

Emitente:

Resp. Técnico / Projetista:
Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**

Responsável técnico / Concessionária:

Lote:

Rodovia:
SPA-122/065 – RODOVIA DOS AGRICULTORES

DE-DER:

Trecho:

km 00+000 ao km 04+250

Verificado ARTESP:

Objeto:

Memorial de Cálculos Hidráulicos

Aprovado ARTESP:

Documentos de Referência:

Documentos Resultantes:

DE-SPA122065-000.005-007-H04/001 à 006 – Projeto Executivo de Drenagem

DE-SPA122065-000.005-007-H06/001 à 003 – Perfis dos Bueiros

Observação:

0	10/04/2015	Eilaine Oliveira				
Rev.	Data	Resp. Téc./Proj.	Resp. Téc./Conces.	DE-DER	Rev. ARTESP	Aprovado - ARTESP



AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Código:

MC-SPA122065-000.005-007-H04/001

Rev.:

R0.02

Emissão:

10/04/2016

Folha:

2 de 25

Emitente:



Projetista:

Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. VAZÕES DE PROJETO	4
2.1 Método Racional.....	4
3. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	5
3.1. Pontes	7
3.2. Bueiros de Talwegue.....	11
3.3. Bueiros de Greide.....	13
3.4. Sarjetas e Valetas	16
3.5. Drenagem Subterrânea.....	24
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo apresentar à Concessionária Rota das Bandeiras a memória de cálculos hidráulicos referentes ao projeto executivo de drenagem da duplicação da SPA-122/065 do km 0+000 ao km 4+250, município de Jundiá.

A Figura 1 a seguir identifica o local em estudo.

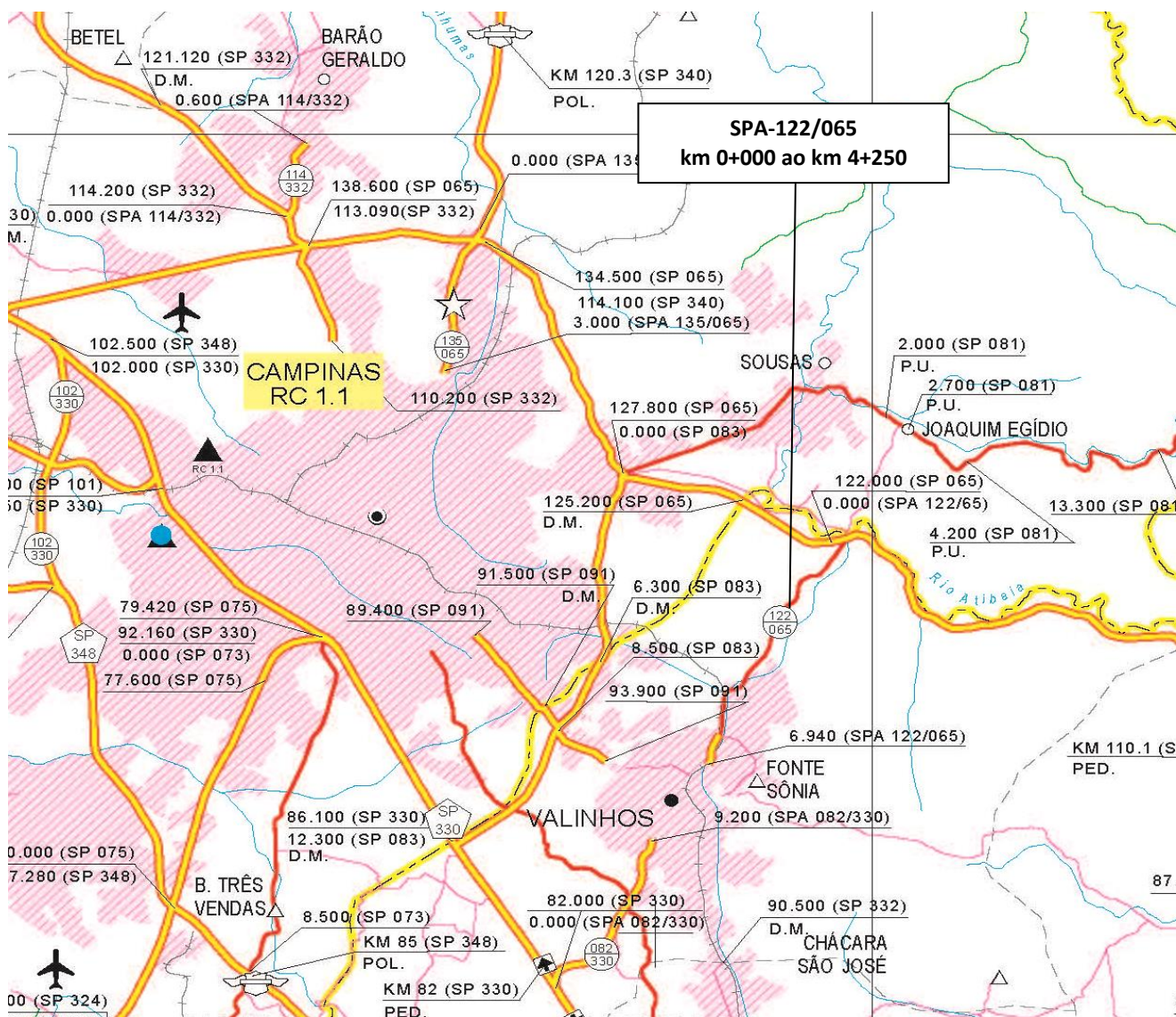


Figura 1 – Mapa de Localização

2. VAZÕES DE PROJETO.

As vazões de projeto serão determinadas por métodos aplicados em função da área da bacia, a saber:

Área da Bacia	Método
até 200 ha	Racional
de 200 ha até 10.000 ha	I-Pai-Wu

2.1 Método Racional

Aplicado para bacias com áreas até 200 ha, este método admite, como critério básico, que o pico da vazão de uma bacia hidrográfica ocorre quando toda a bacia está contribuindo, sob a ação de uma chuva de intensidade constante e uniformemente distribuída.

O método é definido pela seguinte expressão:

$$Q = \frac{c \cdot I \cdot A}{6}$$

onde:

Q = vazão de projeto, em m³/s;

c = coeficiente de escoamento superficial ("run-off");

A = área da bacia, em ha.

Foram adotados os seguintes valores para o coeficiente de escoamento superficial (C) para o cálculo da vazão de projeto dos dispositivos da plataforma estradal:

- C = 0,90, para áreas pavimentadas;
- C = 0,70, para as superfícies em taludes;
- C = 0,35, para as áreas gramadas;

para as áreas externas à plataforma estatal adotaram-se os seguintes valores:

- C = 0,60, para áreas urbanizadas ou passíveis de serem urbanizadas,
- C = 0,15 a 0,30, para áreas rurais. (C < 0,25 para talwegues secos e C ≥ 0,25 para travessias perenes).

3. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Os dispositivos de drenagem foram projetados e dimensionados para proteger a terraplenagem resultante da readequação geométrica proposta para a duplicação da rodovia SPA 122/065, conduzindo e lançando as vazões em locais seguros e bem definidos, utilizando-se sempre que possível os dispositivos existentes que apresentam bom estado de conservação.

Foram projetados os seguintes tipos de dispositivos de drenagem: sarjetas, valetas de proteção de taludes, de banquetas e de escoamento, descidas d'água, escadas hidráulicas, caixas coletoras, bocas de lobo, poços de visitas, bueiros de talvegue e de greide, dissipadores de energia e drenos de pavimento.

Os dispositivos de drenagem superficial foram dimensionados para escoar vazão de 10 anos de período de retorno, conforme os critérios a seguir, em acordo com a Instrução de Projeto de Drenagem do DER/SP – IP-DE-H00/002.

- Fórmula de Manning:

A Fórmula de Manning associada à Equação da Continuidade foi utilizada para a determinação do nível d'água e velocidade de escoamento nos bueiros, bem como para o dimensionamento das sarjetas e valetas, conforme segue:

$$V = \frac{R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n}$$

Onde:

- V: velocidade de escoamento (m/s);
- i: declividade longitudinal (m/m);
- Rh: raio hidráulico (m);
- n: coeficiente de rugosidade.

$$Q = A \cdot V$$

Onde:

- A: área molhada (m²);
- Q: vazão (m³/s).

Coeficientes de rugosidade:

Os coeficientes de rugosidade de Manning adotados foram os seguintes:

Tabela 1 – Coeficiente de Rugosidade de Manning

Tipo	n
Valetas, sarjetas e canais de concreto	0,018
Bueiros tubulares de concreto	0,016
Gabião tipo colchão	0,027

Velocidade Máxima:

As velocidades máximas de escoamento foram estabelecidas para não causar abrasão excessiva nos dispositivos com revestimento de concreto, conforme relacionados na tabela a seguir:

Tabela 2 – Velocidade Máxima

Tipo	V _{máx} (m/s)
Bueiros de concreto	4,50
Valetas revestidas de concreto	6,00

3.1. Pontes

A seguir são apresentados os cálculos dos níveis d'água das pontes projetada e existente sobre o ribeirão dos Pinheiros.

Para a determinação do coeficiente de rugosidade de manning n , foram adotados os aspectos abaixo, conforme Manual de Drenagem do DNIT:

$n = 0,040$: Cursos d'água naturais – Arroios menores – largura à superfície no estágio de inundação menor que 30,00 m – Cursos d'água limpo, sinuoso, algumas piscinas e bancos de areia e alguma vegetação.

A nova ponte será construída a jusante da existente.



Foto 1 – Ponte existente sobre o ribeirão dos Pinheiros – Gabião na margem direita



Foto 2 – Ponte existente sobre o ribeirão dos Pinheiros – Vista da margem esquerda

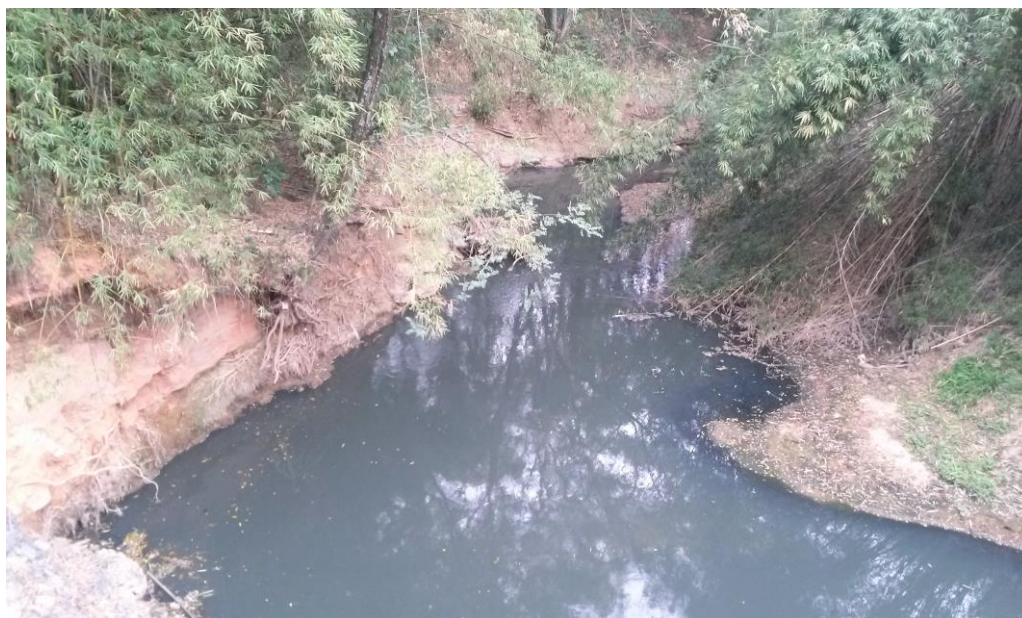


Foto 3 – Ribeirão dos Pinheiros – Vista para Montante

Emitente:



Projetista:

 Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**

DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE MÁXIMA ENCHENTE

RIO: Ribeirão dos Pinheiros

Est : 0+350 - obra existente, leito revestido - Seção S2

Hidrologia e Dados para Projeto

Seção Transversal

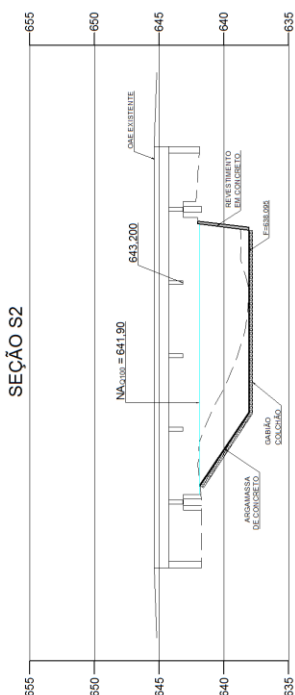
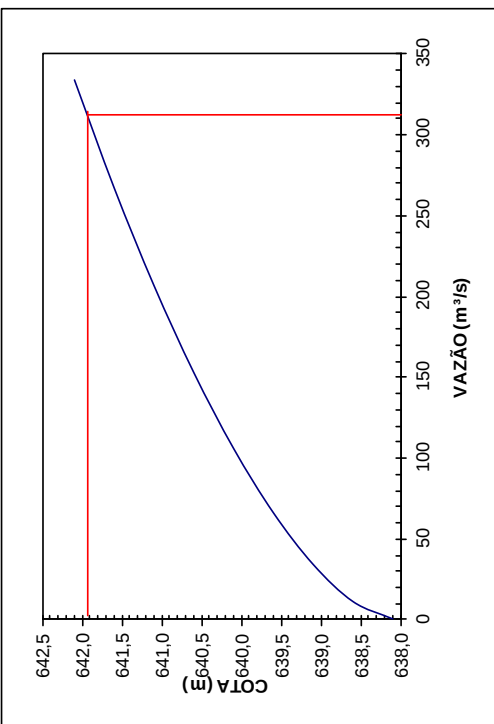


Gráfico: COTA x VAZÃO



NÍVEL DE MÁXIMA ENCHENTE - NME

COTA (m)	A (m²)	P (m)	R _H (m)	A.R _H ^{2/3}	V (m/s)	$Q = \frac{A.R_H^{2/3}.I^{1/2}}{n}$ (m³/s)
638,095	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
638,595	7,20	15,40	0,468	4,337	1,497	10,776
639,095	14,81	16,81	0,881	13,611	2,283	33,816
639,595	22,82	18,22	1,252	26,515	2,887	65,877
640,095	31,24	19,63	1,591	42,583	3,387	105,799
640,595	40,06	21,04	1,904	61,540	3,817	152,896
641,095	49,29	22,45	2,196	83,263	4,197	206,869
641,595	58,92	23,86	2,469	107,644	4,539	267,444
642,095	68,96	25,27	2,729	134,666	4,852	334,581

Emitente:



Projetista:

 Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**

DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE MÁXIMA ENCHENTE

RIO: Ribeirão dos Pinheiros

Est : 0+350 - obra nova, leito revestido - Seção S3

Hidrologia e Dados para Projeto

Seção Transversal

Bacia:

1E

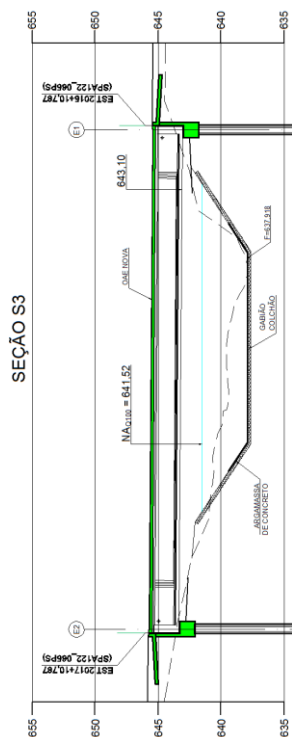
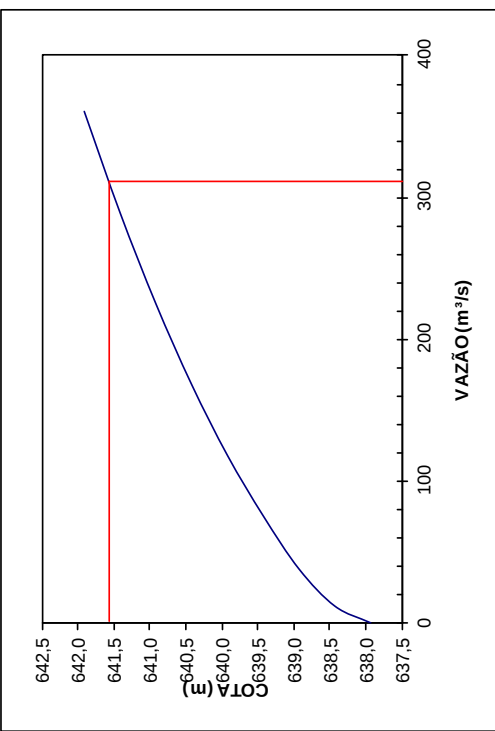
 $Q = 311,21 \text{ m}^3\text{s}$
 $Tr = 100 \text{ anos}$
 $I = 0,002 \text{ m/m}$
 $n = 0,027 \text{ (gabião manta)} \quad 0,018 \text{ (fundo revestido em concreto)} \quad h=1.50\text{m}$


Gráfico: COTA x VAZÃO



NÍVEL DE MÁXIMA ENCHENTE - NME

COTA (m)	A (m²)	P (m)	R _H (m)	$A \cdot R_H^{2/3}$	V (m/s)	$Q = A \cdot R_H^{2/3} \cdot \frac{1}{n}$ (m³/s)
637,918	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
638,418	7,88	16,80	0,469	4,757	1,500	11,819
638,918	16,53	18,60	0,889	15,280	2,297	37,963
639,418	25,91	20,40	1,270	30,387	2,914	75,498
639,918	36,01	22,20	1,622	49,713	3,283	118,222
640,418	46,89	24,00	1,954	73,281	3,588	168,263
640,918	58,52	25,80	2,268	101,025	3,851	225,386
641,418	70,90	27,60	2,569	132,986	4,085	289,640
641,918	84,03	29,40	2,858	169,236	4,298	361,145

3.2. Bueiros de Talvegue

Os bueiros de talvegue foram dimensionados analisando-se a seção de controle e as condições de escoamento.

Os bueiros com controle na entrada foram dimensionados com afogamento máximo de acordo com o critério descrito a seguir.

$$\frac{H_w}{D} \leq 1,20$$

Onde:

- HW: carga hidráulica a montante (m);
- D: diâmetro (m).

A resistência dos tubos de concreto foi calculada conforme critérios preconizados pelo “Iowa Engineering Experiment Station” e as classes dos tubos especificadas de acordo com a NBR 8890/07 - “Tubo de concreto, de seção circular, para águas pluviais e esgotos sanitários – Requisitos e métodos de ensaio”.

Estes bueiros foram projetados para assentamento sobre berço de brita ou de concreto, quando necessário, com método comum de execução de aterro.

A planilha de vazões de projeto e dimensionamento hidráulico dos bueiros que sofreram intervenção está apresentada a seguir.

BACIA KM	ESTACA	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E GEOMÉTRICAS DAS BACIAS										VAZÃO DE PROJETO						OBSERVAÇÕES
		ÁREA A (ha)	COMPRIM. L (km)	DESNIVEL H (m)	DECLIV. EQUIV. leq (m/km)	TEMPO CONC. te (min)	COEF. ESC. C	N	Tr = 25 anos		Tr = 50 anos		Tr = 100 anos					
									i (mm/min)	Qp (m³/s)	i (mm/min)	Qp (m³/s)	i (mm/min)	Qp (m³/s)				
1D	2076+03,80	36,17	0,77	91	86,50	10,00	0,48	-	2,65	7,74	2,92	8,54	3,23	9,43	Método Racional			
2D	1109+14,134	27,55	0,91	135	103,17	10,00	0,39	-	2,65	4,74	2,92	5,24	3,23	5,78	Método Racional			
3D	2152+06,58	31,08	0,63	77	109,59	10,00	0,30	-	2,65	4,12	2,92	4,55	3,23	5,02	Método Racional			
2E	2016+10,00	12815	24,99	359	6,19	336,82	-	77	0,25	217,87	0,28	261,33	0,31	311,21	SCS			

Tabela 4 – Planilha de Cálculo – Bueiros de Talvegue

DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO E VERIFICAÇÃO DE BUEIROS DE TALVEGUE												
BACIA	BUEIRO		CONTROLE		DECLIVIDADE I (%)	VAZÃO Q (m³/s)		VELOCIDADE V (m/s)	LÂMINA D'ÁGUA h (m)	PROFUN- DIDADE CRÍTICA Y _c (m)	REGIME DE ESCOAMENTO	OBSERVAÇÕES
	TIPO	DIMENSÕES (m)	ENTRADA HW / D	ENTRADA H _w (m)								
1D	BDTC	1,50	1,12	1,68	1,00	Q ₂₅	7,74	3,18	0,96	1,02	SUPERCRÍTICO	
			1,32	1,98		Q ₁₀₀	9,43	3,38	1,11	1,13	SUPERCRÍTICO	
2D	BDTC	1,20	1,17	1,40	1,00	Q ₂₅	4,74	2,80	0,83	0,85	SUPERCRÍTICO	
			1,32	1,58		Q ₁₀₀	5,78	3,02	0,98	0,93	SUBCRÍTICO	
3D	BDTC	1,20	1,06	1,27	1,00	Q ₂₅	4,12	2,72	0,75	0,79	SUPERCRÍTICO	
			1,21	1,45		Q ₁₀₀	5,02	2,83	0,87	0,88	SUPERCRÍTICO	

3.3. Bueiros de Greide

Os tubos foram dimensionados a partir da fórmula de Manning, considerando-se regime permanente e lâmina d'água máxima (Y/D) igual a 0,82.

As cargas nos tubos foram calculadas também conforme critérios do "Iowa Engineering Experiment Station" e as classes dos tubos foram especificadas de acordo com a NBR-8890/07 – "Tubo de concreto, de seção circular, para águas pluviais e esgotos sanitários – Requisitos e métodos de ensaio".

A seguir apresenta-se a planilha de cálculo dos bueiros de greide.

Emitente:



Projetista:

Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**

Tabela 5 – Planilha de Cálculo – Bueiros de Greide

PLANILHA DE CÁLCULO – BUEIROS DE GREIDE E REDE COLETORA															
LOCALIZAÇÃO NO TRECHO		DISPOSITIVO		SUB-ÁREAS DRENAGEM A (ha)	COEF. DEESCO- AMENTO C	SUB-ÁREAS C	TOTAL ACUMUL. (A+C)	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO		INTENS. DE PLUVIOMETRICA I (mm/min)	VAZÃO DE PROJEITO Q (m³/s)	DRENOPLOVIAL PROPOSTO			OBS
INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL					PERCURSO T _p (min.)	TOTAL ACUMUL. (min.)			DÁMETRO D (m)	COMPRI- MENTO L (m)	DECLIV. DADE I (mm)	
							TR= 10 anos					n = 0.018			
2005+05,799	2003+15,00	CX-6A	CX-3	0,10	0,85	0,09	0,09		10,00	2,32	0,033	0,80	29,00	0,0025	0,18
2009+15,00	202+08,00	CX-3	CX EXISTENTE	0,16	0,85	0,14	0,22	0,88	10,88	2,26	0,083	0,80	22,50	0,0025	0,28
2009+15,22	2009+15,22	CX-6A	BOCA	0,08	0,85	0,07	0,07		10,00	2,32	0,026	0,80	13,50	0,0100	0,12
2020+15,00	2019+15,00	CX-1	BOCA	0,82	0,85	0,70	0,70		10,00	2,32	0,270	0,60	18,00	0,0100	0,57
2042+05,09	2042+05,09	CX-1	CX EXISTENTE	4,44	0,30	1,33	1,33		10,00	2,32	0,516	0,60	6,50	0,0128	0,82
2052+03,00	2052+03,00	CX-1	CX EXISTENTE	3,42	0,30	1,03	1,03		10,00	2,32	0,397	0,60	13,70	0,0100	0,74
101+18,475	201+07,693	CX-3	BOCA	0,21	0,85	0,18	0,18		10,00	2,32	0,069	0,60	31,20	0,0100	0,27
2067+05,243	2066+18,594	BOCA	BOCA	13,29	0,30	3,99	3,99		10,00	2,32	1,544	0,80	20,00	0,0250	0,82
1082+12,80	1082+12,80	CX-6B	BOCA	0,16	0,85	0,14	0,14		10,00	2,32	0,053	0,80	15,00	0,0050	0,19
2085+05,350	1085+10,00	CX-1	BOCA	1,87	0,60	1,12	1,12		10,00	2,32	0,435	0,80	29,70	0,0414	0,33
2095+03,982	1095+10,00	CX-3	CX-6	5,98	0,58	3,48	3,48		10,00	2,32	1,349	1,00	12,40	0,0100	0,67
1095+10,00	1095+10,00	CX-6	BOCA	0,24	0,85	0,20	0,369	0,08	10,08	2,32	1,424	1,00	13,50	0,0100	0,70
2101+08,900	1101+15,219	CX-3	CX-6B	3,47	0,53	1,84	1,84		10,00	2,32	0,712	1,20	32,10	0,0164	0,31
1101+15,219	1101+15,219	CX-6B	BOCA	0,27	0,85	0,23	2,07	0,21	10,21	2,31	0,796	1,20	13,50	0,0164	0,33
2101+12,50 R. 2200	2101+12,50 R. 2200	CX-1	BOCA	0,37	0,85	0,31	0,31		10,00	2,32	0,122	0,60	15,00	0,0100	0,36
2109+06,00	1109+00,00	CX-6A	DR-14	0,12	0,85	0,10	0,10		10,00	2,32	0,040	0,80	15,40	0,0250	0,11
1113+09,50	2112+14,75	CX-1	BOCA	1,12	0,75	0,84	0,84		10,00	2,32	0,325	0,60	13,70	0,0583	0,38
2112+14,75	2112+14,80	BOCA	BOCA	0,30	0,85	0,26	1,10	0,07	10,07	2,32	0,423	0,60	15,00	0,0583	0,43

continua.

Emitente:



Projetista:

 Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**

PLANILHA DE CÁLCULO – BUEIROS DE GREIDE E REDE COLETORA

LOCALIZAÇÃO DO TRECHO			DISPOSITIVO		SUB-ÁREAS DRENAGEM	COEF. DE ESCALAMENTO	(A x C)	(A x C)	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO			INTENS.	VAZÃO	DRENOP LUVIAL PROPOSTO			DIMENSIONAMENTO			OBS
INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	ÁREAS	DE ESCALAMENTO	SUB-ÁREAS	TOTAL	PERCURSO	TEMPORAL	DA DEPLU- VIOMÉTRICA	DE PROJETO	DÍAMETRO	COMPRIMENTO	DECLIVIDADE	V/D	LÂMINA	VELOCIDADE			
					C		TR= 10 anos			I (mm/min)	(m³/s)	D (m)	L (m)	I (mm)		Y (m)	V (m/s)			
1120+07,80	2120+01,65		CX-1	BOCA	1,24	0,75	0,93	10,00		2,32	0,360	0,80	27,10	0,0100	0,42	0,34	1,76	BUEIRO PROJETADO		
302+01,40	402+08,50		CX-1	BOCA	0,64	0,85	0,54	10,00		2,32	0,211	0,60	40,00	0,0100	0,48	0,29	1,55	BUEIRO PROJETADO (RAMO)		
2154+16,80	2152+07,03		CX-6A		0,24	0,85	0,20	10,00		2,32	0,079	0,80	48,00	0,0350	0,14	0,12	1,80	BUEIRO PROJETADO		
2166+01,95	2166+01,95		CX-9	BOCA	13,39	0,32	4,28	10,00		2,32	1,660	1,20	40,00	0,0300	0,40	0,48	3,89	BUEIRO PROJETADO		
2179+08,620	1178+18,09		CX-3	BOCA	11,05	0,57	6,24	10,00		2,32	2,418	1,20	32,00	0,0100	0,72	0,86	2,80	BUEIRO PROJETADO		
1800+00,00	1800+00,00		CX-3	BOCA	11,05	0,57	6,30	10,00		2,32	2,440	1,20	13,00	0,0100	0,72	0,87	2,81	BUEIRO PROJETADO		
2500+19,262	2404+09,575		BLD		0,55	0,85	0,47	10,00		2,32	0,181	0,60	21,60	0,0050	0,55	0,33	1,15	REDE PROJETADA		
2404+09,575	2403+15,50		BLD	BOCA	0,35	0,85	0,30	10,31	0,31	2,30	0,293	0,60	12,00	0,0050	0,77	0,46	1,26	REDE PROJETADA		
2205+15,00	1207+00,00		BLD	PV	0,30	0,85	0,26	10,00		2,32	0,099	0,50	30,00	0,0550	0,26	0,13	2,35	REDE PROJETADA		
1203+15,00	1204+00,00		BLD	PV	0,20	0,85	0,17	10,00		2,32	0,066	0,50	5,00	0,0100	0,34	0,17	1,15	REDE PROJETADA		
1209+00,00	1910+00,00		BLD	PV	0,14	0,85	0,12	10,00		2,32	0,046	0,50	4,00	0,0100	0,28	0,14	1,03	REDE PROJETADA		
1209+00,00	1910+00,00		BLD	PV	0,39	0,85	0,33	10,00		2,32	0,128	0,50	4,00	0,0260	0,37	0,19	1,94	REDE PROJETADA		
1905+10,00	1905+05,00		BLD	PV	0,58	0,85	0,49	10,00		2,32	0,191	0,50	4,50	0,0350	0,42	0,21	2,40	REDE PROJETADA		
1900+08,049	1900+15,00		BLD	PV	0,73	0,85	0,62	10,00		2,32	0,240	0,50	10,00	0,0400	0,46	0,23	2,88	REDE PROJETADA		
1204+00,00	1207+00,00		PV	PV	0,20	0,85	0,17	10,00		2,32	0,066	0,60	60,00	0,0515	0,17	0,10	2,02	REDE PROJETADA		
1207+00,00	1910+00,00		PV	PV	0,00	0,85	0,00	10,50	0,50	2,29	0,065	0,60	42,50	0,0392	0,19	0,11	1,82	REDE PROJETADA		
1910+00,00	1907+10,00		PV	PV	0,53	0,85	0,45	10,88	0,39	2,26	0,234	0,60	50,00	0,0470	0,34	0,20	2,82	REDE PROJETADA		
1907+10,00	1905+05,00		PV	PV	0,00	0,85	0,00	11,18	0,29	2,24	0,232	0,60	45,00	0,0358	0,36	0,22	2,54	REDE PROJETADA		
1905+05,00	1903+10,00		PV	PV	0,58	0,85	0,49	11,11	0,30	2,22	0,412	0,80	30,00	0,0339	0,34	0,27	2,88	REDE PROJETADA		
1903+10,00	1902+00,00		PV	PV	0,00	0,85	0,00	11,17	0,17	2,21	0,410	0,80	31,00	0,0400	0,32	0,26	3,07	REDE PROJETADA		
1902+00,00	1900+15,00		PV	PV	0,00	0,85	0,00	11,82	0,17	2,20	0,409	0,80	31,00	0,0405	0,32	0,26	3,08	REDE PROJETADA		
1900+15,00	LANÇAMENTO		PV	PV	0,73	0,85	0,62	11,74	0,17	2,19	0,633	0,80	73,00	0,0303	0,42	0,34	3,07	REDE PROJETADA		

3.4. Sarjetas e Valetas

Foram projetadas sarjetas com a finalidade de interceptar e conduzir as águas precipitadas sobre a plataforma de forma rápida e segura. As valetas de proteção, de escoamento e de banquetas foram projetadas com a finalidade de interceptar as águas superficiais que poderiam atingir o corpo estradal e conduzi-las para locais de deságüe seguros e bem determinados, evitando-se erosões na área terraplenada.

Foi estabelecido o seguinte critério para Borda Livre:

- Para valetas: $f = 0,20 \cdot h$;
- Para sarjetas: $f = 0$

Onde:

- f : Borda livre mínima;
- h : Altura da seção protegida pelo revestimento.

O dimensionamento das sarjetas e valetas está apresentado nas planilhas a seguir:

Emitente:



Projetista:

Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**

Tabela 6 – Planilha de Cálculo – Sarjetas de Corte

PLANILHA DE CÁLCULO – SARJETAS DE CORTE													
ESTACA	INICIAL	FINAL	POSÇÃO RELATIVA	ÁREA A (ha)	C	TEMPO DE CONCRETAÇÃO t _c (min.)	INTENSIDADE DE PLUVIOSIDADE MÉDICA i (mm/min.)	VAZÃO Q (m³/s)	DECLIVIDADE I (mm)	TIPO DE SARIETA	DIMENSÕES		COMPRIMENTO (m)
											L ou a1 (m)	h (m)	
	2109+13,378	2107+5,539	LD	0,150	0,68	10,00	2,32	0,040	0,021	DR-1B-1	1,00	0,25	60,00
	2035+07,809	2028+10,00	LD	0,348	0,72	10,00	2,32	0,097	0,060	DR-1B-1	1,00	0,25	139,00
	2026+05,00	2020+15,00	LD	0,629	0,72	10,00	2,32	0,175	0,060	DR-1B-1	1,00	0,25	112,50
	2035+07,809	2042+05,83	LD	0,293	0,77	10,00	2,32	0,087	0,014	DR-1B-1	1,00	0,25	117,00
	2042+05,83	2052+03,00	LD	0,475	0,77	10,00	2,32	0,142	0,014	DR-1B-1	1,00	0,25	190,00
	2052+03,00	2062+00,00	LD	0,485	0,70	10,00	2,32	0,131	0,033	DR-1B-1	1,00	0,25	194,00
	2062+00,00	2065+07,00	LD	0,658	0,77	10,00	2,32	0,196	0,033	DR-1B-2	1,50	0,375	69,00
	2400+07,00	2068+17,00	LD	0,244	0,63	10,00	2,32	0,059	0,033	DR-1B-1	1,00	0,25	97,50
	2097+19,771	2092+17,982	LD	0,136	0,77	10,00	2,32	0,041	0,022	DR-1B-1	1,00	0,25	54,50
	2097+19,771	2101+08,900	LD	0,165	0,77	10,00	2,32	0,049	0,040	DR-1B-1	1,00	0,25	66,00
	2107+00,00	2101+08,90	LD	0,270	0,77	10,00	2,32	0,081	0,100	DR-1B-1	1,00	0,25	108,00
	2124+00,00	2128+00,00	LD	0,195	0,77	10,00	2,32	0,058	0,026	DR-1B-1	1,00	0,25	78,00

Continua.

Emitente:



Projetista:

 Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**

PLANILHA DE CÁLCULO – SARIETAS DE CORTE																
ESTACA		POSICÃO RELATIVA	ÁREA A (ha)	C	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO tc (min.)	INTENSIDADE FLUÍDICA I (mm/min.)	VAZÃO Q (m³/s)	DECLIVIDADE I (m/m)	TIPO DE SARIETA	DIMENSÕES		COMPRIMENTO (m)	DIMENSIONAMENTO		REVESTIMENTO	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL									L ou al (m)	h (m)		VELOCIDADE (ms)	LÁMINA (m)		
2138+15,00	2148+00,00	LD	0,468	0,77	10,00	2,32	0,139	0,107	DR-1B-1	1,00	0,25	187,00	3,14	0,13	CONCRETO	
2162+05,60	2159+05,00	LD	0,125	0,77	10,00	2,32	0,037	0,023	DR-1B-1	1,00	0,25	50,00	1,27	0,11	CONCRETO	
2159+05,00	2156+10,00	LD	0,250	0,77	10,00	2,32	0,075	0,028	DR-1B-2	1,50	0,375	50,00	1,63	0,14	CONCRETO	
1031+10,00	1019+08,50	LE	0,605	0,77	10,00	2,32	0,180	0,010	DR-1A	1,50	0,375	242,00	1,38	0,23	GRAMA	
1061+12,00	101+18,475	LE	0,115	0,77	10,00	2,32	0,034	0,039	DR-1A	1,50	0,375	46,00	1,51	0,09	GRAMA	
RAMO 2200																
2201+11,941	2101+12,50	LE	0,158	0,77	10,00	2,32	0,047	0,029	DR-1B-1	1,00	0,25	63,00	1,47	0,11	CONCRETO	
2201+11,941	2008+18,455	CC	0,116	0,77	10,00	2,32	0,035	0,029	DR-1B-1	1,00	0,25	46,50	1,36	0,10	CONCRETO	
2201+11,941	2003+09,45	LE	0,100	0,77	10,00	2,32	0,030	0,027	DR-1B-1	1,00	0,25	40,00	1,28	0,10	CONCRETO	
RAMO 2100																
2105+09,00	2107+05,539	LE	0,093	0,77	10,00	2,32	0,028	0,035	DR-1B-1	1,00	0,25	37,00	1,38	0,09	CONCRETO	

Emitente:



Projetista:

 Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**
Tabela 7 – Planilha de Cálculo – Canaleta de Canteiro Central

PLANILHA DE CÁLCULO – CANALETA DE CANTEIRO CENTRAL													
ESTACA	INICIAL	FINAL	POSICÃO RELATIVA	ÁREA A (ha)	C	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO tc (min.)	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA i (mm/min.)	VAZÃO Q (m³/s)	DECLIVIDADE I (mm)	TIPO DE SARETA	DIMENSÕES		OBSERVAÇÕES
											w (m)	h (m)	
2007+09.529		2005+05,799	CC	0,087	0,90	10,000	2,32	0,030	0,051	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
2007+09.529		2009+15,2	CC	0,081	0,90	10,000	2,32	0,028	0,051	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
1050+00,00		1054+10,00	CC	0,180	0,90	10,000	2,32	0,063	0,020	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
2078+13,016		2073+15,00	CC	0,220	0,90	10,000	2,32	0,077	0,035	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
2078+13,016		1082+12,80	CC	0,140	0,90	10,000	2,32	0,049	0,035	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
1085+10,00		2082+05,590	CC	0,056	0,90	10,000	2,32	0,020	0,052	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
1054+10,00		2059+06,50	CC	0,257	0,65	10,000	2,32	0,065	0,033	DR-2B-1	1,20	0,15	CONCRETO
2083+05,00		1085+10,00	CC	0,096	0,65	10,000	2,32	0,024	0,033	DR-2B-1	1,20	0,15	CONCRETO
1092+15,00		1905+10,00	CC	0,108	0,90	10,000	2,32	0,037	0,035	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
1098+10,00		1905+10,00	CC	0,120	0,90	10,000	2,32	0,014	0,035	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
1098+10,00		1101+15,219	CC	0,100	0,90	10,000	2,32	0,035	0,035	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
1109+00,00		1101+15,219	CC	0,250	0,90	10,000	2,32	0,087	0,102	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
2112+13,10		1109+00,00	CC	0,175	0,90	10,000	2,32	0,061	0,102	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
2123+02,078		2112+13,10	CC	0,409	0,90	10,000	2,32	0,143	0,017	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO
2161+00,00		2154+16,80	CC	0,244	0,90	10,000	2,32	0,050	0,023	DR-7A-1	0,40	0,30	CONCRETO

Emitente:



Projetista:

 Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**
Tabela 9 – Planilha de Cálculo – Valetas de Proteção de Bermas

PLANILHA DE CÁLCULO – VALETAS DE PROTEÇÃO DE BERMAS																
ESTACA			ÁREA A (ha)	C	TEMPO DE CONCEN- TRAÇÃO tc (min.)	INTENSIDADE PLUVIO- MÉTRICA I (mm/min.)	VAZÃO Q (m³/s)	DECLIVIDADE I (mm)	TIPO DE SARFETA	DIMENSÕES			DIMENSIONAMENTO		REVESTIMENTO	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL	b (m)								h (m)	COMPRIMENTO (m)	VELOCIDADE (m/s)	LÁMINA (m)			
2028+00,00	2020+15,00		0,281	0,60	10,00	2,32	0,065	0,059	DR-3C-1	0,20	0,20	187,00	2,32	0,09	CONCRETO	
2055+10,00	2059+15,00		0,126	0,60	10,00	2,32	0,029	0,008	DR-3C-1	0,20	0,20	84,00	0,90	0,11	CONCRETO	
2072+10,00	2400+07,50		0,038	0,60	10,00	2,32	0,009	0,004	DR-3C-1	0,20	0,20	25,00	0,51	0,07	CONCRETO	
2007+19,771	2091+17,982		0,079	0,60	10,00	2,32	0,018	0,002	DR-3C-1	0,20	0,20	52,50	0,48	0,12	CONCRETO	
2007+19,771	2101+08,90		0,099	0,60	10,00	2,32	0,023	0,102	DR-3C-1	0,20	0,20	66,00	2,08	0,05	CONCRETO	
1110+02,60	1109+09,00		0,081	0,60	10,00	2,32	0,019	0,102	DR-3C-1	0,20	0,20	54,00	1,96	0,04	CONCRETO	
1110+02,60	1113+09,177		0,042	0,60	10,00	2,32	0,010	0,103	DR-3C-1	0,20	0,20	28,00	1,60	0,03	CONCRETO	
1112+17,00	1110+02,60		0,077	0,60	10,00	2,32	0,018	0,103	DR-3C-1	0,20	0,20	51,00	1,94	0,04	CONCRETO	
1118+10,00	1113+09,177		0,140	0,60	10,00	2,32	0,032	0,099	DR-3C-1	0,20	0,20	93,00	2,28	0,06	CONCRETO	
1118+10,00	2120+01,65		0,050	0,60	10,00	2,32	0,012	0,099	DR-3C-1	0,20	0,20	33,00	1,680	0,030	CONCRETO	
1123+00,00	2120+01,65		0,072	0,60	10,00	2,32	0,0167	0,099	DR-3C-1	0,20	0,20	48,00	1,86	0,04	CONCRETO	
2144+04,00	2141+08,00		0,069	0,60	10,00	2,32	0,0160	0,0190	DR-3C-1	0,20	0,20	46,00	1,04	0,06	CONCRETO	
2144+04,00	2148+00,00		0,120	0,60	10,00	2,32	0,0279	0,0190	DR-3C-1	0,20	0,20	80,00	1,22	0,08	CONCRETO	
2158+10,00	2156+10,00		0,068	0,60	10,00	2,32	0,0157	0,0228	DR-3C-1	0,20	0,20	45,00	1,10	0,06	CONCRETO	
2175+10,00	2169+00,00		0,188	0,60	10,00	2,32	0,0436	0,0228	DR-3C-1	0,20	0,20	125,00	1,47	0,10	CONCRETO	
2175+10,00	2179+10,00		0,113	0,60	10,00	2,32	0,0261	0,0150	DR-3C-1	0,20	0,20	75,00	1,10	0,08	CONCRETO	

Emitente:



Projetista:

 Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**
Tabela 10 – Planilha de Cálculo – Valetas de Proteção

PLANILHA DE CÁLCULO – VALETAS DE PROTEÇÃO																
ESTACA		POSICÃO RELATIVA	ÁREA A (ha)	C	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO tc (min.)	INTENSIDADE DE FLUXO- MÉTRICA i (mm/min.)	VAZÃO Q (m³/s)	DECLIVIDADE I (mm)	TIPO DE SARRETA	DIMENSÕES		COMPRIMENTO (m)	DIMENSIONAMENTO		REVESTIMENTO	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL									b (m)	h (m)		VELOCIDADE (m/s)	LÁMINA (m)		
1005+14.303	1004+15.00	LD	0.06	0.61	10.00	2.32	0.0142	0.0150	DR-3B-3	0.30	0.25	20.00	0.86	0.05	CONCRETO	
2003+09.45	EXISTENTE	LD	0.10	0.61	10.00	2.32	0.0236	0.0150	DR-3B-3	0.30	0.25	27.00	1.02	0.06	CONCRETO	
2107+05.539	EXISTENTE	LD	0.09	0.61	10.00	2.32	0.0219	0.0150	DR-3B-3	0.30	0.25	23.50	0.99	0.06	CONCRETO	
2107+05.539	2106+11.379	LD	0.15	0.62	10.00	2.32	0.0360	0.0150	DR-3B-3	0.30	0.25	17.50	1.16	0.08	CONCRETO	
1005+09.314	1002+11.913	LE	0.29	0.62	10.00	2.32	0.0699	0.0150	DR-3B-3	0.30	0.25	97.00	1.40	0.12	CONCRETO	
2019+16.00	2017+10.00	LD	0.35	0.62	10.00	2.32	0.0835	0.0150	DR-3B-3	0.30	0.25	44.00	1.80	0.20	CONCRETO	
1051+15.00	EXISTENTE	LE	0.09	0.62	10.00	2.32	0.0223	0.0150	DR-3B-3	0.30	0.25	31.00	1.00	0.06	CONCRETO	
1019+08.50	1018+15.00	LE	0.61	0.62	10.00	2.32	0.1453	0.0150	DR-3B-3	0.30	0.25	12.00	1.71	0.18	CONCRETO	
2065+07.00	2066+15.00	LE	0.66	0.62	10.00	2.32	0.1579	0.0340	DR-3B-3	0.30	0.25	30.00	2.36	0.15	CONCRETO	
2068+17.00	2068+10.00	LE	0.24	0.62	10.00	2.32	0.0585	0.0327	DR-3B-3	0.30	0.25	30.50	1.76	0.09	CONCRETO	
2073+15.00	1067+09.00	LE	0.04	0.62	10.00	2.32	0.0090	0.0034	DR-3B-3	0.30	0.25	51.00	0.45	0.06	CONCRETO	
1066+00.00	193+905.00	CC	0.280	0.63	10.00	2.32	0.0683	0.0150	DR-3B-7	0.40	0.40	31.00	1.39	0.12	CONCRETO	
2400+00.00	2075+10.00	LD	0.04	0.62	10.00	2.32	0.0090	0.0150	DR-3B-3	0.30	0.25	35.50	0.74	0.04	CONCRETO	
2112+13.10	2110+00.00	LD	1.120	0.62	10.00	2.32	0.2690	0.0100	DR-3B-14	0.80	0.55	54.50	1.57	0.26	CONCRETO	
2120+01.65	2112+13.13	LD	2.36	0.62	10.00	2.32	0.5667	0.0100	DR-3B-7	0.80	0.55	171.00	1.85	0.28	CONCRETO	

Continua

Emitente:



Projetista:

 Engº Emerson Nishihara / **ENGINIA**

PLANILHA DE CÁLCULO – VALETAS DE PROTEÇÃO																	
ESTACA			POSICÃO RELATIVA	ÁREA A (ha)	C	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO tc (min.)	INTENSIDADE FLUÍDO- MÉTRICA i (mm/min.)	VAZÃO Q (m³/s)	DECLIVIDADE I (mm)	TIPO DE SARJETÁ	DIMENSÕES		COMPRIMENTO (m)	DIMENSIONAMENTO		REVESTIMENTO	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL	b (m)									h (m)	VELOCIDADE (m/s)		LÁMINA (m)			
2128+00,00	2138+15,00	LD	0,83	0,62	10,00	2,32	0,2003	0,0173	DR-3B-3	0,30	0,25	213,00	1,96	0,20	CONCRETO		
2142+17,70	1146+10,00	CC	0,19	0,62	10,00	2,32	0,0457	0,0190	DR-3B-3	0,30	0,25	63,50	1,35	0,09	CONCRETO		
1148+15,00	2152+06,58	CC	0,390	0,62	10,00	2,32	0,0837	0,0190	DR-3B-7	0,40	0,40	34,00	1,65	0,13	CONCRETO		
2148+00,00	2152+00,00	LD	0,47	0,62	10,00	2,32	0,1123	0,0190	DR-3B-3	0,30	0,25	59,00	1,74	0,14	CONCRETO		
2156+10,00	2152+11,00	LD	0,25	0,62	10,00	2,32	0,0600	0,0253	DR-3B-3	0,30	0,25	81,00	1,62	0,09	CONCRETO		
1191+09,00	1179+00,00	LE	0,76	0,62	10,00	2,32	0,1823	0,0893	DR-3B-3	0,30	0,25	253,00	3,48	0,12	CONCRETO		
1179+00,00	1800+0,00	LE	11,05	0,62	10,00	2,32	2,6536	0,0120	DR-3B-16	1,00	0,60	178,50	3,24	0,52	CONCRETO		
2191+00,00	2179+15,00	LE	0,69	0,62	10,00	2,32	0,1657	0,0120	DR-3B-3	0,30	0,25	230,00	1,63	0,20	CONCRETO		



AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Código:

MC-SPA122065-000.005-007-H04/001

Rev.:

R0.02

Emissão:

10/04/2016

Folha:

24 de 25

Emitente:



Projetista:

Engº Emerson Nishihara / **ENGINEIA**

3.5. Drenagem Subterrânea

A drenagem subterrânea contemplou os drenos rasos ou de pavimento, formados pelo conjunto de drenos rasos longitudinais e transversais projetados com a finalidade de retirar a água infiltrada no pavimento. Os drenos longitudinais foram projetados no lado mais baixo da pista conforme a declividade transversal, procurando-se o lançamento nas áreas dos canteiros ou diretamente nas caixas coletoras.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM – DER/SP. **Projeto de Drenagem**. São Paulo, 2006. 41p. rev. A.
- 2 DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO – DAEE. **Guia Prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas**. Diretoria de Procedimentos de Outorga e Fiscalização, 2005. 111p.
- 3 AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO – ARTESP. **Instrução de Projeto – Estudos Hidrológicos e Projeto Executivo de Drenagem**. 2013. 23p.