

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ESTAGIÁRIO : FRANKLIN TRINDADE

MATRÍCULA : 7621023-4

EMPRESA : D.E.R. - PB

LOCAL : TRECHO REMÍGIO / BARRA DE STª. ROSA

DURAÇÃO : 13/JULHO/81 a 12/AGOSTO/81

ORIENTADOR : RAIMUNDO LEIDMAR BEZERRA



Biblioteca Setorial do CDSA. Setembro de 2021.

Sumé - PB

I N D I C E

INTRODUÇÃO

1 - PROJETOS

- 1.1 - Introdução
- 1.2 - Projeto Geométrico
- 1.3 - Projeto de Terraplenagem
- 1.4 - Projeto de Drenagem
- 1.5 - Projeto de Pavimento

2 - EXECUÇÃO E CONTROLE

- 2.1 - Introdução
- 2.2 - Terraplenagem
- 2.3 - Pavimento
- 2.4 - Drenagem

3 - ESTUDO DE JAZIDAS

4 - CONCLUSÃO

- ANEXO 1

- ANEXO 2

- ANEXO 3

.....

INTRODUÇÃO

Durante o período de 13 de Julho de 1981 a 12 de Agosto de 1981, estivemos estagiando no Departamento de Estradas e Rodagens - DER, na rodovia BR-104 PB/RN, trecho REMÍGIO - BARRA DE SANTA ROSA, obras que estão sendo executadas pela empresa ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA. - ENARQ, PB.

Consiste numa rodovia de classe II, situada no microclima denominado Curimataú, que apresenta-se quente e seco.

O trecho Remígio - Barra de Santa Rosa, tem uma extensão de 45 km., está situado numa região levemente ondulada a ondúlada e apresenta solos areno-argilosos com pedregulho.

A rodovia hora em execução, atenderá ao escoamento de agave, algodão e outros produtos, trazendo grandes benefícios econômicos para a região.

PROJETOS

PROJETOS

1.1 - INTRODUÇÃO

Os projetos foram executados pela empresa ASTEP S/A., os quais tivemos oportunidade de verificar no escritório do DER, constatando quais os estudos necessários para a confecção dos mesmos. Citando alguns desses estudos temos: Geológico, Hidrológico, Topográfico, Geotécnico e de Tráfego. Contendo ainda informações sobre ocorrências de pedreiras, areais, saibreiras e empréstimos para terraplenagem, ao longo de toda rodovia.

1.2 - PROJETO GEOMÉTRICO

É um projeto que apresenta características técnicas e operacionais, como extensão total da rodovia, região, clima, classe, todos já citados no início deste relatório.

Além da velocidade diretriz que é de 80 km/h, faixa de domínio (60m), distância de visibilidade (250m), largura da pista de rolamento (2 x 3,30m), acostamento (2,40m) e outros dados.

1.3 - PROJETO DE TERRAPLENAGEM

Para realização deste projeto são necessários estudo Geotécnico e Topográfico, e do projeto Geométrico.

Este projeto fornece a cubação de cortes e aterros, ou seja, as áreas e volumes de cortes e aterros. Fornece, ainda, as cotas do terreno e cotas do projeto Geométrico, como também, a seleção de materiais que poderão ser utilizados na execução de aterros e rebaixamento.

Com relação aos aterros, o projeto de Terraplenagem, indica a inclinação do talude, no caso 2:3, indicando ainda se é necessário camada de material selecionado, ou mesmo se o aterro pode ser formado por materiais provenientes de corte ou empréstimos laterais.

Quanto ao corte, o projeto indica se o mesmo é em solo ou rocha, como também, a inclinação dos taludes que no nosso caso é de 3:2 e 5:1 (V:H) respectivamente.

1.4 - PROJETO DE DRENAGEM

Através de dados colhidos nos estudos hidrológico, geotécnico, topográfico e mesmo pesquisas entre os moradores da região, pode-se então definir o tipo de drenagem para os vários setores da rodovia.

O projeto de drenagem indica o tipo de drenagem a ser utilizada, ou seja, os trechos que serão necessários bueiros, pontes, drenagem superficial ou profunda, tendo como finalidade o escoamento das águas, tanto superficiais como do sub-solo, para que não venham trazer prejuízos a rodovia.

1.5 - PROJETO DO PAVIMENTO

Para realização deste projeto é necessário o estudo de tráfego que determina o número "N", cálculos estes apresentados posteriormente. Com o número "N", podemos entrar em tabelas que indicam o tipo de revestimento a ser utilizado, como também a espessura do mesmo.

O estudo Geotécnico é outro fator importante, já que o mesmo dá a fixação do "Índice de Suporte Califórnia - ISC" do material selecionado e dos materiais a serem utilizados nas camadas do pavimento.

DIMENSIONAMENTO - O dimensionamento das camadas foi realizado segundo o método do DNER do Engenheiro Murilo Lopes de Sousa, que consiste em levar os valores de "N" e dos "ISC" ao ábaco do método indicado.

Foram utilizados como coeficientes estruturais:

- Base estabilizada granulométricamente K = 1,00
ISC \geq 60
- Sub-base estabilizada granulométricamente c/ $20 \leq \text{ISC} \leq 40$.. K = 0,77
- Sub-base estabilizada granulométricamente c/ $\text{ISC} \geq 40$ K = 1,00
- Tratamento Superficial K = 1,20

CÁLCULO DAS ESPESSURAS

- Com $N_{15} = 3,6 \times 10^6$ e o ISC do M5 ≥ 10 , temos:

a) Base + Revestimento : $B + R \geq 27\text{cm}$

b) Base + Revestimento + Sub-base : $B + R + SB \geq 42\text{cm}$

onde:

- Sub-base : $SB \geq \frac{42 - 27}{0,77} = 19,5\text{cm} = 20\text{ cm}$

- Revestimento : $2,5 \times 1,20 = 3\text{cm}$

- Base : $27 - 3 = 24\text{ cm}$ (adotando-se 25cm)

Como o material de algumas saibreiras de sub-base apresenta boa qualidade, é permitido uma redução de até 30% na espessura de B + R. Ficando as camadas com as seguintes espessuras:

- 30% de B + R é igual a $8,1\text{cm} \approx 8\text{ cm}$

- Base : $27 - 3 = 24\text{ cm} \Rightarrow 24 - 8 = 16\text{ m de base}$

- Sub-base : $SB = \frac{42 - 3 - 16}{1,00} = 23\text{cm}$

Soluções adotadas:

Revestimento -

Para todo o trecho é indicado um TSD! com Ligante Betuminoso CA - 150/200

B a s e -

Será de solo natural de Saibreira, sem mistura ou correção, com espessura de 25cm nos segmentos:

estaca 0 - 226
468 - 700
1225 - 1600
1925 - 2350

e 16 cm nos segmentos:

estaca 700 - 1225
1600 - 1925
2350 - 2688 + 9,67

SUB-BASE

Será também de solo natural de saibreira, sem nenhuma correção de mistura, com 20cm nos segmentos:

estaca : 0 - 226
468 - 700
1225 - 1600
1925 - 2350

e será de 23cm nos segmentos:

estaca : 700 - 1225
1600 - 1925
2350 - 2688 + 9,67

ACOSTAMENTOS

Os acostamentos de todo o trecho serão executados ao mesmo tempo que a base, com emprego do mesmo material. Receberão um tratamento superficial simples, constituído de Ligante Betuminoso CA 150/200.

IMPRIMAÇÃO

A imprimação é utilizada para impermeabilização da camada de base, servindo também como pintura de ligação, e será utilizado Ligante Betuminoso CM-70.

OBSERVAÇÃO:

O projeto poderá sofrer modificações durante a sua execução, sendo estas, determinadas pelo órgão fiscalizador.

CÁLCULO DO NÚMERO "N"

Rodovia : BR-104 PB/RN

Trecho : Remígio / Barra de Santa Rosa

Ano 1 : 1982

Vm = 155 veículos/dia (Frota Comercial)

Total de Caminhões = 118 ?

" Carro Médio = 88

" Carro Pesado = 25 ?

" Reboque + SR = 35 ?

" de Onibus = 37

Onibus = 23,8%

Carro Médio = 56,7%

Carro Pesado = 16,1%

Reboque + SR = 3,2%

total = ?

total = 99,8% ?

$$\overline{FV} = \left\{ \frac{23,8 + 56,7}{100} \right\} \times \underline{3,146} + \frac{16,1}{100} \times \underline{6,24} + \frac{3,2}{100} \times \underline{27,25} \rightarrow FV = 4,4$$

$$N = 365 \times P \times V \times FV \times FR$$

$$N_1 = 365 \times \frac{155}{2} \times 4,4 \times 1,25$$

$$N_1 = 1,6 \times 10^5$$

CÁLCULO DO NÚMERO "N"

Rodovia : BR-104 PB/RN

Trecho : Remígio / Barra de Santa Rosa

Ano 15 : 1996

Vm = 231 veículos/dia (Frota Comercial)

Total de Caminhões	=	172	Onibus	=	25,5%
" Carro Médio	=	127	Carro Médio	=	55,0%
" Carro Pesado	=	37	Carro Pesado	=	16,0%
" Reboque + SR	=	8	Reboque + SR	=	3,5%
" de Onibus	=	59			

$$\overline{FV} = \left(\frac{25,5 + 55,0}{100} \right) \times 3,146 + \frac{16,0}{100} \times 6,24 + \frac{3,5}{100} \times 27,25$$

$$\overline{FV} = 4,5$$

$$N_{15} = 365 \times 15 \times \frac{231}{2} \times 4,5 \times 1,25$$

$$N_{15} = 3,6 \times 10^6$$

EXECUÇÃO E CONTROLE

2.1 - INTRODUÇÃO

Nesta fase começou realmente o nosso estágio, acompanhando no campo a execução do corpo de aterro e corte, e das camadas de material selecionado, sub-base e base. Realizamos também vários ensaios no laboratório, onde este juntamente com a topografia, fazem o controle da rodovia.

Todos os serviços são realizados segundo as especificações do DNER e DER.

2.2 - TERRAPLENAGEM

- A T E R R O

O corpo de aterro é executado com o auxílio da Patrol, que serve para espalhar o material, de um carro pipa, realizando a molhagem deste material e de um trator de disco, fazendo a homogeneização do mesmo. Sendo utilizado ainda, um grupo de operários, que retiram os pedregulhos com diâmetro superior a duas polegadas. Para fechar o trecho em execução, dá-se uma laminada com a Patrol até que fique bem nivelado, utilizando-se então o rolo pé de carneiro e em seguida o rolo liso, sendo ambos passados no sentido dos bordos para o eixo. *Para deixá-lo na umidade ótima de compactação*

O material utilizado é proveniente tanto de cortes como de empréstimos laterais.

O controle é feito primeiramente através da experiência do Fiscal e/ou Engenheiro responsável, ou seja um controle visual, determinando se o trecho está ou não na umidade ótima (Borrachudo).

No corpo de aterro é feito um controle de laboratório, sendo para isto colhidas amostras, de 240 em 240m para realização de ensaios de Granulometria, Limite de Liquidez e Plasticidade, e, de 480 em 480 m, para Compactação (Proctor Normal) e CBR - (Anexos 1 e 2).

Quanto aos resultados de laboratório, temos a Granulometria se enquadrando na maioria na faixa "F", CBR inferior a 10, Limite de Liquidez ≤ 25 e Limite de Plasticidade ≤ 18 .

Sendo realizado ainda ensaios de Densidade "IN SITU" de 100 em 100m, que juntamente com a densidade de laboratório, determina-se o Grau de Compactação, devendo ser o mesmo no mínimo 95%, *(com relação ao ensaio de proctor normal)* com exceção da camada final de aterro que deve ser 100%.

No ensaio de Densidade "IN SITU", determina-se também a umidade ótima (Metodo SPEEDY), que não deve variar de ± 2 da encontrada em laboratório.

Caso os resultados dos ensaios não se enquadrem dentro das normas, o trecho não será liberado. Deve-se então escarificar e em seguida proceder a todos os serviços necessários a sua execução. Em outros casos é necessário apenas um rebatimento do trecho.

Há ainda o controle topográfico, sendo feito um nivelamento na última camada de aterro, para saber se as cotas desejadas foram atingidas.

Todas as camadas são executadas no máximo com 20cm de espessura.

- C O R T E

Os cortes são executados de acordo com a categoria do material. Para os cortes em material de 1ª categoria, é necessário apenas o próprio homem ou máquinas leves, fazendo a remoção deste material para corpo de aterro ou bota-fora. Para os feitos em material de 2ª categoria, é usado tratores tipo D-B e, para os realizados em material de 3ª categoria, se ~~for~~ necessário o uso de explosivos.

O controle é feito pela topografia, onde esta faz o nivelamento antes e depois de cada corte, para através do traçado das seções transversais, e em seguida da cubação, ter o volume do material que foi cortado em cada categoria.

Após o corte é colocado uma camada de material para regularizar a superfície.

- MATERIAL SELECIONADO

O procedimento empregado para camada de material selecionado, é semelhante ao do corpo de aterro, havendo apenas algumas diferenças quanto ao controle, onde o CBR é no mínimo igual a 10 e o Grau de Compactação 100% (Proctor Normal).

Como tivemos oportunidade de acompanhar esta camada está sendo executada em vários trechos, tendo uma espessura de 20cm.

A topografia entra também com o nivelamento, e as cotas obtidas não devem diferenciar de mais de ± 3 do projeto.

2.3 - P A V I M E N T O

SUB-BASE

Como a camada do Material Selecionado, a sub-base tem sua execução semelhante a do corpo de aterro, apenas com um material de melhor qualidade e apesar de ter sido calculada em projeto com espessura de 20 e 23cm para os segmentos, está sendo executada com 20cm em sua totalidade. Por que ?

No controle feito pelo laboratório, o CBR deve ser superior a 20, Grau de Compactação entre 100 e 105% (Proctor Intermediário) e Granulometria entre as faixas "A" e "D" os demais obedecem aos mesmos limites.

Além do controle visual, com relação a umidade e mesmo da inclinação do eixo para os bordos, não deixa de ter a topografia com o nivelamento, onde as cotas não devem diferenciar do projeto de mais de ± 2 .

B A S E

Camada semelhante a sub-base, tanto no aspecto de execução como de controle topográfico e de laboratório apresentando uma diferenciação quanto a qualidade do material, onde este na camada de base deverá apresentar $CBR \geq 60$, e na espessura, onde está sendo executada com 22cm em todo o trecho.

Apresentando nos anexos 1, 2 e 3, ensaios de laboratório e de campo, para camada de base.

OBSERVAÇÃO:

Durante o estágio não houve a realização ~~ção~~ de Imprimação nem de Tratamentos Superficiais Simples e Duplo.

2.4 - D R E N A G E M

Neste setor tivemos oportunidade de comparar a execução de drenos profundos, bueiros simples, duplo e triplo de tubos de concreto, bueiros simples e duplo de placa, como também às escavações para implantação da fundação da ponte sobre o Riacho Cantinhos, além das escavações de valetas de proteção de corte e aterro.

DRENO PROFUNDO

Está constituído por uma valeta de 1,50 m de profundidade, 0,60m de largura na parte superior e 0,50m na parte inferior, tubos porosos de concreto com $\emptyset = 0,20m$, e material filtrante (areia) e sêlo.

Feitas as escavações, é feito o nivelamento pela topografia, conferindo a declividade longitudinal que deve ser maior ou igual a 1%. Em seguida coloca-se uma camada de material filtrante, para que sejam assentados os tubos porosos. Após a colocação dos tubos, é colocado o material filtrante envolvendo-os, tendo este material uma granulometria tal que não venha a obstruir os poros do tubo. O material filtrante vai até a altura do greide de regularização, funcionando como sêlo a própria camada de material selecionado.

BUEIRO TUBULAR DE CONCRETO (Simples, Duplo e Triplo)

Os tubos são assentados sobre o solo compactado no máximo em camadas de 20cm e tendo Grau de Compactação igual ou maior que 95% (Proctor Normal). Este controle é feito pelo ensaio de Compactação em laboratório e Densidade "IN SITU".

Após o assentamento dos tubos são feitas as cabeças do bueiro em concreto ciclópico e pedra de mão.

BUEIRO DE PLACA (Simples e Duplo)

Na execução deste tipo de bueiro vimos a utilização de concreto estrutural com $f_{ck} = 150\text{kg/cm}^2$, aço CA50A e ferros de 5/16", 3/4", 1/4" e 1/2", concreto ciclópico e pedra ra chão.

O concreto tem o seu controle através da preparação de corpo de provas, sendo os mesmos enviados para João' Pessoa, onde são rompidos à compressão simples.

ESTUDOS DE JAZIDAS

Além de ter realizado serviços de topografia e laboratório, acompanhei também, as sondagens para encontrar jazidas de base e sub-base.

Para encontrar novas jazidas é usado a experiência de pessoas da região, indicando os locais de possíveis ocorrências de determinados materiais.

Encontrado o local, a topografia toma uma linha de base com relação ao eixo da rodovia e marca pontos de 30 em 30m, nos sentidos longitudinal e transversal. Medindo também a distância de transporte da jazida para a rodovia.

Em seguida são feitos furos para coleta de amostras, que são enviadas ao laboratório, contendo etiquetas que indicam quais ensaios devem ser realizados.

No estudo de jazidas são realizados ensaios de Granulometria, Limite de Liquidez e Plasticidade para todos os furos e ensaios de Compactação e CBR para 50% dos furos.

De acordo com o resultado do laboratório, tem-se os setores que apresentam as características desejadas, demarcando a extensão da jazida.

.....
C O N C L U S Ã O

O estágio tem como finalidade aproximar as pessoas da parte prática, mostrando no canteiro de obra o que aprendemos na teoria, além da habilidade necessária para execução das obras.

O estágio no trecho Remígio / Barra de Santa Rosa, nos deu oportunidade de acompanhar os serviços realizados para execução de uma rodovia, além de algumas reivindicações feitas tanto por parte do órgão fiscalizador (DER), como pela construtora responsável (ENARQ), quando da realização de pagamentos.

Um outro ponto importante, foi o relacionamento pessoal, ou seja, a convivência com as diversas pessoas encontradas no ambiente de trabalho.

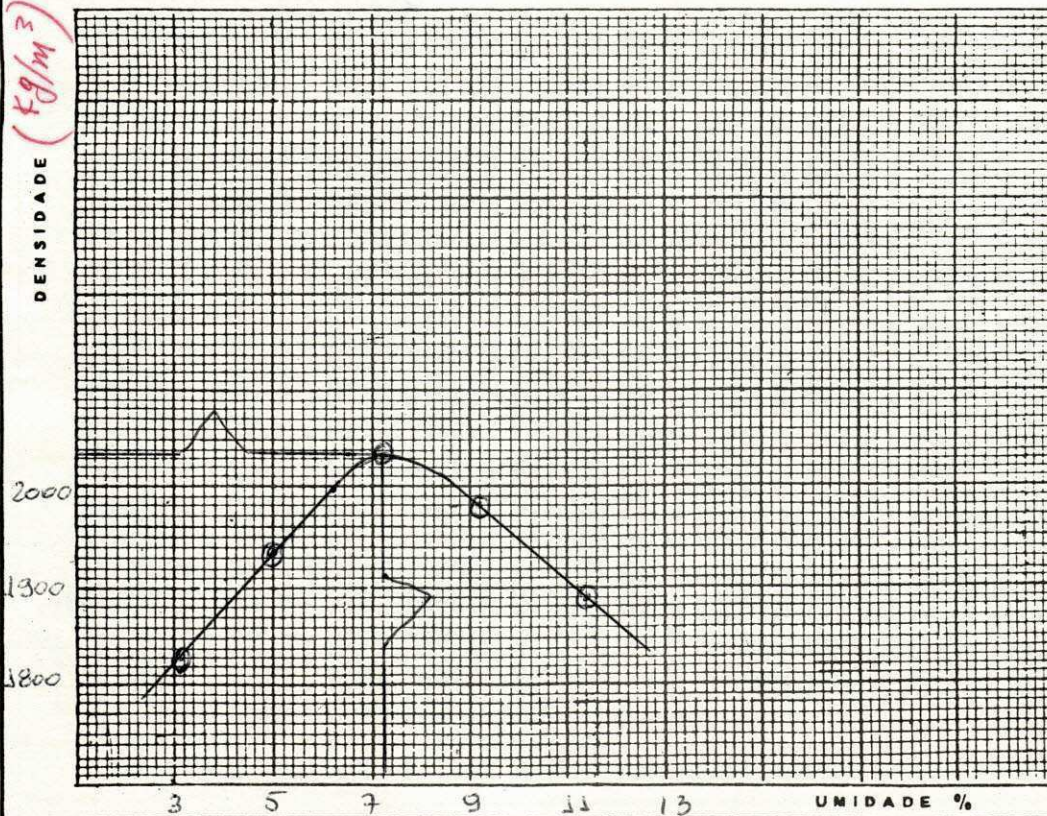
Concluindo, então, que apesar de ter sido um estágio de apenas um mês, temos agora, uma visão geral dos requisitos necessários para a execução de uma estrada rodoviária.

ENARQ

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

RODOVIA: BR-104	TRECHO: REMIGIO- B. STA ROSA	REGISTRO: 3137
PROC. (SL - JAZ - AT) BOA ÁGUA	LOCAL (FURO - EST - LADO) EST- 2569 X	PROFUNDIDADE:
NATUREZA: OPERADOR:	CALCULISTA: VISTO:	LABORATÓRIO: DER
CÁPSULA N.º		MOLDE N.º 24
PÊSO BRUTO ÚMIDO	g	VOLUME DO MOLDE 2080 cm ³
PÊSO BRUTO SECO	g	PÊSO DO MOLDE 4326 g
TARA DA CÁPSULA	g	PÊSO DO SOQUETE 4500 g
PÊSO DA ÁGUA	g	ESPESSURA DO DISCO ESPACADOR 1/5 polg
PÊSO DO SOLO SECO	g	
UMIDADE	%	
UMIDADE MÉDIA	%	

PONTO N.º	PÊSO BRUTO ÚMIDO	PÊSO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							UMIDADE MÉDIA	DENSIDADE DO SOLO SECO
				CÁPSULA N.º	PÊSO BRUTO ÚMIDO	PÊSO BRUTO SECO	PÊSO DA CÁPSULA	PÊSO DA ÁGUA	PÊSO DO SOLO SECO	UMIDADE		
—	g	g	Kg/m ³	—	g	g	g	g	g	%	%	Kg/m ³
1	8300	3924	1887	24	50					48,5	3,1	1830
2	8800	4224	2031	320	11					47,6	5,0	1934
3	8900	4524	2175	314	11					46,7	7,1	2031
4	8880	4504	2165	330	11					45,8	9,2	1983
5	8750	4374	2103	351	11					44,9	11,3	1889
6												



GOLPES P/ CAMADA	26
N.º DE CAMADAS	5
D _{max}	2048 Kg/m ³
W _{ot}	7,4 %
INÍCIO	18/07/81
TÉRMINO	20/07/81

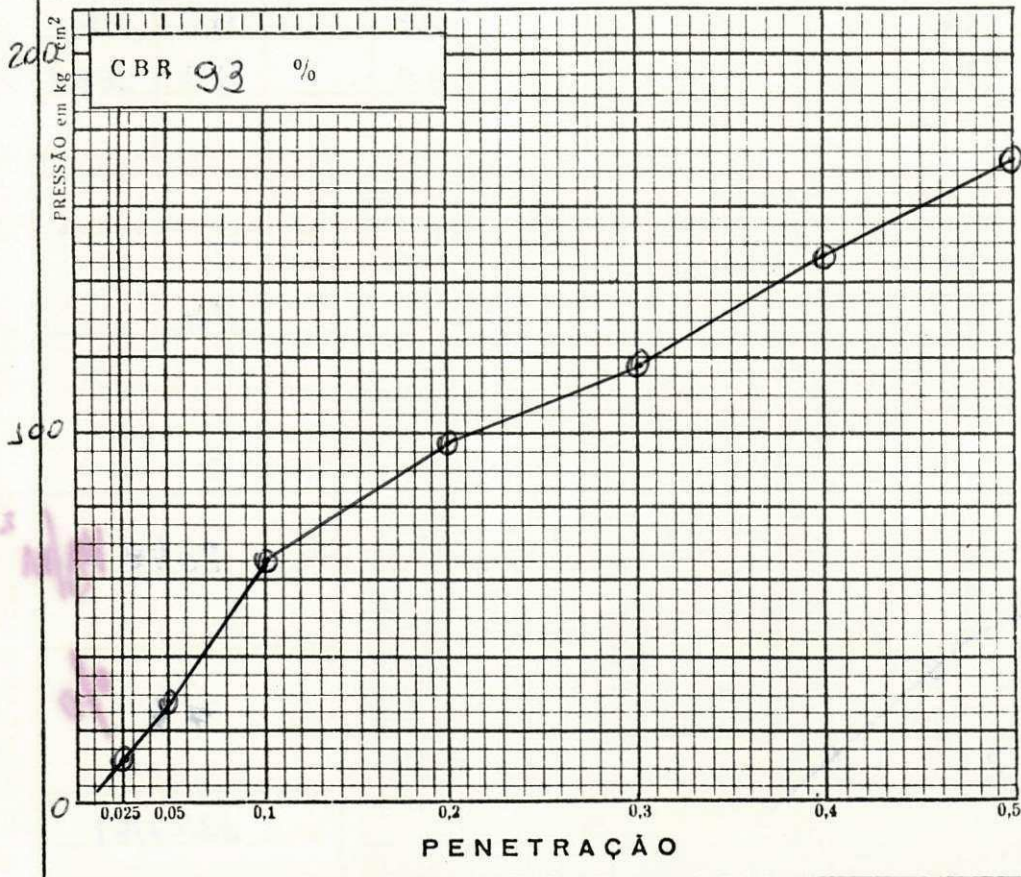
OBSERVAÇÕES: BASE

C B R - DETERMINAÇÃO DO "ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA"

D A D O S		UNIDADES	HIGROSCÓPICA	DE MOLDAGEM	DE SAT.
Densidade máxima - $D_m = 2048$	g/l	Cápsula n.º	24	32	$hsat = \left(\frac{1-h}{D_s \cdot d}\right) 100$
Unidade ótima - $U_{ot} = 7.4$	% = 7.4	Peso bruto úmido	50,00	50,00	$hsat = \quad \quad \quad \%$
Umidade higroscópica - $h_i = 1.0$	% = 1.0	Peso bruto seco			
Diferença - $hot - hi = 6.4$	% = 6.4	Tara da cápsula	49,5	46,5	
Cilindro n.º 28		Peso da água			GRAU DE SAT.
Altura - $H = 1148$	cm	Peso do solo seco			$G = \frac{hm}{hsat} \cdot 100$
Volumen - $V = 2072$	cm ³	Teor de umidade			
Tara - $T = 4422$	g	Teor médio de umid.	$hi = 1.0$	$hm = 7.5$	$G = \quad \quad \quad$

ENSAIO DE PENETRAÇÃO							EXPANSÃO DE AMOSTRAS IMERSAS				
Penetração			Leitura do manómetro	Pressões Kg/cm ²			Datas		Leitura do Deflectóm. mm	Diferença mm	Expansão %
Tempo	Pol	mm		Determinada	Padrão	%	Dia	Hora			
30 s	0,025	0,63	110	11,7			19	14:00	0,00		
1 min.	0,05	1,27	270	28,6			20	"	0,02		
2 min.	0,1	2,54	600	63,6	70	91%	21	"	0,03		
4 min.	0,2	5,08	920	97,5	105	93%	22	"	0,04		
6 min.	0,3	7,62	1120	118,7	133		23	"	0,04		0
8 min.	0,4	10,16	1400	148,4	161						
10 min.	0,5	12,70	1650	174,9	182						

CURVA PRESSÃO — PENETRAÇÃO



CÁLCULOS P/ MOLD. DO C. P.

Peso de solo úmido total
 $P_h = 6000$ g

Peso retido na peneira n.º 4
 $P_r 4 = 1300$ g

Peso passando na peneira n.º 4
 $P_s 4 = 4700$ g

Peso seco passando na peneira n.º 4
 $P_s = \frac{P_s 4}{100 + h} \cdot 100 = 4653$ g

Água a juntar
 $A = P_s (hot - hi) + absorção$
 $A = 298 + 28$
 $A = 324$ g

VERIFICAÇÃO DA MOLDAGEM

Peso bruto do c. p. úmido
 $P_{bh} = 9080$ g

Peso do c. p. úmido
 $P_h = P_{bh} - T = 4628$ g

Densidade do c. p. úmido
 $D_h = \frac{P_h}{V} = 2234$ g/l

Densidade do c. p. seco
 $D_s = D_h \frac{100}{100 + hm} = 2078$ g/l

UMIDADE APÓS A IMERSÃO

Peso bruto do c. p. após a imersão
 $P_{bim} = \quad \quad \quad$ g

Peso do c. p. após a imersão
 $P_{im} = P_{bim} - T = \quad \quad \quad$ g

$hm = \left(\frac{100 + hm}{100 P_h}\right) P_{im} \cdot 100 = \quad \quad \quad \%$

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

C. B. R. = $\frac{636}{70} \cdot 100 = \frac{97,5}{105} \cdot 100$

Observações:

ENARQ

DENSIDADE "IN SITU" MÉTODO DO FRASCO DE AREIA

RODOVIA		TRECHO		SUB-TRECHO			
BR-104 PB/RN		REMÍCIO - BARRA STA. ROSA					
CAMADA DO PAVIMENTO		EST. EST.		CALCULISTA			
BASE		2560 a 2579					
OPERADOR		VISTO		LABORATÓRIO			
				D.E.R			
CAMADA		Nº	BASE	BASE	BASE	BASE	REPETIÇÃO
FURO		Nº	447	448	449	450	447
PROFUNDIDADE (cm)	DE	—	0	0	0	0	0
	A	—	20	20	20	20	20
DATA		—	22/07/81	22/07/81	22/07/81	22/07/81	23/07/81
ESTACA			2560	2565	2570	2575	2560
POSIÇÃO		E - X - D	D	X	E	X	D
Pêso do Frasco com Areia	ANTES	A	6000	6000	6000	6000	6000
	DEPOIS	B	2270	2200	2750	2550	2600
	DIFERENÇA	A - B	3730	3200	3250	3450	3400
FUNIL		Nº	02	02	02	02	02
PÊSO DA AREIA NO FUNIL (g)		C	700	700	700	700	700
PÊSO DA AREIA NO FURO (g)		A-B-C=P	3030	2500	2550	2750	2700
DENSIDADE DA AREIA (g/dm³)		d	1329	1329	1329	1329	1329
VOLUME DO FURO (dm)		$V = \frac{P}{d}$	2280	1881	1919	2069	2032
UMIDADE		hZ	6,9	6,6	6,9	6,1	6,1
PÊSO DO SOLO UMIDO (g)		Ph	4715	4335	4205	4475	4485
PESO DO SOLO SECO (g)		$P_s = \frac{Ph}{100 + h}$	4411	4067	3933	4218	4195
DENSIDADE DO SOLO SECO (g/dm³)		$D_s = \frac{P_s}{V}$	1934	2162	2050	2038	2065
ENSAIO LABORATÓRIO	REGISTRO	N	—	—	—	—	—
	DENS. MÁXIMA (g/dm³)	Dm	2031	2050	2030	2044	2031
	UMIDADE ÓTIMA	hZ	7,1	6,8	7,4	6,4	7,1
GRAU DE COMPACTAÇÃO		$X = \frac{D_s}{D_m}$	95%	105%	101%	100%	102%
UMIDADE							
CÁPSULA		Nº					
PÊSO DO SOLO UMIDO (g)		Ph					
PÊSO DO SOLO SECO (g)		Ps					
PÊSO DA AGUA (g)		$P_a = Ph - P_s$					
UMIDADE		$hZ = \frac{P_a}{P_s}$					
OBSERVAÇÕES							