| 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:** | 27-feb.-26 |
| **TIPO:** | MSC-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 % =** | **5,5** | % | | |
| **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%** | **5,2** | - | **5,8** | % |

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

| **HORA:** | 10:10 AM | 10:30 AM | 11:00 AM |
|---|---|---|---|
| DATOS | Muestra N°1 | Muestra N°2 | Muestra N°3 |
| Peso Inicial (gr) | 1600 | 1552 | 1558 |
| Peso Final (gr) | 1508,8 | 1465,3 | 1472,6 |
| Peso Filtro Ini (gr) | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| Peso Filtro Fin (gr) | 21,7 | 21,7 | 21,5 |
| Diferencia | 1,7 | 1,7 | 1,5 |
| Peso Total | 1510,5 | 1467,0 | 1474,1 |
| Diferencia | 89,5 | 85,0 | 83,9 |
| **ARI (%)** | **5,6** | **5,5** | **5,4** |
| **ART (%)** | | **5,5** | |

**ESPECIFICACIONES GRANULOMÉTRICAS**

| TAMIZ ("/No) | Abertura (mm) | LÍMITES INVIAS | | DISEÑO MARSHALL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | GRADACIÓN | LÍMITES DE DISEÑO | |
| 1 ½" | 37,50 | | | | | |
| 1" | 25,000 | | | | | |
| ¾" | 19,000 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| ½" | 12,500 | 80,0 | 95,0 | 88,0 | 84,0 | 92,0 |
| 3/8" | 9,500 | 65,0 | 80,0 | 71,0 | 67,0 | 75,0 |
| No 4 | 4,750 | 40,0 | 55,0 | 45,0 | 41,0 | 49,0 |
| No 10 | 2,000 | 24,0 | 38,0 | 29,0 | 26,0 | 32,0 |
| No 40 | 0,420 | 9,0 | 20,0 | 15,0 | 12,0 | 18,0 |
| No 80 | 0,180 | 6,0 | 12,0 | 9,5 | 7,0 | 12,0 |
| No 200 | 0,075 | 3,0 | 7,0 | 5,3 | 3,5 | 7,0 |

**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 | 188,9 | 12,5 | 12,5 | **87,5** | 196,3 | 13,4 | 13,4 | **86,6** | 201,6 | 13,7 | 13,7 | **86,3** |
| 3/8" | 9,50 | 224,9 | 14,9 | 27,4 | **72,6** | 220,8 | 15,1 | 28,4 | **71,6** | 232,6 | 15,8 | 29,5 | **70,5** |
| No 4 | 4,75 | 385,5 | 25,5 | 52,9 | **47,1** | 375,8 | 25,6 | 54,0 | **46,0** | 378,4 | 25,7 | 55,1 | **44,9** |
| No 10 | 2,00 | 261,1 | 17,3 | 70,2 | **29,8** | 261,3 | 17,8 | 71,9 | **28,1** | 235,6 | 16,0 | 71,1 | **28,9** |
| No 40 | 0,42 | 210,9 | 14,0 | 84,2 | **15,8** | 190,8 | 13,0 | 84,9 | **15,1** | 202,5 | 13,7 | 84,8 | **15,2** |
| No 80 | 0,18 | 97,5 | 6,5 | 90,6 | **9,4** | 82,8 | 5,6 | 90,5 | **9,5** | 90,6 | 6,1 | 91,0 | **9,0** |
| No 200 | 0,08 | 63,3 | 4,2 | 94,8 | **5,2** | 65,2 | 4,4 | 95,0 | **5,0** | 55,0 | 3,7 | 94,7 | **5,3** |
| Fondo | - | 5,9 | 0,4 | 95,2 | | 4,5 | 0,3 | 95,3 | | 6,3 | 0,4 | 95,1 | |

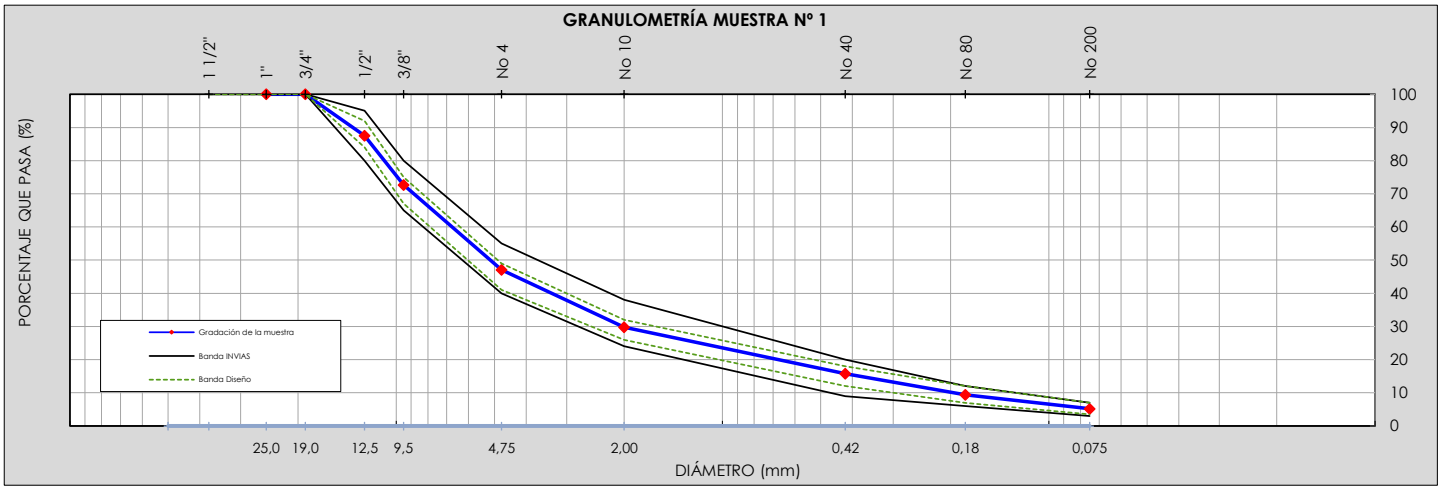
| **EQUIPOS UTILIZADOS** | **FECHA DE CALIBRACIÓN** |
|---|---|
| Balanza digital 4000 g | 4-jul-25 |
| Serie Mallas o Tamices 3" a N° 200 | 22-mar-23 |
| | |

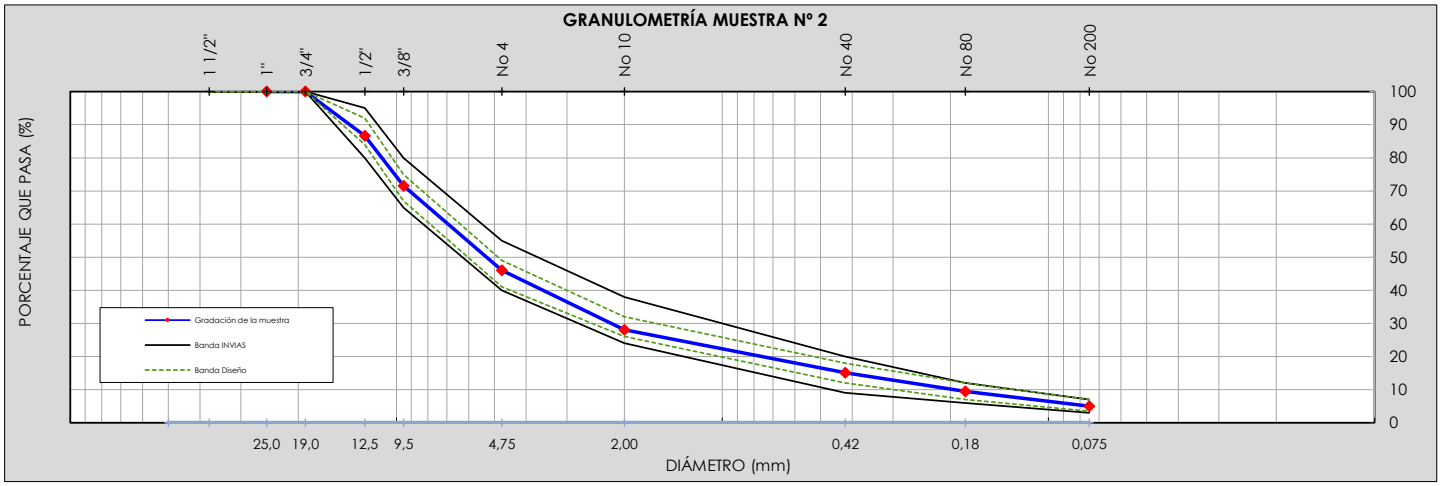
Aprobó:

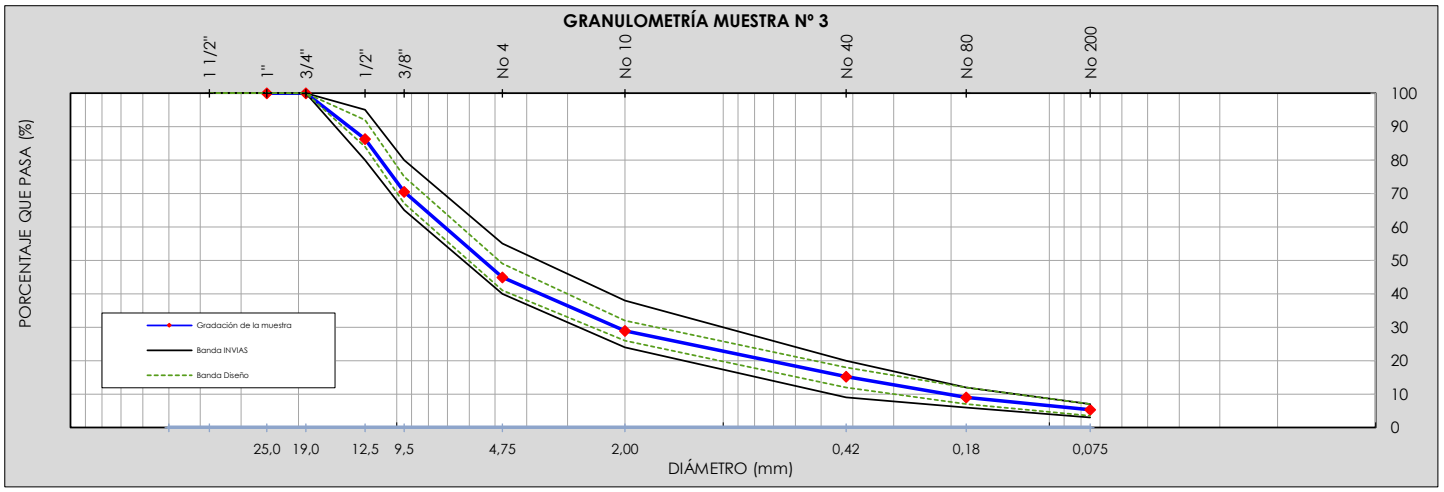
Jefe de laboratorio

| 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:** | 27-feb.-26 | |
| **TIPO:** | MSC-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:** | 27-feb-26 | |
| **TIPO:** | MSC-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) | 64,8 | 65,4 | 64,6 | 64,8 | |
| Diámetro (mm) | 101,7 | 101,7 | 101,7 | 101,7 | |
| Peso Briqueta Aire (g) | 1.234,0 | 1.232,0 | 1.230,0 | 1.228,0 | |
| Peso Briqueta Aire + (sss) (g) | 1.238,0 | 1.237,0 | 1.235,0 | 1.233,0 | |
| Peso Briqueta Agua (g) | 726,0 | 727,0 | 726,0 | 725,0 | |
| Volumen Briqueta Sola | 512,0 | 510,0 | 509,0 | 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 | 2,410 | 2,416 | 2,417 | 2,417 | |
| Estabilidad (kN) | 12,5 | 12,4 | 12,0 | 12,8 | |
| Estabilidad calculada (kgf) | 1.277 | 1.267 | 1.226 | 1.308 | |
| Factor de corrección por altura, K | 0,968 | 0,954 | 0,973 | 0,968 | |
| **Estabilidad Corregida. (kgf)** | 1.236 | 1.209 | 1.193 | 1.266 | **1.226** |
| **Fluencia (mm)** | 3,4 | 3,5 | 3,4 | 3,1 | |
| **Peso Unitario (kg/m$^3$)** | 2,403 | 2,408 | 2,409 | 2,410 | **2,408** |
| Gravedad Específica Bulk de Fórmula de trabajo | 2,430 | | | | |

**ESPECIFICACIONES INVIAS**

| **ESTABILIDAD (kg)** | | | | **FLUJO (mm)** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Et= Estabilidad Mezcla Formula de trabajo | | | 1.220 | Ft= Fórmula de trabajo | | 3,4 | |
| Em= Estabilidad Media | Em ≥ 0.9 Et | 90% Et = | 1.098 | Fm= Flujo Medio | 0.80 Ft ≤ Fm ≤ 1,20 Ft | 2,7 | 4,0 |
| Ei= Estabilidad Individual | Ei ≥ 0.8 Em | 80% Em= | 981 | Flujo Límites Especificaciones | | 2,0 | 3,5 |
| Ei= Estabilidad Individual | Ei ≤ 1.25 Et | 125% Et = | 1.525 | **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 | 2,410 | 2,525 | 4,6 | 1.236 | 3,4 | 364 |
| | 312 | 2,416 | 2,525 | 4,3 | 1.209 | 3,5 | 345 |
| 2 | 313 | 2,417 | 2,525 | 4,3 | 1.193 | 3,4 | 351 |
| | 314 | 2,417 | 2,525 | 4,3 | 1.266 | 3,1 | 408 |
| **PROMEDIO** | | **2,415** | **2,525** | **4,4** | **1.226** | **3,4** | **367** |

**PESOS ESPECÍFICOS**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Peso Específico de Asfalto** | **1,010** | **Peso Específico de Agregados** | **2,745** | **% Agregados** | **94,4** |

| **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