

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 V
Projeto Estrutural

Cagece

OUTUBRO/2018



EQUIPE TÉCNICA

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

Gerente de Projetos de Engenharia

Eng^o. Raul Tigre de Arruda Leitão

Coordenação de Projetos Técnicos

Eng^o. Gerardo Frota Neto

Coordenação de Serviços Técnicos de Apoio

Eng^o. Bruno Cavalcante de Queiroz

Engenheiro Projetista

Eng^o. Carlos Raphael Monteiro de Lemos

Eng^o. 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 REL-01 Cap. 500m ³	7
1.2 REL-02 Cap. 500m ³	45
1.3 Radier do RAP em Aço – Vol.2.500m ³	83



Projeto Estrutural

1. PROJETO ESTRUTURAL

1.1 REL-01 Cap. 500m³

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – REL-01 CAP. 500M³



Cagece

Serra/ES

16 de agosto de 2017

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.1	OBJETIVO.....	3
1.2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	3
1.3	INTRODUÇÃO	3
1.4	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO	3
2.0	MODELO DE CÁLCULO	6
2.1	CARGAS E COMBINAÇÕES	7
2.2	DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES	9
2.3	SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS.....	10
2.4	FUNDAÇÕES.....	11
3.0	RESERVATÓRIOS APOIADO.....	12
3.1	FUNDO	12
3.2	FUNDO RESERVATÓRIO	16
3.3	TAMPA	20
3.4	PAREDES CURVAS	24
3.5	PILAR-PAREDE.....	26

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural do REL-01 Cap. 500m³.

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:

- 040-042 - SAA Horizonte - REL-01 500m³

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: do REL-01 Cap. 500m³.

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

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

Documentos técnicos e livros como:

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

Além dos softwares de dimensionamento e análise hiperestática: STRAP 2011

1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

- Fck: 30 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- Es: 210 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras ≤ 0.2 mm
- Dimensão máxima do agregado graúdo: 25 mm
- Método para análise de 2° Ordem Global: Gama Z
- Compactação com Proctor normal à 100%
- Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

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
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

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

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

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

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

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

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

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

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

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

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

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

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

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

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

NOTAS

1 As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2.

2 Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV, exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens.

3 No projeto de lajes lisas e cogumelo protendidas, basta ser atendido o ELS-F para a combinação frequente das ações, em todas as classes de agressividade ambiental.

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

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

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

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

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

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

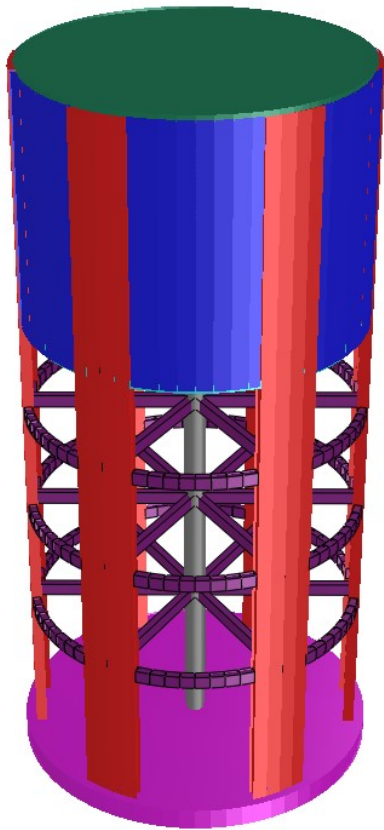
- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

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

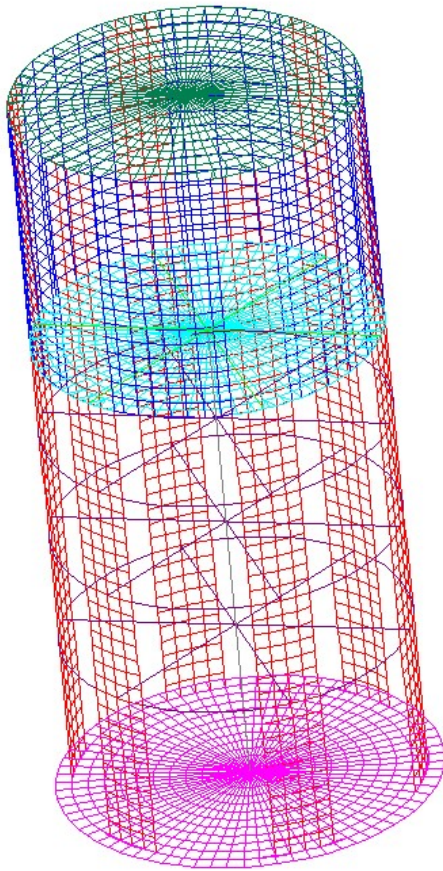
$$d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

2.0 MODELO DE CÁLCULO

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



PERSPECTIVA 3D - Reservatórios Apoiado sobre Base Elástica



PERSPECTIVA 3D da malha - Reservatórios Apoiado sobre Base Elástica

2.1 CARGAS E COMBINAÇÕES

Ações Permanentes:

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

Ações Variáveis Acidentais:

- q2 - Sobrecarga

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

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

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

Grandezas Físicas das Ações:

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

Argila com areia fina cor variegada

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

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

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

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

Combinações:

Estado Limite Último - ELU-CN (cheio):

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

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

Estado Limite Último - ELU-CN (vazio):

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

Estado Limite de Serviço ELS-CF (cheio)

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

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

Estado Limite de Serviço ELS-CF (vazio)

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

Especial, para verificação da flutuação

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

2.2 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

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

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

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

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

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

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

Armadura mínima prevista em norma:

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

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

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

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

NOTA - Nas seções tipo T, a área da seção a ser considerada deve ser caracterizada pela alma acrescida da mesa colaborante.

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

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

2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

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

- Reservatório de Concreto Armado apoiado:

Tampas: 20 cm

Paredes curva: 25 cm

Fundo Res.: 25 cm

Fundo.: 70 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 Kv por correlação, utilizando a tabela abaixo:

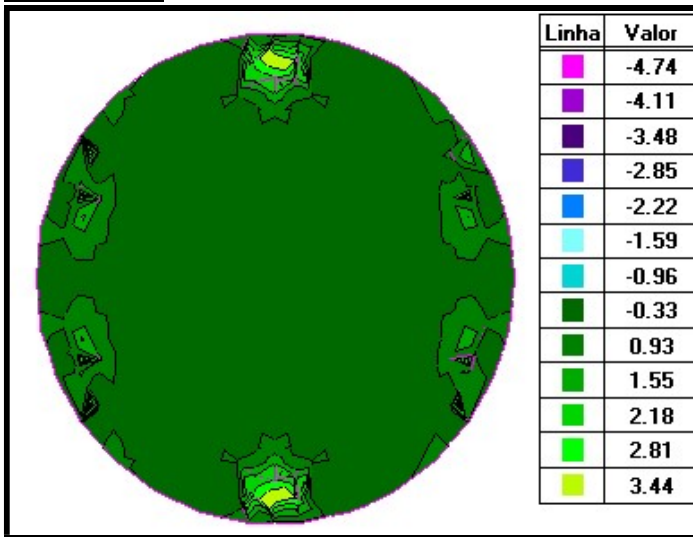
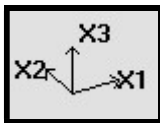
Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)	Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65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

Fonte: Safe, Morrison (1993)

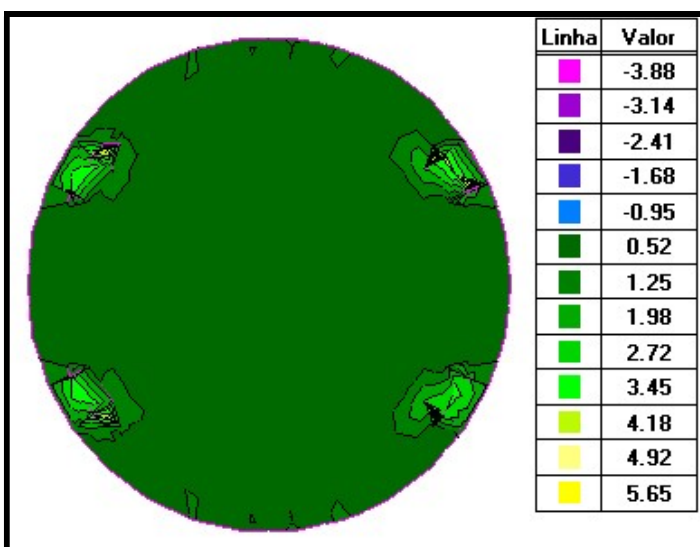
Adotamos uma taxa de solo de $1,5\text{Kg}/\text{cm}^2$, conforme sondagem fornecida. Com coeficiente de mola de $x3=750\text{tf}/\text{m}$

3.0 RESERVATÓRIO APOIADO

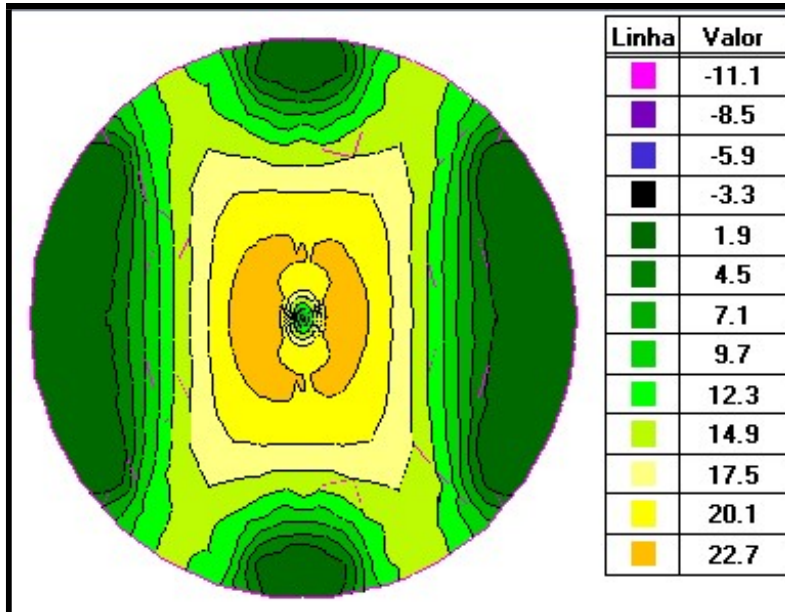
3.1 FUNDO



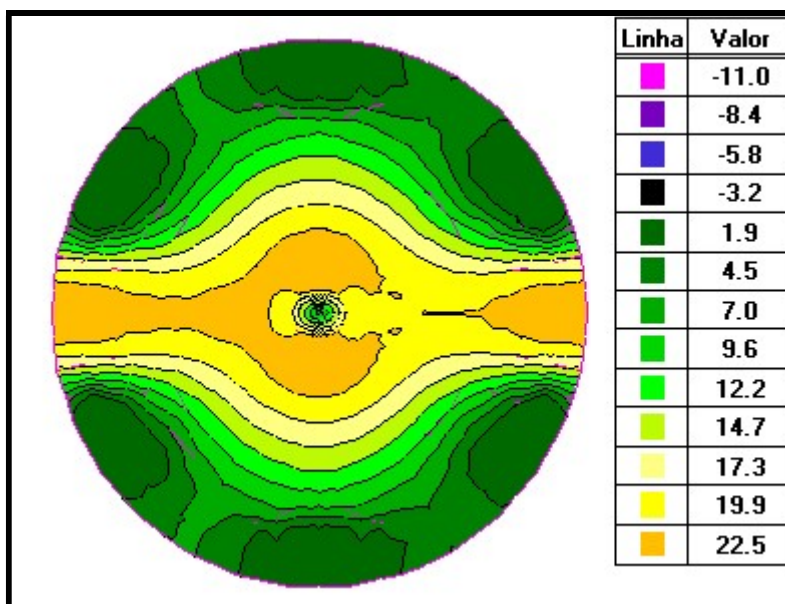
FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	Classe Agres.	
500	30	17,50	2,81	70	5,1	0,5	12,11	1,40	1,15	Classe IV	

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	12,5	13,64
As2 (cm ² /m)	12,5	13,64

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω_2
Zona D	0,043	0,031

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO						
Materiais		Esforços			Seção	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Esp. (cm)
500	30	17,5	2,81	70	5,125	9,0

Cálculo						
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	Acrl (cm ²)
13,64	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	130,50

as	pri	ξ	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,009403714	0,175	199,59	0,00	0,08732644	0,19869168

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003												
Materiais				Esforços			Seção			SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.	
500	30	17,30	2,72	70	5,1	0,5	12,11	1,40	1,15	1,40	Classe IV	

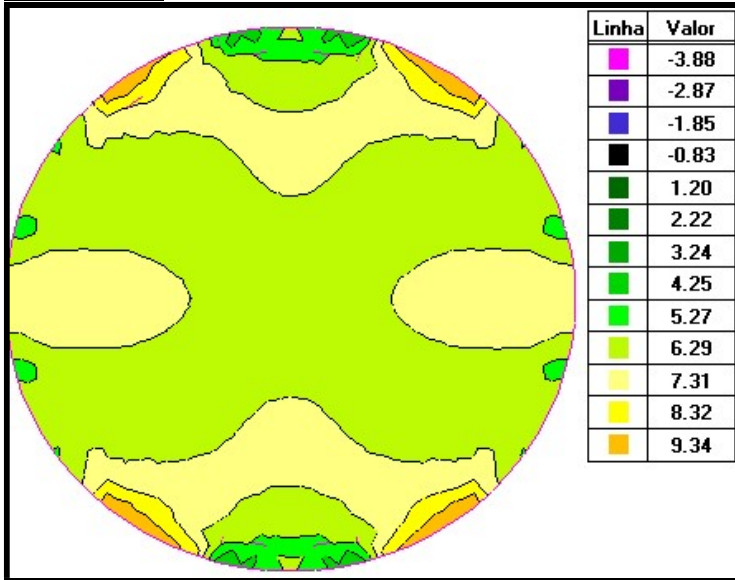
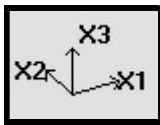
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	12,5	9,0
As2 (cm ² /m)	12,5	9,0

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,042	0,000	0,030

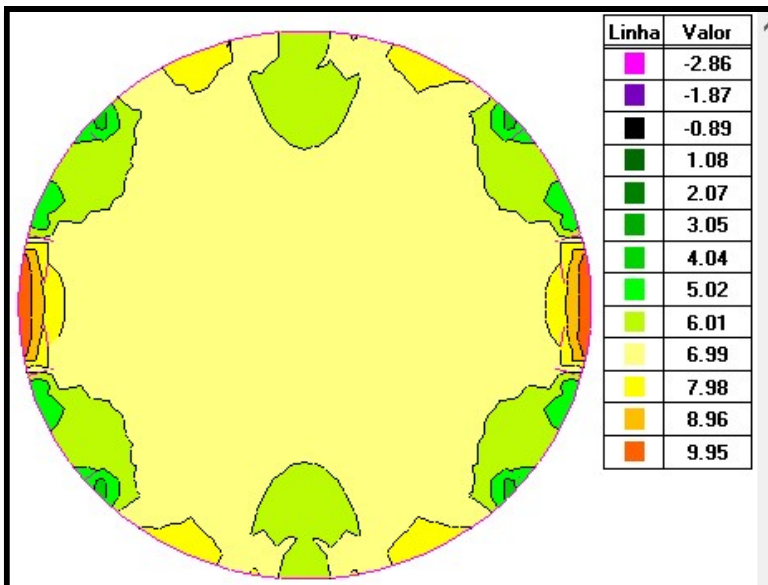
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais			Esforços				Cálculo			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola \emptyset	Esp. (cm)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	
500	30	17,3	2,72	70	5,125	12,5	9,0	210.000	26.072	
As (cm ² /m)	13,64							fctm (Mpa)	2,90	
α_s	8,05							pri	ξ	
								0,009403714	0,175	
										η_1
										2,25
										σ_{si} (Mpa)
										197,52
										Erro
										-0,02
										Wk1 (mm)
										0,08551871
										Wk2 (mm)
										0,196624384

FUNDO - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

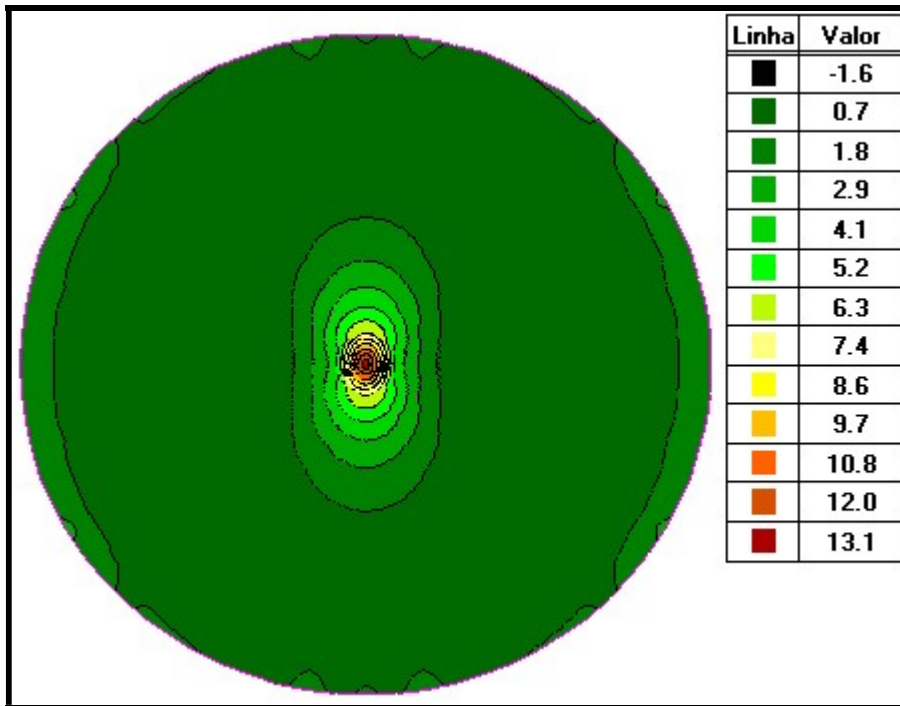
3.2 FUNDO RESERVATÓRIO



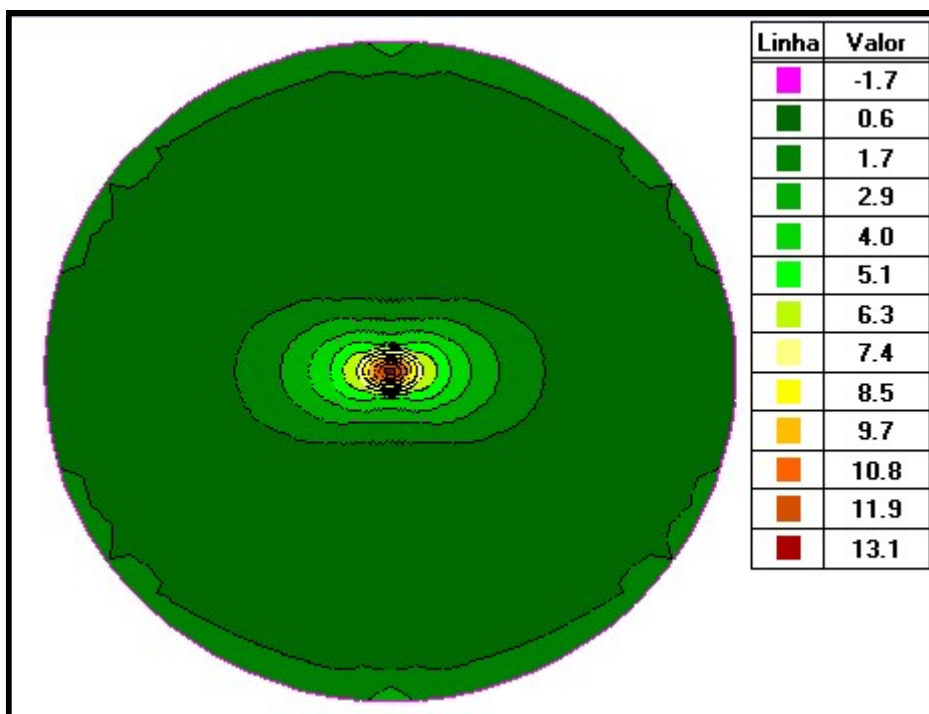
FUNDO RES. – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	Classe Agres.	
500	30	4,10	8,32	25	5,0	0,5	4,33	1,40	1,15	Classe IV	

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

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,119	0,000	0,063

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)	Esp. (cm)
500	30	4,1	8,32	25	5	10,0

Cálculo						
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	Acric (cm ²)
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	125,00
as	pri	ξ	x (cm)	osi (Mpa)	Erro	Wk2 (mm)
8,05	0,006283185	0,262	5,25	223,61	0,00	0,08768828
					0,00	0,258066

FUNDO RES. - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	4,00	6,99	25	5,0	0,5	4,33	1,40	1,15	1,40	Classe IV

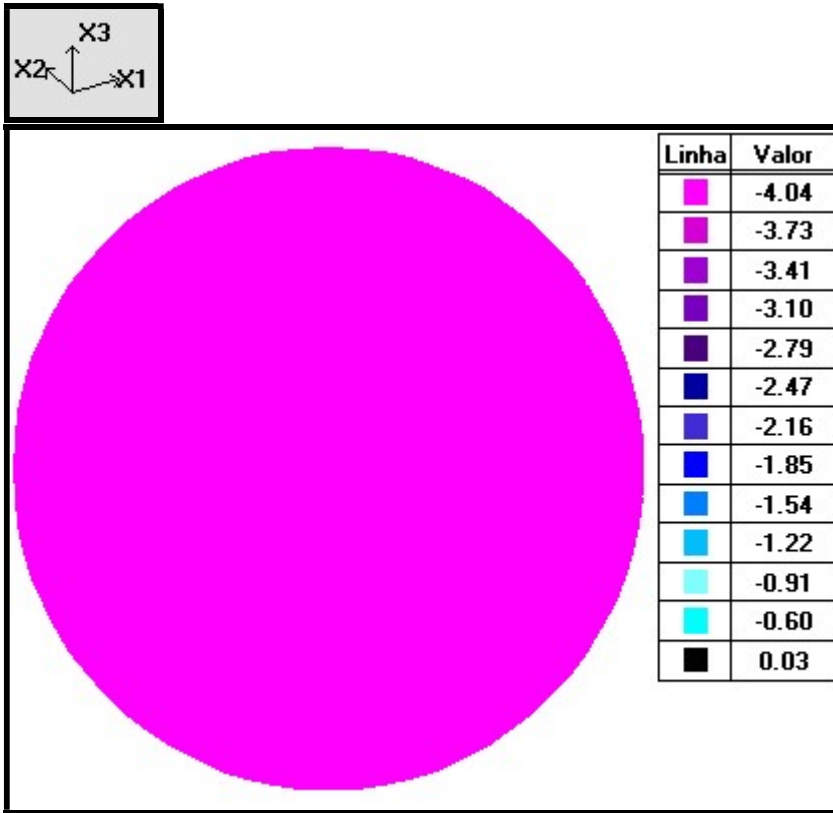
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	Esp. (cm) / As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	10	10,0 / 7,85
As2 (cm ² /m)	10	10,0 / 7,85

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona D	0,114	0,000
		ω_2 0,064

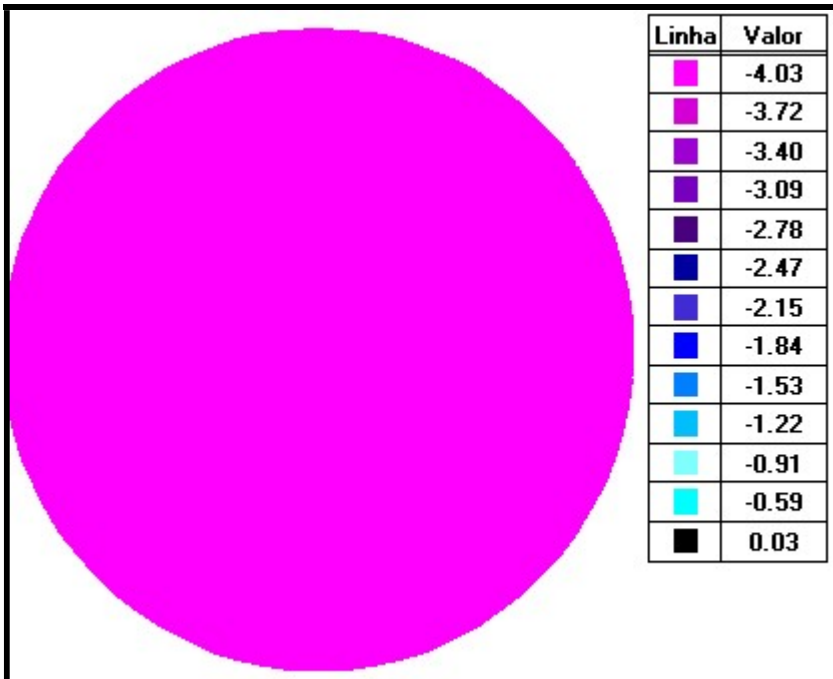
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços			Seção			
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	Esp. (cm)	
500	30	4	4	6,99	25	5	10	10,0	
Cálculo									
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)		
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	10,00	125,00		
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,006283185	0,256	5,12	225,91	0,00	0,08949621	0,260712799		

FUNDO RES. – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

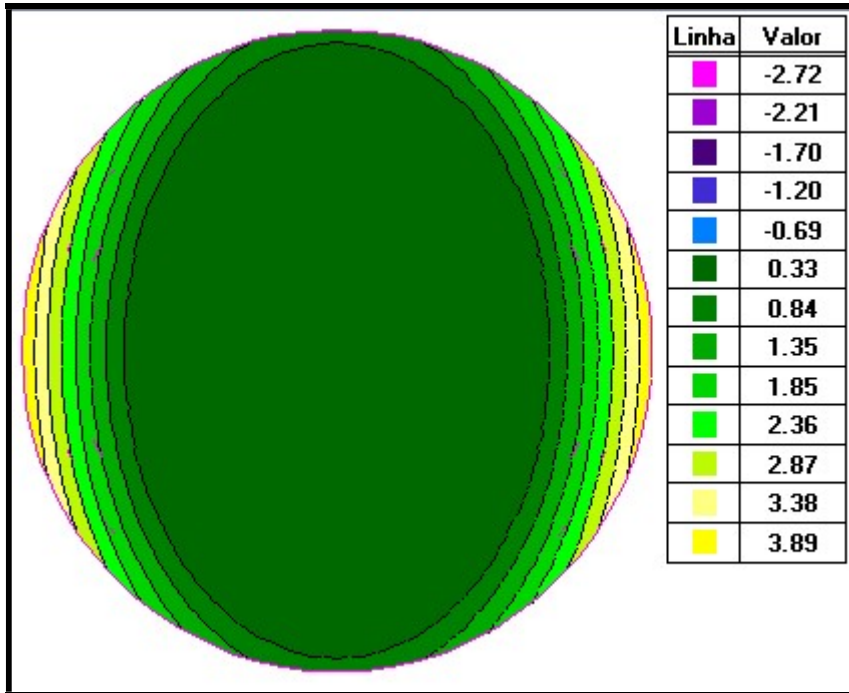
3.3 TAMPA



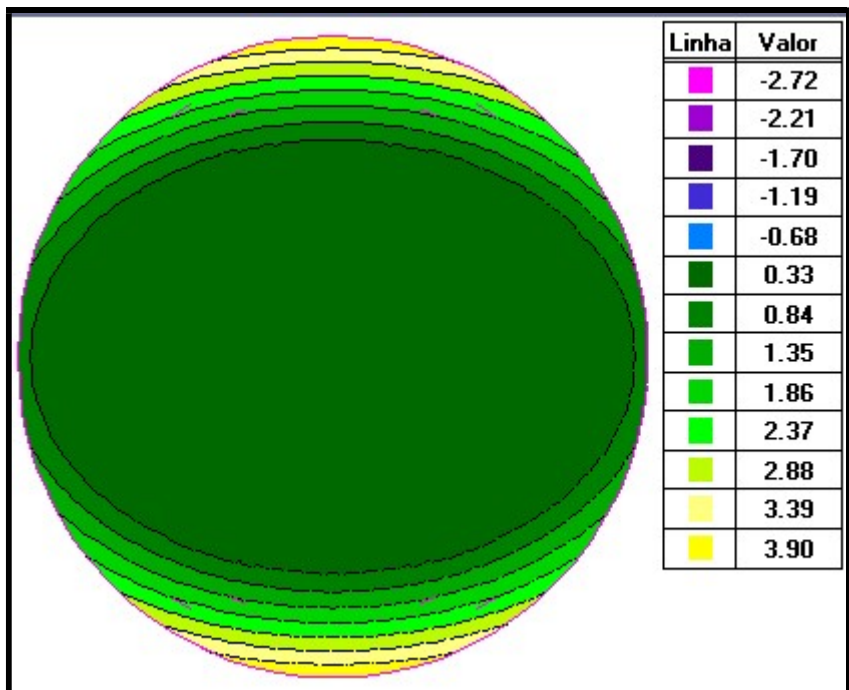
TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	2,37	4,03	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

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

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,115	0,000	0,071

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais				Esforços			Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)
500	30	2,37	4,03	20	5	10	12,0	12,0	
Cálculo									
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00	12,50	12,00	150,00
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)	Wk2 (mm)	
8,05	0,005235988	0,258	3,87	224,98	0,00	0,08876185	0,308140888	0,308140888	

TAMPA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	$A_{s,\text{min}}$ (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	1,85	4,03	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

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

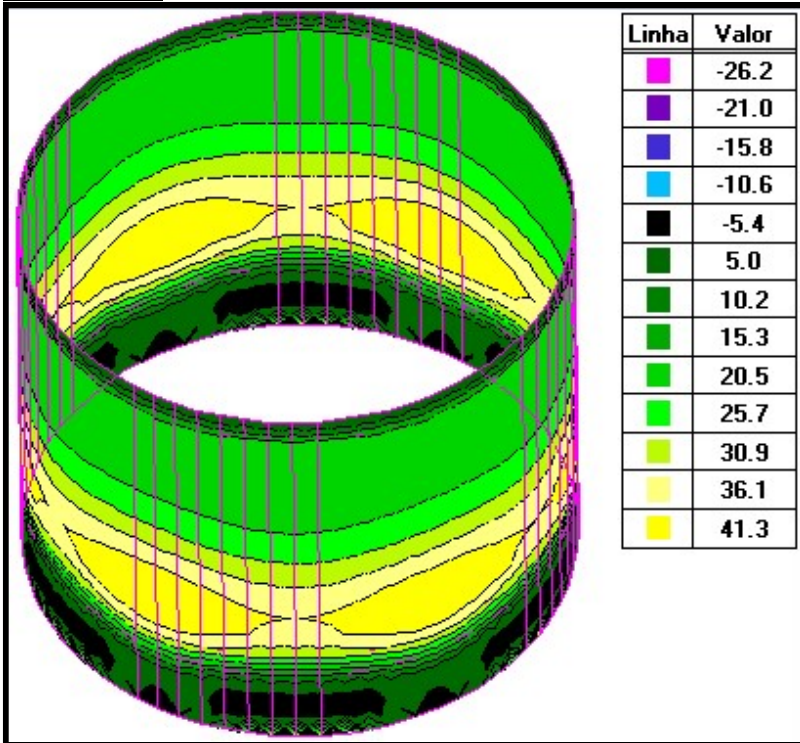
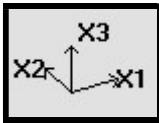
Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona D	0,091	0,052

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO						
Materiais			Esforços		Seção	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola \emptyset
500	30	1,85	4,03	20	5	10

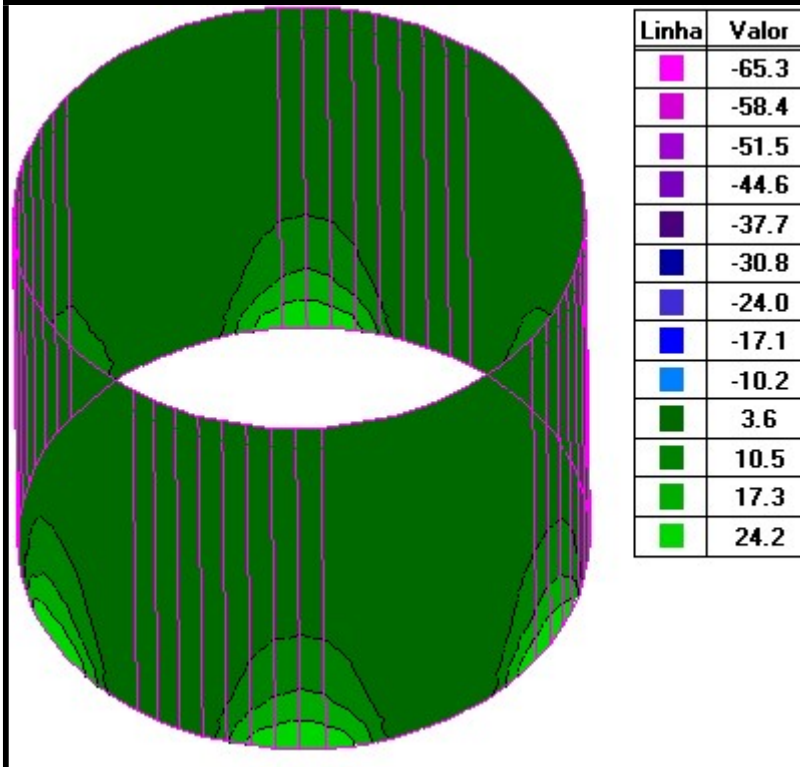
Cálculo						
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	Acri (cm ²)
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	125,00
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,006283185	0,286	4,30	141,21	0,03496706	0,16296322

TAMPA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

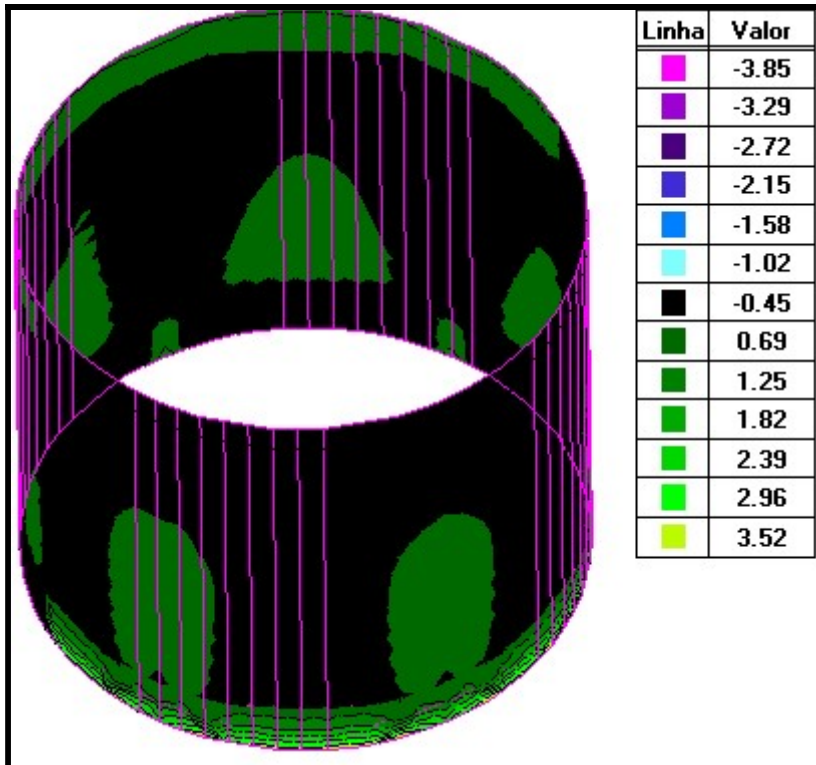
3.4 PAREDES CURVA



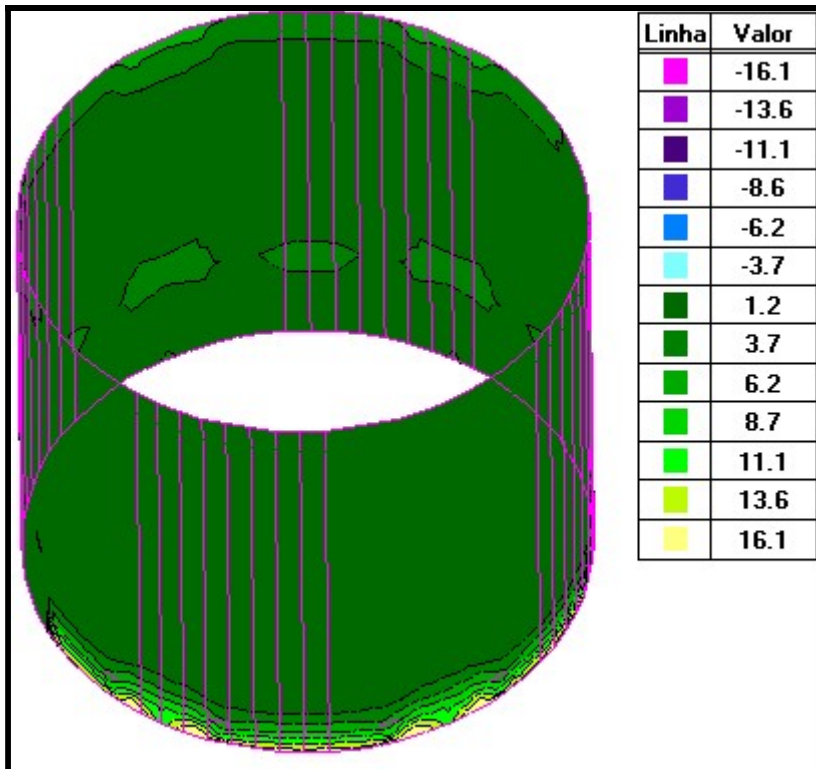
PAREDES CURVA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	2,39	20,50	25	4,9	0,5	4,33	1,40	1,15	1,40	Classe IV

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

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona O	-	0,000	0,000

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES-CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços				Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)	
500	30	2,39	20,5	20,5	25	4,9	8	10,0	
Cálculo									
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
5,03	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	10,00	109,00		
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,004611512	0,447	8,98	51,29	0,00	0,00369049	0,063385162		

PAREDES CURVA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	3,70	17,30	25	5,0	0,5	4,33	1,40	1,15	1,40	Classe IV

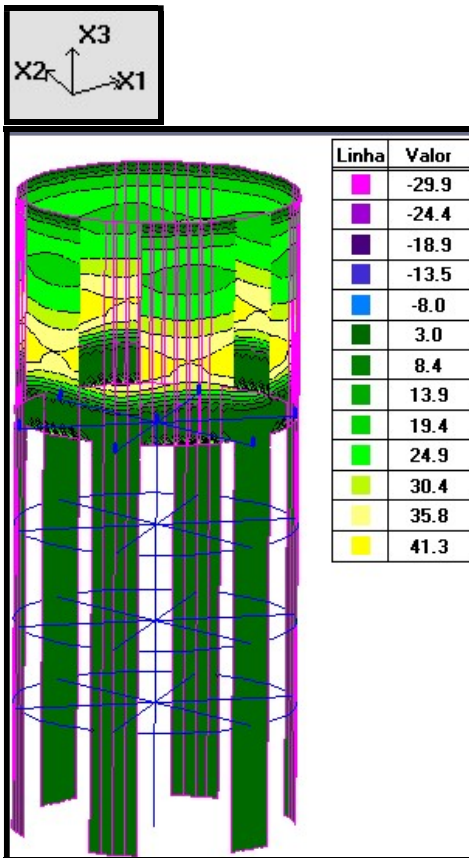
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	Esp. (cm) As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	10	10,0 7,85
As2 (cm ² /m)	10	10,0 7,85

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,126	0,000	0,035

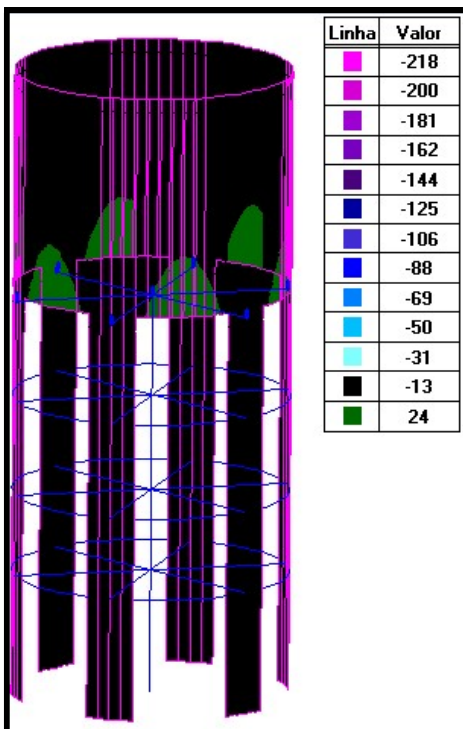
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços				Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola \emptyset	Esp. (cm)	
500	30	3,7	3,7	17,3	25	5	10	10,0	
Cálculo									
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)		
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	10,00	125,00		
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,006283185	0,332	6,63	137,43	0,00	0,03312214	0,158605858		

PAREDES CURVA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

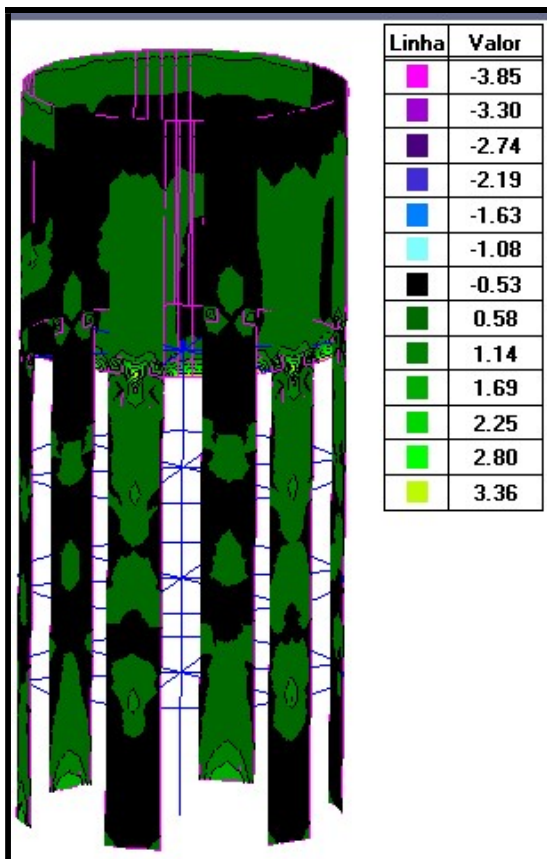
3.5 PILAR-PAREDE



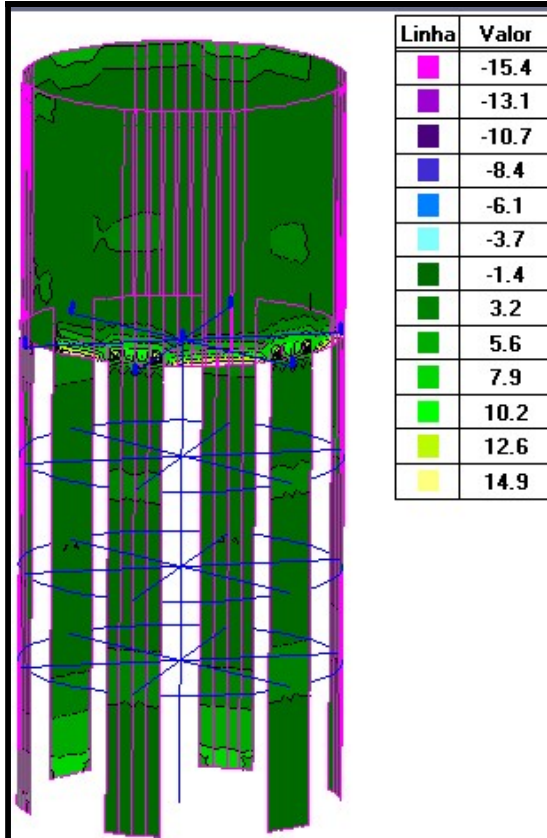
PILAR-PAREDE – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

CREA-ES 011840/D

REL-01 CAP. 500M ³						
CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa						
	FUNDAÇÃO	VIGAS	LAJES	PILAR	PAREDE CURVA	TOTAL
VOLUME (m ³)	74,00	19,50	39,50	92,50	16,00	241,50
FÔRMA (m ²)	30,00	219,00	174,00	622,00	502,00	1547,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa	
VOLUME (m ³)	5,50

FUNDAÇÃO			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	12.5	6963	6963
50A	16	166	266
TOTAL		7129	7229

VIGAS			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	1676	419
50A	8	592	237
50A	10	709	447
50A	12.5	709	709
50A	16	318	508
50A	20	318	794
TOTAL		4322	3114

LAJES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	10	8750	5513
TOTAL		8750	5513

PILAR			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	8634	2158
50A	16	3462	5539
TOTAL		12096	7697

PAREDES CURVA			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	10	7630	4807
TOTAL		7630	4807

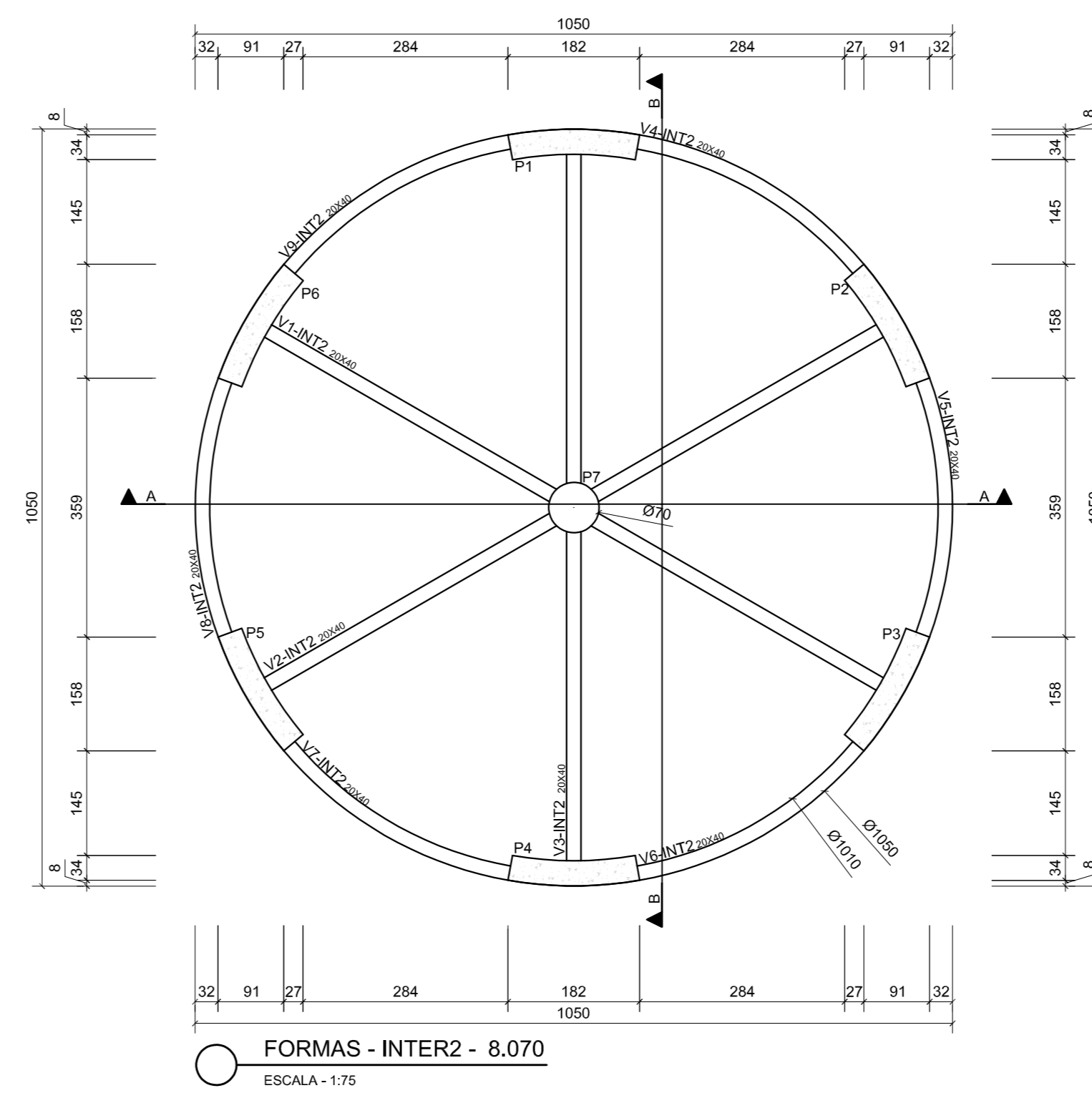
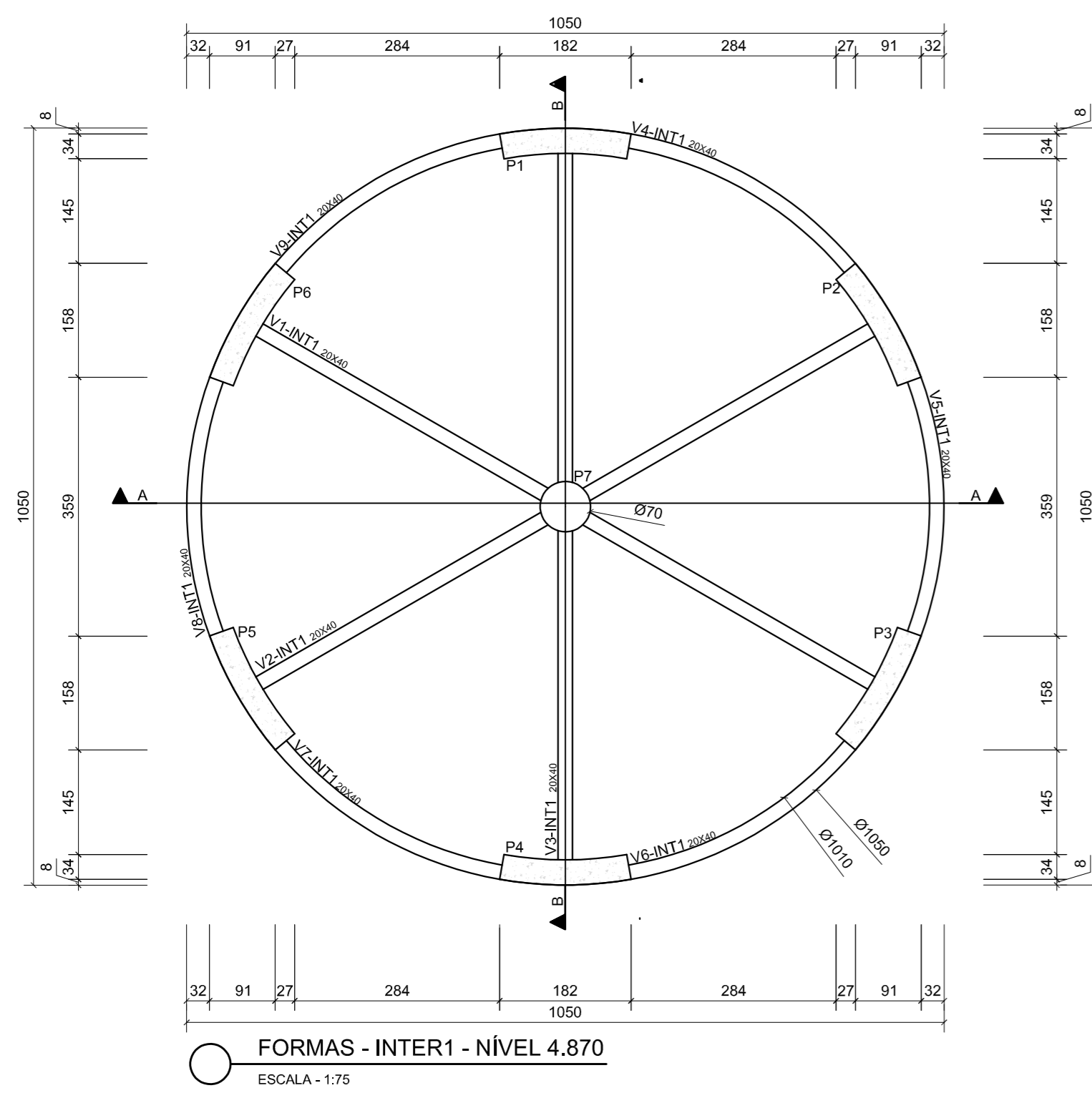
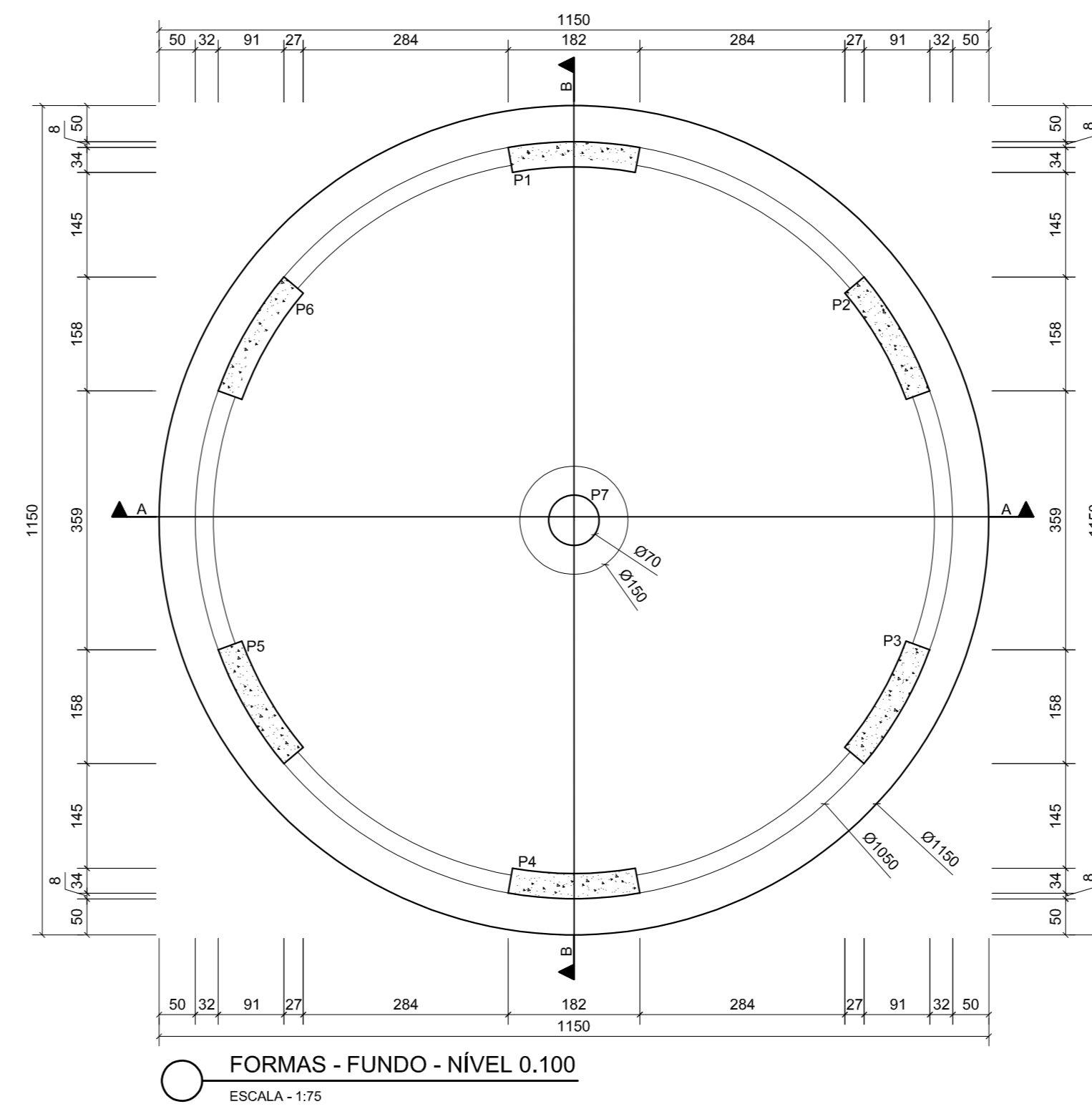
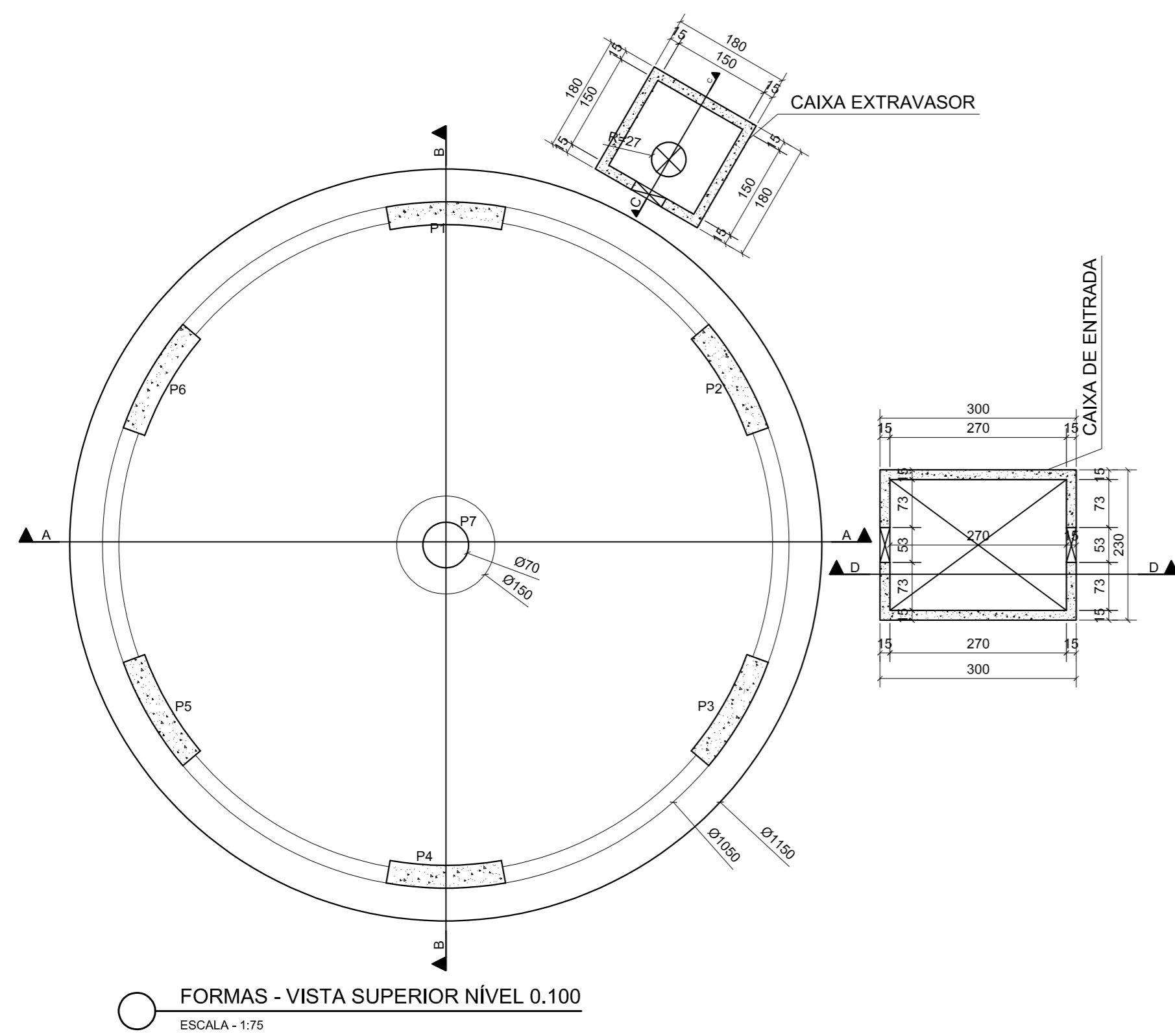
CAIXAS			
CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa			
	FUNDO	PAREDES	TOTAL
VOLUME (m ³)	2,10	5,00	7,10
FÔRMA (m ²)	4,00	64,00	68,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 Mpa	
VOLUME (m ³)	0,60

CAIXAS			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	1168	467
TOTAL		1168	467



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D



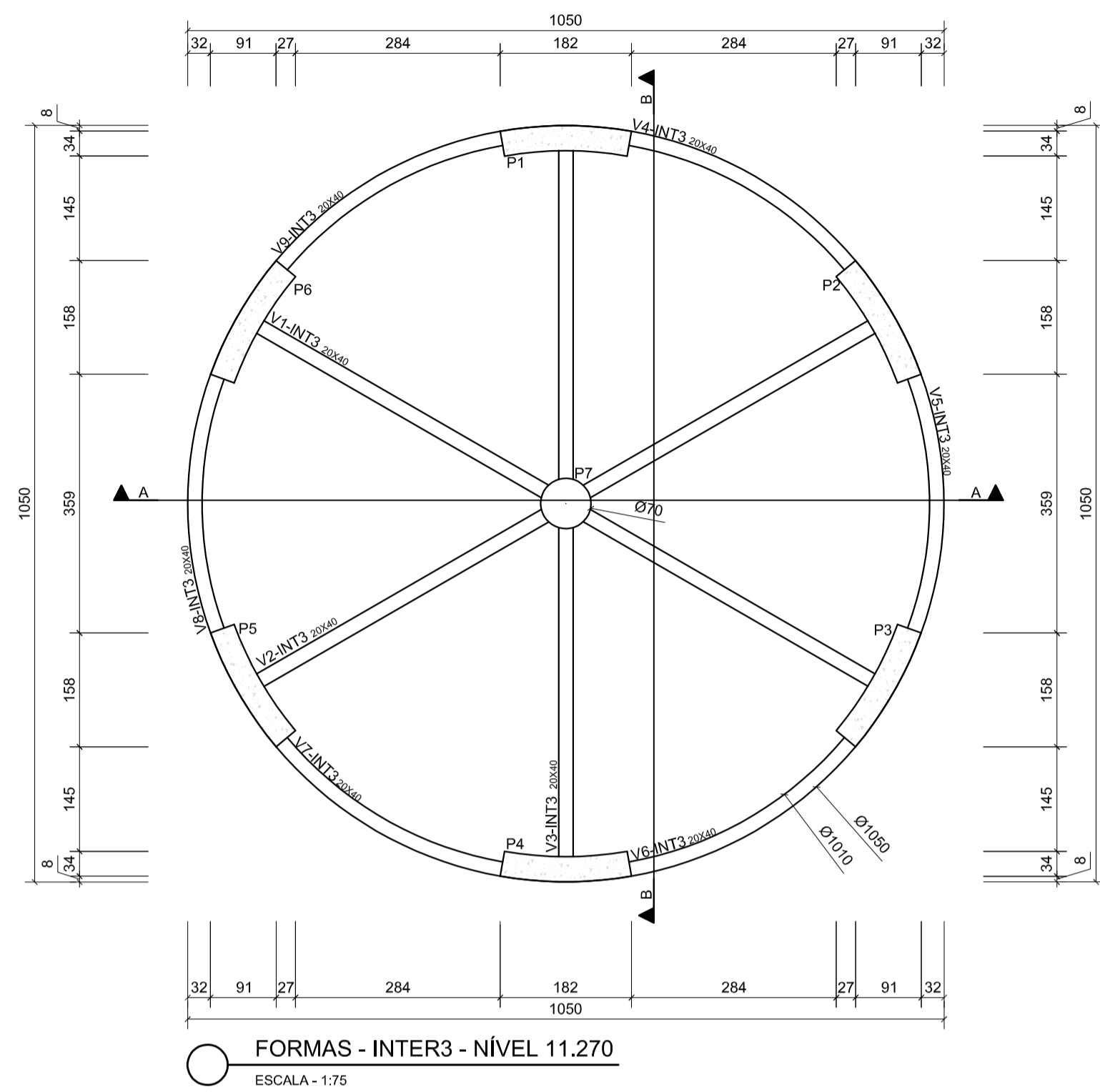
NOTAS :

1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm	Sapatas: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm	Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm	Tubulão: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C <= 0.45	Radier: 5.0cm	
Consumo de Cimento : 350Kg/m3	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009	
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto	
CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos	
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980	
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações	
Espessura : 5.0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014	
Consumo de Cimento : 250Kg/m3	Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento	
5 - As cotas prevalecem sobre o desenho	16 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010	
6 - Classe de Agressividade Ambiental = 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 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras	

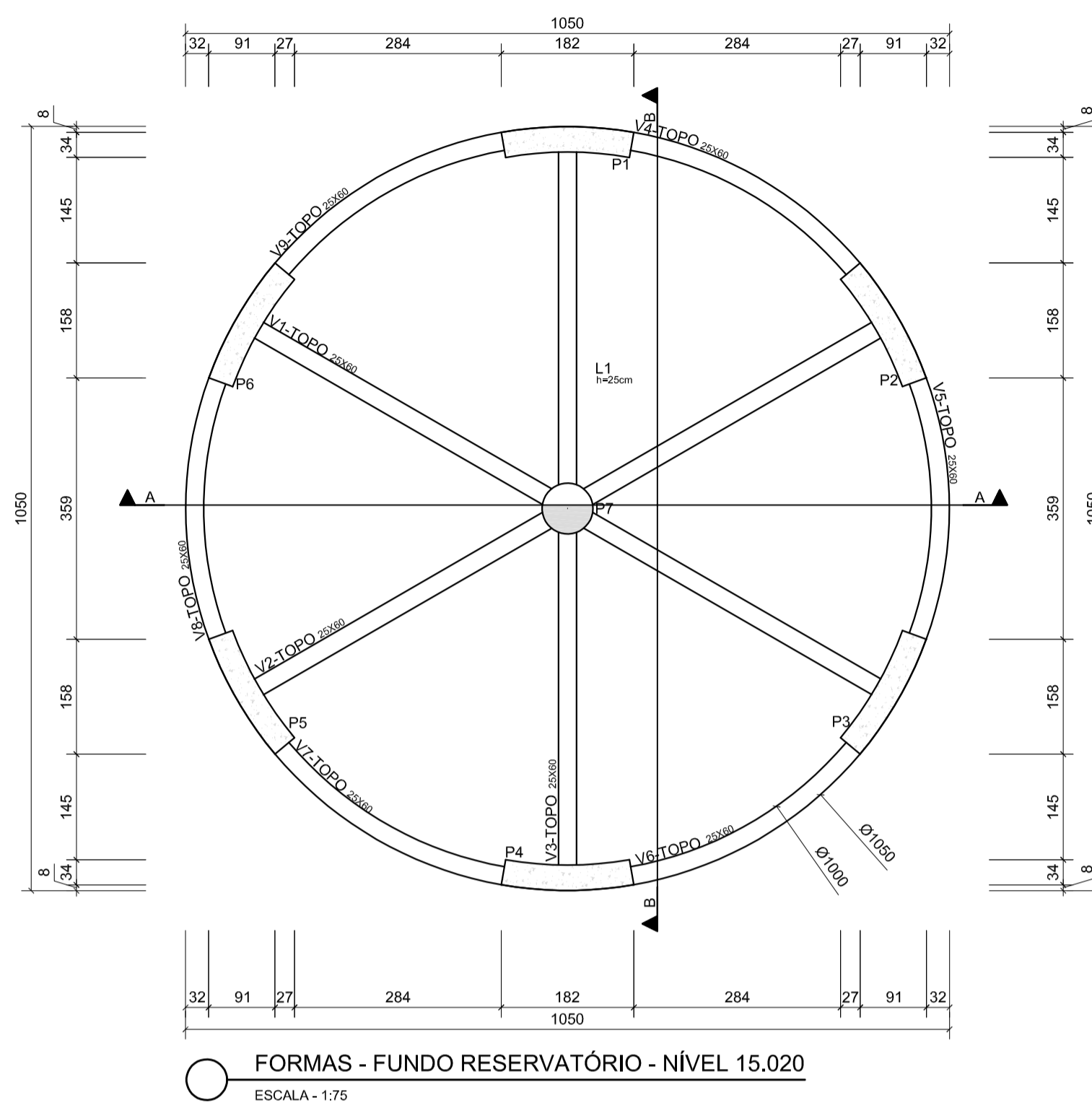
N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO 10	FRANCHA Nº 01/05
	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO		
	PROJETO EXECUTIVO PROJETO ESTRUTURAL REL-01 CAP. 500m³ FORMAS		

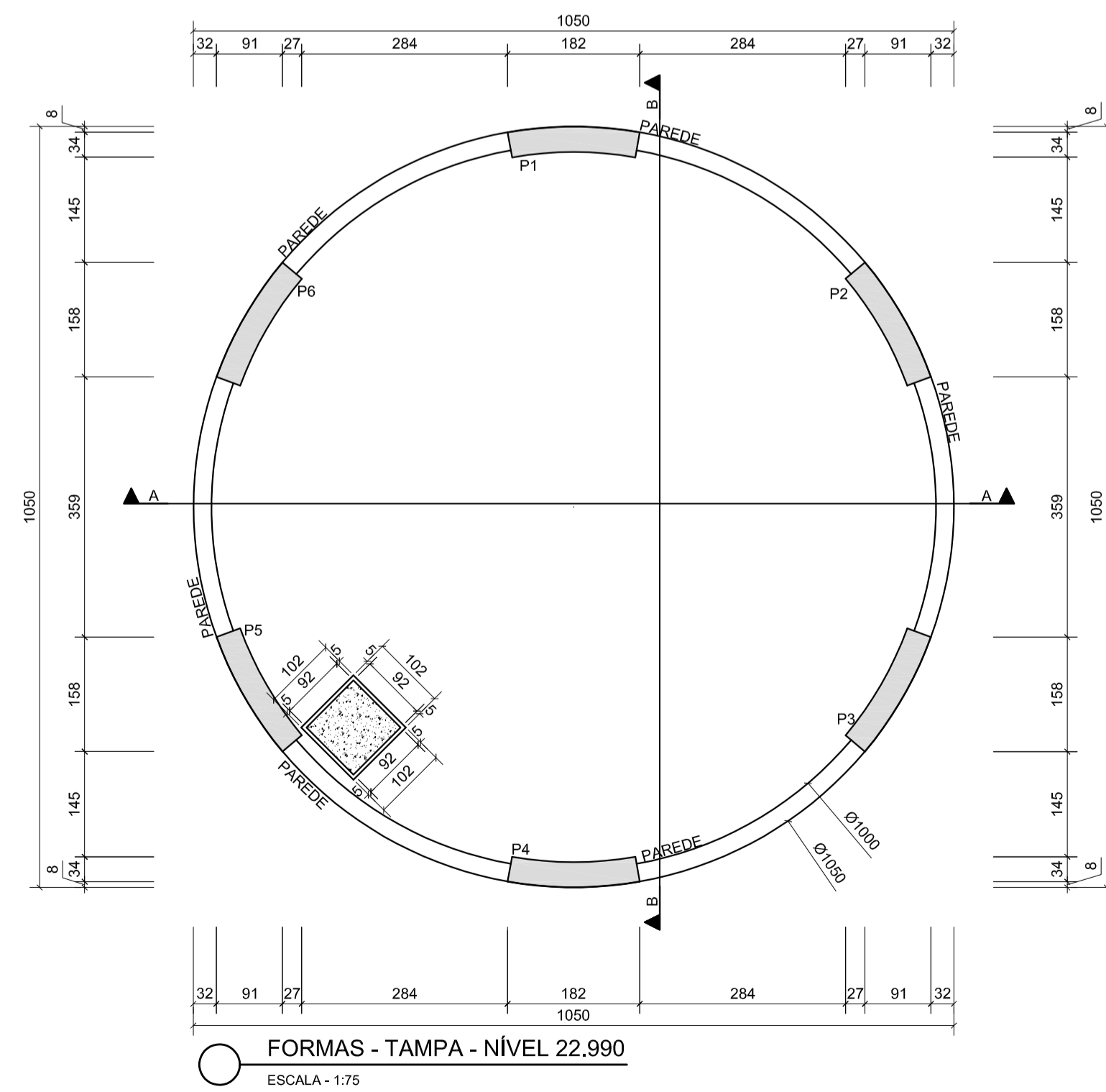
GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE
ARQUIVO:	0512ST-001-EST-R00.DWG
ESCALA:	INDICADA
DATA:	JULHO/2017



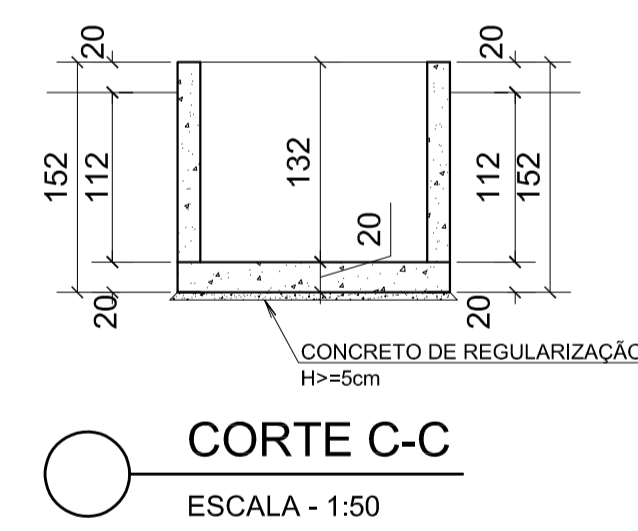
FORMAS - INTER3 - NÍVEL 11.270
ESCALA - 1:75



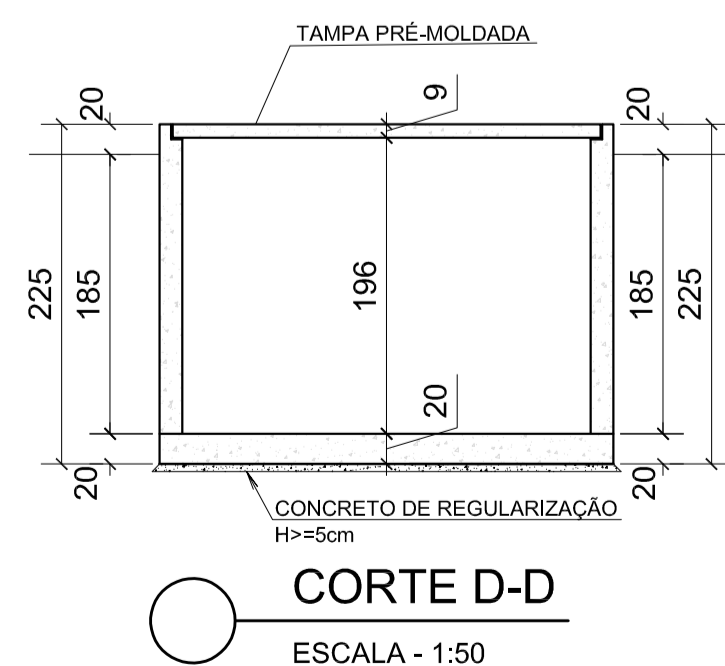
FORMAS - FUNDO RESERVATÓRIO - NÍVEL 15.020
ESCALA - 1:75



FORMAS - TAMPA - NÍVEL 22.990
ESCALA - 1:75



CORTE C-C
ESCALA - 1:50



CORTE D-D
ESCALA - 1:50



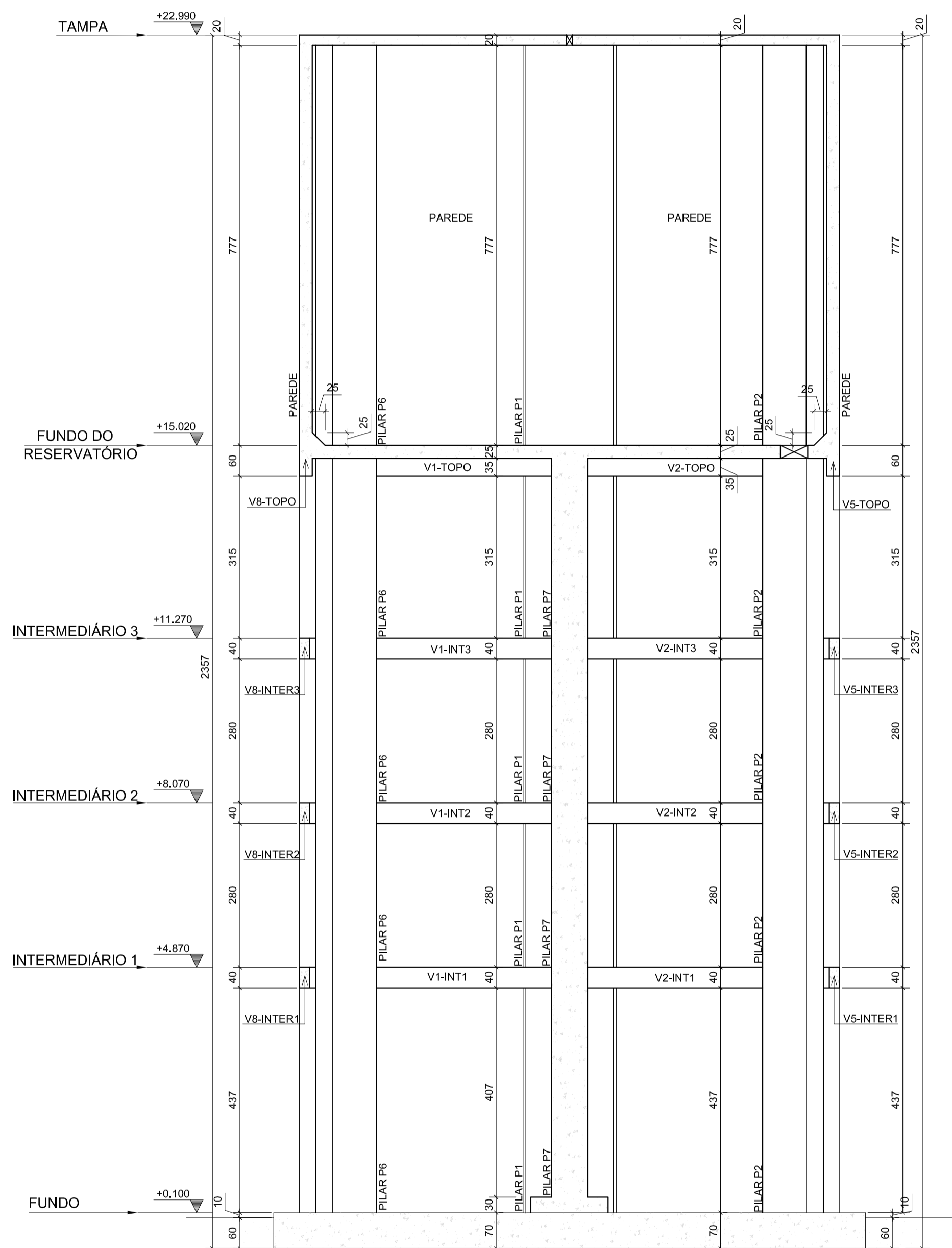
ML
ENGENHARIA & PROJETOS

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

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

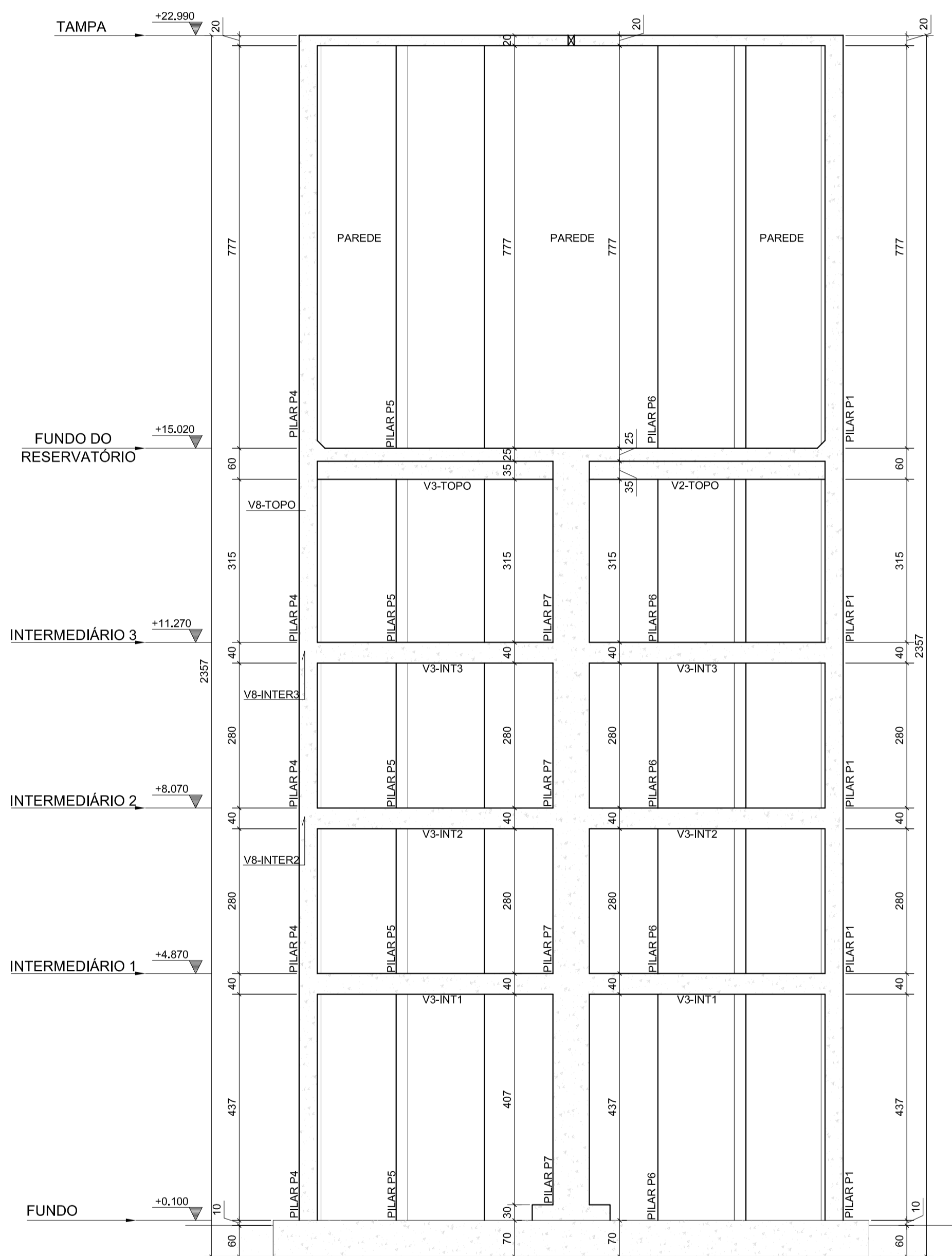
	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO 10	FRANCHA Nº 02/05
	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO		
	PROJETO EXECUTIVO PROJETO ESTRUTURAL REL-01 CAP. 500m³ FORMAS		

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:	0512ST-002-EST-R00.DWG
ESCALA:	INDICADA
DATA:	JULHO/2017



CORTE A-A
ESCALA - 1:75

SOLO COMPACTADO
RESISTÊNCIA MINIMA=1,5kg/cm²
SUB-BASE COM PÓ DE PEDRA
H= 3cm à 5cm
CONCRETO DE REGULAMENTAÇÃO
H>=5cm



CORTE B-B
ESCALA - 1:75

SOLO COMPACTADO
RESISTÊNCIA MINIMA=1,5kg/cm²
SUB-BASE COM PÓ DE PEDRA
H= 3cm à 5cm
CONCRETO DE REGULAMENTAÇÃO
H>=5cm



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

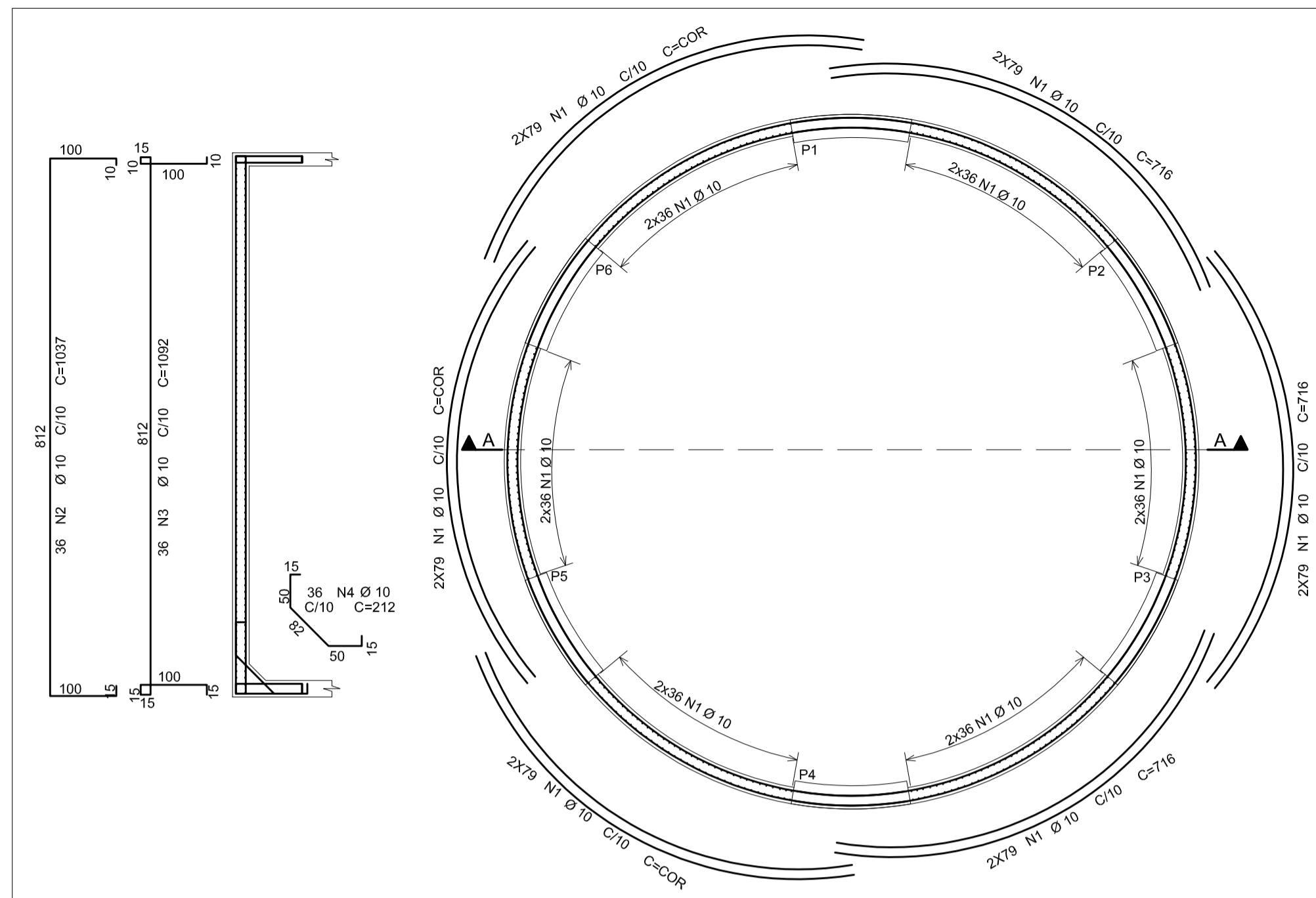
1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm	Sapatas: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm	Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm	Tubulão: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C <=0,45	Radier: 5.0cm	
Consumo de Cimento : 350kgf/m ³	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009	
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto	
CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos	
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980	
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18,5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações	
Espessura : 5.0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014	
Consumo de Cimento : 250kgf/m 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 = 1	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio	
9 - Classe da Edificação: S2 = C	18 - Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004	
10 - Fator Estatístico: S3 = 1.00	Execução de estruturas de concreto - Procedimento	
11 - Velocidade Básica do Vento: V = 30m/s	19 - As normas citadas acima devem ser seguidas	
12 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

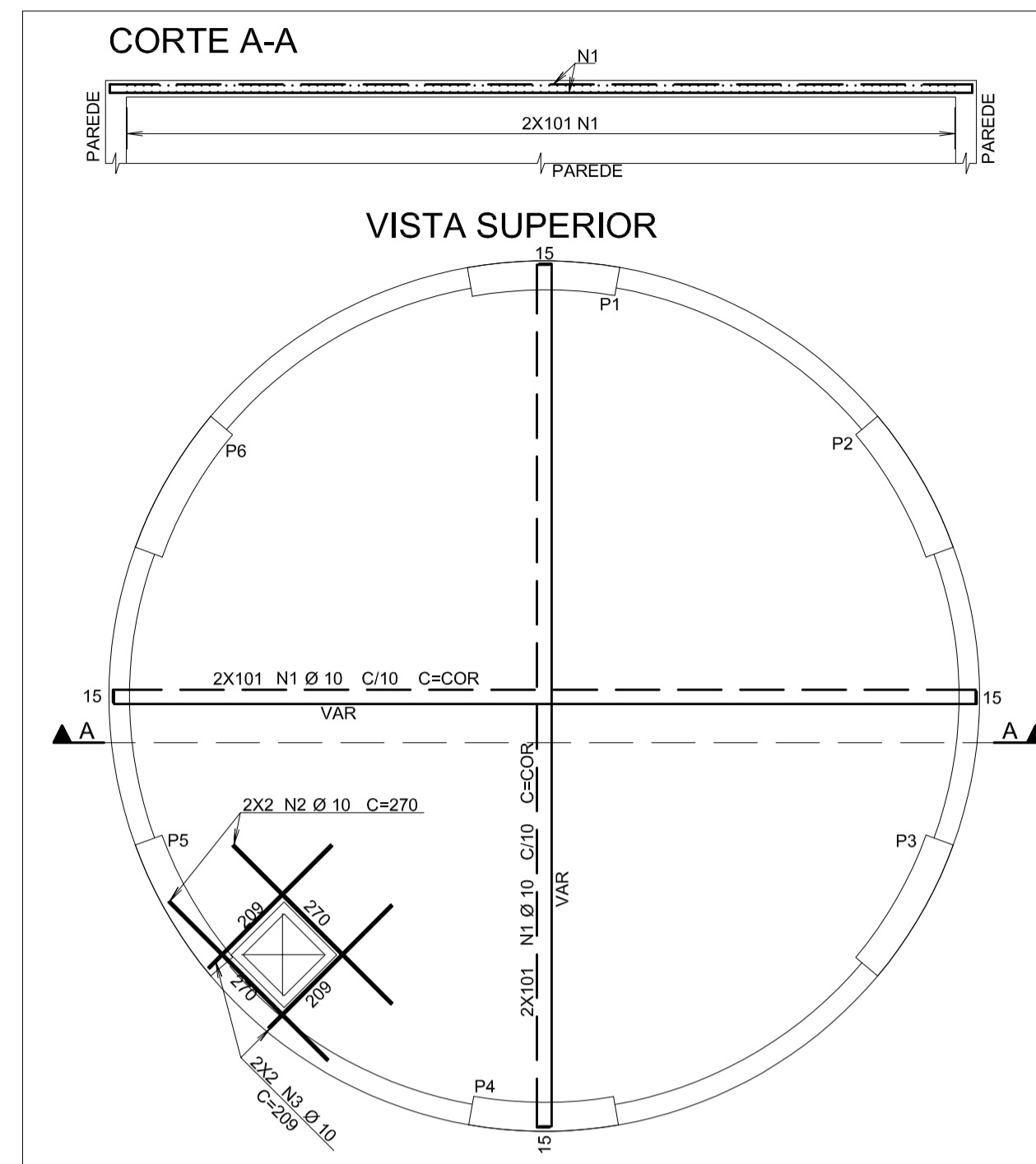
REVISÃO

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO	FRANCHA Nº
	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO	10	03/05
	PROJETO EXECUTIVO PROJETO ESTRUTURAL REL-01 CAP. 500m ³ CORTES		

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:	0512ST-003-EST-R00.DWG
ESCALA:	INDICADA
DATA:	JULHO/2017



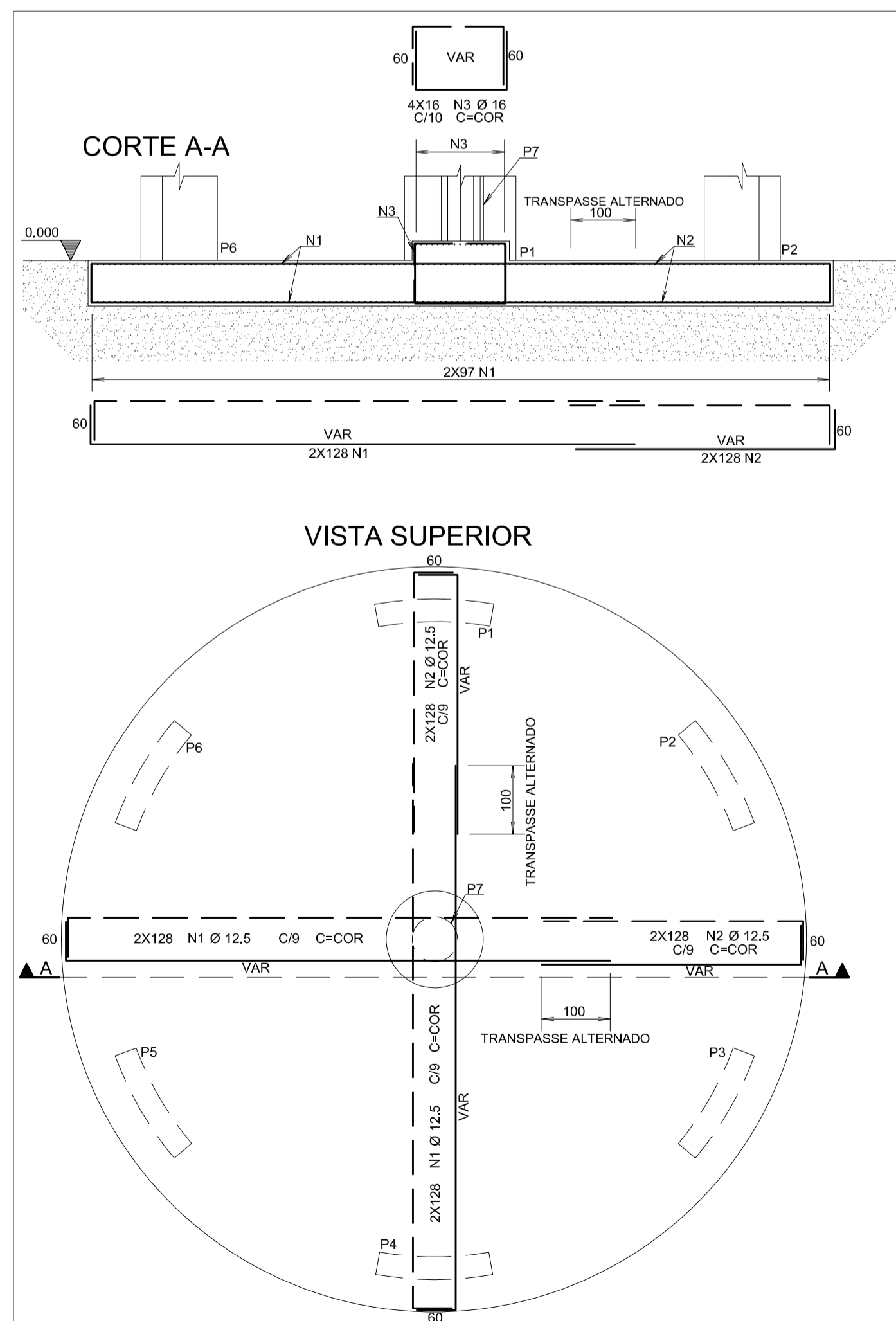
ARMAÇÃO PAREDES CURVA
ESCALA - 1:75



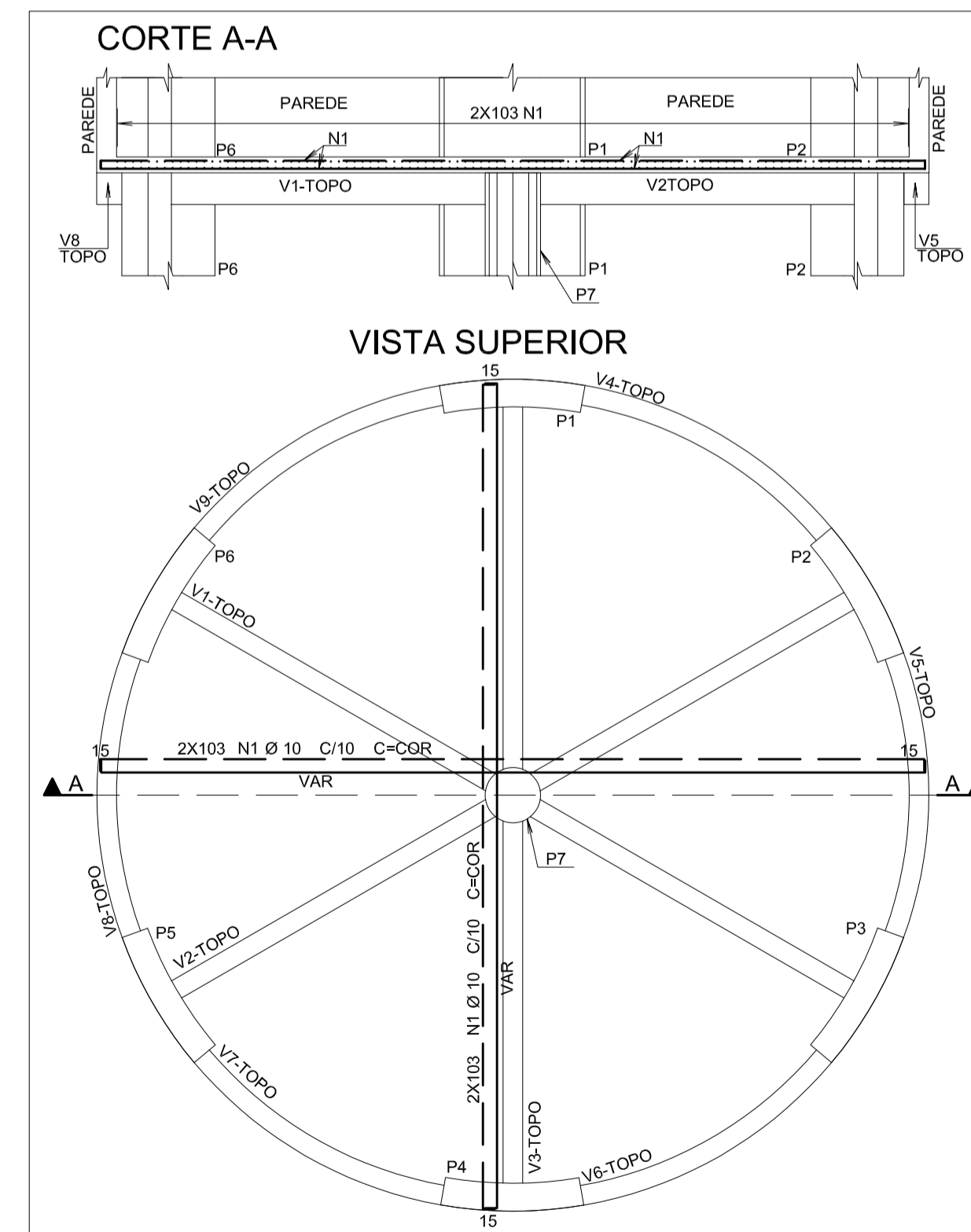
ARMAÇÃO DA TAMPA
ESCALA - 1:75

ARMAÇÃO DA TAMPA	ARMAÇÃO FUNDO	ARMAÇÃO FUNDO DO RESERVATÓRIO	ARMAÇÃO PAREDE	P7
50A 1 10 404 -CORR- 432280	50A 1 12,5 512 -CORR- 460800	50A 1 10 412 -CORR- 440840	50A 1 10 948 -CORR- 678768	50A 1 16 32 642 20544
50A 2 10 270 1080	50A 2 12,5 512 -CORR- 235520	50A 2 10 36 1037 37332	50A 2 10 36 1037 37332	50A 2 16 64 460 29440
50A 3 10 209 836	50A 3 16 64 -CORR- 16640	50A 3 10 36 1092 39312	50A 3 10 36 1092 39312	50A 3 16 32 440 14080
P1=P2=P3=P4=P5=P6 (X6)				
50A 1 16 96 642 61632	50A 2 16 192 460 88320	50A 4 10 36 212 7632	50A 4 10 36 212 7632	50A 4 16 220 203 44660
50A 2 16 192 460 88320	50A 3 16 96 515 49440			
50A 4 16 96 862 82752	50A 5 6,3 1992 294 585648			
50A 6 6,3 5976 39 233064				

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6,3	8634	2158
50A	10	16381	10320
50A	12,5	6963	6963
50A	16	3628	5806
Peso Total	50A =		25247 kg

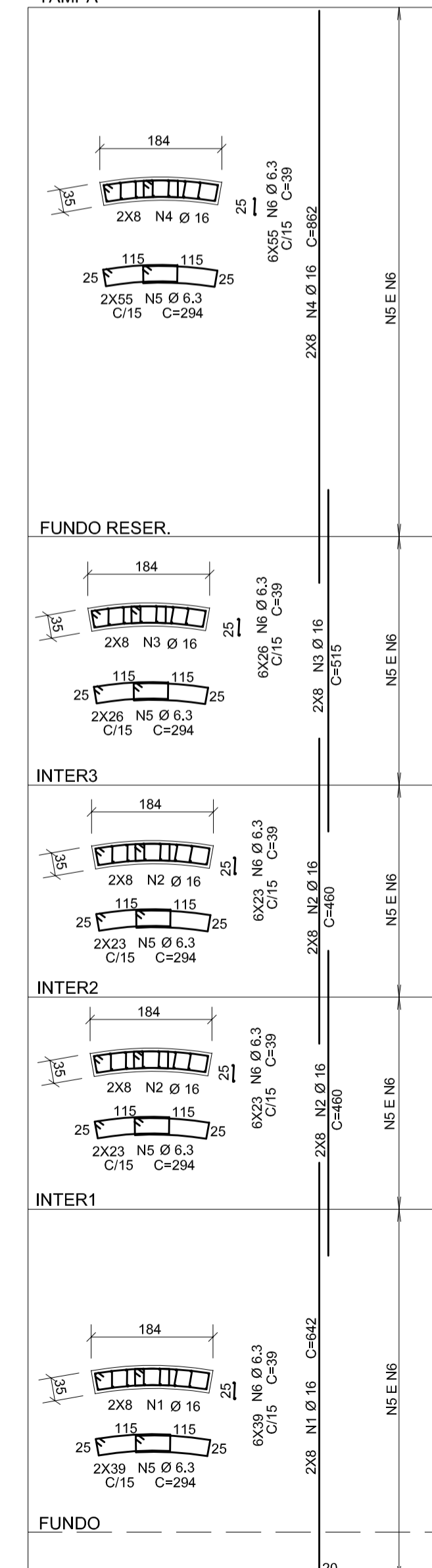


ARMAÇÃO FUNDO
ESCALA - 1:75

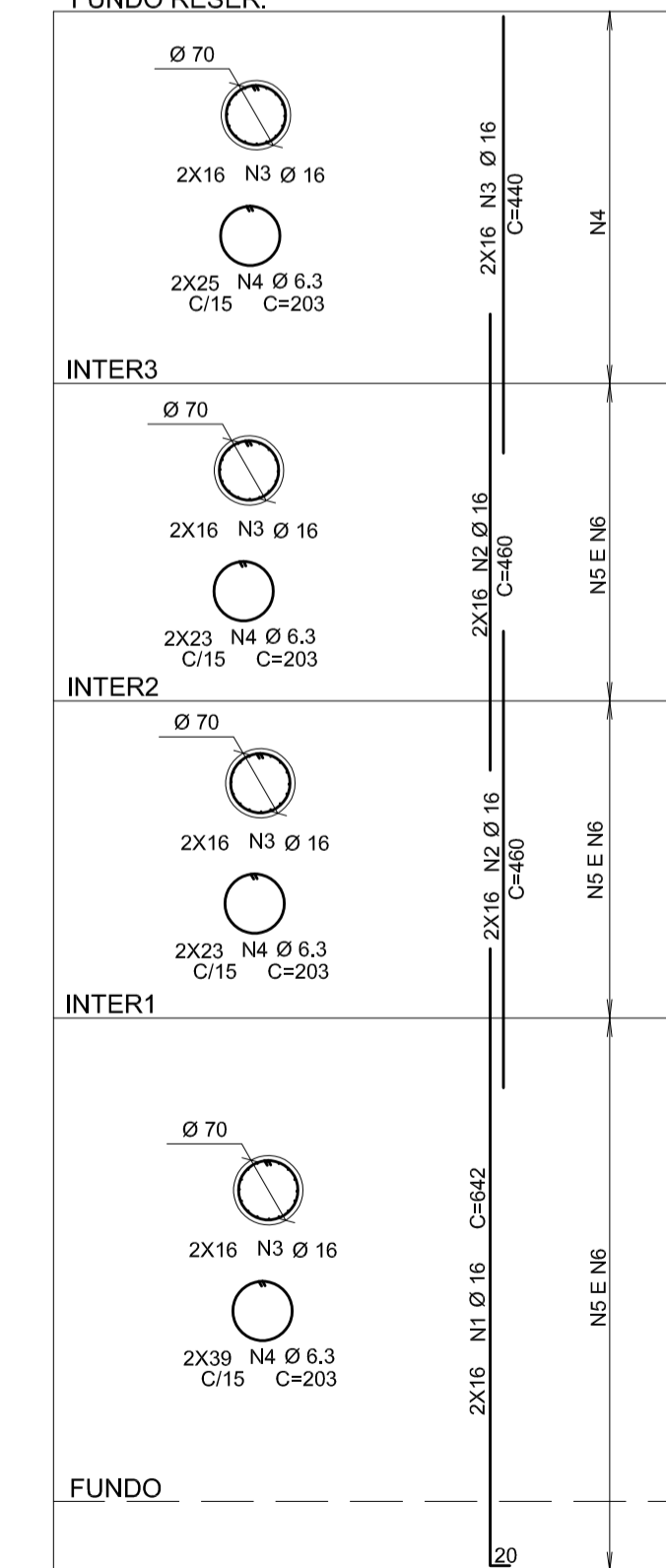


ARMAÇÃO FUNDO DO RESERVATÓRIO
ESCALA - 1:75

P1=P2=P3=P4=P5=P6
TAMPA



P7
FUNDO RESER.



NOTAS :

1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm	Sapatas: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm	Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm	Tubulão: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C <= 0,45	Radier: 5.0cm	
Consumo de Cimento : 350kg/m ³	13 - Norma de formas e escoramentos : NBR 15696/2009	
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Formas e escoramentos para estruturas de concreto	
CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos	
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980	
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18,5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações	
Espessura : 5.0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014	
Consumo de Cimento : 250kg/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 da Terreno: S1 = 1.0	17 - Norma de incêndio em concreto : NBR 15200/2012	
8 - Categoria de Rugosidade: S2 = 1	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio	
9 - Classe da Edificação: S2 = C	18 - Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004	
10 - Fator Estatístico: S3 = 1.00	Execução de estruturas de concreto - Procedimento	
11 - Velocidade Básica do Vento: V = 30m/s	19 - As normas citadas acima devem ser seguidas	
12 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

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

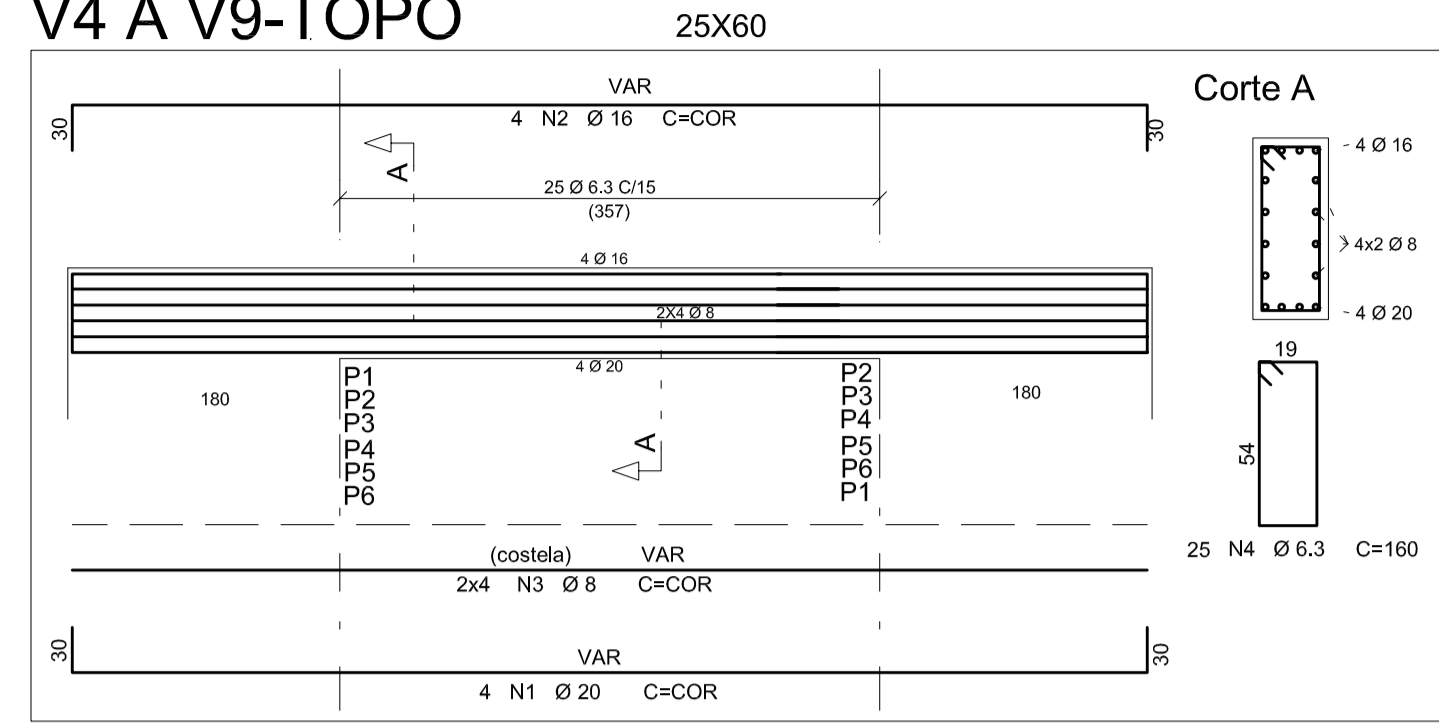
DESENHO 10
FRANCHA Nº 04/05

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

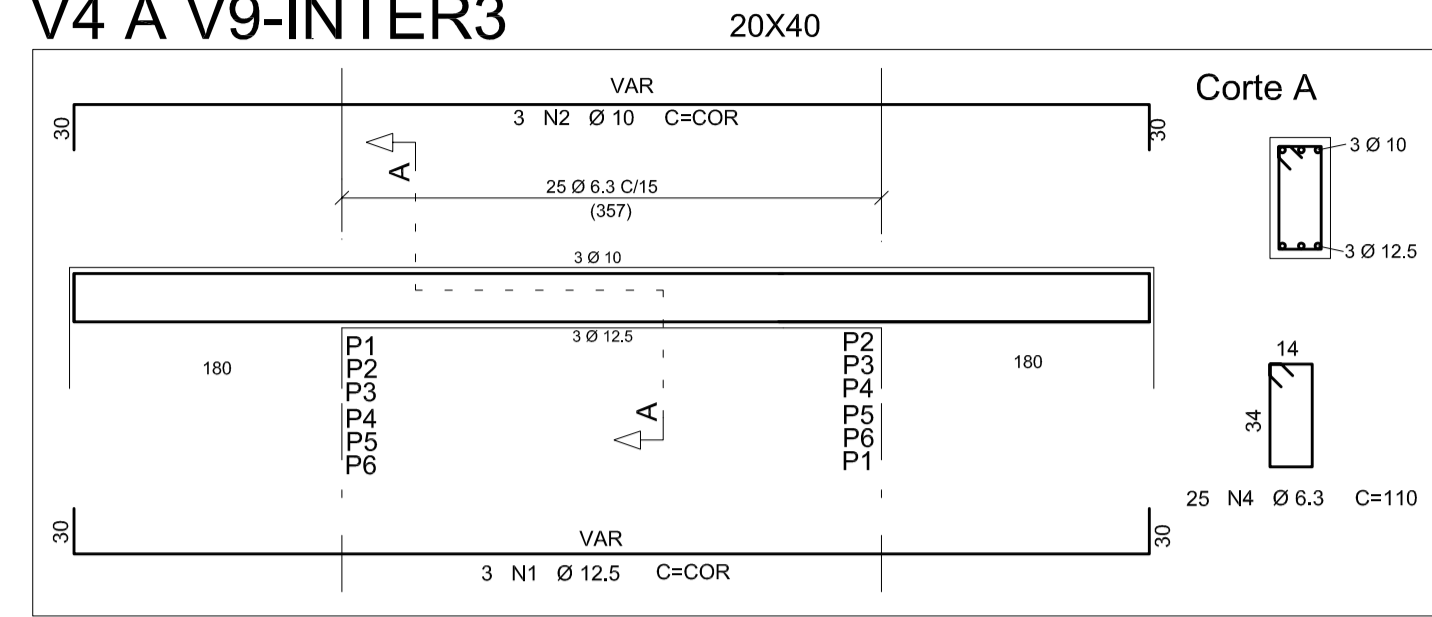
PROJETO EXECUTIVO
PROJETO ESTRUTURAL
REL-01 CAP. 500m³
ARMAÇÃO

GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050	DATA:	JULHO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE		
ARQUIVO:	0512ST-004-EST-R00.DWG		

V4 À V9-TOPO



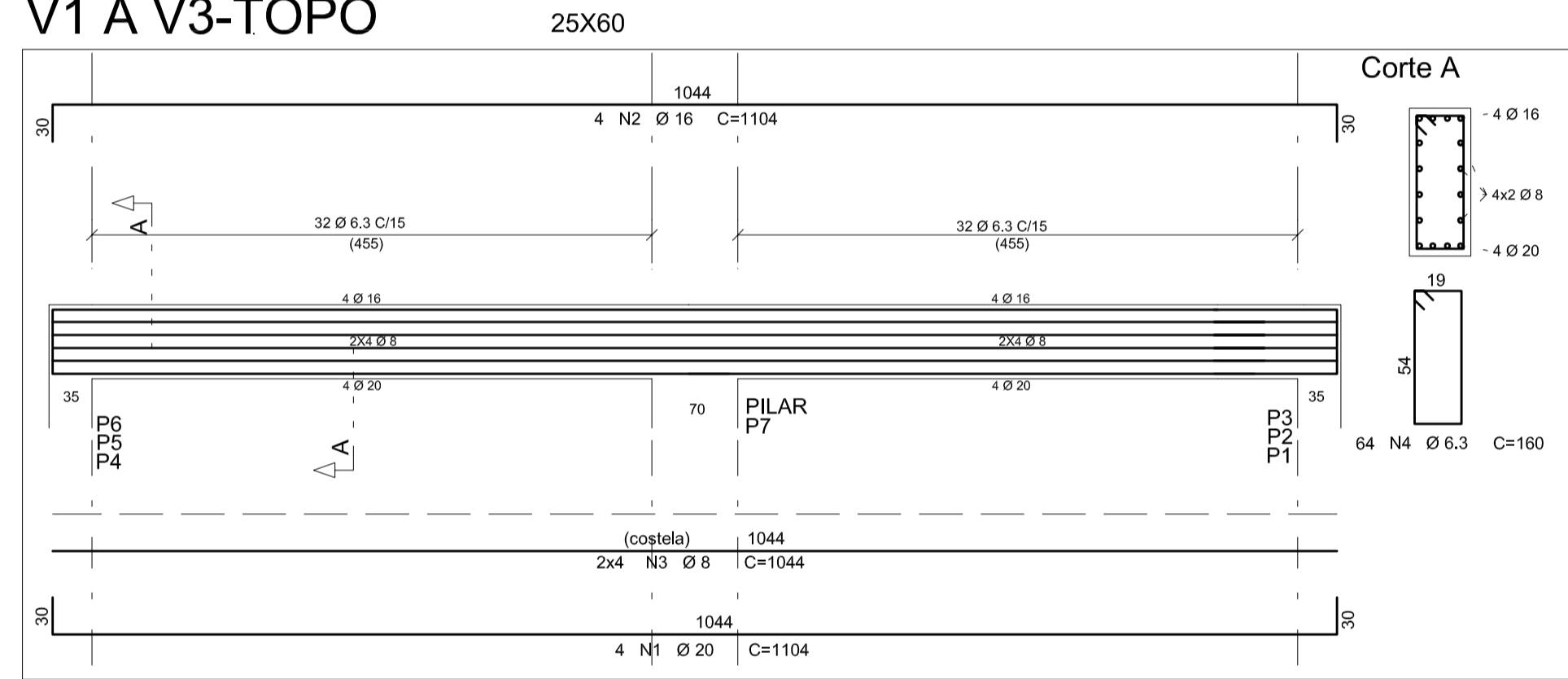
V4 À V9-INTER1
V4 À V9-INTER2
V4 À V9-INTER3



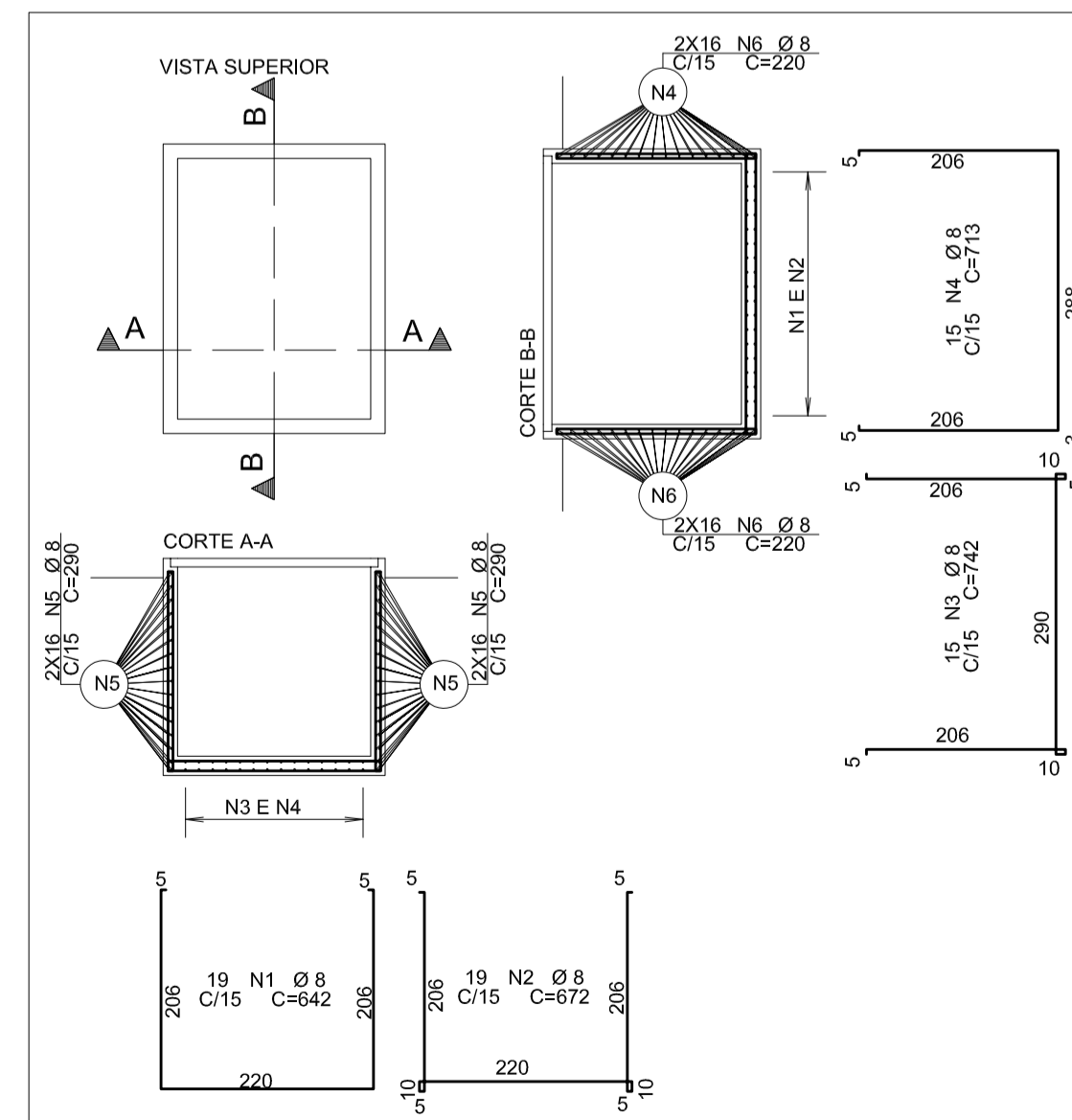
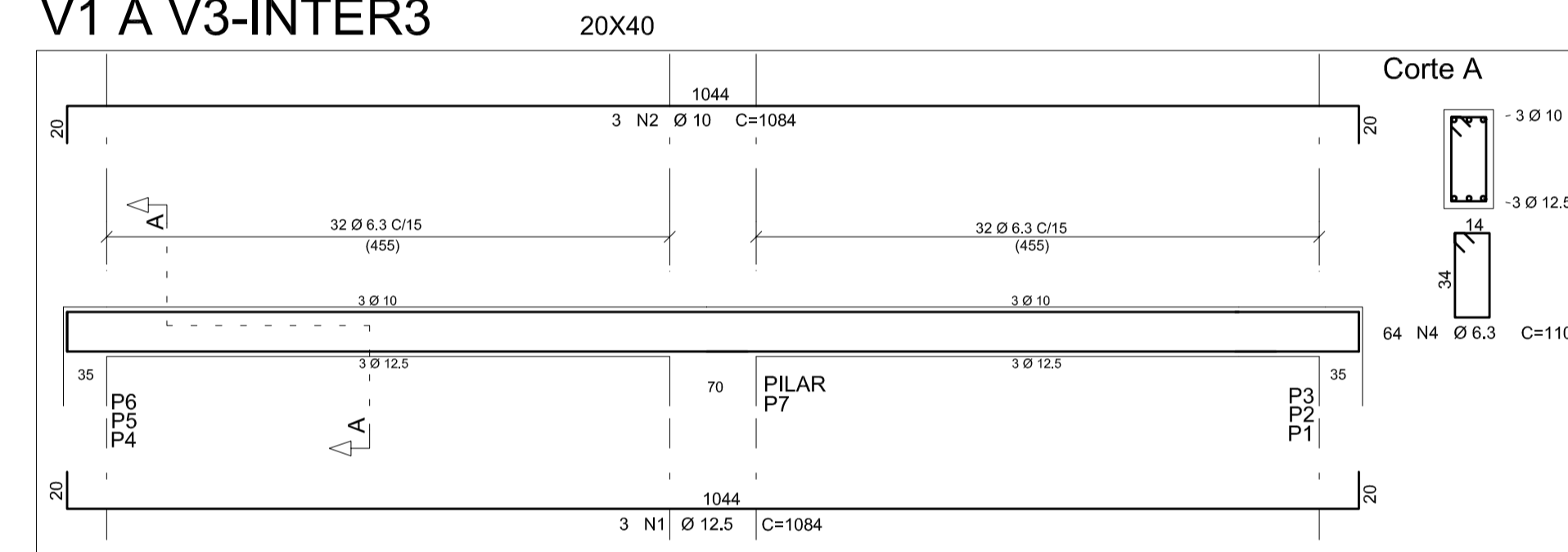
AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO CAIXA EXTRAVASOR					
50A	1	8	19	642	12198
50A	2	8	19	672	12768
50A	3	8	15	742	11130
50A	4	8	15	713	10695
50A	5	8	64	290	18560
50A	6	8	64	220	14080
ARMAÇÃO CAIXA DE ENTRADA					
50A	1	8	22	464	10208
50A	2	8	22	494	10888
50A	3	8	96	170	16320
V1 À V3-INTER1 (X9)					
50A	1	12.5	27	1084	29268
50A	2	10	27	1084	29268
50A	4	6.3	576	110	63360
V1 À V3-TOPO (X3)					
50A	1	20	12	1104	13248
50A	2	16	12	1104	13248
50A	3	8	24	1044	25056
50A	4	6.3	192	160	30720
V4 À V9-INTER1 (X18)					
50A	1	12.5	54	-CORR-	41634
50A	2	10	54	-CORR-	41634
50A	4	6.3	450	-CORR-	49500
V4 À V9-TOPO (X6)					
50A	1	20	24	-CORR-	18504
50A	2	16	24	-CORR-	18504
50A	3	8	48	-CORR-	34128
50A	4	6.3	150	-CORR-	24000

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	1676	419
50A	8	1760	704
50A	10	709	447
50A	12.5	709	709
50A	16	318	508
50A	20	318	794
Peso Total 50A =			3581 kg

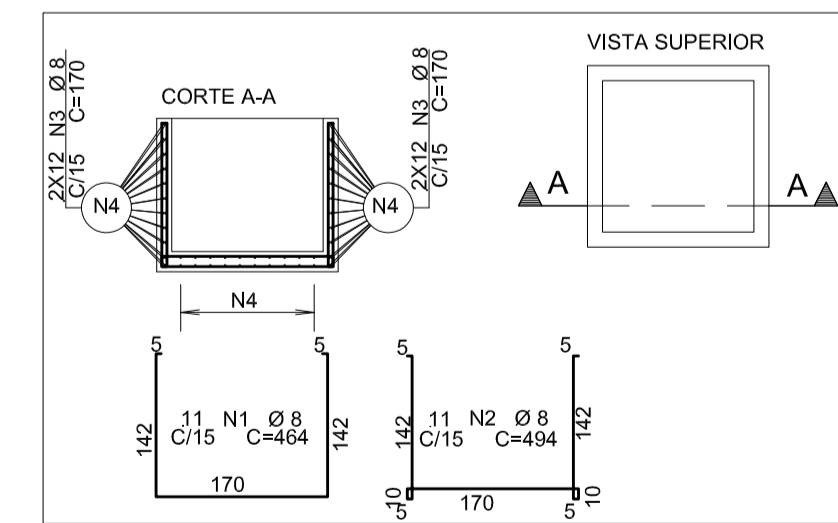
V1 À V3-TOPO



V1 À V3-INTER1
V1 À V3-INTER2
V1 À V3-INTER3



ARMAÇÃO CAIXA EXTRAVASOR
ESCALA - 1:75



ARMAÇÃO CAIXA DE ENTRADA
ESCALA - 1:75



NOTAS :

1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm Sapatas: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm Tubulão: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C <= 0.45	Radier: 5.0cm
Consumo de Cimento : 350kg/m3	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto
CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações
Espessura : 5.0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014
Consumo de Cimento : 250kg/m3	Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento
5 - As cotas prevalecem sobre o desenho	16 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010
6 - Classe de Agressividade Ambiental : 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 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO	FRANCHA Nº
		10	05/05
	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO PROJETO EXECUTIVO PROJETO ESTRUTURAL REL-01 CAP. 500m³ ARMAÇÃO		

GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE
ARQUIVO:	0512ST-005-EST-R00.DWG
ESCALA:	INDICADA
DATA:	JULHO/2017

1.2 REL-02 Cap. 500m³

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – REL-02 CAP. 500M³



Cagece

Serra/ES

16 de agosto de 2017

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.1	OBJETIVO.....	3
1.2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	3
1.3	INTRODUÇÃO	3
1.4	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO	3
2.0	MODELO DE CÁLCULO	6
2.1	CARGAS E COMBINAÇÕES	7
2.2	DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES	9
2.3	SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS.....	10
2.4	FUNDAÇÕES.....	11
3.0	RESERVATÓRIOS APOIADO.....	12
3.1	FUNDO	12
3.2	FUNDO RESERVATÓRIO	16
3.3	TAMPA	20
3.4	PAREDES CURVAS	24
3.5	PILAR-PAREDE.....	26

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural do REL-01 Cap. 500m³.

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:

- 044-046 - SAA Horizonte -REL-02 500m³

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas à: do REL-02 Cap. 500m³.

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

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

Documentos técnicos e livros como:

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

Além dos softwares de dimensionamento e análise hiperestática: STRAP 2011

1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

- Fck: 30 MPa
 - Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
 - Aço CA 50 e CA 60
 - Es: 210 GPa
 - Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
 - Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
 - Limite de abertura de Fissuras ≤ 0.2 mm
 - Dimensão máxima do agregado graúdo: 25 mm
 - Método para análise de 2° Ordem Global: Gama Z
 - Compactação com Proctor normal à 100%
- Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

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
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

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

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

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

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

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

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

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

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

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

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

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

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

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

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

NOTAS

1 As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2.

2 Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV, exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens.

3 No projeto de lajes lisas e cogumelo protendidas, basta ser atendido o ELS-F para a combinação frequente das ações, em todas as classes de agressividade ambiental.

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

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

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

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

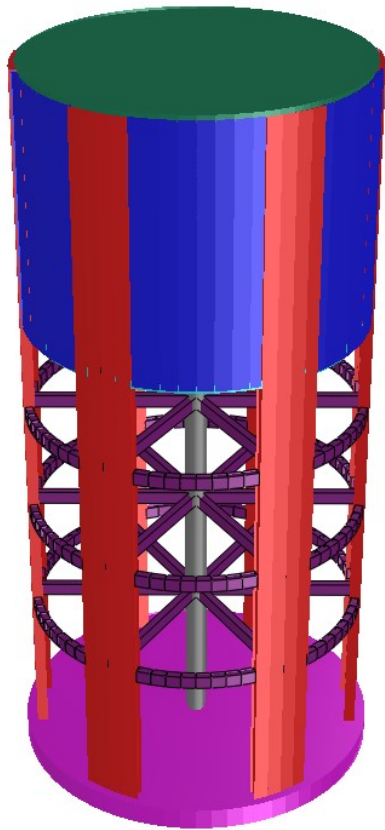
➤ Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

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

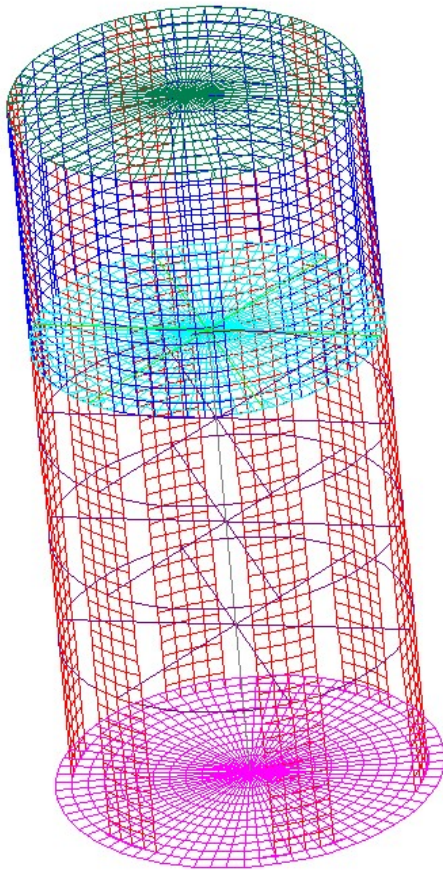
$$d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

2.0 MODELO DE CÁLCULO

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



PERSPECTIVA 3D - Reservatórios Apoiado sobre Base Elástica



PERSPECTIVA 3D da malha - Reservatórios Apoiado sobre Base Elástica

2.1 CARGAS E COMBINAÇÕES

Ações Permanentes:

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

Ações Variáveis Acidentais:

- q2 - Sobrecarga

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

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

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

Grandezas Físicas das Ações:

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

Argila com areia fina cor variegada

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

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

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

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

Combinações:

Estado Limite Último - ELU-CN (cheio):

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

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

Estado Limite Último - ELU-CN (vazio):

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

Estado Limite de Serviço ELS-CF (cheio)

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

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

Estado Limite de Serviço ELS-CF (vazio)

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

Especial, para verificação da flutuação

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

2.2 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

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

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

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

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

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

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

Armadura mínima prevista em norma:

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

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

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

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

NOTA - Nas seções tipo T, a área da seção a ser considerada deve ser caracterizada pela alma acrescida da mesa colaborante.

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

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

2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

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

- Reservatório de Concreto Armado apoiado:

Tampas: 20 cm

Paredes curva: 25 cm

Fundo Res.: 25 cm

Fundo.: 70 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 Kv por correlação, utilizando a tabela abaixo:

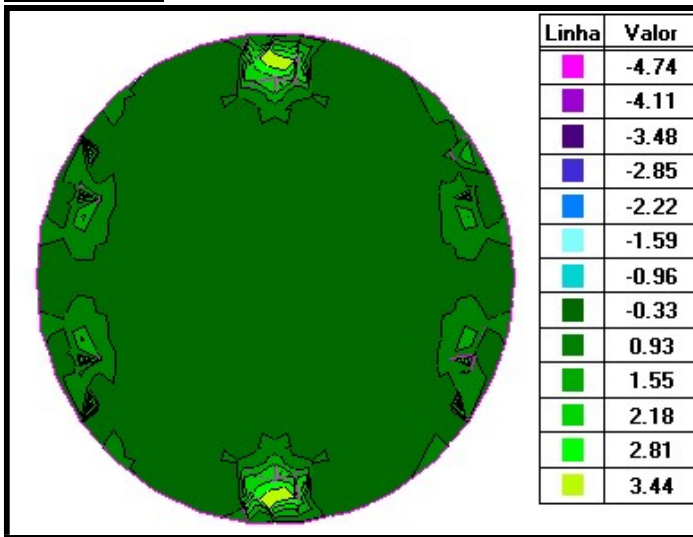
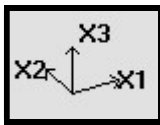
Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)	Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65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

Fonte: Safe, Morrison (1993)

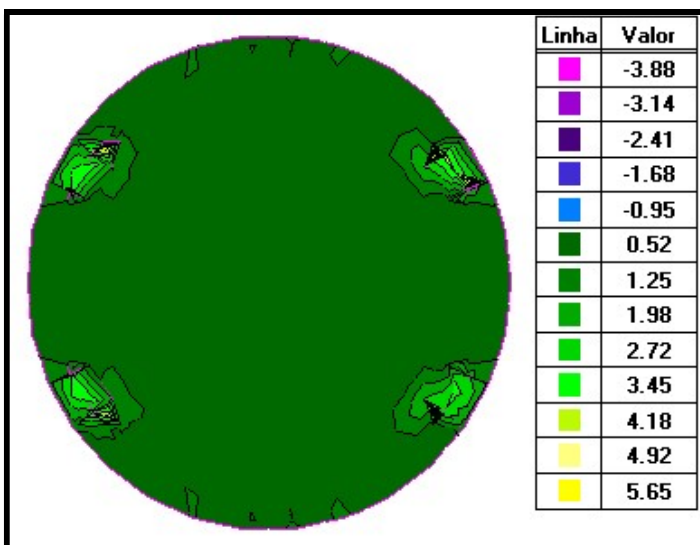
Adotamos uma taxa de solo de $1,5\text{Kg}/\text{cm}^2$, conforme sondagem fornecida. Com coeficiente de mola de $x3=750\text{tf}/\text{m}$

3.0 RESERVATÓRIO APOIADO

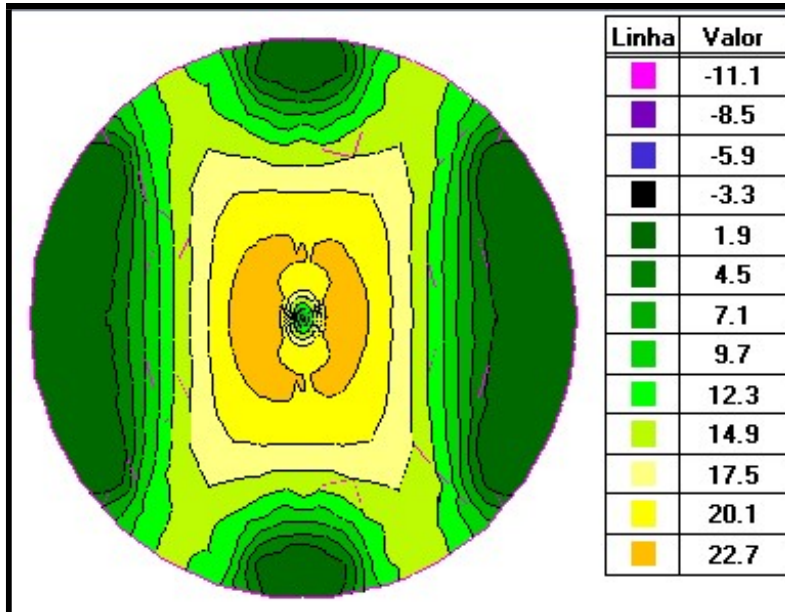
3.1 FUNDO



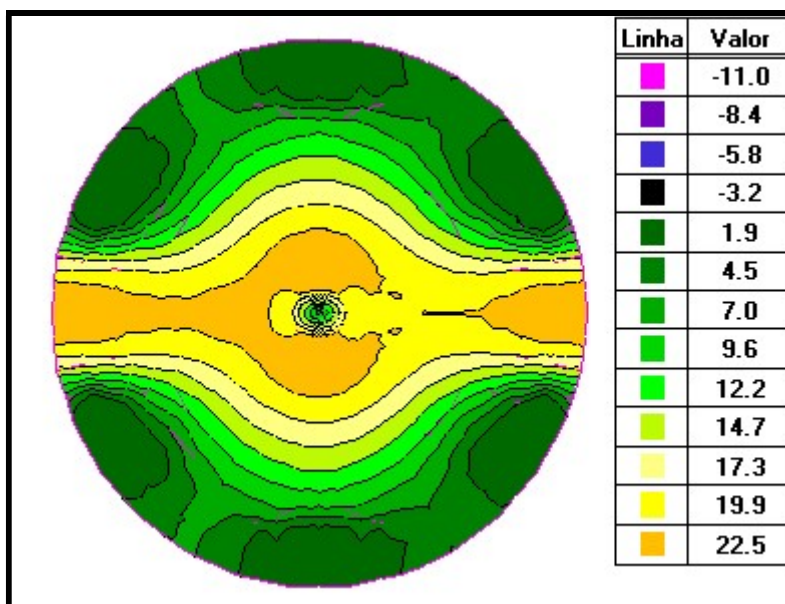
FUNDO - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	Classe Agres.	
500	30	17,50	2,81	70	5,1	0,5	12,11	1,40	1,15	Classe IV	

ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	12,5	13,64
As2 (cm ² /m)	12,5	13,64

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω_2
Zona D	0,043	0,031

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO						
Materiais		Esforços			Seção	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Esp. (cm)
500	30	17,5	2,81	70	5,125	9,0

Cálculo						
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	Acrl (cm ²)
13,64	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	130,50
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk2 (mm)
8,05	0,009403714	0,175	11,39	199,59	0,00	0,19869168

FUNDO – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003												
Materiais				Esforços			Seção			SEGURANÇA		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.	
500	30	17,30	2,72	70	5,1	0,5	12,11	1,40	1,15	1,40	Classe IV	

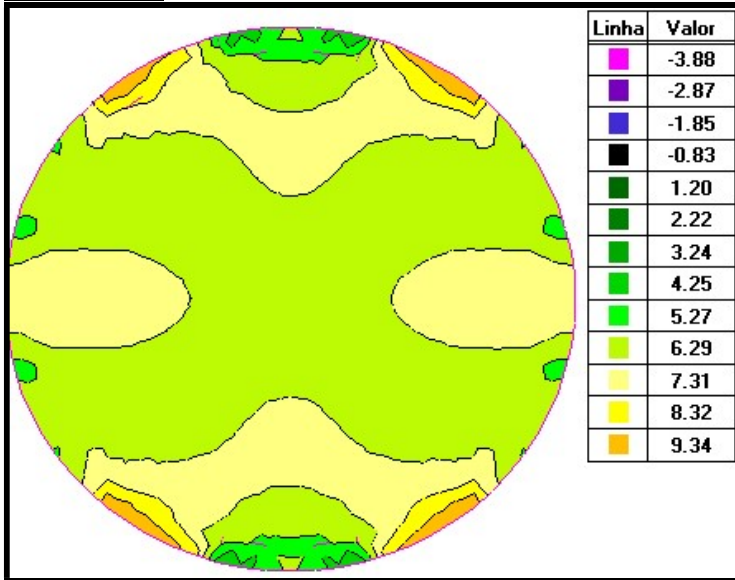
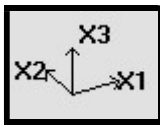
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	12,5	9,0
As2 (cm ² /m)	12,5	9,0

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,042	0,000	0,030

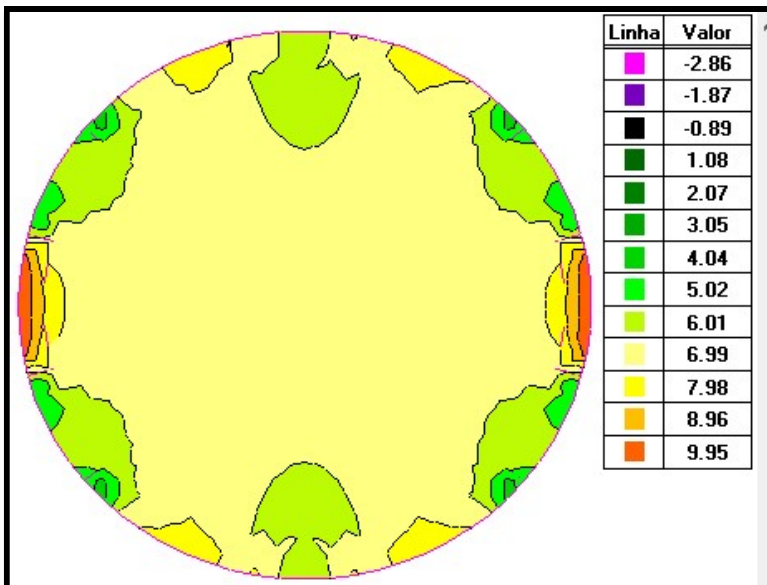
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços				Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola \emptyset	Esp. (cm)	η_1	Acric (cm ²)
500	30	17,3	2,72	70	5,125	12,5	9,0		
Cálculo									
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm ²)	σ_{si} (Mpa)	Wk1 (mm)
13,64	210.000	26.072	2,90	2,25	14,50	9,00	130,50		
as	pri	ξ	x (cm)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)			
8,05	0,009403714	0,175	11,37	197,52	0,08551871	0,196624384			

FUNDO - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

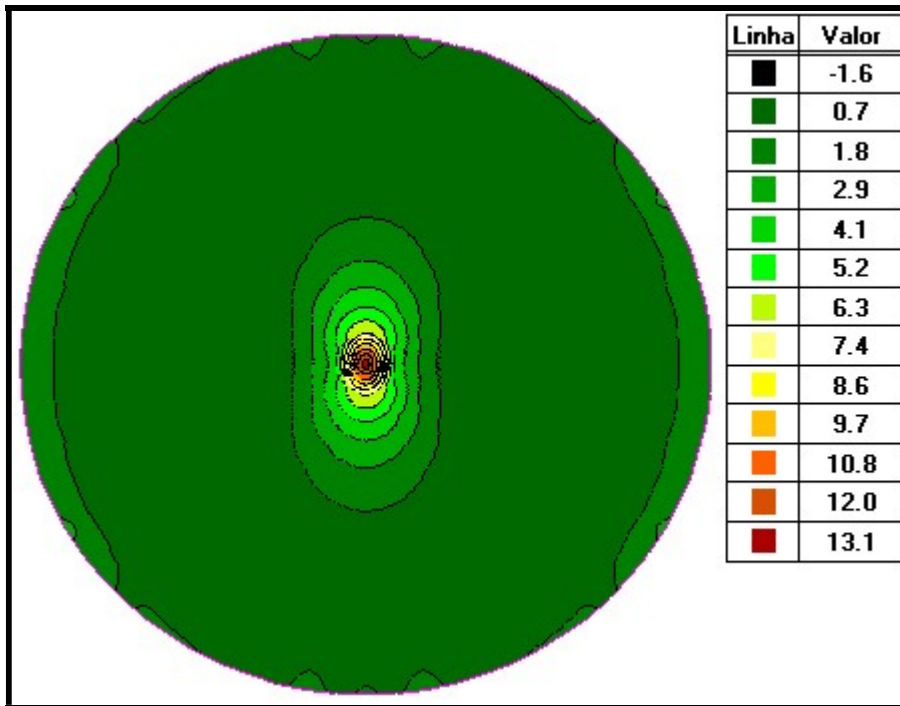
3.2 FUNDO RESERVATÓRIO



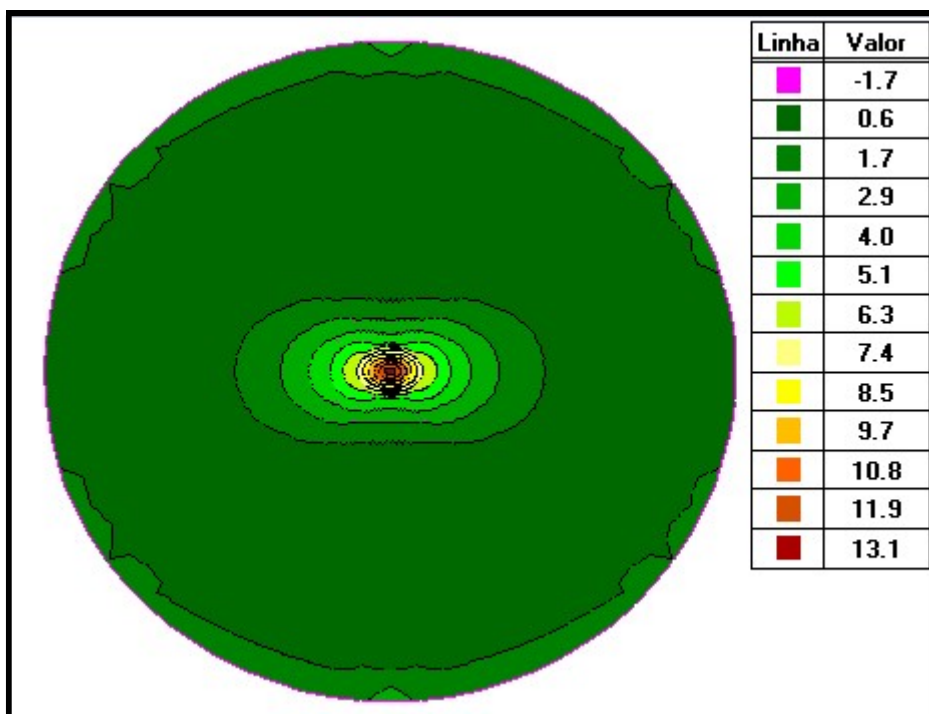
FUNDO RES. – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	Classe Agres.	
500	30	4,10	8,32	25	5,0	0,5	4,33	1,40	1,15	Classe IV	

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

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona D	0,119	0,063

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)	Esp. (cm)
500	30	4,1	8,32	25	5	10,0

Cálculo						
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	Acric (cm ²)
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	125,00
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk2 (mm)
8,05	0,006283185	0,262	5,25	223,61	0,00	0,08768828

FUNDO RES. - FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	4,00	6,99	25	5,0	0,5	4,33	1,40	1,15	1,40	Classe IV

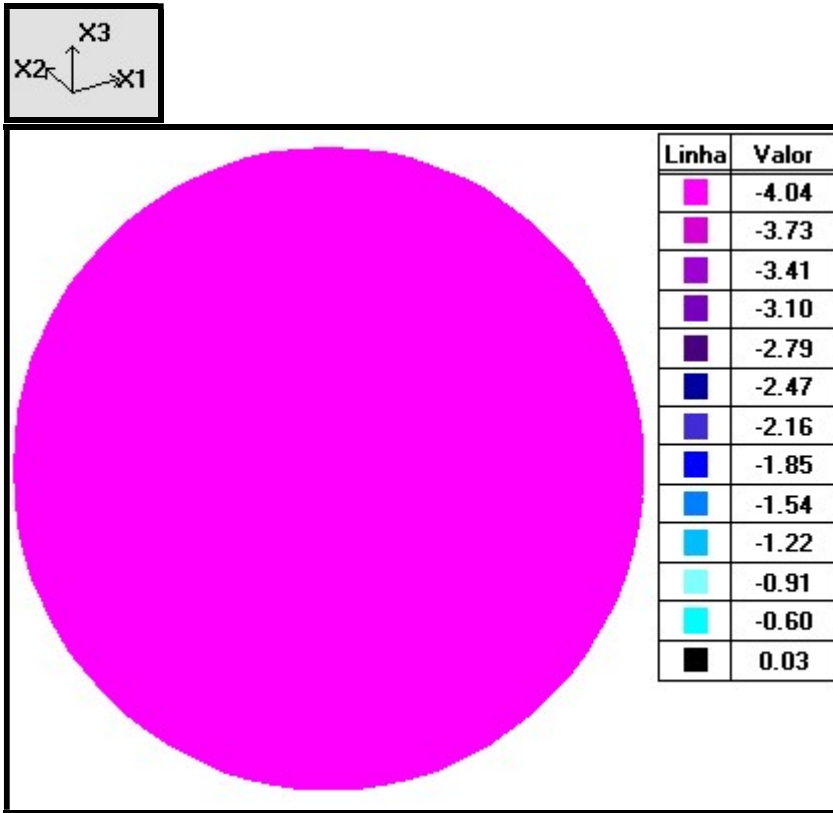
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	Esp. (cm) / As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	10	10,0 / 7,85
As2 (cm ² /m)	10	10,0 / 7,85

Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω_2
Zona D	0,114	0,000 / 0,064

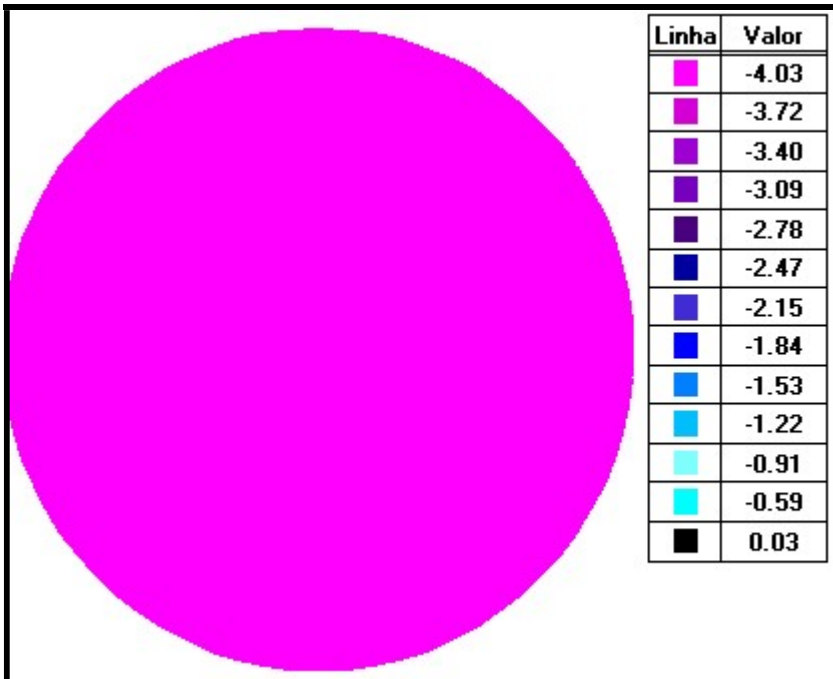
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO										
Materiais			Esforços			Seção				
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	h (cm)	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)
500	30	4	6,99	25	5	10	25	12,50	10,00	125,00
Cálculo										
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	fctm (Mpa)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk2 (mm)
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	10,00	2,90	225,91	0,00	0,260712799
as	pri	ξ	x (cm)							
8,05	0,006283185	0,256	5,12							

FUNDO RES. – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

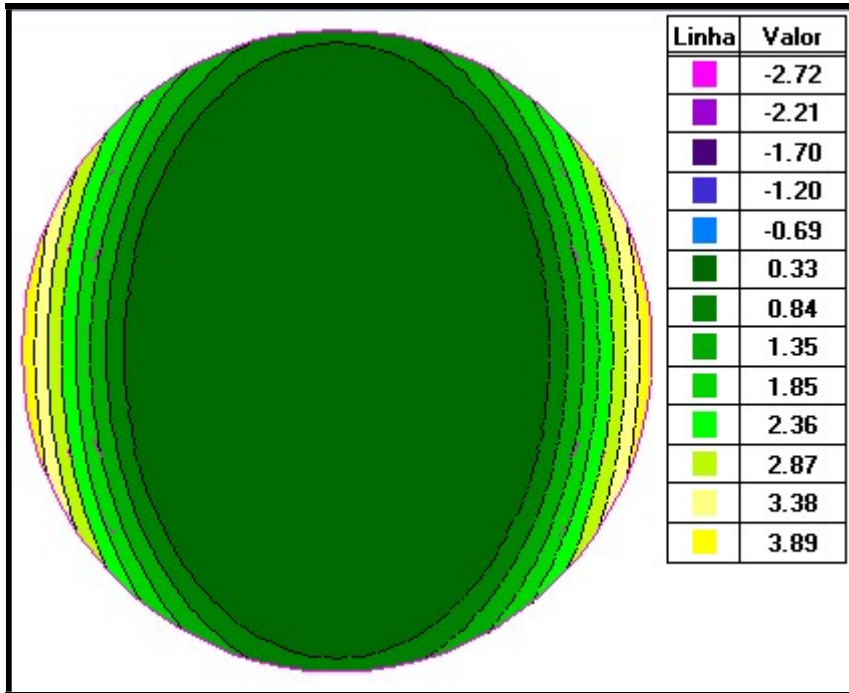
3.3 TAMPA



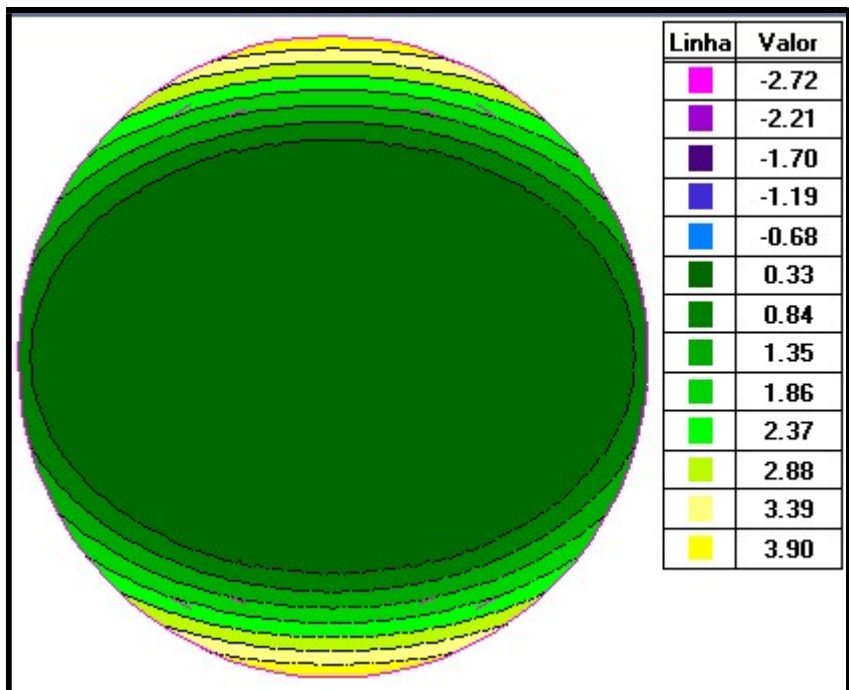
TAMPA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	2,37	4,03	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

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

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,115	0,000	0,071

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais				Esforços			Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ϕ	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)
500	30	2,37	4,03	20	5	10	12,0	12,0	
Cálculo									
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	bi (cm)	hi (cm)	bi (cm)	Acric (cm ²)
6,54	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	12,00	12,50	12,00	150,00
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)	Wk2 (mm)	
8,05	0,005235988	0,258	3,87	224,98	0,00	0,08876185	0,308140888	0,308140888	

TAMPA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{m\acute{a}x.}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	γ_f	Classe Agres.
500	30	1,85	4,03	20	5,0	0,5	3,46	1,40	1,15	1,40	Classe IV

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

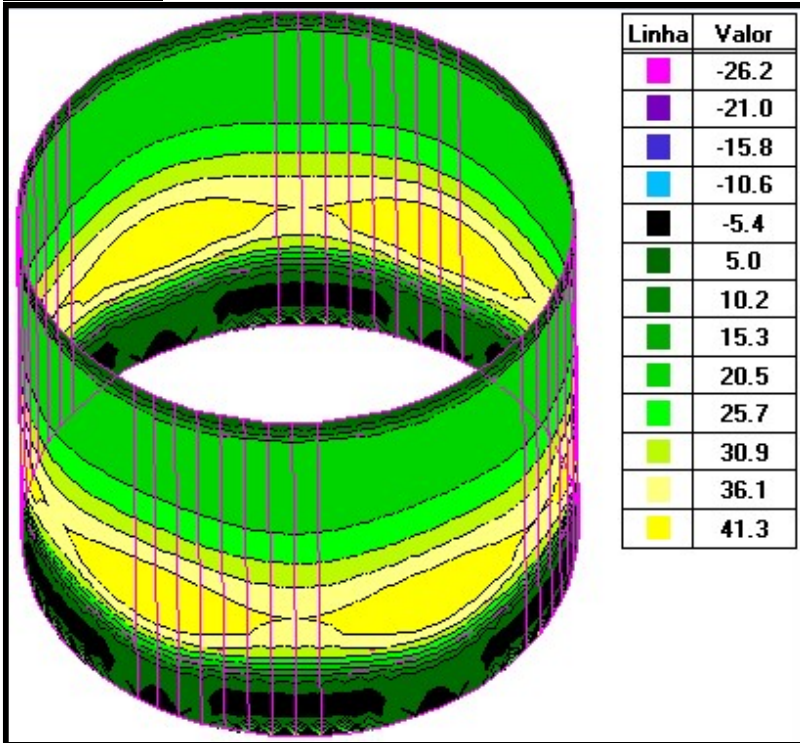
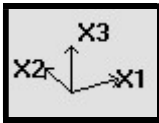
Resumo - ELU		
Zona	ξ	ω
Zona D	0,091	0,052

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)	Esp. (cm)
500	30	1,85	4,03	20	5	10,0

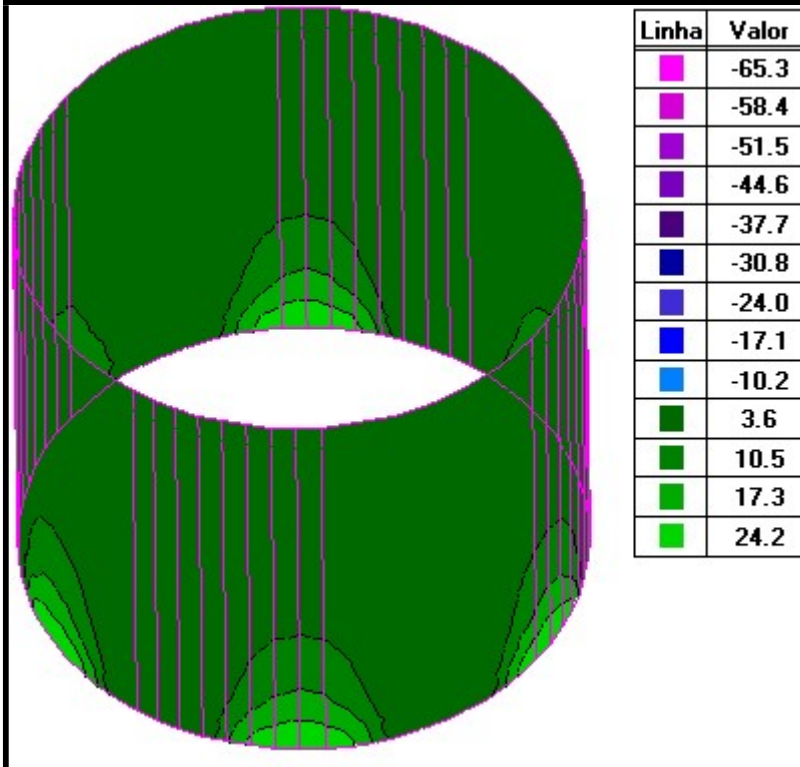
Cálculo						
As (cm ² /m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η_1	hi (cm)	Acri (cm ²)
7,85	210.000	26.072	2,90	2,25	12,50	125,00
as	pri	ξ	x (cm)	σ_{si} (Mpa)	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)
8,05	0,006283185	0,286	4,30	141,21	0,03496706	0,16296322

TAMPA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

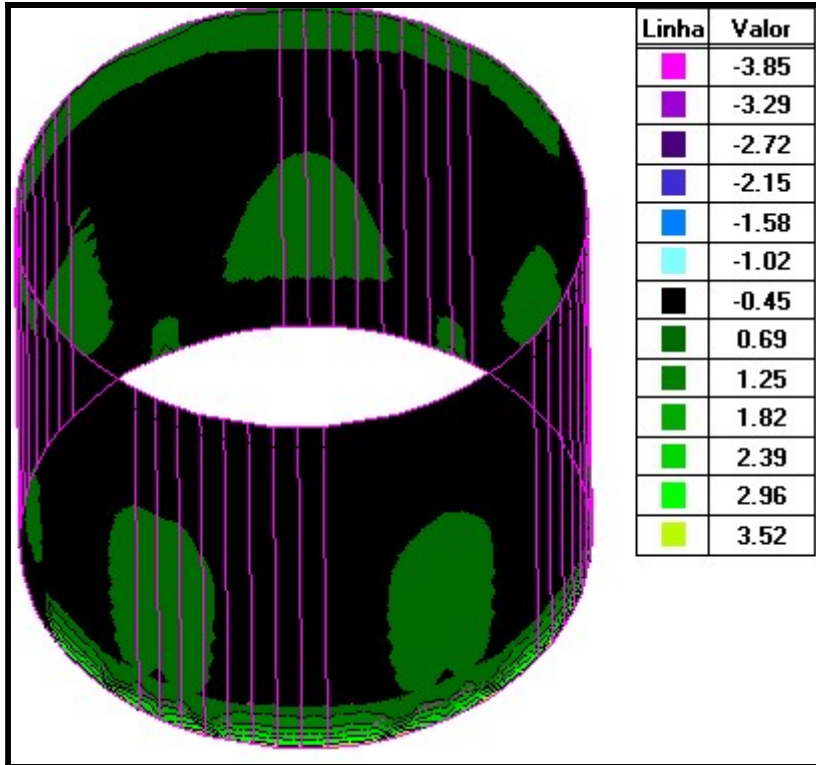
3.4 PAREDES CURVA



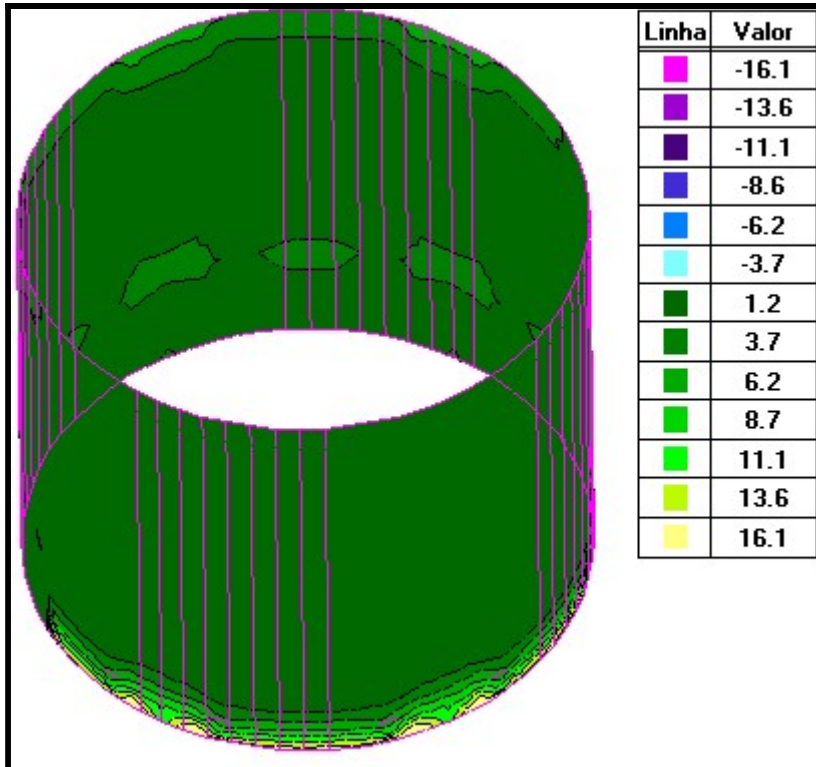
PAREDES CURVA – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	ξ máx.	As,min (cm²/m)	γc	γs	γf	Classe Agres.
500	30	2,39	20,50	25	4,9	0,5	4,33	1,40	1,15	1,40	Classe IV

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

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω1	ω2
Zona O	-	0,000	0,000

Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES-CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços				Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola ø	Esp. (cm)	
500	30	2,39	2,39	20,5	25	4,9	8	10,0	
Cálculo									
As (cm²/m)	Es (Mpa)	Ecs (Mpa)	fctm (Mpa)	η1	hi (cm)	bi (cm)	Acri (cm²)		
5,03	210.000	26.072	2,90	2,25	10,90	10,00	109,00		
as	pri	ξ	x (cm)	σsi (Mpa)	Erro	Wk1 (mm)	Wk2 (mm)		
8,05	0,004611512	0,447	8,98	51,29	0,00	0,00369049	0,063385162		

PAREDES CURVA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE X

Lajes Maciças em Concreto Armado - NBR 6118/2003											
Materiais					Esforços			Seção		SEGURANÇA	
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mk (tf.m/m)	Nk (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	$\xi_{\text{máx.}}$	As,min (cm ² /m)	γ_c	γ_s	Classe Agres.	
500	30	3,70	17,30	25	5,0	0,5	4,33	1,40	1,15	Classe IV	

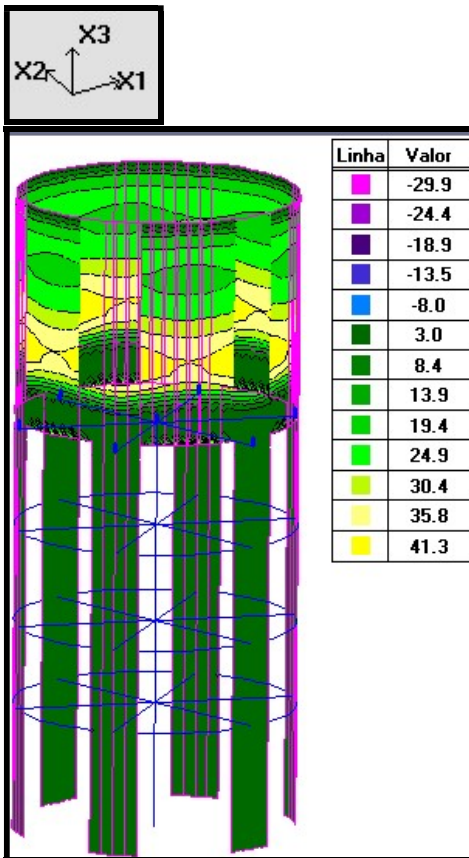
ELU - Flexão Composta - Arm. Assimétrica		
Armadura necessária	Arranjo	
	Φ (mm)	Esp. (cm) As,tot (cm ² /m)
As1 (cm ² /m)	10	10,0 7,85
As2 (cm ² /m)	10	10,0 7,85

Resumo - ELU			
Zona	ξ	ω_1	ω_2
Zona D	0,126	0,000	0,035

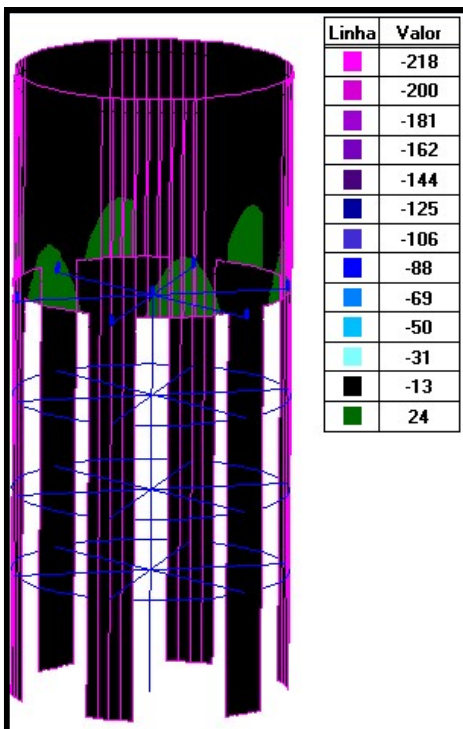
Verificação Fissuras - LAJES - FLEXÃO COMPOSTA - ARM. SIMPLES- CONCRETO ARMADO									
Materiais			Esforços				Seção		
Aço (fyk)	fck (Mpa)	Mfr (tf.m/m)	Nfr (tf/m)	h (cm)	d' (cm)	Bitola \emptyset	Esp. (cm)	As (cm ² /m)	Es (Mpa)
500	30	3,7	17,3	25	5	10	10,0	7,85	210.000
Cálculo									
as	8,05	0,006283185	0,332	137,43	0,00	0,03312214	0,158605858	0,03312214	0,158605858

PAREDES CURVA – FORÇA E MOMENTO NA DIREÇÃO DE Y

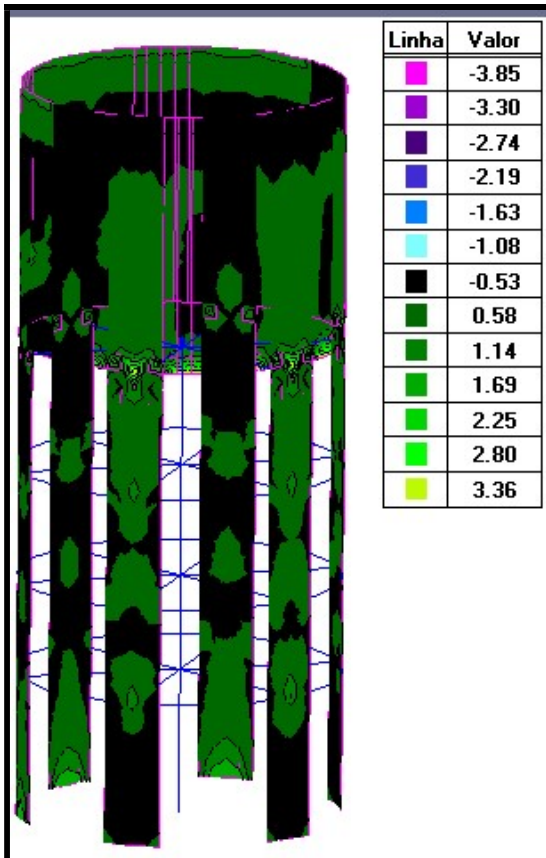
3.5 PILAR-PAREDE



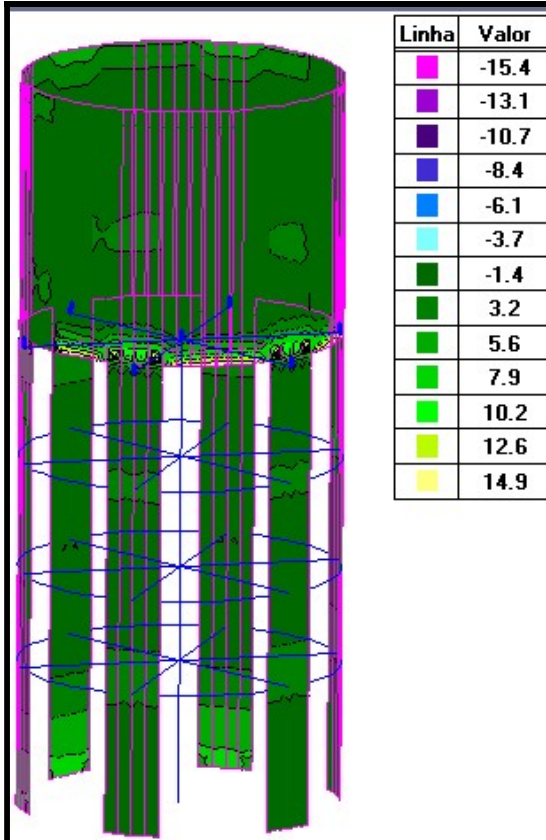
PILAR-PAREDE – ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - FORÇAS NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



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



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D

REL-02 CAP. 500M ³						
CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa						
	FUNDAÇÃO	VIGAS	LAJES	PILAR	PAREDE CURVA	TOTAL
VOLUME (m ³)	74,00	19,50	39,50	92,50	16,00	241,50
FÔRMA (m ²)	30,00	219,00	174,00	622,00	502,00	1547,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa	
VOLUME (m ³)	5,50

FUNDAÇÃO			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	12.5	6963	6963
50A	16	166	266
TOTAL		7129	7229

VIGAS			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	1676	419
50A	8	592	237
50A	10	709	447
50A	12.5	709	709
50A	16	318	508
50A	20	318	794
TOTAL		4322	3114

LAJES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	10	8750	5513
TOTAL		8750	5513

PILAR			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	8634	2158
50A	16	3462	5539
TOTAL		12096	7697

PAREDES CURVA			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	10	7630	4807
TOTAL		7630	4807

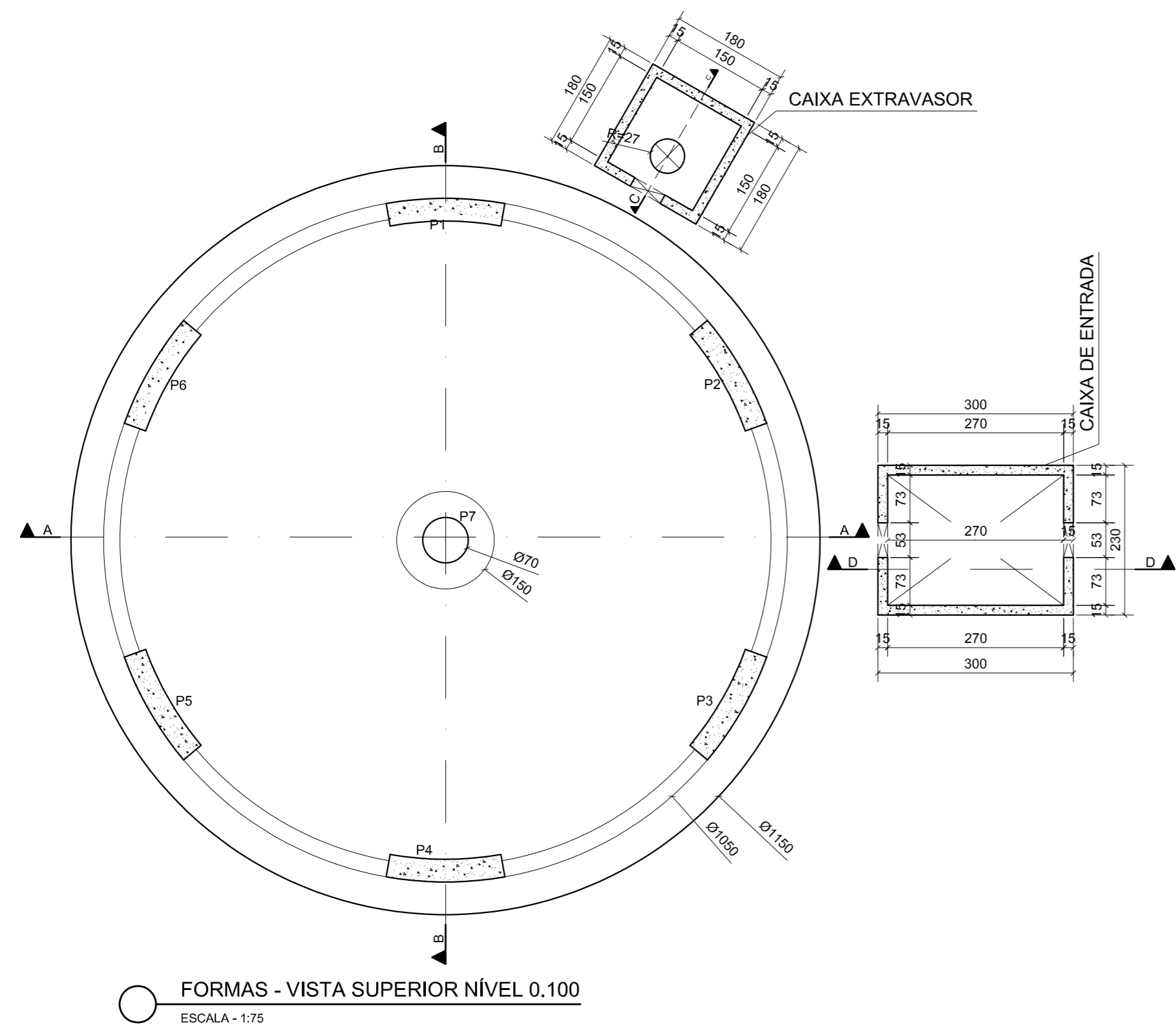
CAIXAS			
CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa			
	FUNDO	PAREDES	TOTAL
VOLUME (m ³)	2,10	5,00	7,10
FÔRMA (m ²)	4,00	64,00	68,00

CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 Mpa	
VOLUME (m ³)	0,60

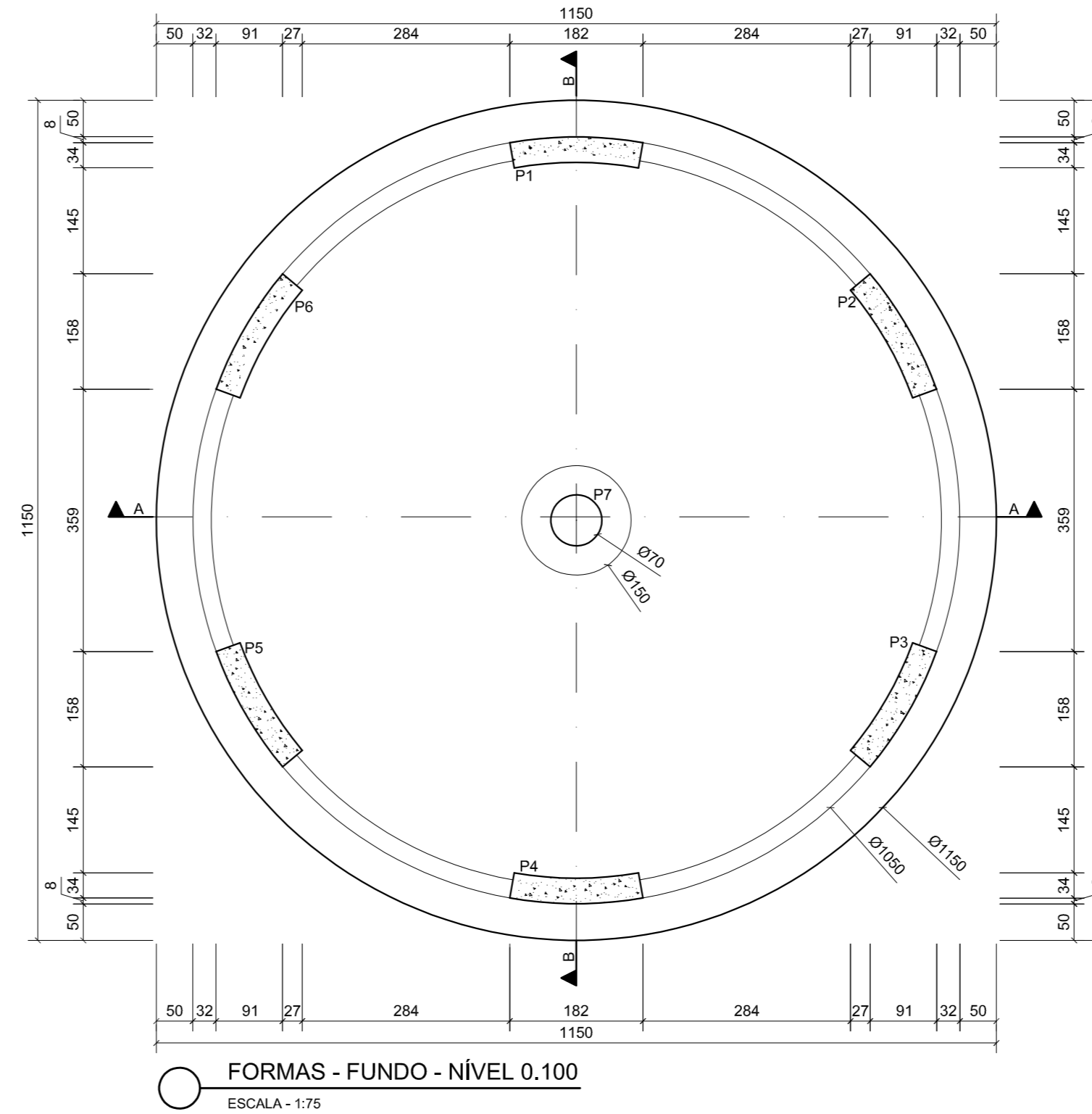
CAIXAS			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	8	1168	467
TOTAL		1168	467



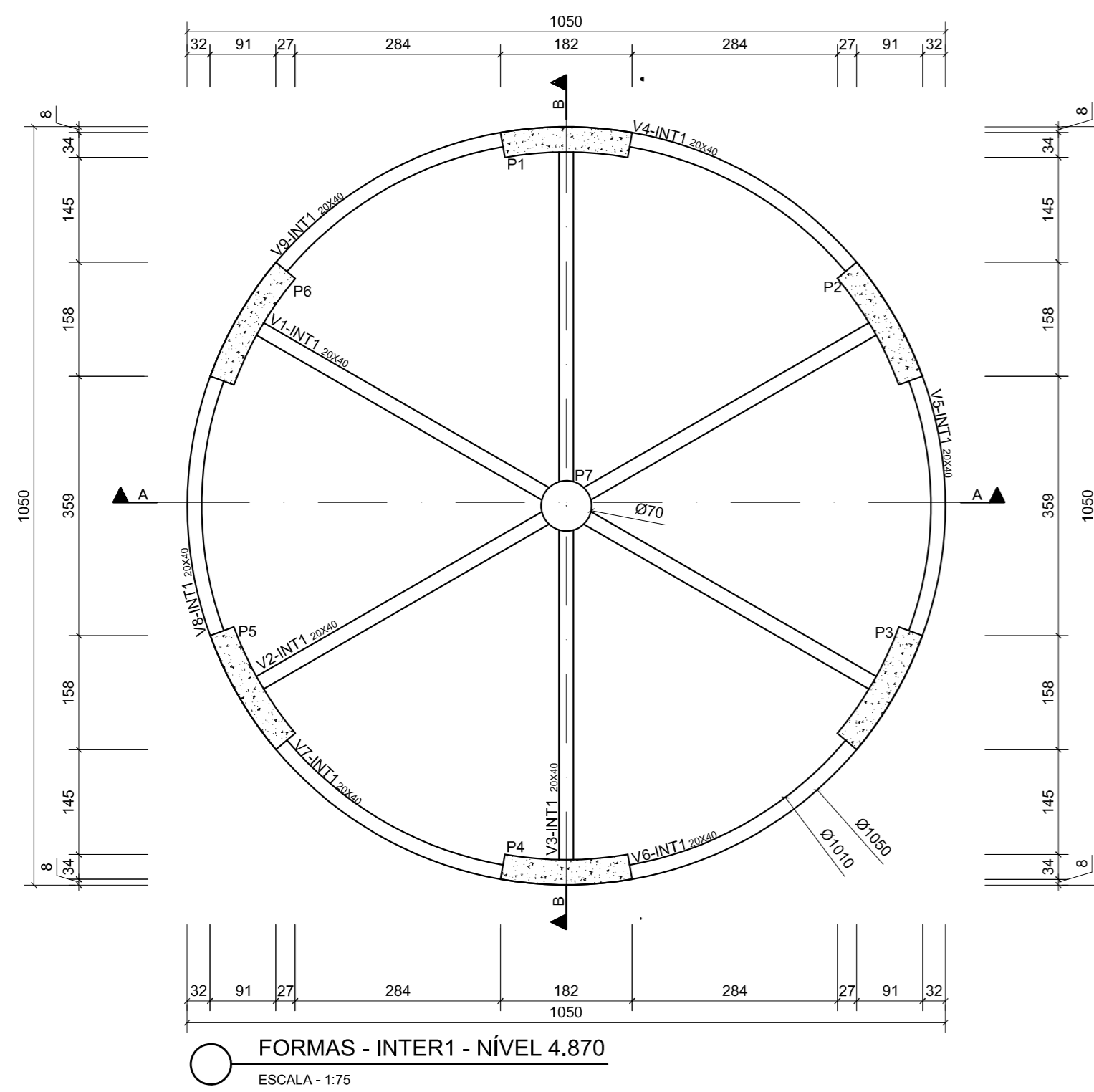
CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D



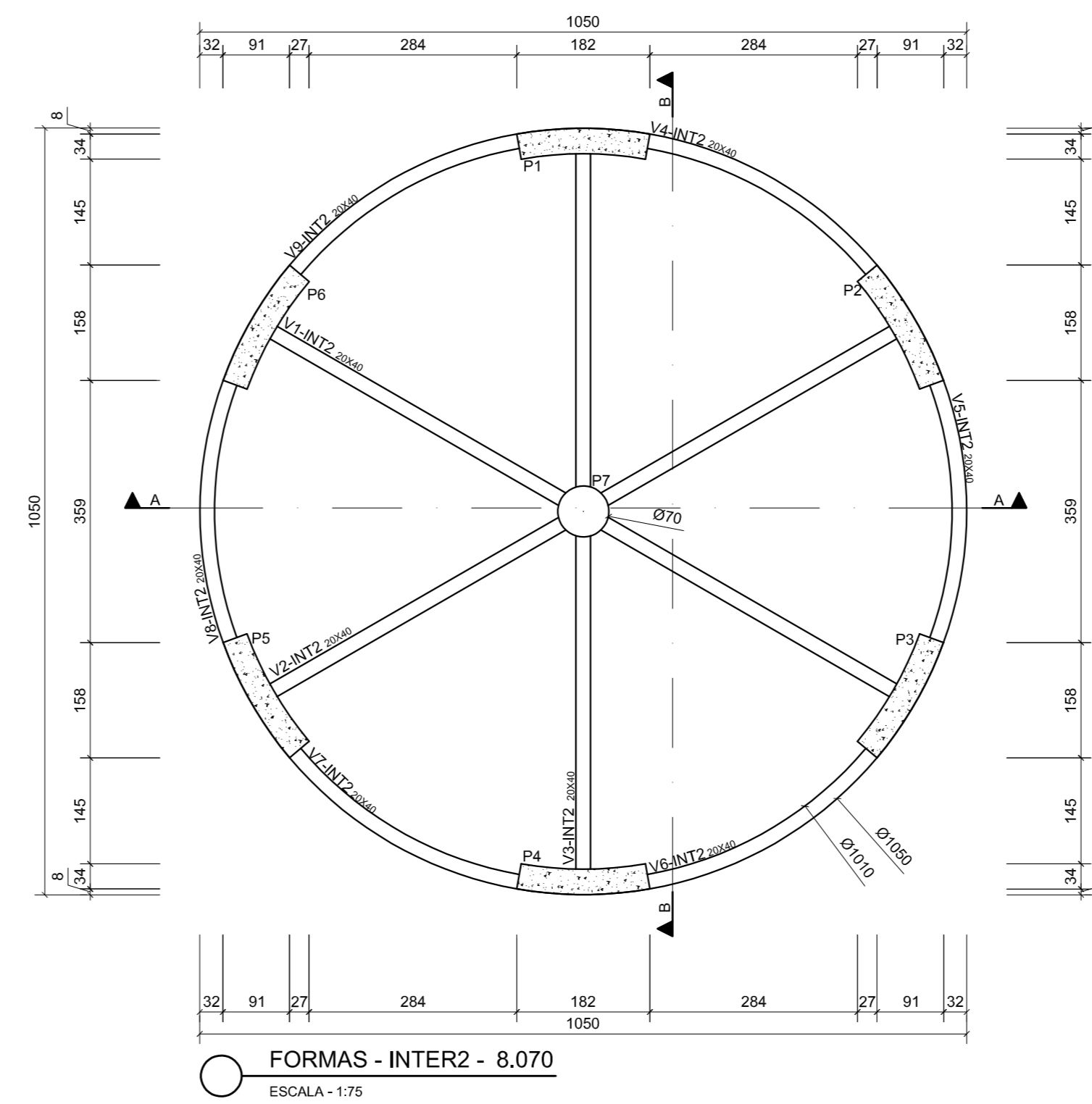
FORMAS - VISTA SUPERIOR NÍVEL 0.100
ESCALA - 1:75



FORMAS - FUNDO - NÍVEL 0.100
ESCALA - 1:75



FORMAS - INTER1 - NÍVEL 4.870
ESCALA - 1:75



FORMAS - INTER2 - 8.070
ESCALA - 1:75



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

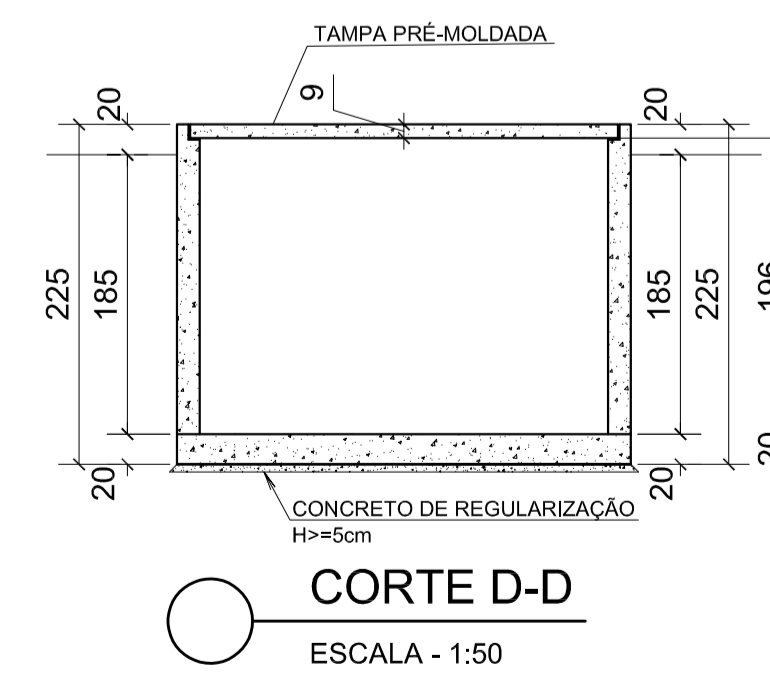
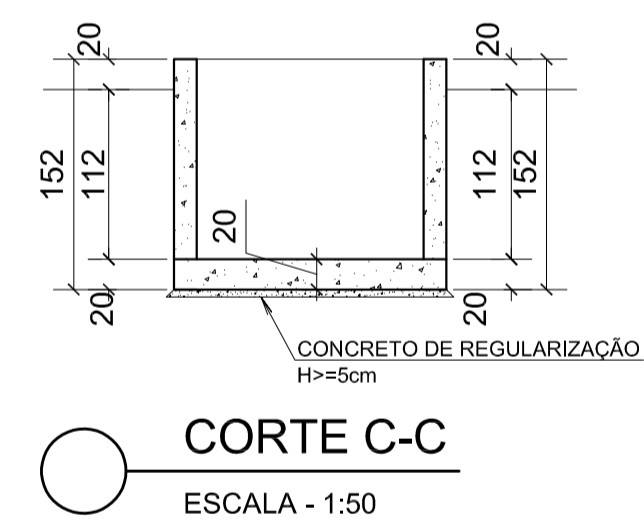
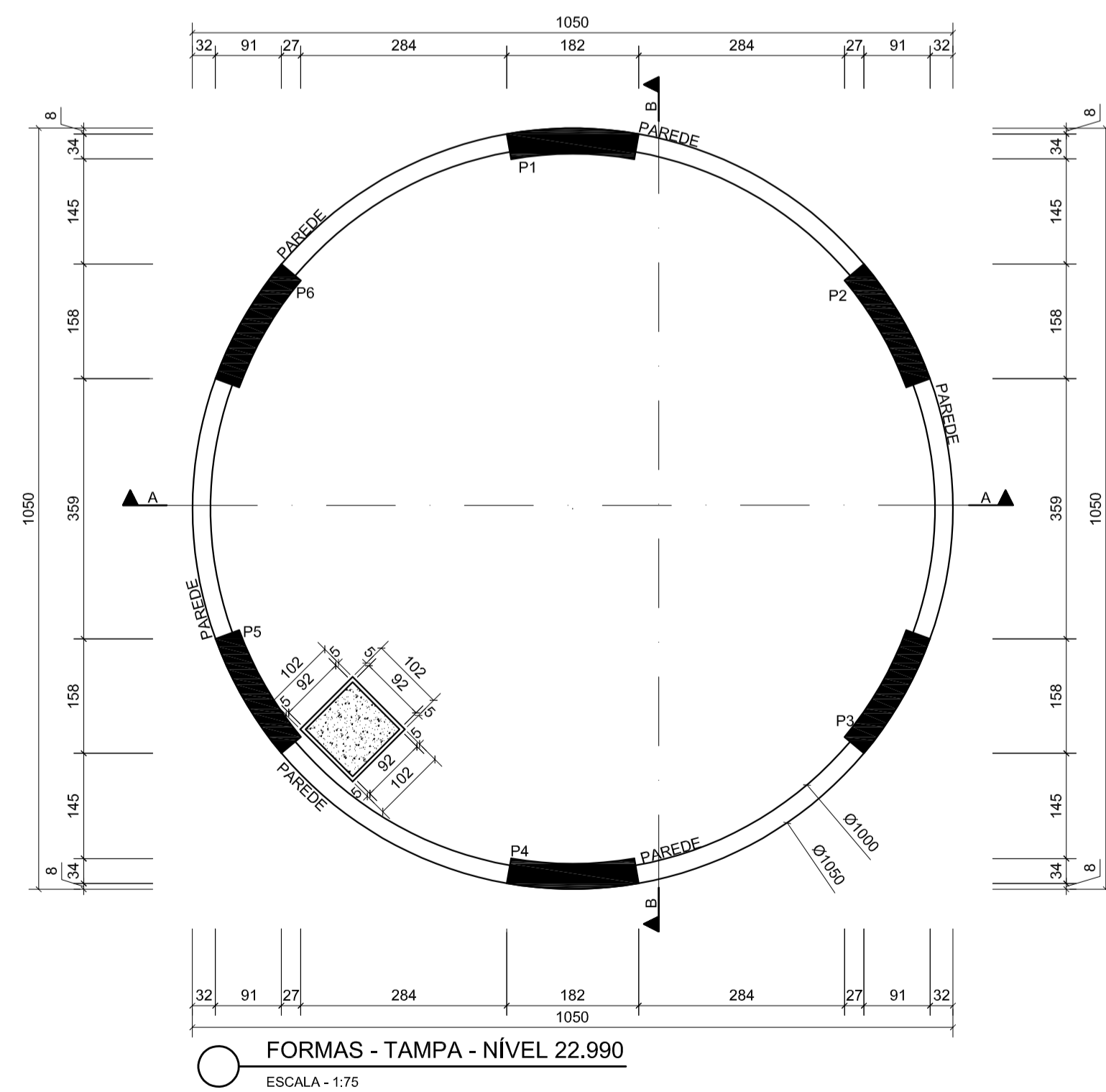
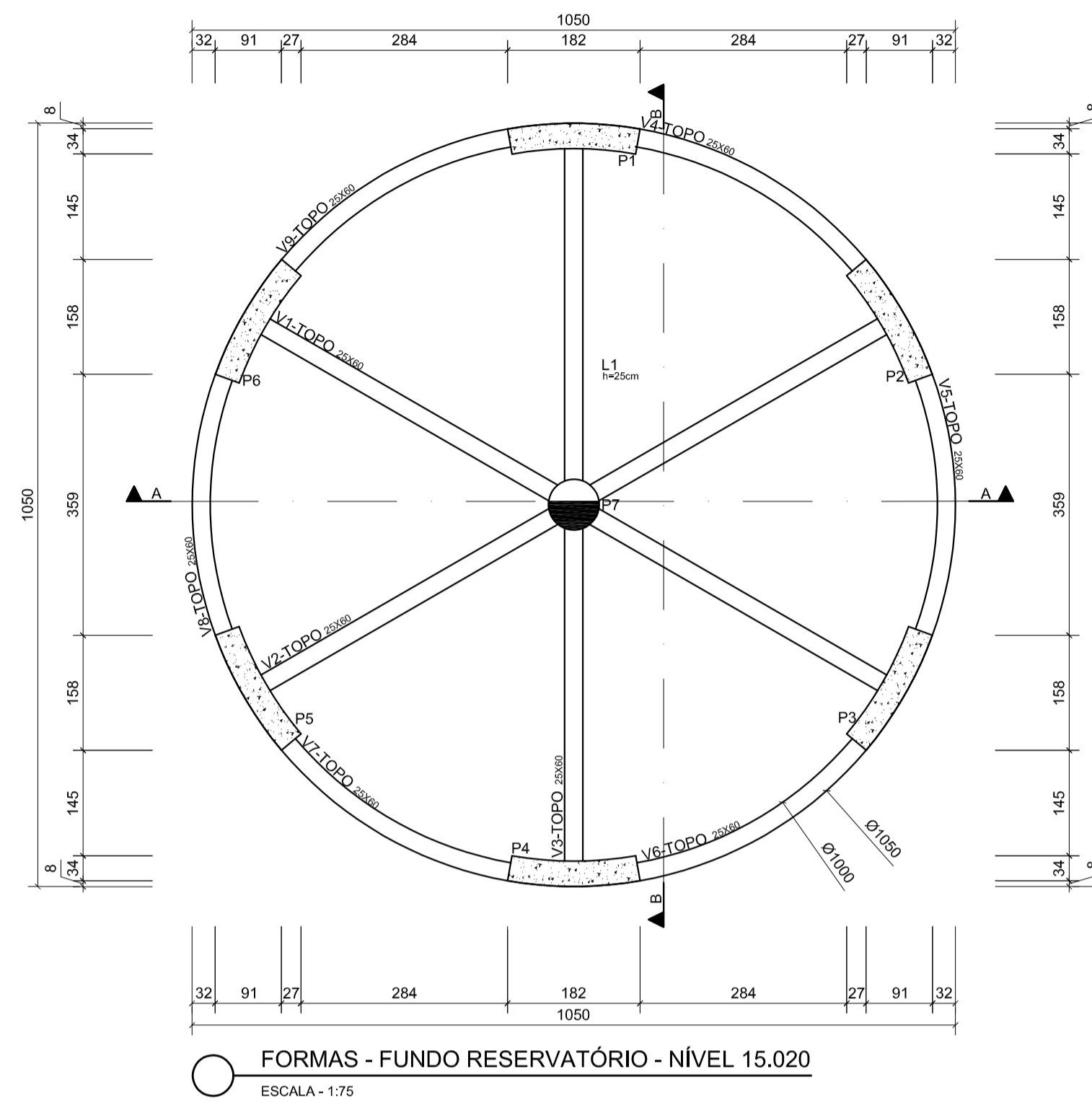
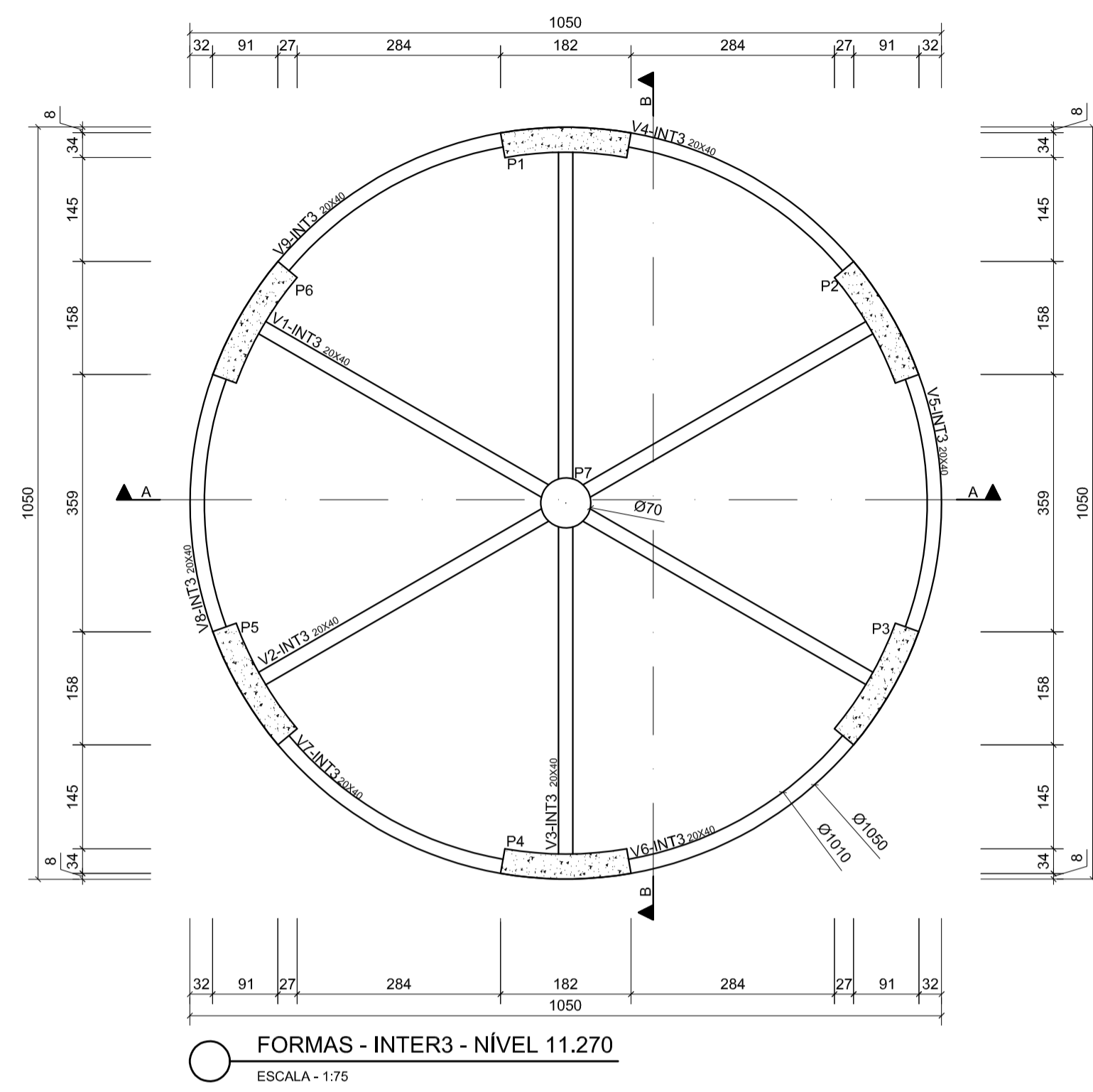
NOTAS :

1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm	Sapatas: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm	Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm	Tubulão: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C = 0.45	Radier: 5.0cm	
Consumo de Cimento : 350Kg/m ³	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009	
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto	
CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto dimensionamento e procedimentos executivos	
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980	
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações	
Espessura : 5.0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014	
Consumo de Cimento : 250Kg/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 = 1	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio	
9 - Classe da Edificação: S2 = C	18 - Norma de execução de concreto : NBR 14931/2004	
10 - Fator Estatístico: S3 = 1.00	Execução de estruturas de concreto - Procedimento	
11 - Velocidade Básica do Vento: V = 30m/s	19 - As normas citadas acima devem ser seguidas	
12 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO 11	FRANCHA Nº 01/05
	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO		
	PROJETO EXECUTIVO PROJETO ESTRUTURAL REL-02 CAP. 500m ³ 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:	0513ST-001-EST-R00.DWG
ESCALA:	INDICADA
DATA:	JULHO/2017



NOTAS :

1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm	Sapatas: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm	Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm	Tubulão: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C <= 0.45	Radier: 5.0cm	
Consumo de Cimento : 350Kg/m ³	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009	
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto	
Módulo de Elasticidade : Ecs = 206GPa	CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980	
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações	
Espessura : 5.0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014	
Consumo de Cimento : 250Kg/m ³	Projeto de Estruturas de Concreto-Processamento	
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 - 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
DIRETORIA DE ENGENHARIA
GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA

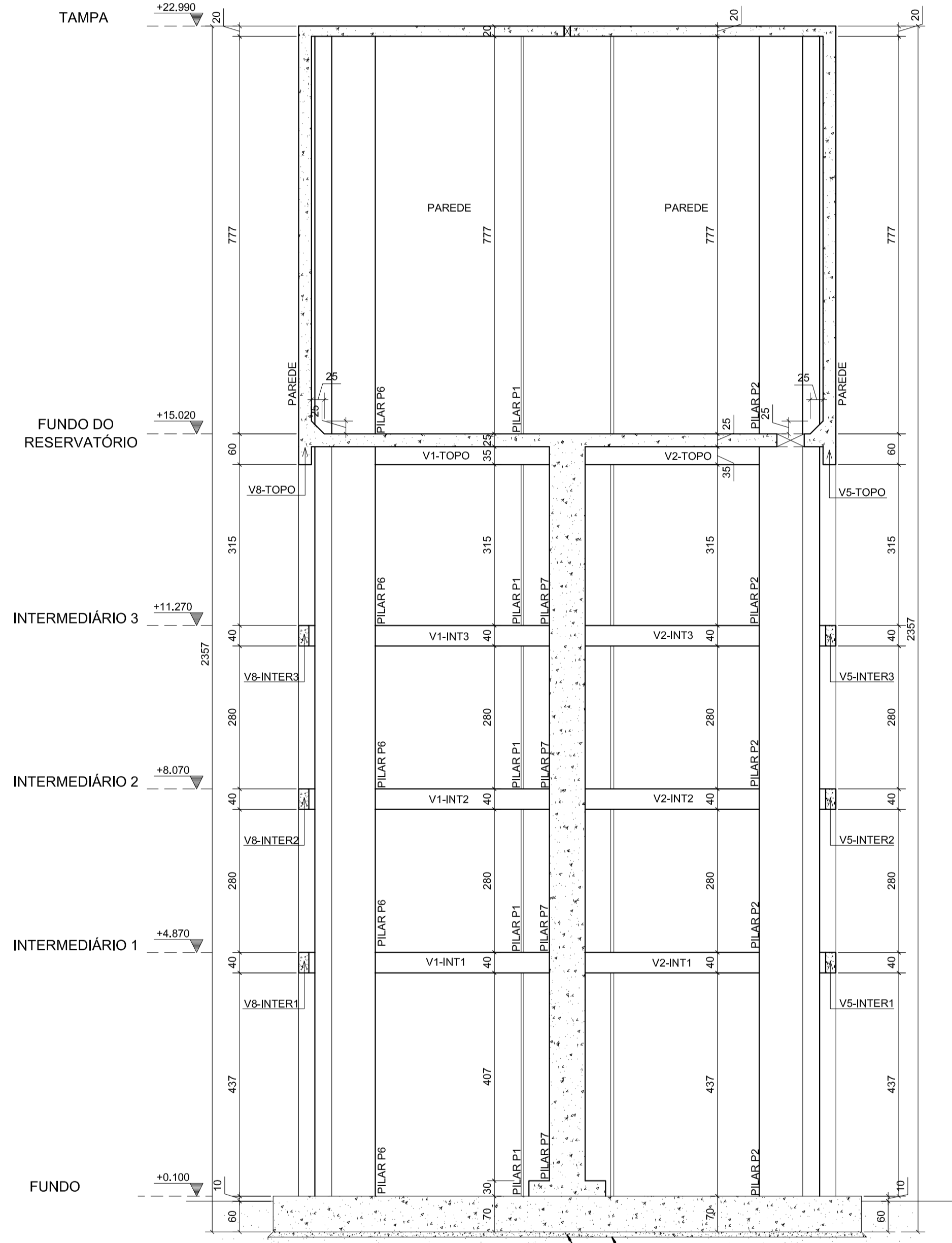
DESENHO: 11
FRANCHA Nº: 02/05

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

PROJETO EXECUTIVO

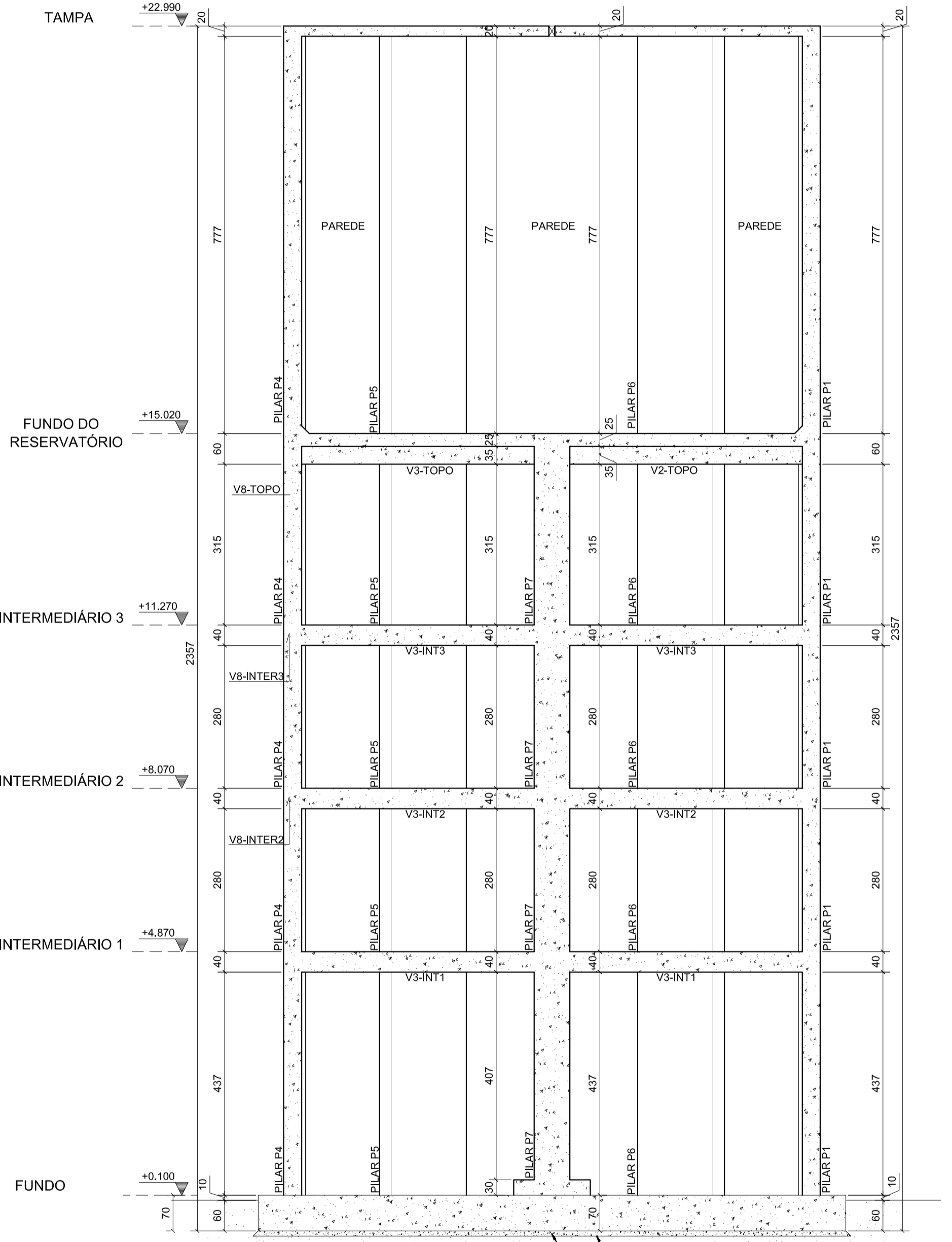
PROJETO ESTRUTURAL
REL-02 CAP. 500m³
FORMAS

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:	0513ST-002-EST-R00.DWG
ESCALA:	INDICADA
DATA:	JULHO/2017



CORTE A-A
ESCALA - 1:75

SOLO COMPACTADO
RESISTENCIA MINIMA=1,5kg/cm²
SUB-BASE COM PÓ DE PEDRA
H= 3cm à 5cm
CONCRETO DE REGULAMENTAÇÃO
H>=5cm



CORTE B-B
ESCALA - 1:75

SOLO COMPACTADO
RESISTENCIA MINIMA=1,5kg/cm²
SUB-BASE COM PÓ DE PEDRA
H= 3cm à 5cm
CONCRETO DE REGULAMENTAÇÃO
H>=5cm



NOTAS :

1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm	Sapatas: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm	Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm	Tuboão: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C <=0.45	Radier: 5.0cm	
Consumo de Cimento : 350Kg/m ³	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009	
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto	
CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto,dimensionamento e procedimentos executivos	
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980	
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações	
Espessura : 5.0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014	
Consumo de Cimento : 250Kg/m ³	Projeto de Estruturas de Concreto-Processamento	
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 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras	

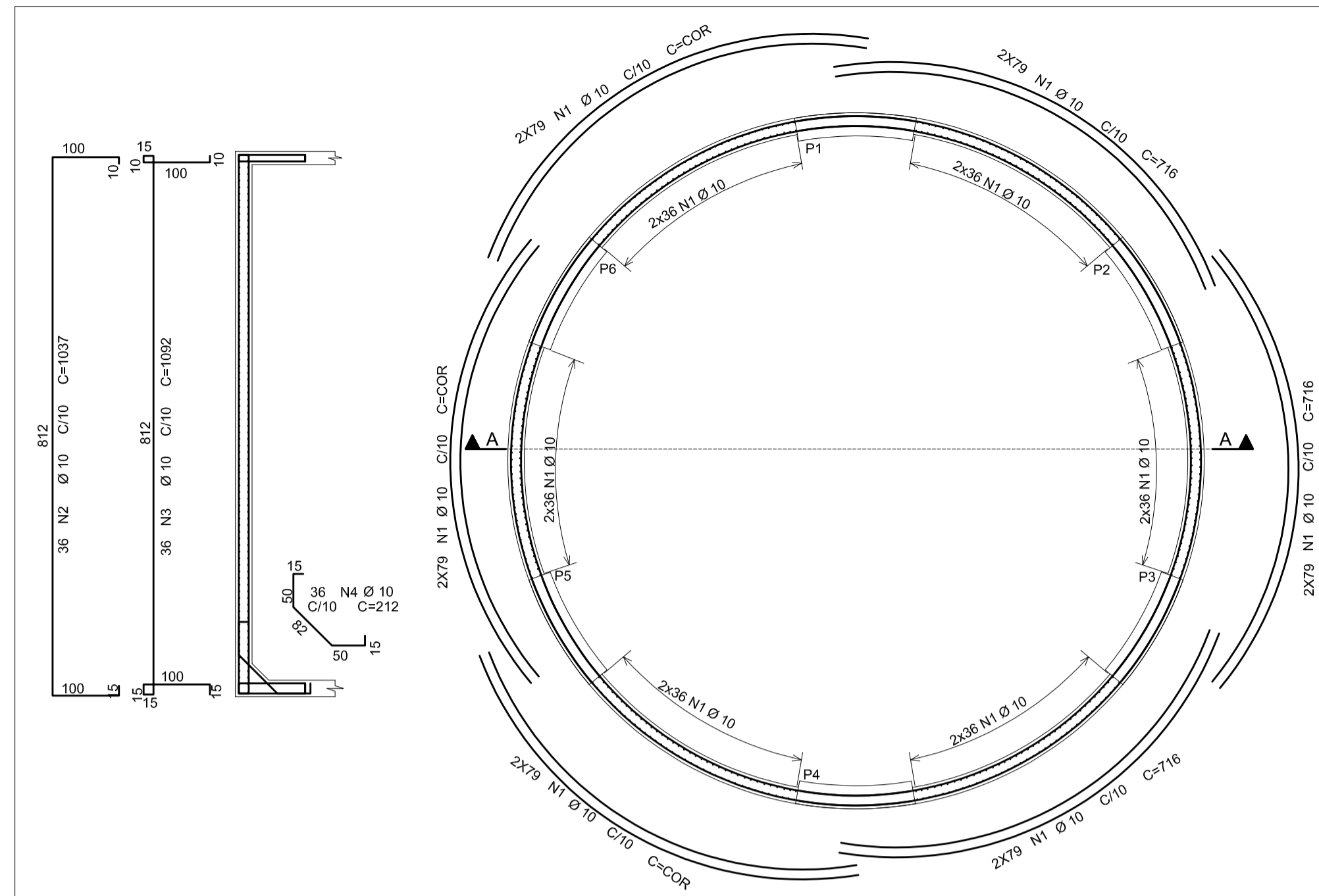
Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO

REVISÃO

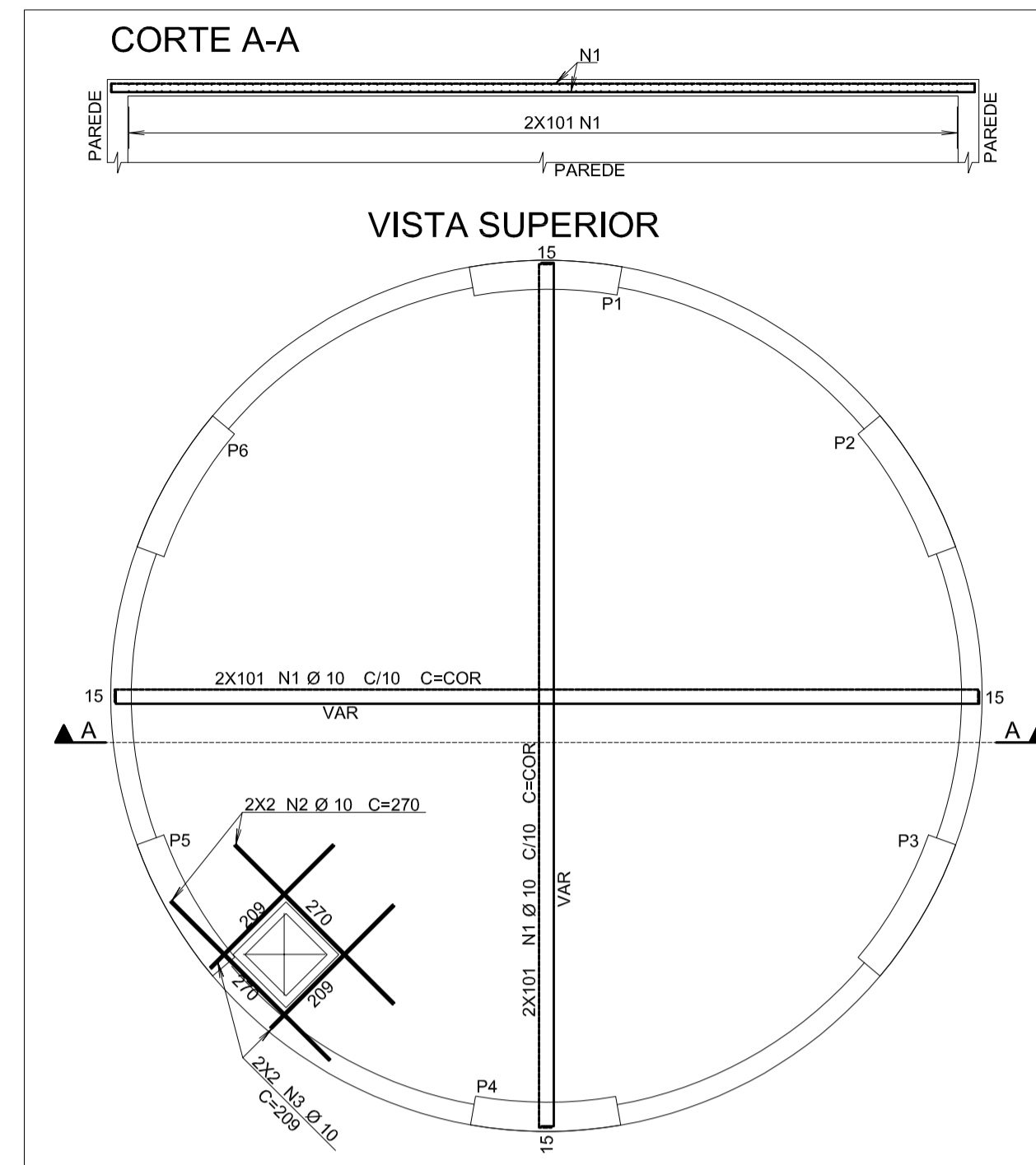
Cagece

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO 11	FRANCHA Nº 03/05
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'AGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO		
PROJETO EXECUTIVO		
PROJETO ESTRUTURAL REL-02 CAP. 500m ³ CORTES		

GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050	DATA:	JULHO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE		
ARQUIVO:	0513ST-003-EST-R00.DWG		



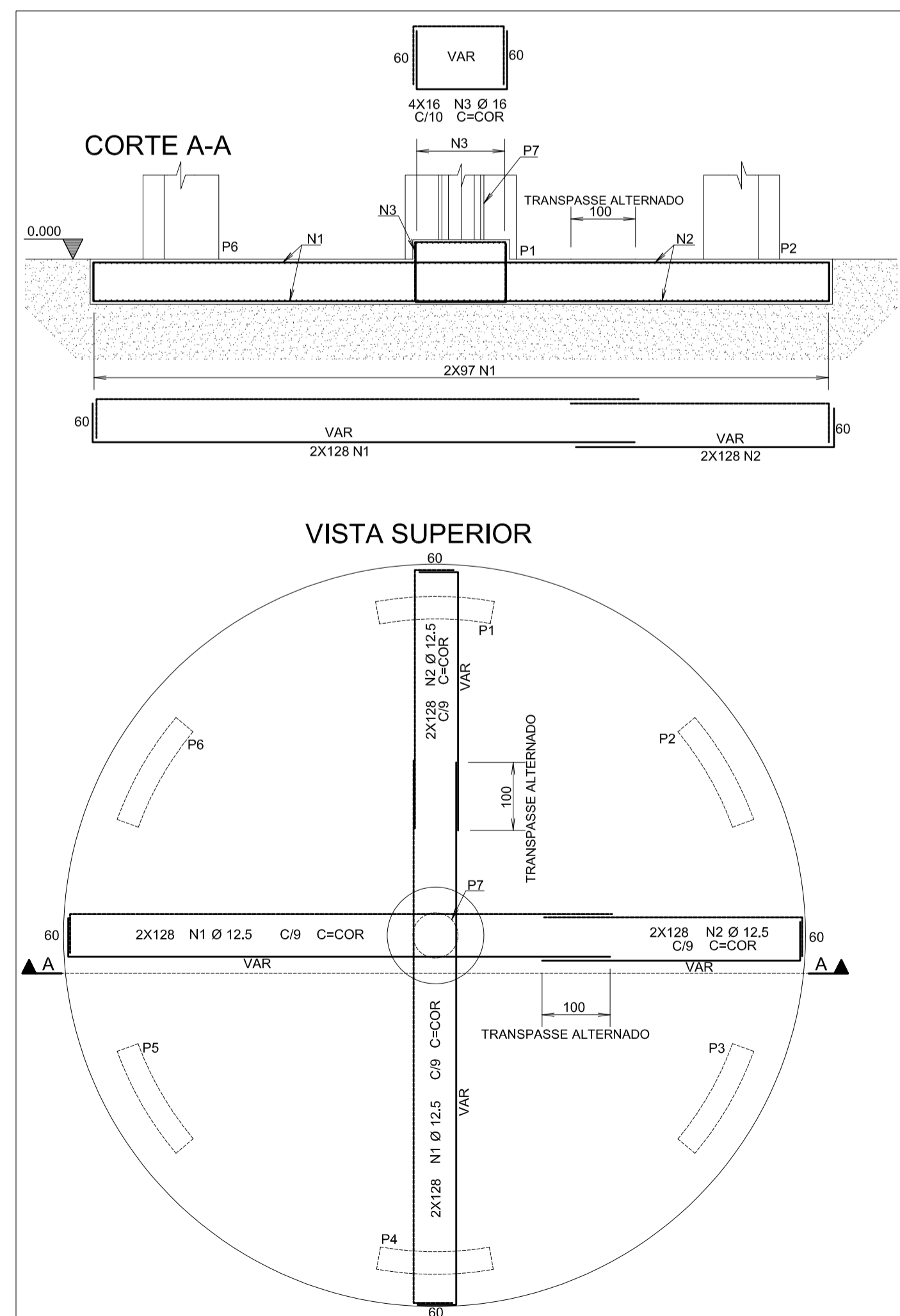
ARMAÇÃO PAREDES CURVA
ESCALA - 1:75



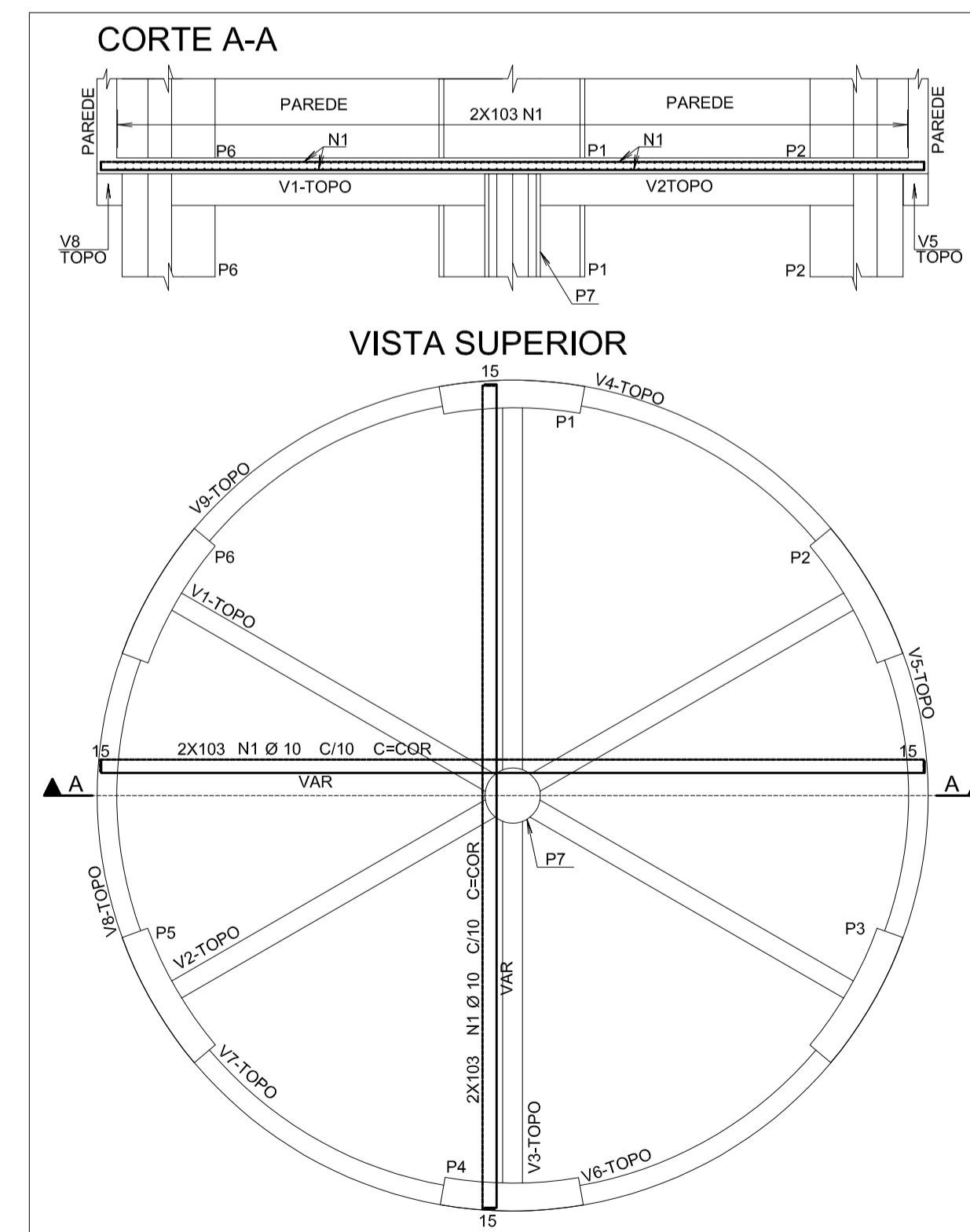
ARMAÇÃO DA TAMPA
ESCALA - 1:75

ARMAÇÃO	AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO DA TAMPA	50A	1	10	404	-CORR-	432280
	50A	2	10	4	270	1080
	50A	3	10	4	209	836
ARMAÇÃO FUNDO	50A	1	12,5	512	-CORR-	460800
	50A	2	12,5	512	-CORR-	235520
	50A	3	16	64	-CORR-	16640
P1=P2=P3=P4=P5=P6 (X6)						
	50A	1	16	96	642	61632
	50A	2	16	192	460	88320
	50A	3	16	96	515	49440
	50A	4	16	96	862	82752
	50A	5	6,3	1992	294	585648
	50A	6	6,3	5976	39	233064
ARMAÇÃO FUNDO DO RESERVATÓRIO						
	50A	1	10	412	-CORR-	440840
ARMAÇÃO PAREDE						
	50A	1	10	948	-CORR-	678768
	50A	2	10	36	1037	37332
	50A	3	10	36	1092	39312
	50A	4	10	36	212	7832
P7						
	50A	1	16	32	642	20544
	50A	2	16	64	460	29440
	50A	3	16	32	440	14080
	50A	4	6,3	220	203	44660

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6,3	8834	2158
50A	10	16381	10320
50A	12,5	6963	6963
50A	16	3628	5806
Peso Total 50A =			25247 kg

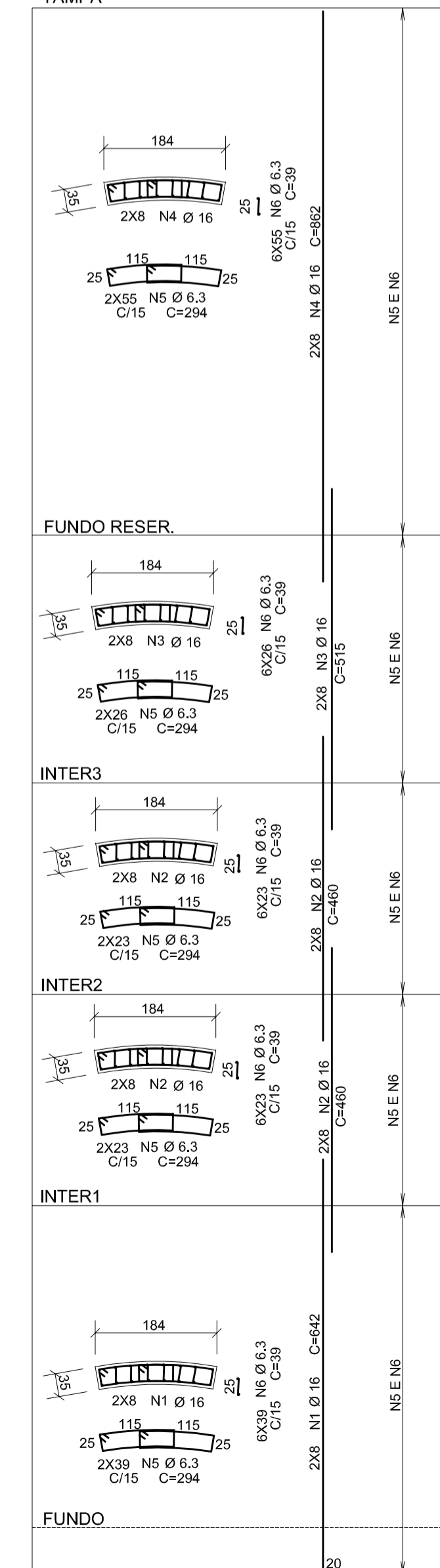


ARMAÇÃO FUNDO
ESCALA - 1:75

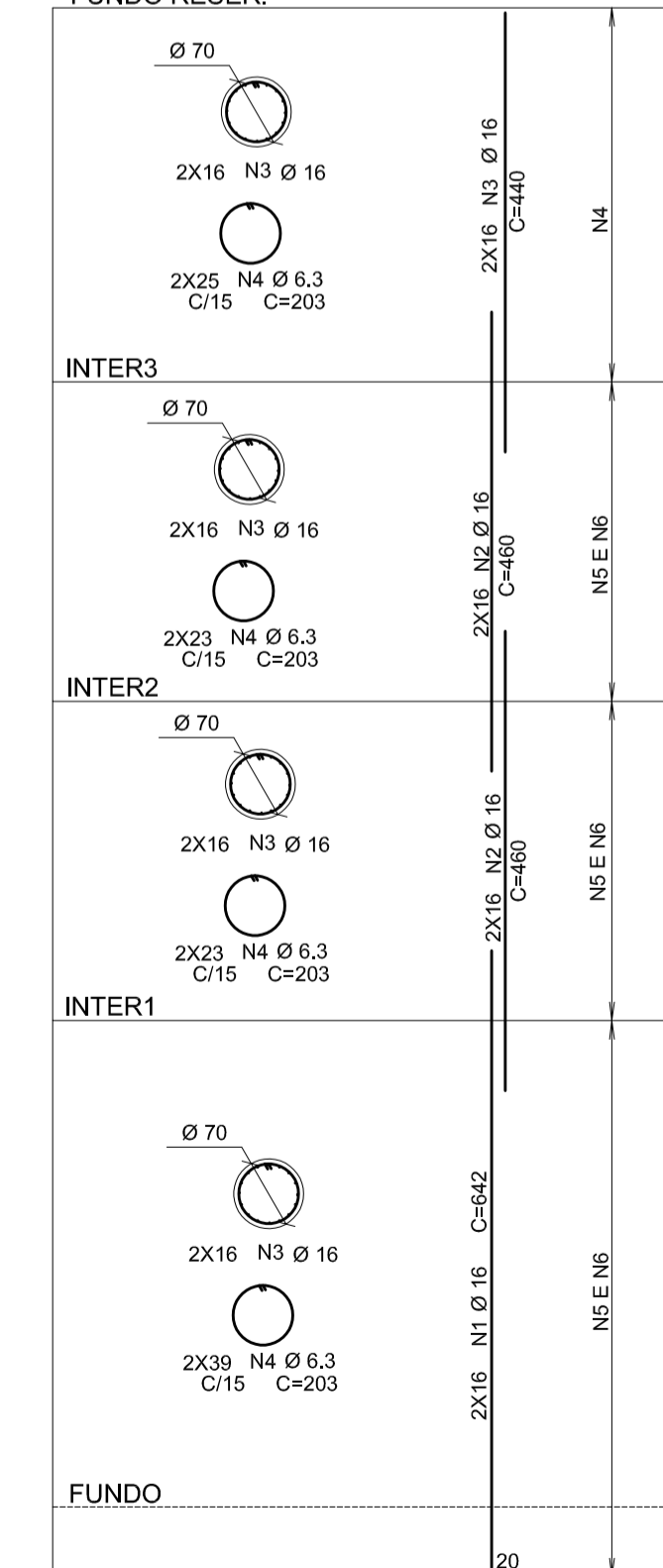


ARMAÇÃO FUNDO DO RESERVATÓRIO
ESCALA - 1:75

P1=P2=P3=P4=P5=P6
TAMPA



P7
FUNDO RESER.



NOTAS :

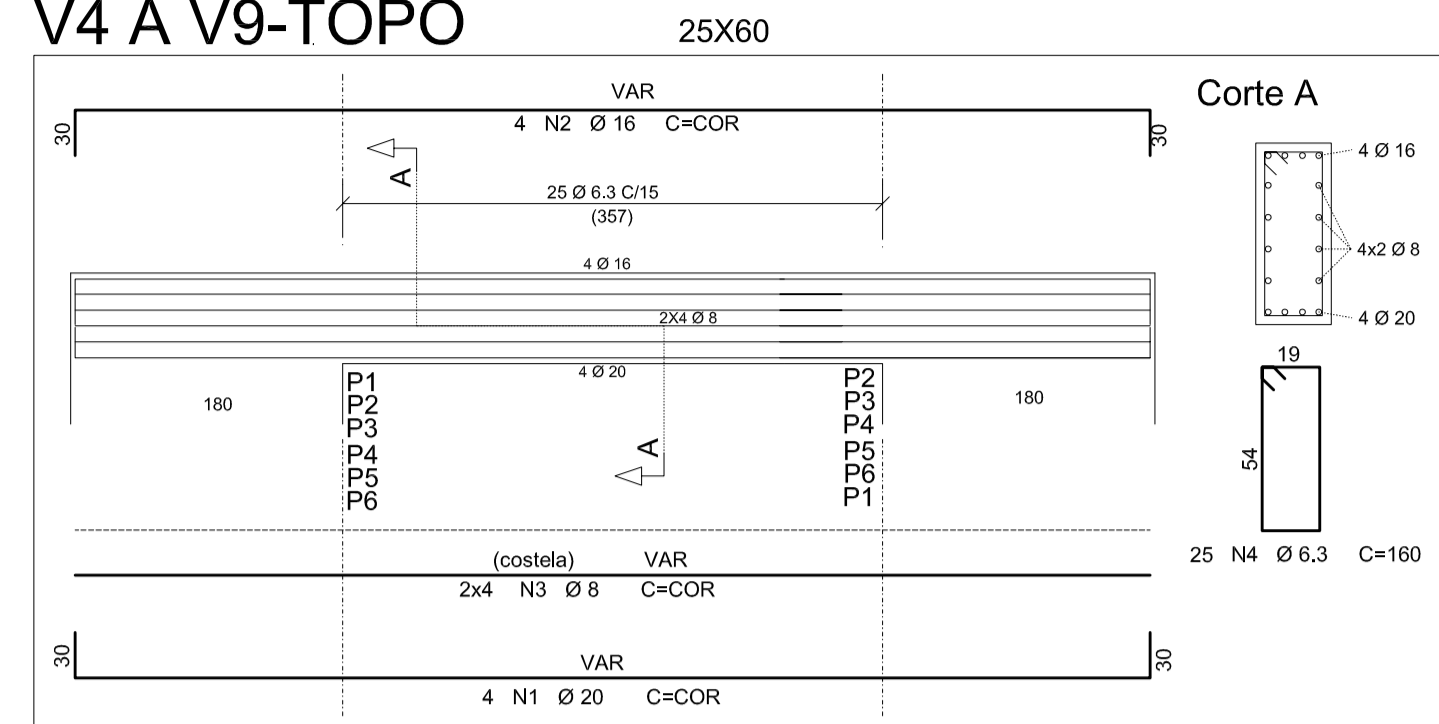
1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm	Sapatas: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm	Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm	Tuboão: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C <= 0.45	Radier: 5.0cm	
Consumo de Cimento : 350Kg/m3	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009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

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

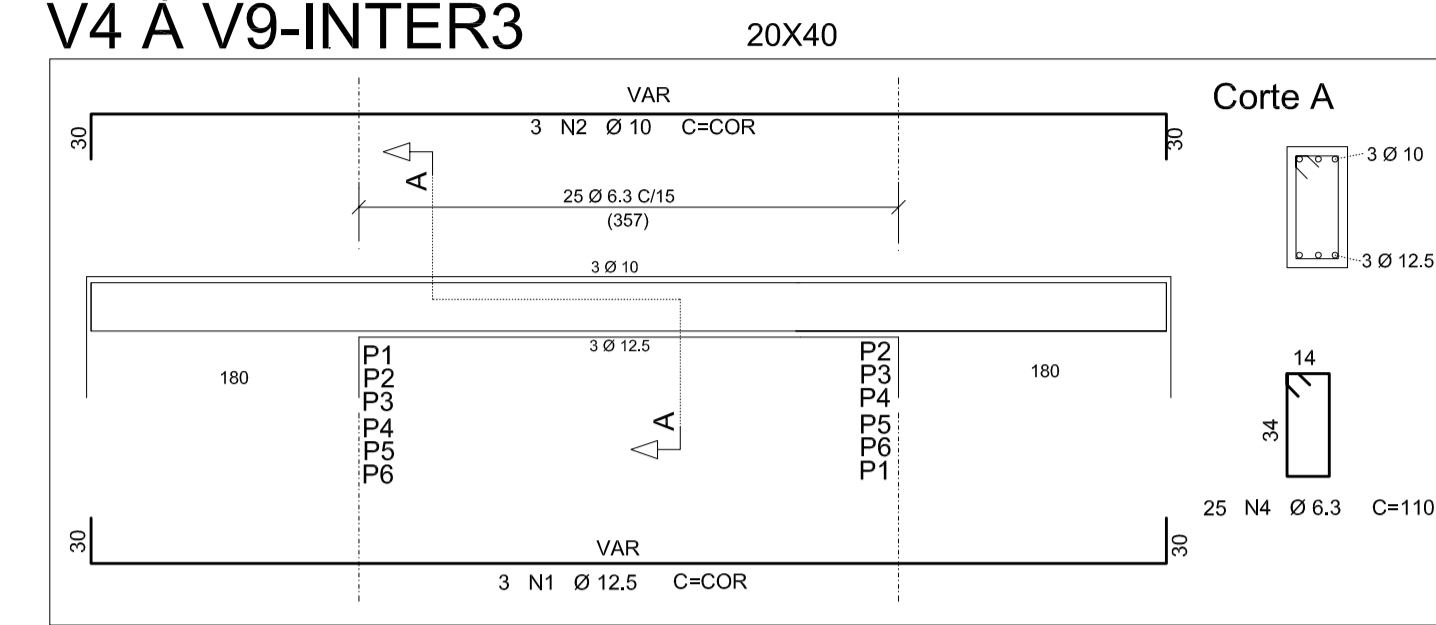
COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA		DESENHO 11	FRANCHA Nº 04/05
SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO			
PROJETO EXECUTIVO			
PROJETO ESTRUTURAL REL-02 CAP. 500m³ ARMAÇÃO			

GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050	DATA:	JULHO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE		
ARQUIVO:	0513ST-004-EST-R00.DWG		

V4 À V9-TOPO



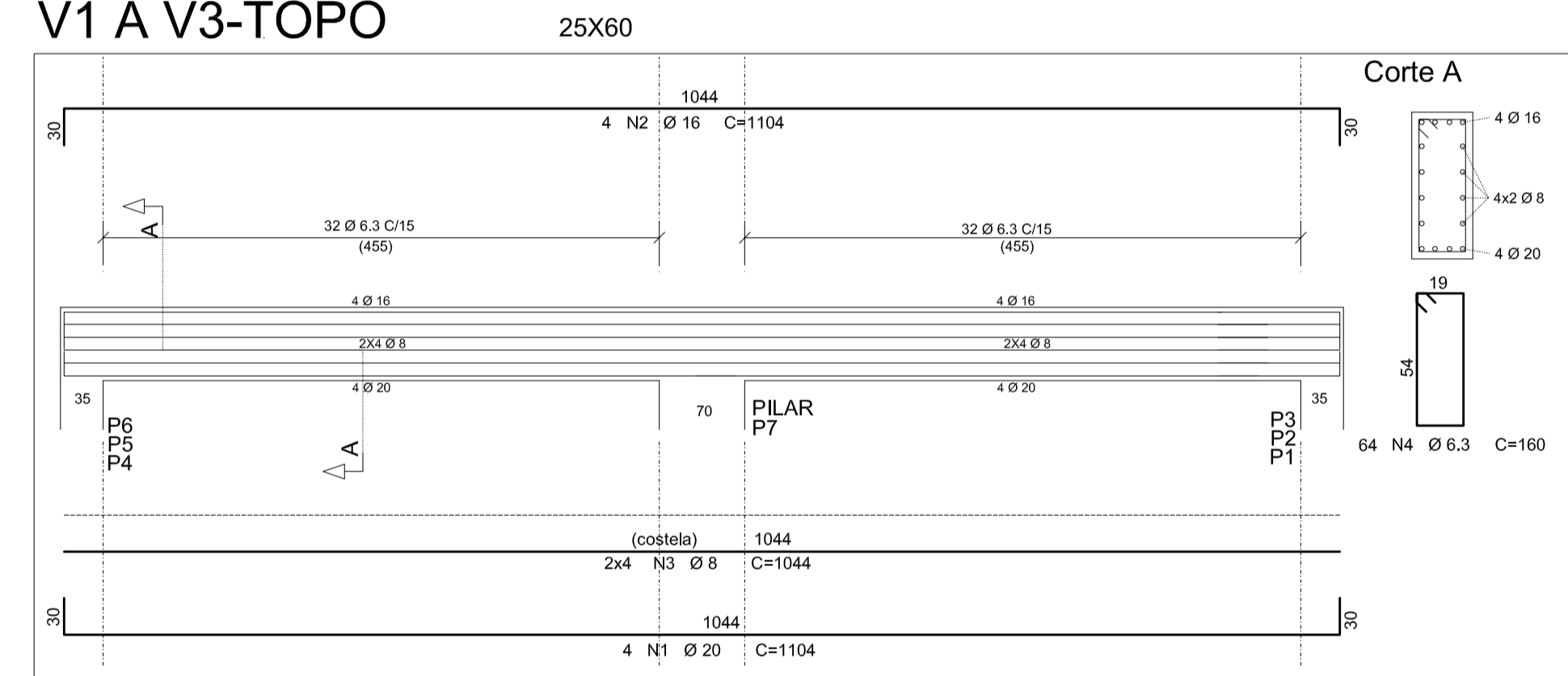
V4 À V9-INTER1
V4 À V9-INTER2
V4 À V9-INTER3



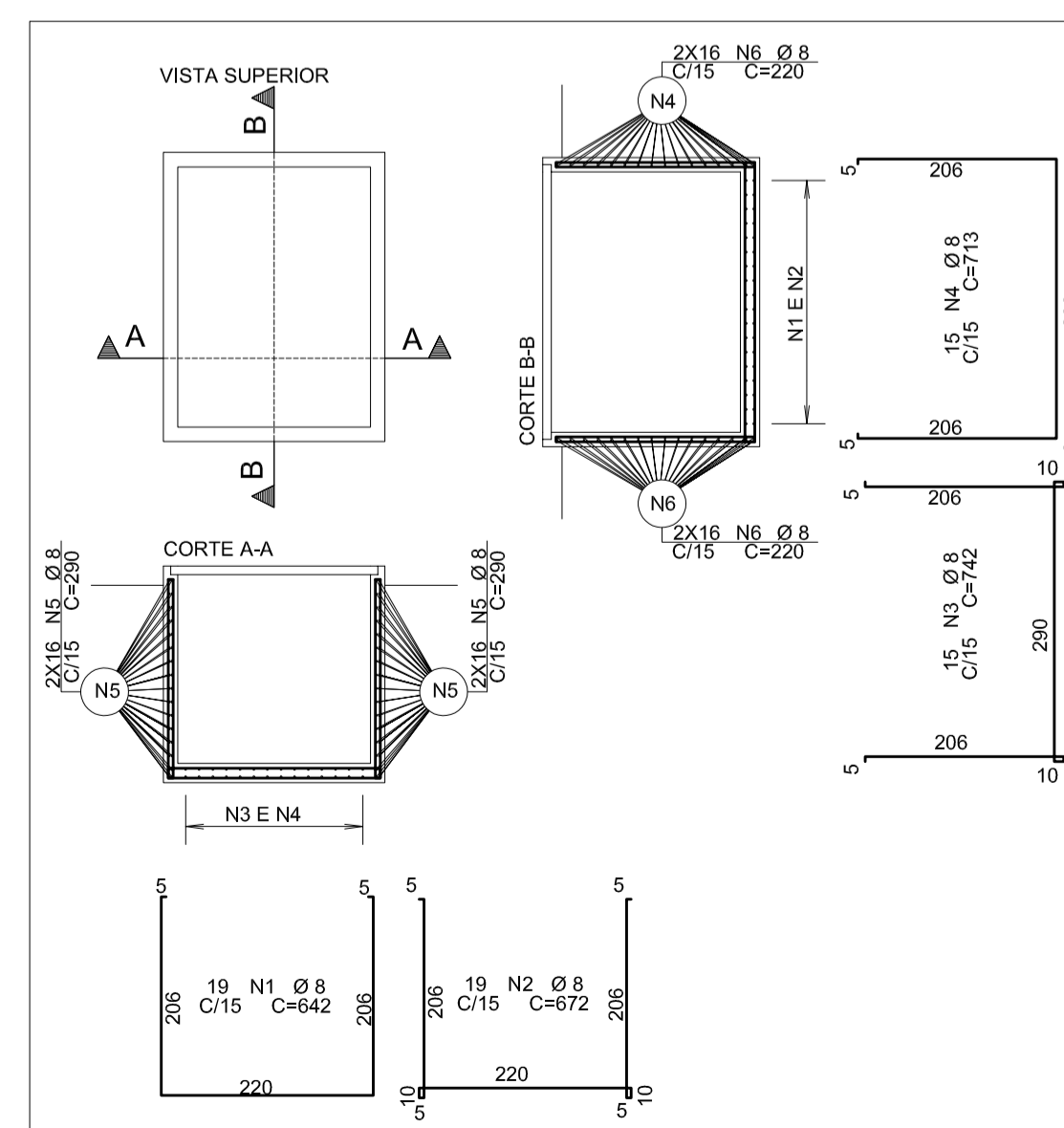
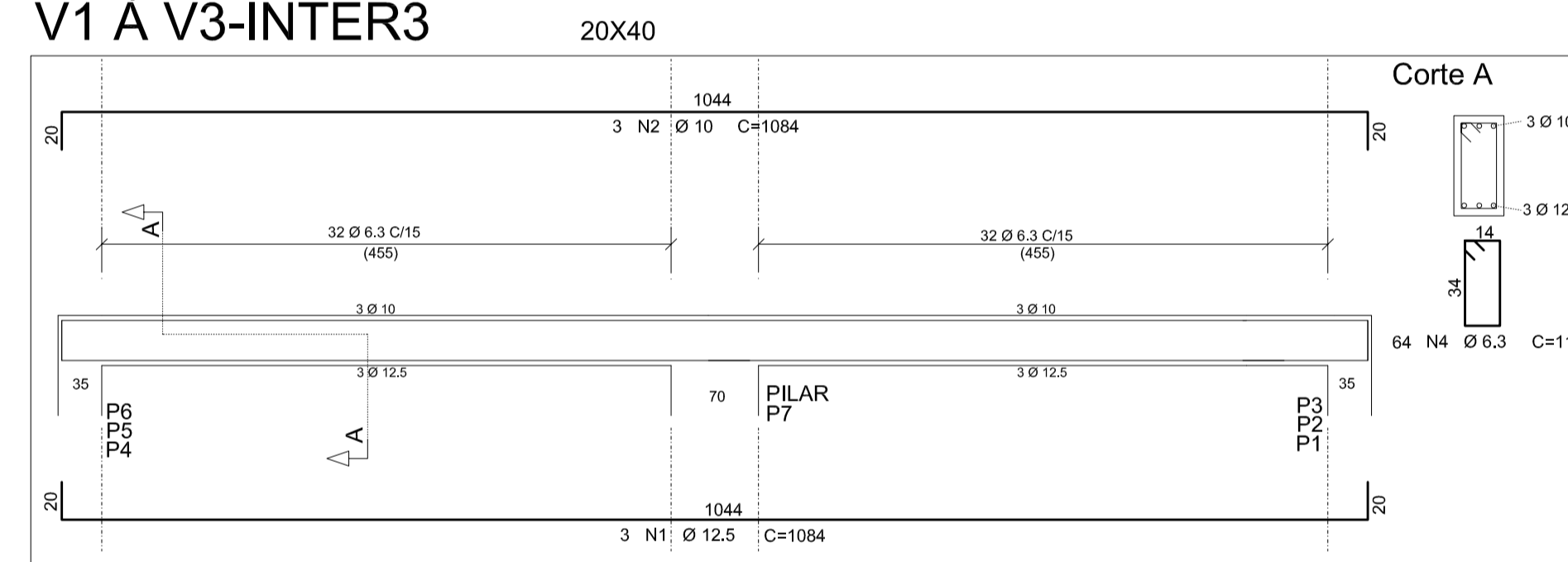
ARMAÇÃO CAIXA EXTRAVASOR	ARMAÇÃO CAIXA DE ENTRADA
50A 1 8 19 642 12198	50A 1 8 22 464 10208
50A 2 8 19 672 12768	50A 2 8 22 494 10968
50A 3 8 15 742 11130	50A 3 8 22 494 10968
50A 4 8 15 713 10865	50A 3 8 96 170 16320
50A 5 8 64 290 18560	
50A 6 8 64 220 14080	
V1 À V3-INTER1 (X9)	
50A 1 12.5 27 1084 29268	
50A 2 10 27 1084 29268	
50A 4 6.3 576 110 63360	
V1 À V3-TOPO (X3)	
50A 1 20 12 1104 13248	
50A 2 16 12 1104 13248	
50A 3 8 24 1044 25056	
50A 4 6.3 192 160 30720	
V4 À V9-INTER1 (X18)	
50A 1 12.5 54 -CORR- 41834	
50A 2 10 54 -CORR- 41834	
50A 4 6.3 450 110 49500	
V4 À V9-TOPO (X6)	
50A 1 20 24 -CORR- 18504	
50A 2 16 24 -CORR- 18504	
50A 3 8 48 -CORR- 34128	
50A 4 6.3 150 160 24000	

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	6.3	1676	419
50A	8	1760	704
50A	10	709	447
50A	12.5	709	709
50A	16	318	508
50A	20	318	794
Peso Total	50A =		3581 kg

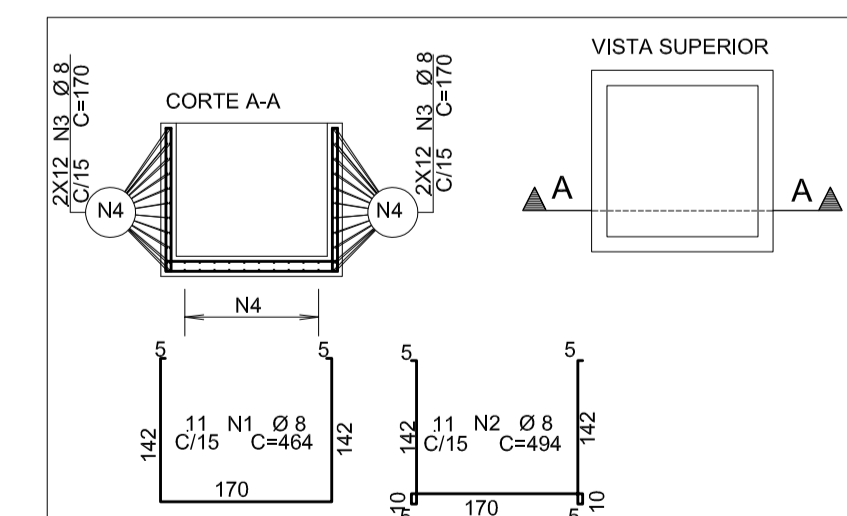
V1 À V3-TOPO



V1 À V3-INTER1
V1 À V3-INTER2
V1 À V3-INTER3



ARMAÇÃO CAIXA EXTRAVASOR
ESCALA - 1:75



ARMAÇÃO CAIXA DE ENTRADA
ESCALA - 1:75



NOTAS :

1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm	Sapatas: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm	Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm	Tuboão: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C <= 0.45	Radier: 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 - Fyk = 600 MPa	Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos	
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980	
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações	
Espessura : 5.0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014	
Consumo de Cimento : 250Kg/m3	Projeto de Estruturas de Concreto-Procedimento	
5 - As cotas prevalecem sobre o desenho	16 - Norma de Fundações : NBR 6122/2010	
6 - Classe de Agressividade Ambiental = 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 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras	

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO	FRANCHA Nº
	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO	11	05/05
	PROJETO EXECUTIVO PROJETO ESTRUTURAL REL-02 CAP. 500m³ ARMAÇÃO		

GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA/ES: 011840/D
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE
ARQUIVO:	0513ST-005-EST-R00.DWG
ESCALA:	INDICADA
DATA:	JULHO/2017

1.3 Radier do RAP em Aço – Vol.2.500m³

CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

MEMORIA DE CÁLCULO – RADIER DO RAP EM AÇO - Vol.2.500m³



Cagece

Serra/ES

17 de agosto de 2017

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.1	OBJETIVO.....	3
1.2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	3
1.3	INTRODUÇÃO	3
1.4	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO	3
2.0	MODELO DE CÁLCULO	6
2.1	CARGAS E COMBINAÇÕES	7
2.2	DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES	9
2.3	SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS.....	10
2.4	FUNDAÇÕES.....	10
3.0	RESERVATÓRIOS ELEVADO 10M ³	12
3.1	PAREDE	12
3.2	FUNDO – NÍVEL 45.950.....	16
3.3	FUNDO RESERVATÓRIO – NÍVEL 52.800.....	20
3.4	TAMPA RESERVATÓRIO – NÍVEL 56.200	24

1.1 OBJETIVO

Este presente trabalho visa desenvolver o projeto estrutural do radier para o RAP em aço - Vol.2.500m³.

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:

- 048 - SAA Horizonte - RAP em Aço

1.3 INTRODUÇÃO

O presente trabalho complementa as pranchas de armação e formas relativas de um radier para o RAP em aço - Vol.2.500m³.

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

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

Documentos técnicos e livros como:

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

Além dos softwares de dimensionamento e análise hiperestática: STRAP 2011

1.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

- Fck: 30 MPa
- Fator água-cimento: 0.45 (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- Es: 210 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras ≤ 0.2 mm
- Dimensão máxima do agregado graúdo: 25 mm
- Método para análise de 2° Ordem Global: Gama Z
- Compactação com Proctor normal à 100%

➤ Classe de Agressividade Ambiental NBR6118:2014

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
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

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

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

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

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

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

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

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

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

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

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

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

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

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

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

NOTAS

1 As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2.

2 Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV, exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens.

3 No projeto de lajes lisas e cogumelo protendidas, basta ser atendido o ELS-F para a combinação frequente das ações, em todas as classes de agressividade ambiental.

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

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

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

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

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

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

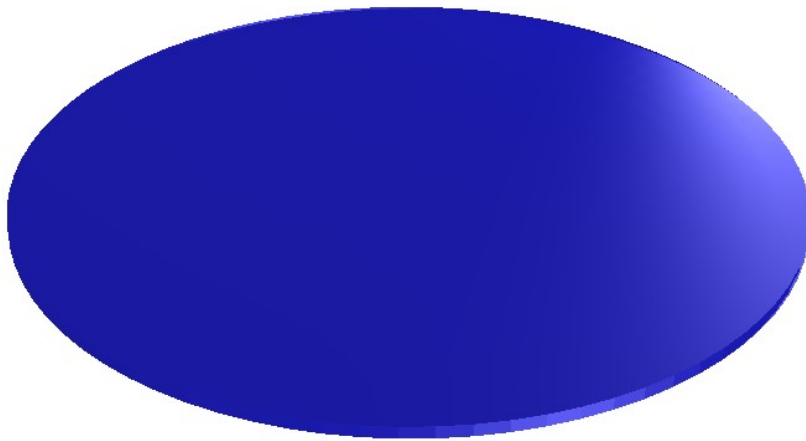
- Dimensão máxima do agregado graúdo - NBR6118:2014

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

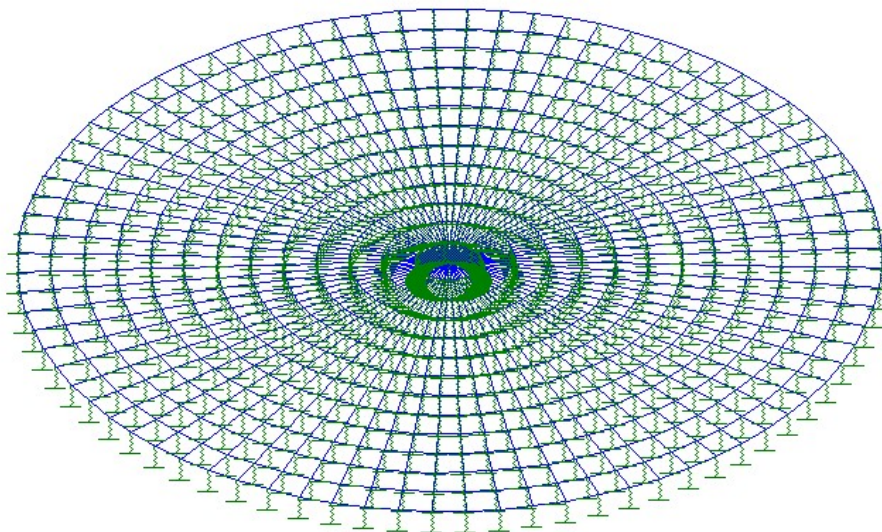
$$d_{\text{máx}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$$

2.0 MODELO DE CÁLCULO

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



PERSPECTIVA 3D - Reservatórios Apoiado sobre Base Elástica



PERSPECTIVA 3D da malha de nós - Reservatórios Apoiado sobre Base Elástica

2.1 CARGAS E COMBINAÇÕES

Ações Permanentes:

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

Ações Variáveis Acidentais:

- q2 - Sobrecarga

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

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

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

Grandezas Físicas das Ações:

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

Argila com areia fina cor variegada

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

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

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

- g3 - Enchimentos = Volume do elemento multiplicado pelo peso específico do material. Unidades: peso em tf e volume em m³.
- g4 - Retração: Não Consideramos uma retração em toda a estrutura
- q1 - Empuxo Hidrostático interno: em todas as faces internas do reservatório estão sendo aplicada uma pressão de base á laje de topo. O peso específico utilizado no cálculo destas pressões é o da água, igual a 1tf/m³ multiplicado pela altura da lamina d'água.
- q2 - Sobrecarga: Nas lajes de tampa e escadas foram consideradas sobrecargas de utilização iguais a 0,3 tf/m².

Combinações:

Estado Limite Último - ELU-CN (cheio):

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

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

Estado Limite Último - ELU-CN (vazio):

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

Estado Limite de Serviço ELS-CF (cheio)

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

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

Estado Limite de Serviço ELS-CF (vazio)

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

Especial, para verificação da flutuação

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

2.2 DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

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

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

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

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

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

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

Armadura mínima prevista em norma:

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

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

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

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

NOTA - Nas seções tipo T, a área da seção a ser considerada deve ser caracterizada pela alma acrescida da mesa colaborante.

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

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

2.3 SEÇÕES DE CONCRETO UTILIZADAS

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

Radier de concreto armado para o RAP em aço - Vol.2.500m³:

- Radier (fundação): 40cm

2.4 FUNDAÇÃO

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

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

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

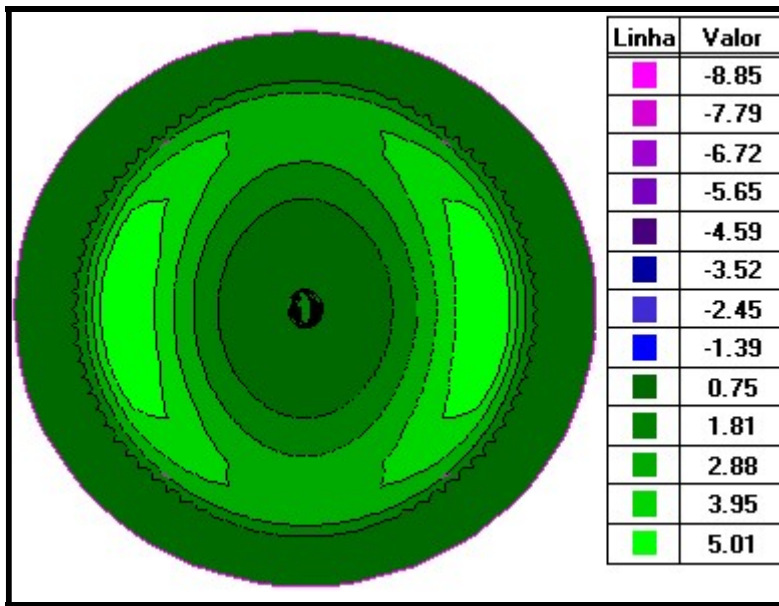
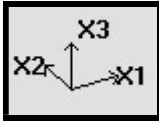
Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)	Tensão admissível (kgf/cm ²)	Kv (kgf/cm ³)
0,25	0,65	2,15	4,30
0,30	0,78	2,20	4,40
0,35	0,91	2,25	4,50
0,40	1,04	2,30	4,60
0,45	1,17	2,35	4,70
0,50	1,30	2,40	4,80
0,55	1,39	2,45	4,90
0,60	1,48	2,50	5,00
0,65	1,57	2,55	5,10
0,70	1,66	2,60	5,20
0,75	1,75	2,65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

Fonte: Safe, Morrison (1993)

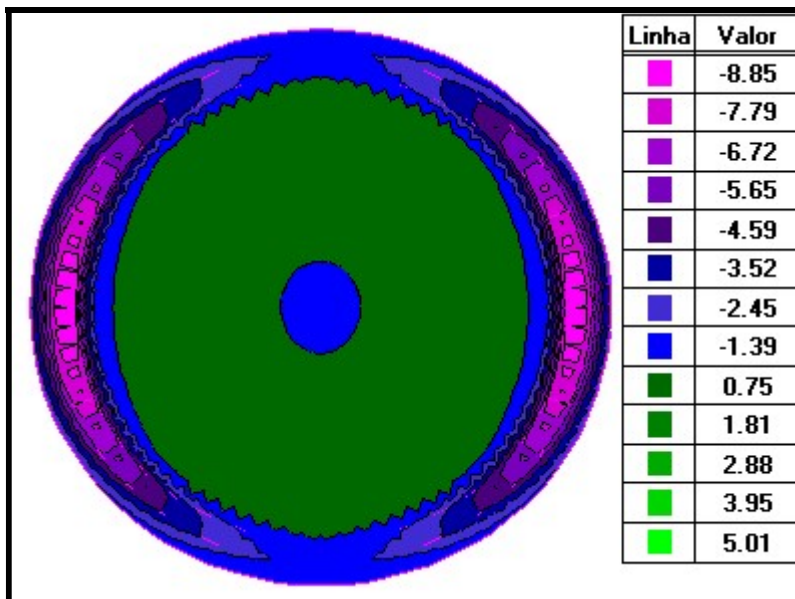
Adotamos uma taxa de solo de 1,8Kgf/cm², conforme sondagem fornecida. Com coeficiente de mola de x3=900tf/m

3.0 RADIER

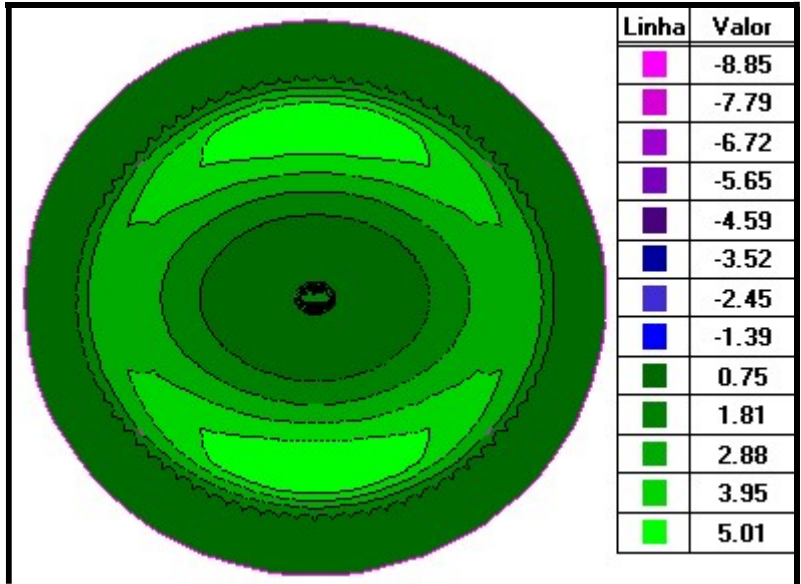
3.1 RADIER



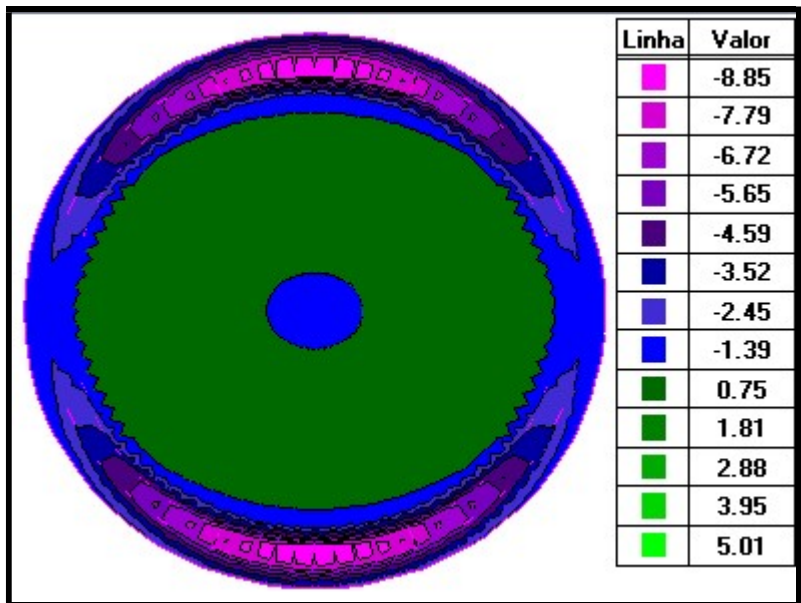
PAREDE - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MAX - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



PAREDE - ENVOLTÓRIA DE CARREGAMENTOS MIN - MOMENTO NA DIREÇÃO DE X (tf/m)



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



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



CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS

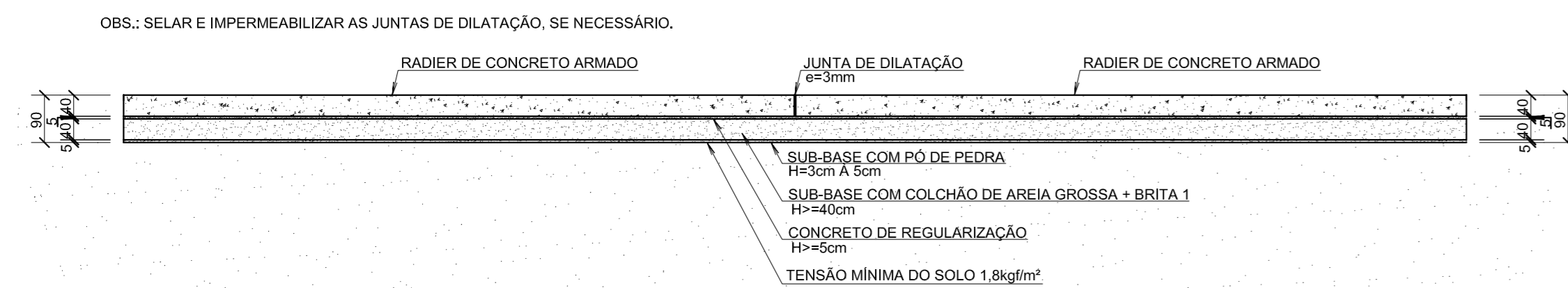
CREA-ES 011840/D

RADIÉR DO RAP EM AÇO 2500M ³		
CONCRETO ESTRUTURAL - Fck = 30 MPa		
	FUNDAÇÃO (RADIÉR)	TOTAL
VOLUME (m ³)	204,50	204,50
FÔRMA (m ²)	33,00	33,00

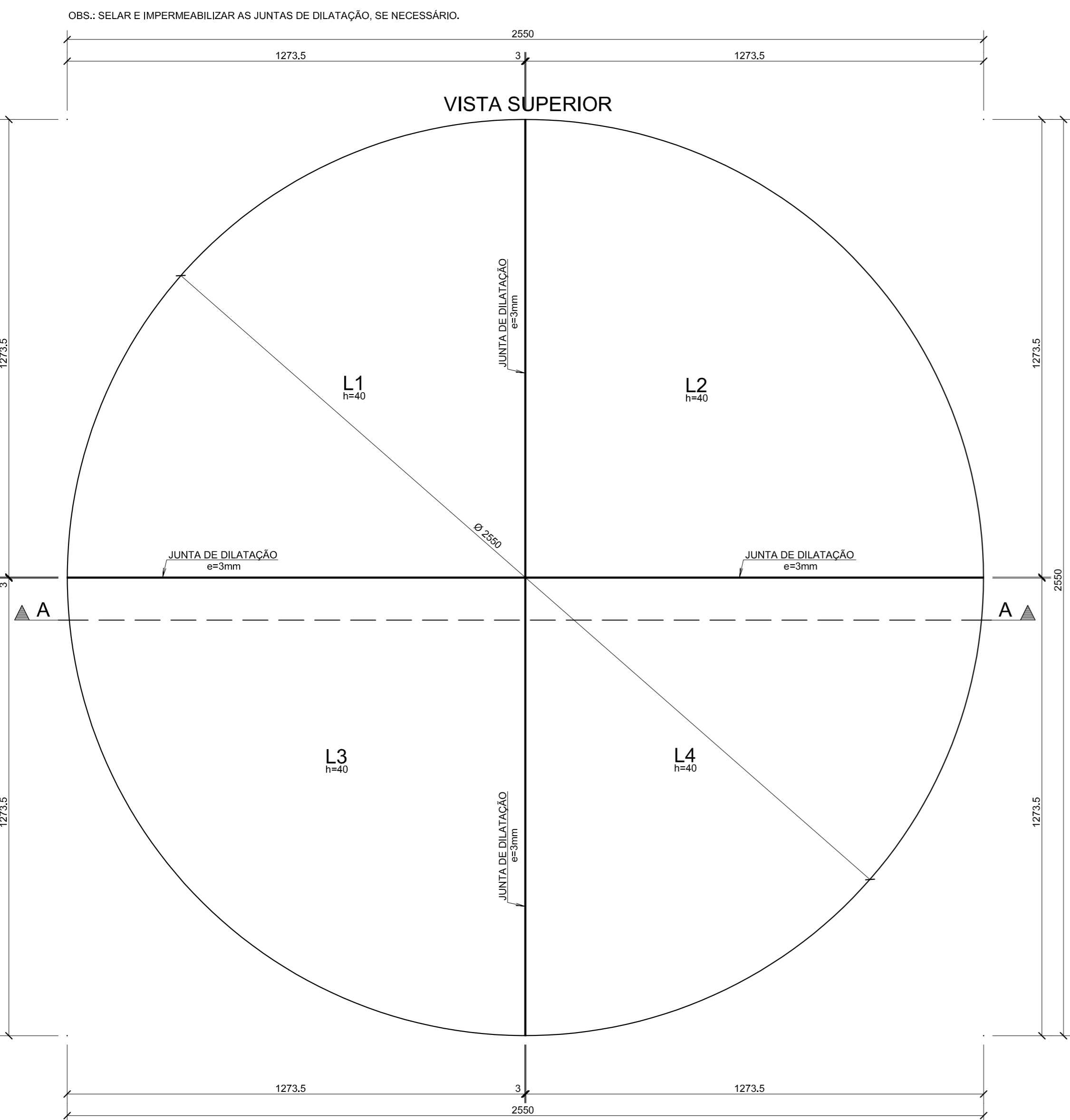
CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO - Fck = 15 MPa	
VOLUME (m ³)	26,00

LAJES			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	10	20736	13064
TOTAL		20736	13064

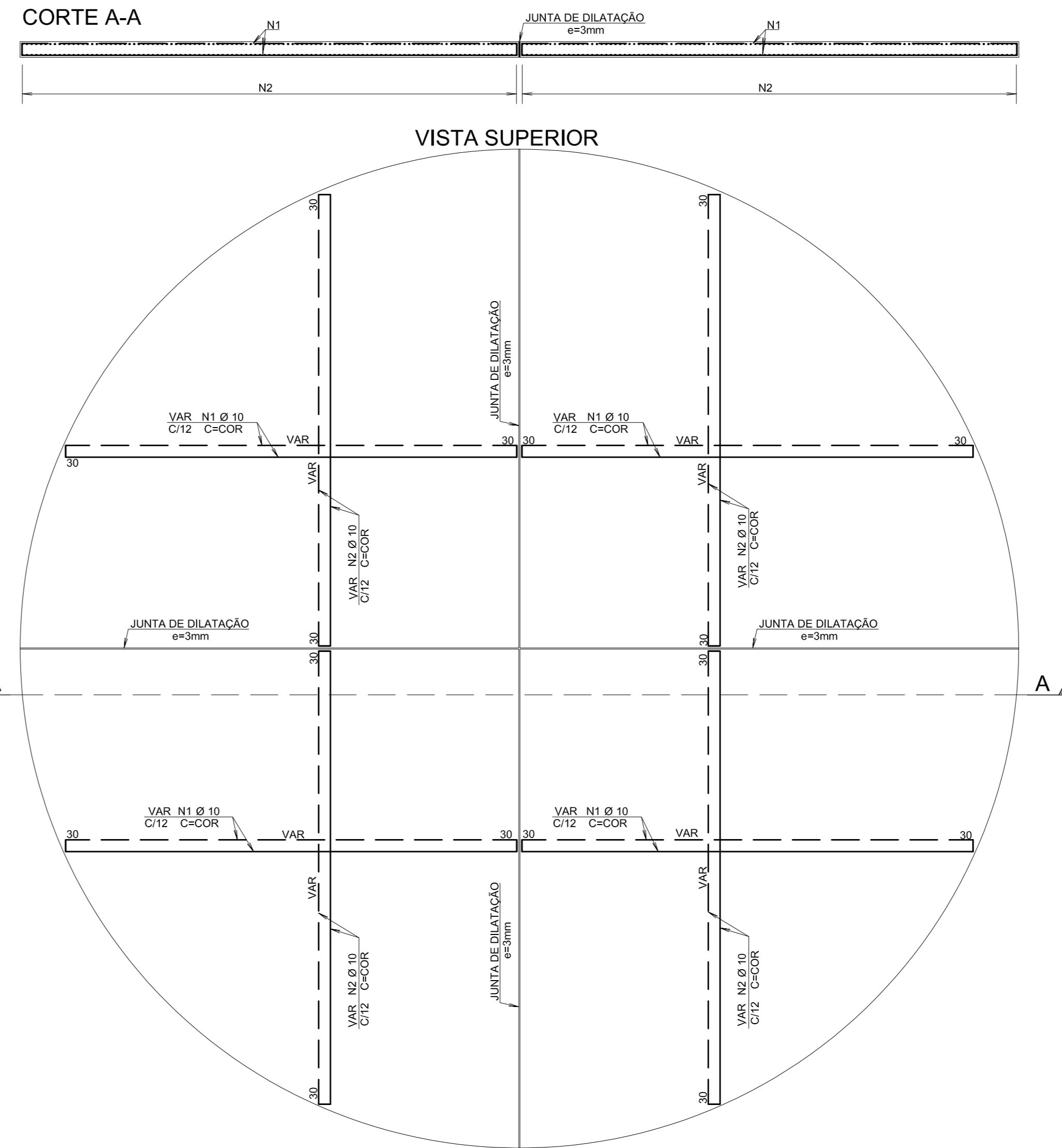
CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS
CREA-ES 011840/D



CORTE A-A
ESCALA - 1:100



VISTA SUPERIOR DO RADIER
ESCALA - 1:100



ARMAÇÃO DO RADIER
ESCALA - 1:100

AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMAÇÃO DO RADIER					
50A	1	10	864	-CORR-	1036800
50A	2	10	864	-CORR-	1036800

RESUMO AÇO CA 50-60			
AÇO	BIT (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
50A	10	20736	13064
Peso Total 50A =			13064 kg



ML
ENGENHARIA & PROJETOS

NOTAS :

1 - Cotas e Dimensões em cm.	Lajes: 5.0cm Sapatas: 5.0cm
2 - Concreto : Fck = 30MPa	Pilares: 5.0cm Vigas: 5.0cm
Módulo de Elasticidade : Ecs = 26GPa	Blocos: 5.0cm Tubulão: 5.0cm
Fator Água Cimento : A/C <= 0.45	Radier: 5.0cm
Consumo de Cimento : 350kgf/m ³	13 - Norma de fôrmas e escoramentos : NBR 15696/2009
3 - Aços : CA-50 - Fyk = 500 MPa	Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto
CA-60 - Fyk = 600 MPa	Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
4 - Concreto de regularização:	14 - Norma de Cargas : NBR 6120/1980
Módulo de Elasticidade : Ecs = 18.5GPa	Cargas para Cálculo de Estruturas em Edificações
Espessura : 5.0cm	15 - Norma de Cálculo : NBR 6118/2014
Consumo de Cimento : 250kgf/m 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 = 30m/s	19 - As normas citadas acima devem ser seguidas
12 - Cobrimento das Armaduras :	tanto na elaboração dos projetos quanto na execução das obras

N°	DESCRIÇÃO	DATA	PROJETADO	DESENHADO
REVISÃO				

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ DIRETORIA DE ENGENHARIA GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA	DESENHO 12	FRANCHA Nº 01/01
	SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE HORIZONTE, PACAJUS E CHOROZINHO		
	PROJETO EXECUTIVO PROJETO ESTRUTURAL RADIER PARA RAP, EM AÇO VOL. 2500M ³ FORMAS		

GERÊNCIA:	ENGº RAUL TIGRE DE ARRUDA LEITÃO	ESCALA:	INDICADA
COORDENAÇÃO:	GPROJ TEC - ENG. CELSO LIRA XIMENES JÚNIOR - CREA 0611862050	DATA:	JULHO/2017
PROJETO:	ENGº CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS - CREA/ES: 011840/D		
DESENHO:	GUSTAVO ANDRADE		
ARQUIVO:	0533ST-001-EST-R00.DWG		