




<div>PREFEITURA MUNICIPAL</div> <div>DE UCHÔA</div>			<div>Código</div> <div>PE-DRE-MCA-001</div>		<div>Rev.</div> <div>0</div>	
			<div>Emissão:</div> <div>Out/2024</div>		<div>Folha:</div> <div>1 de 14</div>	
<div>Projetista:</div> <div><div></div><div>ZACARIN</div><div>ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES</div></div>						
			<div>Resp. Técnico / Projetista:</div> <div>Eng. Pedro D. Zacarin</div>			
			<div>Estrada:</div> <div>Rua Ubaldino Álvarez Peres</div>		<div>DE – DER</div>	
<div>Trecho:</div> <div>Passagem Inferior Bairro – Centro</div> <div>Km 169+056 da ferrovia</div>			<div>Verificado – DER</div>			
<div>Objeto:</div> <div>Memorial de Cálculo dos Elementos de Drenagem</div>			<div>Aprovado – DER</div>			
<div>Documentos de Referência:</div>						
<div>Documentos Resultantes</div>						
<div>Observação:</div>						
0	21/10/2024	Pedro D. Zacarin				
Rev.	Data	Resp. Téc. Proj.		DE – DER	Ver – DER	Aprovado – DER

PREFEITURA MUNICIPAL DE UCHÔA	Código PE-DRE-MCA-001		Rev. 0
	Emissão: Out/2024	Folha: 2 de 14	
Projetista:  ZACARIN ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES		Resp. Técnico / Projetista: Eng. Pedro D. Zacarin	

ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO	3
2	ESTUDOS HIDROLÓGICOS E CLIMATOLÓGICOS	4
3	METODOLOGIA DO ESTUDO HIDROLÓGICO:	6
4	ESTUDOS HIDRÁULICOS	9
5	DRENAGEM DO CORPO ESTRADAL	11
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
	ANEXO A – PLANILHA DE CÁLCULO – GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS	14

PREFEITURA MUNICIPAL DE UCHÔA	Código PE-DRE-MCA-001	Rev. 0
	Emissão: Out/2024	Folha: 3 de 14
Projetista: <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> ZACARIN ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES </div> </div>	Resp. Técnico / Projetista: Eng. Pedro D. Zacarin	


1 APRESENTAÇÃO

O presente documento tem por objetivo apresentar os cálculos hidráulicos e critérios utilizados para o dimensionamento dos elementos de drenagem de uma passagem inferior sob a rodovia, sentido bairro- centro, denominado Rua Ubaldino Álvarez Peres, correspondente ao km 169+056 da ferrovia, na cidade de Uchôa - SP.

A Figura 1 a seguir ilustra o trecho em estudo.



Figura 1 – Mapa de Localização

PREFEITURA MUNICIPAL DE UCHÔA	Código PE-DRE-MCA-001	Rev. 0
	Emissão: Out/2024	Folha: 4 de 14
Projetista:  ZACARIN ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES	Resp. Técnico / Projetista: Eng. Pedro D. Zacarin	

2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS E CLIMATOLÓGICOS

2.1 Caracterização física da área:

A área da bacia de contribuição pertence ao município de Uchoa - SP.

A região possui relevo ondulado e a vegetação primitiva foi devastada pela ação antrópica, cedendo lugar para pastagens e plantio de cana de açúcar. Em alguns locais da bacia, encontra-se regiões urbanizadas.


2.2 Caracterização do Regime Climatológico Regional

Visando efetuar a classificação climatológica da área, foi utilizada a metodologia adotada por Wladimir Köppen, que leva em consideração a quantidade de precipitações, a temperatura média e a umidade relativa.

Conforme essa classificação, resumida na figura 2, o segmento rodoviário em questão localiza-se no tipo AW, que se caracteriza por apresentar temperatura média do mês mais frio sempre superior a 18°C apresentando uma estação seca de pequena duração que é compensada pelos totais elevados de precipitação. .. **Aw - Clima** tropical, com inverno seco.

A região em estudo encontra-se na região vermelha – vide figura 2.

Figura 2 – Classificação Climática de Wladimir Köppen

PREFEITURA MUNICIPAL DE UCHÔA	Código PE-DRE-MCA-001	Rev. 0
	Emissão: Out/2024	Folha: 6 de 14
Projetista:  ZACARIN ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES	Resp. Técnico / Projetista: Eng. Pedro D. Zacarin	

2.3 Estudo das Chuvas Intensas

Foi utilizada a equação de chuvas da cidade de UCHÔA – SP, publicada pelo DAEE, a seguir apresentada:

Período de dados: 1969-1973, 1975-1991, 1993-1999, 2001-2008, 2010-2013 (41 anos)

$$i_{t,T} = 47,24(t + 30)^{-0,9146} + 45,64(t + 50)^{-1,125} \cdot [-0,4768 - 0,8757 \ln \ln(T/T - 1)]$$

Onde: i: intensidade da chuva, para a duração t e período de retorno T, em mm/min;

t: duração da chuva em minutos;

T: período de retorno em anos.

3 METODOLOGIA DO ESTUDO HIDROLÓGICO:

3.1 Estudo do escoamento superficial

A bacia em estudo localiza-se na área urbana, com ocupação predominante de áreas urbanizadas.

O coeficiente de escoamento depende do uso da superfície do solo. O coeficiente de escoamento final será calculado através da média ponderada entre eles, levando-se em consideração a área parcial de cada um.

$$C = \frac{\sum Ci * Ai}{\sum Ai}$$


Onde:

C = coeficiente de escoamento superficial ponderado (adimensional);

Ci = coeficiente de escoamento superficial da área parcial "i" avaliado em função do uso e ocupação do solo (adimensional);

Ai = área parcial (ha).

Para a plataforma da estrada e a área externa, de acordo com IP-DE-H00/001, serão adotados os seguintes valores:

PREFEITURA MUNICIPAL DE UCHÔA	Código PE-DRE-MCA-001	Rev. 0
	Emissão: Out/2024	Folha: 7 de 14
Projetista:  ZACARIN ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES	Resp. Técnico / Projetista: Eng. Pedro D. Zacarin	

- Áreas pavimentadas.....C = 0,90
- Áreas urbanizadasC = 0,70
- Superfícies em taludes.....C = 0,70
- Áreas gramadas.....C = 0,35

3.2 Metodologia e parâmetros para determinação da vazão de projeto

3.2.1- Período de retorno

- No caso temos apenas dispositivos de drenagem superficial, portanto o período de retorno será TR = 10 anos.

3.2.2- Método de cálculo

Como a bacia de contribuição é menor que 2,0 km², para determinar as vazões de pico será utilizado o Método Racional, apresentado na publicação Engenharia de Drenagem Superficial, de Paulo Sampaio Wilken.

Método Racional:

$$Q = \frac{C * i * A}{6}$$

Onde:

- Q := vazão de pico, (m³/s);
- C := coeficiente de escoamento superficial (adimensional);
- i := intensidade pluviométrica (mm/min);
- A := área da bacia de contribuição, (ha).

No projeto em tela, não há bacia de contribuição fora da plataforma da pista, pois a região se localiza em ponto alto, e o deságue do corpo estradal ocorre em terreno natural, em face ao fato das alças terem greide projetado em aterro.

a) Coeficiente de escoamento superficial:

Os coeficientes de escoamento superficial serão adotados em função do tipo e uso do solo, no caso atividade rural fora de expansão urbana. Serão adotados os coeficientes preconizados na publicação do Handbook of Applied Hidrology, de Vem Te Chow, vide tabela 1.



<div>PREFEITURA MUNICIPAL DE UCHÔA</div>	<div>Código</div> <div>PE-DRE-MCA-001</div>	<div>Rev.</div> <div>0</div>
	<div>Emissão:</div> <div>Out/2024</div>	<div>Folha:</div> <div>8 de 14</div>
<div>Projetista:</div> <div><div></div><div>ZACARIN ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES</div></div>		
		<div>Resp. Técnico / Projetista:</div> <div>Eng. Pedro D. Zacarin</div>

Tabela 1 – Coeficientes de Escoamento Superficial (C)

Tipo de Área de Drenagem	Coeficiente C
Áreas Comerciais	
áreas centrais	0,70 – 0,95
áreas de bairros	0,50 – 0,70
Áreas Residenciais	
residenciais isoladas	0,35 – 0,50
unidades múltiplas, separadas	0,40 – 0,60
unidades múltiplas, conjugadas	0,60 – 0,75
áreas com lotes de 2.000 m² ou maiores	0,30 – 0,45
áreas suburbanas	0,25 – 0,40
áreas com prédios de apartamentos	0,50 – 0,70
Áreas Industriais	
área com ocupação esparsa	0,50 – 0,80
área com ocupação densa	0,60 – 0,90
Ruas	
revestimento asfáltico	0,70 – 0,95
revestimento de concreto	0,80 – 0,95
revestimento primário	0,70 – 0,85
parques e cemitérios	0,10 – 0,25
Áreas sem Melhoramentos	
solo arenoso, declividade baixa < 2 %	0,05 – 0,10
solo arenoso, declividade média entre 2% e 7%	0,10 – 0,15
solo arenoso, declividade alta > 7 %	0,15 – 0,20
solo argiloso, declividade baixa < 2 %	0,15 – 0,20
solo argiloso, declividade média entre 2% e 7%	0,20 – 0,25
solo argiloso, declividade alta > 7 %	0,25 – 0,30

PREFEITURA MUNICIPAL DE UCHÔA	Código PE-DRE-MCA-001	Rev. 0
	Emissão: Out/2024	Folha: 9 de 14
Projetista:		
 ZACARIN ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES		
	Resp. Técnico / Projetista: Eng. Pedro D. Zacarin	

b) Tempo de Concentração

O tempo de concentração é definido como sendo o tempo que leva uma gota d'água teórica para ir do ponto mais afastado da bacia até o ponto de estudo, sendo determinado através da fórmula do *California Highways and Public Roads*, expressa a seguir:

$$t_c = 57 \left(\frac{L^3}{I_{eq}} \right)^{0,385}$$

Onde:

- t_c = tempo de concentração (min);
- L = comprimento do talvegue (km);
- I_{eq} = declividade média do talvegue (m/km).

Para os bueiros de greide, em função do comprimento do talvegue, foi adotado tempo de concentração mínimo de 10 minutos.

4 ESTUDOS HIDRÁULICOS

O dimensionamento dos dispositivos de drenagem, tais como bueiros de greide, foi fundamentado nos estudos hidrológicos, determinando-se as seções de vazão necessárias para captar e afastar as águas que atingem o corpo estradal.

4.1 Dimensionamento Hidráulico


A altura da lâmina de água e velocidade de escoamento dos elementos de drenagem foram determinados utilizando-se a fórmula de Manning associada à equação de continuidade.

Fórmula de Manning:

$$V = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} * \sqrt{I}}{n}$$

Onde:

- V = velocidade de escoamento (m/s);
- I = declividade (m/m);
- Rh = raio hidráulico (m);
- n = coeficiente de rugosidade (adimensional).

PREFEITURA MUNICIPAL DE UCHÔA	Código PE-DRE-MCA-001	Rev. 0
	Emissão: Out/2024	Folha: 10 de 14
Projetista:  ZACARIN ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES	Resp. Técnico / Projetista: Eng. Pedro D. Zacarin	

Equação da continuidade:

$$Q = A * V$$

Onde:

Q = vazão (m³/s)

A = área (m²);

V = velocidade de escoamento (m/s)

Os coeficientes de rugosidade adotados foram:

- Canais e galerias em concreto.....n = 0,016;
- bueiros de greide.....n = 0,013;
- revestimento de grama:
 - a) Sarjetas de corte, decliv < 2%.....n = 0,049;
 - b) Sarjetas de corte, decliv $2\% \leq I \leq 4\%$n = 0,047;
 - c) Sarjetas de corte, decliv > 4%.....n = 0,055.

As velocidades máximas de escoamento foram definidas para não ocasionarem erosão nos dispositivos com revestimento, ou causar abrasão nos dispositivos com revestimento de concreto, conforme relacionadas a seguir:


- bueiros de greide.....4,50 m/s;
- sarjetas e valetas revestidas em concreto.....6,00 m/s;
- sarjetas e valetas revestidas em grama.....1,80 m/s.

As velocidades máximas de escoamento foram definidas para não ocasionarem erosão nos dispositivos com revestimento, ou causar abrasão nos dispositivos com revestimento de concreto, conforme relacionadas a seguir (conforme IP-DE-H00/002):

- bueiros de greide/celulares.....6,00 m/s (no deságue, 4,50 m/s);

4.2 Critério de Dimensionamento - Borda Livre

A lâmina d'água máxima admitida nos elementos de drenagem será tal que se garanta uma borda livre mínima de:

PREFEITURA MUNICIPAL DE UCHÔA	Código PE-DRE-MCA-001		Rev. 0
	Emissão: Out/2024	Folha: 11 de 14	
Projetista:  ZACARIN ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES		Resp. Técnico / Projetista: Eng. Pedro D. Zacarin	

$$f = 0,20 * h$$

Onde:

f = Borda livre mínima (m)

h = Altura da seção protegida pelo revestimento (h)

Conforme normas do DER-SP, nas seções triangulares, revestidas de concreto, admite-se lâmina d'água máxima igual à altura protegida pelo revestimento.

5 DRENAGEM DO CORPO ESTRADAL

O sistema de drenagem do corpo estradal foi elaborado de modo a interceptar e afastar os deflúvios que atingem as plataformas das pistas.

A ampliação do sistema de drenagem é composta de bueiros de greide, caixas coletoras e de transição, valetas de proteção, meio-fio e sarjeta, bocas de lobo, gárgulas e bocas de bueiro.

O sistema de drenagem existente foi aproveitado onde possível e descartado onde necessário.

5.2 Caixas Coletoras e de Transição


As caixas coletoras localizadas nas sarjetas de corte possuem grelha de concreto, com as seguintes finalidades:

- coletar águas conduzidas por valetas e sarjetas de plataforma a serem esgotadas por bueiros de greide;
- coletar águas provenientes de descidas d'água situadas nos taludes dos cortes;

As caixas de transição possuem a finalidade de mudar a direção dos bueiros, seja horizontal ou verticalmente, conforme a necessidade do projeto.

5.3 Bocas de Lobo

São dispositivos utilizados com meio-fio e passeio, cuja finalidade é captar as águas pluviais que escoam pelas sarjetas e conduzi-las aos bueiros de greide ou rede coletora. As bocas de lobo projetadas possuem eficiência dupla, isto é, guia-chapéu e grelha.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UCHÔA	Código PE-DRE-MCA-001		Rev. 0
	Emissão: Out/2024	Folha: 12 de 14	
Projetista:  ZACARIN ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES			
		Resp. Técnico / Projetista: Eng. Pedro D. Zacarin	

Vide detalhes das bocas de lobo nas folhas do projeto.

5.4 Poços de visita

Os poços de visita possuem a função de receber águas dos ramais das bocas de lobo, conduzindo o fluxo para o deságue.


Vide detalhes dos poços de visita nas folhas do projeto.

5.5 Bueiros de Greide

Os bueiros de greide foram dimensionados considerando-se regime permanente, lâmina d'água máxima (Y/D) de 0,82 e coeficiente de rugosidade (n) de 0,013.

Os tubos deverão ser assentados sobre base de 1º classe , conforme indicado na folha de detalhes.

Vide dimensionamento dos bueiros de greide no ANEXO A.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UCHÔA	Código PE-DRE-MCA-001	Rev. 0
	Emissão: Out/2024	Folha: 13 de 14
Projetista:  ZACARIN ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES	Resp. Técnico / Projetista: Eng. Pedro D. Zacarin	


6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Drenagem de Rodovias**. Rio de Janeiro, 2006. IPR-724.
- 2 DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução de Projeto**. IP-DE-H00/001_A. São Paulo, 2005. 16 p.
- 3 DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução de Projeto**. IP-DE-H00/002_A. São Paulo, 2006. 41 p.
- 4 PORTO, RODRIGO DE MELO. **Hidráulica Básica**. EESC-USP. São Carlos, 1999. 540 p.
- 5 WILKEN, P. S. **Engenharia de Drenagem Superficial**. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1978. 478 p.
- 6 CHOW, V. T. **Open Channel Hydraulic**. New York, MCGraw-Hill, Book, 1959.
- 7 JÚNIOR, F.M; MAGNI, N.G. **Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo**. São Paulo, Convênio Departamento de Águas e Energia Elétrica e Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. 125 p.
- 8 PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ. **Drenagem e Controle da Erosão Urbana**. 2. ed. Curitiba, EDUCA – Editora Universitária Champagnat, 1988. 442 p.

São José do Rio Preto – SP, Outubro de 2024.

Zacarin Engenharia de Fundações S/S
 Eng. Pedro D. Zacarin
 CREA 0600811727

/ANEXO A

PREFEITURA MUNICIPAL DE UCHÔA	CÓDIGO DE-SPA075255-075.076-210-H04/001		REV. 0
	EMIÇÃO Out/2024	FOLHA 14 de 14	
EMITENTE		RESP. TÉCNICO	
<div>ZACARIN ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES</div>		Eng. Pedro D. Zacarin	

ANEXO A – PLANILHA DE CÁLCULO – GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

PLANILHA DE CÁLCULO DE GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS												Dados				Data	Revisão
												Coeficiente de Deflúvio (C):		0,70		out/24	0
												Rugosidade da Tubulação (η):		0,015			
Trecho	Área de Contrib. Parc.	Área de Contrib. Total	Tempo Concentr.	Intens. Chuva	Vazão no Tubo	Comprim. do Trecho	Diâmetro do Tubo	Classe do Tubo	Inclinação	Velocid. Escoam.	Y / D (%)	Cota do Terreno		Cota GII do Tubo		Altura dos Elementos	
	(m²)	(m²)	(min)	(mm/h)	(l / s)	(m)	(mm)				Y=lâmina d´água	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante
											D=diâmetro tubo	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
CX4 - BLD1	292,92	292,92	10,00	137,97	7,86	1,57	Ø 400	PA2	17,74	1,96	7,17	480,12	479,84	478,92	478,64	1,20	1,20
BLD1 - PV3	1.582,98	1.875,98	10,01	137,93	62,44	9,58	Ø 400	PA2	10,89	3,07	21,87	479,84	479,10	478,64	477,60	1,20	1,50
BLD2 - PV3	1.279,95	1.279,95	10,00	137,97	44,15	5,75	Ø 400	PA2	5,98	2,25	21,36	479,44	479,10	477,94	477,60	1,50	1,50
PV3 - PV9	-	3.156,00	10,07	137,77	106,46	20,00	Ø 600	PA2	4,63	2,53	20,60	479,10	478,17	477,40	476,47	1,70	1,70
BLD7 - PV9	104,32	104,32	10,00	137,97	3,60	2,49	Ø 400	PA2	3,96	0,92	7,06	478,27	478,17	476,77	476,67	1,50	1,50
BLD8 - PV9	168,83	168,83	10,00	137,97	5,82	2,46	Ø 400	PA2	1,78	0,80	10,72	478,22	478,17	476,72	476,67	1,50	1,50
PV9 - PV11	-	3.429,00	10,20	137,38	115,54	9,36	Ø 600	PA2	0,81	1,39	33,43	478,17	478,40	476,47	476,40	1,70	2,00
CX10 - PV11	60,64	60,64	10,00	137,97	1,63	1,92	Ø 400	PA2	1,77	0,55	5,87	478,43	478,40	476,93	476,90	1,50	1,50
PV11 - PV13	-	3.490,00	10,31	137,05	116,87	8,29	Ø 600	PA2	0,74	1,35	34,50	478,40	478,98	476,40	476,33	2,00	2,65
BLD12 - PV13	172,07	172,07	10,00	137,97	5,94	2,55	Ø 400	PA2	2,16	0,86	10,34	478,94	478,98	477,44	477,38	1,50	1,60
PV13 - PV14	-	3.662,00	10,41	136,75	122,50	17,97	Ø 600	PA2	0,66	1,32	36,41	478,98	480,17	476,33	476,22	2,65	3,95
PV14 - PV15	-	3.662,00	10,64	136,09	121,91	39,96	Ø 600	PA3	0,60	1,27	37,23	480,17	481,58	476,22	475,98	3,95	5,60
PV15 - PV16	-	3.662,00	11,16	134,58	120,56	16,12	Ø 600	PA2	0,81	1,41	34,18	481,58	477,84	475,98	475,84	5,60	2,00