

SERVIÇO Nº : **CHM-A/MEM/PCE/001-04**

MEMORIAL DE CÁLCULO
PRÉ-ESCOLA MUNICIPAL
PROF.^a RACHEL RIBEIRO REZENDE

Prefeitura Municipal de
Cachoeira de
Minas

Cachoeira de Minas
Minas Gerais

ESTRUTURA DE
CONCRETO ARMADO E
METÁLICA

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

Sumário

1. DADOS DO EMPREENDIMENTO E DO RESPONSÁVEL TÉCNICO	3
2. INTRODUÇÃO	4
3. RESPONSABILIDADE TÉCNICA	4
4. CONSIDERAÇÕES DE CARGAS	4
4.1 ESTADOS LIMITES E COMBINAÇÕES:	4
5. CARGAS DE VENTO:	5
5.1 CARGAS PERMANENTES:	9
6. DIMENSIONAMENTO	9
6.1 PEÇAS METÁLICAS:	9
7. LIGAÇÕES:	10
7.1. Concreto sobre o qual se apoia a placa	10
7.2 Parafusos de ancoragem.....	10
7.3 Placa de ancoragem	10
8. FUNDAÇÕES	12
9. PISO DE CONCRETO ARMADO	13
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS:	13
11. QUADROS E PLANILHAS DE CÁLCULO	14
11.1 COEFICIENTES PARA COMBINAÇÕES DE CONCRETO EM FUNDAÇÕES (E.L.U.) CONFORME ABNT NBR 6118:2014.....	14
11.2 COEFICIENTES PARA COMBINAÇÕES DAS PEÇAS DE AÇO DOBRADO CONFORME ABNT NBR 14762: 2010.....	15
11.3 COEFICIENTES PARA COMBINAÇÕES DAS PEÇAS DE AÇO LAMINADO CONFORME ABNT NBR 8800: 2008.....	16
11.4 COEFICIENTES PARA COMBINAÇÕES - TENSÕES SOBRE O TERRENO	17
11.5 COEFICIENTES PARA COMBINAÇÕES - DESLOCAMENTOS.....	18
11.6 COEFICIENTES DE PRESSÃO E DE FORMA PARA CÁLCULO DA FORÇA DE VENTO NA ESTRUTURA	18
11.7 VERIFICAÇÃO DAS PLACAS DE ANCORAGEM - PLACA TIPO 1.....	19
11.8 VERIFICAÇÃO DOS PILARES DE CONCRETO ARMADO	22
11.9 VERIFICAÇÃO DAS SAPATAS DE CONCRETO ARMADO	29
11.10 VERIFICAÇÃO DAS VIGAS DE TRAVAMENTO (BALDRAME) DE CONCRETO ARMADO	31
11.11 CÁLCULO DO PISO DE CONCRETO ARMADO	32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

1. DADOS DO EMPREENDIMENTO E DO RESPONSÁVEL TÉCNICO

Empreendimento:	Cobertura Metálica da Área de Recreação Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende
Local:	Rua José Adolfo da Silveira, nº 51, centro
Município:	Cachoeira de Minas – Minas Gerais

Proprietário:	Pref. Municipal de Cachoeira de Minas
CNPJ:	18.675.959/0001-92

Responsável Técnico pelo Projeto:	Carlos Henrique Amaral Rossi Engenheiro Civil e de Segurança do Trabalho CREA-MG: 46.052/D / RNP: 140295523-5
ART nº:	14202000000006152766 (REGISTRADA EM 20/07/2020)
E-mail:	eng.carlosrossi@gmail.com icthusb@icthusengenharia.com rossi@icthusengenharia.com
Telefone:	(35)3025.6092 (35) 99730.8483 (31) 98766.8483
Data:	04 de março de 2022

Folha:

AI-3/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

2. INTRODUÇÃO

O presente memorial tem como intuito demonstrar as considerações de cálculo de uma estrutura metálica para cobertura de um parque de uso infante juvenil, apoiada sobre fundação e de um piso em concreto armado para a supracitada área, conforme as especificações da NBR 6120/2018 "Cargas para cálculo de estruturas de edificações", NBR 8800/2008 "Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios", NBR 6123/1988 "Forças devidas ao vento em edificações", NBR 14762/2010 "Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio" e NBR 6118/2014 "Projetos de estruturas de concreto". Dessa forma, foram estabelecidas condições para a determinação das cargas consideradas e as devidas verificações dos elementos estruturais.

3. RESPONSABILIDADE TÉCNICA

As obras deverão ser executadas por empresa com comprovada qualificação para execução de tais serviços, sob a responsabilidade técnica de profissional habilitado, acompanhadas da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica do CREA ou Registro de Responsabilidade Técnica do CAU.

A fiscalização será efetuada pelo Responsável Técnico da Prefeitura Municipal de Cachoeira de Mina.

4. CONSIDERAÇÕES DE CARGAS

4.1 ESTADOS LIMITES E COMBINAÇÕES:

No quadro a seguir são apresentados os estados limites e suas respectivas normatizações adotados no cálculo estrutural:

E.L.U. Concreto em fundações	ABNT NBR 6118:2014(ELU)
E.L.U. Aço dobrado	ABNT NBR 14762: 2010
E.L.U. Aço laminado	NBR 8800: 2008
Tensões sobre o terreno Deslocamentos	Ações características

Para as distintas situações de projeto, as combinações de ações foram definidas de acordo com os seguintes critérios, conforme os coeficientes prescritos nas normas brasileiras para cada combinação de cargas:

Situações **permanentes** ou transitórias

Com coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Sem coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Folha:

AI-4/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

Combinações acidentais

Com coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_d} A_d + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q_i} \Psi_{a,i} Q_{ki}$$

Sem coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_d} A_d + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q_i} Q_{ki}$$

Onde:

G_k	Ação permanente
P_k	Ação de pré-esforço
Q_k	Ação variável
A_d	Ação accidental
γ_G	Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes
γ_P	Coeficiente parcial de segurança da ação de pré-esforço
$\gamma_{Q,1}$	Coeficiente parcial de segurança da ação variável principal
$\gamma_{Q,i}$	Coeficiente parcial de segurança das ações variáveis de acompanhamento
γ_{A_d}	Coeficiente parcial de segurança da ação accidental
$\Psi_{p,1}$	Coeficiente de combinação da ação variável principal
$\Psi_{a,i}$	Coeficiente de combinação das ações variáveis de acompanhamento

Todos coeficientes adotados são apresentados em planilhas anexas a este memorial.

5. CARGAS DE VENTO:

Para o dimensionamento das peças da estrutura foram consideradas relevantes situações de cargas provenientes de ações do vento na estrutura, conforme especificidades da NBR 6123/1988 "Forças devidas ao vento em edificações".

Definida a geometria, conforme dimensões de projeto, tem-se:

$b=19,20m$

$a=24,30m$ (medidas inteiros de pilares)

Folha:

AI-5/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

Não foram consideradas aberturas de vãos por se tratar de estrutura totalmente aberta nas laterais, portanto, "permeável".

A velocidade básica do vento (V_0) foi coletada do mapa de isopletras para a região do sul de Minas Gerais, conforme NBR 6123/1988.

$V_0=35\text{m/s}$

O quadro a seguir apresenta os fatores considerados:

Tipo	Descrição	Fator
S1	Fator topográfico Terreno plano ou fracamente acidentado	1
S2	Fator de rugosidade Categoria III - Classe B	0,87
S3	Fator estatístico Grupo 1 "Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (hospitais, quartéis de bombeiros e de força de segurança, centrais de comunicação e etc.)	1,1

A partir dos valores expostos foram obtidos os coeficientes de pressão externa para as diferentes situações de projeto, conforme anexo.

Obtidos junto à NBR 6123:1988 os coeficientes de pressão:

Coeficiente de pressão interna

$C_{pi} 1 = -0,30$

$C_{pi} 2 = 0,00$

Velocidade Característica de Vento

$$V_k = V_0 * S_1 * S_2 * S_3$$

$$V_k = 35,00 * 1,00 * 0,87 * 1,10$$

$$V_k = 33,61 \text{ m/s}$$

Folha:

AI-6/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

Pressão Dinâmica

$$q = 0,613 * V k^2$$

$$q = 0,613 * 33,61^2$$

$$q = 0,69 \text{ kN/m}^2$$

A partir das combinações dos coeficientes de pressão de telhados e paredes acima expostos foram definidos os coeficientes para definição dos esforços resultantes (considerando os casos mais desfavoráveis), conforme apresentado no quadro a seguir:

	<i>C_{pi} -0,30</i>	<i>C_{pi} -0,00</i>
<i>Vento 0°</i>	<p>Unidade - kN/m</p>	<p>Unidade - kN/m</p>
<i>Vento 90°</i>	<p>Unidade - kN/m</p>	<p>Unidade - kN/m</p>

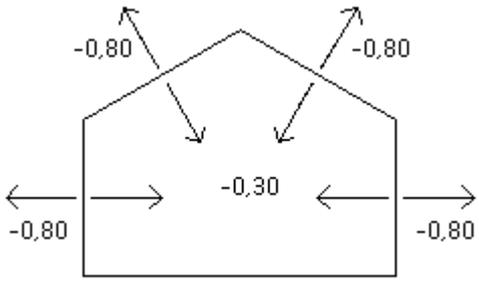
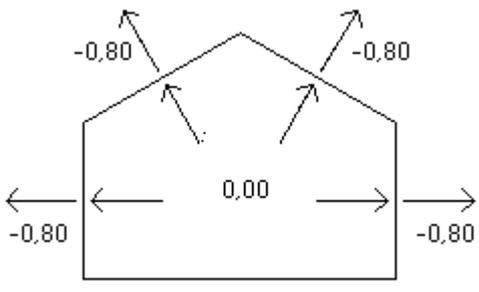
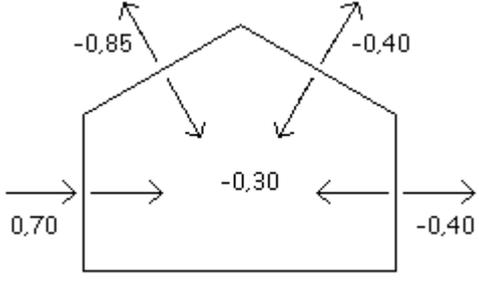
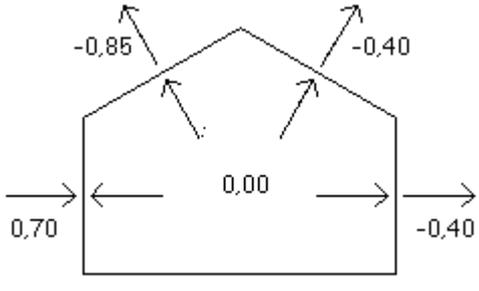
Folha:

AI-7/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

Os esforços resultantes são apresentados:

<p>Vento 0° - $C_{pi} = -0,30$</p>	
<p>Vento 0° - $C_{pi} = 0,00$</p>	
<p>Vento 90° - $C_{pi} = -0,30$</p>	
<p>Vento 90° - $C_{pi} = 0,00$</p>	

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

5.1 CARGAS PERMANENTES:

Foram consideradas cargas permanentes de telhado com as seguintes especificações, conforme projeto arquitetônico:

Telha tipo sanduíche, trapezoidal com isolamento acústico e espessura de 0,43 mm, altura de 25 mm, com peso próprio de 3,91 Kg/m²

Carga suportada de 108 kgf/m² para uma flecha limite de L/180

Inclinação inferior a 15%

Ressalta-se que a telha calculada não necessariamente será a adotada na execução, podendo ser substituída por similar desde que o peso próprio não ultrapasse a especificada.

6. DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento dos pórticos estruturais e fundações foram feitos em software específico, respeitadas todas as prescrições de normas e cargas apresentadas nos itens 2 e 4 do presente memorial de cálculo.

6.1 PEÇAS METÁLICAS:

As peças metálicas apresentadas no quadro resumo no item 8 deste documento são referentes às 6 (seis) treliças - banzos superior e inferior, montantes diagonais e verticais e aos 12 (doze) pilares distribuídos a cada 4,86m, conforme projeto estrutural.

Peças	Perfil
Banzo superior	U100X50X17x3.75
Banzo inferior	U100X50X17x3.75
Montantes diagonais	L 3/4 x 3/16", união dupla
Montantes verticais internos	L 3/4 x 1/8", união dupla
Montantes diagonais externos	U100X80X6.30
Tirantes	Barras redondas 3/8"
Terças	C100X50X17X3.35
Pilares Metálicos	C150X60X20X4.25, Caixa dupla soldada

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

O quantitativo geral das peças metálicas é apresentado no quadro resumo no item 8 deste documento, conforme apresentado em projeto estrutural.

7. LIGAÇÕES:

As ligações metal-base de concreto foram dimensionadas em software específico, seguindo prescrições normativa. Em geral, as verificações analisadas são:

Em cada placa de ancoragem realizam-se as seguintes verificações (assumindo a hipótese de placa rígida):

7.1. Concreto sobre o qual se apoia a placa

Verifica-se se a tensão de compressão na interface placa de ancoragem-concreto é menor que a tensão admissível do concreto segundo a natureza de cada combinação.

7.2 Parafusos de ancoragem

a) Resistência do material dos parafusos: Decompõem-se os esforços atuantes sobre a placa em esforços axiais e cortantes nos parafusos e verifica-se que ambos os esforços, isoladamente e com interação entre eles (tensão de Von Mises), produzem tensões menores que a tensão limite do material dos parafusos.

b) Ancoragem dos parafusos: Verifica-se a ancoragem dos parafusos no concreto, de forma que não se produza deslizamento por falta de aderência, arrancamento do cone de ruptura ou fratura por esforço cortante (esmagamento).

c) Esmagamento: Verifica-se se em cada parafuso não se ultrapassa o esforço cortante que produziria o esmagamento da placa contra o parafuso.

7.3 Placa de ancoragem

a) Tensões globais: Em placas com balanços, analisam-se quatro seções no perímetro do perfil, e verificam-se em todas elas se as tensões de Von Mises são menores que a tensão limite, de acordo com a Norma.

b) Flechas globais relativas: Verificam-se os balanços das placas para que não apareçam flechas maiores que 1/250 do balanço.

c) Tensões locais: Verificam-se as tensões de Von Mises em todas as placas locais nas quais tanto o perfil como os enrijecedores dividem a placa de ancoragem propriamente dita. Os esforços em cada uma das subplacas obtêm-se a partir das tensões de contacto com o concreto e as axiais dos parafusos.

Para realizar a ligação da treliça com a base do pilar, foram calculadas placas de base que deverão ser soldadas na base da treliça. A placa contém quatro furos para fixação dos parafusos que fará a ligação da treliça com o pilar. Os parafusos foram dimensionados verificando os critérios já expostos. Tanto a placa quanto o parafuso foram verificados conforme as normas citadas no item 2.

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

Foram dimensionadas as placas base, totalizando 12 placas tipo 1, perfazendo o seguinte quantitativo:

Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Porcas	Classe 8S	120	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	120	5/8", ASTM F436

Placas de base				
Material	Elementos	Qtde	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-36 250Mpa	Placa base	12	350x350x18	207,71
	Enrijecedores passantes	24	350/210x100/30x6.3	35,73
	Enrijecedores não passantes	48	108/38x100/30x6.3	19,99
	Total	263,43		
ASTM A-307 (liso)	Parafusos de ancoragem	120	Ø 15.9 - L = 354 + 181	99,72
	Total	99,72		

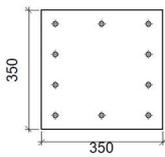
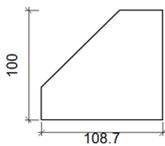
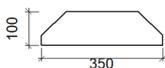
Folha:

AI-11/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

Elementos das ligações das placas de base:

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Qtd	Diâm. (mm)	Tipo	f_y (kgf/cm ²)	f_u (kgf/cm ²)
Placa base		350	350	18	10	15.9	A-36 250Mpa	2548.4	4077.5
Enrijecedor		108,7	100	6.3	-	-	A-36 250Mpa	2548.4	4077.5
Enrijecedor		350	100	6.3	-	-	A-36 250Mpa	2548.4	4077.5

8. FUNDAÇÕES

A fundação será do tipo superficial, com utilização de sapatas isoladas prismáticas. Todas as verificações foram feitas em software específicos, resultando em 1(um) tipo de sapata, dimensionada conforme análise apresentada no item 11 deste documento.

Devido ao ensaio de sondagem, há necessidade de executar pilares entre a sapata e a estrutura metálica, para que a fundação alcance um nível de solo mais resistente. Os cálculos referentes aos pilares se encontram no item 11 deste documento.

O travamento das sapatas será feito por meio de vigas baldrame. Para o dimensionamento do baldrame não foram consideradas cargas aplicadas. A dimensão das vigas baldrame é 15x30 cm, dotadas de armadura longitudinal de bitola 10mm e estribos de 5mm. As verificações feitas em software específico, e é apresentada no item 11 deste documento. É importante salientar que foram feitas as verificações respeitando os critérios da NBR 6122:1994.

Folha:

AI-12/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

9. PISO DE CONCRETO ARMADO

O piso de concreto armado será executado com concreto de resistência característica de 25Mpa com dimensão variando de 12 cm á 14cm devido as inclinações para a drenagem do local, serão realizados juntas serradas sobre o piso para se evitar trincas no concreto e será utilizada armadura em tela soldada (Q92) conforme orientações do projeto estrutural.

Deve-se realizar viga de bordo, a fim de travar o piso de concreto, assim como instalar gradil existente sobre o mesmo.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

As informações contidas neste Memorial Descritivo são válidas somente para o presente caso e são baseadas em avaliações, análises, projetos e planilhas, todas feitas por este profissional em sua vistoria nas referidas considerações, sendo de cunho exclusivamente técnico.

Este Memorial Descritivo é composto por 32 (trinta e duas) páginas, sendo 10 (dez) itens textuais e 1 (um) de anexos: 11.1- coeficientes para cálculo de estruturas de concreto; 11.2- coeficientes para cálculo de peças de aço dobradas; 11.3- coeficientes para cálculo de peças de aço laminadas; 11.4- coeficientes para combinações: tensões de terreno; 11.5- coeficientes para combinações: deslocamentos; 11.6- coeficiente de pressão e forma para força de vento; 11.7- cálculo de placas de ancoragem; 11.8- verificação dos pilares; 11.9- verificação das sapatas de concreto armado; 11.10- verificação de viga de travamento; todas escritas de um só lado e impressas em computador, todas rubricadas e esta última datada e assinada.

Em razão do acima exposto é vedado o uso, citação, ou confecção de cópia deste Memorial de cálculo sem a devida autorização deste profissional.

A Icthus Engenharia, por meio deste profissional, coloca-se à disposição para os esclarecimentos que eventualmente se façam necessária.

Cachoeira de Minas (MG), 04 de março de 2022.

Icthus Engenharia e Construções Ltda

CNPJ: 11.753.418/0001-96

Carlos Henrique Amaral Rossi

Engenheiro Civil e de Segurança do Trabalho

CREA-MG:46.052/D

Folha:

AI-13/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

11. QUADROS E PLANILHAS DE CÁLCULO

11.1 COEFICIENTES PARA COMBINAÇÕES DE CONCRETO EM FUNDAÇÕES (E.L.U.) CONFORME ABNT NBR 6118:2014

Situação 1				
	Coeficientes parciais de segurança (g)		Coeficientes de combinação (γ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ _p)	Acompanhamento (ψ _a)
Permanente (G)	1,00	1,40	-	-
Sobrecarga (Q)	0,00	1,40	1,00	0,80
Vento (Q)	0,00	1,40	1,00	0,60

Situação 3				
	Coeficientes parciais de segurança (g)		Coeficientes de combinação (γ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ _p)	Acompanhamento (ψ _a)
Permanente (G)	1,00	1,20	-	-
Sobrecarga (Q)	0,00	1,00	0,60	0,60
Vento (Q)	0,00	1,00	0,00	0,00
Acidental (A)	1,00	1,00	-	-

Folha:

AI-14/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

11 .2 COEFICIENTES PARA COMBINAÇÕES DAS PEÇAS DE AÇO DOBRADO CONFORME ABNT NBR 14762: 2010

Normal				
	Coeficientes parciais de segurança (g)		Coeficientes de combinação (y)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1,00	1,25	-	-
Sobrecarga (Q)	0,00	1,50	1,00	0,80
Vento (Q)	0,00	1,40	1,00	0,60

Acidental				
	Coeficientes parciais de segurança (g)		Coeficientes de combinação (y)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1,00	1,10	-	-
Sobrecarga (Q)	0,00	1,00	0,60	0,60
Vento (Q)	0,00	1,00	0,00	0,00
Acidental (A)	1,00	1,00	-	-

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

11.3 COEFICIENTES PARA COMBINAÇÕES DAS PEÇAS DE AÇO LAMINADO CONFORME ABNT NBR 8800: 2008

Normal				
	Coeficientes parciais de segurança (g)		Coeficientes de combinação (y)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1,00	1,50	-	-
Sobrecarga (Q)	0,00	1,50	1,00	0,80
Vento (Q)	0,00	1,40	1,00	0,60

Acidental				
	Coeficientes parciais de segurança (g)		Coeficientes de combinação (y)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1,00	1,30	-	-
Sobrecarga (Q)	0,00	1,00	0,60	0,60
Vento (Q)	0,00	1,00	0,00	0,00
Acidental (A)	1,00	1,00	-	-

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

11.4 COEFICIENTES PARA COMBINAÇÕES - TENSÕES SOBRE O TERRENO

Ações variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais de segurança (g)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1,00	1,00
Sobrecarga (Q)	0,00	1,00
Vento (Q)	0,00	1,00

Acidental		
	Coeficientes parciais de segurança (g)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1,00	1,00
Sobrecarga (Q)	0,00	1,00
Vento (Q)	-	-
Acidental (A)	1,00	1,00

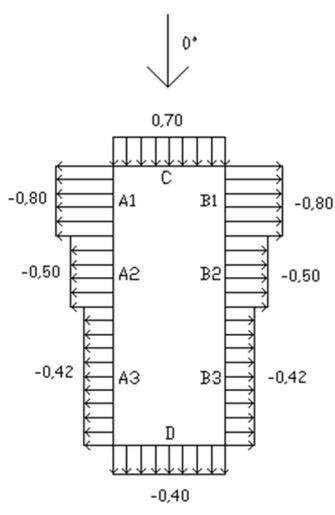
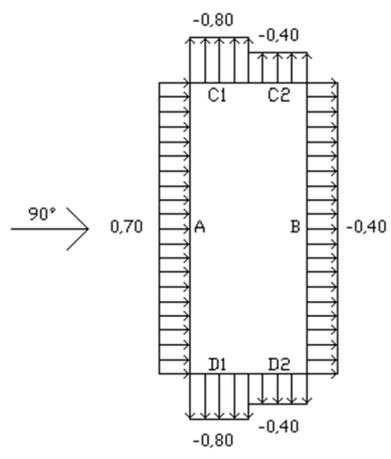
Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

11.5 COEFICIENTES PARA COMBINAÇÕES - DESLOCAMENTOS

Ações variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais de segurança (g)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1,00	1,00
Sobrecarga (Q)	0,00	1,00
Vento (Q)	0,00	1,00

11.6 COEFICIENTES DE PRESSÃO E DE FORMA PARA CÁLCULO DA FORÇA DE VENTO NA ESTRUTURA

	Vento 0°	Vento 0°
Paredes		

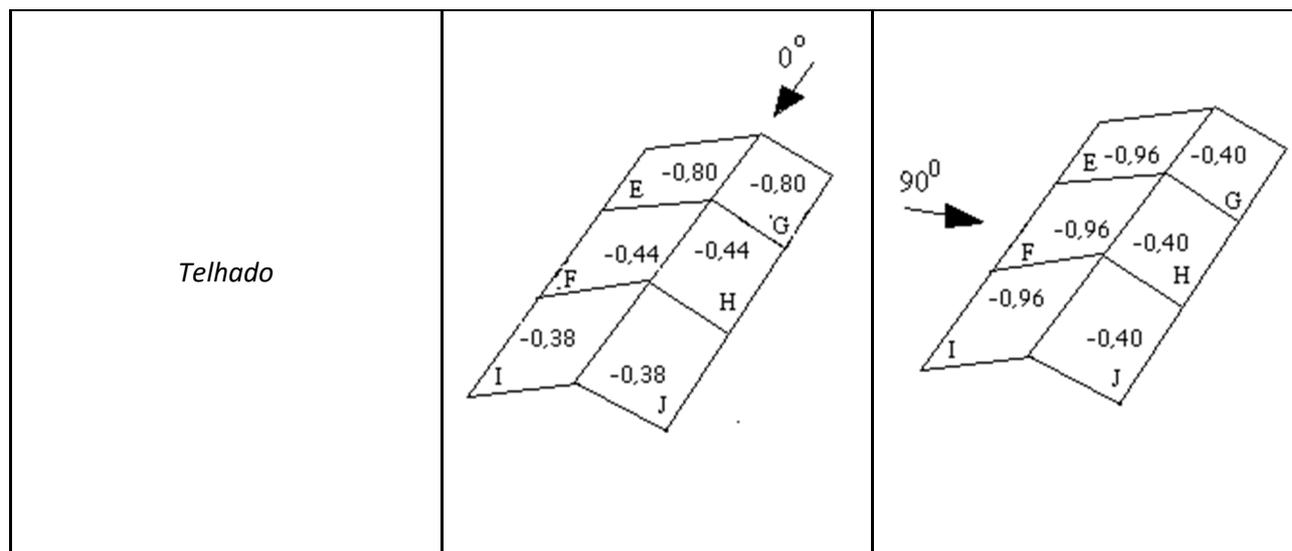
(Continua...)

Folha:

AI-18/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende



11.7 VERIFICAÇÃO DAS PLACAS DE ANCORAGEM - PLACA TIPO 1

Aqui será apresentado apenas um exemplo, porém a mesma verificação foi feita para todas as placas, em software específico.

Verificação	Valores
Distância mínima entre chumbadores: 3 diâmetros	Mínimo: 47 mm
	Calculado: 91 mm
Distância mínima chumbador-perfil: 1.5 diâmetros	Mínimo: 23 mm
	Calculado: 24 mm
Distância mínima chumbador-borda: 2 diâmetros	Mínimo: 31 mm
	Calculado: 40 mm
Esbeltez dos enrijecedores:	Máximo: 50
Paralelos a X:	Calculado: 41.9

(Continua...)

Folha:

AI-19/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

Paralelos a Y:	Calculado: 38.9
Comprimento mínimo do parafuso:	Mínimo: 19 cm
Calcula-se o comprimento de ancoragem necessário por aderência.	Calculado: 30 cm
Ancoragem chumbador no concreto:	
Tração:	Máximo: 2.39 t
	Calculado: 1.85 t
Cortante:	Máximo: 1.673 t
	Calculado: 0.15 t
Tração + Cortante:	Máximo: 2.39 t
	Calculado: 2.065 t
Tração chumbadores:	Máximo: 4.541 t
	Calculado: 1.85 t
Tensão de Von Mises nos chumbadores:	Máximo: 2293.58 kgf/cm ²
	Calculado: 939.466 kgf/cm ²
Limite de esforço de corte em um chumbador atuando contra a placa	Máximo: 16.38 t
	Calculado: 0.149 t
Tensão de Von Mises em seções globais:	Máximo: 2548.42 kgf/cm ²

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

Direita:	Calculado: 246.843 kgf/cm ²
Esquerda:	Calculado: 246.843 kgf/cm ²
Acima:	Calculado: 921.322 kgf/cm ²
Abaixo:	Calculado: 773.783 kgf/cm ²
Flecha global equivalente: Limite da deformabilidade dos balanços	Mínimo: 250
Direita	Calculado: 30010.4
Esquerda	Calculado: 28294.4
Acima	Calculado: 9164.42
Abaixo	Calculado: 11556.9
Tensão de Von Mises local: Tensão por tração de chumbadores sobre placas em balanço.	Máximo: 2548.42 kgf/cm ² Calculado: 878.78 kgf/cm ²
Todas as verificações foram cumpridas	

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

11.8 VERIFICAÇÃO DOS PILARES DE CONCRETO ARMADO

Entende-se: Disp.: Disposições relativas às armaduras;

Arm.: Armadura mínima e máxima;

Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante;

N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais.

P01															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Topo pilar 01 (0 - 50 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	N.P. ⁽²⁾	1.2	1.2	AP ⁽³⁾	N,M	-0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	N.P. ⁽²⁾	0.4	0.4	AP ⁽³⁾	N,M	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
Topo pilar 02 (-100 - 0 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	N.P. ⁽²⁾	0.4	0.4	AP ⁽³⁾	N,M	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	N.P. ⁽²⁾	0.1	0.1	AP ⁽³⁾	N,M	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
Base Pilar	45x45	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	0.1	0.1	AP ⁽³⁾	N,M	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa

Notas:
⁽¹⁾ A verificação não é necessária
⁽²⁾ A verificação não será executada, já que não existe esforço cortante.
⁽³⁾ 1.4-PP+CP1-TELHA

P02															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Topo pilar 01 (0 - 50 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	N.P. ⁽²⁾	1.2	1.2	AP ⁽³⁾	N,M	-0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	N.P. ⁽²⁾	0.4	0.4	AP ⁽³⁾	N,M	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
Topo pilar 02 (-100 - 0 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	N.P. ⁽²⁾	0.4	0.4	AP ⁽³⁾	N,M	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	N.P. ⁽²⁾	0.1	0.1	AP ⁽³⁾	N,M	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
Base Pilar	45x45	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	0.1	0.1	AP ⁽³⁾	N,M	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa

Notas:
⁽¹⁾ A verificação não é necessária
⁽²⁾ A verificação não será executada, já que não existe esforço cortante.
⁽³⁾ 1.4-PP+CP1-TELHA

P03															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Topo pilar 01 (0 - 50 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	0.1	1.3	1.3	AP, V ⁽³⁾	Q	-0.38	0.00	0.00	-0.01	0.00	Passa
								AP, SCU, V ⁽⁴⁾	N,M	-0.56	0.00	0.00	-0.01	0.00	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	N.P. ⁽²⁾	0.4	0.4	AP ⁽⁵⁾	N,M	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	N.P. ⁽²⁾	0.4	0.4	AP ⁽⁵⁾	N,M	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa

Folha:

AI-22/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

P03																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)	
Topo pilar 02 (-100 - 0 cm)		Ext.Inferior	Passa	Passa	N.P. ⁽²⁾	0.1	0.1	0.1	AP, SCU, V ⁽⁴⁾	N,M	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
Base Pilar	45x45	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	0.1	0.1	0.1	AP, SCU, V ⁽⁴⁾	N,M	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa

Notas:

⁽¹⁾ A verificação não é necessária

⁽²⁾ A verificação não será executada, já que não existe esforço cortante.

⁽³⁾ PP+CP1-TELHA+1.4-V3

⁽⁴⁾ 1.4-PP+CP1-TELHA+1.4-SCU1-NORMA+0.84-V3

⁽⁵⁾ 1.4-PP+CP1-TELHA

P04															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Topo pilar 01 (0 - 50 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	0.7	1.3	1.3	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.38	0.00	0.01	-0.07	0.00	Passa
			Passa	Passa	< 0.1	0.4	0.4	AP, V ⁽³⁾	N,M	-0.54	0.00	0.01	-0.07	0.00	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	< 0.1	0.4	0.4	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
			Passa	Passa	< 0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽⁴⁾	N,M	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	
Topo pilar 02 (-100 - 0 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	< 0.1	0.4	0.4	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
			Passa	Passa	< 0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽⁴⁾	N,M	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	< 0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽²⁾	Q	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
			Passa	Passa	< 0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽³⁾	N,M	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	
Base Pilar	45x45	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	< 0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽²⁾	Q	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
			N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	< 0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽³⁾	N,M	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	

Notas:

⁽¹⁾ A verificação não é necessária

⁽²⁾ PP+CP1-TELHA+1.4-V2

⁽³⁾ 1.4-PP+1.4-CP1-TELHA+1.4-V2

⁽⁴⁾ 1.4-PP+CP1-TELHA+1.4-V2

P05															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Topo pilar 01 (0 - 50 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	0.2	1.4	1.4	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.38	0.00	0.00	-0.02	0.00	Passa
			Passa	Passa	< 0.1	0.4	0.4	AP, SCU, V ⁽³⁾	N,M	-0.59	0.00	0.00	-0.01	0.00	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	< 0.1	0.4	0.4	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
			Passa	Passa	< 0.1	0.4	0.4	AP, V ⁽⁴⁾	N,M	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	
Topo pilar 02 (-100 - 0 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	< 0.1	0.4	0.4	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa

Folha:

AI-23/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

P05																
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)	
									AP, V ⁽⁴⁾	N,M	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	< 0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽²⁾	Q	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
								AP, SCU, V ⁽⁵⁾	N,M	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Base Pilar	45x45	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	< 0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽²⁾	Q	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
								AP, SCU, V ⁽⁵⁾	N,M	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00		

Notas:
⁽¹⁾ A verificação não é necessária
⁽²⁾ PP+CP1-TELHA+1.4-V3
⁽³⁾ 1.4-PP+CP1-TELHA+1.4-SCU1-NORMA+0.84-V3
⁽⁴⁾ 1.4-PP+CP1-TELHA+1.4-V3
⁽⁵⁾ 1.4-PP+CP1-TELHA+1.12-SCU1-NORMA+1.4-V3

P06															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Topo pilar 01 (0 - 50 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	1.2	1.5	1.5	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.39	0.00	0.02	-0.14	0.00	Passa
								AP, V ⁽³⁾	N,M	-0.54	0.00	0.02	-0.14	0.00	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	0.1	0.5	0.5	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.13	0.00	-0.01	0.01	0.00	Passa
								AP, V ⁽⁴⁾	N,M	-0.18	0.00	-0.01	0.01	0.00	
Topo pilar 02 (-100 - 0 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	0.1	0.5	0.5	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.13	0.00	-0.01	0.01	0.00	Passa
								AP, V ⁽⁴⁾	N,M	-0.18	0.00	-0.01	0.01	0.00	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	< 0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽²⁾	Q	0.38	0.00	0.01	0.01	0.00	Passa
								AP, V ⁽³⁾	N,M	0.53	0.00	0.01	0.01	0.00	
Base Pilar	45x45	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	< 0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽²⁾	Q	0.38	0.00	0.01	0.01	0.00	Passa
								AP, V ⁽³⁾	N,M	0.53	0.00	0.01	0.01	0.00	

Notas:
⁽¹⁾ A verificação não é necessária
⁽²⁾ PP+CP1-TELHA+1.4-V2
⁽³⁾ 1.4-PP+1.4-CP1-TELHA+1.4-V2
⁽⁴⁾ 1.4-PP+CP1-TELHA+1.4-V2

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

P07															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Topo pilar 01 (0 - 50 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	0.3	1.4	1.4	AP, V ⁽³⁾	Q	-0.38	0.00	0.00	-0.02	0.00	Passa
								AP, SCU, V ⁽⁴⁾	N,M	-0.61	0.00	0.00	-0.01	0.00	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	N.P. ⁽²⁾	0.4	0.4	AP, V ⁽⁵⁾	N,M	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
Topo pilar 02 (-100 - 0 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	N.P. ⁽²⁾	0.4	0.4	AP, V ⁽⁵⁾	N,M	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
								AP, V ⁽³⁾	Q	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	< 0.1	0.2	0.2	AP, SCU, V ⁽⁶⁾	N,M	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
Base Pilar	45x45	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	< 0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽³⁾	Q	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
								AP, SCU, V ⁽⁶⁾	N,M	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	

Notas:

(1) A verificação não é necessária

(2) A verificação não será executada, já que não existe esforço cortante.

(3) PP+CP1-TELHA+1.4·V3

(4) 1.4·PP+CP1-TELHA+1.4·SCU1-NORMA+0.84·V3

(5) 1.4·PP+CP1-TELHA+1.4·V3

(6) 1.4·PP+CP1-TELHA+1.12·SCU1-NORMA+1.4·V3

P08															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Topo pilar 01 (0 - 50 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	1.7	1.7	1.7	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.54	0.00	0.04	-0.19	0.00	Passa
								AP, V ⁽³⁾	N,M	-0.54	0.00	0.04	-0.19	0.00	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	< 0.1	0.6	0.6	AP, V ⁽⁴⁾	Q	-0.18	0.00	-0.01	0.00	0.00	Passa
								AP, V ⁽²⁾	N,M	-0.18	0.00	-0.02	0.00	0.00	
Topo pilar 02 (-100 - 0 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	< 0.1	0.6	0.6	AP, V ⁽⁴⁾	Q	-0.18	0.00	-0.01	0.00	0.00	Passa
								AP, V ⁽²⁾	N,M	-0.18	0.00	-0.02	0.00	0.00	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽⁵⁾	Q	0.38	0.00	0.02	0.03	0.00	Passa
								AP, V ⁽³⁾	N,M	0.53	0.00	0.02	0.03	0.00	

Folha:

AI-25/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

P08															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Base Pilar	45x45	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	< 0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽⁵⁾	Q	0.38	0.00	0.02	0.03	0.00	Passa
								AP, V ⁽³⁾	N,M	0.53	0.00	0.02	0.03	0.00	
<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ A verificação não é necessária</p> <p>⁽²⁾ 1.4·PP+CP1-TELHA+1.4·V2</p> <p>⁽³⁾ 1.4·PP+1.4·CP1-TELHA+1.4·V2</p> <p>⁽⁴⁾ 1.4·PP+CP1-TELHA+1.4·V1</p> <p>⁽⁵⁾ PP+CP1-TELHA+1.4·V2</p>															

P09															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Topo pilar 01 (0 - 50 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	0.3	1.5	1.5	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.38	0.00	0.01	-0.03	0.00	Passa
								AP, SCU, V ⁽³⁾	N,M	-0.63	0.00	0.00	-0.02	0.00	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	0.1	0.5	0.5	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.13	0.00	0.00	-0.01	0.00	Passa
								AP, SCU, V ⁽⁴⁾	N,M	-0.19	0.00	0.00	-0.01	0.00	
Topo pilar 02 (-100 - 0 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	0.1	0.5	0.5	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.13	0.00	0.00	-0.01	0.00	Passa
								AP, SCU, V ⁽⁴⁾	N,M	-0.19	0.00	0.00	-0.01	0.00	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	< 0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽²⁾	Q	0.38	0.00	0.00	0.01	0.00	Passa
								AP, SCU, V ⁽⁴⁾	N,M	0.56	0.00	0.00	0.01	0.00	
Base Pilar	45x45	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	< 0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽²⁾	Q	0.38	0.00	0.00	0.01	0.00	Passa
								AP, SCU, V ⁽⁴⁾	N,M	0.56	0.00	0.00	0.01	0.00	
<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ A verificação não é necessária</p> <p>⁽²⁾ PP+CP1-TELHA+1.4·V3</p> <p>⁽³⁾ 1.4·PP+CP1-TELHA+1.4·SCU1-NORMA+0.84·V3</p> <p>⁽⁴⁾ 1.4·PP+CP1-TELHA+1.12·SCU1-NORMA+1.4·V3</p>															

P10															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Topo pilar 01 (0 - 50 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	1.3	1.8	1.8	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.54	0.00	0.03	-0.15	0.00	Passa
								AP, V ⁽³⁾	N,M	-0.55	0.00	0.05	-0.23	0.00	

Folha:

AI-26/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

P10															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
		Ext.Inferior	Passa	Passa	0.3	0.7	0.7	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.18	0.00	-0.01	-0.03	0.00	Passa
								AP, V ⁽³⁾	N,M	-0.18	0.00	-0.02	-0.05	0.00	
Topo pilar 02 (-100 - 0 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	0.4	0.7	0.7	AP, V ⁽²⁾	Q	-0.18	0.00	-0.01	-0.03	0.00	Passa
								AP, V ⁽³⁾	N,M	-0.18	0.00	-0.02	-0.05	0.00	
		Ext.Inferior	Passa	Passa	0.5	0.2	0.5	AP, V ⁽⁴⁾	Q	0.38	0.00	0.03	0.07	0.00	Passa
								AP, V ⁽³⁾	N,M	0.54	0.00	0.03	0.07	0.00	
Base Pilar	45x45	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	0.1	0.2	0.2	AP, V ⁽⁴⁾	Q	0.38	0.00	0.03	0.07	0.00	Passa
								AP, V ⁽³⁾	N,M	0.54	0.00	0.03	0.07	0.00	

Notas:
⁽¹⁾ A verificação não é necessária
⁽²⁾ 1.4-PP+CP1-TELHA+1.4-V1
⁽³⁾ 1.4-PP+1.4-CP1-TELHA+1.4-V2
⁽⁴⁾ PP+CP1-TELHA+1.4-V2

P11															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N, M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Topo pilar 02 (-100 - -50 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	N.P. ⁽¹⁾	0.4	0.4	AP ⁽³⁾	N,M	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	N.P. ⁽¹⁾	< 0.1	< 0.1	AP ⁽³⁾	N,M	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
Base Pilar	45x45	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	< 0.1	< 0.1	AP ⁽³⁾	N,M	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa

Notas:
⁽¹⁾ A verificação não é necessária
⁽²⁾ A verificação não será executada, já que não existe esforço cortante.
⁽³⁾ 1.4-PP+CP1-TELHA

P12															
Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Verificações					Esforços desfavoráveis						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Natureza	Verif.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Topo pilar 02 (-100 - -50 cm)	45x45	Ext.Superior	Passa	Passa	N.P. ⁽²⁾	0.4	0.4	AP ⁽³⁾	N,M	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
		Ext.Inferior	Passa	Passa	N.P. ⁽²⁾	< 0.1	< 0.1	AP ⁽³⁾	N,M	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa
Base Pilar	45x45	Elemento de Fundação	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	< 0.1	< 0.1	AP ⁽³⁾	N,M	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	Passa

Notas:
⁽¹⁾ A verificação não é necessária
⁽²⁾ A verificação não será executada, já que não existe esforço cortante.
⁽³⁾ 1.4-PP+CP1-TELHA

Folha:

AI-27/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

Armadura de pilares														
Concreto: C25, em geral														
Pilar	Geometria			Armaduras						Aprov. (%)	Estado			
	Nível	Dimensões (cm)	Tramo (m)	Barras			Estribos							
				Cantos	Face X	Face Y	Taxa (%)	Descrição ⁽¹⁾	Espaçamento (cm)					
P11	Topo pilar 01	45x45	0.00/0.50				0.48	1eØ6.3+X2rØ6.3+Y2rØ6.3	15	1.2	Passa			
	Nível 0	45x45	-1.00/0.00	4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y3rØ6.3	15	0.4	Passa			
	Topo pilar 02													
	Base Pilar	-	-					4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3	-	0.1
P12	Topo pilar 01	45x45	0.00/0.50				0.48	1eØ6.3+X2rØ6.3+Y2rØ6.3	15	1.3	Passa			
	Nível 0	45x45	-1.00/0.00	4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y3rØ6.3	15	0.4	Passa			
	Topo pilar 02													
	Base Pilar	-	-					4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3	-	0.1
P13	Topo pilar 01	45x45	0.00/0.50				0.48	1eØ6.3+X2rØ6.3+Y2rØ6.3	15	1.4	Passa			
	Nível 0	45x45	-1.00/0.00	4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y3rØ6.3	15	0.4	Passa			
	Topo pilar 02													
	Base Pilar	-	-					4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3	-	0.2
P15	Topo pilar 01	45x45	0.00/0.50				0.48	1eØ6.3+X2rØ6.3+Y2rØ6.3	15	1.5	Passa			
	Nível 0	45x45	-1.00/0.00	4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y3rØ6.3	15	0.5	Passa			
	Topo pilar 02													
	Base Pilar	-	-					4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3	-	0.2
P16	Topo pilar 01	45x45	0.00/0.50				0.48	1eØ6.3+X2rØ6.3+Y2rØ6.3	15	1.2	Passa			
	Nível 0	45x45	-1.00/0.00	4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y3rØ6.3	15	0.4	Passa			
	Topo pilar 02													
	Base Pilar	-	-					4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3	-	0.1
P17	Topo pilar 01	45x45	0.00/0.50				0.48	1eØ6.3+X2rØ6.3+Y2rØ6.3	15	1.3	Passa			
	Nível 0	45x45	-1.00/0.00	4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y3rØ6.3	15	0.4	Passa			
	Topo pilar 02													
	Base Pilar	-	-					4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3	-	0.2
P18	Topo pilar 01	45x45	0.00/0.50				0.48	1eØ6.3+X2rØ6.3+Y2rØ6.3	15	1.5	Passa			
	Nível 0	45x45	-1.00/0.00	4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y3rØ6.3	15	0.5	Passa			
	Topo pilar 02													
	Base Pilar	-	-					4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3	-	0.2
P19	Topo pilar 01	45x45	0.00/0.50				0.48	1eØ6.3+X2rØ6.3+Y2rØ6.3	15	1.7	Passa			
	Nível 0	45x45	-1.00/0.00	4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y3rØ6.3	15	0.6	Passa			
	Topo pilar 02													
	Base Pilar	-	-					4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3	-	0.2
P20	Topo pilar 01	45x45	0.00/0.50				0.48	1eØ6.3+X2rØ6.3+Y2rØ6.3	15	1.8	Passa			
	Nível 0	45x45	-1.00/0.00	4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y3rØ6.3	15	0.7	Passa			
	Topo pilar 02													
	Base Pilar	-	-					4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3	-	0.2
P21	Topo pilar 02	45x45	-1.00/-0.50	4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y1rØ6.3	15	0.4	Passa			

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

Armadura de pilares											
Concreto: C25, em geral											
Pilar	Geometria			Armaduras					Aprov. (%)	Estado	
	Nível	Dimensões (cm)	Tramo (m)	Barras				Estribos			
				Cantos	Face X	Face Y	Taxa (%)	Descrição ⁽¹⁾			Espaçamento (cm)
	Base Pilar	-	-	4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3	-	0.0	Passa
P22	Topo pilar 02	45x45	-1.00/-0.50	4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y1rØ6.3	15	0.4	Passa
	Base Pilar	-	-	4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3	-	0.0	Passa
P25	Topo pilar 01	45x45	0.00/0.50				0.48				
	Nível 0										
	Topo pilar 02	45x45	-1.00/0.00				0.48		15	1.4	Passa
	Base Pilar	-	-	4Ø12.5	2Ø12.5	2Ø12.5	0.48	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y2rØ6.3			

Notas:
⁽¹⁾ e = estribo, r = ramo

11.9 VERIFICAÇÃO DAS SAPATAS DE CONCRETO ARMADO

Aqui será apresentado apenas um exemplo de cada perfil das sapatas, porém a mesma verificação foi feita para todas as sapatas, em software específico.

SAPATA S1		
Dimensões: 125 x 125 x 40 / 30		
Soldados: Xi:Ø10c/20 Yi:Ø10c/20		
Verificação	Valores	Estado
Ângulo máximo talude: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 graus Calculado: 18.4349 graus	Passa
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 0.114 kgf/cm ²	
- Tensão média em combinações fundamentais:	Máximo: 1 kgf/cm ²	Passa
- Tensão média em combinações acidentais:	Máximo: 1.5 kgf/cm ²	Passa
- Tensão máxima em combinações permanentes sem vento:	Máximo: 1.25 kgf/cm ²	Passa
- Tensão máxima em combinações permanentes com vento:	Máximo: 1.25 kgf/cm ²	Passa
- Tensão máxima em combinações acidentais:	Máximo: 1.875 kgf/cm ²	Passa
Tombamento da sapata:		
- Na direção X ⁽¹⁾		Não procede
- Na direção Y ⁽¹⁾		Não procede

Folha:

AI-29/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

SAPATA S1		
Dimensões: 125 x 125 x 40 / 30		
Soldados: Xi:Ø10c/20 Yi:Ø10c/20		
Verificação	Valores	Estado
<i>(1) Sem momento de tombamento</i>		
Deslizamento da sapata: - Combinações fundamentais <i>(1)</i> - Combinações acidentais <i>(1)</i> <i>(1) Sobre a sapata não atuam forças que produzam o deslizamento da sapata em relação ao terreno de apoio.</i>		Não procede Não procede
Flexão na sapata: - Na direção X: - Na direção Y:	Momento: 0.00 t·m Momento: 0.00 t·m	Passa Passa
Cortante na sapata: - Na direção X: - Na direção Y:	Cortante: 0.03 t Cortante: 0.03 t	Passa Passa
Compressão oblíqua na sapata: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 546.08 t/m ²	
- Combinações fundamentais:	Calculado: 0.84 t/m ²	Passa
- Combinações acidentais:	Calculado: 0.72 t/m ²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação: - P11:	Mínimo: 12 cm Calculado: 34 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
Diâmetro mínimo das barras: - Malha inferior: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 10 mm	Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

SAPATA S1		
Dimensões: 125 x 125 x 40 / 30		
Soldados: Xi:Ø10c/20 Yi:Ø10c/20		
Verificação	Valores	Estado
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 20 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 20 cm	Passa
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 20 cm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 20 cm	Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 11 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 11 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 11 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		

11.10 VERIFICAÇÃO DAS VIGAS DE TRAVAMENTO (BALDRAME) DE CONCRETO ARMADO

Aqui será apresentado apenas um exemplo, porém a mesma verificação foi feita para todas as vigas, em software específico.

Referência: VB1 (Viga de travamento)		
-Dimensões: 15.0 cm x 30.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø10 CA-50		
-Armadura inferior: 2Ø10 CA-50		
-Estribos: 1xØ5 CA-60c/25		
Verificação	Valores	Estado
Diâmetro mínimo estribos:	Mínimo: 4.2 mm Calculado: 5 mm	Passa
Espaçamento mínimo entre estribos: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 18.3.2.2</i>	Mínimo: 2.2 cm Calculado: 24.5 cm	Passa

Folha:

AI-31/32

Memorial de Cálculo

Pré-Escola Municipal Prof^a Rachel Ribeiro Rezende

Referência: VB1 (Viga de travamento) -Dimensões: 15.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø10 CA-50 -Armadura inferior: 2Ø10 CA-50 -Estribos: 1xØ5 CA-60c/25		
Verificação	Valores	Estado
Espaçamento mínimo armadura longitudinal: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 18.3.2.2</i>	Mínimo: 2.2 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 6 cm	Passa
-Armadura inferior:	Calculado: 6 cm	Passa
Espaçamento máximo estribos: -Sem cortantes: <i>Ponto 44.2.3.4.1 da norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Passa
Espaçamento máximo armadura longitudinal: <i>Ponto 42.3.1 da norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 6 cm	Passa
-Armadura inferior:	Calculado: 6 cm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		

11.11 CÁLCULO DO PISO DE CONCRETO ARMADO

Conforme estudo técnico ET-22 e ET-79 da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), foram calculadas a espessura da placa variando de 12cm e 14cm, sub-base granular de 5cm, área confinada coberta e tráfego leve sem direção preferencial, existência cargas de cargas estáticas (brinquedos), variação máxima da temperatura do concreto de 17° C e utilização de lona plástica entre a sub-base e a placa de concreto.

Observações: Não foram adotadas barras de transferência nas juntas transversais de dilatação / retração devido ao baixo valor das cargas estáticas e dinâmicas solicitantes no piso.