



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### ANEXO II – DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DA TUBAGEM E VALAS

**NIPPON KOEI MOZAMBIQUE**

 **ENGIDRO**  
engineering solutions

 **AGRI.PRO AMBIENTE**

Concepção de Planos, Estudos de Engenharia e Projecto Executivo de Infra-estruturas Integradas em Assentamentos Informais

Projecto de Transformação Urbana de Maputo





## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### ANEXO II.1 – DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DA TUBAGEM – COLECTORES

NIPPON KOEI MOZAMBIQUE



Concepção de Planos, Estudos de Engenharia e Projecto Executivo de Infra-estruturas Integradas em Assentamentos Informais

Projecto de Transformação Urbana de Maputo





## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### ANEXO II.1 – DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DA TUBAGEM - COLECTORES

#### DIMENSIONAMENTO DOS COLECTORES DE SECÇÃO CIRCULAR EM BETÃO

##### CHAMANCULO A (Rede Unitária)

Troço	Comprim. (m)	Diâmetro Nominal (m)	Espess. (m)	Diâmetro Exterior (m)	Recobrim.(m) Máximo (Hmáx.)	Mínimo (Hmín.)	Largura da Vala (m)	Carga devido ao aterro (Wc) (kN/m)	Hmax.	Hmin.	Cargas rolantes (WI) (kN/m)	Resist. de ensaio da tubagem (kN/m)	Resistência da tubagem (KN/m)	Classe	
											Hmax.				
<b>CHAMANCULO A - UNITÁRIO</b>															
1-2	0.00	0.900	0.100	1.100	1.44	0.70	1.80	48.60	24.91	17.99	23.11	35.05	25.27	66.00	b.a. ASTM II
2-3	0.00	0.900	0.100	1.100	1.72	1.44	1.80	56.91	48.60	15.37	17.99	38.04	35.05	66.00	b.a. ASTM II
3-4	44.68	1.200	0.125	1.450	2.47	1.70	2.25	100.17	71.93	13.36	19.37	59.75	48.05	120.00	b.a. ASTM III
4-5	33.00	1.200	0.125	1.450	2.96	2.47	2.35	122.90	105.24	10.90	13.36	70.42	62.42	120.00	b.a. ASTM III
5-6	43.00	1.200	0.125	1.450	3.28	2.96	2.35	133.92	122.90	9.64	10.90	75.56	70.42	120.00	b.a. ASTM III
6-7	37.80	1.200	0.125	1.450	3.28	2.17	2.35	133.92	93.93	9.64	15.31	75.56	57.50	120.00	b.a. ASTM III
7-8	59.96	1.200	0.125	1.450	2.17	1.00	2.15	85.01	41.88	15.31	32.21	52.80	39.00	90.00	b.a. ASTM II
8-9	25.04	1.200	0.125	1.450	1.24	1.00	2.15	51.24	41.88	25.15	32.21	40.21	39.00	90.00	b.a. ASTM II
9-10	56.00	1.200	0.125	1.450	1.00	1.00	2.15	41.88	41.88	32.21	32.21	39.00	39.00	90.00	b.a. ASTM II
10-11	55.30	1.200	0.125	1.450	1.05	1.00	2.15	43.86	41.88	28.34	32.21	38.00	39.00	90.00	b.a. ASTM II
11-12	50.02	1.400	0.140	1.680	1.29	1.00	2.38	59.50	46.86	27.08	35.62	45.57	43.41	103.00	b.a. ASTM II
12-13	49.97	1.400	0.140	1.680	1.82	1.29	2.48	85.34	62.17	20.28	27.08	55.59	46.98	103.00	b.a. ASTM II
13-14	17.00	1.400	0.140	1.680	1.82	1.68	2.48	85.34	79.35	20.28	21.80	55.59	53.24	103.00	b.a. ASTM II
14-15	49.00	1.400	0.140	1.680	1.85	1.68	2.48	86.62	79.35	19.98	21.80	56.10	53.24	103.00	b.a. ASTM II
15-16	6.20	1.400	0.140	1.680	1.85	1.84	2.48	86.62	86.19	19.98	20.08	56.10	55.93	103.00	b.a. ASTM II
16-17	27.06	1.400	0.140	1.680	1.84	1.83	2.48	86.19	85.77	20.08	20.18	55.93	55.76	103.00	b.a. ASTM II
17-18	39.00	1.400	0.140	1.680	1.83	1.72	2.48	85.77	81.07	20.18	21.35	55.76	53.91	103.00	b.a. ASTM II
18-19	45.00	1.400	0.140	1.680	1.72	1.53	2.48	81.07	72.83	21.35	23.63	53.91	50.77	103.00	b.a. ASTM II
19-20	40.00	1.400	0.140	1.680	1.53	1.30	2.38	69.66	59.93	23.63	26.92	49.10	45.71	103.00	b.a. ASTM II
20-21	39.84	1.400	0.140	1.680	1.30	1.00	2.38	59.93	46.86	26.92	35.62	45.71	43.41	103.00	b.a. ASTM II
21-22	41.30	1.400	0.140	1.680	1.33	1.00	2.38	61.21	46.86	26.46	35.62	46.14	43.41	103.00	b.a. ASTM II



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

Troço	Comprim. (m)	Diâmetro Nominal (m)	Espess. (m)	Diâmetro Exterior (m)	Recobrim.(m)		Largura da Vala (m)	Carga devido ao aterro (Wc) (kN/m)		Cargas rolantes (WI) (kN/m)		Resist. de ensaio da tubagem (kN/m)		Resistência da tubagem (KN/m)	Classe
					Máximo (Hmáx.)	Mínimo (Hmín.)		Hmax.	Hmin.	Hmax.	Hmin.	Hmax.	Hmin.		
22-23	25.57	1.400	0.140	1.680	1.25	1.00	2.38	57.78	46.86	27.73	35.62	45.01	43.41	103.00	b.a. ASTM II
23-24	22.17	1.400	0.140	1.680	1.98	1.98	2.48	92.08	92.08	18.74	18.74	58.33	58.33	103.00	b.a. ASTM II
25-21	7.43	0.800	0.084	0.968	1.37	1.35	1.67	42.62	42.06	16.96	17.17	31.36	31.17	59.00	b.a. ASTM II
26-27	7.38	0.500	0.075	0.650	2.00	1.94	1.35	46.38	45.23	8.49	8.76	28.88	28.42	59.00	b.a. ASTM III
27-24	14.15	0.500	0.075	0.650	2.09	1.94	1.35	48.07	45.23	8.10	8.76	29.57	28.42	49.00	b.a. ASTM III
<b>CHAMANCULO A - PLUVIAL</b>															
1-2	5.96	0.400	0.070	0.540	0.93	0.93	1.24	21.76	21.76	15.23	15.23	19.47	19.47	39.00	b.a. ASTM III

**Peso volúmico solo = 20 kN/m<sup>3</sup>**

**Veículo Classe I - P = 100 kN/roda**

[MALANGA - MACRO \(Rede Unitária\)](#)

Troço	Comprim. (m)	Diâmetro Nominal (m)	Espess. (m)	Diâmetro Exterior (m)	Recobrim.(m)		Largura da Vala (m)	Carga devido ao aterro (Wc) (kN/m)		Cargas rolantes (WI) (kN/m)		Resist. de ensaio da tubagem (kN/m)		Resistência da tubagem (KN/m)	Classe
					Máximo (Hmáx.)	Mínimo (Hmín.)		Hmax.	Hmin.	Hmax.	Hmin.	Hmax.	Hmin.		
<b>MALANGA MACRO - UNITÁRIO</b>															
28-15	12.87	0.700	0.072	0.844	2.55	2.54	1.64	71.50	71.26	8.18	8.22	36.31	35.30	69.00	b.a. ASTM III

**Peso volúmico solo = 20 kN/m<sup>3</sup>**

**Veículo Classe I - P = 100 kN/roda**

Concepção de Planos, Estudos de Engenharia e Projecto Executivo de Infra-estruturas  
Integradas em Assentamentos Informais

**2** Projecto de Transformação Urbana de Maputo



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

DIMENSIONAMENTO DOS COLECTORES DE SECÇÃO CIRCULAR EM POLIPOPILENO CORRUGADO (PPC) – DN250

MALANGA (Rede Unitária)

### RECOBRIMENTO (2.15m)

#### 1. Parâmetros de cálculo

##### 1.1. Características do tubo

- Material do tubo: PPC
- Diâmetro nominal,  $D_n=250$  mm
- Espessura média,  $e=4.6682$  mm
- Raio médio,  $R_m=116.525$  mm
- Peso específico de PP-B,  $\gamma_t= 9$  kN/m<sup>3</sup>
- esforço tang. de projecto à tracção de PP-B(Curto prazo),  $\sigma_t=39$  N/mm<sup>2</sup>
- esforço tang. de projecto à tracção de PP-B (Longo prazo),  $\sigma_t=17$  N/mm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidade de PP-B (Curto prazo),  $E_t=1250$  N/mm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidade de PP-B (Longo prazo),  $E_t=312$  N/mm<sup>2</sup>
- Pressão de água exterior,  $P_e= 0$  kg/cm<sup>2</sup>

##### 1.2. Características da instalação

- Instalação em: Vala
- Altura da vala,  $H_1=2.15$  m
- Largura da vala,  $B_1=0.75$  m
- Inclinação do talude,  $\beta=90^\circ$
- Altura capa freática,  $H_a= 0$  m
- Apoio sobre material granular compactado (Tipo A)
- Ângulo de apoio,  $2\alpha=120^\circ$
- Tipo de enchimento: Medianamente coesivo
- Enchimento da vala compactado por camadas em toda a altura
- Peso específico do material de enchimento,  $\gamma_1=20$  kN/m<sup>3</sup>
- Módulos de compressão do enchimento,  $E_1=16$  N/mm<sup>2</sup>  $E_2=16$  N/mm<sup>2</sup>
- Módulos de compressão do terreno,  $E_3=14$  N/mm<sup>2</sup>  $E_4=14$  N/mm<sup>2</sup>



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### 1.3. Sobrecargas, Tráfego e Pavimentação

- Tipo de tráfego: Pesado ( $>39t$ )
- Sobrecarga concentrada devida ao tráfego,  $P_c = 100 \text{ kN}$
- Distância entre rodas do veículo,  $a=2 \text{ m}$
- Distância entre eixos do veículo,  $b=1.5 \text{ m}$
- Número de eixos dos veículos: 3
- Sobrecarga repartida,  $P_d = 0 \text{ KN}$
- Altura 1<sup>a</sup> camada de Pavimentação,  $h_1=0.13 \text{ m}$
- Altura 2<sup>a</sup> camada de Pavimentação,  $h_2=0.20 \text{ m}$
- Módulos de compressão das camadas,  $E_f1=2000 \text{ N/mm}^2$   $E_f2=1000 \text{ N/mm}^2$

### 1.4. Classe de segurança aplicada

Normal: A (2.5)

(Claves: cp=Curto prazo, lp=Longo prazo, S=Superior, L=Lateral, B=Base)

## 2. Acções sobre o tubo.

### 2.1. Pressões verticais sobre o tubo

- Devida às cargas do solo:  $q_v (lp)=17.18636 \text{ kN/m}^2$   $q_v (cp)=18.69142 \text{ kN/m}^2$  (2)
- Devida a sobrecargas concentradas:  $P_{vc} (lp)=16.66071 \text{ kN/m}^2$   $P_{vc} (cp)=16.66071 \text{ kN/m}^2$  (30)
- Devida a sobrecargas repartidas:  $P_{vr} (lp)=0 \text{ kN/m}^2$   $P_{vr} (cp)=0 \text{ kN/m}^2$  (34)
- Pressão vertical total:  $q_{vt} (lp)=33.84707 \text{ kN/m}^2$   $q_{vt} (cp)=35.35213 \text{ kN/m}^2$  (45)

### 2.2. Pressões laterais sobre o tubo

Pressão lateral total do solo:  $q_{ht} (lp)=13.39148 \text{ kN/m}^2$   $q_{ht} (cp)=13.94276 \text{ kN/m}^2$  (28)

### 2.3. Deformação do tubo (36)

- $dv (lp)=0.65017\% \text{ -ADMISSÍVEL } (dv \leq 5\%)$
- $dv (cp)=0.42626\% \text{ -ADMISSÍVEL } (dv \leq 5\%)$



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### 2.4. Verificação do esforço tangencial (coef. de segurança à rotura).

**Na parte superior**

- Largo prazo: 3.85232 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 8.21375 --ADMISSÍVEL (>2.5)

**Na parte lateral:**

- Largo prazo: 4.70145 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 10.00354 --ADMISSÍVEL (>2.5)

**Na parte da Base:**

- Largo prazo: 3.43195 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 7.34739 --ADMISSÍVEL (>2.5)

### 2.4. Estabilidade (coeficientes de segurança ao esmagamento).

Devido às cargas do solo: (56)

- Largo prazo: 28.58786 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 54.78542 --ADMISSÍVEL (>2.5)

Devido à acção da água exterior: (58)

- Largo prazo: 367.40878 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 954.91644 --ADMISSÍVEL (>2.5)

Devido à acção conjunta do solo e da água exterior: (60)

- Largo prazo: 26.52404 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 51.81281 --ADMISSÍVEL (>2.5)

---

**RESULTADO ADMISSÍVEL para tubo Dn=250mm.**



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

# DIMENSIONAMENTO DOS COLECTORES DE SECÇÃO CIRCULAR EM POLIPOPILENO CORRUGADO (PPC) – DN315

CHAMANCOLO A (Rede Doméstica)

### RECOBRIMENTO MÍNIMO (1.00m)

#### 1. Parâmetros de cálculo

##### 1.1. Características do tubo

- Material do tubo: PPC
- Diâmetro nominal,  $D_n=315\text{ mm}$
- Espessura média,  $e=5.2282\text{ mm}$
- Raio médio,  $R_m=144.543\text{ mm}$
- Peso específico de PP-B,  $\gamma_t= 9\text{ kN/m}^3$
- esforço tang. de projecto à tracção de PP-B(Curto prazo),  $\sigma_t=39\text{ N/mm}^2$
- esforço tang. de projecto à tracção de PP-B (Longo prazo),  $\sigma_t=17\text{ N/mm}^2$
- Módulo de elasticidade de PP-B (Curto prazo),  $E_t=1250\text{ N/mm}^2$
- Módulo de elasticidade de PP-B (Longo prazo),  $E_t=312\text{ N/mm}^2$
- Pressão de água exterior,  $P_e= 0\text{ kg/cm}^2$

##### 1.2. Características da instalação

- Instalação em: Vala
- Altura da vala,  $H_1=1\text{ m}$
- Largura da vala,  $B_1=0.82\text{ m}$
- Inclinação do talude,  $\beta=90^\circ$
- Altura capa freática,  $H_a= 0\text{ m}$
- Apoio sobre material granular compactado (Tipo A)
- Ângulo de apoio,  $2\alpha=120^\circ$
- Tipo de enchimento: Medianamente coesivo
- Enchimento da vala compactado por camadas em toda a altura
- Peso específico do material de enchimento,  $\gamma_1=20\text{ kN/m}^3$
- Módulos de compressão do enchimento,  $E_1=16\text{ N/mm}^2$   $E_2=16\text{ N/mm}^2$
- Módulos de compressão do terreno,  $E_3=14\text{ N/mm}^2$   $E_4=14\text{ N/mm}^2$



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### 1.3. Sobrecargas, Tráfego e Pavimentação

- Tipo de tráfego: Pesado ( $>39t$ )
- Sobrecarga concentrada devida ao tráfego,  $P_c = 100 \text{ kN}$
- Distância entre rodas do veículo,  $a=2 \text{ m}$
- Distância entre eixos do veículo,  $b=1.5 \text{ m}$
- Número de eixos dos veículos: 3
- Sobrecarga repartida,  $P_d = 0 \text{ kN}$
- Altura 1<sup>a</sup> camada de Pavimentação,  $h_1=0.13 \text{ m}$
- Altura 2<sup>a</sup> camada de Pavimentação,  $h_2=0.20 \text{ m}$
- Módulos de compressão das camadas,  $E_f1=2000 \text{ N/mm}^2$   $E_f2=1000 \text{ N/mm}^2$

### 1.4. Classe de segurança aplicada

Normal: A (2.5)

(Claves: cp=Curto prazo, lp=Longo prazo, S=Superior, L=Lateral, B=Base)

## 2. Acções sobre o tubo.

### 2.1. Pressões verticais sobre o tubo

- Devida às cargas do solo:  $q_v (lp)=13.07377 \text{ kN/m}^2$   $q_v (cp)=13.91791 \text{ kN/m}^2$  (2)
- Devida a sobrecargas concentradas:  $P_{vc} (lp)=0.09548 \text{ kN/m}^2$   $P_{vc} (cp)=0.09548 \text{ kN/m}^2$  (30)
- Devida a sobrecargas repartidas:  $P_{vr} (lp)=0 \text{ kN/m}^2$   $P_{vr} (cp)=0 \text{ kN/m}^2$  (34)
- Pressão vertical total:  $q_{vt} (lp)=13.16925 \text{ kN/m}^2$   $q_{vt} (cp)=14.01339 \text{ kN/m}^2$  (45)

### 2.2. Pressões laterais sobre o tubo

Pressão lateral total do solo:  $q_{ht} (lp)=12.51782 \text{ kN/m}^2$   $q_{ht} (cp)=11.88078 \text{ kN/m}^2$  (28)

### 2.3. Deformação do tubo (36)

- $dv (lp)=0.21478 \%$  -ADMISSÍVEL ( $dv \leq 5\%$ )
- $dv (cp)=0.15015 \%$  -ADMISSÍVEL ( $dv \leq 5\%$ )



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### 2.4. Momento flector.

#### 2.4.1. Devido às cargas verticais (Mqvt) (37)

- S:  $M_{qvt} (lp)=0.07181 \text{ kN m/m}$   $M_{qvt} (cp)=0.07641 \text{ kN m/m}$
- L:  $M_{qvt} (lp)=-0.07291 \text{ kN m/m}$   $M_{qvt} (cp)=-0.07759 \text{ kN m/m}$
- B:  $M_{qvt} (lp)=0.07566 \text{ kN m/m}$   $M_{qvt} (cp)=0.08051 \text{ kN m/m}$

#### 2.4.2. Devido às cargas laterais (Mqh) (38)

- S:  $M_{qh} (lp)=-0.01736 \text{ kN m/m}$   $M_{qh} (cp)=-0.01681 \text{ kN m/m}$
- L:  $M_{qh} (lp)=0.01736 \text{ kN m/m}$   $M_{qh} (cp)=0.01681 \text{ kN m/m}$
- B:  $M_{qh} (lp)=-0.01736 \text{ kN m/m}$   $M_{qh} (cp)=-0.01681 \text{ kN m/m}$

#### 2.4.3. Devido à reacção horizontal (Mqht) (39)

- S:  $M_{qht} (lp)=-0.04734 \text{ kN m/m}$   $M_{qht} (cp)=-0.04493 \text{ kN m/m}$
- B:  $M_{qht} (lp)=0.0544 \text{ kN m/m}$   $M_{qht} (cp)=0.05163 \text{ kN m/m}$
- L:  $M_{qht} (lp)=-0.04734 \text{ kN m/m}$   $M_{qht} (cp)=-0.04493 \text{ kN m/m}$

#### 2.4.4. Devido ao peso do tubo (Mt) (40)

- S:  $M_t (lp)=0.00037 \text{ kN m/m}$   $M_t (cp)=0.00037 \text{ kN m/m}$
- L:  $M_t (lp)=-0.00043 \text{ kN m/m}$   $M_t (cp)=-0.00043 \text{ kN m/m}$
- B:  $M_t (lp)=0.00051 \text{ kN m/m}$   $M_t (cp)=0.00051 \text{ kN m/m}$

#### 2.4.5. Devido ao peso da água (Ma) (41)

- S:  $M_a (lp)=0.00574 \text{ kN m/m}$   $M_a (cp)=0.00574 \text{ kN m/m}$
- L:  $M_a (lp)=-0.00664 \text{ kN m/m}$   $M_a (cp)=-0.00664 \text{ kN m/m}$
- B:  $M_a (lp)=0.00785 \text{ kN m/m}$   $M_a (cp)=0.00785 \text{ kN m/m}$

#### 2.4.6. Devido à acção da água exterior (Mpa) (42)

- S:  $M_{pa} (lp)=0 \text{ kN m/m}$   $M_{pa} (cp)=0 \text{ kN m/m}$
- L:  $M_{pa} (lp)=0 \text{ kN m/m}$   $M_{pa} (cp)=0 \text{ kN m/m}$
- B:  $M_{pa} (lp)=0 \text{ kN m/m}$   $M_{pa} (cp)=0 \text{ kN m/m}$

#### 2.4.7. Momento flector total (M) (43)

- S:  $M (lp)=0.01323 \text{ kN m/m}$   $M (cp)=0.02079 \text{ kN m/m}$
- L:  $M (lp)=-0.00823 \text{ kN m/m}$   $M (cp)=-0.01623 \text{ kN m/m}$
- B:  $M (lp)=0.01933 \text{ kN m/m}$   $M (cp)=0.02714 \text{ kN m/m}$



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### 2.5. Forças axiais

#### 2.5.1. Devido às cargas verticais (Nqvt) (45)

- S: Nqvt (lp)=0.0514 kN m/m Nqvt (cp)=0.05469 kN m/m
- L: Nqvt (lp)=-1.90352 kN m/m Nqvt (cp)=-2.02554 kN m/m
- B: Nqvt (lp)=-0.0514 kN m/m Nqvt (cp)=-0.05469 kN m/m

#### 2.5.2. Devido às cargas laterais (Nqh) (46)

- S: Nqh (lp)=-0.48028 kN m/m Nqh (cp)=-0.46506 kN m/m
- L: Nqh (lp)=0 kN m/m Nqh (cp)=0 kN m/m
- B: Nqh (lp)=-0.48028 kN m/m Nqh (cp)=-0.46506 kN m/m

#### 2.5.3. Devido à reacção horizontal (Nqht) (47)

- S: Nqht (lp)=-1.044 kN m/m Nqht (cp)=-0.99087 kN m/m
- L: Nqht (lp)=0 kN m/m Nqht (cp)=0 kN m/m
- B: Nqht (lp)=-1.044 kN m/m Nqht (cp)=-0.99087 kN m/m

#### 2.5.4. Devido ao peso do tubo (Nt) (48)

- S: Nt (lp)=0.0017 kN m/m Nt (cp)=0.0017 kN m/m
- L: Nt (lp)=-0.01068 kN m/m Nt (cp)=-0.01068 kN m/m
- B: Nt (lp)=-0.0017 kN m/m Nt (cp)=-0.0017 kN m/m

#### 2.5.5. Devido ao peso da água (Na) (49)

- S: Na (lp)=0.13058 kN m/m Na (lp)=0.13058 kN m/m
- L: Na (lp)=0.04492 kN m/m Na (lp)=0.04492 kN m/m
- B: Na (lp)=0.28727 kN m/m Na (lp)=0.28727 kN m/m

#### 2.5.6. Devido à acção da água exterior (Npa) (50)

- S: Npa (lp)=0 kN m/m Npa (cp)=0 kN m/m
- L: Npa (lp)=0 kN m/m Npa (cp)=0 kN m/m
- B: Npa (lp)=0 kN m/m Npa (cp)=0 kN m/m

#### 2.5.7. Força axial total (N) (44)

- S: N (lp)=-1.34061 kN m/m N (cp)=-1.26896 kN m/m
- L: N (lp)=-1.86929 kN m/m N (cp)=-1.9913 kN m/m
- B: N (lp)=-1.29011 kN m/m N (cp)=-1.22505 kN m/m



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### 2.6. Esforços tangenciais máximos. (51)

- S: Longo prazo: 0.2912 kN/mm<sup>2</sup> Curto prazo: 0.61788 kN/mm<sup>2</sup>
- L: Longo prazo: -0.02484 kN/mm<sup>2</sup> Curto prazo: 0.27471 kN/mm<sup>2</sup>
- B: Longo prazo: 0.55343 kN/mm<sup>2</sup> Curto prazo: 0.88907 kN/mm<sup>2</sup>

### 2.7. Verificação do esforço tangencial (coef. de segurança à rotura) (54)

Na parte superior:

- Longo prazo: 58.37863 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 63.11876 --ADMISSÍVEL (>2.5)

Na parte lateral:

- Longo prazo: 684.30887 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 141.96919 --ADMISSÍVEL (>2.5)

Na parte da Base:

- Longo prazo: 30.71756 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 43.86614 --ADMISSÍVEL (>2.5)

### 2.8. Estabilidade (Coeficientes de segurança ao esmagamento).

- Devido às cargas do solo: (56)
- Longo prazo: 82.78402 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 155.71915 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Devido à ação da água exterior: (58)
- Longo prazo: 349.62633 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 873.859 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Devido à ação conjunta do solo e da água exterior: (60)
- Longo prazo: 66.9352 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 132.16732 --ADMISSÍVEL (>2.5)

---

RESULTADO ADMISSÍVEL para tubo Dn=315mm.



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### RECOBRIMENTO MÁXIMO (1.58m)

#### 1. Parâmetros de cálculo

##### 1.1. Características do tubo

- Material do tubo: PPc, Diâmetro nominal, Dn=315 mm
- Espessura média, e=5.2282 mm
- Raio médio, Rm=144.543 mm
- Peso específico de PP-B, Yt= 9 kN/m<sup>3</sup>
- esforço tang. de projecto à tracção de PP-B(Curto prazo), Sigma-t=39 N/mm<sup>2</sup>
- esforço tang. de projecto à tracção de PP-B (Longo prazo), Sigma-t=17 N/mm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidade de PP-B (Curto prazo), Et=1250 N/mm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidade de PP-B (Longo prazo), Et=312 N/mm<sup>2</sup>
- Pressão de água exterior, Pe= 0 kg/cm<sup>2</sup>

##### 1.2. Características da instalação

- Instalação em: Vala
- Altura da vala, H1=1.58 m
- Largura da vala, B1=0.82 m
- Inclinação do talude, Beta=90°
- Altura capa freática, Ha= 0 m
- Apoio sobre material granular compactado (Tipo A)
- Ângulo de apoio, 2alpha=120°
- Tipo de enchimento: Medianamente coesivo
- Enchimento da vala compactado por camadas em toda a altura
- Peso específico do material de enchimento, Y1=20 kN/m<sup>3</sup>
- Módulos de compressão do enchimento, E1=16 N/mm<sup>2</sup> E2=16 N/mm<sup>2</sup>
- Módulos de compressão do terreno, E3=14 N/mm<sup>2</sup> E4=14 N/mm<sup>2</sup>

##### 1.3. Sobrecargas, Tráfego e Pavimentação

- Tipo de tráfego: Pesado (>39t)
- Sobrecarga concentrada devida ao tráfego, P<sub>c</sub>= 100 kN
- Distância entre rodas do veículo, a=2 m
- Distância entre eixos do veículo, b=1.5 m
- Número de eixos dos veículos: 3
- Sobrecarga repartida, P<sub>d</sub>= 0 kN
- Altura 1<sup>a</sup> camada de Pavimentação, h1=013 m
- Altura 2<sup>a</sup> camada de Pavimentação, h2=0.20 m
- Módulos de compressão das camadas, E<sub>f1</sub>=2000 N/mm<sup>2</sup> E<sub>f2</sub>=1000 N/mm<sup>2</sup>



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### 1.4. Classe de segurança aplicada

Normal: A (2.5)

(Claves: cp=Curto prazo, lp=Longo prazo, S=Superior, L=Lateral, B=Base)

## 2. Acções sobre o tubo.

### 2.1. Pressões verticais sobre o tubo

- Devida às cargas do solo:  $qv (lp) = 17.61798 \text{ kN/m}^2$   $qv (cp) = 18.83262 \text{ kN/m}^2$  (2)
- Devida a sobrecargas concentradas:  $Pvc (lp) = 0.09368 \text{ kN/m}^2$   $Pvc (cp) = 0.09368 \text{ kN/m}^2$  (30)
- Devida a sobrecargas repartidas:  $Pvr (lp) = 0 \text{ kN/m}^2$   $Pvr (cp) = 0 \text{ kN/m}^2$  (34)
- Pressão vertical total:  $qvt (lp) = 17.71166 \text{ kN/m}^2$   $qvt (cp) = 18.9263 \text{ kN/m}^2$  (45)

### 2.2. Pressões laterais sobre o tubo

Pressão lateral total do solo:  $qht (lp) = 16.74645 \text{ kN/m}^2$   $qht (cp) = 16.00078 \text{ kN/m}^2$  (28)

### 2.3. Deformação do tubo (36)

- $dv (lp) = 0.28659\% -\text{ADMISSÍVEL}$  ( $dv \leq 5\%$ )
- $dv (cp) = 0.20174\% -\text{ADMISSÍVEL}$  ( $dv \leq 5\%$ )

## 2.4. Momento fletor.

### 2.4.1. Devido às cargas verticais (Mqvt) (37)

- S:  $Mqvt (lp) = 0.09658 \text{ kN m/m}$   $Mqvt (cp) = 0.1032 \text{ kN m/m}$
- L:  $Mqvt (lp) = -0.09806 \text{ kN m/m}$   $Mqvt (cp) = -0.10479 \text{ kN m/m}$
- B:  $Mqvt (lp) = 0.10176 \text{ kN m/m}$   $Mqvt (cp) = 0.10874 \text{ kN m/m}$

### 2.4.2. Devido às cargas laterais (Mqh) (38)

- S:  $Mqh (lp) = -0.02389 \text{ kN m/m}$   $Mqh (cp) = -0.02309 \text{ kN m/m}$
- L:  $Mqh (lp) = 0.02389 \text{ kN m/m}$   $Mqh (cp) = 0.02309 \text{ kN m/m}$
- B:  $Mqh (lp) = -0.02389 \text{ kN m/m}$   $Mqh (cp) = -0.02309 \text{ kN m/m}$



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### 2.4.3. Devido à reacção horizontal (Mqht) (39)

- S:  $M_{qht} (lp) = -0.06333 \text{ kN m/m}$   $M_{qht} (cp) = -0.06051 \text{ kN m/m}$
- L:  $M_{qht} (lp) = 0.07277 \text{ kN m/m}$   $M_{qht} (cp) = 0.06953 \text{ kN m/m}$
- B:  $M_{qht} (lp) = -0.06333 \text{ kN m/m}$   $M_{qht} (cp) = -0.06051 \text{ kN m/m}$

### 2.4.4. Devido ao peso do tubo (Mt) (40)

- S:  $M_t (lp) = 0.00037 \text{ kN m/m}$   $M_t (cp) = 0.00037 \text{ kN m/m}$
- L:  $M_t (lp) = -0.00043 \text{ kN m/m}$   $M_t (cp) = -0.00043 \text{ kN m/m}$
- B:  $M_t (lp) = 0.00051 \text{ kN m/m}$   $M_t (cp) = 0.00051 \text{ kN m/m}$

### 2.4.5. Devido ao peso da água (Ma) (41)

- S:  $M_a (lp) = 0.00574 \text{ kN m/m}$   $M_a (cp) = 0.00574 \text{ kN m/m}$
- L:  $M_a (lp) = -0.00664 \text{ kN m/m}$   $M_a (cp) = -0.00664 \text{ kN m/m}$
- B:  $M_a (lp) = 0.00785 \text{ kN m/m}$   $M_a (cp) = 0.00785 \text{ kN m/m}$

### 2.4.6. Devido à acção da água exterior (Mpa) (42)

- S:  $M_{pa} (lp) = 0 \text{ kN m/m}$   $M_{pa} (cp) = 0 \text{ kN m/m}$
- L:  $M_{pa} (lp) = 0 \text{ kN m/m}$   $M_{pa} (cp) = 0 \text{ kN m/m}$
- B:  $M_{pa} (lp) = 0 \text{ kN m/m}$   $M_{pa} (cp) = 0 \text{ kN m/m}$

### 2.4.7. Momento fletor total (M) (43)

- S:  $M (lp) = 0.01548 \text{ kN m/m}$   $M (cp) = 0.02572 \text{ kN m/m}$
- L:  $M (lp) = -0.00848 \text{ kN m/m}$   $M (cp) = -0.01923 \text{ kN m/m}$
- B:  $M (lp) = 0.02291 \text{ kN m/m}$   $M (cp) = 0.0335 \text{ kN m/m}$

## 2.5. Forças axiais

### 2.5.1. Devido às cargas verticais (Nqvt) (45)

- S:  $N_{qvt} (lp) = 0.06912 \text{ kN m/m}$   $N_{qvt} (cp) = 0.07386 \text{ kN m/m}$
- L:  $N_{qvt} (lp) = -2.5601 \text{ kN m/m}$   $N_{qvt} (cp) = -2.73566 \text{ kN m/m}$
- B:  $N_{qvt} (lp) = -0.06912 \text{ kN m/m}$   $N_{qvt} (cp) = -0.07386 \text{ kN m/m}$

### 2.5.2. Devido às cargas laterais (Nqh) (46)

- S:  $N_{qh} (lp) = -0.66099 \text{ kN m/m}$   $N_{qh} (cp) = -0.63909 \text{ kN m/m}$
- L:  $N_{qh} (lp) = 0 \text{ kN m/m}$   $N_{qh} (cp) = 0 \text{ kN m/m}$
- B:  $N_{qh} (lp) = -0.66099 \text{ kN m/m}$   $N_{qh} (cp) = -0.63909 \text{ kN m/m}$



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### 2.5.3. Devido à reacção horizontal (Nqht) (47)

- S: Nqht (lp)=-1.39668 kN m/m Nqht (cp)=-1.33449 kN m/m
- L: Nqht (lp)=0 kN m/m Nqht (cp)=0 kN m/m
- B: Nqht (lp)=-1.39668 kN m/m Nqht (cp)=-1.33449 kN m/m

### 2.5.4. Devido ao peso do tubo (Nt) (48)

- S: Nt (lp)=0.0017 kN m/m Nt (cp)=0.0017 kN m/m
- L: Nt (lp)=-0.01068 kN m/m Nt (cp)=-0.01068 kN m/m
- B: Nt (lp)=-0.0017 kN m/m Nt (cp)=-0.0017 kN m/m

### 2.5.5. Devido ao peso da água (Na) (49)

- S: Na (lp)=0.13058 kN m/m Na (lp)=0.13058 kN m/m
- L: Na (lp)=0.04492 kN m/m Na (lp)=0.04492 kN m/m
- B: Na (lp)=0.28727 kN m/m Na (lp)=0.28727 kN m/m

### 2.5.6. Devido à acção da água exterior (Npa) (50)

- S: Npa (lp)=0 kN m/m Npa (cp)=0 kN m/m
- L: Npa (lp)=0 kN m/m Npa (cp)=0 kN m/m
- B: Npa (lp)=0 kN m/m Npa (cp)=0 kN m/m

### 2.5.7. Força axial total (N) (44)

- S: N (lp)=-1.85627 kN m/m N (cp)=-1.76743 kN m/m
- L: N (lp)=-2.52586 kN m/m N (cp)=-2.70143 kN m/m
- B: N (lp)=-1.84122 kN m/m N (cp)=-1.76187 kN m/m

## 2.6. Esforços tangenciais máximos. (51)

- S: Longo prazo: 0.28564 kN/mm<sup>2</sup> Curto prazo: 0.72621 kN/mm<sup>2</sup>
- L: Longo prazo: -0.14061 kN/mm<sup>2</sup> Curto prazo: 0.26039 kN/mm<sup>2</sup>
- B: Longo prazo: 0.59607 kN/mm<sup>2</sup> Curto prazo: 1.04954 kN/mm<sup>2</sup>



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### 2.7. Verificação do esforço tangencial (coef. de segurança à rotura) (54)

Na parte superior:

- Longo prazo: 59.51562 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 53.70312 --ADMISSÍVEL (>2.5)

Na parte lateral:

- Longo prazo: 120.90042 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 149.77292 --ADMISSÍVEL (>2.5)

Na parte da Base:

- Longo prazo: 28.51997 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 37.15915 --ADMISSÍVEL (>2.5)

### 2.8. Estabilidade (Coeficientes de segurança ao esmagamento).

Devido às cargas do solo: (56)

- Longo prazo: 61.55285 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 115.29737 --ADMISSÍVEL (>2.5)

Devido à acção da água exterior: (58)

- Longo prazo: 349.62633 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 873.859 --ADMISSÍVEL (>2.5)

Devido à acção conjunta do solo e da água exterior: (60)

- Longo prazo: 52.33849 --ADMISSÍVEL (>2.5)
- Curto prazo: 101.85816 --ADMISSÍVEL (>2.5)

---

RESULTADO ADMISSÍVEL para tubo Dn=315mm.





## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

**NIPPON KOEI MOZAMBIQUE**

 **ENGIDRO**  
engineering solutions

 **AGRI.PRO AMBIENTE**

Concepção de Planos, Estudos de Engenharia e Projecto Executivo de Infra-estruturas Integradas em Assentamentos Informais

Projecto de Transformação Urbana de Maputo

## ANEXO II.2 – DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DAS VALAS DE DRENAGEM





## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### ANEXO II.2 – DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DAS VALAS DE DRENAGEM

#### Índice

1.	INTRODUÇÃO .....	2
1.1	Tipologia de Valas Consideradas em Projecto	2
2.	DEMONSTRAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DAS VALAS .....	3
2.1	Vala Tipo 1	3
2.2	Vala Tipo 2	5
2.3	Vala tipo 3	6
2.4	Vala tipo 4	6
2.5	Vala tipo 5	8



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### 1. Introdução

#### 1.1 TIPOLOGIA DE VALAS CONSIDERADAS EM PROJECTO

Tipologia de Vala	Dimensões (m)		Espessura Parede e Laje de Fundo (m)	Espessura das Lajetas da Cobertura (m)	Armaduras		Armaduras das lajetas de cobertura
	b	h(máx)	e	e1	Horizontal (Arh)	Vertical (Arv)	(Arc)
1	0.40	0.99	0.15	0.15	Ø10 af 0.30	Ø10 af 0.20	Ø10 af 0.20
2	0.50	0.71	0.15	0.18	Ø10 af 0.30	Ø10 af 0.20	Ø10 af 0.20
3	0.60	0.95	0.15	0.18	Ø10 af 0.30	Ø10 af 0.20	Ø10 af 0.20
4	0.70	0.95	0.20	0.2	Ø10 af 0.25	Ø10 af 0.40 + Ø12 af 0.40	Ø10 af 0.10
5	0.90	1.72	0.20	0.2	Ø10 af 0.25	Ø10 af 0.40 + Ø12 af 0.40	Ø10 af 0.10
6	1.50	2.41	0.25	0.25	Ø10 af 0.20	Ø12 af 0.20	Ø10 af 0.10

Concepção de Planos, Estudos de Engenharia e Projecto Executivo de Infra-estruturas Integradas em Assentamentos Informais

2 Projecto de Transformação Urbana de Maputo



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

## 2. Demonstração do Dimensionamento Estrutural das Valas

### 2.1 VALA TIPO 1

#### 2.1.1 Dimensões

- Altura da vala interior máxima,  $h=0,9\text{ m}$
- Largura da vala interior,  $b=0,4\text{ m}$

#### 2.1.2 Paredes Verticais

- $h=0,15\text{ m}$
- $d=0,11\text{ m}$

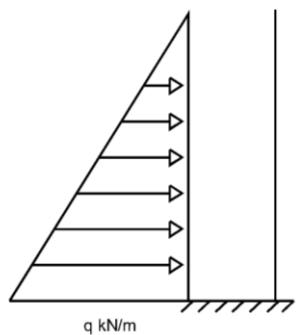
### Ações

P.P do Terreno = $20\text{kN/m}^3$

Coeficiente de impulso sem repouso = 0,5

### Modelo de Cálculo

$$q=20 \times 0,5 \times 0,9 = 9\text{ kN/m}$$



$$M_{sd} = 1,5 \times 9 \times (0,9/2) \times (0,9/3) = 1,8\text{ kNm/m}$$

$$V_{sd} = 1,5 \times 9 \times (0,9/2) = 6,1\text{ kN/m}$$

$$\mu = 0,014$$

$$\omega = 0,014$$

$$As = 0,47\text{ m}^2/\text{m}$$

$$\varnothing 10/20$$

$$V_{cd} = 0,11 \times 650 \times 0,9 \times (1,6 - 0,11) = 95,8\text{ kN/m}$$

$$V_{cd} > V_{sd}$$



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### 2.1.3 LAJETA

### 2.1.4 Dimensões

b = 0,4 m

l<sub>x</sub> = 0,70 m

h = 0,15 m

d = 0,11 m

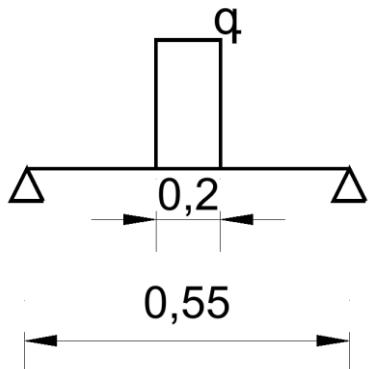
### 2.1.5 Ações

Sobrecarga = 10 kN/m<sup>2</sup>

Rodado tipo I = 100 kN

P.P do betão 25 kN/m<sup>3</sup>

### 2.1.6 Esforços



q = 100 kN/m

$$M_{sd} = 1,5 \times 50 \times 0,275 + (3,75 \times 0,55^2)/8 \times 1,5 = 20,8 \text{ kNm/m}$$

$$V_{sd} = 1,5 \times 50 = 75 \text{ kN/m}$$

### 2.1.7 Armaduras

Altura, h = 0,15 m

Largura, b = 0,11 m

$$\mu = 0,00163 \quad \omega = 0,098 \quad As = 5,2 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \emptyset 10//.10$$

$$V_{cd} = 0,11 \times 650 \times 0,9 \times (1,6-0,11) = 95,8 \text{ kN/m}$$

$$V_{sd} = 1,5 \times 50 = 75 \text{ kN/m}$$

$$V_{cd} > V_{sd}$$

Concepção de Planos, Estudos de Engenharia e Projecto Executivo de Infra-estruturas Integradas em Assentamentos Informais



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### 2.2 VALA TIPO 2

#### 2.2.1 Dimensões

- Altura da vala interior,  $h=0,67\text{ m}$
- Largura da vala interior,  $b=0,5\text{ m}$

#### 2.2.2 Paredes Verticais

A altura da parede é inferior à Vala Tipo I e possui a mesma armadura e espessura de parede, estando verificada a segurança estrutural.

#### 2.2.3 LAJETA

#### 2.2.4 Dimensões

$$b_{max} = 0,6\text{ m}$$

$$l_x = 0,90\text{ m} \quad h=0,15\text{ m} \quad d=0,11\text{ m}$$

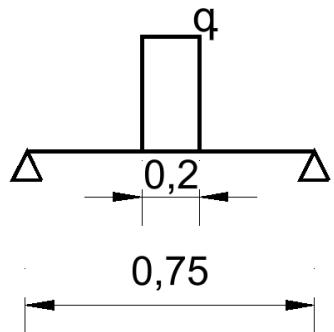
#### 2.2.5 Ações

$$\text{Sobrecarga} = 10\text{ kN/m}^2$$

$$\text{Rodado tipo I} = 100\text{ kN}$$

$$\text{P.P do betão} 25\text{ kN/m}^3$$

#### 2.2.6 Esforços



$$q = 100\text{ kN/m}$$

$$M_{sd} = 1,5 \times 50 \times 0,375 + (3,75 \times 0,9^2)/8 \times 1,5 = 28,7\text{ kNm/m}$$

$$V_{sd} = 1,5 \times 50 = 75\text{ kN/m}$$



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### 2.2.7 Armaduras

Altura,  $h=0,14\text{ m}$

Largura,  $b=0,11\text{ m}$

$$\mu = 0,086 \quad \omega = 0,092 \quad As = 6,2\text{ cm}^2/\text{m} \quad \varnothing 10//.10$$

$$V_{cd} = 0,11 \times 650 \times 0,9 \times (1,6-0,11) = 95,8\text{ kN/m}$$

$$V_{sd} = 1,5 \times 50 = 75\text{ kN/m}$$

$$V_{cd} > V_{sd}$$

### 2.3 VALA TIPO 3

#### 2.3.1 Dimensões

- Altura da vala interior,  $h=0,60\text{ m}$
- Largura da vala interior,  $b=0,73\text{ m}$

#### 2.3.2 Paredes Verticais

A altura da parede vertical  $0,73\text{m}$  é inferior à altura da parede vertical tipo I ( $0,90$ ) donde considera-se verificada a segurança estrutural.

#### 2.3.3 Lajeta

Igual a vala Tipo 2

### 2.4 VALA TIPO 4

#### 2.4.1 Dimensões

- Altura da vala interior,  $h=1,55\text{ m}$
- Largura da vala interior,  $b=0,80\text{ m}$

#### 2.4.2 Paredes Verticais

A altura da parede vertical é idêntica à Vala Tipo IV, a qual verifica a segurança

#### 2.4.3 LAJETA

#### 2.4.4 Dimensões

$$b = 0,9\text{ m}$$



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

$l_x = 1,10 \text{ m}$

$h=0,20 \text{ m}$

$d=0,16 \text{ m}$

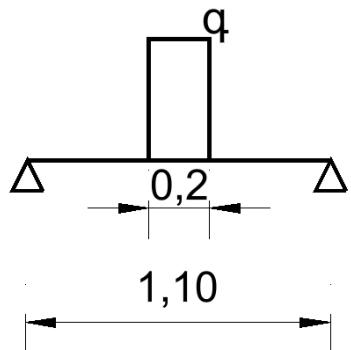
### 2.4.5 Ações

Sobrecarga =  $10 \text{ kN/m}^2$

Rodado tipo I =  $100 \text{ kN}$

P.P do betão  $25 \text{ kN/m}^3$

### 2.4.6 Esforços



$q = 100 \text{ kN/m}$

$$M_{sd} = 1,5 \times 50 \times 0,55 + (3,75 \times 1,3^2)/8 \times 1,5 = 42,8 \text{ kNm/m}$$

$$V_{sd} = 1,5 \times 50 + 0,2 \times 20 + 1,3/2 \times 1,5 = 78,9 \text{ kN/m}$$

### 2.4.7 Armaduras

Altura,  $h=0,16 \text{ m}$

$$\mu = 0,097 \quad \omega = 0,101 \quad As = 7,8 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 5\varnothing 12 + 5\varnothing 10$$

$$V_{cd} = 0,9 \times 650 \times 0,16 \times (1,6-0,16) = 134,8 \text{ kN/m}$$

$$V_{sd} = 1,5 \times 50 + 0,2 \times 20 + 1,3/2 \times 1,5 = 78,9 \text{ kN/m}$$

$$V_{cd} > V_{sd}$$



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

### 2.5 VALA TIPO 5

#### 2.5.1 Dimensões

- Altura da vala interior,  $h=2,28\text{ m}$
- Largura da vala interior,  $b=1,50\text{ m}$

#### 2.5.2 Paredes Verticais

Altura da parede,  $h=0,25$

Largura da parede,  $d=0,21$

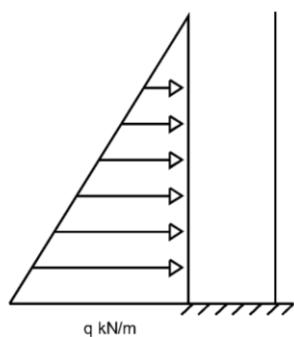
#### Ações

P.P do Terreno =  $20\text{kN/m}^3$

Coeficiente de impulso sem repouso = 0,5

#### Modelo de Cálculo

$$q=2,28 \times 20 \times 0,5 = 22,8 \text{ kN/m}$$



$$M_{sd} = 1,5 \times 22,8 \times (2,28 / 2) \times (2,28/3)) = 29,6 \text{ kNm/m}$$

$$V_{sd} = 1,5 \times (22,8 \times 2,28 ) / 2 = 38,9 \text{ kN/m}$$

#### 2.5.3 Armaduras

$h=0,25\text{ m}$

$d=0,21\text{ m}$

$$\mu = 0,063 \quad \omega = 0,068 \quad As = 4,39 \text{ m}^2/\text{m} \quad \varnothing 12//.20$$



## CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

2.5.4 Lajeta

2.5.5 Dimensões

$$b = 1,5 \text{ m}$$

$$lx = 1,75 \text{ m}$$

$$h=0,25 \text{ m}$$

$$d=0,21 \text{ m}$$

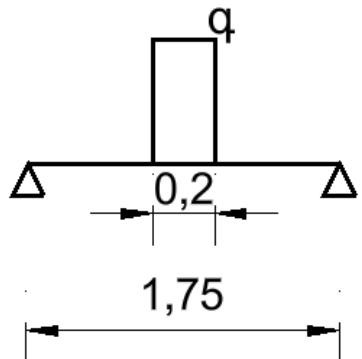
2.5.6 Ações

$$\text{Sobrecarga} = 10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Rodado tipo I} = 100 \text{ kN}$$

$$\text{P.P do betão} 25 \text{ kN/m}^3$$

2.5.7 Esforços



$$q = 100 \text{ kN/m}$$

$$M_{sd} = 1,5 \times (0,25 \times 25 \times 1,75^2)/8 + 1,5 \times 50 \times 0,875 = 69,2 \text{ kNm/m}$$

$$V_{sd} = 1,5 \times 0,25 \times 25 \times 1 + 1,5 \times 50 = 84,4 \text{ kN/m}$$

2.5.8 Armaduras

Altura,  $h=0,21 \text{ m}$

$$\mu = 0,093 \quad \omega = 0,099 \quad As = 10,0 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 10\varnothing 12$$

$$V_{cd} = 0,9 \times 650 \times 0,21 \times (1,6-0,21) = 170,8 \text{ kN/m}$$

$$V_{sd} = 1,5 \times 0,25 \times 25 \times 1 + 1,5 \times 50 = 84,4 \text{ kN/m}$$

$$V_{cd} > V_{sd}$$

