

# BRITA GRADUADA SIMPLES – BGS

Especificação Particular

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

Março de 2021



**DESIGNAÇÃO - ARTERIS ES – 008 Rev.09**

# Especificação Particular para Execução de

## Brita Graduada Simples - BGS

Designação ARTERIS ES 008- Rev. 09 (março/2021)



### Descrição resumida das revisões desta edição:

- i. Alteração das faixas granulométricas “B” e “C” e das tolerâncias da faixa de projeto;
- ii. Inclusão de condicionais para as faixas granulométricas;
- iii. A BGS Faixa C deverá ser utilizada apenas em camadas de Sub-base.

---

### 1. RESUMO

Esta especificação particular estabelece a sistemática a ser empregada na fabricação e aplicação de base de Brita Graduada Simples. São divididas em dois tipos a saber:

Tipo 1 – base estabilizada granulometricamente

Tipo 2 – base drenante.

Neste documento encontram-se definidos os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e controle de qualidade, além dos critérios para a aceitação e rejeição dos serviços.

**Nota:** Para materiais naturais (não usinados), aplica-se Especificação Particular para Execução de Camada Estabilizada Granulometricamente – CEG Designação ARTERIS ES 007.

---

### 2. ENSAIOS NECESSÁRIOS

Para o entendimento desta Norma devem ser consultados os documentos seguintes:

- ABNT-NBR 12052 - Agregados – Equivalente de Areia.
- ABNT-NBR 6465 - Agregados – Determinação da Abrasão Los Angeles.
- ARTERIS D-4791 - Partículas Chatas, Alongadas ou Chatas e Alongadas no Agregado Graúdo – ASTM D-4791.
- ARTERIS T 27 Agregados – Análise Granulométrica de Agregados Finos e Graúdos - AASHTO T-27.
- DNIT-ME 024 - Pavimento – Determinação das deflexões pela viga Benkelman.
- DNIT-ME 049 - Solos – determinação do índice de suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas.

- DNIT-ME 092 - Solos – Determinação da massa específica aparente “*in situ*”, com emprego do frasco de areia.

---

### **3. DEFINIÇÃO**

Para o efeito desta Norma é adotada a seguinte definição:

#### **3.1 Brita Graduada Simples:**

Consiste na associação de agregado mineral e água, em proporções determinadas experimentalmente, preparadas em usinas apropriadas, que cumpre certos requisitos de qualidade, uniformemente espalhada sobre uma superfície previamente preparada, resultando uma mistura homogênea e compactada.

---

### **4. CONDIÇÕES GERAIS**

- 4.1 A brita graduada simples pode ser empregada como camada de Sub-Base ou Base de pavimentos.
- 4.2 A brita graduada simples pode ser empregada como camada estabilizada granulometricamente ou camada drenante.
- 4.3 Não será permitida a execução dos serviços em dias de chuva.

---

### **5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

Os constituintes da brita graduada simples são: agregado graúdo, agregado miúdo, e água e devem atender aos limites definidos nesta especificação.

#### **5.1 MATERIAL**

##### **5.1.1 Água**

Deve ser utilizada água limpa, livre de qualquer impureza.

##### **5.1.2 Agregados**

Os agregados utilizados, devem ser obtidos a partir da rocha sã, constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis. Suas partículas individuais devem ser resistentes e apresentar as características seguintes:

- Desgaste Los Angeles igual ou inferior a 55% (ABNT-NBR 6465);
- Equivalente de areia da mistura igual ou superior a 30% (ABNT-NBR 12052).
- Índice de forma igual ou inferior a 20%, considerando a razão 1:3 (ARTERIS D-4791)

#### **5.2 COMPOSIÇÃO DA MISTURA e DOSAGEM**

5.2.1 A composição granulométrica da mistura de agregados deve satisfazer os requisitos do quadro seguinte, com as respectivas tolerâncias quando ensaiadas pelo Método AASHTO T-27.

Malha peneira ASTM		ARTERIS ES-008-REV-8				Tolerâncias
Peneiras	mm	A	B	C	Drenante	da faixa de projeto
		% Passante				
2"	50	100	100	100	100	- 2
1 ½"	37,5	90-100	95-100	90-100	100	± 5
1"	25	-	-	-	90-100	± 7
¾"	19	50-68	70-92	-	75-95	± 8
⅜"	9,5	30-46	50-70	-	45-65	± 8
Nº 4	4,75	20-34	35-55	30-60	30-45	± 8
Nº 10	2	-	-	-	18-33	± 8
Nº 30	0,6	-	12-25	-	-	± 5
Nº 40	0,42	4-12	-	-	7-17	± 3
Nº 80	0,18	-	-	-	1-11	± 3
Nº 200	0,075	1-4	0-8	0-12	0-8	± 3

**NOTA** – A fração da mistura final que passa na peneira de 75 µm (nº 200) não deve exceder 60% da fração que passa na peneira de 600 µm (nº 30). A fração que passa na peneira de 425 µm (nº 40) deve ter um limite de liquidez não superior a 25 e deve ter um índice de plasticidade não superior a 4.

No caso de utilização como base drenante de acostamentos, onde na pista foi aplicada Brita Graduada Tratada com Cimento – BGTC (ARTERIS ES 009), deverá ser utilizada a FAIXA DRENANTE.

A BGS faixa “C” só poderá ser utilizada em camadas de Sub-base.

Faixa de trabalho é a variação máxima permitida para a curva granulométrica obtida, em uma dada peneira.

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

A mistura deve apresentar Índice de Suporte Califórnia maior ou igual a 80%, quando ensaiada pelo método DNIT-ME 049 (56 golpes). Este ensaio fornece também o teor ótimo de umidade e a densidade aparente máxima da mistura

*A dosagem deve ser apresentada pela Contratada e aprovada pela ARTERIS antes do início dos serviços*

---

## **6. EQUIPAMENTO**

6.1 Usina de solos do tipo contínua deve ter dispositivos para dosagem dos agregados individuais e água, e dispositivo para mistura e homogeneização.

6.2 Caminhões basculantes para transporte da mistura.

6.3 Acabadora ou Trimmer.

6.4 Motoniveladora.

6.5 Rolo compressor pneumático e tandem liso (vibratório ou estático).

6.6 Caminhão irrigador para distribuição de água.

---

## **7. EXECUÇÃO**

### 7.1 Mistura

Os agregados deverão ser estocados convenientemente, de modo que cada um deverá ocupar um silo da usina. Os agregados deverão apresentar homogeneidade granulométrica.

A brita graduada simples deve ser preparada em usina descrita em 6.1.

Os agregados serão combinados de maneira a enquadrar a mistura final nos limites estabelecidos no projeto de mistura (faixa de trabalho).

A introdução da água no misturador deverá ser controlada por meio de dispositivo que permita a verificação da quantidade acrescentada.

Caso ocorram “zonas mortas” no misturador, nas quais o material não seja revolvido suficientemente, estas deverão ser desfeitas.

### 7.2. Transporte

A brita graduada simples a ser transportada, deve ser protegida por lonas para evitar a perda de umidade durante seu transporte até o local de espalhamento.

### 7.3. Espalhamento

Imediatamente antes do espalhamento, a superfície a ser recoberta deverá ser umedecida, sem apresentar excessos de água.

A operação de espalhamento será executada por acabadora descrita em 6.3, de modo que a mistura fique em condições de ser compactada, sem segregação, de acordo com as condições geométricas fixadas em projeto e dentro das tolerâncias desta norma.

A conformação suplementar, se necessária, deve ser feita com motoniveladora, tomando-se os cuidados necessários para evitar segregação de finos/gráudos.

A operação de espalhamento com motoniveladora é permitida em serviços com volumes inferiores a 50m<sup>3</sup>.

A largura de cada “pano” não deve permitir que juntas longitudinais fiquem situadas abaixo de trilhas de rodas.

As juntas transversais também não devem ficar no mesmo alinhamento entre as diferentes camadas do pavimento.

O espalhamento não pode ser realizado sob chuva.

#### 7.4. Compactação

Após terminada a operação de espalhamento, a brita graduada simples deve ser compactada. O teor de umidade no momento da compactação deve ser de no máximo +1 ou no mínimo -2 pontos percentuais em relação à umidade ótima definida em 5.2.1.

A compactação será iniciada nas bordas do pavimento. As passagens seguintes do compactador recobrirão, no mínimo, 30 cm da largura da faixa anteriormente compactada.

#### 7.5. Liberação do Topografia

Após o término da compactação a topografia deve liberar a camada de acordo com as cotas determinada em projeto.

#### 7.6. Liberação do Laboratório

Após a liberação da topografia, o laboratório deve realizar o controle tecnológico da camada.

#### 7.7. Imprimação da Camada

Após a liberação do laboratório, deve ser executada imediatamente a imprimação da camada com CM-30 ou Emulsão Asfáltica de Imprimação (EAI), na taxa de 0,6 a 1,2 l/m<sup>2</sup> de resíduo, ficando terminantemente proibido o tráfego de veículos e maquinários sobre a camada imprimada.

### **Os serviços descritos no item 7, deverão ser executados no mesmo dia.**

A densidade aparente da mistura compactada (grau de compactação) deve ser maior ou igual a 100% da densidade aparente máxima definida em 5.2.1.

A deflexão medida não pode, em nenhum ponto, ser superior à definida no projeto.

---

## **8. CONTROLE DE QUALIDADE**

Todos os materiais devem ser testados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada no item 2.

Devem ser coletadas amostras do material em pista conforme ARTERIS ET-005, limitando a 5 coletas por frente de serviço, as quais serão utilizadas em contraprova caso seja necessário.

## 8.1 Materiais

### 8.1.1 Agregados

- Um ensaio de desgaste por abrasão Los Angeles (ABNT-NBR 6465) toda vez que se fizer necessário realizar ou revisar a dosagem de brita graduada simples.
- Um ensaio de equivalente de areia (ABNT-NBR 12052) toda vez que se fizer necessário realizar ou revisar a dosagem de brita graduada simples.

## 8.2 Mistura

- Um ensaio de análise granulométrica (AASHTO T-27) a cada 4 horas de produção da usina.
- Um ensaio de Índice Suporte Califórnia (DNER ME-049 – 56 golpes), quando houver mudança na faixa de trabalho da mistura, ou uma vez por semana.
- Uma determinação do teor de umidade a cada 4 horas de produção da usina. O processo para esta determinação é o descrito no método de ensaio DNIT ME-092.
- Um ensaio de massa específica aparente “in situ” (DNER ME-092) a cada 100m de faixa, obedecendo à ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo. Este ensaio também servirá para medir a espessura da camada executada.
- Para trechos de imprimação de extensão limitada com área de no máximo 4.000 m<sup>2</sup>, deverão ser feitas 5 determinações de T, no mínimo, para controle.
- Medidas das deflexões recuperáveis, pela Viga Benkelman (DNER ME-024) ou pelo FWD a cada 20m de faixa. As deflexões máximas admissíveis serão fixadas no projeto.

Os resultados dos ensaios de Controle Tecnológico serão tratados estatisticamente de acordo com a quantidade de resultados e medições por período ou segmento. O lote, para o controle estatístico, a ser adotado pode ser por tempo ou extensão. Por exemplo, uma semana de trabalho ou 1 km de pista.

---

## 9. ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

Todos os ensaios dos materiais e da mistura indicados em 8 (Controle de Qualidade), bem como a espessura medida, deverão atender aos requisitos desta especificação e/ou do projeto, de acordo com o critério a seguir:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo de projeto}$  ou  $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto} \Rightarrow$  rejeita-se o serviço;

$\bar{X} - ks \geq$  valor mínimo de projeto ou  $\bar{X} + ks \leq$  valor máximo de projeto  $\Rightarrow$  aceita-se o serviço.

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \qquad s = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Onde:

$X_i$  - valores individuais.

$\bar{X}$  - média da amostra.

s - desvio padrão da amostra.

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - número de determinações.

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL																		
N	5	6	7		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
N = n° de amostras									k = coeficiente multiplicador									

Os serviços rejeitados deverão ser refeitos.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, a ser feito pela construtora e entregue junto com a medição. A medição só será encaminhada para pagamento após a entrega do relatório de controle do trecho medido.



## 10. APÊNDICE - TABELA DE FREQUENCIA DE ENSAIOS

	ENSAIO	FREQUÊNCIA ESPECIFICAÇÃO	ACEITAÇÃO	OBSERVAÇÕES/MÉTODO DE ENSAIO
<b>DOSAGEM</b>	<b>DOSAGEM DA MISTURA DE BGS</b>	15 dias antes início trabalhos ou material mudar	Conforme Especificação ARTERIS ES-008	PROJETO: - CBR > 80% na Energia Modificada - DNIT ME-049
<b>AGREGADOS</b>	<b>ABRASÃO LOS ANGELES</b>	Na dosagem ou material mudar	< 55 %	ABNT NBR-6465
	<b>ÍNDICE DE FORMA</b>	Considerar proporção 1:3. Sempre realizar na dosagem ou quando o material mudar.	≤ 20%	ARTERIS D-4791
	<b>EQUIVALENTE DE AREIA DA MISTURA SÊCA</b>	1 Na dosagem ou material mudar	≥ 30%	ABNT NBR-12052
<b>USINA / PISTA</b>	<b>GRANULOMETRIA DA MISTURA</b>	a cada 4 horas	Faixa de trabalho do Projeto	ARTERIS ME-27
	<b>UMIDADE HIGROSCÓPICA DOS AGREGADOS</b>	1 ensaio por dia	Para correção da Hót	"método expedito da frigideira"
	<b>ÍNDICE DE SUPORTE (CBR)</b>	Na dosagem ou material mudar	>80% na Energia Modificada Fornece também Dens. Max Seca e Hót.	DNIT ME-049
	<b>TEOR DE UMIDADE DA MISTURA</b>	a cada 4 horas	Hót de Projeto ± 1,0 %	DNIT ME-092
<b>USINA / PISTA</b>	<b>GRAU DE COMPACTAÇÃO</b>	a cada 100 metros de faixa	> 100% Energia Modificada (56 golpes)	DNIT ME-092
	<b>TAXA DE IMPRIMAÇÃO</b>	A cada 4.000 m <sup>2</sup> , mínimo de 5 determinações	0,6 a 1,2 l/m <sup>2</sup>	ARTERIS - 019
	<b>MEDIDAS DE DEFLEXÃO (VIGA BENKELMAN)</b>	a cada 20 metros de faixa	Projeto	DNIT ME-024
<b>PISTA</b>	<b>ESPESSURA</b>	a cada 100 metros de faixa	> 95% do Projeto	DNIT ME-092