



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
Secretaria de Infraestrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias
Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

Projeto Executivo do Lote C - Eixo Leste

NOTA TÉCNICA

DESVIO DA PE 360

1230-NTC-2052-00-00-001-R00

RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

Mai 2013





MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Secretaria de Infraestrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com
Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

Projeto Executivo do Lote C – Eixo Leste

NOTA TÉCNICA DESVIO DA PE-360

1230-NTC-2052-00-00-001-R00
RECIFE-PE


C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

Maio - 2013



Título NOTA TÉCNICA - DESVIO DA PE360																												Número 1230-NTC-2052-00-00-001							Folha 1/1						
Esta folha índice indica em que revisão está cada folha na emissão citada																																									
Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7						
1	X								36									71								106															
2	X								37									72								107															
3	X								38									73								108															
4	X								39									74								109															
5	X								40									75								110															
6	X								41									76								111															
7	X								42									77								112															
8	X								43									78								113															
9	X								44									79								114															
10	X								45									80								115															
11	X								46									81								116															
12	X								47									82								117															
13	X								48									83								118															
14	X								49									84								119															
15	X								50									85								120															
16	X								51									86								121															
17	X								52									87								122															
18	X								53									88								123															
19	X								54									89								124															
20	X								55									90								125															
21	X								56									91								126															
22	X								57									92								127															
23	X								58									93								128															
24	X								59									94								129															
25	X								60									95								130															
26	X								61									96								131															
27	X								62									97								132															
28	X								63									98								133															
29									64									99								134															
30									65									100								135															
31									66									101								136															
32									67									102								137															
33									68									103								138															
34									69									104								139															
35									70									105								140															

00	21/05/2013	Ignácio Rolim	C		Emissão Inicial			

Rev.	Data	Por	Em.	Aprov.	Descrição das revisões

TIPO DE EMISSÃO		
(A) Preliminar (B) Para Aprovação (C) Para Conhecimento (D) Para Cotação	(E) Para Construção (F) Conforme Comprado (G) Conforme Construído (H) Cancelado	(I) de Trabalho () () ()

APRESENTAÇÃO

Este documento constitui a Nota Técnica que apresenta o Projeto de Interseção do Sistema Adutor do PISF com a PE-360, as Notas do Serviço do desvio e da reconstituição da, bem como as estimativas dos materiais que serão consumidos na implantação das obras.

Todas as soluções adotadas basearam-se nos Manuais, Normas e Instruções do DNIT e livros didáticos, mencionando-se, no que tange à geometria, o “CURSO DE ESTRADAS” de autoria de M. Pacheco de Carvalho.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	2
1. OBJETIVO E CARACTERÍSTICA DO PROJETO	4
2. PROJETOS DA MODIFICAÇÃO DO TRAÇADO DA PE-360	5
2.1. PROJETO GEOMÉTRICO	5
2.2. PROJETO DE TERRAPLENAGEM	10
2.3. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	10
2.4. PROJETO DE DRENAGEM	12
2.4.1 ASPECTOS FUNDAMENTAIS	12
2.4.2 CONCLUSÃO SOBRE A DRENAGEM	14
2.5. PROJETO DE SINALIZAÇÃO	14
3. PROJETO DE DESVIO	15
3.1. ASPECTOS BÁSICOS	15
3.2. PROJETO GEOMÉTRICO EM PLANTA	15
3.2.1 PROCEDIMENTOS E PARÂMETROS ADOTADOS	15
3.2.2 JUSTIFICATIVAS DOS PROJETOS E PARÂMETROS ADOTADOS	17
3.3. PROJETO GEOMÉTRICO EM PERFIL	18
3.4. PROJETO TERRAPLENAGEM	22
3.5. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	23
3.6. PROJETO DE DRENAGEM	26
3.7. PROJETO DE SINALIZAÇÃO	27
4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	28

1. OBJETIVO E CARACTERÍSTICA DO PROJETO

O objetivo desta Nota Técnica é atender as observações dispostas na correspondência do DER-PE, Ofício Nº 2362/12-PR, de 17 de dezembro de 2012, dirigida ao Ministério de Integração.

O projeto abrange duas componentes bem distintas. Uma definitiva que, na realidade, consta de uma modificação do traçado, em perfil, e consequências resultantes, em um segmento da PE-360. A outra tem caráter provisório, constituindo-se de um desvio da rodovia em causa, cuja duração findará com o término da construção da primeira componente.

Esta mantém o traçado existente, em planta, e modifica o traçado em perfil, erguendo-o em um segmento, para que a rodovia em apreço eleve-se sobre o Canal do Sistema Adutor do PISF. Para tanto, prever-se uma obra de arte especial do tipo denominado Passagem Superior sobrejacente ao Canal em referência. A modificação em abordagem abrange a definição da geometria, da estrutura da obra, da terraplenagem, do pavimento, da drenagem e da sinalização, concernentes ao segmento em tela..

O desvio, a despeito de sua duração provisória, exige, no julgamento do DER-PE, a elaboração de um projeto completo composto da geometria, terraplenagem, pavimentação, drenagem e sinalização.

Antes de tratar dos projetos propriamente ditos, algumas informações importantes que dizem respeito aos estudos merecem ser destacadas. Quanto à topografia, explicita-se que a referência de nível utilizada foi transportada do MI – 001A, de altitude 349,788m, que tem como datum a altitude geométrica do marégrafo de Imbituba, Santa Catarina. O marco em referência tem por coordenadas geográficas: latitude 8°46'15.3584387"S; longitude 38°22'07.9571760"W e por coordenadas UTM: norte 9.030.411,050; este 569.413,932.

A respeito dos estudos geotécnicos, obtiveram-se os dados, no Arquivo Técnico da Sede do DER-PE, apresentados a seguir, do Projeto de Restauração da PE-360, trecho Ibimirim/Floresta, elaborado pela Empresa de Consultoria JBR para o DER-PE, em 2012:

Jazida J1 – Umburana – Estaca 398 – LD - a 160m do eixo; volume utilizável 75.816 m³, indicada para construção de base e sub-base;

Jazida J2 – Pipocas – Estaca 1800 – LD – a 20m do eixo; volume utilizável 35.640 m³; com características geotécnicas para emprego na construção de sub-base e de mistura com areia para construção de base;

Jazida J3 – Macambira – Estaca 2982 – LE – a 50m do eixo; volume utilizável 20.412 m³, indicada para construção de base, em mistura com areia, e para construção de sub-bse, no seu estado natural;

Jazida J4 – Mandante – Estaca 5008 – LE – a 6,2 km do eixo; volume utilizável 25.272 m³, com qualidade geotécnica que a faz adequada para emprego na construção de sub-base estabilizada granulometricamente, em seu estado natural, isto é, sem mistura;

Areal do Riacho do Navio, estaca 2757 – LD – a 3,9 km do eixo, com granulometria adequada e teor de matéria orgânica aceitável;

Pedreira Riacho do Pai João – LD – da estaca 2570 a 368 m do eixo, com volume estimado de 88.740 m³, com desgaste de 27%, medido pelo ensaio de abrasão Lós Angeles; o agregado pétreo fornecido por esta fonte, para emprego em mistura betuminosa, exige o uso de doping, no teor de 7%.

2. PROJETOS DA MODIFICAÇÃO DO TRAÇADO DA PE-360

2.1. PROJETO GEOMÉTRICO

Compreende a mudança somente do greide, como já foi dito anteriormente, mantendo-se o traçado em planta. Apesar desta condição, apresenta-se, no documento 1230-DEP-2052-20-04-016, com a finalidade de facilitar a compreensão, um desenho que contém o traçado em planta do segmento da PE-360, objeto da alteração, e também o do Desvio.

O projeto da modificação, em perfil, consta no documento acima referido, onde aparecem os dois greides: o existente e o da modificação, elevado em relação ao primeiro, para inserção da Passagem Superior.

Como se depreende do exame do desenho, a extensão total do segmento objeto do projeto da modificação é de apenas 600 m, estacas 0/30. O início, estaca “0” coincide com o km 38,608 da PE-360, e o término, estaca 30, corresponde ao km 38,008 da via em consideração.

Deve-se assinalar que a quilometragem, no sistema do DER-PE, cresce de Ibimirim para Floresta, enquanto que o estaqueamento, adotado pelo Consórcio Projetista, aumenta no sentido contrário.

Observa-se que todo o segmento da PE-360, objeto da modificação, tem traçado reto, em planta, e como tal, não é contemplado com superlargura nem com superelevação.

Adotaram-se, para o segmento ora projetado, supondo-o com o pavimentado já executado, as larguras de 3,50m, para cada uma das faixas de tráfego, e 1,00m para cada acostamento, perfazendo-se um total de 9,00m, no caso de aterro, para a plataforma final concluída. Note-se que a Ponte, ou Passagem Superior, como se queira chamar, com pista de tráfego de 12,20m, tem plataforma mais larga do que a mencionada para a rodovia. Assim, dever-se-á aumentar a plataforma da estrada, nos acessos à Passagem Superior, de modo a fazê-la coincidir, em planta e perfil, com a da ponte. Admite-se que a transição, quanto à largura, seja feita, nos 20m da aproximação dos acessos às extremidades.

É conveniente enfatizar que o greide projetado refere-se à superfície da Terraplenagem, tendo-se considerado uma espessura total de Pavimentação de 45cm, a mesma assinalada pelo DER-PE na sua correspondência, onde define que este foi o

dimensionamento do mais recente projeto de restauração, elaborado para a PE-360, já referido.

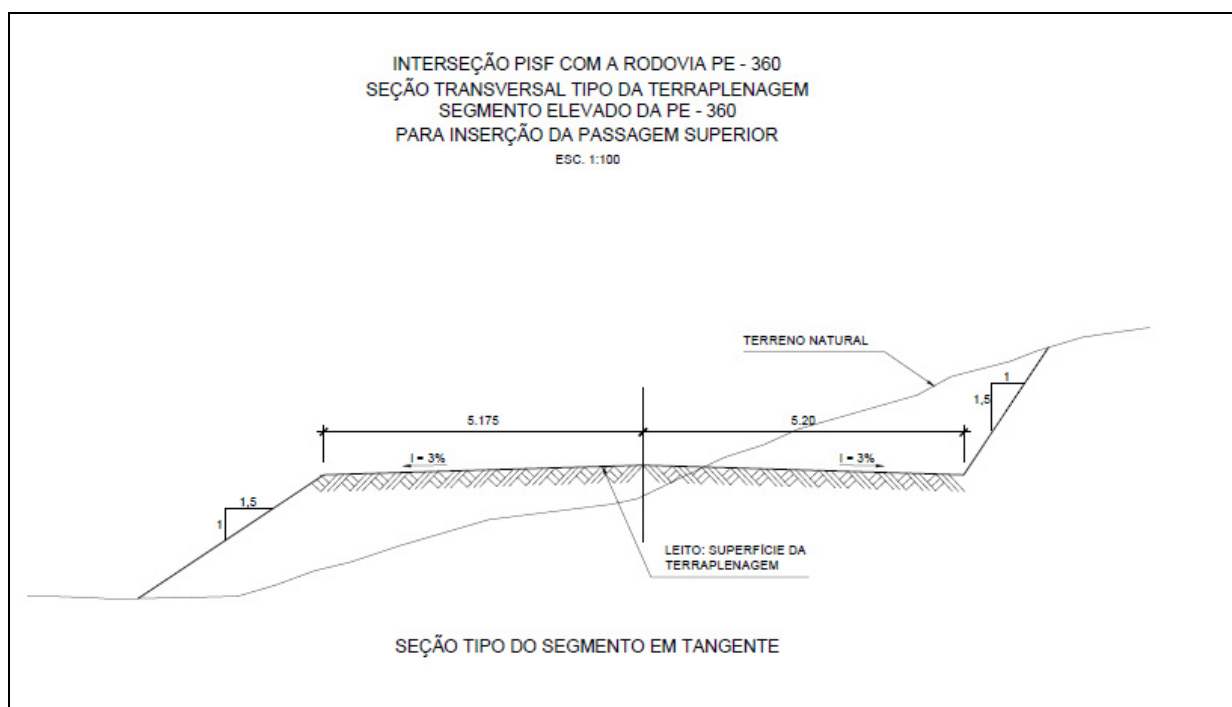
A largura total da plataforma da terraplenagem, em aterro, como é o caso, terá 9,00m + (2)x0,45mx1,50 = 10,35m. Apresentam-se, a seguir, o desenho da seção tipo da terraplenagem, a nota de serviço e o mapa de cubação.

MAPA DE CUBAÇÃO

ESTACA PROGRESSIVA	ESTACA	AREA DE CORTE (m²)	AREA DE ATERRO (m²)	VOLUME DE CORTE (m³)	VOLUME DE ATERRO COMPAC. (m³)	VOLUME DE ATERRO EMPOLADO (m³)	VOLUME ACUMUL. DE CORTE (m³)	VOLUME ACUMUL. DE ATERRO COMPAC. (m³)	VOLUME ACUMUL. DE ATERRO EMPOLADO (m³)	BALANÇO (m³)
0+000,00	EST,0+0,00	5,09	0	50,95	0	0	50,95	0	0	50,95
0+020,00	EST,3+0,00	4,59	0	96,87	0	0	147,82	0	0	147,82
0+040,00	EST,4+0,00	3,76	0	83,5	0	0	231,32	0	0	231,32
0+060,00	EST,5+0,00	2,11	0	58,64	0	0	289,96	0	0	289,96
0+080,00	EST,6+0,00	0,05	0,41	21,62	4,13	4,8734	311,58	4,13	4,8734	306,7066
0+100,00	EST,7+0,00	0	3,9	0,55	43,1	50,858	312,12	47,23	55,7314	256,3886
0+120,00	EST,8+0,00	0	9,31	0	132,09	155,8662	312,12	179,32	211,5976	100,5224
0+140,00	EST,9+0,00	0	16,27	0	255,86	301,9148	312,12	435,18	513,5124	-201,3924
0+160,00	EST,10+0,00	0	24,49	0	407,65	481,027	312,12	842,83	994,5394	-682,4194
0+180,00	EST,11+0,00	0	33,53	0	580,18	684,6124	312,12	1423,01	1679,1518	-1367,0318
0+200,00	EST,12+0,00	0	43,31	0	768,41	906,7238	312,12	2191,42	2585,8756	-2273,7556
0+220,00	EST,13+0,00	0	53,82	0	971,38	1146,2284	312,12	3162,8	3732,104	-3419,984
0+240,00	EST,14+0,00	0	64,96	0	1187,8	1401,604	312,12	4350,6	5133,708	-4821,588
0+260,00	EST,15+0,00	0	74,83	0	1397,82	1649,4276	312,12	5748,42	6783,1356	-6471,0156
0+280,00	EST,16+0,00	0	81,2	0	1560,22	1841,0596	312,12	7308,64	8624,1952	-8312,0752
0+300,00	EST,17+0,00	0	83,42	0	1646,17	1942,4806	312,12	8954,81	10566,6758	-10254,5558
0+320,00	EST,18+0,00	0	79,81	0	1632,33	1926,1494	312,12	10587,14	12492,8252	-12180,7052
0+340,00	EST,19+0,00	0	72,8	0	1526,09	1800,7862	312,12	12113,23	14293,6114	-13981,4914
0+354,41	EST,19+144 1	0	42,59	0	831,33	980,9694	312,12	12944,56	15274,5808	-14962,4608
0+360,00	EST,20+0,00	0	0	0	119,03	140,4554	312,12	13063,59	15415,0362	-15102,9162
0+380,00	EST,21+0,00	0	0	0	0	0	312,12	13063,59	15415,0362	-15102,9162
0+394,41	EST,21+144 1	0	53,95	0	388,72	458,6896	312,12	13452,31	15873,7258	-15561,6058
0+400,00	EST,22+0,00	0	51,84	0	295,66	348,8788	312,12	13747,97	16222,6046	-15910,4846
0+420,00	EST,23+0,00	0	45,6	0	974,42	1149,8156	312,12	14722,39	17372,4202	-17060,3002
0+440,00	EST,24+0,00	0	38,27	0	838,67	989,6306	312,12	15561,06	18362,0508	-18049,9308
0+460,00	EST,25+0,00	0	30,92	0	691,87	816,4066	312,12	16252,93	19178,4574	-18866,3374
0+480,00	EST,26+0,00	0	22,57	0	534,93	631,2174	312,12	16787,86	19809,6748	-19497,5548
0+500,00	EST,27+0,00	0	13,94	0	365,14	430,8652	312,12	17153	20240,54	-19928,42
0+520,00	EST,28+0,00	0	8,18	0	221,2	261,016	312,12	17374,2	20501,556	-20189,436
0+540,00	EST,29+0,00	0	3,86	0	120,38	142,0484	312,12	17494,58	20643,6044	-20331,4844
0+560,00	EST,30+0,00	0,02	0,33	0,24	41,84	49,3712	312,36	17536,42	20692,9756	-20380,6156
0+580,00	EST,31+0,00	2,92	0	29,47	3,26	3,8468	341,83	17539,68	20696,8224	-20354,9924
0+600,00	EST,32+0,00	5,21	0	81,31	0	0	423,14	17539,68	20696,8224	-20273,6824
0+620,00	EST,33+0,00	0	0	52,08	0	0	475,22	17539,68	20696,8224	-20221,6024

NOTA DE SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM

EST.0 + 0.00 a EST.30+0.00											
ESTACA PROGRESSIVA	ESTACA	LADO ESQUERDO				Eixo		LADO DIREITO			
		OFFSET		BORDO				BORDO		OFFSET	
		DIST.	COTA	DIST.	COTA	COTA TERRENO	COTA PROJETO	DIST.	COTA	DIST.	COTA
0 + 0,00	EST.0+0.00	5,415	454,177	5,200	453,854	454,460	454,010	5,200	453,854	5,464	454,251
0 + 20,00	EST.1+0.00	5,386	454,480	5,200	454,201	454,761	454,357	5,200	454,201	5,437	454,556
0 + 40,00	EST.2+0.00	5,337	454,783	5,200	454,577	455,089	454,733	5,200	454,577	5,391	454,863
0 + 60,00	EST.3+0.00	5,240	455,092	5,200	455,032	455,359	455,188	5,200	455,032	5,298	455,179
0 + 80,00	EST.4+0.00	5,469	455,371	5,175	455,567	455,659	455,722	5,175	455,567	5,309	455,477
0 + 100,00	EST.5+0.00	6,012	455,622	5,175	456,180	455,961	456,335	5,175	456,180	5,946	455,666
0 + 120,00	EST.6+0.00	6,751	455,820	5,175	456,871	456,228	457,027	5,175	456,871	6,812	455,780
0 + 140,00	EST.7+0.00	7,548	456,060	5,175	457,642	456,520	457,797	5,175	457,642	7,873	455,843
0 + 160,00	EST.8+0.00	8,391	456,298	5,175	458,442	456,819	458,597	5,175	458,442	8,794	456,029
0 + 180,00	EST.9+0.00	9,244	456,529	5,175	459,242	457,119	459,397	5,175	459,242	9,595	456,295
0 + 200,00	EST.10+0.00	10,089	456,766	5,175	460,042	457,419	460,197	5,175	460,042	10,294	456,629
0 + 220,00	EST.11+0.00	10,913	457,017	5,175	460,842	457,718	460,997	5,175	460,842	10,955	456,988
0 + 240,00	EST.12+0.00	11,555	457,388	5,175	461,642	458,043	461,797	5,175	461,642	11,650	457,325
0 + 260,00	EST.13+0.00	12,127	457,713	5,175	462,347	458,359	462,503	5,175	462,347	12,397	457,533
0 + 280,00	EST.14+0.00	12,452	458,049	5,175	462,900	458,686	463,055	5,175	462,900	12,959	457,711
0 + 300,00	EST.15+0.00	12,637	458,325	5,175	463,300	458,988	463,455	5,175	463,300	12,841	458,190
0 + 320,00	EST.16+0.00	12,285	458,808	5,175	463,547	459,310	463,703	5,175	463,547	12,741	458,503
0 + 340,00	EST.17+0.00	11,663	459,316	5,175	463,642	459,610	463,797	5,175	463,642	12,373	458,843
0 + 354,41	EST.17+14,4 1	11,834	459,419	5,175	463,859	459,876	463,797	5,175	463,859	12,198	459,177
0 + 360,00	EST.18+0.00	PONTE				459,967	-	PONTE			
0 + 380,00	EST.19+0.00					460,280	-				
0 + 394,41	EST.19+14,4 1	10,969	459,996	5,175	463,859	460,520	463,797	5,175	463,859	11,264	459,800
0 + 400,00	EST.20+0.00	10,434	460,136	5,175	463,642	460,603	463,797	5,175	463,642	10,841	459,864
0 + 420,00	EST.21+0.00	9,933	460,464	5,175	463,636	460,885	463,791	5,175	463,636	10,440	460,125
0 + 440,00	EST.22+0.00	9,386	460,778	5,175	463,586	461,187	463,741	5,175	463,586	9,846	460,472
0 + 460,00	EST.23+0.00	8,690	461,143	5,175	463,486	461,483	463,641	5,175	463,486	9,212	460,794
0 + 480,00	EST.24+0.00	7,959	461,480	5,175	463,336	461,784	463,491	5,175	463,336	8,321	461,238
0 + 500,00	EST.25+0.00	7,053	461,890	5,175	463,142	462,163	463,297	5,175	463,142	7,512	461,584
0 + 520,00	EST.26+0.00	6,336	462,324	5,175	463,098	462,524	463,253	5,175	463,098	6,577	462,163
0 + 540,00	EST.27+0.00	5,789	462,658	5,175	463,067	462,835	463,222	5,175	463,067	5,888	462,591
0 + 560,00	EST.28+0.00	5,275	462,982	5,175	463,048	463,135	463,203	5,175	463,048	5,337	462,940
0 + 580,00	EST.29+0.00	5,357	463,277	5,200	463,041	463,435	463,197	5,200	463,041	5,334	463,242
0 + 600,00	EST.30+0.00	5,493	463,570	5,200	463,130	463,736	463,286	5,200	463,130	5,468	463,532



A obra da Passagem Superior ou Ponte, terá o eixo na estaca 18+14,41, correspondente à estaca 2929+13,72 do eixo do Sistema Adutor e ao km 38,233 da rodovia em apreço. Seu comprimento total, de uma extremidade à outra, é de 40 m. Assim, sua primeira extremidade fica na estaca 17 +14,41 e a última na estaca 19 + 14,41. Sua largura, entre os pés dos guarda-rodas, isto é, da pista de tráfego, é de 12,20m, como já se nomeou. A superfície superior do tabuleiro, ou seja, da pista de tráfego, foi projetada plana, na cota 464,014. Portanto, para que a faça ter declividade transversal, para cada semipista, igual à correspondente da faixa de tráfego dos acessos viários, tem-se de dotá-la de um revestimento, no caso em concreto asfáltico, aplicado sobre seu lastro superior. Como a declividade transversal da pista da rodovia existente é de 3%, descendente do eixo para cada bordo, a largura de cada semipista, na ponte, é de 6,10m, e considerando que a menor espessura do revestimento seja 5 cm, no bordo, o revestimento terá espessura de 23,3 cm, no eixo.

Levando-se em consideração os parâmetros geométricos apresentados, no que diz respeito à espessura total do pavimento e ao revestimento do lastro da ponte, vê-se que o greide projetado que, como já referido, corresponde à superfície da terraplenagem, nas extremidades da ponte, no eixo, deverá ficar 21,7cm abaixo da cota 464,014, topo da laje, uma vez que a soma dos 21,7cm com os 23,3cm do revestimento, no eixo da ponte, perfaz o total de 45cm da espessura do pavimento.

Após a construção da pavimentação, nos acessos à ponte, com a espessura de 45cm e obedecidas as inclinações transversais estabelecidas, de 3% para cada lado, haverá a justaposição entre o topo do revestimento da ponte e os dos seus acessos, em ambas as extremidades da obra de arte.

A cota da terraplenagem, projetada para o eixo, no início do segmento, estaca 0, é 454,010m, igual à cota da superfície do pavimento existente menos 45cm, espessura total

da pavimentação. Similarmente, a cota no final do segmento, estaca 30, é 463,286m. Considerou-se, no lançamento do greide, a declividade longitudinal, de 1,6%, do greide da rodovia existente.

As justificativas técnicas para as soluções adotadas no Projeto Geométrico da elevação do greide da PE-360, no segmento em causa, estacas 0/30 são explicitadas nos parágrafos subsequentes que, para serem plenamente compreendidos, necessitam ser complementados com o exame do documento 1230-DEP-2052-20-04-016.

O segmento projetado tem extensão muito reduzida de apenas 600m, como já se referiu. Seu traçado em altimetria tem somente 4 (quatro) curvas de concordância vertical, sendo duas convexas e duas côncavas. As rampas longitudinais são suaves, com apenas uma de 4%, que ocorre em um dos acessos à Passagem Superior. Explicita-se, nas demonstrações apresentadas a seguir, a comprovação do atendimento as prescrições do DNIT de apenas duas das quatro curvas de concordância vertical, uma convexa, entre as estacas 12 e 17, e uma côncava, estacas 1/7, que se consideram como as mais críticas, por terem as maiores diferenças algébricas entre as rampas longitudinais concordadas.

Inicialmente, é de bom alvitre justificar a rampa longitudinal máxima adotada de 4%. O quadro 5.5.2.1, página 124 do Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, do DNIT, estabelece que esta é a rampa para as rodovias, classe III e IV-A, em relevo plano, como é o caso da travessia em pauta. Como se trata do projeto em perfil determinaram-se a distância de visibilidade de parada desejável – d - e o parâmetro de curvatura – K - que é definido como a taxa de variação da declividade longitudinal, na unidade de comprimento. Para o coeficiente de atrito, indicado para o caso, de $f = 0,33$, rampa longitudinal de 4% e velocidade diretriz de 60km/h, mandada adotar pelo DER-PE, o quadro 5.3.1.4 do Manual, página 55 fornece $d=90m$.

Para a velocidade diretriz referida, rampas longitudinais de 3%,4% e 5%, adotando-se o critério da distância de visibilidade necessária, o Manual do DNIT, já mencionado, no quadro 5.5..3.2, página 128, fornece o valor de K em 18, para curvas verticais convexas, e 17 para curvas verticais côncavas.

Considerando-se a curva de concordância vertical convexa, mais crítica, projetada no acesso à ponte, entre as estacas 12 e 17, com 4% de diferença algébrica de rampa longitudinal, **a figura 5.5.3.2, página 131**, do Manual em apreço, para uma velocidade diretriz de 60 km/h, fornece o comprimento desejável de curva de 70m.

Para a curva de concordância vertical côncava, mais crítica, no projeto original, a diferença algébrica de rampas longitudinais é 2,266%. **A figura 5.5.3.4, página 133**, do Manual dá o comprimento desejável da curva de concordância de 40m.

Fazendo-se o cotejo entre os parâmetros discriminados nos parágrafos anteriores e os comprimentos das curvas de concordância vertical adotados no projeto e indicados nos desenhos concernentes ao perfil, vê-se que as prescrições do DNIT estão atendidas, com bastante folga.

2.2. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

A seção transversal tipo da terraplenagem foi apresentada anteriormente, no item referente ao Projeto Geométrico. A definição desta seção e do projeto do greide permitiu a determinação dos volumes dos terraplenos, corte e aterro, contidos no “mapa de cubação”. Examinando este, verifica-se que o volume de corte é bastante reduzido, de apenas 423,140m³. Por outro lado, como se pode inferir da observação do desenho do perfil, o volume de aterro é bem superior, no montante, compactado, de 17.539,720m³. Supondo-se um coeficiente de uniformização de 1,18, necessitar-se-ão de 20.696,870 m³ de solos escavados para se construir o aterro. Como se dispõe de 423,140 m³ de corte, ter-se-á de fazer empréstimo para se obter um volume de 20.273,730 m³. Indica-se que o empréstimo seja feito na faixa de domínio da PE-360 em caixa ou vala, estreita e longa, aproximadamente paralela ao eixo da rodovia, sem interferência na área onde se assentará o desvio provisório para construção da Passagem Superior e seus acessos.

Estima-se em 220m a DMT para o transporte do material proveniente do empréstimo. O volume de 423,140m³, proveniente do corte, será transportado em curta distância média de transporte – DMT – estimada em 120m.

Na hipótese de insuficiência de volume do empréstimo indicado, sugere-se o emprego da sobra do material ou de um provável alargamento da área da Jazida - J2 – “Pipocas” – estaca 1800 (km 36) – Lado Direito a 20 m do eixo, constante do Projeto de Restauração da PE-360, já aludido.

2.3. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O DER-PE em seu parecer explicita que a espessura total do pavimento é de 45 cm, com a seguinte constituição:

- revestimento: 5 cm de concreto asfáltico, com textura da faixa “C” do DNIT, na pista de tráfego e acostamentos;
- base: 20 cm da reciclagem, com adição de brita, do revestimento e base do pavimento existente em toda largura da plataforma;
- sub-base: mantém a existente, com 20 cm de espessura, de material estabilizado granulometricamente, em toda largura da plataforma;

Adotou-se, com algumas adequações, a mesma solução do DER-PE. A espessura total, como já mencionado, foi mantida.

O revestimento, tanto nas faixas de tráfego, quanto nos acostamentos, é o mesmo, preservando-o em concreto asfáltico – CA – com 5 cm de espessura, textura na faixa “C” do DNIT.

Quanto à camada de base, por motivos óbvios, não se pode conservar a mesma solução, no que diz respeito à natureza do material constituinte, substituindo-o por brita graduada de granulometria em acordo com a faixa “C” do DNIT, permanecendo-se, todavia, com a espessura de 20 cm. A pedra, de localização definida no Item 2.0, será a fonte fornecedora do material pétreo para construção da base, tendo-se uma DMT = 13,565 km.

Os agregados pétreos e arenosos, destinados à construção do concreto asfáltico, serão provenientes, respectivamente, da Pedreira, DMT = 13,565 km, e Areal, DMT = 20,837 km, cujas localizações estão indicadas no Item 2.0 deste Relatório. O cimento Portland para emprego como filer do concreto asfáltico poderá ser obtido na cidade de Floresta, DMT = 67,800 km, ou Ibimirim, DMT = 38,203 km. Os ligantes betuminosos poderão ser obtidos na cidade do Cabo de Santo Agostinho, estado de Pernambuco, com uma DMT de 404,200 km, para o segmento projetado.

A camada de sub-base está prevista com 20 cm de espessura e deverá ser da modalidade estabilizada granulometricamente com o emprego do solo proveniente da Jazida - J2 – Pipocas, estaca 1800 – LD a 20m do eixo, conforme já se nomeou também no Item 2.0, anteriormente referido. A DMT será de 2,223 km.

Os quantitativos das obras de pavimentação são calculados e apresentados nas demonstrações seguintes:

Imprimação betuminosa: $600\text{m} \times 9,00\text{m} = 5400 \text{ m}^2$; o ligante será o CM-30, empregado à taxa de $1,20\text{kg/m}^2$; quantidade de ligante: $5400 \times 1,20 = 6480 \text{ kg}$

Revestimento em concreto asfáltico –CA – na pista de tráfego e acostamentos: $600 \text{ m} \times 9,00 \text{ m} \times 0,05 \text{ m} = 270 \text{ m}^3$ mais o excesso do revestimento da Passagem Superior $40\text{m} \times 12,20\text{m} \times 0,183 = 89,304\text{m}^3$, perfazendo o total de $359,304\text{m}^3$; peso do concreto asfáltico: $359,304\text{m}^3 \times 2380\text{kg/m}^3 = 855143,520\text{kg} = 855,143\text{t}$;

Estimativa dos materiais componentes do concreto asfáltico:

Ligante betuminoso CAP 50/60 – $0,065 \times 855,143 = 55,584\text{t}$;

Agregado pétreo – $0,62 \times 855,143 = 530,189\text{t}$

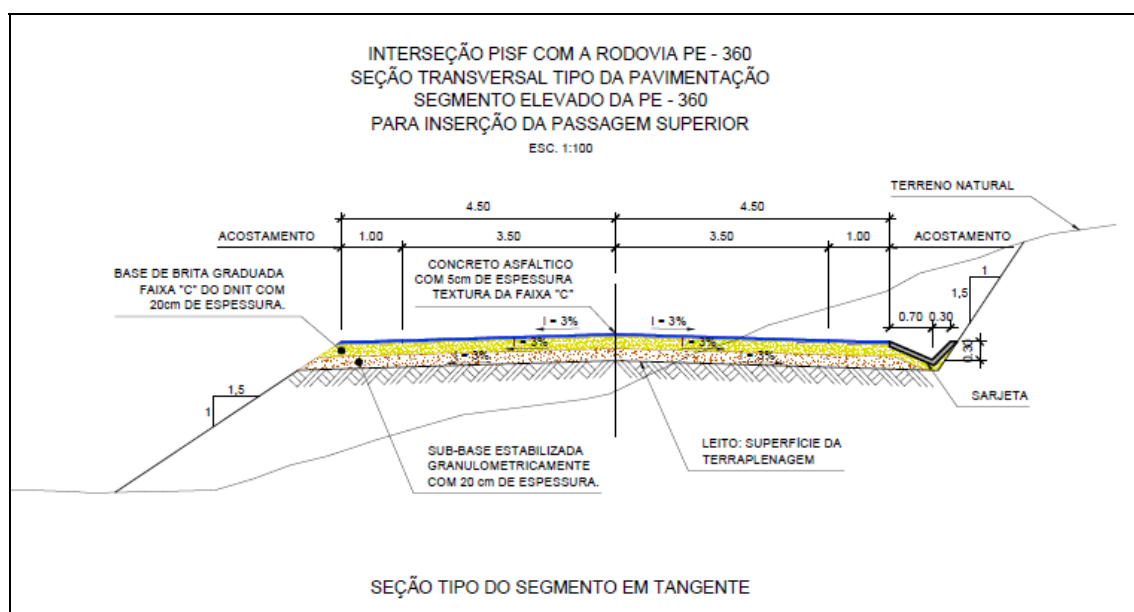
Areia – $0,265 \times 855,143 = 226,613\text{t}$

Filler – Cimento Portland – $0,05 \times 855,143 = 42,757\text{t}$

Base de brita graduada: $600 \text{ m} \times 10,125 \text{ m} \times 0,20 = 1215 \text{ m}^3$

Sub-base estabilizada: $600\text{m} \times 10,29\text{m} \times 0,20 \text{ m} = 1234,800 \text{ m}^3$

Exibe-se a seguir a seção transversal tipo da pavimentação a ser construída no segmento em consideração. A figura ilustra o que foi dito a respeito do assunto abordado.



2.4. PROJETO DE DRENAGEM

2.4.1 ASPECTOS FUNDAMENTAIS

O segmento objeto da modificação do traçado é de pequena extensão, apenas 600m, como já esclarecido e, além disto, está quase totalmente em aterro havendo apenas cortes, de pequena monta, nas extremidades. Esta particularidade reduz bastante a necessidade de dispositivos drenantes, limitando-os aos destinados à captação e condução, a locais adequados, das águas superficiais originadas das precipitações que incidem diretamente na plataforma, uma vez que não há nenhum indício da presença de fluxo de água subterrânea.

Nos cortes, a declividade transversal de 3%, do eixo para cada bordo, e as sarjetas previstas nos pés destes efetuarão a drenagem superficial com eficiência desejável.

Nos aterros, maciços de altura e rampas longitudinais significativas, nas aproximações das extremidades dos acessos à Passagem Superior, a situação exige uma análise mais acurada para uma tomada de decisão racional. Para tanto, necessita-se calcular a velocidade do fluxo das águas superficiais nas bordas da plataforma e a comparar com o valor limite da velocidade de erosão do material constituinte do aterro. Se a velocidade do fluxo for superior à da erosão, dever-se-á prever sarjeta de aterro e seus dispositivos complementares: entrada d' água, chamada também de saída d' água, descida d' água e dissipador de energia.

O material constituinte do aterro, nas suas bordas, pode ser considerado como cascalho fino, cujo limite de velocidade de erosão é 0,60 m/s, de acordo com a Tabela Nº 31 do Manual de Drenagem do DNIT.

Calcular-se-á a velocidade do fluxo das águas nos bordos da plataforma, considerando, primeiro, a situação mais crítica do segmento do projeto que é a do primeiro acesso à

Passagem Superior, onde a rampa longitudinal é de $\alpha = 4\%$; a declividade transversal, igual para ambos os lados do eixo, pois o segmento está em tangente é $\beta = 3\%$; a semilargura da plataforma é de 4,50 m; a rodovia é considerada pavimentada com revestimento betuminoso.

A velocidade do fluxo das águas superficiais nas bordas do aterro é calculada pela expressão matemática seguinte:

$$V = \frac{I^{0,9} \times K^{0,6} \times C^{0,4} \times i^{0,4} \times L^{0,4} \times (\alpha^2 + \beta^2)^{0,2}}{166,92 \times \beta^{0,4}}$$

Os símbolos constantes na equação acima têm os seguintes significados e valores:

V – velocidade do fluxo das águas superficiais nos bordos da plataforma do aterro em m/s;

I – declividade da reta de maior declive sobre a plataforma em percentagem; no caso “I” é calculada pela expressão seguinte:

$$I = (\alpha^2 + \beta^2)^{0,5}$$

Efetuada-se o cálculo pela expressão acima, encontra-se $I = 5\%$;

K – coeficiente de rugosidade de Strickler do material da superfície da plataforma, ou seja, do pavimento; este parâmetro é igual ao inverso do coeficiente de rugosidade “n” de Manning; pela tabela Nº 34, página 128 do referido Manual, tem-se $n = 0,023$ o que resulta $k = 43,48$;

C – coeficiente de escoamento da bacia de contribuição para a sarjeta do aterro; no caso tomado como sendo igual a 0,90, de acordo com a Tabela Nº 39 do Manual de Drenagem de Rodovias, do DNIT, considerando a superfície da bacia pavimentada com revestimento betuminoso;

i – intensidade da precipitação da área igual a 12 cm/h, para um tempo de concentração igual ao entrada, de 10 minutos, para um período de recorrência de 25 anos; parâmetro obtido dos Estudos Hidrológicos do Projeto de Restauração da PE-360, elaborado pela Empresa JBR, para o DER-PE, em 2012;

L – largura do implúvio igual à da semiplataforma que é de 4,50 m;

- os parâmetros α e β , conforme já definidos, são iguais, respectivamente, a 4 e 3%;

Substituindo na equação supra os símbolos por seus valores numéricos e fazendo-se as operações indicadas, encontra-se $V = 0,54$ m/s, valor inferior ao limite de velocidade capaz de causar erosão que é, como já mostrado, de 0,60 m/s. Assim, chega-se à conclusão de que não há necessidade da sarjeta de aterro e nem de seus dispositivos complementares: entrada d’água, descida d’água e dissipador de energia.

Far-se-á, em seguida, a mesma verificação para o aterro do segundo acesso à Passagem Superior, considerando, agora, a rampa longitudinal $\alpha=1\%$, que faz, agora, $I=3,16\%$, mantendo-se os outros parâmetros usados no cálculo feito para o primeiro, pois, são os mesmos.

Aplicando-se, para a determinação de “V”, a equação indicada anteriormente, desta feita com $\alpha=1\%$ e $I=3,16\%$, obtém-se $V = 0,39 \text{ m/s}$ que, por ser menor do que $0,60 \text{ m/s}$ determina que não há necessidade, também, no segundo acesso à Passagem Superior, da sarjeta de aterro e de seus dispositivos complementares: entrada d’ água, descida d’ água e dissipador de energia.

2.4.2 CONCLUSÃO SOBRE A DRENAGEM

O segmento da modificação do traçado em perfil da PE-360, com a adoção de uma Passagem Superior desta via sobre o Sistema Adutor do PISF, não carece de dispositivos especiais para a drenagem das águas pluviais. A geometria definida no projeto dotando a via de uma conjugação adequada de inclinações transversal e longitudinal promoverá uma drenagem efetiva, que será reforçada pela proteção vegetal dos taludes dos aterros, ou seja, do eleivamento destes. Indica-se que esta proteção seja feita com a “macambira”, espécie vegetal típica do semiárido.

As áreas de proteção vegetal ou eleivamento nos taludes dos aterros nos acessos à Passagem Superior estão indicadas a seguir:

Aterro da extremidade do acesso sentido Floresta/Ibimirim, em ambos os lados: $2737,258\text{m}^2$;

Aterro da extremidade do acesso sentido Ibimirim/floresta, em ambos os lados: $998,661\text{m}^2$;

2.5. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

É muito simples devido à pequena extensão do segmento. Constou como de praxe em toda rodovia da sinalização horizontal e da vertical. A sinalização horizontal contemplou a pintura no eixo e bordos das faixas de tráfego. A vertical definiu os sinais pertinentes, incluindo as defensas nos aterros de acesso à obra da Passagem Molhada. Na elaboração do projeto foram seguidas as recomendações do Manual de Sinalização do CONTRAN e o Ide Sinalização Rodoviária do DNIT.

Os desenhos da sinalização estão apresentados no documento 1230-DEP-2052-20-92-002. São, por si só, autoexplicativos e dispensam comentários adicionais. Contém os detalhes e quantitativos dos serviços a executar.

Apresenta-se, a seguir, um resumo dos quantitativos da sinalização horizontal e da vertical.

SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Faixa contínua, amarela, com 0,10m de largura – 55m²;

Faixa interrompida (descontínua), amarela, com 0,10m de largura – 26m²;

Faixa contínua, branca, com 0,10m de largura – 148m²;

Tachas amarelas bidirecionais – 205ud;

Tachas brancas bidirecionais – 156ud;

Defensas semimaleáveis – 128m;

Delineadores – 14ud;

SINALIZAÇÃO VERTICAL

Sinais circulares de diâmetro de 0,80m – 4ud;

Sinais retangulares de 3,25m x 1,00 – 2ud;

3. PROJETO DE DESVIO

3.1. ASPECTOS BÁSICOS

No item Objetivo e Características do Projeto – foram levantadas algumas ponderações sobre o tema aqui abordado. Enfatizam-se outros particulares, julgados significativos, nomeados subsequentemente.

Na elaboração do projeto, teve-se a preocupação de proporcionar um nível de serviço, pelo menos, próximo do ofertado pela atual PE-360, notadamente quanto aos padrões geométricos, como pode ser percebido nas descrições feitas adiante e no documento 1230-DEP-2052-20-26-020.

A extensão total do desvio é de 793,44m, indo da estaca “0” à estaca 39 + 13,44. São 650,08m em curvas e 143,36 em tangente. É bom lembrar que o sentido crescente deste estaqueamento é contrário ao adotado no Projeto de Restauração da PE-360, já referido.

3.2. PROJETO GEOMÉTRICO EM PLANTA

3.2.1 PROCEDIMENTOS E PARÂMETROS ADOTADOS

Teve como objetivo fundamental atender as determinações do Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, do DNIT.

Há que se mencionar que o DER-PE definiu, em sua análise feita do Projeto inicialmente encaminhado, a velocidade diretriz de 40 km/h, parâmetro fundamental na consecução do Projeto Geométrico que ora se apresenta.

Outros dados importantes merecem, logo de início, ser revelados: a área do projeto foi considerada como de Relevo Plano; o Veículo de Projeto assumido foi o tipo – SR - do Manual em consideração. A classe III-IVA foi adotada com o propósito de manter no Desvio, tanto quanto possível, o nível de serviço da PE-360.

No traçado em planta, lançaram-se 4 (quatro) curvas de concordância horizontal, cada uma delas dotada de dois ramos em espiral do tipo Clotóide ou Van Leber. Entre os ramos das espirais, como é de praxe, inseriu-se uma curva circular, cujo raio, de 143,27m, como não poderia deixar de ser, é igual aos das espirais no ponto comum entre estas curvas. Em correspondência ao número destas, foi definida igual quantidade de ângulos de deflexão – AC - todos iguais entre si, em valor absoluto de 37°, porém em sentidos estratégicos, adrede definidos, de modo a se atender a condição de efetivação do desvio do traçado em planta da PE-360. Da mesma maneira, são iguais os comprimentos das curvas de transição – $L_c=70$ m – e, como não poderia ser diferente, são iguais os desenvolvimentos das curvas circulares, com magnitude de 22,52m, cada uma. Os parâmetros nomeados terão seus módulos justificados adiante, como será visto, em consonância com o Manual já referido. Resumindo-se pode ser dito que a configuração da planta de locação do Desvio consubstancia-se no seguinte: a partir da estaca “0”, no eixo da PE-360, percorre-se 83,36m, chegando-se ao primeiro PI onde se deflete à direita em ângulo de 37°; saindo deste primeiro PI na direção definida anteriormente desloca-se 166,72m definindo-se o segundo PI, fazendo-se aí uma deflexão, à esquerda de 37°, tomando-se novo alinhamento, agora paralelo ao eixo da PE-360, pelo qual, após se deslocar, em linha reta, 226,72m, alcança-se o terceiro PI; defletindo-se neste 37°, à esquerda, e andando-se, em linha reta, 166,72m, chega-se ao quarto PI no eixo da PE-360. Marcados os quatro PI(s), faz-se a locação das curvas com os parâmetros AC – R e L_c , já definidos.

No documento 1230-DEP-2052-20-26-020, exibi-se o desenho da planta de locação do traçado, que ilustra toda a descrição feita no parágrafo anterior. Deve ser observado que as duas primeiras curvas, considerando o sentido crescente do estaqueamento, e as duas últimas são contínuas e reversas, isto é, o término de uma – ST – coincide com o início da outra – TS. As normas do DNIT, tendo em vista a classe da rodovia, permite esta geometria, desde que, como foi o caso, adotem-se as curvas espirais antes e depois dos segmentos circulares, podendo os comprimentos das Clotóides – L_c - servirem para se efetuar as transições entre os valores da superlargura e superelevação. Como será explicitado adiante, o Manual em consideração estabelece em 1,00m a superlargura total, podendo ser dividida em 0,50m para cada lado, opção que se adotou. Também seguindo as instruções do DNIT, a superelevação máxima de 8% foi efetivada.

No documento 1230-DEP-2052-20-26-020 também um quadro onde são apresentados os dados numéricos que permitem efetuar a locação de todo o Desvio, dando destaque aos concernentes às curvas.

3.2.2 JUSTIFICATIVAS DOS PROJETOS E PARÂMETROS ADOTADOS

Veículo de Projeto

Como a PE-360 é atuada em frequência significativa por caminhões do “tráfego através” e nenhuma instrução oficial foi informada a respeito deste dado, admitiu-se que o Veículo de Projeto é o SR (Semi Reboque), com 16,80 m de comprimento, conforme indicado no Quadro 5.2.4.1, página 47, do Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, do DNIT, já mencionado.

Superelevação Máxima de 8%

Foi adotada como consequência do que estabelece o Manual à página 91:

“ $e_{\max} = 8\%$: em projetos de rodovias de padrão intermediário ou de rodovias de elevado padrão sujeitas a fatores (geralmente topográficos) que reduzam a velocidade média. Adotar para classe I em região montanhosa e **rodovias das demais classes de projeto em geral.**”

Raio de Curvatura da Concordância Horizontal

Adotou-se o raio de 143,27 m, o mesmo do projeto original. Esta medida é bem superior à do raio mínimo que, segundo o Manual, página 70, é calculado por:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (e_{\max} + f_{\max})} \quad (1) \text{ Onde os símbolos têm os significados seguintes:}$$

R_{\min} – raio mínimo em m; V – velocidade diretriz em m/h ($V = 40 \text{ km/h}$); $e_{\max} = 0,08 \text{ m/m}$; $f_{\max} = 0,18$, conforme quadro 5.4.3.1, para $V = 40 \text{ Km/h}$:

Substituindo em (1) os símbolos pelos valores numéricos, obtém-se $R_{\min} = 48,45 \text{ m}$. Vê-se que o raio adotado – 143,27 m – atende plenamente as exigências.

Superlargura

O quadro 5.4.4.3 do Manual em causa fornece a superlargura de 1,00m, que foi a adotada, para o Veículo de Projeto – SR – largura de pista de 7,20m, $V = 40 \text{ km/h}$ e $140 \text{ m} \leq R \leq 145 \text{ m}$.

Comprimento da Curva de Transição

O comprimento normal da curva de transição é dado pela equação seguinte:

$$L_c = 6 \sqrt{R}$$

Para $R = 143,27 \text{ m}$, obtém-se $L_c = 71,82 \text{ m}$; fez-se $L_c = 70 \text{ m}$.

Comprimento da Curva Circular Dotada de Superelevação – D

O Manual, à pagina 112, estabelece que o comprimento da curva circular dotada de superelevação deverá atender a inequação seguinte:

$D \geq 0,5 \times V$, onde V é a velocidade diretriz em Km/h, igual a 40 Km/h, no caso em consideração. Logo $D \geq 20$ m, o que foi atendido no projeto, pois $D = 22,52$ m. O ângulo $AC = 37^\circ$ foi fixado a fim de se atender esta condição, para o raio de 143,27 m.

3.3. PROJETO GEOMÉTRICO EM PERFIL

Foi elaborado dispensando atenção à consecução de uma boa geometria, mas com limites impostos pelo zelo aos aspectos econômicos ditados pela realidade de que se trata de uma via provisória. Dentro desta concepção, lançou-se um greide colado à superfície do terreno onde se assentará o corpo da estrada. Esta superfície é muito plana, de excelente drenagem natural, sem interferência de cursos d' água mesmo de pequenos talwegues. Afora estes aspectos, tem um substrato firme, estável, sem nenhum sinal pernicioso quanto à compressibilidade e capacidade de suporte.

O greide projetado corresponde ao topo da plataforma da terraplenagem, sem inclusão da espessura de 0,45cm da estrutura do pavimento. A planilha da nota de serviço é apresentada adiante.

Chama-se a atenção que, nesta planilha, a largura da plataforma varia devido à superlargura nas curvas. Repete-se que a superlargura máxima, que se aplica nos segmentos das curvas circulares, é de 1,00m, distribuído em 0,50m de cada lado. Nos segmentos das curvas de transição, com 70m cada um, é feita a distribuição da variação da superlargura de - 0,00m para 0,50m - de cada lado.

A planilha mencionada leva em consideração a superelevação que, como já referido, tem inclinação transversal máxima de 8%, dentro dos segmentos das curvas circulares, ascendente do bordo interno para o externo. O giro para inserção desta declividade é dado no ponto correspondente ao eixo. A variação das inclinações transversais, nas tangentes, de 3%, descendente do eixo para os bordos, para a máxima já mencionada, também é feita ao longo dos segmentos, de 70m em cada curva de transição.

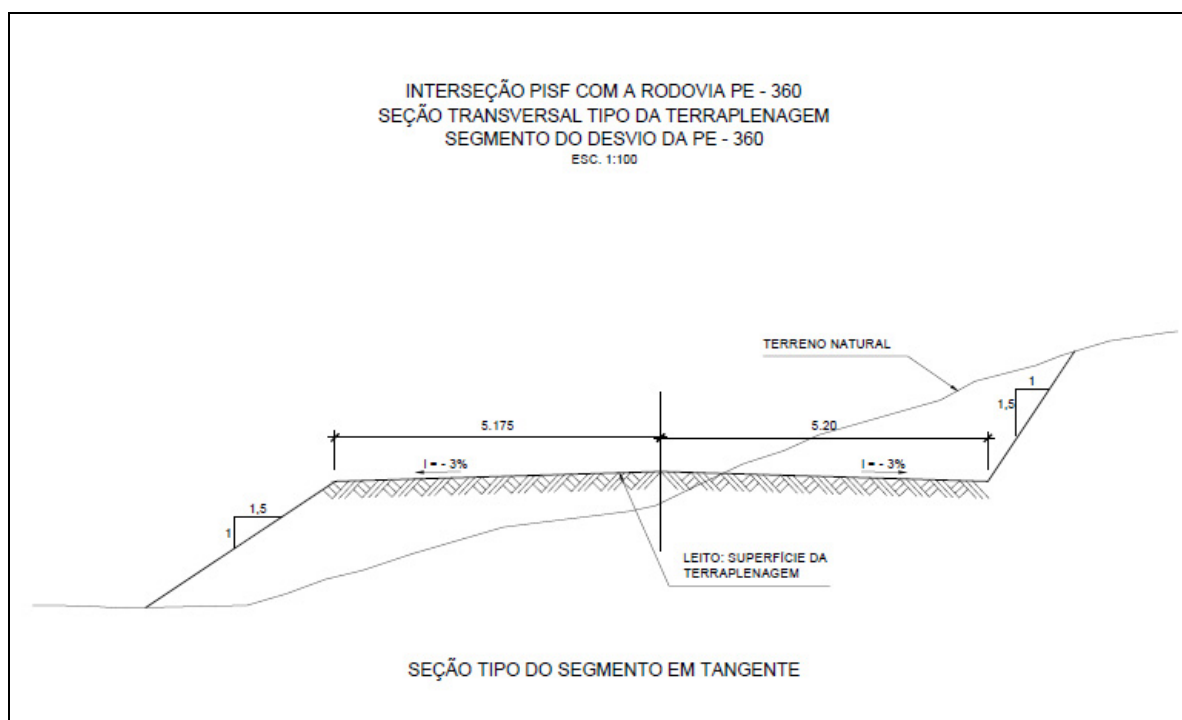
Preparou-se o mapa de cubação, também exibido adiante, onde são explicitados os volumes dos terraplenos, compostos dos cortes e aterros. Estes quantitativos são inexpressivos, pois como mencionado o greide foi lançado, propositadamente, para se ter pouca movimentação de terras.

As seções transversais tipo, correspondentes à terraplenagem, foram desenhadas e, estão mostradas adiante, levando em consideração a superlargura e a superelevação que, por sua vez, são funções das curvas de concordância horizontais notadamente no que diz respeito aos seus sentidos, definidos pelo avanço crescente do estaqueamento, como à direita e à esquerda.

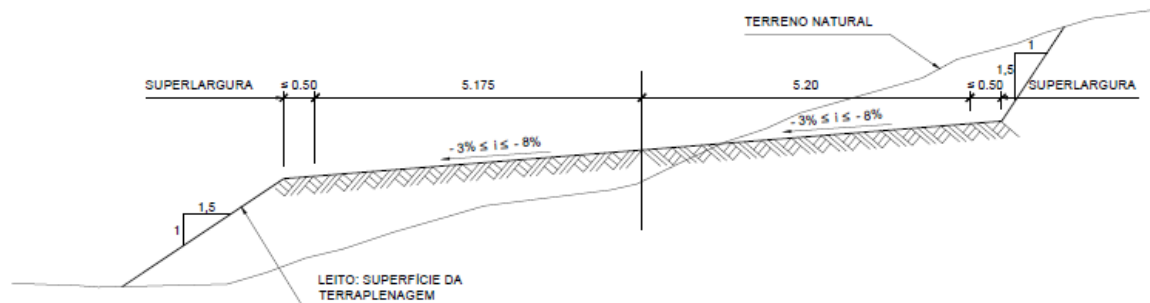
MAPA DE CUBAÇÃO

EST.0 + 0.00 a EST.39+13.45										
ESTACA PROGRESSIVA	ESTACA	AREA DE CORTE (m²)	AREA DE ATERRO (m²)	VOLUME DE CORTE (m³)	VOLUME DE ATERRO COMPAC. (m³)	VOLUME DE ATERRO EMPOLADO (m³)	VOLUME ACUMULADO DE CORTE (m³)	VOLUME ACUMULADO DE ATERRO COMPAC. (m³)	VOLUME ACUMULADO DE ATERRO EMPOLADO (m³)	BALANÇO (m³)
0 + 0,00	EST.0+0.00	5,095	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0 + 20,00	EST.1+0.00	4,013	0,033	91,080	0,330	0,389	91,080	0,330	0,389	90,691
0 + 40,00	EST.2+0.00	3,102	0,107	71,150	1,400	1,652	162,230	1,730	2,041	160,189
0 + 60,00	EST.3+0.00	1,826	0,061	49,280	1,680	1,982	211,510	3,410	4,024	207,486
0 + 70,00	EST.3+10.00	0,920	0,277	13,730	1,690	1,994	225,240	5,100	6,018	219,222
0 + 80,00	EST.4+0.00	0,224	1,107	5,720	6,920	8,166	230,960	12,020	14,184	216,776
0 + 92,52	EST.4+12.52	0,238	2,751	2,892	24,151	28,498	233,852	36,171	42,682	191,170
0 + 100,00	EST.5+0.00	0,426	2,340	2,483	19,040	22,468	236,335	55,211	65,149	171,186
0 + 120,00	EST.6+0.00	0,452	1,695	8,780	40,350	47,613	245,115	95,561	112,762	132,353
0 + 140,00	EST.7+0.00	0,429	0,607	8,810	23,020	27,164	253,925	118,581	139,926	113,999
0 + 160,00	EST.8+0.00	0,181	0,177	6,100	7,840	9,251	260,025	126,421	149,177	110,848
0 + 162,52	EST.8+2.52	0,008	0,799	0,238	1,230	1,451	260,264	127,651	150,628	109,635
0 + 180,00	EST.9+0.00	1,004	0,494	8,845	11,301	13,335	269,109	138,952	163,963	105,145
0 + 200,00	EST.10+0.00	1,066	1,040	20,700	15,340	18,101	289,809	154,292	182,065	107,744
0 + 220,00	EST.11+0.00	1,028	1,647	20,940	26,870	31,707	310,749	181,162	213,771	96,977
0 + 232,53	EST.11+12.53	0,960	2,146	12,455	23,763	28,041	323,203	204,925	241,812	81,392
0 + 240,00	EST.12+0.00	0,789	2,373	6,533	16,878	19,917	329,736	221,804	261,728	68,008
0 + 255,04	EST.12+15.04	0,956	2,007	13,122	32,938	38,866	342,858	254,741	300,595	42,264
0 + 260,00	EST.13+0.00	1,142	1,585	5,203	8,908	10,512	348,061	263,649	311,106	36,955
0 + 280,00	EST.14+0.00	0,866	1,228	20,080	28,130	33,193	368,141	291,779	344,300	23,842
0 + 300,00	EST.15+0.00	0,382	1,250	12,480	24,780	29,240	380,621	316,559	373,540	7,081
0 + 320,00	EST.16+0.00	0,047	1,406	4,290	26,560	31,341	384,911	343,119	404,881	-19,970
0 + 325,05	EST.16+5.05	0,016	0,629	0,159	5,138	6,063	385,070	348,258	410,944	-25,874
0 + 340,00	EST.17+0.00	0,130	0,302	1,091	6,959	8,212	386,162	355,217	419,156	-32,994
0 + 360,00	EST.18+0.00	0,828	0,000	9,580	3,020	3,564	395,742	358,237	422,720	-26,978
0 + 380,00	EST.19+0.00	0,815	0,001	16,430	0,010	0,012	412,172	358,247	422,731	-10,560
0 + 400,00	EST.20+0.00	0,824	0,001	16,390	0,020	0,024	428,562	358,267	422,755	5,807
0 + 420,00	EST.21+0.00	0,794	0,001	16,180	0,020	0,024	444,742	358,287	422,779	21,963
0 + 440,00	EST.22+0.00	0,523	0,030	13,170	0,310	0,366	457,912	358,597	423,144	34,767
0 + 460,00	EST.23+0.00	0,841	0,001	13,640	0,310	0,366	471,552	358,907	423,510	48,041
0 + 468,41	EST.23+8.41	0,980	0,000	7,657	0,004	0,005	479,209	358,911	423,515	55,694
0 + 480,00	EST.24+0.00	0,799	0,559	10,309	3,239	3,822	489,518	362,151	427,338	62,181
0 + 500,00	EST.25+0.00	0,865	0,839	16,640	13,980	16,496	506,158	376,131	443,834	62,324
0 + 520,00	EST.26+0.00	0,861	1,417	17,260	22,560	26,621	523,418	398,691	470,455	52,963
0 + 538,41	EST.26+18.41	1,030	1,819	17,407	29,787	35,149	540,825	428,478	505,604	35,221
0 + 540,00	EST.27+0.00	1,049	1,772	1,653	2,855	3,369	542,478	431,333	508,973	33,505
0 + 560,00	EST.28+0.00	1,350	1,557	23,990	33,290	39,282	566,468	464,623	548,255	18,213
0 + 560,93	EST.28+0.93	1,354	1,540	1,257	1,440	1,699	567,725	466,063	549,954	17,771

EST.0 + 0.00 a EST.39+13.45										
ESTACA PROGRESSIVA	ESTACA	AREA DE CORTE (m²)	AREA DE ATERRO (m²)	VOLUME DE CORTE (m³)	VOLUME DE ATERRO COMPAC. (m³)	VOLUME DE ATERRO EMPOLADO (m³)	VOLUME ACUMULADO DE CORTE (m³)	VOLUME ACUMULADO DE ATERRO COMPAC. (m³)	VOLUME ACUMULADO DE ATERRO EMPOLADO (m³)	BALANÇO (m³)
0 + 680,00	EST.34+0.00	1,280	1,334	20,480	21,110	24,910	667,959	577,591	681,558	-13,599
0 + 700,00	EST.35+0.00	1,168	1,581	24,480	29,150	34,397	692,439	606,741	715,955	-23,516
0 + 700,93	EST.35+0.93	1,202	1,522	1,102	1,443	1,703	693,541	608,184	717,657	-24,116
0 + 720,00	EST.36+0.00	2,138	0,001	31,847	14,522	17,136	725,388	622,706	734,793	-9,405
0 + 723,45	EST.36+3.45	2,569	0,001	8,120	0,003	0,004	733,507	622,710	734,797	-1,290
0 + 740,00	EST.37+0.00	3,842	0,000	53,051	0,008	0,010	786,558	622,718	734,807	51,751
0 + 760,00	EST.38+0.00	4,211	0,001	80,530	0,010	0,012	867,088	622,728	734,819	132,270
0 + 780,00	EST.39+0.00	4,136	0,000	83,470	0,010	0,012	950,558	622,738	734,831	215,728
0 + 793,45	EST.39+13.45	4,884	0,000	60,660	0,000	0,000	1.011,218	622,738	734,831	276,387

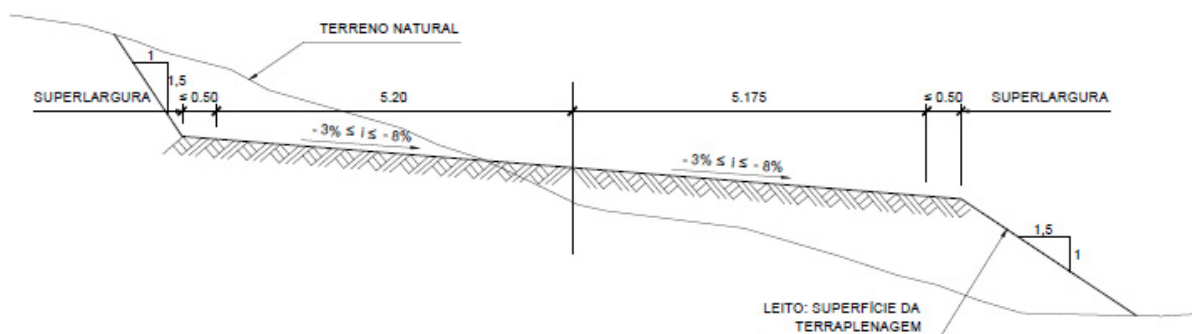


INTERSEÇÃO PISF COM A RODOVIA PE - 360
SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO DA TERRAPLENAGEM
SEGMENTO DO DESVIO DA PE - 360
ESC. 1:100

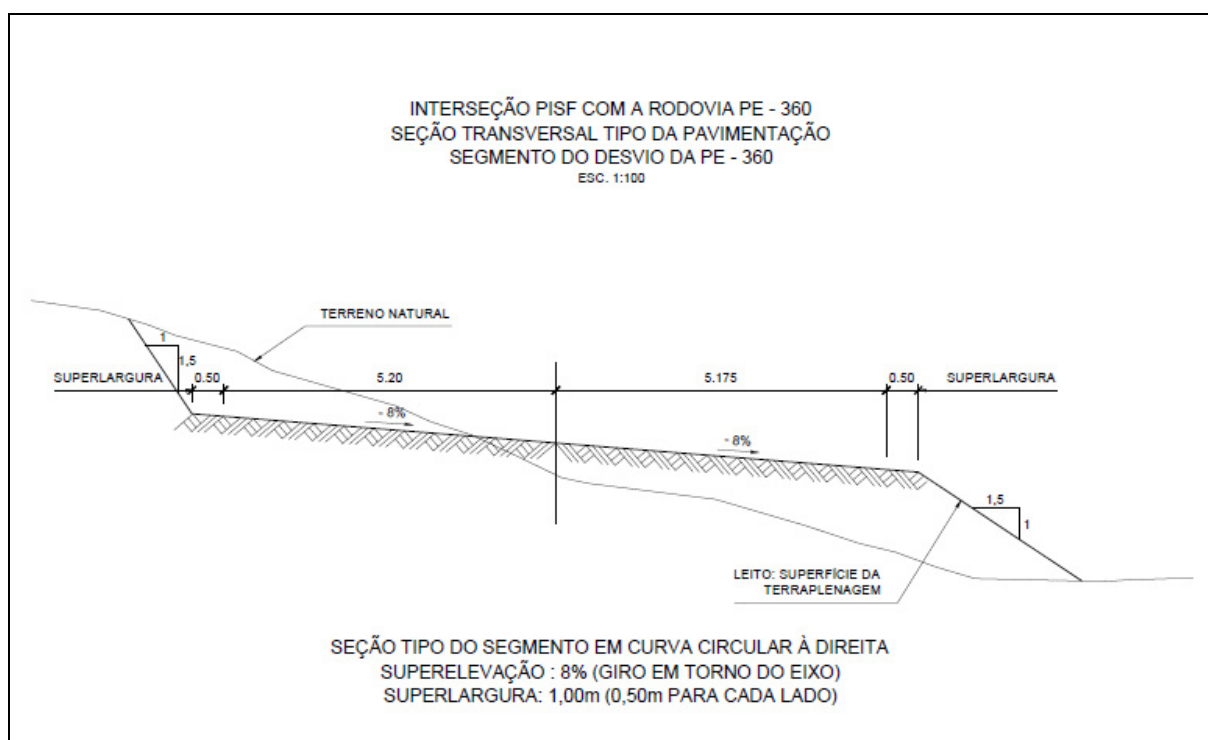
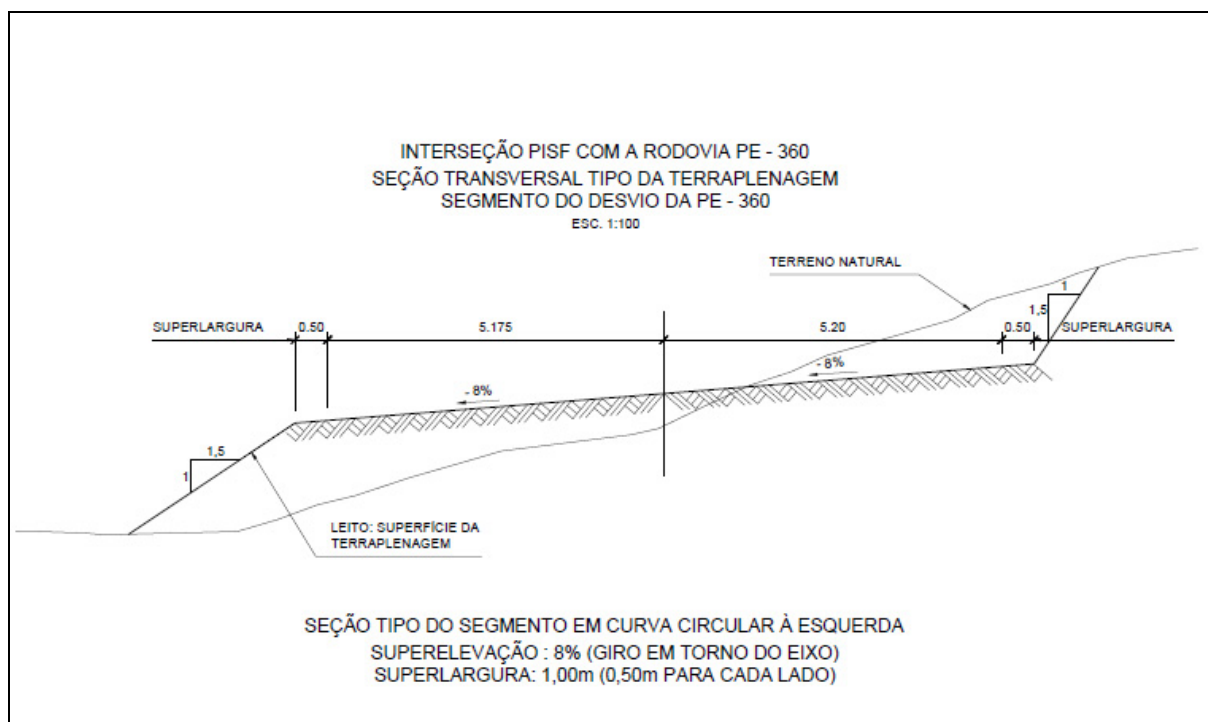


SEÇÃO TIPO DO SEGMENTO EM CURVA DE TRANSIÇÃO À ESQUERDA
SUPERELEVAÇÃO MÁXIMA: 8% (GIRO EM TORNO DO EIXO)
SUPERLARGURA MÁXIMA :1,00m (0,50m PARA CADA LADO)

INTERSEÇÃO PISF COM A RODOVIA PE - 360
SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO DA TERRAPLENAGEM
SEGMENTO DO DESVIO DA PE - 360
ESC. 1:100



SEÇÃO TIPO DO SEGMENTO EM CURVA DE TRANSIÇÃO À DIREITA
SUPERELEVAÇÃO MÁXIMA: 8% (GIRO EM TORNO DO EIXO)
SUPERLARGURA MÁXIMA :1,00m (0,50m PARA CADA LADO)



3.4. PROJETO TERRAPLENAGEM

Como já referido e se pode constatar pelo exame do mapa de cubação, a terraplenagem será ínfima, resumindo-se praticamente a uma raspagem da superfície do terreno natural. O volume total de corte, plenamente em 1ª categoria, é de 1011,218m³. Os aterros

compactados somam 622,738m³. Admitindo-se um coeficiente de uniformidade ou empolamento de 1,18, conclui-se necessitar de um volume escavado, nos cortes, de 734,831m³, resultando um “botafora” de 276,387m³. Estimou-se uma distância média de transporte – DMT – de 100m.

Necessitar-se-á de uma área de desmatamento de limpeza do terreno de 10.060,500, onde se admitiu uma folga de 1,00m, para cada lado, além das larguras dos offsets.

3.5. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Adotou-se a mesma solução dada para o segmento da Modificação do Traçado da PE-360, também chamado de Segmento Elevado da PE-360, com exceção do material empregado no revestimento que, em lugar do concreto asfáltico – CA - passa a ser de Tratamento Superficial Duplo – TSD. Resumindo-se, de modo a não haver nenhuma dúvida, o pavimento será constituído por:

- Revestimento em Tratamento Superficial Duplo – TSD

- Base: camada, com 0,20m de espessura, de brita graduada, granulometria na faixa “C” do DNIT;

Sub-base: camada, com 0,20m de espessura, de solo de jazida natural estabilizado granulometricamente;

Os quantitativos para execução da pavimentação são indicados a seguir:

TSD : 794m x 9,50m = 7543 m²

Base: 794m x 10,10m x 0,20m = 1603,880m³

Sub-base: 794m x 10,25m x 0,20m = 1627,700m³

Imprimação Betuminosa: 794m x 9,50m = 7543m²

Os agregados para o revestimento e para a base virão da mesma pedreira, que é a indicada no item 2.0, com DMT de 13,565 km.

No TSD do revestimento, os agregados deverão atender as faixas granulométricas das especificações do DNIT, conforme indicado a seguir:

Peneira	1ª Camada	2ª camada
1"	100	
3/4"	90-100	
1/2"	20-55	
3/8"	0-15	100
4	0-5	85-100
10	-	10-40
200	0-2	0-2

As taxas de emprego dos agregados são 1ª camada 23 kg/m²; 2ª camada 15 kg/m²;

A quantidade de agregado da 1ª camada é: $7543\text{m}^2 \times 23 \text{ kg/m}^2 = 173489\text{kg}$

A quantidade de agregado da 2ª camada é: $7543\text{m}^2 \times 15\text{kg/m}^2 = 113145\text{kg}$

A taxa de emprego do ligante betuminoso está prevista, para efeito estimativa em 2,8 kg/m²

A quantidade de ligante betuminoso será: $7543\text{m}^2 \times 2,8\text{kg/m}^2 = 21120,40 \text{ kg}$. Este ligante deverá ser a emulsão asfáltica RR-2C.

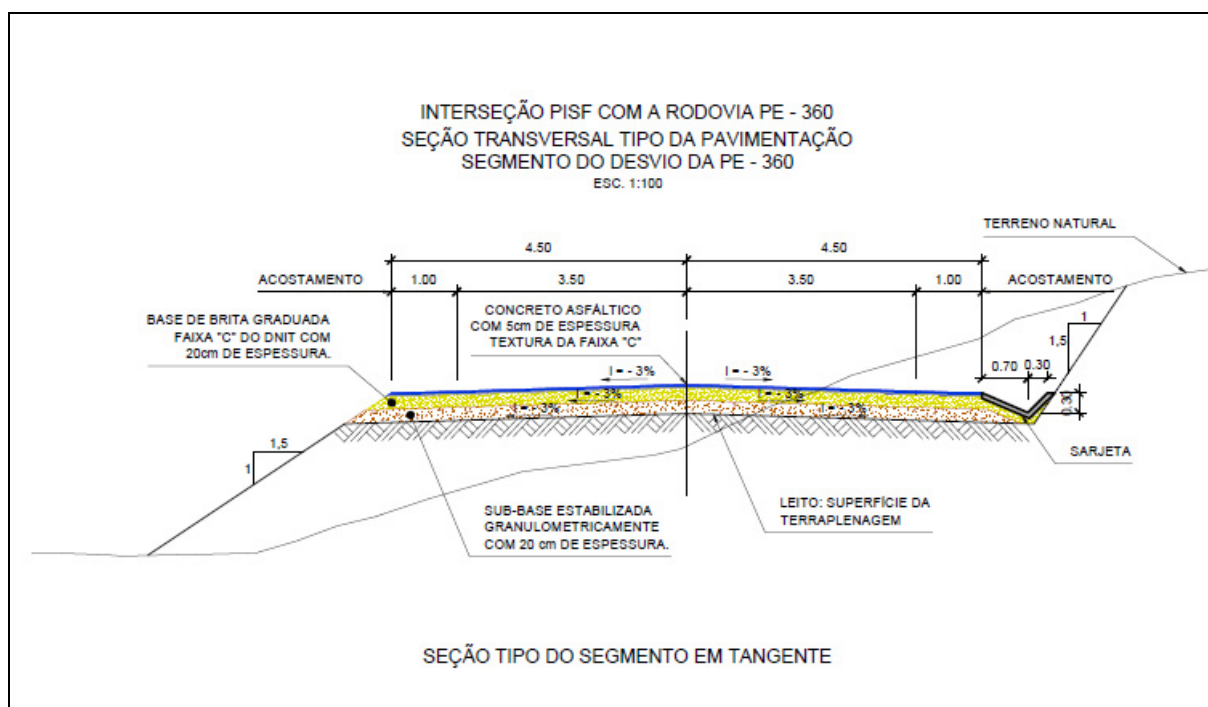
A imprimação deverá ser feita com o ligante CM-30 à taxa de 1,20kg/m². A quantidade de ligante será: $7543\text{m}^2 \times 1,20 \text{ kg/m}^2 = 9051,60 \text{ kg}$.

Os agregados pétreos serão obtidos na pedreira indicada no item 2.0, transportados a uma DMT de 13,565km.

O material para construção da camada de sub-base será proveniente da jazida J2 – Pipocas, já referida, com DMT de 2,223 km.

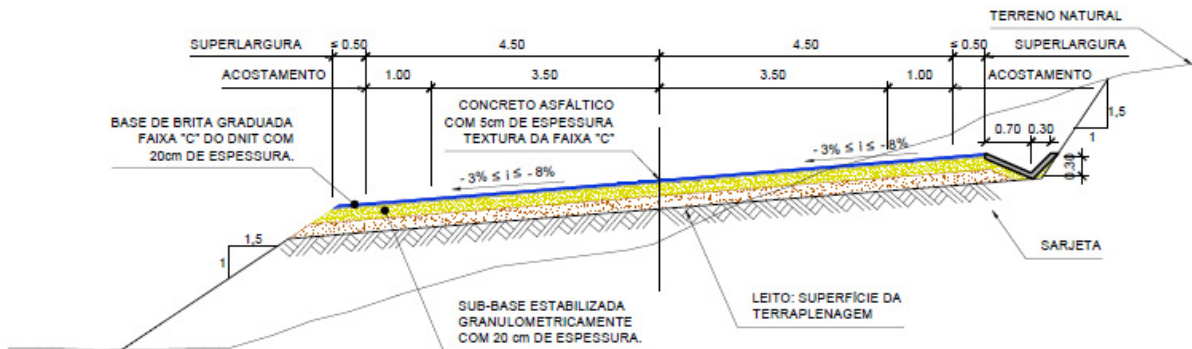
Os ligantes betuminosos serão obtidos na cidade do Cabo de Santo Agostinho – PE – com uma DMT de 404,20km.

Apresentam-se, em seguida, as seções transversais típicas da pavimentação:



INTERSEÇÃO PISF COM A RODOVIA PE - 360
SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO DA PAVIMENTAÇÃO
SEGMENTO DO DESVIO DA PE - 360

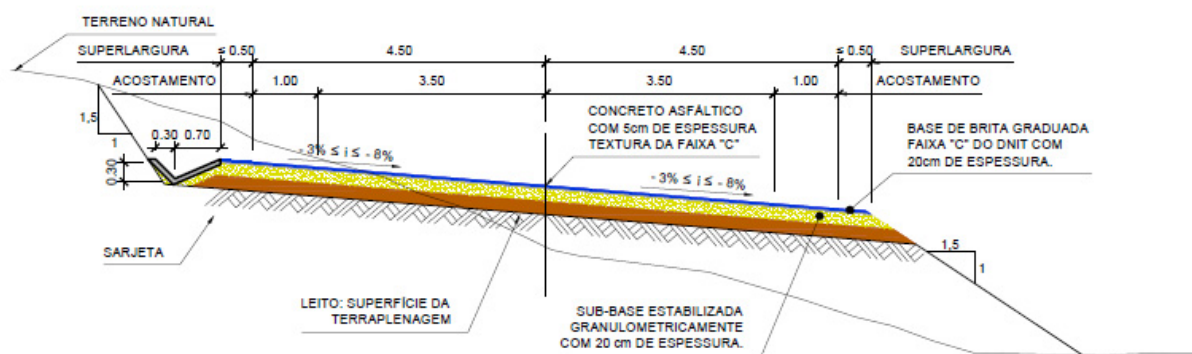
ESC. 1:100



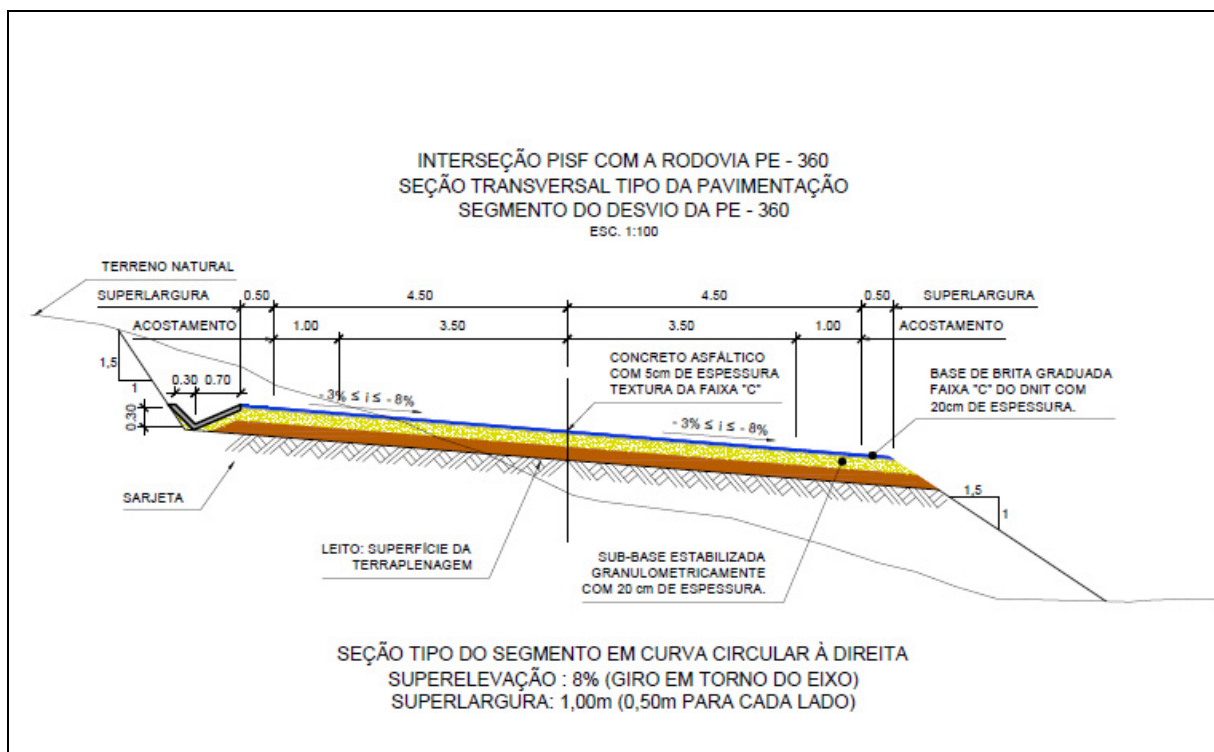
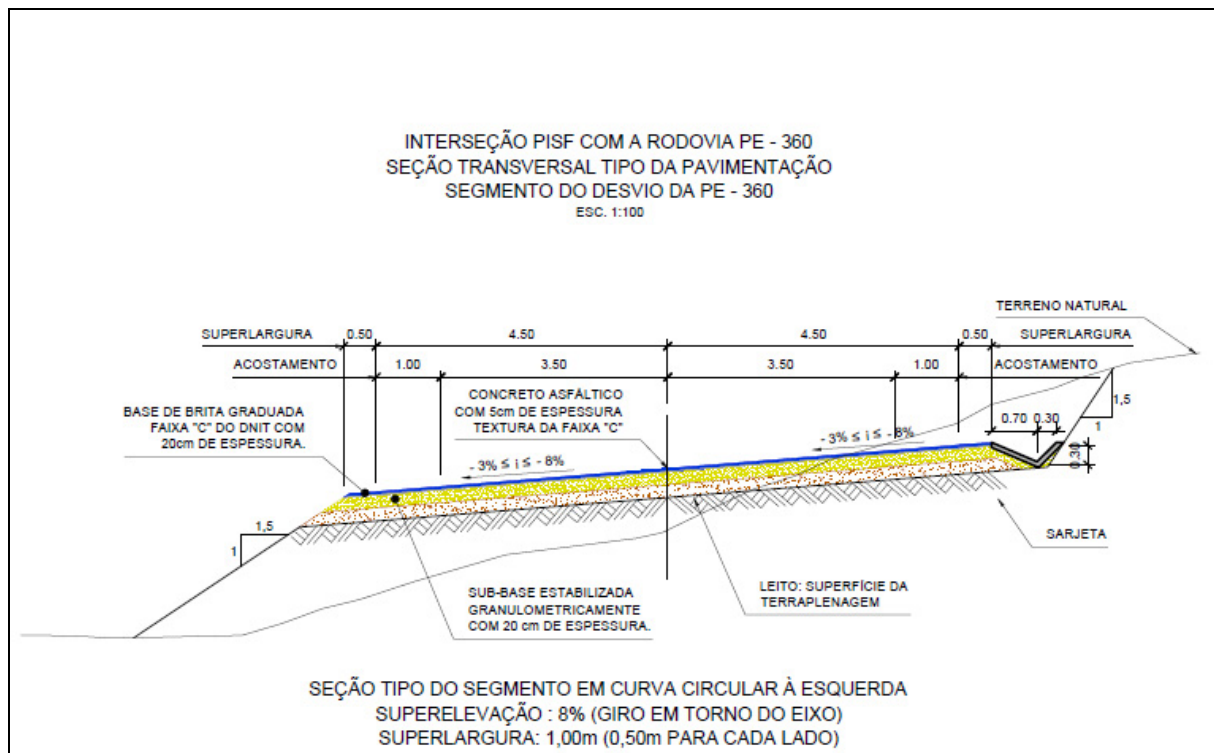
SEÇÃO TIPO DO SEGMENTO EM CURVA DE TRANSIÇÃO À ESQUERDA
SUPERELEVAÇÃO MÁXIMA: 8% (GIRO EM TORNO DO EIXO)
SUPERLARGURA MÁXIMA :1,00m (0,50m PARA CADA LADO)

INTERSEÇÃO PISF COM A RODOVIA PE - 360
SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO DA PAVIMENTAÇÃO
SEGMENTO DO DESVIO DA PE - 360

ESC. 1:100



SEÇÃO TIPO DO SEGMENTO EM CURVA DE TRANSIÇÃO À DIREITA
SUPERELEVAÇÃO MÁXIMA: 8% (GIRO EM TORNO DO EIXO)
SUPERLARGURA MÁXIMA :1,00m (0,50m PARA CADA LADO)



3.6. PROJETO DE DRENAGEM

A geometria da superfície do corpo do segmento viário promoverá a drenagem superficial, não se fazendo necessários dispositivos outros. Há que ser lembrado o fato de que se trata de um segmento viário provisório, de período de serventia efêmero.

3.7. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

Tal como no caso do Segmento Existente da PE-360, no Desvio, o projeto em causa foi elaborado com base em elementos fornecidos pelo Projeto Geométrico, com o objetivo de fazer o usuário da rodovia a utilizar com a maior segurança possível. Para tanto, definem-se os sinais que regulamentam o tráfego, advertem os condutores dos veículos dos potenciais perigos e os orientam durante os seus deslocamentos. Também aqui, são obedecidas as recomendações dos Manuais mencionados quando se abordou o projeto de Sinalização do Existente da PE-360, no item 3.5.

No documento 1230-DEP-2052-20-92-002, estão mostrados todos os detalhes construtivos, como também, os quantitativos dos serviços.

Com o intuito de ampliar as informações e permitir aos analistas, sem consulta aos desenhos, noção sobre a magnitude dos serviços exibe-se, a seguir, um resumo dos quantitativos.

SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Faixa contínua amarela com 0,10m de largura – 259m²;

Faixa contínua branca com 0,10m de largura – 259m²;

Tachões amarelos bidirecionais – 320ud;

Tachas brancas bidirecionais - 162ud;

SINALIZAÇÃO VERTICAL

Sinais circulares de diâmetro de 0,80m – 8ud; sinais retangulares de 0,80m – 8ud;

Sinais retangulares de 1,00m x 0,80m – 2ud; sinais retangulares de 1,25m x 0,40m – 6ud;

Sinais retangulares de 1,25m x 0,80m – 2ud; sinais retangulares de 1,50m x 1,00m – 2ud;

Sinais retangulares de 1,75m x 1,00m – 2ud;

4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1230-DEP-2052-20-92-002	PE-360 / PROJETO DE SINALIZAÇÃO
1230-DEP-2052-20-26-020	DESVIO DE SERVIÇO PARA CONSTRUÇÃO DE PONTE NA PE-360 / PLANTA E SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO (FLS 01/07 A 07/07)
1230-DEP-2052-20-04-016	INTERSEÇÃO PISF COM A RODOVIA PE-360 - PLANTA, PERFIL E SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO DO SEGMENTO ELEVADO (FLS 01/04 A 04/04)
1230-DEP-2512-20-15-001	PONTE NA PE-360 SOBRE O CANAL ARRANJO GERAL E LOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS PLANTA E PERFIL