



CONSULTORIA ESPECIALIZADA NO APOIO TÉCNICO, ELABORAÇÃO DE PROJETOS E GERENCIAMENTO DE OBRAS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA NO MUNICÍPIO DE MACEIÓ/AL

IMPLANTAÇÕES DO PÓRTICO VELEIRO PROJETO EXECUTIVO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

CONTRATO Nº 062/2023

SETEMBRO/2023

Nº DOCUMENTO:	174-026-MC-EST-001-R00
---------------	------------------------



SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	3
2. IDENTIFICAÇÃO	4
2.1. PÓRTICO VELEIRO (MONUMENTO)	4
3. NORMAS EM USO	4
4. MATERIAIS	5
4.1. CONCRETO	5
4.2. AÇO DAS ARMADURAS PASSIVAS	5
5. PARÂMETRO DE DURABILIDADE	5
5.1. CLASSE DE AGRESSIVIDADE	5
5.2. COBRIMENTOS GERAIS	5
6. AÇÕES E COMBINAÇÕES	5
6.1. CARGA VERTICAL	5
6.2. LISTA DE COMBINAÇÕES NO MODELO GLOBAL	5
7. MODELO ESTRUTURAL	6
7.1. MODELO ELU	6
7.2. MODELO ELS	7
7.3. CONSIDERAÇÃO DAS FUNDAÇÕES	7
7.4. ESFORÇOS DE CÁLCULO	7
8. COMPORTAMENTO EM SERVIÇO - ELS	7
8.1. FLECHA MÁXIMA DOS PAVIMENTOS	7
9. MEMORIAL DE CÁLCULO	7



1. APRESENTAÇÃO

A RK ENGENHARIA, apresenta à Secretaria Municipal de Infraestrutura - SEMINFRA da Prefeitura de Maceió/AL, a PROJETO EXECUTIVO DE ESTRUTURAS DO PÓRTICO VELEIRO, produto previsto no Escopo de Serviços Objeto do **Contrato Nº 062/2023** celebrado entre a **Secretaria Municipal de Infraestrutura - SEMINFRA** do Município de Maceió/AL e a RK ENGENHARIA para “**Prestação de Serviços de Consultoria Especializada no Apoio Técnico, Elaboração de Projetos e Gerenciamento de Obras e Serviços de Engenharia no Município de Maceió/AL.**”



2. IDENTIFICAÇÃO

2.1. PÓRTICO VELEIRO (MONUMENTO)

3. NORMAS EM USO

Na análise, dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais desta edificação foram utilizadas as prescrições indicadas pelas seguintes normas:

- NBR6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos;
- NBR6120:2019 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações - Procedimentos;
- NBR8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos.
- NBR 6120 – Cargas para o Cálculo de estruturas de edificações;
- NBR 8800 – Projeto e Execução de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas aço-concreto de Edifícios;
- NBR 14762 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio;
- American Welding Society, Structural Welding Code ANSI/AWS D1.1/AWS C1.1



4. MATERIAIS

4.1. Concreto

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

$E_{ci} = 30670 \text{ MPa}$

4.2. Aço das armaduras passivas

CA-50 : $f_{yk}=500\text{MPa}$

CA-60 : $f_{yk}=600\text{MPa}$

5. PARÂMETRO DE DURABILIDADE

5.1. Classe de agressividade

Para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais foi considerada a seguinte Classe de Agressividade Ambiental no projeto: **II- Moderada**.

5.2. Cobrimentos gerais

A definição dos cobrimentos foi feita com base na Classe de Agressividade Ambiental definida anteriormente. Foi considerado que durante a execução do edifício será feito um rígido controle de qualidade e tolerância de medidas. Deste modo, cabe ao executor da obra a obediência do item 7.4.7.4 da NBR6118.

A seguir são apresentados os valores de cobrimento utilizados para os diversos elementos estruturais existentes no projeto:

<i>Elemento Estrutural</i>	<i>Cobrimento (cm)</i>
Lajes	3,0
Vigas	3,0
Pilares	3,0
Sapatas	4,5

6. AÇÕES E COMBINAÇÕES

6.1. Carga vertical

Todas as cargas verticais adotadas para o dimensionamento estão de acordo com o prescrito pela NBR6120:2019 e foram definidas em função do projeto arquitetônico da edificação. A saber, todas as cargas previstas estão devidamente indicadas nas pranchas de formas dos diversos pavimentos.

6.2. Lista de Combinações no Modelo Global



Combinações para as verificações do Estado Limite Último(ELU):

- CNORMAL: PP+PERM+ACID
- CNORMALREDUZ: PP+PERM+0.7ACID

Combinações para as verificações do Estado Limite de Serviço (ELS):

- CFREQ: PP+PERM+0.6ACID
- CQPERM: PP+PERM+0.4ACID

7. MODELO ESTRUTURAL

Na análise estrutural do edifício foi utilizado o 'Modelo 6' do sistema TQS. O edifício é modelado por um pórtico espacial único, composto por elementos que simulam as vigas, os pilares e as lajes da estrutura.

A análise do comportamento estrutural dos pavimentos foi realizada através de modelos de grelha ou pórtico plano. Neste modelo, as lajes foram integralmente consideradas, junto com as vigas e os pilares, para resistir aos eventuais esforços horizontais. Em todos os pavimentos, o pórtico do modelo estrutural apresenta nós com seis graus de liberdade.

Para a avaliação das deformações em serviço, foram realizadas análises considerando a não-linearidade física, onde através de incrementos de carga, as inércias reais das seções são estimadas considerando as armaduras de projeto e a fissuração nos estádios I, II ou III.

Os esforços obtidos dos modelos estruturais dos pavimentos foram utilizados para o dimensionamento das lajes e vigas à flexão e cisalhamento.

7.1. Modelo ELU

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

Neste modelo foram utilizados os coeficientes de não linearidade física conforme apresentados na tabela a seguir:

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

Para a avaliação das deformações, foi utilizado o módulo de elasticidade do concreto, de acordo com o f_{ck} do elemento estrutural.



7.2. Modelo ELS

O modelo ELS foi utilizado para análise de deslocamento do edifício.

Neste modelo foi utilizada a inércia bruta da seção de concreto para os elementos estruturais.

7.3. Consideração das fundações

Todas as fundações foram consideradas rigidamente conectadas à base.

7.4. Esforços de cálculo

Os esforços obtidos na análise de pórtico foram utilizados para o dimensionamento dos elementos estruturais.

No dimensionamento das armaduras das vigas e pilares foi utilizada uma envoltória de esforços solicitantes de todas as combinações pertencentes ao ELU.

8. COMPORTAMENTO EM SERVIÇO - ELS

8.1. Flecha máxima dos pavimentos

A flecha de todas as lajes e vigas foram calculadas utilizando a Combinação Quase Permanente de Carregamento e estão atendendo às flechas limites prescritas pela NBR6118:2014 através do item 13.3.

9. MEMORIAL DE CÁLCULO

PILAR: BLOCO DE ELEVÇÃO																	
num. 1																	
Esforço de Cálculo do Dimensionamento																	
LANCE	B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASnec	LBDAIM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)
Baldrame																	
					20.0	6.3	180	69	21	565.49	.4	560.00	35.0	3.5	49.0	367.5	1102.5
L. 1	200.0	700.0	.4	116	25.0	8.0	116	45	13	569.41	.4	560.00			CASO PÓRTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																	
Cobrimento[cm]					fck[MPa]		GamaAço			GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	Gmavm	
3.0					25.0		1.15			1.40	8.00	.40	1.40	1.40	1.40	1.40	
TipoAço	ClasseAço				ExcMin		ExcMax			K12	K37						
50	A				2.0		15.0			1	1						
Fundacao																	
PILAR: JANGADA																	
num. 2																	
Esforço de Cálculo do Dimensionamento																	
LANCE	B (cm)	H (cm)	ROS	SEL	BITL	BITE	Nb	NbH	NbB	AS (cm)	RO	ASnec	LBDAIM	LAMBDA	FNd (tf)	Mxd (tf,cm)	Myd (tf,cm)
Jangada																	
					16.0	6.3	120	45	15	241.27	.4	241.27	35.0	3.9	16.9	127.0	304.9
					20.0	6.3	80	29	11	251.33	.4	242.00					
L. 2	200.0	550.0	.4	52	25.0	8.0	52	19	7	255.25	.4	242.00			CASO PÓRTICO = 13 (COMBINAÇÃO= 1)		
															VER NOTA (A)		
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS																	
Cobrimento[cm]					fck[MPa]		GamaAço			GamaConcreto	AsMax[%]	AsMin[%]	GmapN	GmapM	GmavN	Gmavm	
3.0					25.0		1.15			1.40	8.00	.40	1.40	1.40	1.40	1.40	
TipoAço	ClasseAço				ExcMin		ExcMax			K12	K37						
50	A				2.0		15.0			1	1						
Fundacao																	



SEMINFRA
Secretaria Municipal de Infraestrutura



BLOCO DE ANCORAGEM			Dimensão [cm]	*CARGA [tf,m]	PILAR [cm]
Número	=	1	Xsap= 470.0	N = 35.00	Xpil= 200.0
S1			Ysap= 700.0	Mxz= .00	Ypil= 700.0
Repetições	=	1	Alt = 200.0	Myz= .00	Colx= .0
Alt. fundação	=	200.0 cm	Hox = 100.0	Hx= .00	Coly= .0
			Hoy = 100.0	Hy= .00	Excx= .0
Dimensões fixas					Excy= .0
Volume = 56.35 m3			Tensão de Compressão no solo		
Área formas = 23.40 m2			Tensmax = .53 kgf/cm2		
P.prop = 140.875 tf-Incluso			Tensmed = .53 kgf/cm2		
			% Área comprimida= 100.0		

Para o caso das fundações dos veleiros V1 e V3, o cálculo da capacidade de carga das estacas em função dos resultados das sondagens está apresnetado a seguir.

Cálculo da Capacidade de Carga da Estaca					
Tipo de Estaca: Hélice Contínua				Fatores de Correção:	
Ø da estaca: 0,3 m				F1:	2,00
Profundidade da estaca: 9 m				F2:	4,00
Dados da sondagem analisada					
Empresa: Qualquer				Data:	30/06/2020
SP: 1				NA*:	100,00
Camada 01:		NSPt médio: 3		RL: 20 KN	
1,00 m a 3,00 m 2,00 de altura					
tipo de solo: Areia Argilossiltosa		K(MPa): 0,5		α: 2,8%	
Camada 02:		NSPt médio: 4		25 KN	
3,00 a 6,00 m 3,00 de altura					
tipo de solo: Argila Siltosa		K(MPa): 0,22		α: 4,0%	
Camada 03:		NSPt médio: 7		-20 KN	
6,00 m a 5,33 m 0,67 de altura					
tipo de solo: Areia Argilosa		K(MPa): 0,6		α: 3,0%	
Camada 04:		NSPt médio: 14		29 KN	
8,00 m a 9,00 m 1,00 de altura					
tipo de solo: Argila Siltosa		K(MPa): 0,22		α: 4,0%	
Resistência Lateral ToTal: 54 KN					



Resistencia de Ponta:				191 KN	
Camada 03:	NSPt da camada:	9	RP:	191 KN	
tipo de solo:	Areia Argilosa	K(MPa):	0,6	α :	3,0%
Capacidade de Carga da Estaca (R):		245 KN		24,48 tf	

Memória de Cálculo das estruturas metálicas:

1.- ESTRUTURA

1.1.- Resultados

1.1.1.- Barras

1.1.1.1.- Resistência

Referências:

- N: Esforço axial (t)
- Vy: Esforço cortante segundo o eixo local Y da barra. (t)
- Vz: Esforço cortante segundo o eixo local Z da barra. (t)
- Mt: Momento torsor (t·m)
- My: Momento fletor no plano 'XZ' (rotação da seção em relação ao eixo local 'Y' da barra). (t·m)
- Mz: Momento fletor no plano 'XY' (rotação da seção em relação ao eixo local 'Z' da barra). (t·m)

Os esforços indicados são os correspondentes à combinação desfavorável, ou seja, aquela que solicita a máxima resistência da seção.

Origem dos esforços desfavoráveis:

- G: Verticais
- GV: Verticais + vento
- GSis: Verticais + sismo
- GVSis: Verticais + vento + sismo

η : Aproveitamento da resistência. A barra cumpre as condições de resistência da Norma se cumprir que $\eta \leq 100 \%$.

Verificação de resistência										
Barra	η (%)	Posição (m)	Esforços desfavoráveis						Origem	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N4/N5	20.89	1.772	4.494	0.000	-0.208	0.000	1.980	0.000	G	Passa
N5/N6	37.39	2.997	6.708	0.000	2.180	0.000	-3.601	0.000	G	Passa
N6/N7	27.50	0.702	6.670	0.000	0.087	0.000	-2.574	0.000	G	Passa
N8/N9	0.33	0.360	0.044	0.000	0.123	0.000	-0.022	0.000	G	Passa
N9/N10	33.76	1.468	-2.812	0.000	5.077	0.000	-3.389	0.000	G	Passa
N13/N10	47.01	4.300	-28.110	0.000	-0.950	0.000	2.810	0.000	G	Passa

Verificação de resistência										
Barra	η (%)	Posição (m)	Esforços desfavoráveis						Origem	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N10/N2	31.10	1.031	-20.321	0.000	-0.440	0.000	2.368	0.000	G	Passa
N2/N6	22.73	1.139	-5.331	0.000	1.072	0.000	2.136	0.000	G	Passa
N6/N14	4.49	0.207	-1.510	0.000	-0.183	0.000	-0.402	0.000	G	Passa
N17/N16	1.29	0.703	0.463	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Passa
N19/N18	1.29	0.726	0.463	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Passa
N20/N21	1.28	0.575	0.461	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Passa
N22/N23	1.26	0.144	0.453	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Passa
N9/N4	43.22	0.138	-0.882	0.000	1.801	0.000	4.454	0.000	G	Passa
N1/N9	22.53	0.177	3.742	0.000	0.850	0.000	2.182	0.000	G	Passa
N24/N1	0.10	0.229	0.020	0.000	0.037	0.000	-0.004	0.000	G	Passa
N16/N5	12.37	2.388	1.520	0.000	-0.070	0.000	0.129	0.000	G	Passa
N25/N7	24.59	9.079	5.498	0.000	1.592	0.000	-2.322	0.000	G	Passa
N12/N1	35.69	2.666	2.861	-2.412	0.000	0.000	0.000	3.588	G	Passa
N1/N2	17.94	2.568	1.735	-0.046	0.000	0.000	0.000	1.790	G	Passa
N2/N7	15.10	1.139	-10.871	0.278	0.000	0.000	0.000	1.107	G	Passa
N7/N3	0.23	0.241	-0.281	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Passa
N15/N16	6.29	0.705	0.000	0.000	0.224	0.000	-0.079	0.000	G	Passa
N16/N18	8.37	0.728	-1.106	0.000	-0.044	0.000	0.086	0.000	G	Passa
N18/N4	30.60	0.788	-1.126	0.000	0.699	0.000	-0.365	0.000	G	Passa
N23/N21	22.62	0.835	-4.231	0.000	-0.002	0.000	2.171	0.000	G	Passa
N21/N25	21.86	0.061	-4.014	0.000	0.608	0.000	2.101	0.000	G	Passa
N25/N11	8.30	0.000	-0.271	0.000	-0.762	0.000	-0.851	0.000	G	Passa
N10/N23	48.70	0.140	-5.042	0.000	-2.280	0.000	-4.816	0.000	G	Passa

1.1.1.2.- Flechas

Referências:

Pos.: Valor da coordenada sobre o eixo 'X' local do grupo de flecha no ponto onde se produz o valor péssimo da flecha.

L.: Distância entre dois pontos de corte consecutivos da deformada com a reta que une os nós extremos do grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha ativa absoluta xy		Flecha ativa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha ativa relativa xy		Flecha ativa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	1.196	0.86	1.196	0.00	1.196	0.70	1.196	0.00
	1.196	L/(>1000)	-	L/(>1000)	1.196	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N2/N3	1.911	0.99	2.484	0.00	1.911	0.82	2.675	0.00
	1.911	L/(>1000)	-	L/(>1000)	1.911	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N4/N5	0.886	0.00	0.886	0.47	1.108	0.00	0.886	0.39



Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha ativa absoluta xy Flecha ativa relativa xy		Flecha ativa absoluta xz Flecha ativa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	-	L/(> 1000)	0.886	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	0.886	L/(> 1000)
N5/N6	1.499	0.00	2.141	0.59	1.499	0.00	2.141	0.48
	-	L/(> 1000)	2.141	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	2.141	L/(> 1000)
N6/N7	0.248	0.00	0.248	0.05	0.248	0.00	0.248	0.05
	-	L/(> 1000)	0.248	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	0.248	L/(> 1000)
N8/N9	0.180	0.00	0.180	0.00	0.180	0.00	0.180	0.00
	-	L/(> 1000)	0.180	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	0.180	L/(> 1000)
N9/N10	1.090	0.00	1.090	0.07	1.090	0.00	1.090	0.06
	-	L/(> 1000)	1.090	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	0.872	L/(> 1000)
N10/N11	7.855	0.00	5.358	8.31	7.855	0.00	5.358	7.37
1	-	L/(> 1000)	5.358	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	5.358	L/(> 1000)
N12/N1	1.904	0.42	1.333	0.00	1.904	0.29	1.333	0.00
	1.904	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	1.904	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)
N13/N10	2.150	0.00	2.956	1.39	2.150	0.00	2.956	1.09
0	-	L/(> 1000)	2.956	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	2.956	L/(> 1000)
N10/N2	0.445	0.00	0.445	0.15	0.445	0.00	0.445	0.12
	-	L/(> 1000)	0.445	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	0.445	L/(> 1000)
N2/N6	0.972	0.00	0.972	0.40	0.972	0.00	0.972	0.32
	-	L/(> 1000)	0.972	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	0.972	L/(> 1000)
N6/N14	1.882	0.00	1.647	0.20	1.882	0.00	1.647	0.15
	-	L/(> 1000)	1.647	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	1.647	L/(> 1000)
N15/N4	1.754	0.00	1.937	0.13	1.573	0.00	2.119	0.10
	-	L/(> 1000)	1.937	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	1.937	L/(> 1000)
N17/N16	0.352	0.00	0.352	0.00	0.352	0.00	0.176	0.00
	-	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)
N19/N18	0.182	0.00	0.364	0.00	0.182	0.00	0.364	0.00
	-	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)
N20/N21	0.575	0.00	0.575	0.00	0.575	0.00	0.000	0.00
	-	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)
N22/N23	0.144	0.00	0.073	0.00	0.000	0.00	0.073	0.00
	-	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)
N9/N4	1.009	0.00	1.009	1.22	1.009	0.00	1.009	1.02
	-	L/(> 1000)	1.009	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	1.009	L/(> 1000)
N1/N9	0.639	0.00	0.639	0.23	0.639	0.00	0.639	0.18
	-	L/(> 1000)	0.639	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	0.639	L/(> 1000)
N24/N1	0.228	0.00	0.115	0.00	0.228	0.00	0.115	0.00
	-	L/(> 1000)	0.115	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	0.115	L/(> 1000)
N16/N5	1.538	0.00	1.538	0.41	1.538	0.00	1.538	0.32
	-	L/(> 1000)	1.538	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	1.538	L/(> 1000)
N25/N7	5.005	0.00	3.893	7.89	5.561	0.00	3.893	6.69
	-	L/(> 1000)	3.893	L/(> 1000)	-	L/(> 1000)	3.893	L/(> 1000)



1.1.1.3.- Verificações E.L.U. (Resumido)

Barras	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 8800:2008)											Estado
	λ	N_t	N_c	M_x	M_y	V_x	V_y	NM_xM_y	T	NMVT	$\sigma \tau f$	
N4/N5	N.A. ⁽¹⁾	x: 1.772 m $\eta = 3.7$	N.A. ⁽²⁾	x: 1.772 m $\eta = 19.1$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 1.772 m $\eta = 20.9$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 20.9$
N5/N6	N.A. ⁽¹⁾	x: 2.996 m $\eta = 5.5$	N.A. ⁽²⁾	x: 2.997 m $\eta = 34.7$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 2.997 m $\eta = 5.9$	x: 2.997 m $\eta = 37.4$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 37.4$
N6/N7	N.A. ⁽¹⁾	x: 0.702 m $\eta = 5.5$	N.A. ⁽²⁾	x: 0.702 m $\eta = 24.8$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 0.702 m $\eta = 0.2$	x: 0.702 m $\eta = 27.5$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 27.5$
N8/N9	N.A. ⁽¹⁾	x: 0.36 m $\eta < 0.1$	N.A. ⁽²⁾	x: 0.36 m $\eta = 0.2$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 0.36 m $\eta = 0.3$	x: 0.36 m $\eta = 0.2$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 0.3$
N9/N10	N.A. ⁽⁸⁾	N.A. ⁽⁹⁾	x: 0.16 m $\eta = 2.4$	x: 1.468 m $\eta = 32.6$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 1.468 m $\eta = 13.8$	x: 1.468 m $\eta = 33.8$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 33.8$
N13/N10	N.A. ⁽⁸⁾	N.A. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 23.2$	x: 4.3 m $\eta = 27.0$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 2.7$	x: 4.3 m $\eta = 47.0$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 47.0$
N10/N2	N.A. ⁽⁸⁾	N.A. ⁽⁹⁾	x: 0.14 m $\eta = 16.7$	x: 1.031 m $\eta = 22.8$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 0.14 m $\eta = 1.2$	x: 1.031 m $\eta = 31.1$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 31.1$
N2/N6	N.A. ⁽⁸⁾	N.A. ⁽⁹⁾	x: 1.139 m $\eta = 4.4$	x: 1.139 m $\eta = 20.6$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 4.249 m $\eta = 3.6$	x: 1.139 m $\eta = 22.7$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 22.7$
N6/N14	N.A. ⁽⁸⁾	N.A. ⁽⁹⁾	x: 0.207 m $\eta = 1.2$	x: 0.207 m $\eta = 3.9$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 0.207 m $\eta = 0.5$	x: 0.207 m $\eta = 4.5$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 4.5$
N17/N16	N.A. ⁽¹⁾	x: 0.703 m $\eta = 1.3$	N.A. ⁽²⁾	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	N.A. ⁽⁴⁾	N.A. ⁽¹⁰⁾	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 1.3$
N19/N18	N.A. ⁽¹⁾	x: 0.726 m $\eta = 1.3$	N.A. ⁽²⁾	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	N.A. ⁽⁴⁾	N.A. ⁽¹⁰⁾	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 1.3$
N20/N21	N.A. ⁽¹⁾	x: 0.575 m $\eta = 1.3$	N.A. ⁽²⁾	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	N.A. ⁽⁴⁾	N.A. ⁽¹⁰⁾	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 1.3$
N22/N23	N.A. ⁽¹⁾	x: 0.144 m $\eta = 1.3$	N.A. ⁽²⁾	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	N.A. ⁽⁴⁾	N.A. ⁽¹⁰⁾	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 1.3$
N9/N4	N.A. ⁽⁸⁾	x: 2.963 m $\eta = 0.7$	x: 0.138 m $\eta = 0.8$	x: 0.138 m $\eta = 42.9$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 2.963 m $\eta = 7.4$	x: 0.138 m $\eta = 43.2$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 43.2$
N1/N9	N.A. ⁽¹⁾	x: 1.454 m $\eta = 3.2$	N.A. ⁽²⁾	x: 0.177 m $\eta = 21.0$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 1.454 m $\eta = 2.9$	x: 0.177 m $\eta = 22.5$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 22.5$
N24/N1	N.A. ⁽¹⁾	x: 0.228 m $\eta < 0.1$	N.A. ⁽²⁾	x: 0.229 m $\eta < 0.1$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 0.229 m $\eta = 0.1$	x: 0.229 m $\eta < 0.1$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 0.1$
N16/N5	N.A. ⁽¹⁾	x: 2.387 m $\eta = 4.2$	N.A. ⁽²⁾	x: 2.388 m $\eta = 10.3$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 0.081 m $\eta = 0.9$	x: 2.388 m $\eta = 12.4$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 12.4$
N25/N7	N.A. ⁽¹⁾	x: 9.079 m $\eta = 4.5$	N.A. ⁽²⁾	x: 9.079 m $\eta = 22.3$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 9.079 m $\eta = 4.3$	x: 9.079 m $\eta = 24.6$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 24.6$
N12/N1	N.A. ⁽¹⁾	x: 2.666 m $\eta = 2.3$	N.A. ⁽²⁾	N.A. ⁽³⁾	x: 2.666 m $\eta = 34.5$	$\eta = 6.6$	N.A. ⁽⁴⁾	x: 2.666 m $\eta = 35.7$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 35.7$
N1/N2	N.A. ⁽⁸⁾	x: 2.568 m $\eta = 1.4$	x: 0.177 m $\eta = 0.4$	N.A. ⁽³⁾	x: 2.568 m $\eta = 17.2$	$\eta = 0.1$	N.A. ⁽⁴⁾	x: 2.568 m $\eta = 17.9$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 17.9$
N2/N7	N.A. ⁽⁸⁾	N.A. ⁽⁹⁾	x: 1.139 m $\eta = 8.9$	N.A. ⁽³⁾	x: 1.139 m $\eta = 10.7$	$\eta = 0.8$	N.A. ⁽⁴⁾	x: 1.139 m $\eta = 15.1$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 15.1$
N7/N3	N.A. ⁽⁸⁾	N.A. ⁽⁹⁾	x: 0.241 m $\eta = 0.2$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	N.A. ⁽⁴⁾	N.A. ⁽¹⁰⁾	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 0.2$
N15/N16	N.A. ⁽¹⁾	N.A. ⁽⁹⁾	N.A. ⁽²⁾	x: 0.705 m $\eta = 6.3$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 0.705 m $\eta = 2.1$	N.A. ⁽¹⁰⁾	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 6.3$
N16/N18	N.A. ⁽⁸⁾	N.A. ⁽⁹⁾	$\eta = 3.1$	x: 0.728 m $\eta = 6.8$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 0.081 m $\eta = 2.3$	x: 0.728 m $\eta = 8.4$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 8.4$
N18/N4	N.A. ⁽⁸⁾	N.A. ⁽⁹⁾	$\eta = 3.1$	x: 0.788 m $\eta = 29.0$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 0.788 m $\eta = 6.5$	x: 0.788 m $\eta = 30.6$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 30.6$
N23/N21	N.A. ⁽⁸⁾	N.A. ⁽⁹⁾	x: 0.061 m $\eta = 3.5$	x: 0.835 m $\eta = 20.9$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 0.061 m $\eta = 0.7$	x: 0.835 m $\eta = 22.6$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 22.6$
N21/N25	N.A. ⁽⁸⁾	N.A. ⁽⁹⁾	x: 0.061 m $\eta = 3.3$	x: 0.061 m $\eta = 20.2$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 2.049 m $\eta = 3.5$	x: 0.061 m $\eta = 21.9$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 21.9$
N25/N11	N.A. ⁽⁸⁾	N.A. ⁽⁹⁾	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 8.2$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 8.3$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 8.3$
N10/N23	$\lambda \leq 200.0$ Passa	N.A. ⁽⁹⁾	x: 0.14 m $\eta = 4.7$	x: 0.14 m $\eta = 46.3$	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	x: 0.14 m $\eta = 6.2$	x: 0.14 m $\eta = 48.7$	N.A. ⁽⁵⁾	N.A. ⁽⁶⁾	N.A. ⁽⁷⁾	PASSA $\eta = 48.7$

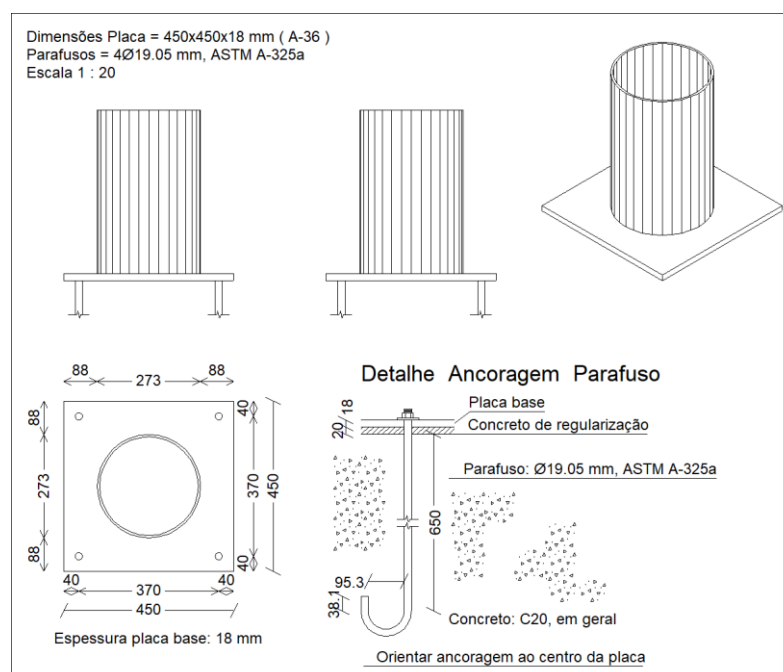
Barras	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 8800:2008)										Estado
	λ	N_t	N_c	M_x	M_y	V_x	V_y	NM_xM_y	T	$NMVT$	$\sigma \tau f$
<p>Notação: λ: Limitação do índice de esbeltez N_t: Resistência à tração N_c: Resistência à compressão M_x: Resistência à flexão eixo X M_y: Resistência à flexão eixo Y V_x: Resistência ao esforço cortante X V_y: Resistência ao esforço cortante Y NM_xM_y: Resistência ao esforço axial e flexão combinados T: Resistência à torção $NMVT$: Resistência ao momento de torção, força axial, momento fletor e cortante $\sigma \tau f$: Resistência a interações de esforços e momento de torção x: Distância à origem da barra η: Coeficiente de aproveitamento (%) $N.A.$: Não aplicável</p> <p>Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.): ⁽¹⁾ A verificação não procede, já que não há força axial de compressão. ⁽²⁾ A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de compressão. ⁽³⁾ A verificação não será executada, já que não existe momento fletor. ⁽⁴⁾ A verificação não será executada, já que não existe esforço cortante. ⁽⁵⁾ A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor. ⁽⁶⁾ Não há interação entre a esforço axial, momento fletor, esforço cortante e momento torsor. Portanto, a verificação não é necessária. ⁽⁷⁾ Não há interação entre o momento torsor, os dois momentos fletores e os dois esforços cortantes. Portanto, a verificação não é necessária. ⁽⁸⁾ A verificação não procede, já que os comprimentos de flambagem por flexão são nulos. ⁽⁹⁾ A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de tração. ⁽¹⁰⁾ Não existe interação entre o esforço axial e o momento fletor nem entre momentos fletores em ambas as direções para nenhuma combinação. Portanto, a verificação não é necessária.</p>											

1.2.- Ligações

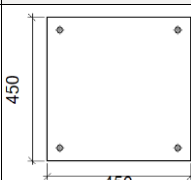
1.2.1.- Memória de cálculo

1.2.1.1.- Tipo 1

a) Detalhe



b) Descrição dos componentes da ligação

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (kgf/cm ²)	f_u (kgf/cm ²)
Placa base		450	450	18	4	19.1	A-36 250Mpa	2548.4	4077.5

c) Verificação

1) Placa de ancoragem

Referência:		
Verificação	Valores	Estado
Distância mínima entre chumbadores: <i>3 diâmetros</i>	Mínimo: 57 mm Calculado: 370 mm	Passa
Distância mínima chumbador-perfil: <i>1.5 diâmetros</i>	Mínimo: 28 mm Calculado: 126 mm	Passa
Distância mínima chumbador-borda: <i>2 diâmetros</i>	Mínimo: 38 mm Calculado: 40 mm	Passa
Comprimento mínimo do parafuso: <i>Calcula-se o comprimento de ancoragem necessário por aderência.</i>	Mínimo: 64 cm Calculado: 65 cm	Passa
Ancoragem chumbador no concreto:		
- Tração:	Máximo: 5.56 t Calculado: 3.884 t	Passa
- Cortante:	Máximo: 3.892 t Calculado: 0.563 t	Passa
- Tração + Cortante:	Máximo: 5.56 t Calculado: 4.688 t	Passa
Tração chumbadores:	Máximo: 16.603 t Calculado: 4.162 t	Passa
Tensão de Von Mises nos chumbadores:	Máximo: 5825.69 kgf/cm ² Calculado: 1516.09 kgf/cm ²	Passa
Esmagamento chumbador na placa: <i>Limite de esforço de corte em um chumbador atuando contra a placa</i>	Máximo: 19.662 t Calculado: 0.603 t	Passa
Tensão de Von Mises em seções globais:	Máximo: 2548.42 kgf/cm ²	
- Direita:	Calculado: 1686.21 kgf/cm ²	Passa
- Esquerda:	Calculado: 1450.51 kgf/cm ²	Passa
- Acima:	Calculado: 1573.68 kgf/cm ²	Passa
- Abaixo:	Calculado: 662.092 kgf/cm ²	Passa



Referência:		
Verificação	Valores	Estado
Flecha global equivalente: <i>Limite da deformabilidade dos balanços</i>	Mínimo: 250	
- Direita:	Calculado: 558.309	Passa
- Esquerda:	Calculado: 619.987	Passa
- Acima:	Calculado: 638.909	Passa
- Abaixo:	Calculado: 2302.79	Passa
Tensão de Von Mises local: <i>Tensão por tração de chumbadores sobre placas em balanço</i>	Máximo: 2548.42 kgf/cm ² Calculado: 0 kgf/cm ²	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		

d) Quantit.

Elementos para aparafusamento não normalizados		
Tipo	Quantidade	Descrição
Porcas	4	T19.1
Anilhas	4	A19.1

Placas de base				
Material	Elementos	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-36 250Mpa	Placa base	1	450x450x18	28.61
	Total			28.61
ASTM A-325a (liso)	Parafusos de ancoragem	4	Ø 19.1 - L = 707 + 218	8.28
	Total			8.28