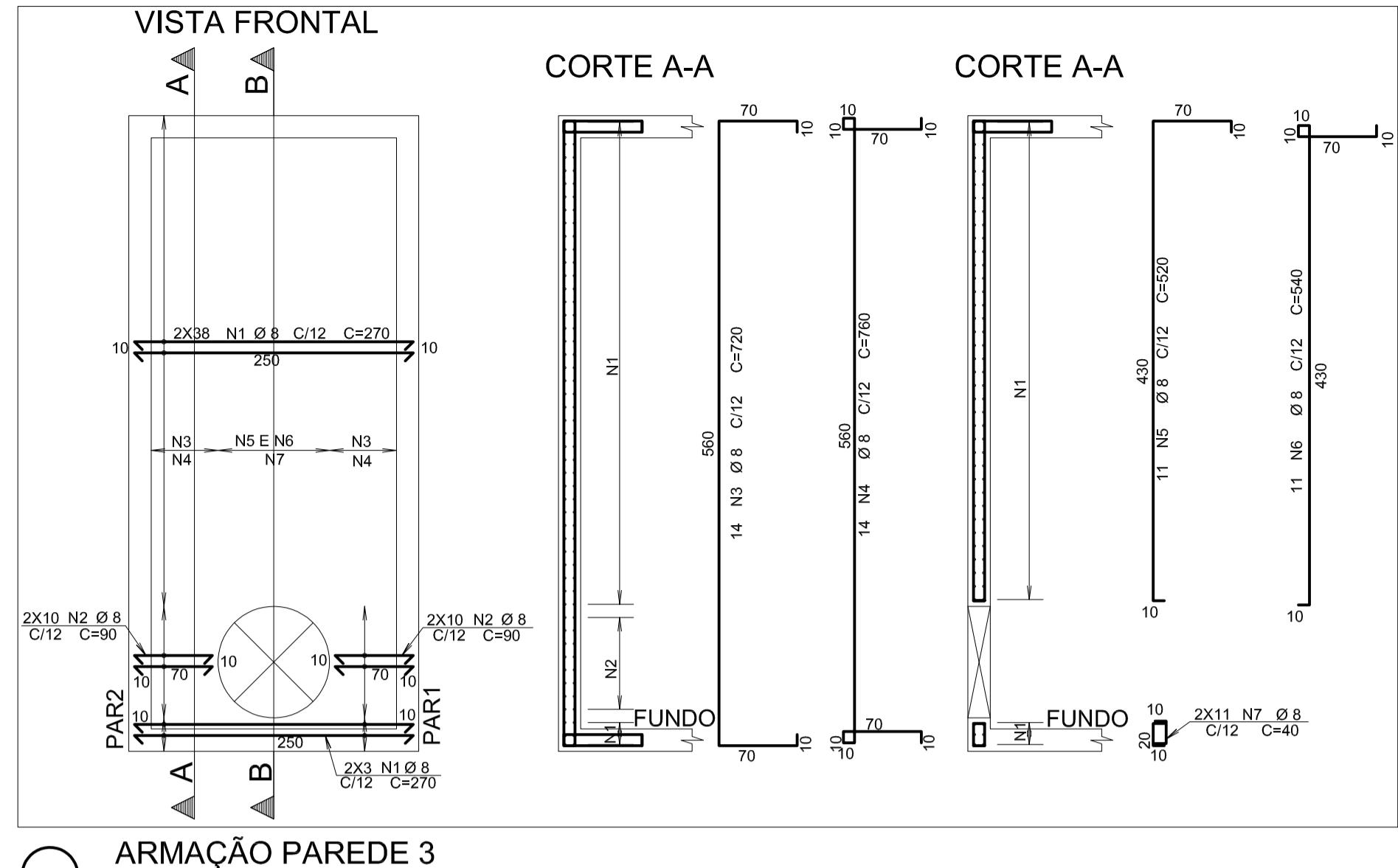
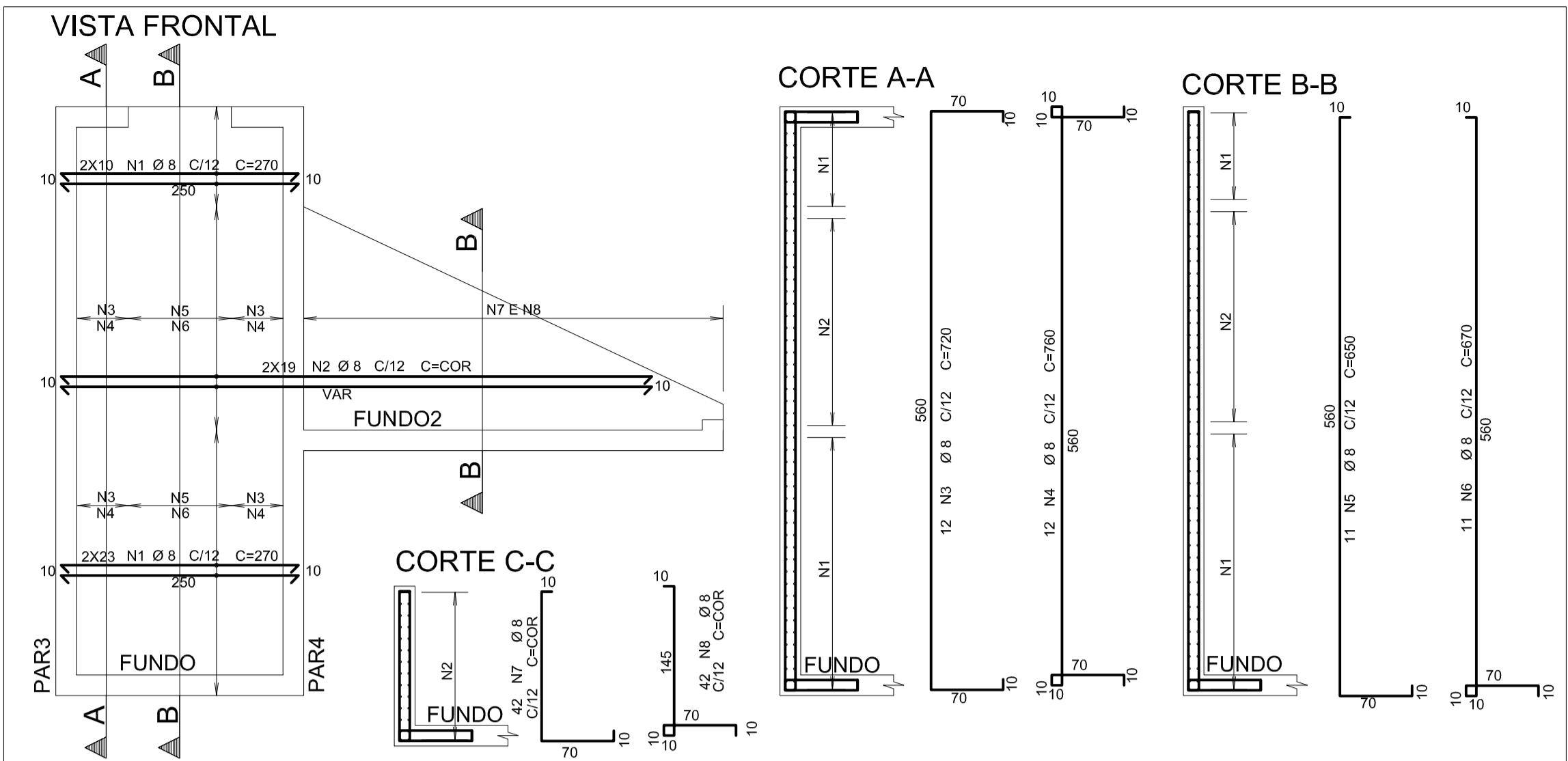


COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE ENGENHARIA
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D' PACAJUS E CHOROZINHO

PROJETO ESTRUTURAL OBRA DE CAPTAÇÃO FORMAS

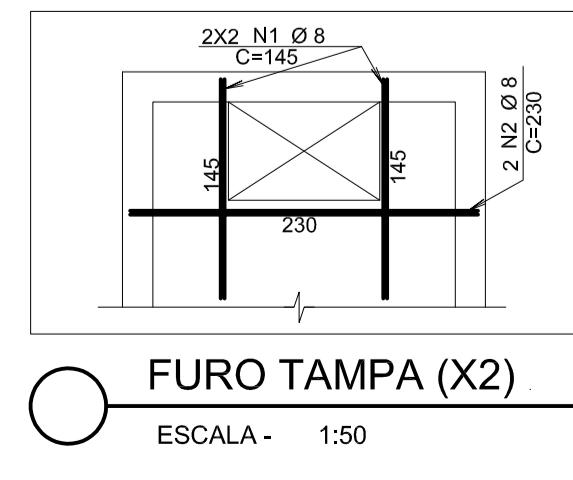
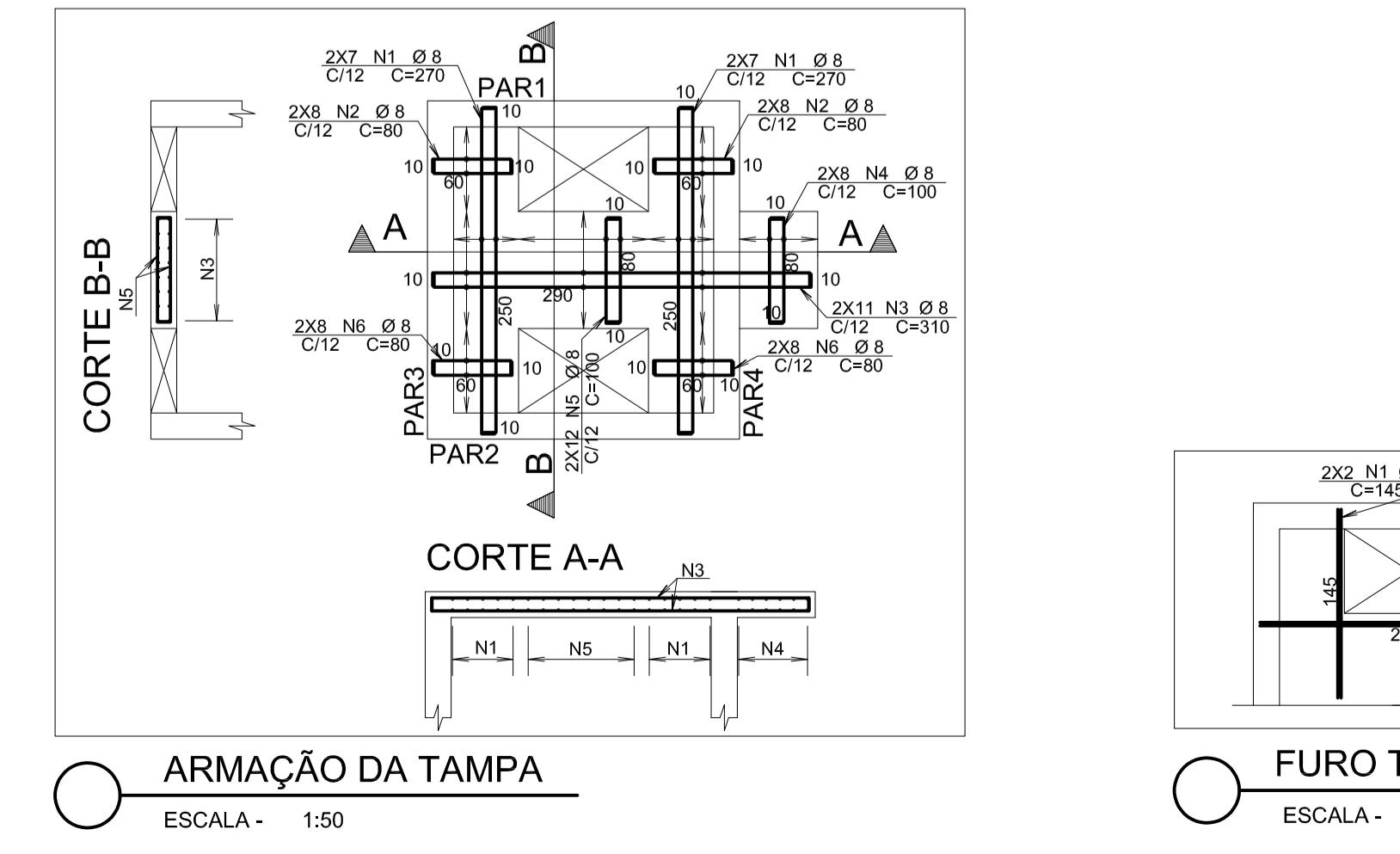
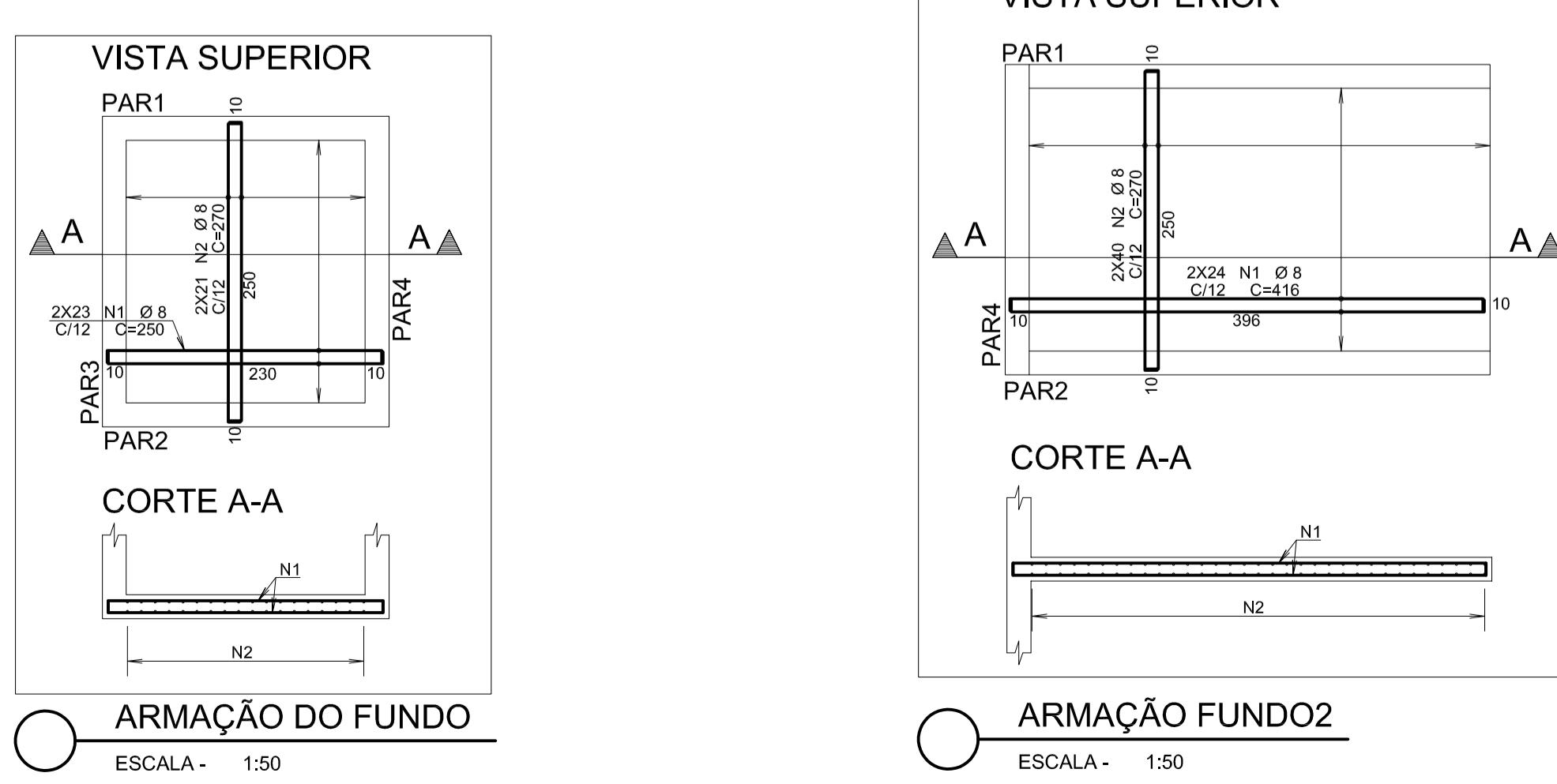
GERÊNCIA:	ENG° RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO		
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050		
PROJETO:	ENG° CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE		
ARQUIVO:	0531ST-001-EST-R00.DWG	DATA:	JULHO/2017



DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE DE CANTO (VERTICAL)

ESCALA - 1:20

AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	COMPRIMENTO TOTAL (cm)
DETALHES FUROS					
DETALHE DE LIGAÇÃO PAREDE-PAREDE					
50A	1	8	16	200	3200
50A	2	8	232	170	39440
50A	3	8	232	190	44080
50A	4	8	4	-CORR-	8960
ARMAÇÃO DO FUNDO					
50A	1	8	46	250	11500
50A	2	8	42	270	11340
ARMAÇÃO FUNDO					
50A	1	8	48	416	19968
50A	2	8	80	270	21600
FURO TAMPA (X2) (X2)					
50A	1	8	8	145	1160
50A	2	8	4	230	920
ARMAÇÃO PAREDE 1= PAREDE 2 (X2)					
50A	1	8	132	270	35640
50A	2	8	76	90	43320
50A	3	8	24	720	17280
50A	4	8	24	760	18240
50A	5	8	22	650	14000
50A	6	8	22	670	14740
50A	7	8	84	-CORR-	21000
50A	8	8	84	-CORR-	22680
ARMAÇÃO PAREDE 3					
50A	1	8	82	270	22140
50A	2	8	40	90	3600
50A	3	8	22	310	6820
50A	4	8	14	720	10080
50A	5	8	14	760	10640
50A	6	8	11	520	5720
50A	7	8	22	40	880
ARMAÇÃO PAREDE 4					
50A	1	8	84	270	22680
50A	2	8	40	90	3600
50A	3	8	14	650	9100
50A	4	8	14	670	9380
50A	5	8	11	347	3817
50A	6	8	11	367	4037
50A	7	8	22	213	4668
ARMAÇÃO DA TAMPA					
50A	1	8	28	270	7560
50A	2	8	32	80	2560
50A	3	8	22	310	6820
50A	4	8	15	100	1000
50A	5	8	24	100	2400
50A	6	8	32	80	2360
RESUMO AÇO CA 50-60					
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)		
50A	8	4892	1957		
Peso Total	50A =		1957 kg		



Lajes: 5.0cm	Sapatas: 5.0cm
Pilares: 5.0cm	Vigas: 5.0cm
Módulo de Elásticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm
Fator Agua/Cimento : A/C <= 0.45	Tubulações: 5.0cm
Consumo de Cimento : 350Kg/m³	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009
3 - Aços : CA-50 - Fy = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto
CA-60 - Fy = 600 MPa	Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980
Módulo de Elásticidade : Ecs = 18.5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações
Espessura : 5.0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014
Consumo de Cimento : 250Kg/m³	Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento
5 - As cotas prevalecem sobre o desenho	16 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010
6 - Classe de Agressividade Ambiental = IV	Projeto e execução de fundações
7 - Fator do Terreno: S1 = 1.0	17 - Norma de incêndio em concreto : NBR 15200/2012
8 - Categoria de Rugosidade: S2 = 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	19 - As normas citadas acima devem ser seguidas
11 - Velocidade Básica do Vento: V = 30m/s	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras
12 - Cobertura das Armaduras :	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		01	02/02	
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO PROJETO EXECUTIVO				
PROJETO ESTRUTURAL OBRA DE CAPTAÇÃO FORMAS				
GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO			
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050			
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D			
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE			
ARQUIVO:	0531ST-002-EST-R00.DWG			
ESCALA:	INDICADA			
DATA:	JULHO/2017			

1.2 Estação Elevatória de Água Bruta e Estação Elevatória de Retrolavagem

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

**MEMORIA DE CÁLCULO – MEMÓRIA DE CÁLCULO EE DE ÁGUA
BRUTA E EE RETROLAVAGEM**



Serra/ES

18 de julho 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	RESERVATÓRIOS SEMI-ENTERRADO	12	
3.1	PAR1	12	
3.2	PAR2	14	
3.3	PAR3	19	
3.4	PAR4	22	
3.5	FUNDO – NÍVEL 43.000.....	26	
3.6	FUNDO – NÍVEL 45.250.....	30	

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural da estação elevatória de água bruta e estação elevatória de retrolavagem semienterrado

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:

- 0003-005 - SAA Horizonte – EEAB

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: elevatória de água bruta e estação elevatória de retrolavagem semienterrado

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 Concreto, 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 2º Ordem Global: Gama Z
- Compactação com Proctor normal à 100%

➤ Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

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

^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	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^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.

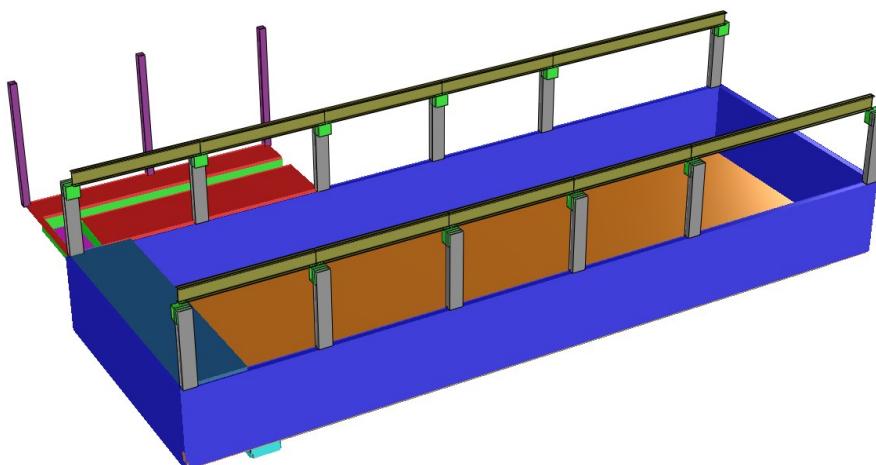
- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

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:

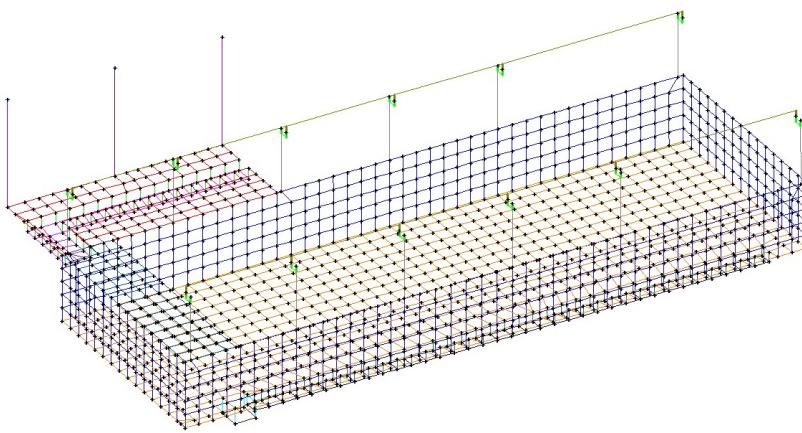
$$d_{\max} \leq 1,2 c_{nom}$$

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 apoiada sobre base elástica



PERSPECTIVA 3D da malha - Estação Elevatória apoiada sobre base elástica

2.1 CARGAS E COMBINAÇÕES

Ações Permanentes:

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

Ações Variáveis Acidentais:

- q2 - Sobrecarga

Coeficientes de ponderação (γg , γq), fatores de combinação (ψq), e fatores de redução ($\psi 1$, $\psi 2$) para:

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

	CN-ELU	CQP-ELS	CF-ELS
Ações Permanentes:	γg	γg	γg
Cargas permanentes	1,4	1	1
Retração	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. princ.):	γq	γq	γq
Sobrecarga	1,4	1	1
Empuxo hidrostático	1,4	1	1
Gradiente térmico	1,2	1	1
Ações Variáveis (qdo. secnd.):	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$
Sobrecarga	0,8	0,7	0,6
Empuxo hidrostático	0,8	0,7	0,6



Gradiente térmico	0,6	0,5	0,3
-------------------	-----	-----	-----

Grandezas Físicas das Ações:

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

Argila com areia fina cor variegada

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

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

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

- 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 1tf/m^3 multiplicado pela altura da lâmina d'água.
- q_2 - Sobrecarga: Nas lajes de tampa e escadas foram consideradas sobrecargas de utilização iguais a $0,3 \text{ tf/m}^2$.
- q_3 - gradiente térmico: Não foi considerado, as estruturas estão enterradas e as partes expostas 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):

$$C03 = 1,40 \cdot (g_1 + g_2 + g_3) + 1,40 \cdot q_2$$

Estado Limite de Serviço ELS-CF (cheio)

$$C05 = 1,00 \cdot (g_1 + g_2 + g_3) + 0,70 \cdot q_1 + 0,60 \cdot q_2$$

$$C06 = 1,00 \cdot (g_1 + g_2 + g_3) + 0,70 \cdot q_2 + 0,60 \cdot q_1$$

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):

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

Calculando teremos, M_r para um $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ 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:

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

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	f_{ck} ω_{min}	Valores de $\rho_{min}^{1)} (A_{s,min}/A_c)$ %						
		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:

- $h=15\text{cm} ; A_{s,min} = 3,45\text{cm}^2/\text{m}$ Ø8 C/18
- $h=20\text{cm} ; A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ Ø8 C/12 ou Ø10 C/20
- $h=25\text{cm} ; A_{s,min} = 4,50\text{cm}^2/\text{m}$ Ø8 C/10 ou Ø10 C/18
- $h=30\text{cm} ; A_{s,min} = 5,19\text{cm}^2/\text{m}$ Ø10 C/15
- $h=35\text{cm} ; A_{s,min} = 6,03\text{cm}^2/\text{m}$ Ø10 C/12
- $h=40\text{cm} ; A_{s,min} = 6,90\text{cm}^2/\text{m}$ Ø10 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: 20 cm

Fundo: 20 cm

Fundo2: 15cm

2.4 FUNDAÇÃO

Para a estrutura do Reservatório utilizamos a laje de fundo apoiada diretamente sobre o solo. Como modelo de cálculo adotamos um sistema de molas de resposta linear. Para obter a



tensão média admissível a partir desse ensaio, utiliza-se o número médio de golpes aplicando a seguinte fórmula:

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

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

Tensão admissível (kgf/cm 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

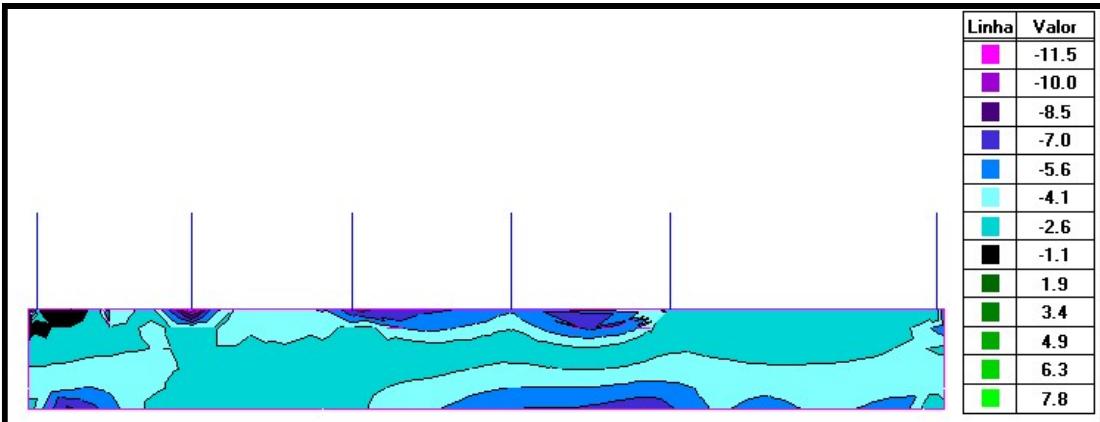
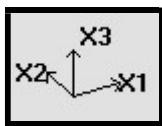
Fonte: Safe, Morrison (1993)



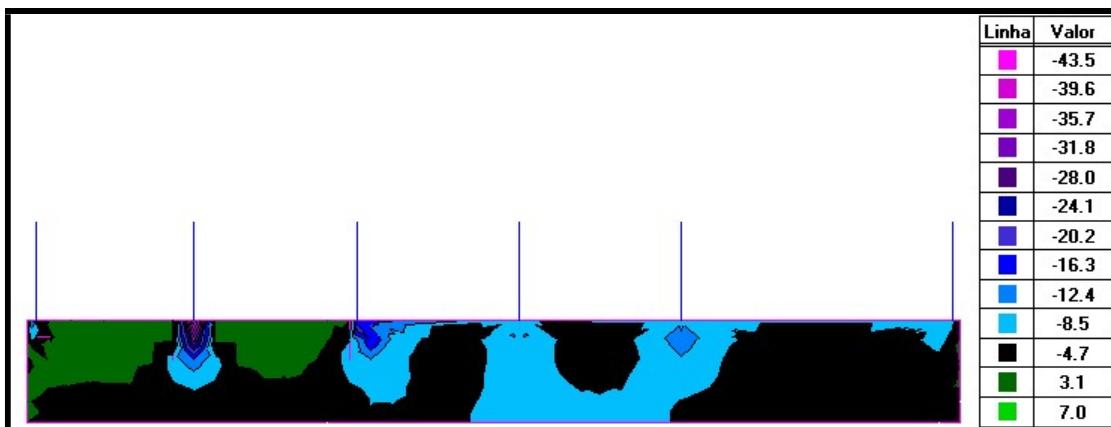
Adotamos uma taxa de solo de 2,0Kgf/cm², conforme sondagem fornecida. Com coeficiente de mola de $x_3=1000\text{tf}/\text{m}$

3.0 RESERVATÓRIO SEMIINTERRADO

3.1 PAR1



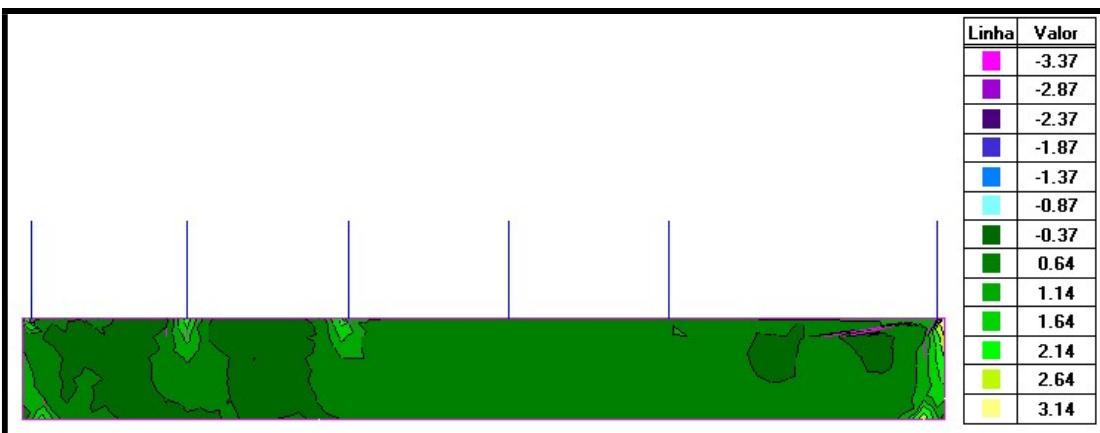
PAR1 - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



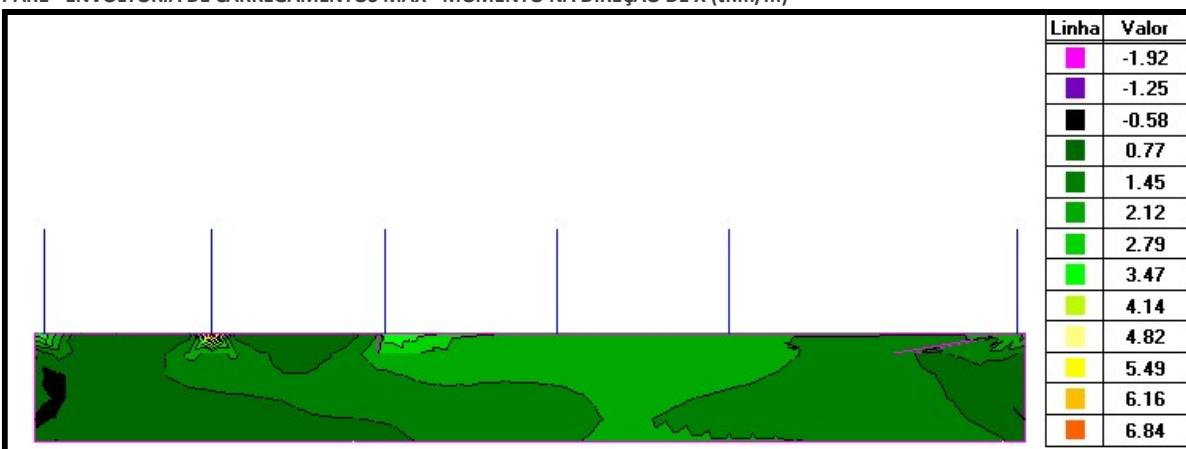
PAR1 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX – FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



Cagece



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



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



Lajes Maciças em Concreto Armado							
Materiais		Esforsos		Seksão		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,mín (cm²/m)
500	30	1,64	7,00	20	5,0	0,5	3,46
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica							
Arranjo		Resumo - ELU					
Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	Zona	ξ	ω1	ω2
As1 (cm²/m)	-	10	12,0	6,54			
As2 (cm²/m)	2,17	10	12,0	6,54			
				Zona D	0,088	0,000	0,035
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esfórcos		Seksão			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola Ø	Esp. (cm)
500	30	1,64	7	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	0,305	4,57	118,67	0,00	0,02469632	0,162537024

PAR1 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

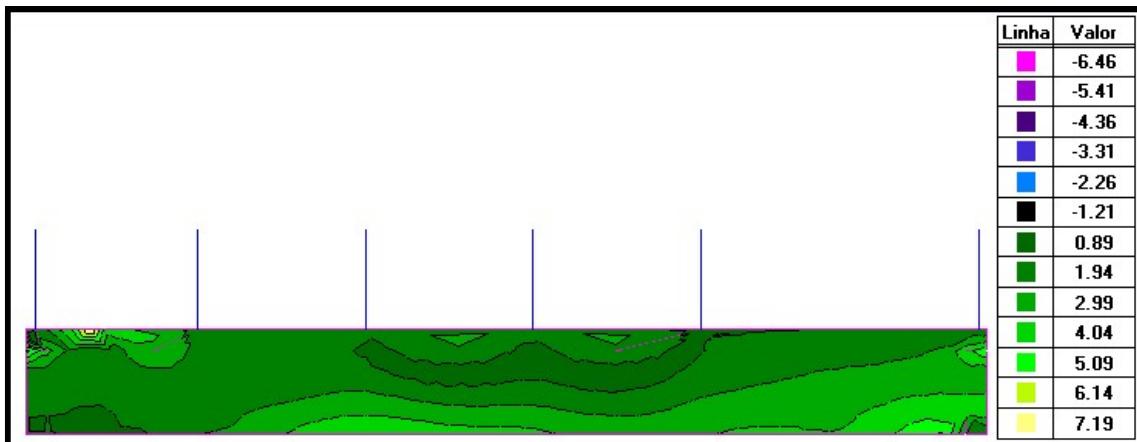
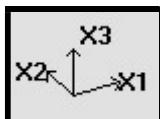
Lajes Maciças em Concreto Armado							
Materiais		Esforços		Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{máx.}$	As_{min} (cm ² /m)
500	30	3,47	20,20	20	5,1	0,5	3,46
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica							
Arranjo		Resumo - ELU		Seção			
Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)	As _{tot} (cm ² /m)	Zona	ξ	ω1	ω2
As ₁ (cm ² /m)	-	12,5	12,0	10,23			
As ₂ (cm ² /m)	4,03	12,5	12,0	10,23			
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	3,47	20,2	20	5,125	12,5	12,0
Cálculo							
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	n1	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)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,007052785	0,400	5,95	140,37	0,00	0,04319039	0,181855128

PAR1 - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

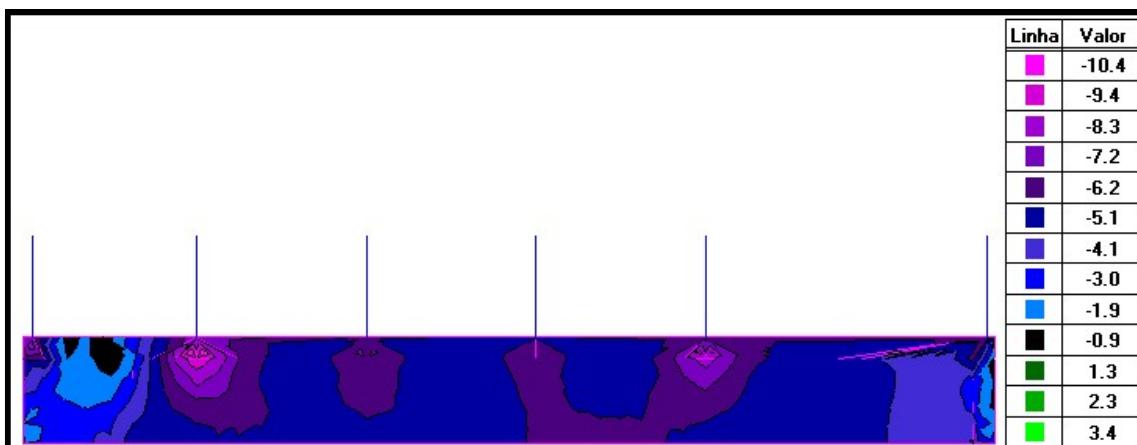


3.2

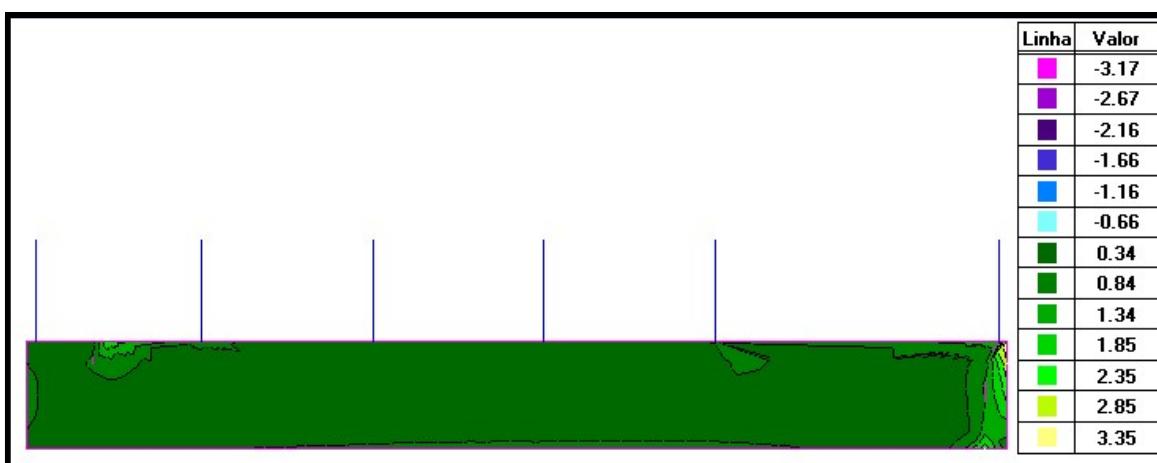
PAR 2



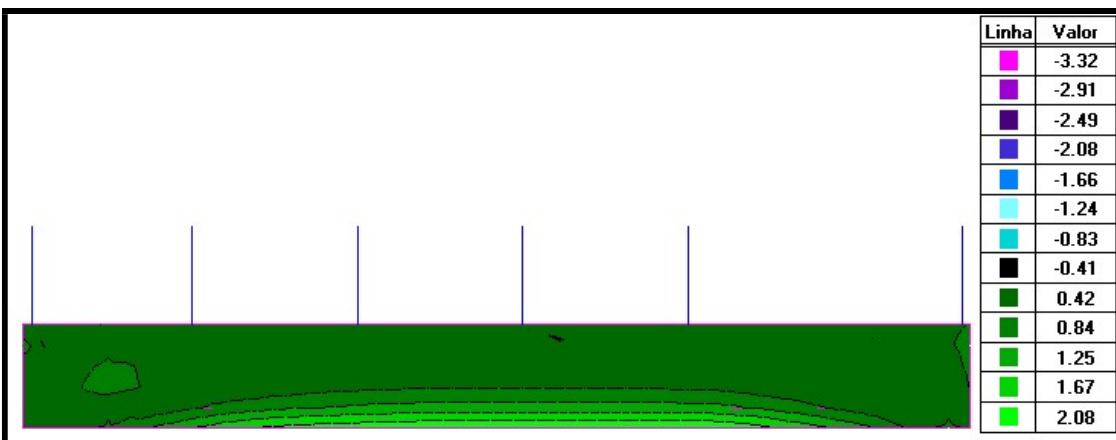
PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado

Materiais		Esfornços		Seção		SEGURANÇA					
Aço (fyk)	fck (Mpa)	M _k (tf.m/m)	N _k (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ _{máx.}	A _{s,min} (cm ² /m)	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.
500	30	1,34	4,04	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica

Armadura necessária		Φ (mm)	Esp. (cm)	A _{s,tot} (cm ² /m)
A _{s1} (cm ² /m)	-	10	12,0	6,54
A _{s2} (cm ² /m)	2,10	10	12,0	6,54

Resumo - ELU

Zona	ξ	ω ₁	ω ₂
Zona D	0,068	0,000	0,033

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

Materiais		Esfornços		Seção		Bitola Φ		Esp. (cm)	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	M _{fr} (tf.m/m)	N _{fr} (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	20	5	10	12,0
500	30	1,34	4,04						

Cálculo

As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	n1	hi (cm)	b1 (cm)	Acr (cm ²)
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00	150,00
as	pri	ξ	x (cm)	σ _{si} (Mpa)	Erro	W _{k1} (mm)	W _{k2} (mm)
8,05	0,005235988	0,280	4,20	111,53	0,00	0,02181332	0,152755562

PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X



Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais	Esfórcos			Sekção		SEGURANÇA					
	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	5,52	24,80	20	5,3	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica										
Arranjo		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	Resumo - ELU					
Armadura necessária	-	16	12,0	16,76	Zona	ξ	ω1	ω2		
As1 (cm²/m)	-	16	12,0	16,76	Zona D	0,345	0,000	0,146		

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais		Esfórcos			Seção					
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola Ø	Esp. (cm)			
500	30	5,52	24,8	20	5,3	16	12,0			

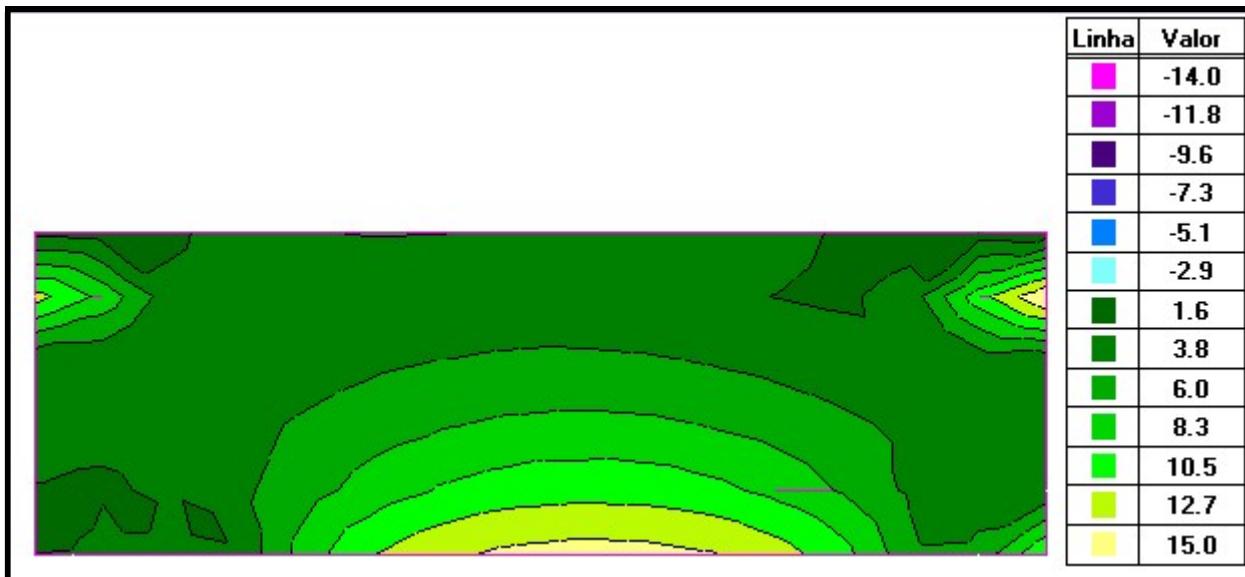
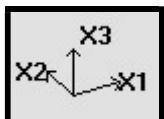
Cálculo										
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)			
16,76	210.000	26.072	2,90	2,25	17,30	12,00	207,60			
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,009685064	0,439	6,45	169,96	0,00	0,08104615	0,210870684			

PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

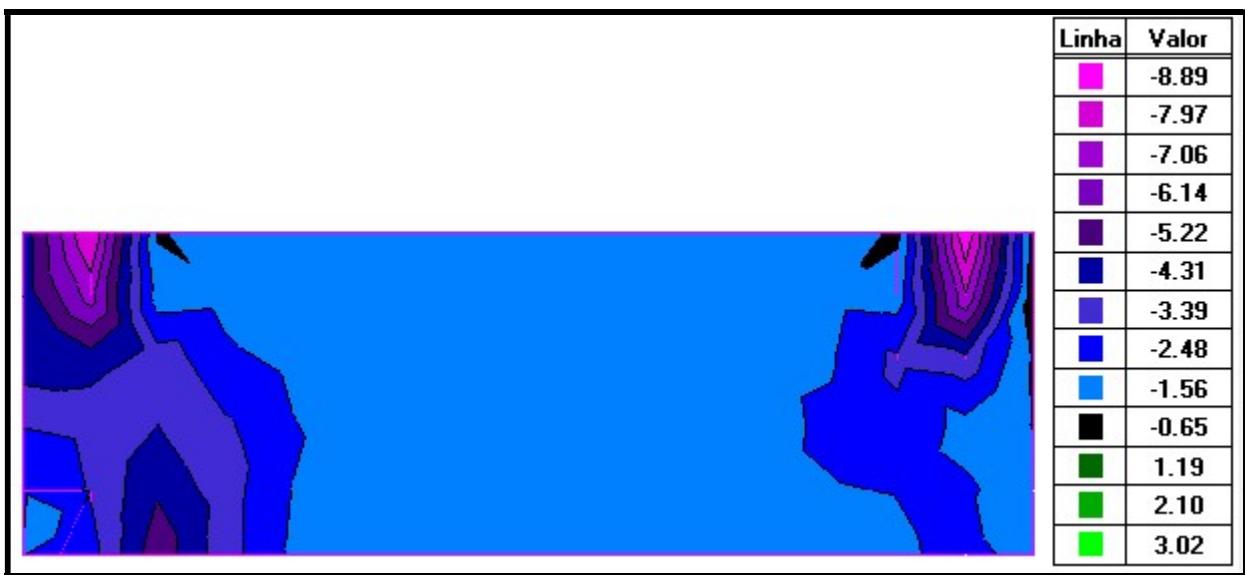


3.3

PAR 3



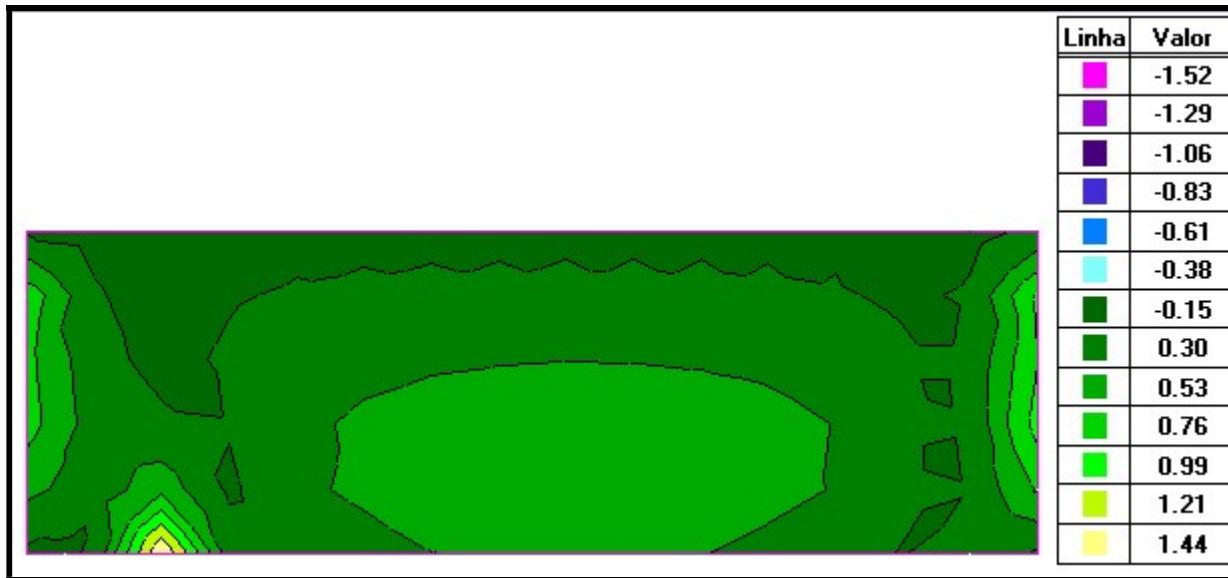
PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



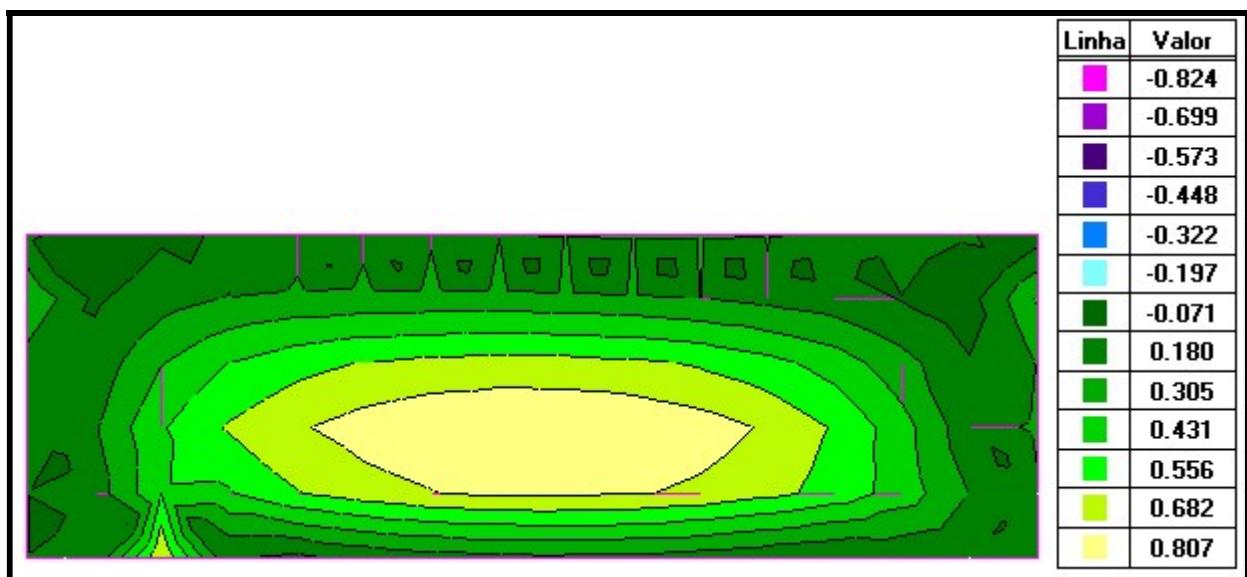
PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



Cagece



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado							
Materiais	Esfórcos		Seksão		SEGURANÇA		
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,mín (cm²/m)
Aço (fyk) 500	30	1,21	6,00	20	4,9	0,5	3,46
							1,40
							1,15
							1,40
							Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica							
Armadura necessária		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	Resumo - ELU		
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19	Zona	ξ	ω1 ω2
As2 (cm²/m)	1,39	8	12,0	4,19	Zona D	0,066	0,000 0,022

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esfórcos		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf.m/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)
500	30	1,21	6	20	4,9	8	12,0
Cálculo							
As (cm²/m)	E _s (Mpa)	E _c s (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)	σ _{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,003842927	0,268	4,05	119,95	0,00	0,02018383	0,176418379

PAR3 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

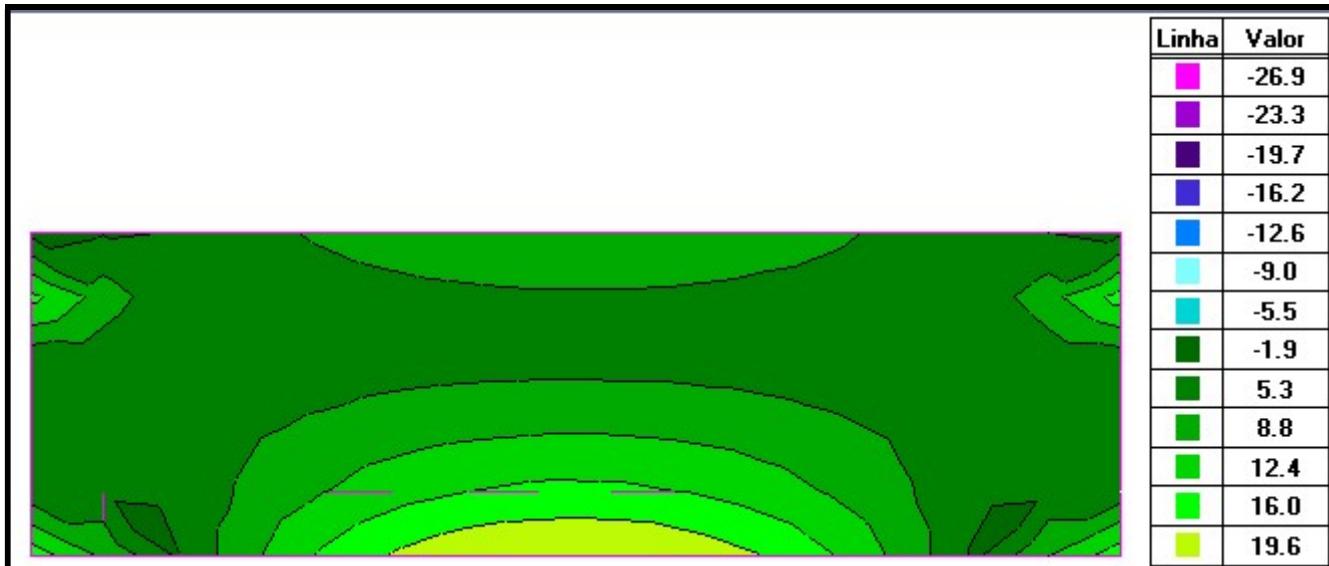
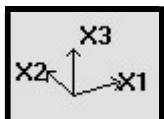
Lajes Maciças em Concreto Armado							
Materiais		Esfórgos		Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)
500	30	0,69	-5,22	20	5,0	0,5	3,46
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica							
Arranjo		Esp. (cm)		Resumo - ELU			
Armadura necessária	Φ (mm)	As,tot (cm²/m)		Zona	ξ	ω1	ω2
As1 (cm²/m)	-	10	12,0	6,54			
As2 (cm²/m)	2,61	10	12,0	6,54			
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esfórgos		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)
500	30	0,69	-5,22	20	5	10	12,0
Cálculo							
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	n1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00	150,00
as	ρri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,005235988	0,148	2,22	125,72	0,00	0,02771743	0,172191853

PAR3 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

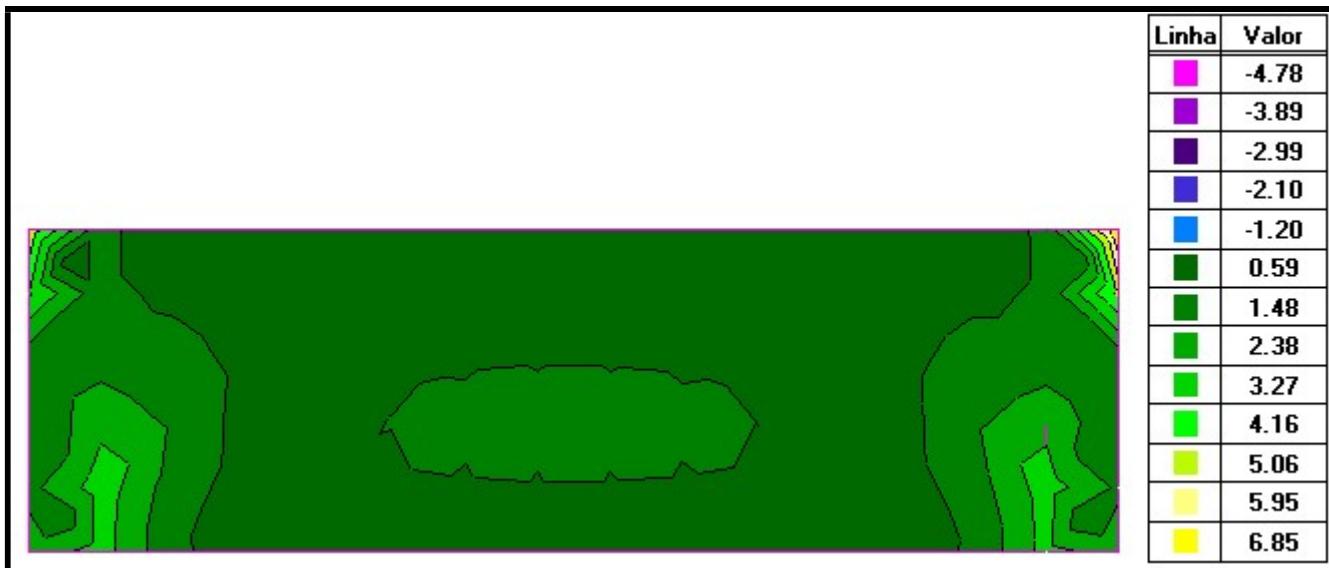


3.4

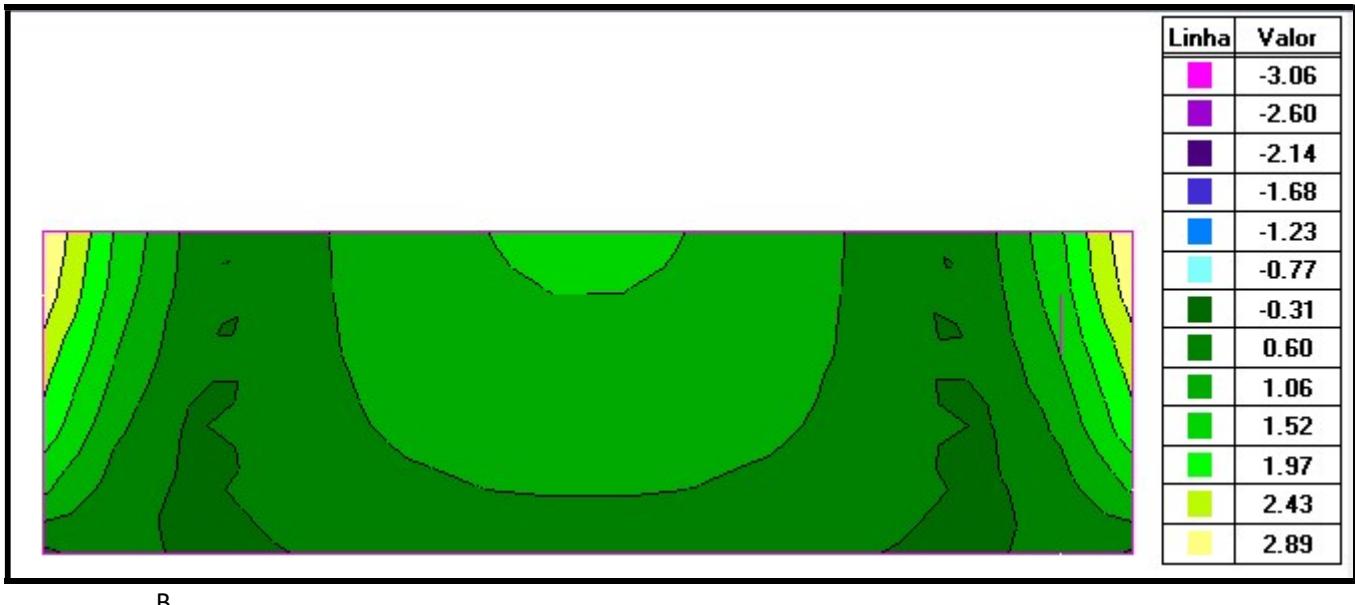
PAR 4



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

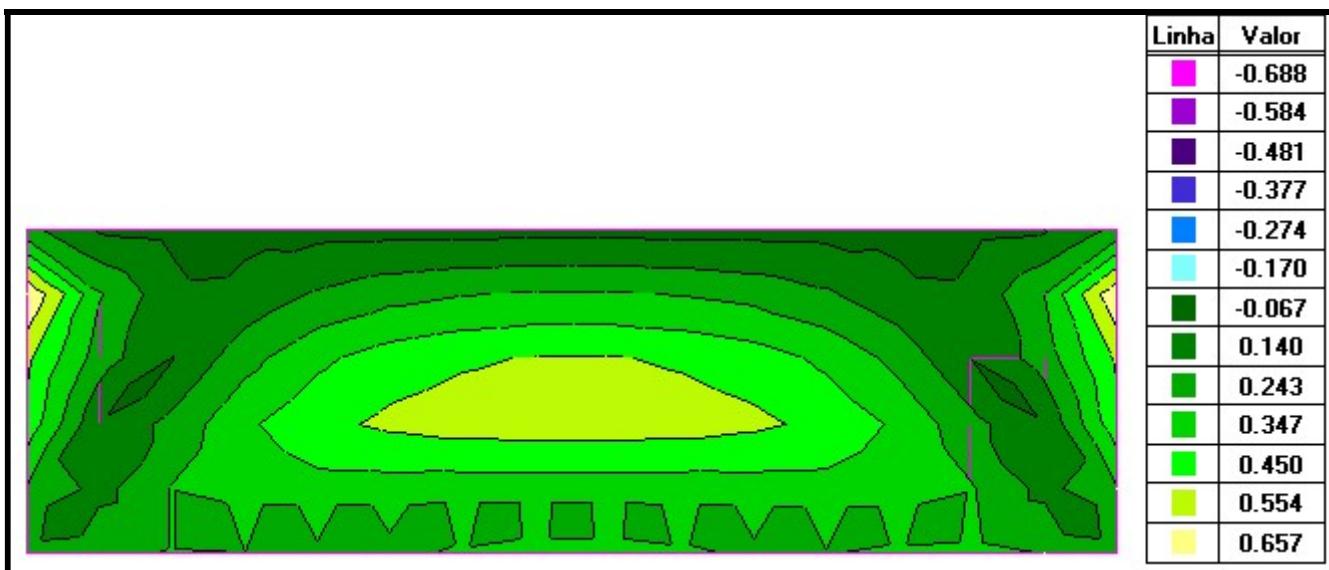


PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



B

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



PAR4=PAR5 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais	Esfôrços			Seção	SEGURANÇA						
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)		h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,mín (cm²/m)	γc	γs	γf
Aço (fyk) 500	30	1,52	12,40	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica			
Arranjo		Resumo - ELU	
Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)	A _s ,tot (cm ² /m)
A _{s1} (cm ² /m)	-	8	12,0
A _{s2} (cm ² /m)	0,78	8	12,0
			4,19

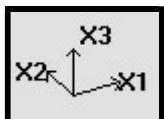
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO					
Materiais		Esfôrços		Seção	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)
500	30	1,52	12,4	20	4,9
Cálculo					
As (cm ² /m)	E _s (Mpa)	E _c s (Mpa)	f _c tm (Mpa)	n1	h _i (cm)
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90
α _s	ρ _i	ξ	x (cm)	σ _{si} (Mpa)	Bitola ø
8,05	0,003842927	0,353	5,33	89,62	8
		W _{k1} (mm)	W _{k2} (mm)	Esp. (cm)	
		0,00	0,00	0,01126757	0,131812648

PAR4 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado								SEGURANÇA			
Materiais	Esforços			Seção				SEGURANÇA			
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	
500	30	0,60	2,38	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica											
Armadura necessária	Arranjo			Resumo - ELU				Resumo			
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	Zona	ξ	ω1	ω2	Zona D	0,031	0,000 0,013	
As1 (cm²/m)	-	10	15,0	5,24							
As2 (cm²/m)	0,80	10	15,0	5,24							
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais	Esf. Forças			Seção				Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO			
	Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)	Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO		
500	30	0,6	2,38	20	5	10		15,0	Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO		
Cálculo											
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (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)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,00418879	0,273	4,09	55,25	0,00	0,00535406	0,093546752				

PAR4 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

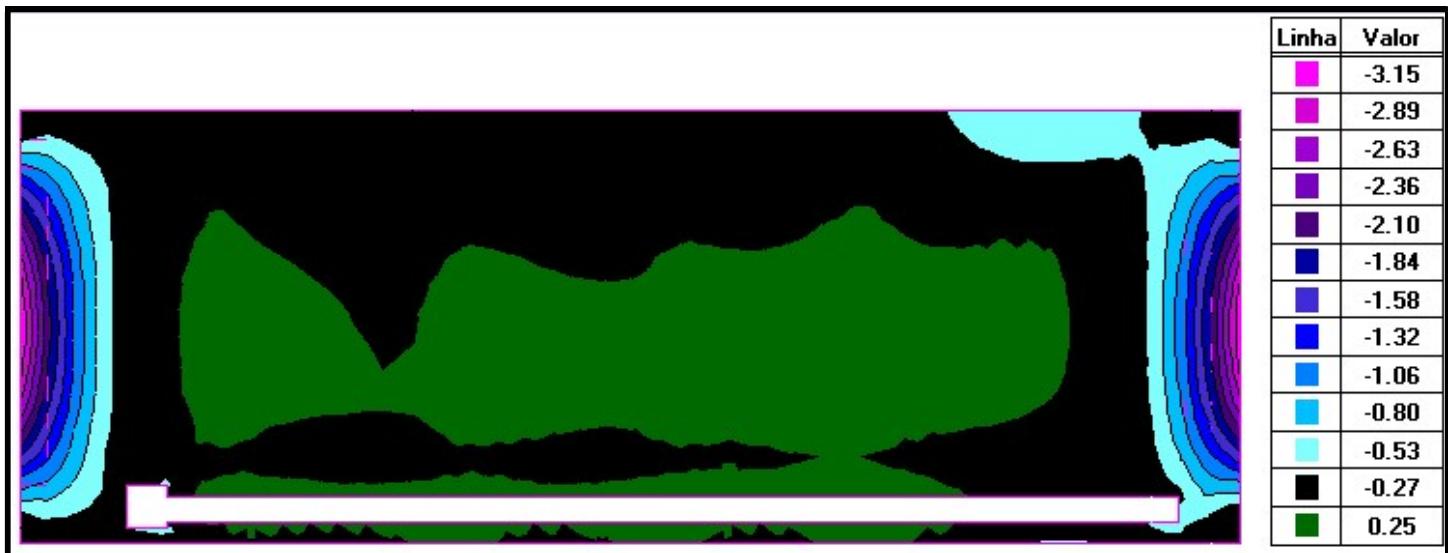
3.5 FUNDO – NÍVEL 43.000



FUNDO – NÍVEL 43.000 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO – NÍVEL 43.000 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO – NÍVEL 43.000 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO – NÍVEL 43.000 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

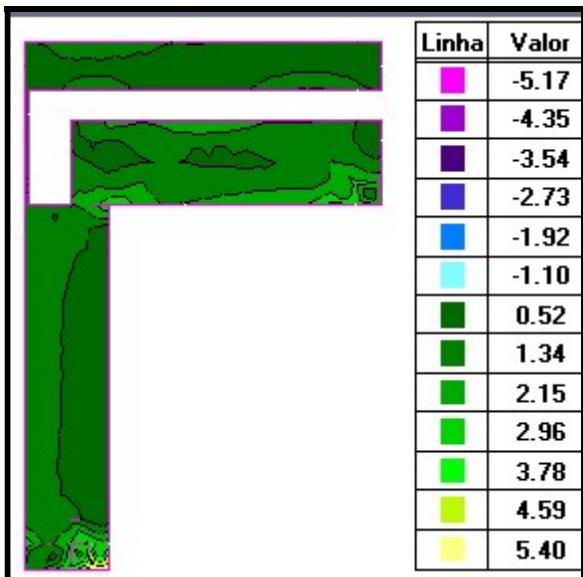
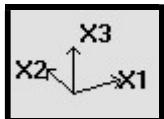
Lajes Maciças em Concreto Armado								SEGURANÇA					
Materiais	Esfornços			Seção				SEGURANÇA					
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	A _{s,min} (cm ² /m)	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.		
500	30	1,58	7,00	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV		
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica													
Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)	A _{s,tot} (cm ² /m)	Arranjo									
	-	10	12,0	Arranjo									
A _{s1} (cm ² /m)			6,54	Arranjo									
A _{s2} (cm ² /m)	2,04	10	12,0	Arranjo									
Resumo - ELU													
Zona	ξ	ω ₁	ω ₂	Arranjo									
	0,085	0,000	0,032	Arranjo									
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO													
Materiais	Esfornços			Seção	Cálculo					Cálculo			
	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)		h (cm)	d' (cm)	Bitola Ø	Esp. (cm)	Cálculo				
500	30	1,58	7	500	20	5	10	12,0	Cálculo				
6,54	210.000	26.072	2,90		2,25	12,50	12,00	150,00	Cálculo				
αs	p _{r1}	ξ	x (cm)	8,05	σ _{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)	Cálculo				
8,05	0,005235988	0,308	4,62		112,15	0,00	0,02205515	0,153599976	Cálculo				

FUNDO – NÍVEL 43.000 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

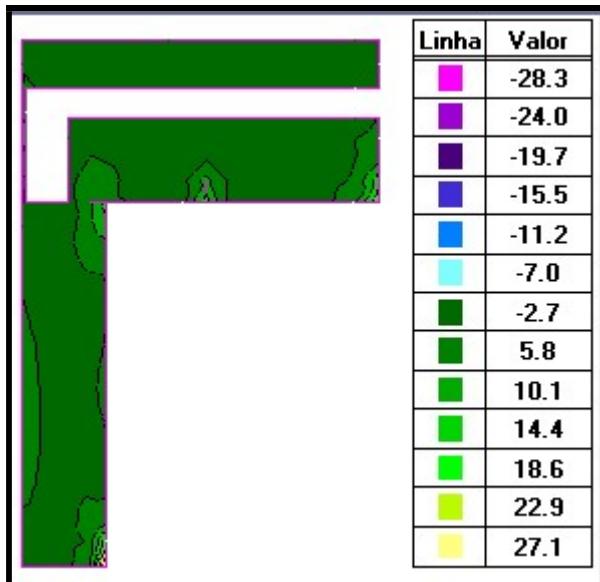
Lajes Maciças em Concreto Armado							
Materiais		Esfôrços		Seção		SEGURANÇA	
Açôo (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)
500	30	1,41	7,50	20	5,0	0,5	3,46
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica							
Armadura necessária		Arranjo		Resumo - ELU			
As1 (cm²/m)	-	10	12,0	6,54	Zona	ξ	ω1
As2 (cm²/m)	1,54	10	12,0	6,54	Zona D	0,079	ω2
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esfôrços		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)
500	30	1,41	7,5	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
αs	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,005235988	0,328	4,92	89,55	0,00	0,0140643	0,122657801

FUNDO – NÍVEL 43.000 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

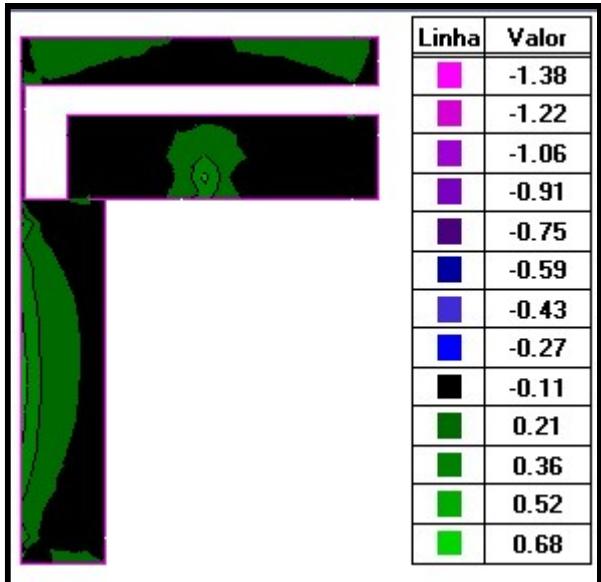
3.6 FUNDO – NÍVEL 42.250



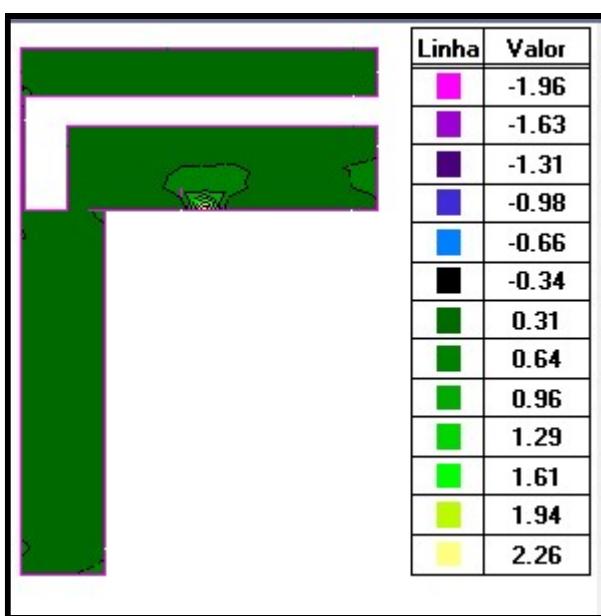
FUNDO – NÍVEL 42.250 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



FUNDO – NÍVEL 42.250 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



FUNDO – NÍVEL 42.250 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf.m/m)



FUNDO – NÍVEL 42.250 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y (tf.m/m)

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais	Esfórcos			Seksão		SEGURANÇA					
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	A _s ,mín (cm ² /m)	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.
Aço (fyk) 500	30	0,36	0,52	15	4,9	0,5	2,60	1,40	1,15	1,40	Classe IV
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica	Arranjo			Resumo - ELU		Resumo - ELU		Resumo - ELU		Resumo - ELU	
Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)	A _s ,tot (cm ² /m)			Zona	ξ	ω1	ω2		
A _{s1} (cm ² /m)	-	8	15,0		3,35	Zona D	0,036	0,000	0,025		
A _{s2} (cm ² /m)	1,04	8	15,0		3,35						
Verificação Fissuras - Lajes - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais	Esfórcos			Seksão		Cálculo		Cálculo		Cálculo	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola Ø	Esp. (cm)	Bitola Ø	Esp. (cm)	Bitola Ø	Esp. (cm)
500	30	0,36	0,52	15	15	4,9	8	8	8	8	15,0
As (cm ² /m)	E _s (Mpa)	E _c s (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)
3,35	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80				
αs	ρ _{ri}	ξ	x (cm)	σ _{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
8,05	0,003842927	0,219	2,21	103,54	0,00	0,01503911	0,152283568				

FUNDO – NÍVEL 42.250 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais	Esfogos			Seção		SEGURANÇA					
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe
Aço (fyk) 500	30	0,96	10,10	15	4,9	0,5	2,60	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica										
Arranjo			Resumo - ELU							
Armadura necessária		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	Zona	ξ	ω1	ω2	Secção	
As1 (cm²/m)	-	8	15,0	3,35	Zona D	0,121	0,000	0,020		
As2 (cm²/m)	0,84	8	15,0	3,35						

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais			Esfórcos							
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)			Secção
500	30	0,96	10,1	15	4,9	8	15,0			

Cálculo										
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)	Wk2 (mm)	Esp. (cm)	
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)				

FUNDO – NÍVEL 42.250 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

CREA-ES 011840/D

RESUMO ESTRUTURAL POR ELEMENTOS

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE RETROLAVAGEM						
CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa						
	LAJES	PAREDES	VIGAS	PILAR	FUNDÃO	TOTAL
VOLUME (m ³)	2,00	27,50	5,00	5,00	17,00	56,50
FÔRMA (m ²)	13,00	271,00	75,00	72,00	375,00	806,00

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

LAJES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	10	250	157
50A	12.5	604	604
TOTAL		854	761

PAREDES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	701	281
50A	10	3411	2149
50A	12.5	2332	2332
TOTAL		6444	4762

VIGAS			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	61	15
50A	10	515	324
50A	12.5	40	40
TOTAL		616	379

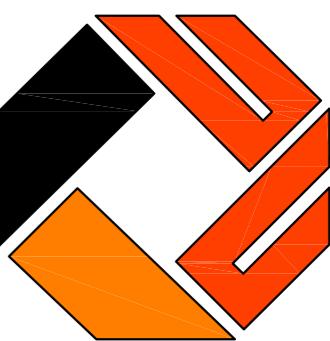
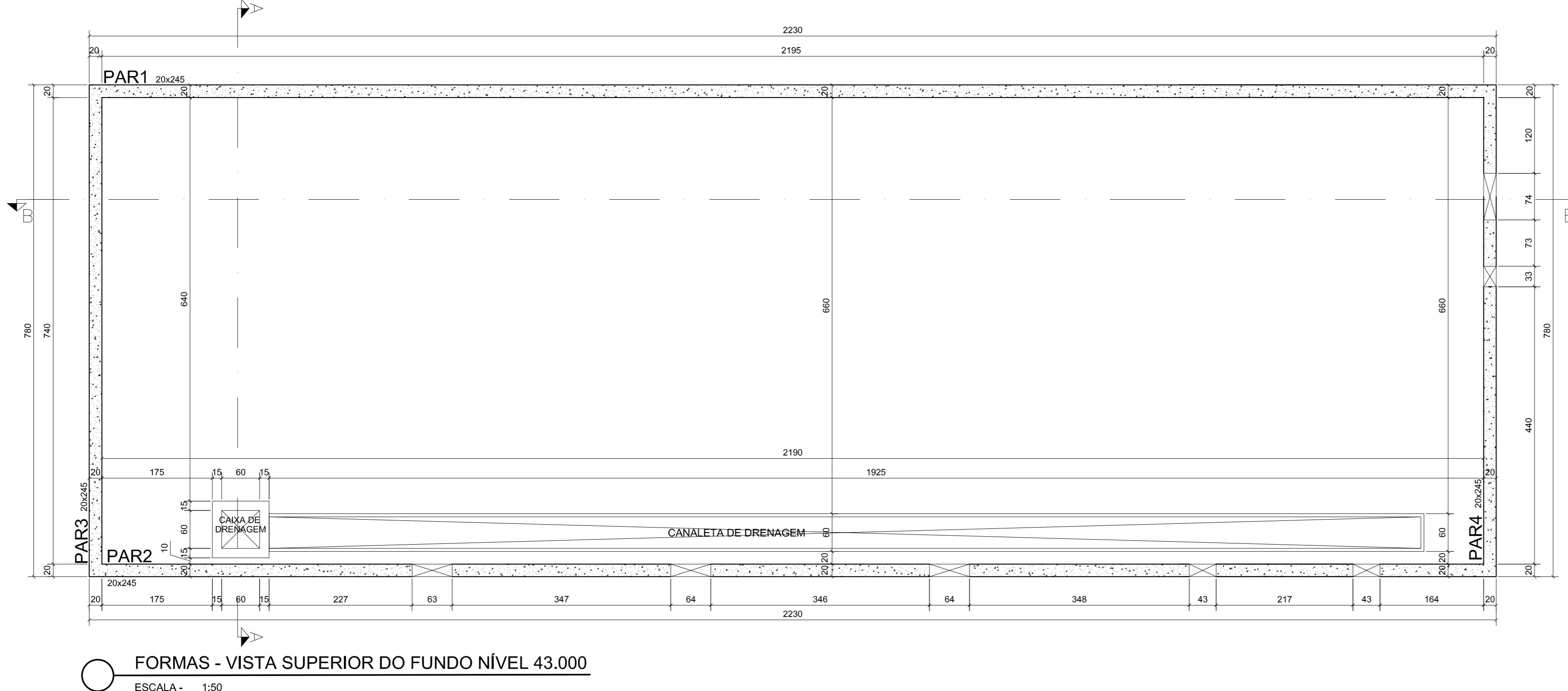
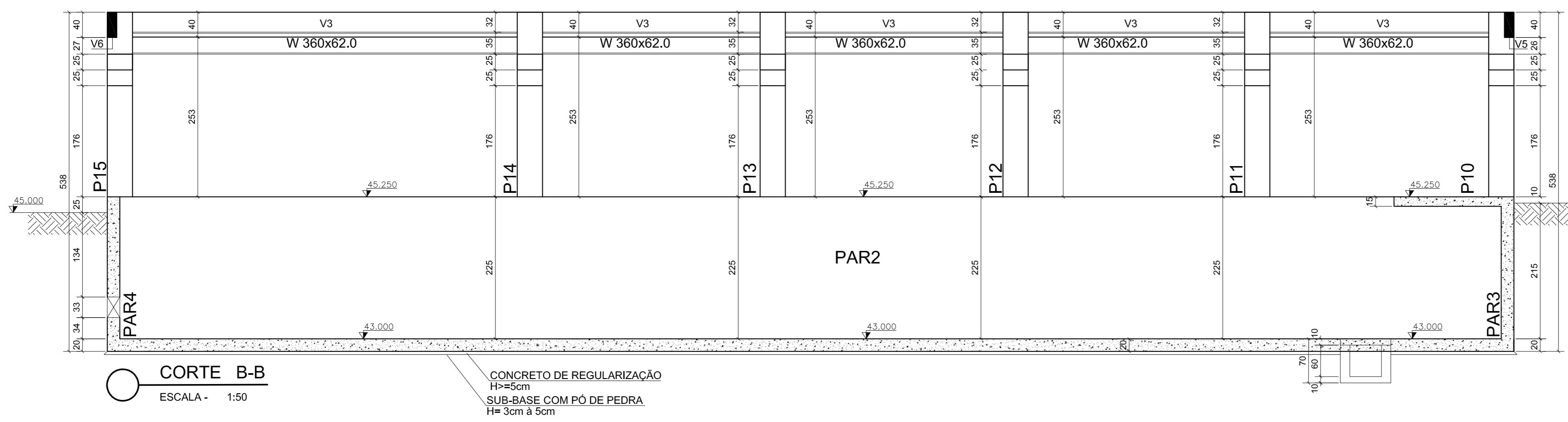
PILAR			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	81	13
50A	6.3	406	101
50A	10	22	14
50A	12.5	86	86
50A	16	740	1184
TOTAL		1335	1398

FUNDAÇÃO			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	626	250
50A	10	5657	3564
50A	12.5	39	39
TOTAL		6322	3853

CAIXAS			
CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa			
	FUNDO	PAREDES	TOTAL
VOLUME (m ³)	4,00	21,00	25,00
FÔRMA (m ²)	6,00	91,00	97,00
CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa			
VOLUME (m ³)	2,00		
CAIXAS			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	3250	1300
TOTAL		3250	1300



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

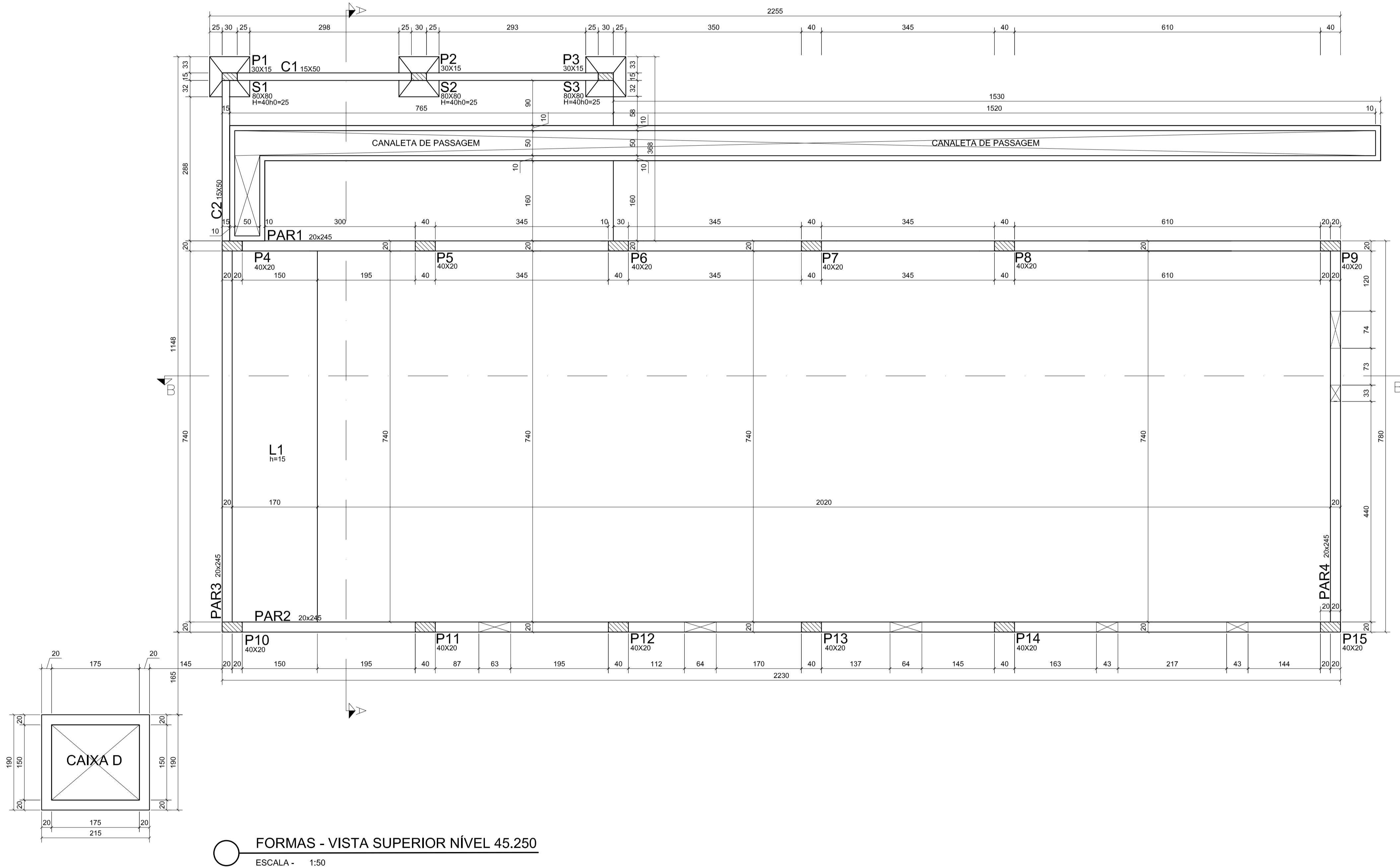
NOTAS :

- 1 - Cotas e Dimensões em cm.
- 2 - Concreto : $F_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- 3 - Agos : $CA-50 - F_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $CA-60 - F_{yk} = 600 \text{ MPa}$
- 4 - Concreto de regularização:
 $E_{cs} = 18.5 \text{ GPa}$
- 5 - As cotas prevalecem sobre o desenho
- 6 - Classe de Agressividade Ambiental : Iv
- 7 - Fator do Terreno: $S_1 = 1.0$
- 8 - Categoria de Rugosidade: $S_2 = I$
- 9 - Classe da Edificação: $S_3 = C$
- 10 - Fator Estatístico: $S_4 = 1.00$
- 11 - Velocidade Básica do Vento: $V = 30 \text{ m/s}$
- 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	DESENHO	PRANCHA Nº
	DIRETORIA DE ENGENHARIA	02	01/07
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA			
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO			
PROJETO EXECUTIVO			
PROJETO ESTRUTURAL			
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE RETROLAVAGEM - EEAB			
PLANTA BAIXA - CORTES			

GERÊNCIA:	ENG° RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050
PROJETO:	ENG° CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE
ARQUIVO:	0503ST-001-EST-R00.DWG
DATA:	JULHO/2017



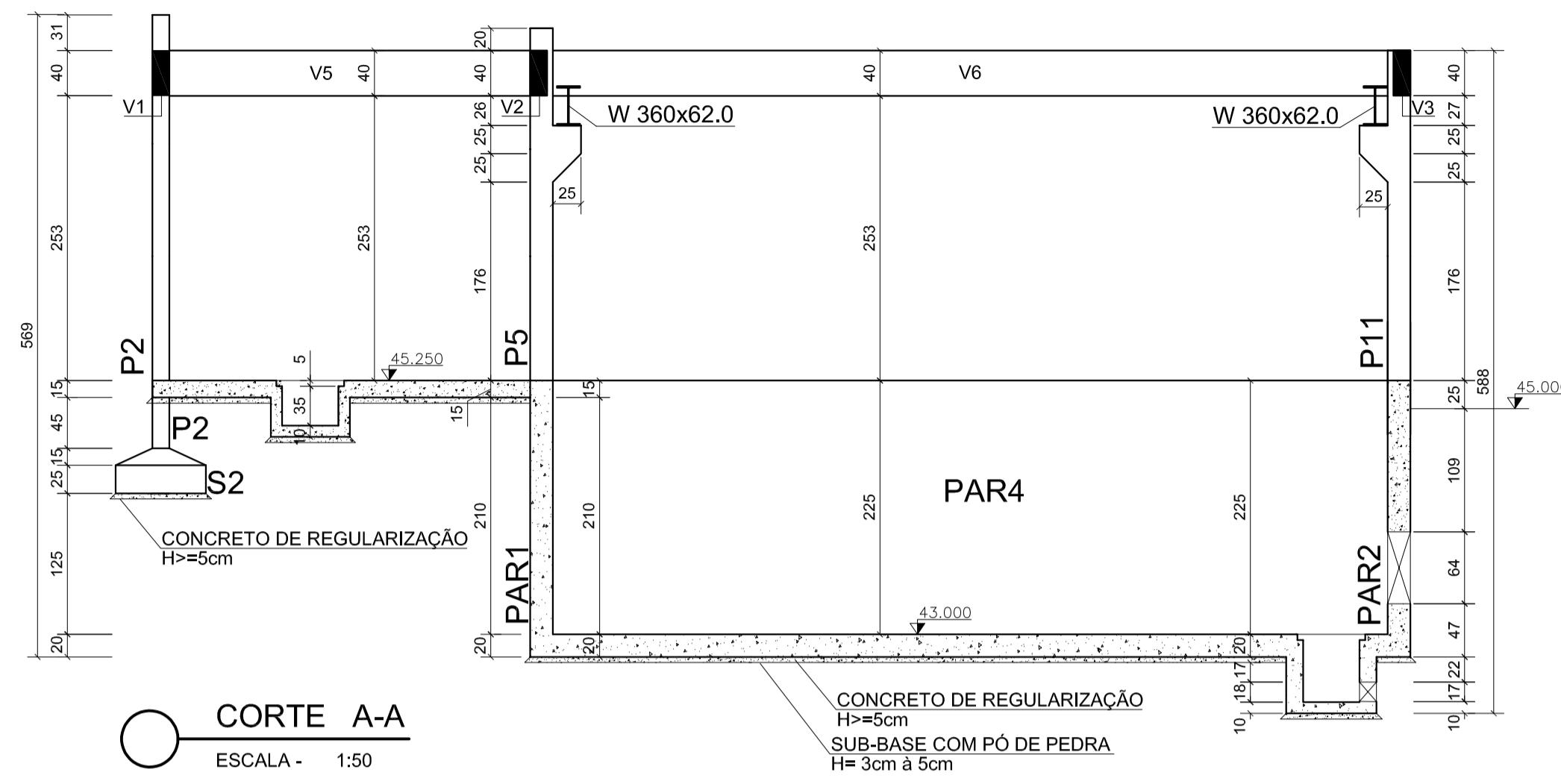
NOTAS :

- 1 - Cotas e Dimensões em cm.
- 2 - Concreto : $F_{ck} = 30\text{MPa}$
- Módulo de Elasticidade : $E_{cs} = 260\text{GPa}$
- Fator Água Cimento : $A/C \leq 0.45$
- Consumo Cimento : 350Kg/m^3
- 3 - Aços : CA-50 - $F_y = 500\text{ MPa}$
- CA-60 - $F_y = 600\text{ MPa}$
- Projeto e dimensionamento e procedimentos executivos
- 4 - Concreto de regularização:
- Módulo de Elasticidade : $E_{cs} = 18.5\text{GPa}$
- Espessura : 5.0cm
- Consumo de Cimento : 250Kg/m^3
- Projeto de Estruturas de Concreto-Procedimento
- 5 - As cotas prevalecem sobre o desenho
- 6 - Classe de Agressividade Ambiental = Iv
- Projeto e execução de fundações
- 7 - Fator do Terreno:S1 = 1.0
- 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 Estatístico:S3 = 1.00
- 11 - Velocidade Básica do Vento: $V = 30\text{m/s}$
- 19 - As normas citadas acima devem ser seguidas tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras
- 12 - Cobertura das Armaduras :

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

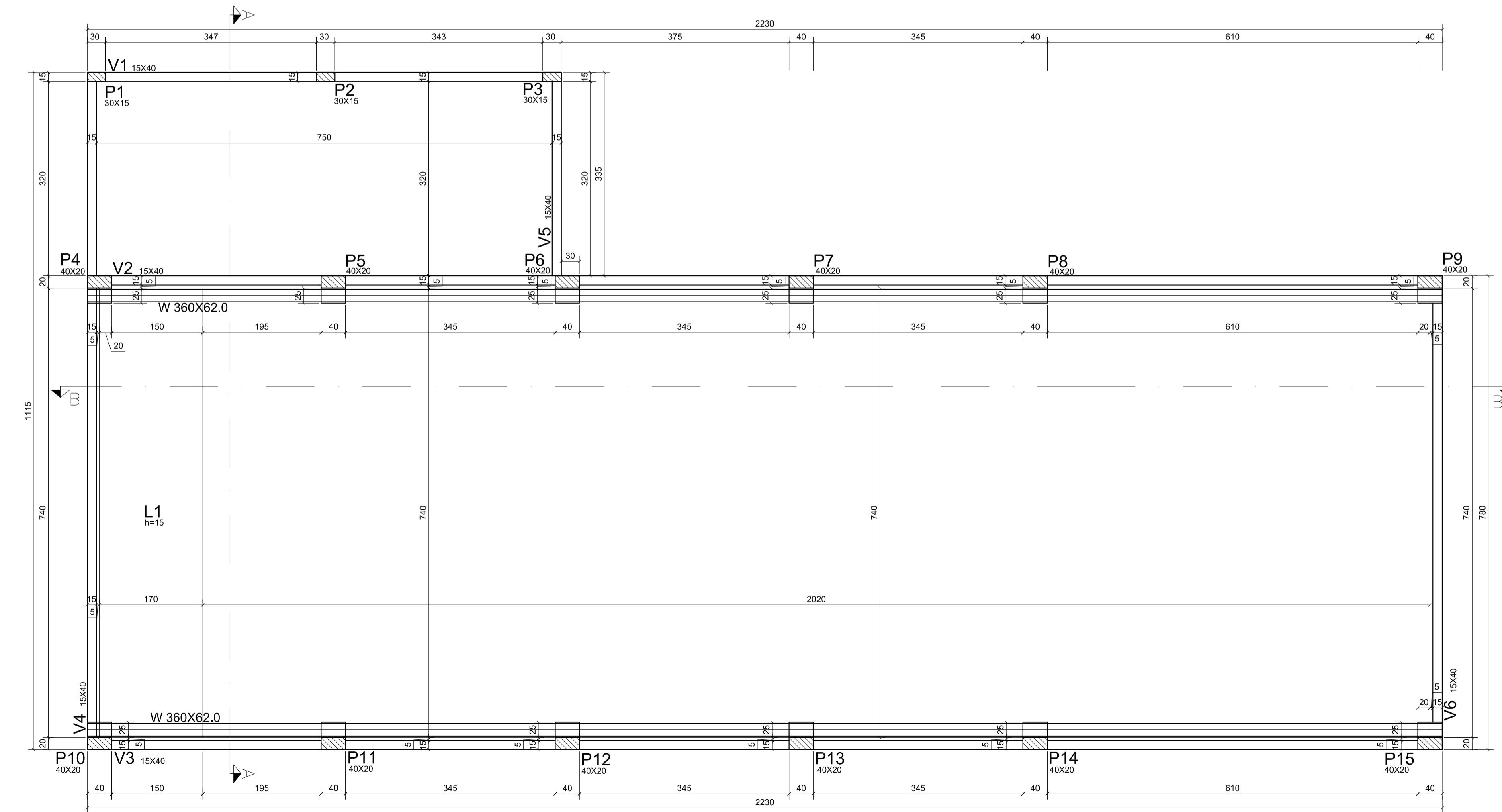
	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ	DESENHO	PRANCHA Nº		
	DIRETORIA DE ENGENHARIA				
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA					
02 02/07					
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO					
PROJETO EXECUTIVO					
PROJETO ESTRUTURAL					
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE RETROLAVAGEM - EEAB					
PLANTA BAIXA - CORTES					

GERÊNCIA:	ENG° RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050
PROJETO:	ENG° CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE
ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0503ST-002-EST-R00.DWG
DATA:	JULHO/2017



CORTE A-A

ESCALA - 1:50



FORMAS - VISTA SUPERIOR DA COBERTURA

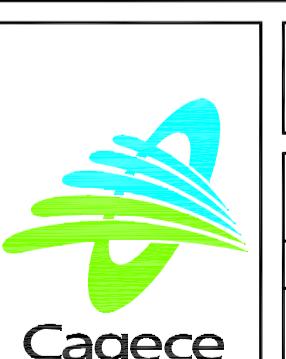
ESCALA - 1:50



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

- | | | |
|---|---|------------------|
| 1 – Cotas e Dimensões em cm. | Lajes: 5.0cm | Sapatas: 5.0cm |
| 2 – Concreto : $F_{ck} = 30 \text{ MPa}$ | Pilares: 5.0cm | Vigas: 5.0cm |
| Módulo de Elasticidade : $E_{cs} = 26 \text{ GPa}$ | Blocos: 5.0cm | Tubulação: 5.0cm |
| Fator Água Cimento : $A/C \leq 0.45$ | Radier: 5.0cm | |
| Consumo de Cimento : 350Kgf/m ³ | 13 – Norma de fôrmas e escoramentos :NBR 15696/2009 | |
| 3 – Aços : CA-50 – $F_{yk} = 500 \text{ MPa}$ | Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto | |
| CA-60 – $F_{yk} = 600 \text{ MPa}$ | Projeto,dimensionamento e procedimentos executivos | |
| 4 – Concreto de regularização: | 14 – Norma de Cargas : NBR 6120/1980 | |
| Módulo de Elasticidade : $E_{cs} = 18.5 \text{ GPa}$ | Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações | |
| Espessura : 5.0cm | 15 – Norma de Cálculo : NBR 6118/2014 | |
| Consumo de Cimento : 250Kgf/m ³ | 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: $S_1 = 1.0$ | 17 – Norma de incêndio em concreto : NBR 15200/2012 | |
| 8 – Categoria de Rugosidade: $S_2 = I$ | Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio | |
| 9 – Classe da Edificação: $S_2 = C$ | 18 – Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004 | |
| 10 – Fator Estatístico: $S_3 = 1.00$ | Execução de estruturas de concreto – Procedimento | |
| 11 – Velocidade Básica do Vento: $V = 30 \text{ m/s}$ | 19 – As normas citadas acima devem ser seguidas | |
| 12 – Cobrimento das Armaduras : | tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras | |



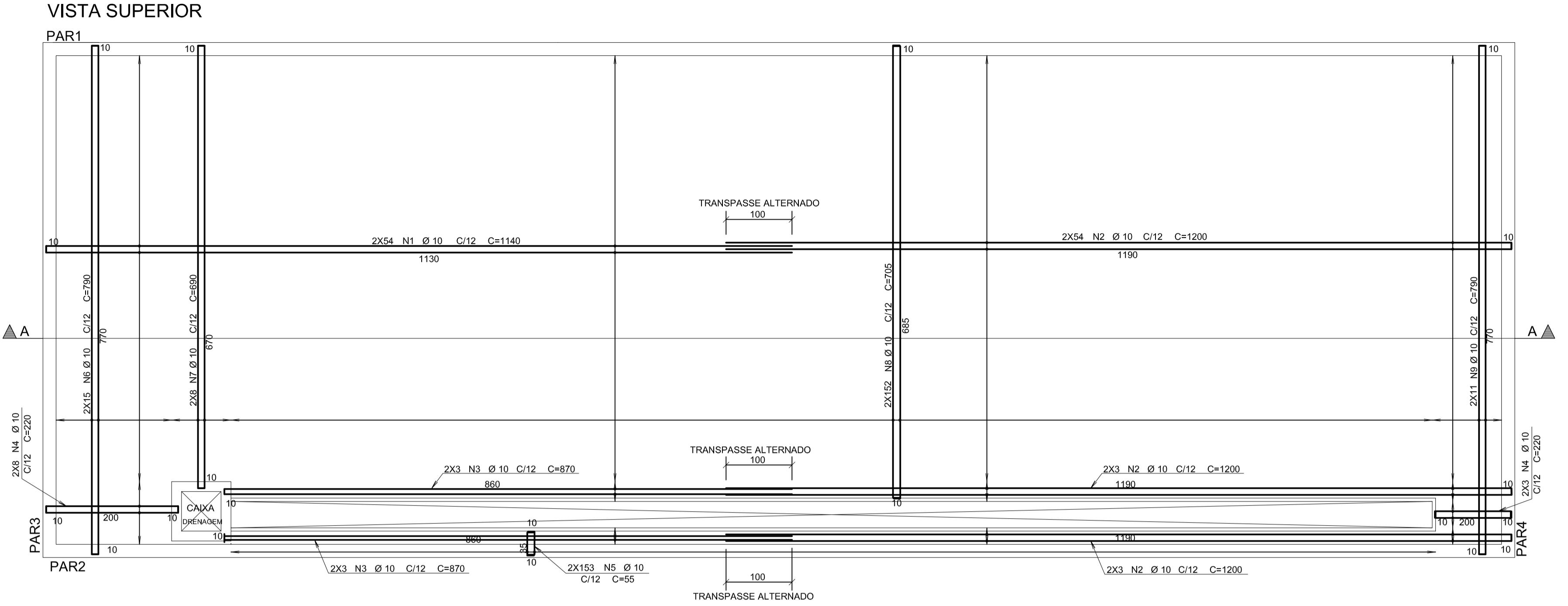
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
DIRETORIA DE ENGENHARIA
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

DESENHO	PRANCHA Nº
02	03/07

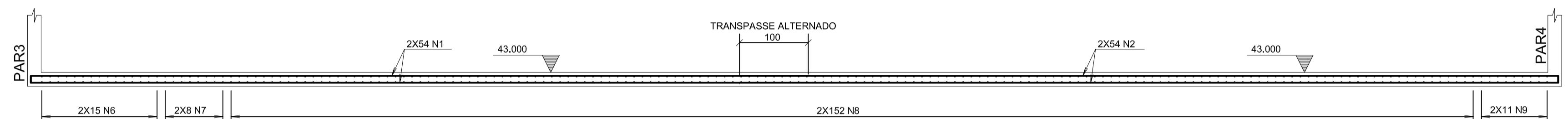
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'AGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO

PROJETO EXECUTIVO
PROJETO ESTRUTURAL
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA E ESTAÇÃO
ELEVATÓRIA DE RETROLAVAGEM - EEAB
PLANTA BAIXA - CORTES

GERÊNCIA:	ENG° RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO		
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050		
PROJETO:	ENG° CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D 		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0503ST-003-EST-R00.DWG	DATA:	JULHO/2017

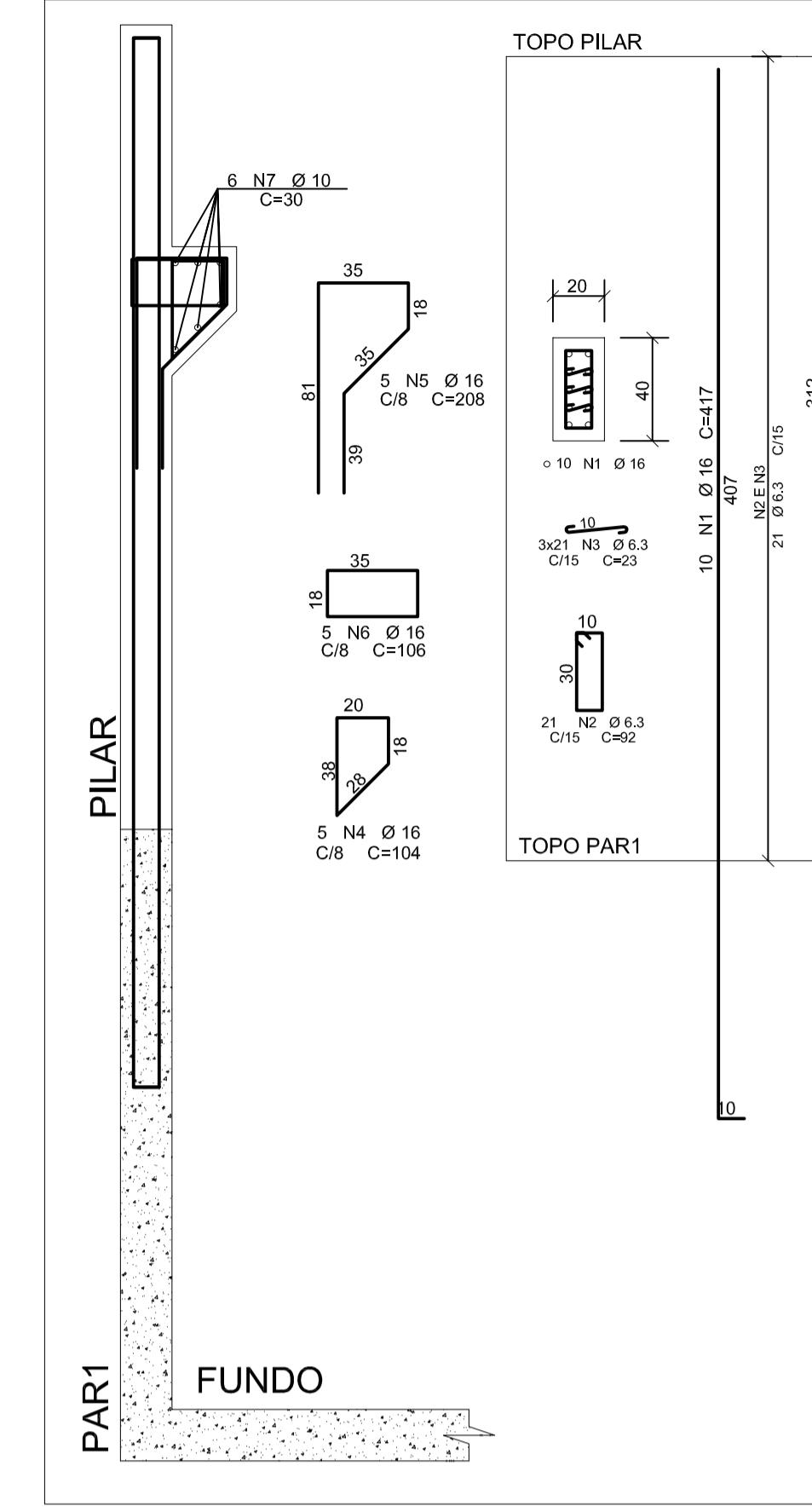


CORTE A-A



ARMAÇÃO DO FUNDO NÍVEL 43.000

ESCALA - 1:5



ARMAÇÃO PILARES - P4 À P9 (x6)

ESCALA - 1:25

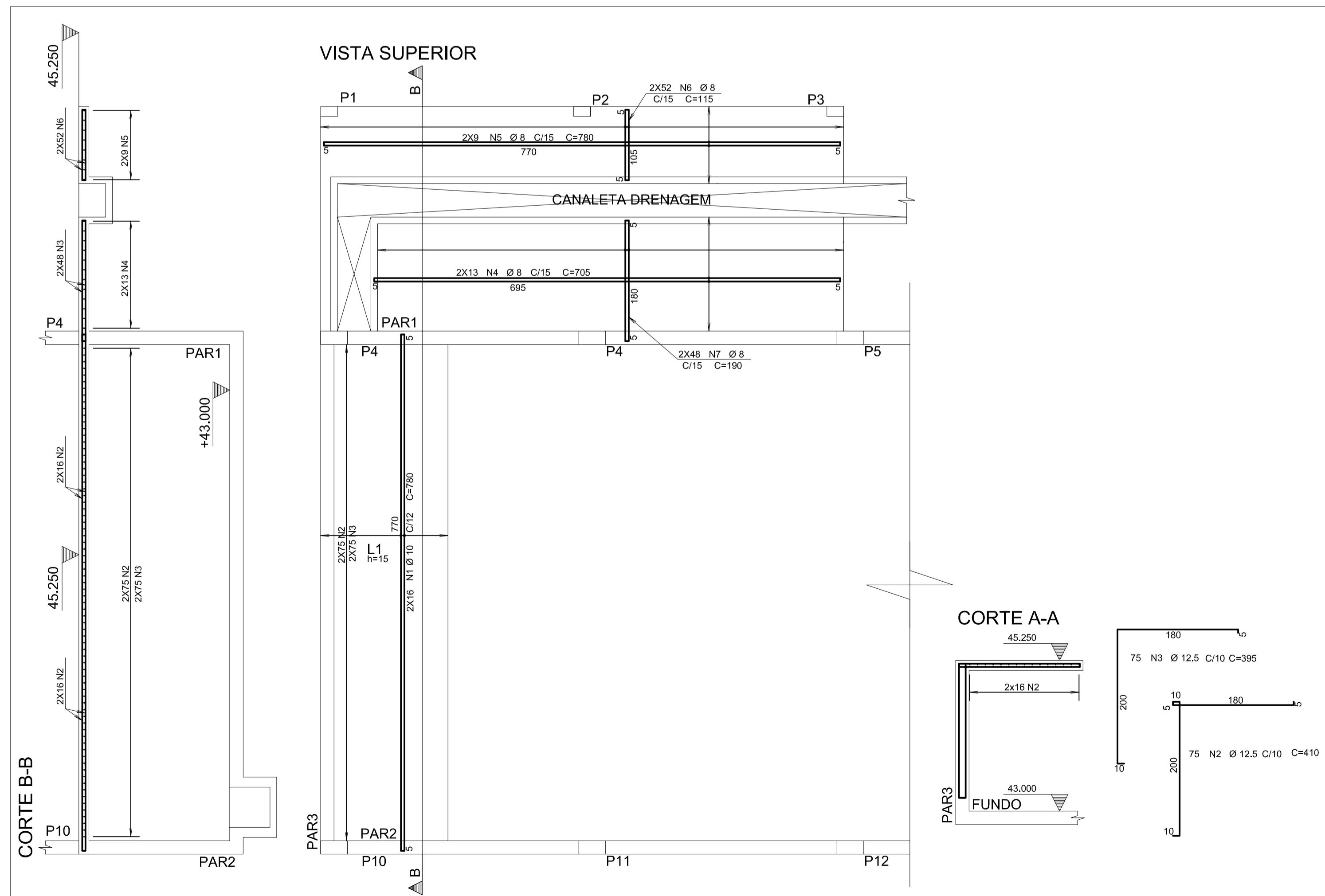
AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO DO FUNDO NÍVEL 43.000					
50A	1	10	108	1140	123120
50A	2	10	120	1200	144000
50A	3	10	12	870	10440
50A	4	10	22	220	4840
50A	5	10	306	55	16830
50A	6	10	30	790	23700
50A	7	10	16	690	11040
50A	8	10	304	705	214320
50A	9	10	22	790	17380
ARMAÇÃO DO FUNDO NÍVEL 45.250					
50A	1	10	32	780	24960
50A	2	12.5	75	410	30750
50A	3	12.5	75	395	29625
50A	4	8	26	705	18330
50A	5	8	18	780	14040
50A	6	8	104	115	11960
50A	7	8	96	190	18240
ARMAÇÃO PILARES - P10 À P15 (x6) (X6)					
50A	1	16	60	398	23880
50A	2	6.3	126	92	11592
50A	3	6.3	378	23	8694
50A	4	16	30	104	3120
50A	5	16	30	208	6240
50A	6	16	30	106	3180
50A	7	10	36	30	1080
ARMAÇÃO PILARES - P4 À P9 (x6) (X6)					
50A	1	16	60	417	25020
50A	2	6.3	126	92	11592
50A	3	6.3	378	23	8694
50A	4	16	30	104	3120
50A	5	16	30	208	6240
50A	6	16	30	106	3180
50A	7	10	36	30	1080
RESUMO AÇO CA 50-60					
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)		PESO (kg)	
50A	6.3	406		101	
50A	8	626		250	
50A	10	5928		3735	
50A	12.5	604		604	
50A	16	740		1184	
Peso Total	50A =	5874 kg			



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

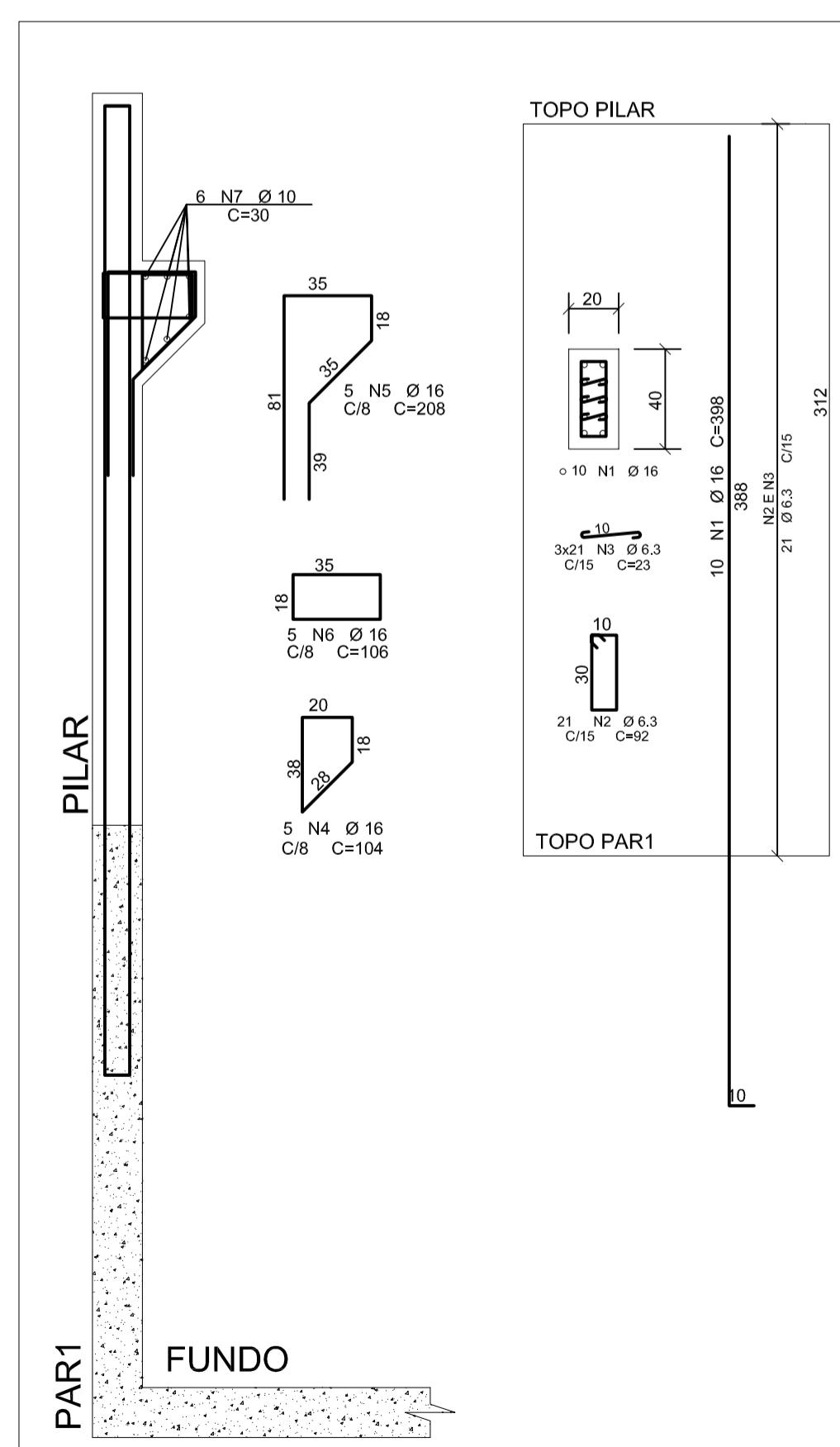
NOTAS :

- | | | |
|---|---|----------------|
| 1 – Cotas e Dimensões em cm. | Lajes: 5.0cm | Sapatas: 5.0cm |
| 2 – Concreto : $F_{ck} = 30 \text{ MPa}$ | Pilares: 5.0cm | Vigas: 5.0cm |
| Módulo de Elasticidade : $E_{cs} = 26 \text{ GPa}$ | Blocos: 5.0cm | Tubulão: 5.0cm |
| Fator Água Cimento : $A/C \leq 0.45$ | Radier: 5.0cm | |
| Consumo de Cimento : 350Kgf/m ³ | 13 – Norma de fôrmas e escoramentos :NBR 15696/2009 | |
| 3 – Aços : CA-50 – $F_{yk} = 500 \text{ MPa}$ | Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto | |
| CA-60 – $F_{yk} = 600 \text{ MPa}$ | Projeto,dimensionamneto e procedimentos executivos | |
| 4 – Concreto de regularização: | 14 – Norma de Cargas : NBR 6120/1980 | |
| Módulo de Elasticidade : $E_{cs} = 18.5 \text{ GPa}$ | Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações | |
| Espessura : 5.0cm | 15 – Norma de Cálculo : NBR 6118/2014 | |
| Consumo de Cimento : 250Kgf/m ³ | 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: $S_1 = 1.0$ | 17 – Norma de incêndio em concreto : NBR 15200/2012 | |
| 8 – Categoria de Rugosidade: $S_2 = 1$ | Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio | |
| 9 – Classe da Edificação: $S_2 = C$ | 18 – Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004 | |
| 10 – Fator Estatístico: $S_3 = 1.00$ | Execução de estruturas de concreto – Procedimento | |
| 11 – Velocidade Básica do Vento: $V = 30 \text{ m/s}$ | 19 – As normas citadas acima devem ser seguidas | |
| 12 – Cobrimento das Armaduras : | tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras | |



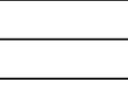
ARMAÇÃO DO FUNDO NÍVEL 45.250

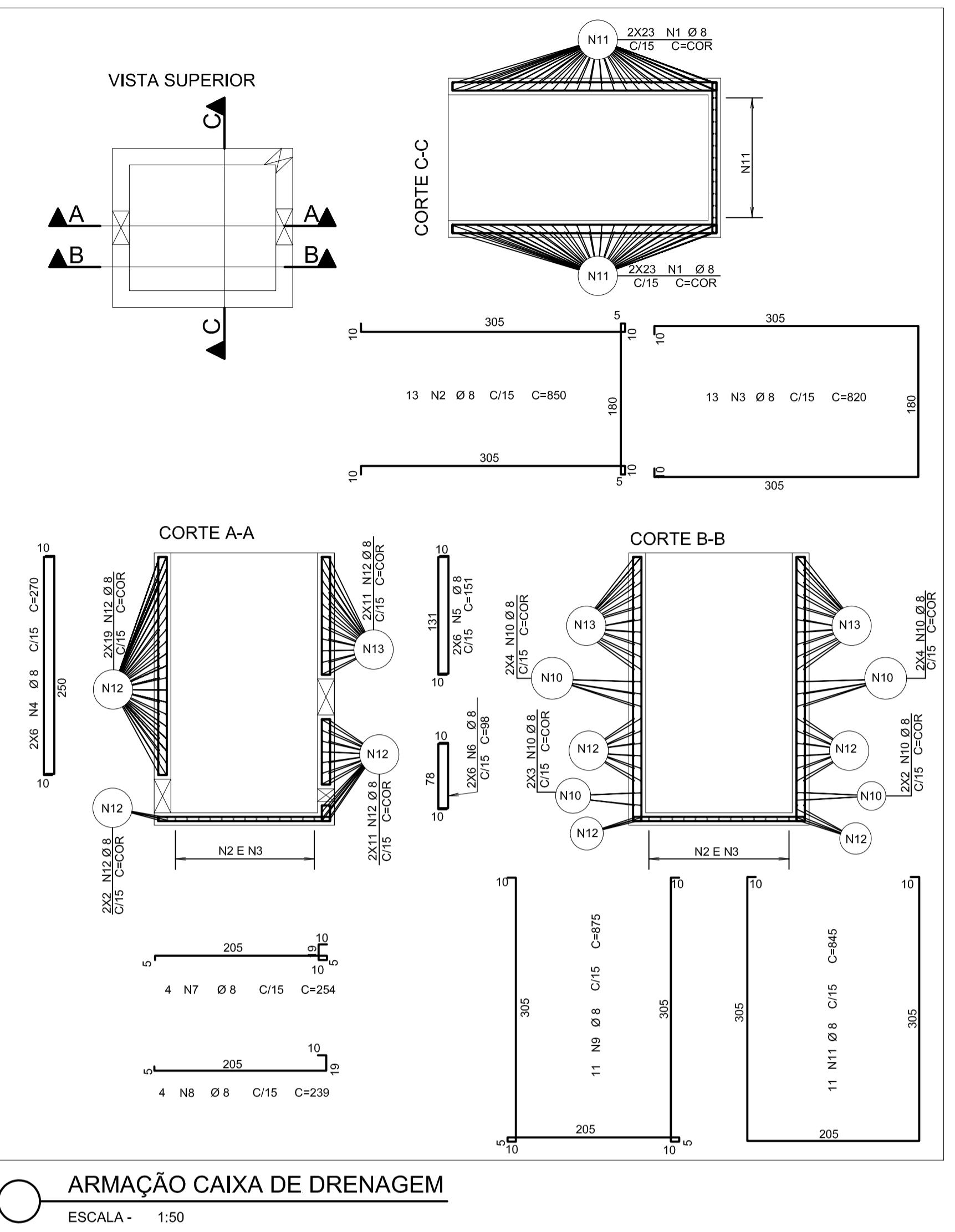
ESCALA - 1:50



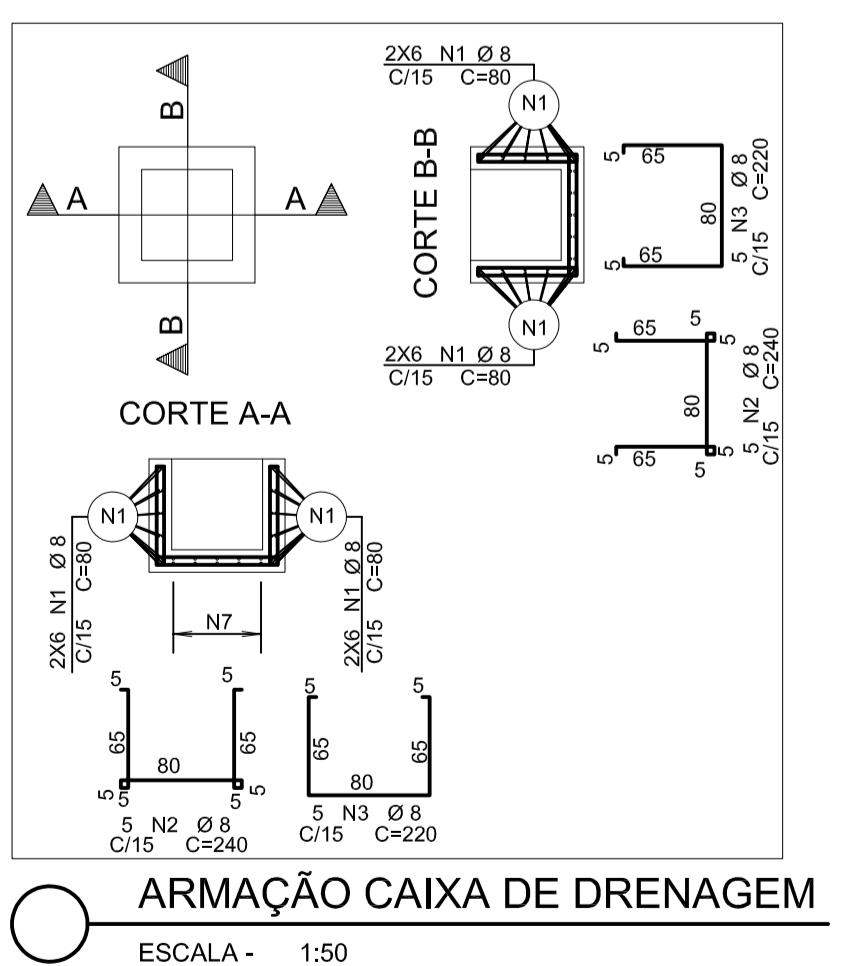
ARMAÇÃO PILARES - P10 À P15 (x6)

ESCALA - 1:25

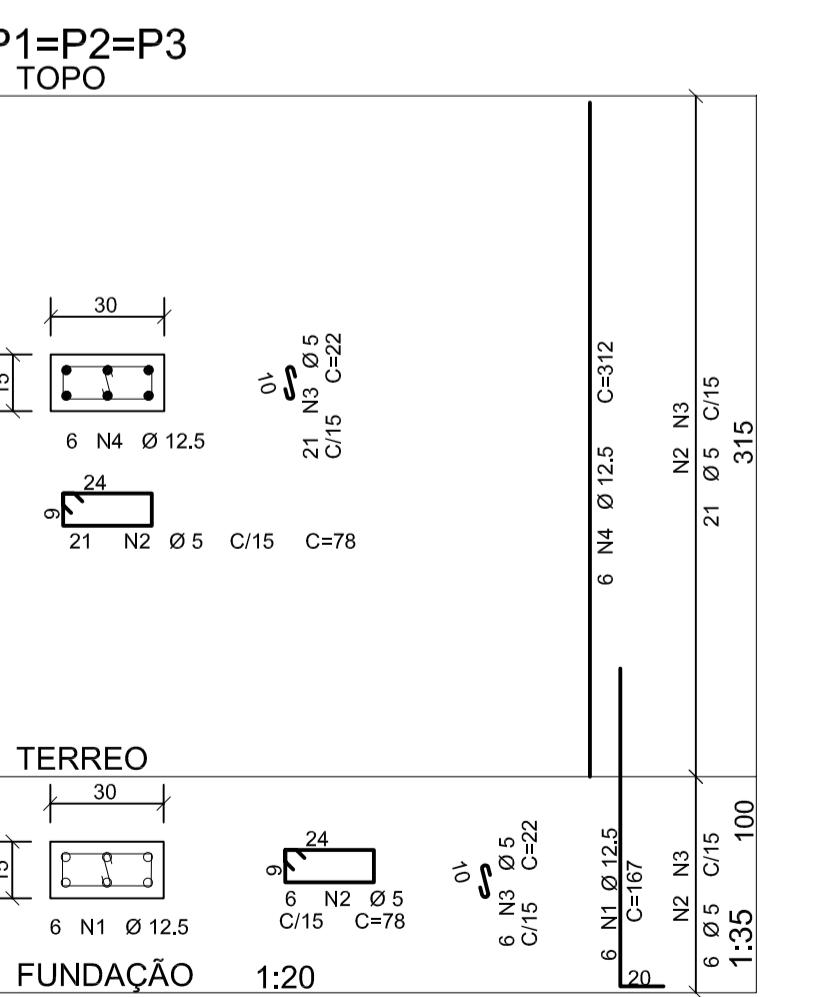
Nº	DESCRÍÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO	
R E V I S Ã O					
 CAGECE		COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		DESENHO 02	PRANCHAS N° 04/07
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO					
PROJETO EXECUTIVO					
PROJETO ESTRUTURAL					
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE RETROLAVAGEM - EEAB					
ARMAÇÃO					
GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO				
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050				
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D				
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE		ESCALA:	INDICADA	
ARQUIVO:	0503ST-004-EST-R00.DWG		DATA:	JULHO/2017	



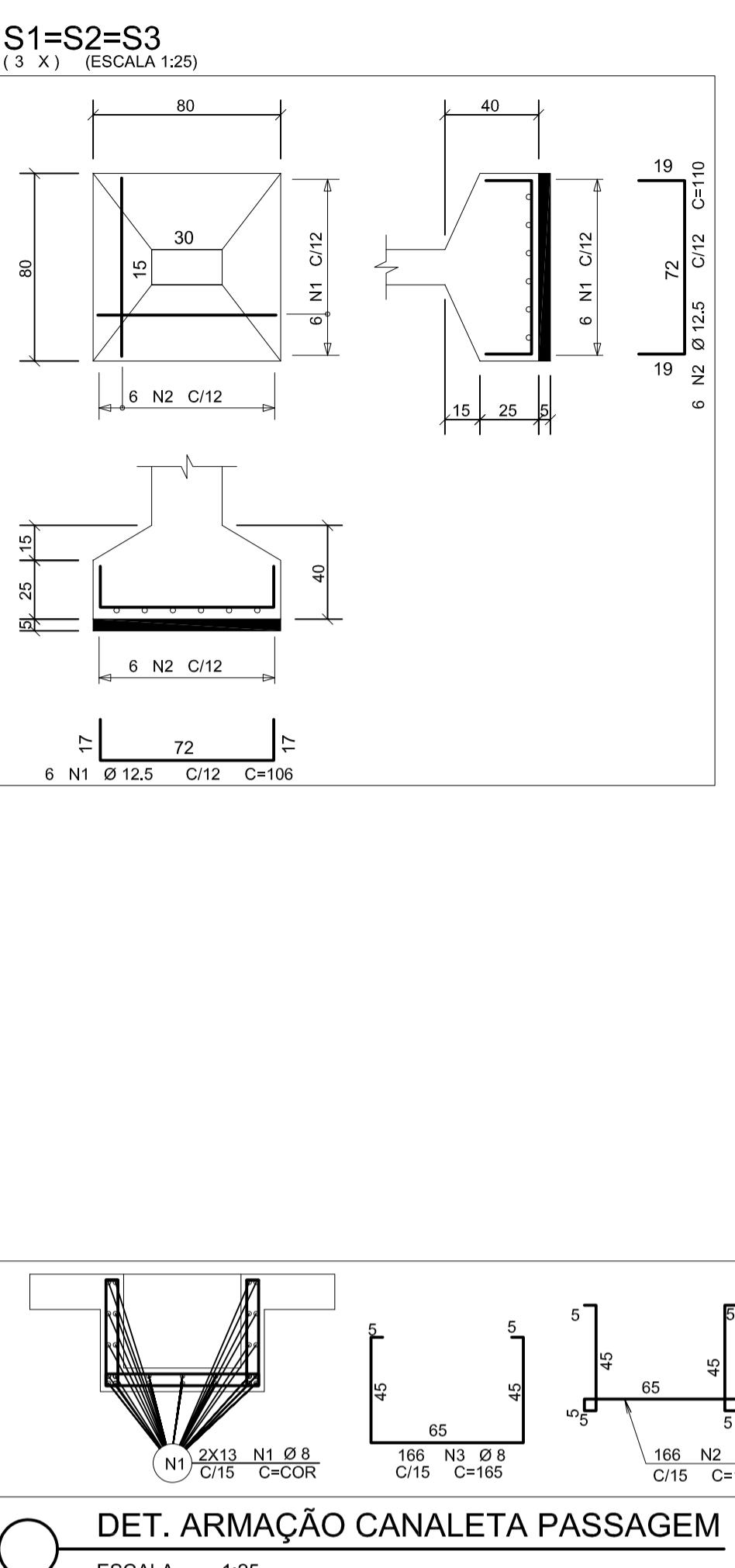
ARMAÇÃO CAIXA DE DRENAGEM



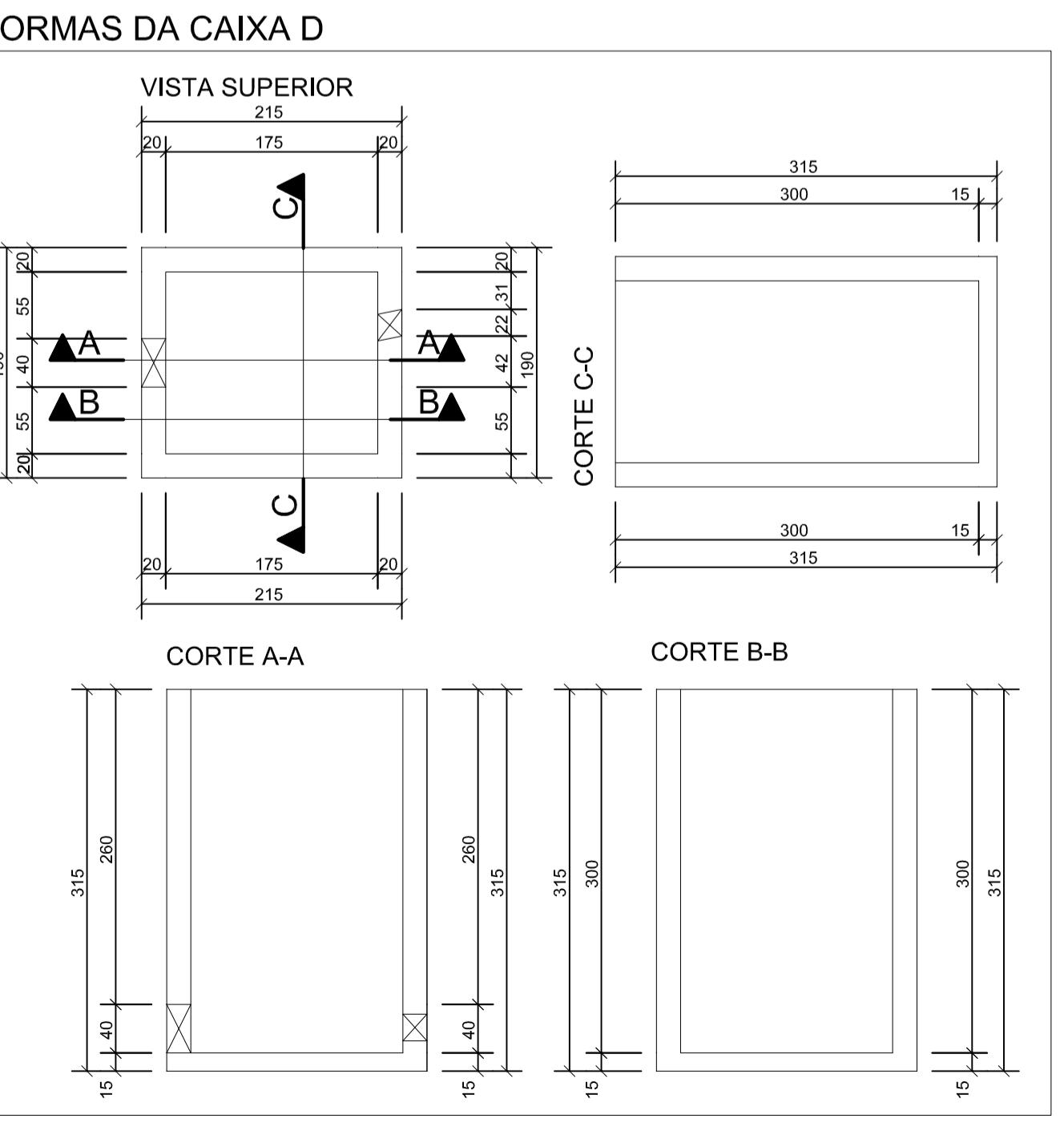
 ARMAÇÃO CAIXA DE DRENAGEM
ESCALA - 1:50



P1=P2=P3
TOPO



DET. ARMAÇÃO CANALETA PASSAGEM



FORMAS DA CAIXA D

AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
P1=P2=P3 (X3)					
50A	1	12.5	18	167	3006
60B	2	5	81	78	6318
60B	3	5	81	22	1782
50A	4	12.5	18	312	5616
S1=S2=S3 (X3)					
50A	1	12.5	18	106	1908
50A	2	12.5	18	110	1980
ARMAÇÃO CAIXA DE DRENAGEM					
50A	1	8	92	-CORR-	18860
50A	2	8	13	850	11050
50A	3	8	13	820	10660
50A	4	8	12	270	3240
50A	5	8	12	151	1812
50A	6	8	12	98	1176
50A	7	8	4	254	1016
50A	8	8	4	239	956
50A	9	8	11	875	9625
50A	10	8	26	-CORR-	3380
50A	11	8	11	845	9295
50A	12	8	86	-CORR-	14620
ARMAÇÃO CAIXA DE DRENAGEM					
50A	1	8	48	80	3840
50A	2	8	10	240	2400
50A	3	8	10	220	2200
DET. ARMAÇÃO CANALETA					
50A	1	8	26	2525	65650
50A	2	8	123	185	22755
50A	3	8	123	165	20295
DET. ARMAÇÃO CANALETA PASSAGEM					
50A	1	8	26	-CORR-	64090
50A	2	8	166	185	30710
50A	3	8	166	165	27390



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTA

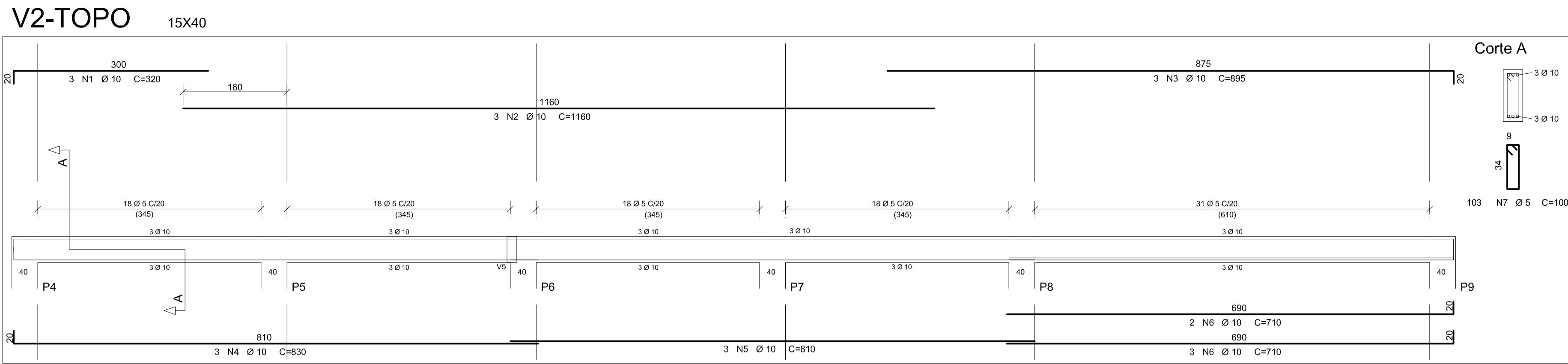
- | | | |
|--|---|----------------|
| 1 – Cotas e Dimensões em cm. | Lajes: 5.0cm | Sapatas: 5.0cm |
| 2 – Concreto : $F_{ck} = 30\text{ MPa}$ | Pilares: 5.0cm | Vigas: 5.0cm |
| Módulo de Elasticidade : $E_{cs} = 26\text{ GPa}$ | Blocos: 5.0cm | Tubulão: 5.0cm |
| Fator Água Cimento : $A/C \leq 0.45$ | Radier: 5.0cm | |
| Consumo de Cimento : 350Kgf/m ³ | 13 – Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009 | |
| 3 – Aços : CA-50 – $F_{yk} = 500\text{ MPa}$ | Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto | |
| CA-60 – $F_{yk} = 600\text{ MPa}$ | Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos | |
| 4 – Concreto de regularização: | 14 – Norma de Cargas : NBR 6120/1980 | |
| Módulo de Elasticidade : $E_{cs} = 18.5\text{ GPa}$ | Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações | |
| Espessura : 5.0cm | 15 – Norma de Cálculo : NBR 6118/2014 | |
| Consumo de Cimento : 250Kgf/m ³ | 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: $S_1 = 1.0$ | 17 – Norma de incêndio em concreto : NBR 15200/2012 | |
| 8 – Categoria de Rugosidade: $S_2 = I$ | Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio | |
| 9 – Classe da Edificação: $S_2 = C$ | 18 – Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004 | |
| 10 – Fator Estatístico: $S_3 = 1.00$ | Execução de estruturas de concreto – Procedimento | |
| 11 – Velocidade Básica do Vento: $V = 30\text{ m/s}$ | 19 – As normas citadas acima devem ser seguidas | |
| 12 – Cobrimento das Armaduras : | tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras | |

REVISÃO

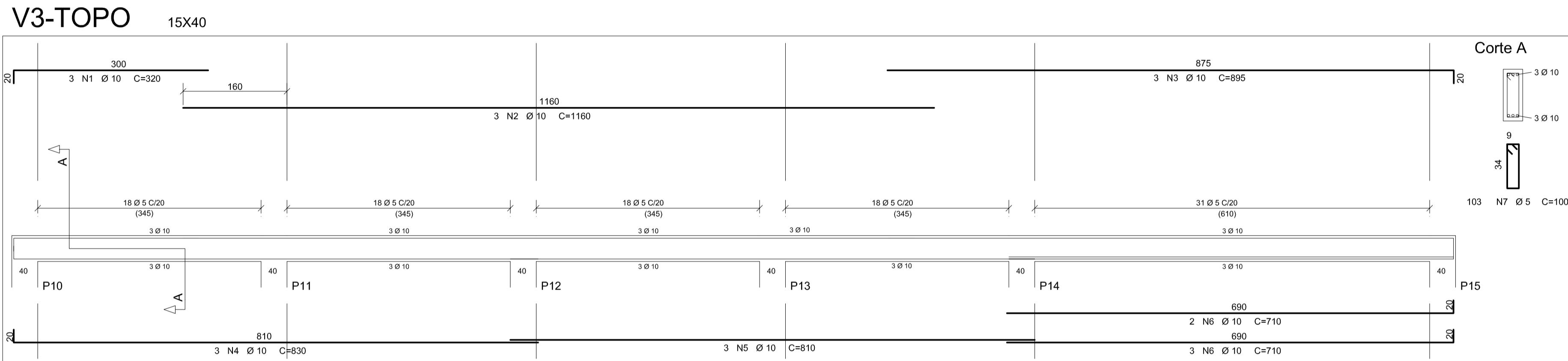


COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO 02	PRANCHA Nº 06/07
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO		
PROJETO EXECUTIVO		
PROJETO ESTRUTURAL		
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE RETROLAVAGEM - EEAB		

GERÊNCIA:	ENG° RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO		
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050		
PROJETO:	ENG° CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0503ST-006-EST-R00.DWG	DATA:	JULHO/2017



AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT	TOTAL (cm)
V1-TOPO					
50A	1	10	3	814	2442
50A	2	10	3	814	2442
60B	3	5	36	100	3600
V2-TOPO					
50A	1	10	3	320	960
50A	2	10	3	1160	3480
50A	3	10	3	895	2685
50A	4	10	3	830	2490
50A	5	10	3	810	2430
50A	6	10	5	710	3550
60B	7	5	103	100	10300
V3-TOPO					
50A	1	10	3	320	960
50A	2	10	3	1160	3480
50A	3	10	3	895	2685
50A	4	10	3	830	2490
50A	5	10	3	810	2430
50A	6	10	5	710	3550
60B	7	5	103	100	10300
V4-TOPO					
50A	1	10	3	630	1890
50A	2	10	3	555	1665
50A	3	10	3	800	2400
50A	4	10	3	380	1140
60B	5	5	54	100	5400
V5-TOPO					
50A	1	10	6	387	2322
60B	2	5	17	100	1700
V6-TOPO					
50A	1	10	3	824	2472
50A	2	10	3	820	2460
50A	3	10	2	540	1080
60B	4	5	43	100	4300
DET.TIPO DAS CINTAS DO TÉRREO 15x50					
50A	1	6.3	51	120	6120
50A	2	12.5	4	-CORR-	4040

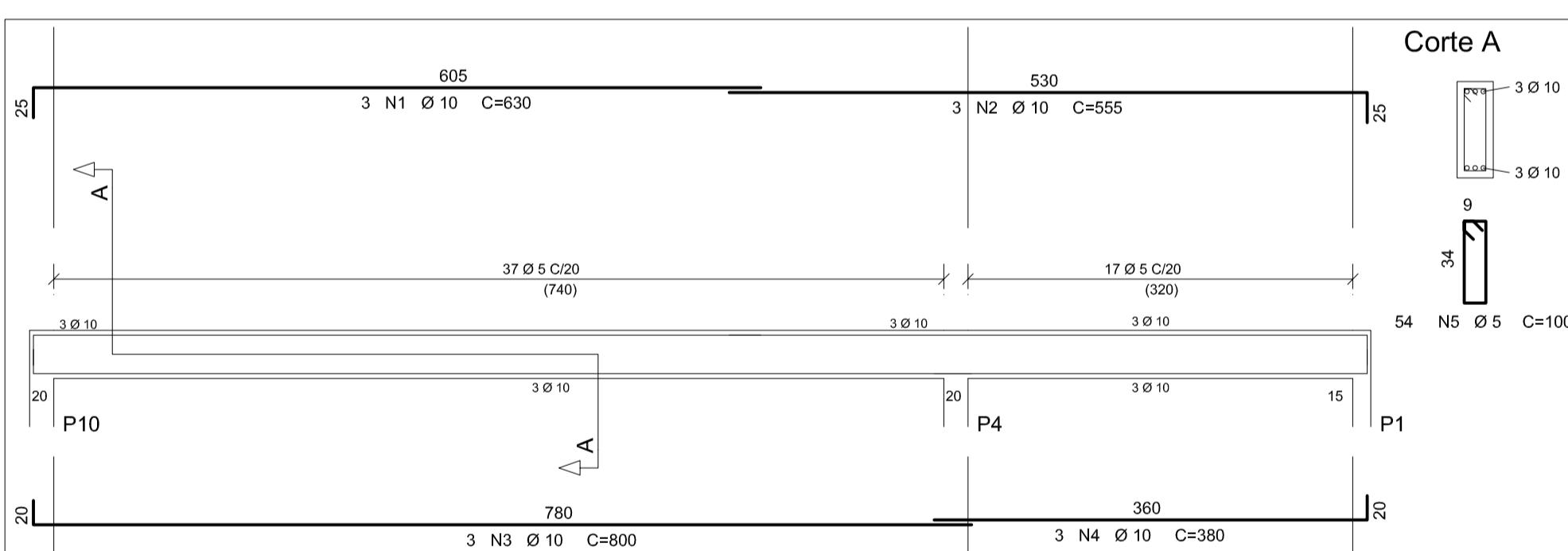


RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	356	57
50A	6.3	61	15
50A	10	515	324
50A	12.5	40	40
Peso Total	60B =		57 kg
Peso Total	50A =		380 kg

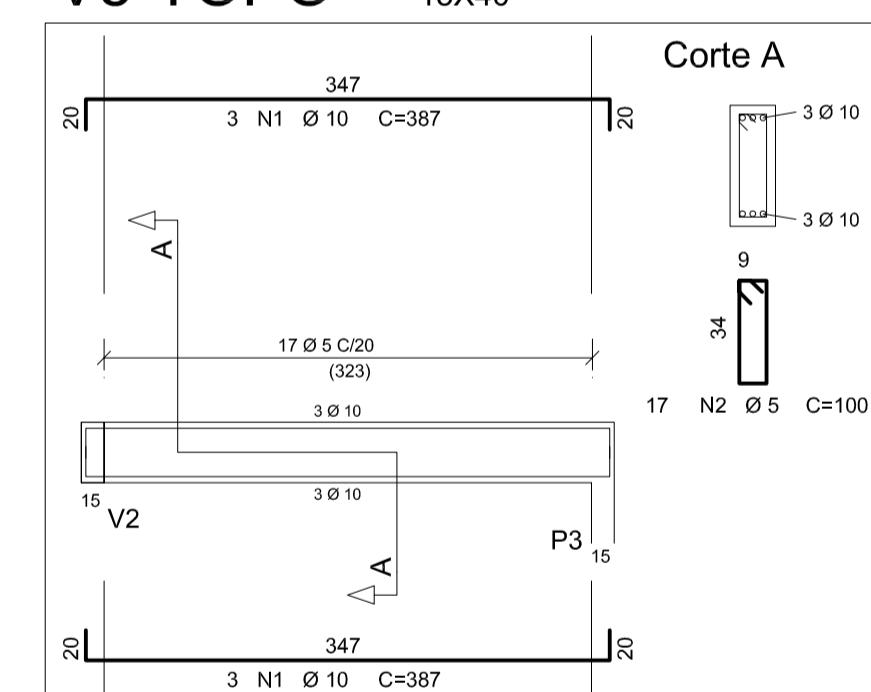


ML
ENGENHARIA & PROJETOS

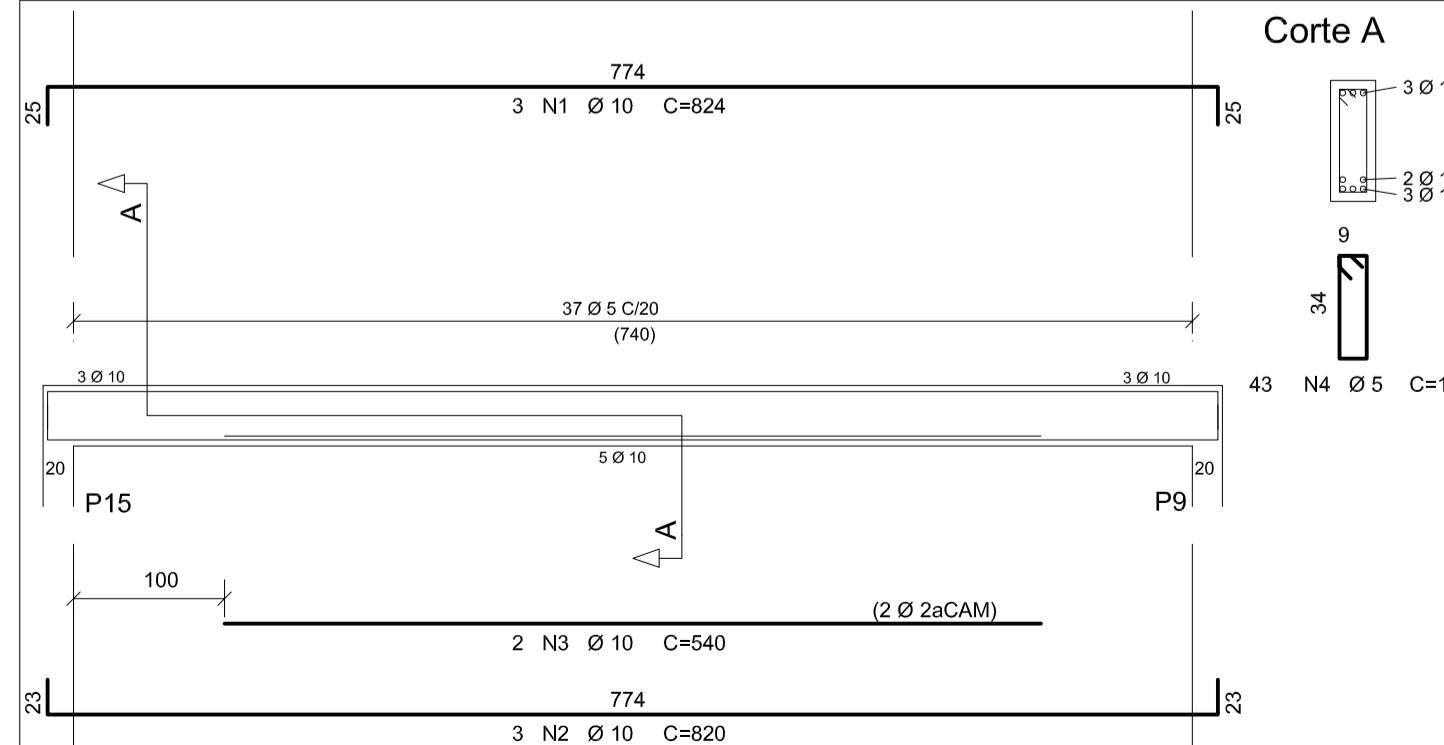
V4-TOPO 15X40



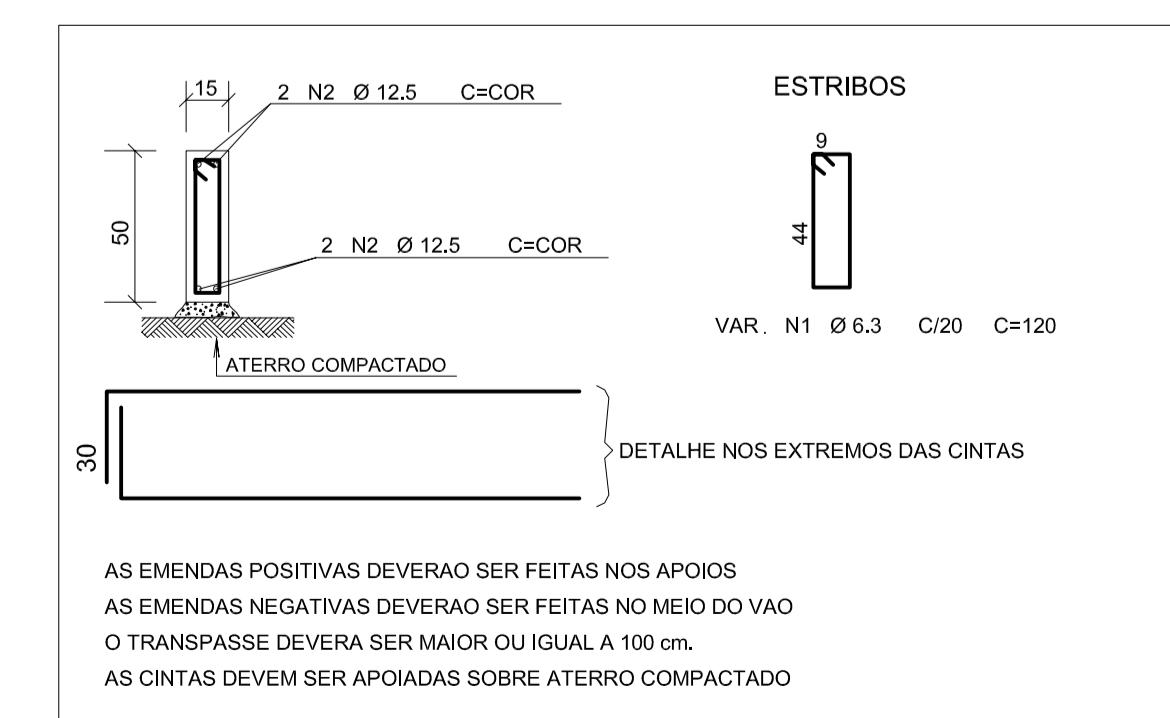
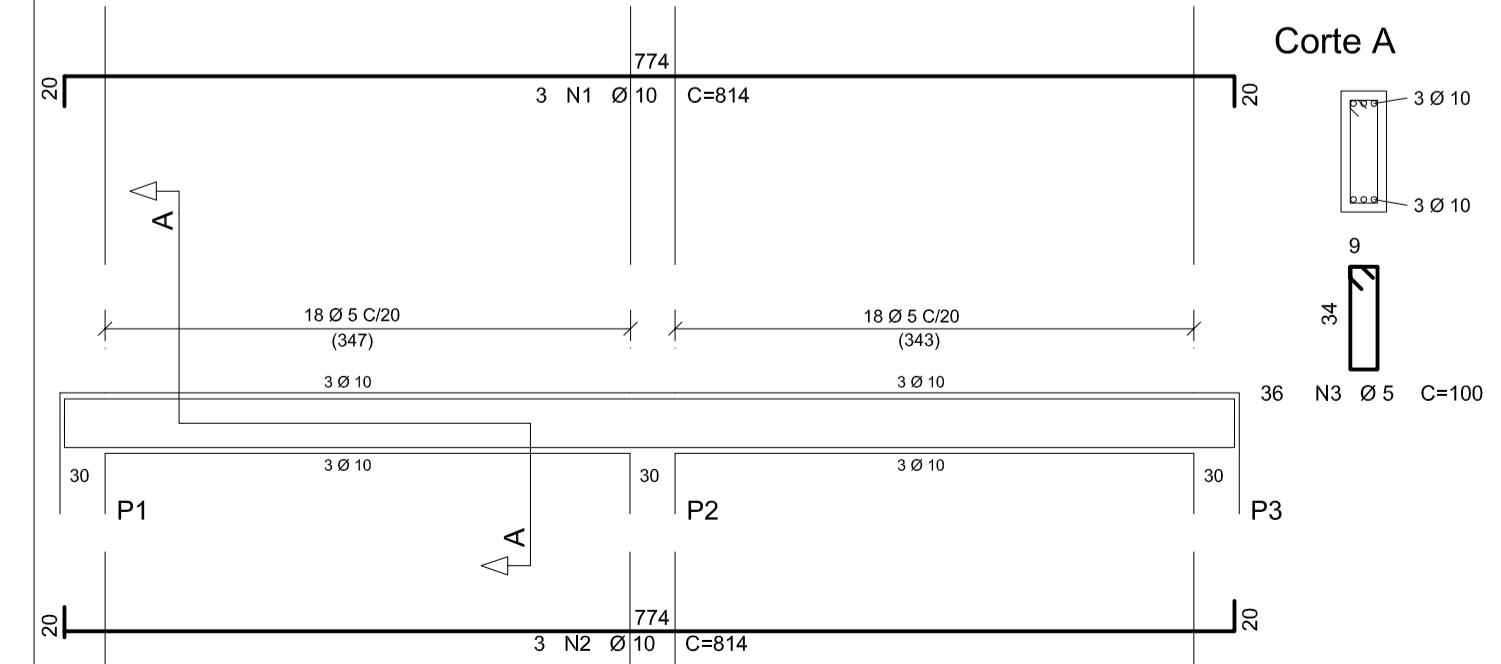
V5-TOPO 15x4



V6-TOPO 15x40



V1-TOPO 15X40



DET.TIPO DAS CINTAS DO TÉRREO 15x50

ESCALA - 1:25

NOTAS :	
1 – Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm Sapatas: 5.0cm
2 – Concreto : $F_{ck} = 30 \text{ MPa}$	Pilares: 5.0cm Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : $E_{cs} = 26 \text{ GPa}$	Blocos: 5.0cm Tubulão: 5.0cm
Fator Água Cimento : $A/C \leq 0.45$	Radier: 5.0cm
Consumo de Cimento : 350Kgf/m ³	13 – Norma de fôrmas e escoramentos :NBR 15696/2009
3 – Aços : CA-50 – $F_{yk} = 500 \text{ MPa}$	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto
CA-60 – $F_{yk} = 600 \text{ MPa}$	Projeto,dimensionamento e procedimentos executivos
4 – Concreto de regularização:	14 – Norma de Cargas : NBR 6120/1980
Módulo de Elasticidade : $E_{cs} = 18.5 \text{ GPa}$	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações
Espessura : 5.0cm	15 – Norma de Cálculo : NBR 6118/2014
Consumo de Cimento : 250Kgf/m ³	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: $S_1 = 1.0$	17 – Norma de incêndio em concreto : NBR 15200/2012
8 – Categoria de Rugosidade: $S_2 = I$	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio
9 – Classe da Edificação: $S_2 = C$	18 – Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004
10 – Fator Estatístico: $S_3 = 1.00$	Execução de estruturas de concreto – Procedimento
11 – Velocidade Básica do Vento: $V = 30 \text{ m/s}$	19 – As normas citadas acima devem ser seguidas
12 – Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras

Nº	DESCRÍÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
R E V I S Ã O				
 Cagece	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		DESENHO 02	PRANCHA Nº 07/07
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO				
PROJETO EXECUTIVO				
PROJETO ESTRUTURAL				
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE RETROLAVAGEM - EEAB				
ARMAÇÃO				
GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO			
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050			
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D			
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE		ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0503ST-007-EST-R00.DWG		DATA: JULHO/2017	



ART

2. ART



1. Responsável Técnico

CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

Titulo profissional: ENGENHEIRO CIVIL

RNP: 0800128168

Registro: ES-011840/D

Empresa contratada: ML PROJETOS EIRELI ME

Registro: 14177



2. Dados do Contrato

Contratante: COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

CPF/CNPJ: 07040108000157

Rua: AVENIDA AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Nº:

Complemento:

CEP: 60422700

Cidade: FORTALEZA

UF: CE

Bairro: AEROPORTO

Telefone: 8531011769

Nº do Aditivo: 0

Contrato: 74/2017

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

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

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: AVENIDA AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

Nº:

Complemento:

Bairro: AEROPORTO

Quadra Lote

Cidade: FORTALEZA

UF: CE

CEP: 60422700

Data de início: 26/06/2017

Prev. Término: 18/12/2017

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: 13472

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: 202 - FUNDAÇÕES,222 - ESTRUTURAS DE CONCRETO,2001 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

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 E DE FUNDAÇÃO DAS SEGUINTE ESTRUTURAS: OBRA DE CAPTAÇÃO, EE DE ÁGUA BRUTA E DE RETROLAVAGEM, ESCRITÓRIO, LABORATÓRIO, CASA DE QUÍMICA E CLORAÇÃO, RESERVATÓRIO ELEVADO 1.000M, EE DE ÁGUA TRATADA, RESERVATÓRIO APOIADO 10.000M³, TANQUE HIDROPNEUMÁTICO E MACROMEDIDOR HORIZONTE, CASA DO VIGIA, REL 1 500M³, REL 2 500M³, RADIER PARA RAP EM AÇO 2.500M³, TANQUE HIDROPNEUMÁTICO E MACROMEDIDOR PACAJUS.

6. Declarações


Profissional

Contratante

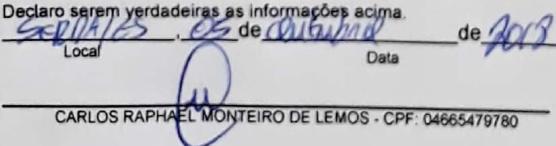
Acessibilidade: <declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, às atividades profissionais acima relacionadas.>

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.


Local:

de 04/10/2018

de 2018

Data

CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CPF: 04665479780

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CPF/CNPJ: 07040108000157

9. Informações

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

www.creaes.org.br creaes@creaes.org.br
tel: (27)3134-0046 art@creaes.org.br

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