

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MELHORIAS ETA - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO - CAPTAÇÃO	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
Classificação:	Público		SE32752	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MC001	1/11
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N023500-C-1MC014	01	

[illegible]

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MELHORIAS ETA - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO - CAPTAÇÃO			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32752	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MC001	2/11
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N023500-C-1MC014	01

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
	REVISÕES	1
1.0	OBJETIVO	3
2.0	PREMISSAS E NORMAS	3
3.0	DIMENSIONAMENTO DAS BASES	5

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MELHORIAS ETA - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO - CAPTAÇÃO			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32752	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MC001	3/11
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N023500-C-1MC014	01			

1.0 OBJETIVO

Este documento tem como objetivo apresentar à Fundação Renova o Memorial Descritivo e de Cálculo do projeto detalhado da captação de Tumiritinga.

2.0 PREMISSAS E NORMAS

A elaboração dos projetos levou em consideração as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT aplicáveis a Projetos de Estruturas em concreto armado e Fundações.

- NBR 6118/2023– “Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado”;
- NBR 6120/2019 – “Cargas para Cálculo de Estruturas de Edificações”;
- NBR 7480/2007 – “Aço destinado às Armaduras para Estruturas de Concreto Armado – Especificação”;
- NBR 8681/2003 – “Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento”;
- NBR 6122/2022 – “Projeto e execução de fundações”;
- NBR 14931/2004 – “Execução de Estruturas de Concreto”;
- NBR 12655/2015 – “Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento.

2.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Foram utilizados os seguintes documentos de referência:

- Arranjo Hidráulico: N023500-R-100082;
- Especificação Técnica: N023500-R-1ET007;
- Relatório de sondagem: N023500-O-1RT001 (Furos SP-TGTG-ETA-001 e SP-TGTG-ETA-002)

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MELHORIAS ETA - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO - CAPTAÇÃO			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32752	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MC001	4/11
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N023500-C-1MC014	01			

2.2 PROGRAMAS ELETRÔNICOS

São utilizados programas eletrônicos como ferramentas de auxílio para o dimensionamento das estruturas. Nesta etapa do trabalho, foram utilizados os seguintes programas:

- EXCEL: Planilha eletrônica.
- TQS v23.
- AutoCAD: *Software* de CAD (Projeto auxiliado por computador).

2.3 ESPECIFICAÇÕES

2.3.1 ESTRUTURAS CONTATO COM EFLUENTE

A seguir são descritos os principais critérios e parâmetros utilizados no dimensionamento estrutural:

- Concreto: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ – CAA III
- Módulo de Elasticidade Inicial (E_{ci}) – De acordo com item 8.2.8 da Norma 6118/2023

$$E_{ci} = \alpha_E * 5.600 \sqrt{f_{ck}} \rightarrow \text{Para } f_{ck} \text{ entre } 20 \text{ MPa a } 50 \text{ MPa}$$

$$\alpha_E = 1,0 \text{ para granito e gnaíse}$$

- Módulo de Elasticidade Inicial (E_{ci}): 30,67 GPa;
- Cimento: CP-II ou CP-IV;
- Slump Test:
 - Abatimento máximo: 12,0 cm
 - Abatimento mínimo: 2,0 cm
- Consumo mínimo de cimento: $\geq 320 \text{ kg/m}^3$ de concreto, conforme tabela 2 do item 5.2.2.1 da NBR12655/2015.
- Aço: CA 50 ou CA 60, conforme definido nos resumos de armadura;
- Fator água/cimento $< 0,55$;

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MELHORIAS ETA - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO - CAPTAÇÃO		
			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32752	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MC001	5/11
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N023500-C-1MC014	01

- Recobrimento da armadura: Fundação: 4,0 cm
- Estado de fissuração do concreto $\leq 0,3$ mm;
- Concreto magro: $F_{ck} = 10$ MPa;
- Consumo mínimo de cimento (concreto magro): 250 kg/m³ de concreto.

3.0 DIMENSIONAMENTO DAS BASES

3.1 DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

Bases em concreto armado para fixação de braços giratórios com capacidade de carga de 200kgf.

3.2 AÇÕES E COMBINAÇÕES

3.2.1 CARREGAMENTOS

Guindaste giratório manual em coluna:

- Giro 270°;
- Capacidade máxima de 200kgf;
- Altura máxima: 4,25m;
- Raio máximo: 4,50m;

3.2.2 DETALHAMENTO E DESENHO

Com as especificações adotadas, apresentadas no Item 3.2, e os carregamentos obtidos através da análise apresentada no Item 3.3.1, os elementos estruturais foram detalhados e desenhados com o auxílio do software TQS v23.

Considerando as seguintes premissas:

- Pilar de fixação: 40x40cm, com 120cm de altura.
- Sapata: 120x120cm, com espessura de 80cm.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MELHORIAS ETA - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO - CAPTAÇÃO	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
Classificação:	Público		SE32752	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MC001	6/11
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N023500-C-1MC014	01

O cálculo da armadura foi realizado de acordo com o preconizado pela NBR-6118/2023 para classe de agressividade ambiental III e com estado de fissuração limitado a 0,3 mm, conforme relatório apresentado a seguir.

Carregamento aplicado no modelo proveniente a carga do braço giratório (tf/m²):



3.3 DIMENSIONAMENTO E DETALHAMENTO DO MODELO

MEMORIAL DE CÁLCULO DOS PILARES

A seguir são apresentados os dados e resultados do cálculo/dimensionamento dos pilares:

Listagem de resultados por pilar

Legenda

****Nota A****

Este carregamento listado é, dentre os inúmeros carregamentos analisados, o que provocou a seleção desta armadura em primeiro lugar. Não necessariamente, este carregamento é o que necessita a maior quantidade de armadura na seção, pois o dimensionamento é feito de forma indireta, por verificação. Exemplificando, temos duas configurações de armaduras válidas para o lance, uma correspondendo a 17 cm² e outra a 20 cm². Um carregamento inicial necessitou de 18 cm² e, por esta razão foi selecionada a configuração de 20 cm² como a definitiva. Outros carregamentos posteriores necessitaram, por exemplo, de 19 cm², 19.5 cm² (sempre inferiores aos 20 cm²), mas a listagem com o carregamento mais desfavorável foi feita com aquele que necessitou os 18 cm², pois foi o primeiro a requisitar os 20 cm². A pesquisa do carregamento exato que provoca maior armadura na seção não é realizada automaticamente para não aumentar de forma significativa o tempo de processamento. Se o usuário quiser calcular a real necessidade de armadura para um carregamento específico, ele poderá fazê-lo facilmente no Editor de Esforços e Armaduras, comando do próprio TQS Pilar.

****Nota A****

Este carregamento listado é, dentre os inúmeros carregamentos analisados, o que provocou a seleção desta armadura em primeiro lugar. Não necessariamente, este carregamento é o que necessita a maior quantidade de armadura na seção, pois o dimensionamento é feito de forma indireta, por verificação. Exemplificando, temos duas configurações de armaduras válidas para o lance, uma correspondendo a 17 cm² e outra a 20 cm². Um carregamento inicial necessitou de 18 cm² e, por esta razão foi selecionada a configuração de 20 cm² como a definitiva. Outros carregamentos posteriores necessitaram, por exemplo, de 19 cm², 19.5 cm² (sempre inferiores aos 20 cm²), mas a listagem com o carregamento mais desfavorável foi feita com aquele que necessitou os 18 cm², pois foi o primeiro a requisitar os 20 cm². A pesquisa do carregamento exato que provoca maior armadura na seção não é realizada automaticamente para não aumentar de forma significativa o tempo de processamento. Se o usuário quiser calcular a real necessidade de armadura para um carregamento específico, ele poderá fazê-lo facilmente no Editor de Esforços e Armaduras, comando do próprio TQS Pilar.

****Legenda****

SEL = Quantidade Efetiva de Barras na Seção

Nb = Quantidades de Barras Dimensionadas na Seção

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MELHORIAS ETA - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO - CAPTAÇÃO	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
Classificação:	Público		SE32752	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MC001	7/11
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N023500-C-1MC014	01

NbH = Numero de Barras lado H
NbB = Numero de Barras lado B

P1

PILAR:P1															Esforço de Cálculo do Dimensionamento		
num. 1																	
LANCE	B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASnec	LBDALM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)
Braço																	
L.	1	40.0	40.0	0.4	8	10.0	5.0	8	3	1	6.28	0.4	6.40	35.0	20.8	1.4	0.0
						12.5	6.3	6	3	0	7.36	0.5	6.40			CASO PÓRTICO = 14 (COMBINAÇÃO= 4)	
						16.0	6.3	4	2	0	8.04	0.5	6.40			**VER NOTA (A) **	
						20.0	6.3	4	2	0	12.57	0.8	6.40				
						25.0	8.0	4	2	0	19.63	1.2	6.40				
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 16/10/24 - 14:55:07															Sub-projeto: 0001.SUB		
Cobrimento[cm]		fck[MPa]		GamaAço		GamaConcreto		AsMax[%]		AsMin[%]		GmapN		GmapM		GmavN Gmavm	
5.0		30.0		1.15		1.40		8.00		0.40		1.40		1.40		1.40 1.40	
TipoAço		ClasseAço		ExcMin		ExcMax		K12		K37							
50		A		2.0		15.0		1		1							
Fundacao																	

Seleção de bitolas de pilares

Legenda

Seção : Dimensões da seção tansversal (seção retangular)
Nome da seção (seção qualquer)
Área : Área de concreto da seção transversal
NFer : Número de ferros
PDD : Pé-Direito Duplo (direções 'x' e 'y')
S: Sim N: Não
As : Área total de armadura utilizada
Taxa : Taxa de Armadura da seção
Estr : Bitola do estribo
C/ : Espaçamento do estribo
fck : fck utilizado no lance
Cobr : Cobrimento utilizado no lance
PP : Pilar-Parede: (S) Sim (N)Não
PP : S* :Pilar-Parede (Sim), mas Ast não atende o item 18.5 da NBR6118
T : Tensão de Cálculo (Carga Vertical: Combinação 1 TQS Pilar) (kgf/cm2)
Lbd : Índice de Esbeltez (Maior Lambda)
Ni : Força Normal Admensional (Nsd / Ac*Fcd) (Carga Vertical: Combinação 1 TQS Pilar)
20rdM : Método utilizado cálculo momento 2ªOrdem
ELOL : Efeito Local (15.8.3)
ELZD : Efeito Localizado (15.9.3)
KAPA : Pilar Padrão com Rigidez Kapa Aproximada (15.8.3.3.3)
CURV : Pilar Padrão com Curvatura Aproximada (15.8.3.3.2)
N,M,1/R : Pilar Padrão Acoplado ao Diagrama N,M,1/r (15.8.3.3.4)
MetGerl : Método Geral (15.8.3.2)

P1

PILAR:P1															num: 1 Lances: 1 à 1		
Lance	Titulo	Seção	Área	NFer	Bitola	PDD	As	Taxa	Estr	C/	PP	fck	Cobr	T	Lbd	Ni	20rdM
		[cm]	[cm2]		[mm]	x y	[cm2]	[%]	[mm]	[cm]		(MPa)	(cm)				
1	Braço	40.x 40.	1600.0	8	10.0	S S	6.3	0.39	5.0	12.0	N	30.0	5.0	0.9	21.	0.0040	----

Compressão Diagonal [kgf/cm2, cm]:						
Sentido	ds	bs	Tsd	Caso	Limite	Aviso
+X	74.0	40.0	0.12	1	50.91	

Chumbador em aço CA-25, diâmetro 19,05mm (3/4"), comprimento 500mm;

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MELHORIAS ETA - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO - CAPTAÇÃO		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
		SE32752		
		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MC001	10/11	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N023500-C-1MC014	01	

$$Fv_{Rd} = \frac{A_{be} \times F_{ub}}{\gamma_{a2}} \quad (\text{NBR} - 8800)$$

Onde:

Ft_{Rd} = Força de tração resistente de cálculo (N)

A_{be} = Área efetiva (m²)

F_{ub} = Resistência à ruptura do aço (Pa).

γ = Coeficiente de ponderação

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi \times 0,01905^2}{4}$$

$$A = 0,0002850 \text{ m}^2$$

$$A_{be} = 0,75 \times 0,0002850$$

$$A_{be} = 0,000213 \text{ m}^2$$

$$Fv_{Rd} = \frac{0,000213 \times 400.10^6}{1,35}$$

$$Fv_{Rd} = 6,30 \times 10^4 \text{ N}$$

Para a verificação da força solicitante de cálculo, considerou-se o momento fletor máximo na base, responsável pela tração máxima no chumbador mais solicitado.

Momento fletor na base 26,10 kN*m.

Reação axial na base 10,90 kN.

Expressão para cálculo da tração no chumbador mais solicitado.

$$T = N * \left[\frac{1}{n} - \left(\frac{e * x_{m\acute{a}x}}{\sum x_i^2} \right) \right]$$

Onde:

T = Tração Máxima (N)

N = Força Axial Máxima (N)

e = Exentricidade da Força (m).

$x_{m\acute{a}x}$ = Coordenada "x" do chumbador mais solicitado (m)

x_i^2 = Quadrado das coordenadas "x" dos chumbadores (m²)

$$T = 10,90 * \left[\frac{1}{10} - \left(\frac{2,39 * 0,20}{0,20} \right) \right]$$

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA MELHORIAS ETA - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO - CAPTAÇÃO			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32752	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MC001	11/11
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N023500-C-1MC014	01			

$T = - 24,96 \text{ kN}.$

$$2,50.10^4 \leq 6,30.10^4$$

Portanto, os tirantes conseguirão transmitir os esforços para o bloco de concreto, pois a força resistente de cálculo é superior ao maior valor solicitante dentre eles.

3.5 VERIFICAÇÃO DA TENSÃO TRANSMITIDA AO SOLO

A estrutura terá fundação direta, considerando que o solo local deverá apresentar tensão admissível de no mínimo 0,54 kgf/cm², devendo ser confirmada por engenheiro geotécnico antes da execução da estrutura, conforme demonstram os cálculos abaixo:

- Tensão solicitante = Carga total da estrutura / Área de contato com o solo
- Tensão solicitante 0,27kgf/cm²
- Coeficiente de segurança = 2,00 (fundação direta)
- Tensão admissível mínima = Tensão solicitante * 2,00 = 0,27 * 2,00 = 0,54 kgf/cm²
- Tensão admissível solo = NSPT/5 = 13/5 = 2,60 kgf/cm², conforme furos de sondagem (Furos SP-TGTG-ETA-001 e SP-TGTG-ETA-002).