

# PAVIDREN



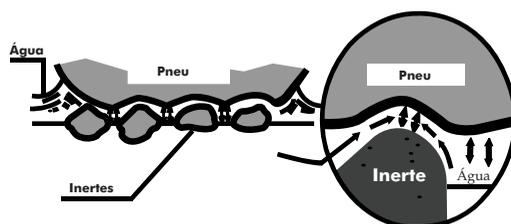
**BETÃO BETUMINOSO DRENANTE**  
**Pavimentos de Elevada Qualidade**

## A opção de Segurança

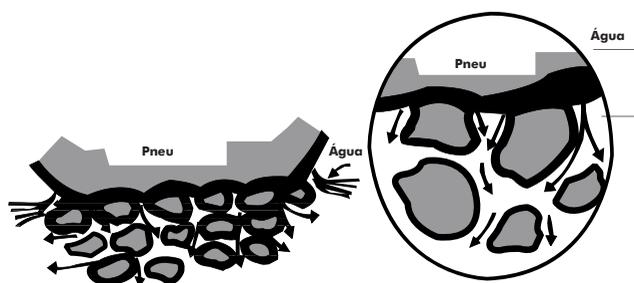
A ocorrência de um fenómeno de "aquaplaning" numa via rodoviária é sem dúvida merecedora de uma atenção redobrada por parte da comunidade técnica rodoviária, dadas as consequências gravosas que normalmente implica, para o utente em particular e para a comunidade em geral.

Resulta basicamente da existência de uma película de água sobre o pavimento, provocando uma diminuição significativa da aderência do pneu do veículo, que será tanto maior quanto mais elevada for a velocidade de circulação.

Simultaneamente, verifica-se a ocorrência da projecção de água na parte traseira dos veículos, o que provoca a diminuição da visibilidade dos que o precedem, sendo a causa de numerosos acidentes.



*Contacto pneu-pavimento em mistura betuminosa densa*



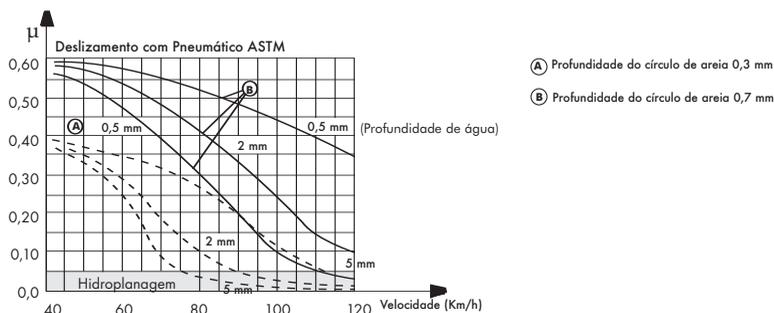
*Contacto pneu-pavimento em mistura betuminosa drenante*

Podemos pois definir um pavimento DRENANTE como sendo uma mistura betuminosa porosa ou permeável, que pela sua elevada porosidade permite que, através dela, seja absorvida a água da chuva e se escoe pela superfície do suporte até berma ou sistemas drenantes associados.

Daí que ao estudo, projecto e execução de misturas betuminosas drenantes para camadas de desgaste, tenha sido dada desde há uns anos a esta parte uma particular atenção, patente, aliás, nos vários seminários e reuniões técnicas efectuadas no mundo e particularmente na Europa.

A inovação tecnológica nesta matéria tem procurado dar resposta a questões tão diversas como:

- Maior segurança e comodidade do utente.
- Anulação do fenómeno de “aquaplaning”, em tempo de chuva.
- Misturas betuminosas de excelente qualidade e reduzida espessura.



*Varição do coeficiente de deslizamento com a macrotextura do pavimento, velocidade e espessura da película de água*

A investigação e a experiência do grupo de empresas Elpídio Sanchez Marcos, no campo das misturas betuminosas em geral, permitiu-lhe desenvolver e implementar um betão betuminoso drenante a quente sob a designação de **PAVIDREN**, sendo a Pavia – Pavimentos e Vias S.A., um dos expoentes máximos da sua aplicação.

Um betão betuminoso drenante do tipo **PAVIDREN**, é um sistema de pavimentação que consiste na aplicação duma mistura betuminosa a quente com características especiais, com granulometria do tipo 0/12, com uma elevada porosidade (sempre superior a 20%), de modo a garantir uma eficaz drenagem vertical e horizontal da água superficial, sendo fabricado com um betume modificado com polímeros criteriosamente seleccionados.

São normalmente aplicadas em camadas de desgaste em vias rodoviárias de maior importância, nomeadamente com tráfego elevado e fluído, em espessuras que podem variar de 3 a 5 centímetros, sendo mais frequente a aplicação de aproximadamente 4 centímetros.

Pese embora a elevada porosidade deste tipo de mistura betuminosa, a sua estabilidade resulta do roçamento interno dos agregados grossos, e a sua coesão no ligante betuminoso especial que cobre os agregados.



Obra com **PAVIDREN**

## Os materiais que compõem o sistema PAVIDREN

### Agregados

Os agregados para execução da camada de desgaste em betão betuminoso drenante deverão normalmente obedecer às seguintes prescrições.

. Percentagem de filer comercial .....	2%*
. Percentagem de material britado.....	100%
. Perda por desgaste na máquina de Los Angeles (granulometria B).....	≤ 20%**
. Índices de lamelação e de alongamento .....	≤ 15%
. Coeficiente do polimento acelerado.....	≥ 0,50%
. Equivalente de areia da mistura de agregados (sem a adição de filer) ...	≥ 60%
. Valor do azul de metileno (material de dimensão inferior a 75um) .....	≤ 0,8%
. Absorção de água para cada fracção granulométrica componente .....	≤ 2%

\* Caso se utilize a cal hidráulica poderá ser reproduzido para 1%.

\*\* 26% em granitos.

### Ligante Betuminoso

O ligante betuminoso a utilizar nestas misturas do tipo **PAVIDREN**, é um betume modificado com polímeros, especialmente formulado para este tipo de misturas e resultante do trabalho de investigação do grupo de empresas E.S.M., no qual a PAVIA se encontra integrada.

As especificações técnicas do betume modificado são as seguintes:

ENSAIOS	VALORES	
	Min	Max
<b>Sobre o ligante</b>		
Penetração, 25°C; 100g; 5s; (0,1 mm)	55	70
Temp. de Amolecimento (°C)	55	-
Ductilidade, 5°C; 5 cm/min; (cm)	4	-
Ponto de Fragilidade de Fraass (°C)	-	-10
Flutuador, 60°C (s)	700	-
Estabilidade ao Armazenamento		
Dif. Ponto de Amolecimento (°C)	-	5
Dif. de penetração, (0,1 mm)	-	10
Retorno Elástico, 25°C (%)	25	-
<b>Sobre o resíduo em película fina</b>		
Varição de Massa (%)	-	1
Penetração, 25°C; 100g; 5s; (0,1 mm) (% pen. Original)	65	-
Ductilidade, 5°C; 5cm/min; (cm)	2	-
Var. Temperatura amolecimento (°C)	-5	+5

A presença de betumes modificados na mistura betuminosa, introduz nesta uma série de características melhoradas que passam pela modificação da reologia do ligante base, e que comparativamente aos betumes normais se podem traduzir em:

- Aumento da espessura da película de ligante.
- Aumento do intervalo de plasticidade.
- Baixa susceptibilidade da térmica (inferior à de uma mistura convencional).
- Maior durabilidade.
- Maior resistência à desagregação, tanto em seco como em húmido.
- Melhor comportamento à deformação plástica.
- Diminuição do risco de escorrimento do ligante, no processo de fabrico e transporte.

A adesividade passiva, condição muito importante numa mistura deste tipo, é muito superior à que se obtém com um betume convencional. Esta característica detecta-se claramente no ensaio “CANTABRO” após imersão em água.

### **Formulação da mistura betuminosa**

Na formulação deste tipo de misturas devem ser evidenciadas quais as propriedades e características mais importantes que devem ser optimizadas, visando naturalmente obter um bom comportamento a médio e longo prazo. Falamos por um lado da resistência à desagregação e por outro da sua porosidade.

O problema que se coloca é o de as duas propriedades serem contrapostas. Um aumento da porosidade supõe à partida uma perda de coesão e uma menor resistência à desagregação da mistura fabricada. Desta forma torna-se difícil chegar a uma solução de compromisso utilizando ligantes convencionais, sendo necessário recorrer a ligantes especiais com o objectivo de melhorar as suas propriedades e conseguir ao mesmo tempo uma elevada porosidade e uma adequada coesão.

Daí que o ligante betuminoso desempenhe um papel fundamental: o de assegurar, por um lado, a coesão do conjunto e, por outro, dotar a mistura da necessária resistência.



Aplicação em obra

A composição granulométrica da mistura de agregados, obtida a partir das fracções granulométricas impostas, deverá respeitar o seguinte fuso granulométrico:

**FUSO GRANULOMÉTRICO**  
% acumulada de material que passa

**Peneiros ASTM**

19,0 mm (3/4")	100
12,5 mm (1/2")	80 – 100
9,50 mm (3/8")	50 – 80
4,75 mm (nº 4)	15 – 30
2,00 mm (nº 10)	10 – 22
0,850 mm (nº 20)	6 – 13
0,075 mm (nº 200)	3 – 6

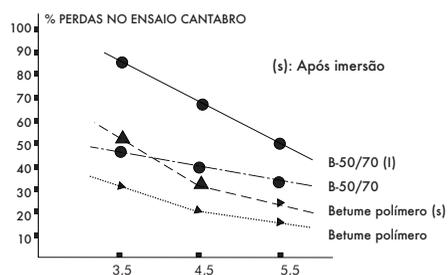
Granulometricamente, esta mistura betuminosa caracteriza-se por possuir um elevado conteúdo de agregado grosso (75 – 85%) e baixo conteúdo em agregado fino.

#### Critérios de formulação

Os critérios de formulação, de forma a obter uma correcta dosificação da mistura betuminosa, consiste em dosear os vários componentes (agregados, filer e betume), de forma a obter uma curva granulométrica de trabalho equilibrada face ao fuso apresentado. É importante garantir uma porosidade sempre superior a 20%, de forma a que permeabilidade se mantenha no tempo, a níveis satisfatórios.

No sistema **PAVIDREN**, esta propriedade não é avaliada por utilização de ensaios mecânicos convencionais, normalmente destinados a quantificar a estabilidade das misturas, podendo resultar inadequados para avaliar outra propriedade diferente. Dessa forma foi desenvolvido um ensaio, "*ENSAIO CANTABRO DE PERDA POR DESGASTE*", destinado a medir a resistência da mistura face a este mecanismo de deteriorização.

O procedimento de ensaio baseia-se na norma Espanhola NLT 362/92, "*Efecto de agua sobre la cohesión de mezclas bituminosas de granulometría abierta, mediante el ensayo cántabro de pérdida por desgaste*" que, basicamente, avalia a perda por desgaste de provetes Marshall mediante a utilização da máquina de Los Angeles. Este procedimento pode utilizar-se, tanto no projecto da mistura em laboratório, como para o controlo em obra da mesma.



*Efeito do tipo de ligante sobre a adesividade*

Como se pode avaliar pelo gráfico acima, a mistura fabricada com betume polímero conserva, após o período de imersão em água, uma elevada resistência à desagregação, inclusive maior que a apresentada a seco pela mistura fabricada com betume convencional.

Estes resultados demonstram uma maior adesividade do betume polímero comparativamente ao betume convencional, e que é particularmente notório no incremento das perdas após imersão.

Preferencialmente dever-se-ão obter performances da mistura, que conduzam a:

- . Perda por desgaste a 25° C (húmido) ..... ≤ 25 %
- . Porosidade (com base em medições geométricas dos provetes) ..... 22-30 %



**COM 50/70 NORMAL**



**COM BETUME POLÍMERO**

*Ensaio CANTABRO por via húmida (provetes)*

Através deste método, para o fuso granulométrico proposto e para uma curva granulométrica equilibrada, é comum obter-se percentagens de betume modificado na ordem dos 4 a 5 % (não devendo ser inferior a 4%), por forma a garantir uma maior durabilidade da mistura, função das excelentes propriedades reológicas do betume modificado.

### Fabrico e aplicação em obra

Dadas as características deste tipo de pavimento, é fundamental que a camada suporte esteja com as pendentas correctas e devidamente impermeabilizada, de forma a que a água penetre na camada drenante e rapidamente seja evacuada para fora da plataforma de rodagem.

Numa primeira fase e após as operações de limpeza, é aplicada uma rega de colagem com uma emulsão betuminosa modificada com elastómeros, de forma a garantir, por um lado, a impermeabilização da camada de suporte e, por outro, assegurar uma excelente interface de colagem.

A investigação e a experiência do grupo de empresas em que se insere a PAVIA S.A., no campo dos ligantes betuminosos permitiu-lhe desenvolver uma emulsão destinada, entre outros campos de aplicação, às regas de colagem especiais.

Trata-se de uma emulsão betuminosa catiónica de rotura rápida, modificada com elastómeros, de alta viscosidade, ligante residual de elevada coesão e altas temperaturas, grande elasticidade e resistência ao envelhecimento, e em que as especificações técnicas a respeitar deverão ser as constantes do quadro anexo:

ENSAIOS	VALORES	
	Min	Max
Amostra da emulsão		
Viscosidade Saybolt-Furol a 50°C, (s)	40	-
Sedimentação, (%)	-	5
Peneiração, (%)	-	0,1
Carga das partículas	Positiva	
Conteúdo de água, (%)	-	32
Destilado a 260°C (volume), (%)	-	2
Resíduo de Destilação, (%)	66	-
Resíduo de destilação (evaporação a 163°C)		
Resíduo de destilação (evaporação a 163°C)		
Penetração, 25°C; 100g; 5s; (0,1 mm)	120	200
Ductilidade, 5 C; 5 cm/min; (cm)	10	-
Solubilidade no tricloroetileno, (%)	95	-
Retorno elástico (25°C; torsão), (%)	12	-
Temperatura amolecimento, (°C)	45	-

A utilização desta emulsão betuminosa é particularmente recomendada, já que a pequena espessura da camada torna problemática a sua perfeita aderência à camada inferior, sobretudo se existirem fortes solicitações tangenciais e/ou a superfície se apresentar lisa (caso de pavimentos existentes).

As taxas de aplicação dependem do estado do suporte mas, como valores orientadores, poderá oscilar entre 500 e 700 g/m<sup>2</sup> de emulsão, sendo taxas um pouco mais elevadas que nas regas de colagem tradicionais, sem risco de eventuais refluimentos, dado tratar-se de um ligante residual modificado.

Em seguida, procede-se à aplicação do **PAVIDREN**, em espessuras que mais frequentemente rondam os quatro centímetros.

As misturas do tipo **PAVIDREN** são fabricadas em centrais betuminosas utilizadas para o fabrico de misturas betuminosas convencionais, devendo a temperatura de fabrico ser rigorosamente controlada (max.160°C), de forma a que não se produzam fenómenos de escorrimento em virtude da mistura conter poucos finos. A temperatura do betume não deverá, em qualquer circunstância, exceder os 190°C, de modo a evitar a degradação do próprio polímero e a oxidação do betume.

A sua aplicação é feita igualmente com os meios normalmente mobilizados para o transporte e espalhamento das misturas tradicionais, devendo o tempo de transporte ser o menor possível, de forma a evitar eventuais problemas de segregação do material, escorrimento do ligante e o arrefecimento da mistura betuminosa. Os camiões deverão ser obrigatoriamente cobertos.

Preferencialmente, dever-se-á utilizar pavimentadoras em paralelo ligeiramente desfasadas, de forma a abranger a largura da faixa de rodagem, efectuando-se o tratamento das juntas longitudinais em quente.

No caso da compactação é usual prescindir-se do cilindro de pneus, utilizando somente os cilindros de rasto liso metálicos. O processo de compactação (130/140°C) deve ser rápido e eficaz, uma vez que este tipo de misturas, dada a sua elevada porosidade e a pouca espessura em que são aplicadas, rapidamente arrefecem, perdendo a sua trabalhabilidade.

### Campos de aplicação

As técnicas do tipo **PAVIDREN**, são particularmente recomendadas como camadas de desgaste nos casos em que:

- Se procure melhorar a segurança da circulação:
  - Pela menor tensão a que está submetido o condutor
  - Mantendo a superfície do pavimento sem água.
  - Redução da água projectada e pulverizada pela passagem dos veículos.
  - Mantendo elevada a resistência ao deslizamento debaixo de chuva e eliminando ou reduzindo significativamente a possibilidade de que se produza o fenómeno de "aquaplaning".
  - Possibilitando uma macrotextura adequada a velocidades mais elevadas em tempo de chuva.



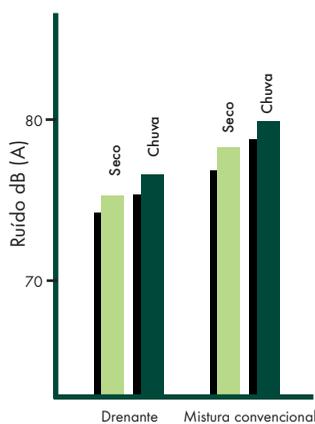
Pormenor da textura

- Se procure melhorar o conforto de circulação:
  - Através duma redução do nível de ruído.
  - Melhoria das condições de visibilidade nocturna com pavimento molhado.

Pese embora o facto deste tipo de pavimentos drenantes possuir uma textura bastante melhorada, comparativamente às misturas betuminosas convencionais, que se traduz na sua elevada macrorugosidade, o efeito do contacto pneu-pavimento evidencia uma redução do nível sonoro.



Ensaio de permeabilidade

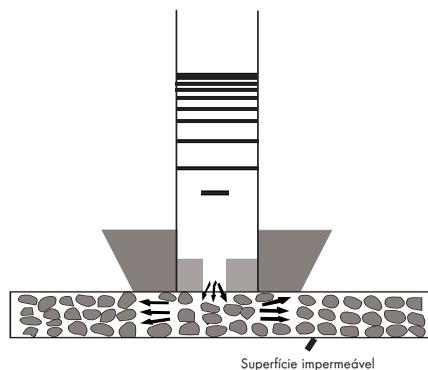


*Influência do ruído em função do tipo de pavimentos e da chuva*

Este facto traduz-se inevitavelmente num maior conforto de circulação, não só para os ocupantes do veículo como para o meio envolvente, tornando este tipo de pavimentos idóneos particularmente em zonas urbanas e zonas sensíveis, como sejam estabelecimentos hospitalares, escolas, bibliotecas, etc., desde que esteja garantida a fluidez da circulação, de forma a possibilitar o efeito de auto-limpeza por sucção e, desta forma, retardar o efeito da colmatação.

Dadas as características específicas deste tipo de misturas betuminosas, é naturalmente importante analisar a perda da porosidade no tempo (colmatação), resultante da acção conjunta do tráfego e das intempéries. De forma a manter níveis aceitáveis de escoamento das águas, existem disponíveis no mercado máquinas especializadas na lavagem de misturas porosas.

A excelente performance antigida por este tipo de pavimentos, é comprovada através do ensaio de determinação da permeabilidade *in situ*, baseando-se na norma Espanhola NLT 327/88, "Permeabilidad *in situ* de pavimentos drenantes con el permeámetro LCS", cujo processo de medição é o representado na figura abaixo.



Esquema do processo de medição – Permeâmetro LCS

