

ANEXO 1



RELATÓRIO
Determinação da Resistência ao Corte – Método de Leutner
IC2 – km 58+100 (Quebradas) e o km 65+200 (Asseiceira)

1. Introdução

O presente relatório descreve de forma resumida, o ensaio de Resistência ao Corte pelo “Método de Leutner”, efectuado em carotes extraídos do pavimento do “IC2 – Reabilitação do pavimento entre o km 58+100 (Quebradas) e o km 65+200 (Asseiceira)”, a 18 de Agosto de 2011. Neste relatório são também apresentados os resultados obtidos no ensaio referido, bem como a sua análise, relativamente aos valores limite estabelecidos na Caderno de Encargos da empreitada.

O objectivo do Ensaio de Leutner consiste em determinar a força máxima de cisalhamento ou força de corte directo na ligação entre uma camada de mistura betuminosa sobre uma camada de betão.

A força de resistência ao corte indica, de um modo geral, a aderência que existe entre duas camadas distintas, uma vez que a ligação entre betuminoso e betão não é muito favorável. Deste modo é necessário adoptar processos construtivos inovadores, que garantam um bom comportamento dos materiais aplicados.



RELATÓRIO
Determinação da Resistência ao Corte – Método de Leutner
IC2 – km 58+100 (Quebradas) e o km 65+200 (Asseiceira)

2. Breve descrição do Equipamento de Ensaio

Para a realização do Ensaio de Leutner foi necessário recorrer a uma prensa de compressão e a um molde de teste específico para este ensaio (molde Leutner).

Para ser simples e prática a visualização da metodologia do ensaio, são apresentadas de seguida algumas fotos referentes à prensa de compressão (figura 1) e ao molde Leutner (figuras 2 e 3) utilizados. É também apresentado de uma forma esquemática, o posicionamento do carote a ensaiar, no molde Leutner (figura 4).

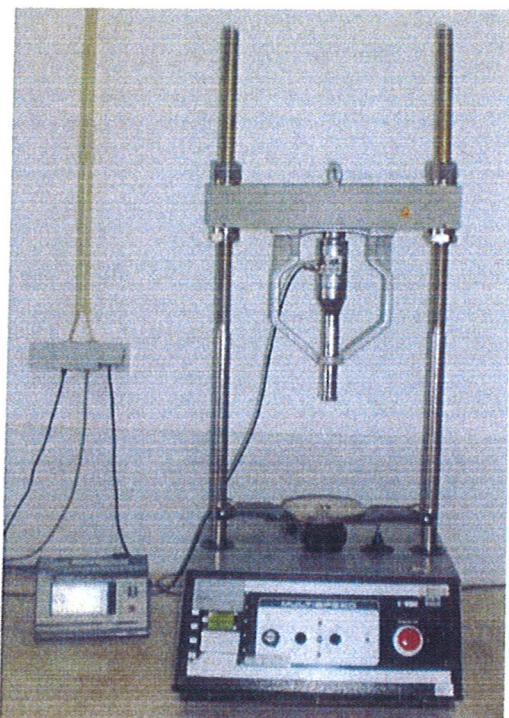


Figura 1 – Prensa de Compressão

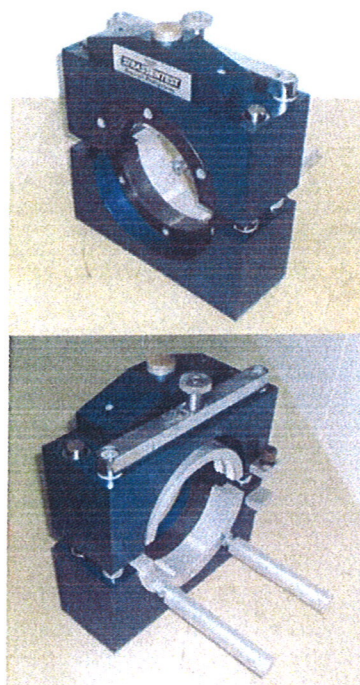


Figura 2 e 3 – Molde Leutner



RELATÓRIO
Determinação da Resistência ao Corte – Método de Leutner
IC2 – km 58+100 (Quebradas) e o km 65+200 (Asseiceira)

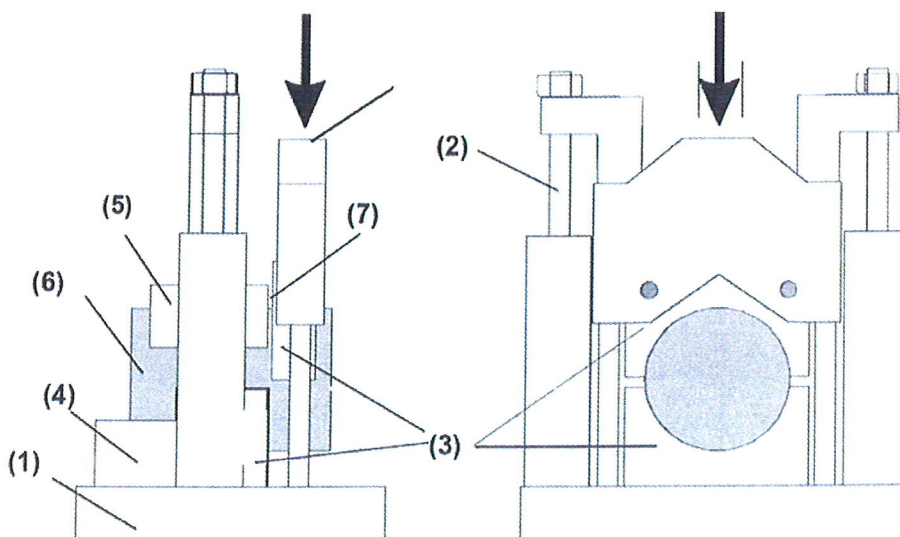


Figura 4 – Esquema do molde de Ensaio de Leutner

Legenda:

1. Placa de Base
2. Guia da haste
3. Mandíbula circular de cisalhamento ou placas de corte
4. Suporte do provete
5. Dispositivo de fixação do provete
6. Provete / carote
7. Limite entre camadas (distância entre as placas de corte)
8. Zona de contacto do pistão da prensa com o molde de Leutner



RELATÓRIO
Determinação da Resistência ao Corte – Método de Leutner
IC2 – km 58+100 (Quebradas) e o km 65+200 (Asseiceira)

3. Caracterização dos carotes em estudo

Os carotes utilizados para a realização dos ensaios de Leutner têm um diâmetro de 150 ± 2 mm.

No quadro seguinte, é apresentada a caracterização dos carotes em estudo, bem como a sua localização no pavimento de obra.

Carote N.º	Diâmetro do Carote [mm]	Camada	Espessura das Camadas [mm]	Local de Extração	Outras informações relevantes
1	149,1	Betuminoso	51,3	PK: 59+000 Sentido Sul-Norte	Estrutura do pavimento com grelha do fornecedor: S&P
		Betão	224,3		
2	149,2	Betuminoso	58,3	PK: 59+200 Sentido Sul-Norte	Estrutura do pavimento com grelha do fornecedor: S&P
		Betão	246,8		
3	149,7	Betuminoso	58,4	PK: 64+000 Sentido Norte-Sul	Estrutura do pavimento com grelha do fornecedor: S&P
		Betão	253,3		
4	149,2	Betuminoso	61,4	PK: 58+500 Sentido Norte-Sul	Estrutura do pavimento com grelha do fornecedor: Quinimar
		Betão	190,4		

São apresentados de seguida, os carotes em estudo, antes de serem submetidos ao ensaio (figura 5).



Figura 5 – Carotes em estudo.



RELATÓRIO
Determinação da Resistência ao Corte – Método de Leutner
IC2 – km 58+100 (Quebradas) e o km 65+200 (Asseiceira)

4. Metodologia de Ensaio de Corte pelo “Método de Leutner”

A metodologia de ensaio utilizada, e que segue o método de Leutner, foi a seguinte:

1. Mediu-se o diâmetro de cada carote, e anotou-se o valor respectivo de cada um (Figura 6);
2. Registou-se a espessura de cada camada e delimitou-se a sua transição, betão – sami – betuminoso (Figura 7 e 8);
3. Preparou-se a prensa de compressão, de modo a ficar adequada ao molde do ensaio de Leutner e com uma velocidade de deslocamento de $50 \pm 2 \text{ mm/min}$;
4. Colocaram-se os carotes numa estufa ventilada, durante um período de 8 horas, a uma temperatura constante de 20°C ;
5. Após esse estágio na estufa, colocou-se o 1.º carote no molde de Leutner, assegurando que a linha de limite entre camadas ficava alinhada com o eixo de corte do molde (Figura 9);
6. Colocou-se o conjunto na prensa, e determinou-se a resistência ao corte, aplicando-lhe uma força de cisalhamento (Figura 10);
7. Procedeu-se de igual modo para cada um dos 3 outros carotes;
8. Após o ensaio de todos os carotes, obteve-se o valor de Força de Corte máxima entre as camadas – Resistência ao Corte, com auxílio do computador acoplado com a prensa.



Figura 6 – Medição do diâmetro dos carotes.



Figura 7 – Medição das espessuras das camadas.



Figura 8 – Delimitação entre camadas.

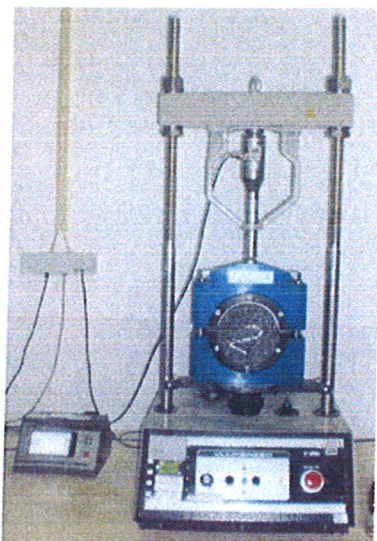


Figura 10 – Conjunto molde mais carote aplicado na prensa de Marshall.

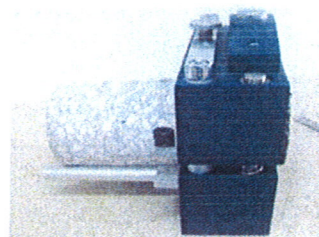


Figura 9 – Colocação do carote no molde de ensaio.

ANEXO 2



Reforço do Pavimento - IC 20 entre o km 0+950 e o km 1+400

System 1: (untitled)

structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal Load (kN)	Horizontal (Shear) Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0,100	4,000E+03	0,35	1	2,000E+01	5,774E-01	0,000E+00	0,000E+00	1,050E-01	0,000E+00	-1,575E-01	0,000E+00
2	0,120	8,000E+02	0,35	2	2,000E+01	5,774E-01	0,000E+00	0,000E+00	1,050E-01	0,000E+00	1,575E-01	0,000E+00
3	0,300	2,800E+02	0,35									
4	0,400	1,400E+02	0,35									
5		7,000E+01	0,40									

Loads

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX μstrain	YY μstrain	ZZ μstrain	UX (μm)	UY (μm)	UZ (μm)
1	1	0,000E+00	0,000E+00	1,000E-01	3,533E-01	-5,113E-02	-1,290E-01	1,041E+02	-3,241E+01	-5,869E+01	0,000E+00	0,000E+00	3,270E+02
2	1	0,000E+00	-1,575E-01	1,000E-01	5,413E-01	4,379E-01	-2,331E-01	1,174E+02	8,251E+01	-1,440E+02	0,000E+00	-4,450E+00	3,238E+02
3	2	0,000E+00	0,000E+00	2,200E-01	1,197E-01	7,002E-02	-8,296E-02	1,553E+02	7,144E+01	-1,867E+02	0,000E+00	0,000E+00	3,074E+02
4	2	0,000E+00	-1,575E-01	2,200E-01	1,179E-01	8,561E-02	-8,344E-02	1,464E+02	9,196E+01	-1,933E+02	0,000E+00	-1,310E+01	2,978E+02
5	3	0,000E+00	0,000E+00	5,200E-01	2,497E-02	2,215E-02	-2,568E-02	9,359E+01	8,000E+01	-1,506E+02	0,000E+00	0,000E+00	2,460E+02
6	3	0,000E+00	-1,575E-01	5,200E-01	2,340E-02	1,955E-02	-2,374E-02	8,882E+01	7,024E+01	-1,385E+02	0,000E+00	-1,209E+01	2,402E+02
7	4	0,000E+00	0,000E+00	9,200E-01	7,848E-03	7,510E-03	-9,407E-03	6,080E+01	5,754E+01	-1,056E+02	0,000E+00	0,000E+00	1,903E+02
8	4	0,000E+00	-1,575E-01	9,200E-01	7,586E-03	7,003E-03	-9,075E-03	5,936E+01	5,375E+01	-1,013E+02	0,000E+00	-8,861E+00	1,880E+02
9	5	0,000E+00	0,000E+00	9,200E-01	7,134E-04	5,505E-04	-9,407E-03	6,080E+01	5,754E+01	-1,416E+02	0,000E+00	0,000E+00	1,903E+02
10	5	0,000E+00	-1,575E-01	9,200E-01	6,878E-04	4,071E-04	-9,075E-03	5,936E+01	5,375E+01	-1,359E+02	0,000E+00	-8,861E+00	1,880E+02



BISAR 3.0 - Block Report

Reforço do Pavimento - IC 20 entre o km 1+400 e o km 4+665

System 1: (untitled)

Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Vertical Load (kN)	Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0,100	4,000E+03	0,35	1	2,000E+01	5,774E-01	0,000E+00	0,000E+00	1,050E-01	0,000E+00	-1,575E-01	0,000E+00
2	0,110	8,000E+02	0,35	2	2,000E+01	5,774E-01	0,000E+00	0,000E+00	1,050E-01	0,000E+00	1,575E-01	0,000E+00
3	0,300	2,800E+02	0,35									
4	0,400	1,400E+02	0,35									
5	7,000E+01		0,45									

Loads

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX μ strain	YY μ strain	ZZ μ strain	UX (μ m)	UY (μ m)	UZ (μ m)
1	1	0,000E+00	0,000E+00	1,000E-01	3,701E-01	-3,719E-02	-1,275E-01	1,069E+02	-3,053E+01	-6,100E+01	0,000E+00	0,000E+00	3,327E+02
2	1	0,000E+00	-1,575E-01	1,000E-01	5,572E-01	4,508E-01	-2,301E-01	1,200E+02	8,408E+01	-1,457E+02	0,000E+00	-4,730E+00	3,291E+02
3	2	0,000E+00	0,000E+00	2,100E-01	1,232E-01	6,890E-02	-8,641E-02	1,616E+02	7,003E+01	-1,920E+02	0,000E+00	0,000E+00	3,143E+02
4	2	0,000E+00	-1,575E-01	2,100E-01	1,227E-01	8,892E-02	-8,809E-02	1,530E+02	9,600E+01	-2,027E+02	0,000E+00	-1,330E+01	3,046E+02
5	3	0,000E+00	0,000E+00	5,100E-01	2,598E-02	2,298E-02	-2,661E-02	9,732E+01	8,286E+01	-1,562E+02	0,000E+00	0,000E+00	2,507E+02
6	3	0,000E+00	-1,575E-01	5,100E-01	2,433E-02	2,026E-02	-2,457E-02	9,228E+01	7,266E+01	-1,435E+02	0,000E+00	-1,251E+01	2,446E+02
7	4	0,000E+00	0,000E+00	9,100E-01	8,480E-03	8,117E-03	-9,665E-03	6,444E+01	6,094E+01	-1,105E+02	0,000E+00	0,000E+00	1,929E+02
8	4	0,000E+00	-1,575E-01	9,100E-01	8,193E-03	7,568E-03	-9,321E-03	6,290E+01	5,688E+01	-1,060E+02	0,000E+00	-9,383E+00	1,904E+02
9	5	0,000E+00	0,000E+00	9,100E-01	1,557E-04	-1,316E-05	-9,665E-03	6,444E+01	6,094E+01	-1,390E+02	0,000E+00	0,000E+00	1,929E+02
10	5	0,000E+00	-1,575E-01	9,100E-01	1,417E-04	-1,493E-04	-9,321E-03	6,290E+01	5,688E+01	-1,331E+02	0,000E+00	-9,383E+00	1,904E+02



BIZAR 3.0 - Block Report

Reforço do Pavimento - IC 20 entre o km 4+665 e o km 7+205

System 1: (untitled)

Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Horizontal (Shear) Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0,050	4,000E+03	0,35	1	2,000E+01	5,774E-01	0,000E+00	0,000E+00	1,050E-01	0,000E+00	-1,575E-01	0,000E+00
2	0,160	8,000E+02	0,35	2	2,000E+01	5,774E-01	0,000E+00	0,000E+00	1,050E-01	0,000E+00	1,575E-01	0,000E+00
3	0,300	2,800E+02	0,35									
4	0,400	1,400E+02	0,35									
5	7,000E+01		0,40									

Loads

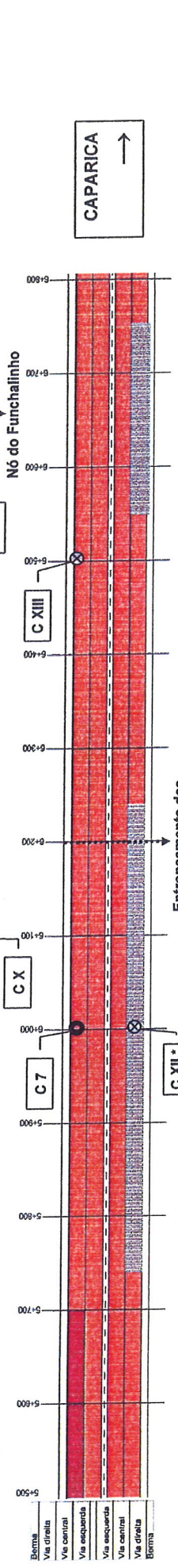
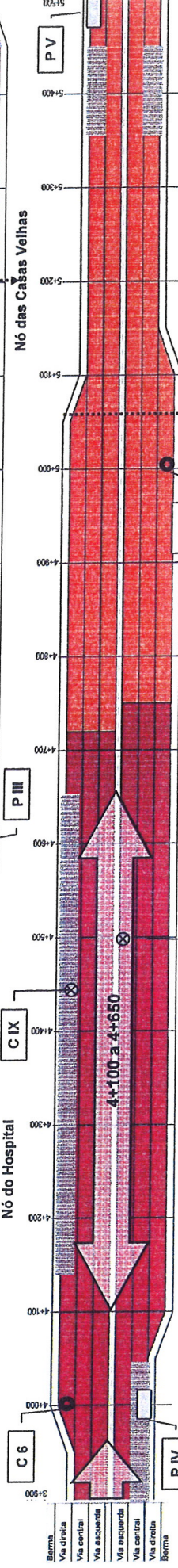
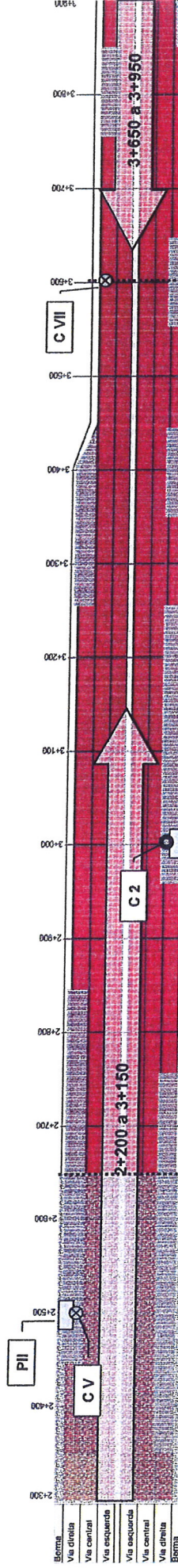
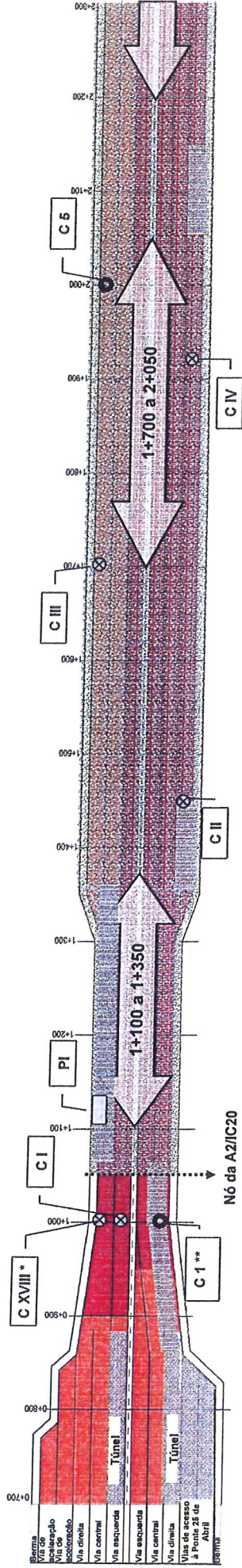
Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses (MPa)			Strains (µstrain)			Displacements (µm)		
					XX	YY	ZZ	XX	YY	ZZ	UX	UY	UZ
1	1	0,000E+00	0,000E+00	5,000E-02	3,927E-03	-6,013E-01	-1,137E-01	6,355E+01	-1,407E+02	2,384E+01	0,000E+00	0,000E+00	3,511E+02
2	1	0,000E+00	-1,575E-01	5,000E-02	3,635E-01	3,231E-01	-4,419E-01	1,013E+02	8,762E+01	-1,705E+02	0,000E+00	1,467E+00	3,670E+02
3	2	0,000E+00	0,000E+00	2,100E-01	1,370E-01	6,286E-02	-9,719E-02	1,862E+02	6,118E+01	-2,089E+02	0,000E+00	0,000E+00	3,272E+02
4	2	0,000E+00	-1,575E-01	2,100E-01	1,410E-01	1,006E-01	-1,043E-01	1,779E+02	1,097E+02	-2,361E+02	0,000E+00	-1,356E+01	3,179E+02
5	3	0,000E+00	0,000E+00	5,100E-01	2,748E-02	2,373E-02	-2,885E-02	1,045E+02	8,648E+01	-1,671E+02	0,000E+00	0,000E+00	2,577E+02
6	3	0,000E+00	-1,575E-01	5,100E-01	2,559E-02	2,077E-02	-2,653E-02	9,857E+01	7,536E+01	-1,527E+02	0,000E+00	-1,304E+01	2,512E+02
7	4	0,000E+00	0,000E+00	9,100E-01	8,319E-03	7,921E-03	-1,008E-02	6,482E+01	6,099E+01	-1,126E+02	0,000E+00	0,000E+00	1,972E+02
8	4	0,000E+00	-1,575E-01	9,100E-01	8,017E-03	7,342E-03	-9,700E-03	6,316E+01	5,665E+01	-1,077E+02	0,000E+00	-9,375E+00	1,946E+02
9	5	0,000E+00	0,000E+00	9,100E-01	7,135E-04	5,220E-04	-1,008E-02	6,482E+01	6,099E+01	-1,511E+02	0,000E+00	0,000E+00	1,972E+02
10	5	0,000E+00	-1,575E-01	9,100E-01	6,845E-04	3,592E-04	-9,700E-03	6,316E+01	5,665E+01	-1,445E+02	0,000E+00	-9,375E+00	1,946E+02

ANEXO 3

**NÍVEIS DE SEVERIDADE DAS PATOLOGIAS OCORRENTES NOS
PAVIMENTOS OBSERVADAS NAS INSPECÇÕES VISUAIS
EFECTUADAS EM MAIO E JULHO DE 2009**

IC20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA
 Inspeções visuais efectuadas ao pavimento em Maio e Julho de 2009

ALMADA ←

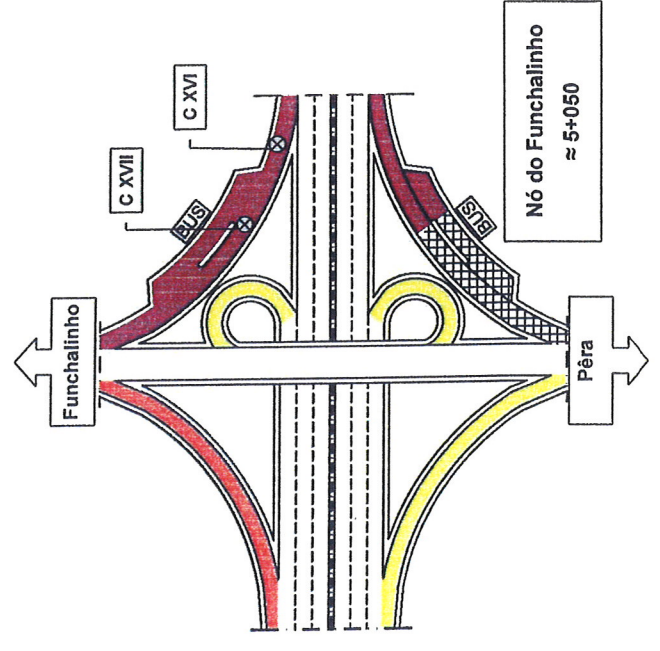
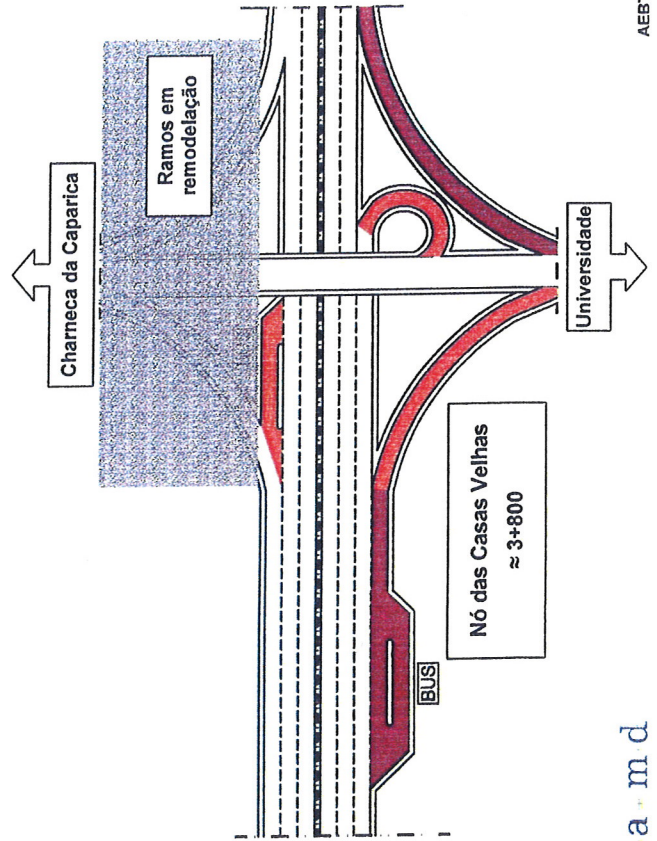
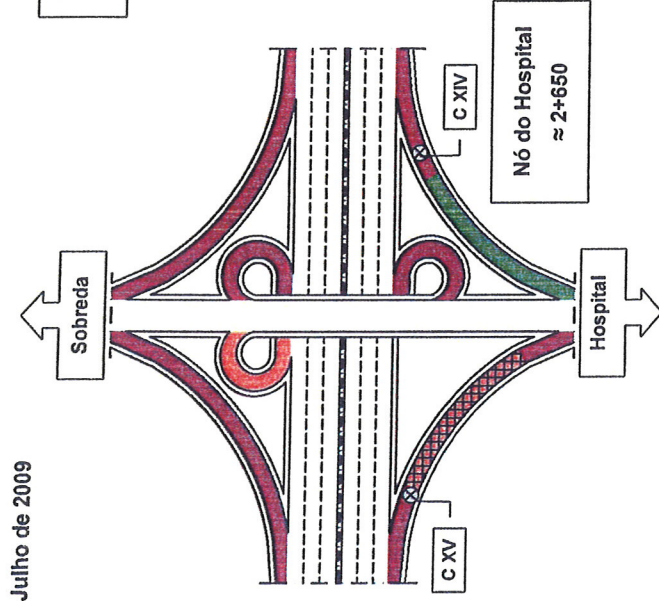
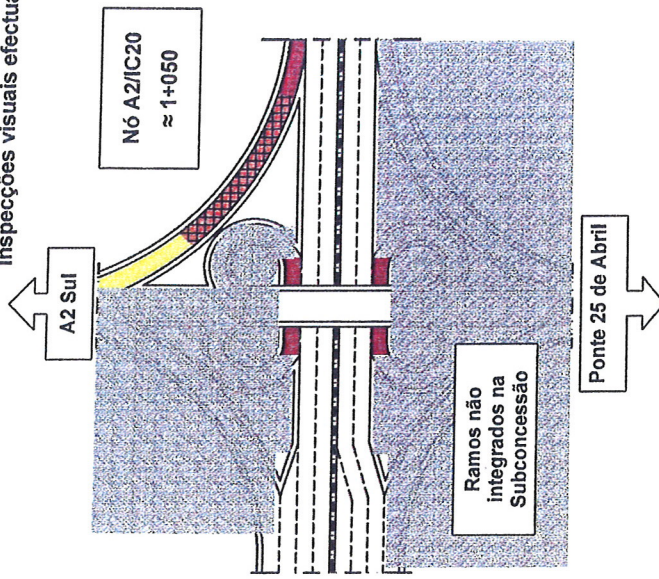


IC20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Inspecções visuais efectuadas ao pavimento em Maio e Julho de 2009

ALMADA ←








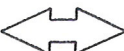





CAPARICA →



IC20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Inspeções visuais efectuadas ao pavimento em Maio e Julho de 2009

LEGENDA:

-  - Pavimento em bom estado (sem patologias ou nível de gravidade 0);
-  - Pavimento com patologias de nível de gravidade 1 (não observado no pavimento da secção corrente);
-  - Pavimento com patologias de nível de gravidade 2;
-  - Pavimento com patologias de nível de gravidade 3;
-  - Remendo;
-  - Sublanço Nó A2/IC20 – Nó do Hospital, que necessita de ser sujeito a reforço estrutural;
-  - Locais onde foram medidos valores de IRI superiores a 2,5 m/km (numa das rodeiras ou em ambas);
-  - Secção de pavimento a impor baixo ruído;
-  - Paragem de autocarro;
-  - Zonas não integradas na Subconcessão;
-  - Local de realização de carote efectuada em sede do presente estudo (exemplo: C IV – carote nº 4);
-  - Local de realização de carote efectuada em sede do estudo BAFO (exemplo C2 – carote nº 2);
- * - Carote descolada na interface entre as camadas de desgaste e de ligação;
- ** - Carote descolada na interface entre as camadas de ligação e de base;
-  - Local de realização de poço (exemplo: P IV – poço nº 4).

NOTA:

Os pavimentos das bermas encontram-se em bom estado de conservação, apenas apresentando em alguns locais fendas longitudinais próximas da guia da via direita. Não foi registado o nível de gravidade nestes pavimentos, pois devido à reduzida largura na maioria da extensão do IC20, as medidas de beneficiação propostas para estes pavimentos são a continuação das medidas de beneficiação das vias adjacentes.

IC20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Exemplos de locais onde foi alterado o grau de severidade das patologias apresentadas pelo pavimento desde o estudo da BAFO até à data do presente estudo



Foto 1 – Sentido Almada/Caparica, Pk 4+500, via central. Na fase de BAFO este local estava descrito como apresentando bom estado de conservação.



Foto 2 – Sentido Almada/Caparica, Pk 4+600, via central. Na fase de BAFO este local estava descrito como apresentando bom estado de conservação.



Foto 3 – Sentido Almada/Caparica, Pk 5+500, via esquerda. Na fase de BAFO este local estava descrito como apresentando bom estado de conservação.



Foto 4 – Sentido Almada/Caparica, Pk 6+000, via esquerda e direita. Na fase de BAFO este local estava descrito como apresentando bom estado de conservação.

IC20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Tipo de patologias apresentadas pelo pavimento do ramo de saída do IC20 na direcção da Sobreda do Nó do Hospital

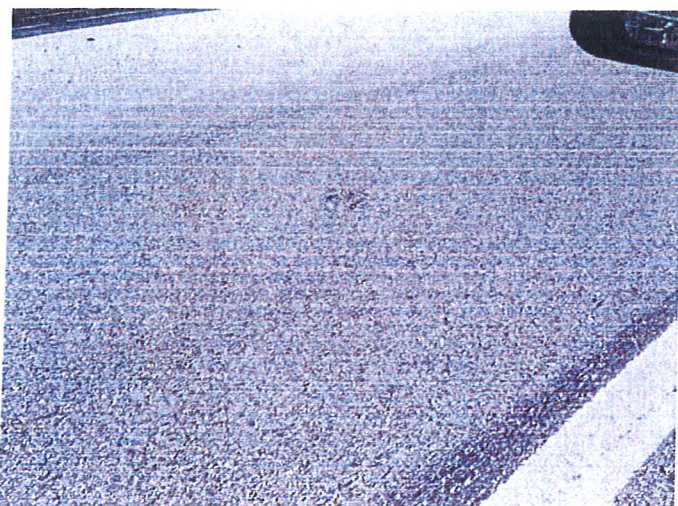


Foto 5 – Nó do Hospital, ramo de saída do IC20 na direcção da Sobreda (desagregação superficial e ninhos).

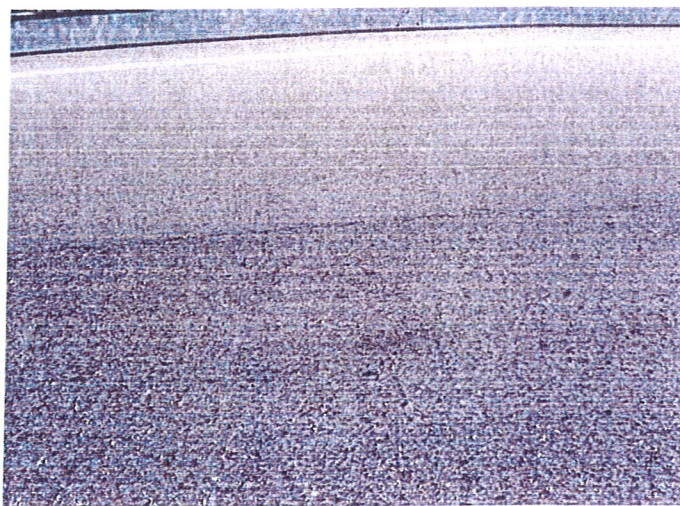


Foto 6 – Nó do Hospital, ramo de saída do IC20 na direcção da Sobreda (desagregação superficial).

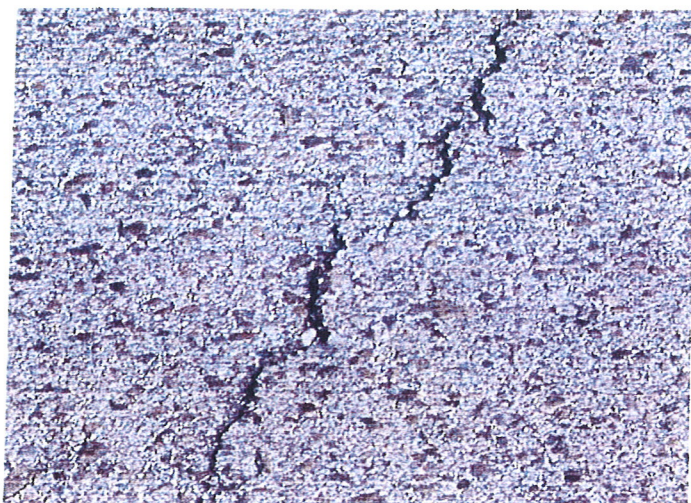


Foto 7 – Nó do Hospital, ramo de saída do IC20 na direcção da Sobreda (fenda longitudinal aberta na berma).

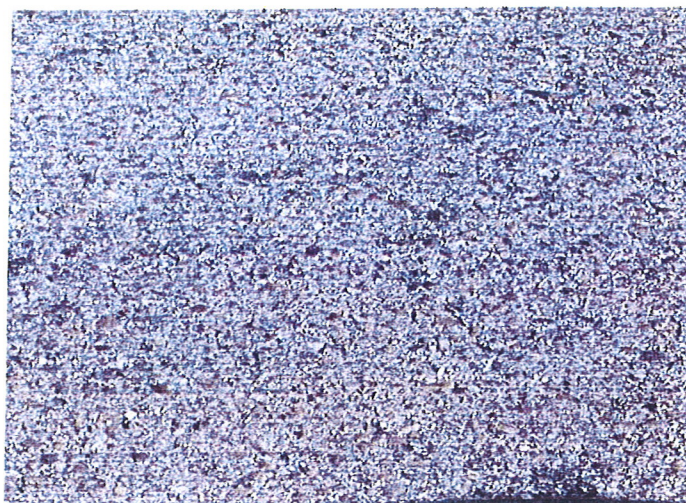


Foto 8 – Nó do Hospital, ramo de saída do IC20 na direcção da Sobreda (início de fendas longitudinais).

ANEXO 4

**CONSTITUIÇÃO DOS PAVIMENTOS OBSERVADA NOS POÇOS
EFECTUADOS NO PAVIMENTO**

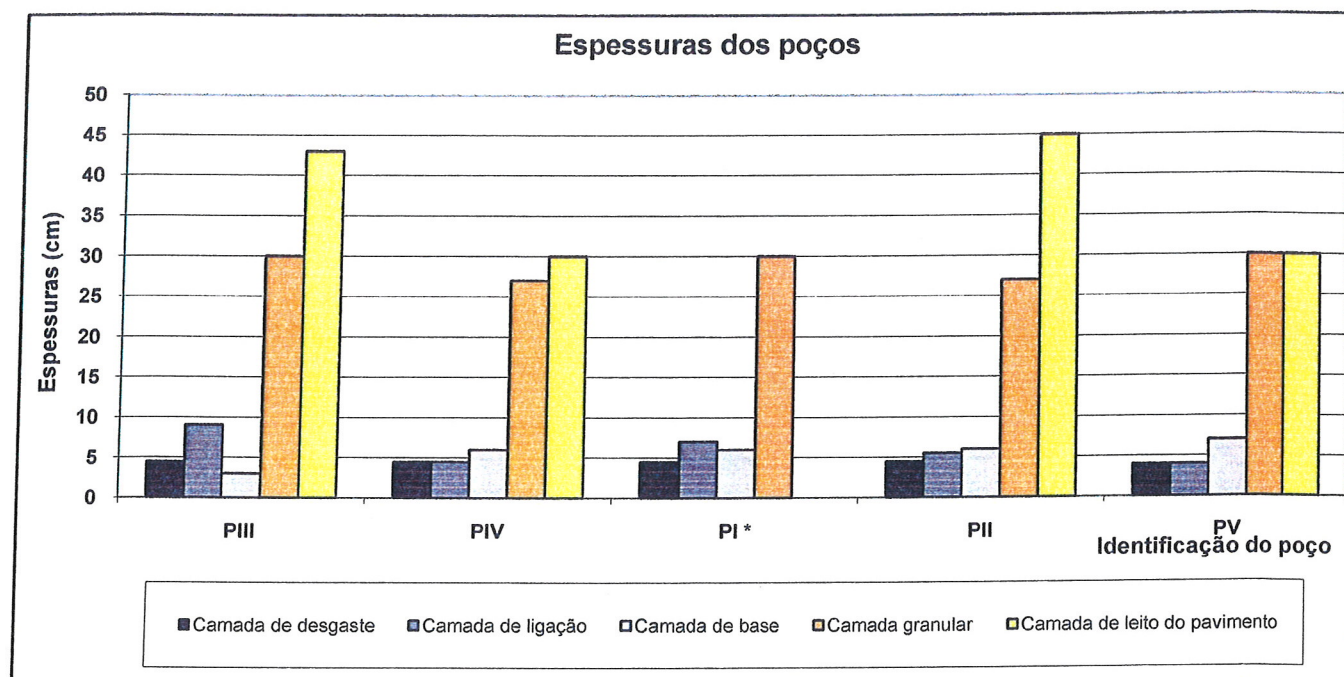
IC20 - VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Constituição dos pavimentos observada nas sondagens por poço

Localização				Espessura das camadas [cm]					
Sentido	Nº do poço	PK	Via	Camada de desgaste	Camada de ligação	Camada de base	Total das misturas betuminosas	Camada granular	Leito do pavimento
Almada/ Caparica	P _{III}	3+000	Berma/dir	4,5	9,0	3,0	16,5	30,0	43,0
	P _{IV}	4+000	Berma/dir	4,5	4,5	6,0	15,0	27,0	30,0
Caparica/ Almada	P _I *	1+130	Berma/dir	4,5	7,0	6,0	17,5	30,0	---
	P _{II}	2+500	Berma/dir	4,5	5,5	6,0	16,0	27,0	45,0
	P _V	5+500	Berma/dir	4,0	4,0	7,0	15,0	30,0	30,0

Legenda:

* - Local alterado relativamente ao plano de prospecção (1+000), em virtude do ponto escolhido estar localizado entre a via de entrada e a via de saída para a A2, impossibilitando a realização de um poço nesse local.



ANEXO 5

**CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DAS TEMPERATURAS
REPRESENTATIVAS**

IC 20 - VIA RÁPIDA DA CAPARICA

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DAS TEMPERATURAS DE PROJECTO

No cálculo da temperatura de projecto a adoptar usaram-se os dados das estações climatológicas de Lisboa e do Montijo (Base Aérea), por serem as mais próximas da região em que se insere o trecho de estrada em análise.

As temperaturas médias mensais do ar (T_{ar}) esperadas foram retiradas dos registos correspondentes ao período de 1951 - 1980, editados pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, em 1991.

A temperatura média anual do ar ponderada foi calculada com base num factor de ponderação médio a partir de factores relativos às temperaturas médias mensais. Os valores desses factores são determinados pela utilização do ábaco W (Chart W) do manual da SHELL.

Mês	Estações (Latitude/Longitude)			
	Lisboa (38°43'/9°09')		Montijo/Base aérea (38°42'/9°03')	
	Parâmetros			
	Temperatura média mensal do ar, °C	Factor	Temperatura média mensal do ar, °C	Factor
Janeiro	11,3	0,32	10,4	0,29
Fevereiro	12,0	0,36	11,3	0,32
Março	13,5	0,44	12,9	0,39
Abril	15,2	0,58	15,0	0,51
Maió	17,6	0,78	17,5	0,76
Junho	20,0	1,08	20,2	1,10
Julho	22,3	1,50	22,4	1,50
Agosto	22,6	1,52	22,5	1,52
Setembro	21,3	1,37	20,9	1,20
Outubro	18,3	0,85	17,7	0,79
Novembro	14,2	0,49	13,4	0,44
Dezembro	11,7	0,35	10,5	0,29
Factor médio	0,80		0,76	
Temperatura média anual do ar ponderada (°C)	18,0		17,5	

IC 20 - VIA RÁPIDA DA CAPARICA

A partir da temperatura média anual do ar ponderada calculou-se a temperatura média anual do pavimento (T_p), a utilizar para efeitos do dimensionamento do pavimento, tendo-se para o efeito usado a metodologia da SHELL.

O método proposto pela SHELL baseia-se na utilização dum ábaco (Chart RT), o qual relaciona a temperatura média anual com a espessura das camadas betuminosas e deste modo obtém-se a temperatura do pavimento a diversas profundidades.

No quadro seguinte apresentam-se as temperaturas a várias profundidades calculadas pela metodologia mencionada, para as duas estações climatológicas mais próximas do sublanço do IC20.

Temperaturas a várias profundidades nas camadas betuminosas

Localização	Temperatura média anual do ar (°C)	Espessura das camadas (cm)	Temperatura no pavimento (°C)
Lisboa (38°43'9"09')	18	5	27,9
		10	27,1
		15	26,5
		20	26,0
Montijo/Base aérea (38°42'9"03')	17,5	5	27,0
		10	26,4
		15	25,9
		20	25,2

Tomaram-se como representativas dos materiais colocados nas camadas de desgaste a temperatura calculada a 5 cm e para o conjunto das camadas de ligação e de base do pavimento a temperatura calculada a 15 cm, para a estação climatológica de Lisboa, por ser a mais desfavorável.

ANEXO 6

**CÁLCULO DO ESTADO DE TENSÃO E DEFORMAÇÃO NO
PAVIMENTO A REFORÇAR DO SUBLANÇO (LISTAS DO
PROGRAMA ELSYM 5)**

IC 20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Sublanço Nó A2/IC20 - Nó do Hospital

Fresagem de 6 cm do pavimento existente e colocação de 6+3 cm de misturas betuminosas novas

ANALISE ELÁSTICA DE UM SISTEMA DE CAMADAS SUJEITO A CARGAS CIRCULARES UNIFORMES

CAMADA	E (MPa)	v	H (cm)
1	4200.	0.350	3.000
2	4500.	0.350	6.000
3	3660.	0.350	10.000
4	420.	0.350	27.000
5	60.	0.350	SEMI-INFINITO

2 CARGAS, CADA UMA COM AS SEGUINTE CARACTERÍSTICAS

CARGA TOTAL..... F = 32.50 kN
 PRESSÃO DE ENCHIMENTO... P = 0.66 MPa (96.1 PSI)
 RAO DE IMPRESSÃO..... R = 12.50 cm

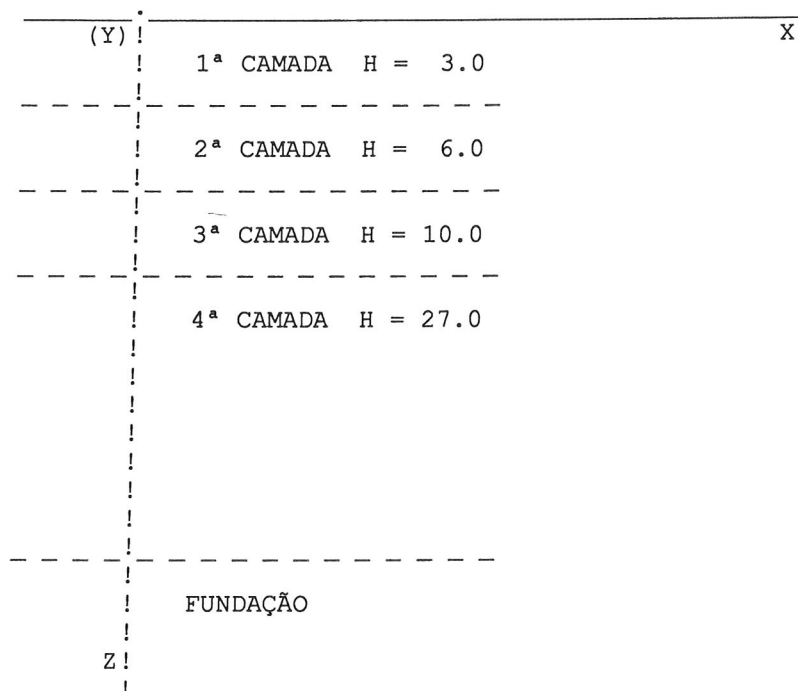
LOCALIZAÇÃO DAS CARGAS NO PLANO Z=0

N	X (cm)	Y (cm)
1	0.000	0.000
2	0.000	37.500

LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS ONDE SE PRETENDEM RESULTADOS

PROFUNDIDADE (cm)
 Z= 3.99 8.99 18.99 46.01
 COORDENADAS SEGUNDO X-Y (cm)
 X= 0.00 0.00
 Y= 0.00 18.75

2R 2R
 !!!! !!!!



IC 20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Sublanço Nó A2/IC20 - Nó do Hospital

Fresagem de 6 cm do pavimento existente e colocação de 6+3 cm de misturas betuminosas novas

Z= 3.99 CAMADA NO 2

X= 0.00 0.00
Y= 0.00 18.75

TENSÕES NORMAIS (MPa)
SXX -0.728E+00 -0.517E+00
SYY -0.657E+00 -0.528E+00
SZZ -0.615E+00 -0.252E-01

TENSÕES TANGENCIAIS (MPa)
SXY 0.000E+00 0.000E+00
SXZ 0.000E+00 0.000E+00
SYZ 0.299E-01 0.000E+00

TENSÕES PRINCIPAIS
PS 1 -0.599E+00 -0.252E-01
PS 2 -0.673E+00 -0.517E+00
PS 3 -0.728E+00 -0.528E+00

TENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSS1 0.641E-01 0.251E+00
PSS2 0.367E-01 0.246E+00
PSS3 0.274E-01 0.573E-02

DESLOCAMENTOS (mm)
UX 0.000E+00 0.000E+00
UY 0.978E-02 0.000E+00
UZ 0.549E+00 0.546E+00

EXTENSÕES NORMAIS
EXX -0.627E-04 -0.718E-04
EYY -0.417E-04 -0.752E-04
EZZ -0.289E-04 0.756E-04

EXTENSÕES TANGENCIAIS
EXY 0.000E+00 0.000E+00
EXZ 0.000E+00 0.000E+00
EYZ 0.180E-04 0.000E+00

EXTENSÕES PRINCIPAIS
PE 1 -0.243E-04 0.756E-04
PE 2 -0.463E-04 -0.718E-04
PE 3 -0.627E-04 -0.752E-04

EXTENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSE1 0.385E-04 0.151E-03
PSE2 0.220E-04 0.147E-03
PSE3 0.164E-04 0.344E-05

(+) TRACÇÃO; (-) COMPRESSÃO

IC 20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Sublanço N.º A2/IC20 - N.º do Hospital

Fresagem de 6 cm do pavimento existente e colocação de 6+3 cm de misturas betuminosas novas

Z= 8.99 CAMADA NO 2

X= 0.00 0.00
Y= 0.00 18.75

TENSÕES NORMAIS (MPa)
SXX -0.100E+00 -0.815E-01
SYY -0.110E+00 -0.258E+00
SZZ -0.430E+00 -0.924E-01

TENSÕES TANGENCIAIS (MPa)
SXY 0.000E+00 0.000E+00
SXZ 0.000E+00 0.000E+00
SYZ 0.499E-01 0.000E+00

TENSÕES PRINCIPAIS
PS 1 -0.100E+00 -0.815E-01
PS 2 -0.102E+00 -0.924E-01
PS 3 -0.438E+00 -0.258E+00

TENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSS1 0.169E+00 0.880E-01
PSS2 0.117E-02 0.543E-02
PSS3 0.168E+00 0.826E-01

DESLOCAMENTOS (mm)
UX 0.000E+00 0.000E+00
UY 0.173E-02 0.000E+00
UZ 0.546E+00 0.549E+00

EXTENSÕES NORMAIS
EXX **0.198E-04** 0.911E-05
EYY 0.168E-04 -0.437E-04
EZZ -0.793E-04 0.585E-05

EXTENSÕES TANGENCIAIS
EXY 0.000E+00 0.000E+00
EXZ 0.000E+00 0.000E+00
EYZ 0.299E-04 0.000E+00

EXTENSÕES PRINCIPAIS
PE 1 0.198E-04 0.911E-05
PE 2 0.191E-04 0.585E-05
PE 3 -0.816E-04 -0.437E-04

EXTENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSE1 0.101E-03 0.528E-04
PSE2 0.700E-06 0.326E-05
PSE3 0.101E-03 0.496E-04

(+) TRACÇÃO; (-) COMPRESSÃO

IC 20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Sublanço Nó A2/IC20 - Nó do Hospital

Fresagem de 6 cm do pavimento existente e colocação de 6+3 cm de misturas betuminosas novas

Z= 18.99 CAMADA NO 3

X= 0.00 0.00
Y= 0.00 18.75

TENSÕES NORMAIS (MPa)
SXX 0.684E+00 0.622E+00
SYY 0.558E+00 0.348E+00
SZZ -0.112E+00 -0.931E-01

TENSÕES TANGENCIAIS (MPa)
SXY 0.000E+00 0.000E+00
SXZ 0.000E+00 0.000E+00
SYZ 0.246E-01 0.000E+00

TENSÕES PRINCIPAIS
PS 1 0.684E+00 0.622E+00
PS 2 0.559E+00 0.348E+00
PS 3 -0.113E+00 -0.931E-01

TENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSS1 0.399E+00 0.358E+00
PSS2 0.627E-01 0.137E+00
PSS3 0.336E+00 0.221E+00

DESLOCAMENTOS (mm)
UX 0.000E+00 0.000E+00
UY -0.136E-01 0.000E+00
UZ 0.535E+00 0.543E+00

EXTENSÕES NORMAIS
EXX 0.144E-03 **0.146E-03**
EYY 0.978E-04 0.445E-04
EZZ -0.149E-03 -0.118E-03

EXTENSÕES TANGENCIAIS
EXY 0.000E+00 0.000E+00
EXZ 0.000E+00 0.000E+00
EYZ 0.181E-04 0.000E+00

EXTENSÕES PRINCIPAIS
PE 1 0.144E-03 0.146E-03
PE 2 0.981E-04 0.445E-04
PE 3 -0.150E-03 -0.118E-03

EXTENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSE1 0.294E-03 0.264E-03
PSE2 0.462E-04 0.101E-03
PSE3 0.248E-03 0.163E-03

(+) TRACÇÃO; (-) COMPRESSÃO

IC 20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Sublanço Nó A2/IC20 - Nó do Hospital

Fresagem de 6 cm do pavimento existente e colocação de 6+3 cm de misturas betuminosas novas

Z= 46.01 CAMADA NO 5

X= 0.00 0.00
Y= 0.00 18.75

TENSÕES NORMAIS (MPa)
SXX 0.166E-02 0.206E-02
SYY -0.164E-03 0.500E-03
SZZ -0.248E-01 -0.267E-01

TENSÕES TANGENCIAIS (MPa)
SXY 0.000E+00 0.000E+00
SXZ 0.000E+00 0.000E+00
SYZ 0.403E-02 0.000E+00

TENSÕES PRINCIPAIS
PS 1 0.166E-02 0.206E-02
PS 2 0.478E-03 0.500E-03
PS 3 -0.255E-01 -0.267E-01

TENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSS1 0.136E-01 0.144E-01
PSS2 0.592E-03 0.782E-03
PSS3 0.130E-01 0.136E-01

DESLOCAMENTOS (mm)
UX 0.000E+00 0.000E+00
UY -0.275E-01 0.000E+00
UZ 0.480E+00 0.486E+00

EXTENSÕES NORMAIS
EXX 0.174E-03 0.187E-03
EYY 0.132E-03 0.152E-03
EZZ -0.423E-03 **-0.459E-03**

EXTENSÕES TANGENCIAIS
EXY 0.000E+00 0.000E+00
EXZ 0.000E+00 0.000E+00
EYZ 0.182E-03 0.000E+00

EXTENSÕES PRINCIPAIS
PE 1 0.174E-03 0.187E-03
PE 2 0.147E-03 0.152E-03
PE 3 -0.437E-03 -0.459E-03

EXTENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSE1 0.611E-03 0.646E-03
PSE2 0.266E-04 0.352E-04
PSE3 0.584E-03 0.611E-03

(+) TRACÇÃO; (-) COMPRESSÃO

IC 20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Sublanço N.º A2/IC20 - N.º do Hospital

Fresagem de 6 cm do pavimento existente e colocação de 5+4 cm de misturas betuminosas novas

ANALISE ELÁSTICA DE UM SISTEMA DE CAMADAS SUJEITO A CARGAS CIRCULARES UNIFORMES

CAMADA	E (MPa)	v	H (cm)
1	4200.	0.350	4.000
2	4500.	0.350	5.000
3	3660.	0.350	10.000
4	420.	0.350	27.000
5	60.	0.350	SEMI-INFINITO

2 CARGAS, CADA UMA COM AS SEGUINTE CARACTERÍSTICAS

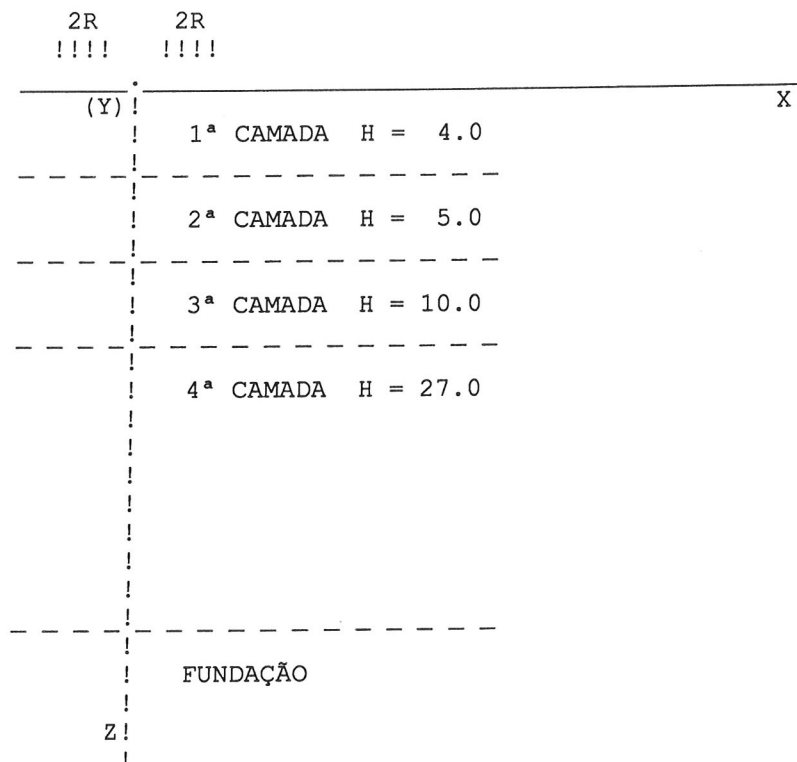
CARGA TOTAL..... F = 32.50 kN
 PRESSÃO DE ENCHIMENTO... P = 0.66 MPa (96.1 PSI)
 RAIOS DE IMPRESSÃO..... R = 12.50 cm

LOCALIZAÇÃO DAS CARGAS NO PLANO Z=0

N	X (cm)	Y (cm)
1	0.000	0.000
2	0.000	37.500

LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS ONDE SE PRETENDEM RESULTADOS

PROFUNDIDADE (cm)
 Z= 3.99 8.99 18.99 46.01
 COORDENADAS SEGUNDO X-Y (cm)
 X= 0.00 0.00
 Y= 0.00 18.75



IC 20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Sublanço N° A2/IC20 - N° do Hospital

Fresagem de 6 cm do pavimento existente e colocação de 5+4 cm de misturas betuminosas novas

Z= 3.99 CAMADA NO 1

X= 0.00 0.00
Y= 0.00 18.75

TENSÕES NORMAIS (MPa)
SXX -0.705E+00 -0.486E+00
SYY -0.639E+00 -0.495E+00
SZZ -0.615E+00 -0.247E-01

TENSÕES TANGENCIAIS (MPa)
SXY 0.000E+00 0.000E+00
SXZ 0.000E+00 0.000E+00
SYZ 0.297E-01 0.000E+00

TENSÕES PRINCIPAIS
PS 1 -0.595E+00 -0.247E-01
PS 2 -0.659E+00 -0.486E+00
PS 3 -0.705E+00 -0.495E+00

TENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSS1 0.552E-01 0.235E+00
PSS2 0.321E-01 0.231E+00
PSS3 0.231E-01 0.455E-02

DESLOCAMENTOS (mm)
UX 0.000E+00 0.000E+00
UY 0.984E-02 0.000E+00
UZ 0.550E+00 0.547E+00

EXTENSÕES NORMAIS
EXX -0.634E-04 -0.725E-04
EYY -0.422E-04 -0.754E-04
EZZ -0.343E-04 0.759E-04

EXTENSÕES TANGENCIAIS
EXY 0.000E+00 0.000E+00
EXZ 0.000E+00 0.000E+00
EYZ 0.191E-04 0.000E+00

EXTENSÕES PRINCIPAIS
PE 1 -0.279E-04 0.759E-04
PE 2 -0.486E-04 -0.725E-04
PE 3 -0.634E-04 -0.754E-04

EXTENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSE1 0.355E-04 0.151E-03
PSE2 0.206E-04 0.148E-03
PSE3 0.149E-04 0.292E-05

(+) TRACÇÃO; (-) COMPRESSÃO

IC 20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Sublanço N° A2/IC20 - N° do Hospital

Fresagem de 6 cm do pavimento existente e colocação de 5+4 cm de misturas betuminosas novas

Z= 8.99 CAMADA NO 2

X= 0.00 0.00
Y= 0.00 18.75

TENSÕES NORMAIS (MPa)
SXX -0.103E+00 -0.838E-01
SYY -0.112E+00 -0.260E+00
SZZ -0.431E+00 -0.922E-01

TENSÕES TANGENCIAIS (MPa)
SXY 0.000E+00 0.000E+00
SXZ 0.000E+00 0.000E+00
SYZ 0.498E-01 0.000E+00

TENSÕES PRINCIPAIS
PS 1 -0.103E+00 -0.838E-01
PS 2 -0.105E+00 -0.922E-01
PS 3 -0.439E+00 -0.260E+00

TENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSS1 0.168E+00 0.879E-01
PSS2 0.981E-03 0.418E-02
PSS3 0.167E+00 0.837E-01

DESLOCAMENTOS (mm)
UX 0.000E+00 0.000E+00
UY 0.178E-02 0.000E+00
UZ 0.547E+00 0.549E+00

EXTENSÕES NORMAIS
EXX **0.194E-04** 0.873E-05
EYY 0.166E-04 -0.440E-04
EZZ -0.791E-04 0.622E-05

EXTENSÕES TANGENCIAIS
EXY 0.000E+00 0.000E+00
EXZ 0.000E+00 0.000E+00
EYZ 0.299E-04 0.000E+00

EXTENSÕES PRINCIPAIS
PE 1 0.194E-04 0.873E-05
PE 2 0.188E-04 0.622E-05
PE 3 -0.813E-04 -0.440E-04

EXTENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSE1 0.101E-03 0.527E-04
PSE2 0.589E-06 0.251E-05
PSE3 0.100E-03 0.502E-04

(+) TRACÇÃO; (-) COMPRESSÃO

IC 20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Sublanço Nó A2/IC20 - Nó do Hospital

Fresagem de 6 cm do pavimento existente e colocação de 5+4 cm de misturas betuminosas novas

Z= 18.99 CAMADA NO 3

X= 0.00 0.00
Y= 0.00 18.75

TENSÕES NORMAIS (MPa)
SXX 0.684E+00 0.622E+00
SYY 0.558E+00 0.347E+00
SZZ -0.113E+00 -0.932E-01

TENSÕES TANGENCIAIS (MPa)
SXY 0.000E+00 0.000E+00
SXZ 0.000E+00 0.000E+00
SYZ 0.246E-01 0.000E+00

TENSÕES PRINCIPAIS
PS 1 0.684E+00 0.622E+00
PS 2 0.559E+00 0.347E+00
PS 3 -0.113E+00 -0.932E-01

TENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSS1 0.399E+00 0.358E+00
PSS2 0.627E-01 0.137E+00
PSS3 0.336E+00 0.220E+00

DESLOCAMENTOS (mm)
UX 0.000E+00 0.000E+00
UY -0.136E-01 0.000E+00
UZ 0.536E+00 0.543E+00

EXTENSÕES NORMAIS
EXX 0.144E-03 **0.146E-03**
EYY 0.978E-04 0.444E-04
EZZ -0.150E-03 -0.118E-03

EXTENSÕES TANGENCIAIS
EXY 0.000E+00 0.000E+00
EXZ 0.000E+00 0.000E+00
EYZ 0.181E-04 0.000E+00

EXTENSÕES PRINCIPAIS
PE 1 0.144E-03 0.146E-03
PE 2 0.981E-04 0.444E-04
PE 3 -0.150E-03 -0.118E-03

EXTENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSE1 0.294E-03 0.264E-03
PSE2 0.463E-04 0.101E-03
PSE3 0.248E-03 0.163E-03

(+) TRACÇÃO; (-) COMPRESSÃO

IC 20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Sublanço Nó A2/IC20 - Nó do Hospital

Fresagem de 6 cm do pavimento existente e colocação de 5+4 cm de misturas betuminosas novas

Z= 46.01 CAMADA NO 5

X= 0.00 0.00
Y= 0.00 18.75

TENSÕES NORMAIS (MPa)
SXX 0.166E-02 0.206E-02
SYY -0.168E-03 0.496E-03
SZZ -0.249E-01 -0.267E-01

TENSÕES TANGENCIAIS (MPa)
SXY 0.000E+00 0.000E+00
SXZ 0.000E+00 0.000E+00
SYZ 0.404E-02 0.000E+00

TENSÕES PRINCIPAIS
PS 1 0.166E-02 0.206E-02
PS 2 0.476E-03 0.496E-03
PS 3 -0.255E-01 -0.267E-01

TENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSS1 0.136E-01 0.144E-01
PSS2 0.593E-03 0.784E-03
PSS3 0.130E-01 0.136E-01

DESLOCAMENTOS (mm)
UX 0.000E+00 0.000E+00
UY -0.275E-01 0.000E+00
UZ 0.480E+00 0.487E+00

EXTENSÕES NORMAIS
EXX 0.174E-03 0.187E-03
EYY 0.133E-03 0.152E-03
EZZ -0.423E-03 **-0.460E-03**

EXTENSÕES TANGENCIAIS
EXY 0.000E+00 0.000E+00
EXZ 0.000E+00 0.000E+00
EYZ 0.182E-03 0.000E+00

EXTENSÕES PRINCIPAIS
PE 1 0.174E-03 0.187E-03
PE 2 0.147E-03 0.152E-03
PE 3 -0.438E-03 -0.460E-03

EXTENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSE1 0.612E-03 0.647E-03
PSE2 0.267E-04 0.353E-04
PSE3 0.585E-03 0.612E-03

(+) TRACÇÃO; (-) COMPRESSÃO

IC 20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Sublanço N° A2/IC20 - N° do Hospital

Colocação de 4 cm de misturas betuminosas novas sobre o pavimento existente

ANALISE ELÁSTICA DE UM SISTEMA DE CAMADAS
SUJEITO A CARGAS CIRCULARES UNIFORMES

CAMADA	E (MPa)	v	H (cm)
1	4200.	0.350	4.000
2	2230.	0.350	4.500
3	3660.	0.350	11.500
4	420.	0.350	27.000
5	60.	0.350	SEMI-INFINITO

2 CARGAS, CADA UMA COM AS SEGUINTE CARACTERÍSTICAS

CARGA TOTAL..... F = 32.50 kN
 PRESSÃO DE ENCHIMENTO... P = 0.66 MPa (96.1 PSI)
 RAO DE IMPRESSÃO..... R = 12.50 cm

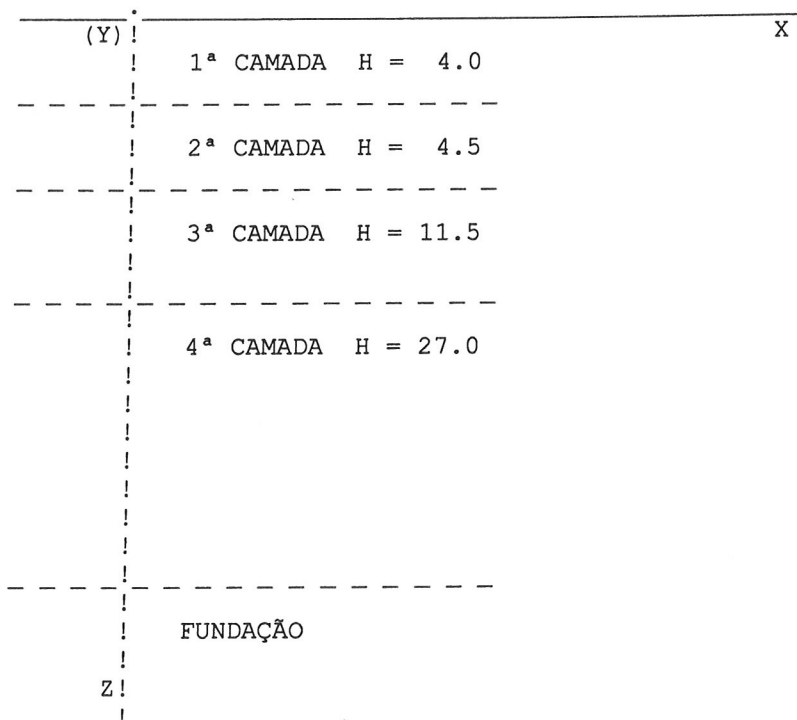
LOCALIZAÇÃO DAS CARGAS NO PLANO Z=0

N	X (cm)	Y (cm)
1	0.000	0.000
2	0.000	37.500

LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS ONDE SE PRETENDEM RESULTADOS

PROFUNDIDADE (cm)
 Z= 3.99 8.49 19.99 47.01
 COORDENADAS SEGUNDO X-Y (cm)
 X= 0.00 0.00
 Y= 0.00 18.75

2R 2R
 !!!! !!!!



IC 20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Sublanço Nó A2/IC20 - Nó do Hospital

Colocação de 4 cm de misturas betuminosas novas sobre o pavimento existente

Z= 3.99 CAMADA NO 1

X= 0.00 0.00
Y= 0.00 18.75

TENSÕES NORMAIS (MPa)
SXX -0.621E+00 -0.510E+00
SYY -0.559E+00 -0.658E+00
SZZ -0.637E+00 -0.267E-01

TENSÕES TANGENCIAIS (MPa)
SXY 0.000E+00 0.000E+00
SXZ 0.000E+00 0.000E+00
SYZ 0.322E-01 0.000E+00

TENSÕES PRINCIPAIS
PS 1 -0.548E+00 -0.267E-01
PS 2 -0.621E+00 -0.510E+00
PS 3 -0.648E+00 -0.658E+00

TENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSS1 0.504E-01 0.315E+00
PSS2 0.368E-01 0.242E+00
PSS3 0.136E-01 0.737E-01

DESLOCAMENTOS (mm)
UX 0.000E+00 0.000E+00
UY 0.105E-01 0.000E+00
UZ 0.551E+00 0.542E+00

EXTENSÕES NORMAIS
EXX -0.482E-04 -0.645E-04
EYY -0.283E-04 -0.112E-03
EZZ -0.533E-04 0.910E-04

EXTENSÕES TANGENCIAIS
EXY 0.000E+00 0.000E+00
EXZ 0.000E+00 0.000E+00
EYZ 0.207E-04 0.000E+00

EXTENSÕES PRINCIPAIS
PE 1 -0.246E-04 0.910E-04
PE 2 -0.482E-04 -0.645E-04
PE 3 -0.570E-04 -0.112E-03

EXTENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSE1 0.324E-04 0.203E-03
PSE2 0.237E-04 0.155E-03
PSE3 0.874E-05 0.474E-04

(+) TRACÇÃO; (-) COMPRESSÃO

IC 20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Sublanço Nó A2/IC20 - Nó do Hospital

Colocação de 4 cm de misturas betuminosas novas sobre o pavimento existente

Z= 8.49 CAMADA NO 2

X= 0.00 0.00
Y= 0.00 18.75

TENSÕES NORMAIS (MPa)

SXX -0.280E+00 -0.139E+00
SYY -0.270E+00 -0.204E+00
SZZ -0.495E+00 -0.781E-01

TENSÕES TANGENCIAIS (MPa)

SXY 0.000E+00 0.000E+00
SXZ 0.000E+00 0.000E+00
SYZ 0.435E-01 0.000E+00

TENSÕES PRINCIPAIS

PS 1 -0.262E+00 -0.781E-01
PS 2 -0.280E+00 -0.139E+00
PS 3 -0.503E+00 -0.204E+00

TENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS

PSS1 0.121E+00 0.630E-01
PSS2 0.883E-02 0.303E-01
PSS3 0.112E+00 0.327E-01

DESLOCAMENTOS (mm)

UX 0.000E+00 0.000E+00
UY 0.444E-02 0.000E+00
UZ 0.545E+00 0.545E+00

EXTENSÕES NORMAIS

EXX -0.534E-05 -0.179E-04
EYY 0.426E-06 -0.575E-04
EZZ -0.136E-03 0.188E-04

EXTENSÕES TANGENCIAIS

EXY 0.000E+00 0.000E+00
EXZ 0.000E+00 0.000E+00
EYZ 0.527E-04 0.000E+00

EXTENSÕES PRINCIPAIS

PE 1 0.535E-05 0.188E-04
PE 2 -0.534E-05 -0.179E-04
PE 3 -0.141E-03 -0.575E-04

EXTENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS

PSE1 0.146E-03 0.763E-04
PSE2 0.107E-04 0.367E-04
PSE3 0.135E-03 0.396E-04

(+) TRACÇÃO; (-) COMPRESSÃO

IC 20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Sublanço N6 A2/IC20 - N6 do Hospital

Colocação de 4 cm de misturas betuminosas novas sobre o pavimento existente

Z= 19.99 CAMADA NO 3

X= 0.00 0.00
Y= 0.00 18.75

TENSÕES NORMAIS (MPa)
SXX 0.669E+00 0.602E+00
SYY 0.546E+00 0.327E+00
SZZ -0.112E+00 -0.919E-01

TENSÕES TANGENCIAIS (MPa)
SXY 0.000E+00 0.000E+00
SXZ 0.000E+00 0.000E+00
SYZ 0.238E-01 0.000E+00

TENSÕES PRINCIPAIS
PS 1 0.669E+00 0.602E+00
PS 2 0.547E+00 0.327E+00
PS 3 -0.113E+00 -0.919E-01

TENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSS1 0.391E+00 0.347E+00
PSS2 0.610E-01 0.137E+00
PSS3 0.330E+00 0.210E+00

DESLOCAMENTOS (mm)
UX 0.000E+00 0.000E+00
UY -0.130E-01 0.000E+00
UZ 0.533E+00 0.539E+00

EXTENSÕES NORMAIS
EXX 0.141E-03 **0.142E-03**
EYY 0.959E-04 0.407E-04
EZZ -0.147E-03 -0.114E-03

EXTENSÕES TANGENCIAIS
EXY 0.000E+00 0.000E+00
EXZ 0.000E+00 0.000E+00
EYZ 0.176E-04 0.000E+00

EXTENSÕES PRINCIPAIS
PE 1 0.141E-03 0.142E-03
PE 2 0.962E-04 0.407E-04
PE 3 -0.147E-03 -0.114E-03

EXTENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSE1 0.288E-03 0.256E-03
PSE2 0.450E-04 0.101E-03
PSE3 0.243E-03 0.155E-03

(+) TRACÇÃO; (-) COMPRESSÃO

IC 20 – VIA RÁPIDA DA CAPARICA

Sublanço Nó A2/IC20 - Nó do Hospital

Colocação de 4 cm de misturas betuminosas novas sobre o pavimento existente

Z= 47.01 CAMADA NO 5

X= 0.00 0.00
Y= 0.00 18.75

TENSÕES NORMAIS (MPa)
SXX 0.156E-02 0.196E-02
SYY -0.260E-03 0.380E-03
SZZ -0.247E-01 -0.265E-01

TENSÕES TANGENCIAIS (MPa)
SXY 0.000E+00 0.000E+00
SXZ 0.000E+00 0.000E+00
SYZ 0.398E-02 0.000E+00

TENSÕES PRINCIPAIS
PS 1 0.156E-02 0.196E-02
PS 2 0.372E-03 0.380E-03
PS 3 -0.253E-01 -0.265E-01

TENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSS1 0.134E-01 0.142E-01
PSS2 0.594E-03 0.791E-03
PSS3 0.128E-01 0.134E-01

DESLOCAMENTOS (mm)
UX 0.000E+00 0.000E+00
UY -0.270E-01 0.000E+00
UZ 0.478E+00 0.484E+00

EXTENSÕES NORMAIS
EXX 0.171E-03 0.185E-03
EYY 0.130E-03 0.149E-03
EZZ -0.419E-03 -0.455E-03

EXTENSÕES TANGENCIAIS
EXY 0.000E+00 0.000E+00
EXZ 0.000E+00 0.000E+00
EYZ 0.179E-03 0.000E+00

EXTENSÕES PRINCIPAIS
PE 1 0.171E-03 0.185E-03
PE 2 0.145E-03 0.149E-03
PE 3 -0.433E-03 -0.455E-03

EXTENSÕES TANGENCIAIS MÁXIMAS
PSE1 0.604E-03 0.639E-03
PSE2 0.267E-04 0.356E-04
PSE3 0.578E-03 0.604E-03

(+) TRACÇÃO; (-) COMPRESSÃO

ANEXO 7



BISAR 3.0 - Block Report

IC20 - VIA RAPIDA DA CAPARICA

[0+850 - 1+1050]

Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Pavement's Ratio	Load Number	Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal Load (kN)	Horizontal Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0.040	4.200E+03	0.35	1	3.250E+01	5.621E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.250E-01	0.000E+00	-1.675E-01	0.000E+00
2	0.050	4.500E+03	0.35	2	3.250E+01	5.621E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.250E-01	0.000E+00	1.675E-01	0.000E+00
3	0.055	2.740E+03	0.35									
4	0.070	4.600E+02	0.35									
5	1.150E+02	1.150E+02	0.35									

Loads

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses (MPa)			Strains (micro)			Displacements (mm)		
					XX	YY	ZZ	XX	YY	ZZ	UX	UY	UZ
1	3	0.000E+00	0.000E+00	1.550E-01	4.501E-01	1.432E-01	-1.200E-01	1.623E+02	1.142E+01	-1.222E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
2	3	0.000E+00	1.675E-01	1.550E-01	5.549E-01	4.406E-01	-1.710E-01	1.600E+02	1.116E+02	-1.166E+02	0.000E+00	1.167E+01	2.870E+02
3	5	0.000E+00	0.000E+00	4.231E-01	4.097E-03	3.755E-04	-4.510E-02	1.712E+02	1.282E+02	-4.056E+02	0.000E+00	0.000E+00	2.512E+02
4	5	0.000E+00	1.675E-01	4.231E-01	2.669E-03	-3.042E-04	-4.169E-02	1.597E+02	1.131E+02	-3.727E+02	0.000E+00	2.320E+01	2.226E+02



BISAR 3.0 - Block Report

IC20 - VIA RAPIDA DA CAPARICA [1+050 - 2+650]

Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Vertical Load (kN)	Stress (MPa)	Horizontal Load (kN)	Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0.040	4.200E+03	0.35	1	2.250E+01	6.621E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.250E-01	0.000E+00	-1.875E-01	0.000E+00
2	0.060	1.000E+04	0.35	2	2.250E+01	6.621E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.250E-01	0.000E+00	1.875E-01	0.000E+00
3	0.060	2.800E+02	0.35									
4	0.270	4.200E+02	0.35									
5		6.000E+01	0.35									

Loads

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses			Strains			Displacements		
					XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX (micro)	YY (micro)	ZZ (micro)	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)
1	3	0.000E+00	0.000E+00	1.500E-01	6.360E-01	2.250E-01	-1.110E-01	1.530E+02	2.846E+01	-1.225E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
2	3	0.000E+00	1.875E-01	1.500E-01	7.100E-01	5.797E-01	-1.323E-01	1.530E+02	1.021E+02	-1.604E+02	0.000E+00	1.346E+01	4.845E+02
3	5	0.000E+00	0.000E+00	4.310E-01	2.590E-09	6.512E-04	-3.504E-02	1.671E+02	1.496E+02	-4.597E+02	0.000E+00	0.000E+00	4.714E+02
4	5	0.000E+00	1.875E-01	4.310E-01	2.670E-09	6.806E-05	-3.257E-02	1.759E+02	1.308E+02	-4.169E+02	0.000E+00	2.682E+01	4.090E+02



BISAR 3.0 - Block Report

IC20 - VIA RAPIDA DA CAPARICA

[2+650 - 4+750]

Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Pavement's Ratio	Load Number	Vertical Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal Load (kN)	Horizontal (Shear) Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	0.040	4.200E+03	0.35	1	2.250E+01	6.621E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.250E-01	0.000E+00	-1.675E-01	0.000E+00
2	0.060	4.300E+03	0.35	2	2.250E+01	6.621E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.250E-01	0.000E+00	1.675E-01	0.000E+00
3	0.065	3.450E+03	0.35									
4	0.300	5.000E+02	0.35									
5	1.150E+02	1.150E+02	0.35									

Loads

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX (mm)	YY (mm)	ZZ (mm)	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)
1	3	0.000E+00	0.000E+00	1.650E-01	4.925E-01	1.770E-01	-1.247E-01	1.374E+02	1.432E+01	-1.041E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.641E+02
2	2	0.000E+00	1.675E-01	1.650E-01	5.976E-01	4.764E-01	-1.893E-01	1.411E+02	9.265E+01	-1.532E+02	0.000E+00	1.024E+01	1.024E+01	0.000E+00	1.024E+01	2.556E+02
3	3	0.000E+00	0.000E+00	4.651E-01	3.366E-03	7.013E-04	-3.616E-02	1.424E+02	1.121E+02	-2.444E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.060E+02
4	3	0.000E+00	1.675E-01	4.651E-01	3.065E-03	-5.322E-05	-3.535E-02	1.242E+02	9.820E+01	-2.167E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.020E+01	2.957E+02