ANEXO X

ARMCO STACO S.A. Indústria. Metalúrgica	**MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR**	Nº 1
	CLIENTE: DAE - Departamento de Águas e Esgoto de Jundiaí	FOLHA
	EMPREENDIMENTO: POÇO VERTICAL	

TÍTULO:
TUNNEL LINER ∅ 3,00m – Espessura de chapa 2,50 mm(sem revestimento). ALTURA DE ATERRO 5,10m

ÍNDICE DE REVISÕES

REVISÃO	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	Emissão Preliminar

	REV. 0	REV. 1	REV. 2	REV. 3	REV. 4	REV. 5	REV. 6	REV. 7
DATA	25-04-18							
EXECUÇÃO	CBAHIA							
VERIFICAÇÃO	LAMP							
APROVAÇÃO								

1.0 – OBJETIVO

Esta memória de cálculo tem por objetivo apresentar o pré-dimensionamento estrutural de um poço com diâmetro 3,00m, submetido aterro de 5,10m.

2.0 – NORMAS E ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS:

2.1 - Da AASHTO – American Association of State Highway ant Transportation Officials, Seção 16 do Standart Specifications for Highway Bridges.

3.0 - MATERIAL A SER USADO:

Chapas de aço corrugadas espessuras de 2,70mm(2,50mm- chapa negra):

Ligações principais: parafusos, porcas e arruelas: ASTM A-307 e ASTM A449.

4.0 - DIMENSIONAMENTO .

4.0 1 ***Dimensionamento.***

O procedimento deste cálculo tem como base o Handbook of Steel Drainage e Highway Construction Products, paginas 378 à 397, publicado pela American Iron Steel Institute - 5' Edição - 1994.

CRITÉRIOS PARA O DIMENSIONAMENTO:

PRODUTO :	**TUNNEL LINER CIRCULAR**
DIÂMETRO:	**3,00m**
ESPESSURA DE CHAPA :	**2,50mm (sem revestimento)**
PROF. DO ATERRO ADOTADO:	**5,10m**
ANGULO DE ATRITO DO SOLO =	**0 graus**
PESO ESPECIFICO DO SOLO =	**1922 kg/m^3**
TREM TIPO :	**sem tráfego**

Nomenclaturas adotadas:

- fu = Limite de escoamento do aço = adotado 2.320 kg/cm^2 ;
- Fb = Pressão na chapa (kg/cm^2);
- Fc = Pressão máxima com fator de segurança (kg/cm^2);
- K = Fator que depende do angulo de atrito interno do solo = 0,22 ($\varnothing > 15^0$) ou 0,42 ($\varnothing < 15^0$);
- $\varnothing$ = Angulo de Atrito Interno do solo (^{0}) ;
- D = Diâmetro do tubo (cm);
- Dc = Diâmetro critico (cm);
- r = raio de giração da chapa = (cm) (TABELA I);
- E = módulo de elasticidade do aço = 2.110.000 kg/cm^2 **;**
- A = Área da seção da chapa de aço (cm^2/m) (TABELA I)**;**
- An = Área necessária da seção da chapa de aço (cm^2/m)**;**
- FSc = Fator segurança na costura = 3**;**
- CF = Coeficiente de flexibilidade para condições normais de instalação = 0,112 **;**
- Rc= Resistência da costura (Kg/m) (TABELA II)**;**
- γ = Peso especifico = 1922 kg/m^3;

4.1.1 *Cálculo da Carga Morta(CM).*

$Pd = Cd \times \gamma \times D$

H/D = 5,10/3,00= 1,70 em função do ângulo de atrito gráfico Marston adotamos Cd = 1,70.

$Pd = 1{,}70 \times 1922 \times 3{,}00 = 9.802{,}20\ Kg/m^2$

Onde: D - vão ou diâmetro (m)
gama - peso específico do solo (kg/m^3)
Cd - coef. de Marston

4.1.2 *Cálculo da Carga Viva (CV) (Kg/m^2)*

CV = 0 **(Poço vertical sem Carga Viva)**

4.1.3 *Cálculo de pressão de projeto (Pp)*

$Pp = \gamma \times \{\tan[(45-\Theta)/2) \times (\pi/180)]^2\} \times H$

$Pp = 1922 \times \{\tan[(45-0)/2) \times (\pi/180)]^2\} \times 5{,}10 = 9.802{,}20\ Kg/m^2$

4.1.4 *Cálculo do esforço de Compressão (C) (kg/m)*

$C = Pp \times D / 2$
$C = 9.802{,}20 \times 3{,}00/2 = 14.703{,}30\ Kg/m$

Onde:
D = diâmetro ou vão (m)
C = esforço de compressão (kg/m)
Pp = pressão de projeto (kg/m)

4.1.5 *Calculo do Esforço Admissível na Chapa (Fc)*

Para $D < r / K \times (24 \times E / fu)^{0,5}$

Temos:

$Fb = fu - (fu^2 / 48\ E) \times (K \times D / r)^2$

Para $D > r / K \times (24 \times E / fu)^{0,5}$

Temos:

$Fb = 12 \times E / (K \times D / r)^2$
Diâmetro cm = 300 < 523,81

$Fb = 1.939,50\ kg/cm^2$

$Fc = Fb / 2$ ➔ $Fc = 969,75\ kg/cm^2$

Onde: $Fc =< Fy/2 = 1160\ kg/cm^2$, ou seja, o esforço na chapa não devera ultrapassar com segurança igual a 2, o limite de escoamento do aço.

4.1.6 *Espessura necessária da Chapa*

$An(cm^2/m) = C\ (kg/m) / Fc\ (kg/cm^2)$

$An = 14.703,30 / 969,75 = 15,1619\ cm^2/m$

Onde: An = área necessária da parede.

Em função de An, escolhe-se a espessura que tenha uma A > An **TABELA I**

An = 15,16 < 32,14 (14,69/ 0,457) cm^2/m > **VERIFICAÇÃO OK**

4.1.7 *Verificação de flexibilidade (CF)*

Fator de Flexibilidade $(CF) = (L)^2 / EI$

onde L(cm) = L(m) x 100

E= módulo de elasticidade do aço = $2,11 \times (10)^6\ kg/cm^2$

I= momento de inércia em $(cm^4/cm) = I(cm^4/m) \times 0,01$

CF max = 0,112

CF = 0,0545

CF = 0,0545 < 0,112 **VERIFICAÇÃO OK**

4.1.8 *Verificação das costuras*

Fator de Segurança na Costura = RES. ULT. NA COSTURA / C
ONDE RES. ULT. na costura é obtida por meio da tabela II
O fator de segurança na costura deve ser > 3.

F = 44.630/ 14.703,30 = 3,04 > 3 **VERIFICAÇÃO OK**

TABELA I

TABELA DE PROPRIEDADES FISICAS DAS CHAPAS DE TUNNEL LINER (Ago06)
PARA SEÇOES DE 0.457M

Espessura Nominal (negra) (mm)	Área (cm^2)	Momento de Inércia (cm4)	Módulo de Seção (cm^3)	Raio de Giração (cm)
2.00 (1.80)	10,57	25,45	9,45	1,55
2.20 (2.00)	11,74	28,29	10,50	1,55
2.70 (2.50)	14,69	35,74	13,15	1,56
3.40 (3.20)	18,78	45,32	16,47	1,55
3.90 (3.75)	22,01	53,29	19,16	1,56
4.70 (4.50)	26,39	64,08	22,74	1,56
6.50 (6.35)	36,90	90,63	31,30	1,57

TABELA II

RESISTENCIA MAXIMA DAS COSTURAS

ESPESSURA (mm)	REST. MAX (kg/m)
2,0	28.110
2,2	31.234
2,7	44.630
3,4	65.241
3,9	76.656
4,7	92.230
6,5	143.163