

**MINI CURSO - 2016**

# **“DRENAGEM DE RODOVIAS”**

## **Parte II**

**Brasília, 20 de setembro de 2016**

**Engº Marcos Augusto Jabôr**

**MINI CURSO - 2016**

**“DRENAGEM APLICADA À CONSERVAÇÃO  
E  
MANUTENÇÃO DE RODOVIAS”**

**Parte II**

**Brasília, 20 de setembro de 20**

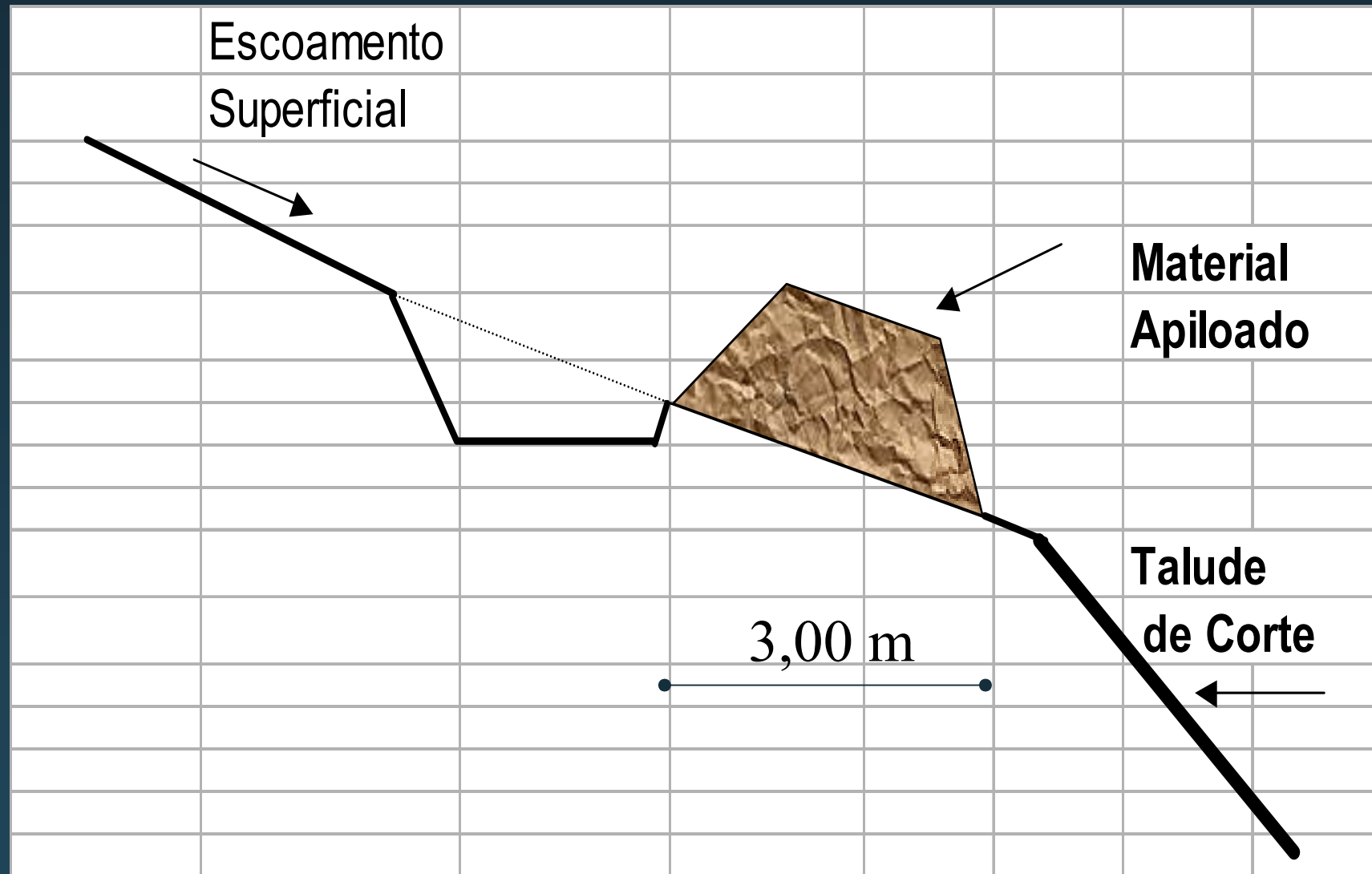
**Engº Marcos Augusto Jabôr**

# *Drenagem Superficial*

Engº Marcos Augusto Jabôr

**Valetas de Proteção  
de  
Corte e Aterro**

# Valetas de Proteção de Corte











# Valetas de Proteção de Corte

## Tipos:

- revestida com grama;
- revestida com concreto e
- em solo

# Revestimento com Grama



# Revestimento em Concreto

# Revestimento com Concreto

**O revestimento deverá ser feito nos locais onde não houver dúvida da necessidade da proteção.**

**Ex: valetas em solos arenosos, solos siltosos e solos com predominância arenosa ou siltosa.**





# Revestimento em Solo





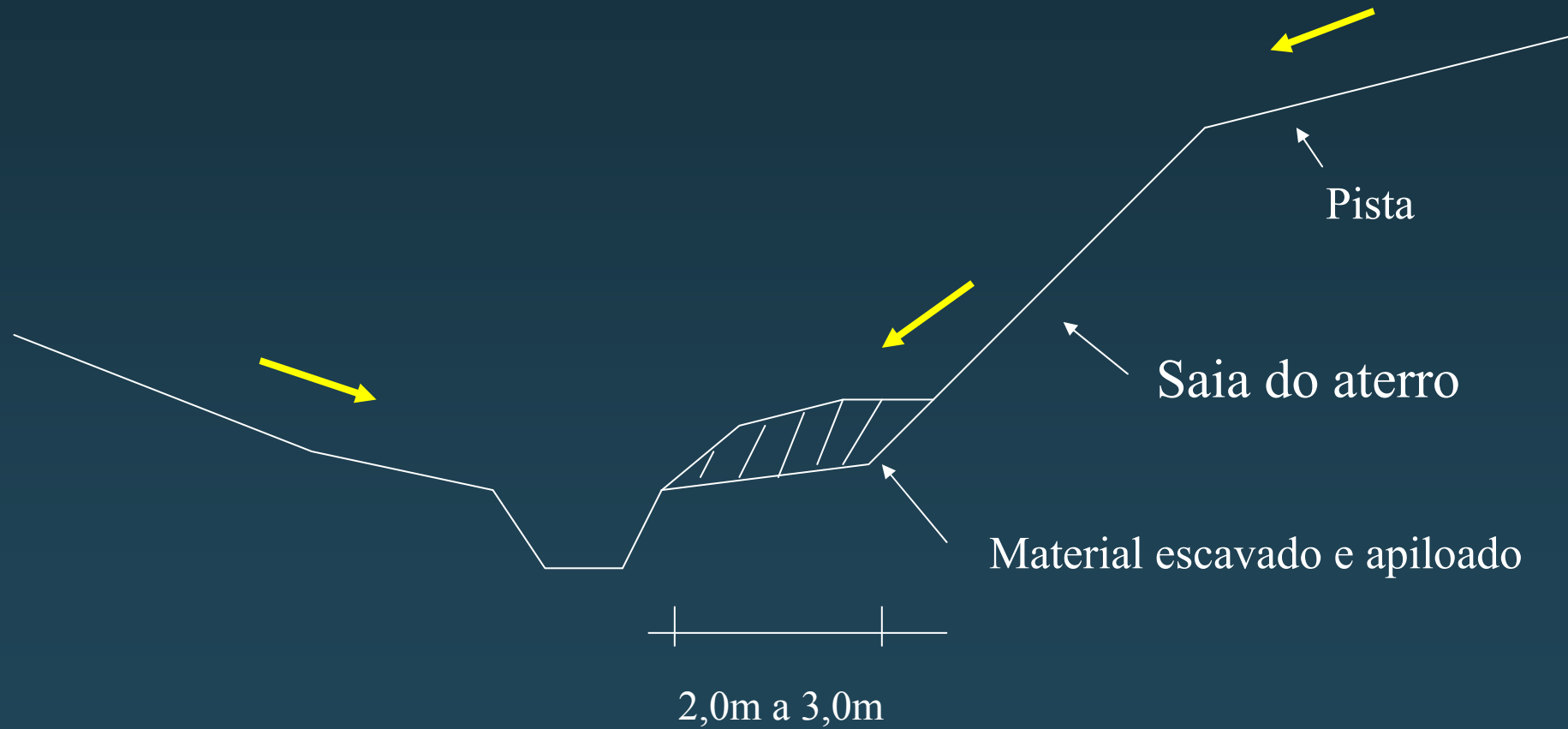






# Valeta de Proteção de Aterro

# Valeta de Proteção de Aterro













**Porque a limpeza de valeta de proteção é muito importante?**









# Sarjetas de Corte e Aterro



# Sarjetas de Corte e Aterro

## 1- Sarjeta de Corte

Tem como objetivo captar as águas que precipitam sobre a plataforma e taludes de corte e conduzi-las, longitudinalmente à rodovia, até a transição entre o corte o aterro, de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural ou, então, para a caixa coletora de um bueiro de greide.







## **Sarjetas de Corte e Aterro**

**O projeto e a construção deverão atender os seguintes aspectos:**

- 1. Hidráulico**
- 2. Segurança do usuário**
- 3. Não comprometer a vida útil do pavimento**

# Sarjetas de Corte e Aterro

## 1. Hidráulico

Capacidade e comprimento crítico









# COMPRIMENTO CRÍTICO DE SARJETA DE CORTE

**TIPO: SCC - 60/10**

**Am = 0,030 m<sup>2</sup>**

**POSTO: Bonsucesso-MG**

**Pm = 0,651 m**

**Tr = 10 anos**

**Rh = 0,046 m**

**Tc = 10 minutos**

**n = 0,015**

**I = 155,4 mm/h**

Altura do Corte ( m )	Declividades ( % )											
	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0
1,0	45	64	90	110	127	142	156	169	180	201	221	238
2,0	41	58	83	101	117	131	143	155	165	185	202	219
2,5	40	56	79	97	112	125	137	148	159	177	194	210
3,0	38	54	76	93	108	121	132	143	152	170	187	202
3,5	37	52	73	90	104	116	127	137	147	164	180	194
4,0	35	50	71	87	100	112	123	132	142	158	173	187
5,0	33	47	66	81	93	104	114	124	132	148	162	175
6,0	31	44	62	76	88	98	107	116	124	139	152	164
7,0	29	41	58	71	82	92	101	109	117	130	143	154
8,0	28	39	55	67	78	87	95	103	110	123	135	146

**Porque a limpeza de sarjeta é muito importante?**

**O comprimento crítico(  $L$  )** é definido como o comprimento máximo de utilização da sarjeta, para que não haja transbordamento d'água e/ou início de processo erosivo.

## Sarjetas de Corte e Aterro

Determinação do comprimento crítico (Método de Equivalência de Vazões)

A vazão decorrente de precipitações pluviais é dada pela fórmula:

$$Q = \frac{c.i.A}{3,6.10^6}$$

**Q** = descarga de contribuição em m<sup>3</sup>/s;

**c** = coeficiente de escoamento, adimensional, fixado de acordo como complexo solo-cobertura vegetal e declividade do terreno;

## Sarjetas de Corte e Aterro

**i** = intensidade de precipitação, em mm/h para a chuva de projeto, fixada no estudo hidrológico;

**A** = área de contribuição, em m<sup>2</sup> ( **A**= **L** x **l** )

**L** = comprimento crítico

**l** = largura de implúvio

$$Q = \frac{c.i.L.l}{3,6.10^6}$$

## Sarjetas de Corte e Aterro

Para sarjetas de corte adota-se  $c = 0,70$  e para sarjetas de aterro  $c = 0,90$ .

A vazão  $Q$  deverá ser equivalente à vazão  $Q'$  na sarjeta:

$$Q' = S \cdot V$$

*A fórmula de manning nos dá*

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$R = \frac{A}{P}$$



## Sarjetas de Corte e Aterro

onde:

$V$  = velocidade de escoamento, em m/s;

$I$  = declividade longitudinal da valeta, m/m;

$n$  = coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional, função do tipo de revestimento adotado;

$R$  = raio hidráulico, em m;

$A$  = área molhada, em  $m^2$ ;

$P$  = perímetro molhado, em m;

$S$  = seção de vazão, em  $m^2$ ;

$Q$  = vazão em  $m^3/s$ ;

# Sarjetas de Corte e Aterro

Para se calcular  $L$ (comprimento crítico),  
faz-se a equivalência:

$$Q = Q'$$

$$Q = \frac{c.i.L.l}{3,6.10^6}$$

$$L = \frac{SV \times 3,6 \times 10^6}{c.i.l}$$

$$Q' = S.V$$

# Comprimento Crítico de Sarjeta

**Recomendação:**

**1. Sarjeta de Corte – máximo de 250,0 m**

# Comprimento Crítico de Sarjeta

## Recomendação:

**1. Sarjeta de Corte – máximo de 250,0 m**

**2. Sarjeta de Aterro – máximo de 150,0 m**





**n = 0,013 a 0,015**



**n = ?**





## Sarjeta corte







## Sarjeta corte



## Sarjeta aterro



## Sarjeta aterro



# Sarjetas de Corte e Aterro

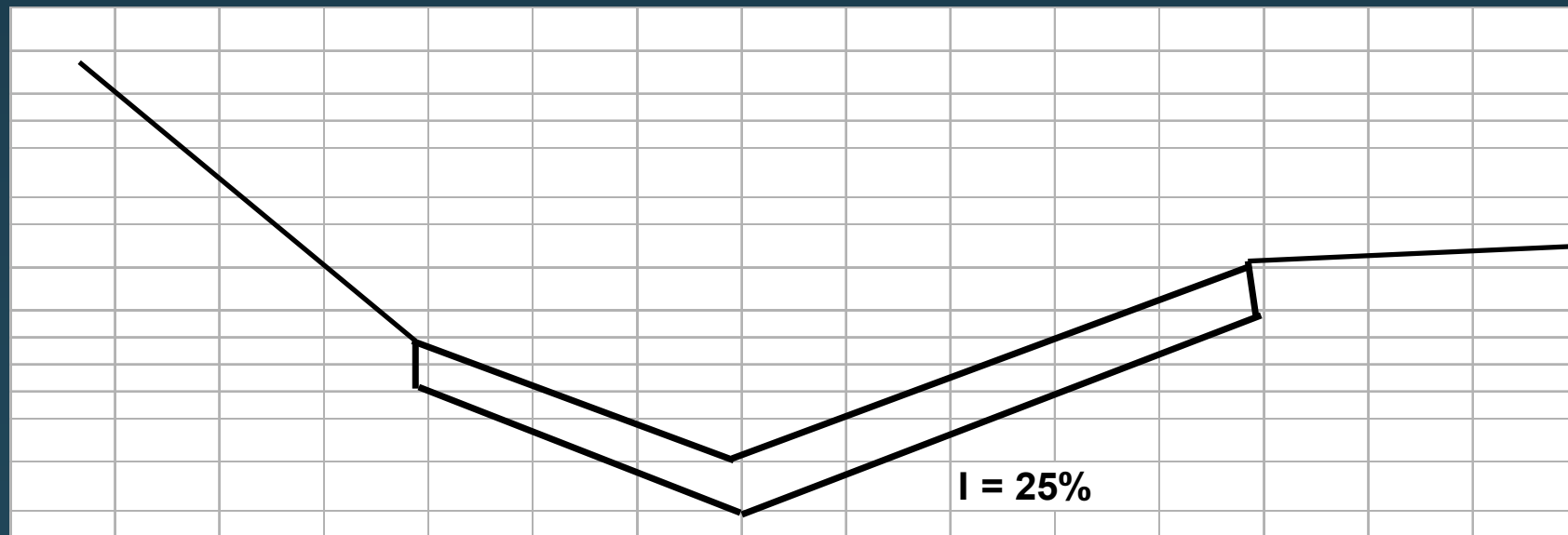
## 2. Segurança do usuário

# Sarjetas de Corte e Aterro

## Seção – Tipo

As sarjetas de corte e aterro podem ter diversos tipos de seção, sendo mais comum a de forma triangular, obedecendo aos seguintes critérios:

- Sarjeta Triangular - a sarjeta deve ter do lado de montante a declividade máxima de 25%.







9 5:35 AM

# Sarjeta quebrada



## Sarjeta quebrada



## Sarjeta quebrada



# Sarjetas de Corte e Aterro

**3. Não comprometer a vida útil do pavimento**



# Sarjetas de Corte

**Posicionamiento correcto**







11 12:18 AM

# **Sarjetas de Corte**

**Posicionamiento correcto**

**Cuidados com a conservação**







**Solução?**











# Sarjetas de Corte

**Excesso de largura para implantação**

**Ex: empréstimo lateral, etc...**

# Sarjetas de Corte

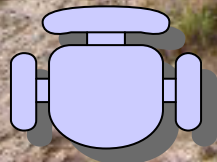
**Excesso de largura para implantação**

**Ex: empréstimo lateral, etc...**

**Implantação errada**















# Sarjetas de Corte

**Excesso de largura para implantação**

**Ex: empréstimo lateral, etc...**

**Implantação correta**







21 11:08 PM

# **Sarjetas de Corte e Aterro**

**Implantação desnecessária**











29 12:19 AM

# **Sarjetas Aterro**

**Adensamento do talude de aterro**















# **Sarjetas Aterro**

**Adensamento do talude de aterro**

**Ex: Ribeirão Preto**







11 12:13 AM

## Sarjetas de corte e aterro

**Problemas relacionados com:**

**Projeto**

**Construção**

**Manutenção**

# Reaterro lateral



# Sarjeta quebrada





# Limpeza



# Limpeza



# Limpeza



























































# **Proteção Vegetal do Talude de Corte**









**Meio Fio – MFC 01**

**Sarjeta de aterro - DNIT**

# Reconstrução



# Reconstrução



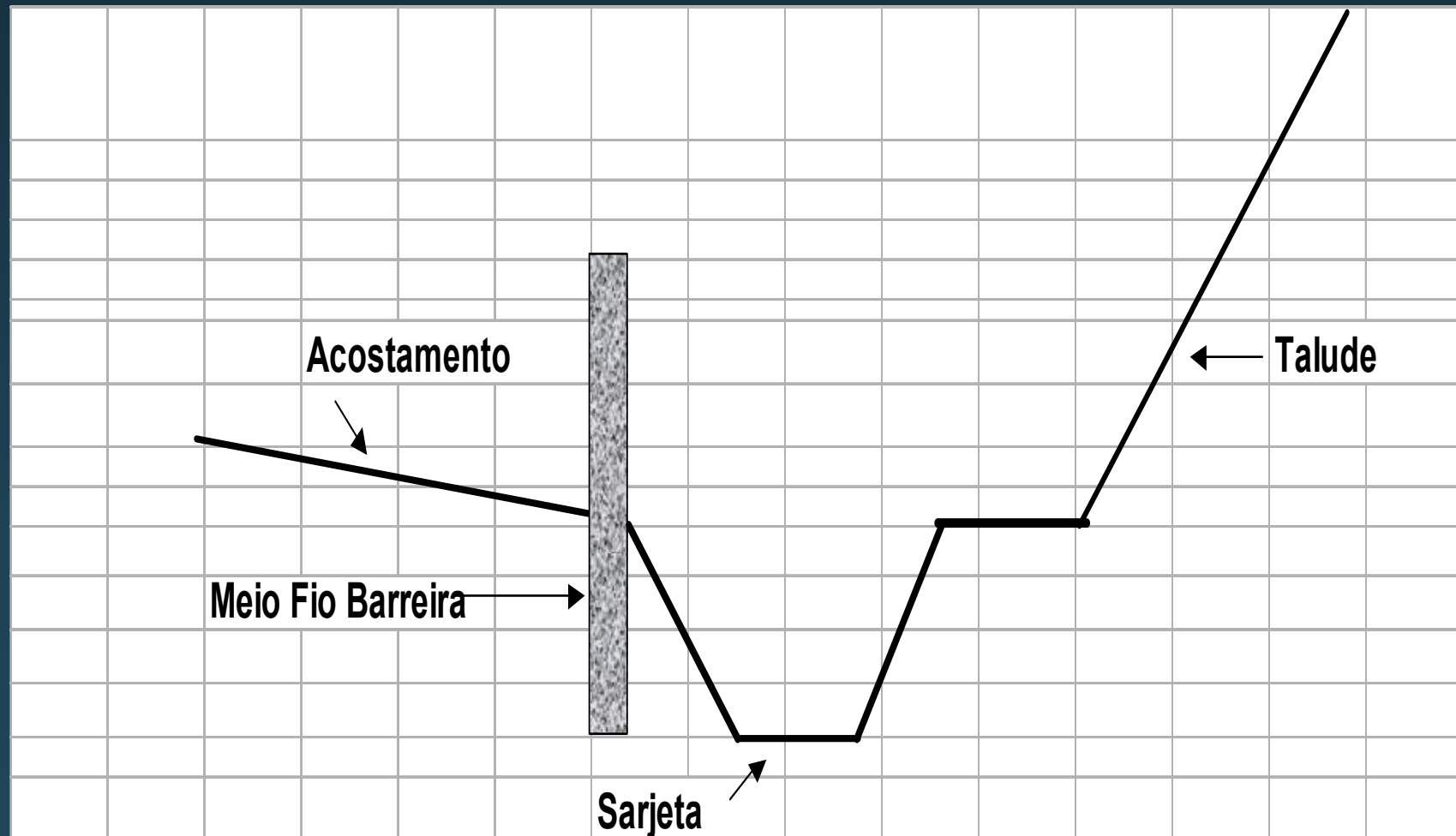
**Meio Fio – MFC 05**

**DNIT**



# Sarjetas de Corte e Aterro

- Sarjeta Trapezoidal com barreira





## **Saídas D'Água de Corte**

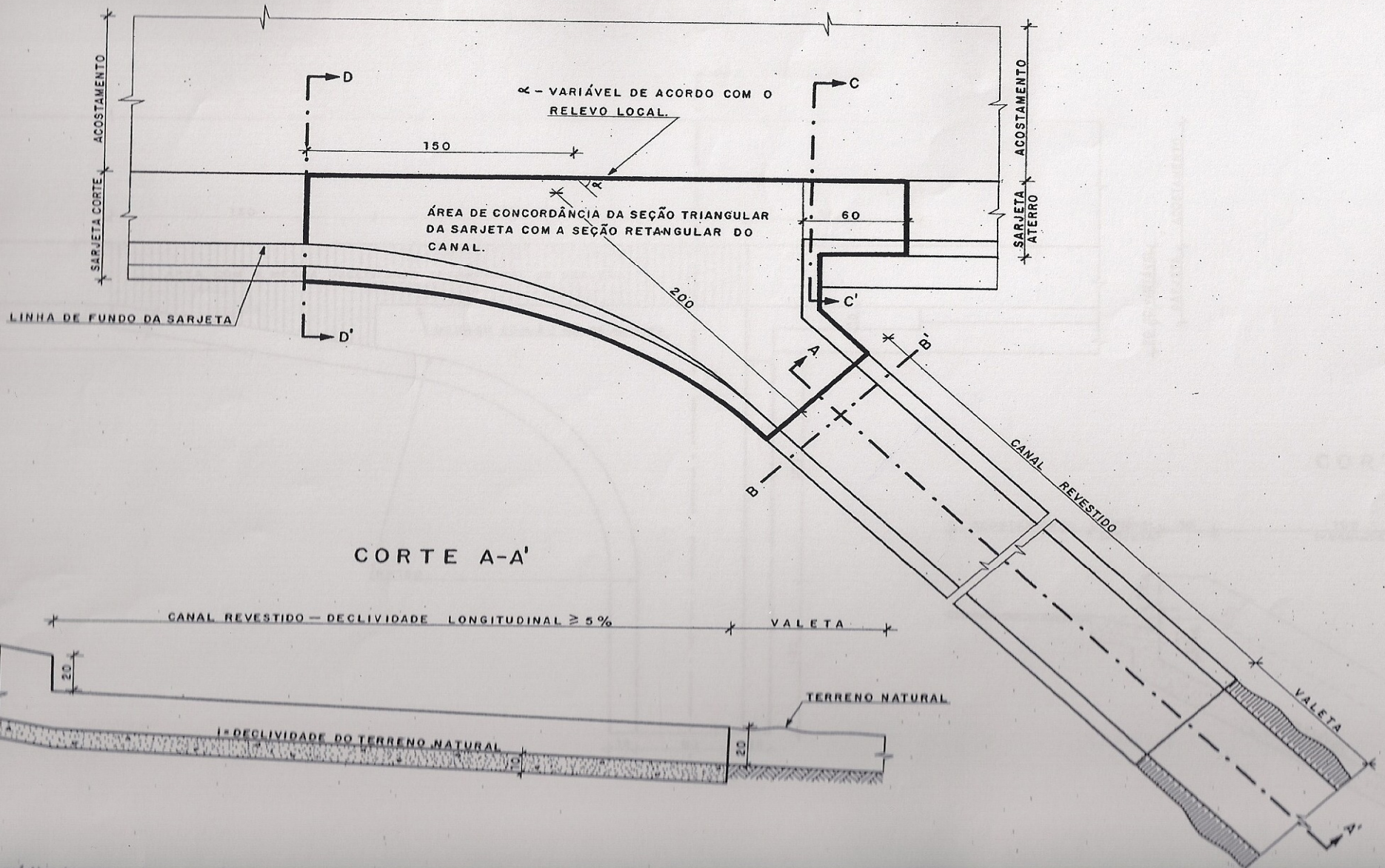
**As saídas d'água de corte, são coletores das águas das sarjetas de corte conduzindo-as para local adequado.**

**São utilizadas quando é atingido o ponto crítico da sarjeta nos pontos de passagem de corte e aterro.**



# Saída D'água de corte – DER-MG

PLANTA



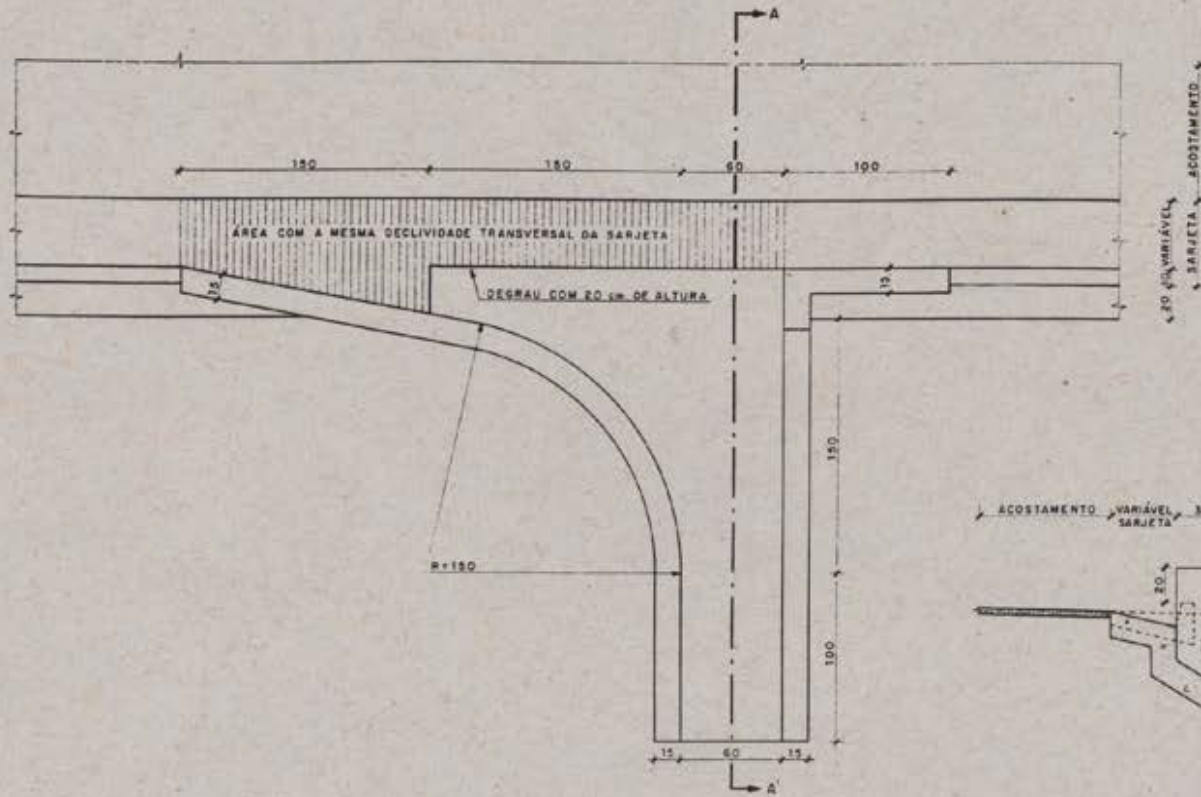
## Saídas D'Água de Aterro

As saídas d'água também denominadas entradas d'água, são coletores das águas das sarjetas de aterro conduzindo-as para as descidas d'água.

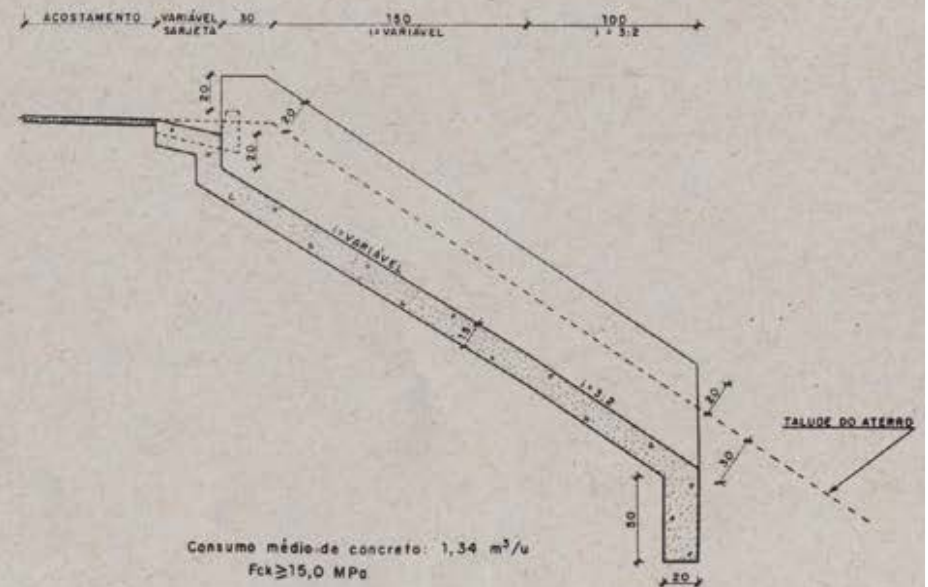
São utilizadas quando é atingido o ponto crítico da sarjeta, nos pontos baixos das curvas verticais côncavas e junto às pontes.

# SDA-01

PLANTA



CORTE A-A'



Consumo médio de concreto:  $1,34 \text{ m}^3/\text{u}$   
 $F_{ck} \geq 15,0 \text{ MPa}$

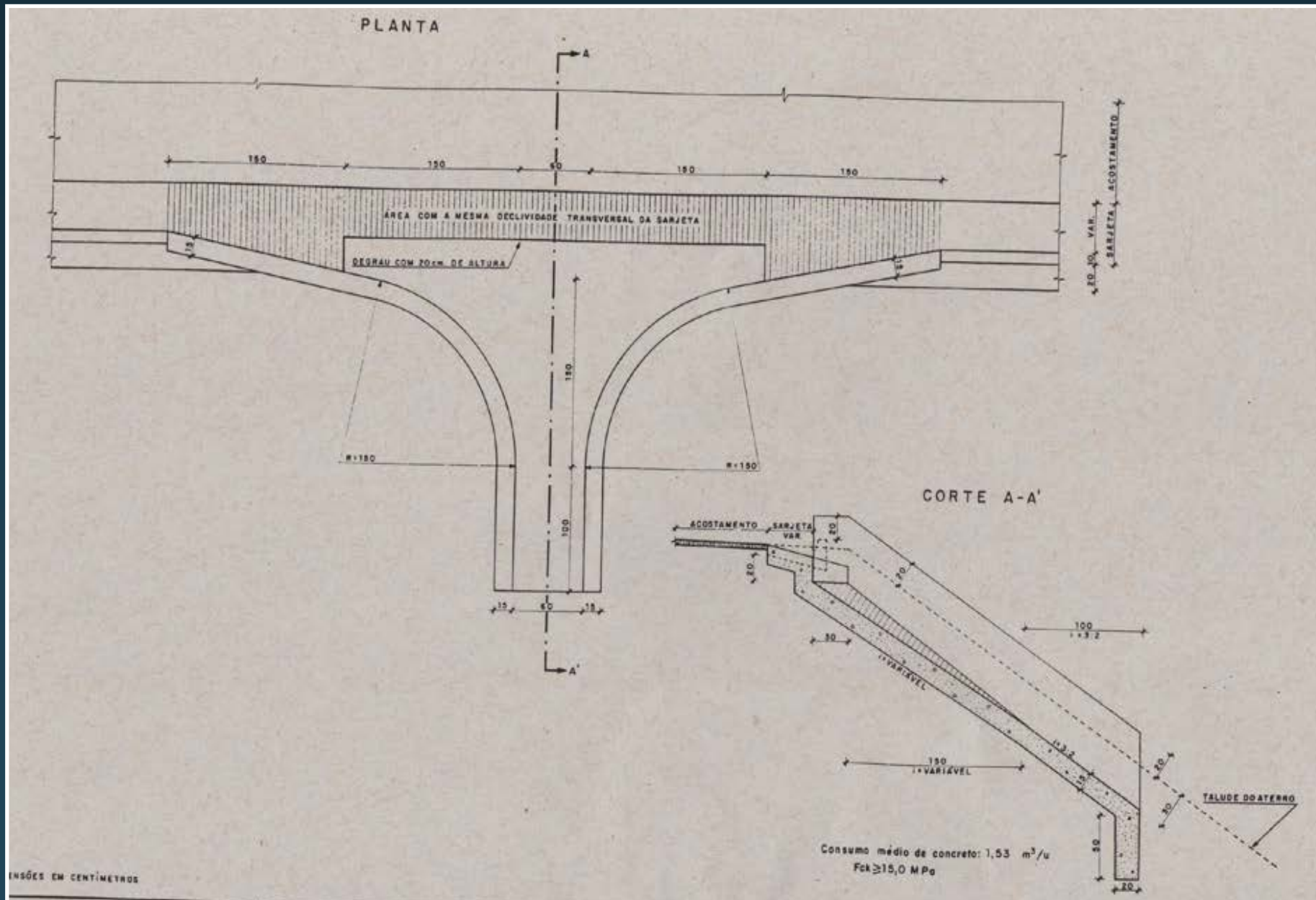
DIMENSÕES EM CENTÍMETROS







# SDA-02



















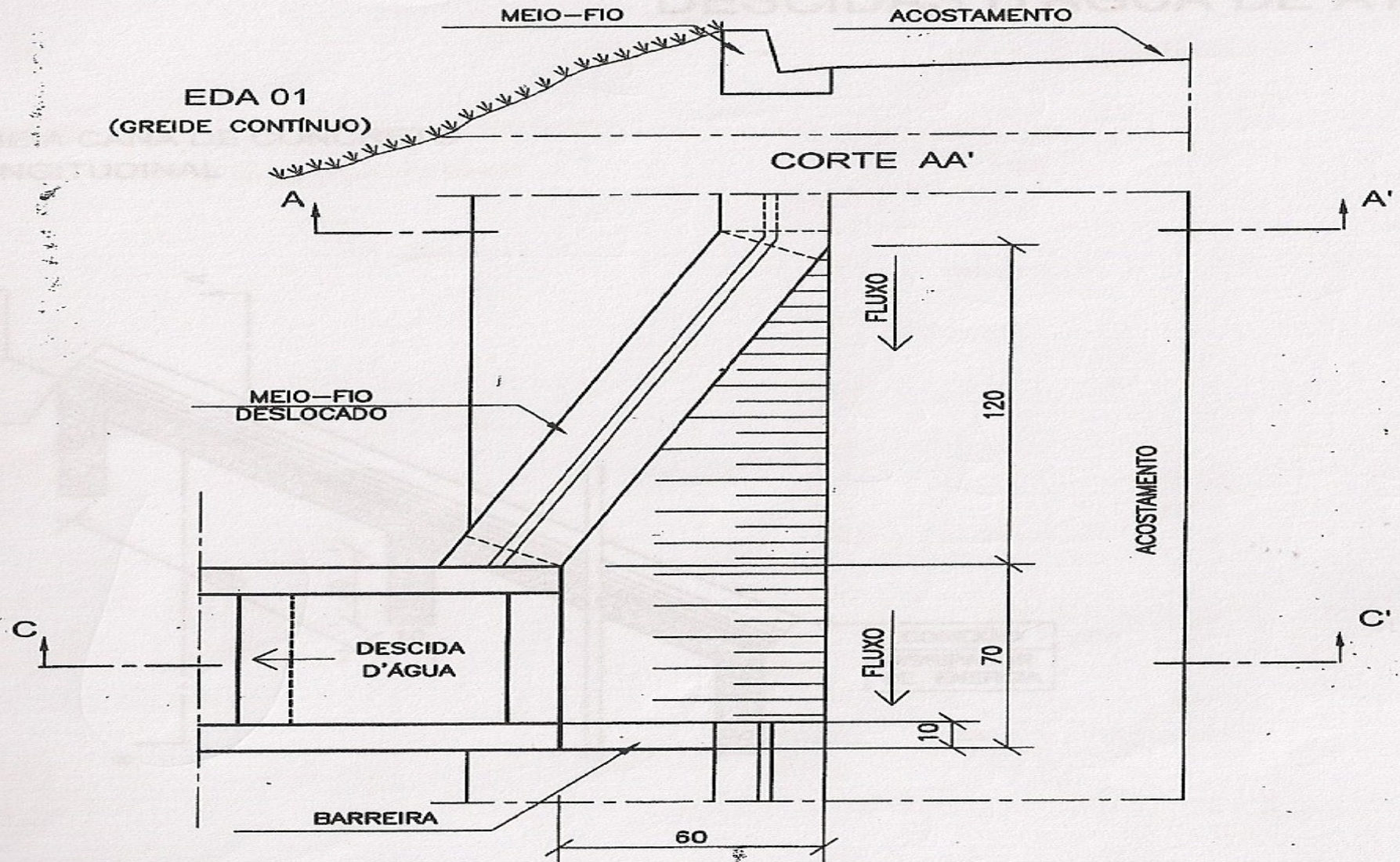
**Saídas D'Água de Aterro**

**ou**

**Entrada D'água - DNIT**

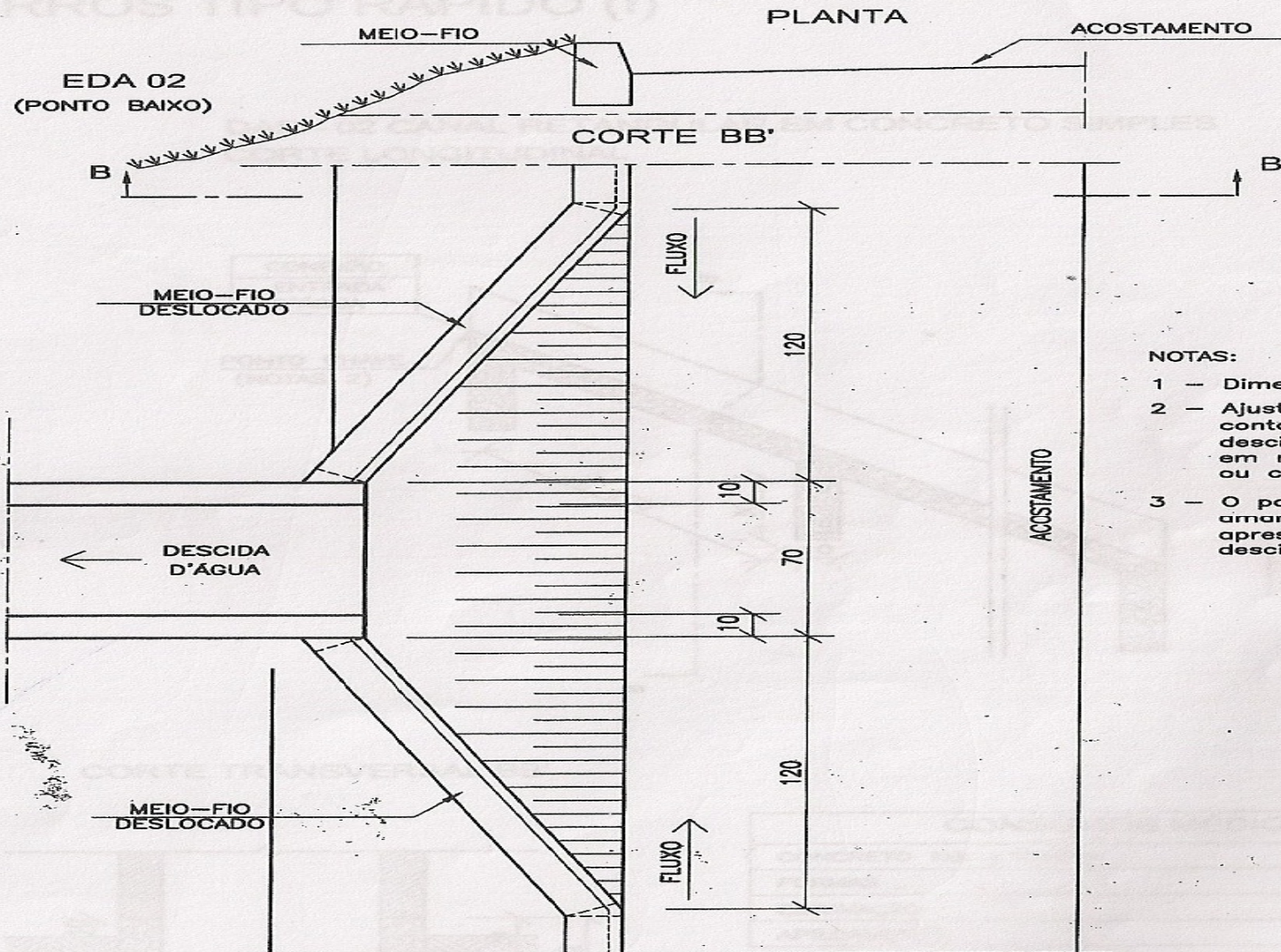
# EDA 01

EDA 01  
(GREIDE CONTÍNUO)





# EDA 02



## NOTAS:

- 1 - Dimensões em cm
- 2 - Ajustar na obra a zona de contato da entrada com a descida d'água tipo rápido em meia-cana de concreto ou calha metálica
- 3 - O ponto-chave indica a amarração aos detalhes apresentados para as descidas d'água.





















2 11:26 PM



## Necessidade de reparos



# Reaterro





## Descida D'Água de Aterro

*São dispositivos que tem como objetivo, conduzirem as águas provenientes das sarjetas de aterro quando é atingido seu comprimento crítico e nos pontos baixos das curvas verticais côncavas, desaguardando em terreno natural.*





# Descida D'Água de Aterro

São dois os tipos de dispositivos de descida d'água:

- Rápido
- Degraus









# Reaterro lateral



## **Descida D'Água de Corte**

**São dispositivos destinados a dirigir as águas proveniente da valeta de proteção de corte para as caixas coletoras dos bueiros de greide, de onde serão conduzidas para fora do corpo estradal.**







**PRÓXIMOS**  
**2.8Km**





**PRÓXIMOS**  
**2.8Km**



**PRÓXIMOS**  
**2.8Km**







# Dissipadores de Energia

São dispositivos destinados a dissipar a energia do fluxo d'água, reduzindo conseqüentemente sua velocidade de modo que não haja risco de erosão no final das saídas, descidas d'água, valeta de proteção e bueiros.













## Caixas Coletoras

**As caixas coletoras têm por finalidade coletar as águas oriundas das sarjetas de corte, das descidas d'água dos cortes e talvegues, conduzindo-as para fora do corpo estradal através dos bueiros de greide ou bueiros de grotá.**







# Reparo no encaminhamento











**Porque a limpeza da caixa coletora é muito importante?**







# SARJETA DE BANQUETA





## Valeta trapezoidal na banqueta







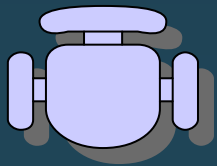








**Porque a limpeza da sarjeta banqueta é muito importante?**

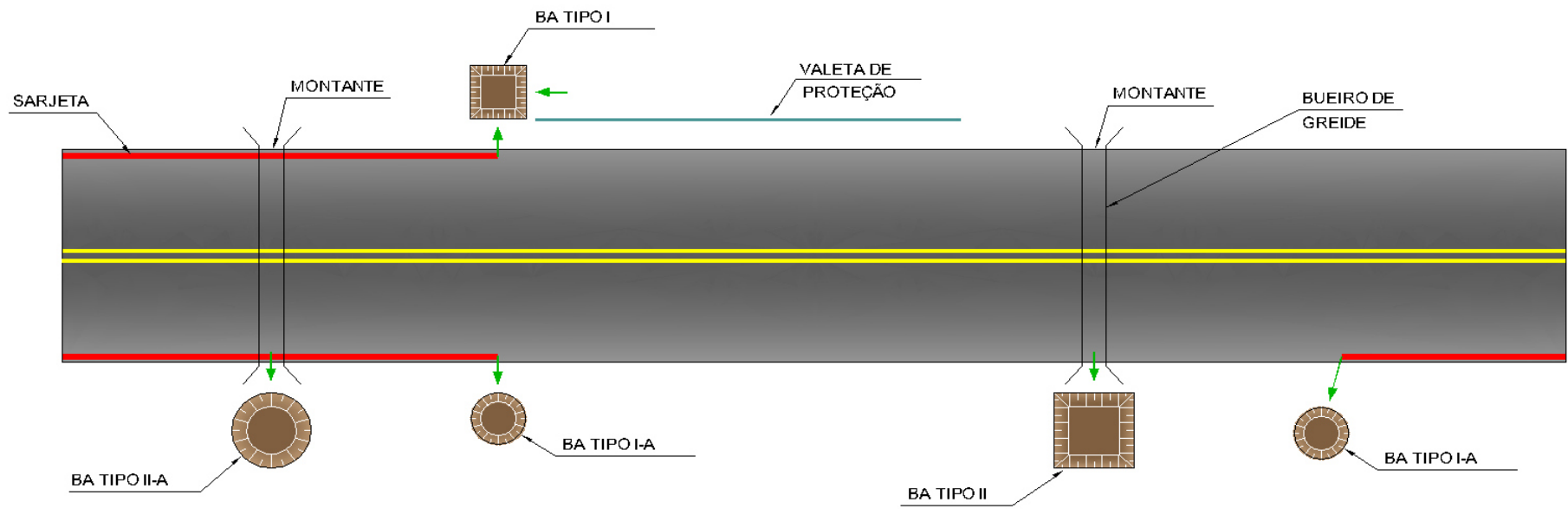


# BACIAS DE ACUMULAÇÃO

## **OBJETIVOS:**

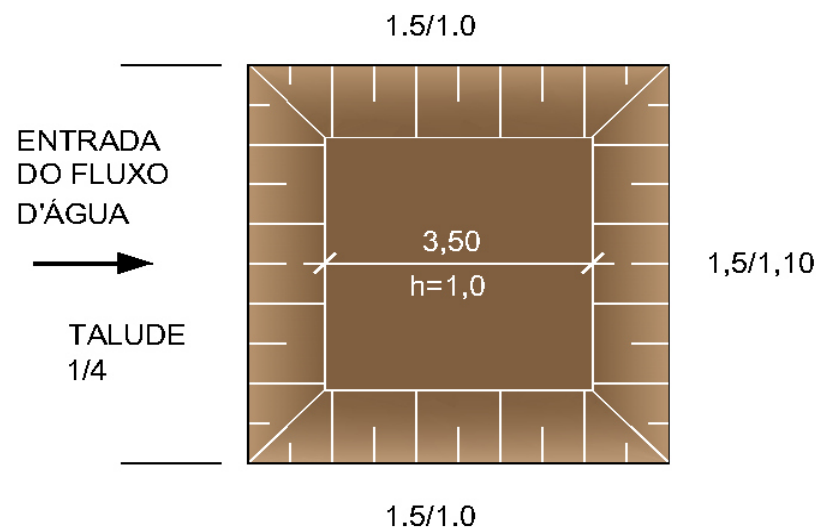
- **Realimentação do Lençol Freático**
- **Controle de Erosão**
- **Bebedouro para Gado**

# PLANTA

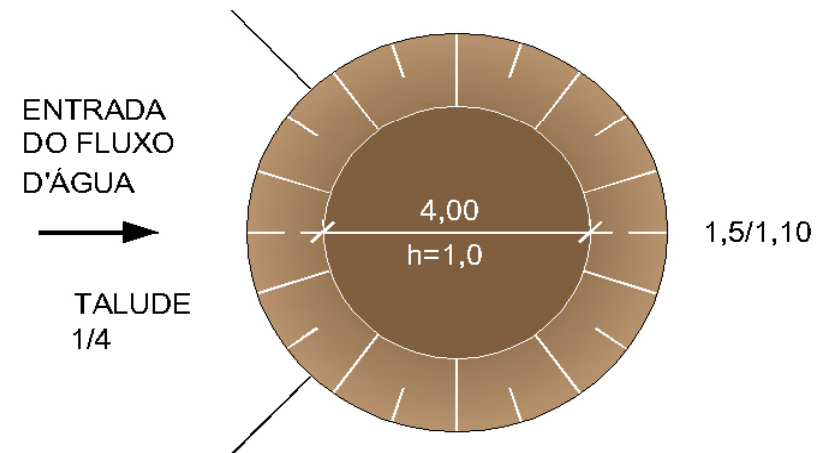


# BACIAS DE ACUMULAÇÃO - DETALHES

## JUSANTE DE SAÍDAS D'ÁGUA E VALETAS DE PROTEÇÃO



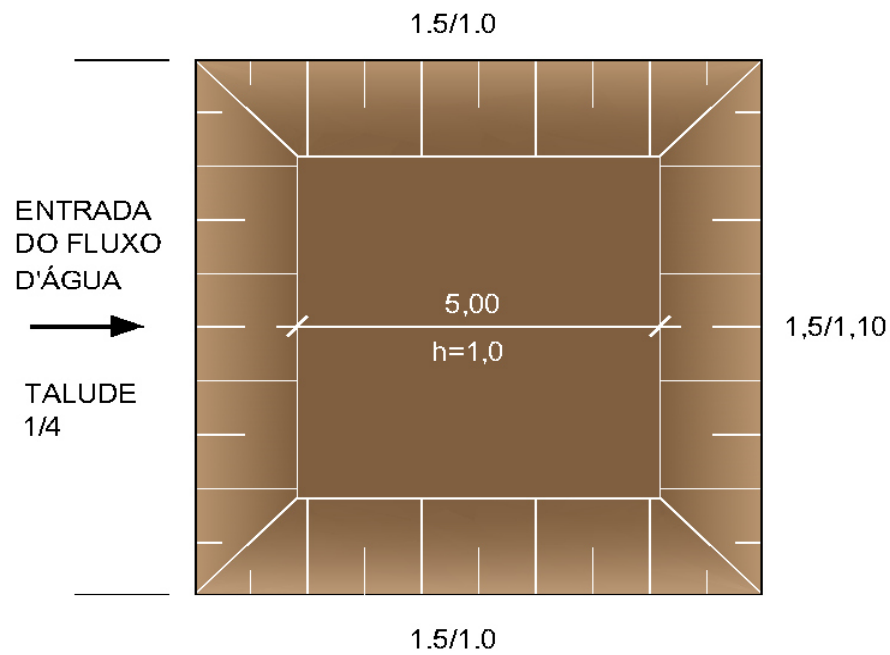
TIPO I



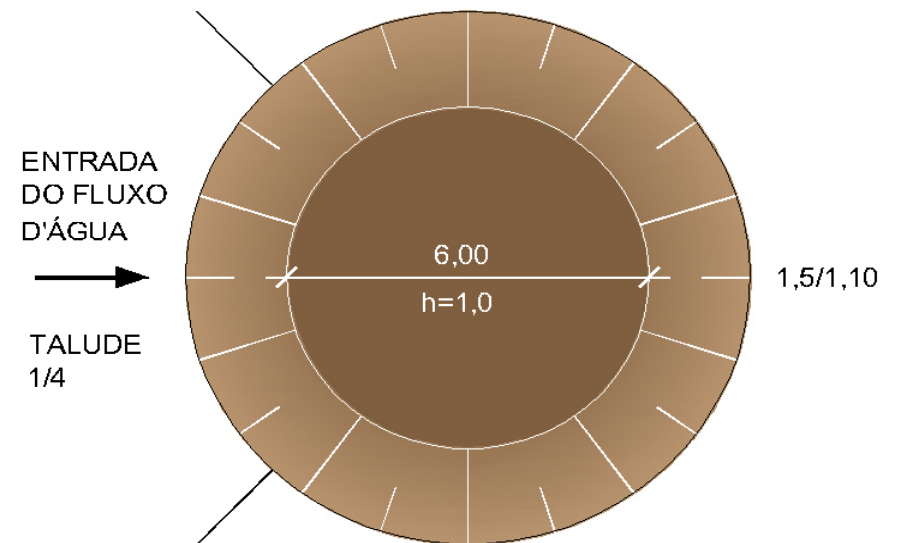
TIPO I-A

# BACIAS DE ACUMULAÇÃO - DETALHES

## JUSANTE DE BUEIROS DE GREIDE



TIPO II



TIPO II-A







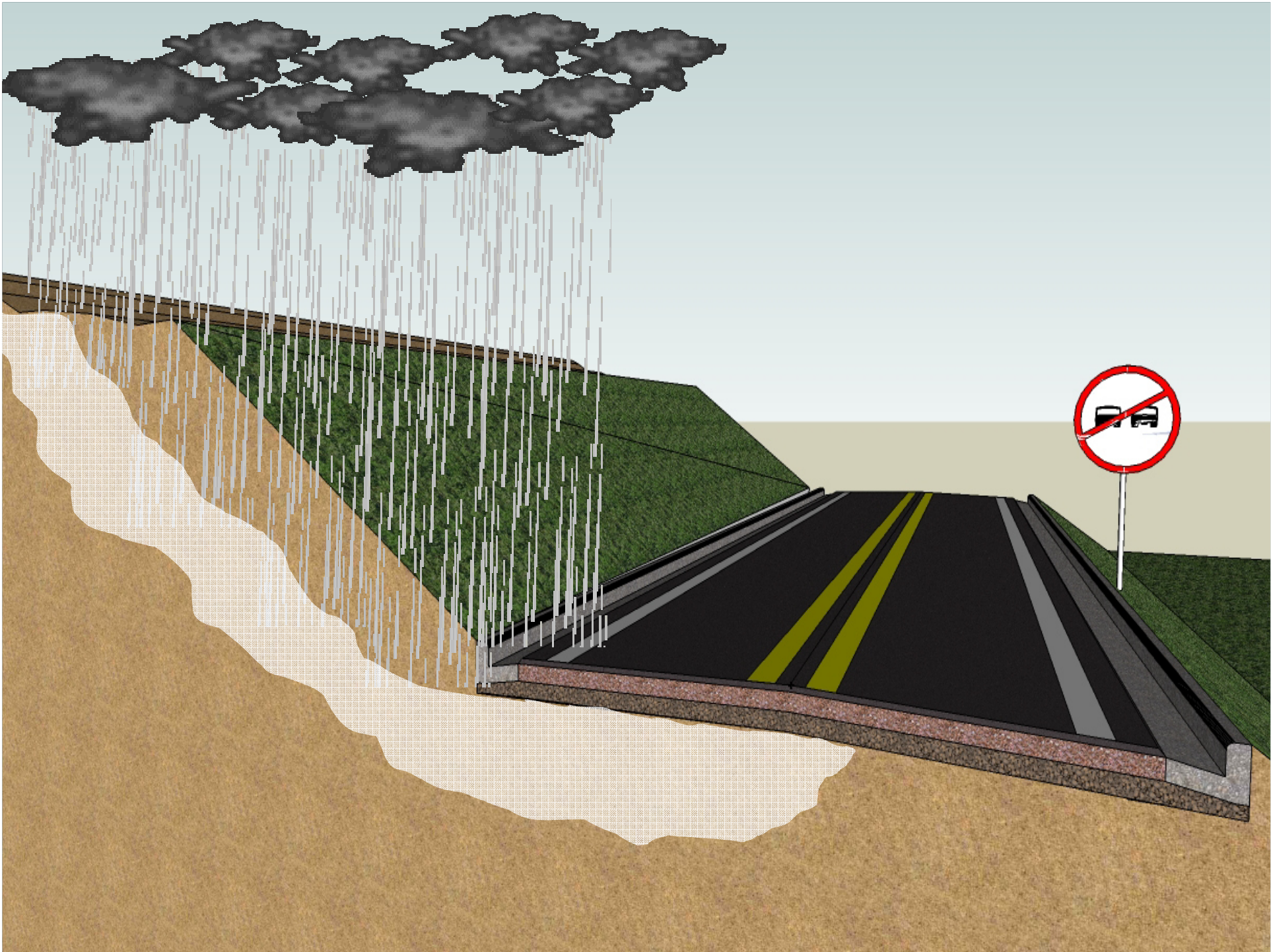


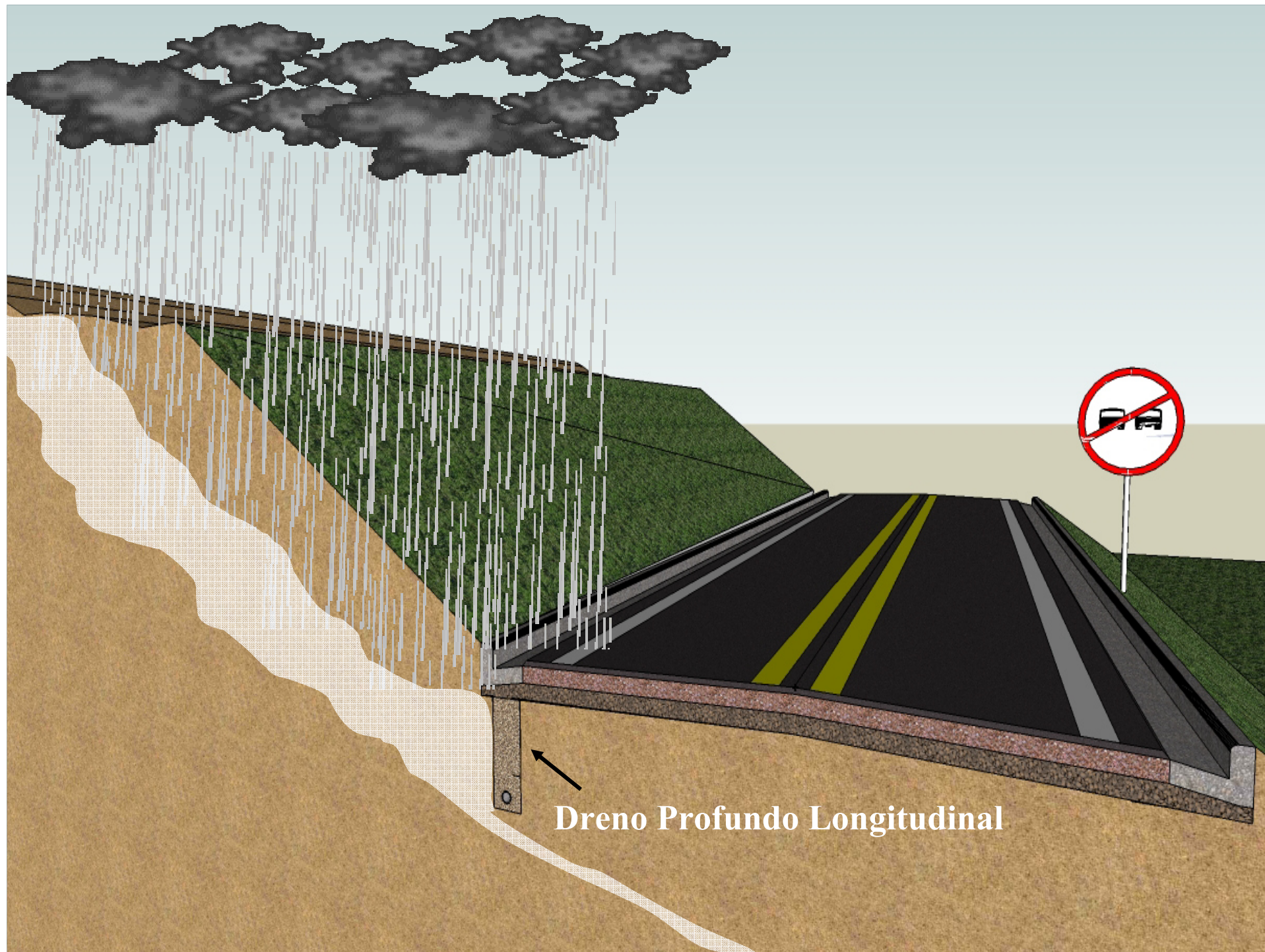


# DRENAGEM PROFUNDA

## Dreno Profundo Longitudinal

O dreno profundo longitudinal é utilizado para **interceptar** e/ou **rebaixar** o lençol freático, tendo como objetivo principal **proteger** a estrutura do pavimento.

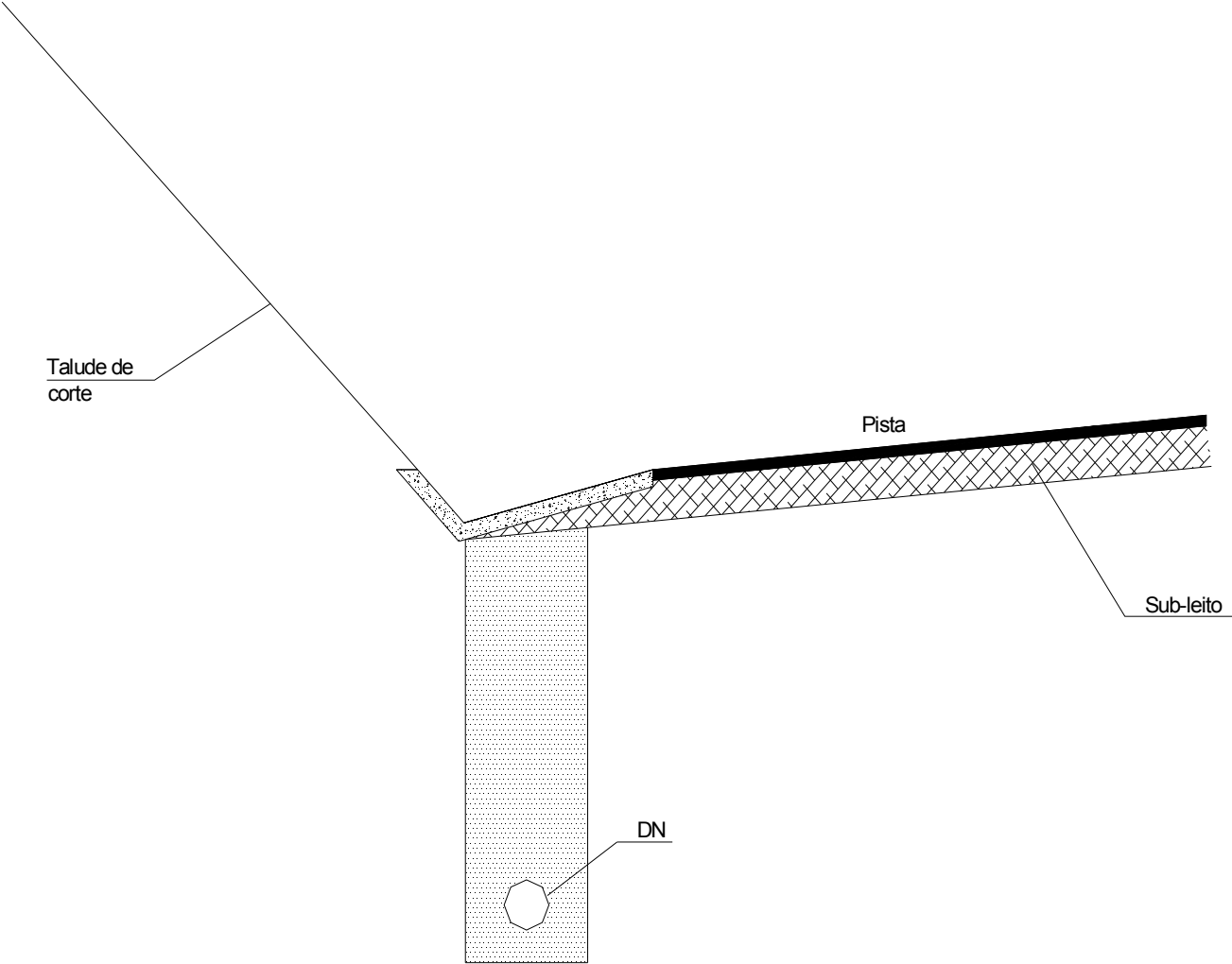




**Dreno Profundo Longitudinal**

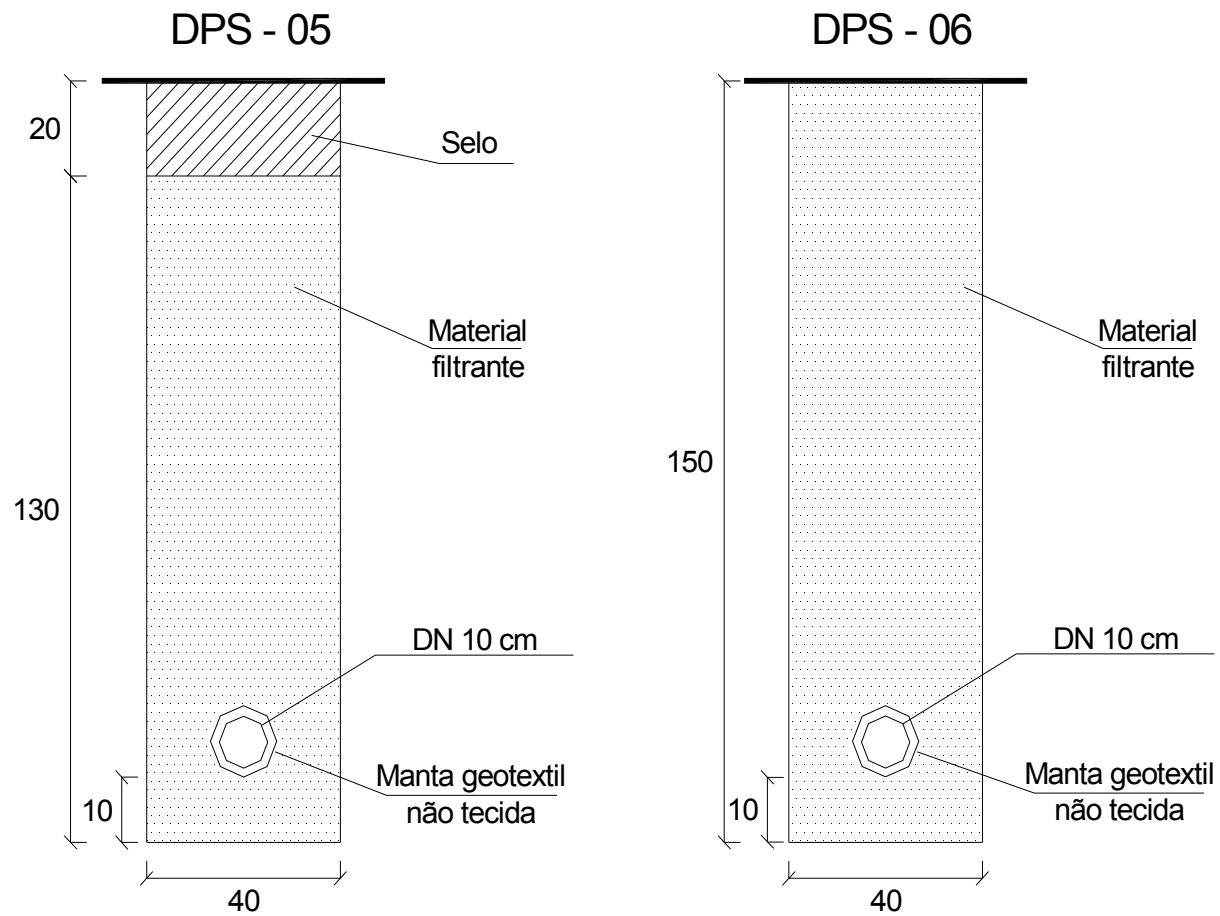
# DPS - DRENO PROFUNDO LONGITUDINAL PARA CORTE EM SOLO - POSICIONAMENTO

## POSICIONAMENTO DO DRENO CORTE TRANSVERSAL

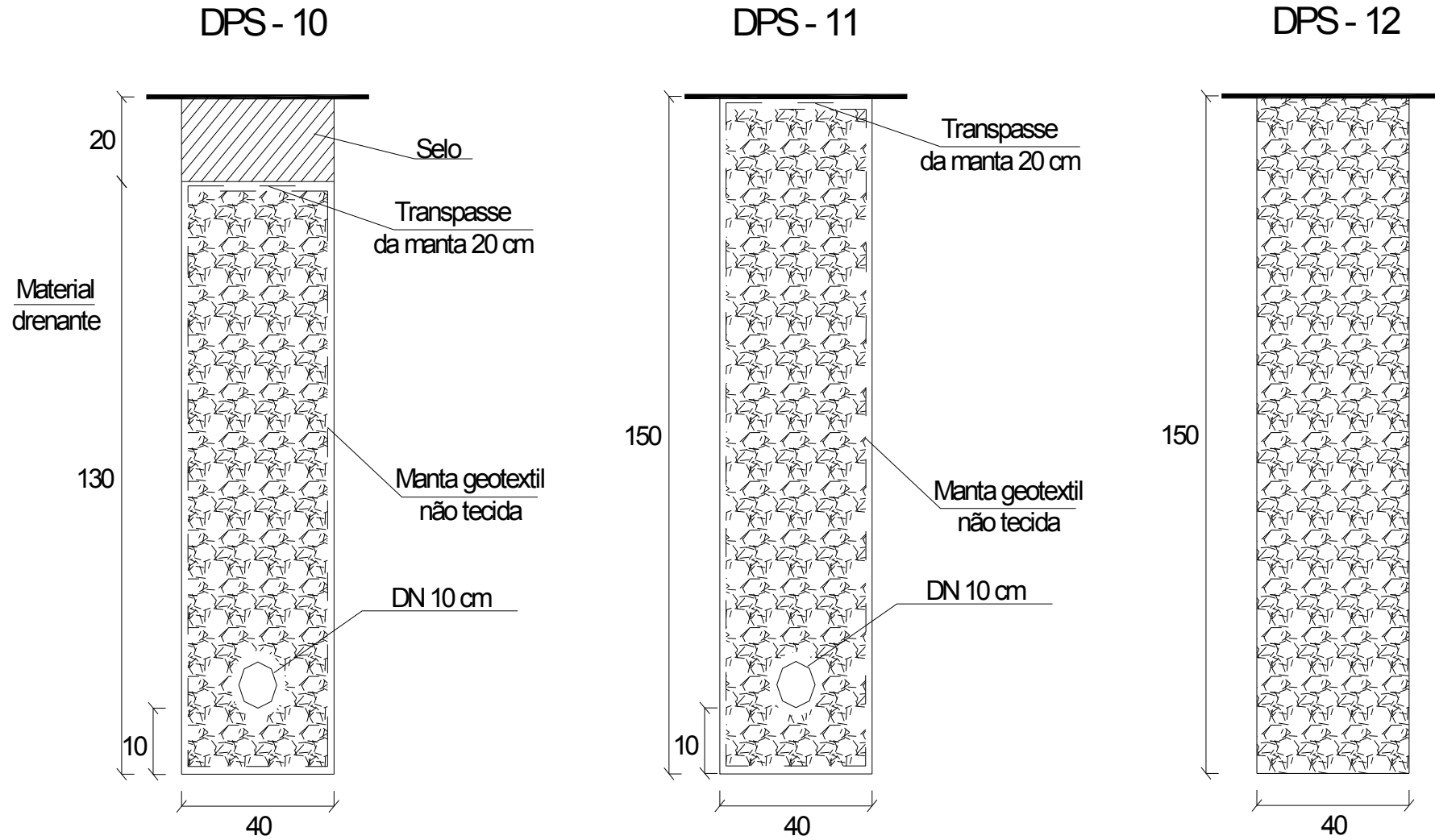




# Dreno c/ Material Filtrante (areia)



# Dreno c/ Material Drenante (brita)

































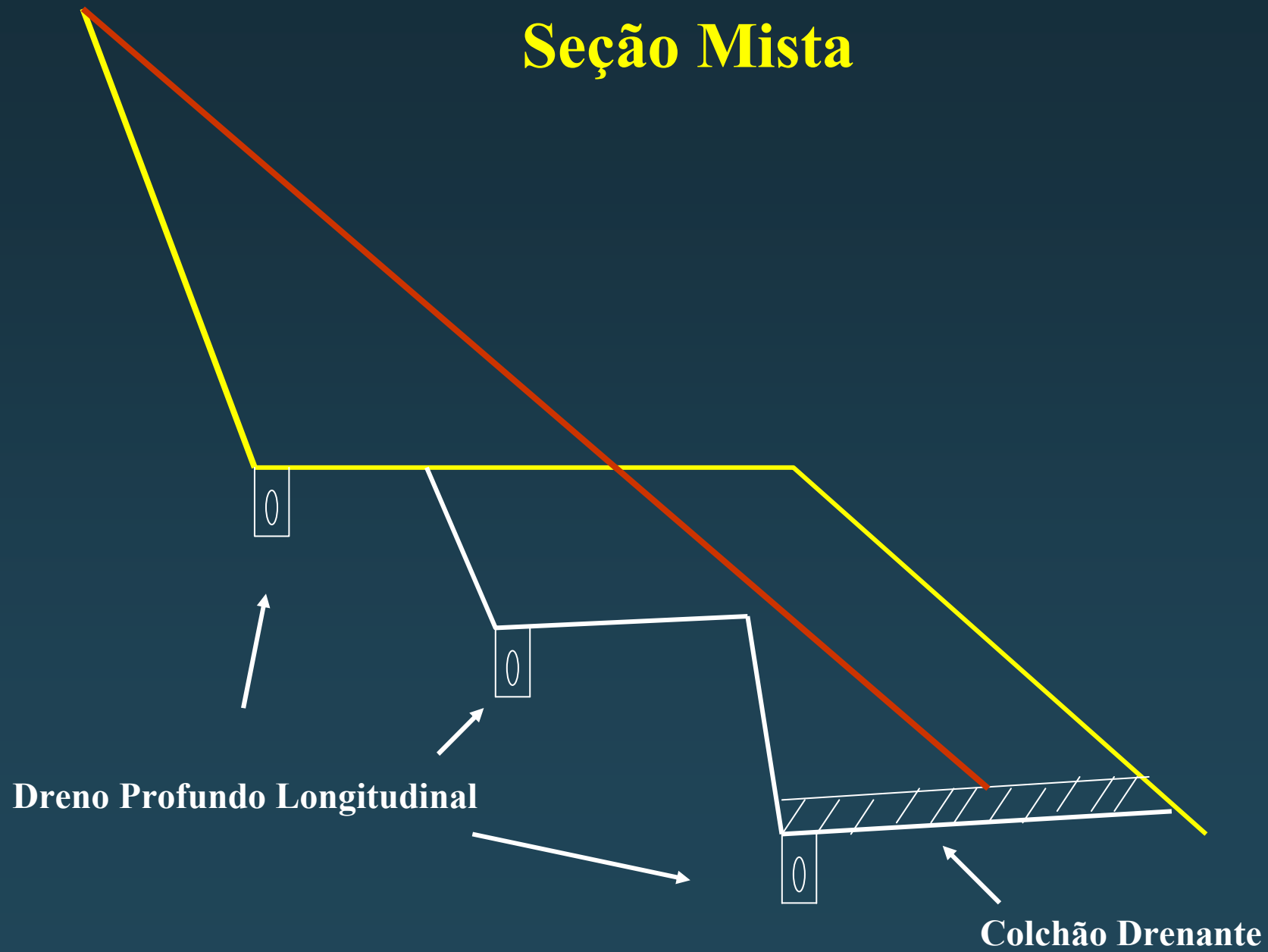


# Drenagem em Encostas

# Seção Mista



# Seção Mista









# **DRENAGEM DE PAVIMENTO**

# I- Custos Diretos

## I.3- Restauração:

### PERMEABILIDADE DAS CAMADAS DO PAVIMENTO

-Boa permeabilidade:  $K \geq 1 \times 10^{-3}$  cm/s

-Permeabilidade indesejável:  $1 \times 10^{-6} < K < 1 \times 10^{-3}$

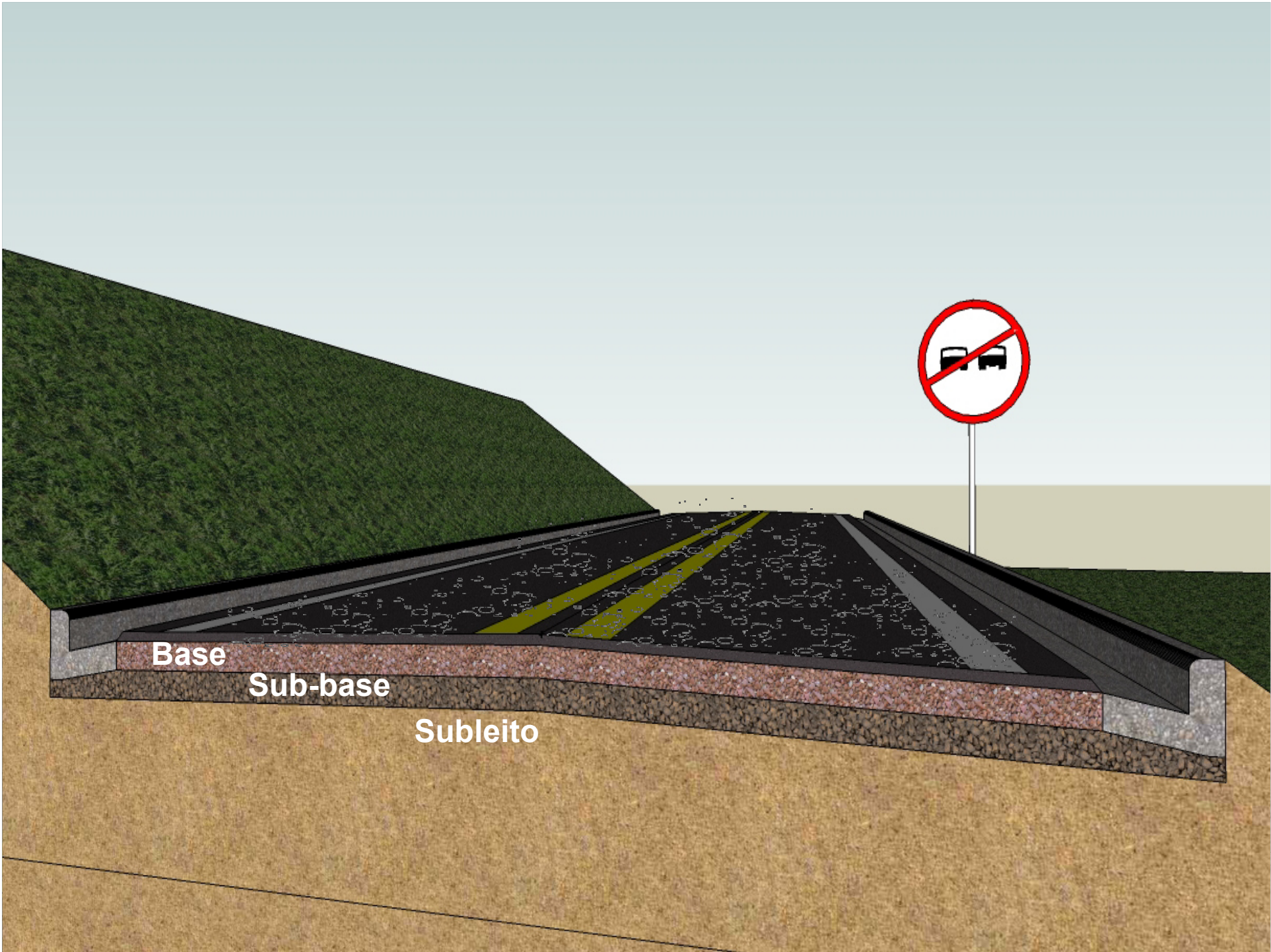
- Quase Impermeável :  $K \leq 1 \times 10^{-6}$  cm/s



# **DRENOS DE PAVIMENTO OU DRENOS SUBSUPERFICIAIS**

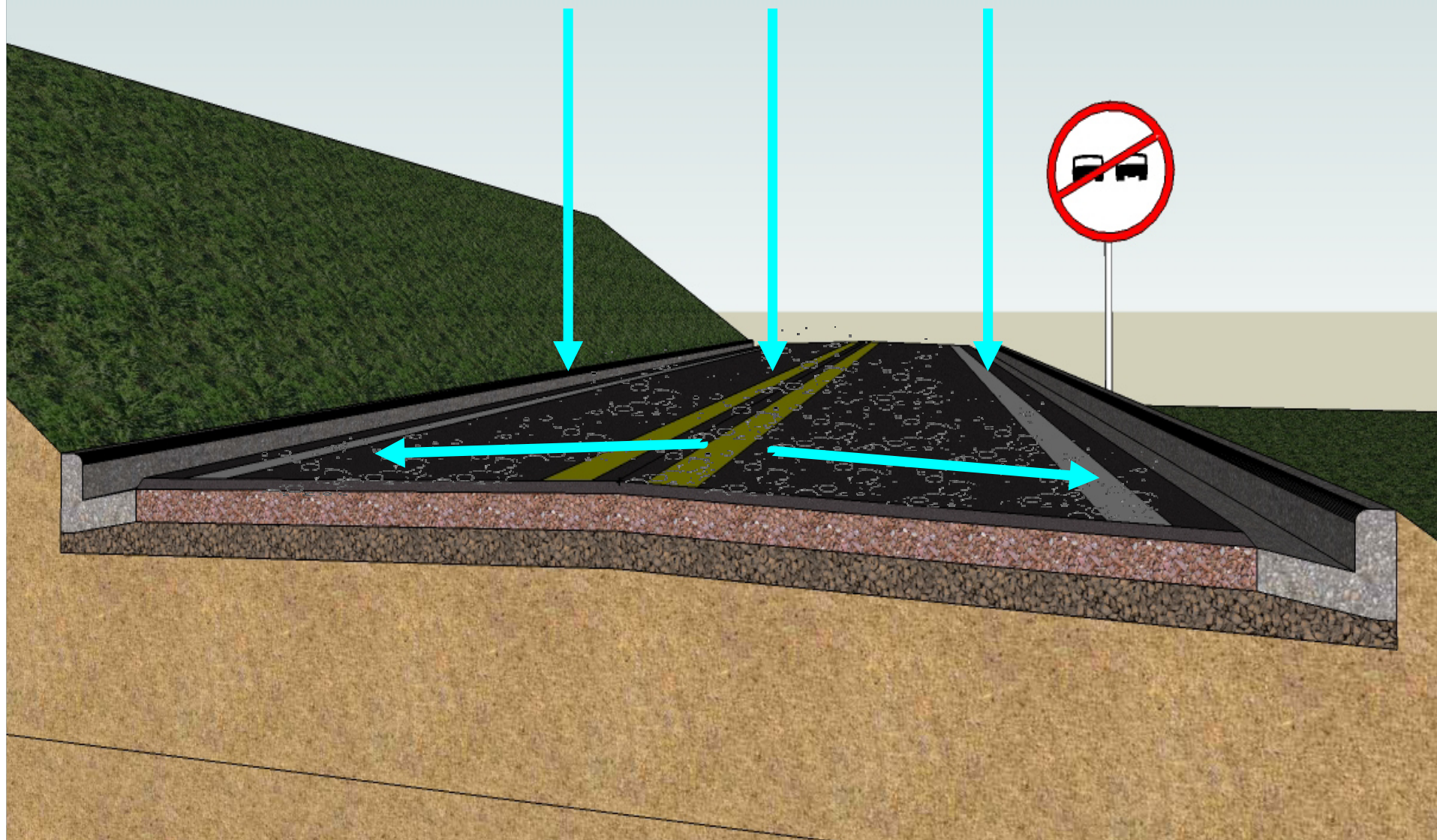
**São dispositivos que tem como objetivos, receber as águas drenadas pela camada do pavimento de maior permeabilidade e conduzir até o local de deságue.**





# PAVIMENTO NOVO: REVESTIMENTO IMPERMEÁVEL

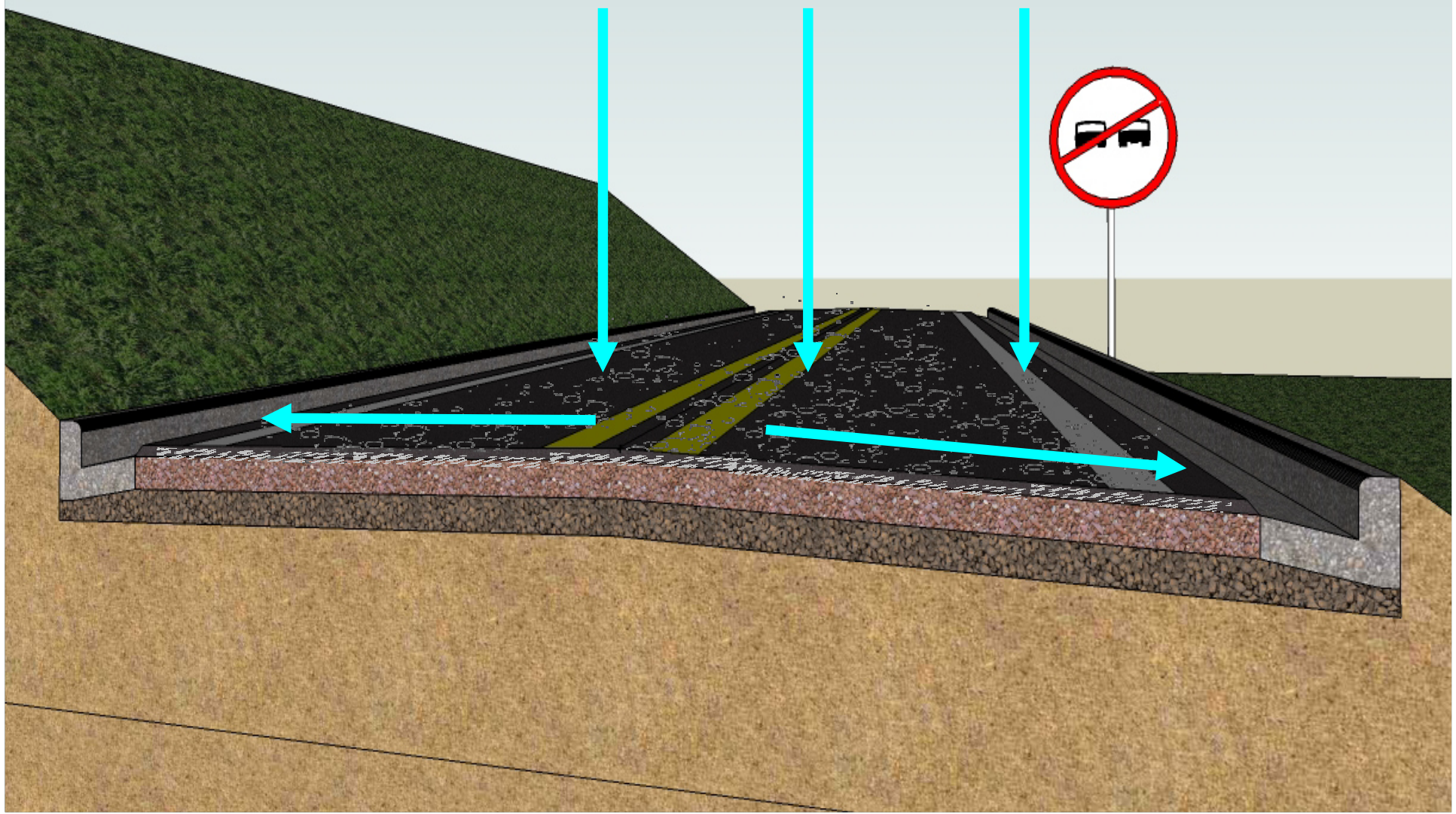
$K < 10^{-6} \text{ cm/s}$



# REVESTIMENTO PERMEÁVEL ( a partir do 4º ano de vida)

**BASE IMPERMEÁVEL**

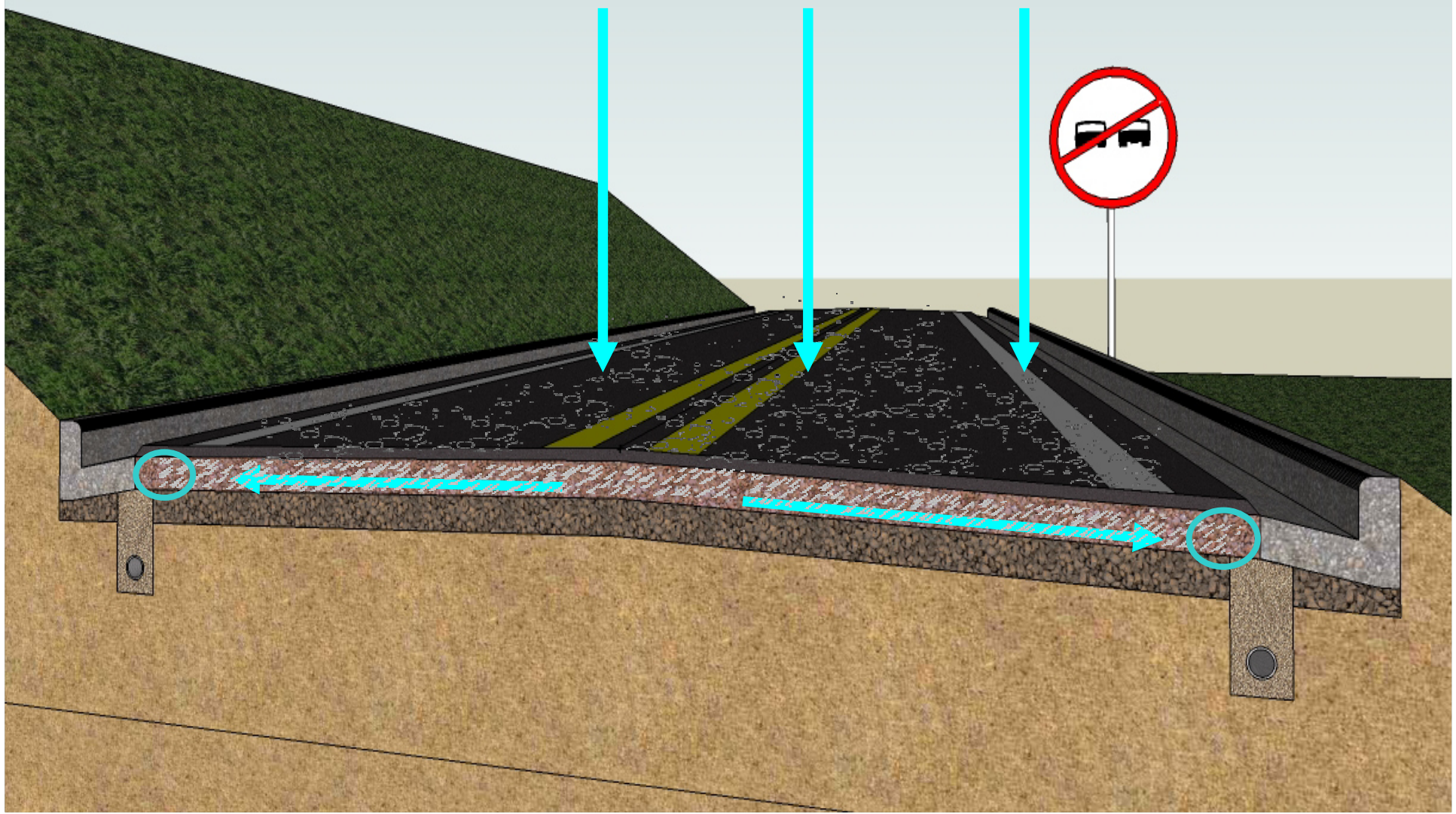
$K < 10^{-6} \text{ cm/s}$



# REVESTIMENTO PERMEÁVEL ( a partir do 4º ano de vida)

**BASE PERMEÁVEL**  $K > 10^{-3} \text{ cm/s}$

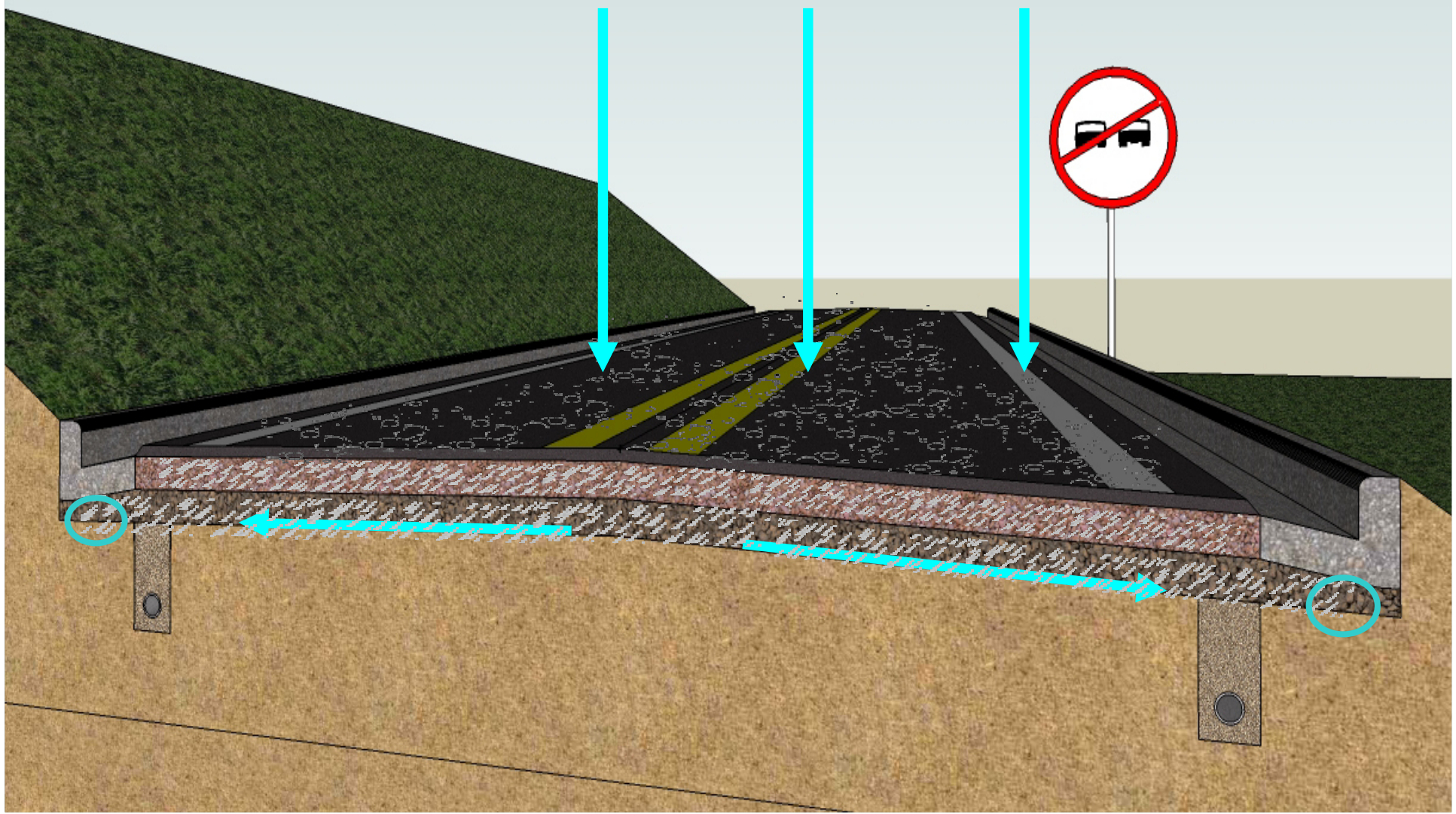
SUB-BASE IMPERMEÁVEL



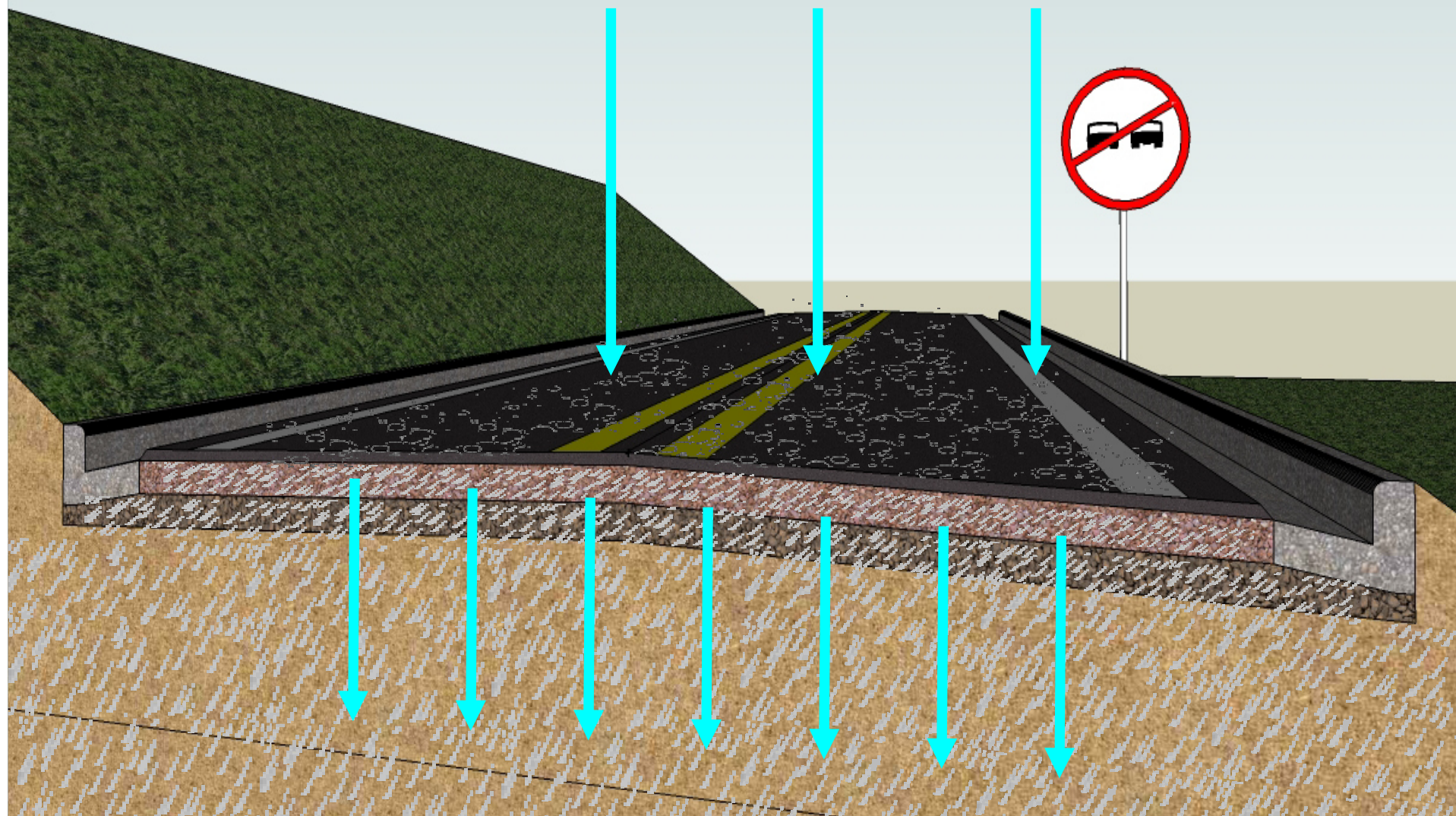
# REVESTIMENTO PERMEÁVEL ( a partir do 4º ano de vida)

SUB - BASE E BASE PERMEÁVEL  $K > 10^{-3} \text{ cm/s}$

SUBLEITO IMPERMEÁVEL



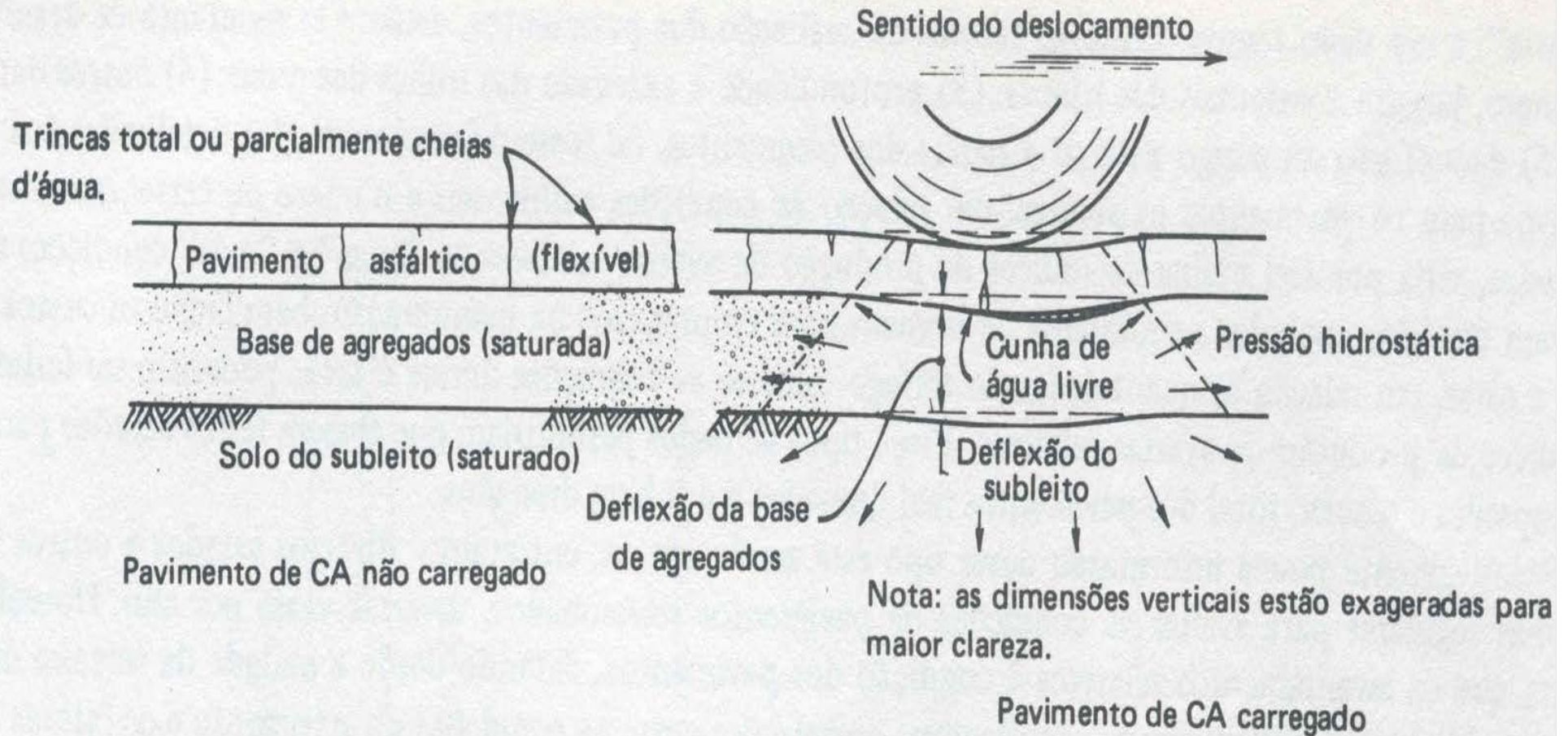
TUDO PERMEÁVEL





**A degradação do pavimento está diretamente associada à presença de água livre em sua estrutura.**

# O desenho abaixo ilustra a ação de uma carga sobre uma estrutura com presença de água livre



(a) Ação da água livre em estruturas de pavimentos de CA, sob carregamento dinâmico.

**Infiltração Lateral por Deficiência  
no  
Sistema de Drenagem Superficial**





# **Percolação Superficial Através do Revestimento**



















# Presença de Lençol Freático







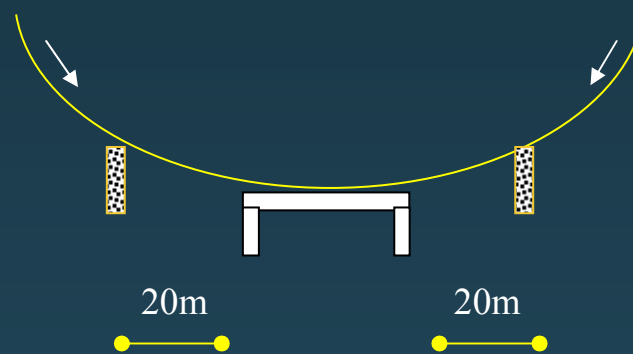
## **O grau de severidade de degradação dos pavimentos depende das seguintes condicionantes:**

- período que a estrutura contém o excesso de água livre;**
- tipo de seção transversal da plataforma;**
- materiais empregados na estrutura;**
- espessuras utilizadas nas camadas do pavimento;**
- volume de tráfego e percentual de caminhões, etc...**

# LOCALIZAÇÃO

## DRENOS TRANSVERSAIS

Próximo às pontes.





# Colchão Drenante

# Colchão Drenante

**O colchão drenante tem como objetivo drenar as águas existentes situadas à pequena profundidade do corpo estradal.**

São utilizados:

- Nos cortes em rocha;
- Nos cortes em que o lençol freático estiver próximo ao terreno natural;
- Nos aterros sobre terrenos impermeáveis.

A remoção das águas coletadas pelos colchões drenantes, deverá ser feita por drenos longitudinais.

































**“ SE TENS QUE LIDAR COM ÁGUA,  
CONSULTA PRIMEIRO A EXPERIÊNCIA  
DEPOIS A RAZÃO”**

**LEONARDO DA VINCE**

**OBRIGADO**

**Eng<sup>o</sup> Marcos Augusto Jabôr**

**Tel: 31- 992 82 – 1480**

**e-mail: [mjabor@terra.com.br](mailto:mjabor@terra.com.br)**