

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 IV
Projeto Estrutural

Cagece

OUTUBRO/2020



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.

II – SUMÁRIO

1. PROJETO ESTRUTURAL	6
1.1 Reservatório de Água Potável 10.000m ³ Semienterrado.....	7
1.2 Tanque Hidropneumático Cap. 5000L e Macromedidor para o Sistema de Horizonte-CE.....	55
1.3 Casa do Vigia	82



Projeto Estrutural

1. PROJETO ESTRUTURAL

1.1 Reservatório de Água Potável 10.000m³ Semienterrado

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

**MEMORIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO DE ÁGUA POTÁVEL
10.000M³ SEMIENTERRADO**



Serra/ES

29 de junho 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	FUNDAÇÕES.....	10
5.0	RESERVATÓRIO SEMI-ENTERRADO.....	12
5.1	PAR1	12
5.2	PAR2	15
5.3	PAR3	19
5.4	PAR4/5	22
5.5	PAR6	25
5.6	TAMPA	28
5.7	FUNDO	32



1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural do reservatório de água potável semienterrado com capacidade de 10.000m³

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:

- 020-023 - SAA Horizonte - RAP-10milm3

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: Reservatório de Água Potável 10.000m³ 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 Materiais, V. Feodosiev
- Curso de Concreto Armado, José Milton de Araújo

Além dos softwares de dimensionamento e análise hiperestática: STRAP 2011

1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

- Fck: 30 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- Es: 210 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras ≤ 0.2 mm
- Dimensão máxima do agregado graúdo: 25 mm
- Método para análise de 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			
Concrete armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concrete protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da barra 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 esfálticos 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, condutoes de esgoto, canalizes de efluentes e outras obras em ambientes químicos 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.

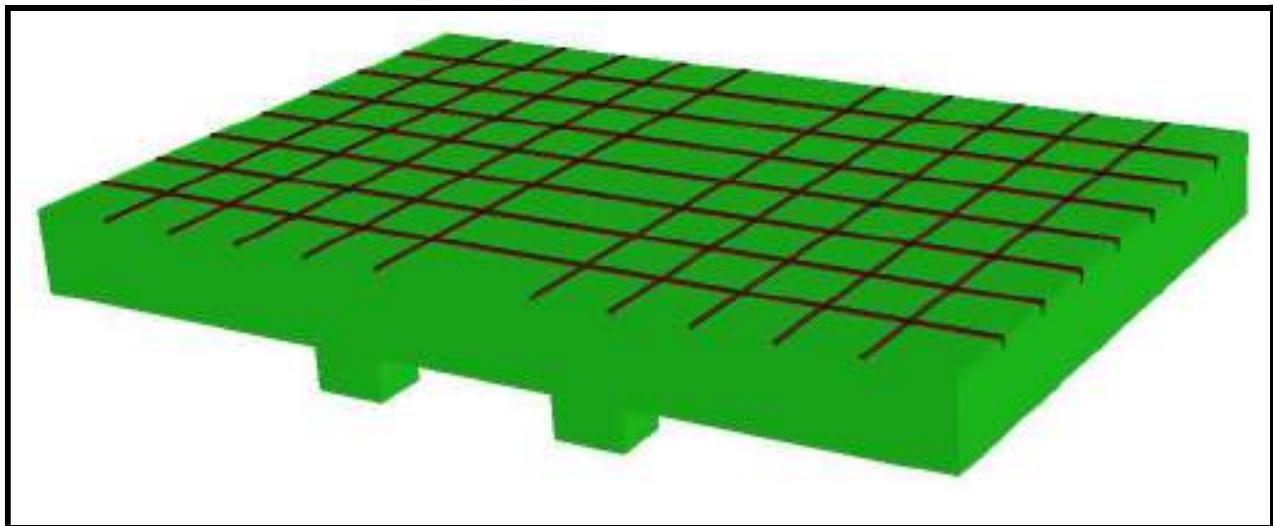
- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

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 - Reservatório 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	f_{ck} ρ_{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	0,480	0,518	0,575	

⁽¹⁾ Os valores de ρ_{min} estabelecidos nesta tabela pressupõem o uso de aço CA-50, $\gamma_0 = 1,4$ e $\gamma_1 = 1,15$. Caso esses fatores sejam diferentes, ρ_{min} deve ser recalculado com base no valor de γ_{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:

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

2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

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

- Reservatório de Concreto Armado semi-enterrado:

Tampas: 18 cm

Paredes: 35 cm

Fundo: 35 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:

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

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

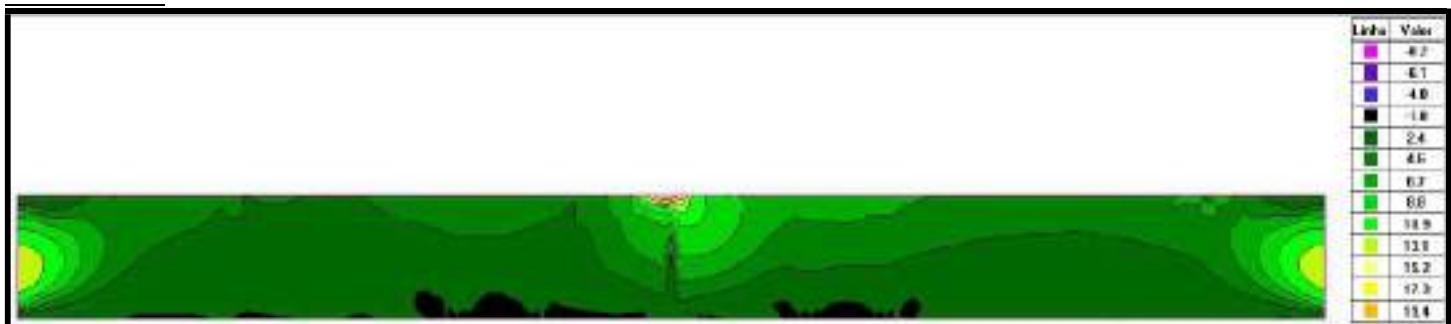
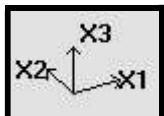
Tensão admissível (kgf/cm²)	Kv (kgf/cm²)	Tensão admissível (kgf/cm²)	Kv (kgf/cm²)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65	5,30
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 RESERVATÓRIO SEMIINTERRADO

3.1 PAR1





Lajes Maciças em Concreto Armado							SEGURANÇA				
Materiais		Esfórcos		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	2,80	10,90	35	5,0	0,5	6,06	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica

Arranjo

Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	10	12,0
As2 (cm²/m)	1,04	10	12,0

Resumo - ELU

Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,045	0,000	0,008

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

Materials	Esfórcos			Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)
500	30	2,8	10,9	35	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	0,292	8,77	68,34	0,00	0,00819128	0,0936078

PAR1 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X



Lajes Maciças em Concreto Armado								
Materiais	Esfórcos			Seção	SEGURANÇA			
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)		d' (cm)	ξmáx.	As,mín (cm²/m)	Classe Agres.
Aço (fyk) 500	30	5,21	-6,30	35	5,1	0,5	6,06	1,40 1,15 1,40 Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica

Arranjo

Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	Resumo - ELU
As1 (cm²/m)	-	12,5	10,0	12,27
As2 (cm²/m)	6,90	12,5	10,0	12,27

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

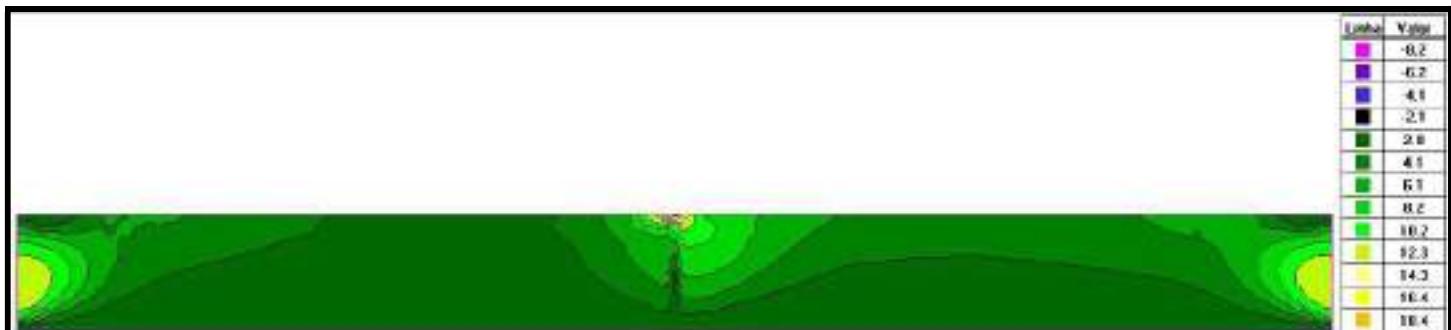
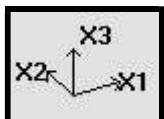
Materiais	Esfórcos			Seção	Cálculo	
	Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)
500	30	5,21	5,21	-6,3	35	5,125
						12,5
						10,0

PAR1 - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



3.2

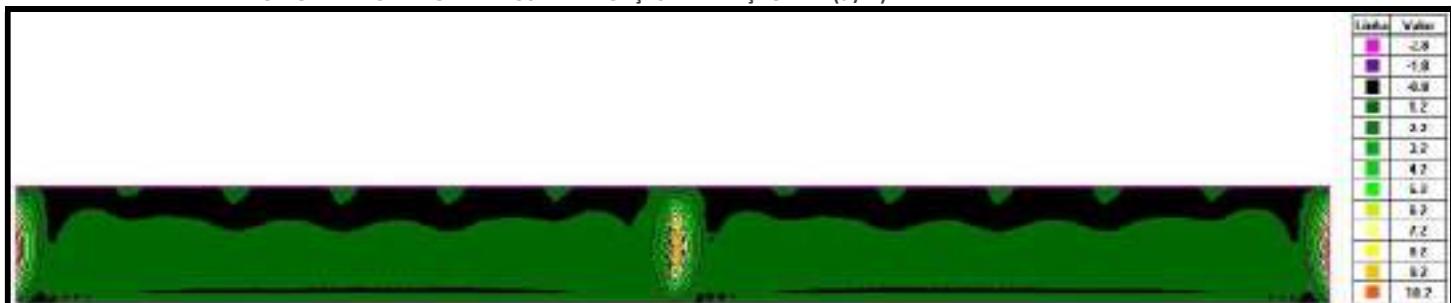
PAR 2



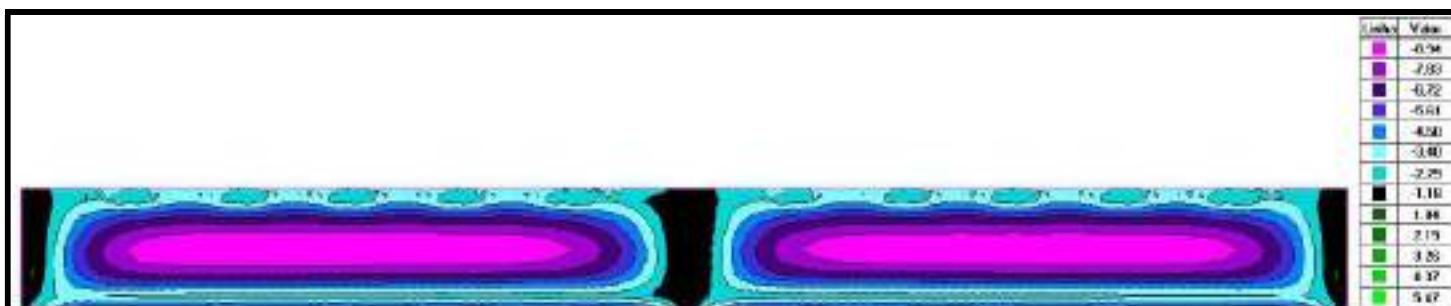
PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado						Seção			SEGURANÇA		
Materiais	Esfornços			Seção							
	M _k (tf.m/m)	N _k (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	A _{s,mín} (cm ² /m)	γ _c	γ _s	γ _f	Classe Agres.	
Aço (fyk) (Mpa)	300	3,20	8,20	35	5,0	0,5	6,06	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
A _{s2} (cm ² /m)	1,98	10	12,0

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,046	0,000	0,016

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

Materiais	Esfornços	Seção
Aço (fyk)	f _c k (Mpa)	M _{fr} (tf.n/m)
500	30	3,2
Cálculo		
A _s (cm ² /m)	E _s (Mpa)	E _c s (Mpa)
6,54	210.000	26.072
as	p _r i	ξ (cm)
8,05	0,005235988	0,240
		7,20
		108,59
		0,00
		0,02067886
		0,148730314

PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X



Lajes Maciças em Concreto Armado					
Materiais	Esfôrços			Seção	SEGURANÇA
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)		
Aço (fyk) 500	30	6,72	10,00	35	5,1
				0,5	6,06
				γc	γf
				1,40	1,15
				Classe IV	1,40

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica

Arranjo			
Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)	A _s .tot (cm ² /m)
A _{s1} (cm ² /m)	-	12,5	10,0
A _{s2} (cm ² /m)	5,67	12,5	10,0
			12,27

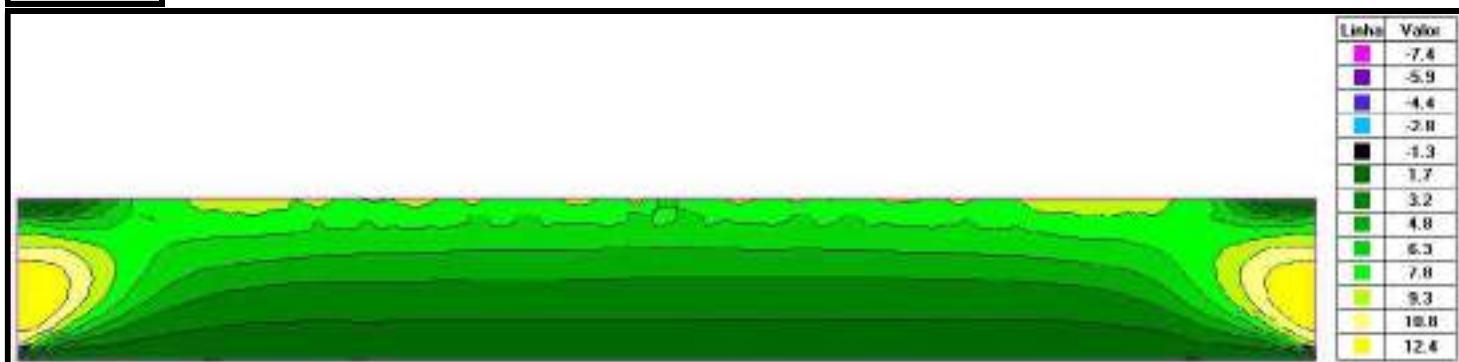
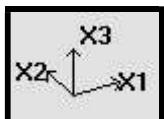
Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,089	0,0000	0,045

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

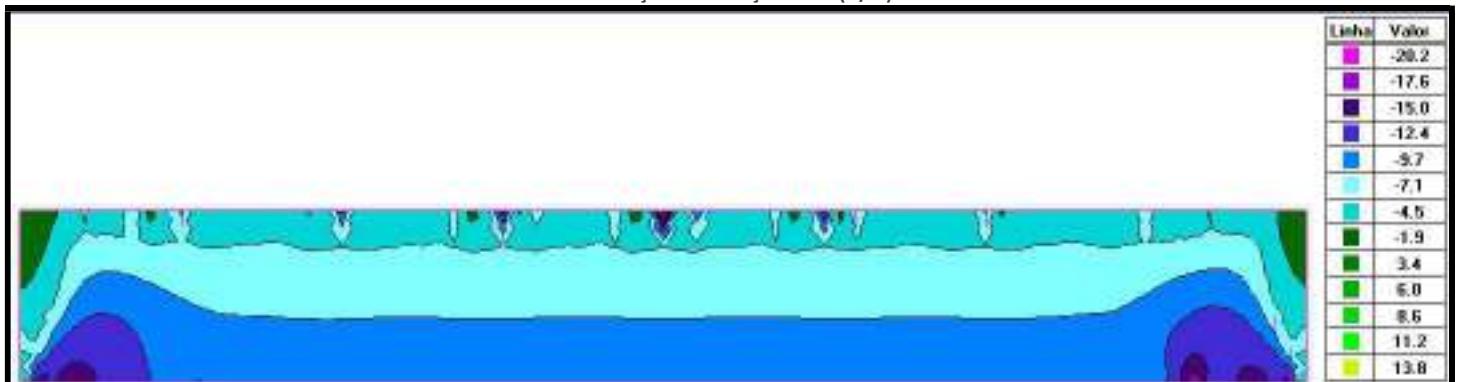
Esfôrços					
Materiais	fck (Mpa)	Mfr (tf/m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)
Aço (fyk) 500	30	6,72	10	35	5,125
					12,5
					10,0
Cálculo					
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)
12,27	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50
as	pri	§	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro
8,05	0,008463342	0,271	8,09	157,09	0,00
					0,05409515
					0,1172095115

PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

3.3 PAR 3



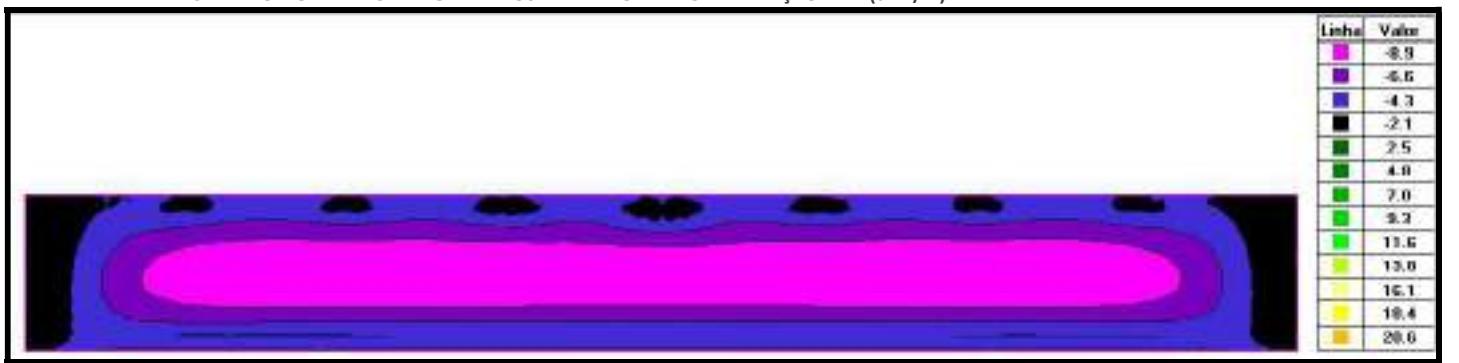
PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



PAR3 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - 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							SEGURANÇA				
Materiais			Esfôrços		Seksão		SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	2,80	7,80	35	5,0	0,5	6,06	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica

Arranjo

Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	10	12,0
As2 (cm²/m)	1,61	10	12,0

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,041	0,000	0,013

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	2,8	7,8	35	5
Cálculo					
As (cm²/m)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Wk1 (mm)
8,05	0,005235988	0,248	7,43	90,38	0,00
				0,01432468	0,123788039

PAR3 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X



Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais	Esfôrços			Seção	SEGURANÇA						
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)		d' (cm)	As,mín (cm²/m)	As (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	6,60	9,70	35	5,1	0,5	6,06	1,40	1,15	1,40	Classe IV

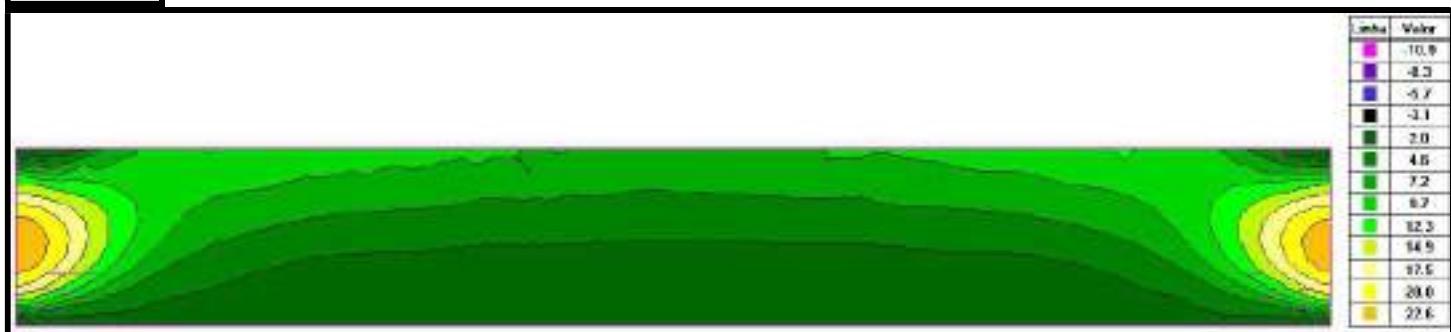
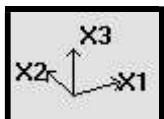
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica			
Arranjo			
Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)	A _{s,tot} (cm ² /m)
A _{s1} (cm ² /m)	-	12,5	10,0
A _{s2} (cm ² /m)	5,59	12,5	10,0
			12,27

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	6,6	9,7	35	5,125	12,5
Cálculo						
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	n1	hi (cm)	b1 (cm)
12,27	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	10,00
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)
8,05	0,008463342	0,270	8,07	154,77	0,00	0,05251049
						0,169555696

PAR3 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



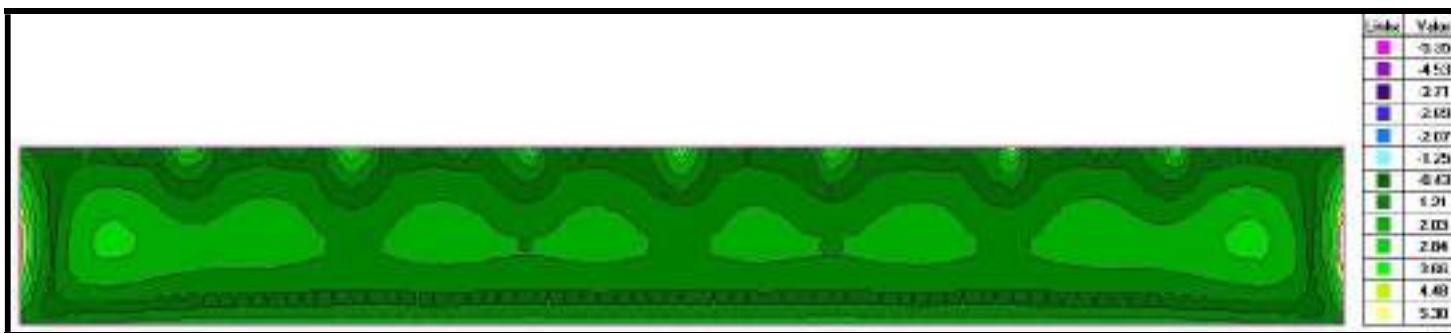
3.4 PAR 4=PAR 5



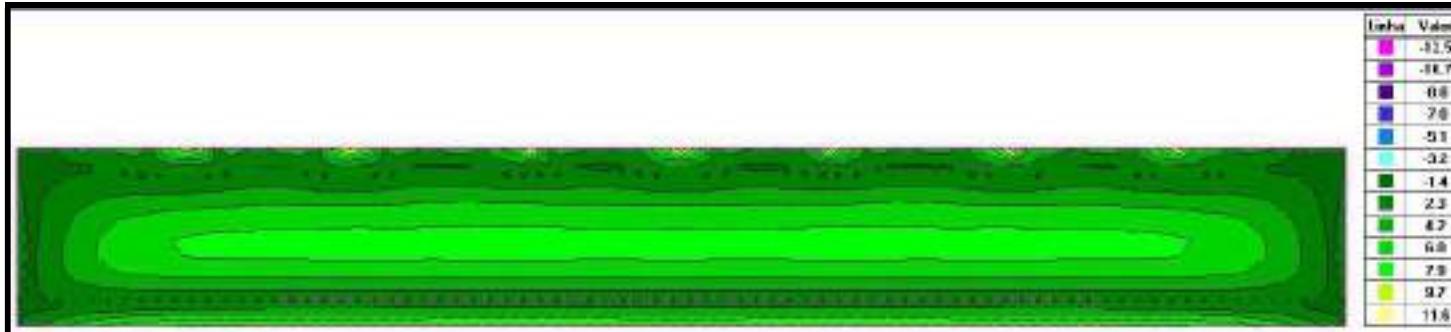
PAR4=PAR5 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAR4=PAR5 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



PAR4=PAR5 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - 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		Esfórcos		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	2,84	12,30	35	5,0	0,5	6,06	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)
As1 (cm²/m)	-	10	12,0
As2 (cm²/m)	0,83	10	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
500	30	2,84	12,3	35	5	10
Cálculo						
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	n1	hi (cm)	b1 (cm)
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00
αs	ρri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)
8,05	0,005235988	0,314	9,41	61,05	0,00	0,00653497
						0,083609916

PAR4=PAR5 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais		Esfórcos		Seção		SEGURANÇA					
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	6,00	16,70	35	5,1	0,5	6,06	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica

Arranjo

Armadura necessária		Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	Resumo - ELU		
As ₁ (cm²/m)	-	12,5	10,0	12,27	Zona	ξ	ω ₁
As ₂ (cm²/m)	3,64	12,5	10,0	12,27	Zona D	0,090	0,000

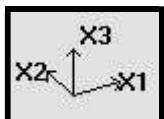
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO

Verificação

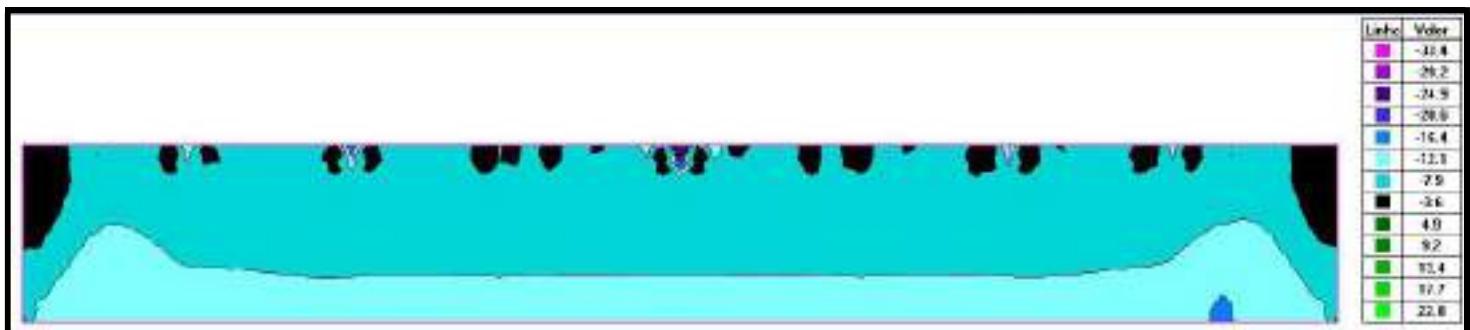
Materiais		Esfórcos		Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Esp. (cm)
500	30	6	16,7	35	5,125	12,5
Cálculo						
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	n1	hi (cm)	bi (cm)
12,27	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	10,00
αs	ρ _{ri}	ξ	x (cm)	σ _{si} (Mpa)	Ero	Wk ₁ (mm)
8,05	0,008463342	0,318	9,49	110,01	0,00	0,02652897
						0,120517357

PAR4=PAR5 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

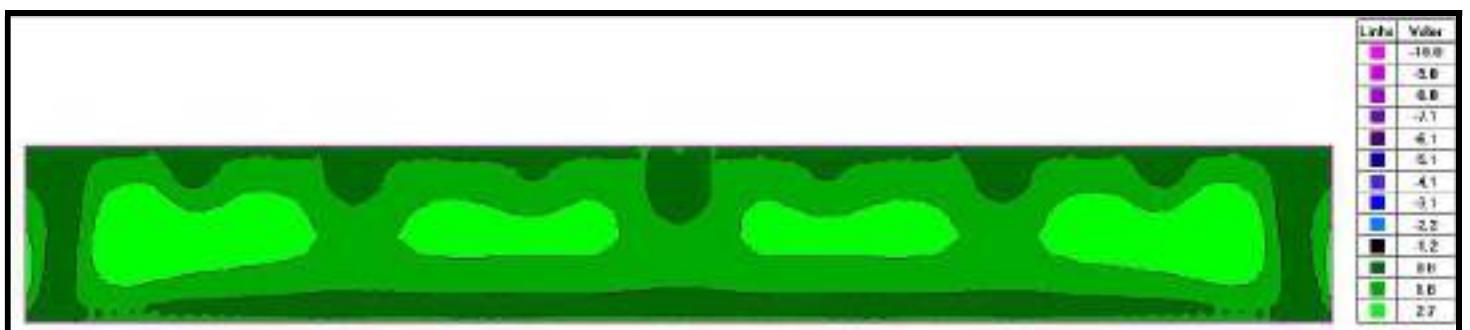
3.5 PAR 6



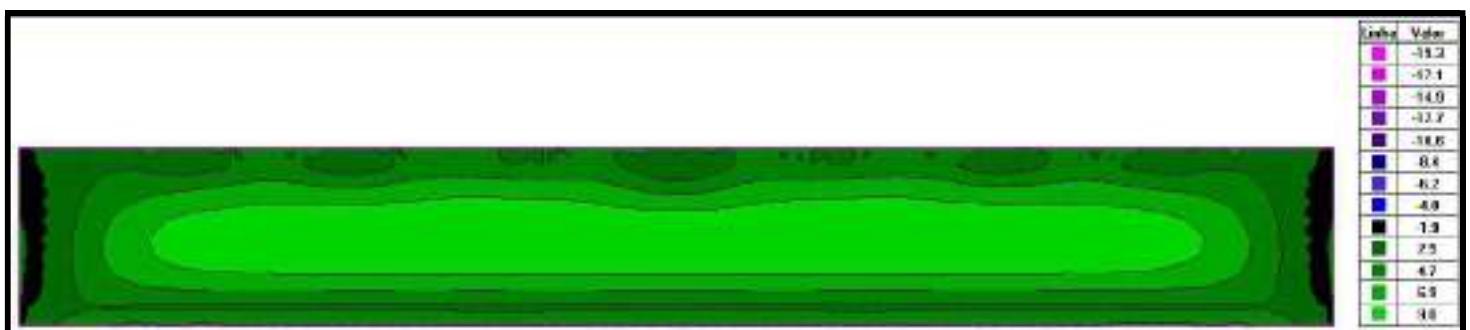
PAR6 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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



Lajes Maciças em Concreto Armado							
Materiais	Esforços			Seção			Segurança
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	
500	30	1,80	7,50	35	5,0	0,5	6,06
							1,40
							Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica			
Armadura necessária	Arranjo		
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	10	12,0
As2 (cm²/m)	0,56	10	12,0
			6,54
			6,54

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)
500	30	1,8	1,8	7,5	35	5
Cálculo						
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	n1	hi (cm)	bi (cm)
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)
8,05	0,005235988	0,305	9,16	40,63	0,00	0,00289481 0,055647528

PAR6 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X



Lajes Maciças em Concreto Armado

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	6,90	12,10	35	5,1	0,5	6,06	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)	-	12,5	10,0	12,27		
As2 (cm²/m)	5,51	12,5	10,0	12,27		

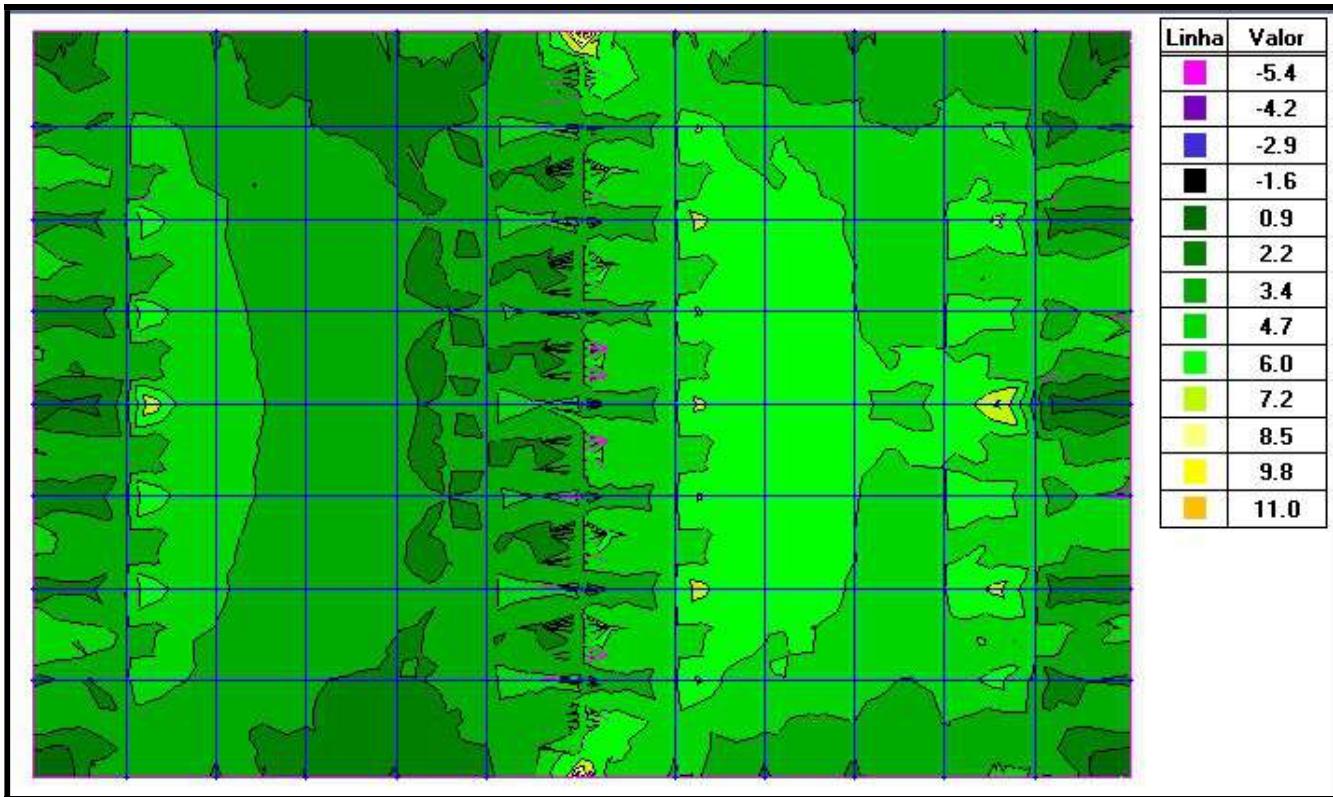
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO

Materiais	Esfórcos			Seção		
	Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)
500	30	6,9	6,9	12,1	35	5,125
Cálculo						
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)
12,27	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	10,00
αs	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)
8,05	0,008463342	0,280	8,35	153,99	-0,01	0,05198116 0,16869893

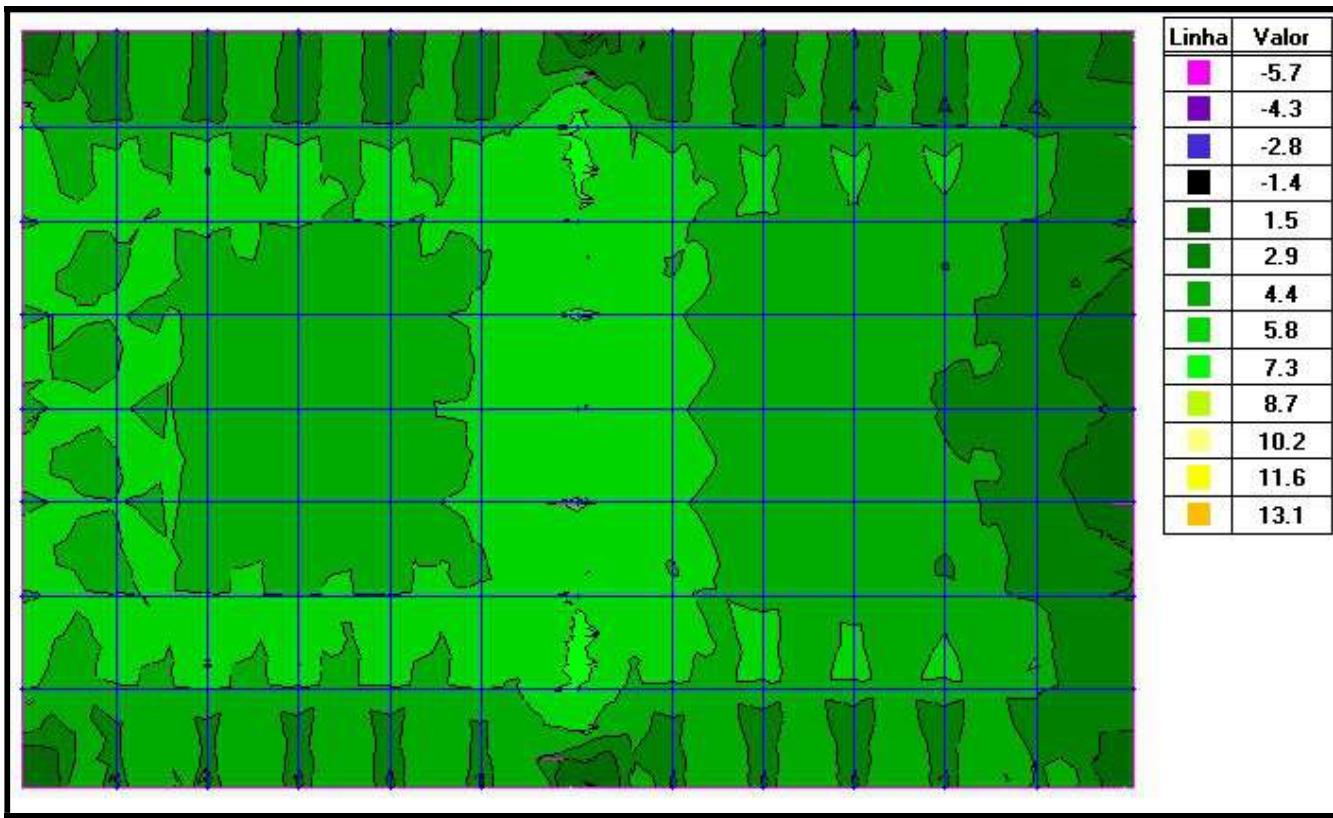
PAR6 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



3.6 TAMPA



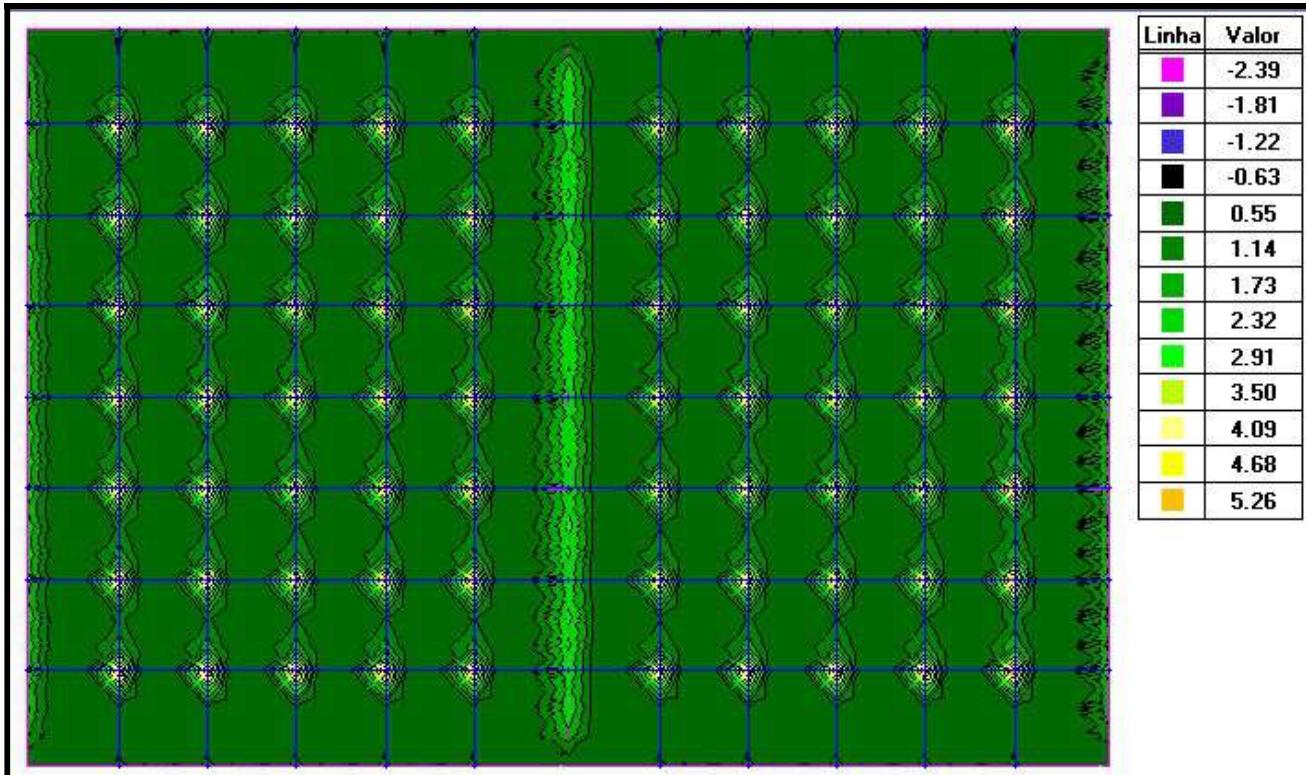
TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



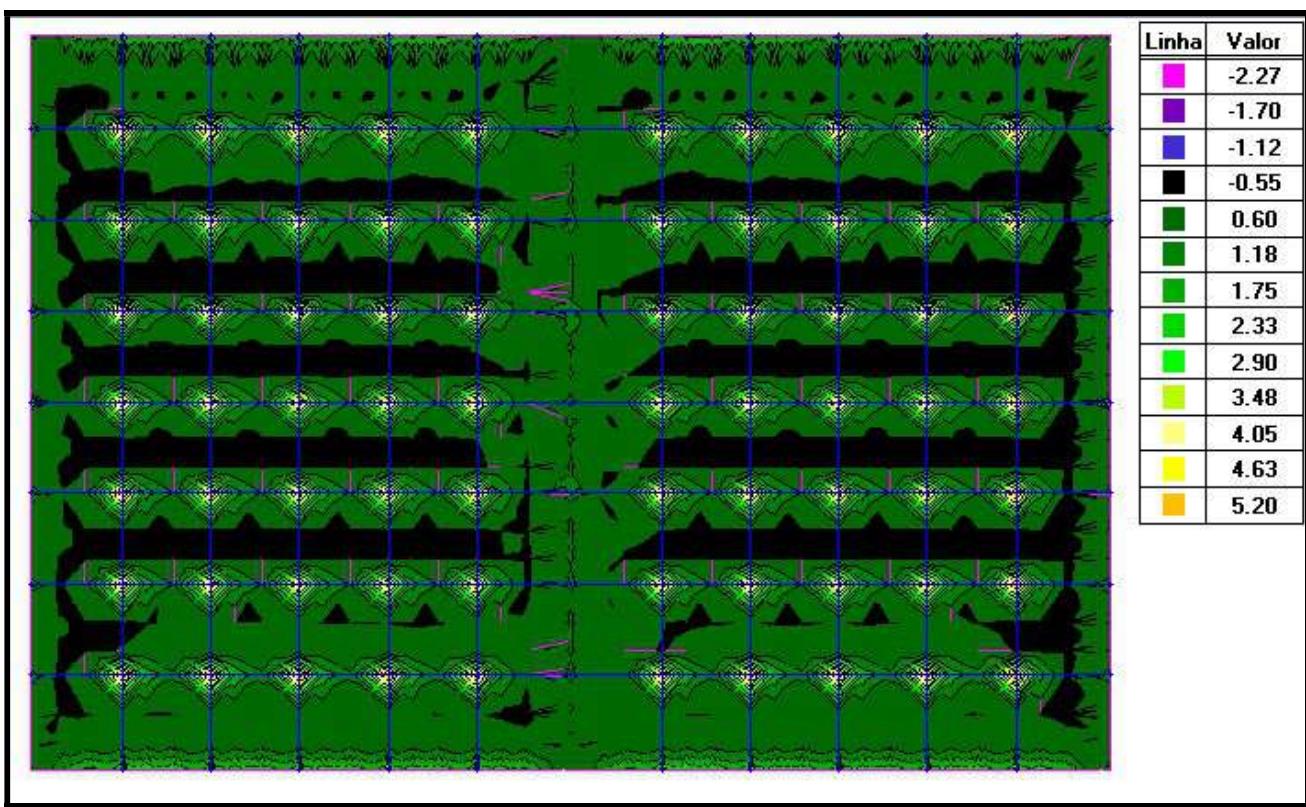
TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



Cagece



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



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



Lajes Maciças em Concreto Armado

Materiais	Esforços			Sekction			SEGURANÇA				
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
Aço (fyk) 500	30	1,14	6,00	18	4,9	0,5	3,11	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica

Armadura necessária	Arranjo		
	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	12,0
As2 (cm²/m)	1,59	8	12,0

Resumo - ELU					
Seção	Zona	ξ	ω1	ω2	
Zona D	0,080	0,000	0,029		

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

Materiais	Esforços			Cálculo		
	Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)
500	30	1,14	6	18	4,9	8
						12,0

TAMPA - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X



Lajes Maciças em Concreto Armado							SEGURANÇA				
Materiais		Esfornços		Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	1,18	7,30	18	4,9	0,5	3,11	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica

Arranjo

Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	8	12,0
As2 (cm²/m)	1,41	8	12,0

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona D	0,086	0,000	0,026

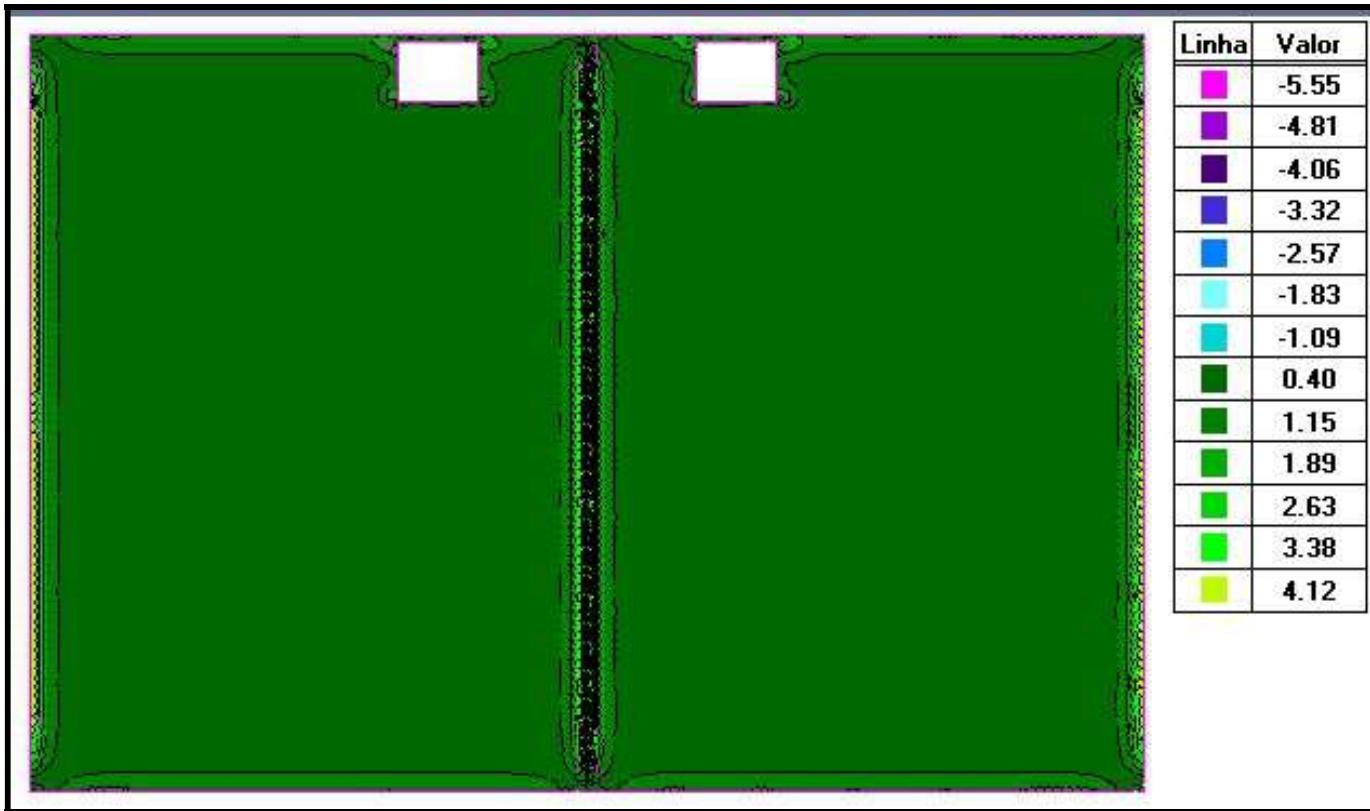
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO

Materiais				Esfornços			Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)		
500	30	1,18	7,3	18	4,9	8	12,0		
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80		
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,003842927	0,295	3,87	124,72	0,00	0,0218212	0,183434629		

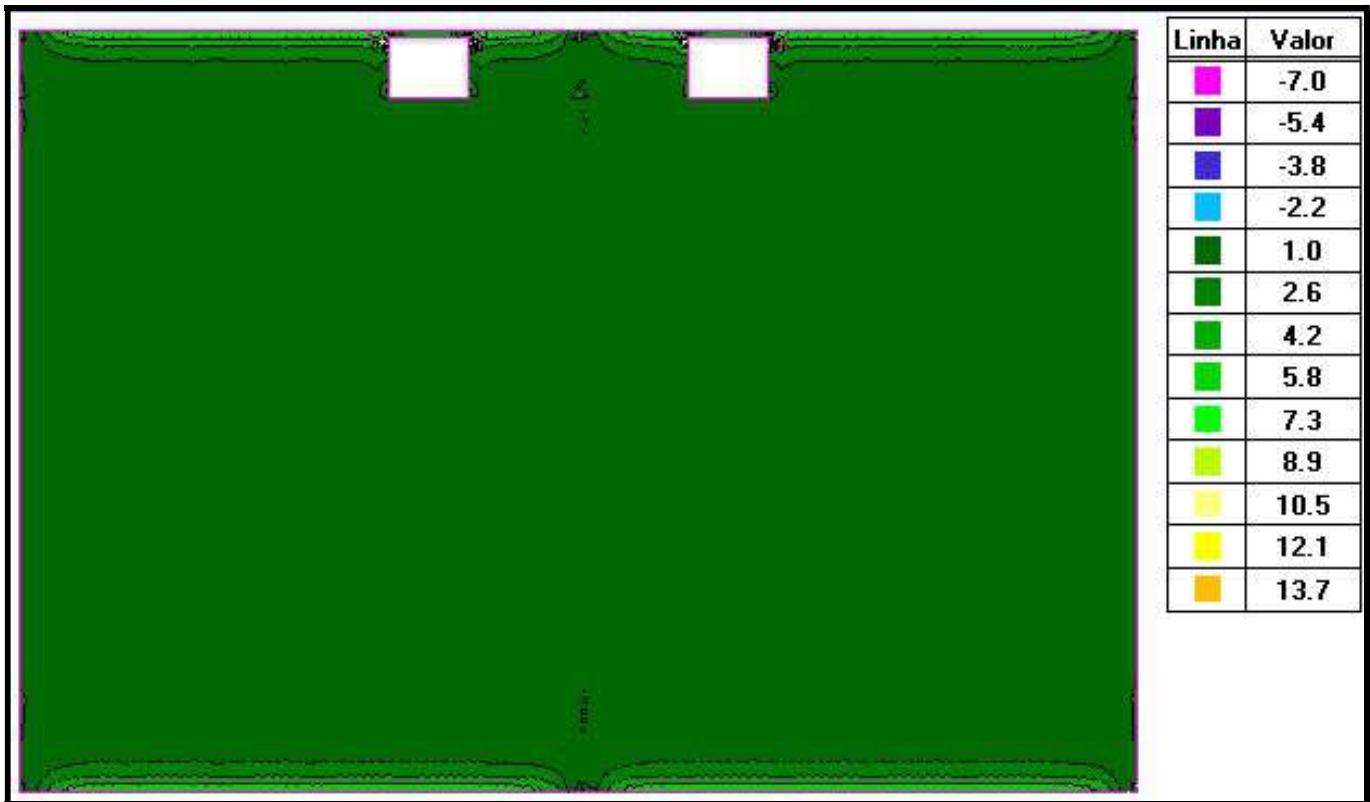
TAMPA - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



3.7 FUNDO



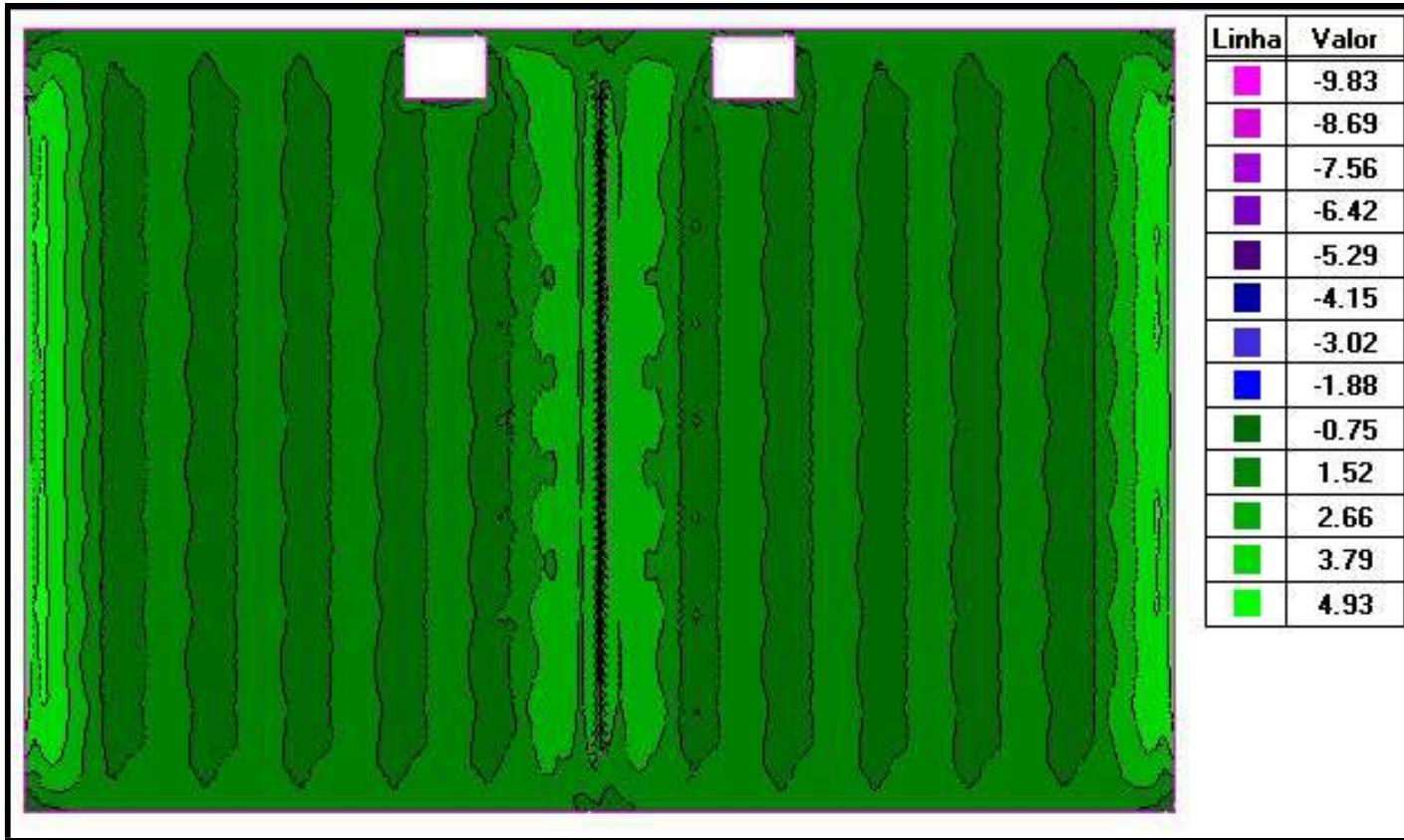
FUNDO – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



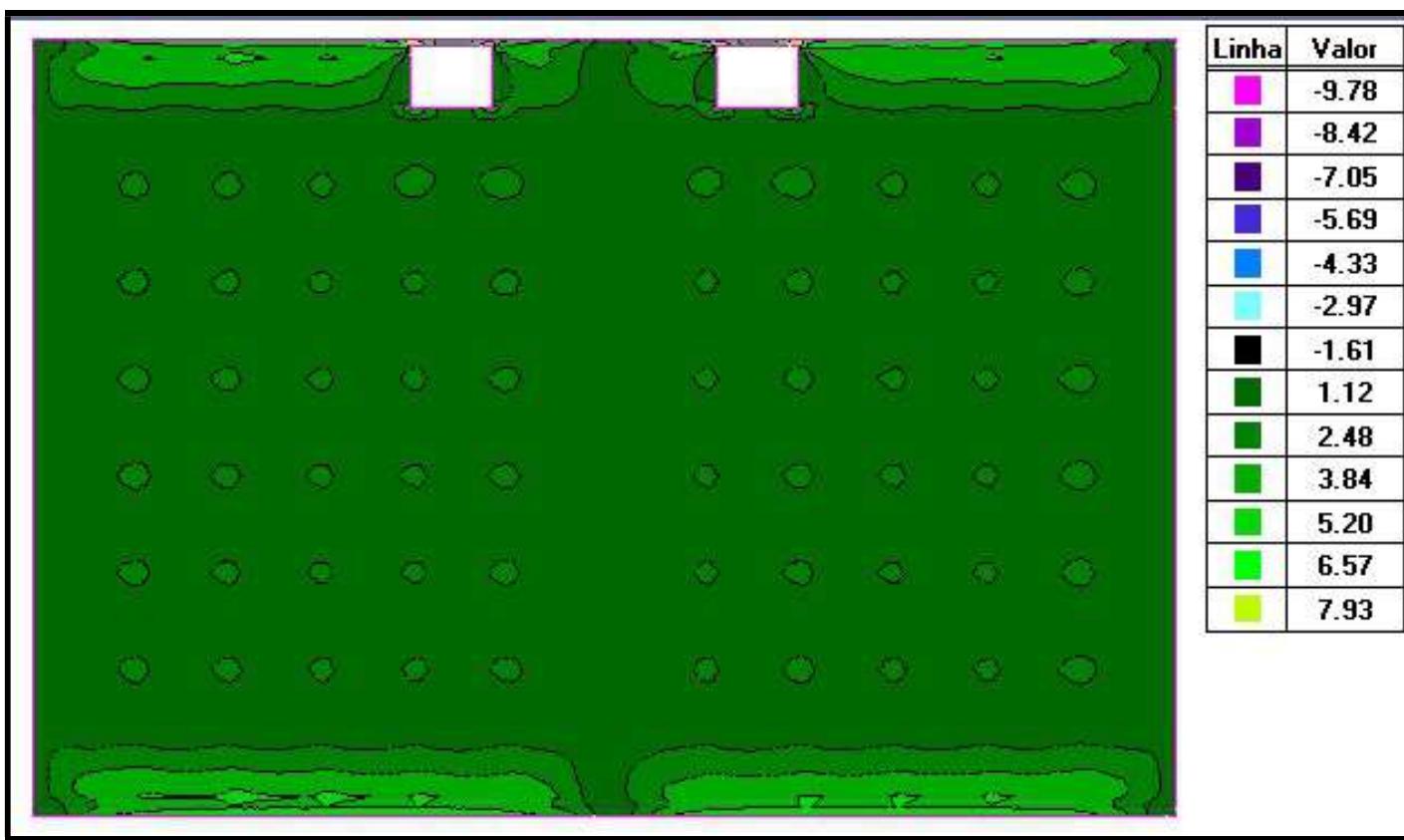
FUNDO – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



Cagece



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



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

Edifício Centro Empresarial da Serra - Sala 616 – Avenida Eldes Scherrer de Souza, nº1025,

Parque Residencial de Laranjeiras, Serra – ES - Cep:29.165-680

Tel: +55 (27) 3060-8013 / +55 (27) 3060-8208

Lajes Maciças em Concreto Armado							SEGURANÇA				
Materiais	Esfórcos			Seção			SEGURANÇA				
	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	4,15	3,38	35	5,1	0,5	6,06	1,40	1,15	1,40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica

Armadura necessária	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)
As1 (cm²/m)	-	12,5	12,0
As2 (cm²/m)	3,94	12,5	12,0

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω1 ω2
Zona D	0,050	0,000 0,031

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	4,15	3,38	35	5,125	12,5
Cálculo						
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	n1	hi (cm)	bi (cm)
10,23	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	12,00
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)
8,05	0,007052785	0,231	6,90	128,94	0,00	0,03644344
						0,167048146

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X



Cagece



Lajes Maciças em Concreto Armado											
Materiais		Esfôrços			Sekção			SEGURANÇA			
Aço (N/yk)	fck (Mpa)	Mk (tf/mm)	Nk (tf/m)	h (cm)	d (cm)	tmax. (cm)	Asmin (cm²/m)	yc	γe	γf	Classe Agrada.
500	30	4.33	7.30	35	5.1	0.5	6.06	1.40	1.15	1.40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica											
Arranjo				Resumo - ELU							
Armadura necessária		Φ (mm)	Esp (cm)	As.uit (cm²/m)		Zona		ξ	w1	w2	
As1 (cm²/mm)	-	12,5	12,0		10,23	Zona D	0,059	0,0000	0,027		
As2 (cm²/mm)	3,42	12,5	12,0		10,23						

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais		Esfôrços			Sekção						
Aço (N/yk)	fck (Mpa)	Mtr (tf.mm)	Mtr (tf.mm)	Ntr (tf/m)	h (cm)	d (cm)	Bifida e	Esp. (cm)			
500	30	4,33	4,33	7,3	35	5,125	12,5	12,0			

Cálculo											
As (cm²/mm)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fcbm (Mpa)	n1	h1 (cm)	b1 (cm)	Ac1 (cm²)				
10,23	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	12,00	174,00				
as	prf	ξ	x (cm)	Øs (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)				
6,05	0,007052785	0,257	7,68	115,98	0,00	0,02948481	0,150255764				

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

CREA-ES 011840/D

RESERVATÓRIO					
CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa					
	PAREDES	LAJES	VIGAS	PILARES	TOTAL
VOLUME (m ³)	741,00	1304,00	164,00	33,00	2242,00
FÔRMA (m ²)	4233,00	2520,00	1323,00	436,00	8512,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa					
VOLUME (m ³)	132,50				

LAJES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	84439	33776
50A	10	77	48
50A	12.5	91043	91043
TOTAL		175559	124867

PAREDES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	4057	1623
50A	10	38052	23973
50A	12.5	56184	56184
TOTAL		98293	81780

PILARES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	4092	655
50A	12.54	3713	3713
TOTAL		7805	4368

VIGAS			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	12276	1964
50A	8	10339	4136
50A	12.5	10619	10619
TOTAL		33234	16719

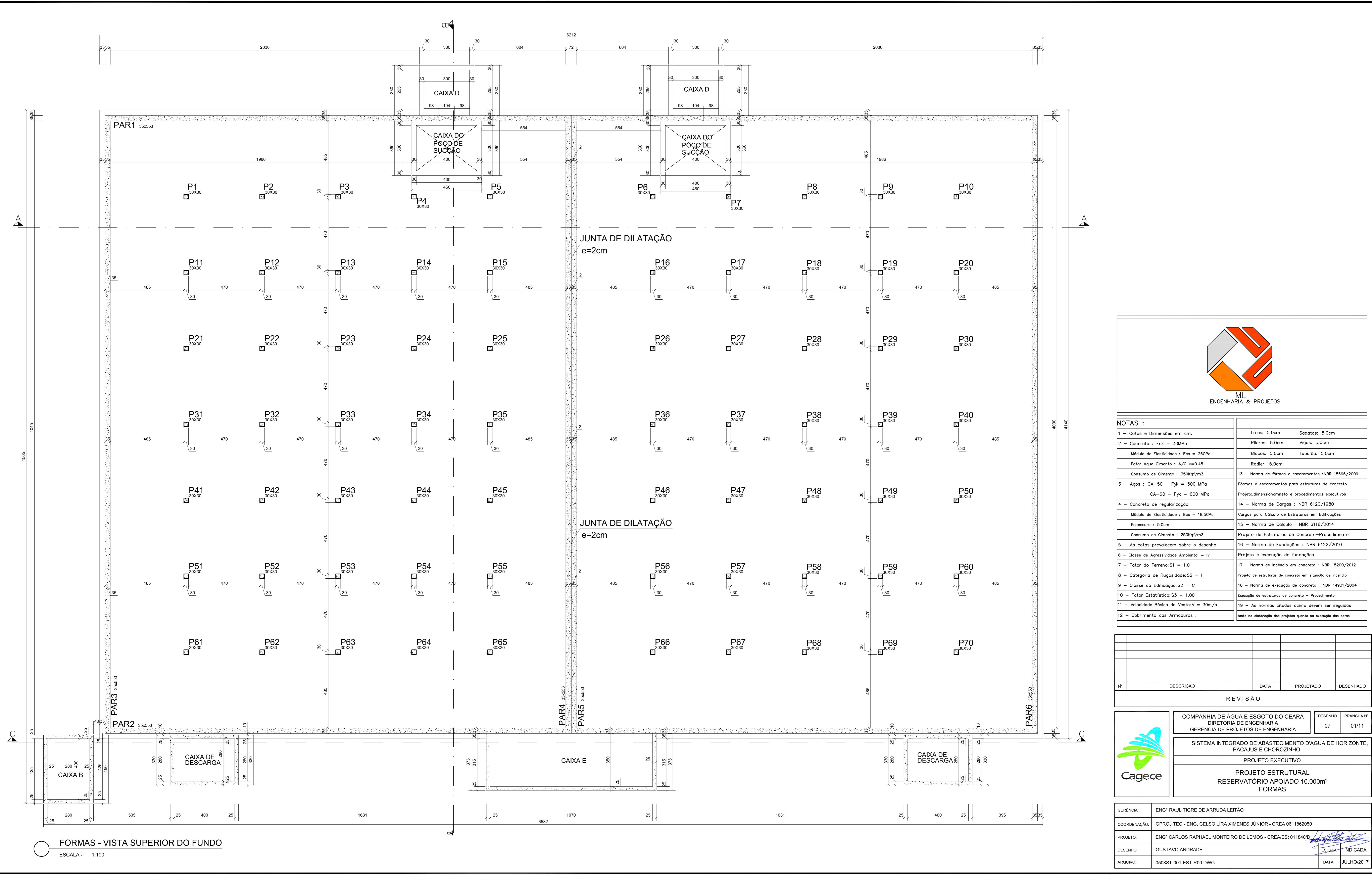
CAIXAS				
CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa				
	FUNDO	PAREDES	TAMPA	TOTAL
VOLUME (m ³)	21,50	116,00	7,50	145,00
FÔRMA (m ²)	22,00	813,00	30,00	865,00

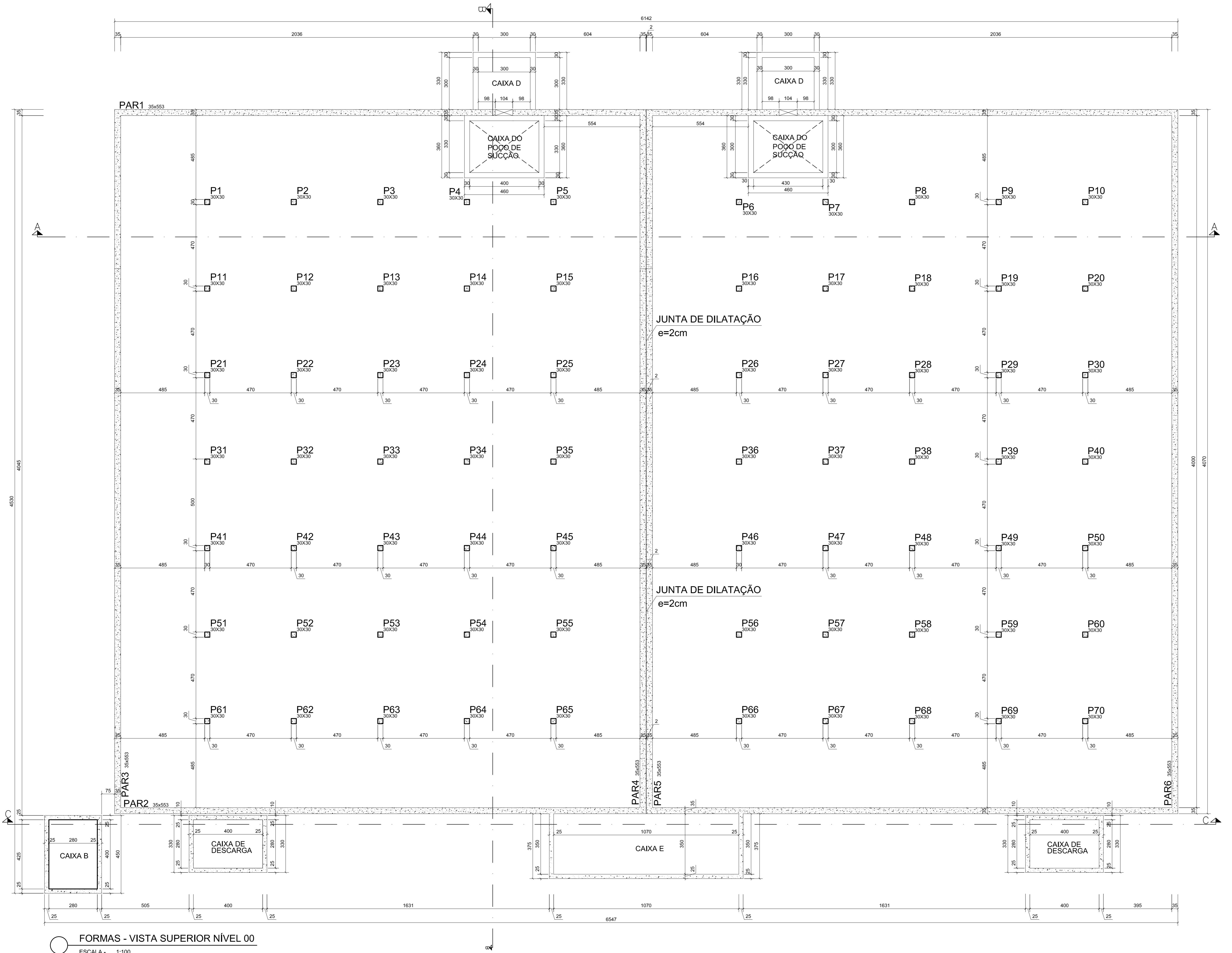
CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa				
VOLUME (m ³)	4,00			

CAIXAS			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	10775	4310
50A	10	6486	4086
TOTAL		17261	8396

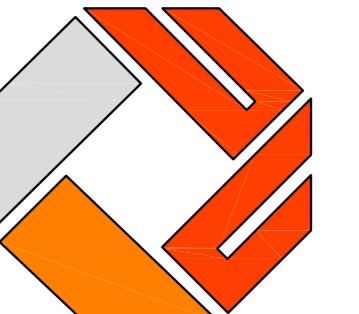
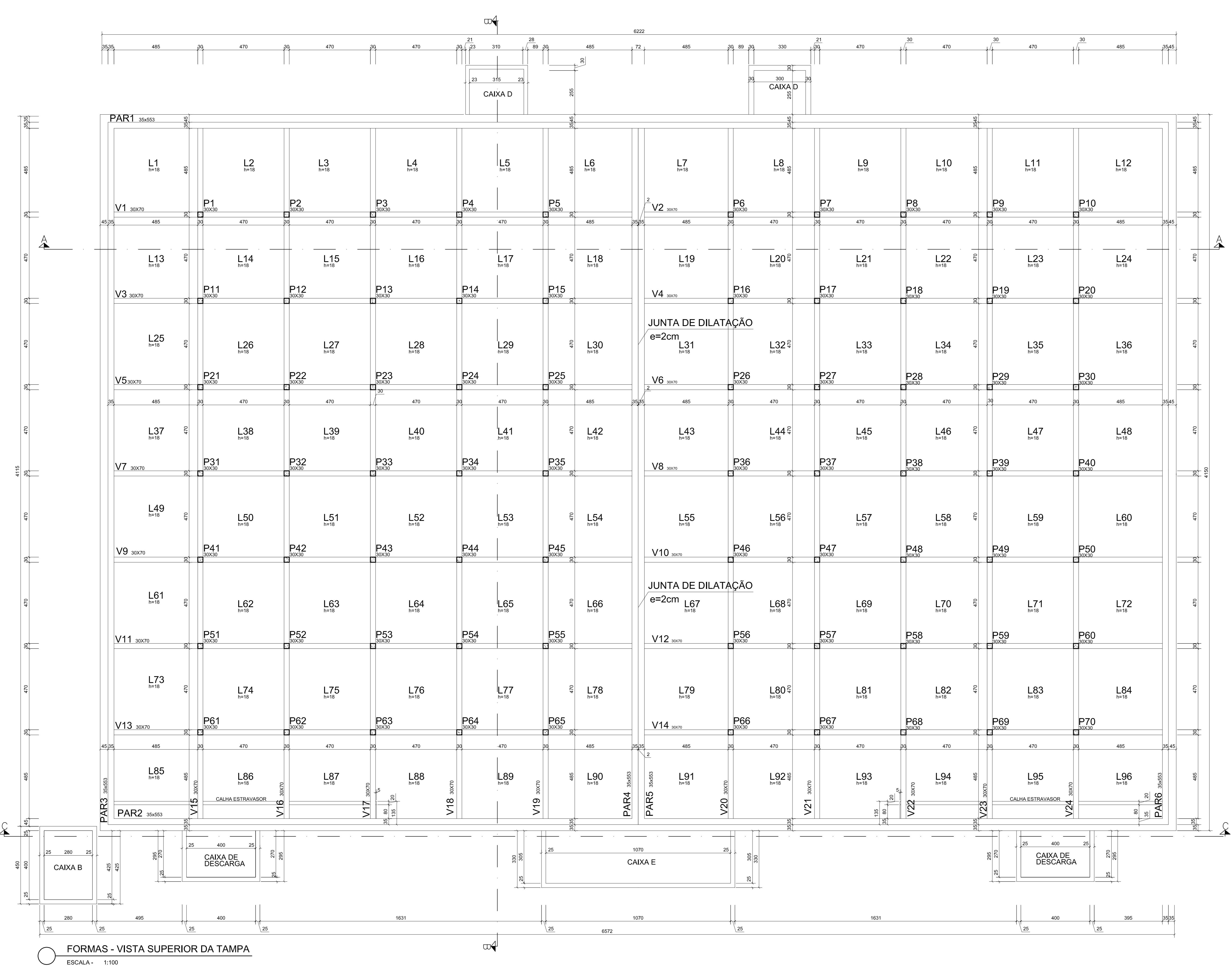


CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D





NOTAS :			
1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm Sapatos: 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 Tubulares: 5.0cm		
Fator Água Cimento : $A/C <= 0.45$	Rodízio: 5.0cm		
Consumo de Cimento : 350Kg/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 : 250Kg/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: 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	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 - Cobertura dos Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras		
Nº DESCRIÇÃO DATA PROJETADO DESENHADO			
REVISÃO			
		COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO PRANCHAS Nº 07 02/11
		SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO	
		PROJETO EXECUTIVO	
		PROJETO ESTRUTURAL RESERVATÓRIO APOIADO 10.000m³ 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/ID		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA - INDICADA	
ARQUIVO:	0508ST-002-EST-R00.DWG		DATA: JULHO/2017



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

OTAS :

- | | | |
|--|---|------------------|
| - Cotas e Dimensões em cm. | Lajes: 5.0cm | Sapatas: 5.0cm |
| - 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 | |
| - Aços : CA-50 – $F_y = 500 \text{ MPa}$ | Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto | |
| CA-60 – $F_y = 600 \text{ MPa}$ | Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos | |
| - 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 | |
| - As cotas prevalecem sobre o desenho | 16 – Norma de Fundações : NBR 6122/2010 | |
| - Classe de Agressividade Ambiental = Iv | Projeto e execução de fundações | |
| - Fator do Terreno: $S_1 = 1.0$ | 17 – Norma de incêndio em concreto : NBR 15200/2012 | |
| - Categoria de Rugosidade: $S_2 = I$ | Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio | |
| - Classe da Edificação: $S_2 = C$ | 18 – Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004 | |
| - Fator Estatístico: $S_3 = 1.00$ | Execução de estruturas de concreto – Procedimento | |
| - Velocidade Básica do Vento: $V = 30 \text{ m/s}$ | 19 – As normas citadas acima devem ser seguidas | |
| - Cobrimento das Armaduras : | tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras | |

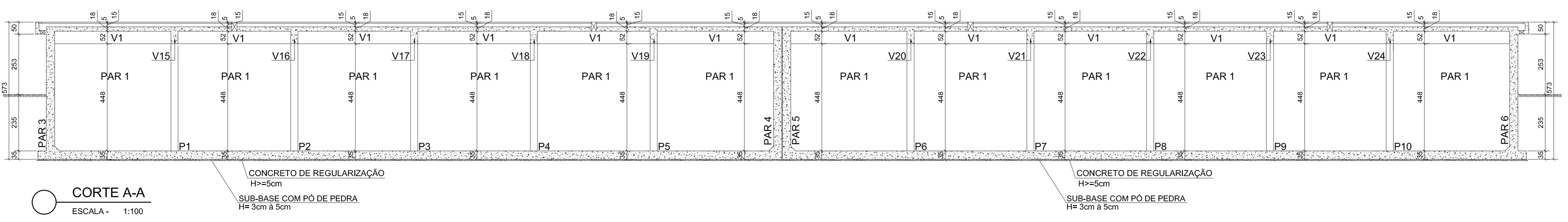
DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO	

REVISÃO

 CAGECE	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		DESENHO 07	PRANCHA N° 03/11
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO				
PROJETO EXECUTIVO				
PROJETO ESTRUTURAL RESERVATÓRIO APOIADO 10.000m³ FORMAS				

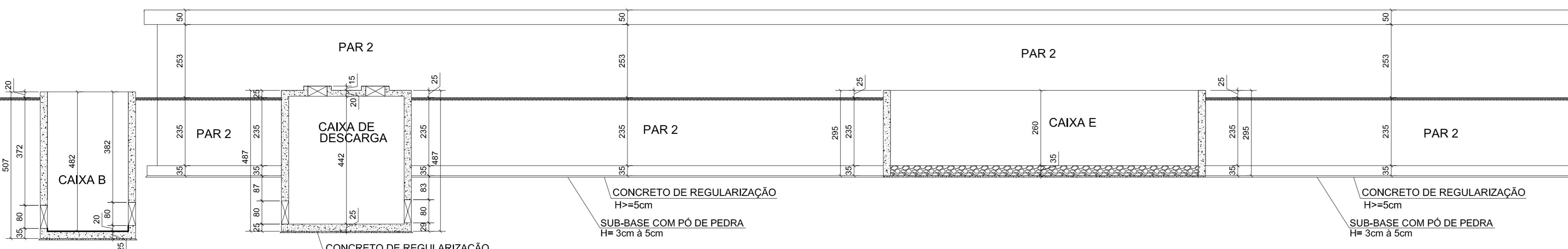
Page 1 of 1

RÊNCIA:	ENG° RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO		
ORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050		
OJETO:	ENG° CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D 		
SENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA:	INDICADA
QUIVO:	0508ST-003-EST-R00.DWG	DATA:	JULHO/2017



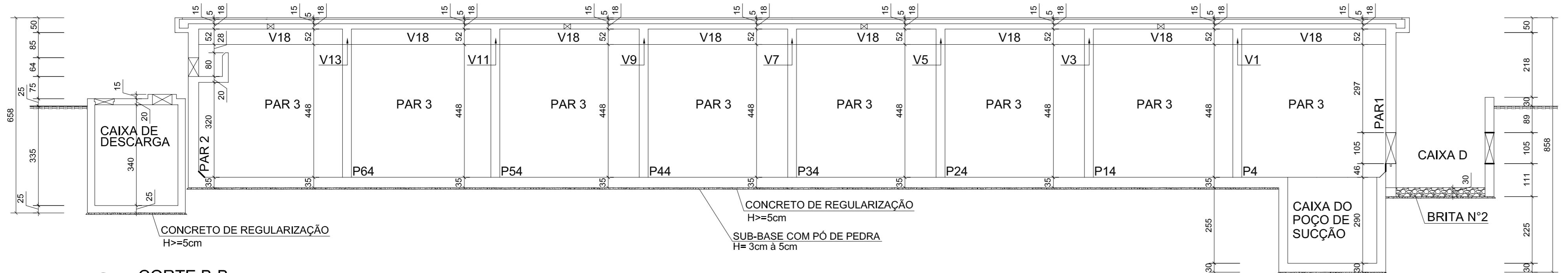
CORTE A-A
ESCALA - 1:100

ESCALA - 1:10



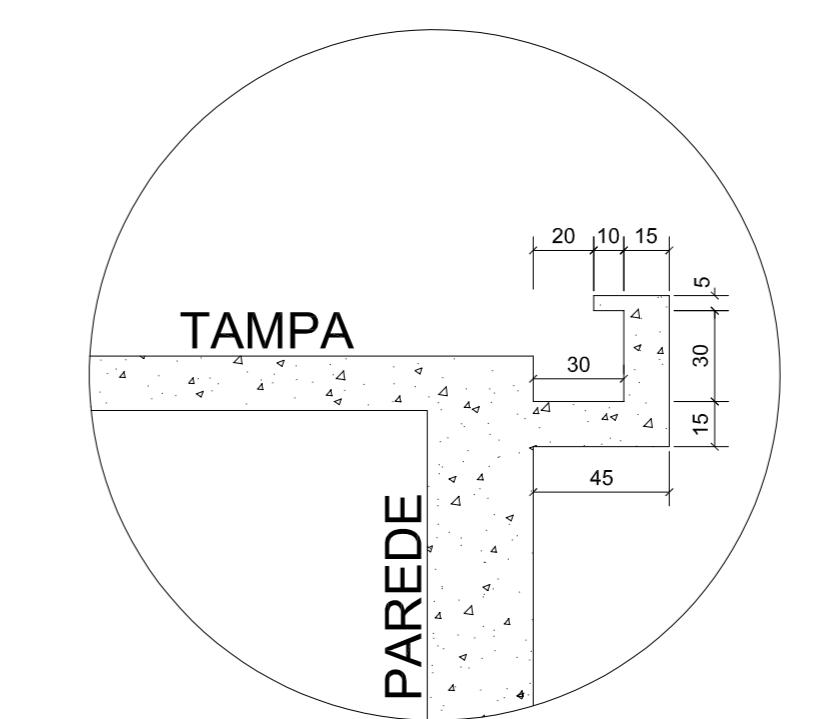
CORTE C-C
ESCALA - 1:100

ESCALA - 1:100



CORTE B-B
ESCALA - 1:100

ESCALA - 1:10



DETALHE LAJE

ESCALA - 1:25



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

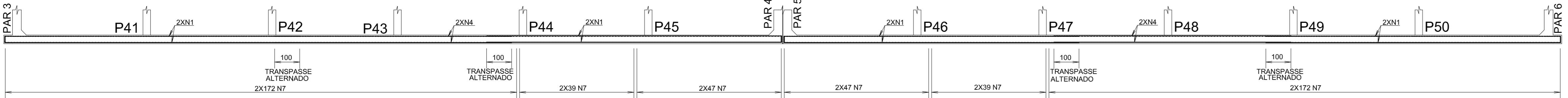
DESENHO	PRANCHA N°
07	04/11

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

PROJETO ESTRUTURAL RESERVATÓRIO APOIADO 10.000m³

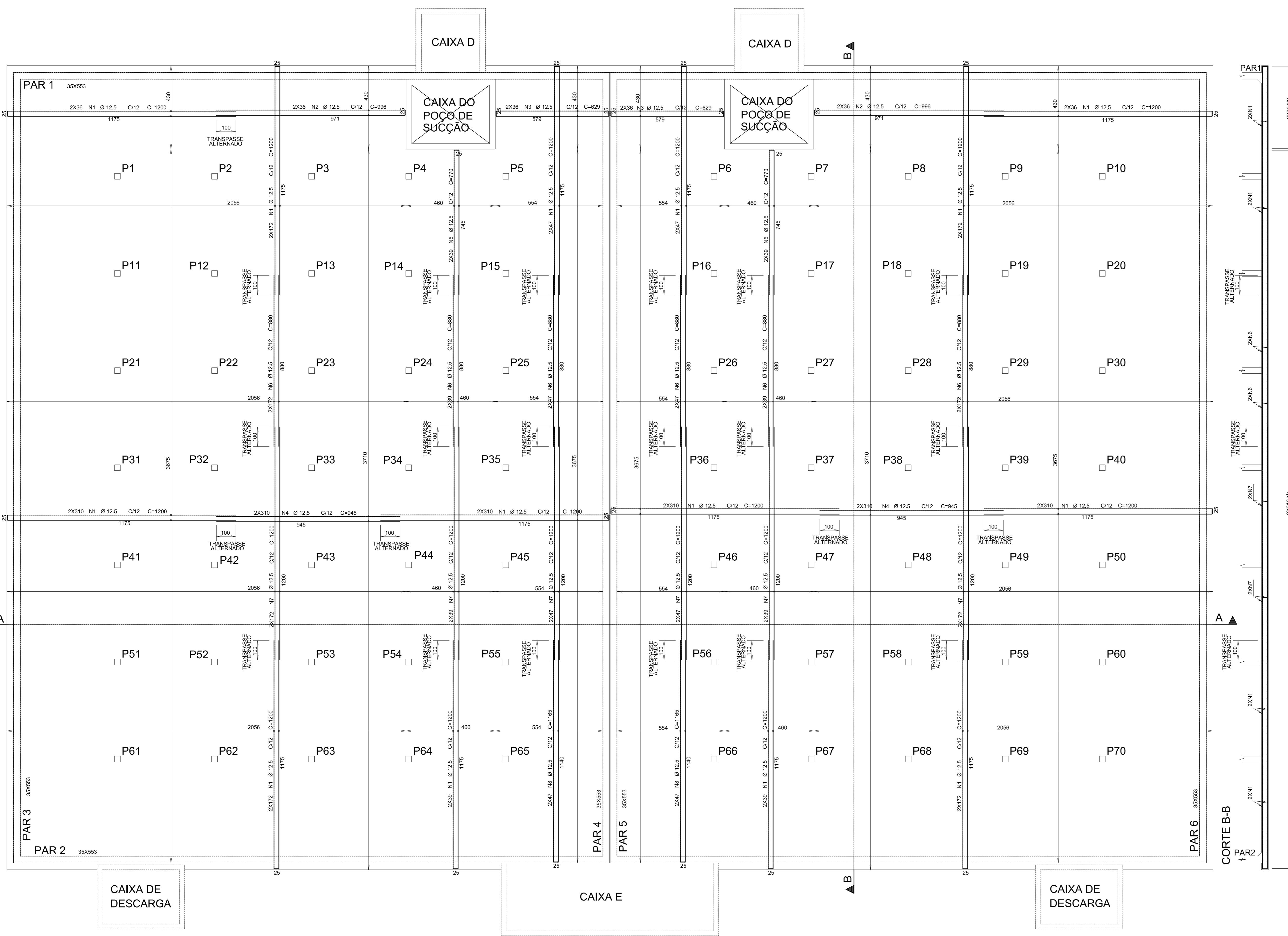
CIA:	ENG° RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO
DENADAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050
TO:	ENG° CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D 
HO:	GUSTAVO ANDRADE
/O:	0508ST-004-EST-R00.DWG
	ESCALA: INDICADA
	DATA: JULHO/2017

CORTE A-A



AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT UNIT	COMPRIMENTO (cm)	TOTAL (cm)
ARMADAÇÃO DO FUNDO					
50A	1	12.5	4344	1200	5212800
50A	2	12.5	144	996	143424
50A	3	12.5	144	628	90576
50A	4	12.5	1240	945	1171800
50A	5	12.5	156	770	120120
50A	6	12.5	1032	500	50000
50A	7	12.5	1032	1200	1238400
50A	8	12.5	168	1165	219020

RESUMO AÇO CA 50-60		
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)
50A	12.5	91043
Peso Total	50A =	91043 kg



NOTAS :	
1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm Sapatos: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm Tubulõo: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C <=0.45	Rodier: 5.0cm
Consumo de Cimento : 350Kg/m³	13 - Norma de fôrmas e escoramentos :NBR 15696/2009
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto
CA-60 - Fy = 600 MPa	Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações
Espessura : 5.0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014
Consumo de Cimento : 250Kg/m³	Projeto de Estruturas de Concreto-Procedimento
5 - As cotas prevalecem sobre o desenho	16 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010
6 - Classe de Agressividade Ambiental : 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	Execução de estruturas de concreto - Procedimento
11 - Velocidade Básica do Vento:V = 30m/s	19 - As normas citadas acima devem ser seguidas
12 - Cobertura dos Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
R E V I SÃO				

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ	DESENHO	07	PRANCHAS N°			
	DIRETORIA DE ENGENHARIA						
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA							
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO							
PROJETO EXECUTIVO							
PROJETO ESTRUTURAL							
RESERVATÓRIO APIADO 10.000m³							
ARMAÇÃO							

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/ID	
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE	ESCALA - INDICADA
ARQUIVO:	0508ST-005-EST-R00.DWG	DATA: JULHO/2017

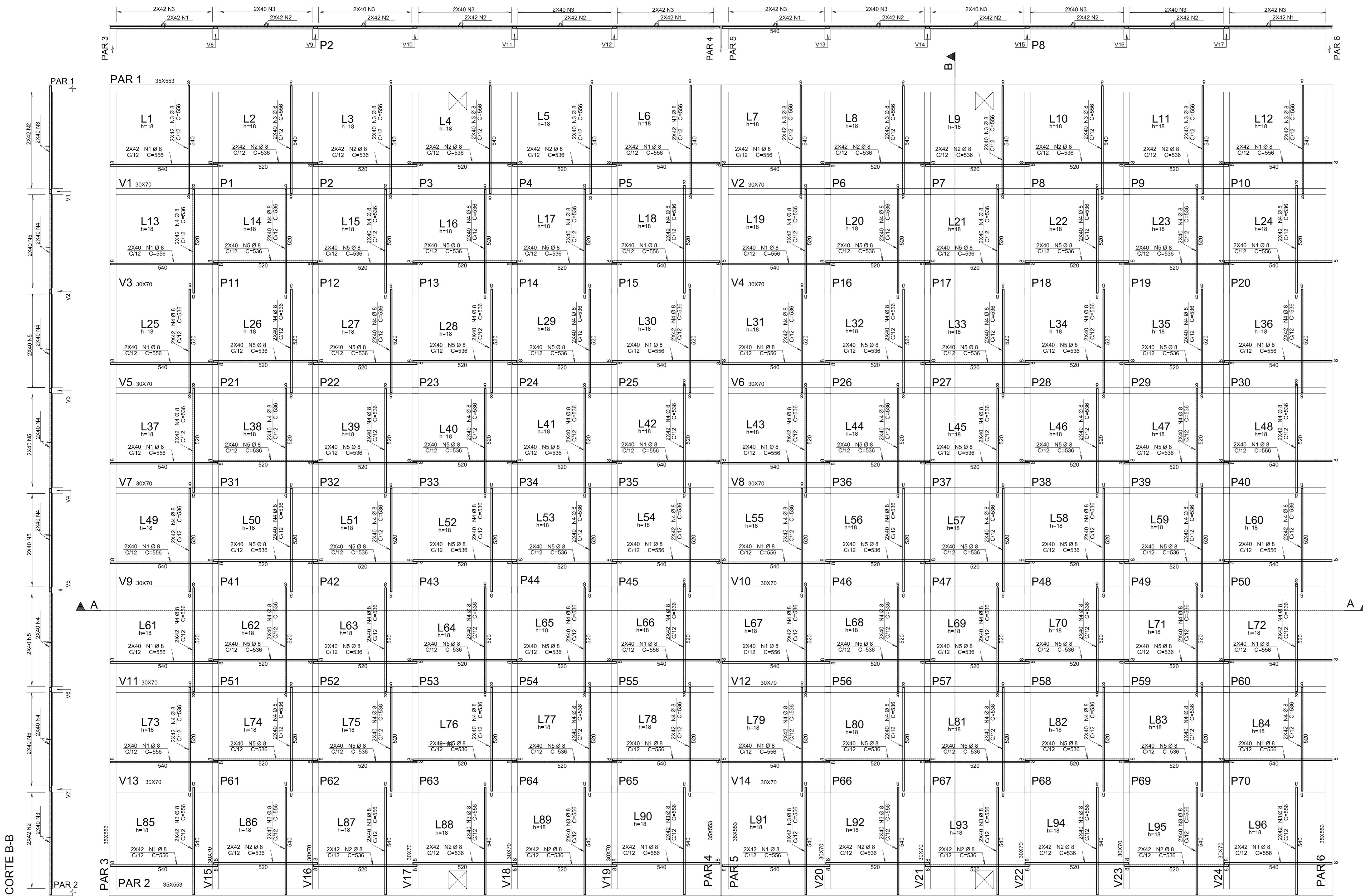
ARMAÇÃO DO FUNDO

ESCALA - 1:100

AÇO	POS	BIT	QUANT.	COMPRIMENTO
		(mm)	UNIT	(cm)
ARMADA DA TAMPA				
50A	1	8	2592	556
50A	2	8	1344	536
50A	3	8	1952	556
50A	4	8	5856	536
50A	5	8	3840	536
				2058240

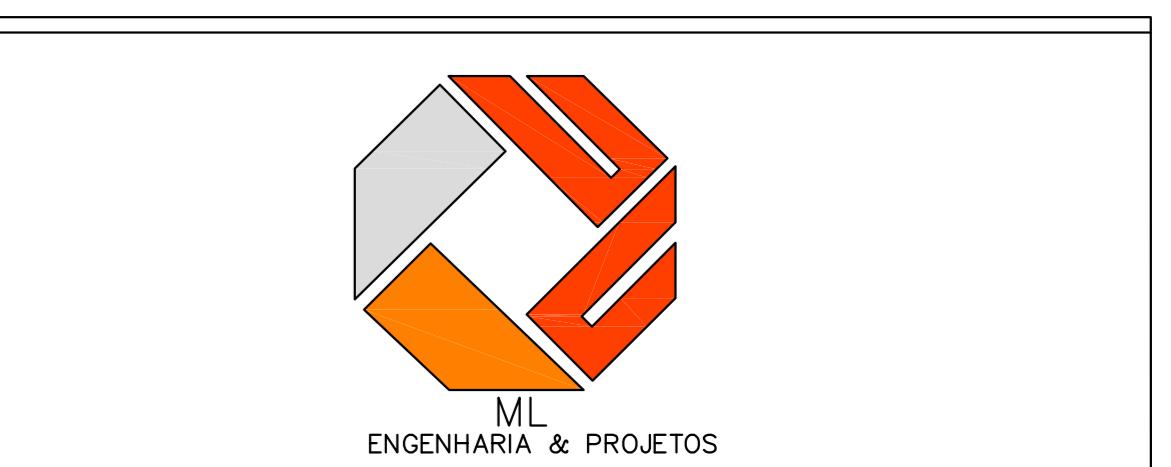
RESUMO AÇO CA 50-60				
AÇO	BIT	COMPR.	PESO	
	(mm)	(m)	(kg)	
50A	8	84439	33776	
Peso Total	50A =			

CORTE A-A



CORTE B-B

ARMAÇÃO DA TAMPA
ESCALA - 1:100



NOTAS :

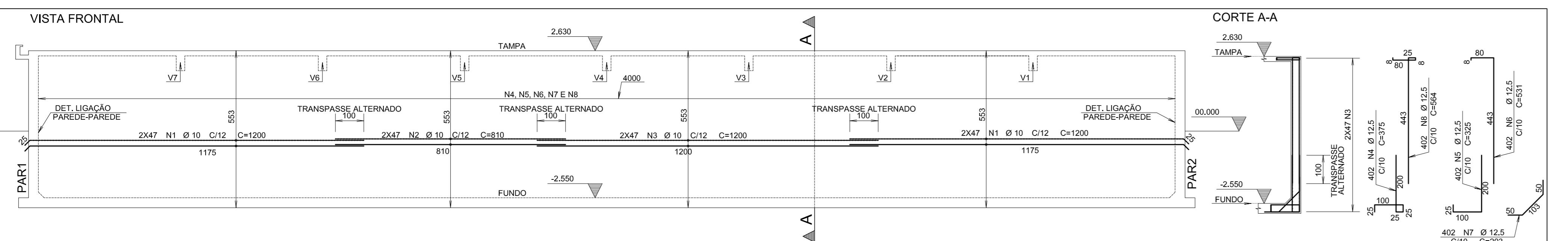
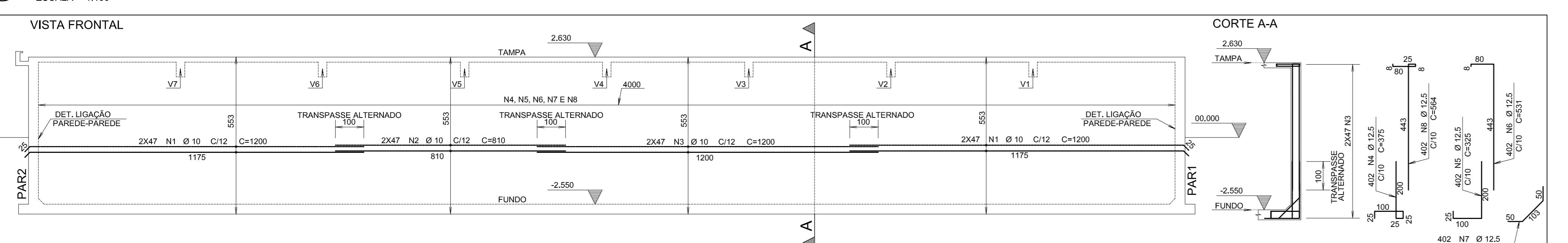
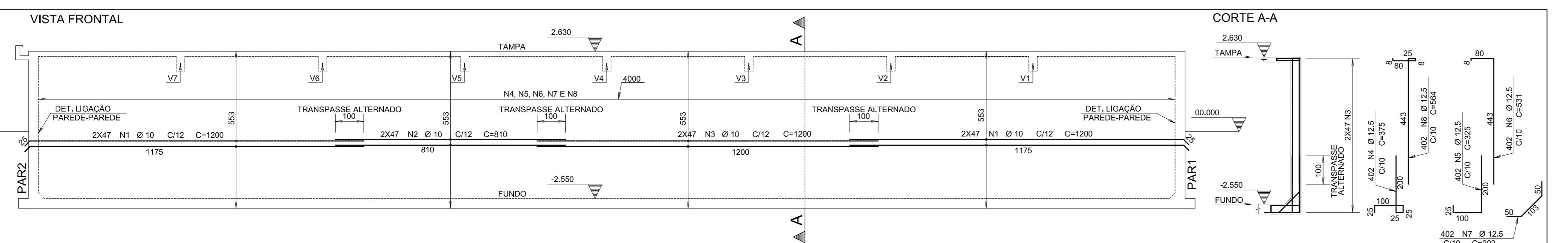
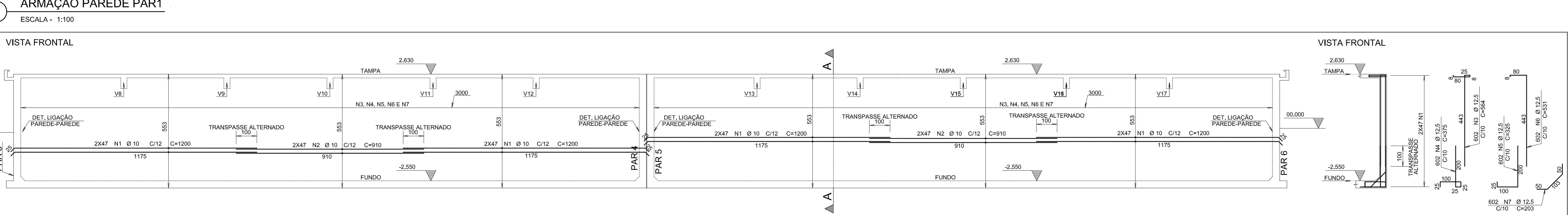
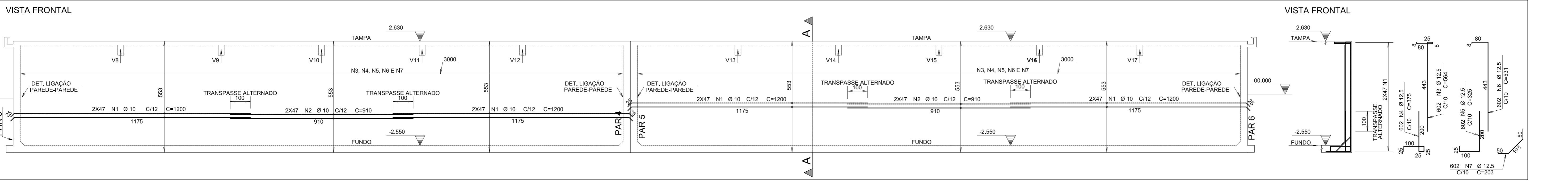
- 1 - Cotas e Dimensões em cm.
- 2 - Concreto : Fck = 30MPa
- Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa
- Fator Água Cemento : A/C <=0.45
- Consumo de Cemento : 350kgf/m³
- 3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa
- CA-60 - Fyk = 600 MPa
- 4 - Concreto de regularização:
- Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa
- Espessura : 5.0cm
- Consumo de Cemento : 250kgf/m³
- 5 - As cotas prevalecem sobre o desenho
- 6 - Classe de Agressividade Ambiental = Iv
- 7 - Fator do Terreno:S1 = 1.0
- Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio
- 8 - Categoria de Rugosidade:S2 = I
- 9 - Classe da Edificação:S2 = C
- 10 - Fator Estatístico:S3 = 1.00
- 11 - Velocidade Básica do Vento:V = 30m/s
- 12 - Cobertura das Armaduras :
- tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
R E V I SÃO				

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ	DESENHO	07
	DIRETORIA DE ENGENHARIA	PRANCHAS N°	
	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		06/11
	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO		
	PROJETO EXECUTIVO		
	PROJETO ESTRUTURAL		
	RESERVATÓRIO APIADO 10.000m³		
	ARMAÇÃO		

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/ID
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE
ARQUIVO:	0508ST-006-EST-R00.DWG

ESCALA - INDICADA
DATA: JULHO/2017



NOTAS :

- 1 - Cotas e Dimensões em cm.
- 2 - Concreto : $F_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- 3 - Módulo de Elásticidade : $E_{cs} = 26 \text{ GPa}$
- 4 - Fator Água Cimento : $A/C \leq 0.45$
- 5 - Consumo de Cimento : 350 kg/m^3
- 6 - Aços : $CA-50 - F_y = 500 \text{ MPa}$
- 7 - Radier : 5.0 cm
- 8 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009
- 9 - Fórmulas e escoramentos para estruturas de concreto
- 10 - Norma de dimensionamento e procedimentos executivos
- 11 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980
- 12 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014
- 13 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010
- 14 - Projeto de Estruturas de Concreto-Procedimento
- 15 - Consumo de Cimento : 250 kg/m^3
- 16 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010
- 17 - Projeto e execução de fundações
- 18 - Norma de incêndio em concreto : NBR 15200/2012
- 19 - Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio
- 20 - Classe da Agressividade Ambiental : IV
- 21 - Fator do Terreno: S1 = 1.0
- 22 - Categoria de Rugosidade: S2 = I
- 23 - Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004
- 24 - Execução de estruturas de concreto - Procedimento
- 25 - Velocidade Básica do Vento: $V = 30 \text{ m/s}$
- 26 - Normas citadas acima devem ser seguidas tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras

AÇO	POS	BIT	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (mm)	TOTAL TOTAL (cm)
ARMADA PAREDE PAR1					
50A	1	10	376	1200	451200
50A	2	12.5	188	910	339520
50A	3	12.5	602	375	225750
50A	4	12.5	602	375	195650
50A	5	12.5	602	325	319662
50A	6	12.5	602	531	319662
50A	7	12.5	602	203	122206
ARMADA PAREDE PAR2					
50A	1	10	376	1200	451200
50A	2	12.5	188	910	339520
50A	3	12.5	602	375	225750
50A	4	12.5	602	325	195650
50A	5	12.5	602	325	319662
50A	6	12.5	602	531	319662
50A	7	12.5	602	203	122206
ARMADA PAREDE PAR3					
50A	1	10	376	1200	225600
50A	2	12.5	94	910	76140
50A	3	10	94	1200	112800
50A	4	12.5	402	375	301500
50A	5	12.5	402	325	261300
50A	6	12.5	402	325	426924
50A	7	12.5	402	203	163216
50A	8	12.5	402	564	226728
ARMADA PAREDES PAR4=PAR5 (X2)					
50A	1	10	376	1200	451200
50A	2	12.5	188	910	339520
50A	3	12.5	602	375	225750
50A	4	12.5	602	325	195650
50A	5	12.5	602	325	319662
50A	6	12.5	602	531	319662
50A	7	12.5	602	203	122206
50A	8	12.5	602	564	545456
ARMADA PAREDE PAR6					
50A	1	10	376	1200	225600
50A	2	10	188	810	167140
50A	3	10	94	1200	112800
50A	4	12.5	402	375	150750
50A	5	12.5	402	325	130650
50A	6	12.5	402	325	213462
50A	7	12.5	402	203	81606
50A	8	12.5	402	564	226728

AÇO	BIT	COMPR	PESO
	(mm)	(m)	(kg)
50A	10	29027	18287
50A	12.5	56164	56164

Peso Total 50A = 74471 kg

ML ENGENHARIA & PROJETOS

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

REVISÃO

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ	DESENHO	PRANCHA Nº
DIRETORIA DE ENGENHARIA	07	07/11
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO		
PROJETO EXECUTIVO		
PROJETO ESTRUTURAL		
RESERVATÓRIO APOIADO 10.000m³		
ARMAÇÃO		

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

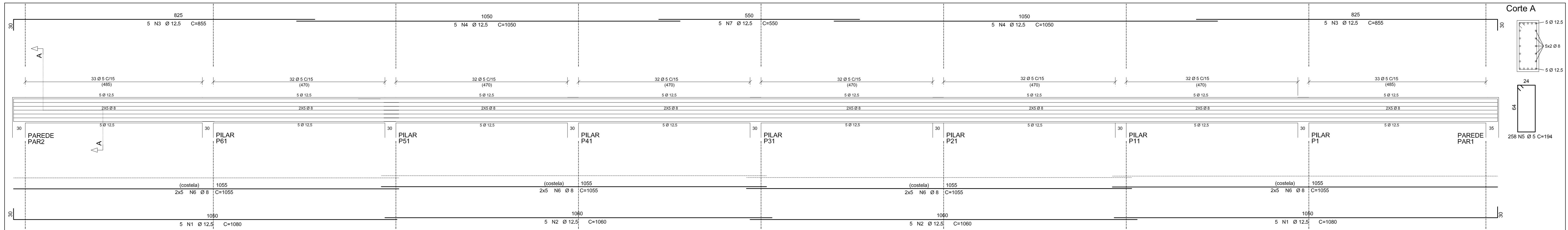
DESENHO: GUSTAVO ANDRADE

ESCALA: INDICADA

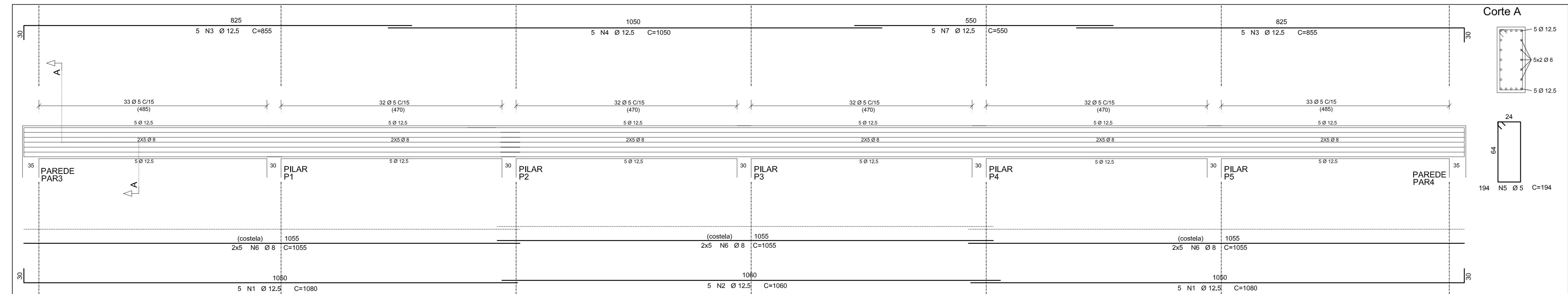
ARQUIVO: 0508ST-007-EST-R00.DWG

DATA: JULHO/2017

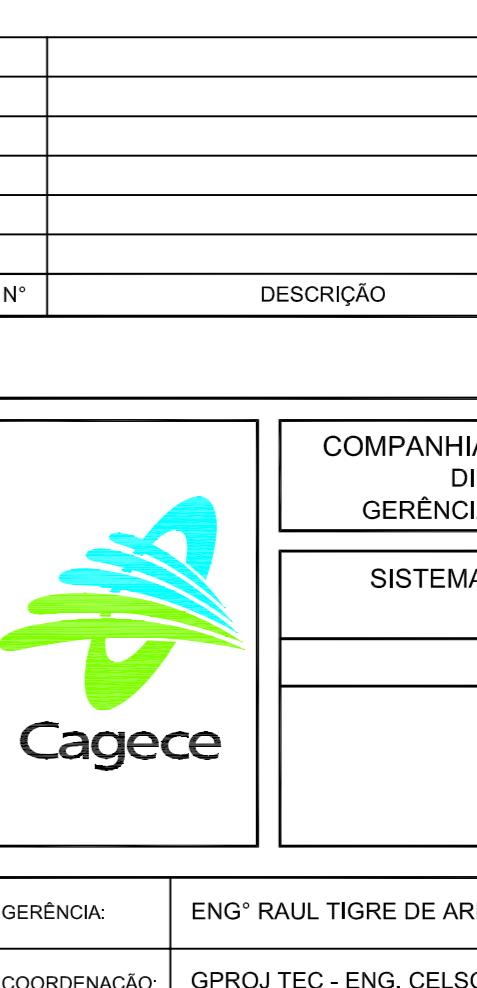
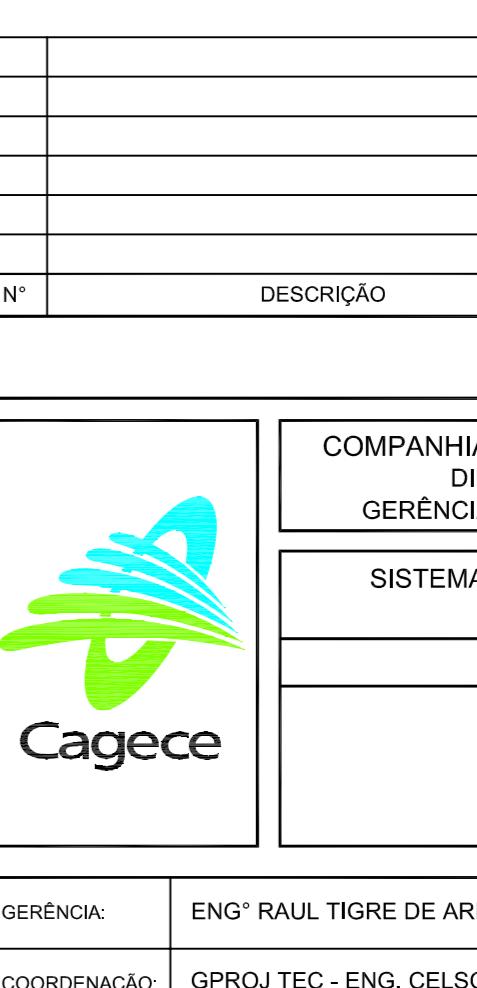
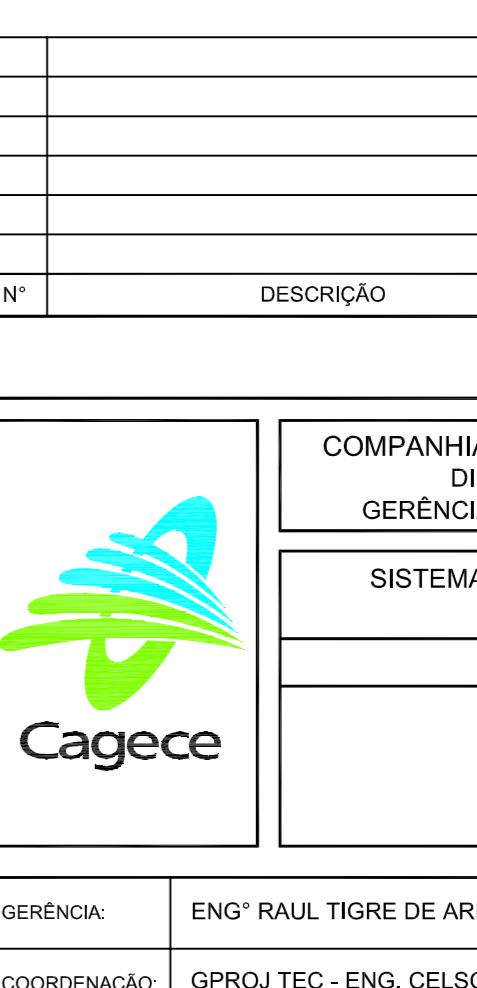
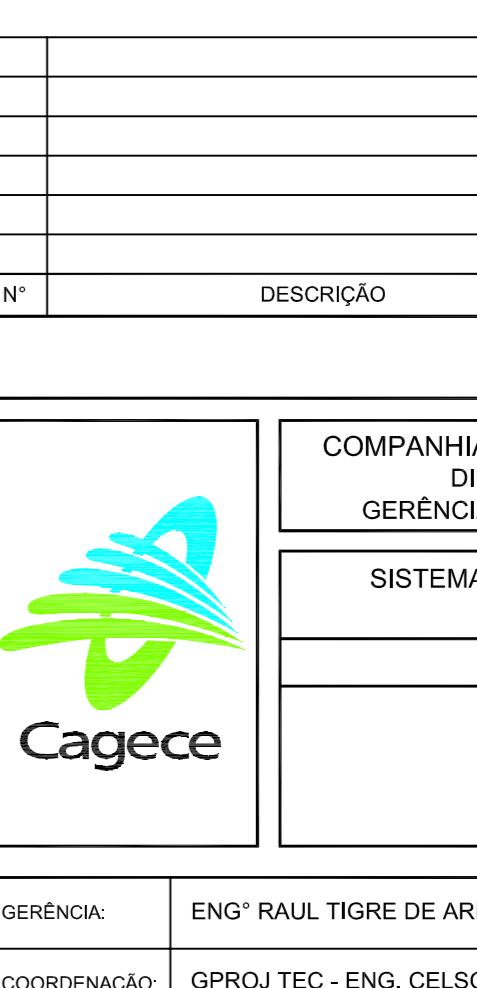
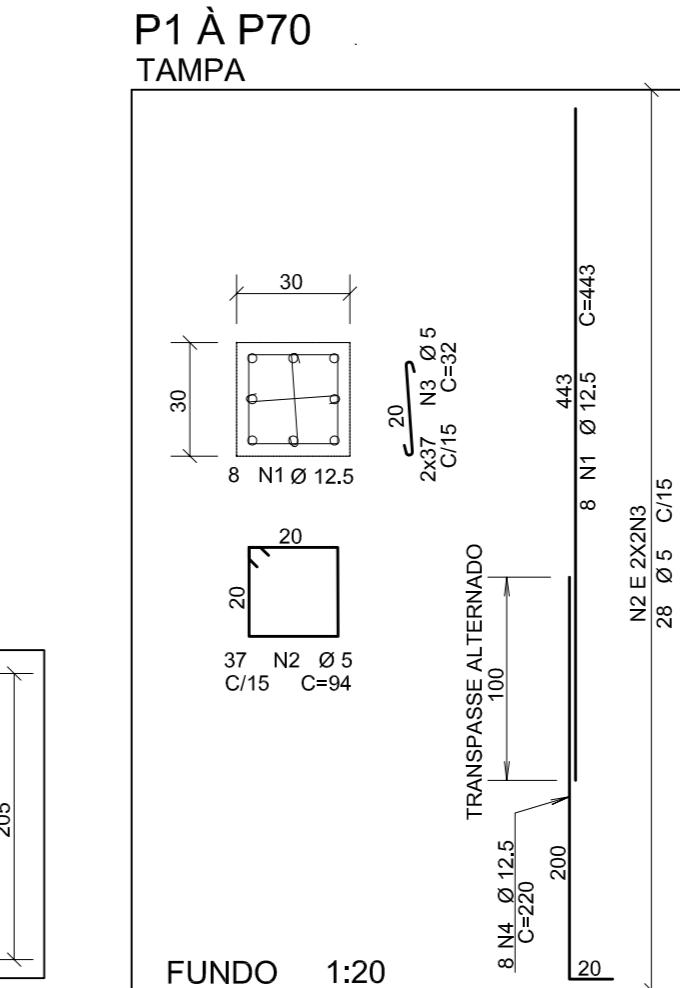
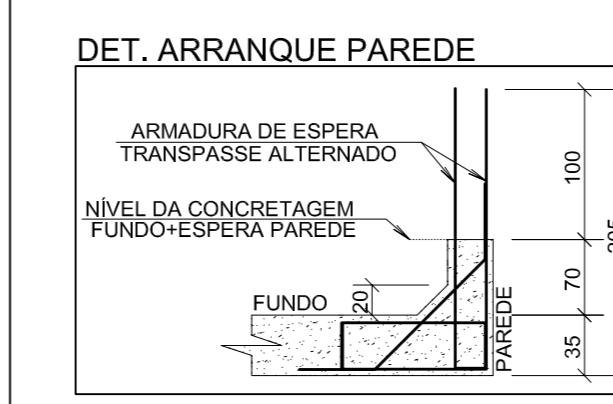
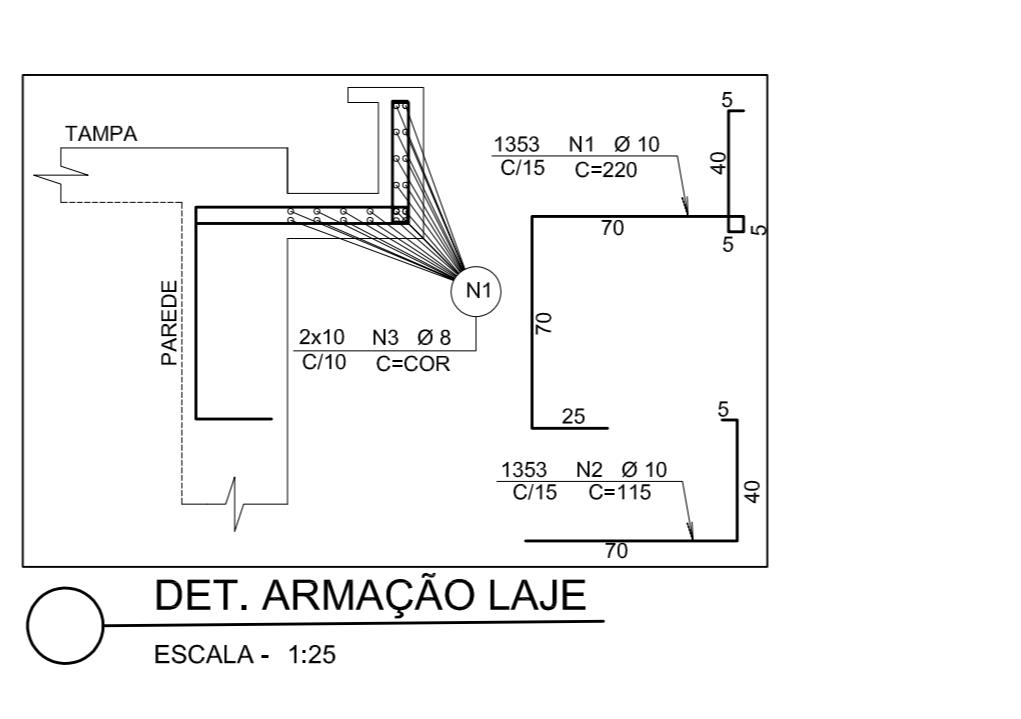
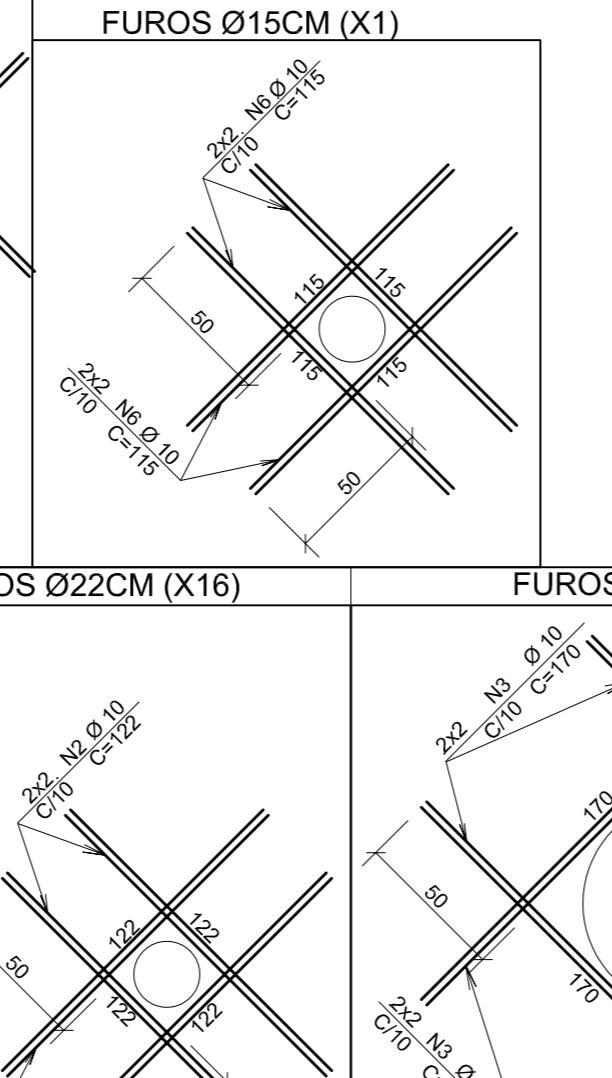
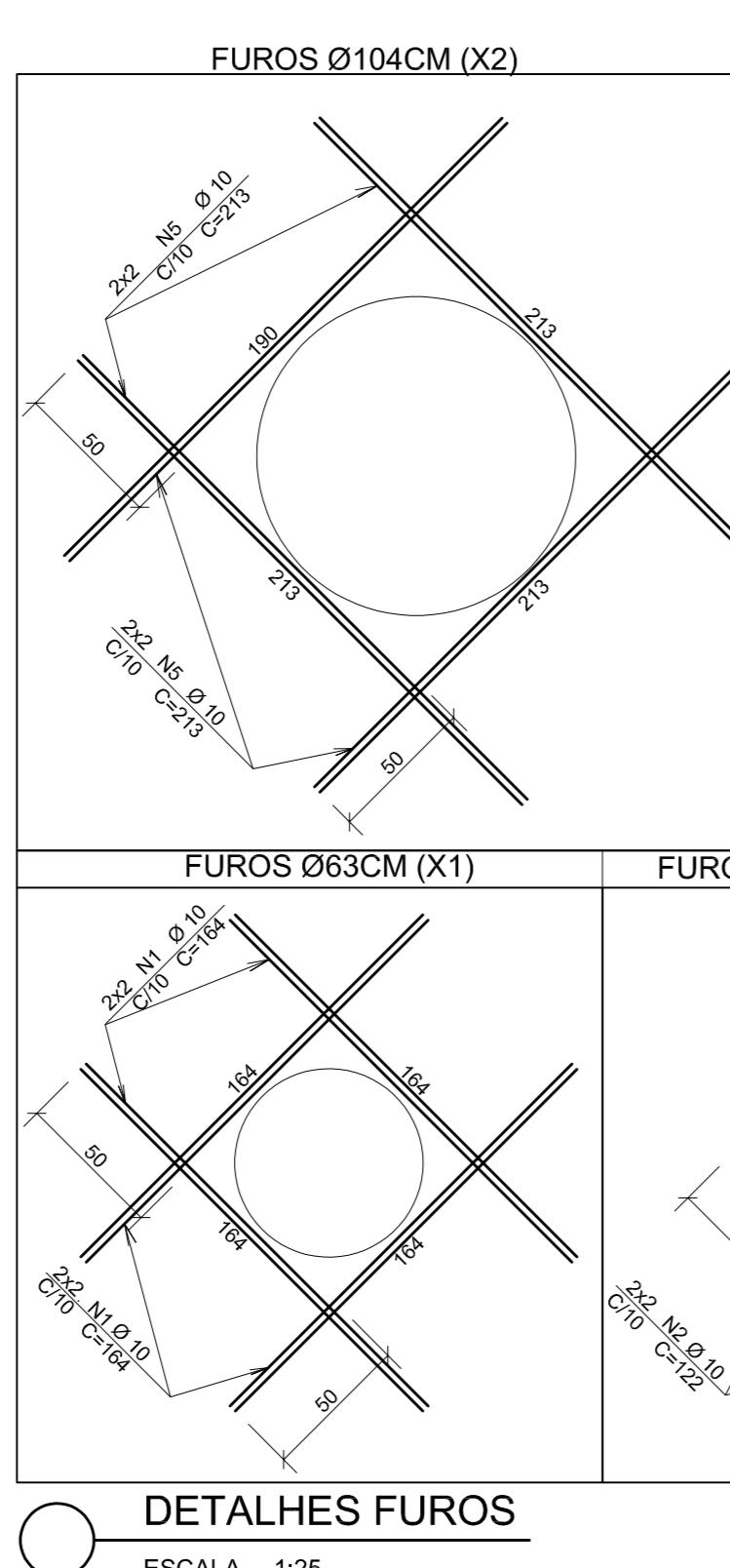
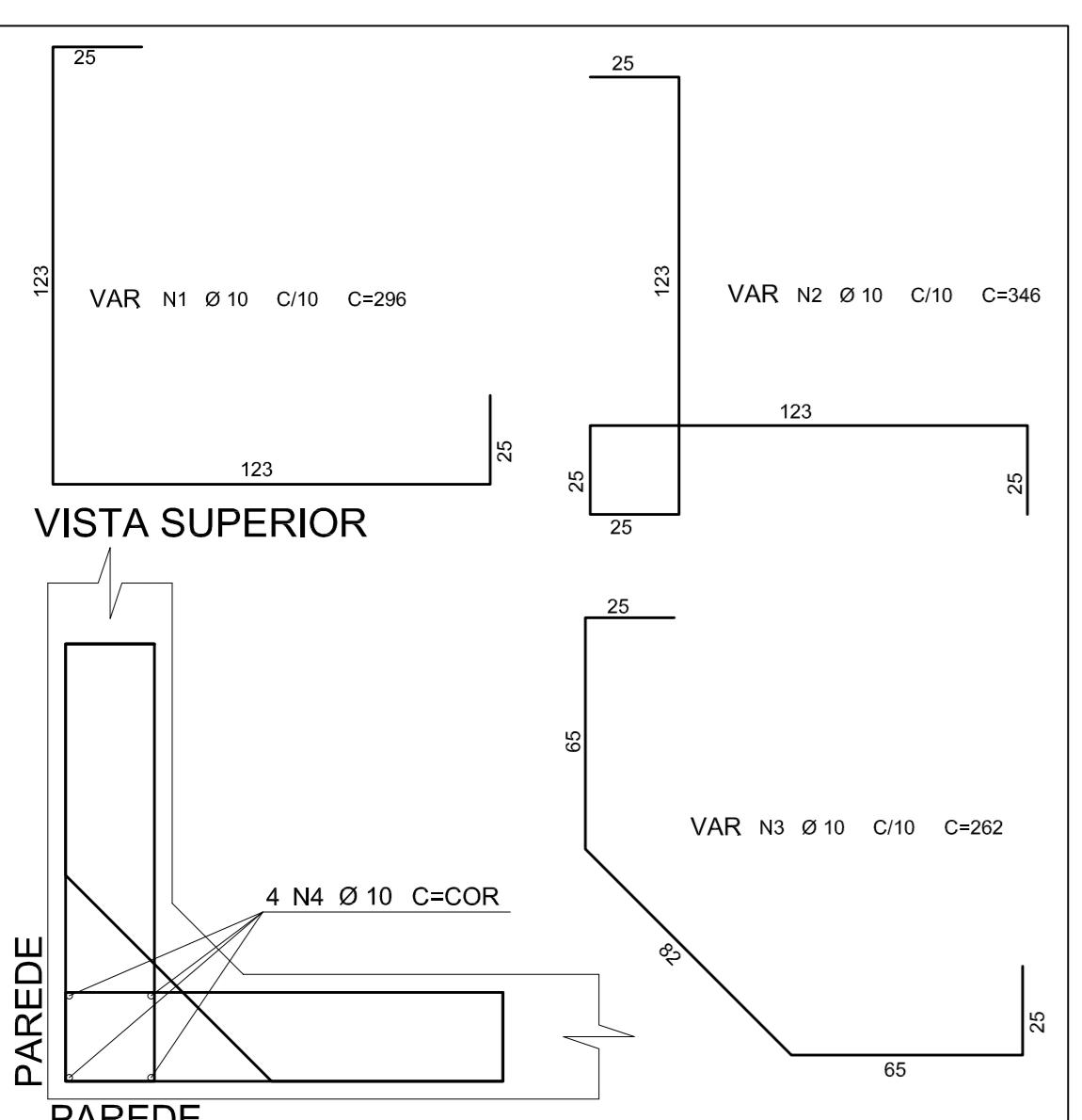
V15 À V24-TAMPA

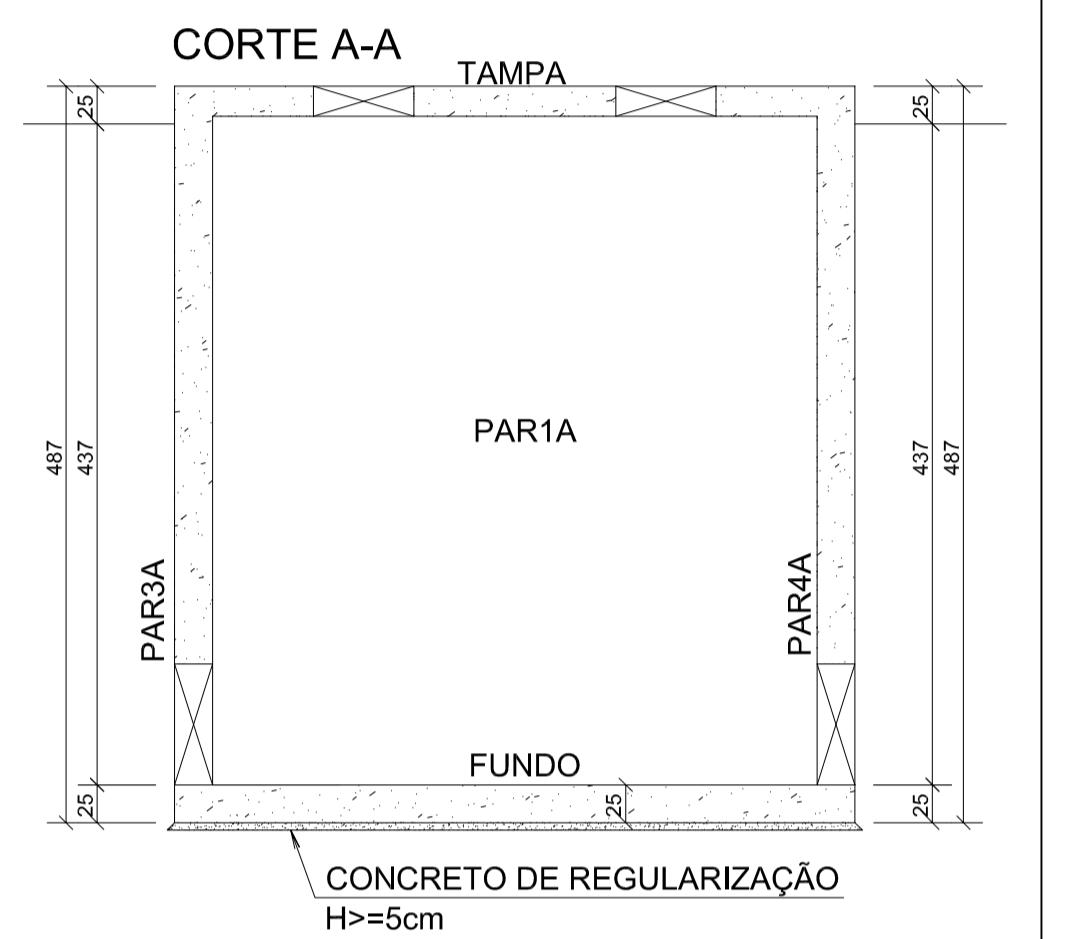
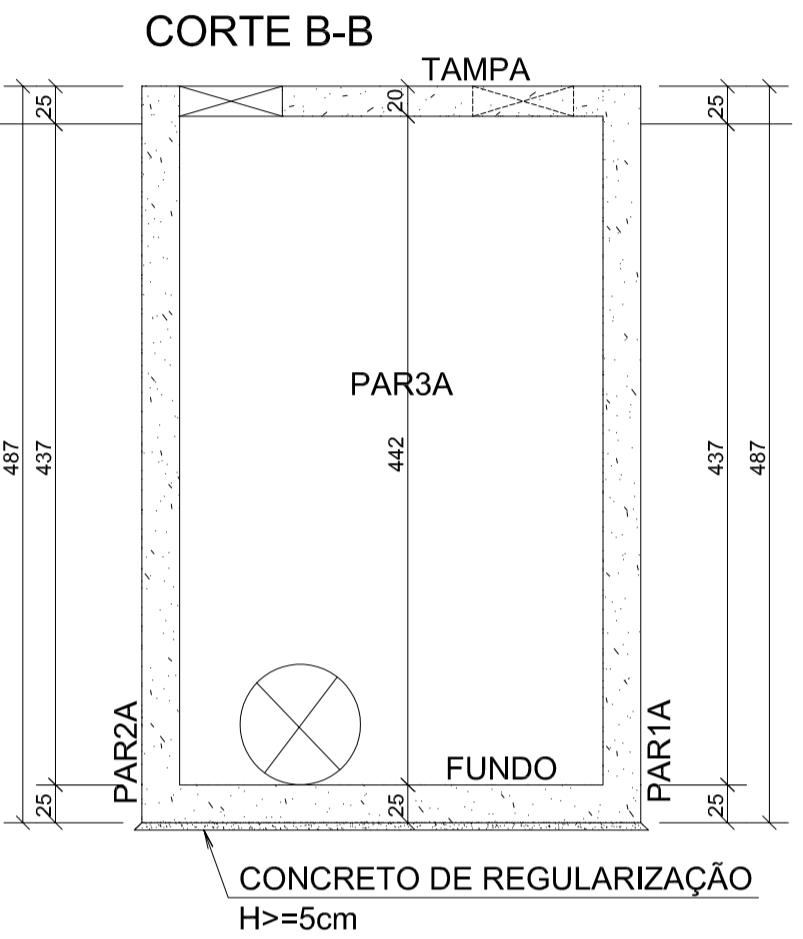
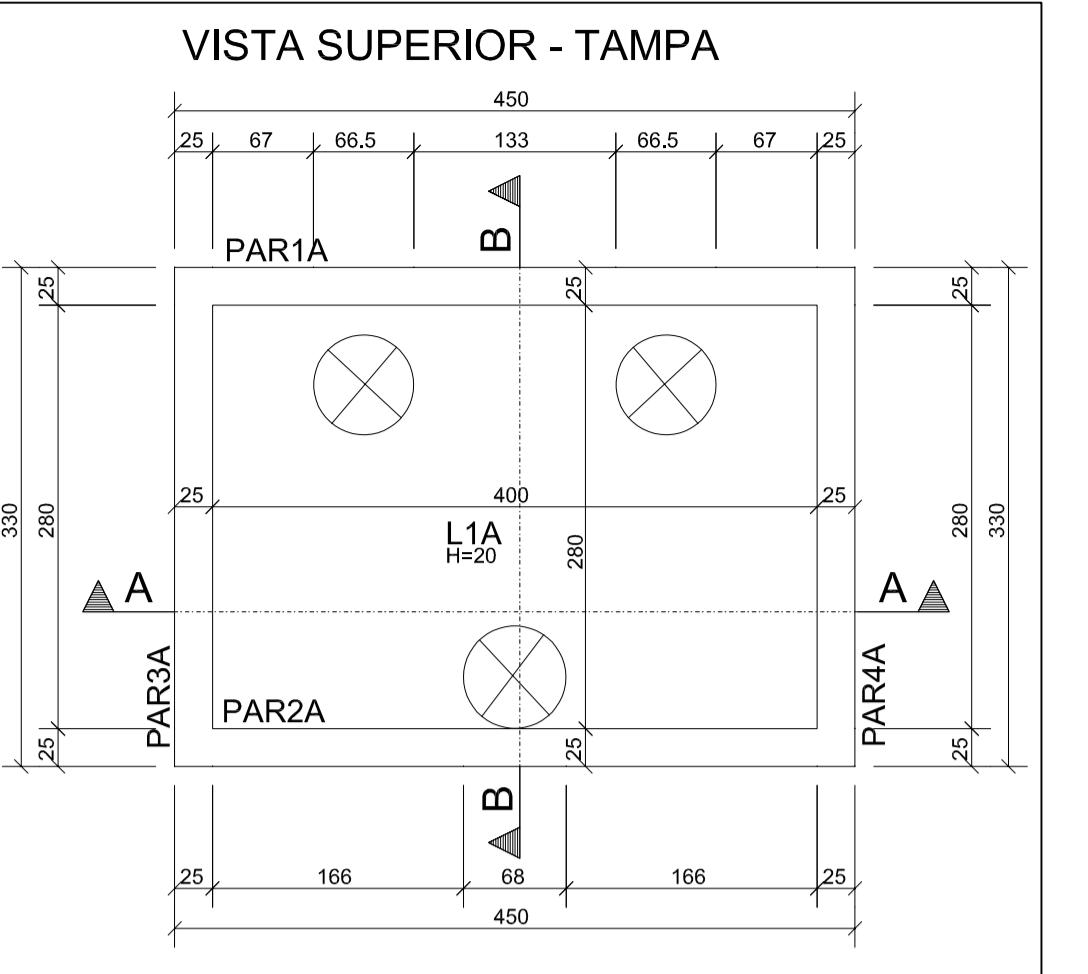
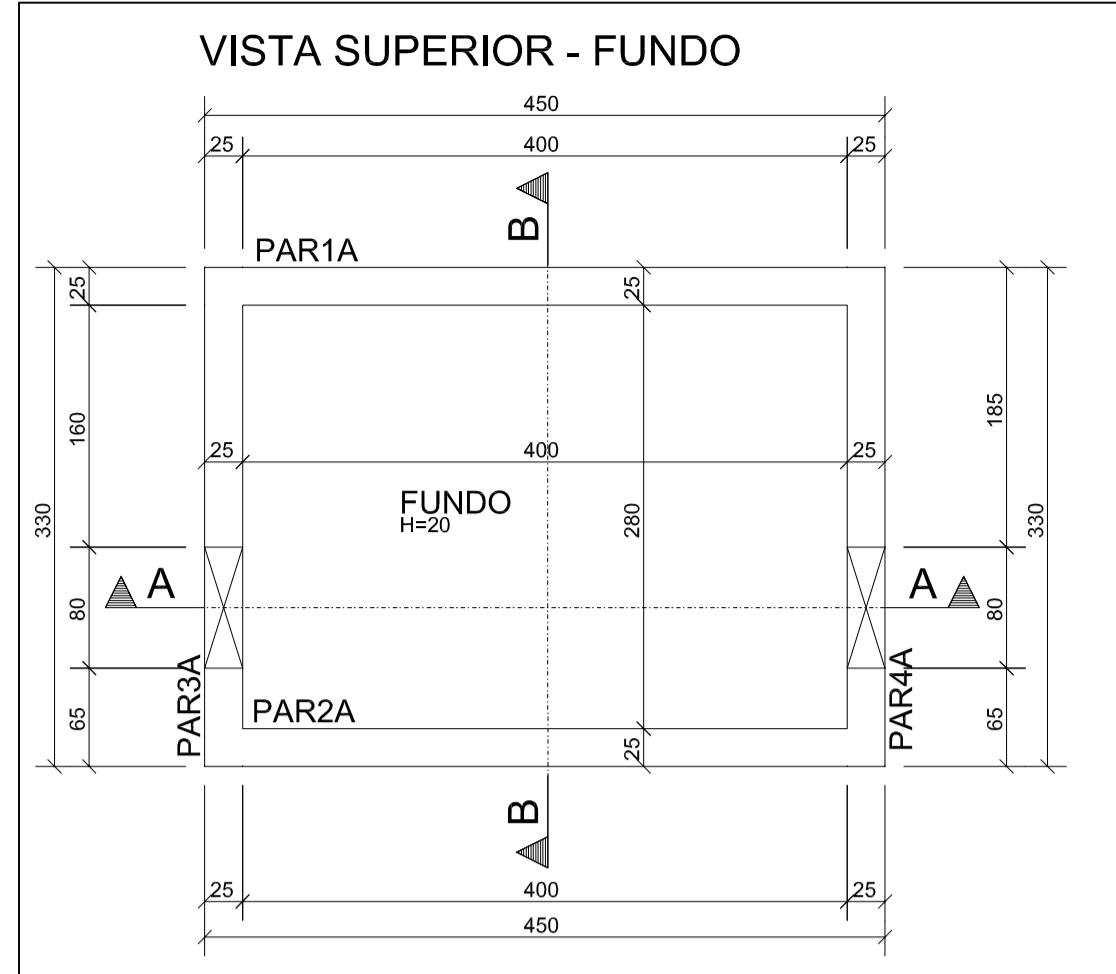


V1 À V14-TAMPA



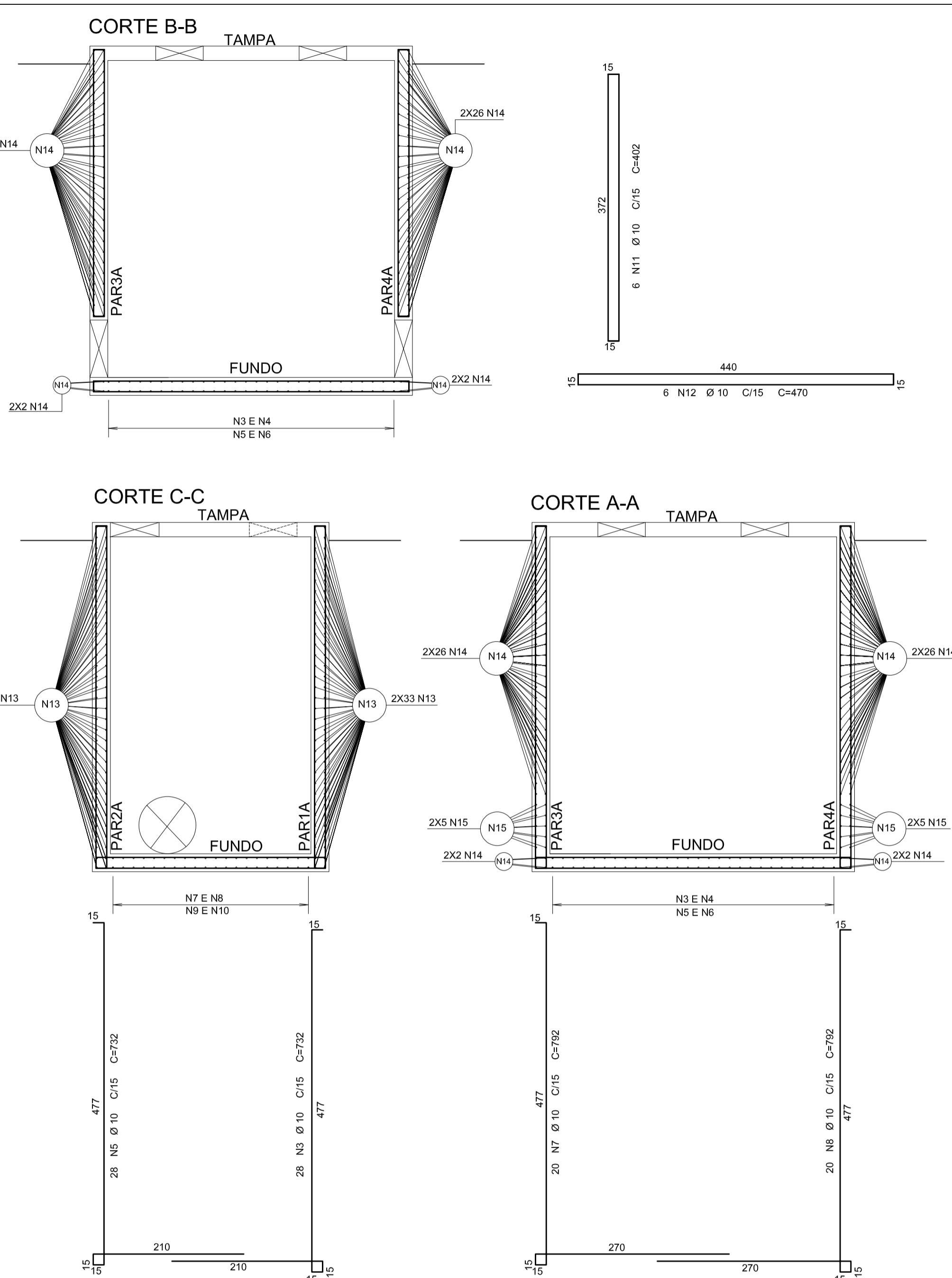
AÇO	POS	BIT	QUANT	COMPRIMENTO
		(mm)	UNIT	TOTAL (cm)
DETALHES FUROS				
50A	1	10	16	164 2624
50A	2	10	128	122 15616
50A	3	10	32	170 5440
50A	4	10	56	190 10640
50A	5	10	16	213 3408
50A	6	10	8	115 920
DET. ARMACAO LAJE				
50A	1	10	1353	220 29760
50A	2	10	1353	115 155595
50A	3	8	20	-CORR- 405680
DETALHE DE LIGACAO PAREDE-PAREDE				
50A	1	10	435	296 12876
50A	2	10	435	346 150510
50A	3	10	435	262 113970
50A	4	4	4	-CORR- 17376
FURO TAMPA 90X90 (X4) (X4)				
50A	1	10	16	270 4320
50A	2	10	16	210 3360
P1 À P70 (X70)				
50A	1	12.5	560	443 248080
60B	2	5	2590	94 243460
60B	3	5	5180	32 165760
60B	4	12.5	560	220 123200
V1 À V14-TAMPA (X14)				
50A	1	12.5	140	1080 151200
50A	2	12.5	70	1080 74200
50A	3	12.5	140	855 119700
50A	4	12.5	70	1050 73500
60B	5	5	2716	194 526904
50A	6	8	420	1055 443100
50A	7	12.5	70	550 38500
V15 À V24-TAMPA (X14)				
50A	1	12.5	140	1080 151200
50A	2	12.5	140	1080 149400
50A	3	12.5	140	855 119700
50A	4	12.5	140	1050 147000
60B	5	5	3612	194 700728
50A	6	8	560	1055 590800
50A	7	12.5	70	550 38500
RESUMO AÇO CA 50-60				
AÇO	BIT	COMPR	PESO	
60B	5	(m)	(kg)	
50A	8	16369	2619	
50A	10	14396	5758	
50A	12.5	9102	5734	
Peso Total 60B =		14332	14332	
Peso Total 50A =		16369	2619 kg	
Peso Total 50A =		14396	5758 kg	
Peso Total 50A =		9102	5734 kg	
Peso Total 50A =		14332	14332	



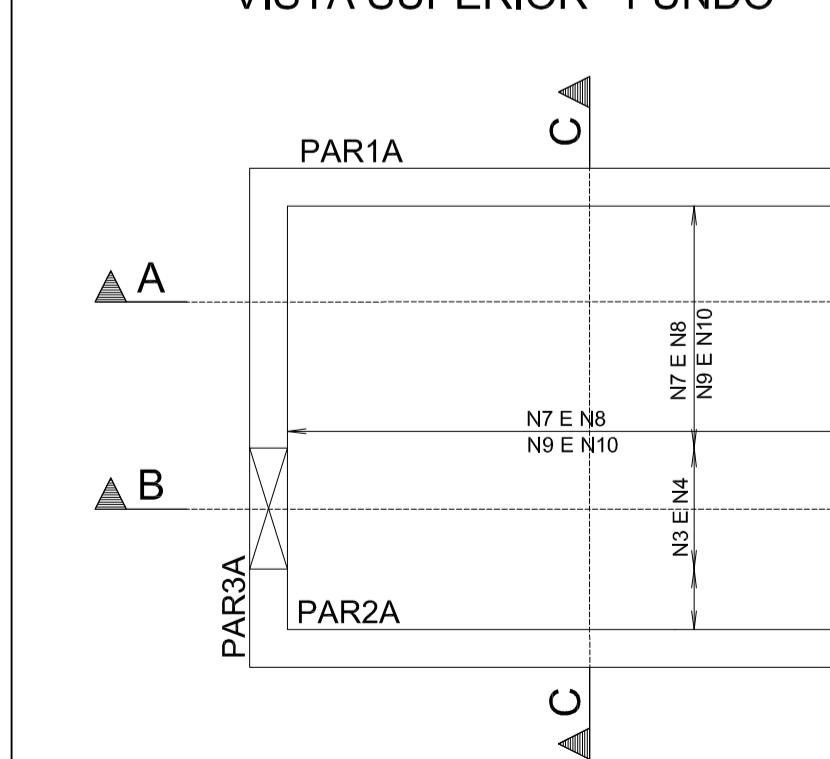


FORMAS DA CAIXA DE DESCARGA (X2)

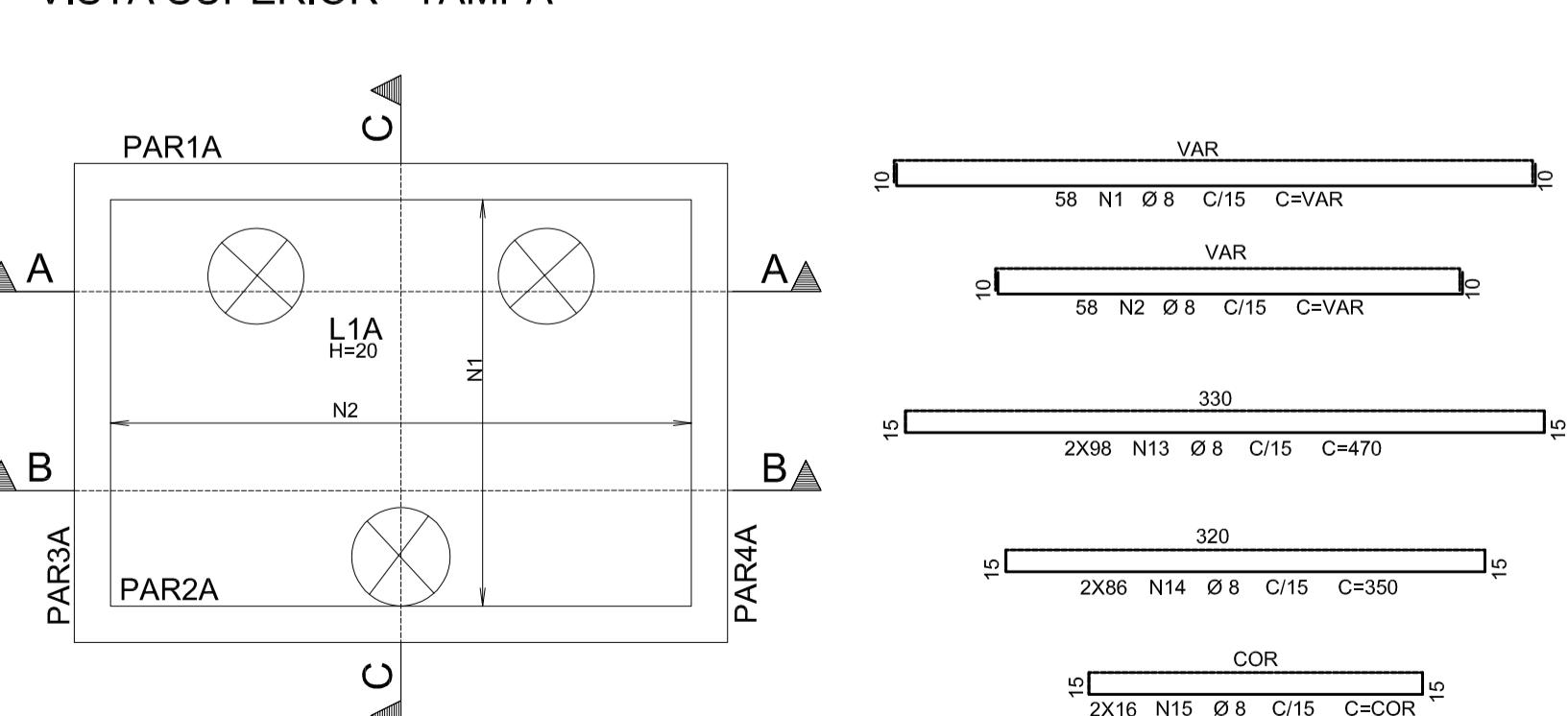
ESCALA - 1:100



VISTA SUPERIOR - FUNDO

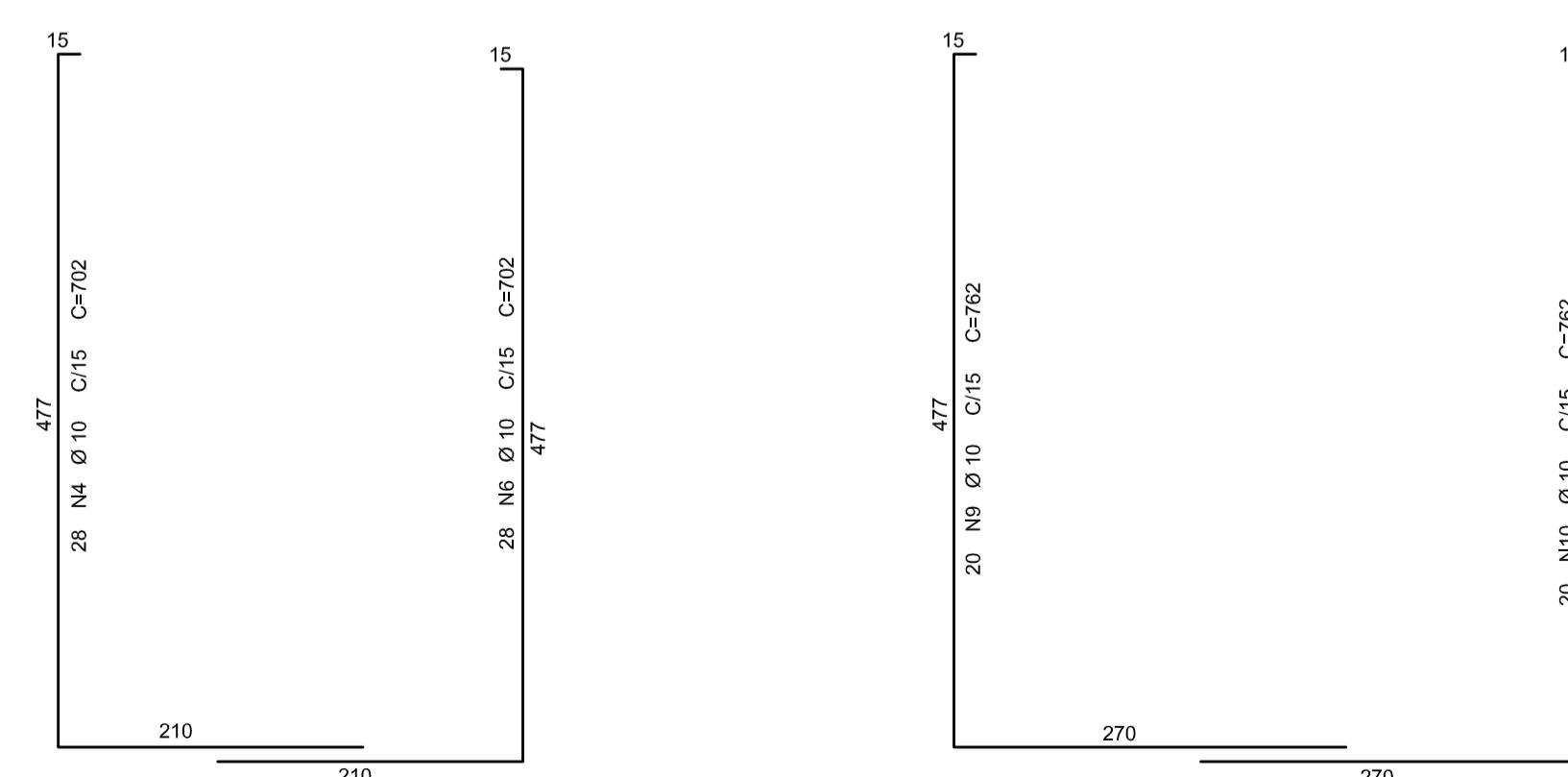


VISTA SUPERIOR - TAMPA



ARMAÇÃO CAIXA DE DESCARGA (X2)

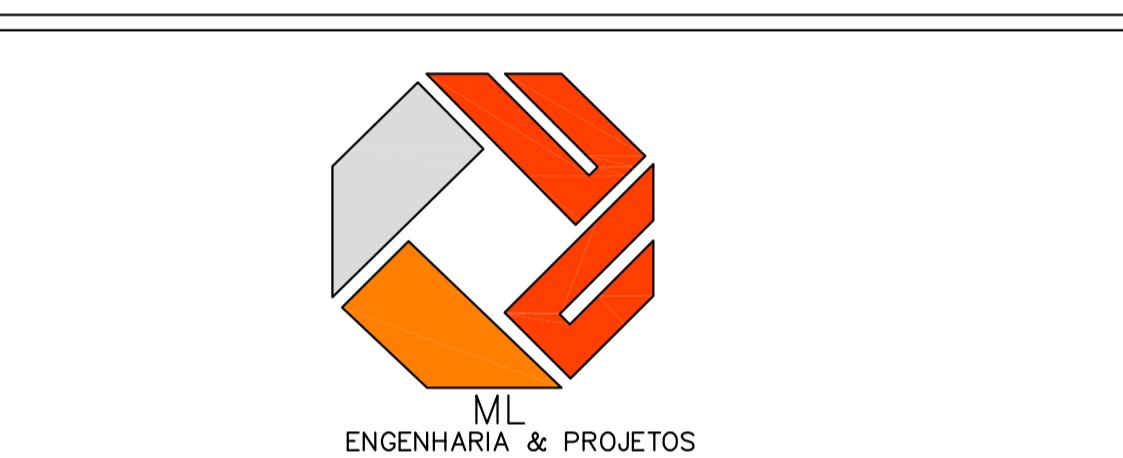
ESCALA - 1:100



AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	COMPRIMENTO TOTAL (cm)
ARMAÇÃO CAIXA DE DESCARGA (X2) (X2)					
50A	2	8	116	-VAR-	53980
50A	3	10	8	-VAR-	39440
50A	4	10	56	732	40992
50A	5	10	56	732	40992
50A	6	10	56	732	39312
50A	7	10	40	792	31680
50A	8	10	40	792	30480
50A	9	10	40	762	30480
50A	10	10	40	470	5640
50A	11	10	12	402	4824
50A	12	10	12	470	5640
50A	13	8	392	470	184240
50A	14	8	344	350	120400
50A	15	8	64	-CORR-	22400

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	4198	1679
50A	10	2954	1861

Peso Total 50A = 3540 kg



NOTAS :

- 1 - Cotas e Dimensões em cm.
- 2 - Concreto : Fck = 30MPa Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa Fator Água Cimento : A/C <=0.45 Consumo de Cimento : 350Kgf/m³
- 3 - Aços : CA-50 – Fyk = 500 MPa CA-60 – Fyk = 600 MPa
- 4 - Concreto de regularização: Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa Espessura : 5.0cm Consumo de Cimento : 250Kgf/m³
- 5 - As cotas prevalecem sobre o desenho
- 6 - Classe de Agressividade Ambiental = Iv
- 7 - Fator do Terreno:S1 = 1.0
- 8 - Categoria de Rugosidade:S2 = 1
- 9 - Classe da Edificação:S2 = C
- 10 - Fator Estatístico:S3 = 1.00
- 11 - Velocidade Básica do Vento:V = 30m/s
- 12 - Cobertura das Armaduras : tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras

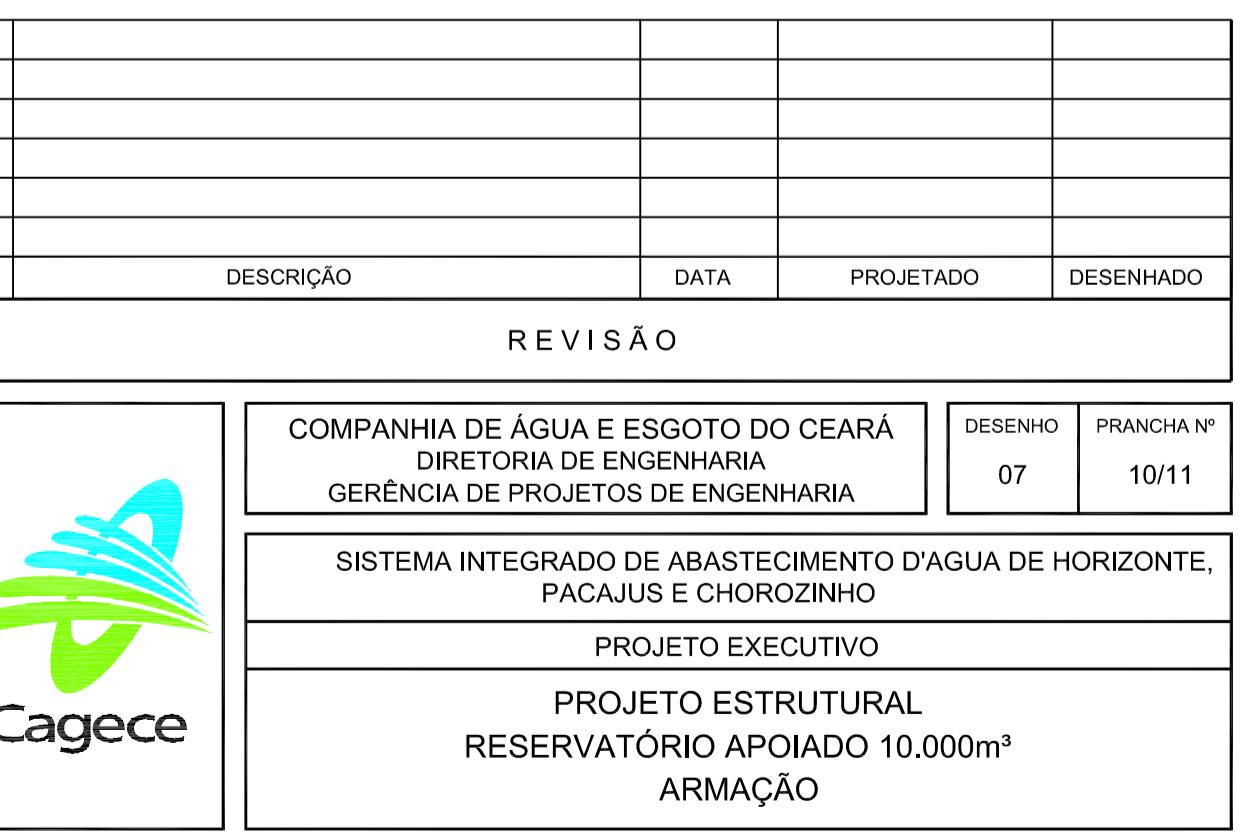
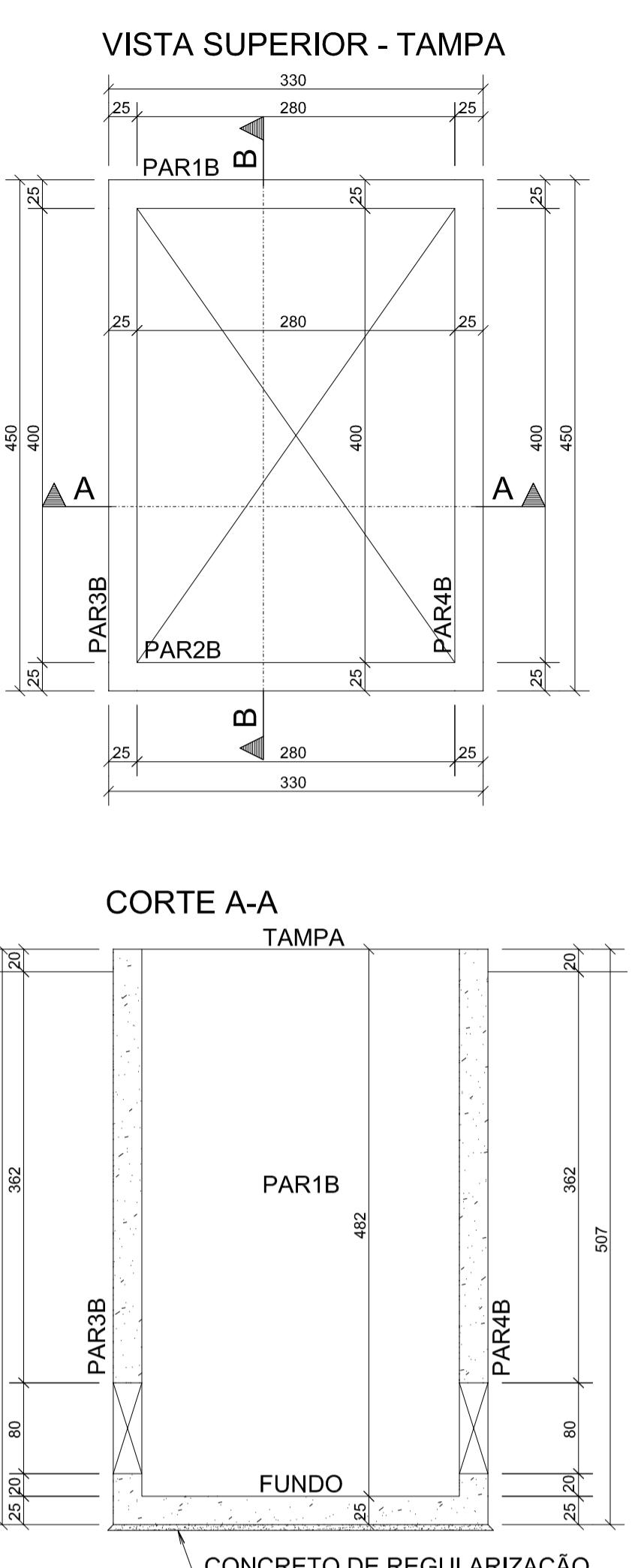
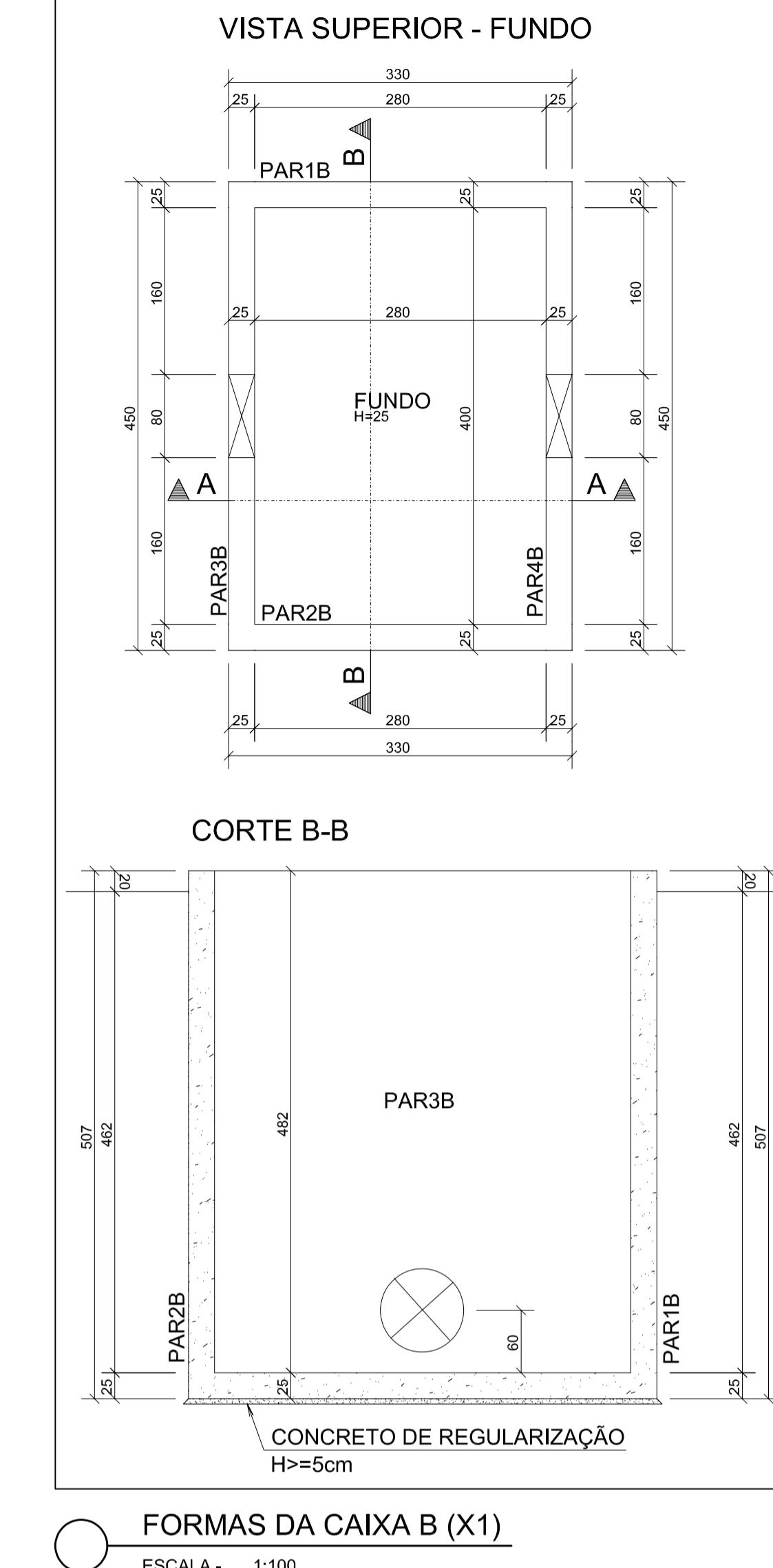
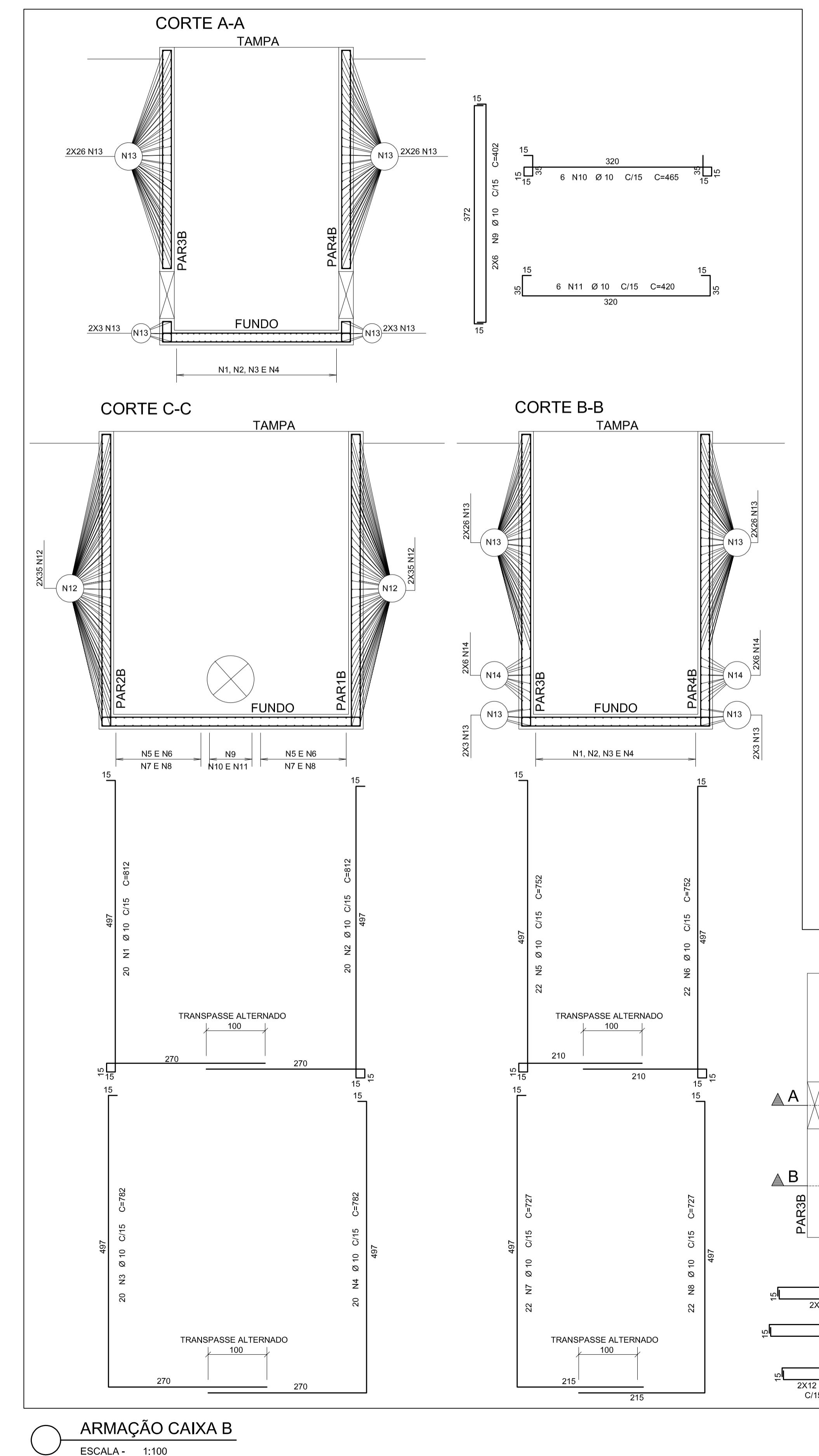
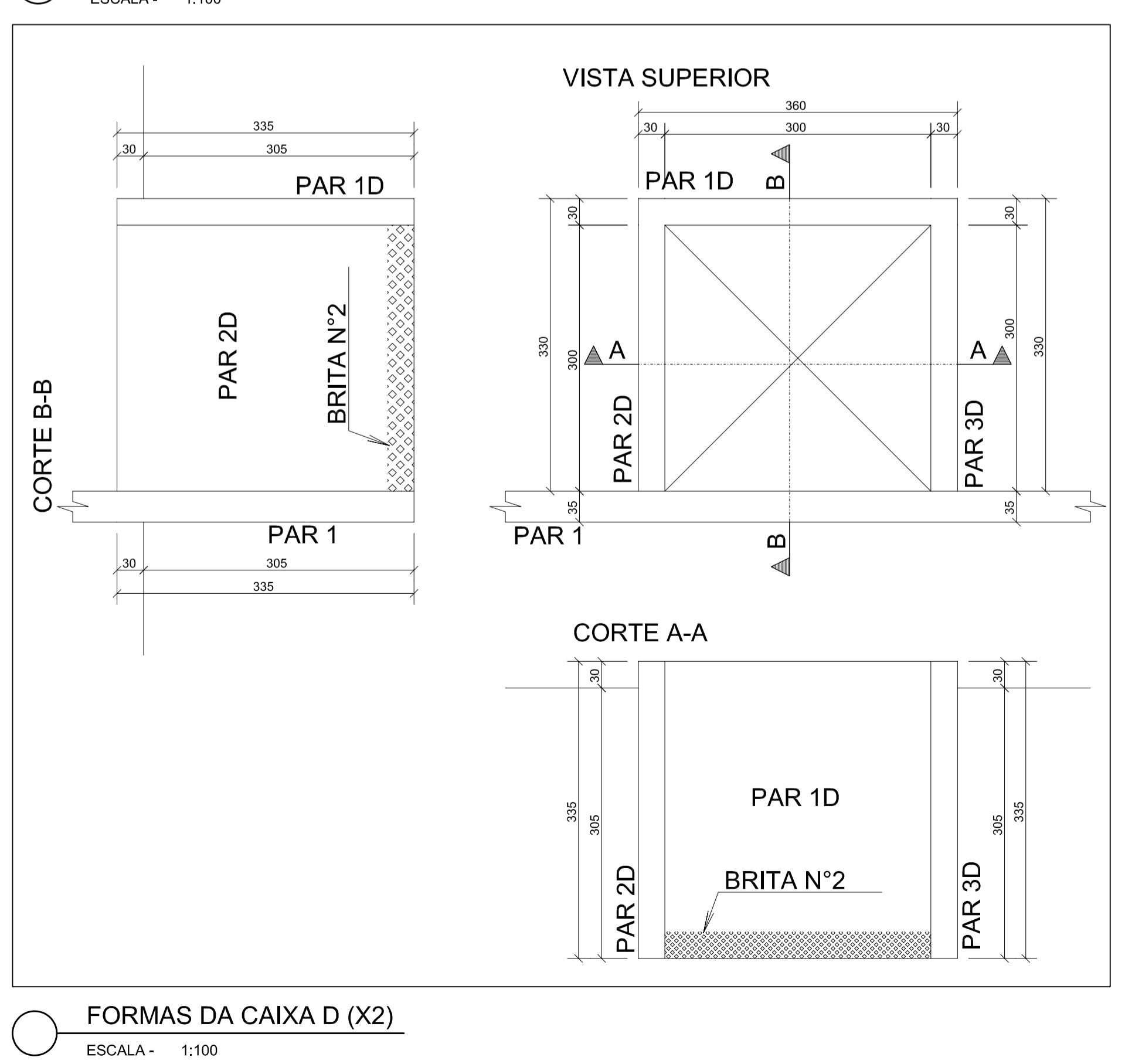
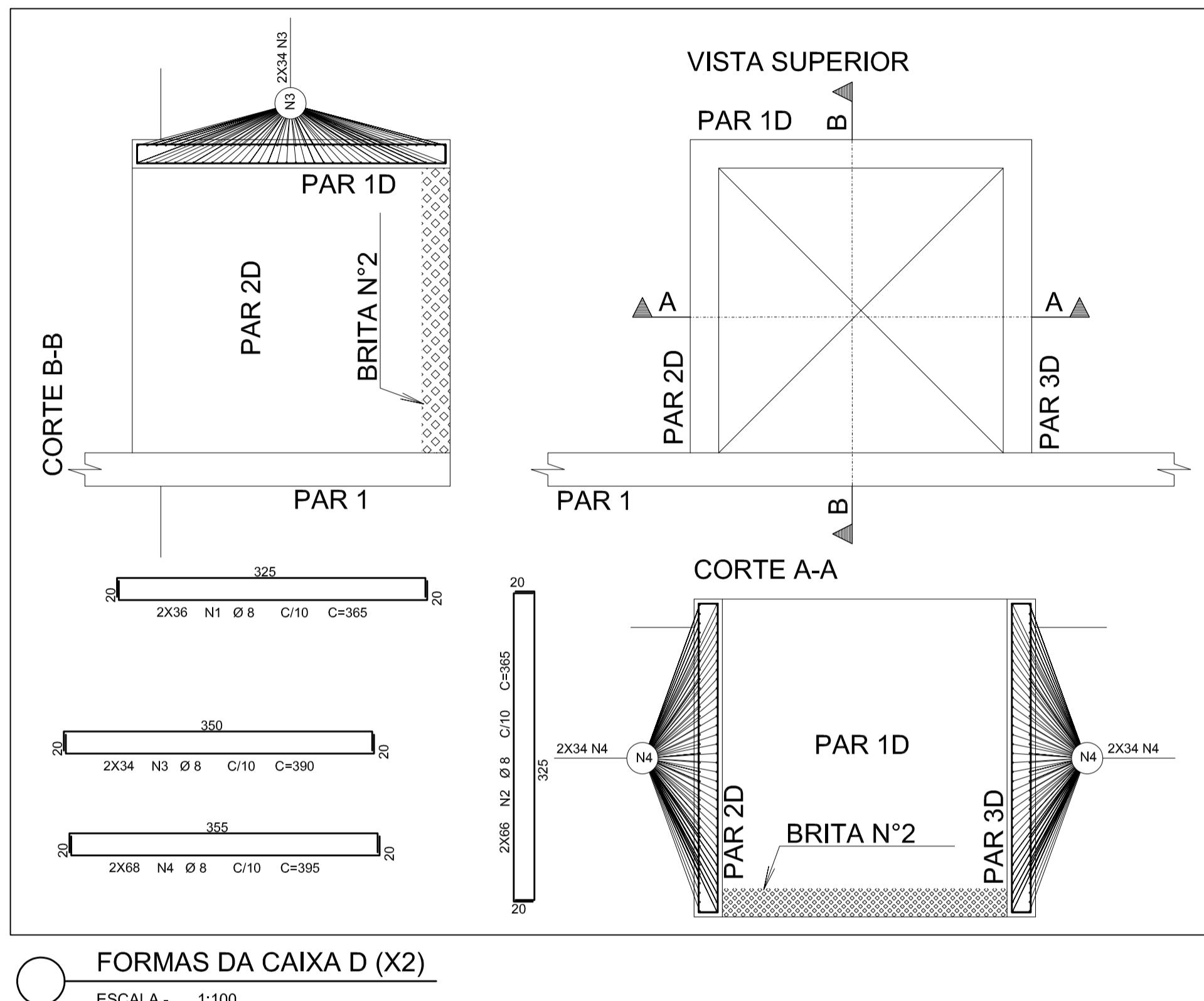
Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
R E V I SÃO				

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ	DIRETORIA DE ENGENHARIA	DESENHO 07	PRANCHA Nº 09/11		
	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'AGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO				
PROJETO EXECUTIVO						
PROJETO ESTRUTURAL						
RESERVATÓRIO APOIADO 10.000m³						
ARMAÇÃO						

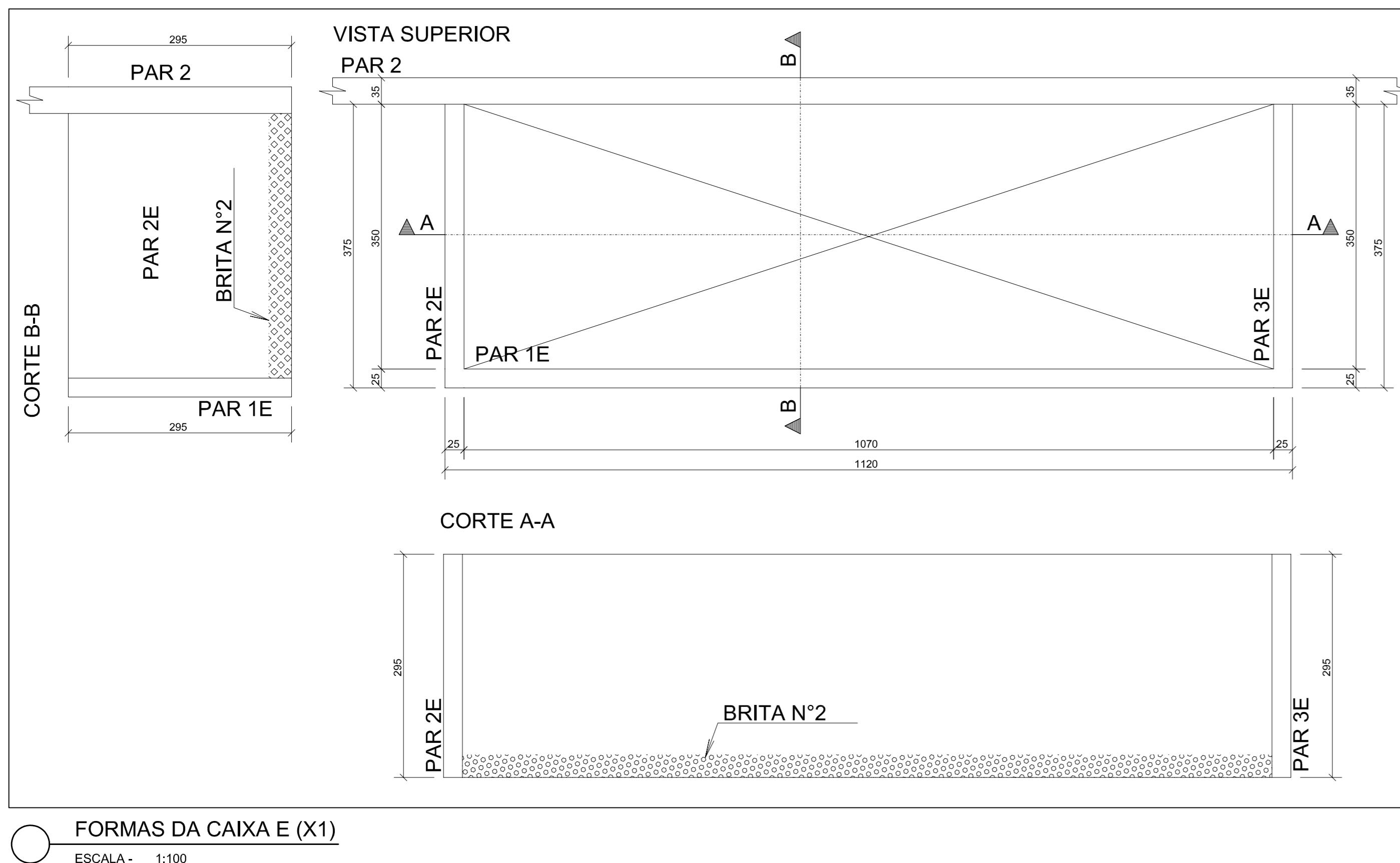
GERÊNCIA:	ENG° RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050
PROJETO:	ENG° CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE
ESCALA:	INDICADA
ARQUIVO:	0508ST-009-EST-R00.DWG
DATA:	JULHO/2017

AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO CAIXA B					
50A	1	10	20	812	16240
50A	2	10	20	812	16240
50A	3	10	20	782	15640
50A	4	10	20	782	15640
50A	5	10	22	752	16544
50A	6	10	22	752	16544
50A	7	10	22	727	15994
50A	8	10	22	727	15994
50A	9	10	12	402	4824
50A	10	10	6	465	2790
50A	11	10	6	420	2520
50A	12	8	140	350	49000
50A	13	8	116	470	54520
50A	14	8	24	205	4920
FORMAS DA CAIXA D (X2)					
50A	1	8	72	365	26280
50A	2	8	132	365	48180
50A	3	8	68	390	26520
50A	4	8	136	395	53720

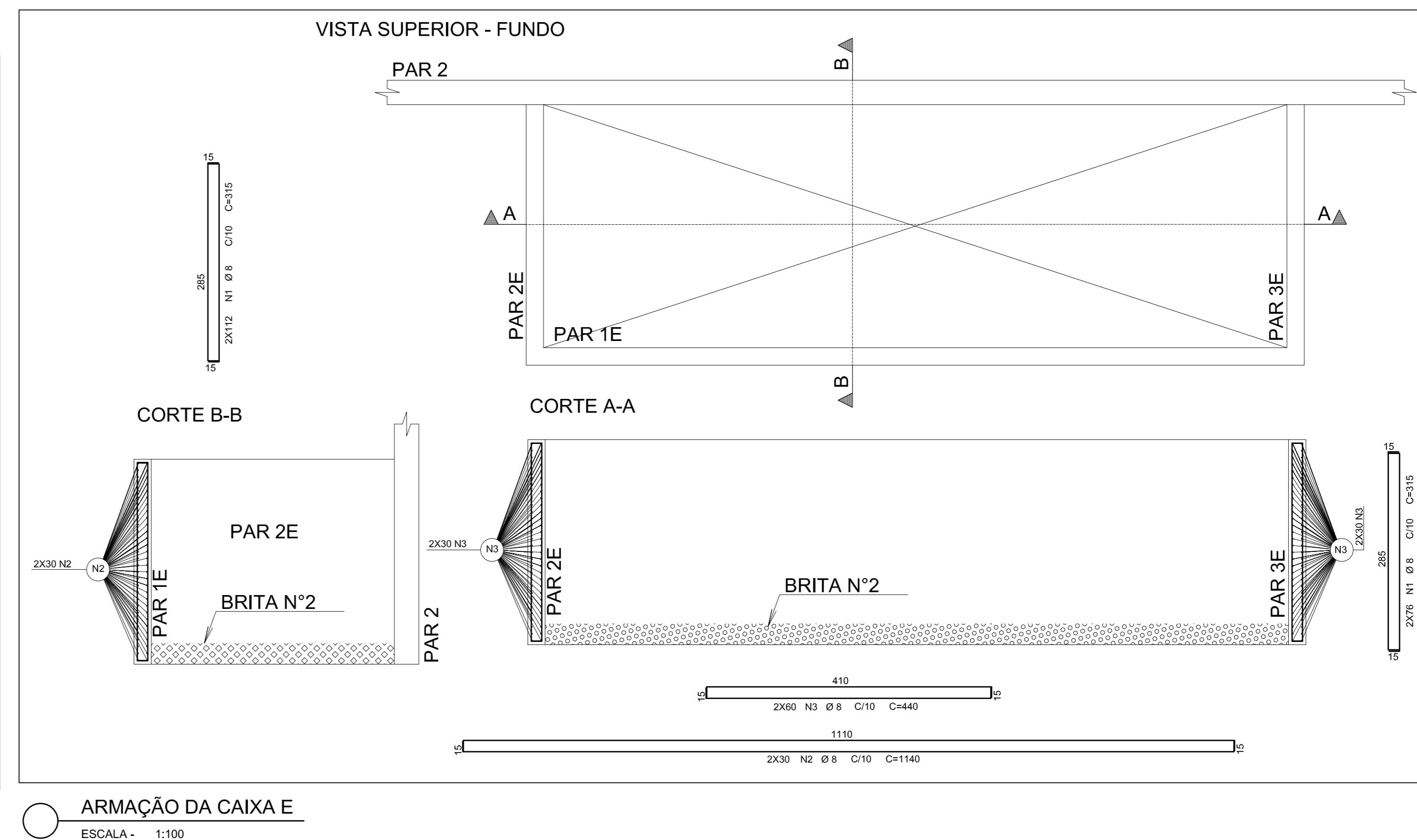
RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	2631	1053
50A	10	1390	876
Peso Total	50A =		1928 kg



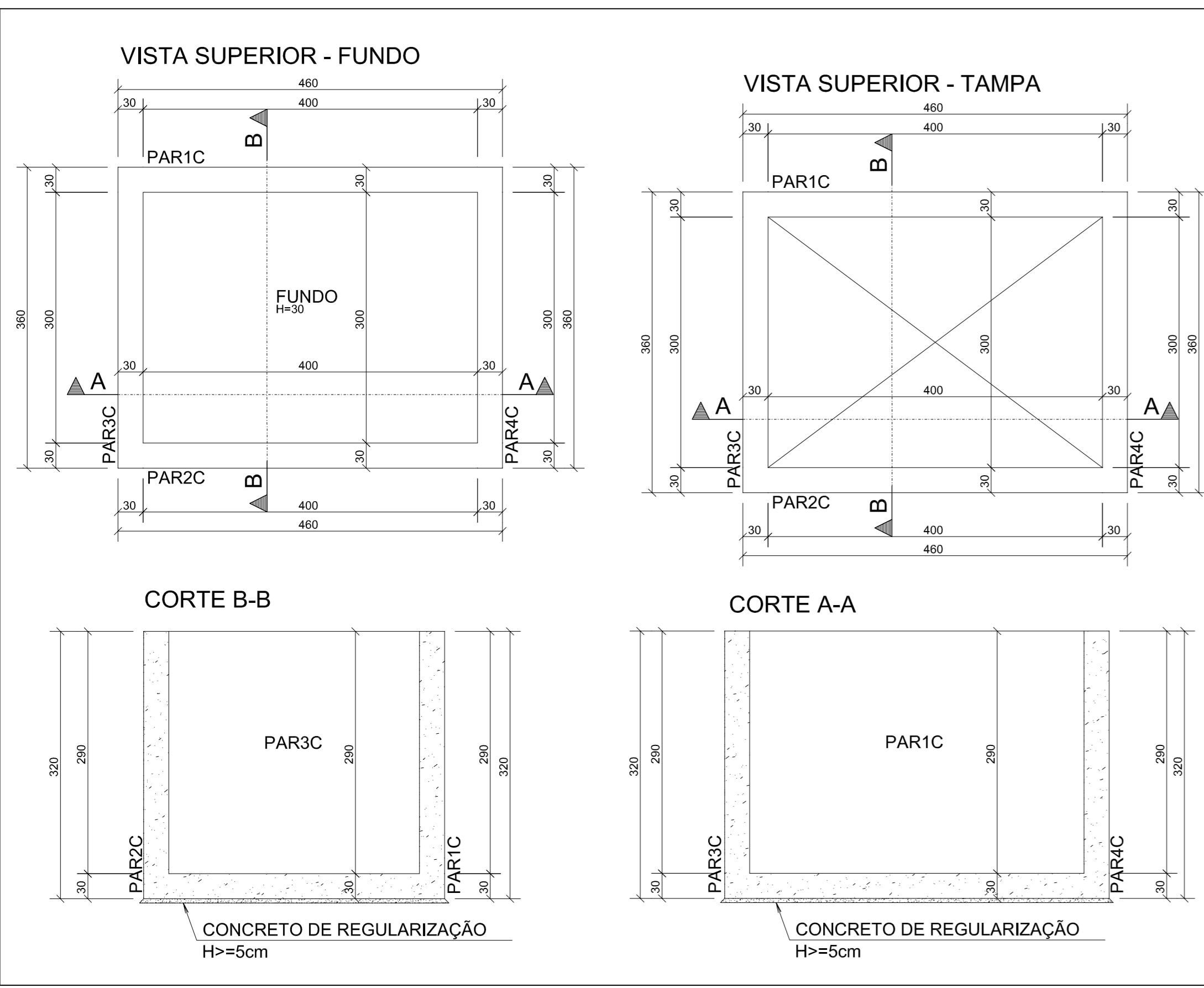
ENG° RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO		
GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050		
ENG° CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D 		
GUSTAVO ANDRADE	ESCALA.	INDICADA
0508ST-010-EST-R00.DWG	DATA:	JULHO/2017



FORMAS DA CAIXA E (X1)



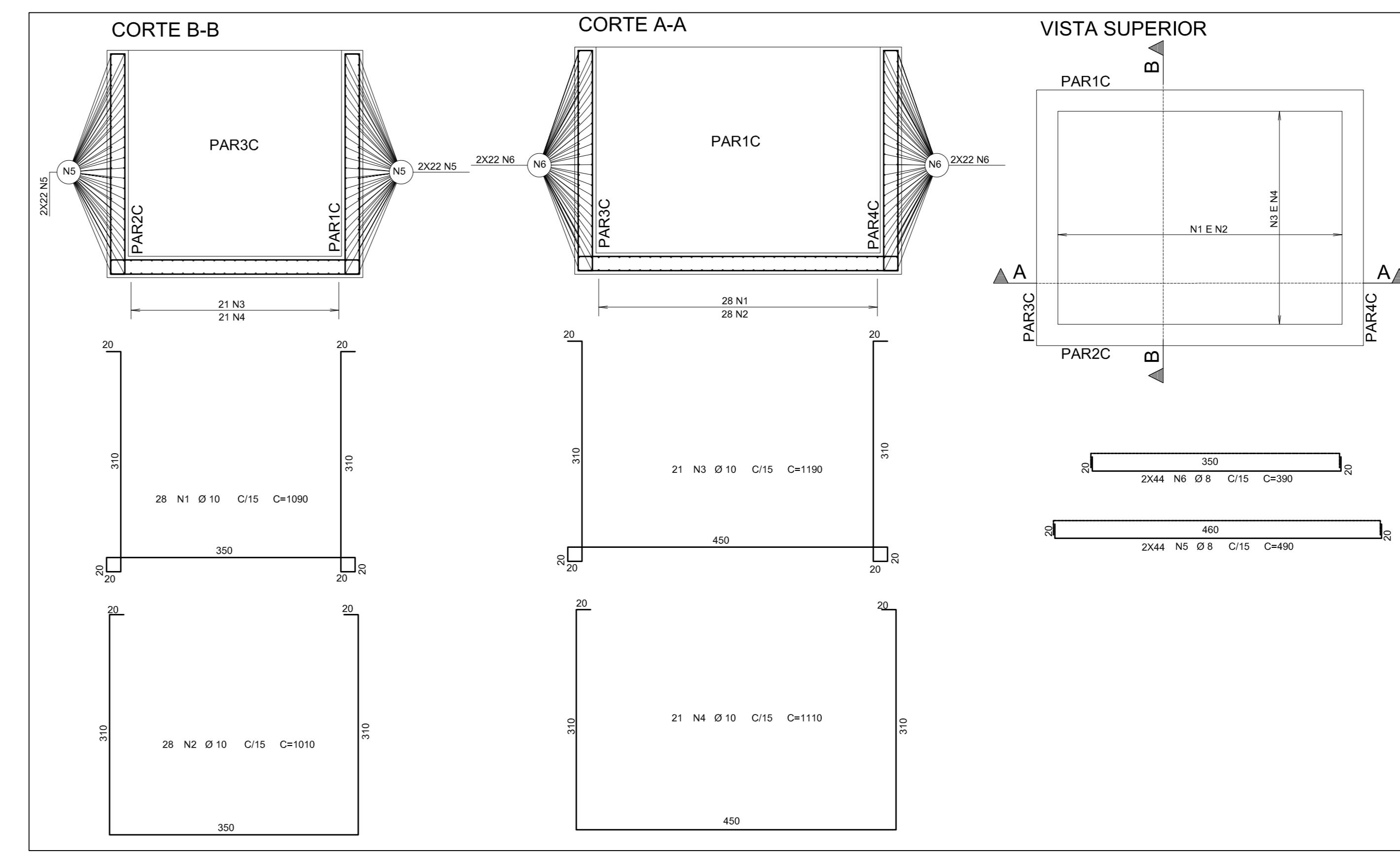
ARMAÇÃO DA CAIXA E





FORMAS DA CAIXA DO POÇO DE SUCÇÃO (X2)

ESCALA - 1:100



 ARMAÇÃO CAIXA DO POÇO DE SUCÇÃO
ESCALA - 1:100

AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO DA CAIXA E					
50A	1	8	376	315	118440
50A	2	8	60	1140	68400
50A	3	8	120	440	52800
ARMAÇÃO CAIXA DO POÇO DE SUCÇÃO (X2)					
50A	1	10	56	1090	61040
50A	2	10	56	1010	56560
50A	3	10	42	1190	49980
50A	4	10	42	1110	46620
50A	5	8	176	490	86240

	50A	6	8	176	390	68640
RESUMO AÇO CA 50-60						
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)			
50A	8	3945	1578			
50A	10	2142	1349			
Peso Total	50A =		2928 kg			

100

ce

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

DESENHO	PRANCHAS
07	11/1

SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTES PACAJUS E CHOROZINHO

PROJETO EXECUTIVO

PROJETO ESTRUTURAL
RESERVATÓRIO ARQUIADO 10.000m³

RESERVATORIO APOIADO 10.000H³ ARMAÇÃO

IGREJA DE ARRUDA LEITÃO

ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050

11

S RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D

DRADE ESCALA. INDICAD

ST-B20-RWC DATA JUN 20/20

ST-R00.DWG DATA: JULHO/20

1.2 Tanque Hidropneumático Cap. 5000L e Macromedidor para o Sistema de Horizonte-CE

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

**MEMORIA DE CÁLCULO – TANQUE HIDROPNEUMÁTICO CAP.5000L
E MACROMEDIDOR PARA O SISTEMA DE HORIZONTE-CE**



Serra/ES

25 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	FUNDАÇÕES.....	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	PAR5	26
3.6	PAR6	30
3.7	TAMPA	34
3.8	FUNDO	38

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural do Tanque Hidropneumático cap.5000l e Macromedidor para o sistema de Horizonte-CE.

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:

- 024B - SAA Horizonte - Tanque Hidropneumático e Macromedidor

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: tanque Hidropneumático cap.5000l e Macromedidor para o sistema de Horizonte-CE

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					
Concrete armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concrete protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da barra 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 esfálticos 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, condutores de esgoto, canais de escoamento 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.

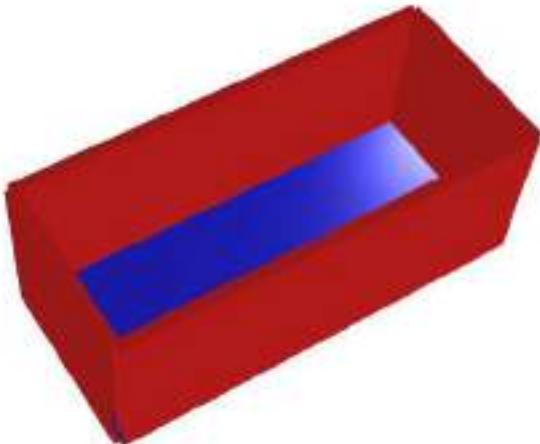
- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

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:

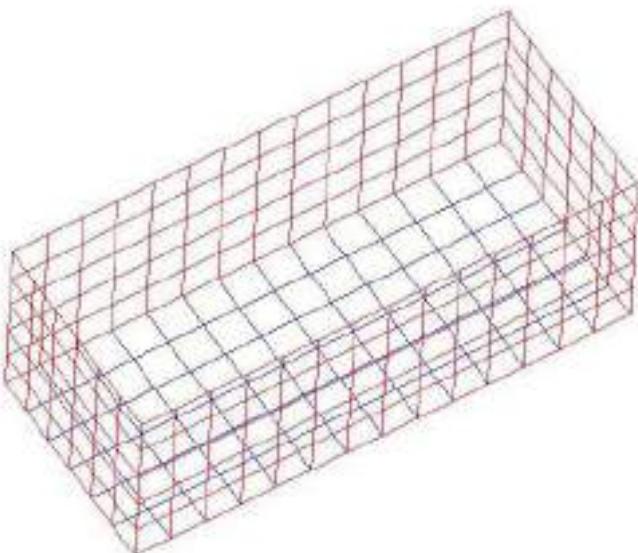
$$d_{\max} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

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 - Macromedidor



PERSPECTIVA 3D da malha - Macromedidor



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 Frequentes (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	f_{ck} ρ_{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	0,480	0,518	0,575	

⁽¹⁾ Os valores de ρ_{min} estabelecidos nesta tabela pressupõem o uso de aço CA-50, $\gamma_0 = 1,4$ e $\gamma_1 = 1,15$. Caso esses fatores sejam diferentes, ρ_{min} deve ser recalculado com base no valor de γ_{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:

- Hidroball:
 - Paredes: 20 cm
 - Fundo: 18 cm
- Macromedidor:
 - Parede: 20 cm
 - Tampa: 15 cm

2.4 FUNDAÇÃO

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

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

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



Tensão admissível (kgf/cm²)	Kv (kgf/cm²)	Tensão admissível (kgf/cm²)	Kv (kgf/cm²)
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 $x_3=1000\text{tf/m}$

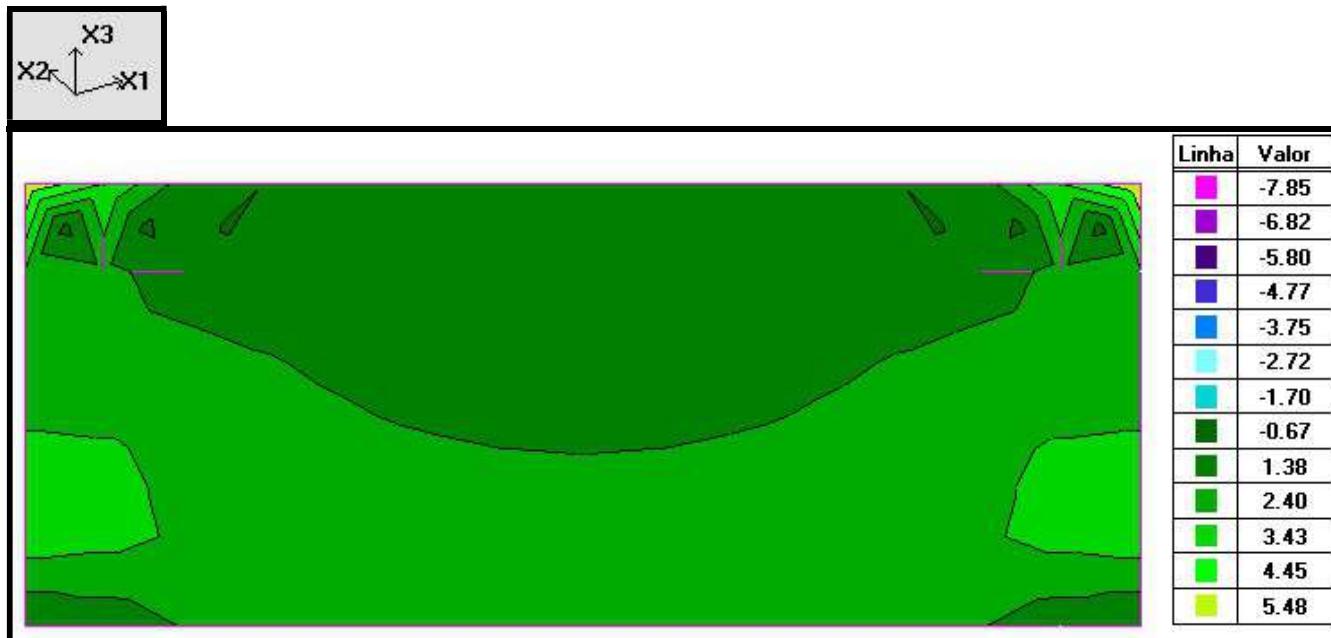


Cagece

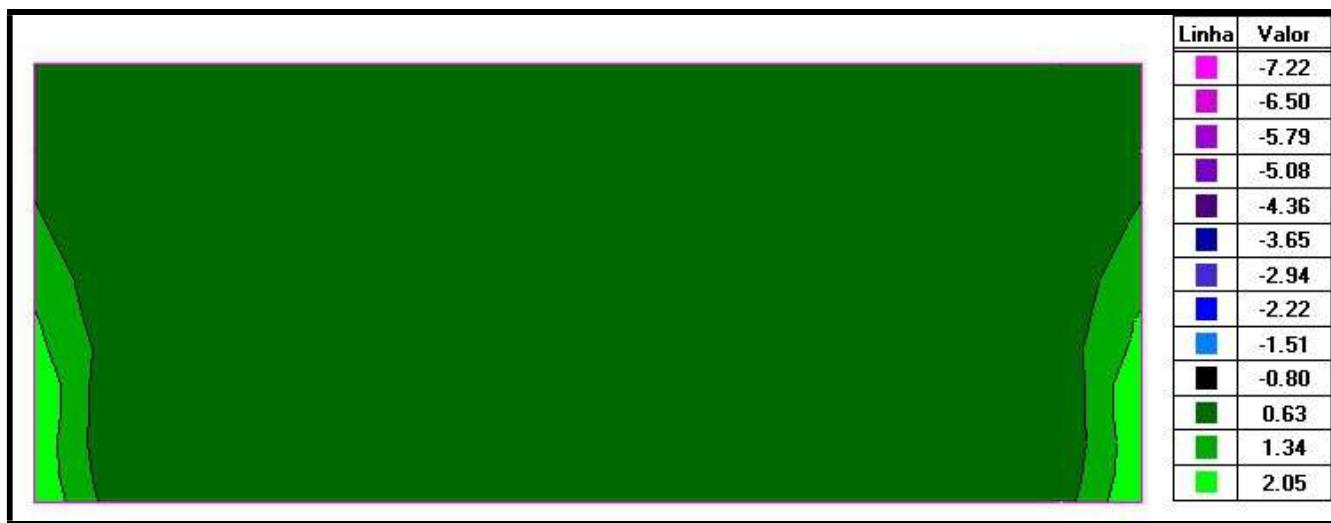


3.0 TANQUE HIDROPNEUMÁTICO CAP.5000L E MACROMEDIDOR PARA O SISTEMA DE PACAJUS-CE

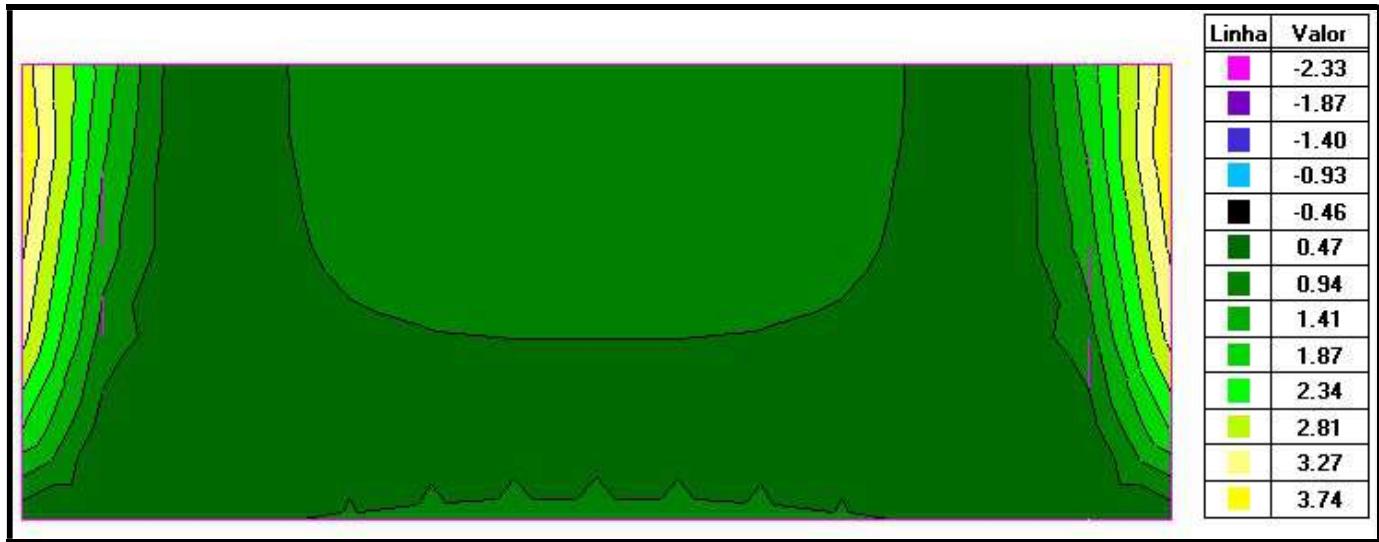
3.1 PAR 1=PAR2



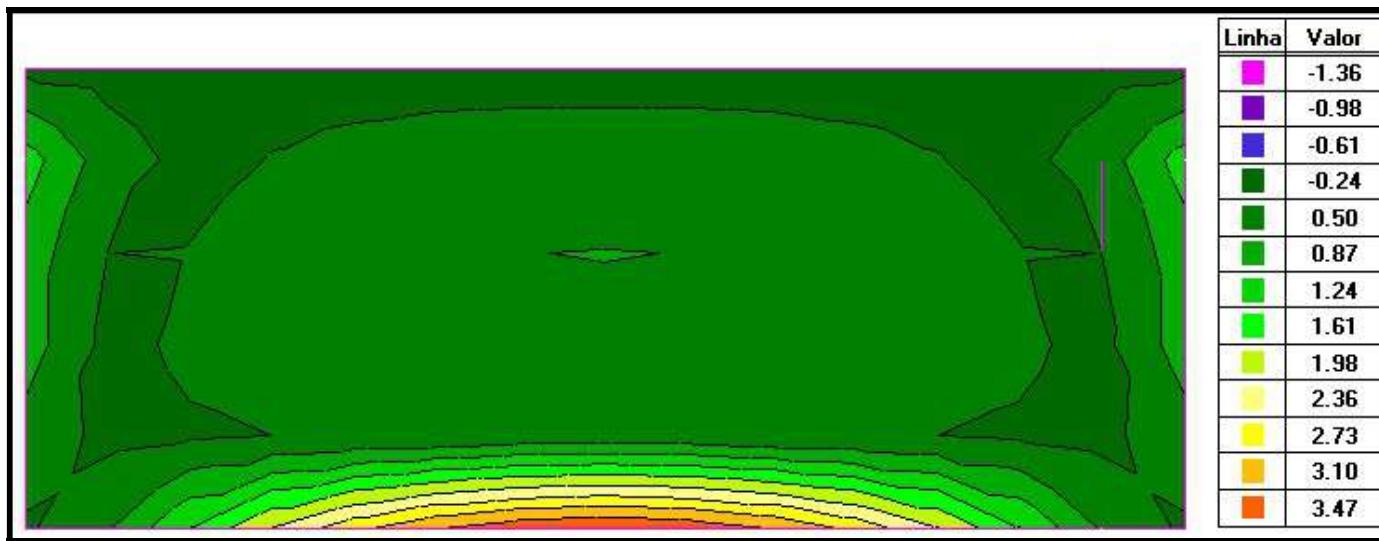
PAR1=PAR2 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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



Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003

Materiais	Esfórgos			Seção			SEGURANÇA				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,mín (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	2,34	5,48	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)	Arranjo	Resumo - ELU
As1 (cm²/m)	-	8	12,0	4,19	Zona ξ ω_1 ω_2
As2 (cm²/m)	4,09	8	12,0	4,19	Zona D 0,116 0,000 0,065

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

Materiais	Esfórgos			Cálculo			Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)		
500	30	2,34	5,48	20	4,9	8	12,0		
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η^1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80		
αs	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,003842927	0,222	3,35	316,37	0,00	0,14041591	0,465318326		

PAR1=PAR2 – 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, mín (cm²/m)
500	30	1,98	2,05	20	4,9	0,5	3,46
							1,40
							1,15
							1,40
							Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica							
Arranjo		Esp. (cm)		As,tot (cm²/m)			
As1 (cm²/m)	-	8	12,0		4,19		
As2 (cm²/m)	3,95	8	12,0		4,19		

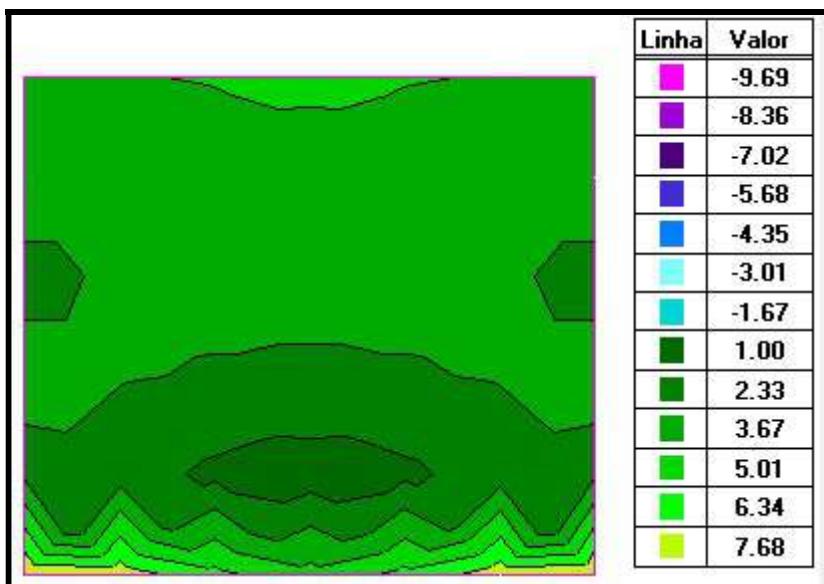
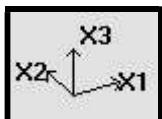
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO							
Materiais		Esfórcos		Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)
500	30	1,98	2,05	20	4,9	8	12,0

Cálculo							
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	r1	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	0,203	3,07	304,58	0,00	0,13015065	0,447986742

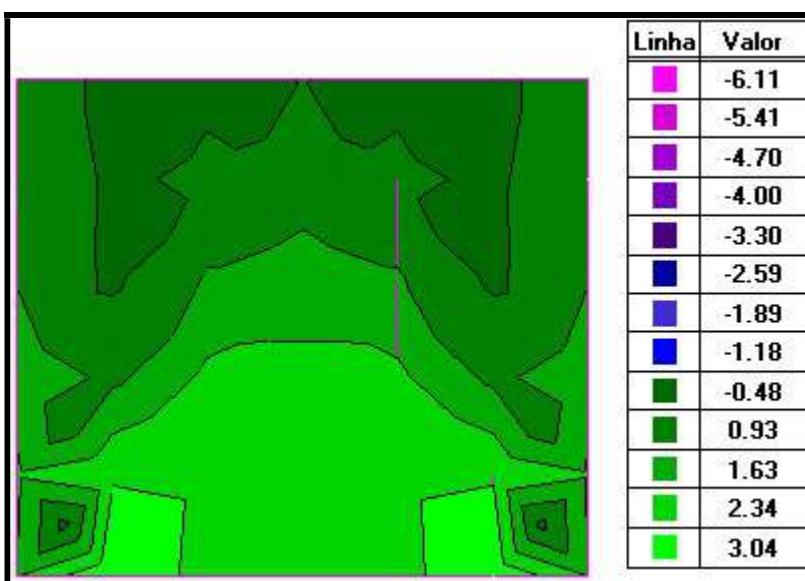
PAR1=PAR2 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



3.2 PAR 3=PAR4



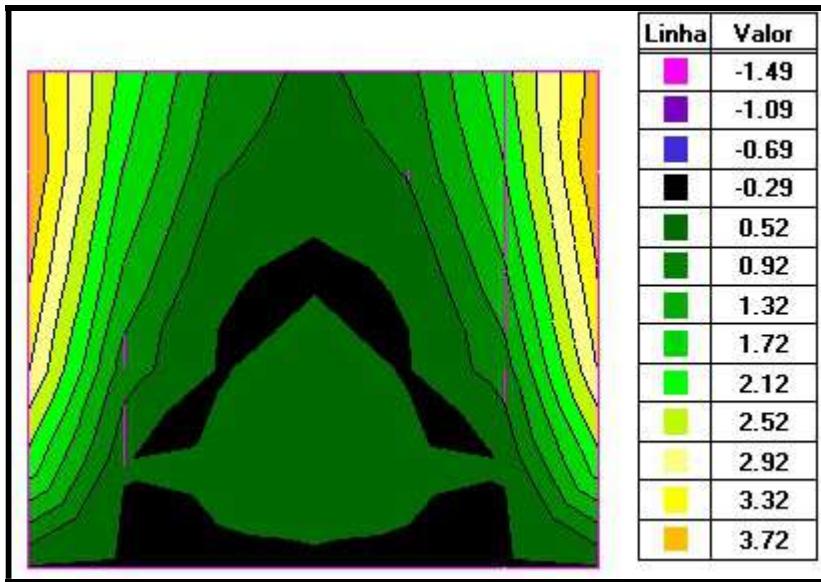
PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



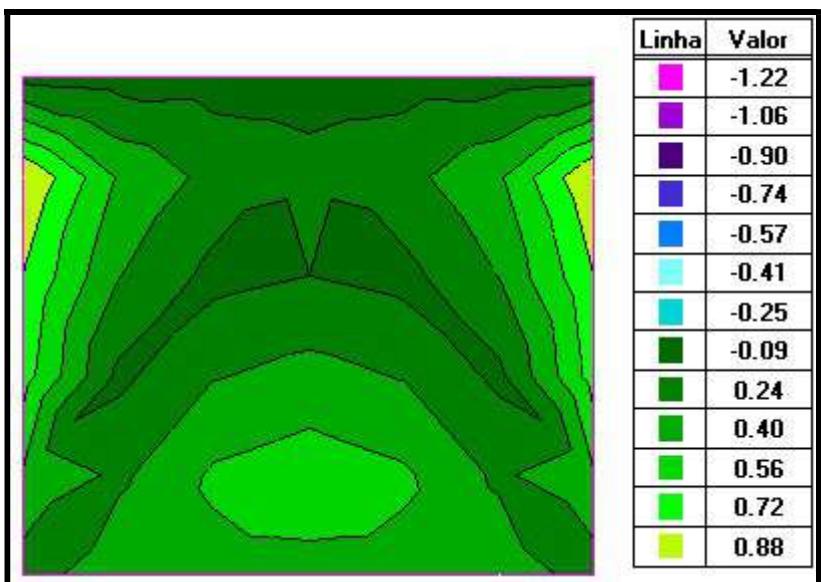
PAR3=PAR4 – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



Cagece



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



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



Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003												
Materiais	Esfórcos			Seção				Segurança				
	Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ máx.	As, mín (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	2,12	7,68		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)	As, tot (cm²/m)	Zona	ξ	ω1	ω2	Zone D	0,111	0,000	0,050	
As1 (cm²/m)	-	8	12,0		4,19							
As2 (cm²/m)	3,13	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)	Bitola	φ	Esp. (cm)	As (cm²/m)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1
500	30	2,12	7,68		20	4,9	8	12,0				

Cálculo												
As (cm²/m)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)						
4,19	210.000	26.072	2,90	10,90	12,00	130,80						
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)						
8,05	0,003842927	0,243	3,66	248,68	0,00	0,08675515	0,365754461					

PAR3=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,mín (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	0,88	3,04	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							
As1 (cm²/m)	Φ (mm)	Esp. (cm)	As,tot (cm²/m)	Zona	ξ	ω1	ω2				
As1	-	8	12,0	4,19							
As2	1,27	8	12,0	4,19							

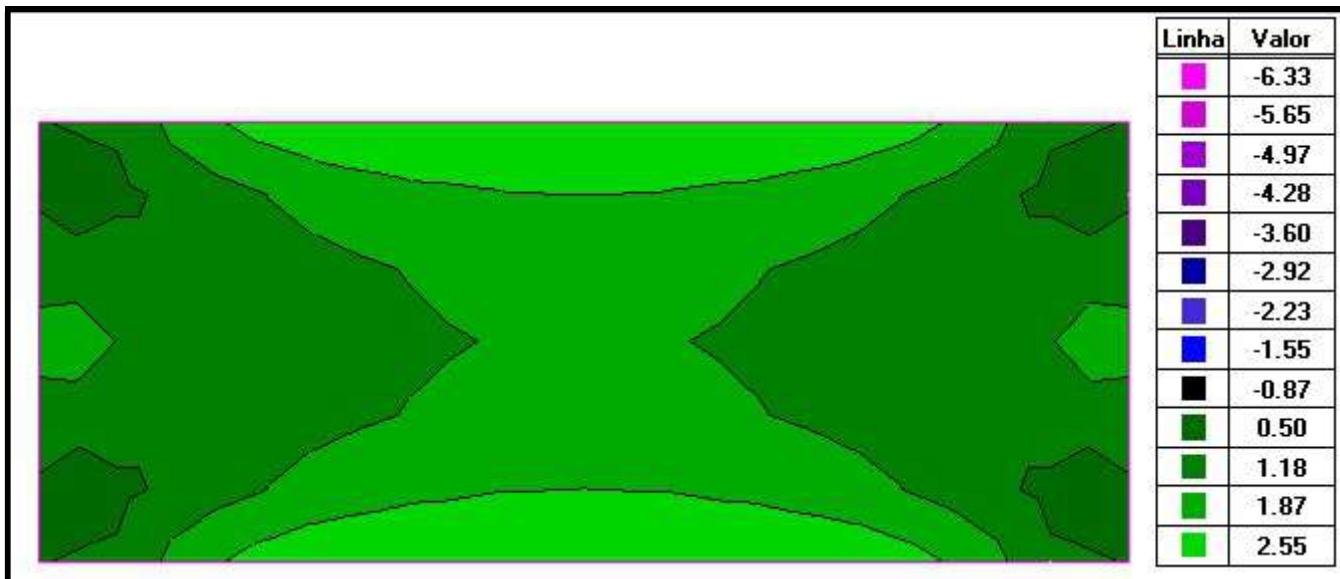
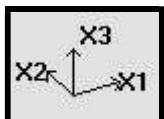
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO											
Materiais		Esfórcos			Seção						
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)				
500	30	0,88	3,04	20	4,9	8	12,0				

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	0,240	3,62	105,27	0,00	0,01554675	0,154832393				

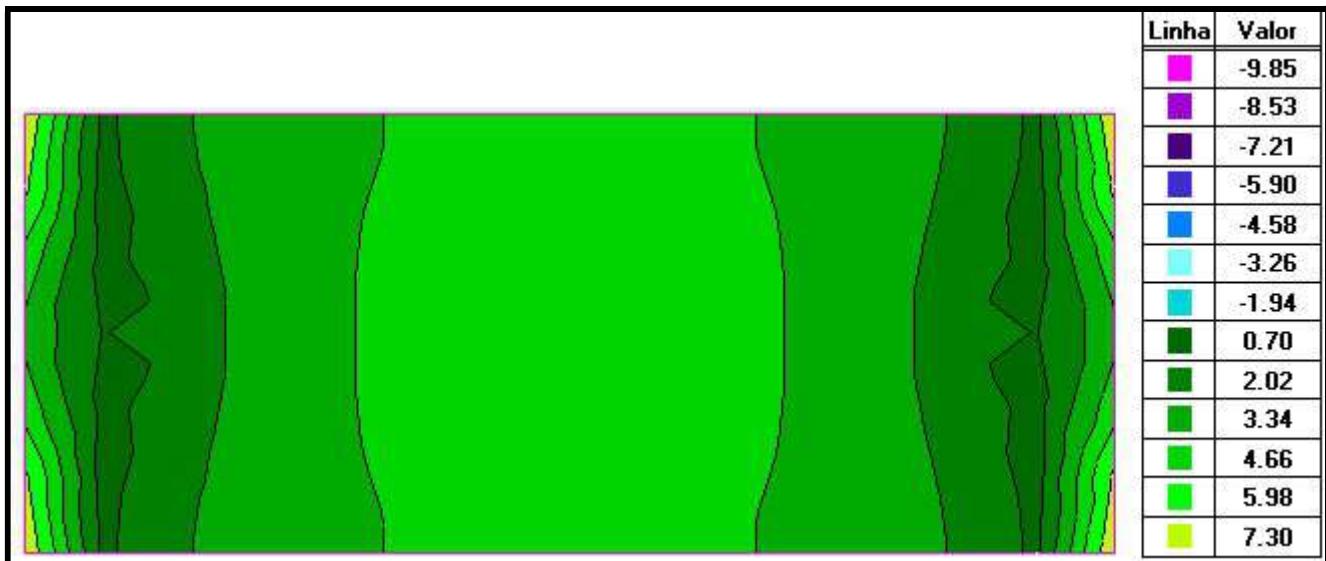
PAR3=PAR4 – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



3.3 FUNDO



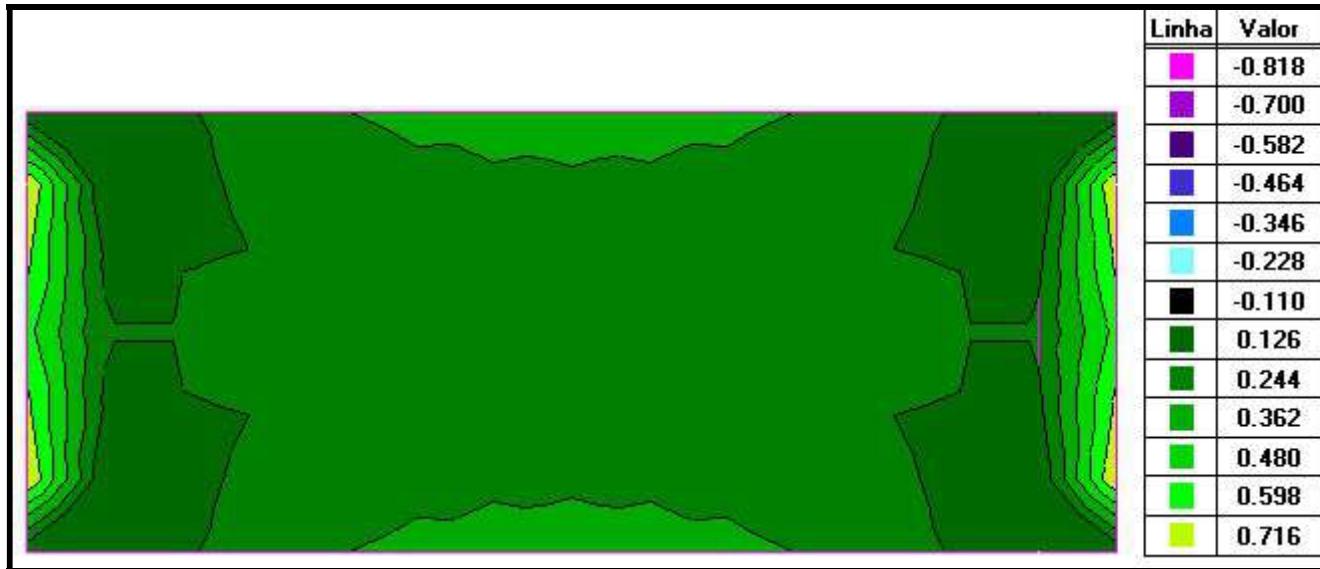
FUNDO – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



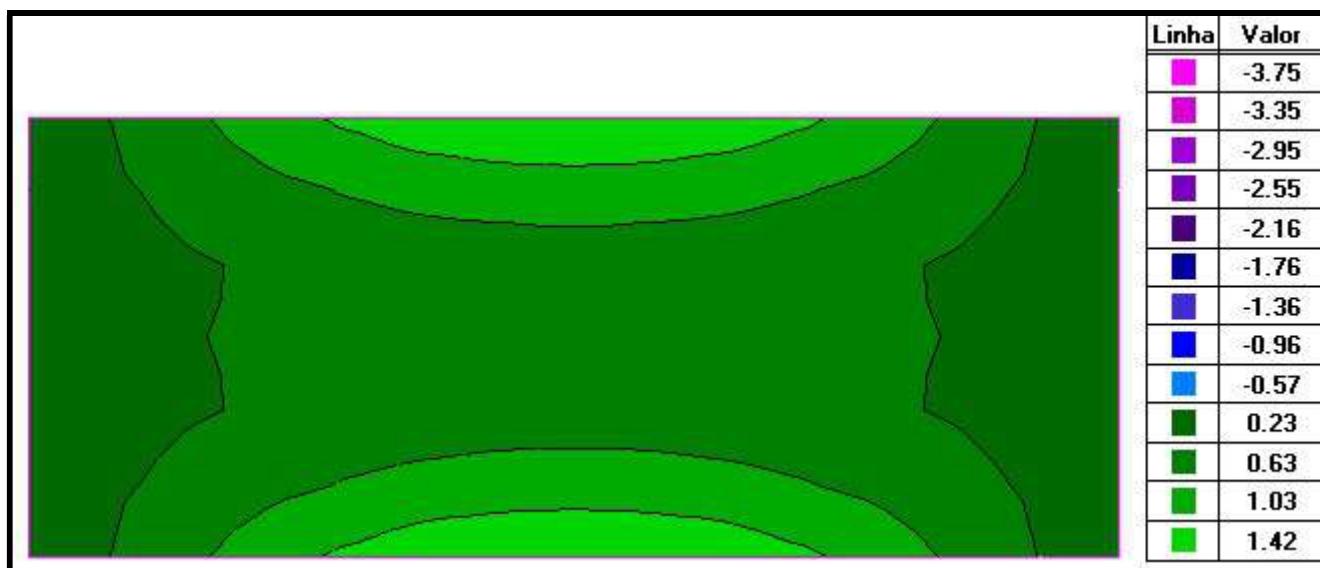
FUNDO – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE Y (tf/m)



Cagece



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



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



Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003								SEGURANÇA					
Materiais	Esfórcos			Seção				SEGURANÇA					
	fck (fyk) (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf			
500	30	0,72	2,55	20	4,9	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40			
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)	1,01	8	12,0	4,19			Zona D	0,036	0,000	0,016			
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO													
Materiais		Esfórcos			Seção			Esp. (cm)					
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)						
500	30	0,716	2,55	20	4,9	8	12,0						
Cálculo													
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)						
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80						
as	ρri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)						
8,05	0,003842927	0,241	3,65	84,59	0,00	0,01003895	0,124418851						

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais	Esfórcos			Seksão				SEGURANÇA			
	Aço (fyk) (N/mm)	fck (Mpa)	Nk (N/mm)	h (cm)	d' (cm)	ξmáx.	As _{mín} (cm ² /m)	γc	γs	γt	Classe Agres.
500	30	1.42	7.30	20	4.9	0.5	3.46	1.40	1.15	1.40	Classe IV

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica										
Arranjo										
Armadura necessária (cm ² /m)	Esf. (mm)			Assor (cm·Fm)		Resumo - ELU				
	Φ (mm)	Esp. (cm)	Asor (cm ² /m)	Zona A	Zona D	Zone	ξ	ε ₁	ε ₂	ε ₃
A _{s1} (cm ² /m)	-	8	12,0	4,19						
A _{s2} (cm ² /m)	1,59	8	12,0	4,19						

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Seção										
Materiais	Esfórcos			Seksão				Seção		
	Aço (fyk) fck (Mpa)	Mtr (N/mm)	Ntr (N/mm)	h (cm)	d' (cm)	Bithola e	Esp. (cm)			
500	30	1,42	7,3	20	4,9	9	12,0			

Cálculo										
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fcm (Mpa)	η1	h1 (cm)	b1 (cm)	Acr1 (cm ²)	Cálculo		
								b2 (cm)	130,80	12,00
4,19	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	12,00	130,80			
as	prf	ξ	x (cm)	σ _{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,003642927	0,272	4,10	137,31	0,00	0,02645228	0,201963814			

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y



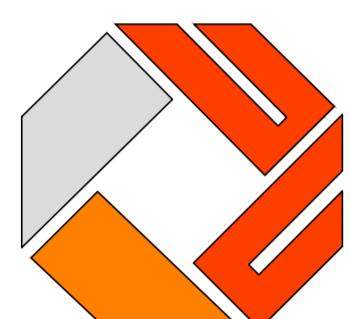
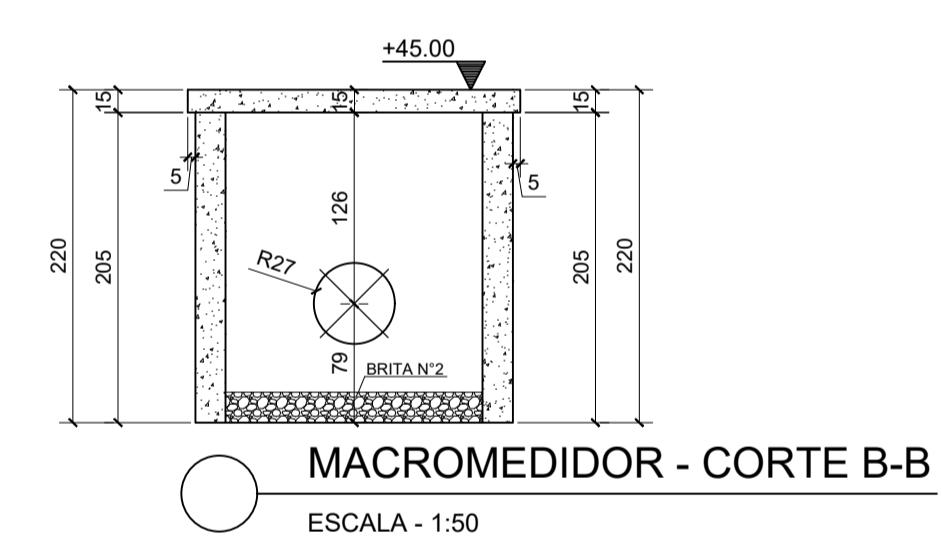
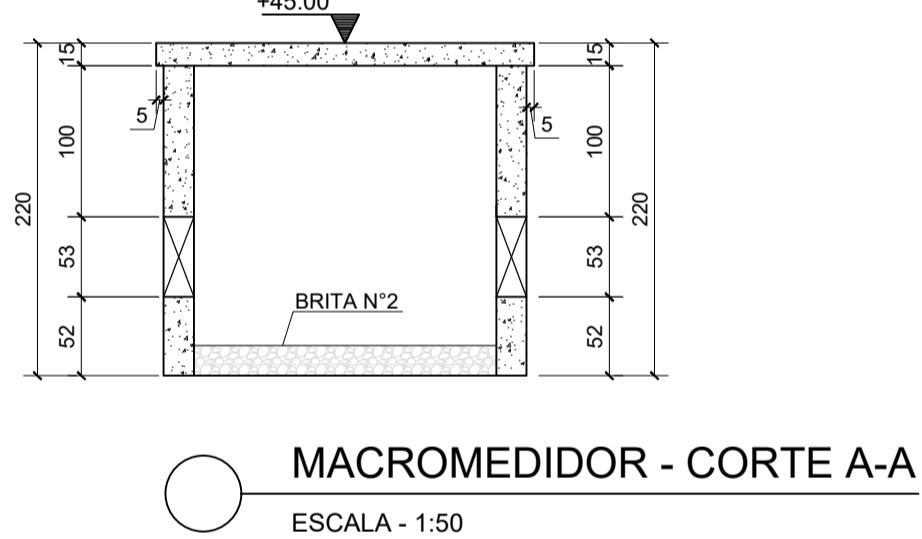
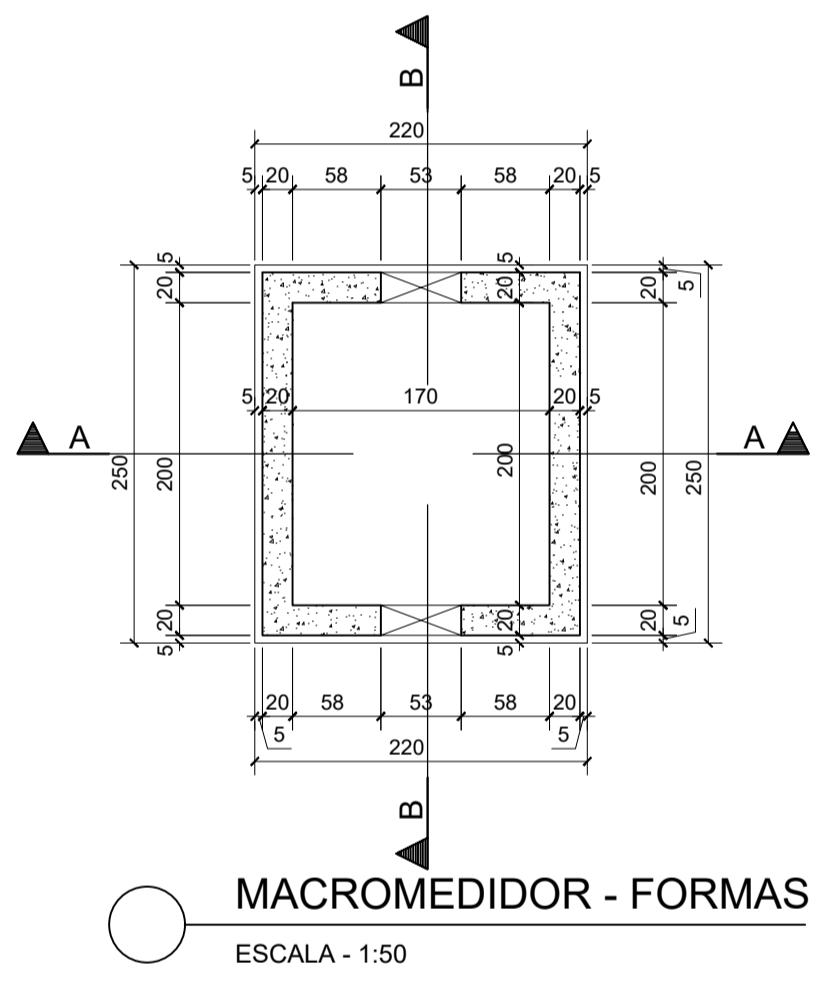
CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

CREA-ES 011840/D

HIDROBALL - CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa						
	PAREDES	LAJES	TOTAL			
VOLUME (m ³)	11,50	4,00	15,50			
FÔRMA (m ²)	114,00	0,00	114,00			
<hr/>						
HIDROBALL - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa						
VOLUME (m ³)	1,20					
<hr/>						
HIDROBALL - LAJES						
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)			
50A	8	2643	1057			
TOTAL		2643	1057			
<hr/>						
MACROMEDIDOR - CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa						
	PAREDES	LAJES	TOTAL			
VOLUME (m ³)	4,00	1,00	5,00			
FÔRMA (m ²)	40,00	7,00	47,00			
<hr/>						
MACROMEDIDOR - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa						
VOLUME (m ³)	0,30					
<hr/>						
MACROMEDIDOR - LAJES E PAREDES (ARMAÇÃO ÚNICA)						
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)			
50A	8	820	328			
TOTAL		820	328			



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

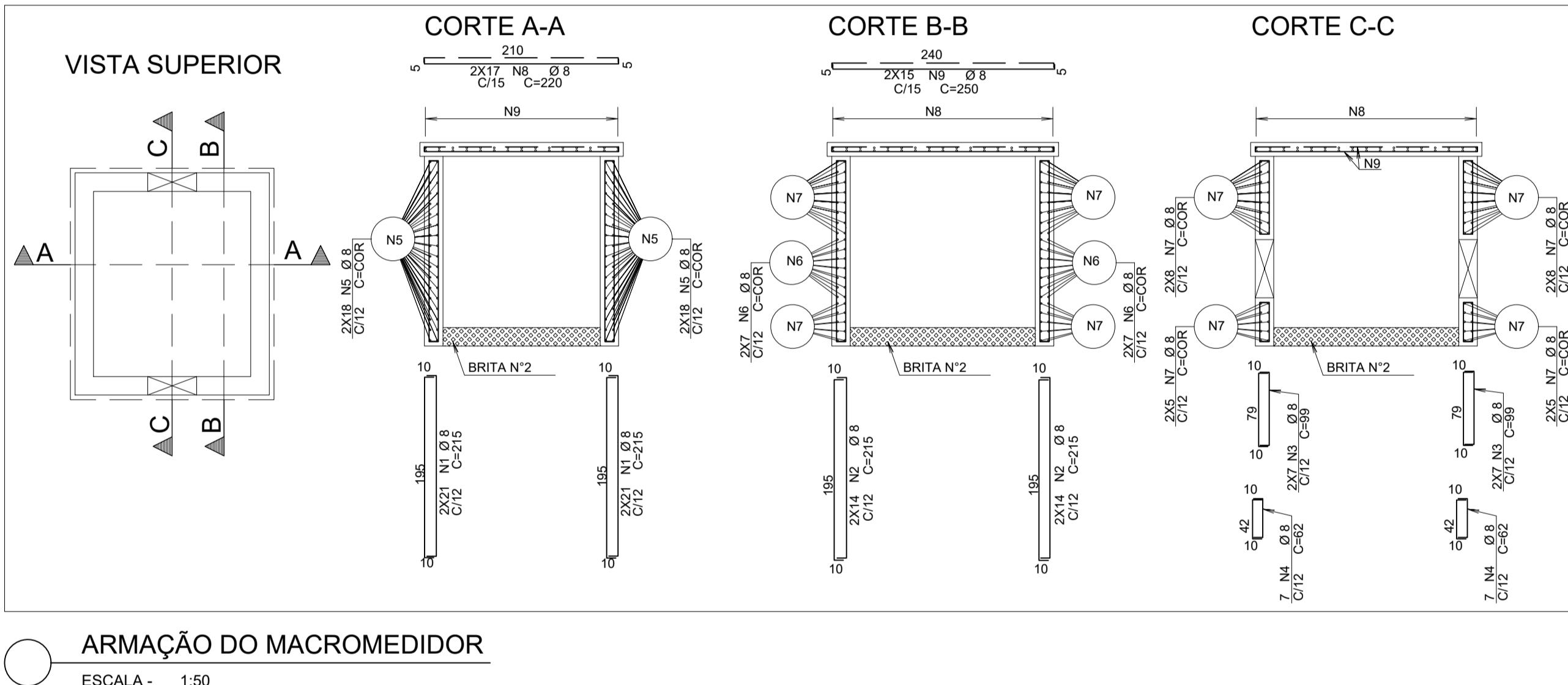
NOTAS :

- 1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.
- 2 - CONCRETO : FCK = 30MPA
- MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 26GPA
- FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C <= 0.45
- CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M3
- 3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPa
- CA-60 - FYK = 600 MPa
- PROJETO,DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
- 4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:
- MODULO DE ELASTICIDADE : ECS = 18,5GPA
- CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES
- 5 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014
- PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO-PROCEDIMENTO
- 6 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010
- PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES
- 7 - FATOR DO TERRENO:SI = 1.0
- 7 - NORMA DE INCêNDIO EM CONCRETO : NBR IS200/2012
- PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO
- 8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADES2 = I
- 9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO:S2 = C
- 10 - FATOR ESTATÍSTICO:S3 = 1.00
- EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
- II - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO:V = 30M/S
- 19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUIDAS
- 12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :
- TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

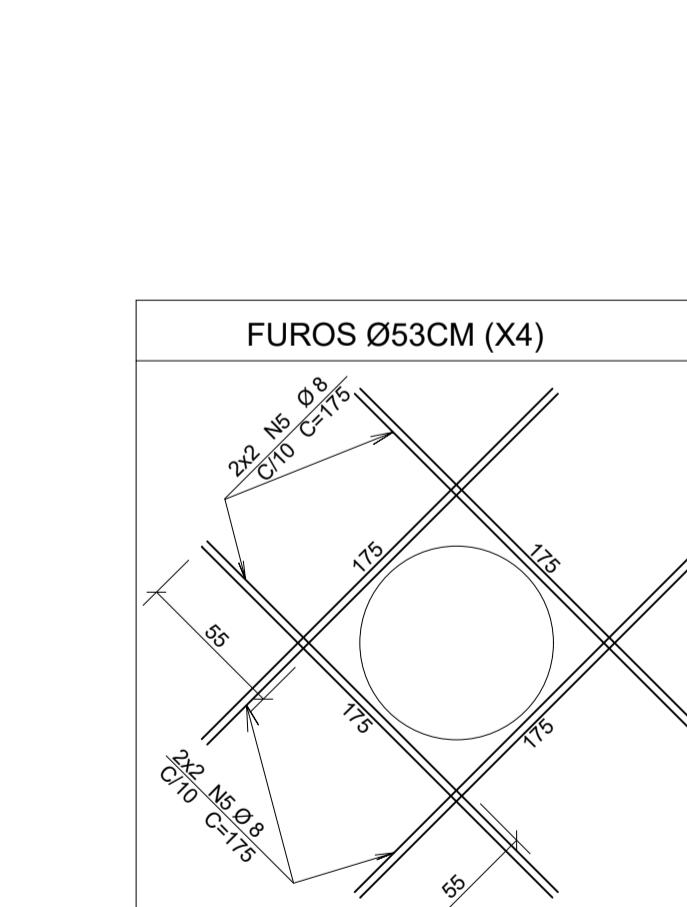
 Cagece	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ	DESENHO	PRANCHAS N°
	DIRETORIA DE ENGENHARIA	08	01/02
	GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO			
PROJETO EXECUTIVO			
PROJETO ESTRUTURAL MACROMEDIDOR PARA O SISTEMA DE HORIZONTE FORMAS			

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
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE
ARQUIVO:	0509ST-001-EST-R00.DWG
DATA:	JULHO/2017



AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	COMPRIMENTO TOTAL (cm)
ARMAÇÃO DO HIDROBALL					
ARMAÇÃO DO MACROMEDIDOR					
50A	1	8	84	215	18060
50A	2	8	56	215	12040
50A	3	8	28	99	2772
50A	4	8	14	62	868
50A	5	8	72	-CORR-	16560
50A	6	8	28	-CORR-	3200
50A	7	8	52	-CORR-	10400
50A	8	8	34	220	7480
50A	9	8	30	250	7500
DETALHE FUROS					
50A	5	8	32	175	5600

AÇO	RESUMO AÇO CA 50-60		
	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	3585	1434
Peso Total			

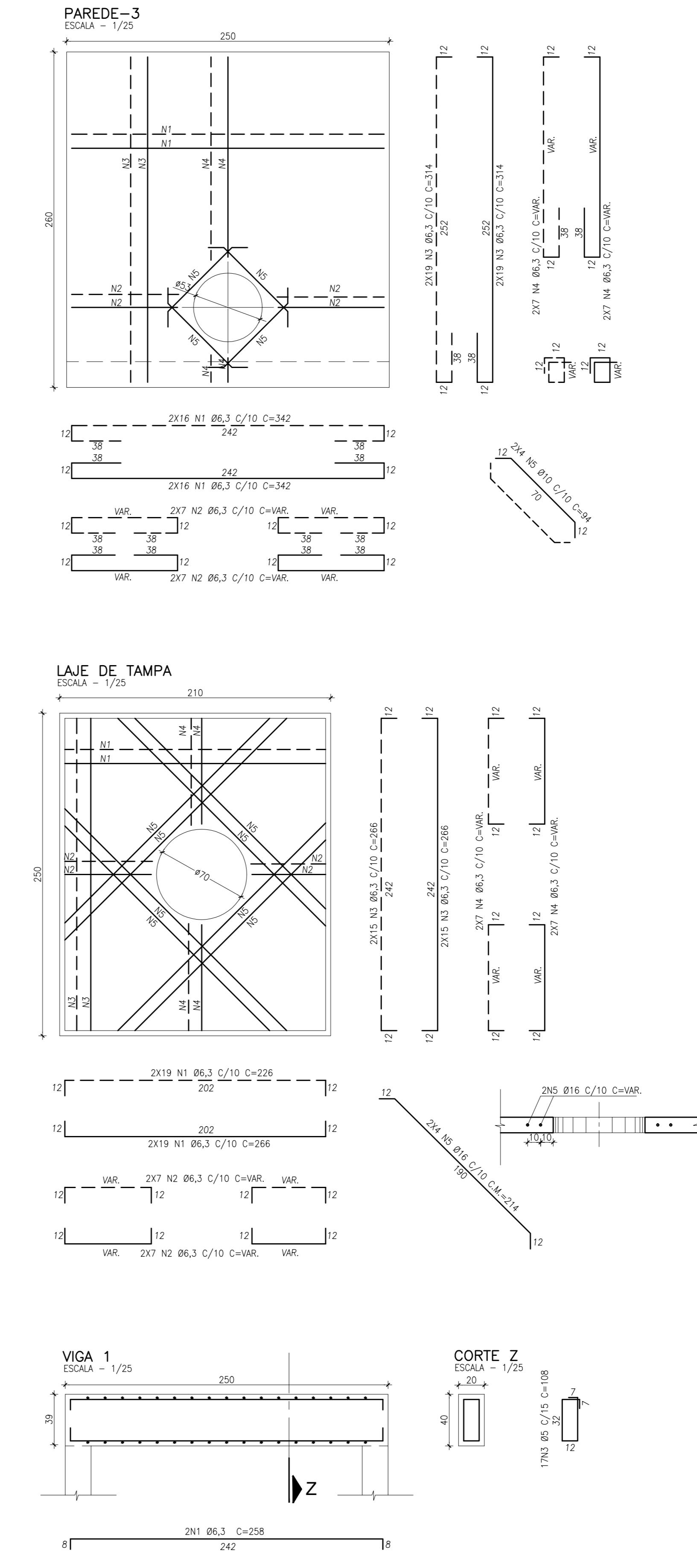
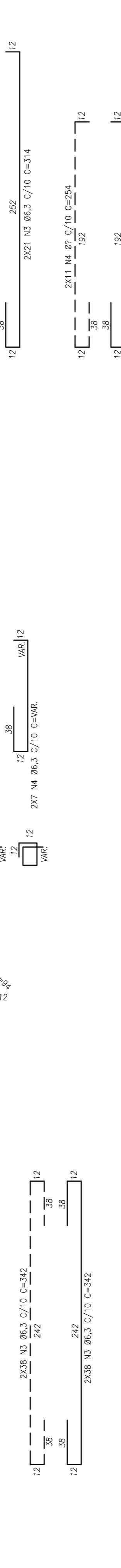
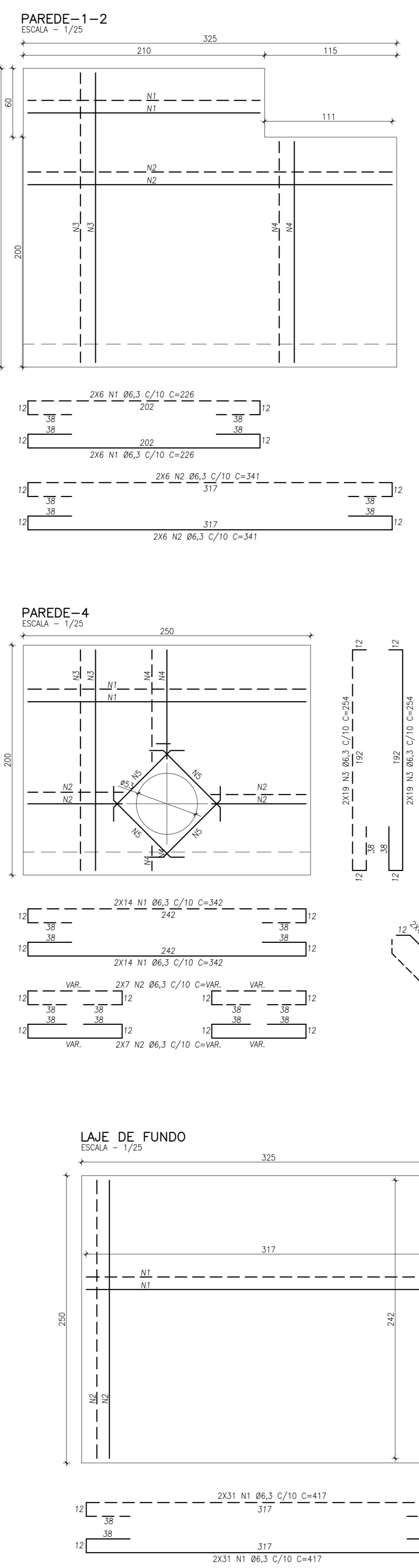
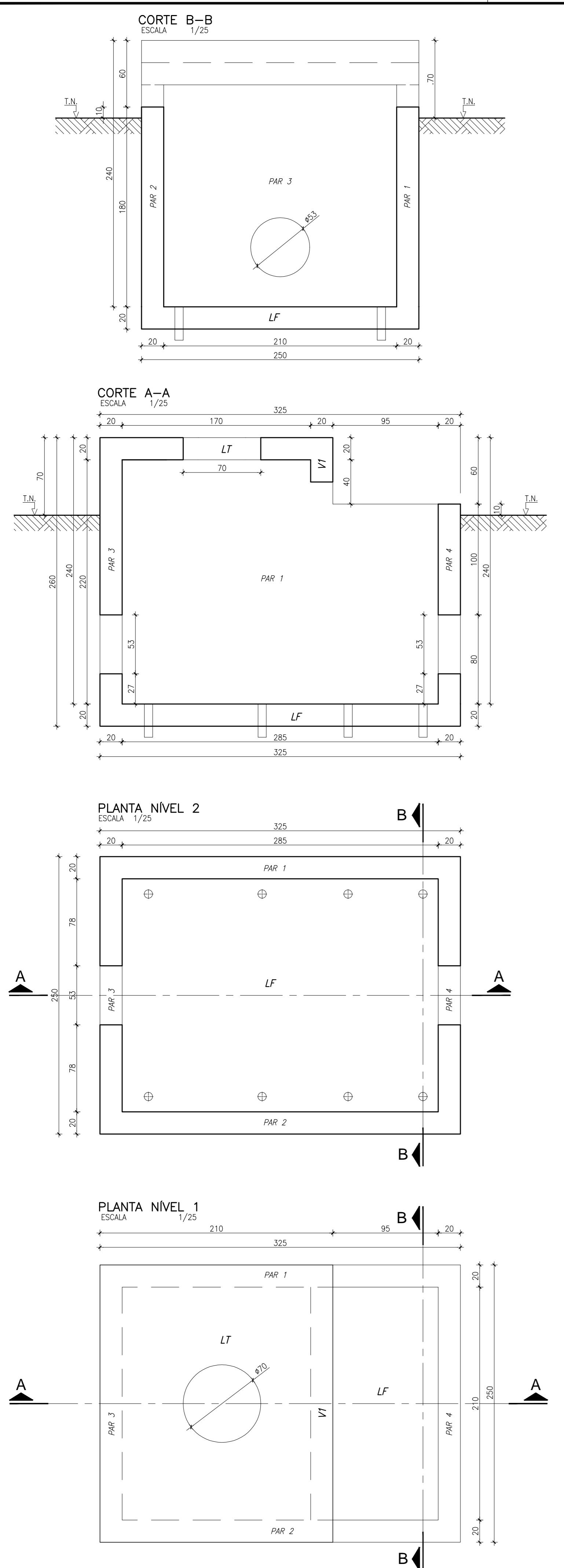


NOTAS :	
1 - COTAS E DIMENSÕES EM CM.	LAJES: 5,0CM SAPATAS: 5,0CM
2 - CONCRETO : FCK = 30MPA	PILARES: 5,0CM VIGAS: 5,0CM
	MÓDULO DE ELASTICIDADE : ECK = 26GPA
	FATOR ÁGUA CIMENTO : A/C <= 0,45
	CONSUMO DE CIMENTO : 350KG/M3
3 - ACOS : CA-50 - FYK = 500 MPA	FORMAS E ESCORAMENTOS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO
	CA-60 - FYK = 600 MPA
	PROJETO, DIMENSIONAMENTO E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS
4 - CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO:	14 - NORMA DE CARGAS : NBR 6120/1980
	CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS EM EDIFICAÇÕES
	15 - NORMA DE CÁLCULO : NBR 6118/2014
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROcedimento
5 - AS COTAS PREVALEM SOBRE O DISENHO	16 - NORMA DE FUNDACÕES : NBR 6122/2010
6 - CLASSE DE AGRESIVIDADE AMBIENTAL = IV	PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDACÕES
7 - FATOR DO TERRENO SI - I.O	17 - NORMA DE INCêNDIO EM CONCRETO - NBR 5200/2012
8 - CATEGORIA DE RUGOSIDADES2 = I	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCêNDIO
9 - CLASSE DA EDIFICAÇÃO: S2 = C	18 - NORMA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO : NBR 1493/2004
10 - FATOR ESTATÍSTICO: S = 1,00	EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO
II - VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO: V = 30M/S	19 - AS NORMAS CITADAS ACIMA DEVEM SER SEGUÍDAS
12 - COBRIMENTO DAS ARMADURAS :	TANTO NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS QUANTO NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
R E V I S Ã O				

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO 08	PRANCHA Nº 02/02
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO PROJETO EXECUTIVO			
PROJETO ESTRUTURAL MACROMEDIDOR PARA O SISTEMA DE HORIZONTE 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
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE
ARQUIVO:	0509ST-002-EST-R00.DWG
DATA:	JULHO/2017



A R M A D U R A S					
AÇO	POS	BIT. (mm)	QUANT.	COMPRIMENTO	
				UNIT. (cm)	TOTAL (cm)
LAJE DE TAMPA					
CA-60	1	6,3	30	266	7.980
CA-60	2	6,3	14	C.M.=231	3.234
CA-60	3	6,3	38	226	8.588
CA-60	4	6,3	14	C.M.=191	2.674
CA-50	5	16,0	8	C.M.=214	1.712
PAR. 1e2 (2X)					
CA-50	1	6,3	24	302	7.248
CA-50	2	6,3	80	417	33.360
CA-50	3	6,3	88	302	26.576
CA-50	4	6,3	52	242	12.584
PAR. 3					
CA-50	1	6,3	40	342	13.680
CA-50	2	6,3	16	C.M.=307	4.298
CA-50	3	6,3	38	314	11.932
CA-50	4	6,3	16	C.M.=279	4.464
CA-50	5	10,0	4	C.M.=94	376
PAR. 4					
CA-50	1	12,5	28	324	9.072
CA-50	2	12,5	16	C.M.=307	4.912
CA-50	3	12,5	38	254	9.652
CA-50	4	12,5	16	C.M.=219	3.504
CA-50	5	10,0	8	C.M.=97	776
LAJE DE FUNDO					
CA-50	1	6,3	68	342	23.256
CA-50	2	6,3	52	421	21.892
VIGA 1					
CA-50	1	6,3	2	258	516
CA-50	2	8,0	2	262	524
CA-60	3	5,0	15	108	1.620
R E S U M O					
AÇO	BIT. (mm)	COMPRIMENTO (m)	MASSA (Kg)		
CA-50	6,3	1.884	462		
CA-50	8,0	6	3		
CA-50	10,0	2.488	16		
CA-50	16	18	27		
CA-60	5,0	16	3		
CA-60	6,3	225	55		
TOTAL CA-50				508	
TOTAL CA-60				58	

OBSERVAÇÕES:

1. CONCRETO
RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA $F_{ck}=30 \text{ MPa}$ AOS 28 DIAS.
RELAÇÃO ÁGUA CIMENTO MÁXIMA = 0,55
CONSUMO DE CIMENTO $\geq 280 \text{ Kg/m}^3$
MÓDULO SECANTE MÉDIO = 27 GPa AOS 28 DIAS.
 2. PROJETO ELABORADO CONFORME A NBR 6118-2014.
 3. CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL: II
 4. COBRIMENTO
LAJE: 4cm
PAREDES: 4cm
VIGAS: 4cm

DESCRÍÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
R E V I S Ã O			
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		DESENHO 024	PRANCHA N° 01/01
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'AGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO - META 01			
PROJETO BÁSICO - HIDRÁULICO/SANITÁRIO			
TANQUE HIDROPNEUMÁTICO CAP.:5.000L E MACROMEDIDOR PARA O SISTEMA DE HORIZONTE PLANTA BAIXA E CORTES			

NCIA:	ENGº LUCIO SAMPAIO CASTRO
DENAÇÃO:	ENGº ERNANDES FREIRE ALVES / ENGª CLAUDIANE QUARESMA PINTO BEZERRA
ETO:	ENGº ANTÔNIO AGNALDO ARAÚJO MENDES - RNP 0611471760
NHO:	S.BARRSO
VO:	HIDROP.HORIZONTE.dwg
	ESCALA: 1:25
	DATA: ABR/2020

1.3 Casa do Vigia

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – CASA DO VIGIA



Serra/ES

26 de julho 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	7
2.4	FUNDAÇÕES.....	7
3.0	RELATÓRIO DE CÁLCULO	8
3.1	PILARES	8
3.2	SAPATAS.....	10
3.3	VIGAS	12
3.4	LAJES	17

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural da casa do vigia.

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:

- 025A - SAA Horizonte - Casa do Vigia

1.3 INTRODUÇÃO

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

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

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

Documentos técnicos e livros como:

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

Além dos softwares de dimensionamento e análise: TQS

1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

- Fck: 30 MPa
- Fator água-cimento \leq 0.5 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- Es: 260 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: II (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras \leq 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			
Concrete armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concrete protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da barra 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 esfálticos 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, condutoes de esgoto, canalizes de efluentes e outras obras em ambientes químicos e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.
^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.



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

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

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

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

NOTAS

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

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

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

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

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.



- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

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

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

2.0 MODELO DE CÁLCULO

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

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



PERSPECTIVA 3D - Casa do vigia

2.1 CARGAS E COMBINAÇÕES

Cargas utilizadas em projeto de acordo com a NBR 6120:

Peso próprio da estrutura;

Carga permanente;

Sobrecarga;

2.2 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

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

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

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

O módulo de elasticidade utilizado no modelo foi de secante, de acordo com o fck do elemento estrutural.

2.3 FUNDAÇÃO

Para a estrutura da casa do vigia utilizamos sapatas e adotamos uma taxa de solo de 2Kgf/cm², conforme sondagem fornecida. Com coeficiente de mola de x3=1000tf/m

3.0 RELATÓRIO DE CÁLCULO

3.1 PILARES

Os valores apresentados equivalem a carregamentos de esforços finais de cálculo para o dimensionamento após a envoltória.

- FDzT = FORCA NORMAL DE CALCULO PARA DIMENSIONAMENTO DE ARMADURAS NA SECAO
- MdxT = MOMENTO DE CALCULO P/DIMENSIONAMENTO DE ARMADURAS NA SECAO, MOMENTO x
- MdyT = MOMENTO DE CALCULO P/DIMENSIONAMENTO DE ARMADURAS NA SECAO, MOMENTO y
- CARR = NÚMERO DO CARREGAMENTO NA ENVOLTÓRIA
- COMB = NÚMERO DA COMBINAÇÃO DE ORIGEM DO CARREGAMENTO

P1

CARREGAMENTOS DE ESFORÇOS FINAIS DE CALCULO PARA DIMENSIONAMENTO APOS A ENVOLTORIA				
CARR	1	2	3	4
FdzT	9.2	9.2	6.7	6.7
MdxT	17.9	-17.9	13.0	-13.0
MdyT	-22.1	22.1	-16.0	16.0
COMB	(3)	(3)	(2)	(2)

LANCE: 2

CARREGAMENTOS DE ESFORÇOS FINAIS DE CALCULO PARA DIMENSIONAMENTO APOS A ENVOLTORIA				
CARR	1	2	3	4
FdzT	6.2	6.2	4.5	4.5
MdxT	54.8	-40.7	40.8	-30.1
MdyT	-29.9	17.8	-22.3	13.1
COMB	(1)	(1)	(2)	(2)



P2

LANCE: 1

CARREGAMENTOS DE ESFORCOS FINAIS DE CALCULO PARA DIMENSIONAMENTO APOS A ENVOLTORIA

CARR	1	2	3	4
FdzT	9.5	9.5	6.9	6.9
MdxT	18.5	-18.5	13.5	-13.5
MdyT	-36.3	-22.8	-25.4	-16.6
COMB	(1)	(1)	(2)	(2)

LANCE: 2

CARREGAMENTOS DE ESFORCOS FINAIS DE CALCULO PARA DIMENSIONAMENTO APOS A ENVOLTORIA

CARR	1	2	3	4	5	6
FdzT	6.4	6.4	6.4	4.7	4.7	4.7
MdxT	21.2	23.7	-12.9	15.8	17.6	-9.6
MdyT	-79.0	-48.0	15.4	-59.1	-36.1	11.3
COMB	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(2)

P3

LANCE: 1

CARREGAMENTOS DE ESFORCOS FINAIS DE CALCULO PARA DIMENSIONAMENTO APOS A ENVOLTORIA

CARR	1	2	3	4	5	6
FdzT	8.7	8.7	8.7	6.3	6.3	6.3
MdxT	17.0	-17.0	-17.0	12.3	-12.3	-12.3
MdyT	20.9	20.9	-20.9	15.2	15.2	-15.2
COMB	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(2)

LANCE: 2

CARREGAMENTOS DE ESFORCOS FINAIS DE CALCULO PARA DIMENSIONAMENTO APOS A ENVOLTORIA

CARR	1	2	3	4
FdzT	5.8	5.8	4.3	4.3
MdxT	43.2	-34.1	32.1	-25.2
MdyT	29.4	-16.8	22.0	-12.3
COMB	(1)	(1)	(2)	(2)

P4

LANCE: 1

CARREGAMENTOS DE ESFORCOS FINAIS DE CALCULO PARA DIMENSIONAMENTO APOS A ENVOLTORIA

CARR	1	2	3	4
FdzT	9.0	9.0	6.6	6.6
MdxT	-17.6	17.6	-12.8	12.8
MdyT	-34.3	-21.7	-24.2	-15.7
COMB	(1)	(1)	(2)	(2)

LANCE: 2

CARREGAMENTOS DE ESFORCOS FINAIS DE CALCULO PARA DIMENSIONAMENTO APOS A ENVOLTORIA

CARR	1	2	3	4	5	6
FdzT	6.1	6.1	6.1	4.5	4.5	4.5
MdxT	-22.0	-23.2	13.8	-16.5	-17.3	10.1
MdyT	-71.6	-45.4	14.6	-53.4	-34.1	10.7
COMB	(1)	(3)	(1)	(2)	(2)	(2)



3.2 SAPATAS

S1

S A P A T A		Dimensão [cm]		*CARGA [tf,m]		PILAR [cm]	
Número = 1		Xsap= 80.0		N = 5.47		Xpil= 15.0	
S1		Ysap= 80.0		Mxz= -.08		Ypil= 30.0	
Repetições = 1		Alt = 40.0		Myz= .02		Colx= .0	
Alt. fundação = 40.0 cm		Hox = 25.0		Hx= -.16		Coly= .0	
		Hoy = 25.0		Hy= .07		Excx= .0	
Dimensões fixas						Excy= .0	
Volume = .20 m ³		Tensão de Compressão no solo					
Área formas = .80 m ²		Tensmax = 1.14 kgf/cm ²					
P.prop = .508 tf-Incluso		Tensmed = .93 kgf/cm ²					
		% Área comprimida= 100.0					
Carregamentos:	8 (totais), 8 (impressão).	N	Mx	My	Fx	Fy	[tf, m]
Caso 1:	5.47	.0	-.1	-.16	.07		
Caso 2:	3.98	.0	-.1	-.11	.05		
Caso 3:	5.47	.0	-.1	-.16	.07		
Caso 4:	3.98	.0	-.1	-.11	.05		
Caso 5:	5.47	.0	-.1	-.16	.07		
Caso 6:	3.98	.0	-.1	-.11	.05		
Caso 7:	5.47	.0	-.1	-.16	.07		
Caso 8:	3.98	.0	-.1	-.11	.05		
Caso de carregamento mais desfavorável (pre-dimensionamento):	1						

S2

S A P A T A		Dimensão [cm]		*CARGA [tf,m]		PILAR [cm]	
Número = 2		Xsap= 80.0		N = 5.65		Xpil= 30.0	
S2		Ysap= 80.0		Mxz= -.05		Ypil= 15.0	
Repetições = 1		Alt = 40.0		Myz= .02		Colx= .0	
Alt. fundação = 40.0 cm		Hox = 25.0		Hx= .16		Coly= .0	
		Hoy = 25.0		Hy= .08		Excx= .0	
Dimensões fixas						Excy= .0	
Volume = .20 m ³		Tensão de Compressão no solo					
Área formas = .80 m ²		Tensmax = 1.03 kgf/cm ²					
P.prop = .508 tf-Incluso		Tensmed = .96 kgf/cm ²					
		% Área comprimida= 100.0					
Carregamentos:	8 (totais), 8 (impressão).	N	Mx	My	Fx	Fy	[tf, m]
Caso 1:	5.65	.0	-.1	.16	.08		
Caso 2:	4.11	.0	.0	.11	.05		
Caso 3:	5.65	.0	-.1	.16	.08		
Caso 4:	4.11	.0	.0	.11	.05		
Caso 5:	5.65	.0	-.1	.16	.08		
Caso 6:	4.11	.0	.0	.11	.05		
Caso 7:	5.65	.0	-.1	.16	.08		
Caso 8:	4.11	.0	.0	.11	.05		
Caso de carregamento mais desfavorável (pre-dimensionamento):	1						



S3

S A P A T A		Dimensão [cm]		*CARGA [tf,m]		PILAR [cm]	
Número =	3	Xsap=	80.0	N =	5.38	Xpil=	30.0
S3		Ysap=	80.0	Mxz=	-.06	Ypil=	15.0
Repetições =	1	Alt =	40.0	Myz=	-.03	Colx=	.0
Alt. fundação =	40.0 cm	Hox =	25.0	Hx=	.14	Coly=	.0
		Hoy =	25.0	Hy=	-.08	Excx=	.0
Dimensões fixas						Excy=	.0
Volume =	.20 m ³	Tensão de Compressão no solo					
Área formas =	.80 m ²	Tensmax = .99 kgf/cm ²					
P.prop = .508 tf-Incluso		Tensmed = .92 kgf/cm ²					
		% Área comprimida= 100.0					
Carregamentos:	8 (totais),	8 (impressão).					
		N	Mx	My	Fx	Fy	[tf, m]
Caso 1:	5.38	.0	-.1	.14	-.08		
Caso 2:	3.91	.0	-.1	.10	-.05		
Caso 3:	5.38	.0	-.1	.14	-.08		
Caso 4:	3.91	.0	-.1	.10	-.05		
Caso 5:	5.38	.0	-.1	.14	-.08		
Caso 6:	3.91	.0	-.1	.10	-.05		
Caso 7:	5.38	.0	-.1	.14	-.08		
Caso 8:	3.91	.0	-.1	.10	-.05		
Caso de carregamento mais desfavorável (pre-dimensionamento): 1							



S4

S A P A T A		Dimensão [cm]		*CARGA [tf, m]		PILAR [cm]	
Número =	4	Xsap=	80.0	N =	5.18	Xpil=	15.0
S4		Ysap=	80.0	Mxz=	-.07	Ypil=	30.0
Repetições =	1	Alt =	40.0	Myz=	-.02	Colx=	.0
Alt. fundação =	40.0 cm	Hox =	25.0	Hx=	-.14	Coly=	.0
		Hoy =	25.0	Hy=	-.07	Excx=	.0
Dimensões fixas						Excy=	.0
Volume =	.20 m ³	Tensão de Compressão no solo					
Área formas =	.80 m ²	Tensmax = 1.07 kgf/cm ²					
P.prop = .508 tf-Incluso		Tensmed = .89 kgf/cm ²					
		% Área comprimida= 100.0					
Carregamentos:		8 (totais),	8 (impressão).	N	Mx	My	Fx
							Fy [tf, m]
Caso 1:	5.18			.0	-.1	-.14	-.07
Caso 2:	3.76			.0	-.1	-.10	-.04
Caso 3:	5.18			.0	-.1	-.14	-.07
Caso 4:	3.76			.0	-.1	-.10	-.04
Caso 5:	5.18			.0	-.1	-.14	-.07
Caso 6:	3.76			.0	-.1	-.10	-.04
Caso 7:	5.18			.0	-.1	-.14	-.07
Caso 8:	3.76			.0	-.1	-.10	-.04
Caso de carregamento mais desfavorável (pre-dimensionamento):							1

3.3 VIGAS



V1		Eng. E-Mec /Eng.D-Mec /Repet= 1 /Hand= 1 /Red.V.Extr=Mec /Tat.Alt=1.00 /Cob/S=3.0 .0 CM					
Vao= 1	/L= 4.25 /B= .15 /H= .40 /BCS= .57 /BCI= .00 /TPS= 5 /Esp.LS= .12 /Esp.LT= .00 FSp.Ex= .20 /Elt.Ex= .07 [W]						
FLEXAO- E.S D U R R D A M A D U R A S I P L E X A O E C I T A L H A M E N T O)	M E T I D O D O V A O M. [-] Max= 1.7 tF* m - ADMS= 212	I D I R E I T A M. [-] = 1.06 -EBS= 1.00	.5 tF* m x/d = 0.00 x/d = 0.00				
Solicitações provenientes de modelo de treliça e/ou portico especial							
FTE, cm)	Ax= 1.06 -EBS= .00 ---	AxL= .00 ---	AxL= .00 ---				
AxL= .00 ---	x/d = .06	x/d = 1.66 -STAS= 1.3 H 10.00 mm 1	x/d = .06				
tF, cm)	M[-]Min= 113.7	M[+]Min= 115.1	M[-]Max= 113.7				
tcm2	1 Axpol[+]= 1.66		Axpol[+]= 1.66				
CITALHAMENTO- X4 XF Vsd VRd2 Mdc Ang. Ang[C] Axmin Axm[C] Axm[C+T] Bit Zsp MR Astir Astir Astir							
tTE, cm)	0.- 405.	2.61 27.49 1 45. .0	1.7 1.7 5.0 20.0 2 .0				
REAC. APONT - No.	Maximos	Minimos	DEPEN. Mortes	Hora	M.T.Mx M.T.Mn	Pilaras:	MENSAGEM
1	1.648	1.225	1	P1	.00	1	
2	1.864	1.389	1	P2	.00	2	
						0	
						0	
						0	
						0	



V2		Eng. E=Nao / Eng.D=Nao / Repet= 1 / NAnd= 1 / Red V Ext=Nao / Fat.Alt=1.00 / Cab/S=3.0 .0 CM									
Vao= 1	/L= 4.25 /B= .15 /H= .40	/BC3= .57 /BC1= .00 /TpS= 8 /Esp.LS= .12 /Esp.LI= .00	Fsp.Ex= .20 /Flt.Ex= .07	[M]							
Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou portfólio espacial											
- - - - -											
FLEXAO- E S Q U E R D A											
M. [-] = .2 t_f* m											
[tf, cm] As = 1.06 -SRAS- .00											
AsL= .00											
x/d = .06											
x/cmX= .25											
- - - - -											
CISALHAMENTO- X1											
[tf, cm] 0,- 405.											
Xf 2.29 Vsd 27.49 Mdc 1 45. 0 1.7 1.7 5.0 20.0 2 .0 .0											
REAC. APOIO - No. Maximos Minimos Largura DEPEV Morte Name M.I.Mx M.I.Mn											
<b">1 1.548 1.147 .15 .00 P3 .00 .00 3 0 0 0 0</b">											
<b">2 1.636 1.214 .30 .03 P4 .00 .00 4 0 0 0 0</b">											
Pilares:											
M E N S A G E M											
M[-]Min = 113.7											
Asapo[+] = 1.66											



V3		Eng.B-Mao /Eng.D-Mao /Repet= 1 /Rand= 1 /Red V Ext-Nao /Fat,Nao /Alt=3,0 /Cab/S=3,0 /Q.CM	
Vao= 1	/L= 3,94	/B= .15	/H= .40
			/BCo= .44 /BCo= .60 /TDS= 5 /Esp,LS= .12 /Esp,LI= .00 /Esp,Ex= .20 /FLK,Ex= .07 [M]
Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou portico especial			
-	-	-	-
ELÉXICO-	E S Q U E R D A	A R M A D U R A	S I F L E X A D E C I S A L H A M E N T O
M. [-]	.2 tF* m	M. [+] Max*	M. [-] * DIREIT A
[tF,cm]	.99 -382,5-	.00	.7 tF* m - Abcisa,* 147
AsI=	.00	AsL=	As= .99 -382,5- 1 z B 0,0mm]
			AsL= .00 ----- x/d = .06
			x/dbx= .25
[tF,cm]	M[-]Min= 105,6	M[+]Max= 110,2	M[-]Min= 105,6
[cm2]	Aspo[+]= .48		Aspo[+]= .48
CISALHAMENTO-			
X1	X2	Ved	Vbet2 Msc Ang. Aspo[C] Amin Aspo[C+F]
0,- 270,	.62	27,49	.0 1,7 5,0 20,0 2 ,0
[tF,cm]			
REAC. APOIO - Nro.	Máximo	Largura	DEPEV Morte Name M.I,Mx,M.F,Mn
1	1,122	.830	.03 1 P3 .00 0
2	1,158	.856	.03 1 P1 .00 1
			Pilares: 3 0 0 0 0
			0 0 0 0 0



V4

Viga= 4 V4

Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1 /Red V Ext=Nao /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=3.0 .0 CM

Vao= 1 /L= 3.15 /B= .15 /H= .40 /BCa= .47 /BCi= .00 /TpS= 8 /Esp.LS= .12 /Esp.LI= .00 FSp.Ex= .20 /FLt.Ex= .07 [M]

-----Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou portico espacial -----

-	-	-	-	-	A R M A D U R A S	{ F L E X A O E	C I S A L H A M E N T O)	-	-	-
FLEXAO-	E S Q U E R D A				M E I O D O V A O		D I R E I T A			
M. [-] =	.0 t _{f*} m				M. [+] Max=	.9 t _{f*} m - Abcis.= 157	M. [-] =	.0 t _{f*} m		
[t _f , cm]	As = .99 -SRAS-	[2 B 8.0mm]			AsL= .00		As = .99 -SRAS-	[2 B 8.0mm]		
AsL= .00	x/d = .06				As = 1.47 -STAS-	[2 B 10.0mm]	AsL= .00	x/d = .06		
	x/dMx= .25							x/dMx= .25		

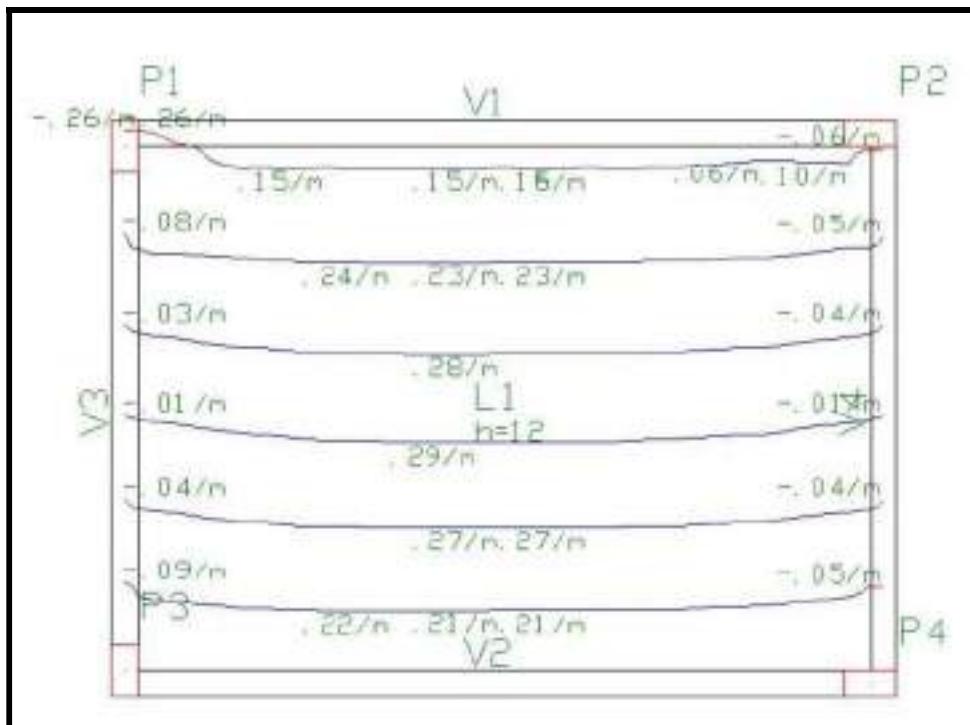
[t _f , cm]	M[-]Min = 106.9				M[+]Max = 111.1					
[cm2]	Asapo[+] = 1.47				Asapo[-] = 1.47					

CISALHAMENTO-	Xi	Xf	Vsd	VRd2	MdC	Ang.	Asw[C]	Aswmin	Asw[C+T]	Bit	Esp	NR	AsTrt	Assus	M E N S A G E M
[t _f , cm]	0,- 300.	1.48	27.49	1 45.	.0	1.7	1.7	.0	20.0	2	.0				
REAC. APOIO - No.	Maximos	Minimos	Largura	DEPEV	Morte	Name	M.I.Mx	M.I.Mn				Pilares:			
1	.969	.713	.15	.00	1	P4	.00	.00	4	0	0	0	0	0	0
2	1.060	.782	.15	.00	1	P2	.00	.00	2	0	0	0	0	0	0

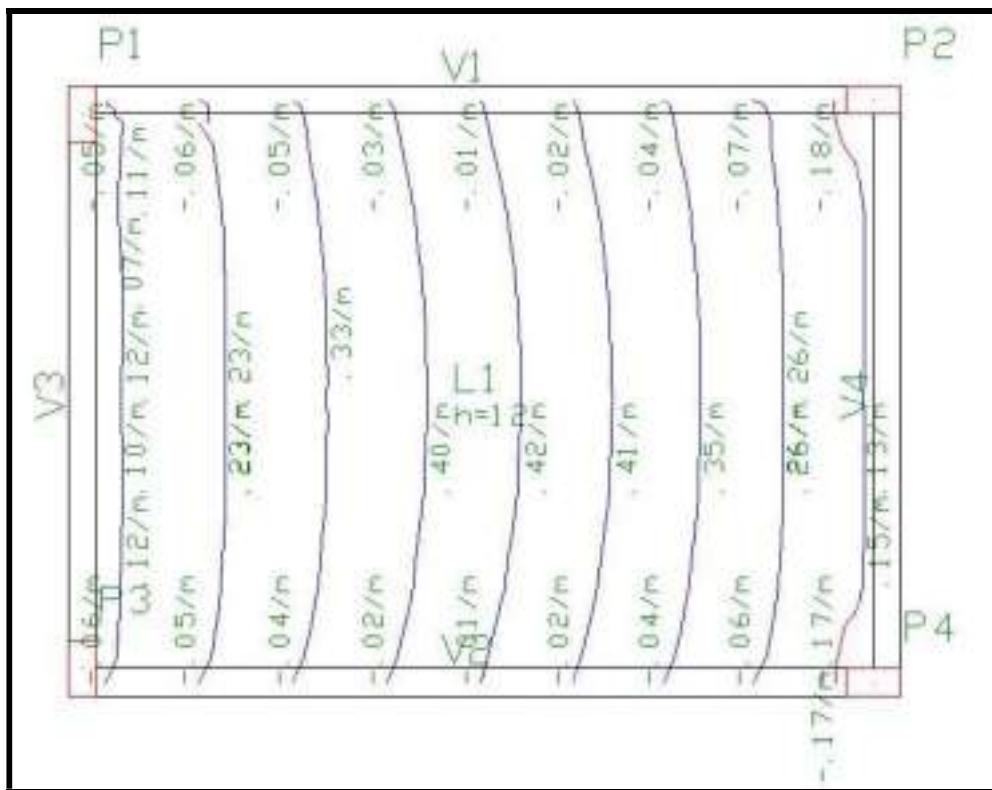


3.4

LAJES



LAJE COBERTURA – DIAGRAMA DE ESFORÇOS EM X



LAJE COBERTURA – DIAGRAMA DE ESFORÇOS EM Y



Cagece



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D

CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa					
	PILARES	FUNDÃO	LAJES	VIGAS	TOTAL
VOLUME (m ³)	1,00	1,00	3,50	2,00	7,50
FÔRMA (m ²)	14,00	4,00	13,00	26,00	57,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa					
VOLUME (m ³)	1,50				

LAJES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	5	435	70
50A	8	143	57
TOTAL		578	127

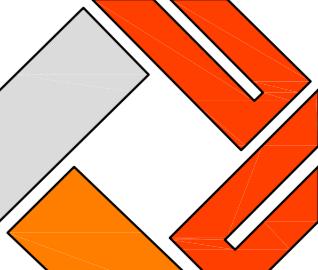
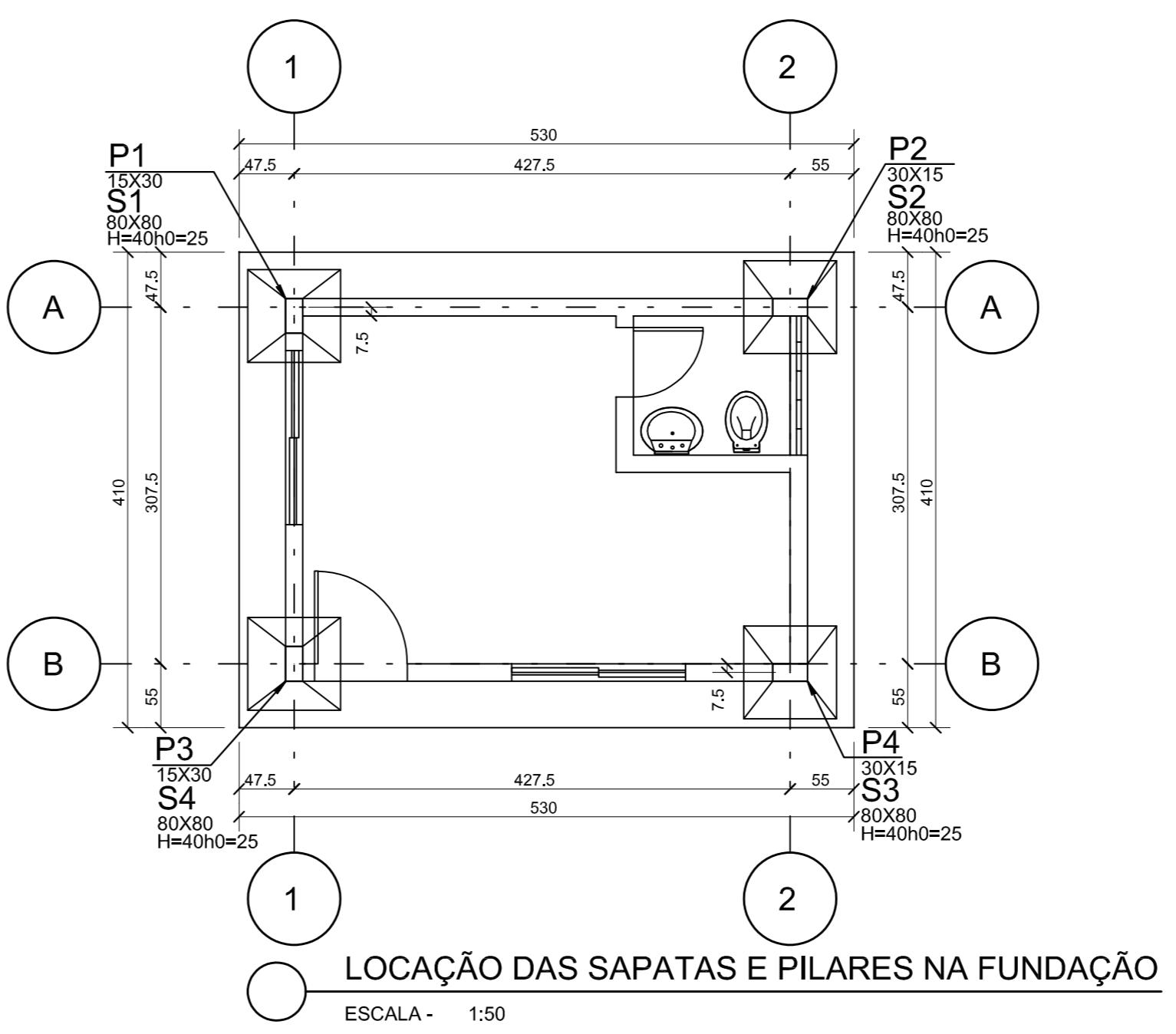
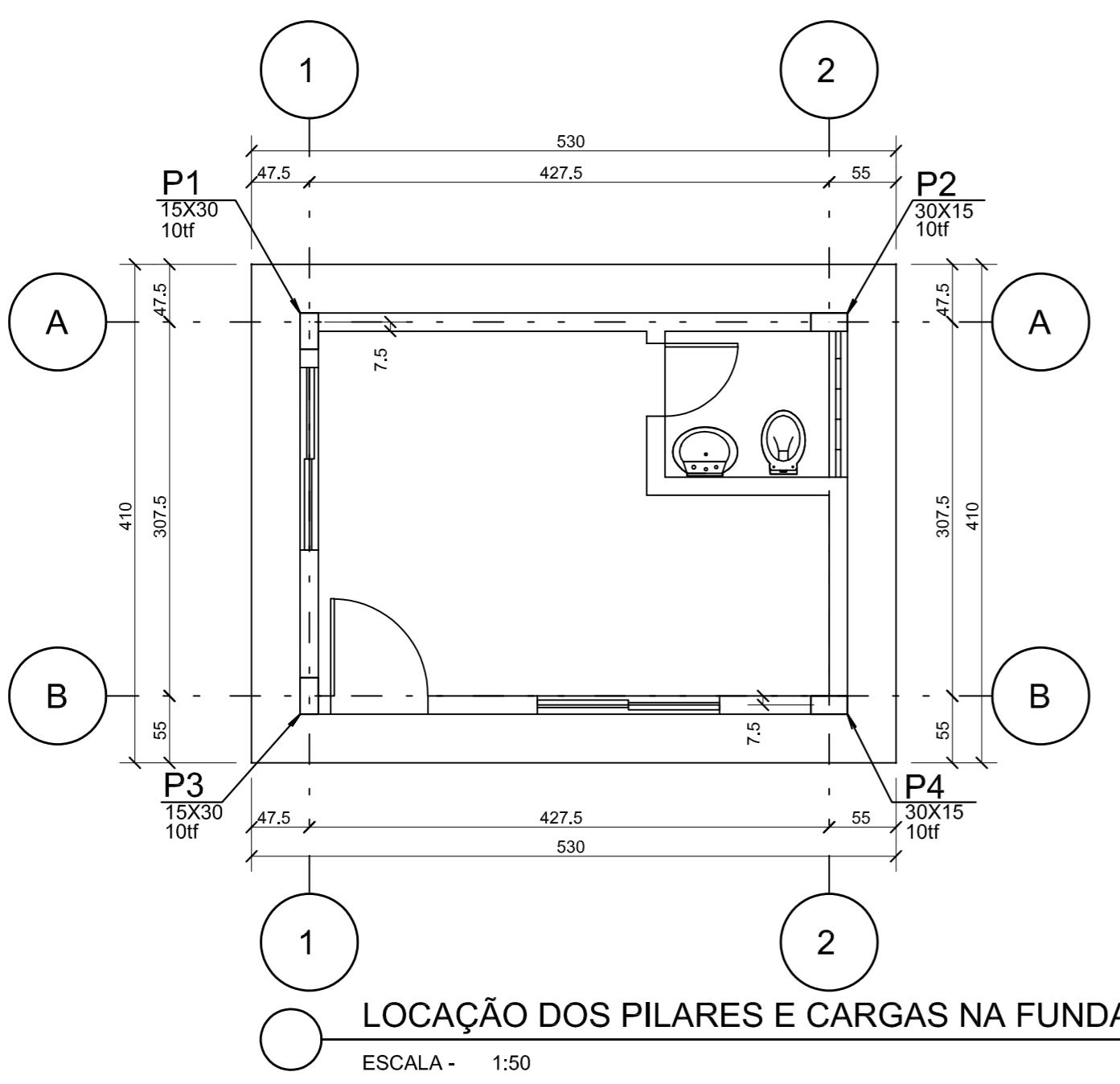
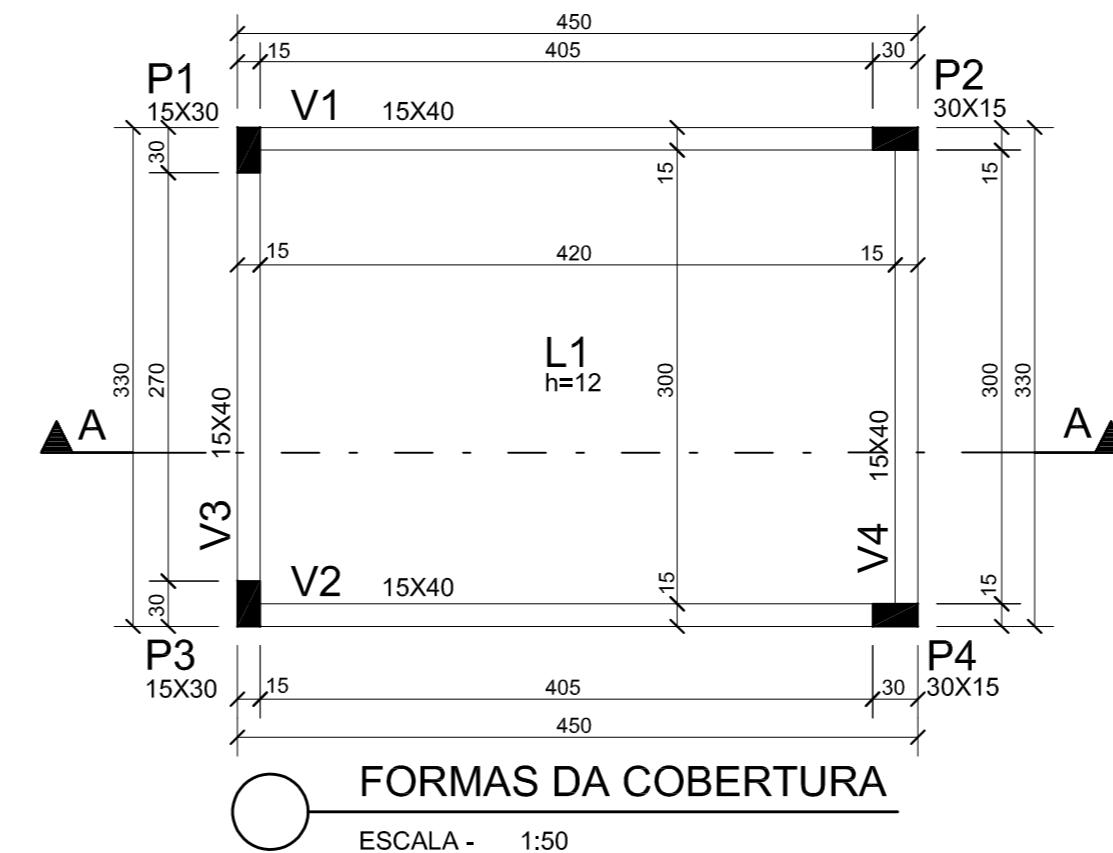
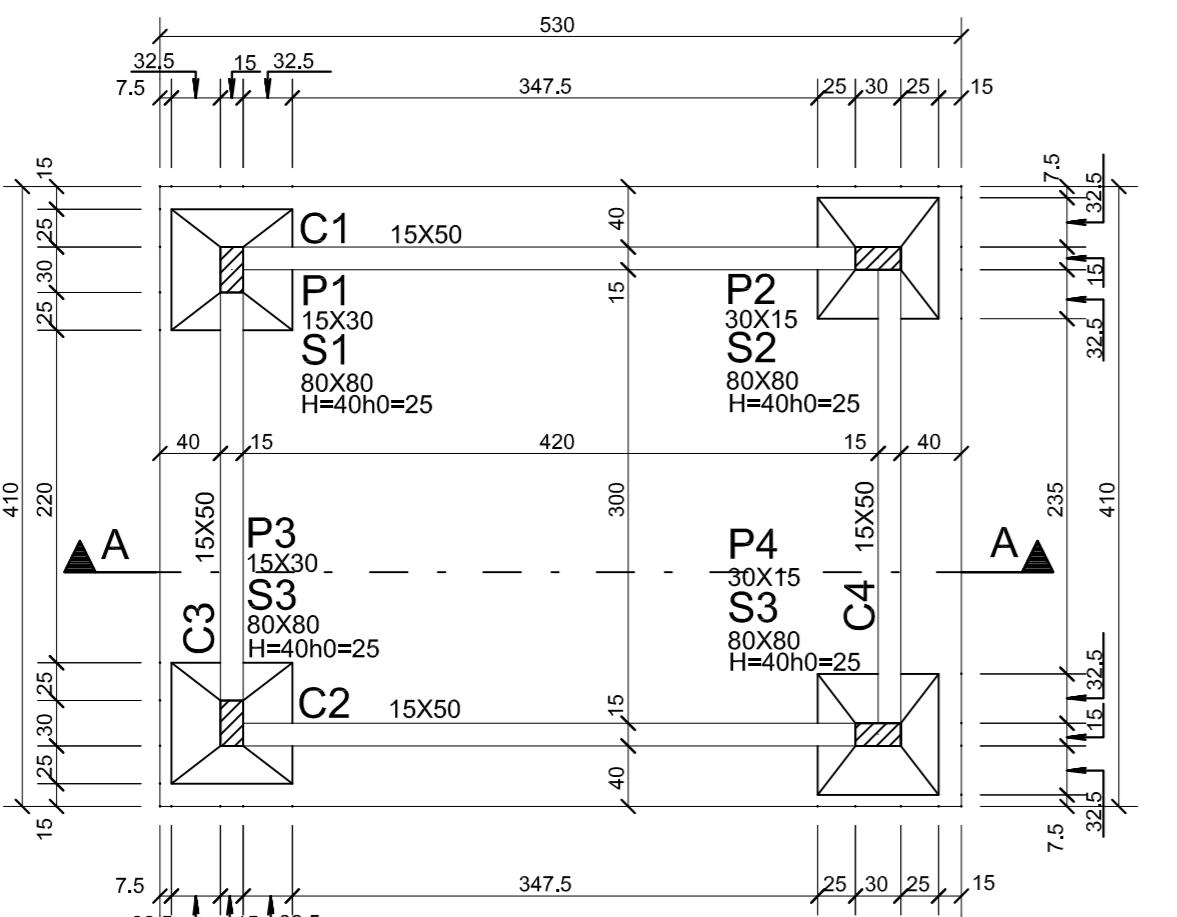
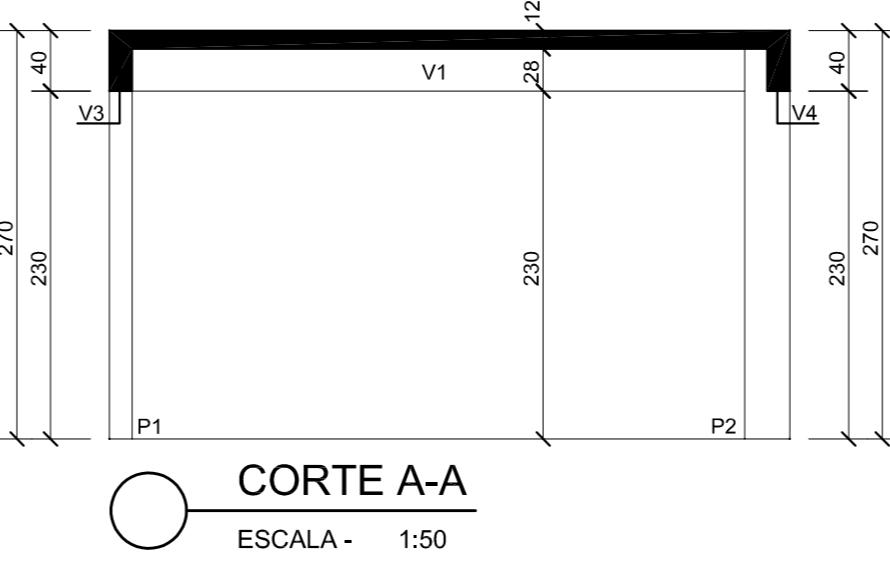
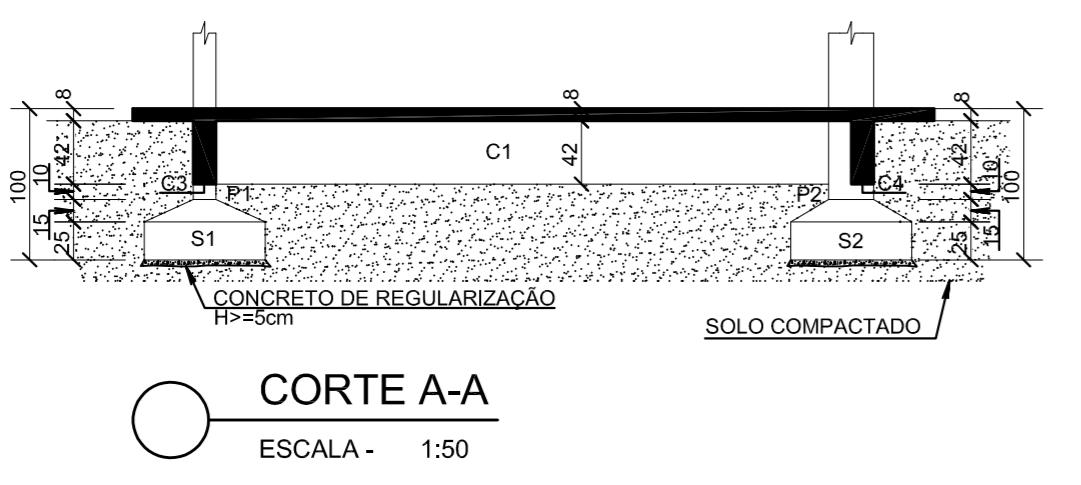
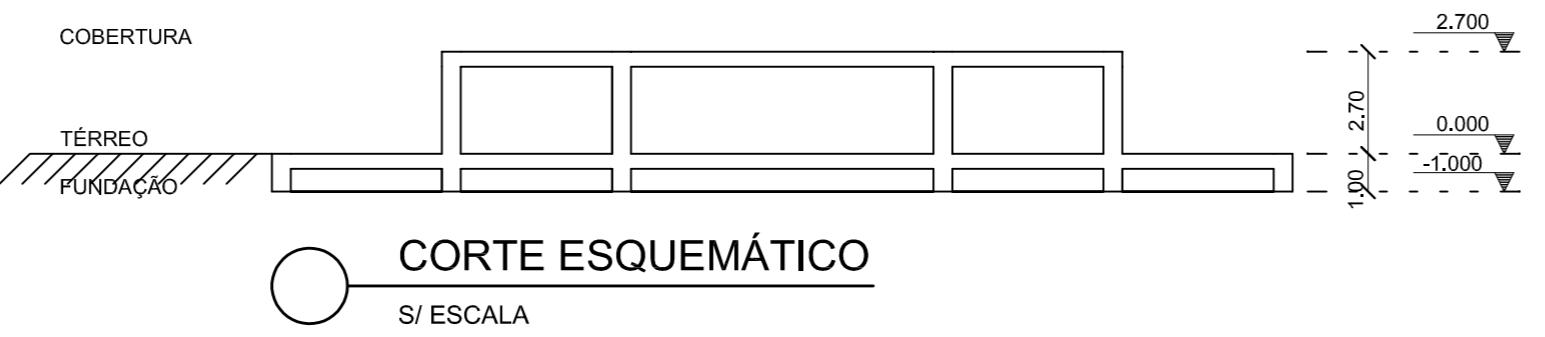
FUNDÃO			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	12,5	52	52
TOTAL		52	52

PILARES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	75	12
50A	12.5	69	69
TOTAL		144	81

VIGAS			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	72	12
50A	6.3	85	21
50A	10	103	65
50A	12.5	55	55
TOTAL		315	153



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

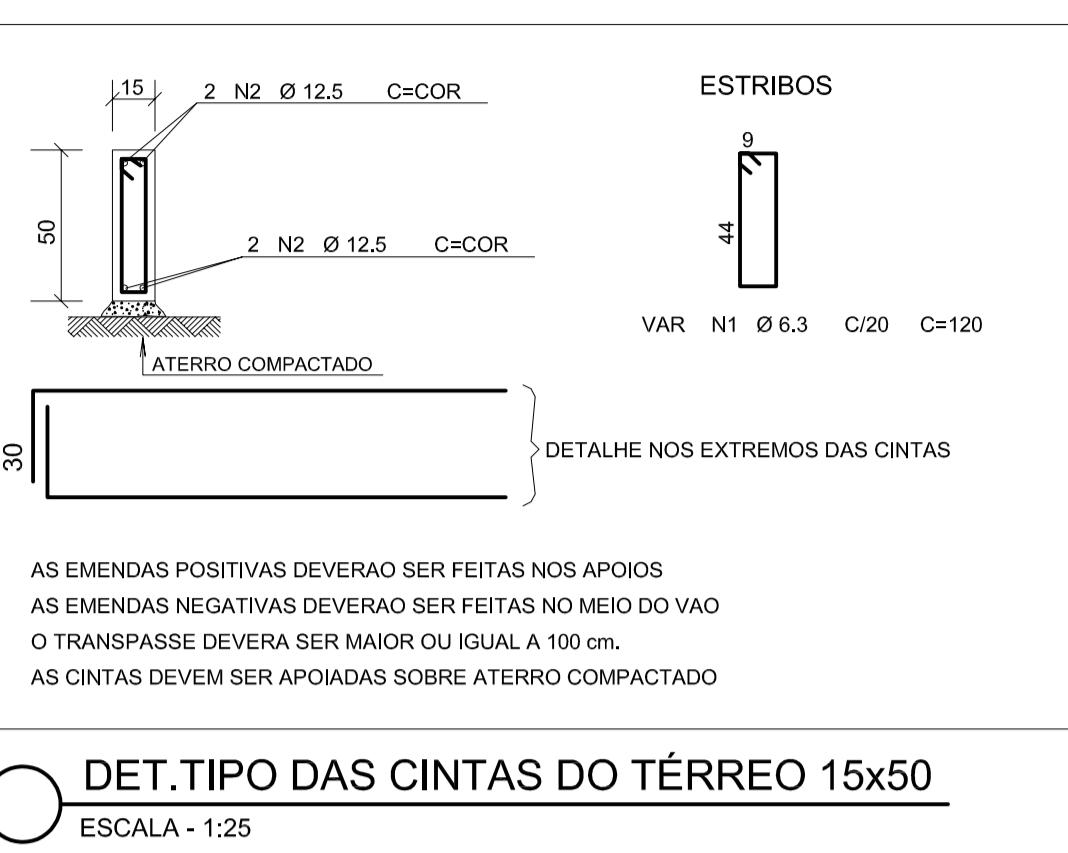
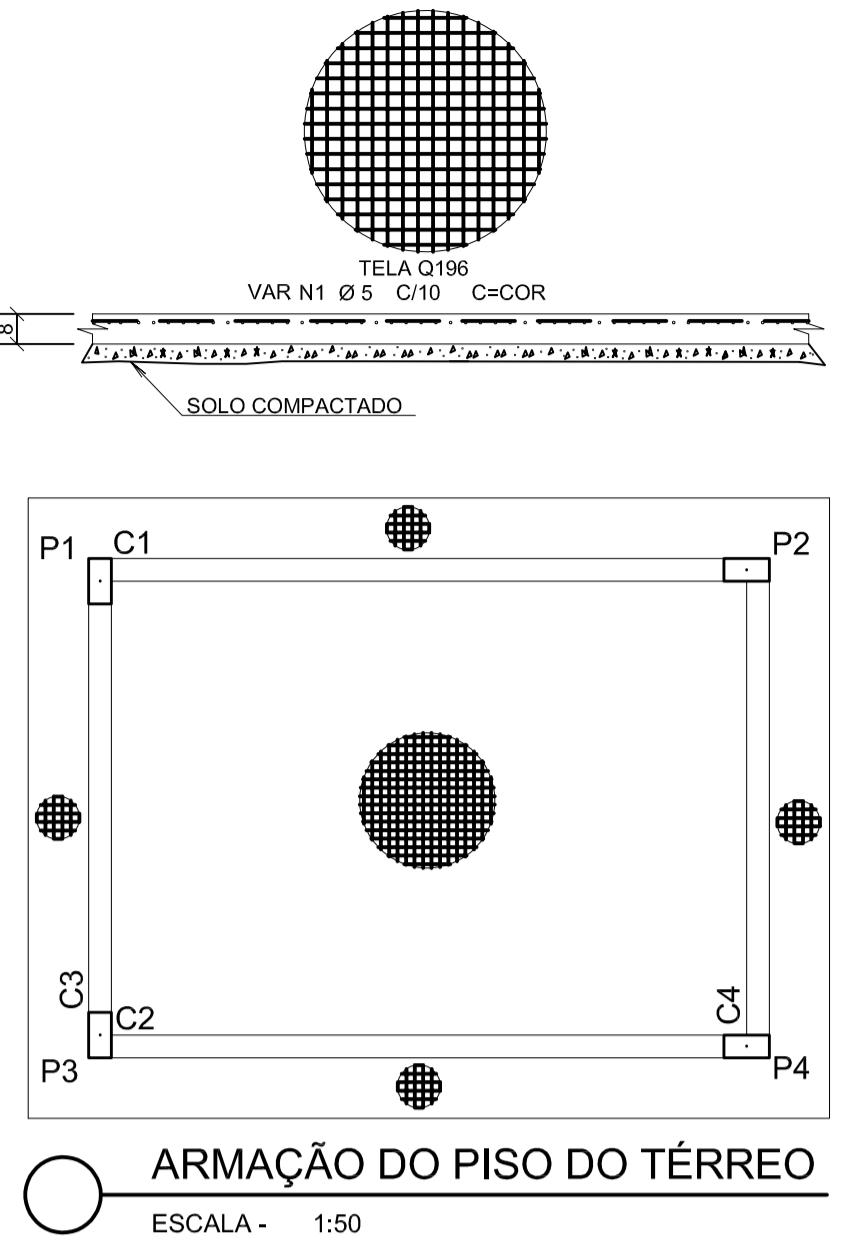
- 1 - Cotas e Dimensões em cm.
- 2 - Concreto : $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- Módulo de Elasticidade : $E_{cs} = 26 \text{ GPa}$
- Fator Água Cimento : $A/C \leq 0.5$
- Consumo de Cimento : 514 kg/m^3
- 3 - Aços : CA-50 - $F_y = 500 \text{ MPa}$
- CA-60 - $F_y = 600 \text{ MPa}$
- 4 - Concreto de regularização:
- Módulo de Elasticidade : $E_{cs} = 18.5 \text{ GPa}$
- Espessura : 5.0 cm
- Consumo de Cimento : 250 kg/m^3
- 5 - As cotas prevalecem sobre o desenho
- 6 - Classe de Agressividade Ambiental = II
- 7 - Fator do Terreno S1 = 1.0
- 8 - Categoria de Rústicidade: S2 = I
- 9 - Classe da Edificação: S2 = B
- 10 - Fator Estatístico: S3 = 1.00
- 11 - Velocidade Básica do Vento: $V = 30 \text{ m/s}$
- 12 - Cobertura das Armaduras :
tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
R E V I SÃO				

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO 09	PRANCHAS 01/02
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO			
PROJETO EXECUTIVO			

PROJETO ESTRUTURAL
CASA DO VIGIA
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:	0505-001-EST-R00.DWG
ESCALA:	INDICADA
DATA:	JULHO/2017



AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT. UNIT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
V1-COBERTURA					
50A	1	10	6	490	2940
60B	2	5	21	100	2100
V2-COBERTURA					
50A	1	10	6	490	2940
60B	2	5	21	100	2100
V3-COBERTURA					
50B	1	10	6	370	2220
60B	2	5	14	100	1400
V4-COBERTURA					
50A	1	10	6	370	2220
60B	2	5	16	100	1600
P1=P2=P3=P4 (X4)					
50A	1	12,5	16	167	2672
60B	2	5	96	78	7488
50A	3	12,5	16	267	4272
S1=S2=S3=S4 (X4)					
50A	1	12,5	24	110	2640
50A	2	12,5	24	106	2544
ARMAÇÃO DO PISO DO TÉRREO					
60B	1	5	1	-CORR-	43460
ARMAÇÃO POSITIVA DA LAJE DA COBERTURA					
50A	1	8	16	445	7120
50A	2	8	22	325	7150
DET.TIPO DAS CINTAS DO TÉRREO 15x50					
50A	1	6,3	71	120	8520
50A	2	12,5	4	-CORR-	5520

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
60B	5	581	93
50A	6,3	85	21
50A	8	143	57
50A	10	103	65
50A	12,5	176	176
Peso Total	60B =	93 kg	
Peso Total	50A =	320 kg	

