

---

## MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO 1

---

CONTROLE INTERNO	Data	Nov./2012	Nov./2017				Notas
	Nº Folhas	5	5				
	Folhas Rev.						
	Responsável	Dayana	Dayana/ Regis				
	Verificação	-	-				
	Aprovação	-	-				
	Edição	0	1	2	3	4	

## 1 MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

### 1.1 GERAL

Este volume constitui o Projeto Hidráulico do Interceptor Margem Esquerda e Emissário, destinados à ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário de Catalão, Goiás.

### 1.2 PLANEJAMENTO DO SISTEMA

#### 1.1.1 Etapas de Implantação

O alcance do projeto e as etapas de implantação do sistema foram definidos na seguinte forma:

Período de alcance do projeto:	30 anos
Número de etapas básicas de implantação:	2
Ano de início de operação da 1ª etapa:	2012
Alcance do projeto:	2042.

#### 1.1.2 Vazões de Dimensionamento

Para o cálculo das vazões de dimensionamento foram adotados os seguintes parâmetros de projeto:

$$Q_{\text{méd}} = P \cdot q \cdot C / 86.400$$

$$Q_{\text{hor}} = k_1 \cdot k_2 \cdot Q$$

$$Q_{\text{inicial}} = k_2 \cdot Q$$

Onde:

- $Q_{\text{méd}}$  = vazão média de final de plano, l/s
- $Q_{\text{hor}}$  = vazão máxima horária de final de plano, l/s
- $Q_{\text{inicial}}$  = vazão inicial de final de plano, l/s
- $C$  = Coeficiente de retorno = 0,8
- $k_1$  = Coeficiente de máxima vazão diária = 1,2
- $k_2$  = Coeficiente de máxima vazão horária = 1,5
- $q$  = consumo efetivo de água *per capita* relativo à população de Catalão:  $q = 200$  l/hab.dia
- $P$  = população de saturação, hab.

As vazões totais de esgoto (vazões domésticas + infiltração) previstas para o Interceptor Margem Esquerda e para o Emissário estão listadas no Quadro 1.1.

Quadro 1.1 - Vazões de dimensionamento.

Coletor / Interceptor	Bacia de contribuição	Vazão inicial (l/s)	Vazão final (l/s)
Interceptor ME - Duplicação	Lçto Coletor IV-Mangeiras ME	54,4	69,13
	SB-19	9,1	10,7
	SB-01	20	23,3
	<b>Total</b>	<b>83,5</b>	<b>103,1</b>
EMISSÁRIO	Lçto Interceptor MD	120,33	140,78
	Interceptor ME - Existente	62,10	72,60
	Interceptor ME - Duplicação	83,5	103,125
	Coletor V - Castelo branco	56	65,6
	<b>Total</b>	<b>321,9</b>	<b>382,1</b>

### 1.3 Critérios e Parâmetros de Projeto

#### COLETORES, INTERCEPTOR E EMISSÁRIO

- Dimensionamento dos condutos para escoamento livre com a vazão máxima de alcance do plano e verificação da tensão trativa mínima para a vazão inicial, conforme recomenda a Norma ABNT NBR 9649.
- Cálculo hidráulico, considerando regime de escoamento uniforme e permanente, segundo Chézy / Manning, com  $n = 0,013$  tubulação de concreto e  $n = 0,010$  para tubulação de PVC.
- Tubulação a ser instalada em áreas livres ou no terço inferior de ruas.
- Material e diâmetro:
  - DN 200 a 400 – PVC Rígido, junta elástica.
  - Acima DN 400 – Concreto Armado classes EA2 e EA3, junta elástica.
- Profundidade:
  - Mínima de 1,15 m e recobrimento mínimo de 1,0 m, exceto em casos especiais (travessias).
  - Máxima no passeio igual a 2,5 m (exceto em casos especiais).
  - Máxima na rua ou áreas livres igual a 7,0 m.
- Declividade mínima: 0,5 % ou tensão trativa  $> 1$ .
- Declividade mínima minimorum: 0,3 %.
- Declividade máxima para velocidade de escoamento, em final de plano, inferior a 5,0 m/s.
- Vazão mínima de dimensionamento: 1,5 l/s.
- Dispositivos de inspeção: PV convencional.
- Distância máxima entre dispositivos de inspeção: 100 m.
- Queda livre máxima: 0,50 m.

m) Taxa de Infiltração: 0,05 l/s.km.

#### **1.4 Planilha de Dimensionamento**

Os cálculos de dimensionamento dos interceptores e coletores foram efetuados com o *software* SANIS, de propriedade da SENHA ENGENHARIA, sendo apresentadas, a seguir, as planilhas correspondentes.

---

LEGENDA DE CÓDIGOS

---

CODIGOS DE CRITICA

Profundidades

- MON/JUS: profundidade fixada
- 1 MON/JUS: profundidade igual a mínima
- 2 MONTANTE: profundidade determinada por trecho contribuinte
- JUSANTE: profundidade determinada pela declividade necessária (Y/D max)
- 3 MON/JUS: profundidade determinada pelo recobrimento mínimo local
- 4 MON/JUS: profundidade necessária para atender edificações desfavoráveis
- 5 MONTANTE: profundidade determinada pela declividade máxima
- JUSANTE: profundidade determinada pela declividade mínima
- 6 MON/JUS: profundidade determinada pelo recobrimento mínimo no trecho
- 7 MON/JUS: profundidade necessária para evitar interferência com obstáculo
- 8 MON/JUS: profundidade igual a máxima para atender edificações desfavoráveis

Diâmetro

- : Diâmetro fixado
- 1: Diâmetro igual ao mínimo
- 2: Diâmetro igual ao maior contribuinte
- 3: Diâmetro determinado pela declividade disponível
- 4: Diâmetro adotado para não aprofundar a tubulação

CÓDIGOS DE NOTAS

- a: Não foi atendida a edificação desfavorável pela restrição da profundidade máxima de atendimento
- b: Não foi atendida a edificação desfavorável pela fixação da profundidade de jusante e pela restrição da declividade necessária
- c: Não foi atendida a edificação desfavorável pela fixação da profundidade de montante e pela restrição da declividade máxima
- d: Não foi respeitada a profundidade máxima estabelecida
- e: Não foi respeitado o recobrimento mínimo estabelecido
- f: Não foi evitada a interferência com obstáculo
- g: Declividade fixada superior a máxima admitida
- h: Não foi atendida a edificação desfavorável pela fixação das profundidades de montante e jusante
- i: Diâmetro fixado inferior ao maior contribuinte
- j: Profundidade de montante corrigida para evitar remanso
- k: Ocorrência de remanso com a profundidade fixada
- QL: Queda Livre (Degrau)
- TQ: Tubo de Queda

SENHA ENGENHARIA

DIMENSES - DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Projeto: SES CATALÃO

Bacia: -

Sub-bacia:

---

### INFORMAÇÕES GERAIS

---

#### VAZÕES:

Vazão inicial: 0,00 l/s (SÃO USADAS AS VAZÕES  
CONCENTRADAS DAS SUB-BACIAS)

Vazão final: 0,00 l/s

Vazão min. p/ cálculo : 1,50 l/s

#### CONTRIBUIÇÕES UNITÁRIAS

Taxa adicional inicial: 0,00 l/s.km

Taxa adicional final: 0,00 l/s.km

Taxa de infiltração: 0,30 l/s.km

#### ZONAS DE OCUPAÇÃO HOMOGÊNEA

IDENTIFICAÇÃO	INICIAL	DENSIDADE DEMOGRÁFICA FINAL
-	-	-

#### DIÂMETROS UTILIZADOS

100 mm	* 500 mm
125 mm	* 600 mm
150 mm	* 700 mm
200 mm	* 800 mm
250 mm	* 900 mm
300 mm	1000 mm
* 350 mm	1100 mm
375 mm	1200 mm
* 400 mm	1500 mm

#### CONDICIONANTES HIDRÁULICOS

n (Manning): 0,013

Veloc. máx. de escoamento: 5,0 m/s

Declividade mínima (  $I_{\text{mín}} = A \cdot Q^{-B}$  ) :  
A = 0,0004 B = -0,47

Declividade min. minimorum: 0,30%

Declividade min. minimorum excep.: 0,15%

Y/D máximo : 0,75

Y/D máximo excep.: 0,75

#### CONDICIONANTES FÍSICOS

Recobrimento mínimo: 1,00 m

Recobrimento mín. excep.: 0,60 m

Profundidade mínima: 1,00 m

Profundidade máxima: 11,00 m

Queda livre máxima: 0,50 m

Arredondamento das profund.: não

#### LISTA DE MATERIAL

Mat. e serv. P/ etapas futuras

Extensão média esperas: -

Extensão média ramais: -

**SENHA ENGENHARIA**

Impresso em: 15/5/2013 17:03:54

**DIMENSES - DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

**PROJETO:** SES CATALAO

**DATA:**

Page 1

**BACIA:** CATALÃO

**SUBBACIA:** COLETOR ME

**IDENT.:** CME

**DIMENSIONAMENTO DA REDE**

trecho	zona	ext	tx. contr.	vazão	contr	contr	vazão	diam	cota	cota	prof	prof	lam	veloc	T. Trat	notas
ponto	homog.	(m)	linear	mont	trecho	sing	jus	(mm)	terr	coletor	col	ponto	Y/D	escoam	inicial	---
mont.	---	---	inicial	inicial	inicial	inicial	inicial	---	mont	mont	mont	jus	inicial	inicial	(Pa)	---
---	índice	etapa	---	---	---	---	---	decliv	---	---	---	queda	---	---	veloc.	prof
jus.	contr	---	final	final	final	final	final	(%)	jus	jus	jus	jus	final	final	crít.	intermed.
---	---	---	(l/s.km)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	---	(m)	(m)	(m)	(m)	---	(m/s)	(m/s)	(m)
PV1	1	13	0,01	0,00	0,00	72,60	72,60	400	809,35	807,55	1,80	2,15	0,44	1,37	7,03	
PV2	1	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	809,60	807,45	2,15	0,00	0,06	0,45	2,40	
PV2	1	30	0,01	72,60	0,00	0,00	72,60	400 <sup>2</sup>	809,60	807,45	2,15	2,25	0,49	1,19	5,25	
PV3	1	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	809,54	807,29	2,25	0,00	0,07	0,40	2,50	
PV3	1	85	0,01	72,60	0,00	0,00	72,60	400 <sup>2</sup>	809,54	807,29	2,25	3,20	0,49	1,17	5,02	
PV4	1	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	810,06	806,86	3,20	0,00	0,07	0,39	2,52	
PV4	1	19	0,01	72,60	0,00	0,00	72,60	400 <sup>2</sup>	810,06	806,86	3,20	2,40	0,49	1,19	5,19	
PV5	1	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	809,16	806,76	2,40	0,00	0,07	0,40	2,51	
PV5	1	72	0,01	72,60	0,00	0,00	72,60	400 <sup>2</sup>	809,16	806,76	2,40	2,20	0,50	1,17	4,98	
PV6	1	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	808,60	806,40	2,20 <sup>5</sup>	0,00	0,07	0,39	2,52	
PV6	1	98	0,01	72,60	0,00	0,00	72,60	400 <sup>2</sup>	808,60	806,40	2,20	2,60	0,49	1,17	5,06	
PV7	1	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	808,50	805,90	2,60	0,00	0,07	0,39	2,51	
PV7	1	100	0,01	72,60	0,00	0,00	72,60	400 <sup>2</sup>	808,50	805,90	2,60	2,60	0,50	1,17	4,98	
PV8	1	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	808,00	805,40	2,60	0,00	0,07	0,39	2,52	
PV8	1	101	0,01	72,60	0,00	0,00	72,60	400 <sup>2</sup>	808,00	805,40	2,60	2,85	0,48	1,20	5,33	
PV9	1	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	807,70	804,85	2,85 <sup>5</sup>	0,00	0,07	0,40	2,50	
PV9	1	64	0,01	72,60	0,00	34,00	106,60	500	807,70	804,85	2,85	1,50	0,43	1,33	6,15	
PV10	1	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	806,00	804,50	1,50 <sup>3</sup>	0,00	0,05	0,38	2,46	
PV10	1	25	0,01	106,60	0,00	0,00	106,60	500 <sup>2</sup>	806,00	804,50	1,50	2,85	0,43	1,31	5,91	
PV11	1	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	807,22	804,37	2,85 <sup>5</sup>	0,00	0,05	0,37	2,47	
PV11	1	100	0,01	106,60	0,00	0,00	106,60	500 <sup>2</sup>	807,22	804,37	2,85	2,35	0,44	1,29	5,72	
PV12	1	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	806,22	803,87	2,35 <sup>5</sup>	0,00	0,05	0,37	2,48	
PV12	1	100	0,01	106,60	0,00	0,00	106,60	500 <sup>2</sup>	806,22	803,87	2,35	1,50	0,36	1,69	10,53	
PV13	1	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	804,30	802,80	1,50 <sup>3</sup>	0,00	0,05	0,45	2,33	
PV13	1	100	0,01	106,60	0,00	0,00	106,60	500 <sup>2</sup>	804,30	802,80	1,50	1,50	0,36	1,69	10,35	
PV14	1	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05	803,25	801,75	1,50 <sup>3</sup>	0,00	0,05	0,45	2,33	
PV14	1	97	0,01	106,60	0,00	0,00	106,61	500 <sup>2</sup>	803,25	801,75	1,50	1,50	0,34	1,81	12,27	
LCTO	1	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	1,30	801,99	800,49	1,50 <sup>3</sup>	0,00	0,04	0,48	2,27	

**SENHA ENGENHARIA**

Impresso em: 13/5/2013 09:45:50

**DIMENSES - DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

**PROJETO:** SES CATALAO

**DATA:**

Page 1

**BACIA:** EMISSÁRIO FINAL

**SUBBACIA:** EMISSÁRIO

**IDENT.:** EMS

**DIMENSIONAMENTO DA REDE**

trecho	zona	ext	tx. contr.	vazão	contr	contr	vazão	diam	cota	cota	prof	prof	lam	veloc	T. Trat	notas
ponto	homog.	(m)	linear	mont	trecho	sing	jus	(mm)	terr	coletor	col	ponto	Y/D	escoam	inicial	---
mont.	---	---	inicial	inicial	inicial	inicial	inicial	---	mont	mont	mont	jus	inicial	inicial	(Pa)	---
---	índice	etapa	---	---	---	---	---	decliv	---	---	---	queda	---	---	veloc.	prof
jus.	contr	---	final	final	final	final	final	(%)	jus	jus	jus	jus	final	final	crít.	intermed.
---	---	---	(l/s.km)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	---	(m)	(m)	(m)	(m)	---	(m/s)	(m/s)	(m)
PV1	1	16	3,24	0,00	0,05	321,93	321,98	700	800,60	799,00	1,60 <sup>3</sup>	1,75	0,25	4,27	38,80	QL
PV2	1	1	3,24	0,00	0,05	382,10	382,15	3,78	800,00	798,40	1,60 <sup>3</sup>	0,15	0,27	4,47	6,26	
PV2	1	207	3,24	321,98	0,67	0,00	322,65	700 <sup>2</sup>	800,00	798,25	1,75 <sup>3</sup>	1,80	0,42	2,07	7,94	j
PV3	1	1	3,24	382,15	0,67	0,00	382,82	0,51	799,00	797,20	1,80 <sup>5</sup>	0,00	0,47	2,17	7,69	
PV3	1	68	3,24	322,65	0,22	0,00	322,87	700 <sup>2</sup>	799,00	797,20	1,80 <sup>2</sup>	2,15	0,42	2,09	8,04	
PV4	1	1	3,24	382,82	0,22	0,00	383,04	0,51	799,00	796,85	2,15 <sup>5</sup>	0,00	0,47	2,18	7,68	
PV4	1	79	3,24	322,87	0,26	0,00	323,13	700 <sup>2</sup>	799,00	796,85	2,15 <sup>2</sup>	2,30	0,42	2,12	8,36	
PV5	1	1	3,24	383,04	0,26	0,00	383,30	0,54	798,72	796,42	2,30 <sup>5</sup>	0,00	0,46	2,22	7,65	
PV5	1	100	3,24	323,13	0,32	0,00	323,45	700 <sup>2</sup>	798,72	796,42	2,30 <sup>2</sup>	2,30	0,37	2,51	12,03	
LCTO	1	1	3,24	383,30	0,32	0,00	383,62	0,85	797,17	795,57	1,60 <sup>3</sup>	0,00	0,41	2,62	7,32	



## 2 MEMORIAL DE CÁLCULO - TRELIÇA

Treliça metálica com vão de 21,00 m sobre córrego do almoço. O emissário será composto por uma linha de DN 700 em F°F°.

### 2.1 PESO DOS TUBOS

Tubo em ferro fundido DN700; comprimento da barra de 7,00m e peso total 1.505,70 kg (seco).

### 2.2 PESO DO ESGOTO

$$V = \pi \times r^2 \times l$$

Onde:

$$V = \text{Volume (m}^3\text{)}$$

$$\pi = \text{Constante}$$

$$r = \text{raio (m)}$$

$$l = \text{comprimento (m)}$$

$$P = \text{Peso (kg)}$$

$$\rho = \text{Peso específico (kg/m}^3\text{)}$$

Volume do tubo de DN700:

$$V_{\emptyset 700} = \pi \times 0,35^2 \times 7,0$$

$$V_{\emptyset 700} = 2,70 \text{ m}^3$$

Peso do esgoto no tubo de DN700:

$$P = V_{\emptyset 700} \times \rho$$

$$P = 2,70 \times 1020$$

$$P = 2.754,00 \text{ kg}$$

A soma dos pesos do tubo mais esgoto totaliza 4.259,70 kg, para cada barra de L=7,00 m. Para o cálculo será considerado um fator de segurança de 1,25 de acordo com a NBR-8800, com isso o peso total será de  $P_1 = 5.325,00$  kg por barra.

## 2.3 CÁLCULO DA FORÇA EXERCIDA, PARA OS TUBOS CHEIOS DE ESGOTO

O peso total considerado para o cálculo da força será o de todas as barras apoiadas na treliça cheias de esgoto, que totaliza 21.300,00 kg.

$$F = m \times g$$

Onde:

$$F = \text{Força (N)}$$

$$m = \text{massa (kg)}$$

$$g = \text{gravidade}$$

$$F_{(Tu+es.)} = 21.300,00 \times 9,81$$

$$F_{(Tu+es.)} = 208.953,0 \text{ N ou } 208,95 \text{ kN}$$

## 2.4 CÁLCULO DA CARGA DECORRENTE AO PESSOAL DE MANUTENÇÃO E EQUIPAMENTOS

Será considerada para este caso uma carga de 120 kg/m² atuante em uma área de 37,80 m², totalizando assim uma carga de 4.536,0 kg. Para o cálculo será considerado um fator de segurança de 1,25 de acordo com a NBR-8800, com isso o peso total será de 5.670,0 kg, e consequentemente a força de 55.623,00 N.

## 2.5 CÁLCULO DA FORÇA DO VENTO ATUANTE NA ESTRUTURA

$$V_k = V_c \times S_1 \times S_2 \times S_3$$

Onde:

$$V_k = \text{Velocidade do vento (m/s)}$$

$V_c = \text{Velocidade do vento } 35 \text{ m/s, segundo (NBR - 6123).}$

$S_1 = \text{Fator topográfico} = 1,00, \text{segundo (NBR - 6123).}$

$S_2 = \text{Fator de rugosidade} = 1,04, \text{segundo (NBR - 6123).}$

$S_3 = \text{Fator estatístico} = 0,95, \text{segundo (NBR - 6123).}$

$$V_k = 35 \times 1 \times 1,04 \times 0,95$$

$$V_k = 34,60 \text{ m/s}$$

$$q = 0,613 \times V_k^2$$

Onde:

$q = \text{Pressão exercida pelo vento (N/m}^2\text{)}$

$V_k = \text{Velocidade do vento (m/s)}$

$$q = 0,613 \times 34,60^2$$

$$q = 734,00 \text{ N/m}^2$$

$$F_v = C_a \times q \times A$$

Onde:

$F_v = \text{Força exercida pelo vento (N)}$

$C_a = \text{Coeficiente de arrasto (} C_a = 1,0, \text{segundo a NBR 6123).}$

$q = \text{Pressão exercida pelo vento (N / m}^2\text{)}$

$A = \text{Área (m}^2\text{)}$

$$F_v = 1 \times 734,00 \times 63,00$$

$$F_v = 46.242,00 \text{ N}$$

Considerando o fator de segurança de 1,25 a força será de 57.803,00 N. A força devido à atuação do vento na estrutura será somada com as demais forças distribuídas na estrutura, com isso a força acumulada será de 171.806,00 N.

## 2.6 PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA

A estrutura da treliça será composta por cantoneiras duplas de abas iguais com duas dimensões. A maior para os banzos superiores, inferiores, estrutura de travamento superior, estrutura de travamento inferior e apoio dos tubos com abas de 3" e espessura de 3/8". A menor para as barras diagonais e montantes com abas de 2.1/2" e espessura de 1/4".

Para a construção da treliça serão gastos 170,00 m de cantoneira dupla com abas de 3", espessura de 3/8" e peso de 21,42 kg/m e 108,00 m de cantoneiras duplas com abas de 2.1/2", espessura de 1/4" e 12,20 kg/m. O peso total das cantoneiras é de 4.959,00 kg. Será considerado 20% a mais do peso próprio devido as chapas de ligação dos nós e soldas, portanto o peso próprio será de 5.951,00 kg.

$$F = m \times g$$

Onde:

$$F = \text{Força (N)}$$

$$m = \text{massa (kg)}$$

$$g = \text{gravidade}$$

$$F = 5.951,0 \times 9,81$$

$$F = 58.380,00 \text{ N}$$

A carga distribuída para cálculo das reações nas barras será de 4.091,00 N/m.

## 2.7 REAÇÕES NOS NÓS

Todas as reações das barras estão descritas na Tabela 1.1, e a posição de cada nó na Figura 1.1 abaixo.

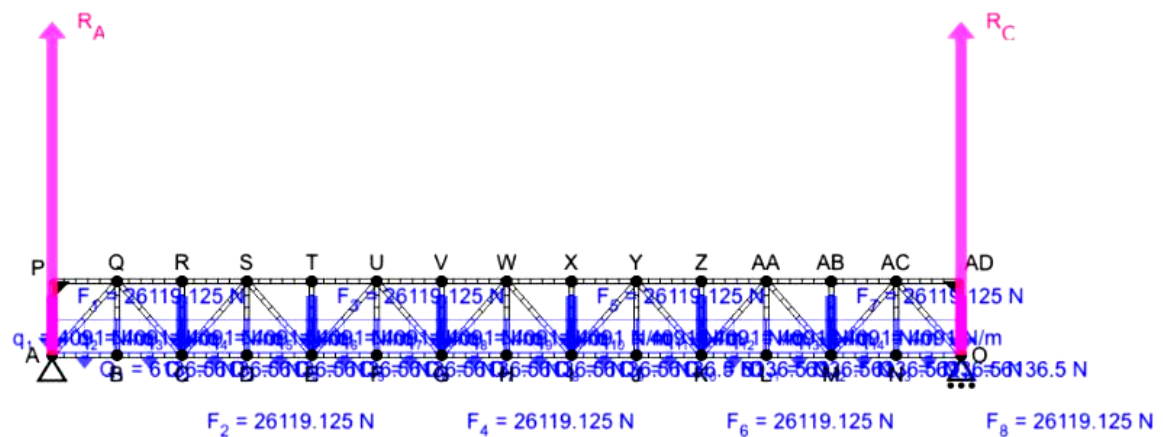


Figura 1.1 – Posição dos nós da treliça

Tabela 1.1 – Reações em cada barra

Barras	Forças Normais Axiais (N)	Esforço	Comprimento das barras (mm)
A/B	104.844,066	Tração	1.500,00
B/C	104.907,507	Tração	1.500,00
C/D	274.092,218	Tração	1.500,00
D/E	274.165,396	Tração	1.500,00
E/F	375.707,877	Tração	1.500,00
F/G	375.745,025	Tração	1.500,00
G/H	409.593,361	Tração	1.500,00
H/I	409.593,365	Tração	1.500,00
I/J	375.744,973	Tração	1.500,00
J/K	375.707,836	Tração	1.500,00
K/L	274.164,950	Tração	1.500,00
L/M	274.091,935	Tração	1.500,00
M/N	104.908,675	Tração	1.500,00
N/O	104.845,234	Tração	1.500,00
P/Q	-342,257	Compressão	1.500,00
Q/R	-203.587,650	Compressão	1.500,00
R/S	-203.686,050	Compressão	1.500,00
S/T	-339.089,672	Compressão	1.500,00
T/U	-339.145,612	Compressão	1.500,00

Barras	Forças Normais Axiais (N)	Esforço	Comprimento das barras (mm)
U/V	-406.844,640	Compressão	1.500,00
<b><u>V/W</u></b>	<b><u>-406.863,234</u></b>	<b><u>Compressão</u></b>	<b><u>1.500,00</u></b>
W/X	-406.863,234	Compressão	1.500,00
X/Y	-406.844,640	Compressão	1.500,00
Y/Z	-339.145,612	Compressão	1.500,00
Z/AA	-339.089,672	Compressão	1.500,00
AA/AB	-203.686,051	Compressão	1.500,00
AB/AC	-203.587,650	Compressão	1.500,00
AC/AD	-342,257	Compressão	1.500,00
A/P	-342,257	Compressão	1.700,00
<b><u>B/Q</u></b>	<b><u>6.438,41</u></b>	<b><u>Tração</u></b>	<b><u>1.700,00</u></b>
C/R	108,951	Tração	1.700,00
D/S	6.144,203	Tração	1.700,00
E/T	69,767	Tração	1.700,00
F/U	6.137,26	Tração	1.700,00
G/V	45,270	Tração	1.700,00
H/W	6.136,989	Tração	1.700,00
I/X	45,270	Tração	1.700,00
J/Y	6.137,259	Tração	1.700,00
K/Z	69,767	Tração	1.700,00
L/AA	6.144,202	Tração	1.700,00
M/AB	108,951	Tração	1.700,00
N/AC	6.438,409	Tração	1.700,00
O/AD	-342,257	Compressão	1.700,00
<b><u>A/Q</u></b>	<b><u>-157.798,623</u></b>	<b><u>Compressão</u></b>	<b><u>2.270,00</u></b>
Q/C	149.218,543	Tração	2.270,00
C/S	-106.376,391	Compressão	2.270,00
S/E	98.155,166	Tração	2.270,00
E/U	-55.236,053	Compressão	2.270,00

Barras	Forças Normais Axiais (N)	Esforço	Comprimento das barras (mm)
U/G	47.026,102	Tração	2.270,00
G/W	-4.104,810	Compressão	2.270,00
W/I	-4.104,810	Compressão	2.270,00
I/Y	47.026,102	Tração	2.270,00
Y/K	-55.236,053	Compressão	2.270,00
K/AA	98.155,166	Tração	2.270,00
AA/M	-106.376,391	Compressão	2.270,00
M/AC	149.218,544	Tração	2.270,00
AC/O	-157.798,622	Compressão	2.270,00

## 2.8 REAÇÕES NOS APOIOS

A carga aplicada na treliça juntamente com seu peso próprio irá gerar reações nos apoios (Tabela 1.2).

Tabela 1.2 – Reações nos apoios

Reações	Direção	Força (N)
$R_A$	↑	190.387,50
$R_C$	↑	190.387,50

## 2.9 DIMENSIONAMENTO DOS BANZOS SUPERIORES E INFERIORES

Para este cálculo será utilizado o maior valor da reação de compressão dentre todas as barras. Na treliça, a barra que apresenta o maior valor de compressão é a barra **V/W**, como pode ser visto na Tabela acima – 406.863,234 N.

$$\sigma_{adm.} = \frac{F_{Máx.}}{A}$$

Onde:

$\sigma_{adm.} = \text{Tensão admissível do aço (MPa)}$

$F_{M\acute{a}x.} = \text{Máxima força suportada (N)}$

$A = \text{Área (mm}^2\text{)}$

$$\sigma_{adm.} \times A = F_{M\acute{a}x.}$$

$$150 \times 2.722,00 = F_{M\acute{a}x.}$$

$$F_{M\acute{a}x.} = 408.300,00 \text{ N}$$

A tensão admissível utilizada para o cálculo se refere ao Aço CSM COR-420, e a área de uma cantoneira dupla de abas iguais 3", com espessura de 3/8".

## 2.10 DIMENSIONAMENTO DAS BARRAS DIAGONAIS E MONTANTES

Para este cálculo será utilizado o maior valor da reação nas barras diagonais. Para compressão o maior valor é o da barra **A/Q**, com valor de -157.798,623 N.

$$\sigma_{adm.} = \frac{F_{M\acute{a}x.}}{A}$$

Onde:

$\sigma_{adm.} = \text{Tensão admissível do aço (MPa)}$

$F_{M\acute{a}x.} = \text{Máxima força suportada (N)}$

$A = \text{Área (mm}^2\text{)}$

$$\sigma_{adm.} \times A = F_{M\acute{a}x.}$$

$$150 \times 1.534,0 = F_{M\acute{a}x.}$$

$$F_{M\acute{a}x.} = 230.100,00 \text{ N}$$

A tensão admissível utilizada para o cálculo se refere ao Aço CSM COR-420, e a área de uma cantoneira dupla de abas iguais 2.1/2", com espessura de 1/4".

## 2.11 VERIFICAÇÃO DAS BARRAS QUANTO A FLAMBAGEM

Cálculo para a cantoneira com abas de 3" e espessura de 3/8", levando em consideração a tensão.



$$\lambda = \frac{L}{i}$$

Onde

$\lambda$  = Índice de esbeltez

$L$  = Comprimento da barra (m)

$i$  = Raio de giração (m)

$$\lambda = \frac{1,50}{0,0231}$$

$$\lambda = 64,95$$

$$\sigma_{fl} = \frac{\pi^2 \times E}{\lambda^2}$$

$\sigma_{fl}$  = Tensão de flambagem (MPa)

$\pi$  = Constante

$E$  = Módulo de elasticidade (GPa)

$\lambda$  = Índice de esbeltez

$$\sigma_{fl} = \frac{\pi^2 \times 205.10^9}{64,95^2}$$

$$\sigma_{fl} = 479,60 \text{ MPa}$$

Cálculo para a cantoneira com abas de 2.1/2" e espessura de 1/4", levando em consideração a tensão.

$$\lambda = \frac{2,30}{0,0196}$$

$$\lambda = 117,35$$

$$\sigma_{fl} = \frac{\pi^2 \times 205.10^9}{117,35^2}$$

$$\sigma_{fl} = 146,95 \text{ MPa}$$

Ambas as cantoneiras suportarão os esforços levando em consideração as tensões.

Cálculo para a cantoneira com abas de 3" e espessura de 3/8", levando em consideração a força crítica.

$$N_{cr.} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(K \times L)^2}$$

Onde:

$N_{cr.}$  = Força Crítica (N)

$\pi$  = Constante

$E$  = Módulo de elasticidade (GPa)

$I$  = Momento de Inércia (m<sup>4</sup>)

$K$  = Índice de esbeltez

$L$  = Comprimento da barra (m)

$$N_{cr.} = \frac{\pi^2 \times 205.10^9 \times 150.10^{-8}}{(1 \times 1,50)^2}$$

$$N_{cr.} = 1,35 \times 10^6 \text{ N}$$

Cálculo para a cantoneira com abas de 2.1/2" e espessura de 1/4", levando em consideração a força crítica.

$$N_{cr.} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(K \times L)^2}$$

$$N_{cr.} = \frac{\pi^2 \times 205.10^9 \times 58.10^{-8}}{(1 \times 2,30)^2}$$

$$N_{cr.} = 2,21 \times 10^5$$

As cantoneiras dimensionadas suportarão as reações de flambagem, pois as forças atuantes são menores que as forças críticas calculadas.

## 2.12 DIMENSIONAMENTO DAS CHAPAS DE LIGAÇÃO DOS NÓS

Para o dimensionamento, as reações nas barras do nó mais solicitado serão decompostas em uma resultante. As barras consideradas para o cálculo foram G/V, H/W, I/X, G/W, W/I, G/H, H/I, V/W e W/X, a força calculada foi de intensidade 418.446,60 N.

$$\sigma_{adm.} = \frac{F}{A}$$

Onde:

$\sigma_{adm.} = \text{Tensão admissível do aço (Mpa)}$

$F = \text{Força (N)}$

$A = \text{Área, neste caso considerado } l \times e \text{ (mm}^2\text{)}$

$l = \text{largura (mm)}$

$e = \text{espessura (mm)}$

$$l = \frac{F}{\sigma_{adm.} \times e}$$

$$l = \frac{418.446,60}{150 \times 9,525}$$

$$l = 292,90 \text{ mm}$$

A chapa para ligação dos nós terá L= 300 mm x H= 300 mm, e espessura de 3/8", e deverá ser fabricada em aço CSM COR – 420 (Figura 1.2).

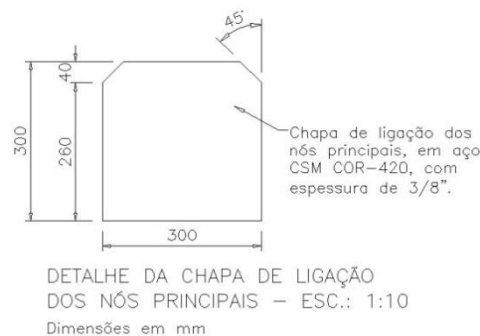


Figura 1.2 – Detalhe da chapa de ligação dos nós principais

## 2.13 DIMENSIONAMENTO DAS CHAPAS DE LIGAÇÃO DAS BARRAS DE MONTANTE

Para o cálculo desta chapa será considerada a barra **B/Q**, pois tem a maior reação, com valor de 6.438,41 N.

$$\sigma_{adm.} = \frac{F}{A}$$

Onde:

$\sigma_{adm.} = \text{Tensão admissível do aço (MPa)}$

$F = \text{Força (N)}$

$A = \text{Área, neste caso considerado } l \times e \text{ (mm}^2\text{)}$

$l = \text{largura (mm)}$

$e = \text{espessura (mm)}$

$$l = \frac{F}{\sigma_{adm.} \times e}$$

$$l = \frac{6.438,41}{150 \times 6,35}$$

$$l = 6,76 \text{ mm}$$

A chapa para ligação das barras de montante terá L= 125 mm x H= 300 mm e espessura de 1/4", e deverá ser fabricada em aço CSM COR – 420 (Figura 1.3).

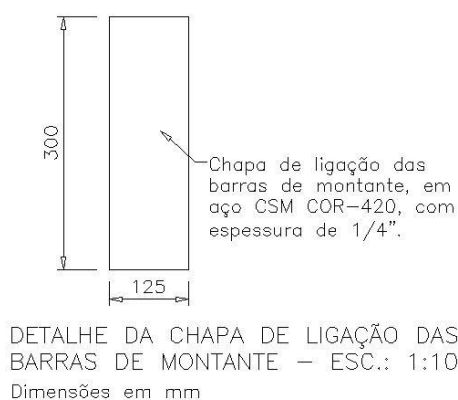


Figura 1.3 – Detalhe da chapa de ligação das barras de montante.

## 2.14 DIMENSIONAMENTO DAS CHAPAS DE LIGAÇÃO DOS NÓS NAS EXTREMIDADES INFERIORES

Para o dimensionamento da chapa, as reações nas barras do nó serão decompostas em uma resultante. As barras consideradas para o cálculo foram A/B, A/P e A/Q, a força encontrada foi de 209.509,80 N.

$$\sigma_{adm.} = \frac{F}{A}$$

Onde:

$\sigma_{adm.}$  = Tensão admissível do aço (MPa)

$F$  = Força (N)

$A$  = Área, neste caso considerado  $l \times e$  (mm<sup>2</sup>)

$l$  = largura (mm)

$e$  = espessura (mm)

$$l = \frac{F}{\sigma_{adm.} \times e}$$

$$l = \frac{209.509,80}{150 \times 9,525}$$

$$l = 146,65 \text{ mm}$$

A chapa para ligação dos nós terá L= 250 mm x H= 300 mm e espessura de 3/8", e deverá ser fabricada em aço CSM COR – 420 (Figura 1.4).



DETALHE DA CHAPA DE LIGAÇÃO  
DOS NÓS NAS EXTREMIDADES  
INFERIORES — ESC.: 1:10  
Dimensões em mm

Figura 1.4 – Detalhe da chapa de ligação dos nós nas extremidades inferiores.

## 2.15 DIMENSIONAMENTO DA CHAPA DE LIGAÇÃO DAS BARRAS DE APOIO DOS TUBOS E DAS BARRAS DE TRAVAMENTO SUPERIOR

Para este cálculo, será considerado o peso dos tubos cheio e o peso próprio da estrutura de apoio. A força atuante em cada chapa será de 18.316,30 N.

$$\sigma_{adm.} = \frac{F}{A}$$

Onde:

$\sigma_{adm.}$  = Tensão admissível do aço (Mpa)

$F$  = Força (N)

$A$  = Área, neste caso considerado  $l \times e$  (mm<sup>2</sup>)

$l$  = largura (mm)

$e = \text{espessura (mm)}$

$$l = \frac{F}{\sigma_{adm.} \times e}$$

$$l = \frac{18.316,30}{150 \times 9,525}$$

$$l = 12,82 \text{ mm}$$

A chapa para ligação dos nós terá L= 350 mm x H= 250 mm, e espessura de 3/8", e deverá ser fabricada em aço CSM COR – 420 (Figura 1.5).

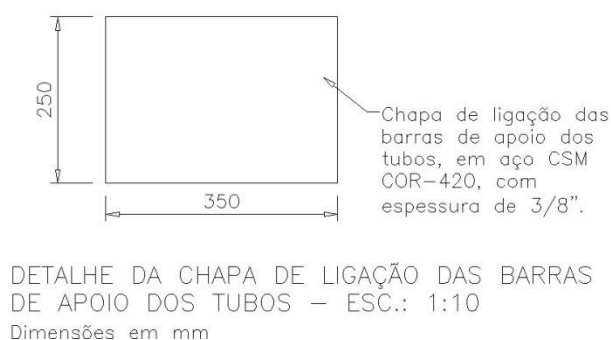


Figura 1.5 – Detalhe da chapa de ligação das barras de apoio dos tubos.

A chapa de ligação das cantoneiras superiores terá L= 150 mm x H= 250 mm, e espessura de 3/8", e deverá ser fabricada em aço CSM COR – 420 (Figura 1.6).



Figura 1.6 – Detalhe da chapa de ligação das barras superiores.

## 2.16 CÁLCULO DA FLECHA NAS CANTONEIRAS DE APOIO DAS TUBULAÇÕES

Para este cálculo, será considerado a força resultante das tubulações cheias de esgoto. Essa força já calculada acima é de 208.953,00 N, distribuindo pelo numero de apoios teremos uma força de 26.119,125 N.

$$Fch = \frac{F \times l^3}{192 \times E \times I}$$

Onde:

$Fch$  = Flecha máxima (m)

$l$  = Comprimento da viga (m)

$E$  = Módulo de elasticidade (GPa)

$I$  = Momento de inércia (cm<sup>4</sup>)

$$Fch = \frac{26.119,125 \times 0,90^4}{192 \times 205.10^9 \times 150.10^{-8}}$$

$$Fch = 2,90 \times 10^{-4} \text{ m ou } 0,29 \text{ mm}$$

A cantoneira utilizada para apoio da tubulação será dupla de abas iguais 3" e espessura de 3/8".

## 2.17 CÁLCULO DA CHAPA DE APOIO DA TRELIÇA NO PILAR DE CONCRETO

Para o cálculo de esmagamento na chapa de apoio serão consideradas todas as cargas atuantes mais o peso próprio da treliça.  $F = 190.387,50 \text{ N}$ .

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Onde:

$\sigma$  = Tensão admissível (MPa)

$F$  = Força atuante (N)

$A$  = Área (mm<sup>2</sup>)

$l$  = largura da chapa (mm)

$e$  = espessura (mm)

$$A = l \times e$$

$$A = 200 \times 12,7$$

$$A = 2.540,00 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{190.387,50}{2.540,00}$$

$$\sigma = 74,95 \text{ MPa}$$

A chapa de apoio da treliça no pilar de concreto terá  $L = 1.800,0 \text{ mm}$  x  $H = 200,0 \text{ mm}$  e espessura de  $1/2"$ , deverá ser fabricada em aço CSM COR – 420 (Figura 1.7).



Figura 1.7 – Detalhe da chapa de apoio da treliça.

## 2.18 DETALHE GERAL DA TRELIÇA

Treliça metálica com comprimento de 21,00 m, altura de 1,70 m e largura de 1,80 m.

O espaçamento entre nós será de 1,50 m. Será construída em perfis metálicos tipo cantoneira, em aço CSM COR-420.