

BRISAL

A 17 – AUTO-ESTRADA MARINHA GRANDE / MIRA

(1ª FASE - LOTE 3)

ESTUDO DA COMPOSIÇÃO

DE

BETÃO BETUMINOSO DRENANTE

FEVEREIRO 2007



ÍNDICE

1 - Introdução	3
2 – Requisitos a cumprir pela mistura betuminosa	4
2.1 – Características da mistura de agregados	4
2.2 – Características da mistura betuminosa	5
3 – Características dos Materiais Utilizados	5
3.1 – Características do Betume	5
3.2 – Características dos agregados	6
4 – Características da Mistura Betuminosa	6
4.1 – Características da mistura de agregados	6
4.2 – Características da Mistura Betuminosa	8
5 – Determinação da Percentagem Ótima de Betume	9
5.1 – Gráficos das Curvas Características da Mistura Betuminosa.....	9
5.2 – Fórmula de Trabalho. Considerações Finais.....	11
6 – Conclusões	12
ANEXOS	13
Anexo I – Curvas granulométricas dos Agregados	14
Anexo II – Curva granulométrica da mistura	15
Anexo III – Características dos agregados	16
Anexo IV – Características do betume.....	17
Anexo V – Características da Mistura de Agregados	18
Anexo VI – Características da mistura betuminosa (ensaio Marshall).....	19
Anexo VII – Características da mistura betuminosa (ensaio Marshall) para a percentagem ótima de betume.....	20

Betão Betuminoso Drenante

Estudo da composição

1 - INTRODUÇÃO

Apresenta-se neste relatório o estudo de betão betuminoso drenante, a aplicar na A 17 Auto – Estrada Marinha Grande / Mira.

A mistura betuminosa será fabricada em Central Contínua INTRAME, com capacidade de produção de 300 ton./h, provida de quatro tolvas para agregados a frio com sistema automático de variadores de velocidade e silos para filer recuperado e para filer comercial.

A central está instalada no estaleiro da obra, situado junto ao futuro Nó de Monte Redondo.

O estudo foi conduzido de acordo com as prescrições do caderno de encargos relativamente às características dos materiais, da mistura betuminosa e do processo construtivo.

2 – REQUISITOS A CUMPRIR PELA MISTURA BETUMINOSA

2.1 – Características da mistura de agregados

O Caderno de Encargos recomenda o seguinte fuso granulométrico:

Peneiros ASTM	Percentagem acumulada do material que passa
16,0 mm (5/8")	100
12,5 mm (1/2")	80 – 100
9,5 mm (3/8")	50 – 80
4,75 mm (n.º 4)	15 – 30
2,00 mm (n.º 10)	10 – 22
0,85 mm (n.º 20)	6 – 13
0,075 mm (n.º 200)	3 – 6

A mistura de agregados deverá respeitar os seguintes parâmetros, referidos no C. E. :

- Perda por desgaste, Los Angeles (Gran. B), máximo	20%
- Índices de lamelação e alongamento, máximos	15%
- Equivalente de areia da mistura de agregados, mínimo	60%
- Absorção de água de cada agregado, máximo	1%
- Percentagem de material britado, mínima	90%
- Massa volúmica mínima	1120kg/m ³
- Coeficiente de polimento acelerado, mínimo	0.55

2.2 – Características da mistura betuminosa

A mistura betuminosa deverá apresentar características físicas e mecânicas que satisfaçam as seguintes condições:

Característica (Mistura Betuminosa)		Valores de C. E.
Adesividade betume / inerte	(%)	>75
Índice de vazios	(%)	25 a 30
Ensaio Cântabro (com imersão)	(%)	≤25

3 – CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS UTILIZADOS

3.1 – Características do Betume

O ligante betuminoso a utilizar no fabrico da mistura betuminosa é um betume modificado com polímeros Styrelf 13/60 da CEPSA, do qual se anexa o boletim de características.

As temperaturas indicadas pelo fornecedor para o fabrico da mistura são entre 155°C e 165°C e para a aplicação são entre 150°C e 160°C.

3.2 – Características dos agregados

Na mistura vão utilizar-se os agregados que constam do quadro seguinte:

Amostra	Procedência	Natureza	Granulometria
Brita 2	Sorgila	Seixo	10/16mm
Brita 1	Sorgila	Seixo	4/10 mm
Brita 1-2	Sorgila	Seixo	6/10 mm
Pó	Argilis	Seixo	0/4 mm

Os agregados foram submetidos aos ensaios previstos no C. E.. Os boletins de ensaio apresentam-se em anexo.

Pode constatar-se pelos resultados obtidos nos ensaios, que os agregados cumprem os valores limites especificados.

- Perda por desgaste, Los Angeles (Gran. B)	18%
- Índices de lamelação e alongamento	14% / 15%
- Equivalente de areia da mistura de agregados	71%
- Absorção de água do agregado	0,81%
- Valor de Azul de Metileno	0,4
- Percentagem de material britado	96%
-Polimento acelerado	0,58

4 – CARACTERÍSTICAS DA MISTURA BETUMINOSA

4.1 – Características da mistura de agregados

Com base nas granulometrias médias de cada agregado determinou-se a composição que melhor se ajusta ao fuso granulométrico.

O cálculo efectuado através dos métodos analítico e gráfico revela que a curva granulométrica que melhor se ajusta ao fuso adoptado (ponto 2.1) é resultante da combinação das seguintes percentagens de agregados:

AGREGADOS	%
Brita 2	28,0
Brita 1	30,0
Brita 1-2	25,0
Pó	14,0
Cal	3,0
Total	100

A curva granulométrica assim obtida é a seguinte:

Peneiros ASTM	Percentagem acumulada do material que passa
16,0 mm (5/8")	100
12,50 mm (1/2")	85,9
9,5 mm (3/8")	61,5
4,75 mm (n.º 4)	18,7
2,00 mm (n.º 10)	12,2
0,85 mm (n.º 20)	8,8
0,075 mm (n.º 200)	4,9

Realizaram-se ainda os ensaios de equivalente de areia e de azul de metileno, conforme especificado pelo Caderno de Encargos, da mistura de agregados (sem adição de filer comercial):

Material ensaiado	Equivalente de areia (%)	Azul de metileno (%)
Mistura de agregados	71	0,3

Os resultados destes ensaios são apresentados nos boletins em anexo.

4.2 – Características da Mistura Betuminosa

Para a análise das características da mistura betuminosa obtida através da utilização da mistura de agregados e betume, moldaram-se 15 provetes Marshall com as percentagens de betume seguidamente indicadas:

Percentagem de betume	N.º de provetes
3,5	3
4,0	3
4,5	3
5,0	3
5,5	3

Após a moldagem dos provetes, efectuaram-se as medições necessárias para a determinação da baridade e do índice de vazios da mistura betuminosa. Posteriormente foi determinada a força de rotura e a deformação dos respectivos provetes.

Obtiveram-se para as características especificadas, os seguintes valores médios:

% de betume	Baridade (g/cm ³)	Força de rotura (kg)	Deformação (mm)	Índice de Vazios (%)
3,5	1,95	700	2,2	29,2
4,0	1,97	843	2,3	27,1
4,5	1,99	919	2,6	25,4
5,0	1,98	883	2,8	25,2
5,5	1,97	796	3,0	24,6

Os resultados das características referentes a cada um dos provetes encontram-se em anexo, no item características da mistura betuminosa (ensaio Marshall).

5 – DETERMINAÇÃO DA PERCENTAGEM ÓPTIMA DE BETUME

5.1 – Gráficos das Curvas Características da Mistura Betuminosa

(ver página seguinte)

5.2 – Fórmula de Trabalho. Considerações Finais

Da análise dos gráficos anteriormente apresentados verificamos que a percentagem óptima em betume para a mistura é de 4,5%.

Para verificar as características da mistura betuminosa para a percentagem óptima de betume determinada no estudo foram fabricados 12 provetes, 6 para determinação da resistência conservada (adesividade betume/inerte) e 6 para o ensaio Cântabro. Os boletins de ensaio correspondentes a estes ensaios encontram-se no anexo VII.

As características médias da mistura para esta percentagem de betume são as seguintes:

Característica (Mistura Betuminosa)		Valores C.E.	Valores Obtidos
Baridade	(g/cm ³)		1,99
Porosidade	(%)	3 a 5	3,7
Adesividade (Resistência conservada)	(%)	> 75	85,8
Índice de vazios	(%)	25 a 30	25,4
Perda por desgaste no ensaio Cântabro com imersão em água	(%)	≤ 25	22,1

6 – CONCLUSÕES

Verificando-se que todos os resultados dos ensaios realizados cumprem os critérios exigidos no caderno de encargos, a fórmula de trabalho a transpor para a central será a seguinte:

Fórmula de trabalho	
Material	%
Brita 2	26,7
Brita 1	28,6
Brita 1-2	23,8
Pó	13,4
Cal	3,0
Betume	4,5
TOTAL	100,0

Após execução da transposição do estudo para a central e da execução do troço experimental, serão verificados todos os valores aqui apresentados e serão efectuadas as correcções necessárias, de acordo com a fiscalização.

14 de Fevereiro de 2007

(Sónia Rodrigues, Eng.ª)

ANEXOS

Anexo I – Curvas granulométricas dos agregados

Anexo II – Curva granulométrica da mistura

Anexo III – Características dos agregados

Anexo IV – Características do betume

Anexo V – Características da Mistura de Agregados

Anexo VI – Características da mistura betuminosa (ensaio Marshall)

Anexo VII – Características da mistura betuminosa (ensaio Marshall) para a percentagem óptima de betume

ANEXO I – CURVAS GRANULOMÉTRICAS DOS AGREGADOS

ANEXO II – CURVA GRANULOMÉTRICA DA MISTURA

ANEXO III – CARACTERÍSTICAS DOS AGREGADOS

ANEXO IV – CARACTERÍSTICAS DO BETUME

ANEXO V – CARACTERÍSTICAS DA MISTURA DE AGREGADOS

**ANEXO VI – CARACTERÍSTICAS DA MISTURA BETUMINOSA (ENSAIO
MARSHALL)**

**ANEXO VII – CARACTERÍSTICAS DA MISTURA BETUMINOSA (ENSAIO
MARSHALL) PARA A PERCENTAGEM ÓPTIMA DE BETUME**