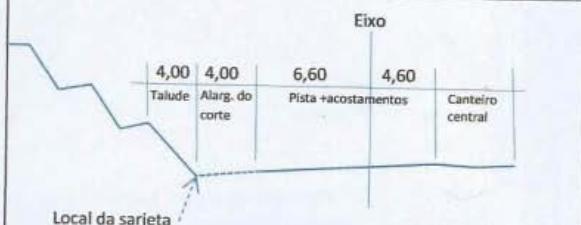
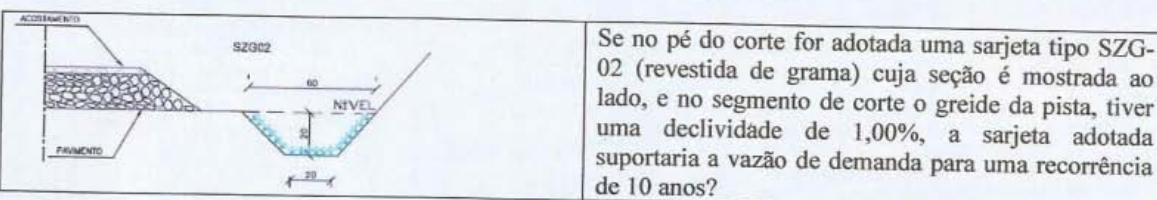


Questão 1



A imagem acima mostra um trecho da BR-408/PE que foi recentemente duplicado. No croqui é mostrada uma seção transversal tipo de um segmento de corte com 670,00m de extensão.



2ª questão (4,0)

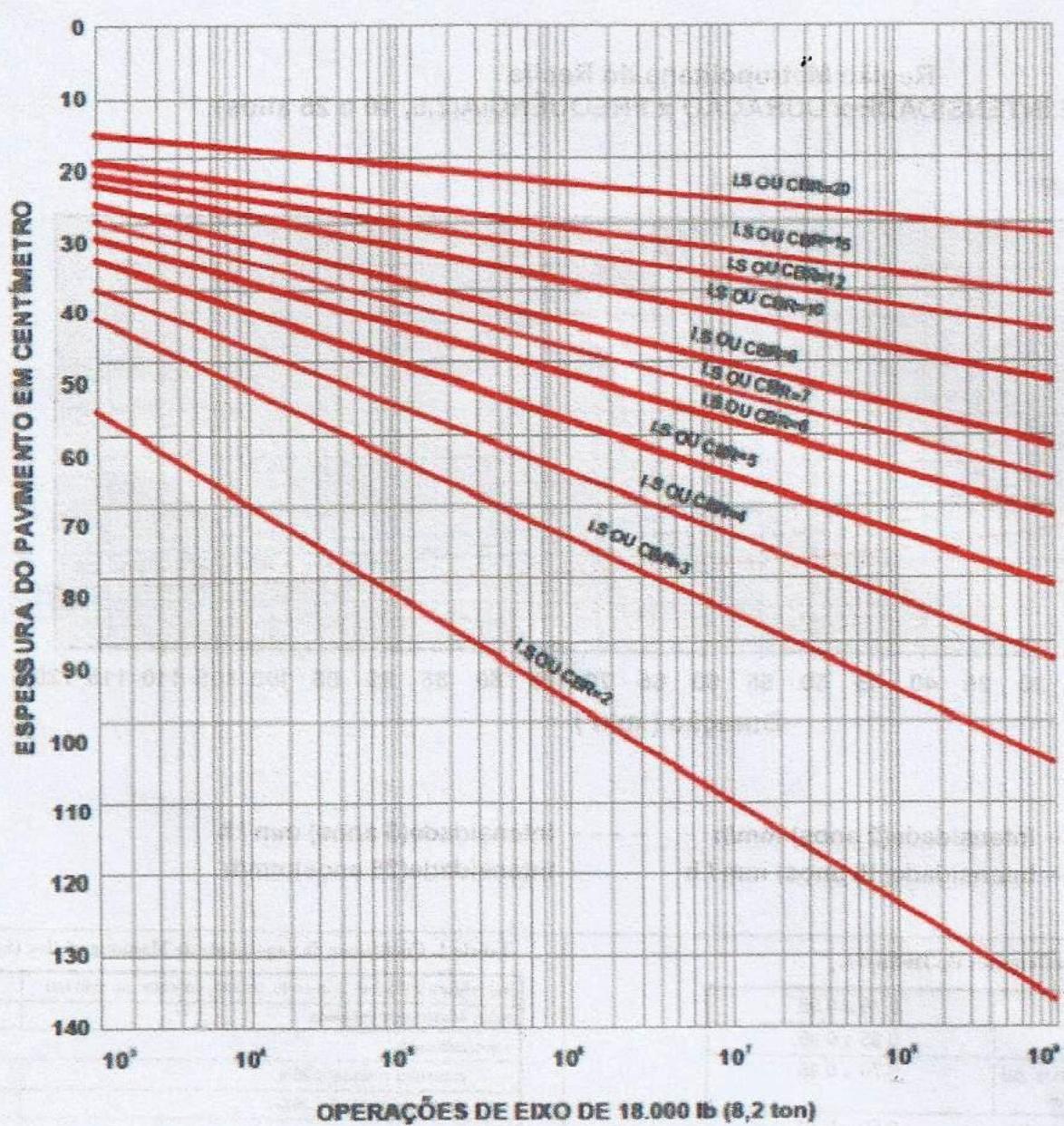
No mesmo trecho da BR-408/PE mostrado acima, foi dimensionado um pavimento flexível com base nos seguintes dados: Número $N = 6,1 \times 10^7$ (pista); Numero N do acostamento (8% do número N da Pista); CBR do subleito = 7,0%; S = 7,0%.

Um pavimento composto de 6,0 cm de CBUQ, 15 cm de Base de Brita graduada tratada com cimento ($k=1,1$) e 20 cm de sub-base granular, atenderia o dimensionamento feito para o acostamento. Faça a verificação utilizando o método de Murilo Lopes de Souza e o Método da resiliência.

3ª questão (2,0)

Assinale como verdadeira (F) ou falsa(F) as afirmativas propostas abaixo. As afirmativas assinaladas como falsas devem ser justificadas.

- (F) Na seção transversal mostrada na questão 01, a pista nova foi construída com declividade única voltada para o bordo externo, isto se deveu a necessidade de se ter uma maior velocidade de escoamento das águas, na superfície da pista e dos acostamentos; *Reduzir água no canteiro*
- (F) O principal fator de escolha entre uma sarjeta revestida de concreto e uma revestida de grama é o custo de implantação; *Velocidade*
- (F) Em rodovias rurais o DNIT adota 1,00m como diâmetro mínimo para os bueiros tubulares. Isto é decorrente das dificuldades de aquisição e da execução mais complexa para os diâmetros menores; *Maintençõ*
- (F) Se um talvegue cruzar a rodovia formando um ângulo de 75° com o eixo da rodovia, um bueiro projetado seguindo a linha deste talvegue terá uma esconsidade de 30°. *~15° F*



CBR (%)	S (%)		
	≤ 35	35 a 65	> 65
≥ 10	I	II	III
6 a 9	II	II	III
2 a 5	III	III	III

Solo Tipo	I ₁	I ₂
I	0	0
II	1	0
III	0	1

Região Metropolitana do Recife
CURVAS DE INTENSIDADE x DURAÇÃO x FREQUÊNCIA(2,5, 10 e 25 anos)

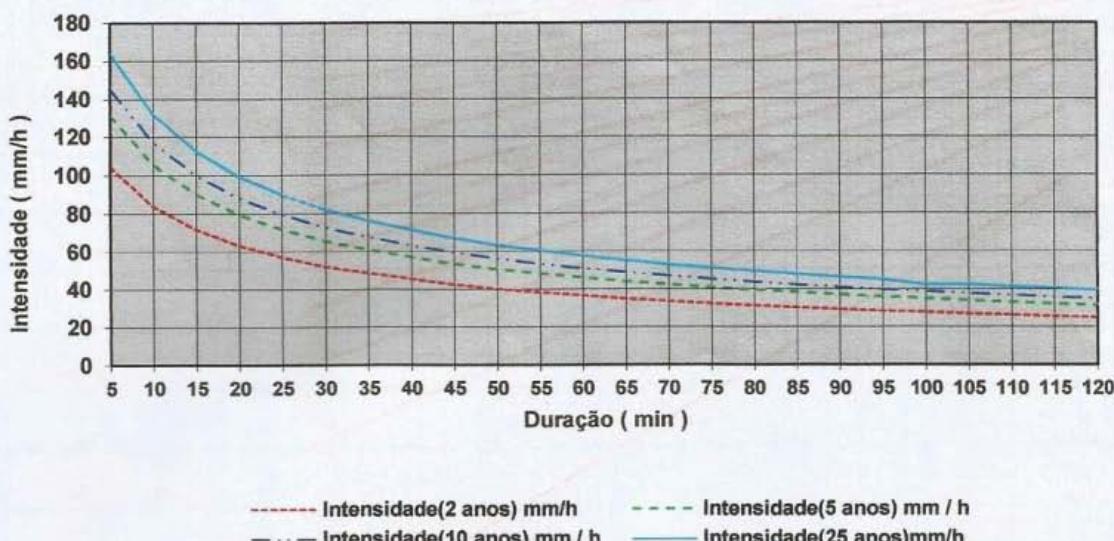


Tabela 8. Valores dos Coeficientes de Deflúvio.

Telhados perfeitos sem fuga	0,70 a 0,95
Superfícies asfaltadas em bom estado	0,85 a 0,90
Pavimentação de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas	0,70 a 0,85
Para as superfícies anteriores sem as juntas tomadas	0,50 a 0,70
Pavimentação de blocos inferiores sem as juntas tomadas	0,40 a 0,50
Estradas macadamizadas	0,25 a 0,60
Estradas e passeios de pedregulho	0,15 a 0,30
Superfícies não revestidas, pátios de estradas de ferro e Terrenos descampados	0,10 a 0,30
Parques, jardins, gramados e campinas, dependendo da declividade do solo e da natureza do subsolo	0,01 a 0,20

Fonte: VILLELA e MATTOS (1974)

Tabela 1. Coeficiente de rugosidade de Manning efetivo (SCS, 1986).

superfícies uniformes (concreto, asfalto, cascalho ou solo nu)	0,011
solos arados sem resíduos	0,05
solos cultivados	
cobertura residual ≤ 20%	0,06
cobertura residual > 20%	0,17
grama	
grama baixa	0,15
grama densa	0,24
grama de Bermuda	0,41
pastagem (natural)	0,13
florestas	
com pouca vegetação rasteira	0,40
com vegetação rasteira densa	0,80

Adaptado de Akan (1994)

Componentes do pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
-Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm ²	1,70
-Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm ² e 28 kg/cm ²	1,40
-Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm ² e 21 kg/cm ²	1,20

$$H_t = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$

$$H_{CB} = -5,737 + \frac{807,961}{D_p} + 0,972 \cdot I_1 + 4,101 \cdot I_2$$

$$\log D = 3,148 - 0,188 \log N$$

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

GABARITO

(1)

1a Questão

a) Vazão de Demanda

$$Q = \frac{CIA}{360.000}$$

$$C_{máx} = \frac{11,20 \times 0,90 + 3,40 \times 0,10 + 0,60 \times 0,90}{19,20} = 0,59$$

Intensidade:

$$TC = 57 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} = 57 \times \left(\frac{0,67^3}{6,70} \right)^{0,385} = 17,25 \text{ min}$$

$$H = 670,00 \times \frac{1,0}{100} = 6,70 \text{ m}$$

$$TC = 17,25 \text{ min} \Rightarrow I_{10} = 95 \text{ mm/h ou } 9,5 \text{ cm/h}$$

$$Q = \frac{0,59 \times 9,5 \times 670,00 \times 19,20}{360.000} = 0,200 \text{ m}^3/\text{s}$$

b) Capacidade da Sargento

$$A = \frac{0,20 + 0,60 \times 0,20}{2} = 0,08 \text{ m}^2$$

$$P = 0,20 + 2 \times (\sqrt{0,20^2 + 0,20^2}) = 0,77 \text{ m}$$

$$R_H = \frac{0,08}{0,77} = 0,10 \text{ m}$$

$$V = \frac{0,10^{2/3} \times 0,01^{1/2}}{0,15} = 0,14 \text{ m/s}$$

$$Q = A \times V = 0,08 \times 0,14 = 0,011 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow \text{Não suporta}$$

2ª Questão:

(2)

dados: $N = 8/100 \times 6,1 \times 10^7 = 4,88 \times 10^6$
 $CBR_{SL} = 7\%$ $S = 7\%$ \rightarrow solo tipo II $\begin{cases} I_1 = 1 \\ I_2 = 0 \end{cases}$

a) Método de Murilo

a1) Espessuras

$$H_7 = 51,0 \text{ cm}$$

$$H_{20} = 27 \text{ cm}$$

$$N = 4,88 \times 10^6 \Rightarrow H_{CB} = 5 \text{ cm de CBUQ}$$

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

$$5 \times 2 + B \times 1,1 \geq 27 \Rightarrow B \geq \frac{17 \text{ cm}}{1,1} = 15,45 \approx 16 \text{ cm}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} \geq H_7$$

$$5 \times 2 + 16 \times 1,1 + SB \times 0,77 \geq 51$$

$$\underline{51,0 + 17,6} \leq SB \Rightarrow SB \geq \underline{30,39 \text{ cm}}$$

0,77

Não atende

b) Método da Resistência

Espessuras

$$H_7 = 77,67 \times (4,88 \times 10^6)^{0,0482} \times (7)^{-0,598} = 50,96 \text{ cm}$$

$$H_{20} = 77,67 \times (4,88 \times 10^6)^{0,0482} \times (20)^{-0,598} \approx 51 \text{ cm}$$

$$H_{20} = 27,20 \text{ cm}$$

$$H_{CB} = \log D_p = 3,148 - 0,188 \log (4,88 \times 10^6)$$

$$D_p = 10^{1,891} = 77,73$$

$$H_{CB} = -5,737 + \frac{807,961}{77,73} + 0,972 \times 1 + 4,101 \times 0 = 5,63 \approx 6 \text{ cm}$$

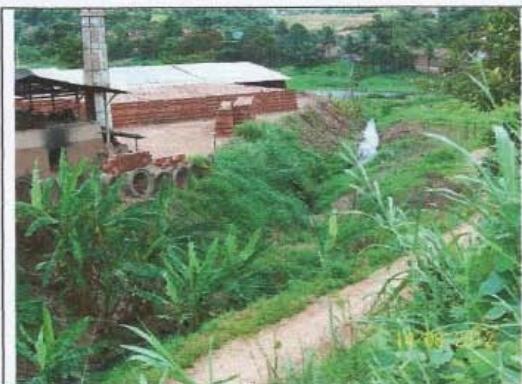
3

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{2D}$$
$$6 \times 2 + B \times 1,1 \geq 27,20 \Rightarrow B \geq \frac{15,20}{1,1} = 13,82 \text{ cm}$$
$$B \text{ adfada} = 15 \text{ cm}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} \geq H_7$$
$$6 \times 2 + 15 \times 1,1 + SB \times 0,77 \geq 51 \text{ cm}$$
$$SB \geq \frac{51 - 12 - 16,50}{0,77} = 29,21 \text{ cm}$$

Não afenderia.

Questão 2



A imagem acima mostra um trecho de um córrego na zona urbana da cidade de São Lourenço/PE. No projeto de duplicação da BR-408 foi previsto o revestimento do trecho do córrego a montante da rodovia. Verifique se a seção proposta acima atendeu hidráulicamente a demanda, sabendo que o trecho citado do córrego tem uma extensão de 723,00m, uma declividade média de 0,5% a sua bacia tem uma área de 0,423 km². Na bacia 50% da área é coberta por casas, 10% por ruas pavimentadas com paralelo e 40% por áreas gramadas. Adotar uma recorrência de 25 anos. Se no cruzamento do córrego com a rodovia for adotado um bueiro celular BSCC 1,50 x 1,00m trabalhando como vertedouro, este bueiro atenderia?

2ª questão (3,0)

No projeto do contorno do Distrito de Neves, na BR-423/PE, foi dimensionado um pavimento flexível com base nos seguintes dados: Número N = $6,9 \times 10^7$ (pista); Numero N do acostamento (15 % do número N da Pista); CBR do subleito = 5,0%; S = 32,0%.

Um pavimento composto de 6,0 cm de CBUQ, 20 cm de Base de Brita graduada e 20 cm de sub-base granular, atenderia o dimensionamento feito para o acostamento. Faça a verificação utilizando o método de Murilo Lopes de Souza e o Método da resiliência.

3ª questão (3,0)

Assinale como verdadeira (F) ou falsa(F) as afirmativas propostas abaixo. As afirmativas assinaladas como falsas devem ser justificadas.

- a) (F) O pontilhão é um dispositivo de drenagem de transposição de talvegues, indicado nas situações onde as vazões de demanda são maiores que aquelas que podem ser atendidas por bueiros; *é uma DAE*
- b) (F) O principal fator de escolha entre uma sarjeta revestida de concreto e uma revestida de grama é a vazão de demanda, para vazões maiores se adota revestimento de concreto; *Velocidade*
- c) (F) Em rodovias rurais o DNIT adota 1,00m como recobrimento mínimo para bueiros tubulares, já nas áreas urbanas este recobrimento pode ser apenas a espessura do pavimento; *Também nas vias urbanas*
- d) (F) No dimensionamento hidráulico dos bueiros celulares, o funcionamento como vertedouro sempre resulta em seções maiores, pois a altura da lâmina d'água considerada é igual a altura da seção do bueiro; *Dá seção menor*
- (F)e) Os drenos longitudinais rasos são dispositivos de drenagem subterrânea utilizados para controle da altura do lençol freático; *Não são de drenagem subterrânea*
- (V)f) Num pavimento rígido a carga aplicada na superfície é distribuída por uma área bem maior que aquela de um pavimento flexível;

Região Metropolitana do Recife
CURVAS DE INTENSIDADE x DURAÇÃO x FREQUÊNCIA(2,5, 10 e 25 anos)

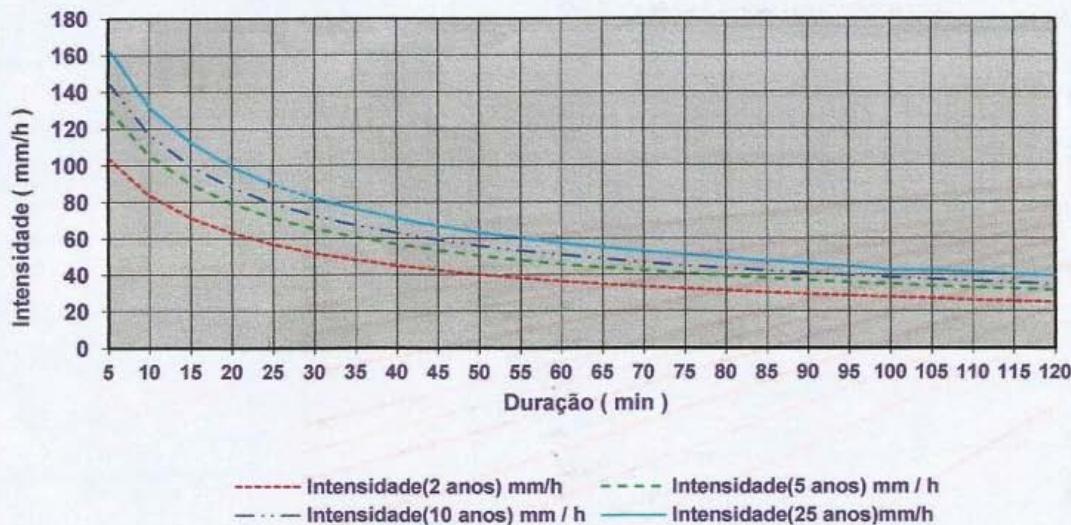


Tabela 8. Valores dos Coeficientes de Deflúvio.

Telhados perfeitos sem fuga	0,70 a 0,95
Superfícies asfaltadas em bom estado	0,85 a 0,90
Pavimentação de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas	0,70 a 0,85
Para as superfícies anteriores sem as juntas tomadas	0,50 a 0,70
Pavimentação de blocos inferiores sem as juntas tomadas	0,40 a 0,50
Estradas macadamizadas	0,25 a 0,60
Estradas e passeios de pedregulho	0,15 a 0,30
Superfícies não revestidas, pátios de estradas de ferro e Terrenos descampados	0,10 a 0,30
Parques, jardins, gramados e campinas, dependendo da devidade do solo e da natureza do subsolo	0,01 a 0,20

Fonte: VILLELA e MATTOS (1974)

Componentes do pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
-Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm ²	1,70
-Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm ² e 28 kg/cm ²	1,40
-Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm ² e 21 kg/cm ²	1,20

Tabela 1. Coeficiente de rugosidade de Manning efetivo (SCS, 1986).

superfícies uniformes (concreto, asfalto, cascalho ou solo nu)	0,011
solos arados sem resíduos	0,05
solos cultivados	
cobertura residual ≤ 20%	0,06
cobertura residual > 20%	0,17
grama	
grama baixa	0,15
grama densa	0,24
grama de Bermuda	0,41
pastagem (natural)	0,13
florestas	
com pouca vegetação rasteira	0,40
com vegetação rasteira densa	0,80

Adaptado de Alkan (1994)

$$H_t = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$

$$H_{CB} = -5,737 + \frac{807,961}{D_p} + 0,972 \cdot I_1 + 4,101 \cdot I_2$$

$$\log D = 3,148 - 0,188 \log N$$

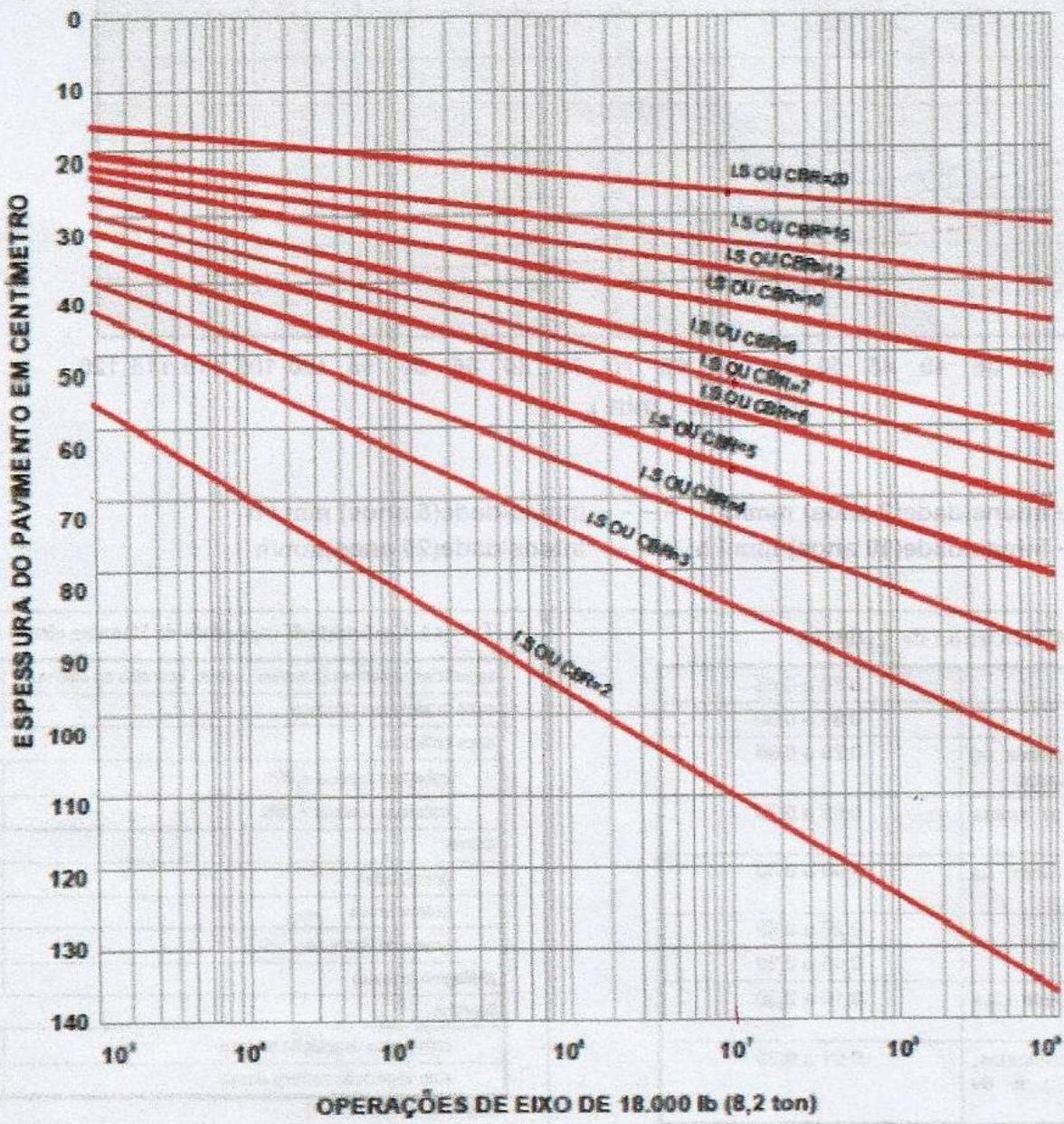
Bueiro celular funcionando como vertedeouro:

$$Q = 1,838 \left(L - \frac{2H}{10} \right) H^{3/2}$$

CBR (%)	S (%)		
	≤ 35	35 a 65	> 65
≥ 10	I	II	III
6 a 9	II	II	III
2 a 5	III	III	III

Solo Tipo	I ₁	I ₂
I	0	0
II	1	0
III	0	1

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura



Estradas II → 2^a Chamada do 2º GO - 08.06.2017
Turma NY93

(1)

GABARITO

1^a Questão:

1) Capacidade do canal

$$A = \frac{(0,80 + 1,50 + 0,80) + 1,50}{2} \times 1,2 = 2,76 \text{ m}^2$$

$$P_M = 1,50 + 2 \times (\sqrt{0,80^2 + 1,20^2}) = 4,38 \text{ m}$$

$$0,5 - R_H = \frac{2,76}{4,38} = 0,63 \text{ m}$$

$$0,5 \quad V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{\pi} = \frac{0,63^{2/3} \times 0,005^{1/2}}{0,011} = 4,724 \text{ m/s}$$

$$0,5 \quad Q = A \times V = 2,76 \times 4,724 \text{ m}^3/\text{s} = 13,038 \text{ m}^3/\text{s}$$

2) Vazão de Demanda

$$0,5 - a) C_{médio} = 0,5 \times 0,80 + 0,40 \times 0,10 + 0,10 \times 0,80 = 0,52$$

$$0,3 \quad T_C = 57 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} = 57 \left(\frac{0,723^3}{3,615} \right)^{0,385} = 23,89 \text{ min}$$

$$H = 723,00 \times \frac{0,5}{100} = 3,615 \text{ m}$$

$$0,3 \quad T_C = 23,89 \text{ min} \Rightarrow I_{25} = \frac{90 \text{ mm/h}}{= 9,0 \text{ cm/h}}$$

(2)

$$A = 0,423 \text{ Km}^2 = 423.000 \text{ m}^2$$

$$\text{b) } Q = \frac{CIA}{360.000} = \frac{0,52 \times 9,0 \times 423.000}{360.000} = 5,499 \text{ m}^3/s$$

Conclusão: O canal atende a demanda

2ª Questão:

a) dados: $N_{pista} = 6,9 \times 10^7$
 $N_{Acost.} = 15\% \text{ de } 6,9 \times 10^7 = 1,035 \times 10^7$

$$\begin{cases} CBR_{SL} = 5\% \\ S = 32\% \end{cases} \quad \left. \begin{array}{l} \text{Solo tipo III} \\ \end{array} \right\} \begin{cases} I_1 = 0 \\ I_2 = 1 \end{cases}$$

b) Verificação por MLS

b1) Espessuras

$$H_5 = 66 \text{ cm}$$

$$H_{20} = 27 \text{ cm}$$

$$N = 1,035 \times 10^7 \Rightarrow R = 10 \text{ cm de CBUQ}$$

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

$$10 \times 2 + B \times 1,0 \geq 27$$

$$B \geq 7 \text{ cm} \quad \rightarrow \text{OK}$$

$$B = 20 \text{ cm de Brita}$$

$$B \approx 15 \text{ cm}$$

$$R \times K_R + B \times K_B \cancel{\times} SB \cancel{\times} K_{SB} \geq H_5$$

$$10 \times 2 + 15 \times 1 + 0,77 SB \geq 66$$

$$SB \geq 40,26 \sim \text{Não atende} \sim SB = 20 \text{ cm}$$

(2A)

c) Verificação do canal

BSCC $1,50 \times 1,0$

$$\varphi = 1.838 \left(L - \frac{2H}{10} \right) \times H^{3/2}$$

$$\varphi = 1.838 \times \left(1,50 - \frac{2 \times 1,0}{10} \right) \times 1,0^{3/2}$$

0,5 $\varphi = 1.838 \times (1,30) \times 1,0 = \frac{2.389}{2.389 \text{ m}^3/\text{s}}$

0,5 O Bueiro não atenderia

(3)

c) Verificação pela Resiliência

c1) Espessuras

$$H_5 = 77,67 \times (1,035 \times 10^7)^{0,0482} \times (5)^{-0,598} = 64,62 \text{ cm}$$

$$H_{2D} = 77,67 \times (1,035 \times 10^7)^{0,0482} \times (20)^{-0,598} = 28,21 \text{ cm}$$

$$D_p = 10^{3,148 - 0,188 \log N}$$

$$D_p = 10^{3,148 - 0,188 \log(1,035 \times 10^7)} = 67,48$$

$$H_{CB} = -5,737 + \frac{807,961}{D_p} + 0,972 I_1 + 4,101 I_2$$

$$H_{CB} = -5,737 + \frac{807,961}{67,48} + 0,972 \times 0 + 4,101 \times 1$$

$$H_{CB} = 10,34 \text{ cm} \rightsquigarrow \text{Não atende}$$

$$R_c = 6 \text{ cm}$$

Verificação da Base

~~XNDAZ~~

$$6 \times 2 + 20 \times 1 > H_{2D}$$

$$32 > 28,21 \rightsquigarrow \text{OK}$$

Sub-base

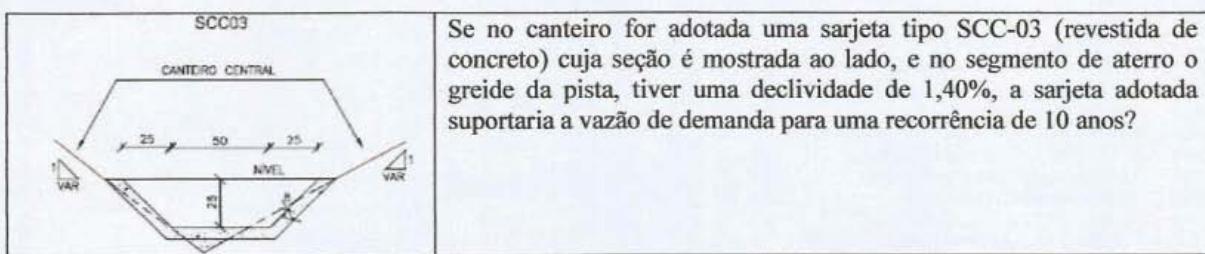
$$6 \times 2 + 20 \times 1 + 20 \times 0,77 > H_5$$

$$47,40 > 64,62 \rightsquigarrow \text{Não}$$

Questão 4



A imagem acima mostra um trecho da BR-408/PE que foi recentemente duplicado. No croqui é mostrada uma seção transversal tipo de um segmento de aterro com 565,00m de extensão.



2ª questão (4,0)

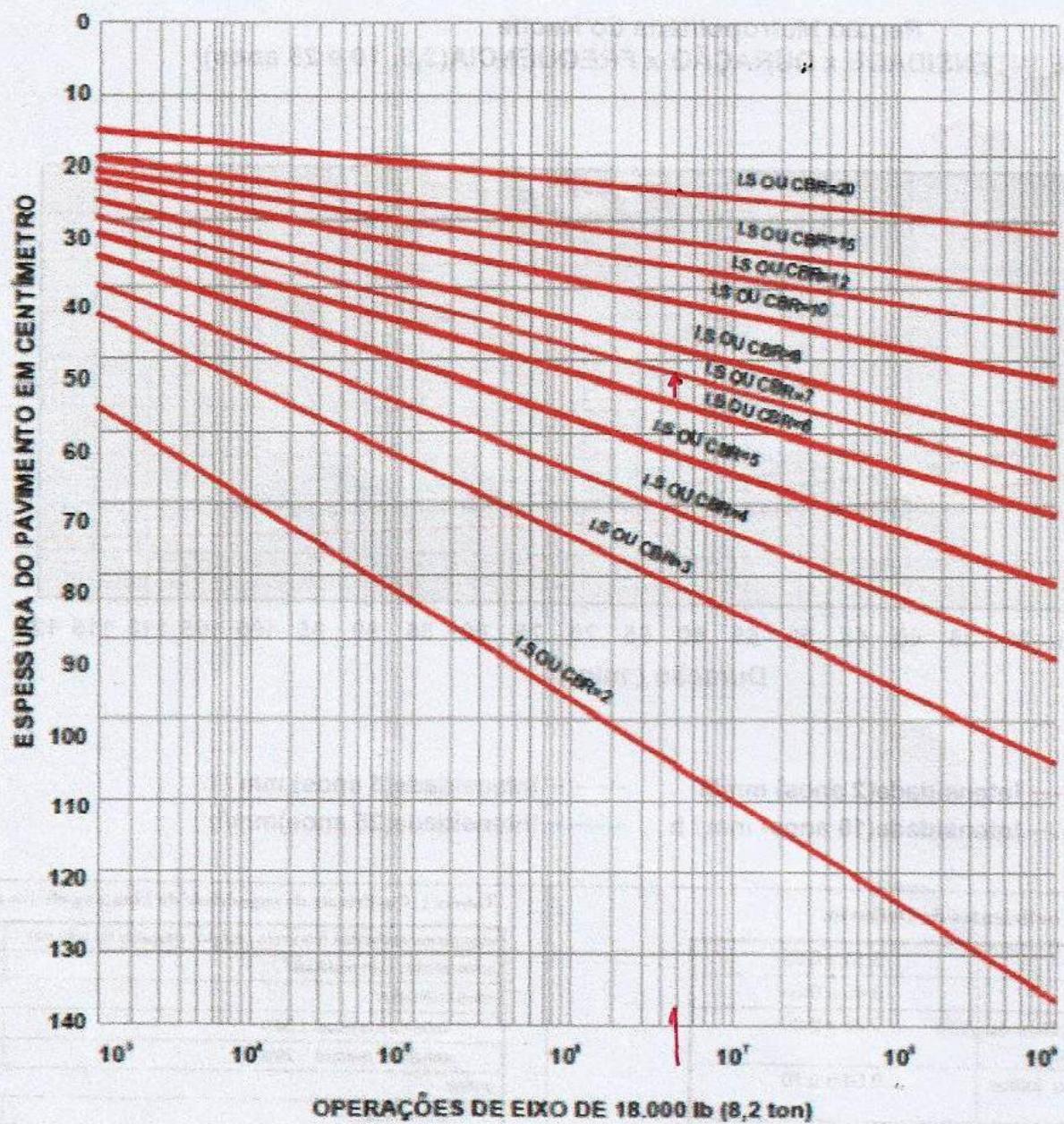
No mesmo trecho da BR-408/PE mostrado acima, foi dimensionado um pavimento flexível com base nos seguintes dados: Número N = $6,1 \times 10^7$ (pista); Numero N do acostamento (8% do número N da Pista); CBR do subleito = 7,0%; S = 7,0%.

Um pavimento composto de 6,0 cm de CBUQ, 18 cm de Base de Brita graduada tratada com cimento ($k=1,1$) e 20 cm de sub-base granular, atenderia o dimensionamento feito para o acostamento. Faça a verificação utilizando o método de Murilo Lopes de Souza e o Método da resiliência.

3ª questão (3,0)

Assinale como verdadeira (F) ou falsa(F) as afirmativas propostas abaixo. As afirmativas assinaladas como falsas devem ser justificadas.

- (F) Na seção transversal mostrada na questão 01, as pistas foram construídas com declividade única voltada para os bordos externos, isto se deveu a necessidade de se ter uma maior velocidade de escoamento das águas, na superfície da pista e dos acostamentos; *→ Reduzir vazão no canteiro*
- (F) O principal fator de escolha entre uma sarjeta revestida de concreto e uma revestida de grama é o seu tamanho, seções maiores sempre serão de concreto; *Velocidade de escoamento*
- (F) Em rodovias rurais o DNIT adota 1,00m como recobrimento mínimo para bueiros tubulares, já nas áreas urbanas este recobrimento pode ser apenas a espessura do pavimento; *Áreas Urbanas também é 1,00*
- (V) Segundo as recomendações do DNIT deve-se evitar projetar bueiros com mais de 03 linhas pois obras assim construídas apresentam dificuldades de encaixe na linha de talvegue;
- (F) Os drenos longitudinais rasos são dispositivos de drenagem subterrânea utilizados para controle da altura do lençol freático; *drenagem do pavimento sub-superficial*
- (V) Num pavimento flexível a carga aplicada na superfície é distribuída por uma área bem menor que aquela de um pavimento rígido;



CBR (%)	S (%)		
	≤ 35	35 a 65	> 65
≥ 10	I	II	III
6 a 9	II	II	III
2 a 5	III	III	III

Solo Tipo	I ₁	I ₂
I	0	0
II	1	0
III	0	1

Região Metropolitana do Recife
CURVAS DE INTENSIDADE x DURAÇÃO x FREQUÊNCIA(2,5, 10 e 25 anos)

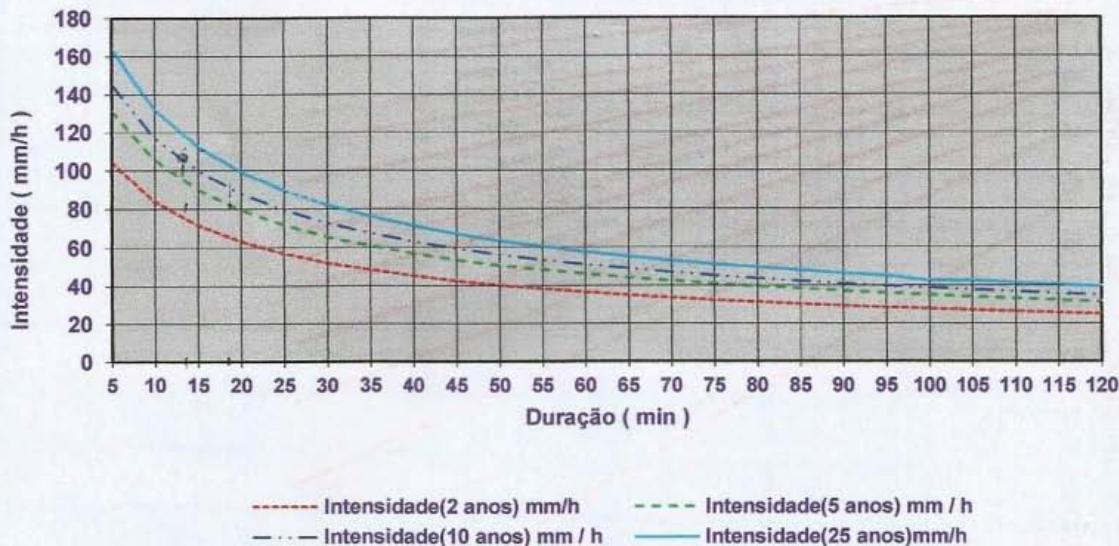


Tabela 8. Valores dos Coeficientes de Deflúvio.

Telhados perfeitos sem fuga	0,70 a 0,95
Superfícies asfaltadas em bom estado	0,85 a 0,90
Pavimentação de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas	0,70 a 0,85
Para as superfícies anteriores sem as juntas tomadas	0,50 a 0,70
Pavimentação de blocos inferiores sem as juntas tomadas	0,40 a 0,50
Estradas macadamizadas	0,25 a 0,60
Estradas e passeios de pedregulho	0,15 a 0,30
Superfícies não revestidas, pátios de estradas de ferro e Terrenos descampados	0,10 a 0,30
Parques, jardins, gramados e campinas, dependendo da declividade do solo e da natureza do subsolo	0,01 a 0,20

Fonte: VILLELA e MATTOS (1974)

Tabela 1. Coeficiente de rugosidade de Manning efetivo (SCS, 1986).

superfícies uniformes (concreto, asfalto, cascalho ou solo nu)	0,011
solos arados sem resíduos	0,05
solos cultivados	
cobertura residual ≤ 20%	0,06
cobertura residual > 20%	0,17
grama	
grama baixa	0,15
grama densa	0,24
grama de Bermuda	0,41
pastagem (natural)	0,13
florestas	
com pouca vegetação rasteira	0,40
com vegetação rasteira densa	0,80

Adaptado de Alkan (1994)

Componentes do pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
-Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm ²	1,70
-Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm ² e 28 kg/cm ²	1,40
-Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm ² e 21 kg/cm ²	1,20

$$H_t = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$

$$H_{CB} = -5,737 + \frac{807,961}{D_p} + 0,972 \cdot I_1 + 4,101 \cdot I_2$$

$$\log D = 3,148 - 0,188 \log N$$

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

ESTRADAS II ~ 2º GQ

08.06.2017

1

GABARITO

1ª Questão:

1) Vazão de Demanda

0,3 c) Área: $(6,00 + 4,60 + 7,60) \times 565,00 = 10.283,00 \text{ m}^2$

b) Intensidade

$$T_C = 57 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} = 57 \times \left(\frac{0,565^3}{2,91} \right)^{0,385} = 13,29 \text{ min}$$

$$H = 565,00 \times \frac{1,40}{100} = 7,91 \text{ m}$$

0,3 ← Para $T_C = 13,29 \text{ min} \Rightarrow I_{10} = 107 \text{ mm/h} \text{ ou } 10,7 \text{ cm/h}$

0,3 - Cmédio = $\frac{6,00 \times 0,10 + 12,20 \times 0,90}{18,20} = 0,636 \approx 0,64$

0,3 c) $\dot{V} = \frac{CIA}{360.000} = \frac{0,64 \times 10,7 \times 10.283}{360.000} = 0,196 \text{ m}^3/\text{s}$

2) Capacidade da Sarteta

1) Área: $\frac{1,00 + 0,50}{2} \times 0,25 = 0,188 \text{ m}^2$

0,3 - $P_m = 0,50 + 2 \times (\sqrt{0,25^2 + 0,25^2}) = 1,207 \text{ m}$

0,3 - $R_H = \frac{A}{P_m} = \frac{0,188}{1,207} = 0,156 \text{ m}$

(2)

b) Velocidade

$$0,4 \quad V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} = \frac{0,156^{2/3} \times 0,014^{1/2}}{0,011}$$

$$V = 3,114 \text{ m/s}$$

$$0,3 \quad \text{c) Vazão: } Q = A \times V = 0,188 \times 3,114 = 0,585 \text{ m}^3/\text{s}$$

0,5 Conclusão: A sarjeta Atende

2ª Questão:

$$1) \text{ Dados: } N_{\text{rista}} = 6,1 \times 10^7$$

$$N_{\text{Acost.}} = 8\% \times (6,1 \times 10^7) = 4,88 \times 10^6$$

$$\left. \begin{array}{l} CBR_{SL} = 7\% \\ S = 7\% \end{array} \right\} \text{ solo tipo II} \left\{ \begin{array}{l} I_1 = 1 \\ I_2 = 0 \end{array} \right.$$

$$\text{Pavimento proposto: } R = 6 \text{ cm de CBUQ}$$

$$B = 18 \text{ cm de BGTC (K=1,1)}$$

$$SB = 20 \text{ cm}$$

2) Verificação por MLS

a) Espessuras

$$0,5 \quad \left. \begin{array}{l} H_7 = 52 \\ H_{20} = 26 \end{array} \right\} N = 4,88 \times 10^6 \Rightarrow R = 5 \text{ cm de CBUQ} \rightarrow \text{OK}$$

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

$$0,5 \quad 5 \times 2 + 1,1 \times B \geq 26$$

$$B \geq \frac{16}{1,1} = 14,54 \text{ cm} \rightarrow \text{OK}$$

$$\approx 15 \text{ cm}$$

3

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} \geq H_7$$

$$2 \times 5 + 15 \times 1,1 + 0,77 \times SB \geq 52$$

$$0,5 \quad 10 + 16,50 + 0,77 SB \geq 52$$

$$5B \geq \frac{25,50}{0,77} = 33,12 \text{ cm} \rightarrow \text{Não atende}$$

0,5 Por MLS não atende.

3) Verificação pela Resiliência

a) Espessuras

$$H_7 = 77,67 \times (4,88 \times 10^6)^{0,0482} \times (7)^{-0,598} = 50,96 \text{ cm}$$

$$\approx 51 \text{ cm}$$

$$H_{20} = 77,67 \times (4,88 \times 10^6)^{0,0482} \times (20)^{-0,598} = 27,20 \text{ cm}$$

$$D_p = 10^{(3,148 - 0,188 \log N)}$$

$$D_p = 10^{(3,148 - 0,188 \log (4,88 \times 10^6))} = 77,73$$

$$H_{CB} = -5,737 + \frac{807,961}{77,73} + 0,972 \times 1 + 4,101 \times 0$$

$$H_{CB} = 5,63 \text{ cm} \rightarrow \text{OK}$$

$$\approx 6 \text{ cm}$$

$$B \times K_R + B \times K_B \geq H_{20} \Rightarrow 2 \times 6 + 1,1B \geq 27,20$$

$$B \geq 13,82 \text{ cm} \rightarrow \text{OK}$$

$$B_{\text{dado}} = 15 \text{ cm}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} \geq H_7$$

$$6 \times 2 + 15 \times 1,1 + 0,77 SB \geq 50,96$$

$$SB \geq 29,17 \text{ cm} \rightarrow \text{Não atende}$$

não

0,5 Conclusão: Não atende

Questão 5

1ª Questão (3,0)

Assinale como verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes afirmações a respeitos de Estudos Geotécnicos de um projeto rodoviário, sabendo que todas alternativas assinaladas como falsas devem ser justificadas no papel pautado.

1.1 (F) O ensaio de Abrasão Los Angeles é realizado com material coletado nas Jazidas visando verificar a resistência ao choque dos materiais coletados nessas ocorrências;

1.2 (F); Na execução de um aterro, o grau de compactação especificado é de 95%. Se a densidade do material no laboratório for de 1,820t/m³ então a densidade do material após a compactação deverá ser de 1,916t/m³; 1,824t/m³

1.3 (F) Na fase de projeto executivo, num corte com 400m de comprimento, altura de 12m, e material uniforme serão feitos 04 furos e coletada 06 amostra em cada furo.

1.4 (V) Na avaliação funcional para elaboração de projetos, utilizando o PRO-007 do DNIT, o afundamento das trilhas de rodas é medido, os dados são coletados em estações a cada 20m e se pavimento estiver péssimo o ICPF terá um valor abaixo de 1;

1.5 (V) A partir dos dados obtidos pelo PRO-006 do DNIT é calculado o IGG, que para um pavimento definido com excelente apresenta um valor entre 0 e 20;

1.6 (V) Na implantação de uma rodovia, o material do corte C2 tem uma densidade in situ de 1,570t/m³ e um volume de 16.510m³. O mesmo material levado ao laboratório apresentou no ensaio de compactação uma densidade máxima de 1,915t/m³. Se o referido material for utilizado no aterro A3 que tem um volume geométrico de 13.650m³, será necessário fazer um empréstimo de material de 139,522m³ para a finalização do aterro;

2ª Questão (2,0)

Sobre o projeto e a execução de terraplenagem assinale como falsa ou verdadeira as questões propostas abaixo, sabendo que todas alternativas assinaladas como falsas devem ser justificadas no papel pautado.

2.1 (F) A Classificação dos materiais com relação a resistência ao desmonte é feita com base nos resultados dos ensaios de Abrasão Los Angeles e das sondagens a percussão.

2.2 (F) A distância econômica de transporte é aquela obtida num movimento de terra onde não há previsão de empréstimos nem bota-foras;

2.3 (V) Num projeto de terraplenagem o movimento de terra indica a origem e o destino de todos os materiais escavados, inclusive os materiais destinados a todas às áreas de bota-foras identificadas nos Estudos geotécnicos;

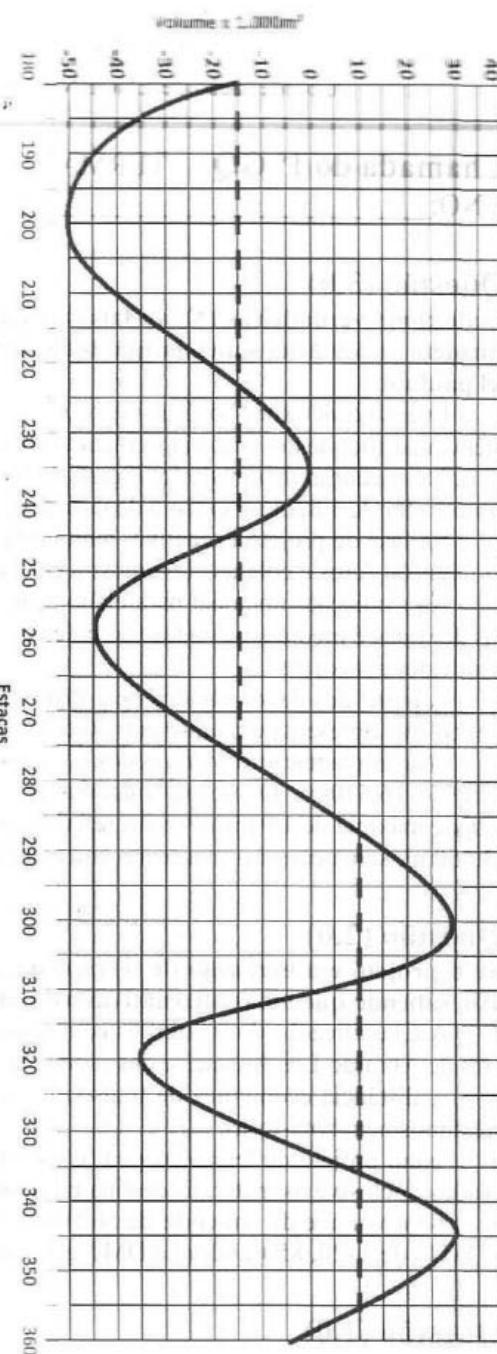
2.4 (F) Se o volume de um corte de 56.500m³ for distribuído para 02 aterros(30% e 30%) e um bota-fora(40%) com DMTs de 1420, 850 e 900m a DMT geral será menor que 1,0 km; 1,041 Km

3ª Questão (1,0)

Num mapa de cubação, são mostrados os dados abaixo. Considerando um empolamento de 25% calcule o volume total da compensação lateral e o volume acumulado na est. 64

Estaca	Volumes						
	Corte	Aterro	Aterro empolado	Compensação Lateral	Transporte longitudinal		Acumulado
					Corte	Aterro	
56+10,00	182,000						
57	178,000						
58	162,300						
59	94,500	61,520					
60	88,800	92,400					
61	76,980	104,600					
61+12,00	52,500	148,400					
62	32,000	170,800					
63		165,900					
64		101,000					

4ª Questão (4,0)



Baseado no diagrama de Bruckner apresentado acima, considere a linha compensação mostrada e calcule:

- i) A DMT Geral do trecho, considerando que há um empréstimo (E1) a 100m da estaca 180 e uma área destinada a Bota-fora (BF-01) a 400m da Est. 360

1^a Questão (3,0)

Assinale como verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes afirmações a respeitos de Estudos Geotécnicos de um projeto rodoviário, sabendo que todas alternativas assinaladas como falsas devem ser justificadas no papel pautado.

- 1.1 (F) Na execução de um aterro, o grau de compactação especificado é de 95%. Se a densidade do material no laboratório for de 1,820t/m³ então a densidade do material após a compactação deverá ser de 1,916t/m³; $1,824t/m^3$
- 1.2 (F) O ensaio de Abrasão Los Angeles é realizado com material coletado nas Jazidas visando verificar a resistência ao choque dos materiais coletados nessas ocorrências; **Pedreiras**
- 1.3 (X) Na implantação de uma rodovia, o material do corte C2 tem uma densidade in situ de 1,570t/m³ e um volume de 16.510m³. O mesmo material levado ao laboratório apresentou no ensaio de compactação uma densidade máxima de 1,915t/m³. Se o referido material for utilizado no aterro A3 que tem um volume geométrico de 13.650m³, será necessário fazer um empréstimo de material de 139,522m³ para a finalização do aterro;
- 1.4 (V) A partir dos dados obtidos pelo PRO-006 do DNIT é calculado o IGG, que para um pavimento definido com excelente apresenta um valor entre 0 e 20;
- 1.5 (V) Na avaliação funcional para elaboração de projetos, utilizando o PRO-007 do DNIT, o afundamento das trilhas de rodas é medido, os dados são coletados em estações a cada 20m e se pavimento estiver péssimo o ICPF terá um valor abaixo de 1;
- 1.6 (F) Na fase de projeto executivo, num corte com 400m de comprimento, altura de 12m, e material uniforme serão feitos 04 furos e coletada 06 amostra em cada furo.

2^a Questão (2,0)

Sobre o projeto e a execução de terraplenagem assinale como falsa ou verdadeira as questões propostas abaixo, sabendo que todas alternativas assinaladas como falsas devem ser justificadas no papel pautado.

- 2.1 (F) Se o volume de um corte de 56.500m³ for distribuído para 02 aterros(30% e 30%) e um bota-fora(40%) com DMTs de 1420, 850 e 900m a DMT-geral será menor que 1,0 km? $DMT = 1,041 Km$
- 2.2 (F) Num projeto de terraplenagem o movimento de terra indica a origem e o destino de todos os materiais escavados, inclusive os materiais destinados a todas às áreas de bota-foras identificadas nos Estudos geotécnicos;
- 2.3 (F) A distância econômica de transporte é aquela obtida num movimento de terra onde não há previsão de empréstimos nem bota-foras;
- 2.4 (F) A Classificação dos materiais com relação a resistência ao desmonte é feita com base nos resultados dos ensaios de Abrasão Los Angeles e das sondagens a percussão.

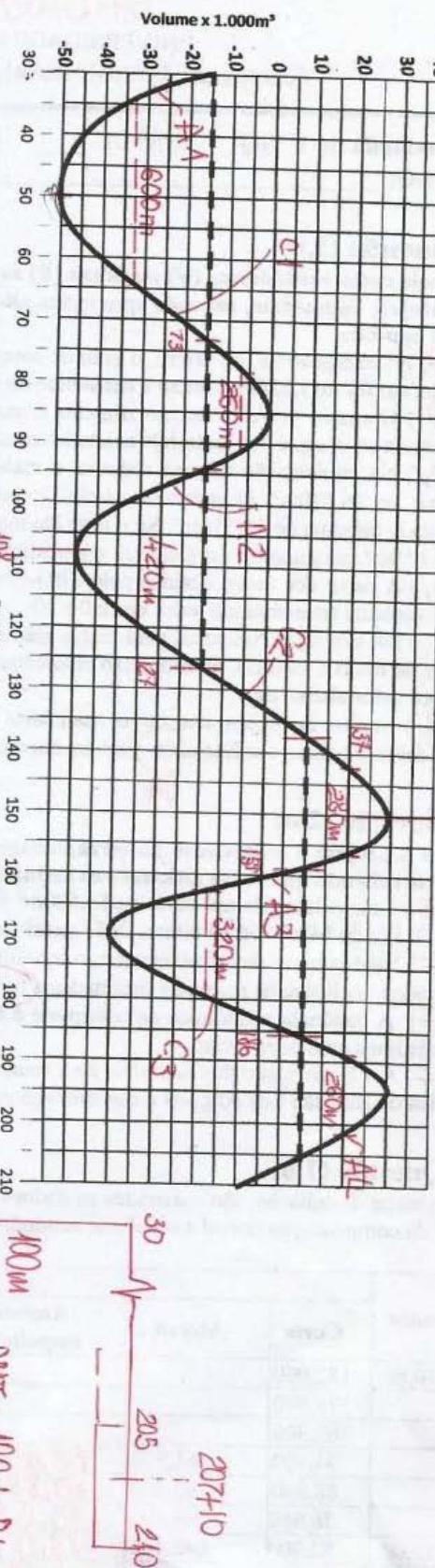
3^a Questão (1,0)

Num mapa de cubação, são mostrados os dados abaixo. Considerando um empolamento de 20% calcule o volume total da compensação lateral e o volume acumulado na est. 64

Estaca	Volumes (m ³)						
	Corte	Aterro	Aterro empolado	Compensação Lateral	Transporte longitudinal		Acumulado
					Corte	Aterro	
56+10,00	182,000			—	182,000		182,000
57	178,000			—	178,000		360,000
58	162,300			—	162,300		522,300
59	94,500	61,520	73,824	73,824	20,676		542,976
60	88,800	92,400	110,880	88,800	—	22,080	520,896
61	76,980	104,600	125,526	76,980	—	48,540	472,356
61+12,00	52,500	148,400	178,080	52,500	—	125,580	346,776
62	32,000	170,800	204,960	32,000	—	172,960	173,816
63		165,900	199,080	—	—	199,080	— 25,264
64		101,000	121,200	—	—	121,200	— 146,464
					867,080	1.013,544	

4ª Questão (4,0)

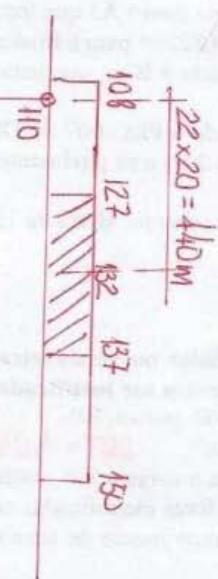
150



Baseado no diagrama de Bruckner apresentado acima, considere a linha compensação mostrada e calcule:

- a) A DMT Geral do trecho, considerando que há um empréstimo (E1) a 100m da estaca 30 e uma área destinada a Botaf-fora (BF-01) a 400m da Est. 110

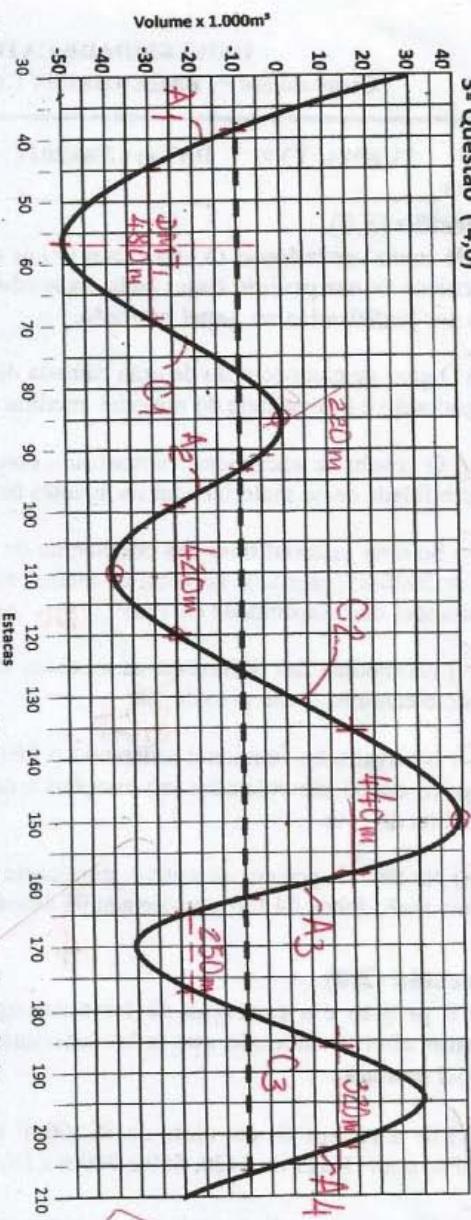
$$\boxed{E_1} \quad D_1 = ((207-30) \times 20) + 10 \\ DMT = 100 + D_1 = 3,650 \text{ km} \\ D_1 = 3550 \text{ m}$$



$$\frac{22 \times 20}{2} = 220 \text{ m} \\ 100 \quad 127 \quad 132 \quad 134 \quad 150 \\ 110 \\ 400 \text{ m} \\ DMT = 400 + 220 = 620 \text{ m}$$

BF

3ª Questão (4,0)



Assinale como verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes afirmações a respeitos de Estudos Geotécnicos de um projeto rodoviário, sabendo que todas alternativas assinaladas como falsas devem ser justificadas no papel pautado.

- 1.1 (F) O grau de compactação de uma camada de aterro é a relação entre a densidades do material após a compactação e a densidade do material medida no local da escavação; (No laboratório do ensaio de compactação)
- 1.2 (V) O ensaio de adesividade é realizado com material coletado nas pedreiras visando identificar a compatibilidade desse material com os ligantes betuminosos;
- 1.3 (F) Se uma material tiver um coeficiente de empolamento de 24,8% então para a execução de um aterro de 2000m³ (medidos no local do aterro) feito com esse material, seriam necessários 208 viagens de caminhões com capacidade de 12m³; No caminhão a densidade é menor
- 1.4 (F) Na medida das deflexões, as medidas são feitas a cada 20m em lados alternados da pista e é utilizado o caminhão com eixo de 10t; 8,2t
- 1.5 (F) Na avaliação funcional utilizando o PRO-006 do DNT, o afundamento das trilhas de rodas é medido, os dados são coletados em estações a cada 20m e se pavimento estiver ótimo o IGG terá um valor acima de 160; Itessimo
- 1.6 (F) Na fase de projeto executivo, num corte com 400m de comprimento, altura de 12m, e material uniforme serão feitos 04 furos e coletada 01 amostra em cada furo.
(a cada 3m)

2ª Questão (2,0)

Sobre o projeto e a execução de terraplenagem assinale como falsa ou verdadeira as questões propostas abaixo, sabendo que todas alternativas assinaladas como falsas devem ser justificadas no papel pautado.

- 2.1 (V) Se o volume de um corte de 56.500m³ for distribuído para 02 aterros(30% e 20%) e um bota-fora(50%) com DMTs de 1420, 850 e 900m a DMT geral será maior que 1,0 km?; DMT = 1,046 Km
- 2.2 (F) Num projeto de terraplenagem o movimento de terra indica o destino de todos os materiais escavados, inclusive os materiais oriundos de todos os empréstimos estudados nos estudos geotécnicos; So os utilizados
- 2.3 (F) O movimento de terra mais econômico é aquele onde a linha de compensação traçada corta todas as “ondas” do Diagrama de Bruckner e não prevê o uso de empréstimo ou a realização de bota-fora;
- 2.4 (V) Se o grau de compactação de uma camada de aterro for de 100% significa dizer que a densidade obtida no ensaio de densidade in situ é igual àquela obtida no laboratório no ensaio de compactação com energia de 12 golpes;

3ª Questão (1,0)

Num mapa de cubação, na estaca 56+10,00, o volume do corte é igual a 654,00m³ e o de aterro é igual a 322,00m³, se o empolamento for de 25% calcule os volumes da compensação lateral e o volume acumulado sabendo que na estaca 56+0,00 o valor acumulado é de (-) 25,344,500m³.

Efaco	Corte	Aterro	Aterro Emp.	Comp. Lateral	Comp. Long. corte Aterro	Acumulado
56						-25.344
56+10	654,00	322,00	402,500	402,500	251,500	25.093,0