

T15 – Complementação do Sistema Viário da ESPM com o TAS

Item 4 – Projeto de Pavimentação VERSÃO FINAL

CONTRATO Nº 013/2013
Processo nº: 110.000.397/2012
Secretaria de Estado de Obras do Distrito Federal - SO



CONSÓRCIO TRANSOESTE



NOVEMBRO / 2014

ÍNDICE

1. DETERMINAÇÃO DAS CARGAS DO TRÁFEGO	5
2. CAPACIDADE DE SUPORTE DO SUBLEITO.....	23
3. DIMENSIONAMENTO EM PAVIMENTO FLEXÍVEL	25
4. DIMENSIONAMENTO EM PAVIMENTO RÍGIDO	40
4.1. PARÂMETROS PARA O DIMENSIONAMENTO	40
4.2. ESPESSURA DA PLACA	44
4.3. ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA SOLUÇÃO ADOTADA	53
4.4. BARRAS DE TRANSFERÊNCIAS NA JUNTAS TRANSVERSAIS	60
4.5. JUNTAS TRANSVERSAIS	61
5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS	66
5.1. CONCRETO ASFÁLTICO	66
5.2. PLACAS DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND	67
5.3. CAMADA DE CONCRETO ROLADO	68
5.4. BRITA GRADUADA	68
5.5. SOLO CAL	68
5.6. IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA	68
5.7. PINTURA DE LIGAÇÃO	69
5.8. REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO	69
6. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – CREA/DF	70
7. PLANTAS	72

APRESENTAÇÃO

O Consórcio Transoeste submete à Secretaria de Obras do DF, para apreciação, o RELATÓRIO DE PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO para elaboração do **PROJETO DE IMPLANTAÇÃO PARA A READEQUAÇÃO DO CORREDOR DE TRANSPORTE PÚBLICO DO EIXO OESTE DO DISTRITO FEDERAL, TRECHO: T15 - COMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO DA ESPM COM O TAS**, relativo à **INTERSEÇÃO ESPM – W3 – TAS**, conforme contrato N° 013/2013 - SO.

O presente relatório tem como finalidade apresentar as Plantas e Memórias de Cálculo do Projeto de Pavimentação, estas últimas correspondentes aos cálculos dos pavimentos em Concreto e CBUQ, respectivamente para as vias componentes da interseção em trevo formada pelas vias ESPM / W3 e Acesso ao Terminal Asa Sul - TAS, em um volume conforme especificado a seguir:

- Volume 1/1 – Relatório de Projeto

A rede viária projetada envolve somente as vias componentes da referida interseção, sendo complementar e interligada às vias já projetadas para a ESPM, que consta do projeto desenvolvido em abril de 2011 pela AeT Arquitetura Planejamento e Transportes, no escopo do contrato N° 217/2009 - SO.

Trata-se, portanto, de um projeto complementar à rede viária já projetada na ESPM na qual foram acrescentados trecho de travessia da via de ligação entre a W3, o acesso ao TAS e as alças e ramos da interseção em trevo. Nesse contexto, os eixos estão numerados em seqüência ao projeto da ESPM.

Os estudos de tráfego de referência para esse projeto, assim como os estudos geotécnicos, são os mesmos elaborados em 2011 para o projeto da ESPM, posto que o projeto da ESPM já havia incorporado nos carregamentos de autos e ônibus a interseção da ESPM/W3/TAS.

O Sistema Viário da ESPM com TAS conta com 12 eixos viários, onde se ressaltam:

- Os Eixos 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61 e 64 que correspondem a via, em pavimento rígido, exclusiva de ônibus;
- Os Eixos 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 58, 62 e 63 que corresponde a via da ESPM, em pavimento flexível, no sentido à interseção com a via W3;

O projeto dessa interseção tem como finalidade implantar a interseção em trevo, com interligação às vias existentes da ESPM, e não às vias projetadas do corredor de transporte coletivo (BRT), a fim de permitir a sua abertura imediata ao tráfego. Em uma segunda fase de implantação essas vias deverão se interligar ao corredor de ônibus aos novos traçados da ESPM, inclusive no que tange a nova interseção de acesso ao Terminal Asa Sul – TAS.

O Projeto Geométrico do Sistema Viário da ESPM com TAS é composto por 10 eixos, conforme apresentado no quadro a seguir:

Quadro 1.1 – Eixos Projetados

EIXO	ESTACAS	EXTENSÃO (m)
38	0+00 a 3+30,000	330,00
39	0+00 a 3+23,91	323,91
40	0+00 a 1+77,189	177,189
41	0+00 a 1+09,281	109,281
42	0+00 a 1+06,152	106,152
43	0+00 a 0+93,034	93,034
44	0+00 a 1+90,644	190,644
45	0+00 a 3+26,383	326,383
46	0+00 a 3+29,116	329,116
47	0+00 a 1+44,835	144,835
48	0+00 a 1+66,672	166,672
49	0+00 a 3+20,000	320,000
50	0+00 a 0+35,042	35,042
51	0+00 a 0+18,086	18,086
52	0+00 a 1+10,434	110,434
53	0+00 a 1+65,00	165,00
54	0+00 a 0+96,78	96,78
55	0+00 a 2+65,36	265,36
56	0+00 a 1+80,32	180,32
57	0+00 a 1+88,68	188,68
58	0+00 a 2+23,35	223,35
59	0+00 a 0+49,16	49,16
60	0+00 a 0+43,02	43,02
61	0+00 a 3+57,62	357,62
62	0+00 a 2+22,75	222,75
63	0+00 a 1+72,00	172,00
64	0+00 a 1+81,79	181,79
TOTAL		4926,608

1. DETERMINAÇÃO DAS CARGAS DO TRÁFEGO

O tráfego atuante nas vias tem como base os estudos de tráfego realizados, sobretudo quanto à macrossimulação realizada, inclusive quanto ao tipo de veículos e cargas transportadas.

Os Estudos de Tráfego – apresentados em junho de 2010, assinala os volumes de tráfego em cada trecho das vias projetadas, para o transporte privado (autos) e transporte coletivo (ônibus). Trata-se de simulações resultantes da oferta de novas rotas e melhorias conferidas às existentes.

Figura 1.1 – Carregamentos de Tráfego (em UVP) – Desempenho do Sistema Viário

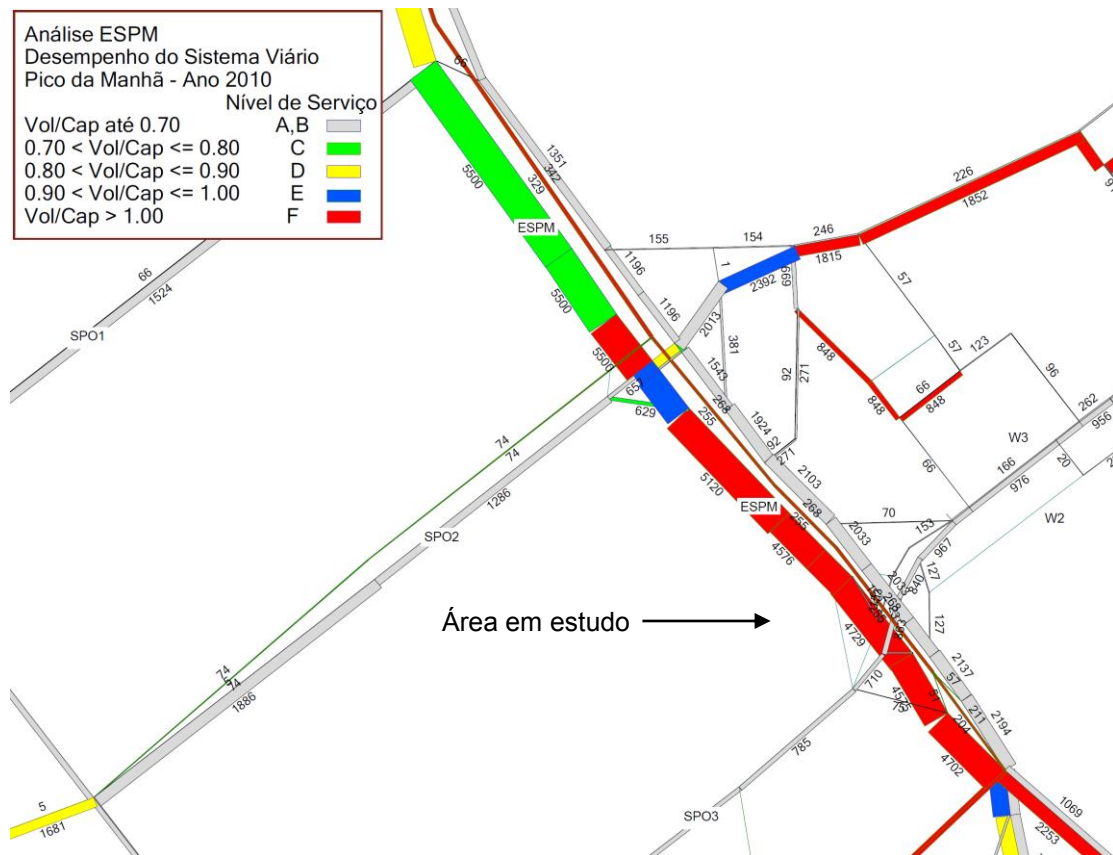


Figura 1.2 – Carregamentos de Transporte Coletivo (Frequência de ônibus por hora).



Ainda segundo as contagens volumétricas realizadas para o PTU/DF pode-se inferir que 1,5% da composição dos volumes corresponde a caminhões de 2 a 3 eixos, enquanto que 2% é de ônibus urbanos.

Na distribuição modal se ressalta as frequências de ônibus previstas para o corredor ESPM, que se situa entre 80 e 100 ônibus/h.

Para o dimensionamento dos pavimentos foi ainda prevista a evolução do tráfego ao longo do período de projeto para que seja avaliado o poder de destruição, de modo comparativo, que exercem as várias cargas oriundas do tráfego.

O critério adotado tem referência nos prognósticos de evolução das viagens motorizadas considerados no PDTU/DF, elaborado em 2009.

Tabela 1.1 - Projeção de Viagens no Pico para Transportes Coletivos – 2010 / 2020

PASSAGEIROS TRANSP. COLETIVO (hora/pico)			
TOTAL	2010	2020	(%)
DF	253.168	293.428	1,159

Tabela 1.2 - Projeção de Viagens no Pico para Transportes Privados – 2010 / 2020

PASSAGEIROS TRANSP. PRIVADO (hora/pico)			
TOTAL	2010	2020	(%)
DF	156.408	209.947	1,342

Com base nas projeções, infere-se que a taxa de crescimento anual de transporte coletivo corresponde a 1,5%, enquanto os transportes privados trabalham com uma taxa anual de 3%.

A previsão dos efeitos das solicitações do tráfego sobre o desempenho dos pavimentos é dificultada pelo fato de que o volume de tráfego e a magnitude das cargas aplicadas pelos veículos variam no tempo e no espaço durante a vida em serviço do pavimento.

O conhecimento dos efeitos cumulativos das solicitações do tráfego é fundamental para o dimensionamento dos pavimentos. Por causa da variabilidade das condições de tráfego, seus efeitos cumulativos são expressos por um denominador comum, os Fatores de Equivalência de Cargas (FEC).

Os FEC permitem a conversão de aplicações de diferentes solicitações em um número equivalente de aplicações da solicitação-padrão, possibilitando o dimensionamento e a previsão do desempenho de pavimentos para o tráfego misto real.

Sempre que possível, a avaliação do tráfego nas rodovias faz-se por contagens volumétricas classificatórias e por pesagens dos veículos parados ou em movimento.

Os veículos rodoviários são dos mais variados tipos, sendo que modificações nas características dos veículos se refletem em modificações nos efeitos gerados sobre os pavimentos. Dessa forma, torna-se necessário classificar o mais detalhadamente possível a frota que utilizará o pavimento a ser projetado, principalmente no que se refere aos caminhões e ônibus.














A classificação dos veículos pode ser feita de forma simplificada:

- Veículos de passeio ou veículos leves: automóveis e utilitários
- Veículos comerciais:
- Caminhões leves: 2 eixos simples, ambos com rodas simples
- Caminhões médios: 2 eixos simples, rodas traseiras duplas
- Caminhões pesados: 2 eixos, dianteiro simples e o traseiro em tandem
- Reboques e semi-reboques: outras combinações
- Ônibus: equivalente a caminhões leves

No entanto, é preferível que a classificação seja mais detalhada, pois podem ocorrer expressivas variações na carga aplicada ao pavimento entre caminhões de uma determinada subclasse, em função do tipo de veículo. Assim, os semi-reboques seriam classificados em: 2S1; 2S2; 3S2 e 3S3.

Nessa classificação, o primeiro algarismo representa o número de eixos do cavalo mecânico, e o segundo algarismo, o número de eixos do semi-reboque. Na Tabela 1.3 é apresentada a classificação de veículos adotada pelo DNIT.

Tabela 1.3 - Classificação de veículos adotada pelo DNIT







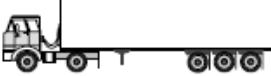


SÍMBOLO	CONFIGURAÇÃO	DESCRIÇÃO
		AUTOMÓVEL
		UTILITÁRIO
2C		ÔNIBUS
2C		CAMINHÃO
3C		CAMINHÃO
4C		CAMINHÃO
2S1		SEMI-REBOQUE
2S2		SEMI-REBOQUE
2S3		SEMI-REBOQUE
3S2		SEMI-REBOQUE
3S3		SEMI-REBOQUE
2C2		REBOQUE
2C3		REBOQUE

Fonte: DNIT Manual de reabilitação de pavimentos asfálticos. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. 1998.

Além da classificação dos veículos, também é importante classificar os tipos de eixos, estabelecendo-se as cargas aplicadas por cada tipo de eixo de cada tipo de veículo.

A Resolução Nº 210 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), de 13 de novembro de 2006, estabelece os limites de peso e dimensões para veículos que transitem por vias terrestres.

Tabela 1.4 - Limites legais de cargas por eixo

Tipo de eixo	Limite legal (por eixo)	Configuração
Simples – rodas simples Ex.: caminhões leves 	6,0 t	
Simples – rodas duplas Ex.: caminhões médios 	10,0 t	
Tandem duplo Ex.: caminhões pesados 	17,0 t	
Tandem triplo Ex.: semi-reboque 	25,5 t	
Usual: Tandem duplo modificado com eixo retrátil à frente ou atrás. Outras combinações Ex.: reboques e semi-reboques 		

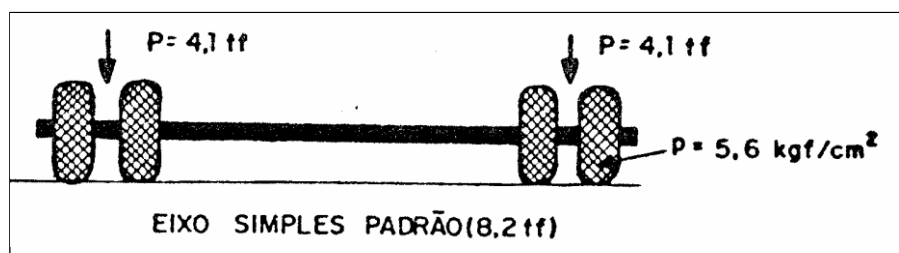
Os Fatores de Equivalência de Cargas constituem o conceito mais utilizado em todo o mundo no dimensionamento de pavimentos. Foram introduzidos pela AASHO (atual AASHTO, American Association of Highways and Transportation Officials) e pelo Bureau of Public Road, atual FHWA (Federal Highways Administration), logo após o final da AASHO Road Test, em 1961. A implementação inicial do conceito de equivalência de cargas deu-se através da utilização das equações de desempenho desenvolvidas pela equipe da AASHO, segundo as quais o desempenho é considerado em termos de variação do Índice de Serventia.

De acordo com o modelo proposto, os Fatores de Equivalência de Cargas podem ser definidos como um número de repetições de uma dada solicitação que é necessário para produzir uma deterioração de mesma magnitude que a produzida por uma aplicação da solicitação padrão.

O eixo padrão rodoviário brasileiro é um eixo simples de rodas duplas que transmite ao pavimento uma carga total de 8,2 toneladas (80 kN). Neste eixo a superfície de contato dos pneus com o pavimento é representada por uma área circular de 10,8 cm de raio e tensão de contato de 5,6 kgf/cm², conforme mostrado na

Figura 1.3.

Figura 1.3 - Eixo padrão rodoviário



Os quatro tipos de eixos normalmente utilizados pelos veículos de carga que trafegam nas rodovias brasileiras são representados na Figura 1.4 e na Figura 1.5:

- Eixo simples de rodas simples - ESRS
- Eixo simples de rodas duplas – ESRD
- Eixos tandem duplos de rodas duplas – EDRD
- Eixos tandem triplos de rodas duplas - ETRD

Figura 1.4 - Eixos rodoviários brasileiros mais comuns

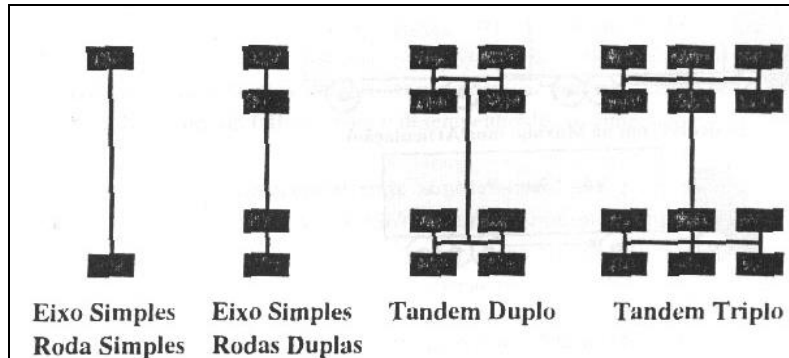
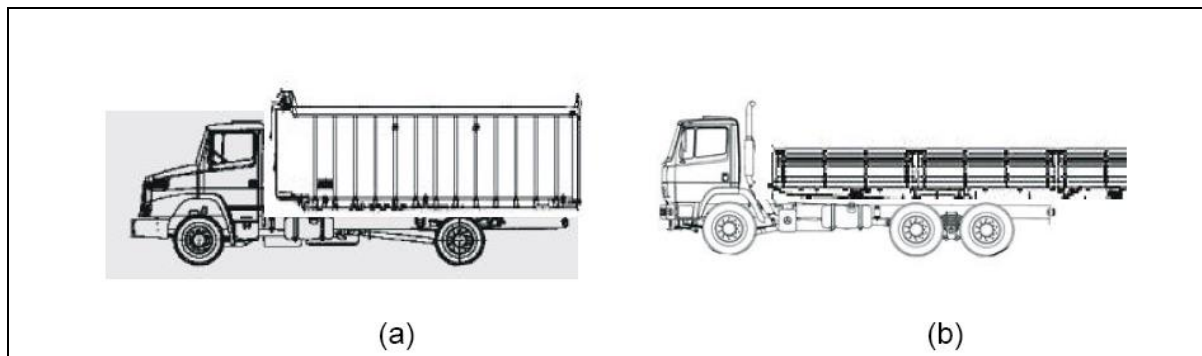


Figura 1.5 - Exemplos de Eixos Simples (a) e Tandem duplo (b)



Os fatores de equivalência da AASHTO baseiam-se na perda de serventia e são diferentes dos obtidos pelo USACE, que avaliaram os efeitos do carregamento na deformação permanente (afundamento nas trilhas de roda). As expressões para cálculo dos fatores de equivalência de operações são apresentadas na Tabela 1.5 e na Tabela 1.6, de acordo com os estudos realizados pelo USACE e pela AASHTO, respectivamente.

As curvas de correlação entre cargas por eixo e fatores de equivalência de operações utilizadas pelo método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do antigo DNER baseiam nas expressões obtidas pelo USACE (Corpo de Engenheiros do Exército Norte- americano).

Os fatores de equivalência utilizados pelo método do DNER permitem a conversão de aplicações de diferentes solicitações em um número equivalente de aplicações do eixo padrão (8,2 tf). Para cada configuração de eixo real há uma conversão para eixo padrão.

Esta conversão é realizada por meio de ábacos, para o caso de eixos simples ou duplos e em tabela, para o caso de eixos triplos, conforme apresentado na Figura 1.6 e na Tabela 1.5

Figura 1.6 - Ábacos para determinação de fatores de equivalência de cargas
Eixos simples e duplos

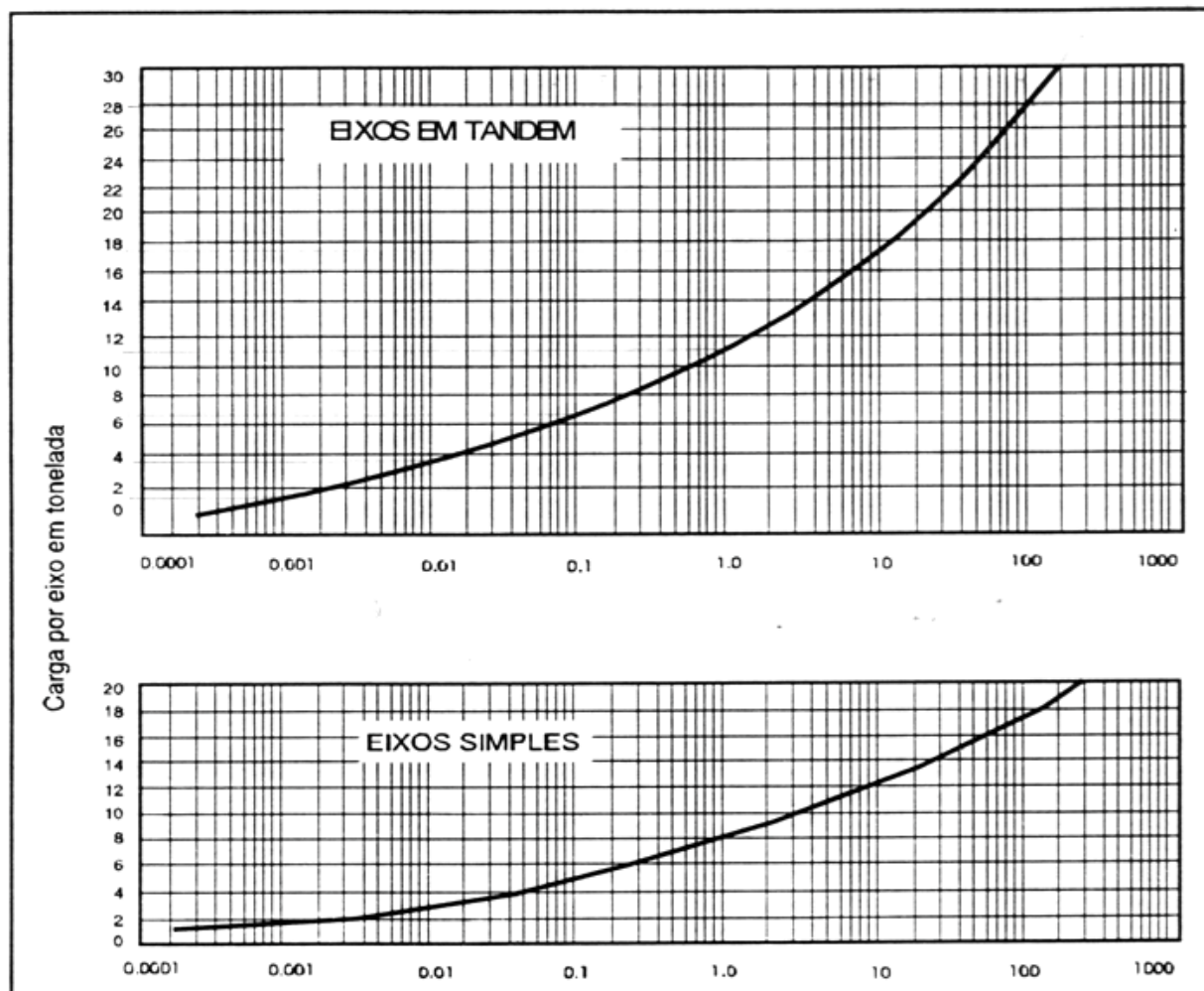


Tabela 1.5 - Fatores de equivalência para eixos triplos em tandem

Cargas por eixo (t)	Fator de equivalência de cargas
6	0,04
8	0,08
10	0,18
12	0,29
14	0,58
16	0,92
18	1,50
20	2,47
22	5,59
24	6,11
28	14,82
30	20,88
32	40,30
34	46,80
36	59,80
38	91,00
40	130,00

Tabela 1.6 – Expressões matemáticas para obtenção dos fatores de equivalência de operações, para diferentes tipos de eixos (USACE)

Tipos de Eixos	Faixas de Cargas (tf)	Equações (P em tf)
Eixo simples	0 – 8	$FEO = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FEO = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Eixo tandem duplo	0 – 11	$FEO = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,4720}$
	≥ 11	$FEO = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,4840}$
Eixo tandem triplo	0 – 18	$FEO = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FEO = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$
P = Peso bruto total sobre o eixo		

Tabela 1.7 – Expressões matemáticas para obtenção dos fatores de equivalência de operações, para diferentes tipos de eixos (AASHTO)

Tipos de eixo	Equações (P em tf)
Simplex de rodagem simples	$FEO = \left(\frac{P}{7,77}\right)^{4,32}$
Simplex de rodagem dupla	$FEO = \left(\frac{P}{8,17}\right)^{4,32}$
Tandem duplo (rodagem dupla)	$FEO = \left(\frac{P}{15,08}\right)^{4,14}$
Tandem triplo (rodagem dupla)	$FEO = \left(\frac{P}{22,95}\right)^{4,22}$
P = Peso bruto total sobre o eixo	

Para efeito de projeto, o tráfego que transitará sobre determinado pavimento ao longo do período de projeto, sua vida útil de serviço, é convertido em um número de operações/solicitações de um eixo rodoviário padrão. Este número de solicitações é conhecido como número “N”.

O número “N” é calculado pela seguinte expressão:

$$N = 365 \times FR \times FF \times FV \times \sum_{i=1}^p VMD_i$$

onde:

FF é o Fator de Faixa (vide Tabela 1.8);

FR é o Fator Climático Regional (vide Tabela 1.9);

VMD_i é Volume Médio Diário no ano *i*;

P é o período de projeto;

FV é o Fator de Veículo relativo ao tráfego da rodovia, calculado pela expressão:

$$FV = \frac{\sum p_i \times FV_i}{100}$$

onde:

p_i é a percentagem de veículos da categoria *i*

FV_i é o fator de veículo da categoria de veículos *i*

Tabela 1.8 - Fator de faixa

Faixas por sentido	Porcentagem de veículos comerciais na faixa de projeto
1	100
2	70 a 96
3	50 a 96

O Fator de Veículo, produto do fator de eixo pelo Fator de Carga, atua na compensação da grande diversidade de veículos e cargas que transitam pela via, transformando estas cargas e veículos diversos em uma quantidade de operações do eixo padrão que seja equivalente em termos de efeito destrutivo do pavimento. Ou seja, o Fator de Veículo transforma um veículo qualquer, com um carregamento qualquer, em uma quantidade de solicitações equivalente do eixo padrão de 8,2 toneladas que causaria o mesmo efeito destrutivo no pavimento.

Como o número de eixos por veículo é bastante variado, utiliza-se o Fator de Eixo para determinar o número médio de eixos por veículo que circula em uma determinada via.

$$FE = \sum (NE \times \%NE)$$

Onde:

NE é o número eixos do veículo

%NE é a porcentagem de determinado tipo de veículo em relação ao total.

O Fator Climático Regional (*FR*) é utilizado para considerar as variações de umidade às quais os materiais constituintes do pavimento estão sujeitos durante as estações do ano, e que influem diretamente na capacidade de suporte dos mesmos. Na Tabela 1.9 são apresentados os Fatores climáticos regionais sugeridos para o Brasil, em função da altura média anual de chuva em milímetros.

Tabela 1.9 – F ator Climático Regional (FR)

Altura média anual de chuva	Fator Climático Regional (FR)
Até 800	0,7
De 800 a 1500	1,4
Mais de 1500	1,8

Com base no estudo de tráfego, realizado na projeção de 2010, foram obtidos os volumes de tráfego constantes na Tabela 1.10

Tabela 1.10 – Volumes de tráfego (Junho de 2010)

Via	Volume horário – Pico da manhã		Volume Diário Extrapolado para projeto
	Total	Ônibus	Ônibus
Eixos do Corredor Exclusivo de Ônibus	197	197	1.970
Eixo 58 (ESPM sentido interseção com via W3)	2.194	50	500

Para determinação dos volumes diários de ônibus foi adotado o fator-hora-pico = 10%, implicando, por exemplo, em um volume de 500 ônibus/dia para uma frequência de 50 ônibus/hora no pico da manhã.

Ainda com base nos dados de tráfego, neste Projeto, optou-se por utilizar a metodologia proposta pela Instrução de Projeto n° 2 da Prefeitura Municipal de São Paulo, baseada em pesquisas de tráfego e estudos estatísticos. Isso porque a metodologia mencionada considera o volume de ônibus como o principal fator determinante, sendo o caso de áreas muito urbanizadas, à exemplo de Brasília.

Após a utilização das taxas de crescimento apresentadas na Tabela 1.1 e Tabela 1.2, a projeção de tráfego do pavimento flexível é apresentada da seguinte forma:

Tabela 1.11 – Projeção de Tráfego para o Eixo 58

TABELA-PROJEÇÃO DE TRÁFEGO					
Período	Carros de Passeio	Ônibus		TOTAL	
		2C	3C		
2013	0	500	0	500	
2014	0	508	0	508	
2015	0	515	0	515	
2016	0	523	0	523	
2017	0	531	0	531	
2018	0	539	0	539	
2019	0	547	0	547	
2020	0	555	0	555	
2021	0	563	0	563	
2022	0	572	0	572	
2023	0	580	0	580	

A Tabela 1.12 apresenta os valores das cargas por eixo, cálculo dos fatores de equivalência para cada eixo e o fator de equivalência total para cada veículo admitindo a tolerância de 7,5 no peso por eixo ou 5% no peso bruto conforme resolução CONTRAN nº 103/99, 12/98 e 104/99 utilizados para o cálculo do número “N”.

Tabela 1.12 – Valores de carga por eixo

FATORES DE VEÍCULOS - USACE																														
VEÍCULOS VAZIOS																														
Configuração	Conjunto de Eixos					Carga por Eixo (t)										Fator de Equivalência														
	ESRS	ESRD	ETD	ETT	Total	ESRS	ESRD					ETD				ETT	Total	ESRS	ESRD					ETD		ETT	FVi			
Ônibus	2C	1	1		2	5,04	8,40									13,44	0,1379	1,1055	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,2434
VEÍCULOS CARREGADOS (LEI DA BALANÇA) - TOLERÂNCIA DE 7,5% POR EIXO E 5,0% PARA PBTC																														
Configuração	Conjunto de Eixos					Carga por Eixo (t)										Fator de Equivalência														
	ESRS	ESRD	ETD	ETT	Total	ESRS	ESRD					ETD				ETT	Total	ESRS	ESRD					ETD		ETT	FVi			
Ônibus	2C	1	1		2	6,30	10,50									16,80	0,3381	4,4632	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	4,8013
FATORES DE VEÍCULOS - AASHTO																														
VEÍCULOS VAZIOS																														
Configuração	Conjunto de Eixos					Carga por Eixo (t)										Fator de Equivalência														
	ESRS	ESRD	ETD	ETT	Total	ESRS	ESRD					ETD				ETT	Total	ESRS	ESRD					ETD		ETT	FVi			
Ônibus	2C	1	1		2	5,04	8,40									13,44	0,1541	1,1274	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,2816
VEÍCULOS CARREGADOS (LEI DA BALANÇA) - TOLERÂNCIA DE 7,5% POR EIXO E 5,0% PARA PBTC																														
Configuração	Conjunto de Eixos					Carga por Eixo (t)										Fator de Equivalência														
	ESRS	ESRD	ETD	ETT	Total	ESRS	ESRD					ETD				ETT	Total	ESRS	ESRD					ETD		ETT	FVi			
Ônibus	2C	1	1		2	6,30	10,50									16,80	0,4041	2,9562	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,3604

A Tabela 1.13 apresenta os valores dos fatores de veículos para o eixo de pavimento flexível.

Tabela 1.13 – Fator de Veículo para o Eixo 58

CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO - FV						
Veículos-tipo		VMD	Fator de Veículo USACE		Fator de Veículo AASHTO	
			FVi	$(VMD \cdot FV) / \sum VMD$	FVi	$(VMD \cdot FV) / \sum VMD$
Ônibus	2C	500	4,09	4,090	2,94	2,945
Total		500		FVusace = 4,090		FVaashto = 2,945

Na Tabela 1.14 são apresentados os parâmetros necessários aos cálculos do número “N” para o período de projeto, nos métodos USACE e AASHTO, no eixo de pavimento flexível.

Tabela 1.18 – Cálculo do maior número “N”

PROJEÇÃO DO VMDAT E DO NÚMERO "N"										
Ano	Volumes de Tráfego (VMDAT)					Valores do Número "N"				Observações
	Veículos-tipo				Total	USACE		AASHTO		
	Moto	Passeio	Coletivo	Carga		Ano	Acumulado	Ano	Acumulado	
2013	0	0	500	0	500	3,73E+05	3,73E+05	2,69E+05	2,69E+05	Projeto
2014	0	0	508	0	508	3,79E+05	7,52E+05	2,73E+05	5,41E+05	1º ano
2015	0	0	515	0	515	3,84E+05	1,14E+06	2,77E+05	8,18E+05	
2016	0	0	523	0	523	3,90E+05	1,53E+06	2,81E+05	1,10E+06	
2017	0	0	531	0	531	3,96E+05	1,92E+06	2,85E+05	1,38E+06	
2018	0	0	539	0	539	4,02E+05	2,32E+06	2,89E+05	1,67E+06	5º ano
2019	0	0	547	0	547	4,08E+05	2,73E+06	2,94E+05	1,97E+06	
2020	0	0	555	0	555	4,14E+05	3,15E+06	2,98E+05	2,27E+06	
2021	0	0	563	0	563	4,20E+05	3,57E+06	3,03E+05	2,57E+06	
2022	0	0	572	0	572	4,27E+05	3,99E+06	3,07E+05	2,88E+06	
2023	0	0	580	0	580	4,33E+05	4,43E+06	3,12E+05	3,19E+06	10º ano
Composição Percentual de Tráfego					Parâmetros adotados no cálculo do número de operações do eixo padrão de 8,2t					
Moto	Passeio	Coletivo	Carga	Fatores de Veículos - FV			Fator climático		Fator de pista	
0,00	0,00	100,00	0,00	FVusace		FVaashto		FR	FP	
Taxas de Crescimento de Tráfego				4,09		2,94		1,000		0,500
Moto	Passeio	Coletivo	Carga	Ano inicial para cálculo do Número "N"					2013	
3,00%	3,00%	1,50%	1,50%	Período de projeto para o cálculo do número "N" (anos)					10	

De acordo com a IP-02/PMSP, as vias urbanas são classificadas, para fins de dimensionamento de pavimento, de acordo com tráfego previsto para as mesmas, nos seguintes tipos:

- **Tráfego Leve** - Ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos;
- **Tráfego Médio** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 5×10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos;
- **Tráfego Meio Pesado** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número 101 a 300 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 2×10^6 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos;
- **Tráfego Pesado** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 301 a 1000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 2×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos a 12 anos;
- **Tráfego Muito Pesado** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 1001 a 2000 por dia, na faixa de tráfego mais solicitada, caracterizada por número "N" típico superior a 5×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.

Com base nestes critérios, as vias foram classificadas conforme mostrado na Tabela 1.20.

Tabela 1.19 - Eixos Projetados – Pavimento

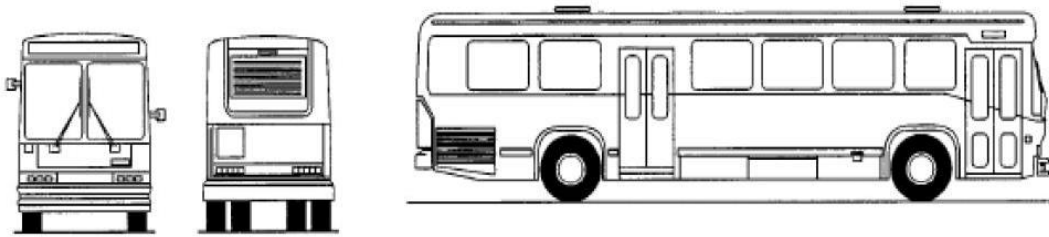
EIXO	EXTENSÃO (m)	Descrição	Número "N"	Tipo de Pavimento	Tipo de Serviço
53	165	Sistema Viário da ESPM com TAS – Corredor exclusivo	1,71 x 10 ⁷	Concreto	Implantação
54	97				
55	265				
56	180				
57	189				
59	49				
60	43				
61	358				
64	182				
58	214	ESPM sentido interseção com via W3	4,43 x 10 ⁶	CBUQ	Implantação

Tabela 1.20 - Tráfego nas Vias

Via	Classificação	VMD máximo ônibus	N
Eixos do Corredor Exclusivo de Ônibus	<i>Tráfego Pesado</i>	1.970	1,71 x 10 ⁷
Eixo 58 (ESPM sentido interseção com via W3)	<i>Tráfego Pesado</i>	650	4,43 x 10 ⁶

O tráfego do corredor de concreto é composto exclusivamente por veículos de transporte de passageiros, prevendo-se, para efeito de dimensionamento do pavimento, a operação de apenas de ônibus convencionais do tipo 2C, formados por combinação de um eixo simples de rodas simples (ESRS) dianteiro e um eixo simples de rodas duplas (ESRD) traseiro (Figura 1.7).

Figura 1.7 - Ônibus convencional do tipo 2C



Considerou-se que 80% do tráfego ocorre com a carga máxima legal (6,3t ESRS + 10,5t ESRD) e os demais 20% com 80% da carga legal máxima (5,0t ESRS + 8,4t ESRD).

A taxa de crescimento anual do tráfego considerada foi a adotada no PDTU de 1,159, obtendo-se os volumes anuais de tráfego mostrados na Tabela 1.21.

Tabela 1.21 - Volumes anuais de tráfego por tipo de eixo no corredor de ônibus

Ano	VMD	100% da carga legal máxima		80% da carga legal máxima	
		ESRS 5t	ESRD 10t	ESRS 4t	ESRD 8t
Ano 0	719.050	575.240	575.240	143.810	143.810
Ano 1	729.836	583.869	583.869	145.967	145.967
Ano 2	740.783	592.627	592.627	148.157	148.157
Ano 3	751.895	601.516	601.516	150.379	150.379
Ano 4	763.173	610.539	610.539	152.635	152.635
Ano 5	774.621	619.697	619.697	154.924	154.924
Ano 6	786.240	628.992	628.992	157.248	157.248
Ano 7	798.034	638.427	638.427	159.607	159.607
Ano 8	810.004	648.004	648.004	162.001	162.001
Ano 9	822.155	657.724	657.724	164.431	164.431
Ano 10	834.487	667.590	667.590	166.897	166.897
Ano 11	847.004	677.603	677.603	169.401	169.401
Ano 12	859.709	687.767	687.767	171.942	171.942
Ano 13	872.605	698.084	698.084	174.521	174.521
Ano 14	885.694	708.555	708.555	177.139	177.139
Ano 15	898.979	719.183	719.183	179.796	179.796
Ano 16	912.464	729.971	729.971	182.493	182.493
Ano 17	926.151	740.921	740.921	185.230	185.230
Ano 18	940.043	752.035	752.035	188.009	188.009
Ano 19	954.144	763.315	763.315	190.829	190.829
Ano 20	968.456	774.765	774.765	193.691	193.691
TOTAL	16.876.479	13.501.183	13.501.183	3.375.296	3.375.296

Para o dimensionamento da espessura das placas de concreto, foram considerados os Fatores de Segurança para as Cargas (FSC), apresentados na Tabela 1.22, adotando-se valor igual a 1,5.

Tabela 1.22 - Fatores de segurança para as cargas (FSC)

Ruas com tráfego com pequena porcentagem de caminhões e pisos em condições semelhantes de tráfego (estacionamentos)	1
Estradas e vias com moderada frequência de caminhões	1,1
Altos volumes de caminhões	1,2
Pavimentos que necessitem de um desempenho acima do normal	Até 1,5

2. CAPACIDADE DE SUPORTE DO SUBLEITO

Os estudos geotécnicos considerados foram os mesmo executados para o projeto da ESPM, consistindo em 10 furos de sondagens a trado (ST-21 a ST-30), nos quais foram coletadas amostras de solo para ensaios de caracterização e de compactação com ISC (CBR).

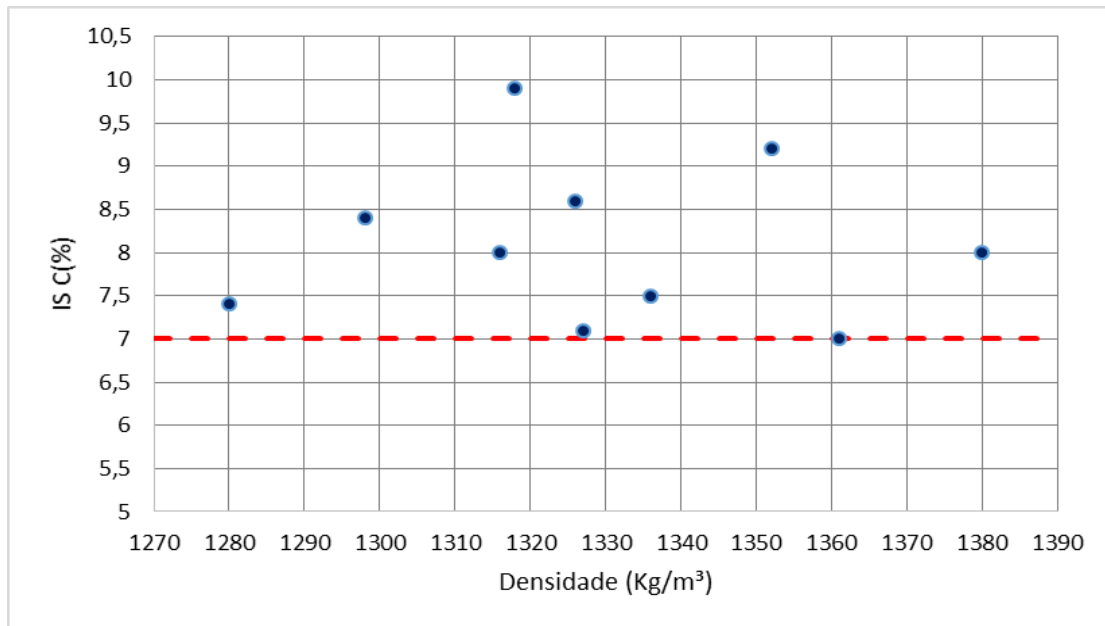
A Tabela 2.1 apresenta o resumo dos resultados dos ensaios geotécnicos. Os boletins de sondagens e os resultados dos ensaios constam de relatório anexo.

Tabela 2.1 - Resumo dos resultados dos Ensaio Geotécnicos

Furo	hot (%)	Dmax (Kg/m ³)	ISC (%)	Exp (%)
ST-21	26,0	1318	9,9	0,37
ST-22	28,7	1326	8,6	0,33
ST-23	26,1	1280	7,4	0,27
ST-24	30,0	1298	8,4	0,32
ST-25	28,9	1361	7,0	0,39
ST-26	28,9	1327	7,1	0,46
ST-27	26,5	1380	8,0	0,40
ST-28	28,8	1336	7,5	0,36
ST-29	28,2	1316	8,0	0,33
ST-30	28,5	1352	9,2	0,32

Os laudos dos estudos geotécnicos são apresentados no Anexo I, no final do presente relatório.

Figura 2.1 – Dispersão dos valores de ISC e densidade do solo compactado



Da análise dos resultados dos ensaios, depreende-se que as amostras coletadas são bastante homogêneas, como pode ser observado na figura 2.1. Desta forma, em todo o projeto será utilizado um único valor representativo da capacidade de suporte do subleito.

O cálculo do ISC de projeto foi feito com base na metodologia preconizada no Manual de Pavimentação do DNIT, aplicando-se as seguintes expressões:

$$ISC_p = \overline{ISC} - \frac{1,29 \times \sigma}{\sqrt{n}} - 0,68 \times \sigma$$

Em que:

$$\overline{ISC} = \frac{\sum ISC_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (ISC_i - \overline{ISC})^2}{n-1}}$$

n é o número de amostras

Desta forma obteve que o ISC_p é igual a 7,1%. A critério do projetista o ISC_p adotado será 7,0%.

3. DIMENSIONAMENTO EM PAVIMENTO FLEXÍVEL

O dimensionamento do pavimento asfáltico visa assegurar que a repetição da passagem dos eixos dos veículos não irá causar o trincamento excessivo da camada de revestimento por fadiga dentro do período de vida do projeto e, também, garantir que as espessuras das camadas de sua estrutura, bem como suas características, sejam capazes de minimizar os efeitos do afundamento da trilha de roda (acúmulo excessivo de deformação permanente), considerando a compatibilidade entre as deformabilidades dos materiais.

Diversos fatores incidem sobre os danos nas estruturas dos pavimentos tais como: o volume de tráfego, o peso e pressão das rodas do carregamento, a variação lateral da passagem dos veículos, a qualidade dos materiais, o efeito do clima, principalmente da temperatura e da umidade, etc. Como não é possível possuir o conhecimento exato destes fatores, o dimensionamento é realizado com os parâmetros médios ou característicos, com um grau de risco estatístico adotado como aceitável.

Para dimensionamento dos pavimentos utilizou-se o método Eng^o Murillo Lopes de Souza, preconizado no Manual de Projeto de Pavimentos do DNIT.

De acordo com o nível de tráfego, o método recomenda as espessuras mínimas de revestimento betuminoso, conforme mostrado na tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Espessura mínima de revestimento

<i>N</i>	Espessura Mínima do 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

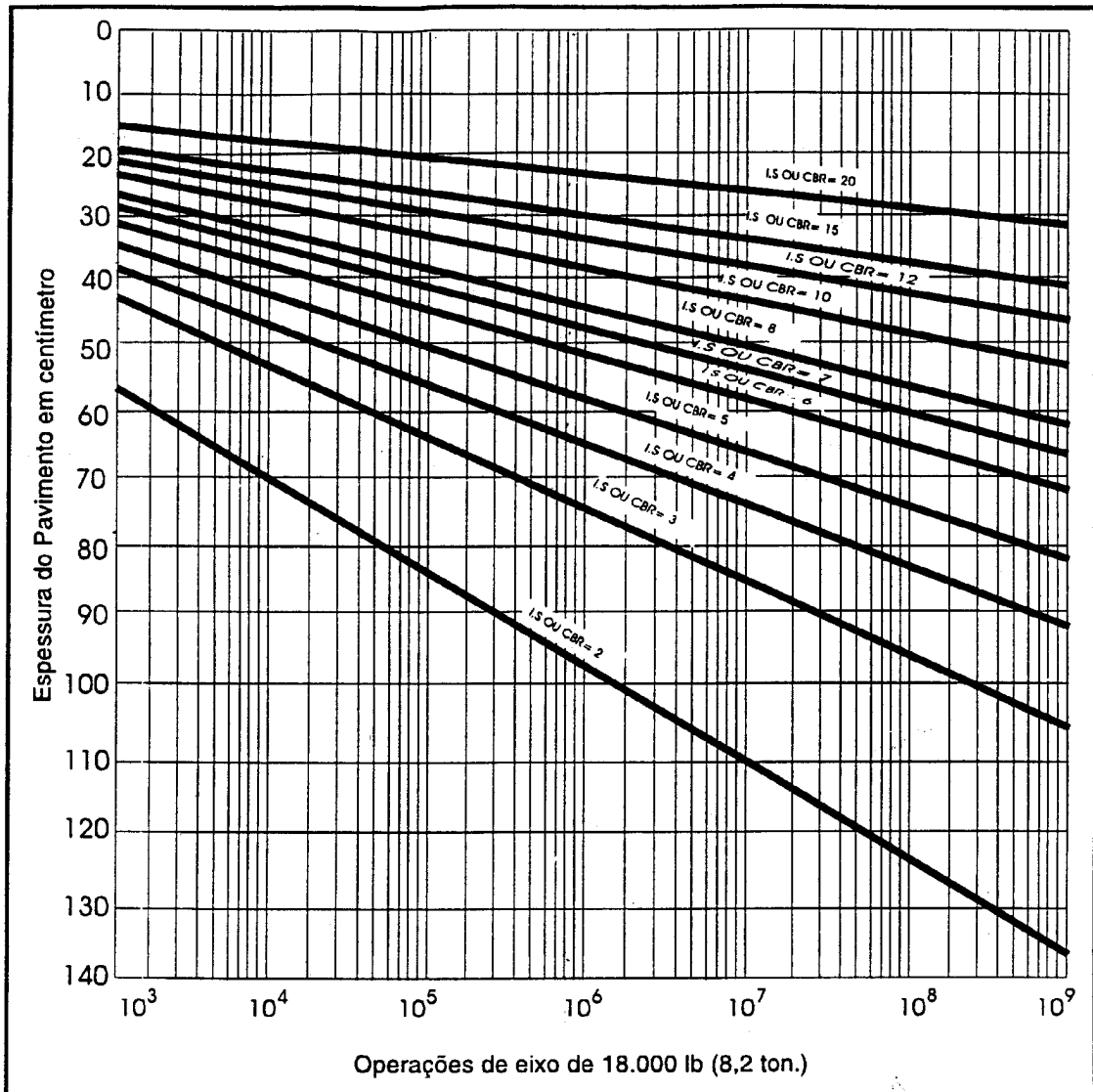
Tabela 3.2 - Espessura mínima para o revestimento da via

Nível de Tráfego	Vias	N	Espessura mínima do revestimento betuminoso
Pesado	Eixo 58 (ESPM sentido interseção com via W3)	$4,43 \times 10^6$	Concreto betuminoso com 5,0 cm de espessura

O gráfico apresentado no método, reproduzido na Figura 3.1, permite o cálculo da espessura total do pavimento em função de N e do ISC do subleito. A espessura total obtida do gráfico é expressa em termos de material granular, ou seja, de um material que apresente coeficiente de equivalência estrutural igual a um ($k = 1,0$). Alternativamente ao gráfico, pode ser utilizada a equação abaixo:

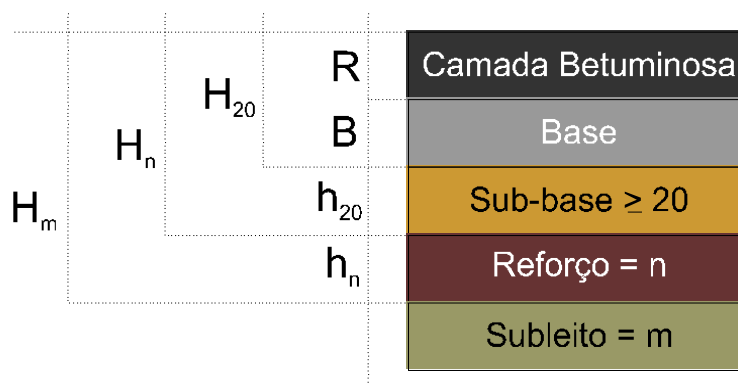
$$H_R = 77,67 \times N^{0,0482} \times ISC^{-0,598}$$

Figura 3.1 - Ábaco para cálculo da espessura do pavimento



Deve-se ressaltar ainda que a espessura mínima para a camada de base granular é de 10 cm.

A figura abaixo apresenta a simbologia utilizada na designação das diferentes camadas do pavimento.



onde:

H_m é a espessura total necessária para proteger um material com ISC = m

H_n é a espessura da camada de pavimento com ISC = n

H_{20} é a espessura de pavimento sobre a sub-base

h_{20} é a espessura da sub-base

B é a espessura da base

R é a espessura do revestimento.

Determinadas as espessuras H_m , H_n , H_{20} e R , as espessuras da base, sub-base e reforço são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

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

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

$$R \times K_R + B \times K_B + H_{20} \times K_S + H_n \times K_{REF} \geq H_m$$

Os termos K_R e K_B são os coeficientes de equivalência estrutural obtidos a partir da Tabela 3.3. Os coeficientes da sub-base, K_{SB} , e do reforço do subleito, K_{REF} , são obtidos pelas expressões:

$$K_{SB} = \sqrt[3]{\frac{CBR_{SB}}{3CBR_{SL}}} \leq 1 \quad e \quad K_{REF} = \sqrt[3]{\frac{CBR_{REF}}{3CBR_{SL}}} \leq 1$$

Tabela 3.3 – Coeficientes de equivalência estrutural – IP-05/PMSP

CAMADA DO PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUTURAL (K)
Base ou Revestimento de Concreto Asfáltico	2,00
Base ou Revestimento de Concreto Magro/Compactado com Rolo	2,00
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Quente, de Graduação Densa / BINDER	1,80
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Frio, de Graduação Densa	1,40
Base ou Revestimento Asfáltico por Penetração	1,20
Paralelepípedos	1,00
Base de Brita Graduada Simples, Macadame Hidráulico e Estabilizadas Granulometricamente	1,00
Sub-bases Granulares ou Estabilizadas com Aditivos	≤ 1,00
Reforço do Subleito	≤ 1,00
Base de Solo-Cimento ou BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, superior a 4,5 MPa	1,70
Base de BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, entre 2,8 e 4,5 MPa	1,40
Base de Solo-Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,8 e maior ou igual a 2,1 MPa	1,20
Base de Solo melhorado com Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,1 MPa	1,00

Aplicando-se os dados relativos ao projeto, ou seja, aqueles apresentados nas Tabelas e o ábaco da Figura 3.1, além das inequações acima especificadas e os valores dos coeficientes de equivalência da Tabela 3.3 e das equações dadas, $K_R = 2,0$, $K_B = 1,0$ e $K_{SB} = 0,98$, tem-se a seguinte estrutura de pavimento:

Tabela 3.4 - Resultados obtidos do dimensionamento em centímetros

Tráfego (N)	R		H		B		h ₂₀	
	Mínimo	Adotado	20	n = 7	Mínimo	Adotado	Mínimo	Adotado
4,43 x 10 ⁶	5,0	6,0	27,0	50,7	15,0	20,0	19,0	20,0

Observa-se que para as vias de tráfego com N entre 10⁶ a 5x10⁶, apesar da espessura mínima de revestimento exigida ser de 5,0 cm, optou-se por uma espessura de 6,0 cm para se evitar que a camada de sub-base tivesse uma espessura superior a 20 cm e ser preciso executá-la em duas etapas, pois não é recomendável a compactação de camadas com espessuras superiores a 20 cm.

Figura 3.2 - Estrutura típica do pavimento flexível

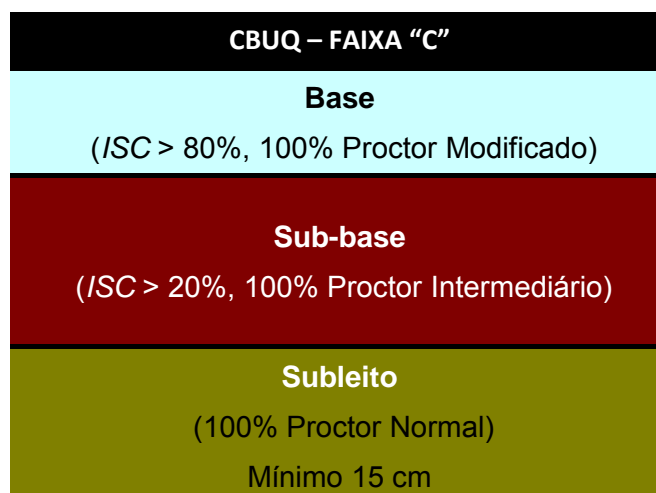


Tabela 3.5 – Estrutura do pavimento

Camada	Espessura (cm)	Material
CBUQ – Capa de Rolamento	6	Concreto Betuminoso Usinado a Quente – Capa de Rolamento
Base	20	Brita Graduada Simples CBR ≥ 80,00%.
Sub-base	20	Solo Cal, CBR ≥ 20,00%.

Na Tabela 3.6 são apresentadas as estruturas de pavimento relativamente a cada eixo projetado.

Tabela 3.6 - Eixos Projetados – Pavimento em CBUQ

EIXO	EXTENSÃO (m)	Descrição	Número “N”	Tipo de Pavimento	Tipo de Serviço	Camadas de Pavimentação em cm		
						Rev	Base	Sub
58	214	Via ESPM sentido interseção com via W3	4,43 x 10 ⁶	CBUQ	Implantação	6	20	20

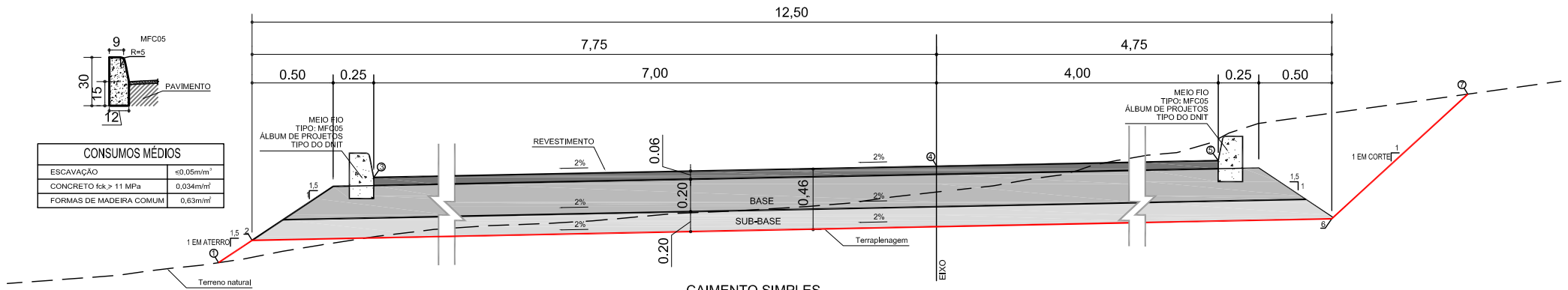
Com base no dimensionamento apresentado neste item, foi obtido o quantitativo que está resumidamente exposto na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 – Tabela resumo dos quantitativos dos serviços – Pavimento Flexível

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	D.M.T. (km)	UNID.	QUANTIDADE
1.		PAVIMENTAÇÃO			
1.1	2 S 02 110 00	Regularização do subleito		m²	1.810
1.2	2 S 02 230 00	Sub-base solo estabilizado granul. s/ mistura	8,06	m³	385
1.3	2 S 02 200 01	Base solo estabilizado granul. s/ mistura	42,06	m²	409
1.4	2 S 02 300 00	Imprimação	0,01	m²	2.161
1,5	2 S 02 540 51	CBUQ - capa rolamento AC/BC	11,07	t	316
2.		Fornecimento de material betuminoso			
2.1		Asfalto diluído CM-30		t	2,6
2.2		Cimento asfáltico de petróleo CAP-50/70		t	19,0
3.		Aquisição de material betuminoso			
3.1		Asfalto diluído CM-30	636,00	t	2,6
3.2		Cimento asfáltico de petróleo CAP-50/70	636,00	t	19,0

A seguir se apresentam as seções transversais relativas a cada eixo de implantação em CBUQ.

SEÇÃO TRANSVERSAL EIXOS 38



CONSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	≈0,05m ³ /m ²
CONCRETO fck > 11 MPa	0,034m ³ /m ²
FORMAS DE MADEIRA COMUM	0,63m ³ /m ²

CAIMENTO SIMPLES

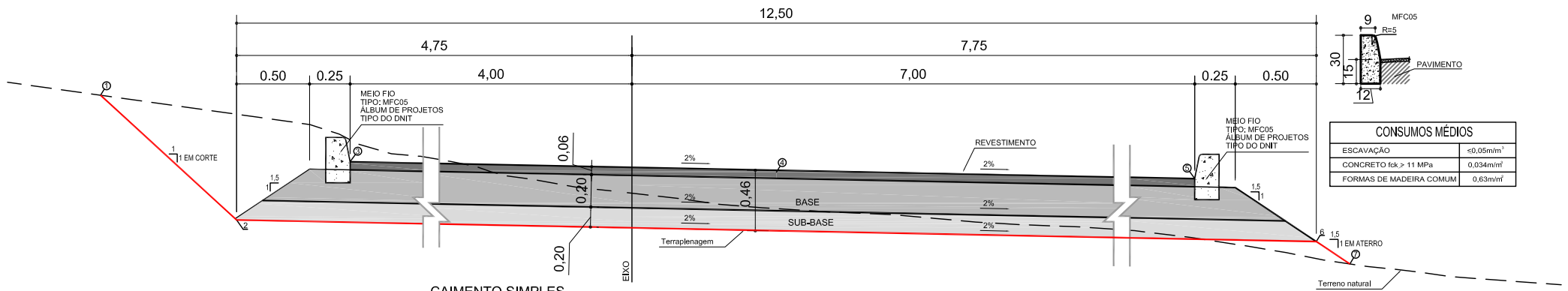
CORRESPONDÊNCIA COM A NOTA DE SERVIÇO

- ① OFFSET LADO ESQUERDO
- ② LATERAL ESQUERDA
- ③ BORDO ESQUERDO
- ④ EIXO
- ⑤ BORDO DIREITO
- ⑥ LATERAL DIREITA
- ⑦ OFFSET LADO DIREITO

OBSERVAÇÕES

- 1 - DESENHO SEM ESCALA (SECCIONADO)
- 2 - PONTOS FORNECIDOS NA NOTA DE SERVIÇO, MODELO DO IPDF, ESTÃO INDICADOS COM ○
- 3 - NOS TRECHOS COM SUPERELEVÇÃO, AS DECLIVIDADES DA SEÇÃO, SERÃO, CONFORME A NOTA DE SERVIÇO.
- 4 - VALORES EM METROS

SEÇÃO TRANSVERSAL EIXOS 39



CONSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	<0.05m ³ /m ²
CONCRETO fck > 11 MPa	0.034m ³ /m ²
FORMAS DE MADEIRA COMUM	0.63m ³ /m ²

CAIMENTO SIMPLES

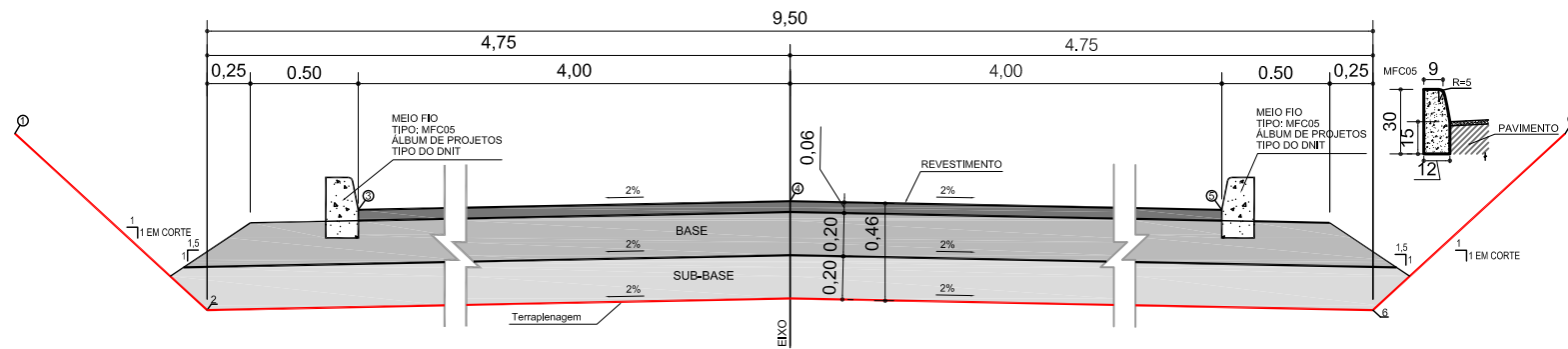
CORRESPONDÊNCIA COM A NOTA DE SERVIÇO

- ① OFFSET LADO ESQUERDO
- ② LATERAL ESQUERDA
- ③ BORDO ESQUERDO
- ④ EIXO
- ⑤ BORDO DIREITO
- ⑥ LATERAL DIREITA
- ⑦ OFFSET LADO DIREITO

OBSERVAÇÕES

- 1 - DESENHO SEM ESCALA (SECCIONADO)
- 2 - PONTOS FORNECIDOS NA NOTA DE SERVIÇO, MODELO DO IPDF, ESTÃO INDICADOS COM ○
- 3 - NOS TRECHOS COM SUPERELEVÇÃO, AS DECLIVIDADES DA SEÇÃO, SERÃO, CONFORME A NOTA DE SERVIÇO.
- 4 - VALORES EM METROS

SEÇÃO TRANSVERSAL EIXO 40, 47, 52 e 58



CAIMENTO DUPLO

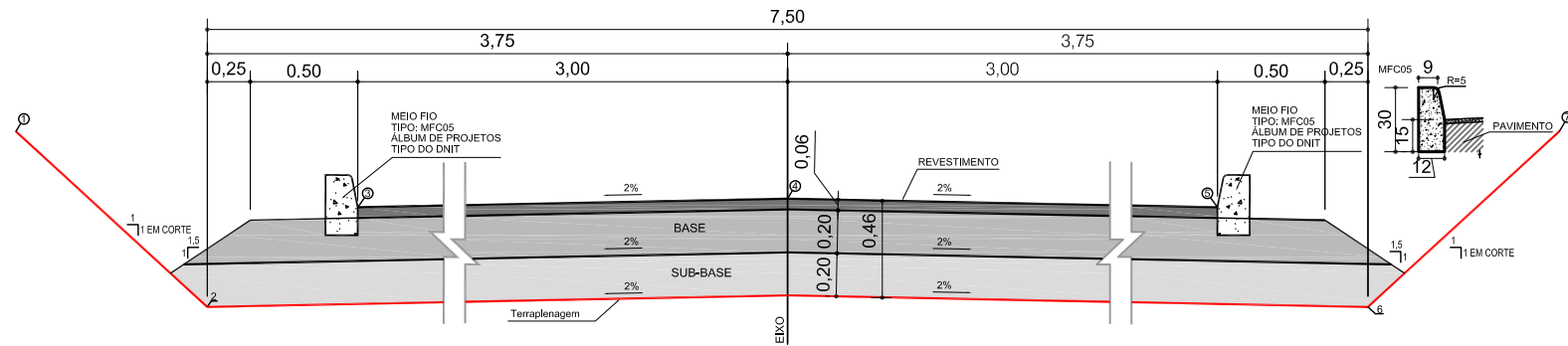
CORRESPONDÊNCIA COM A NOTA DE SERVIÇO

- ① OFFSET LADO ESQUERDO
- 2 LATERAL ESQUERDA
- ③ BORDO ESQUERDO
- ④ EIXO
- ⑤ BORDO DIREITO
- 6 LATERAL DIREITA
- ⑦ OFFSET LADO DIREITO

OBSERVAÇÕES

- 1 - DESENHO SEM ESCALA (SECCIONADO)
- 2 - PONTOS FORNECIDOS NA NOTA DE SERVIÇO, MODELO DO IPDF, ESTÃO INDICADOS COM ○
- 3 - NOS TRECHOS COM SUPERELEVÇÃO, AS DECLIVIDADES DA SEÇÃO, SERÃO, CONFORME A NOTA DE SERVIÇO.
- 4 - VALORES EM METROS

SEÇÃO TRANSVERSAL EIXO 41, 42, 43, 44, 48 e 50



CAIMENTO DUPLO

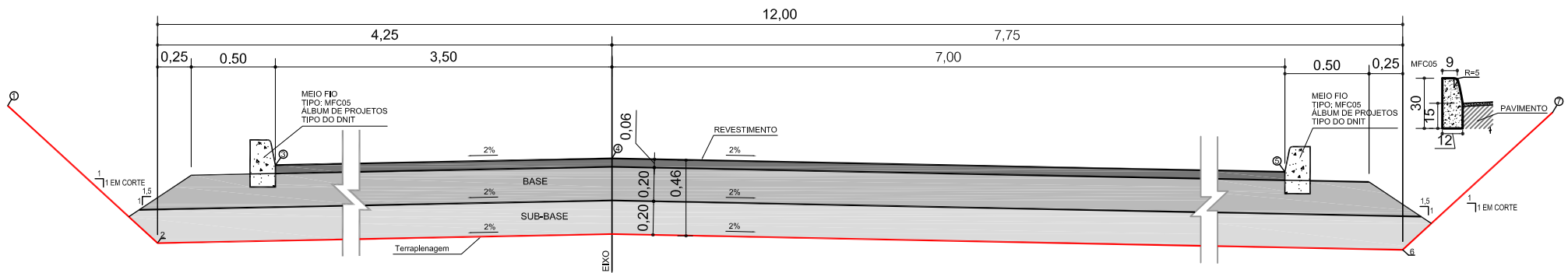
CORRESPONDÊNCIA COM A NOTA DE SERVIÇO

- ① OFFSET LADO ESQUERDO
- 2 LATERAL ESQUERDA
- ③ BORDO ESQUERDO
- ④ EIXO
- ⑤ BORDO DIREITO
- 6 LATERAL DIREITA
- ⑥ OFFSET LADO DIREITO

OBSERVAÇÕES

- 1 - DESENHO SEM ESCALA (SECCIONADO)
- 2 - PONTOS FORNECIDOS NA NOTA DE SERVIÇO, MODELO DO IPDF, ESTÃO INDICADOS COM ①
- 3 - NOS TRECHOS COM SUPERELEVACÃO, AS DECLIVIDADES DA SEÇÃO, SERÃO, CONFORME A NOTA DE SERVIÇO.
- 4 - VALORES EM METROS

SEÇÃO TRANSVERSAL EIXO 45



CAIMENTO DUPLO

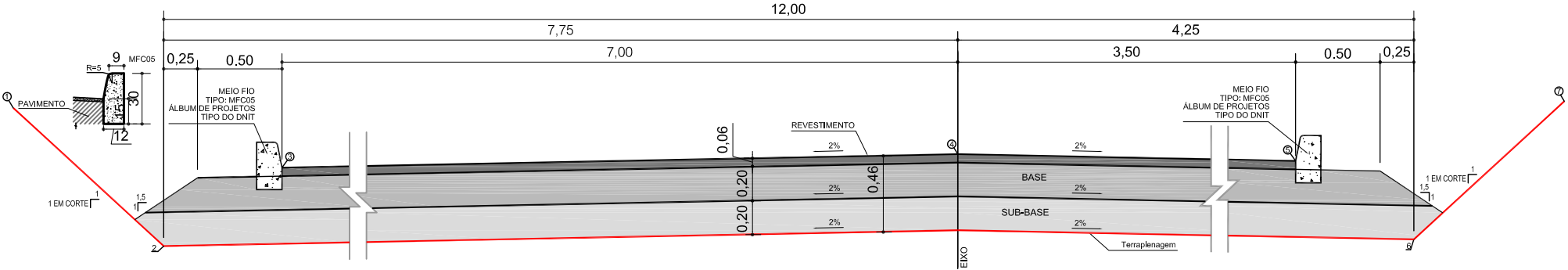
CORRESPONDÊNCIA COM A NOTA DE SERVIÇO

- ① OFFSET LADO ESQUERDO
- ② LATERAL ESQUERDA
- ③ BORDO ESQUERDO
- ④ EIXO
- ⑤ BORDO DIREITO
- ⑥ LATERAL DIREITA
- ⑦ OFFSET LADO DIREITO

OBSERVAÇÕES

- 1 - DESENHO SEM ESCALA (SECCIONADO)
- 2 - PONTOS FORNECIDOS NA NOTA DE SERVIÇO, MODELO DO IPDF, ESTÃO INDICADOS COM ○
- 3 - NOS TRECHOS COM SUPERELEVAÇÃO, AS DECLIVIDADES DA SEÇÃO, SERÃO, CONFORME A NOTA DE SERVIÇO.
- 4 - VALORES EM METROS

SEÇÃO TRANSVERSAL EIXO 46



CAIMENTO DUPLO

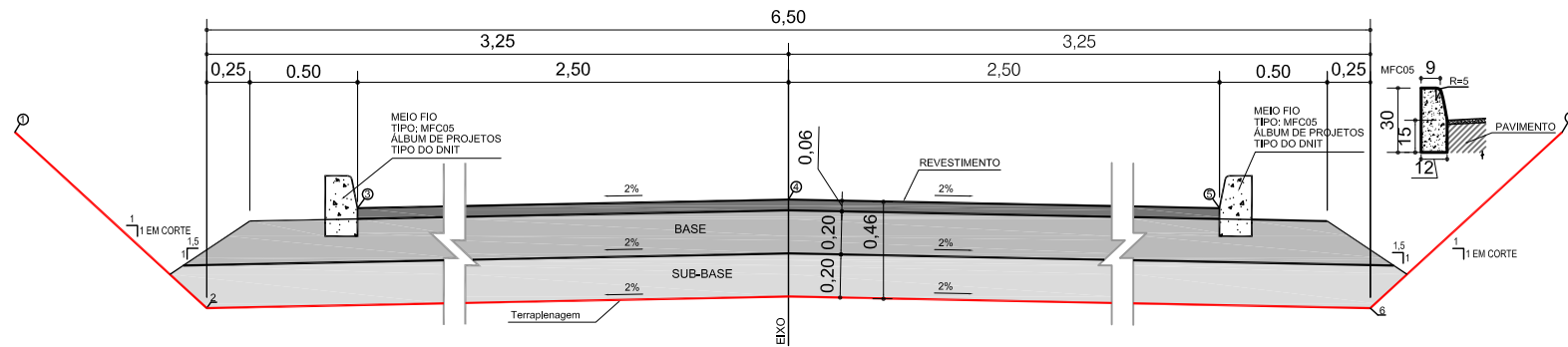
CORRESPONDÊNCIA COM A NOTA DE SERVIÇO

- ① OFFSET LADO ESQUERDO
- ② LATERAL ESQUERDA
- ③ BORDO ESQUERDO
- ④ EIXO
- ⑤ BORDO DIREITO
- ⑥ LATERAL DIREITA
- ⑦ OFFSET LADO DIREITO

OBSERVAÇÕES

- 1 - DESENHO SEM ESCALA (SECCIONADO)
- 2 - PONTOS FORNECIDOS NA NOTA DE SERVIÇO, MODELO DO IPDF, ESTÃO INDICADOS COM ○
- 3 - NOS TRECHOS COM SUPERELEVÇÃO, AS DECLIVIDADES DA SEÇÃO, SERÃO, CONFORME A NOTA DE SERVIÇO.
- 4 - VALORES EM METROS

SEÇÃO TRANSVERSAL EIXO 50 e 51



CAIMENTO DUPLO

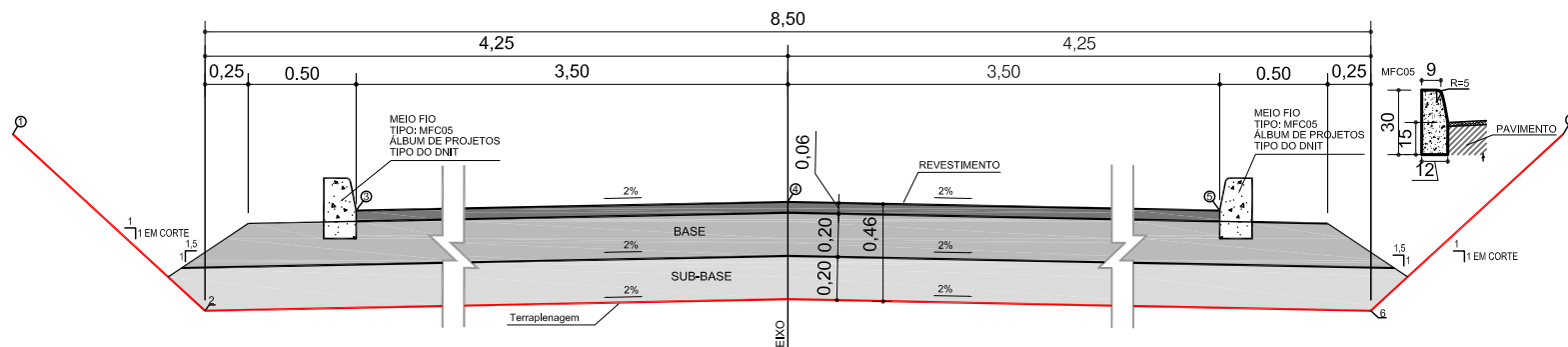
CORRESPONDÊNCIA COM A NOTA DE SERVIÇO

- ① OFFSET LADO ESQUERDO
- ② LATERAL ESQUERDA
- ③ BORDO ESQUERDO
- ④ EIXO
- ⑤ BORDO DIREITO
- ⑥ LATERAL DIREITA
- ⑦ OFFSET LADO DIREITO

OBSERVAÇÕES

- 1 - DESENHO SEM ESCALA (SECCIONADO)
- 2 - PONTOS FORNECIDOS NA NOTA DE SERVIÇO, MODELO DO IPDF, ESTÃO INDICADOS COM ○
- 3 - NOS TRECHOS COM SUPERELEVAÇÃO, AS DECLIVIDADES DA SEÇÃO, SERÃO, CONFORME A NOTA DE SERVIÇO.
- 4 - VALORES EM METROS

SEÇÃO TRANSVERSAL EIXO 62 e 63



CAIMENTO DUPLO

CORRESPONDÊNCIA COM A NOTA DE SERVIÇO

- ① OFFSET LADO ESQUERDO
- ② LATERAL ESQUERDA
- ③ BORDO ESQUERDO
- ④ EIXO
- ⑤ BORDO DIREITO
- ⑥ LATERAL DIREITA
- ⑦ OFFSET LADO DIREITO

OBSERVAÇÕES

- 1 - DESENHO SEM ESCALA (SECCIONADO)
- 2 - PONTOS FORNECIDOS NA NOTA DE SERVIÇO, MODELO DO IPDF, ESTÃO INDICADOS COM ○
- 3 - NOS TRECHOS COM SUPERELEVAÇÃO, AS DECLIVIDADES DA SEÇÃO, SERÃO, CONFORME A NOTA DE SERVIÇO.
- 4 - VALORES EM METROS

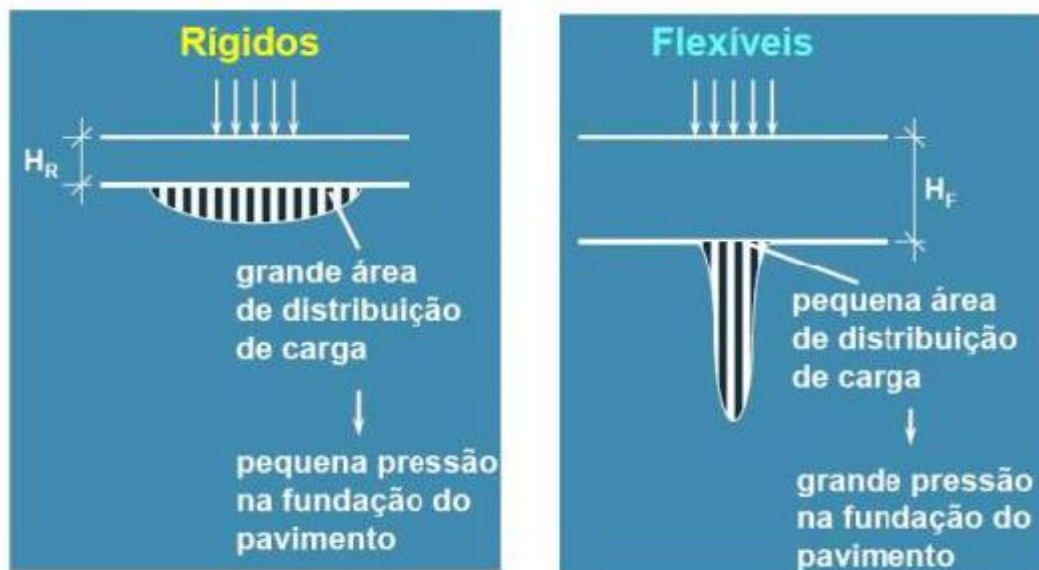
4. DIMENSIONAMENTO EM PAVIMENTO RÍGIDO

4.1. PARÂMETROS PARA O DIMENSIONAMENTO

Os pavimentos rígidos são tecnologicamente reconhecidos por serem adequados na construção de vias rodoviárias e urbanas de tráfego intenso e pesado devido a sua extraordinária durabilidade e desempenho estrutural e a certas situações críticas de carregamento e de ambiência, como aeroportos, áreas portuárias, postos de pesagem de veículos, corredores de ônibus, praças de pedágio, frigoríficos e determinados pisos industriais sujeitos a solicitação de veículos especiais, cuja configuração de eixos de rodas foge aos padrões usuais.

Basicamente, no pavimento rígido o concreto absorve grande parte dos esforços que são exercidos sobre o pavimento e acaba desempenhando um papel de base e revestimento, enquanto no pavimento flexível uma parte destes esforços é transmitida às camadas inferiores.

Figura 4.1 – Comparação da distribuição de carga entre pavimentos rígidos e flexíveis



Os pavimentos rígidos de Concreto de Cimento Portland (CCP) podem ser de vários tipos, conforme mostrado na Figura 4.2.

Figura 4.2 - Tipos de pavimento rígido.



O pavimento de concreto simples pode ser executado com ou sem barras de transferência que atuam apenas na transmissão de esforços entre as placas. Tais placas são apoiadas diretamente sobre a fundação, sendo todos os esforços, tanto de compressão quanto de tração, resistidos por elas.

Neste Projeto será adotado o pavimento de concreto simples com barras de transferências, tendo em vista que estas possibilitam uma diminuição da espessura das placas. Além disso, o uso de barras de transferência distribui os esforços entre as placas diminuindo a possibilidade de bombeamento de material de fundação próximo às juntas.

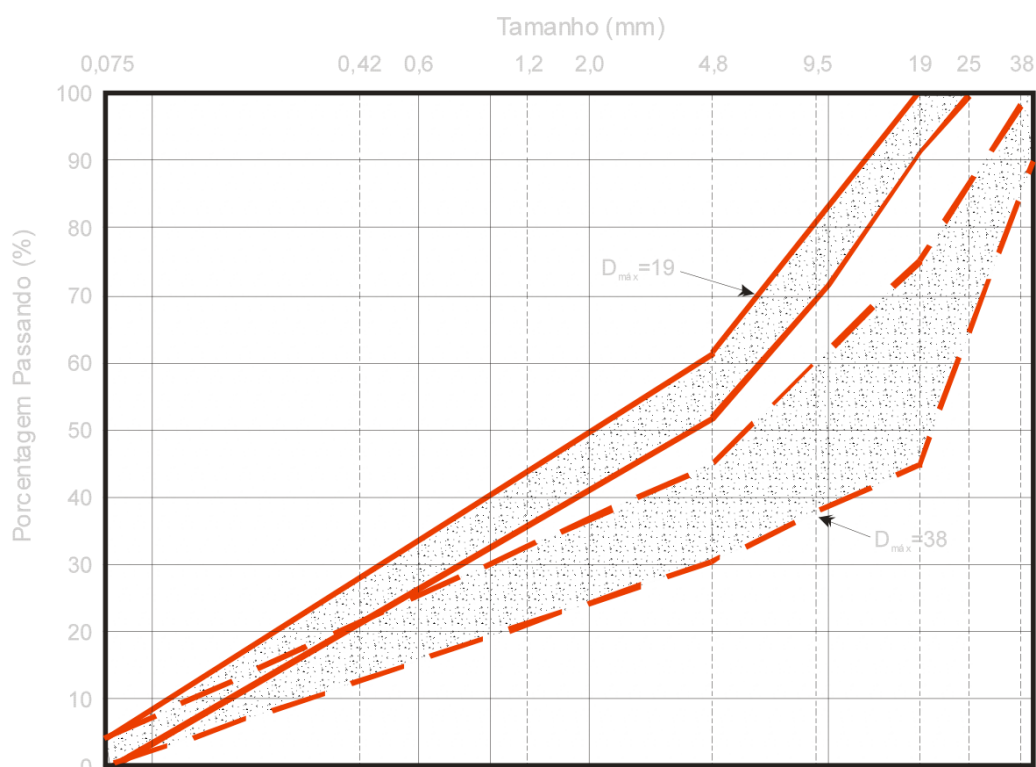
A prática atual no projeto de pavimentos rígidos tem sido a intercalação de uma sub-base entre a placa de concreto e o subleito. Esta sub-base é uma camada delgada, com as seguintes funções:

- Uniformizar o suporte disponível ao longo da faixa do pavimento,
- Evitar os efeitos das mudanças excessivas de volume dos solos do subleito,
- Eliminar a ocorrência do fenômeno de bombeamento de finos plásticos, porventura presentes no solo de fundação, quando da presença de água em excesso e cargas pesadas.

Adotou-se, portanto, nesse Projeto uma **sub-base de concreto rolado**, por não ser bombeável e consolidável. Esta camada de concreto rolado deve possuir as características:

- Resistência característica à compressão simples, aos 7 dias, entre 3,0 e 7,0 MPa;
- Relação cimento:agregado entre 1:15 e 1:22;
- Faixa granulométrica indicada na Figura 4.3;
- Espessura da camada de 10 cm.

Figura 4.3 - Faixas granulométricas recomendadas para sub-bases de concreto rolado, com dimensão máxima de 19mm e 38mm



Os principais métodos de dimensionamento de pavimentos de concreto são: o Guia da AASHTO (1993), o Método do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA (PCASE 2003) e os Métodos da Portland Cement Association: PCA/66 e PCA/84. Para o dimensionamento de pavimentos de concreto simples o DNIT (2005) cita apenas os dois métodos da Portland Cement Association: PCA/66 e PCA/84. No Brasil, o método PCA/84 é o mais utilizado no dimensionamento de placas de concreto simples e será utilizado nesse projeto.

Para o dimensionamento da espessura do pavimento rígido, o parâmetro relativo ao suporte do subleito é o Coeficiente de Recalque (k), também denominado de Módulo de Reação ou Módulo de Westergaard.

Este parâmetro é determinado em uma prova de carga estática, conforme a norma DNIT 055/2004-ME, que se baseia na norma ASTM-D 1196 (1977) e em diretrizes específicas do *United States Army Corps of Engineers*.

Nesta prova de carga são correlacionadas as pressões verticais transmitidas ao subleito por meio de uma placa rígida (com 76 cm de diâmetro, pelo menos) e os deslocamentos verticais correspondentes.

Para a determinação do coeficiente de recalque de projeto admite-se lançar mão de uma correlação entre os valores do coeficiente de recalque do solo do subleito e os valores obtidos para o Índice de Suporte Califórnia (ISC) deste subleito.

Para determinação do coeficiente de recalque do sistema subleito/sub-base, foi utilizado o ábaco apresentado na Figura 4.4. Considerando-se, portanto, o ISC de projeto de **7,0%** e a espessura da sub-base de concreto rolado igual a **10cm**, obteve-se do ábaco o valor de k igual a **127MPa/m**, que será utilizado como valor de projeto.

Figura 4.4 - Aumento de k devido à presença de sub-base de concreto rolado

Valor de suporte do subleito		Coeficiente de recalque no topo do sistema (MPa/m), para espessuras de sub-base iguais a		
CBR (%)	k (MPa/m)	10 cm	12,5 cm	15 cm
2	16	65	77	98
3	24	87	101	126
4	30	101	118	145
5	34	111	128	158
6	38	120	138	169
7	41	127	145	177
8	44	133	152	186
9	47	140	159	194
10	49	144	164	199
11	51	148	168	204
12	53	152	173	209
13	54	154	175	211
14	56	158	179	216
15	57	160	182	219
16	59	164	186	224
17	60	166	188	226
18	61	168	190	229
19	62	170	192	231
20	63	172	194	233

Para dimensionamento da espessura da placa de concreto foi utilizado o método da Portland Cement Association – PCA – versão 1984, que introduz os progressos e conhecimentos obtidos nos dois últimos decênios nas áreas de cálculo de tensões, projeto geométrico, construção e gerência desse tipo de pavimento, acrescentando novos enfoques e modificando profundamente o método adotado desde 1966.

Neste método emprega-se um modelo de análise estrutural de elementos finitos e leva-se em conta:

- O tipo e o grau de transferência de carga nas juntas transversais,
- Os efeitos da existência ou não de acostamentos de concreto,
- A contribuição estrutural das sub-bases de concreto pobre rolado ou convencional, ou então de sub-bases tratadas com cimento,
- A ação dos eixos tandem triplos,
- Introduz um modelo de ruína por erosão da fundação do pavimento (no qual se embute um modelo de ruína por formação de "degraus" ou escalonamento "faulting" nas juntas transversais), usando-o concomitantemente com o modelo modificado de fadiga.

O método PCA/84 se baseia em quatro pontos:

- i. Estudos teóricos clássicos sobre o comportamento de placas de concreto (Westergaard, Pickett et alii) e modernas análises computacionais empregando elementos finitos (Tayabji e Colley);
- ii. Ensaio de laboratório e em modelos, sobre comportamento e influência de juntas, sub-bases e acostamentos no desempenho de pavimentos de concreto,
- iii. Pistas experimentais, especialmente da AASHO (hoje, AASHTO), além de estudos levados a efeito por diversos órgãos rodoviários e aeroportuários;
- iv. Observação metódica de pavimentos em serviço;

4.2. ESPESSURA DA PLACA

Utilizou-se para a 1ª tentativa do dimensionamento do pavimento rígido a espessura de 20 centímetros apresentada na Tabela 4.3 com os parâmetros de dimensionamento mostrados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Parâmetros de Dimensionamento

Parâmetro	Adotado neste Projeto
Acostamento	Considerado de concreto, visto que os veículos não trafegarão na borda da placa, por esta ter uma largura extra de 0,50 m.
Barras de transferência	Serão utilizadas
Resistência característica a tração na flexão do concreto	4,5 MPa
Tráfego	Considerados ônibus com dois eixos (2C), sendo 80% do tráfego com a carga máxima legal (6,3t ESRS + 10,5t ESRD) e os demais 20% com 80% da carga legal máxima (6,3t ESRS + 10,5t ESRD)
	Fator de segurança das cargas de 1,5
	VMD inicial de 1970 ônibus/dia
	Taxa de crescimento anual de 1,5%

Inicialmente para a situação de pavimento rígido com acostamento em concreto utilizou-se a Tabela 4.2 para obtenção da tensão equivalente para os eixos simples e tandem duplo.

Tabela 4.2 – Tensão equivalente para a situação com acostamento de concreto (Eixo Simples/Eixo tandem duplo)

Espessura da placa (cm)	k do sistema subleito-sub-base (MPa/m)					
	20	40	60	80	140	180
10	4,18/3,48	3,65/3,10	3,37/2,94	3,19/2,85	2,85/2,74	2,72/2,72
11	3,68/3,07	3,23/2,71	2,99/2,56	2,83/2,47	2,55/2,35	2,43/2,32
12	3,28/2,75	2,88/2,41	2,67/2,26	2,54/2,17	2,29/2,05	2,19/2,02
13	2,95/2,49	2,60/2,17	2,41/2,02	2,29/1,94	2,07/1,82	1,99/1,78
14	2,68/2,27	2,36/1,97	2,19/1,83	2,08/1,75	1,89/1,63	1,81/1,59
15	2,44/2,08	2,15/1,80	2,00/1,67	1,90/1,59	1,73/1,48	1,66/1,44
16	2,24/1,93	1,97/1,66	1,84/1,53	1,75/1,46	1,59/1,35	1,53/1,31
17	2,06/1,79	1,82/1,54	1,70/1,42	1,62/1,35	1,48/1,24	1,42/1,20
18	1,91/1,67	1,69/1,43	1,57/1,32	1,50/1,25	1,37/1,15	1,32/1,11
19	1,77/1,57	1,57/1,34	1,46/1,23	1,40/1,17	1,28/1,07	1,23/1,03
20	1,65/1,48	1,46/1,26	1,37/1,16	1,30/1,10	1,19/1,00	1,15/0,96
21	1,55/1,40	1,37/1,19	1,28/1,09	1,22/1,03	1,12/0,93	1,08/0,90
22	1,45/1,32	1,29/1,12	1,20/1,03	1,15/0,97	1,05/0,88	1,01/0,85
23	1,37/1,26	1,21/1,07	1,13/0,98	1,08/0,92	0,99/0,83	0,96/0,80
24	1,29/1,20	1,15/1,01	1,07/0,93	1,02/0,87	0,94/0,79	0,90/0,76
25	1,22/1,14	1,08/0,97	1,01/0,88	0,97/0,83	0,89/0,75	0,86/0,72
26	1,16/1,09	1,03/0,92	0,96/0,84	0,92/0,79	0,84/0,71	0,81/0,68
27	1,10/1,04	0,98/0,88	0,91/0,81	0,87/0,76	0,80/0,68	0,77/0,65
28	1,05/1,00	0,93/0,85	0,87/0,77	0,83/0,73	0,76/0,65	0,74/0,62
29	1,00/0,96	0,89/0,81	0,83/0,74	0,79/0,70	0,73/0,62	0,70/0,60
30	0,95/0,93	0,85/0,78	0,79/0,71	0,76/0,67	0,70/0,60	0,67/0,57
31	0,91/0,89	0,81/0,75	0,76/0,69	0,72/0,64	0,67/0,58	0,64/0,55
32	0,87/0,86	0,78/0,73	0,73/0,66	0,69/0,62	0,64/0,55	0,62/0,53
33	0,84/0,83	0,74/0,70	0,70/0,64	0,67/0,60	0,61/0,53	0,59/0,51
34	0,80/0,80	0,71/0,68	0,67/0,62	0,64/0,58	0,59/0,52	0,57/0,49
35	0,77/0,78	0,69/0,66	0,64/0,60	0,61/0,56	0,57/0,50	0,55/0,47

Para a tensão equivalente na 1ª tentativa (1,30), para um coeficiente de recalque do sistema de 127MPa/m, utilizou-se um valor de 1,214 (eixo simples). O cálculo da tensão equivalente (Tabela 4.2) por interpolação para o coeficiente de recalque de 127MPa/m, é exposto a seguir:

$$\begin{cases} 80 \rightarrow 1,30 \\ 127 \rightarrow x \\ 140 \rightarrow 1,19 \end{cases}$$

$$\frac{1,30 - 1,19}{80 - 140} = \frac{x - 1,19}{127 - 140}$$

$$x = 1,214$$

A obtenção do fator de erosão, com barras de transferência e acostamento de concreto, é apresentada na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Fator de erosão - com barras de transferência e acostamento de concreto

Espessura da placa (cm)	k do sistema subleito-sub-base (MPa/m)					
	20	40	60	80	140	180
10	3,27/3,25	3,24/3,17	3,22/3,14	3,21/3,12	3,17/3,11	3,15/3,11
11	3,16/3,16	3,12/3,07	3,10/3,03	3,09/3,00	3,05/2,98	3,03/2,97
12	3,05/3,08	3,01/2,98	2,99/2,93	2,98/2,90	2,94/2,86	2,92/2,84
13	2,96/3,01	2,92/2,90	2,89/2,85	2,88/2,81	2,84/2,76	2,82/2,74
14	2,87/2,94	2,82/2,83	2,80/2,77	2,78/2,74	2,75/2,67	2,73/2,65
15	2,79/2,88	2,74/2,77	2,72/2,71	2,70/2,67	2,67/2,60	2,65/2,57
16	2,71/2,82	2,66/2,71	2,64/2,65	2,62/2,60	2,59/2,53	2,57/2,50
17	2,64/2,77	2,59/2,65	2,57/2,59	2,55/2,55	2,51/2,46	2,49/2,43
18	2,57/2,72	2,52/2,60	2,50/2,54	2,48/2,49	2,44/2,41	2,42/2,37
19	2,51/2,67	2,46/2,56	2,43/2,49	2,41/2,44	2,38/2,35	2,36/2,32
20	2,45/2,63	2,40/2,51	2,37/2,44	2,35/2,40	2,31/2,31	2,30/2,27
21	2,39/2,58	2,34/2,47	2,31/2,40	2,29/2,35	2,26/2,26	2,24/2,22
22	2,34/2,54	2,29/2,43	2,26/2,36	2,24/2,31	2,20/2,22	2,18/2,18
23	2,29/2,50	2,23/2,39	2,21/2,32	2,19/2,27	2,15/2,18	2,13/2,13
24	2,24/2,46	2,18/2,35	2,16/2,28	2,13/2,23	2,10/2,14	2,08/2,10
25	2,19/2,43	2,14/2,31	2,11/2,24	2,09/2,20	2,05/2,10	2,03/2,06
26	2,15/2,39	2,09/2,28	2,06/2,21	2,04/2,16	2,00/2,07	1,98/2,02
27	2,10/2,36	2,05/2,24	2,02/2,18	2,00/2,13	1,96/2,03	1,94/1,99
28	2,06/2,32	2,01/2,21	1,98/2,14	1,95/2,10	1,91/2,00	1,89/1,96
29	2,02/2,29	1,97/2,18	1,93/2,11	1,91/2,06	1,87/1,97	1,85/1,93
30	1,98/2,26	1,93/2,15	1,90/2,08	1,87/2,03	1,83/1,94	1,81/1,90
31	1,95/2,23	1,89/2,12	1,86/2,05	1,84/2,01	1,79/1,91	1,77/1,87
32	1,91/2,20	1,85/2,09	1,82/2,03	1,80/1,98	1,76/1,88	1,74/1,84
33	1,87/2,17	1,82/2,06	1,78/2,00	1,76/1,95	1,72/1,86	1,70/1,81
34	1,84/2,15	1,78/2,04	1,75/1,97	1,73/1,92	1,69/1,83	1,67/1,79
35	1,81/2,12	1,75/2,01	1,72/1,95	1,69/1,90	1,65/1,80	1,63/1,76

Para o fator de erosão utilizado na 1ª tentativa (), para o coeficiente de recalque do sistema de 127MPa/m, utilizou-se um valor de 2,319 (eixo simples). O cálculo do fator de erosão (Tabela 4.4) por interpolação para o coeficiente de recalque de 127MPa/m, é exposto a seguir:

$$\begin{cases} 80 \rightarrow 2,35 \\ 127 \rightarrow y \\ 140 \rightarrow 2,31 \end{cases}$$

$$\frac{2,35 - 2,31}{80 - 140} = \frac{y - 2,31}{127 - 140}$$

$$y = 2,319$$

Tabela 4.4 - Cálculo da Espessura de 20cm para Pavimento de Concreto.

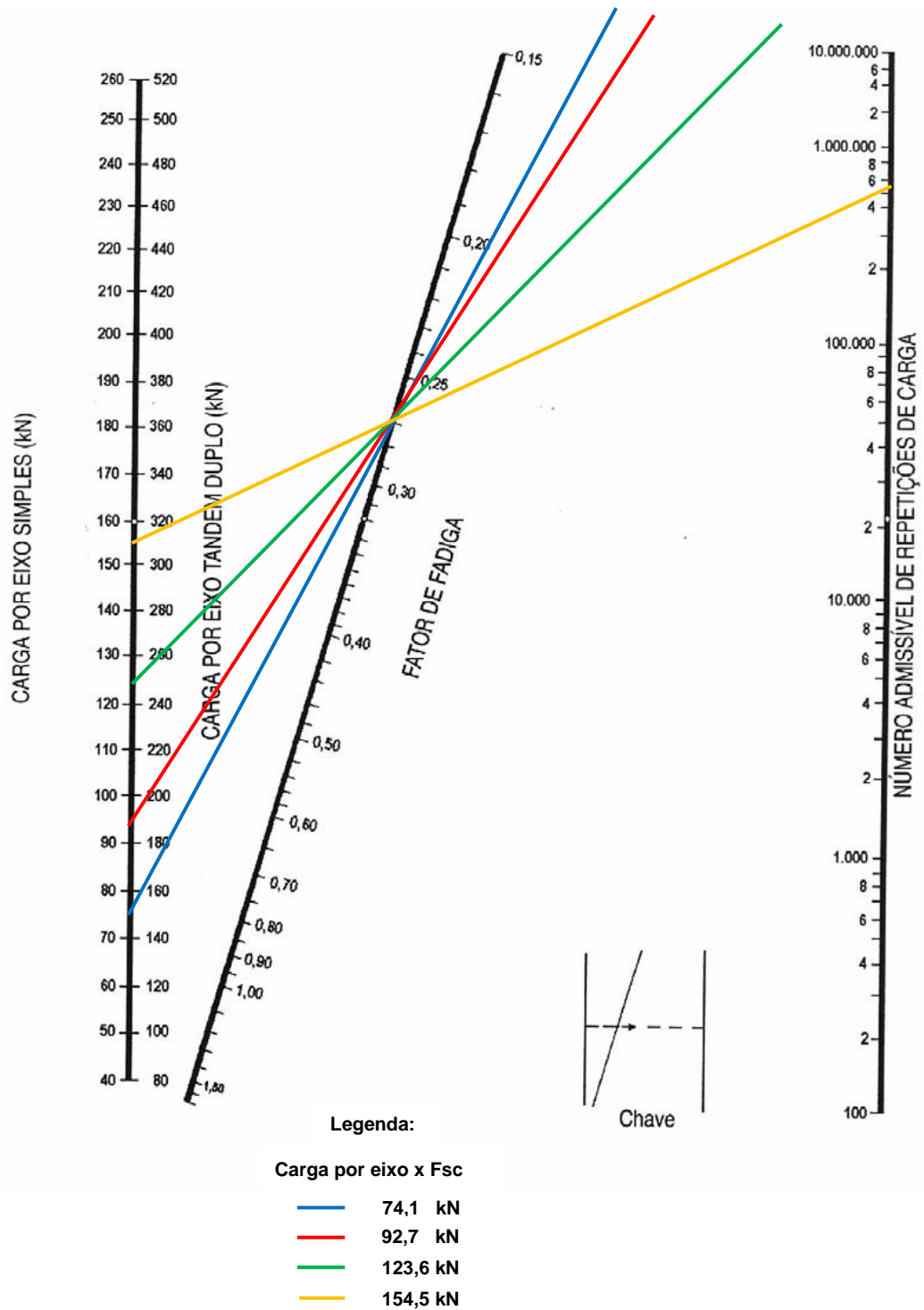
Projeto:	T15 - Complementação do Sistema Viário da ESPM com TAS			
Espessura - Tentativa:	20 cm			
Juntas com BT:	Sim	<input checked="" type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>
K _{sb} :	127 MPa/m			
Acostamento de concreto:	Sim	<input checked="" type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>
Resistencia característica à tração na flexão:	4,5 MPa			
Período de projeto:	20 anos			
Pator de Segurança de carga - Fsc:	1,5			

Cálculo de Eixos Totais por Classe de Carga (20 anos)

Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x Fsc (tf)	Carga por eixo x Fsc (kN)	Nº de repetições previstas	Análise de Fadiga		Análise de Erosão	
				Nº de repetições admissíveis	Consumo de Fadiga (%)	Nº de repetições admissíveis	Consumo de Fadiga (%)
Tensão equivalente:				1,214			
Eixo Simples				Fator de fadiga:		0,270	
				Fator de erosão:		2,319	
5,0	7,6	74,1	379.193	ilimitado	0,0		
6,3	9,5	92,7	1.516.772	ilimitado	0,0		
8,40	12,6	123,6	379.193	ilimitado	0,0		
10,5	15,8	154,5	1.516.772	580.000	261,5		

Com base nos cálculos efetuados (Tabela 4.3) observa-se que para a carga por eixo de 10,5tf na análise da fadiga (Figura 4.5) o valor não é aceitável, necessitando alteração da espessura do pavimento de concreto.

Figura 4.5 - Ábaco para análise da fadiga para espessura da placa com 20cm.



Para o cálculo da 2ª tentativa do dimensionamento do pavimento rígido com espessura de 22cm, apresentada na Tabela 4.5, utilizou os mesmos parâmetros de dimensionamento mostrados na Tabela 4.1.

Para a tensão equivalente (Tabela 4.2) na 2ª tentativa com espessura de 22cm (), com o mesmo coeficiente de recalque do sistema (127MPa/m), utilizou-se um valor de 1,072 (eixo simples). O cálculo da tensão equivalente (Tabela 4.2) por interpolação para o coeficiente de recalque de 127MPa/m, é exposto a seguir:

$$\begin{cases} 80 \rightarrow 1,15 \\ 127 \rightarrow x \\ 140 \rightarrow 1,05 \end{cases}$$

$$\frac{1,15 - 1,05}{80 - 140} = \frac{x - 1,05}{127 - 140}$$

$$x = 1,072$$

Com relação ao fator de erosão, com barras de transferência e acostamento de concreto, de acordo com a Tabela 4.3, adotou-se o valor de 2,209 (eixo simples). O cálculo do fator de erosão (Tabela 4.3) por interpolação para o coeficiente de recalque de 127MPa/m, é exposto a seguir:

$$\begin{cases} 80 \rightarrow 2,24 \\ 127 \rightarrow y \\ 140 \rightarrow 2,20 \end{cases}$$

$$\frac{2,24 - 2,20}{80 - 140} = \frac{y - 2,20}{127 - 140}$$

$$y = 2,209$$

Tabela 4.5 - Cálculo da Espessura de 22cm para Pavimento de Concreto.

Projeto:	T15 - Complementação do Sistema Viário da ESPM com TAS			
Espessura - Tentativa:	22 cm			
Juntas com BT:	Sim	<input checked="" type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>
K _{sb} :	127 MPa/m			
Acostamento de concreto:	Sim	<input checked="" type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>
Resistencia característica à tração na flexão:	4,5 MPa			
Período de projeto:	20 anos			
Pator de Segurança de carga - Fsc:	1,5			

Cálculo de Eixos Totais por Classe de Carga (20 anos)

Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x Fsc (tf)	Carga por eixo x Fsc (kN)	Nº de repetições previstas	Análise de Fadiga		Análise de Erosão	
				Nº de repetições admissíveis	Consumo de Fadiga (%)	Nº de repetições admissíveis	Consumo de Fadiga (%)
Tensão equivalente:				1,072			
Fator de fadiga:				0,238			
Fator de erosão:				2,209			
Eixo Simples							
5,0	7,6	74,1	379.193	ilimitado	0,0	ilimitado	0,0
6,3	9,5	92,7	1.516.772	ilimitado	0,0	ilimitado	0,0
8,40	12,6	123,6	379.193	ilimitado	0,0	ilimitado	0,0
10,5	15,8	154,5	1.516.772	ilimitado	0,0	2.800.000	54,2

Com base nos cálculos efetuados (Tabela 4.5) observa-se que para a carga por eixo de 10,5tf na análise da fadiga (Figura 4.6) e da erosão (Figura 4.7) os valores apresentam ilimitados para os números de repetições admissíveis.

Figura 4.6 - Ábaco para análise da fadiga para espessura da placa com 22cm.

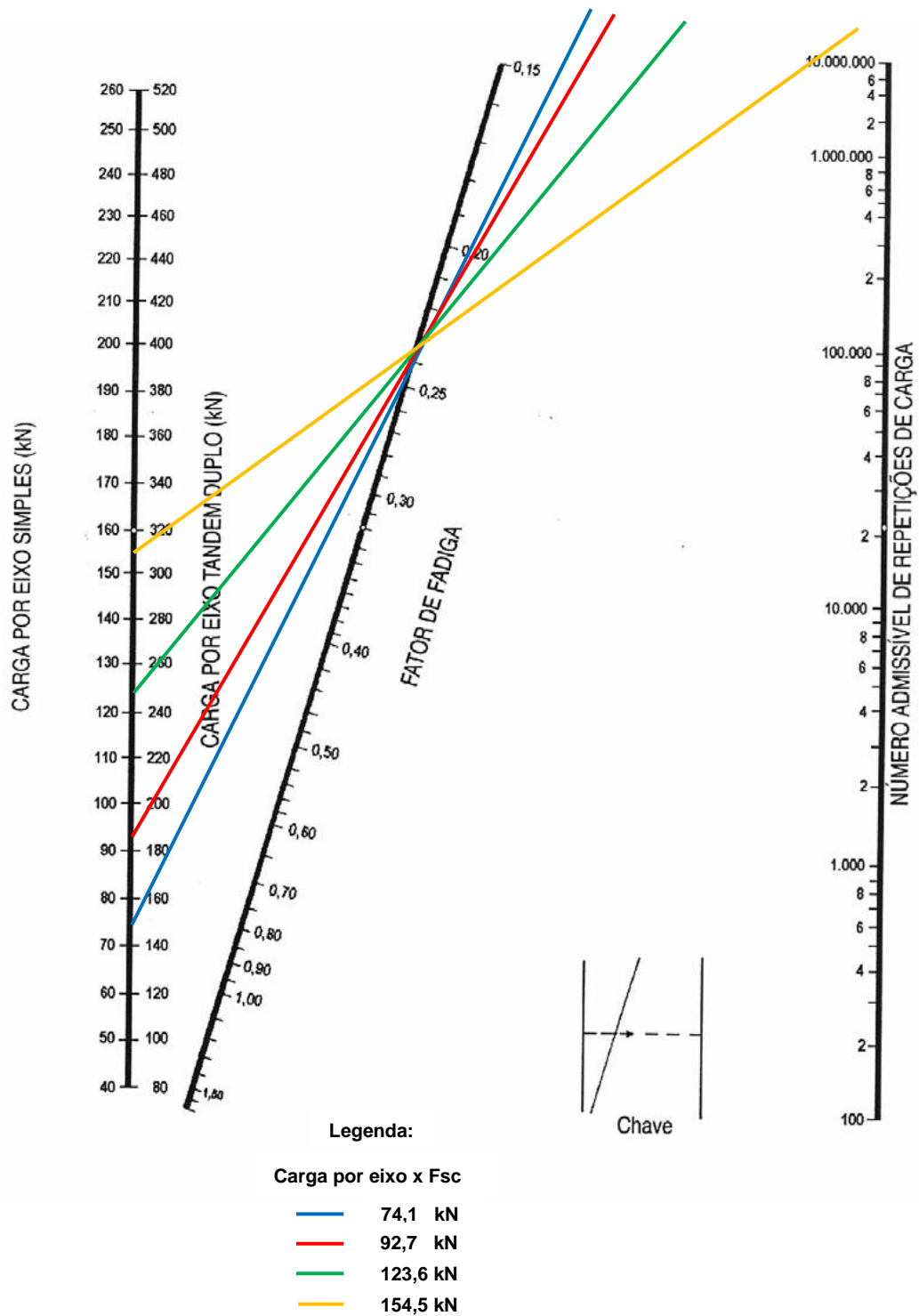
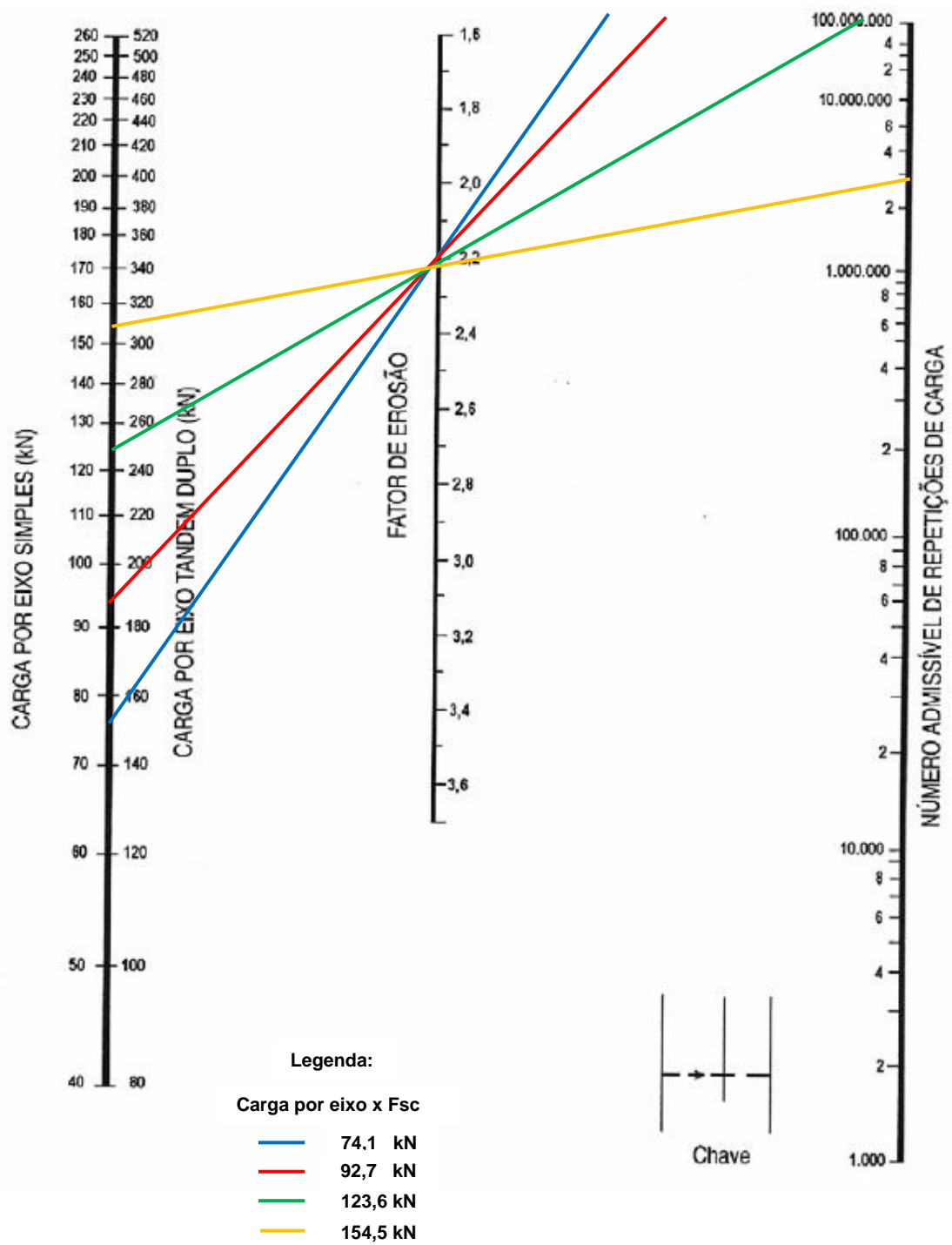
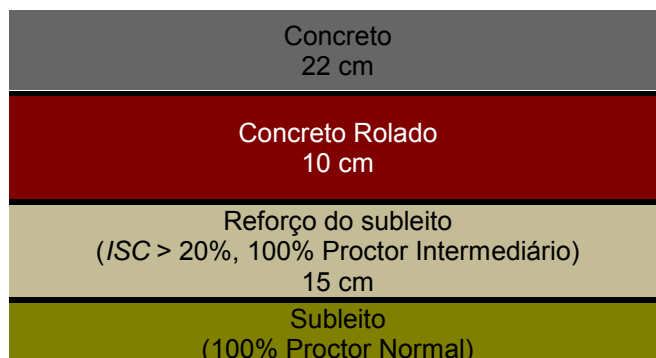


Figura 4.7 - Ábaco para análise da erosão para espessura da placa com 22cm



Com base nos cálculos efetuados (Tabela 4.5) adotou-se a seguinte estrutura de pavimento (Figura 4.8).

Figura 4.8 - Estrutura típica do Pavimento Rígido



Optou-se pela colocação de uma camada de reforço do subleito com 15 cm de espessura com objetivo de intercalar uma camada com rigidez intermediária entre a camada de subleito e a camada de concreto rolado.

A seguir se apresentam as seções transversais relativas a cada eixo de implantação em Pavimento Rígido.

4.3. ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA SOLUÇÃO ADOTADA

A estrutura típica do pavimento rígido, apresentada na Figura 4.10, foi optada pelo projetista como àquela que melhor se comporta nos quesitos técnicos e econômicos. Dessa forma, perante os cálculos estabelecidos no item 4.2, optou-se por verificar a viabilidade da redução da camada final de concreto com o incremento de 2,50cm de Concreto Rolado. Essa alternativa se mostrou atrativa, pois mediante os dados fornecidos pela tabela SICRO o CCR (2 S 02 603 50) apresentou custo consideravelmente menor que a placa de concreto (2 S 02 606 50).

De forma análoga ao que foi apresentado no item anterior, o dimensionamento do pavimento rígido iniciou-se com a 1ª tentativa em espessura de 20cm apresentada na Tabela 4.6 com os parâmetros de dimensionamento mostrados na Tabela 4.1.

Para a tensão equivalente na 1ª tentativa (), para um coeficiente de recalque do sistema de 145MPa/m, utilizou-se um valor de 1,185 (eixo simples). O cálculo da tensão equivalente (Tabela 4.2) por interpolação para o coeficiente de recalque de 145MPa/m, é exposto a seguir:

$$\begin{cases} 140 \rightarrow 1,19 \\ 145 \rightarrow x \\ 180 \rightarrow 1,15 \end{cases}$$

$$\frac{1,19 - 1,15}{140 - 180} = \frac{x - 1,15}{145 - 180}$$

$$x = 1,185$$

Para o fator de erosão utilizado na 1ª tentativa, para o coeficiente de recalque do sistema de 145MPa/m, utilizou-se um valor de 2,309 (eixo simples). O cálculo do fator de erosão (Tabela 4.6) por interpolação para o coeficiente de recalque de 145MPa/m, é exposto a seguir:

$$\begin{cases} 140 \rightarrow 2,31 \\ 145 \rightarrow y \\ 180 \rightarrow 2,30 \end{cases}$$

$$\frac{2,31 - 2,30}{140 - 180} = \frac{y - 2,30}{145 - 180}$$

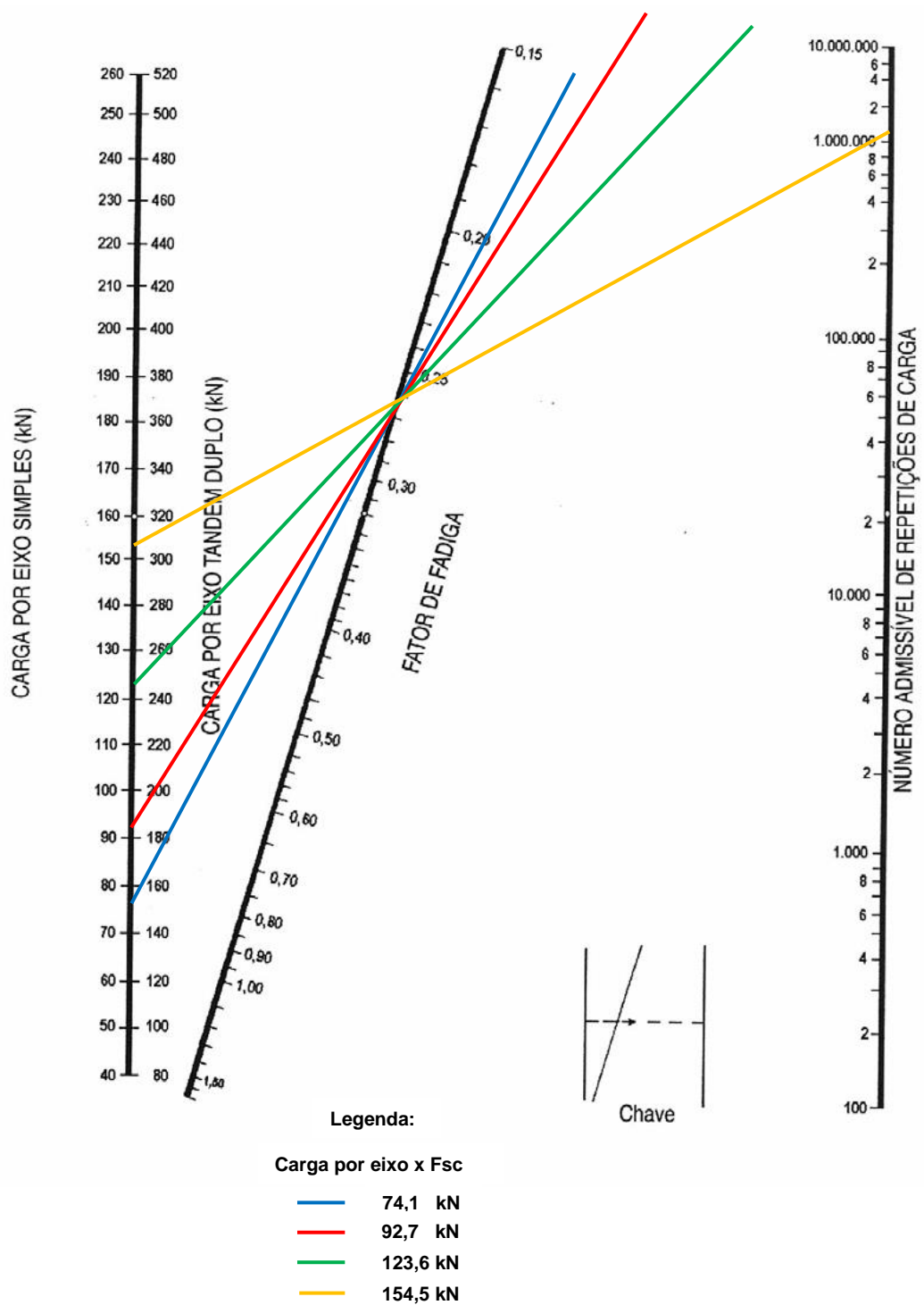
$$y = 2,309$$

Tabela 4.6 - Cálculo da Espessura de 20cm para Pavimento de Concreto

Projeto: T15 - Complementação do Sistema Viário da ESPM com TAS							
Espessura - Tentativa:		20 cm					
Juntas com BT:		Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>			
K _{sb} :		145 MPa/m					
Acostamento de concreto:		Sim <input checked="" type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>			
Resistência característica à tração na flexão:		4,5 MPa					
Período de projeto:		20 anos					
Fator de Segurança de carga - Fsc:		1,5					
Cálculo de Eixos Totais por Classe de Carga (20 anos)							
Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x Fsc (tf)	Carga por eixo x Fsc (kN)	Nº de repetições previstas	Análise de Fadiga		Análise de Erosão	
				Nº de repetições admissíveis	Consumo de Fadiga (%)	Nº de repetições admissíveis	Consumo de Fadiga (%)
Eixo Simples				Tensão equivalente:	1,185		
				Fator de fadiga:	0,263		
				Fator de erosão:	2,309		
5,0	7,6	74,1	379.193	ilimitado	0,0		
6,3	9,5	92,7	1.516.772	ilimitado	0,0		
8,40	12,6	123,6	379.193	ilimitado	0,0		
10,5	15,8	154,5	1.516.772	1.350.000	112,4		

Com base nos cálculos efetuados (Tabela 4.6) observa-se que para a carga por eixo de 10,5tf na análise da fadiga (Figura 4.9) o valor não é aceitável. Dessa forma, faz-se necessária a alteração da espessura do pavimento de concreto.

Figura 4.9 - Ábaco para análise da fadiga para espessura da placa com 20cm.



Para o cálculo da 2ª tentativa do dimensionamento do pavimento rígido com espessura de 22cm, apresentada na Tabela 4.8, utilizou os mesmos parâmetros de dimensionamento mostrados na Tabela 4.1.

Para a tensão equivalente (Tabela 4.2) na 2ª tentativa com espessura de 22cm (), com o mesmo coeficiente de recalque do sistema (145MPa/m), utilizou-se um valor de 1,045 (eixo simples). O cálculo da tensão equivalente (Tabela 4.2) por interpolação para o coeficiente de recalque de 145MPa/m, é exposto a seguir:

$$\begin{cases} 140 \rightarrow 1,05 \\ 145 \rightarrow x \\ 180 \rightarrow 1,01 \end{cases}$$

$$\frac{1,05 - 1,01}{140 - 180} = \frac{x - 1,01}{145 - 180}$$

$$x = 1,045$$

Com relação ao fator de erosão, com barras de transferência e acostamento de concreto, de acordo com a Tabela 4.3, adotou-se o valor de 2,198 (eixo simples). O cálculo do fator de erosão (Tabela 4.3) por interpolação para o coeficiente de recalque de 145MPa/m, é exposto a seguir:

$$\begin{cases} 140 \rightarrow 2,20 \\ 145 \rightarrow y \\ 180 \rightarrow 2,18 \end{cases}$$

$$\frac{2,20 - 2,18}{140 - 180} = \frac{y - 2,18}{145 - 180}$$

$$y = 2,198$$

Tabela 4.8 - Cálculo da Espessura de 22cm para Pavimento de Concreto.

Projeto:	T15 - Complementação do Sistema Viário da ESPM com TAS			
Espessura - Tentativa:	22 cm			
Juntas com BT:	Sim	<input checked="" type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>
K _{sb} :	145 MPa/m			
Acostamento de concreto:	Sim	<input checked="" type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>
Resistencia característica à tração na flexão:	4,5 MPa			
Período de projeto:	20 anos			
Pator de Segurança de carga - Fsc:	1,5			

Cálculo de Eixos Totais por Classe de Carga (20 anos)

Carga por eixo (tf)	Carga por eixo x Fsc (tf)	Carga por eixo x Fsc (kN)	Nº de repetições previstas	Análise de Fadiga		Análise de Erosão	
				Nº de repetições admissíveis	Consumo de Fadiga (%)	Nº de repetições admissíveis	Consumo de Fadiga (%)
Tensão equivalente:				1,045			
Eixo Simples				Fator de fadiga:			
				0,232			
				Fator de erosão:			
				2,198			
5,0	7,6	74,1	379.193	ilimitado	0,0	ilimitado	0,0
6,3	9,5	92,7	1.516.772	ilimitado	0,0	ilimitado	0,0
8,40	12,6	123,6	379.193	ilimitado	0,0	ilimitado	0,0
10,5	15,8	154,5	1.516.772	ilimitado	0,0	3.980.000	38,1

Com base nos cálculos efetuados (Tabela 4.8) observa-se que para a carga por eixo de 10,5tf na análise de fadiga (Figura 4.10) e erosão (Figura 4.11) os valores são aceitáveis. Isso porque o número de repetições admissíveis é maior que o número de repetições previstas.

Figura 4.10 - Ábaco para análise da fadiga para espessura da placa com 22cm.

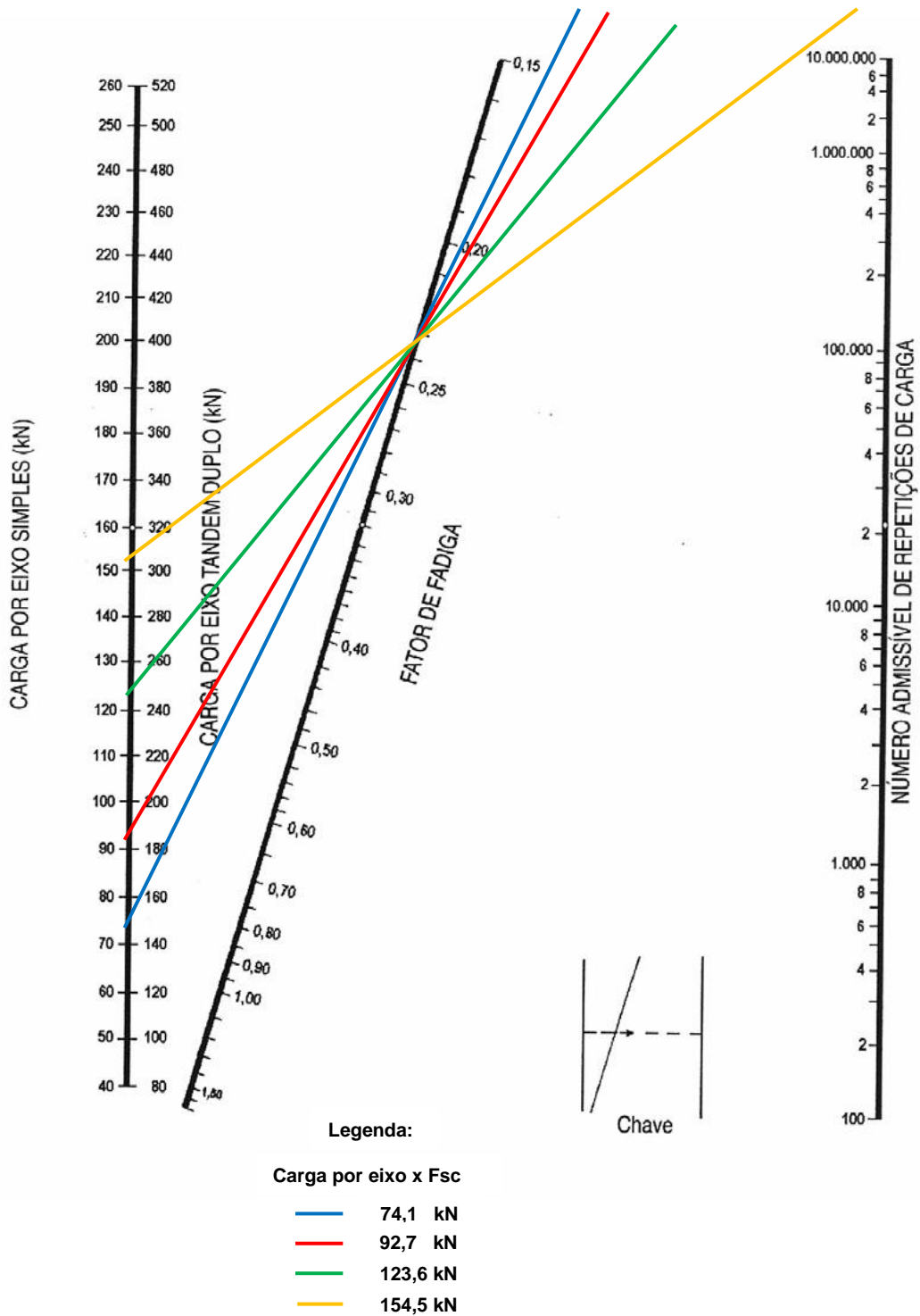
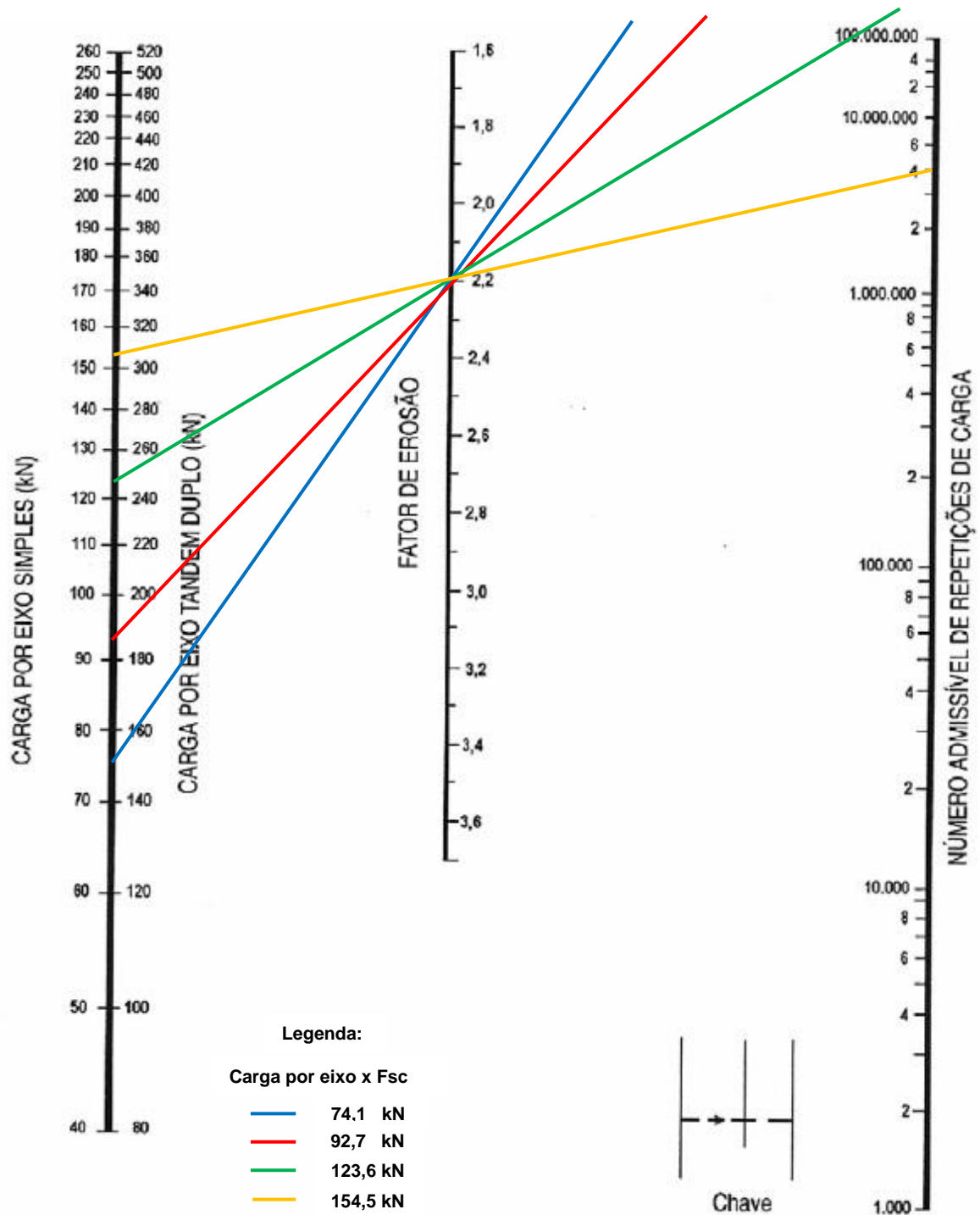
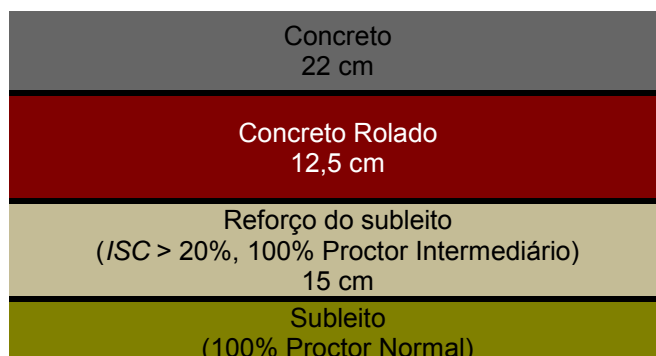


Figura 4.11 - Ábaco para análise da erosão para espessura da placa com 22cm



Com base nos cálculos efetuados (Tabela 4.8) a espessura de pavimento poderia ser alterada para uma concepção apresentada na Figura 4.12.

Figura 4.12 - Estrutura típica do Pavimento Rígido (**Sugestão não adotada**)



De forma análoga, o dimensionamento permaneceu com a utilização da camada de reforço do subleito com 15 cm de espessura com objetivo de intercalar uma camada com rigidez intermediária entre a camada de subleito e a camada de concreto rolado.

Com a impossibilidade de redução da placa de concreto, optou-se por permanecer o dimensionamento proposto no item 4.2 e apresentado de forma sucinta na Figura 4.8.

4.4. BARRAS DE TRANSFERÊNCIAS NA JUNTAS TRANSVERSAIS

As barras de transferência combinadas às juntas transversais são importantes dispositivos de controle, e têm o objetivo principal de transmitir as cargas de uma placa para outra, permitindo os trabalhos de dilatação e contração do concreto, e também evitando o surgimento de desníveis ou degraus entre as placas. As barras devem possuir uma extremidade engastada em uma das placas e outra deslizante, simplesmente encaixada, na outra placa (Figura 4.7).

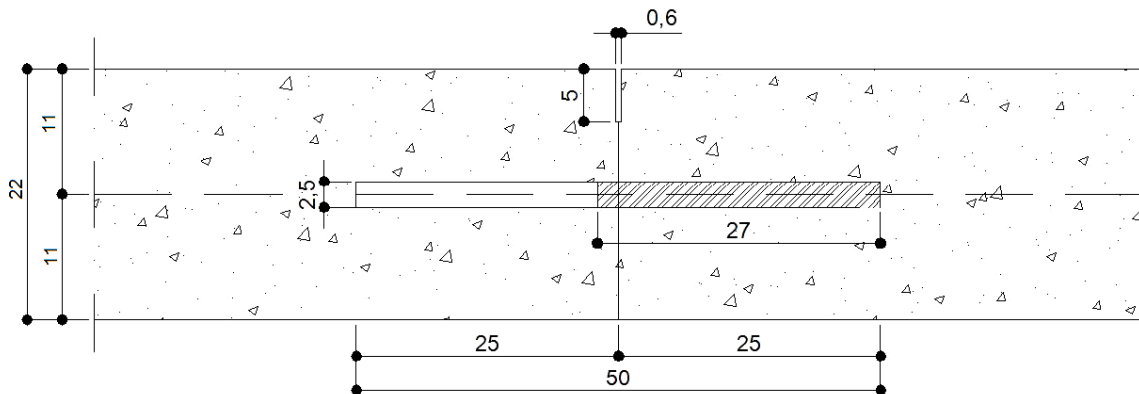
O projeto das barras de transferência foi elaborado com base na Tabela 4.6 foram utilizadas barras de aço CA-25 lisas com diâmetro de 25 milímetros e comprimento de 50 centímetros; com espaçamento entre as barras de 25 centímetros, totalizando uma média de 12 barras por junta; com 27 centímetros da barra pintada e engraxada para não aderir ao concreto; e apoiadas sobre caranguejos de aço CA-60 na altura média das placas, 12 centímetros (Figura 5.8). Foram utilizadas barras de 50 cm de comprimento por ser esse o comprimento das barras comerciais prontas para fornecimento.

Tabela 4.6 – Barras de transferência

Espessura da Placa (cm)	Diâmetro da barra (mm)	Comprimento da barra (mm)	Espaçamento entre barras (mm)
<17,0	20	460	300
17,5 – 22,0	25	460	300
22,5 – 30,0	32	460	300
>30,0	40	460	300

Fonte: Manual de Pavimentos Rígidos do DNIT – Quadro 33

Figura 4.7 - Detalhe das barras de Transferência



4.5. JUNTAS TRANSVERSAIS

As juntas transversais têm a finalidade de induzir a fissuração das placas devido à retração do concreto e, por isso, constituem importante mecanismo para assegurar a estabilidade da estrutura. Em planta, as placas de concreto apresentam quatro metros de largura e as juntas transversais aparecem a cada seis metros aproximadamente.

As ranhuras transversais devem ser serradas com seis milímetros de espessura e cinco centímetros de profundidade aproximadamente. Para finalizar o processo, após a limpeza das fendas faz-se o fechamento com selante a base de poliuretano (Figura 4.8). Vale destacar, ainda na Figura 4.9, a fissuração induzida entre das placas de concreto.

Figura 4.8 - Detalhe do projeto das ranhuras transversais (medidas em mm)

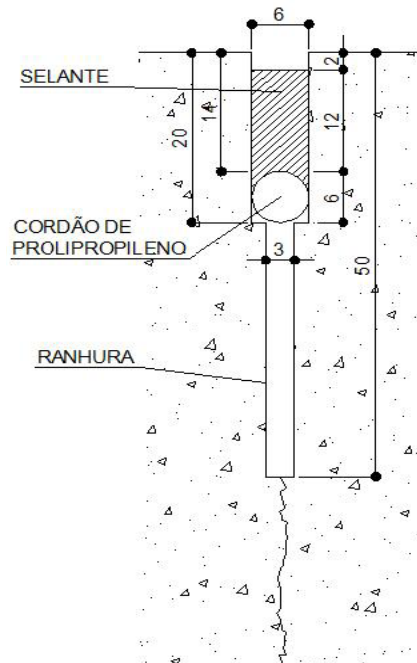


Figura 4.9 - Detalhe da junta transversal selada



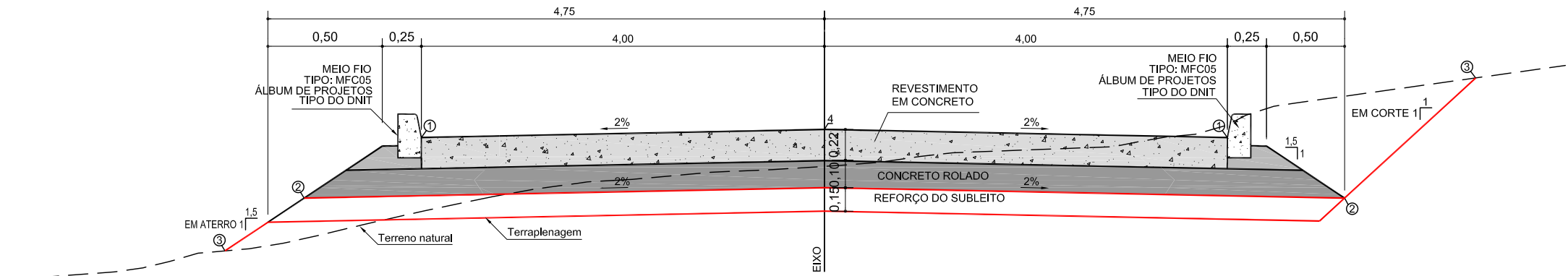
Com base no dimensionamento apresentado neste item, foi obtido o quantitativo que está resumidamente exposto na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Tabela resumo dos quantitativos dos serviços – Pavimento Rígido

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	D.M.T. (km)	UNID.	QUANTIDADE
1.		PAVIMENTO RIGIDO			
1.1	2 S 02 110 00	Regularização do subleito		m ²	253
1.2	2 S 02 100 00	Reforço do subleito (ISC ≥ 20%, 100% PI (Proctor Intermediário)	8,12	m ³	1.883
1.3	2 S 02 603 50	Concreto rolado AC/BC	5,12	m ²	1.210
1.4	2 S 02 606 50	Concr.de cimento portl.com fôrma deslizante AC/BC	5,12	m ²	2.460

A seguir se apresentam as seções transversais relativas a cada eixo de implantação em Pavimento Rígido

SEÇÃO TRANSVERSAL EIXO 49, 53 e 61



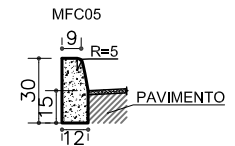
CAIMENTO DUPLO

CORRESPONDÊNCIA COM A NOTA DE SERVIÇO

- ③ OFFSET LADO ESQUERDO
- ② LATERAL ESQUERDA
- ① BORDO ESQUERDO
- 4 EIXO
- ① BORDO DIREITO
- ② LATERAL DIREITA
- ③ OFFSET LADO DIREITO

OBSERVAÇÕES

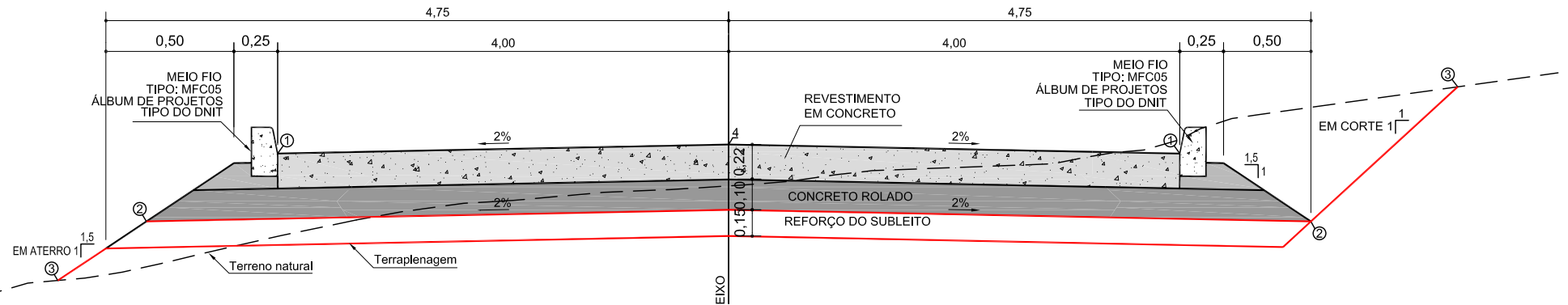
- 1 - DESENHO SEM ESCALA (SECCIONADO)
- 2 - PONTOS FORNECIDOS NA NOTA DE SERVIÇO, MODELO DO IPDF, ESTÃO INDICADOS COM ○
- 3 - NOS TRECHOS COM SUPERELEVAÇÃO, AS DECLIVIDADES DA SEÇÃO, SERÃO, CONFORME A NOTA DE SERVIÇO.
- 4 - VALORES EM METROS



CONSUMOS MÉDIOS

ESCAVAÇÃO	≤0,05m/m
CONCRETO fck ≥ 11 MPa	0,034m/m
FORMAS DE MADEIRA COMUM	0,63m/m

SEÇÃO TRANSVERSAL EIXO 54, 55, 56, 57, 59, 60 e 64



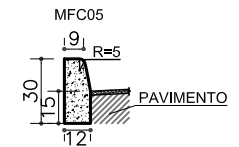
CAIMENTO DUPLO

CORRESPONDÊNCIA COM A NOTA DE SERVIÇO

- ③ OFFSET LADO ESQUERDO
- ② LATERAL ESQUERDA
- ① BORDO ESQUERDO
- 4 EIXO
- ① BORDO DIREITO
- ② LATERAL DIREITA
- ③ OFFSET LADO DIREITO

OBSERVAÇÕES

- 1 - DESENHO SEM ESCALA (SECCIONADO)
- 2 - PONTOS FORNECIDOS NA NOTA DE SERVIÇO, MODELO DO IPDF, ESTÃO INDICADOS COM ○
- 3 - NOS TRECHOS COM SUPERELEVAÇÃO, AS DECLIVIDADES DA SEÇÃO, SERÃO, CONFORME A NOTA DE SERVIÇO.
- 4 - VALORES EM METROS



CONSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	≤0,05m/m
CONCRETO fck ≥ 11 MPa	0,034m/m
FORMAS DE MADEIRA COMUM	0,63m/m

5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS

A execução dos serviços de pavimentação deverá seguir rigorosamente as instruções de execução e especificações de materiais apresentadas nas normas técnicas do DNIT, sem as quais este dimensionamento não terá validade.

5.1. CONCRETO ASFÁLTICO

Será utilizado como revestimento do pavimento flexível. Será executado em concreto betuminoso usinado a quente. Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela NORMA DNIT 031/2006 - ES.

Dentre as recomendações contidas na especificação, destacam-se as seguintes.

Tabela 5.1 – Condições técnicas para confecção de CBUQ

Material	Especificação	Norma
Ligante	CAP 50/70	DNER-EM 205
Agregados graúdos	Fragmentos são de rochas, escória ou seixo rolado, duráveis, livres de torrões de argila e substâncias nocivas	
Desgaste <i>Los Angeles</i>	Igual ou inferior a 50%	DNER-ME 035
Índice de forma	Superior a 0,5	DNER-ME 086
Durabilidade	Perda inferior a 12%	DNER-ME 089
Agregados miúdos	Areia ou pó de pedra com grãos resistentes, apresentando moderada angulosidade, livres de torrões de argila e substâncias nocivas	
Equivalente de areia	Igual ou superior a 55%	DNER-ME 054
Filler	Cimento Portland, cal extinta, pó calcáreo ou cinza volante.	
Granulometria	Ver Tabela 5.2	DNER-ME 083
Composição da mistura		
Granulometria e teor de betume	Ver Tabela 5.3	DNER-ME 083 DNER-ME 053
Porcentagem de vazios	3 a 5%	DNER-ME 043
Relação betume/vazios	75 a 82%	
Estabilidade mínima	500 kgf (75 golpes)	
Resistência à Tração por Compressão Diametral estática a 25°C, mínima, MPa	0,65	DNER-ME 138

Tabela 5.2 - Granulometria do material de enchimento (filler)

Peneira	% mínima passando
N° 40	100
N° 80	95
N° 200	65

Tabela 5.3 - Granulometria e teor de ligante da mistura

Peneira de malha quadrada		% passando, em peso Faixa C	Tolerâncias
Discriminação	Abertura mm		
1 ½"	38,1	100	±7%
1"	25,4	100	±7%
¾"	19,1	100	±7%
½"	12,7	80-100	±7%
3/8"	9,5	70-90	±7%
N° 4	4,8	44-72	±5%
N° 10	2,0	22-50	±5%
N° 40	0,42	8-26	±5%
N° 80	0,18	4-16	±2%
N° 200	0,074	2-10	±2%
Betume solúvel no CS2(+), em %		4,5-9,0	±0,3%

5.2. PLACAS DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND

Será utilizado com revestimento do pavimento rígido. A pista de locação das placas não possui acostamento de concreto e as juntas transversais entre as placas são dotadas de barras de transferência.

O concreto deve atender aos seguintes requisitos básicos:

- Resistência à tração na flexão ($f_{ctm,k}$), medida aos 28 dias, igual a 4,5 MPa;
- Dimensão máxima característica do agregado graúdo ($D_{máx}$) deve ser de 32 milímetros;
- O abatimento, medido pelo ensaio do tronco de cone, deve estar dentro da faixa de 40 a 60 milímetros, apresentando trabalhabilidade compatível com o equipamento de aplicação e conformação da argamassa, neste caso a régua ou forma deslizante;
- Utilização de aditivo plastificante e incorporador de ar.

A dosagem experimental do concreto ainda deve respeitar uma relação água/cimento menor ou igual a 0,55 e um teor de ar menor ou igual a 5%.

Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela especificação DNIT-ES 049/2009 – Execução de Pavimento Rígido.

5.3. CAMADA DE CONCRETO ROLADO

Será empregado como sub-base do pavimento rígido.

Será constituído de concreto de cimento portland compactado com rolo com 10 cm de espessura.

Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela especificação DNIT-ES 056/2004 – Sub-base de Concreto de Cimento Portland Compactado com Rolo.

5.4. BRITA GRADUADA

Será utilizada como base do pavimento flexível. Poderá ser escolhida qualquer uma das faixas granulométricas (A, B, C ou D), desde que respeitadas as tolerâncias especificadas.

Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela especificação DER-SP ET-DE-P00/008.

5.5. SOLO CAL

Será utilizada como subbase do pavimento flexível e reforço do subleito do pavimento rígido.

Será executada com solo fino laterítico adicionado de cal. A porcentagem de cal a ser incorporada ao solo é determinada em relação a massa de solo seco, de forma que a mistura apresente um *ISC* superior a 20% e expansão inferior a 1,0% na energia intermediária e possuir granulometria que no mínimo 60% passe na peneira de abertura de 2,0 mm.

Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela especificação DER-SP ET-DE-P00/005.

5.6. IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA

Nos pavimentos com revestimento em concreto asfáltico, será executada imprimação betuminosa sobre a camada de base.

Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela NORMA DNIT 144/2010 - ES.

5.7. PINTURA DE LIGAÇÃO

Nos pavimentos com revestimento em concreto asfáltico, sobre a imprimção betuminosa e antes da aplicação do revestimento será executado pintura de ligação.

Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela NORMA DNIT 145/2010 - ES.

5.8. REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

O subleito deve ser compactado a 100% da energia do ensaio *proctor normal*.

Observa-se que caso durante a execução dos serviços forem encontrados materiais com expansão superior a 2% ou ISC inferior ou igual ao valor de projeto ($ISC_P=7,0$), deverá ser realizado um estudo específico do local, avaliando-se a possibilidade de substituição de material ou execução de camada de reforço.

Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela NORMA DNIT 137/2010 – ES.

6. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – CREA/DF



Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

1. Responsável Técnico

JAIRO FURTADO NOGUEIRA Título profissional: Engenheiro Civil	RNP: 0704215225 Registro: 14733/D-DF
---	---

2. Dados do Contrato

Contratante: AeT Arquitetura Planejamento e Transportes Ltda SEUPS 705/905 Conj A Salas 135, 137 e 139 Cidade: Brasília E-Mail: ana-parisi@uol.com.br Contrato: Vinculada a ART: Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável	Número: 135 UF: DF	Bairro: Asa Sul Complemento: Fone: (61)32420564 Celebrado em: 12/02/2014 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado	CPF/CNPJ: 01.136.983/0001-50 CEP: 70390-055 Valor Obra/Serviço R\$: 16.000,00
---	-------------------------------------	--	--

3. Dados da Obra/Serviço

SHCE/S QD 803, BL C, LOJA 10, CL Parte A-39 Cidade: Cruzeiro Data de Início: 12/02/2014 Finalidade: Infra-estrutura Proprietário: Hasaan Engenharia Ltda E-Mail: leonardo.neiva1@gmail.com	Número: 39 UF: DF Previsão término: 11/08/2014	Bairro: Cruzeiro Complemento: Coordenadas Geográficas: Código/Obra pública: CPF/CNPJ: 15.378.369/0001-00 Fone: (61) 99742080	CEP: 70655-833
---	---	--	-----------------------

4. Atividade Técnica

Realização	Quantidade	Unidade
Projeto Estudo Geotécnico	58,9800	metros quadrados
Projeto Pavimento flexível asfáltica	253,8600	metros quadrados
Projeto Pavimento flexível asfáltica	58,9800	metros quadrados
Projeto Pavimento rígido asfáltica	253,8600	metros quadrados
Projeto Pavimento rígido asfáltica	2.134,3560	metros quadrados
Projeto Pavimento rígido asfáltica	58,9800	metros quadrados
Projeto Trafego Rodoviário	253,8600	metros quadrados
Projeto Trafego Rodoviário	2.134,3560	metros quadrados
Projeto Trafego Rodoviário	58,9800	metros quadrados
Projeto Estudo Geotécnico	253,8600	metros quadrados
Projeto Estudo Geotécnico	2.134,3560	metros quadrados
Projeto Pavimento flexível asfáltica	2.134,3560	metros quadrados

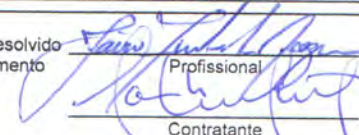
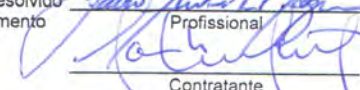
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

T10 - Interseção da Av. Central (EPTG) com a EPCT (DF-001); T15 - Complementação do Sistema Viário da ESPM com a TAS; T16 - Complementação Sistema Viário do SMAS e Hipica.

6. Declarações

Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.


 Profissional

 Contratante

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade, previstas nas normas técnicas da ABNT e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

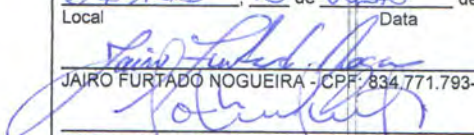
SENGE-DF

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

BRASÍLIA, 18 de JULHO de 2014.

Local Data



JAIRO FURTADO NOGUEIRA - CPF: 834.771.793-15

AeT Arquitetura Planejamento e Transportes Ltda - CPF/CNPJ: 01.136.983/0001-50

9. Informações

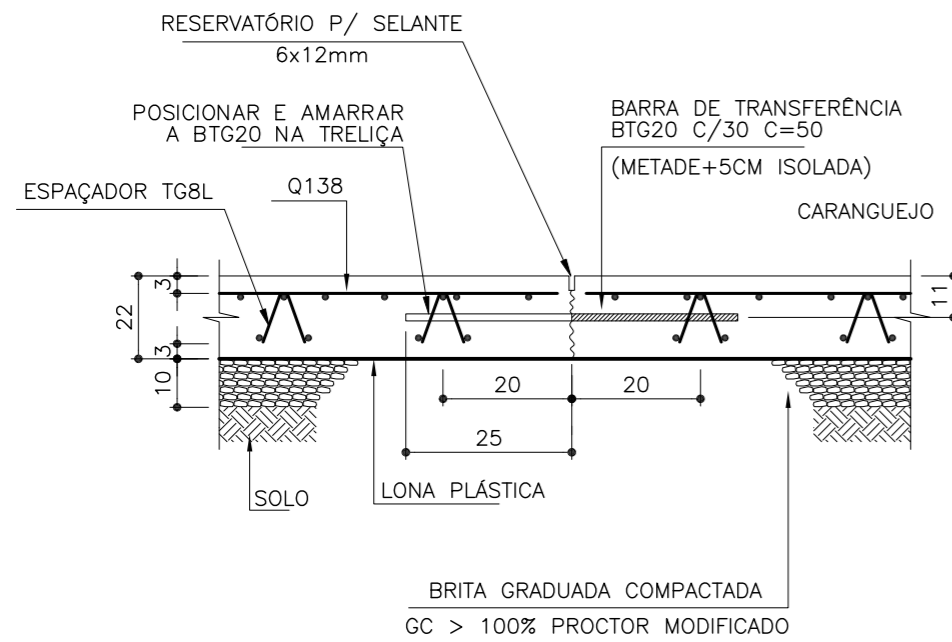
- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.
 - A autenticidade deste documento pode ser verificada no site .. ou www.confea.org.br
 - A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creadf.org.br informacao@creadf.org.br
 Tel: (61) 3961-2800 Fax: (61) 3223-4619

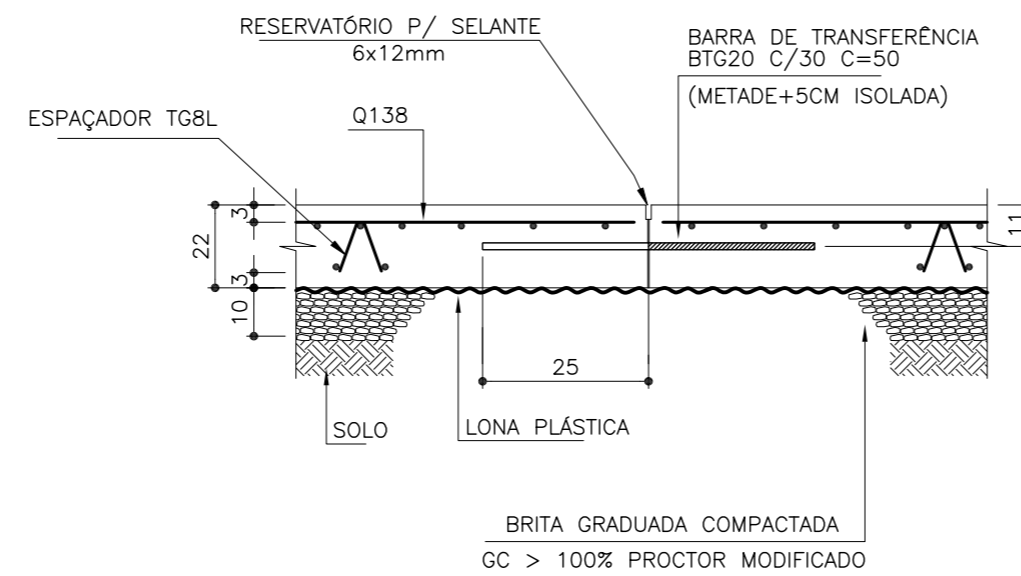

CREA-DF
 Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

7. PLANTAS

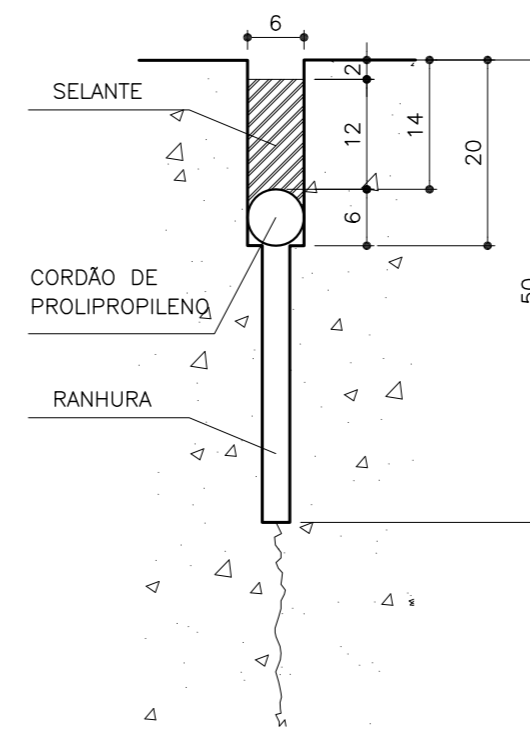
J.S. (JUNTA SERRADA)
S/ ESCALA



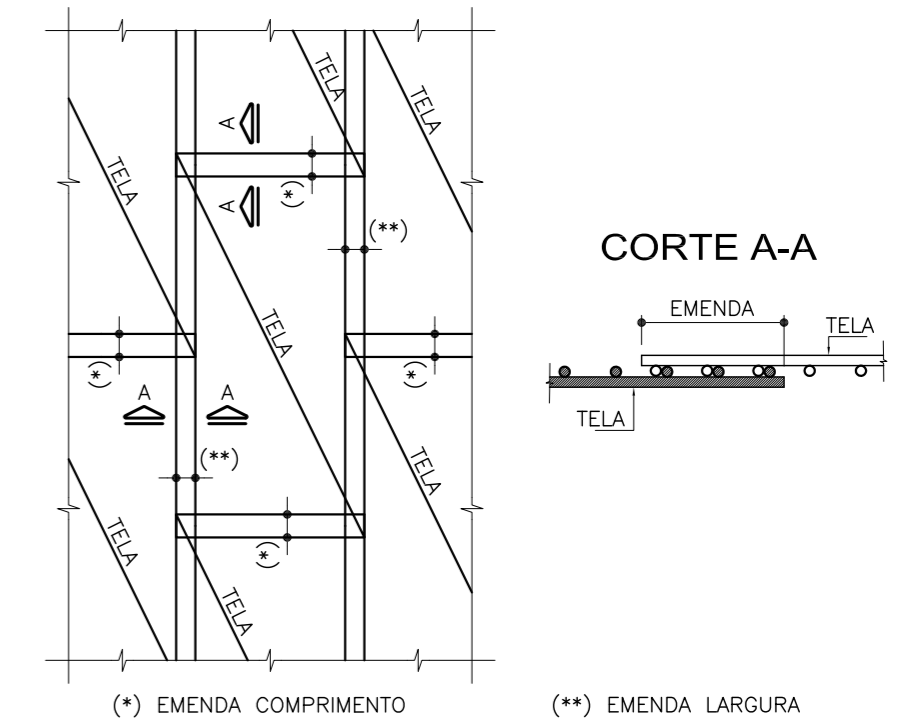
J.C. (JUNTA DE CONSTRUÇÃO)
S/ ESCALA



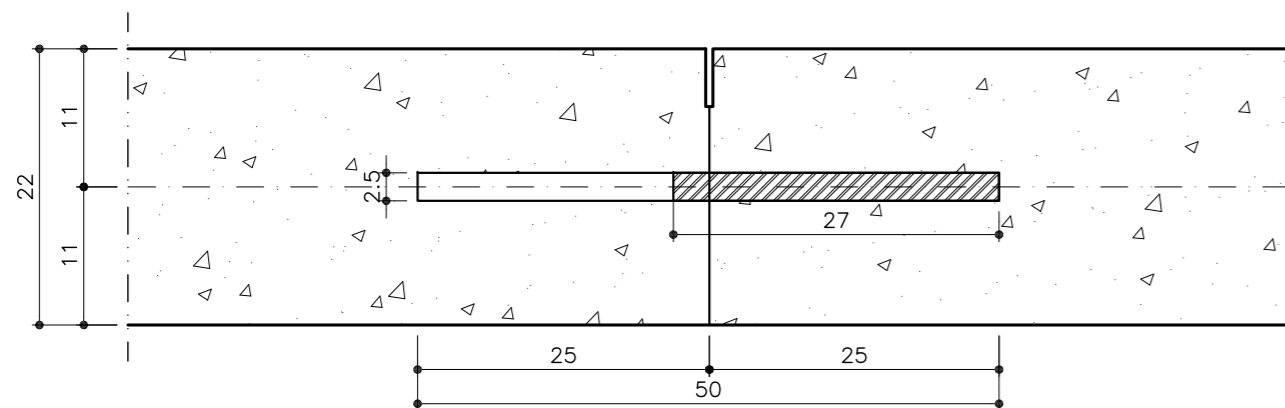
Detalhe das Ranhuras Transversais (B)
S/ ESCALA (medidas em mm)



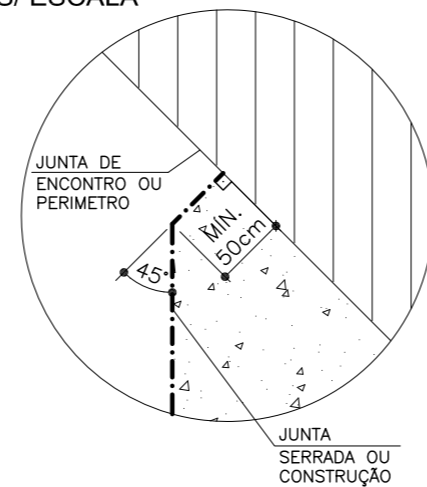
DETALHE GENÉRICO POSICIONAMENTO DAS TELAS SOLDADAS - PARA AS PLACAS
S/ ESCALA



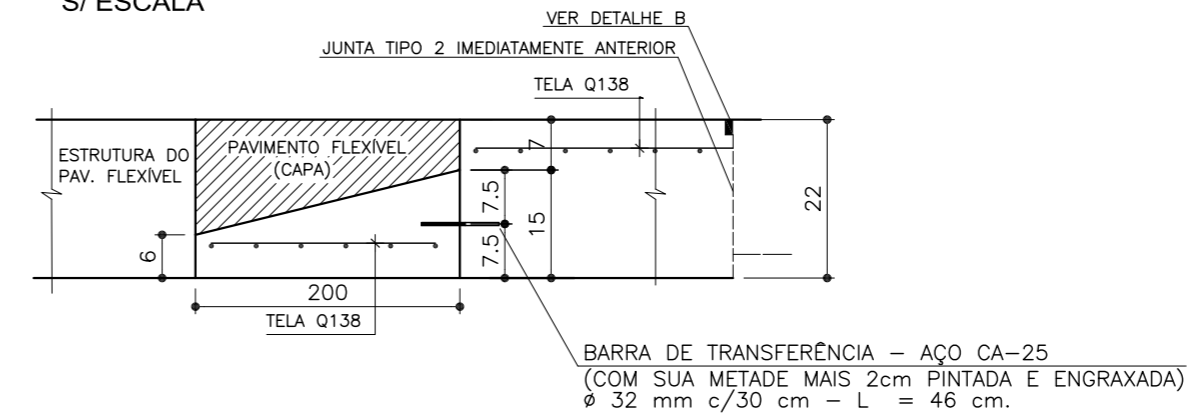
DETALHE DAS BARRAS DE TRANSFERÊNCIA
S/ ESCALA



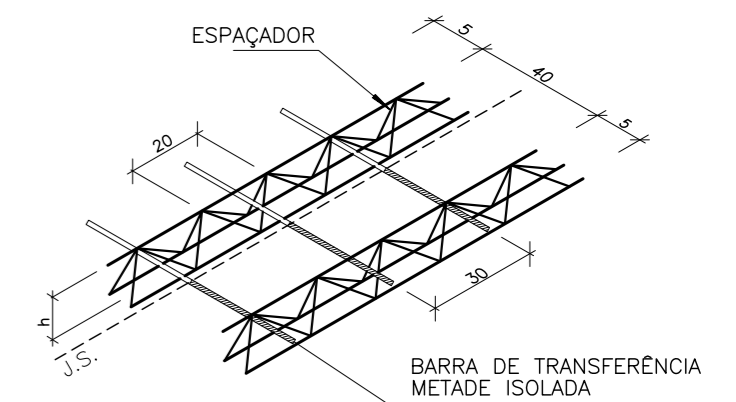
COMPRIMENTO MÍNIMO DE JUNTAS
S/ ESCALA



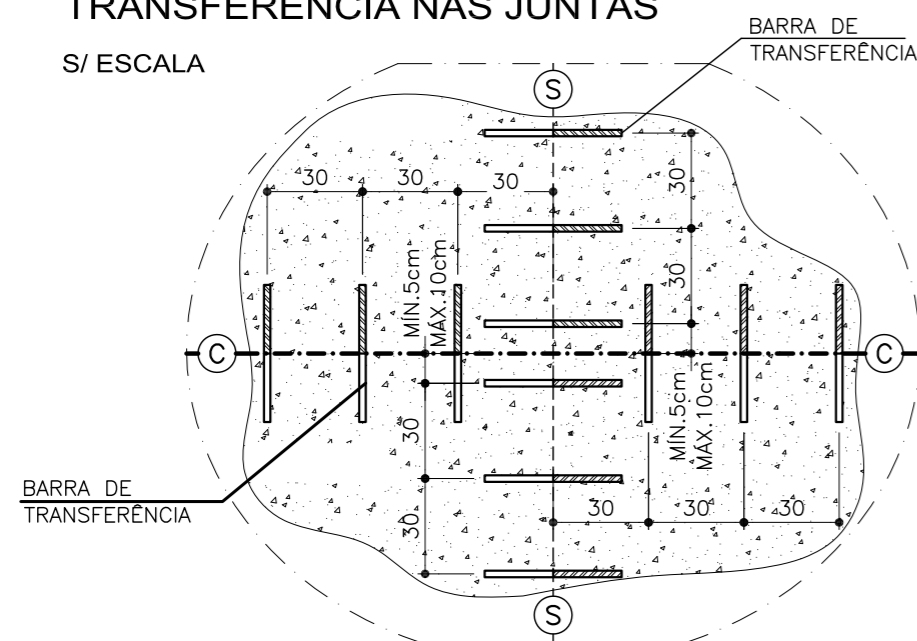
JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUÇÃO NO ENCONTRO DO PAVIMENTO RÍGIDO COM O FLEXÍVEL
S/ ESCALA



DETALHE-POSICIONAMENTO DAS BARRAS DE TRANSF. NAS JUNTAS SERRADAS (J.S.)
S/ ESCALA

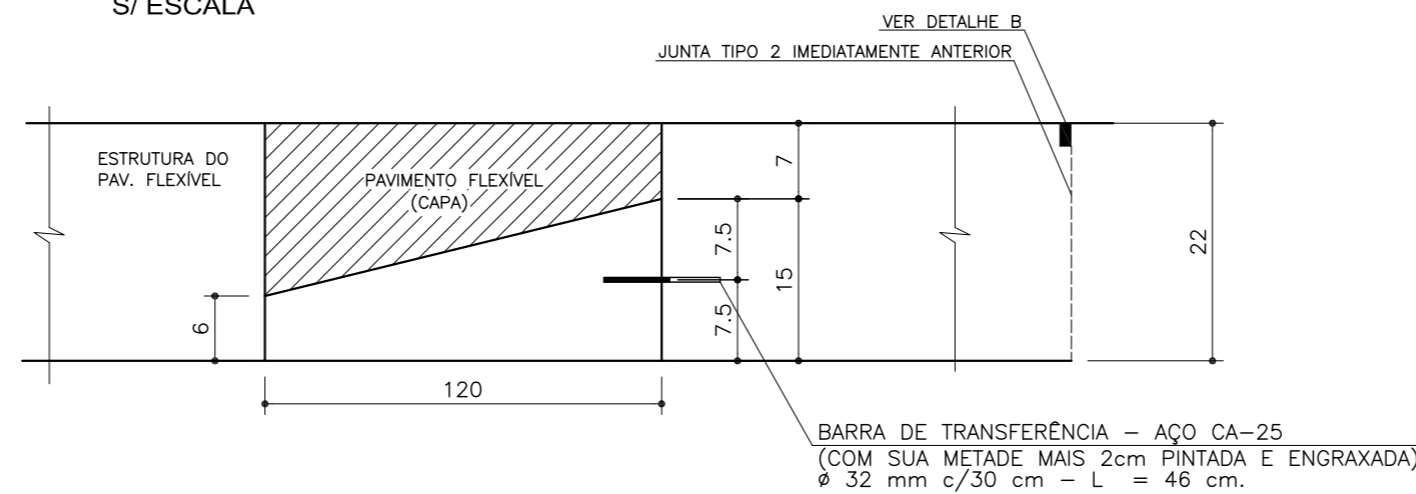


POSICIONAMENTO DE BARRAS DE TRANSFERÊNCIA NAS JUNTAS
S/ ESCALA

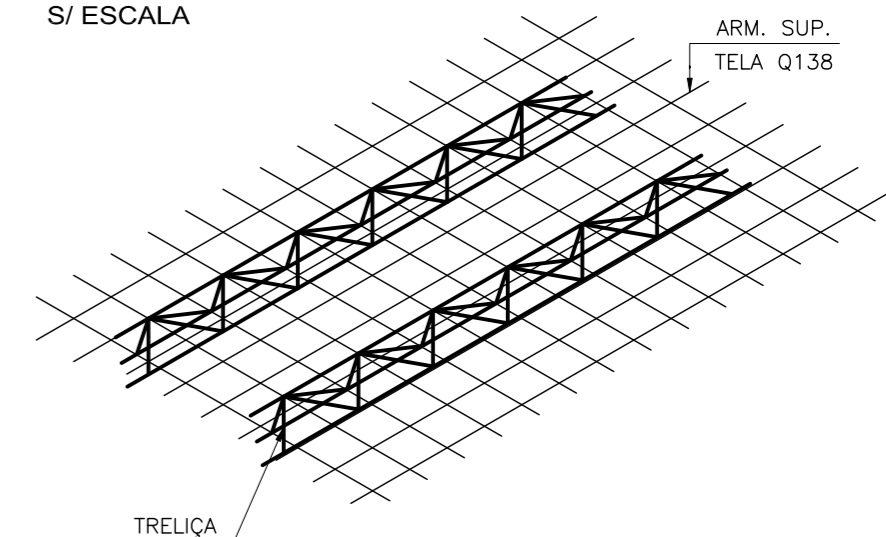


OBS.: O POSICIONAMENTO DAS BTGs DEVERÁ FORMAR OBRIGATORIAMENTE UM ÂNGULO DE 90° COM AS JUNTAS.

JUNTA DE TRANSIÇÃO TRANSVERSAL, NO ENCONTRO DO PAVIMENTO RÍGIDO COM O FLEXÍVEL.
S/ ESCALA



DETALHE P/ APOIO DA ARM. SUP. NAS TRELIÇAS
S/ ESCALA



Na qualidade de executor do Contrato nº013/2013-SO, firmado entre a Secretaria de Estado de Obras do DF e o Consórcio Transoeste,

ATESTO

que os projetos executivos para a readequação do corredor de transporte público do Eixo Oeste do Distrito Federal, em sistema BRT, e vias complementares ao sistema, contemplando estudo de tráfego, projetos de urbanismo, geometria, terraplenagem, pavimentação, drenagem, obras de artes especiais, paisagismo, sinalização, projeto de implantação e orçamento foram recebidos e aprovados.

Marise Pereira da Encarnação de Medeiros
matrícula nº 260.930-4
Executora

Clécio Nonato Rezende
matrícula nº 261.822-2
Executor

<p>Secretaria de Obras</p> <p>TÍTULO/ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO READEQUAÇÃO DO CORREDOR DO EIXO OESTE ESPM - Acesso ao TAS - Sist. Viário SMAS Interseção ESPM - W3 - Acesso ao TAS</p>		<p>PRISMA Consultoria</p> <p>A&T Arquitetura Planejamento e Transportes Ltda.</p>
<p>ETAPA DE PROJETO EXECUTIVO</p> <p>ESCALA SEM ESCALA</p> <p>FOLHA 2/2</p> <p>REVISÃO</p>	<p>LOCAL BRASÍLIA</p> <p>TRECHO/SUBTRECHO</p> <p>ESPECIALIDADE/SUBESPECIALIDADE PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DETALHES</p> <p>CÓDIGO</p>	<p>PROJETO</p> <p>CÁLCULO</p> <p>DESENHO</p> <p>DATA NOVEMBRO/2014</p>