| PROCOPAL S.A. Ingenieros Contratistas | **CONTENIDO DE ASFALTO Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE MEZCLAS**<br>**INV-22** | **Código:** CC F-17.1<br>**Revisión:** 08<br>**Vigencia:** Enero de 2024 |
|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **DESCRIPCIÓN:** | MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE | | **FECHA:** | 16-feb.-26 | |
| **TIPO:** | MDC-19 TIBIA + RAP | | **PLANTA:** | ASTEC | |
| **PROCEDENCIA:** | PLANTA PROCOPAL S.A | | **MUESTRA:** | 311 | 312 | 313 |
| **ASFALTO:** | 60-70 | | | | |

**ESPECIFICACIONES CONTENIDO DE ASFALTO**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ARF % = Asfalto óptimo fórmula de trabajo** | | | | **ARF % =** | **5,6** | % | | |
| **ARI % = Asfalto Residual Individual** | ART-0.5% ≤ | ARI % | ≤ ART+0.5% | **Intervalo INVIAS ARI%** | **5,0** | - | **6,0** | % |
| **ART % = Asfalto Residual Promedio** | ARF-0.3% ≤ | ART % | ≤ ARF+0.3% | **Intervalo INVIAS ART%** | **5,3** | - | **5,9** | % |

**CONTENIDO DE ASFALTO, INV E-732**

| **HORA:** | 9:30 AM | 9:45 AM | 9:55 AM |
|---|---|---|---|
| DATOS | Muestra N°1 | Muestra N°2 | Muestra N°3 |
| Peso Inicial (gr) | 1566 | 1565 | 1559 |
| Peso Final (gr) | 1478,3 | 1475,1 | 1471,2 |
| Peso Filtro Ini (gr) | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| Peso Filtro Fin (gr) | 21,7 | 21,8 | 21,8 |
| Diferencia | 1,7 | 1,8 | 1,8 |
| Peso Total | 1480,0 | 1476,9 | 1473,0 |
| Diferencia | 86,0 | 88,1 | 86,0 |
| **ARI (%)** | **5,5** | **5,6** | **5,5** |
| **ART (%)** | | **5,5** | |

**ESPECIFICACIONES GRANULOMÉTRICAS**

| TAMIZ ("/No) | Abertura (mm) | LÍMITES INVIAS | | DISEÑO MARSHALL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | GRADACIÓN | LÍMITES DE DISEÑO | |
| 1 ½" | 37,50 | | | | | |
| 1" | 25,000 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| ¾" | 19,000 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| ½" | 12,500 | 80,0 | 95,0 | 90,0 | 86,0 | 94,0 |
| 3/8" | 9,500 | 70,0 | 88,0 | 77,0 | 73,0 | 81,0 |
| No 4 | 4,750 | 49,0 | 65,0 | 53,0 | 49,0 | 57,0 |
| No 10 | 2,000 | 29,0 | 45,0 | 33,0 | 30,0 | 36,0 |
| No 40 | 0,420 | 14,0 | 25,0 | 17,0 | 14,0 | 20,0 |
| No 80 | 0,180 | 8,0 | 17,0 | 11,0 | 8,0 | 14,0 |
| No 200 | 0,075 | 4,0 | 8,0 | 6,1 | 4,1 | 8,0 |

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, INV E-213**

| TAMIZ | | Muestra N° 1 | | | | Muestra N° 2 | | | | Muestra N° 3 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz ("/No) | Abertura (mm) | Peso Retenido (gr) | (%) Retenido | (%) Acumulado | (%) Pasa | Peso Retenido (gr) | (%) Retenido | (%) Acumulado | (%) Pasa | Peso Retenido (gr) | (%) Retenido | (%) Acumulado | (%) Pasa |
| 1 ½" | 37,50 | | | | | | | | | | | | |
| 1" | 25,00 | | | | | | | | | | | | |
| ¾" | 19,00 | | | | | | | | | | | | |
| ½" | 12,50 | 168,3 | 11,4 | 11,4 | **88,6** | 165,9 | 11,2 | 11,2 | **88,8** | 154,8 | 10,5 | 10,5 | **89,5** |
| 3/8" | 9,50 | 163,0 | 11,0 | 22,4 | **77,6** | 168,5 | 11,4 | 22,6 | **77,4** | 174,6 | 11,9 | 22,4 | **77,6** |
| No 4 | 4,75 | 359,5 | 24,3 | 46,7 | **53,3** | 339,6 | 23,0 | 45,6 | **54,4** | 346,2 | 23,5 | 45,9 | **54,1** |
| No 10 | 2,00 | 291,2 | 19,7 | 66,4 | **33,6** | 315,2 | 21,3 | 67,0 | **33,0** | 310,2 | 21,1 | 66,9 | **33,1** |
| No 40 | 0,42 | 256,1 | 17,3 | 83,7 | **16,3** | 239,6 | 16,2 | 83,2 | **16,8** | 235,8 | 16,0 | 82,9 | **17,1** |
| No 80 | 0,18 | 100,3 | 6,8 | 90,4 | **9,6** | 97,6 | 6,6 | 89,8 | **10,2** | 101,1 | 6,9 | 89,8 | **10,2** |
| No 200 | 0,08 | 58,2 | 3,9 | 94,4 | **5,6** | 65,0 | 4,4 | 94,2 | **5,8** | 68,2 | 4,6 | 94,4 | **5,6** |
| Fondo | - | 5,8 | 0,4 | 94,8 | | 4,7 | 0,3 | 94,5 | | 5,8 | 0,4 | 94,8 | |

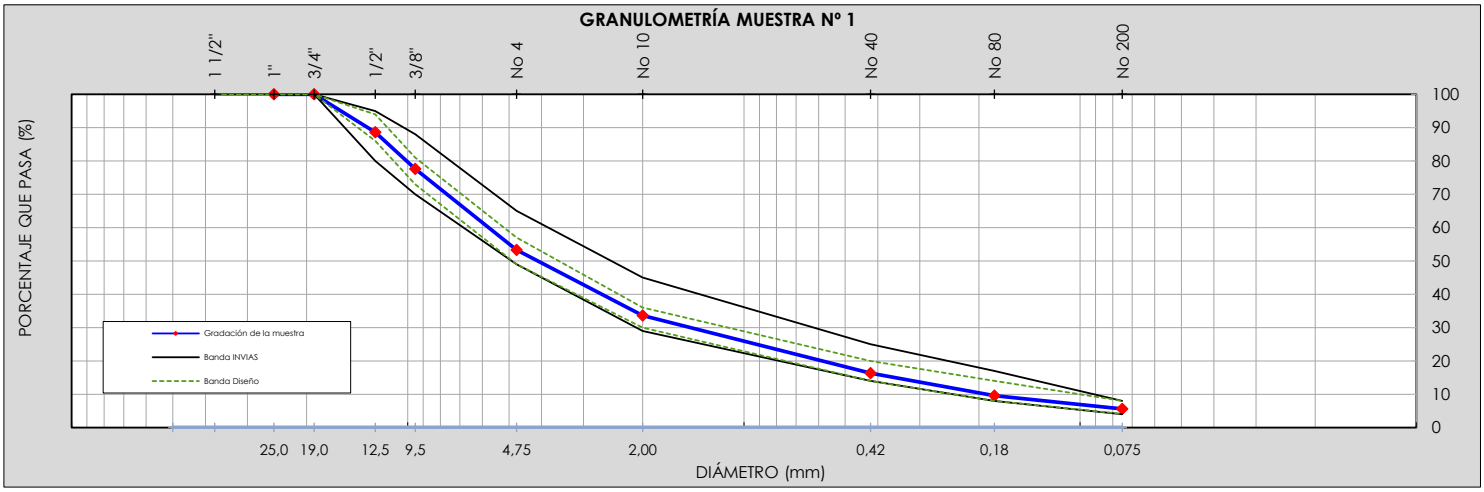
| **EQUIPOS UTILIZADOS** | **FECHA DE CALIBRACIÓN** |
|---|---|
| Balanza digital 4000 g | 4-jul-25 |
| Serie Mallas o Tamices 3" a N° 200 | 22-mar-23 |
| | |

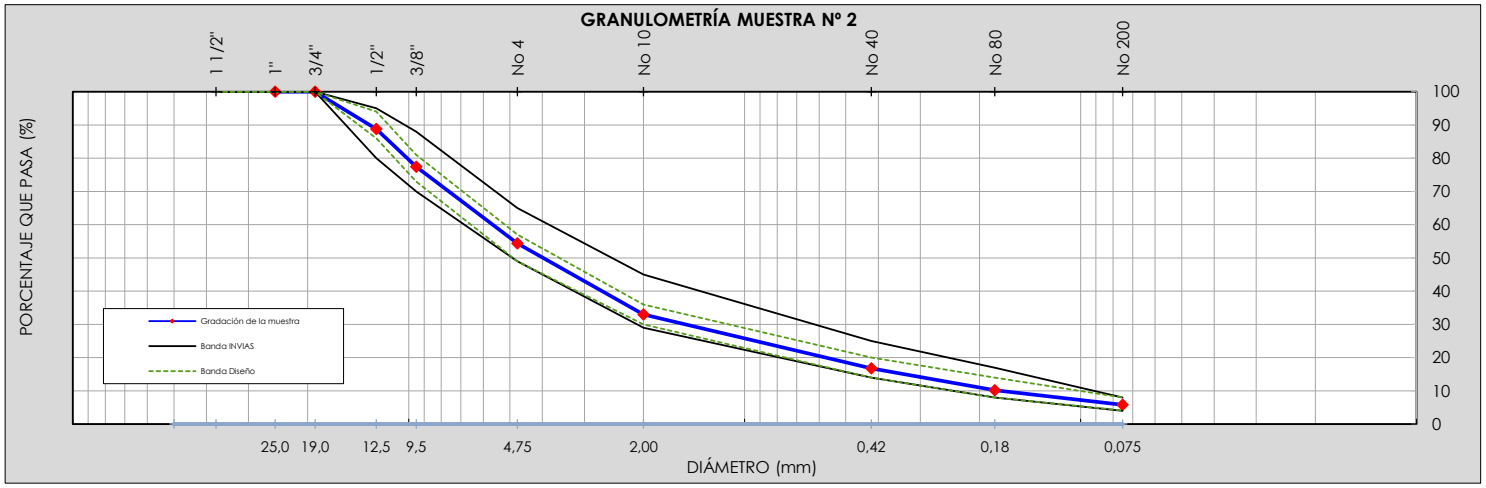
Aprobó:

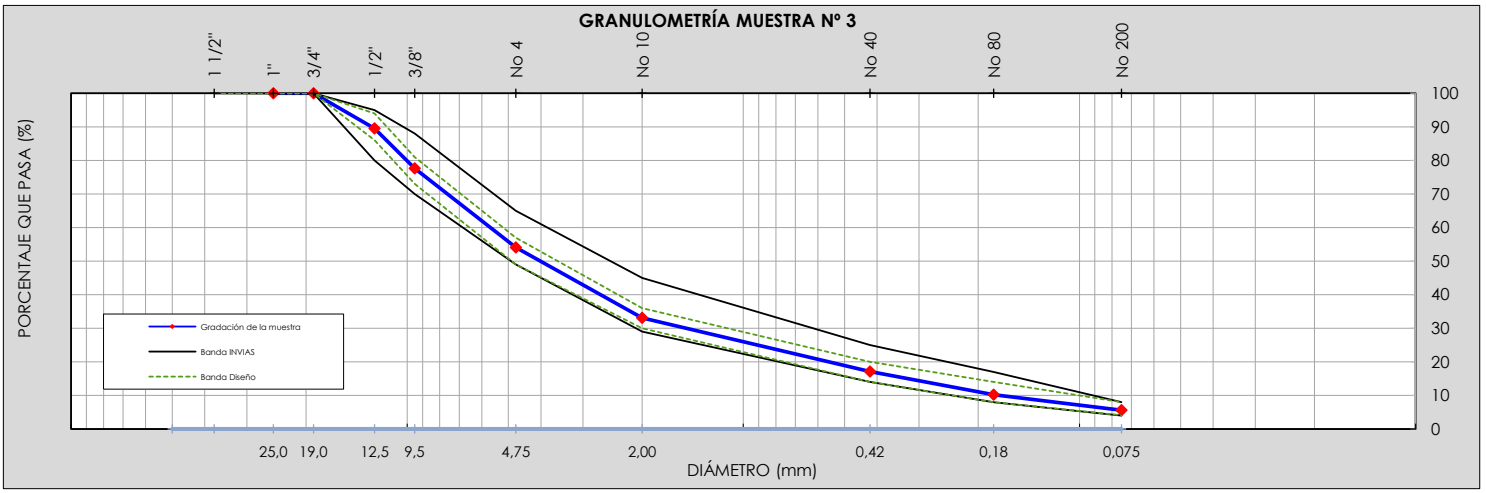
Jefe de laboratorio

| PROCOPAL S.A. Ingenieros Contratistas | **CONTENIDO DE ASFALTO Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE MEZCLAS**<br>**INV-22** | **Código:** CC F-17.1<br>**Revisión:** 08<br>**Vigencia:** Enero de 2024 |
|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **DESCRIPCIÓN:** | MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE | | **FECHA:** | 16-feb.-26 | |
| **TIPO:** | MDC-19 TIBIA + RAP | | **PLANTA:** | ASTEC | |
| **PROCEDENCIA:** | PLANTA PROCOPAL S.A | | **MUESTRA:** | 311 | 312 | 313 |
| **ASFALTO:** | 60-70 | | | | |




Aprobó:

Jefe de laboratorio

| PROCOPAL S.A. Ingenieros Contratistas | **DENSIDAD - VACÍOS - ESTABILIDAD - FLUJO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS**<br>**INV-22** | **Código:** CC F-17.2<br>**Revisión:** 08<br>**Vigencia:** Enero de 2024 |
|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **DESCRIPCIÓN:** | MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE | | **FECHA:** | 16-feb-26 | |
| **TIPO:** | MDC-19 TIBIA + RAP | | **PLANTA:** | ASTEC | |
| **PROCEDENCIA:** | PLANTA PROCOPAL S.A | | **MUESTRA:** | 311 | 312 313 |
| **ASFALTO:** | 60-70 | | | | |

**ESTABILIDAD Y FLUJO, INV E-748**

| | **MUESTRA 1** | | **MUESTRA 2** | | **PROMEDIO** |
|---|---|---|---|---|---|
| **BRIQUETA NÚMERO:** | 311 | 312 | 313 | 314 | |
| Altura (mm) | 64,4 | 64,2 | 64,6 | 64,4 | |
| Diámetro (mm) | 101,7 | 101,7 | 101,7 | 101,7 | |
| Peso Briqueta Aire (g) | 1.232,0 | 1.230,0 | 1.226,0 | 1.224,0 | |
| Peso Briqueta Aire + (sss) (g) | 1.238,0 | 1.237,0 | 1.232,0 | 1.229,0 | |
| Peso Briqueta Agua (g) | 726,0 | 727,0 | 722,0 | 721,0 | |
| Volumen Briqueta Sola | 512,0 | 510,0 | 510,0 | 508,0 | |
| Temperatura del agua (°C) | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 | |
| Factor de corrección por temperatura, K | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 | |
| Peso específico aparente a T° ensayo | 2,406 | 2,412 | 2,404 | 2,409 | |
| Estabilidad (kN) | 12,6 | 12,8 | 12,2 | 11,8 | |
| Estabilidad calculada (kgf) | 1.288 | 1.308 | 1.247 | 1.206 | |
| Factor de corrección por altura, K | 0,978 | 0,983 | 0,973 | 0,978 | |
| **Estabilidad Corregida. (kgf)** | 1.259 | 1.286 | 1.213 | 1.179 | **1.234** |
| **Fluencia (mm)** | 3,4 | 3,5 | 3,3 | 3,3 | |
| **Peso Unitario (kg/m$^3$)** | 2,399 | 2,405 | 2,397 | 2,402 | **2,401** |
| Gravedad Específica Bulk de Fórmula de trabajo | 2,420 | | | | |

**ESPECIFICACIONES INVIAS**

| **ESTABILIDAD (kg)** | | | | **FLUJO (mm)** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Et= Estabilidad Mezcla Formula de trabajo | | | 1.213 | Ft= Fórmula de trabajo | | 3,4 | |
| Em= Estabilidad Media | Em ≥ 0.9 Et | 90% Et = | 1.092 | Fm= Flujo Medio | 0.80 Ft ≤ Fm ≤ 1,20 Ft | 2,7 | 4,0 |
| Ei= Estabilidad Individual | Ei ≥ 0.8 Em | 80% Em= | 987 | Flujo Límites Especificaciones | | 2,0 | 3,5 |
| Ei= Estabilidad Individual | Ei ≤ 1.25 Et | 125% Et = | 1.516 | **RELACIÓN ESTABILIDAD / FLUJO** | | | |
| Estabilidad Límite inferior Especificaciones | | | 900 | Límites Especificaciones | | 300 | 600 |

| **Identificación Muestras** | | **Gravedad Específica** | | **Vacios** | **Marshall** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra | Briqueta | Gravedad Específica de Mezcla Compactada, Gmb | Gravedad Específica Máxima mezcla Gmm | Vacíos con aire de mezcla compactada % | Estabilidad (kgf) | Flujo (mm) | Relación Estabilidad/Flujo (Kgf/mm) |
| 1 | 311 | 2,406 | 2,524 | 4,7 | 1.259 | 3,4 | 370 |
| | 312 | 2,412 | 2,524 | 4,5 | 1.286 | 3,5 | 367 |
| 2 | 313 | 2,404 | 2,524 | 4,8 | 1.213 | 3,3 | 368 |
| | 314 | 2,409 | 2,524 | 4,5 | 1.179 | 3,3 | 357 |
| **PROMEDIO** | | **2,408** | **2,524** | **4,6** | **1.234** | **3,4** | **366** |

**PESOS ESPECÍFICOS**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso Específico de Asfalto** | **1,010** | **Peso Específico de Agregados** | **2,739** | **% Agregados** | **94,5** |

| **EQUIPOS UTILIZADOS** | **FECHA DE CALIBRACIÓN** |
|---|---|
| Balanza digital 4000 g | 4-jul-25 |
| Balanza Ohaus 30 kg | 7-jul-25 |
| Máquina de Ensayo Prensa Marshall | 7-jul-25 |
| | |

Aprobó:

Jefe de laboratorio