

# STONE MATRIX ASPHALT - SMA

Especificação Particular

**C D T - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO**

Novembro de 2015



**DESIGNAÇÃO - ARTERIS ES – 031 Rev.0**

---

## Especificação Particular para Execução de

# Concreto Asfáltico Usinado a Quente - SMA

Designação ARTERIS ES 031- Rev. 0 (Novembro-2015)



---

### 1. RESUMO

Esta Especificação particular estabelece a sistemática a ser empregada na fabricação e aplicação de Concreto Asfáltico usinado a quente tipo Stone Matrix Asphalt(SMA) para execução de camadas de revestimento nas Rodovias do grupo ARTERIS.

---

### 2. ENSAIOS NECESSÁRIOS

- ABNT-NBR 6560 - Materiais Asfálticos - Determinação do ponto de amolecimento
- ABNT-NBR 6576 - Materiais Asfálticos – Determinação da Penetração
- ARTERIS T-329 - Determinação da Recuperação Elástica de Materiais Asfálticos Modificados por Polímero, pelo Método de Torção - NLT 329
- ABNT-NBR 14950 - Materiais Asfálticos – Determinação da Viscosidade “Saybolt-Furol”
- ARTERIS T-001 - Cal Hidratada – Percentagem de óxido de cálcio (CaO).
- ABNT-NBR 6465 - Agregados – Determinação da Abrasão Los Angeles
- ARTERIS T-27 - Agregados – Análise Granulométrica de Agregados Finos e Graúdos - AASHTO T-27
- ARTERIS T-11 - Agregados – Análise Granulométrica de Agregado passante na peneira de 0,075mm (nº200), por lavagem - AASHTO T-11
- ARTERIS T-84 - Massa específica e absorção de agregado fino -AASHTO T-84
- ARTERIS T-85 - Massa específica e absorção de agregado graúdo - AASHTO T-85
- ARTERIS T-330 Detecção qualitativa de argilas prejudiciais do grupo esmectita em agregados utilizando azul de metileno - AASHTO T-330.
- ABNT-NBR 12052 - Agregados – Equivalente de Areia
- ARTERIS T-335 - Determinando a Porcentagem de Fratura em Agregado Graúdo - AASHTO T-335-09
- ARTERIS D-4791 - Partículas Chatas, Alongadas ou Chatas e Alongadas no Agregado Graúdo – ASTM D-4791
- ARTERIS T-304 - Porcentagem de vazios de agregados finos não compactados - AASHTO T-304
- ARTERIS T-104 - Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de Sulfato de Sódio e Magnésio - AASHTO T-104
- ARTERIS ET-30 - Condicionamento de Mistura Asfáltica a Quente (MAQ) - AASHTO R 30.
- ARTERIS T 003 - Resistência a tração por compressão diametral de misturas asfálticas compactadas.

- ARTERIS T-209 - Determinação da Massa Específica Máxima de Misturas Asfálticas - AASHTO T-209
- ARTERIS T-164 - Determinação da Percentagem de Ligante Asfáltico em Misturas Asfálticas a Quente - AASHTO T-164
- ARTERIS T-30 - Granulometria com Amostras Utilizadas no Ensaio de Determinação da percentagem de ligante - AASHTO T-30
- ARTERIS T-269 - Porcentagem de vazios de misturas densas e abertas compactadas - AASHTO T-269
- ARTERIS T-166 - Massa específica aparente de misturas asfálticas compactadas, usando amostras saturadas – superfície seca - AASHTO T 166
- ARTERIS T-275 - Massa específica aparente de misturas asfálticas compactadas, usando amostras impermeabilizadas com parafina - AASHTO T 275
- ARTERIS T-283 - Resistência de Misturas Asfálticas a Danos de Umidade Induzida - AASHTO T-283
- DNIT-PRO 277 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
- ASTM 965 - Determinação da Rugosidade Superficial pela Altura de Areia

---

### **3. ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS**

- DNIT 031-ES - Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico - Especificação de serviço
- ANP R-19/2005 - Cimentos Asfálticos de Petróleo-Classificação por Penetração
- ARTERIS EM 013 - Especificação Particular para Fornecimento de Cimento Asfáltico Modificado por Polímero – CAP M.
- ANP R-32/2010 - Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Polímero SBS.
- ANP R-39/2008 - Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Borracha moída de Pneus
- ABNT-NBR 14594 - Emulsões Asfálticas Catiônicas
- ARTERIS ET-001 - Especificação Técnica para Projeto de Misturas Asfálticas a Quente.
- ARTERIS ET-35 - Projeto Volumétrico Superpave para Misturas Asfálticas a Quente – AASHTO R-35
- ARTERIS ET-323 - Projeto Volumétrico Superpave de Mistura – AASHTO M-323

Os documentos relacionados nos itens 2 e 3 serviram de base à elaboração desta norma e contêm disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta norma. As edições apresentadas são as que estavam em vigor na data desta publicação, recomendando-se que sempre sejam consideradas as edições mais recentes, quando da consulta desta norma.

---

### **4. DEFINIÇÃO**

Esta Especificação Particular define os procedimentos a serem empregados na execução de camadas asfálticas de pavimento produzidas em usina apropriada e com a utilização de ligante asfáltico, agregados minerais, material de enchimento (filler), fibra de celulose e outros aditivos. Estabelece os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e controle de qualidade dos materiais empregados para aceitação e medição dos serviços.

---

## 5. MATERIAL

### 5.1. LIGANTE ASFÁLTICO

O tipo de ligante asfáltico será definido no projeto de pavimento e poderá ser um dos seguintes tipos:

- Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Polímero SBS (CAP-SBS), e deve atender aos parâmetros fixados pela Especificação ARTERIS EM 013.
- Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Borracha moída de Pneus (CAP-BORR), e deve atender aos parâmetros fixados pela Especificação da ANP R-39/2008, exceto a Recuperação Elástica que deve ser > 45% quando ensaiado pelo método de ensaio ARTERIS T-329.

Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve apresentar certificado de análise do fornecedor do produto com os resultados dos ensaios especificados, além de trazer indicação clara da procedência, tipo e quantidade.

Cópia deste certificado deve ser enviada ao CDT (Centro de Desenvolvimento Tecnológico da ARTERIS).

A ARTERIS se reserva o direito de fazer testes aleatórios para conferir a confiabilidade dos resultados enviados. Caso haja distorções que não possam ser justificadas pelo fornecedor, o mesmo será vetado para novos fornecimentos de produtos para as obras em execução pela ARTERIS.

Para o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), a temperatura de mistura deve ser aquela que atenda ao intervalo de viscosidade entre 75 e 95 Segundos Saybolt Furol (150 a 190 cP). Os agregados devem estar aquecidos, no momento da mistura, 10 a 15°C acima da temperatura do ligante. A temperatura mínima de descarga da mistura asfáltica na acabadora é aquela na qual a viscosidade Saybolt-Furol é de 140 SSF (280 cP).

Para o Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Polímero SBS (CAP-SBS) e Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Borracha moída de Pneus (CAP-BORR) as temperaturas de mistura e compactação devem ser indicadas pelo fornecedor do produto.

Não se admitirá a descarga, sob nenhum conceito, de misturas cuja temperatura estejam abaixo deste valor. A compactação deve ser iniciada imediatamente após o espalhamento aproveitando ao máximo a temperatura elevada da mistura para garantir a compactação.

### 5.2. ADITIVOS

É obrigatória a adição de 2,0% em massa de Cal Hidratada CH-I com no mínimo 45% de óxido de cálcio (CaO) e deve atender a seguinte granulometria (ARTERIS T-27):

Tabela 1

Peneira	% passa. Mínima
#40	100
#80	95
#200	65

A cal hidratada deve ser adicionada aos agregados antes da passagem pelo secador da usina, caso a usina não esteja disposta desta forma, será necessária uma visita da fiscalização da ARTERIS.

Na execução do projeto de mistura asfáltica deve ser realizado o ensaio de Danos por Umidade Induzida (ARTERIS T-283) para verificar a compatibilidade do agregado com o asfalto.

### 5.3. AGREGADOS

Os agregados devem ser provenientes de britagem. Agregados com absorção de água maior que 1,5% requerem cuidados especiais para evitar a saturação dos mesmos, como por exemplo, mantendo os depósitos de agregados cobertos, para evitar a heterogeneidade da massa em função da variação na absorção e teor de asfalto, provocada pela alternância de presença e ausência de água nos poros dos agregados.

A adição de areia natural na mistura não é permitida.

#### 5.3.1 Agregado Graúdo

O agregado graúdo deve apresentar além das Exigências da Tabela 2, as seguintes propriedades:

Suas partículas individuais, retidas na peneira # 10 (2,00 mm) deverão ser constituídas de fragmentos duros, são, duráveis, livres de torrões de argila e substâncias nocivas.

Os agregados graúdos não poderão ser de origem calcária (reagente ao ácido clorídrico) devido à sua susceptibilidade de polimento pela ação do tráfego. Estes agregados poderão ser utilizados excepcionalmente com aprovação da ARTERIS, na falta de opção.

**Tabela 2 – Exigências de Propriedades para o Agregado Graúdo**

Face Fraturada, Agregado Graúdo, Porcentagem Mínima (ARTERIS TP-61)	Desgaste por Abrasão Los Angeles, Agregado Graúdo, Porcentagem Máxima (ABNT-NBR 6465)	Índice de Forma, Agregado Graúdo, Porcentagem Máxima na Relação 3:1 (ARTERIS D-4791)	Durabilidade ao Sulfato de Sódio, Agregado Graúdo, Porcentagem Máxima (ARTERIS T-104)
95	40	20	12

#### 5.3.2 Agregado Miúdo

O Agregado Miúdo deve apresentar além das Exigências da Tabela 3, as seguintes propriedades:

A Matriz da rocha deve ter as mesmas características da do agregado graúdo ou atender aos mesmos parâmetros, caso a origem seja diferente.

**Tabela 3 – Exigências de Propriedades para o Agregado Miúdo**

Teor de Vazios Não Compactado de Agregado Miúdo, Porcentagem Mínima (ARTERIS-T-304 Método A)	Adsorção de Azul de Metileno, Agregado Miúdo, Valor Máximo (ARTERIS-T-330)	Equivalente de Areia, Mistura de Agregados, Porcentagem Mínima (ABNT-NBR 12052)	Durabilidade ao Sulfato de Sódio, Agregado Miúdo, Porcentagem Máxima (ARTERIS T-104)
45	5	65	12

#### 5.4 MATERIAL DE ENCHIMENTO (FILLER)

Deve ser usado Cimento Portland Cal Hidratada CH-I ou filler calcário

#### 5.5 FIBRA DE CELULOSE

A porcentagem de fibra de celulose é definida pelo ensaio de gotejamento AASHTO T305/97 ou ensaio de drenagem de asfalto Schellenberg que tem um percentual de no mínimo 0,3%. O máximo de gotejamento ou drenagem é de 0,3% da massa da amostra. Este percentual deve ser confirmado durante a produção da massa na usina. Caso se perceba exsudação na pista, o percentual de fibra deve ser aumentado até que o problema seja sanado. Os trechos com problemas de exsudação devem ser removidos.

#### 5.6 PARÂMETROS PARA O PROJETO DE DOSAGEM DA MISTURA ASFÁLTICA

O projeto de dosagem da mistura asfáltica será elaborado pela Construtora, sob sua inteira responsabilidade e verificado em laboratório indicado pela concessionária.

Para a elaboração do projeto da mistura deve ser adotada a Especificação Técnica “ET-001 para projeto de misturas asfálticas a quente”.

A Construtora deve enviar o projeto de mistura e materiais a serem utilizados com antecedência mínima de 30 dias antes do início dos serviços para aprovação.

O projeto de mistura deve ser revisado sempre que a Densidade Efetiva do Agregado variar mais que 0,040g/cm<sup>3</sup> em relação à do traço aprovado.

A dosagem adequada da mistura deve atender aos parâmetros e aos requisitos granulométricos de uma das faixas apresentadas na tabela 3.

As misturas devem atender ao mínimo de Vazios do Agregado Mineral (VAM) – relação volumétrica - especificados de acordo com a faixa granulométrica correspondente.

O VAM está especificado como Relação Volumétrica, e o seu cálculo deve ser feito pela seguinte equação:

$$VAM = 100 - \frac{MaxPA}{Mba}$$

*VAM* = vazios no agregado mineral (total de vazios)

*Ma* = Massa específica aparente do CP

*PA* = Porcentagem de agregado combinado na mistura total

*Mba* = Massa específica aparente(SSS) do agregado combinado

## 5.7 TABELA 3 FAIXA GRANULOMÉTRICA

Telas		Faixa 8S		Faixa 11S		Faixa de Trabalho*
Polegada	mm	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo / Máximo
# 1/2"	12,50	100%	100%	90%	100%	±7%
# 3/8"	9,50	100%	100%	65%	100%	±7%
# 5/16"	7,93	90%	100%	45%	60%	±7%
No. 4	4,76	30%	45%	30%	40%	+0-5%
No. 10	2,00	20%	27%	20%	27%	+0-3%
No. 200	0,074	9%	11%	8%	11%	±2%

\* Faixa de trabalho é a variação máxima permitida para o traço em uma dada peneira.

Todas as granulometrias devem ser feitas por via úmida, isto é, lavadas.

## 5.8 VAG<sub>sc</sub> / VAG<sub>mix</sub>

Deve ser efetuado o controle diário da relação entre vazios do agregado graúdo seco da mistura (VAG<sub>mix</sub>) e vazios do agregado graúdo seco compactado (VAG<sub>sc</sub>). A Relação % VAG < 100%.

$$VAG_{mix} = 100 - \frac{Dens_{ApCP}}{Dens_{ApAgreg}} \times \% AGG$$

VAG<sub>mix</sub>% = Vazios do agregado graúdo da mistura

Dens<sub>ApCP</sub> = Densidade aparente do corpo de prova compactado

Dens<sub>ApAgreg</sub> = Densidade aparente do agregado (SSS)

% AGG = Porcentagem de agregado graúdo retido na peneira de controle (8s -2,00mm / 11s-4,75mm)

$$VAG_{sc}\% = \frac{Den_{ApAgreg} \times 0,998 - PU}{Dens_{ApAgreg} \times 0,998} \times 100$$

VAG<sub>sc</sub>% = Vazios do agregado graúdo seco compactado

PU = Peso unitário do agregado graúdo seco compactado (AASHTO T- 19)

0,998 = Peso unitário da água

DensApAgreg = Densidade aparente do agregado (SSS)

TABELA 4

Definição da fração de agregado graúdo			
Diâmetro Máximo nominal do Agregado		Porção de agregado retido na peneira de corte (%#Y)	
Mm	Polegada	mm	Polegada
12,5	½"	4,75	Nº 4
9,5	3/8"	2,36	Nº 8

A dosagem adequada da mistura deve atender aos seguintes parâmetros:

TABELA 5

Ensaio	Unidade	Faixa "8 S"		Faixa "11 S"	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Golpes por face	G	50	-	50	-
Porcentagem de Vazios – Marshall	%	3	4	3	4
Danos por Umidade Induzida – AASHTO T-283	%	80	-	80	-
Resistência à tração por compressão diametral, a 25 °C	daPa	6	-	6	-
Vazios do Agregado Mineral (VAM)	%	17	-	17	-
Vazios do Agregado Graúdo na mistura (VAG)	%	-	* VAGsc -3%	-	* VAGsc -3%
Porcentagem de Fibra de Celulose	%	0,3	1,5	0,3	1,5
Teor ótimo de asfalto	%	5,5	7,5	5,5	7,5
Variação no Teor de Betume em rel. ao ótimo	%	-0,2	0,2	-0,2	0,2
Espessura da Camada	cm	2	4	2,5	5,0

## 6. EQUIPAMENTO

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser examinado e aprovado por pessoal qualificado, indicado pela ARTERIS, devendo possuir todos os recursos para atender esta Especificação.



Qualquer equipamento que não seja aprovado deve ser ajustado ou substituído por outro que atenda as condições exigidas. A ARTERIS pode aceitar, provisoriamente, equipamentos que não atendam alguns dos requisitos desta Especificação. A aceitação de equipamento com deficiências será por prazo definido e aprovado pelo Gestor do Contrato.

#### 6.1. DEPÓSITO PARA LIGANTE ASFÁLTICO

Os depósitos para o ligante asfáltico devem possuir dispositivos capazes de aquecer o ligante nas temperaturas fixadas nesta Especificação. O aquecimento dos tanques deve ser feito com óleo térmico.

Os depósitos para o ligante asfáltico devem ter agitadores para assegurar a homogeneidade da temperatura nos tanques.

A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, 3 dias de operação.

#### 6.2. DEPÓSITO PARA AGREGADOS

O local onde serão depositados os agregados a serem utilizados na confecção da mistura deve estar limpo, preferencialmente coberto, com as pilhas identificadas e bem separadas para evitar mistura ou contaminação dos mesmos. Se for constatada qualquer contaminação em qualquer pilha, esta deve ser imediatamente removida da área de estoque.

Caso haja contaminação das pilhas, os trabalhos na usina devem ser paralisados até que o problema seja sanado.

#### 6.3. USINA PARA MISTURAS ASFÁLTICAS

A usina de asfalto deve ser capaz de preparar uma massa uniforme, sem segregação e na temperatura determinada pelas especificações. Deve estar equipada com os seguintes equipamentos:

##### 6.3.1 Silos de entrada de materiais (FRIO)

Os silos frios devem ser divididos em no mínimo 4 compartimentos devidamente identificados, dispostos de modo a separar e estocar adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deve possuir dispositivo adequado de dosagem e descarga, que permita uma dosagem das quantidades de materiais de acordo com o projeto de mistura (traço) aprovado pela ARTERIS.

Deve também ter um silo adequado para a adição de (Cal hidratada CH-I) que permita sua incorporação à mistura sem perdas. Este silo deve estar conjugado com o sistema de dosagem automática da usina.

A Cal Hidratada CH-I deve ser adicionada aos agregados na correia transportadora, junto aos silos frios.

##### 6.3.2 SILO DE ADIÇÃO DE FIBRA DE CELULOSE

A fibra de celulose deve ser adicionada nas usinas contínuas no secador, e nas usinas gravimétricas no elevador de quentes ou no misturador. No misturador os agregados e a fibra devem ter uma mistura a seco de no mínimo 15 segundos, antes da adição do ligante, para permitir sua perfeita dispersão na mistura seca. O sistema de adição de fibra deve ser automático e controlado da cabine de comando.

Caso esta condição não seja atendida, a usina deve ser paralisada até que sejam feitos os ajustes necessários.

### 6.3.3 SECADOR

O secador da usina deve estar equipado com dispositivos para aquecer a mistura seca de agregados até a temperatura recomendada. Deve possuir um dispositivo de medição de temperatura, com informações dentro da cabine de comando, de maneira a permitir o operador da usina controlar a temperatura da mistural.

Caso esta condição não seja atendida, a usina deve ser paralisada até que sejam feitos os ajustes necessários.

### 6.3.4 SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE FINOS

A usina deve ter um sistema de recuperação de finos adequado que permita a devolução dos mesmos à mistura. Ele pode ser devolvido à mistura antes da classificação e neste caso por intermédio de um silo auxiliar com dispositivo que mantenha alimentação contínua ou depois, sendo neste caso pesado separadamente.

### 6.4. CAMINHÕES PARA TRANSPORTE DA MISTURA

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto asfáltico, devem ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com nata de Cal hidratada (3 x 1) ou água e sabão ou óleo de soja diluído em água, de modo a evitar a aderência da mistura ao fundo ou parede do mesmo.

Não é permitida a utilização de produtos susceptíveis para dissolver o ligante asfáltico (óleo diesel, gasolina, etc.).

### 6.5. EQUIPAMENTO PARA ESPALHAMENTO

O equipamento para espalhamento e acabamento deve ser constituído de pavimentadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, nas cotas e abaulamentos requeridos. Deve ser equipada com rosca sem-fim, para espalhar a mistura sem segregação, possuir dispositivo rápido e eficiente de direção, além de marcha para frente e para trás. Deve ser equipada com sistema de vibração que permita uma pré-compactação na mistura espalhada e com dispositivo de aquecimento da mesa para evitar que a mistura agarre na mesma e prejudique o acabamento. Deve estar equipada com sistema de controle de nível (espessura) eletrônico nos dois lados da mesa (ski) de no mínimo 6 metros.

A mesa não deve deixar marcas longitudinais na massa espalhada, devendo estar bem ajustadas as emendas das extensões.

No início da jornada, a mesa deve estar aquecida, no mínimo, na temperatura definida pela Especificação para temperatura de descarga.

Caso no espalhamento, se constate pontos segregados, tanto finos como grossos, ondulações transversais e/ou riscos longitudinais, resultados da má operação da pavimentadora, o serviço deve ser paralisado até a sua correção.

### 6.6. EQUIPAMENTO PARA COMPRESSÃO

O equipamento para a compressão pode ser constituído somente de tandem liso vibratório. Caso seja necessário, a vibração deve ser cuidadosa para evita a quebra de agregados.

---

## 7 EXECUÇÃO

### 7.1 SUPERFÍCIE A PAVIMENTAR

A superfície a ser pavimentada deve obedecer aos seguintes requisitos:

- Deve estar seca e limpa, sem presença de pó ou materiais soltos.
- Imediatamente antes de pavimentar deve ser feita uma pintura de ligação com emulsão RR-1C ou RR-2C na taxas, aproximadamente:

Pavimento novo: 0,15 - 0,3 l/m<sup>2</sup> (resíduo)

Pavimento antigo, em cima de camadas já oxidadas 0,2 - 0,4 l/m<sup>2</sup> (resíduo)

---

- Caso o caminhão espargidor não tenha condições de espargir esta taxa, a emulsão pode ser recortada com 50% de água.
- Devem ser coletadas amostras da emulsão no caminhão espargidor e feita uma determinação expedita do resíduo antes da aplicação. A taxa deve ser ajustada em função da porcentagem de resíduo encontrada.
- A pintura de ligação deve ser feita obrigatoriamente com a barra espargidora. A caneta só deve ser usada para correção de pontos falhos ou de difícil acesso.
- O tráfego de caminhões sobre a pintura só é permitido após o rompimento e cura da emulsão.

### 7.2 CONFECÇÃO DA MISTURA

A mistura asfáltica deve ser confeccionada em uma usina de asfalto conforme Especificada no Item 6 e obedecer aos seguintes critérios:

- Os agregados, principalmente finos, devem ser homogeneizados com a carregadeira antes de serem colocados nos silos frios,
- As aberturas dos silos frios devem ser ajustadas de acordo com a granulometria do traço e dos agregados para evitar sobras nos silos quentes,
- Estar de acordo com o projeto de mistura aprovado, tanto na granulometria quanto teor de ligante e fibras,
- Obedecer aos parâmetros definidos para a temperatura da mistura,
- A cal hidratada CH I deve estar dispersa no meio dos agregados, principalmente graúdo, antes de entrar em contato com o ligante.
- Não apresentar deficiências de mistura, apresentando agregados não misturados (Massa carijó),
- Não apresentar variações bruscas de temperatura de mistura, demonstrando falta de controle de alimentação ou secador desregulado.
- A carga dos caminhões deve ser feita de maneira a evitar segregação da mistura dentro da caçamba (1º à frente, 2º a traseira e depois o meio).
- A mistura só pode ser estocada ou mantida de um dia para outro se houver silos apropriados na usina ou se as caçambas tiverem proteção contra o resfriamento da massa. Para isto deve ser feita a correção do teor de asfalto devido à absorção do agregado, dado o tempo de estocagem.

### 7.3 TRANSPORTE DO CONCRETO ASFÁLTICO

O concreto asfáltico deve ser transportado em caminhões basculantes e atender aos requisitos Especificados no Item 6. Além disto, devem ser observados os seguintes critérios:

O Caminhão carregado deve estar coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura, sobrepassando a caçamba nas laterais e na traseira. Deve estar bem fixada na dianteira para não permitir a entrada de ar entre a cobertura e a mistura asfáltica.

O tempo máximo admissível entre a carga do caminhão na usina e a descarga na pista é de 3 horas. Misturas que excederem este tempo deverão ter permissão especial do Engenheiro Fiscal da Obra, para descarga.

A troca de caminhões deve ser rápida, de maneira a evitar paralisação da Acabadora.

#### 7.4 DISTRIBUIÇÃO DA MISTURA

A distribuição da mistura deve ser feita em pavimentadoras automotrizes e atender à Especificação do Item 6.

Além disto, deve apresentar os seguintes requisitos:

- A temperatura ambiente deve estar acima de 10° C.
- Na partida da acabadora, devem ser colocadas 2 a 3 réguas com a espessura da camada, mais o empolamento previsto, onde a mesa deve ser apoiada.
- A mistura deve apresentar uma textura uniforme, sem pontos segregados. Qualquer falha constatada na superfície deve ser sanada antes do início da compactação, devendo essas serem consideradas como exceção. Caso a correção seja freqüente, a pavimentadora deve ser ajustada ou substituída por outra.
- A mesa da pavimentadora deve ter uma superfície lisa, sem riscos que deixem marcas de arraste de material. Caso se constate este arraste, os serviços devem ser paralisados e o defeito sanado imediatamente.
- Na descarga, o caminhão deve ser empurrado pela pavimentadora, não se permitindo choques ou travamento dos pneus durante a operação.
- A espessura da camada será de acordo com o projeto de mistura aprovado, observado o disposto no item 5.5 tabela 4. A espessura da camada compactada deve ser maior que 2,5 vezes e menor que 5 vezes o diâmetro nominal máximo do agregado.
- A velocidade da acabadora deve ser definida em função da capacidade de produção da usina, de maneira que a mesma esteja continuamente em movimento, sem paralisações para esperar caminhões. A velocidade da acabadora deve estar, sempre, entre 2,5 e 10,0 m/minuto. A velocidade de trabalho deve ser determinada em função da espessura e largura a espalhar e produção da usina acrescida de 20%, para evitar paralisações prolongadas, acima de 15 minutos.
- A acabadora deve trabalhar com sistema eletrônico de nível, com esqui de comprimento mínimo de 6,00 m.
- Se a acabadora parar mais de 15 minutos, deve ser removida da pista, e dar um novo início na chegada do caminhão.

#### 7.5 COMPRESSÃO DA MISTURA

Esquemas alternativos de rolagem poderão ser adotados, desde que previamente aprovados pela ARTERIS.

Prioritariamente deve ser adotado o descrito abaixo:

A compressão da mistura deve ser iniciada imediatamente após o espalhamento (menos de 1 minuto) e o equipamento deve atender à Especificação do Item 6.

A rolagem deve ser iniciada com uma passada de rolo tandem sem vibrar (Breakdown) logo após o espalhamento.

- A rolagem para acabamento da pista deve ser com o rolo tandem vibratório com precaução. A temperatura de rolagem deve ser aquela capaz de corrigir todas as marcas da pista, deixando a pista com aspecto uniforme e sem depressões.
- A compressão deve ser iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista.
- Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto.
- Cada passada do rolo deve ser recoberta na seguinte, pelo menos, 30 cm.
- Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção ou inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém rolado, ainda quente.
  
- Se for utilizada água no rolo tandem, ela deve estar pulverizada, não se permitindo o escorrimento da mesma por gravidade pelo tambor e empoçamento na superfície da camada.
- A mistura compactada na pista, em camadas de Rolamento deve apresentar teor de vazios (ARTERIS T-269) máximo de 7% e mínimo de 3% da Massa Específica Máxima da Mistura (ARTERIS T-209) determinada em 9.3.f
- Os critérios de avaliação e aceitação da compactação estão discriminados no item 9.4.a
- A abertura ao trânsito de veículos só é permitida após o completo resfriamento da camada espalhada.

---

## **8 MANEJO AMBIENTAL**

O manejo ambiental deve seguir na íntegra o disposto no item 6 da especificação DNIT 031-ES – Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico - Especificação de serviço.

---

## **9 CONTROLE DE QUALIDADE DO MATERIAL**

O controle de qualidade da obra é de total responsabilidade da Construtora Contratada para execução dos serviços.

Todos os materiais a serem empregados na obra devem ser testados em laboratório obedecendo à metodologia indicada no item 2.

A quantidade de ensaios, no início dos serviços, deve ser determinada pelo REPRESENTANTE DA ARTERIS e será reduzida à frequência mínima depois de constatada a homogeneidade na execução dos serviços.

Esta quantidade mínima também deve ser aumentada sempre que se constate variações abruptas nos resultados dos ensaios ou visualmente na aparência da mistura, indicando uma falta de controle na execução dos serviços.

Os materiais devem satisfazer às Especificações em vigor e frequência mínima indicada a seguir.

### **9.1 LIGANTE ASFÁLTICO**

O controle de qualidade do ligante asfáltico constará do seguinte:

- a) 1 Ensaio de Viscosidade Saybolt-Furol (ABNT-NBR 14950) a 135°C, 150°C e 175°C para todo carregamento que chegar à obra,

- b) Relação Viscosidade x Temperatura para estabelecimento das temperaturas de mistura e compactação com os resultados obtidos no item 9.1.a. Para o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), a faixa de temperatura para mistura é definida como a faixa de temperatura onde o ligante não envelhecido tem uma Viscosidade Saybolt Furol de  $85 \pm 10$  segundos ( $170 \pm 20$  cP). A faixa de temperatura para compactação é definida como a faixa de temperatura onde o ligante não envelhecido tem uma Viscosidade Saybolt Furol de  $140 \pm 15$  segundos ( $280 \pm 30$  cP). Para o Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Polímero SBS (CAP-SBS) e Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Borracha moída de Pneus (CAP-BORR) as temperaturas de mistura e compactação devem ser indicadas pelo fornecedor do produto.
- c) 1 Ensaio Recuperação Elástica de Materiais Asfálticos Modificados por Polímero, pelo Método de Torção (ARTERIS T-329) para todo carregamento de Asfalto Modificado que chegar à obra.
- d) 1 Ensaio de Espuma para todo carregamento que chegar à obra,
- e) 1 Ensaio de Ponto de Amolecimento (ABNT – NBR 6560) para todo carregamento que chegar à obra.
- f) 1 Ensaio de Penetração (ABNT- NBR 6576) para todo carregamento que chegar à obra.  
Se, nos ensaios acima realizados, de aceitação do carregamento, houver algum valor que não atenda às especificações da obra, o material está recusado e não pode ser descarregado.

## 9.2 AGREGADOS

Os ensaios de controle de qualidade dos agregados devem ser os seguintes:

- a) Na aprovação do traço ou quando se perceber alteração da matriz do agregado na pedreira deverão ser feitos todos os ensaios previstos no item 5.3,
- b) 1 Ensaio de Granulometria de cada agregado (ARTERIS T-27) (coletado dos silos frios) por dia de trabalho.
- c) 2 Ensaios de Granulometria da mistura seca (ARTERIS T-27) (coletada do silo quente) por dia de trabalho.

## 9.3 MISTURAS ASFÁLTICAS

- a) 2 Ensaios (mínimo) de teor de asfalto pelo método Rotarex (ARTERIS T-164 método A - a cada jornada de 8 horas.
- b) 1 Ensaio de teor de asfalto pelo método Soxhlet (ARTERIS T-164 método F ou G - a cada jornada de 8 horas para ajuste do desvio do ensaio no Rotarex.
- c) 3 granulometrias (ARTERIS T-30) com agregados resultantes do ensaio de teor de asfalto a cada jornada de 8 horas (A quantidade mínima de material para cada ensaio deve ser de 1.500 g).
- d) 1 Ensaio de Massa específica aparente de misturas asfálticas compactadas , usando amostras saturadas – superfície seca (ARTERIS T-166).
- e) 1 Ensaio de danos por Umidade Induzida (ARTERIS T-283) por semana – Se a amostra ensaiada não for aprovada, os corpos de prova extraídos na pista no período, conforme 9.4.a, deverão ser testados por este método de ensaio.
- f) 2 Ensaios de Massa Específica Máxima da Mistura (ARTERIS T-209) a cada jornada de 8 horas.
- g) 1 Ensaio de resistência a tração por compressão diametral (ARTERIS T 003-13) por dia de trabalho.

## 9.4 PISTA

- a) Caso as espessuras de pista, forem iguais ou superiores a 4,0 cm, devem ser realizados ensaios de Densidade (ARTERIS T-166 ou T-275) de corpos de prova extraídos via sonda rotativa. Estes

corpos de prova deverão ser enviados imediatamente ao Laboratório de Controle indicado pela Concessionária. A construtora pode a seu critério, extrair corpos de prova em duplicata para seu controle. A frequência dos Ensaios de Densidade será sempre aumentada no início dos serviços ou quando houver falhas e/ou variação nos ensaios anteriores, a critério do REPRESENTANTE DA ARTERIS. Este ensaio será feito com o objetivo de se determinar o Índice de Vazios da Mistura Compactada (ARTERIS T-269), conforme descrito no item 7.5. A comparação será feita com a média dos 2 resultados de Massa Específica Máxima (ARTERIS T-209) do dia da aplicação da massa (item 9.3.f).

O cálculo dos valores máximo e mínimo de vazios será conforme descrito abaixo:

$$X \text{ max} = \bar{X} + Kd \quad \text{e} \quad X \text{ min} = \bar{X} - Kd$$

Onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}, \quad d = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{e } K \text{ é dado em função do número "N" de amostras, pela}$$

Onde:

$\bar{X}$  – média de resultados dos corpos de prova na análise estatística;

$X_i$  – valor individual de um corpo de prova;

$\sigma$  - desvio padrão dos corpos de prova na análise estatística;

$k$  – coeficiente multiplicador em função do número de amostras.

Critério de aceitação (Para faixas granulométricas de camadas de Rolamento):

Tipo de Análise (Determinística):

O segmento será aceito se todos os corpos de prova apresentar-se dentro dos limites de  $3\% < X_i < 7\%$ . Se esta condição não for aceita o segmento deverá ser refeito sem ônus para a ARTERIS.

Tipo de Análise (Estatística):

O segmento será aceito se " $X \text{ min}$ "  $> 3\%$  e " $X \text{ max}$ "  $< 7\%$ . Se esta condição não for aceita o segmento deverá ser refeito sem ônus para a ARTERIS.

Critério de aceitação (Para faixas granulométricas de camadas de Binder):

Tipo de Análise (Determinística):

O segmento será aceito se todos os corpos de prova apresentar-se dentro dos limites de  $3\% < X_i < 8\%$ . Se esta condição não for aceita o segmento deverá ser refeito sem ônus para a ARTERIS.

Tipo de Análise (Estatística):

O segmento será aceito se “X min” > 3% e “X max” < 8%. Se esta condição não for aceita o segmento deverá ser refeito sem ônus para a ARTERIS.

b) O controle de espessura será feito pela medição dos corpos de prova extraídos na pista (idem, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura). Admitir-se-á variação de -10% da espessura de projeto para pontos isolados, e até -5% de redução de espessura na média geral. A espessura de comparação deve ser a de projeto (95% do valor) com a mínima (média menos desvio padrão) encontrada nos corpos retirados da pista.

O cálculo do valor mínimo de espessura será conforme descrito abaixo:

$$X \text{ min} = \bar{X} - Kd, \quad \bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}, \quad d = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{e K é dado em função do número}$$

“N” de amostras, pela Tabela 5:

Critério de aceitação

O segmento será aceito se:  $X \text{ min} \geq 0,95P$

Onde:

P= Espessura de projeto

Se esta condição não for aceita o segmento deverá ser refeito sem ônus para a ARTERIS.

Tabela 6 - Amostragem Variável

Número N de amostras																		
N	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	>21
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,05	1,04	1,02	1,01	1,00

k = coeficiente multiplicador

c) O controle de deflexões deve ser executado pelo contratado e acompanhado pelo representante da ARTERIS. A sua frequência, se não definida no projeto, deve ser de 20 m de faixa, no máximo. Para a medida de deflexão deve ser seguido o método ARTERIS ME 024/94;

d) O controle de acabamento da superfície do revestimento deve ser feito com auxílio de duas réguas, uma de 4,00m e outra de 0,90m colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas. Este ensaio deve ser realizado imediatamente após a compactação e antes da abertura da pista ao tráfego. Todas as áreas que não atenderem a estes parâmetros devem ser corrigidas pela Empresa Construtora.

e) A verificação das condições de segurança da macrotextura do revestimento deve ser feita através do ensaio de mancha de areia (ASTM-965). A espessura de areia no ensaio de mancha de areia deve estar entre 0,7 a 1,2 mm de altura;

f) Para a verificação da capacidade de atrito do revestimento, devem ser feitos ensaios de resistência à derrapagem. O valor do GN (Grip Number) devera ser superior a 0,30, atribuídos para segmentos de 100 metros de faixa de rolamento. Os segmentos que apresentarem valores abaixo do limite fixado nesta especificação devem ser corrigidos imediatamente.



g) Avaliação de superfície, expressa pela irregularidade longitudinal, medida por meio de perfilômetro a laser, obtendo-se o parâmetro QI - (contagens/km), ao longo do trecho recuperado, que deve atender aos seguintes requisitos no cálculo estatístico:

Condição construtiva (Fresagem e Recomposição):

- A média das medidas de QI do segmento executado deve apresentar valor inferior a 25 (IRI inferior a 1,9). O segmento considerado deve ser avaliado conforme especificação ARTERIS ET-008;

Caso o trecho medido não atenda estes limites, a Empresa Construtora deve corrigir os pontos irregulares e, então, uma nova medição deve ser executada, a custo da mesma, por uma empresa idônea, indicada pelo contratante.

Condição construtiva (Fresagem e Recomposição):

- A média das medidas de QI do segmento executado deve apresentar valor inferior a 25 (IRI inferior a 1,9). O segmento considerado deve ser avaliado conforme especificação ARTERIS ET-008;

Caso o trecho medido não atenda estes limites, a Empresa Construtora deve corrigir os pontos irregulares e, então, uma nova medição deve ser executada, a custo da mesma, por uma empresa idônea, indicada pelo contratante.

Condição construtiva (Construção ou recuperação de pavimento):

- A média das medidas de QI do segmento executado deve apresentar valor inferior a 21 (IRI inferior a 1,6). O segmento considerado deve ser avaliado conforme especificação ARTERIS ET-008;

Caso o trecho medido não atenda estes limites, a Empresa Construtora deve corrigir os pontos irregulares e, então, uma nova medição deve ser executada, a custo da mesma, por uma empresa idônea, indicada pelo contratante.

A medição da área executada só será feita depois de verificado o atendimento aos parâmetros acima Especificados.

[A Tabela 7 e 8 apresentam o resumo de frequência de ensaios a ser realizado para o controle de qualidade em pista e o resumo geral do controle de qualidade respectivamente.](#)

Tabela 7 – Resumo de frequência de ensaios a ser realizado para o controle de qualidade de pista

Frequência (1 dia de serviço)	Amostragem		Parâmetros de análise					Tipo de análise	Critério de aceitação
	Número de CP's para ensaio	Número de CP's para contra prova*	Volume de Vazios (%)	Teor de ligante (%)	Espessura (cm)	IRI (Condição construtiva)			
						Fresagem e recomposição	Construção ou recuperação de base, sub-base e/ou subleito		
<= 20 m	1	1	3% < Xi < 7% (Rolamento) 3% < Xi < 8% (Binder)	± 0,2 Teor de Projeto	Xmin ≥ 0,95 Espessura de Projeto	-	-	Determinístico	Se algum parâmetro não atende = rejeição
20 < X <= 50m	2	2				-	-	Determinístico	
50 < X <= 100m	3	3				-	-	Determinístico	
>100 m	Mínimo 5 CP's	Mínimo 5 CP's	X +σk <7% (Rolamento) X-σk>3% (Rolamento) X +σk < 7% (Binder) X-σk> 3% (Binder)	± 0,2 Teor de Projeto	Xmin ≥ 0,95 Espessura de Projeto	≤1,9 (IRI) ≤25 (QI)	≤1,6 (IRI) ≤21 (QI)	Estatística	Se algum dos parâmetros for reprovado, encaminhar para análise do CDT
	Mais 1 CP a cada 100 metros adicionais	Mais 1 CP a cada 100 metros adicionais							

<b>SMA ES031</b>				
<b>ENSAIO</b>		<b>FREQUÊNCIA ESPECIFICAÇÃO</b>	<b>ACEITAÇÃO</b>	<b>OBSERVAÇÕES/MÉTODO DE ENSAIO</b>
<b>DOSAGEM</b>	<b>DOSAGEM DA MISTURA SMA</b>	15 dias antes início trabalhos ou material mudar	Conforme Especificação ARTERIS ES-031	ARTERIS ET-019
	<b>DURABILIDADE, SULFATO DE SÓDIO</b>	Na dosagem ou material mudar	Agr. Graúdo < 12% Agr. Miúdo < 12%	ARTERIS T-104
<b>AGREGADOS</b>	<b>ABRASÃO LOS ANGELES</b>	Na dosagem ou material mudar	≤ 40%	ABNT NBR-6465
	<b>ÍNDICE DE FORMA</b>	Na dosagem ou material mudar	Máximo 20% na Relação 1 : 3	ARTERIS D- 4791
	<b>EQUIVALENTE DE AREIA DA MISTURA SÊCA</b>	1 ensaio por semana	≥ 65%	ABNT NBR-12052
	<b>GRANULOMETRIA AGREGADOS (BRITAGEM)</b>	1 ensaio por dia	Dentro dos limites estabelecidos	ARTERIS T-27
	<b>MASSA ESPECÍF. E ABSORÇÃO DE AGREG. FINOS</b>	Na dosagem ou material mudar	Projeto	ARTERIS T-84
	<b>MASSA ESPECÍF. E ABSORÇÃO DE AGREG. GRAUDOS</b>	Na dosagem ou material mudar	Projeto	ARTERIS T-85
	<b>AZUL DE METILENO</b>	Na dosagem ou material mudar	< 5 mg/g	ARTERIS TP-330
	<b>ASFALTO</b>	<b>VISCOSIDADE SAYBOLT-FUROL 135°C</b>	Em toda carreta (CAP 60-85)	≤ 3.000 RPM
<b>VISCOSIDADE SAYBOLT-FUROL 150°C</b>		Em toda carreta (CAP 60-85)	≤ 2.000 RPM	ABNT NBR-14950
<b>VISCOSIDADE SAYBOLT-FUROL 175°C</b>		Em toda carreta (CAP 60-85)	≤ 1.000 RPM	ABNT NBR-14950
<b>RELAÇÃO VISCOSIDADE X TEMPERATURA</b>		Com os resultados dos ensaios de controle 135 - 150 e 175°C	Indicados pelo fabricante do asfalto modificado CAP 60-85	ABNT NBR-14950

	<b>RECUPERAÇÃO ELÁSTICA POR TORÇÃO</b>	Em toda carreta (CAP MODIFICADO POR POLÍMERO)	> 45 %	NTL - 329
	<b>PENETRAÇÃO</b>	Em toda carreta (CAP MODIFICADO POR POLÍMERO)	40 a 70	ABNT NBR-6576
	<b>PONTO DE AMOLECIMENTO °C</b>	Em toda carreta (CAP 30-45)	≥ 52	ABNT NBR-6560
		Em toda carreta (CAP 50-70)	≥ 46	
		Em toda carreta (CAP MODIFICADO POR POLÍMERO)	≥ 60	
		Em toda carreta (CAP MODIFICADO POR BORRACHA)	≥ 55	
	<b>ÍNDICE DE SUSCETIBILIDADE TÉRMICA</b>	Em toda carreta	-1,5 a + 0,7	-
	<b>ESPUMA A 175°C</b>	Em toda carreta	Não espumar	-
<b>USINA</b>	<b>GRANULOMETRIA SILOS QUENTES</b>	1 ensaio por dia	Projeto	ARTERIS T-27
	<b>UMIDADE PONDERADA DOS AGREGADOS</b>	1 ensaio por dia	≤ 2% Recomendação	"método expedito da frigideira"
	<b>TEMPERATURA AGREGADOS SILOS QUENTES</b>	Regularmente	< 187°C	verificar termômetro dos silos
	<b>TEMPERATURA CAP</b>	Regularmente	Temperatura correspondente a Viscos. 85 ± 10 s	verificar termômetro dos tanques
	<b>TEMPERATURA DA MASSA NA USINA</b>	Em todo caminhão	Temperatura correspondente a Viscos. 85 ± 10 s	-
	<b>PORCENTAGEM DA CAP</b>	3 ensaios por dia	Teor ótimo de Projeto ± 0,2 %	ARTERIS T-164
	<b>GRANULOMETRIA DA MASSA</b>	3 ensaios por dia	Faixa de trabalho do Projeto	ARTERIS T-30
	<b>DENSIDADE MÁXIMA DA MISTURA- RICE</b>	2 ensaio por dia	Projeto	ARTERIS T-209
	<b>RESISTÊNCIA A TRAÇÃO</b>	1 ensaio por cada 4 hs de trabalho	≥ 0,8 kgf/cm <sup>2</sup>	DNIT ME-138
	<b>ADESIVIDADE LIGANTE / AGREGADOS</b>	1 ensaio por semana	RRT ≥ 80% (DUI)	ARTERIS T-283

	<b>MOLDAGEM DE CORPOS DE PROVA (Marshall)</b>	1 ensaio ( 3 CPs ) por cada 4 hs de trabalho	50 golpes soquete Marshall / face	ARTERIS T-166
	<b>DENSIDADE APARENTE DA MISTURA COMPACTADA</b>	1 ensaio por cada 4 hs de trabalho	Projeto	ARTERIS T-166
	<b>TEOR DE VAZIOS (LABORATÓRIO)</b>	1 ensaio por cada 4 hs de trabalho	Ver tabela 5	ARTERIS T—269
	<b>VAZIOS CHEIOS DE ASFALTO</b>	1 ensaio por cada 4 hs de trabalho	Ver tabela 5	ARTERIS ET-35
	<b>VAZIOS DO AGREGADO MINERAL</b>	1 ensaio por cada 4 hs de trabalho	Ver tabela 5	ARTERIS ET-35
	<b>PISTA</b>	<b>TEMPERATURA DA MASSA</b>	Em todo caminhão	mínimo 145 graus centígrados
<b>EXTRAÇÃO DE CORPOS DE PROVA</b>		Determinístico / Estatístico conforme Tabela 7	Determinístico / Estatístico conforme Tabela 7	Extrair com máquina Rotativa
<b>COMPACTAÇÃO</b>		Determinístico / Estatístico conforme Tabela 7	Determinístico / Estatístico conforme Tabela 7	ARTERIS T-209
<b>VAZIOS DE PISTA</b>		Determinístico / Estatístico conforme Tabela 7	Determinístico / Estatístico conforme Tabela 7	ARTERIS T-269
<b>MEDIDA DE IRREGULARIDADE</b>		a cada km	< 26 contagens por km	ARTERIS ET-008
<b>MEDIDA DE ATRITO</b>		A cada 100m	GN > 0,30	Grip Number
<b>MACROTEXTURA</b>		A cada 20m	0,7 – 1,2	ASTM 965
<b>DEFLEXÕES - VIGA BENKELMAN</b>		Projeto define ou mínimo cada 20 m de faixa	$D_c = X + \sigma x K \leq D_{proj.}$	ARTERIS ME-024
<b>TOPOGRAFIA</b>	<b>ESPESSURA</b>	de acordo com a extração de CP's na pista	$\pm 5\%$ da espessura de Projeto em segmentos de 1000 m por faixa. Em pontos isolados + - 10%	Fazer média de 4 medidas diametralmente opostas