

**INFORME TÉCNICO**  
**ACTUALIZACIÓN MANUAL DISEÑO VIAL**

**ETAPA N° III:**  
**Manual de Mantenimiento Vial**

**BHP | MEL**

**P016A-05-INF-ST-003\_A**

HISTORIAL DE REVISIONES				
Entrega número	Fecha versión		Revisión	ESTATUS
	Entregada	Comentada		
1	29-05-2023	--	A	Interna
2	30-05-2023	--	B	Interna
3	30-05-2023	--	C	Cliente

# MANUAL DE MANTENIMIENTO VIAL

## ESCONDIDA - BHP

SUPERINTENDENCIA DE INFRAESTRUCTURA VIAL

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>8</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>11</b>
<b>3 ALCANCE</b>	<b>11</b>
<b>4 CONSIDERACIONES GENERALES</b>	<b>12</b>
<b>5 NECESIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>13</b>
5.1 OBRA BÁSICA	13
5.1.1 Estabilidad de Taludes de Cortes	13
5.1.2 Estabilidad de Terraplenes	15
5.1.3 Drenaje	17
5.1.4 Capas de Rodadura Granulares	17
5.1.5 Pavimentos	19
5.1.6 Seguridad Vial	23
<b>6 SEGURIDAD DURANTE LOS TRABAJOS</b>	<b>24</b>
6.1 SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES	24
6.2 DISEÑO DEL ÁREA DE LOS TRABAJOS	25
6.2.1 Velocidad a Señalizar	25
6.2.2 Ancho de seguridad ( $A_s$ )	25
6.2.3 Zona de Advertencia ( $L_d$ )	26
6.2.4 Zona de Transición ( $L_t$ )	27
6.2.5 Zona de Seguridad ( $L_s$ )	28
6.3 ELEMENTOS DE SEGURIDAD	30
6.3.1 Señalización Provisoria	30
6.3.2 Segregación del Área de Trabajo	32
6.3.3 Paneles Luminosos de Advertencia	32
6.4 CANALIZACIÓN DE TRÁNSITO	32

6.4.1 Elementos de Canalización.....	33
6.5 CONTROL DE TRÁNSITO.....	43
6.5.1 Control de Tránsito con Banderero .....	43
6.5.2 Control de Tránsito con semáforo .....	45
6.5.3 Corte de Camino .....	47
6.6 ATENCIÓN DE EMERGENCIAS .....	54
6.7 CONSIDERACIONES AMBIENTALES GENERALES.....	55
6.7.1 Durante la planificación de la conservación .....	55
6.7.2 Durante el proceso de elaboración del proyecto y bases de licitación de los contratos de conservación .....	55
6.7.3 Durante la ejecución de las labores de conservación .....	55
<b>7 OPERACIONES DE CONSERVACIÓN.....</b>	<b>57</b>
7.1 CONSERVACIÓN DE CAMINOS DE GRAVA Y SUELOS NATURALES .....	57
7.1.1 Reperfilado de la Calzada .....	57
7.1.2 Reparación de Áreas Inestables .....	61
7.1.3 Bacheo de Capas de Rodadura Granulares .....	62
7.1.4 Recebo de Capas de Rodadura y Bermas Granulares .....	63
7.1.5 Confección de Bases Granulares.....	65
7.2 CONSERVACIÓN DE CAMINOS DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS .....	66
7.2.1 Sellado de Grietas.....	66
7.2.2 Bacheo Superficial .....	69
7.2.3 Bacheo Profundo.....	71
7.2.4 Colocación de Sellos Bituminosos .....	73
7.2.5 Nivelación de Bermas Granulares no Revestidas en Pavimentos Asfálticos.....	76
7.2.6 Nivelación de Bermas Revestidas con Asfalto .....	77
7.2.7 Imprimación Reforzada .....	78
7.2.8 Reposición de Capa de Rodadura de Concreto Asfáltico .....	79
<b>8 SEGURIDAD VIAL.....</b>	<b>81</b>
8.1 LIMPIEZA DE SEÑALES .....	81

8.1.1 Materiales.....	81
8.1.2 Procedimientos de Trabajo .....	81
8.2 REACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES VERTICALES LATERALES.....	81
8.2.1 Materiales.....	81
8.2.2 Procedimientos de Trabajo .....	81
8.3 REEMPLAZO DE SEÑALES VERTICALES.....	83
8.3.1 Materiales.....	83
8.3.2 Procedimientos de Trabajo .....	83
8.4 PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL .....	83
8.4.1 Materiales.....	83
8.4.2 Procedimiento de Trabajo .....	84
8.4.3 Orientación de las señales .....	84
8.4.4 Estructura de soporte .....	86
8.4.5 Materiales base de señales.....	89
8.5 LIMPIEZA DE BARRERAS DE CONTENCIÓN.....	89
8.5.1 Materiales.....	90
8.5.2 Procedimientos de Trabajo .....	90
8.6 REPARACIÓN DE BARRERAS METÁLICAS DE CONTENCIÓN NO CERTIFICADAS.....	90
8.6.1 Materiales.....	90
8.6.2 Procedimientos de Trabajo .....	91
8.7 COLOCACIÓN DE BARRERAS METÁLICAS NUEVAS .....	92
8.7.1 Materiales.....	92
8.7.2 Procedimientos de trabajo.....	92
8.7.3 Tachas Reflectantes.....	95
8.7.4 Materiales.....	95
8.7.5 Procedimientos de Trabajo .....	95
8.8 LIMPIEZA DEL PAVIMENTO .....	96
8.8.1 Materiales.....	96
8.8.2 Procedimientos de Trabajo .....	96

8.9 DEMARCACIÓN.....	97
8.9.1 <i>Materiales</i> .....	97
8.9.2 <i>Procedimientos de Trabajo</i> .....	97
8.10 ACERAS PEATONALES .....	98
8.10.1 <i>Materiales</i> .....	98
8.10.2 <i>Procedimientos de Trabajo</i> .....	98
8.11 REMOCIÓN DE DEMARCACIÓN .....	99
8.11.1 <i>Materiales</i> .....	99
8.11.2 <i>Procedimientos de Trabajo</i> .....	99
8.12 REACONDICIONAMIENTO DE DEMARCACIÓN .....	100
8.12.1 <i>Materiales</i> .....	100
8.12.2 <i>Procedimientos de Trabajo</i> .....	100
<b>9 GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>101</b>
<b>10 SIGLAS .....</b>	<b>104</b>
<b>11 ANEXOS .....</b>	<b>105</b>
11.1 ANEXO N° 1: FICHAS DE SEGURIDAD DURANTE LOS TRABAJOS. ....	105
11.2 ANEXO N° 2: FICHAS DE OPERACIONES DE CONSERVACIÓN.....	105

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 6-1: Señal Trabajos en la Vía (PT-1a). Fuente: Manual de Señalización CONASET.	26
Figura 6-2: Ejemplo de señalización de zona de trabajos. Fuente: M.C. v. 2022.	29
Figura 6-3: Señales para trabajos transitorios en obras de mantenimiento de caminos. Fuente: MDV 2023.	30
Figura 6-4: Identificación de zonas de interés durante una obra en la vía. Fuente: M.C. v.2022.	31
Figura 6-5: Dimensiones de conos de tránsito. Fuente: M.C. v.2022.	33
Figura 6-6: Tipos de delineadores considerados. Fuente: M.C. v.2022.	36
Figura 6-7: Dimensiones de delineador vertical. Fuente M.C. v. 2022.	37
Figura 6-8: Tambor de tránsito. Fuente: M.C. v.2022.	38
Figura 6-9: Cono-Tambor. Fuente: M.C. v.2022.	39
Figura 6-10: Barreras Articuladas. Fuente: Manual de Señalización CONASET.	40
Figura 6-11: Dispositivo luminoso: faro, elevación frontal. Fuente: SETRAM 2023.	41
Figura 6-12: Baliza de alta intensidad. Fuente: M.C. v.2022.	42
Figura 6-13: Reflectores. Fuente: M.C. v.2022.	43
Figura 6-14: Señal PARE utilizada por banderero. Fuente: Manual de Señalización CONASET.	44
Figura 6-15: Señal SIGA utilizada por banderero. Fuente: Manual de Señalización CONASET.	44
Figura 6-16: Ilustración de banderero con señal y vestimenta respectiva. Fuente: Manual de Señalización CONASET.	45
Figura 6-17: Esquema de utilización de control por semáforo. Fuente: Manual de Señalización CONASET.	46
Figura 6-18: Señal Trabajos en la Vía (PT-1). Fuente: Manual de Señalización CONASET.	48
Figura 6-19: Señal No Adelantar. Fuente: Manual de Señalización CONASET.	48
Figura 6-20: Señal Velocidad Máxima 20 km/h (RR—1). Fuente: Manual de Señalización CONASET.	49
Figura 6-21: Señal Banderero (PT-3). Fuente: Manual de Señalización de Tránsito CONASET.	50

Figura 6-22: Banderero con semáforo. Fuente M.C. v.2022. ....	51
Figura 6-23: Señal Fin Trabajos (PT-2). Fuente: M.C. v. 2022.....	52
Figura 6-24: Esquema de Control de Tránsito por Corte de Camino. Fuente: SETRAM 2023. ....	53
Figura 8-1: Emplazamiento de señales verticales. Fuente: SETRAM 2023. ....	84
Figura 8-2: Orientación de las señales (Perspectiva vertical). Fuente: SETRAM 2023..	85
Figura 8-3: Orientación de las señales (Perspectiva Horizontal). Fuente: M.C. v.2022. ....	85
Figura 8-4: Tipos de estructuras de soporte. Fuente: M.C. v.2022. ....	86
Figura 8-5: Fundación y sustentación de señales. Fuente: M.C. v.2022. ....	87
Figura 8-6: Anclaje de poste de señal a hormigón o asfalto. Fuente: SETRAM 2023....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5-1: Fallas típicas de las capas de rodadura granulares. Fuente: M.C. v.2022. ....	18
Tabla 5-2: Fallas típicas de pavimentos asfálticos (1 de 2). Fuente: M.C. v.2022.....	22
Tabla 5-3: Fallas típicas de pavimentos asfálticos (2 de 2). Fuente: M.C. v.2022.....	23
Tabla 6-1: Velocidad máxima en zonas de trabajos en la vía. Fuente: M.C. v. 2022. ....	25
Tabla 6-2: Ancho mínimo de seguridad. Fuente: M.C. v.2022. ....	26
Tabla 6-3: Longitud mínima entre señal de advertencia de Trabajos en la vía e inicio de área de transición o canalización. Fuente: Manual de señalización CONASET.....	27
Tabla 6-4: Longitud mínima de transición en vías. Fuente: Manual de Señalización CONASET.....	28
Tabla 6-5: Ancho mínimo de Seguridad. Fuente: M.C. v.2022.....	28
Tabla 6-6: Número mínimo de conos de tránsito en áreas de transición. Fuente: M.C. v.2022. ....	34
Tabla 6-7: Distancias Mínimas Recomendadas. Fuente: M.C. v.2022.....	47
Tabla 6-8: Distancia mínima entre señales verticales. Fuente: M.C. v.2022.....	49
Tabla 6-9: Distancias mínimas entre señales consecutivas. Fuente: M.C. v.2022.....	49
Tabla 7-1: Banda granulométrica de NaCl. Fuente M.V. V. 2022.....	57
Tabla 7-2: Bandas granulométricas para subbase, bases y capa de rodadura. Fuente: M.C. v. 2022. ....	58



Tabla 7-3: Parámetros material para bacheo CR granular. Fuente: M.C. v.2022.....	62
Tabla 7-4: Requerimientos para emulsiones asfálticas modificadas con polímeros. Fuente: M.C. v.2022.....	67
Tabla 7-5: Granulometría de arenas utilizada en sellado de grietas. Fuente: M.C. v.2022. ....	68
Tabla 7-6: Granulometría semidensa de áridos. Fuente: M.C. v.2022. ....	69
Tabla 7-7: Materiales granulares para bacheos mecanizados. Fuente: M.C. v. 2022....	70
Tabla 7-8: Requisitos para bases granulares s/tipo de capa de rodadura. Fuente: M.C. v. 2022. ....	72
Tabla 7-9: Requisitos emulsión imprimante. Fuente: M.C. v. 2022. ....	72
Tabla 7-10: Requisitos de los áridos para lechada asfáltica. Fuente: M.C. v.2022. ....	74
Tabla 7-11: Granulometrías de los áridos para lechada asfáltica. Fuente: M.C. v.2022. ....	74
Tabla 7-12: Riego de liga. Fuente: M.C. v.2022. ....	75
Tabla 7-13: Cantidad máxima de arena adherida para verificar diseño según método de rueda de carga. Fuente: M.C v. 2022.....	76
Tabla 7-14: granulometría de las arenas. Fuente: M.C. v. 2022. ....	78
Tabla 7-15: Requisitos de los Agregados. Fuente: M.C. v. 2022. ....	78
Tabla 8-1: Altura y espaciamiento de señales de tránsito. Fuente: M.C. v.2022.....	84
Tabla 8-2: Parametrización de postes y fundaciones. Fuente: M.C. v.2022. ....	87
Tabla 8-3: Tipos de perfil según tamaño de señal a soportar. Fuente: SETRAM 2023..	88
Tabla 8-4: Materiales base de señales verticales. Fuente: M.C. v.2022. ....	89
Tabla 8-5: Barrera Metálicas simples. Fuente: M.C. v.2022.....	93
Tabla 8-6: Barrera metálica simétrica. Fuente: M.C. v.2022. ....	94

## 1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo del proceso de tránsito y transporte es un componente esencial para la continuidad operacional en la industria minera, el cual se da por medio de la implementación de vías e infraestructura vial adecuada tanto en desempeño, operatividad, serviciabilidad y, sobre todo, en seguridad. Para garantizar estos requerimientos, los diseños deberán realizarse bajo normativas idóneas y vigentes.

Es sabido que el estado de las vías tendrá una repercusión importante sobre el proceso de transporte, impactando variables tales como las velocidades de los equipos, continuidad de tránsito de los equipos, integridad de neumáticos, consumo de combustible, costos de operación y sobre todo la seguridad, lo cual, en ocasiones se acentúa con la presencia de condiciones climáticas adversas.

La interacción entre las vías y los vehículos que circulan por ella requerirá de un sistema eficiente de señalización que guíe y regule de forma segura, fluida y ordenada al tránsito, implementación de obras de saneamiento y drenaje adecuadas, obras de habilitación, entre otros, los que serán factores claves para un diseño vial íntegro.

Por este motivo, Minera Escondida Limitada ha encargado a empresa SETRAM, como consultora especialista y experta en diseño de caminos y transporte minero, que; en línea con lo desarrollado el año 2020, realice la actualización del documento denominado *Manual de Diseño Vial MEL*, el que además se complementa con el presente documento denominado *Manual de Mantenimiento Vial MEL*.

Este documento será entonces una guía técnica que aborde las labores de mantenimiento de caminos con carpeta de rodado asfáltica y caminos con carpeta de rodado granular, abordando las exigencias actuales de la normativa vigente y las principales consideraciones, de manera de permitir extender la vida útil de los caminos existentes, entregando procedimientos claros y criterios que en complemento con una buena ejecución e implementación permitirán obtener resultados óptimos asociados a la seguridad y a la operación.

A partir de esto, se podrá realizar una gestión eficiente y efectiva de la infraestructura vial correspondiente a las operaciones de Minera Escondida que considere los caminos al interior y al exterior de su faena (se excluye área mina).

## 2 OBJETIVOS

Este manual tiene como propósito complementar el documento denominado “Manual de Diseño Vial MEL”, estableciendo procedimientos que permitan ejecutar una eficiente mantención de los caminos existentes con criterios técnicos, basados en la normativa vigente. Junto a lo anterior, se plantean los siguientes objetivos:

1. Unificar los criterios para los procedimientos de mantenimiento de los caminos pertenecientes a Minera Escondida, tomando en cuenta lo descrito en el Manual de Carreteras del 2022, considerando caminos asfaltados y granulados.
2. Ser, a través de su utilización e implementación, una herramienta que ayude a evitar que la interacción de vehículos y equipos expongan al personal a riesgos de lesiones graves o muertes.
3. Entregar información confiable y práctica que incluya todos los elementos esenciales para un adecuado mantenimiento de caminos.
4. Orientar a las áreas correspondientes sobre los lineamientos principales de la correcta gestión de mantenimiento asociada a las operaciones de Minera Escondida.

## 3 ALCANCE

Los procedimientos, criterios técnicos y demás disposiciones del presente Manual son aplicables a todos los caminos y espacios de Minera Escondida de plantas, faenas y accesos. A su vez, aplica a todo tipo de transporte terrestre (pasajeros y carga), incluyendo al personal propio y empresas colaboradoras durante los trayectos realizados en las rutas asociadas a la operación. Esto tomando las consideraciones correspondientes para las diferentes condiciones de operatividad de las rutas y caminos, tanto externos como internos de Minera Escondida.

Este documento no incluye área mina, vías de carguío ni cualquier otra en la que exista tránsito de equipos mineros de envergadura.

## 4 CONSIDERACIONES GENERALES

En el desarrollo, operación y funcionamiento natural de faena, la red vial es un sistema de suma importancia, ya que cualquier carencia o falencia en ella se traduce en impedimentos para los desplazamientos expeditos y seguros de sus trabajadores y un impacto en la operación, productividad y perjuicios económicos importantes a considerar. Debido a esto la conservación y mantención de los caminos juega un rol significativo y de interés.

Una red vial deteriorada posee al menos tres factores que se ven impactados:

1. La comodidad, confort y la seguridad de los traslados.
2. Los costos de operación y de los tiempos de traslado debido a un aumento de estos.
3. La inversión en caminos aumenta, debido a que los procesos de reposición que se requieren cuando los pavimentos han alcanzado un nivel de deterioro extremo, son mucho mayores que cuando la conservación se realiza oportunamente.

Con lo anterior, además siempre es aconsejable que se evalúe y actualice la seguridad vial de la red, considerando variación de sus dispositivos, cambios de estado de sus elementos, brechas técnicas, entre otros. De manera de poder detectar oportunamente alguna solución que puede ser implementada, con un bajo costo versus el gran beneficio en seguridad, vida útil y desempeño que esto traería.

Una vía requerirá de intervención ya sea por la obsolescencia propia de los materiales que las conforman como por fallas puntuales debido a situaciones no detectadas en el diseño o a problemas derivados de la construcción. Siempre se deberá tener presente que las obras de una vía corresponden a suelos cuyas características cambian a lo largo de su emplazamiento, y que sus propiedades se modifican al variar las condiciones ambientales y otros factores, que no pueden ser completamente controlados o previstos.

La eficiencia del mantenimiento vial tendrá mejores resultados cuando se aplica la técnica de conservación adecuada en el momento oportuno. Por lo tanto, la elección de la técnica como la determinación del momento más conveniente de aplicación, requerirá de conocimiento cabal de los mecanismos que han provocado el deterioro en los diversos elementos que componen los caminos.

Por definición, la conservación debe incluir trabajos que estén orientados a preservar el camino para que preste un servicio adecuado en cuanto a seguridad y confort, por el tiempo previsto en el diseño y bajo las condiciones de tránsito y ambientales prevalecientes. Independientemente de los criterios que se hubiesen utilizado en el diseño, la vida útil de un camino puede prolongarse significativamente aplicando oportuna y adecuadamente las prácticas de conservación disponibles en el presente manual.

## **5 NECESIDADES DE MANTENIMIENTO**

### **5.1 Obra Básica**

La obra básica se refiere a la infraestructura del camino, es decir, a los cortes u terraplenes que origina el movimiento de tierras, así como a las obras de drenaje transversales que quedan insertas en él. Por lo que su comportamiento está estrechamente ligado a las propiedades del suelo en el cual se encuentra la obra.

Las propiedades de los distintos suelos se ven afectadas por factores como las solicitaciones de tránsito y el medioambiente.

#### **5.1.1 Estabilidad de Taludes de Cortes**

Se define una clasificación para los siguientes tipos principales de falla: desprendimientos, deslizamientos, flujos y erosiones.

##### **5.1.1.1 Desprendimientos**

Caída libre de masas rocosas como de suelos no precedidas por ningún movimiento lento. La velocidad de movimiento dependerá principalmente de la inclinación de la pendiente y la altura de caída.

Los mecanismos gatillantes pueden ser: aumento en las precipitaciones, socavaciones de pendiente por procesos erosivos, el grado de meteorización del macizo rocoso, terremotos u otras vibraciones intensas, excavación, etc.

Se hace entonces necesaria una inspección o monitoreo periódico de los cortes, de modo de evaluar su integridad.

A continuación, se indican algunos mecanismos que habitualmente conducen al desprendimiento:

- Erosiones por aguas lluvias que escurren por el talud.
- La absorción de aguas lluvias que baja la resistencia al corte del suelo, el que, al secarse, experimenta una contracción desigual en la masa provocando planos de falla.
- Subpresión provocada por afloramiento de aguas subterráneas.

En tanto, las soluciones que han sido probada con buenos resultados para estos problemas son:

- En taludes de altura mayor a 6 m, construcción de terrazas intermedias donde se capten y conduzcan las aguas que escurren por el talud.
- Anclar al talud malla de alambre (tipo biscocho), que evite o controle los desprendimientos de los trozos mayores.

- Anclar malla con complemento de mortero u hormigón proyectado (shotcrete), por su coto considerable, es recomendable primero asegurar la estabilidad general del talud.
- Construcción de muros, gravitacionales, mampostería o gaviones, geotextiles u otros similares, destinados a recibir los desprendimientos.
- Construcción de muros de sostenimiento de tierras al pie del talud.

#### **5.1.1.2 Deslizamientos**

Masa de suelo que se mueve como resultado de una falla originada por una disminución de la resistencia al corte. La masa se desliza a partir de una superficie de falla, cuya traza superior queda marcada normalmente en la parte alta del corte, pudiendo manifestarse inclusive en la plataforma del camino o a cierta distancia por el lado opuesto del corte dañado.

Esta falla normalmente radica en un diseño inadecuado o en un aumento de la humedad del suelo que origina una disminución de la resistencia al corte.

Las soluciones para estos tipos de falla suelen requerir de estudios especializados de mecánica de suelos con exploraciones y ensayos que permitan dar una buena caracterización del suelo. Sin embargo, como una medida de emergencia que permita disminuir los riesgos de que el fenómeno se repita, mientras se realizan los estudios especializados, es conveniente analizar la posibilidad de poner en práctica las siguientes medidas:

- Desviar cualquier cauce o flujo de agua que estuviera escurriendo hacia el área afectada o sus inmediaciones.
- Construir algún sistema de captación y conducción de las aguas que, durante una eventual precipitación, pudieran escurrir hacia la zona afectada. En especial se debe procurar que ellas no penetren por la parte alta del deslizamiento.
- De ser posible, podrá ser eficaz impermeabilizar la parte alta del corte o toda la masa que se deslizó. Esto se podrá realizar con láminas de polietileno.

#### **5.1.1.3 Flujos**

Existen deslizamientos que presentan un flujo seco que son fácilmente reconocibles, pero imposible de predecir. Ocurren con más frecuencia en suelos tipo arenas uniformes, limos de textura uniforme y rocas fragmentadas. Se activan por movimientos sísmicos, vibraciones o debilitamientos del talud causado por erosiones o excavaciones artificiales.

Las soluciones para este tipo de falla son similares a la de los deslizamientos y consisten fundamentalmente en controlar y conducir las aguas fuera de la zona afectada y evitar que penetre más agua.

#### **5.1.1.4 Erosiones**

Corresponde a la formación de cárcavas o cauces en el plano que conforma la superficie del talud y que son provocados por el escurrimiento de aguas superficiales.

Este tipo de fallas normalmente no compromete la estabilidad general del talud. Sin embargo, como este tipo de falla puede arrastrar suelos hacia obras de drenaje en las inmediaciones, puede provocar fallas graves en otros lugares.

Las soluciones habituales a este tipo de fallas son:

- Construir un sistema de captación y conducción de las aguas que escurren durante una precipitación desde el coronamiento del corte hacia el talud.
- En taludes de altura mayor a 6 m, construcción de terrazas intermedias donde se capten y conduzcan las aguas que escurren por el talud.

#### **5.1.2 Estabilidad de Terraplenes**

Se define una clasificación para los siguientes tipos principales de falla de terraplenes: erosión y deslizamientos locales, corrimientos por apoyo en planos inclinados, asentamiento por disminución de huecos del suelo del terraplén, hundimientos por consolidación del suelo de fundación, flujo plástico del suelo de fundación y asentamiento por vibraciones y licuación del suelo.

##### **5.1.2.1 Erosión**

Esta falla es similar a la descrita para taludes de corte, salvo que el origen habitualmente se encuentra en fallas del drenaje superficial.

La forma de solucionar esta falla es reparando y/o complementando el drenaje superficial.

##### **5.1.2.2 Deslizamientos locales**

Corresponde al desplazamiento de una determinada masa del suelo que conforma el terraplén, generándose grietas en la plataforma del camino. Se asocia generalmente a suelos finos y limosos.

Esto se produce por desplazamientos del suelo de fundación o por una compactación insuficiente del suelo de relleno.

La solución a considerar consiste en remover toda la masa desplazada y reconstruir el terraplén, asegurando una unión adecuada con la masa no removida mediante la construcción de escalones y, si corresponde, compactando adicionalmente. Esto se deberá complementar con un buen sistema de drenaje superficial que evite que las aguas se infiltren al terraplén.

### **5.1.2.3 Corrimientos por apoyos en planos inclinados**

Este tipo de Falla se da donde se construyen rellenos apoyados sobre planos inclinados o laderas que presentan pendientes superiores al 20%. Este fenómeno se presenta con mayor frecuencia en las secciones mixtas corte terraplén.

Un caso de corrimiento similar al descrito, y que se encuentra con cierta frecuencia cuando no se toman las precauciones necesarias, es el desplazamiento de rellenos realizados con ensanches de terraplenes existentes. La zona de contacto entre ambos rellenos debe considerarse como un caso de fundación con una inclinación superior a 20%.

La solución para este tipo de falla consiste en remover completamente la masa desplazada y construir escalones.

### **5.1.2.4 Disminución de los huecos de suelo de relleno**

Este fenómeno se manifiesta como una deformación superficial o de la rasante del camino; normalmente son ondulaciones cortas cuyas profundidades dependen de la compacidad inicial del suelo y de la altura del relleno.

Esta falla se puede normalizar construyendo la parte superior del relleno, en un espesor adecuado para que el cambio de volumen remanente del resto no implique trastornos en la superficie de rodadura.

### **5.1.2.5 Hundimiento por consolidación del suelo de fundación**

Esta falla se produce por un aumento de presión sobre los estratos que conforman los suelos de fundación. Si alguno de esos estratos tiene características compresibles, la sobrepresión genera una disminución de volumen, por lo cual el agua que rellena los poros es expulsada. El fenómeno se produce normalmente donde los suelos de fundación son finos y se encuentran saturados; se manifiesta como una ondulación, generalmente de ondas largas de la rasante del camino.

Entre las soluciones adoptadas para este tipo de falla se encuentra mejorar el drenaje del suelo natural, reemplazar parte de los suelos de fundación, construir relleno con materiales extra livianos, etc.

### **5.1.2.6 Flujo plástico del suelo de fundación**

Se manifiesta como una deformación continua provocada por un esfuerzo de corte constante, este proceso es característico de suelos blandos o de baja consistencia. Puede manifestarse de forma rápida o lenta, dependiendo del tipo de falla y la resistencia al corte que caracteriza al suelo.

El flujo plástico se manifiesta por un hundimiento del coronamiento del terraplén, acompañado de un solevantamiento del terreno natural adyacente.



La solución para este tipo de falla está en drenar el suelo natural en el área de fundación y zonas adyacentes, construir el relleno con materiales extra livianos o construir pretilas de suelos que hagan los efectos de una sobrecarga que impida el solevantamiento.

#### **5.1.2.7 Asentamientos por vibraciones y licuación del suelo**

Algunos tipos de suelo tienden a densificarse disminuyendo su volumen al ser sometidos a sollicitaciones cíclicas, dinámicas o vibraciones de gran magnitud y duración, sismos, etc. Por este fenómeno un suelo granular puede perder completamente sus propiedades de soporte.

Esta falla se manifiesta como una ondulación de la rasante del camino, generalmente de ondas largas y muy marcadas.

La única solución para esta falla es reconstruir el terraplén completamente.

#### **5.1.3 Drenaje**

La mayor cantidad de fallas que afectan a la obra básica están provocadas por contenidos de humedad que afectan al suelo.

El agua penetra de muchas formas en los suelos que integran la obra básica (sub rasante) y capas estructurales del camino, siendo principalmente las siguientes:

- Baches y grietas en el pavimento asfáltico.
- Juntas y grietas no selladas con el sello en mal estado, en pavimentos de hormigón
- Junta abierta entre el pavimento y las bermas.
- Sistemas de drenaje de la plataforma insuficientes o en mal estado.
- Bermas y capas de rodadura sin revestir o con revestimientos en mal estado.
- Esguerramiento de aguas desde zonas laterales, cuando se carece de elementos interceptores o estos se encuentran obstruidos
- Alcantarillas obstruidas o que filtran.
- Ascenso de agua por capilaridad.
- Napas subterráneas.

#### **5.1.4 Capas de Rodadura Granulares**

Elemento de relativo bajo costo que permite a los vehículos circular bajo variadas condiciones meteorológicas forma más o menos confortable y segura. Corresponde a un material conformado por un suelo o mezcla de suelos que cumple algunos requisitos básicos, que le permiten tener las propiedades adecuadas para desempeñarse de buena manera.

##### **5.1.4.1 Deterioro**

En la siguiente tabla se incluye una enumeración de las principales fallas que presentan las capas de rodadura granulares.

<b>Pérdida de Finos (polvo)</b>	Durante la temporada seca el tránsito, en especial los vehículos livianos que circulan a velocidades más altas, hace que los suelos finos contenidos en la capa de rodadura se pierdan; consecuentemente también se pierde algo de la estabilidad del material.
<b>Pérdidas de la Fracción Gruesa</b>	El tránsito provoca el desplazamiento de las partículas gruesas que forman parte del material de la capa de rodadura, creando áreas de material suelto que resultan peligrosas para los usuarios. Las pérdidas combinadas de suelos finos y gruesos y salvo que se disponga de antecedentes locales más precisos, se pueden estimar como el equivalente a 20 mm de capa por año.
<b>Ahuellamientos</b>	La circulación de los vehículos normalmente se concentra dentro de una faja relativamente angosta, lo que provoca desplazamientos y hundimientos del material de la capa de rodadura, originándose huellas y franjas más altas.
<b>Erosiones</b>	La superficie experimenta erosiones producidas por el escurrimiento de aguas, en especial en sectores con pendientes longitudinales o peraltes fuertes.
<b>Ondulaciones</b>	Son distorsiones de la superficie (calamina) en forma de ondas, originadas en un movimiento plástico de la superficie.
<b>Baches</b>	Son pequeñas áreas en que el material de la superficie ha sido desplazado. Son más frecuentes en los caminos de alto tránsito y donde la sub rasante es relativamente débil.
<b>Puntos Blandos</b>	Son áreas relativamente grandes que presentan inestabilidad y, por consiguiente, deformaciones. Se originan en sectores bajos o sin un bombeo adecuado, lo que permite la acumulación de agua que penetra hacia la sub rasante y también cuando la capacidad de soporte de la sub rasante es baja.
<b>Penetración en la sub rasante</b>	Cuando la capa de rodadura se apoya sobre una sub rasante constituida por suelos finos, el tránsito produce una penetración del material en la sub rasante, cuya cuantía dependerá de cuán blanda se encuentre. Este fenómeno es especialmente importante durante un primer periodo después de entregar la obra al tránsito.

**Tabla 5-1: Fallas típicas de las capas de rodadura granulares. Fuente: M.C. v.2022.**

#### **5.1.4.2 Medidas correctivas**

El éxito de la implementación de las medidas correctivas adecuadas para subsanar las fallas puede lograrse conociendo el mecanismo que las origina.

Las pérdidas de material fino y gruesos, así como el ahuellamiento de caminos resultan inevitables; sólo pueden tomarse medidas para disminuir la rapidez con que se producen. La utilización de materiales bien graduados, con buena traba mecánica y perfilando y compactando con frecuencia, son medidas que mitigan este tipo de fallas.

Las erosiones superficiales son típicamente un problema de fallas en el drenaje, por esto se debe tener especial cuidado en la limpieza y diseño apropiado de las cunetas y sus descargas.

Las ondulaciones o calamina tienen su origen en un movimiento plástico de los suelos que conforman la superficie, causado por las ruedas de los vehículos. La razón principal por la cual se da este tipo de fallas se debe a una granulometría discontinua del material granular.

Los baches son originados por el tránsito de vehículos en especial cuando la subrasante es débil. Por lo tanto, se producen en caminos de alto tránsito y subrasante de poco

soporte. Para mitigar esta problemática debe estudiarse mejorar el drenaje y/o reforzar la capa de rodadura con un espesor adicional o analizar la posibilidad de la aplicación de un estabilizante químico o algún tipo de pavimento.

Los puntos blandos son una falla crítica que atenta a la ruta. La solución para estas zonas debe ser prioritaria, para ello se debe investigar el sistema de drenaje existente, las características del suelo hasta por lo menos 1,5 m por debajo de la subrasante, las características de los bombeos tanto de la subrasante como de la propia capa de rodadura. Cuando se coloca grava sobre una sub rasante construida por suelos finos blandos debe esperarse que parte de ella penetre en el suelo, de manera que el espesor efectivo resultante puede ser significativamente inferior al presupuestado. La solución debe apuntar al aumento del espesor de la capa de rodadura o incluso a la colocación de una tela tipo geotextil como refuerzo.

### **5.1.5 Pavimentos**

Debido a la inversión involucrada en la proyección de pavimentos nuevos, a los limitados períodos de vida útil que se alcanzan y a las interferencias con el tránsito que producen las reposiciones completas de estos y el consecuente impacto en la producción, la conservación toma una relevante importancia.

A continuación, se describen las principales herramientas que están disponibles para facilitar y mejorar las tareas de conservación de pavimentos.

#### **5.1.5.1 Auscultación**

La capacidad estructural remanente de un pavimento es un antecedente clave para programar los requerimientos de conservación. Mediante recorridos e inspecciones frecuentes ejecutadas por personal con experiencia en el campo del diseño y conservación, es posible llegar a prever el deterioro y actuar de forma oportuna.

Los mejores resultados para establecer un diagnóstico de las condiciones del pavimento se han conseguido mediante un sistema combinado de inspección visual periódica con mediciones de la capacidad estructural efectuadas cada cierto tiempo.

#### **5.1.5.2 Inspección Visual**

El deterioro de los pavimentos es causado principalmente por las sollicitaciones a las cuales están sometidos y de manera muy importante por las condiciones ambientales prevalecientes en la zona de emplazamiento de este. El conocimiento periódico del Estado en que se encuentra un pavimento es un antecedente fundamental para ajustar y reajustar el modelo de deterioro.

Para lograr una buena respuesta de los modelos de gestión, el manual de carreteras indica que las inspecciones visuales deben realizarse con una frecuencia mínima de 2

por año, y adicionarse al término de un periodo de condiciones climáticas adversas, aumentos anormales del tránsito, y otros casos similares.

#### **5.1.5.3 Medición de Deflexiones**

La deflexión que presenta un pavimento en un determinado momento al ser sometido a una carga conocida, es muy buen indicador de su capacidad estructural remanente.

Dentro de los procedimientos más utilizados para determinar deflexiones es el uso de la viga de Benkelman, este instrumento permite medir la deformación que se produce en un punto del pavimento al ser solicitado por una carga estática determinada.

Otro método para determinar deflexiones es por medio del equipo llamado deflectómetro de Impacto (FWD, de sus siglas en inglés: Falling Weight deflectometer), este equipo permite calcular los módulos elásticos de todos los componentes de la estructura del pavimento y del suelo subyacente.

Las deflexiones son un valioso antecedente para determinar la capacidad de una estructura de pavimentos para soportar el tránsito futuro que utilizará la vía o camino. Permiten también determinar puntos o zonas en que el pavimento se encuentra más débil, dando, por lo tanto, la oportunidad de intervenir antes que ocurra un colapso.

Para una adecuada programación de la conservación, se recomienda que las medidas de deflexiones se realicen una vez por año. En tanto, para un pavimento nuevo, las mediciones podrán iniciarse a partir del tercer año de construido.

#### **5.1.5.4 Irregularidad Superficial**

Corresponde a una longitud de onda comprendida entre 0,5 m y 50 m. Este tipo de irregularidad es siempre indeseable pues afecta el confort de la vía. Este parámetro se evalúa con el indicador denominado IRI (Índice Rugosidad Internacional). Su determinación se hace a través de una variada gama de equipos como son el Mays Meter, el Rugosímetro Naasra, el Perfilómetro óptico de no Contacto y el Perfilómetro Multipropósito Láser.

#### **5.1.5.5 Coeficiente de fricción transversal**

Las micro texturas y macro texturas con longitudes de onda inferiores a 50 mm son irregularidades superficiales deseables, por contribuir a la resistencia al deslizamiento y a la prevención de accidentes. El coeficiente de rozamiento entre el pavimento y neumático es uno de los factores más importantes en la seguridad vial, y su auscultación rutinaria debe ser parte primordial de cualquier sistema de gestión vial. El coeficiente se mide con un equipo especialmente diseñado que en Chile corresponde al denominado SCRIM, desarrollado por el TRL: Transport Research Laboratory.

Este equipo incluye una rueda especial montada formando un ángulo de 20° con el eje de un camión aljibe. Se mide vertiendo agua delante de la rueda de ensaye efectuando

el registro a una velocidad no inferior a 64 km/h. También se puede determinar mediante el equipo Grip Tester o con el Péndulo Británico, en este último la medición no es continua.

La textura de la superficie está relacionada con la fricción que se crea entre el neumático y el pavimento; es el resultado de deformaciones de onda muy corta, menores que unos 10mm.

#### **5.1.5.6 Técnicas y Materiales para la Conservación**

Además de las reparaciones tradicionales señaladas en las operaciones de conservación, deben considerarse una serie de técnicas, procedimientos y materiales que han surgido en los últimos tiempos. A continuación, se indican las más importantes y fundamentales técnicas que pueden llevar a mejoras sustanciales en la conservación de pavimentos, con una menor inversión y con menos interferencia para los usuarios de los caminos.

##### **5.1.5.6.1 Fresado**

Este procedimiento consiste en recortar en frío, con un equipo especialmente diseñado para el trabajo, un determinado espesor de la superficie del pavimento.

El procedimiento es ideal cuando se quiere reciclar la mezcla existente en el camino para reemplazar una capa de rodadura existente manteniendo las cotas de la rasante y para rebajar las cimas de las huellas de pavimentos muy deformados antes de colocar una capa de rodadura de refuerzo.

##### **5.1.5.6.2 Asfaltos Modificados con Polímeros**

Estos corresponden aún nuevo material que presenta ventajas para trabajos de conservación en ciertas condiciones, estos ligantes son menos susceptibles a las variaciones térmicas que los asfaltos normales, teniendo gran desempeño en la zona norte del país debido a su gran variabilidad climática. Estas mezclas son menos propensas a sufrir ahuellamientos, son más eficaces en reducir la reflexión de grietas y presentan una mayor resistencia a la fatiga.

En este mismo campo se deben destacar las emulsiones asfálticas elastomérica, que al igual que los Cementos asfálticos modificados, presentan una menor susceptibilidad térmica mejoran significativamente la adherencia entre el árido y el ligante. Los sellos y tratamientos superficiales contruidos con estos ligantes mejoran sus propiedades elásticas, retienen mejor el árido y disminuyen los riesgos de exudación.

##### **5.1.5.6.3 Reciclados de Mezclas Asfálticas**

Este procedimiento consiste en procesar conjuntamente, una parte de mezclas asfáltica proveniente de una antigua capa de rodadura con otra parte de materiales nuevos, de

manera de producir una nueva mezcla que cumpla con todos los requisitos que normalmente se exigen a este tipo de pavimentos. La mezcla reciclada puede colocarse en el mismo camino donde se extrajo o utilizarse en cualquier otro lugar.

El reciclado puede ser en caliente como también puede ser en frío.

El agente reciclaje para asfalto es un material orgánico de características químicas y físicas que restaura el antiguo asfalto envejecido, llevándolo a una condición adecuada. Para las mezclas recicladas en caliente se agrega asfalto nuevo del tipo cemento asfáltico, en tanto que para los reciclados en frío se utilizan en misiones asfálticas.

#### 5.1.5.7 Fallas más comunes de pavimentos asfálticos

Los pavimentos asfálticos podrían presentar una serie de fallas cuya prevención y/o corrección es abordada por las operaciones de conservación, las que suelen agruparse en dos categorías; operaciones rutinarias y operaciones periódicas.

La siguiente tabla muestra las principales fallas que suelen presentar los pavimentos asfálticos:

Grietas por Fatigamiento	Se conocen también como «piel de cocodrilo» y son una serie de fisuras interconectadas formando trozos de ángulos agudos, de dimensiones normalmente inferiores a 300 mm. Se originan por fatigamiento del material sometido a cargas reiteradas.
Grietas en Bloque	Fisuras y grietas que conforman una serie de trozos aproximadamente rectangulares, cuyas dimensiones pueden estar comprendidas entre 0,1 y 10 m <sup>2</sup> . Son causadas por diferenciales térmicos, especialmente en mezclas muy duras.
Grietas de Borde	Son grietas en forma de media luna que se producen en los bordes de las capas asfálticas que no cuentan con bermas pavimentadas. Son provocadas por las cargas cuando la base es débil.
Grietas Longitudinales	Grietas predominantemente paralelas al eje del camino. Son causadas por una mala construcción cuando se encuentran a lo largo del eje, por debilidad de la base cuando coinciden con la huella de paso de los vehículos (aprox. 600 mm del borde), y por contracciones térmicas cuando están en otras posiciones.
Grietas de Reflexión	Son grietas que se producen en las capas asfálticas que refuerzan un pavimento de hormigón, coincidiendo con las juntas y grietas de éste. También se producen en recarpeteos asfálticos sobre asfalto.
Grietas Transversales	Son aproximadamente normales al eje del camino y se producen sin existir un pavimento de hormigón subyacente. Las causas son las mismas señaladas para las grietas longitudinales.
Baches	Son deformaciones que tienen la forma de una taza. Tienen su origen en mezclas asfálticas mal dosificadas o con compactación insuficiente y zonas débiles de la sub rasante.
Ahuellamientos	Son depresiones longitudinales que coinciden con la zona donde pasan las ruedas de los vehículos. Se originan en mezclas que originalmente no fueron suficientemente compactadas; cuando van asociadas con deformaciones laterales de la capa de rodadura son producto de bases o subrasantes débiles.
Deslizamiento de la Capa de Rodadura	Corresponde a un desplazamiento o deformación longitudinal permanente de un área localizada de la capa. En general es causado por las frenadas y aceleraciones de los vehículos y, frecuentemente, se localizan en tramos de pendiente fuerte y en las intersecciones.

**Tabla 5-2: Fallas típicas de pavimentos asfálticos (1 de 2). Fuente: M.C. v. 2022.**



Exudación	Parte del asfalto contenido en la mezcla aflora a la superficie creando una película de material bituminoso puro, de aspecto brillante y, a veces, pegajosa. Se origina en mezclas mal diseñadas, por insuficiente cantidad de huecos o construidas con exceso de asfalto. Normalmente comienza en la zona por donde transitan las ruedas.
Pérdida de Áridos	Es el desgaste del pavimento, perdiéndose primero el ligante y luego progresivamente el árido. Es causado por una insuficiente adherencia entre el ligante y el árido.
Afloramientos de Agua	Durante e inmediatamente después de una precipitación, aflora agua desde abajo del pavimento a través de las grietas. Se originan en una carencia de drenaje de la plataforma o por existir suelos finos que acumulan agua por capilaridad.
Ondulaciones	Son una serie de levantamientos tipo ondas, poco separadas y más o menos regulares (calamina). Son causadas por el tránsito, donde la base o la subrasante es débil o tiene poca estabilidad.
Depresiones	Son pequeñas áreas que han bajado respecto del plano general de la superficie y que no constituyen baches abiertos. Se originan por asentamientos de la base o la sub rasante. Cuando las delimitan líneas rectas, probablemente la causa se encuentra en que se construyó una zanja u otro trabajo similar.
Levantamiento	La capa de rodadura se levanta formando una superficie convexa. Lo causa un aumento de volumen del suelo de la subrasante, debido a la existencia de suelo expansivo con la humedad o en zonas frías, por congelamiento del suelo.
Bermas Desniveladas y/o Separadas	El desnivel es la diferencia entre el borde del pavimento y la berma, causado por asentamiento de ésta. La separación corresponde a la abertura entre el borde del pavimento y la berma.

**Tabla 5-3: Fallas típicas de pavimentos asfálticos (2 de 2). Fuente: M.C. v.2022.**

### 5.1.6 Seguridad Vial

Esta es un atributo integral de toda ruta caminera, debe ser resguardada durante todo el ciclo de vida de los caminos y debe estar presente de forma transversal en los objetivos métodos y acciones asociadas al mantenimiento y conservación de un camino.

Horas acciones de conservación deben resguardar de manera integral los objetivos de seguridad asociados a la vía y no concentrarse exclusivamente en el reemplazo o incorporación de elementos individuales. La evaluación del Estado y la suficiencia de los sistemas de seguridad debe realizarse en las condiciones más desfavorables para la circulación, períodos de complejidad climatológica, durante la noche, etc.

A continuación, se presentan algunas situaciones que introducen riesgo para la seguridad vial, y sus efectos pueden ser mitigados por una adecuada conservación:

- Bermas desniveladas o en mal estado.
- Zonas laterales despejadas de ancho y suficiente.
- Desniveles en el borde exterior de la plataforma, originados por erosiones o tránsito peatonal.
- Accesos al camino sin visibilidad adecuada, con sus viajes inadecuados, que carecen de pistas de salida o incorporación.
- En general, la existencia de elementos que constituyan puntos duros al borde del camino.

## **6 SEGURIDAD DURANTE LOS TRABAJOS**

Las labores de mantenimiento realizadas en un camino son maniobras potencialmente de alta peligrosidad, debido a la probable interacción entre peatones y vehículos motorizados, por lo tanto, las medidas de seguridad tomadas previo y durante la ejecución de los trabajos, deberán ser capaces de evitar accidentes entre los usuarios del camino y procurar que los trabajadores puedan desempeñarse bajo condiciones de seguridad adecuadas.

### **6.1 Seguridad de los Trabajadores**

Los trabajadores que participen en labores de mantenimiento de caminos deberán contar con capacitaciones o entrenamientos básicos sobre las condiciones y tipos de trabajos que les corresponderá realizar. Además, deberán disponer de la indumentaria que les proporcione protección adecuada, tales como chalecos reflectantes, botas, cascos, zapatos de seguridad, guantes, mascarillas, entre otros. Si las labores a realizar originan proyecciones de partículas deberán contar con delantal y lentes de seguridad o antiparras.

Una labor fundamental en el control de tránsito la constituyen los bandereros, quienes tienen una gran responsabilidad en la seguridad de los usuarios dentro de una zona de trabajo. Esta labor, por lo tanto, deberá estar a cargo de personal adecuado, que se mantenga alerta, sea firme pero cortés y se sienta responsable por la seguridad de los demás trabajadores y de los usuarios del camino.

Los bandereros deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Saber leer y escribir.
- Buena condición física para permanecer largo tiempo de pie.
- Tener una visión y audición compatible con sus labores.
- Ser una persona despierta y atenta a las condiciones que se presentan, tanto en el entorno como en la vía de operación.
- Haber cursado y cumplido los cursos correspondientes que lo habilitan en su función en cuanto a la seguridad, contingencias, comunicaciones, etc.
- Deberán vestir, como mínimo, una chaqueta amarilla o anaranjada, con bandas retrorreflectantes del tipo III según norma ASTM D 4956 en un ancho mínimo de 5 cm.
- Cuando se utilice chalecos, chaquetas u overoles, se deberá considerar al menos dos franjas retrorreflectantes alrededor del cuerpo, mangas y piernas, según corresponda, separadas en 5 cm entre sí.
- No se permitirá el uso de arnés en ninguna circunstancia.



## 6.2 Diseño del Área de los Trabajos

Un buen diseño de un desvío de tránsito cumple una serie de condiciones en cuanto a la velocidad que operará el desvío y a las dimensiones de las diversas áreas, para que provean condiciones de seguridad mínimas para las personas que operan en la obra y los diversos usuarios del camino.

A continuación, se definen los conceptos relativos a las dimensiones de las áreas que intervienen en la configuración de desvíos por mantenimiento de caminos:

### 6.2.1 Velocidad a Señalizar

Esta velocidad será función de la velocidad máxima permitida en la ruta, específicamente corresponderá al 80% de la velocidad máxima permitida previa a la obra.

La siguiente tabla muestra las velocidades en zonas de trabajo en función de la velocidad máxima permitida en el camino.

Velocidad Máxima Permitida en la vía [km/h]	Velocidad en Zonas de Trabajos [km/h]
120	100
100	80
90	70
80	60
70	60
60	50
50	40

**Tabla 6-1: Velocidad máxima en zonas de trabajos en la vía. Fuente: M.C. v. 2022.**

### 6.2.2 Ancho de seguridad ( $A_s$ )

Corresponde a la separación mínima que debe existir entre la zona de los trabajos o el paso destinado a los peatones y el flujo vehicular, cuando operan en forma paralela y contigua.

Este ancho de protección, principalmente orientado a los peatones y trabajadores de la obra, está destinado a contar con una zona segura de desplazamiento y se indica en la siguiente tabla:

Velocidad Máxima Permitida [km/h]	As [m]
40	1,0
50	1,2
60	1,5
70	1,5
80	2,0
90	2,0
100	2,0
110	2,5
120	2,5

**Tabla 6-2: Ancho mínimo de seguridad. Fuente: M.C. v.2022.**

### 6.2.3 Zona de Advertencia (Ld)

Esta zona se ubica antes de que se produzcan los cambios geométricos en la vía, previo al sector de transición. Su inicio siempre será señalizado mediante la señal Trabajos en la Vía (PT-1a), cuyo color es amarillo fluorescente.



**Figura 6-1: Señal Trabajos en la Vía (PT-1a). Fuente: Manual de Señalización CONASET.**

La longitud requerida en esta zona dependerá de la velocidad máxima permitida antes de ella, la cual se indica en la Tabla 6-3. Si los trabajos se encuentran muy próximos a una intersección, esta señal debe instalarse también en las otras vías que acceden al cruce, con placas adicionales que contengan flechas apuntando en la dirección de los trabajos.

Velocidad Máxima Permitida Prevía a la Zona de Advertencia [km/h]	Distancia Mínima [m]	
	Vías Externas	Vías Internas
≤ 40	100	30
50	150	60
60	200	150
70	270	250
80	350	350
90	400	500
100	500	500
110	550	---
120	650	---

**Tabla 6-3: Longitud mínima entre señal de advertencia de Trabajos en la vía e inicio de área de transición o canalización. Fuente: Manual de señalización CONASET.**

Siempre se deberá analizar la extensión máxima de acumulación de vehículos que pudieren generar los trabajos, como consecuencia de la disminución de la capacidad de operación de la vía. La mayor de estas longitudes, entre la indicada en la Tabla 6-3 y la estimada por la acumulación de vehículos, será la adoptada para la zona de advertencia.

#### 6.2.4 Zona de Transición (Lt)

Corresponde a la zona donde los vehículos deben abandonar la o las pistas ocupadas por los trabajos. Esto se consigue generalmente con canalizaciones o angostamiento suaves, delimitados por conos, tambores u otro elemento diseñado para esta función.

Cuando en una zona de trabajo se deba realizar una transición que implique un angostamiento de la calzada, la longitud de dicha transición debe asegurar una disminución gradual del ancho, de tal manera que los conductores puedan maniobrar apropiadamente sin producir congestión.

En la Tabla 6-4, se indican las longitudes de transición mínimas recomendadas, en función de la velocidad máxima permitida en el camino y el parámetro “a”, el cual corresponde a la diferencia de ancho de la calzada entre los extremos de la zona de transición, en metros.

Longitud mínima de transición [m]							
v [km/h]	a [m]						
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
40	10	15	20	25	30	35	40
50	10	20	25	35	45	50	60
60	20	40	60	75	95	115	135
70	25	45	70	90	110	135	155
80	25	50	75	100	125	150	175
90	30	60	85	115	145	170	200
100	35	65	95	125	160	190	220

**Tabla 6-4: Longitud mínima de transición en vías. Fuente: Manual de Señalización CONASET.**

El uso de transición a la salida de la zona de trabajo es opcional.

La distancia máxima a la que deben colocarse los elementos canalizadores que delimitan la zona de transición no debe ser superior a 9 m.

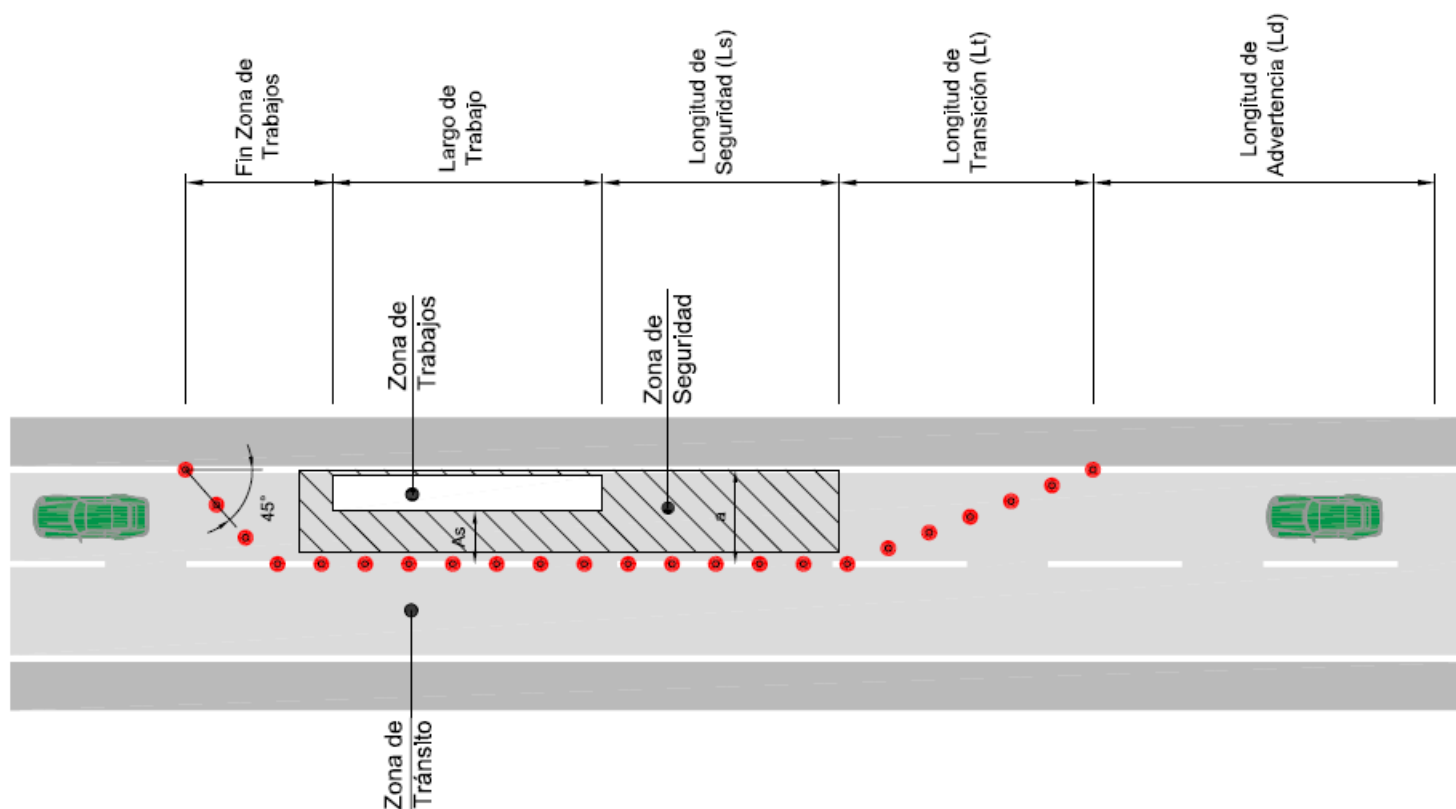
### 6.2.5 Zona de Seguridad (Ls)

Corresponde a la separación mínima entre el área de tránsito y el área de trabajos y varía con la velocidad máxima permitida en la zona de trabajos. Su ancho y longitud mínima se indica en las siguientes tablas:

v [km/h]	Ls [m]
40	20
50	30
60	50
70	70
80	90
90	110
100	130

**Tabla 6-5: Ancho mínimo de Seguridad. Fuente: M.C. v.2022.**

La Figura 6-2, muestra a modo de ejemplo la disposición de cada uno de los elementos del área de trabajos identificados en el desarrollo del presente capítulo.



Elementos de canalización,  
según sección 6.406 y 6.407.

**Figura 6-2: Ejemplo de señalización de zona de trabajos. Fuente: M.C. v. 2022.**

### 6.3 Elementos de Seguridad

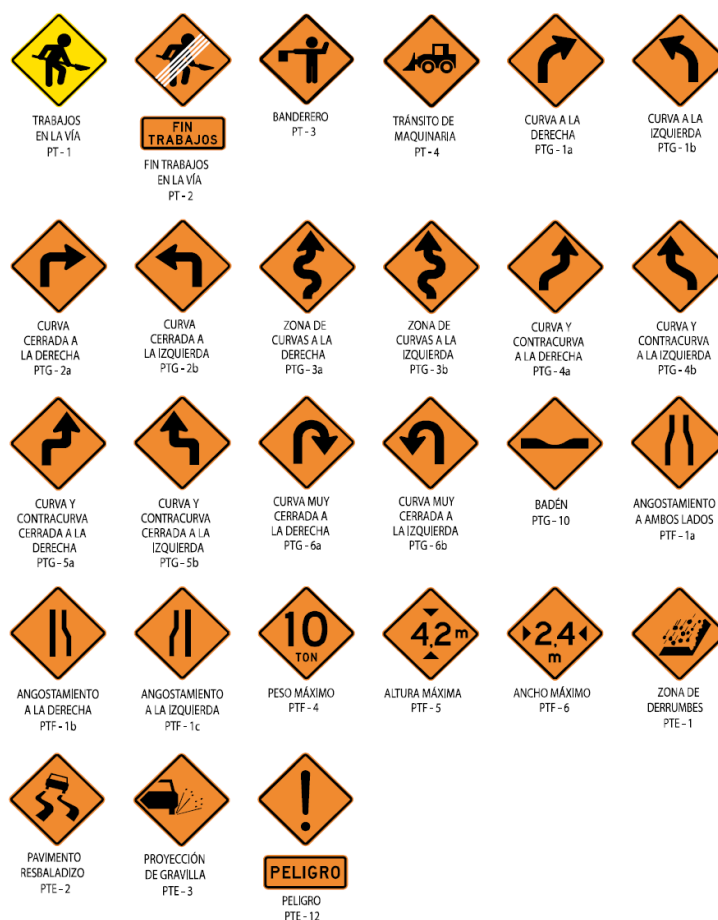
A continuación, se mencionan los principales elementos de seguridad a considerar durante los trabajos de mantención de caminos.

#### 6.3.1 Señalización Provisoria

La señalización que es necesario instalar antes de iniciar trabajos de mantenimiento del camino se deberá ajustar a lo indicado en el acápite 11.2 Señalización Transitoria, del Manual de Diseño Vial, que fundamentalmente considera lo siguiente:

##### 6.3.1.1 Diseño Forma y Color

Deben ser de forma cuadrada con una de sus diagonales puestas verticalmente y con fondo anaranjado con material reflectivo. El pictograma y la orla deben ser de color negro y de material no reflectivo. Adicionalmente, se puede utilizar iluminación sobre la señal para advertir a los conductores, siempre velando que este sistema de luminaria mantenga el color naranja característico de la señal.



**Figura 6-3: Señales para trabajos transitorios en obras de mantenimiento de caminos. Fuente: MDV 2023.**

### 6.3.1.2 Dimensiones

Sus dimensiones estarán asociadas a la velocidad definida según el tipo de vía, de manera que su legibilidad sea adecuada y permita una oportuna lectura y asimilación de los mensajes por parte del conductor.

La velocidad en obra será equivalente al 80% de la velocidad de operación del camino, siendo esta la condición que debe prevalecer en toda la zona de trabajos.

Por otro lado, el dimensionamiento de las señales en toda la zona de advertencia estará determinado por la velocidad de operación de la vía anterior a las obras, hasta la señal reglamentaria Velocidad Máxima (RR-1), inclusive, que definirá la velocidad para la zona de trabajos en la vía.

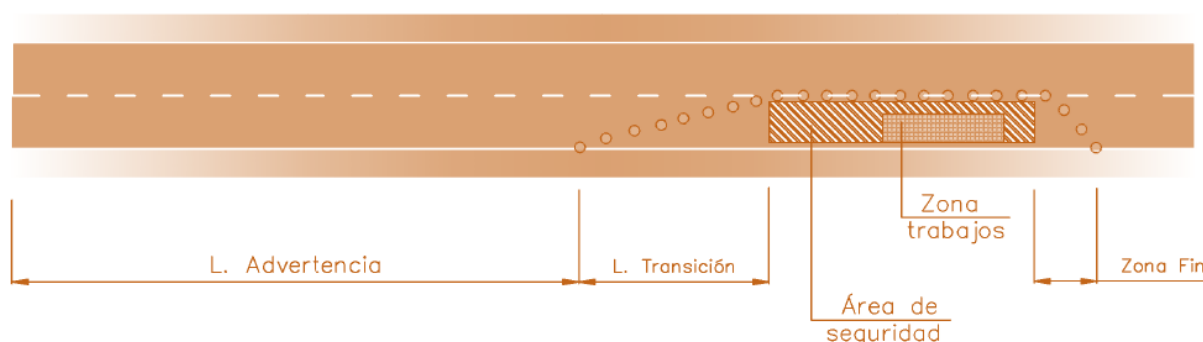
No obstante, lo indicado anteriormente, tanto en la zona de advertencia, como en toda la zona de obras, las dimensiones mínimas de las señales verticales serán las siguientes:

**Caminos internos:** Dimensionar las señales, como mínimo, sobre la base de una velocidad de 60 km/h.

**Caminos externos (públicos):** Dimensionar las señales, como mínimo, sobre la base de una velocidad de 80 km/h.

### 6.3.1.3 Ubicación de las señales

La ubicación de las señales transitorias dependerá de la condición que presente la operación que se realiza en la calzada o alrededores de ésta. Para ello, se identifican distintas zonas de interés en la realización de una obra en la vía:



**Figura 6-4: Identificación de zonas de interés durante una obra en la vía. Fuente: M.C. v.2022.**

De la imagen es posible identificar las siguientes zonas:

- **L. Advertencia:** distancia desde donde se debe comenzar la zona de señalización provisoria de advertencia a los conductores.
- **L. Transición:** distancia desde donde comienza la conificación hasta el área de seguridad.

- **Área de Seguridad:** espacio libre que se da como margen para la seguridad de los trabajadores.
- **Zona trabajos:** espacio de trabajo efectivo.
- **Zona fin:** espacio de transición entre el área de seguridad y el espacio donde se retoma la operación habitual.

#### 6.3.1.4 Soporte de Señales

La sustentación o soporte de las señales se realizará considerando lo expuesto en el acápite 11.1.6 Estructura de Soporte, del MDV.

#### 6.3.2 Segregación del Área de Trabajo

Cuando se trate de períodos considerables de trabajos provisorios y no convenga reducir en exceso la velocidad de operación de la ruta intervenida, se podrá considerar la segregación mediante barreras de hormigón portátiles. Estos elementos también deben utilizarse dentro del área de trabajo, para separar los flujos de tránsito de sentidos contrarios.

Las barreras de separación se deben instalar a 0,60 m del borde o línea de separación de la pista de circulación, para minimizar el efecto de restricción lateral que provocan.

Las barreras plásticas no poseen capacidad de contención en caso de ser impactadas por lo que su uso queda estrictamente restringido a funciones de canalización.

#### 6.3.3 Paneles Luminosos de Advertencia

Las flechas luminosas de advertencia son muy útiles para advertir a los conductores que deben cambiarse de pista, tanto durante el día como la noche. Por lo tanto, son un elemento auxiliar y complementario indispensable de la señalización tradicional en labores de mantenimiento que implican cerrar o reencauzar pistas. Estas se pueden instalar en bermas o en la misma pista cerrada. Donde se consulte un desvío detrás de las barreras que cierran el camino en reparación.

#### 6.4 Canalización de Tránsito

La función de canalización es guiar con seguridad a los conductores y peatones a través del área de trabajos además advierte de los potenciales peligros existentes por las actividades de mantenimiento del camino. Los elementos de canalización más utilizados incluyen:

- Conos e hitos tubulares
- Delineadores planos
- Tambores y conos tambores
- Barreras plásticas
- Luces de advertencia



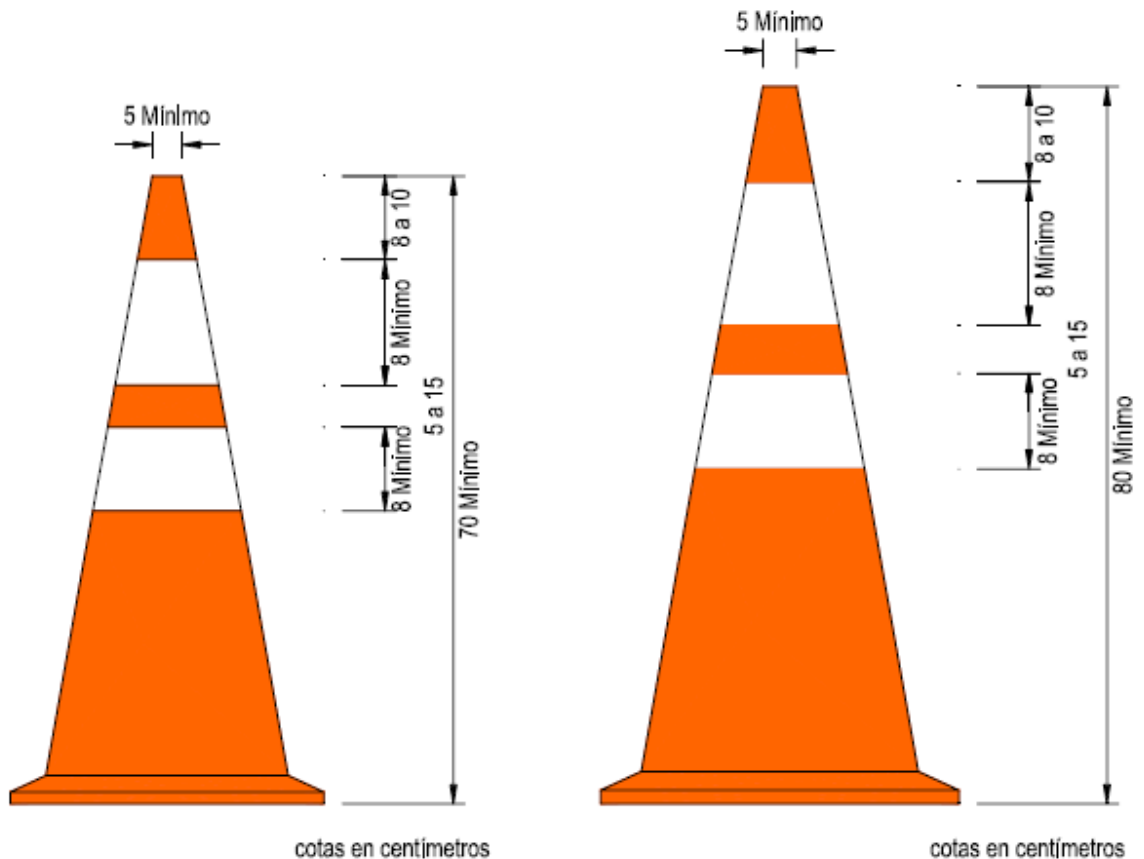
Con el apoyo de estos elementos se logrará configurar una transición suave y gradual del tránsito desde una pista a otra.

#### 6.4.1 Elementos de Canalización

Los elementos de canalización deberán respetar distancias de espaciamientos en concordancia con las características del trabajo que se realice, la velocidad máxima del camino y del alineamiento tanto horizontal como vertical del sector.

##### 6.4.1.1 Conos e Hitos Tubulares

Estos elementos de canalización deben ser de color anaranjado y mantenerse limpios y brillantes; para uso nocturno, deben utilizarse materiales reflectantes. Estos elementos solo presentan impedimentos menores al flujo y normalmente una colisión con ellos no dañará al vehículo, pero tienen la desventaja de poder desplazarlos muy fácilmente de la posición adecuada.



**Figura 6-5: Dimensiones de conos de tránsito. Fuente: M.C. v.2022.**

Para caminos principales, se utilizará el cono de altura 80cm, mientras que para caminos secundarios o zonas reducidas se utilizará el cono de altura 70cm.

Estos dispositivos **NO** podrán utilizarse en las siguientes condiciones:

- En curvas que consulten la instalación de delineadores direccionales.
- En zonas de peligro, como es el caso de las excavaciones profundas, en donde será necesaria la instalación de barreras de hormigón tipo F.
- Como reemplazo de barreras en sectores donde opera un banderero.

La cantidad de estos elementos de canalización en la zona de transición dependerá de su longitud y se determinará con la siguiente tabla.

Longitud de la Transición (Lt) [m]	Número Mínimo de Conos de Tránsito
≤ 24	4
25 a 42	6
43 a 60	8
61 a 75	10
76 a 90	12
91 a 110	14
111 a 130	16
131 a 150	18
151 a 170	20
171 a 220	26
221 a 250	30

**Tabla 6-6: Número mínimo de conos de tránsito en áreas de transición. Fuente: M.C. v.2022.**

#### 6.4.1.2 Delineadores Planos

Corresponden a los definidos como delineadores direccionales y delineadores verticales.

Los delineadores direccionales siempre se instalarán en un número mínimo de tres elementos. Tienen como propósito guiar al usuario en la conducción por una curva horizontal en la zona de trabajos. Podrán ser simples o dobles, correspondiendo el fondo de la placa al color naranja o naranja fluorescente, y la flecha de color negro.

Se instalarán delineadores simples en curvas horizontales diseñadas para una velocidad menor o igual a 60 km/h en caminos secundarios u 80 km/h en caminos principales.

Se instalarán delineadores dobles precedidas por una pendiente longitudinal mayor al 5% o los radios sean menores o iguales para 30 km/h en caminos secundarios o 60 km/h en caminos principales.

Estos elementos se instalarán en el borde externo de la curva y en forma perpendicular a la visual del conductor.

Se dispondrán a lo largo de la curva de tal manera que el conductor visualice siempre un mínimo de 3 elementos, a una altura aproximada de 0,60 m medidos hasta la base de la placa.

Sólo se instalarán delineadores de un mismo tipo en una curva horizontal.

Cuando se trate de una curva con elementos de contención de deberá procurar que la placa del delineador quede completamente visible, instalada por detrás del elemento de contención.

La separación entre los delineadores se calculará de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$E = 2,68\sqrt{R}$$

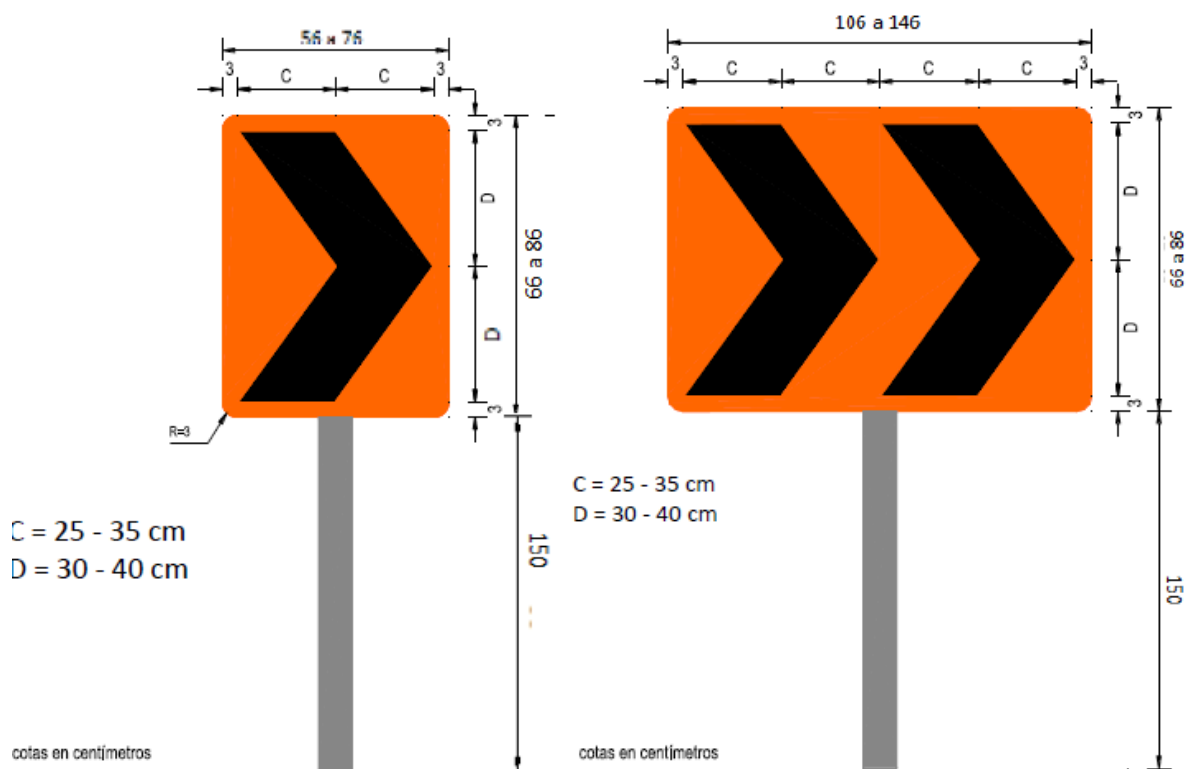
**Ec.: 6-1**

Donde;

$E$  : Número de delineadores necesarios en la curva.

$R$  : Radio de la curva horizontal [m].

La cantidad de delineadores calculados, será distribuida uniformemente considerando que el primero se ubicará en el punto de principio de curva circular (P.C.) y el último en el punto final de la curva circular (F.C.). Se permitirá una tolerancia de un 25% en el distanciamiento entre delineadores.



**Figura 6-6: Tipos de delineadores considerados. Fuente: M.C. v.2022.**

Por su parte, los delineadores verticales son eficaces para indicar la alineación lateral de la vía en una zona de trabajos donde exista riesgo, señalando la pista correcta al usuario. Deberán colocarse lo suficientemente cerca para delinear claramente el sector habilitado para el tránsito de los vehículos.

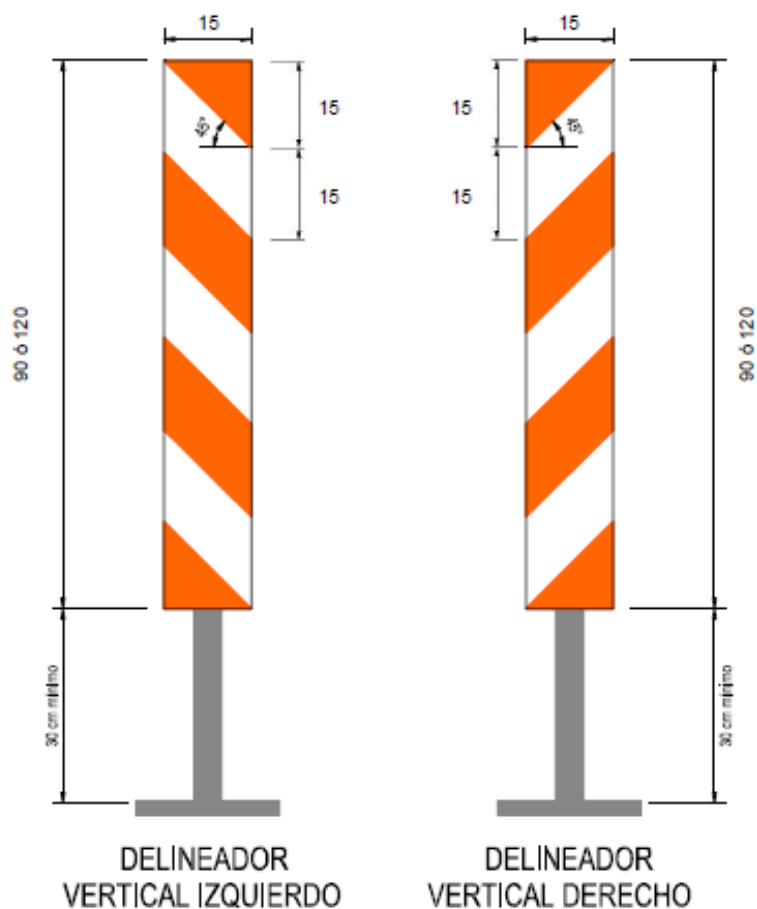
Su utilización puede darse en combinación con otros elementos de canalización siempre y cuando se instalen de manera uniforme.

Estos elementos sólo se instalarán en rectas o en curvas amplias de radio  $\geq 700\text{m}$ .

Se instalarán en los bordes de la calzada de vías donde se requiere resaltar el contorno de una singularidad de riesgo, como, por ejemplo, un equipo o maquinaria estacionada cercana a la pista de circulación, o una excavación longitudinal a lo largo de un camino.

Se podrá utilizar el delineador vertical para señalar excavaciones de hasta 0,50m, para profundidades mayores se deberá utilizar barreras de contención.

En la siguiente imagen se entregan las medidas de estos elementos.



COTAS EN CENTIMETROS

**Figura 6-7: Dimensiones de delineador vertical. Fuente M.C. v. 2022.**

La altura de placa variará según el tipo de vía donde estos se implementen, para caminos principales, con velocidades mayores o iguales a 80 km/h la altura de placa a considerar será de 120cm, mientras que para vías secundarias con velocidades iguales o inferiores a 70 km/h se utilizarán delineadores con altura de placa de 90cm.

Estos elementos **NO** podrán ser utilizados en las siguientes situaciones:

- En curvas en las que se disponga la instalación de delineadores direccionales.
- En la canalización de los desvíos de tránsito.
- En las zonas de peligro, como es el caso de las excavaciones profundas, en donde será necesaria la instalación de barreras de contención.

#### 6.4.1.3 Tambores y Conos Tambores

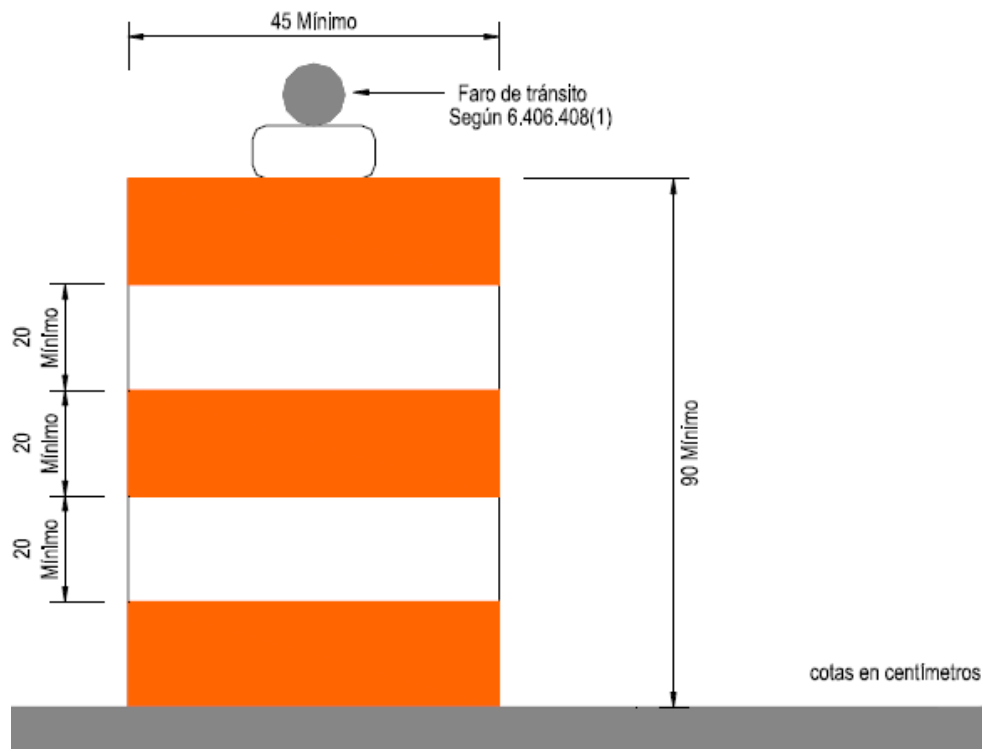
Estos elementos, muy útiles para canalizar, advertir y segregar el área de trabajo deberán ser fabricados en PVC u otro material similar.

Los tambores deberán ubicarse a un espaciamiento máximo de 10 m entre uno y otro elemento.

Se utilizarán como complementos a los conos-tambor, en caminos principales con velocidad de operación mayor a 60 km/h. y tendrán que complementarse con dispositivos luminosos.

Deberá instalarse al menos, en ambos extremos de la zona despejada, con su respectivo faro.

Las dimensiones de los tambores deberán ser las indicadas en la siguiente figura.



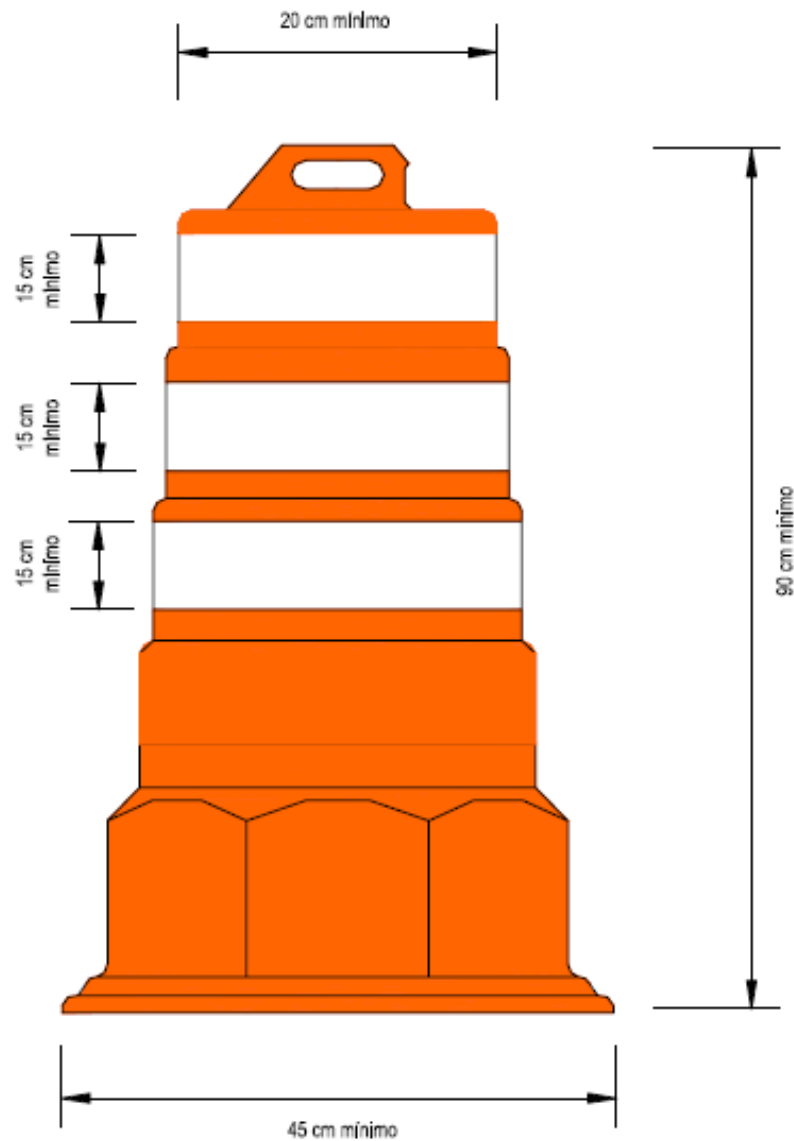
**Figura 6-8: Tambor de tránsito. Fuente: M.C. v.2022.**

Los conos-tambor tienen la principal función de guiar al usuario en la conducción a través de la zona de obras.

Su espaciamiento no deberá ser mayor a 10 m entre cada elemento, definiéndose la separación según lo indicado en la Tabla 6-6.

Se podrán utilizar en caminos con velocidad de operación mayor a 60 km/h y tendrán que ser complementadas con dispositivos luminosos.

En cuanto a sus dimensiones, estas son entregadas en la siguiente figura.



**Figura 6-9: Cono-Tambor. Fuente: M.C. v.2022.**

#### **6.4.1.4 Barreras Plásticas**

Estas barreras se utilizan tanto para canalizar el tránsito como para separar y advertir dónde hay un área de trabajos.

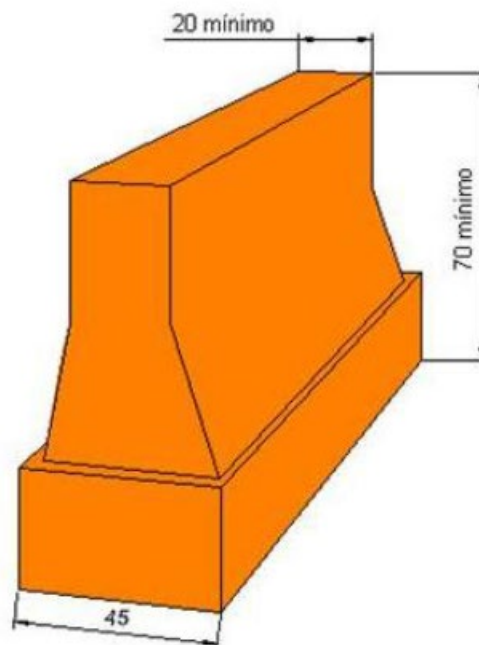
Las barreras que se utilicen para separar el tránsito del área de trabajo, se deben colocar en serie para señalar un determinado obstáculo o para canalizar el flujo.

Estas barreras serán móviles fabricadas de PVC material similar, preferentemente se instalarán en zonas donde se realicen obras con excavaciones de hasta 1 m de profundidad y/o zonas donde se requiera proteger a los usuarios y el flujo de vehículos

se desplace a bajas velocidades. Cuando las excavaciones superen 1 m de profundidad se deberá considerar obligadamente barreras de hormigón tipo F.

Estas barreras articuladas se fabrican en una altura mínima de 0,70 m. Una vez instaladas deberán ser lastradas con agua o arena hasta 1/10 de su volumen o de acuerdo con lo recomendado por el fabricante.

Se deberán utilizar solamente elementos de color rojo o anaranjado en combinación con dispositivos blancos instalándose alternadamente, además tendrán que complementarse en cada cara expuesta al tránsito con láminas retro flotantes blancas de un mínimo de 40 cm<sup>2</sup> si las barreras se ubican paralelas al sentido de circulación y de mínimo 160 cm<sup>2</sup> si se ubican en un sentido transversal a él. Si las labores consideran trabajos nocturnos adicionalmente deberán disponerse dispositivos luminosos en ellas.



**Figura 6-10: Barreras Articuladas. Fuente: Manual de Señalización CONASET.**

#### **6.4.1.5 Luces de Advertencia**

Estos elementos son portátiles y generalmente se montan en barreras, tambores delineadores, verticales, etc. Estos pueden ser de luz continua o intermitente.

Se deberán ubicar a una altura lo más cercana de 1,20 m del suelo y estar firmemente adherida al elemento donde se encuentra montada.

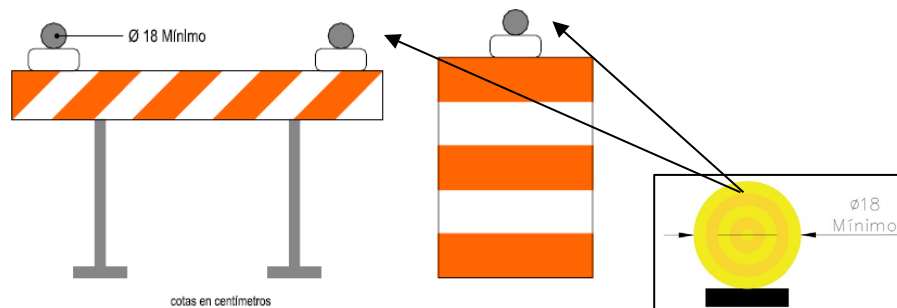
A continuación, se describen los tres elementos lumínicos más utilizados:



#### 6.4.1.5.1 Faros

En casos en que se requiera realizar operaciones en zonas de baja luminosidad o nocturnas, se debe implementar un sistema de luces de apoyo a los elementos de canalización (faros), estas deben ser de color amarillo y tendrán una frecuencia de parpadeo entre 25 y 60 pulsos por minuto. Las lámparas deberán estar energizadas entre 7% y 15% de la duración de cada ciclo y el nivel de intensidad luminosa durante este periodo deberá ser, como mínimo, de 1,5 candelas, medida en la superficie sobre un plano paralelo al lente y limitado por líneas a 5 grados sobre y bajo el eje óptico, y 10 grados a la izquierda y derecha del mismo.

Este sistema de iluminación, en caso de ser requerido, debe tener lámparas de a lo menos 18 cm de diámetro y debe ubicarse como máximo un elemento por medio, además del primer y último elemento de la canalización.



**Figura 6-11: Dispositivo luminoso: faro, elevación frontal. Fuente: SETRAM 2023.**

#### 6.4.1.5.2 Balizas de Alta Intensidad

Deberán ser de color amarillo y se utilizará para destacar la existencia de un peligro de alto riesgo.

Deberá contar con una intensidad luminosa superior a las 2 candelas y tener una frecuencia de destellos entre 25 y 60 por minuto.



**Figura 6-12: Baliza de alta intensidad. Fuente: M.C. v.2022.**

#### **6.4.1.5.3 Reflectores**

Estos elementos se emplearán en las zonas de riesgo que requieren ser advertidas en todo momento, no solamente para los conductores usuarios sino también para los mismos trabajadores de la faena.

Será obligatoria la iluminación con reflectores del sector donde se encuentre ubicado un banderero, cuando sus labores se realicen en horario nocturno o en periodos de baja visibilidad. Se deberá iluminar todo el sector de control, incluyendo la caseta del banderero y el lugar de detención.

Además de lo expuesto, se podrá requerir de la utilización de reflectores en las siguientes situaciones:

- Sectores de circulación o cruce de peatones.
- Zonas de movimiento de camiones o maquinaria en horario nocturno o de poca visibilidad.
- Cruces de vías con TMDA mayor a 1000 vehículos, afectadas por las obras.



**Figura 6-13: Reflectores. Fuente: M.C. v.2022.**

Los reflectores deberán colocarse en forma tal que se ilumine correctamente el área deseada sin producir encandilamiento a los conductores de los vehículos motorizados

### **6.5 Control de Tránsito**

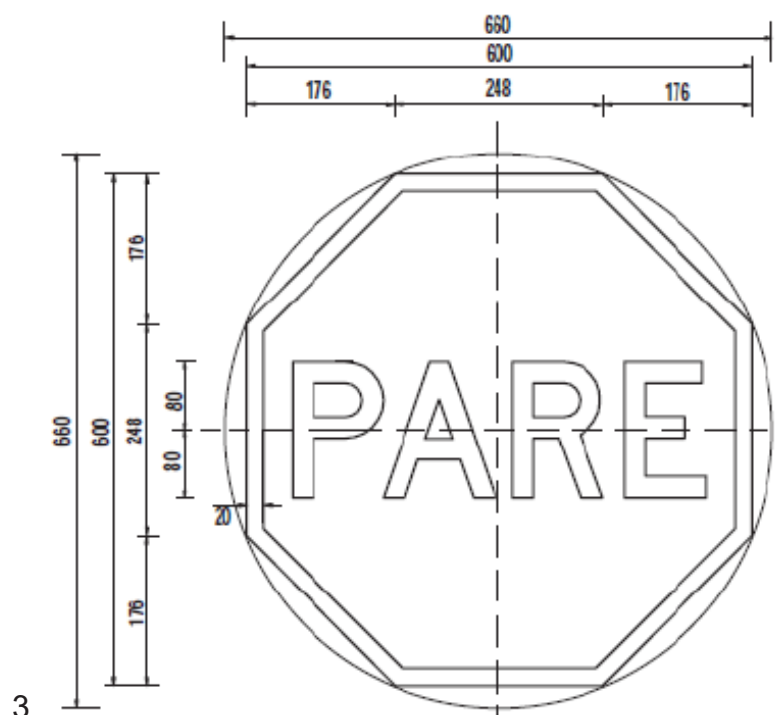
Se podrán considerar dos tipos de control de tránsito, los que se describen a continuación:

#### **6.5.1 Control de Tránsito con Banderero**

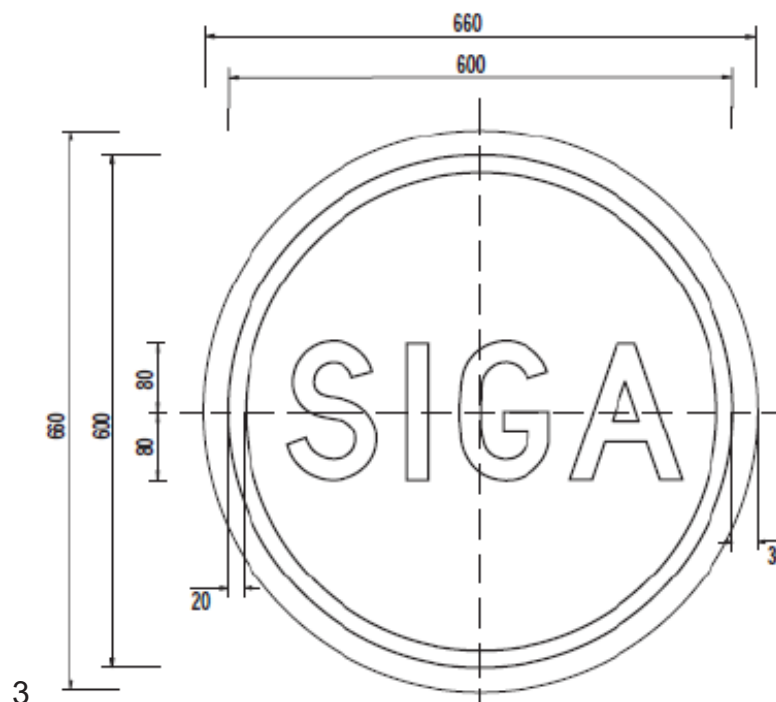
Este tipo de control se implementará cuando se requiera detener el tránsito en forma intermitente o cuando el flujo puede mantenerse en forma continua, pero a bajas velocidades.

El banderero deberá mantenerse siempre en una ubicación que sea visible de manera tal que los conductores tengan tiempo suficiente para reaccionar adecuadamente. Antes de ubicar el banderero en un determinado lugar, debe estudiarse el contraste de colores que debe existir entre el fondo contra el cual se verá y los colores de la vestimenta que utilizará.

Para el control del tránsito, el banderero deberá utilizar la señal mostrada en la Figura 6-14 y Figura 6-15, la cual deberá ser indeformable por la acción del viento u otros factores, sus colores de fondo son verde en la cara donde se ubica la palabra siga y rojo en la que lleva la leyenda pare, y ambos textos son blancos.



**Figura 6-14: Señal PARE utilizada por banderero. Fuente: Manual de Señalización CONSAET.**



**Figura 6-15: Señal SIGA utilizada por banderero. Fuente: Manual de Señalización CONSAET.**



**Figura 6-16: Ilustración de banderero con señal y vestimenta respectiva. Fuente: Manual de Señalización CONASET.**

El banderero debe ubicarse frente al tránsito que se acerca al área de actividad. Su puesto de trabajo debe situarse fuera de la calzada y detrás de barreras u otros elementos de segregación, excluidos conos y cilindros.

La distancia mínima a la zona de trabajos donde deberá localizarse el banderero será de 100 m.

La velocidad máxima permitida en la vía en el sector donde se ubica el banderero nunca deberá superar los 50 km/h.

Para el adecuado y seguro control del tránsito es indispensable una perfecta comunicación con el bandolero que se debe ubicar en el otro extremo de la zona de trabajos para controlar el flujo vehicular en sentido contrario; para ello se deberá utilizar radios comunicadores.

### **6.5.2 Control de Tránsito con semáforo**

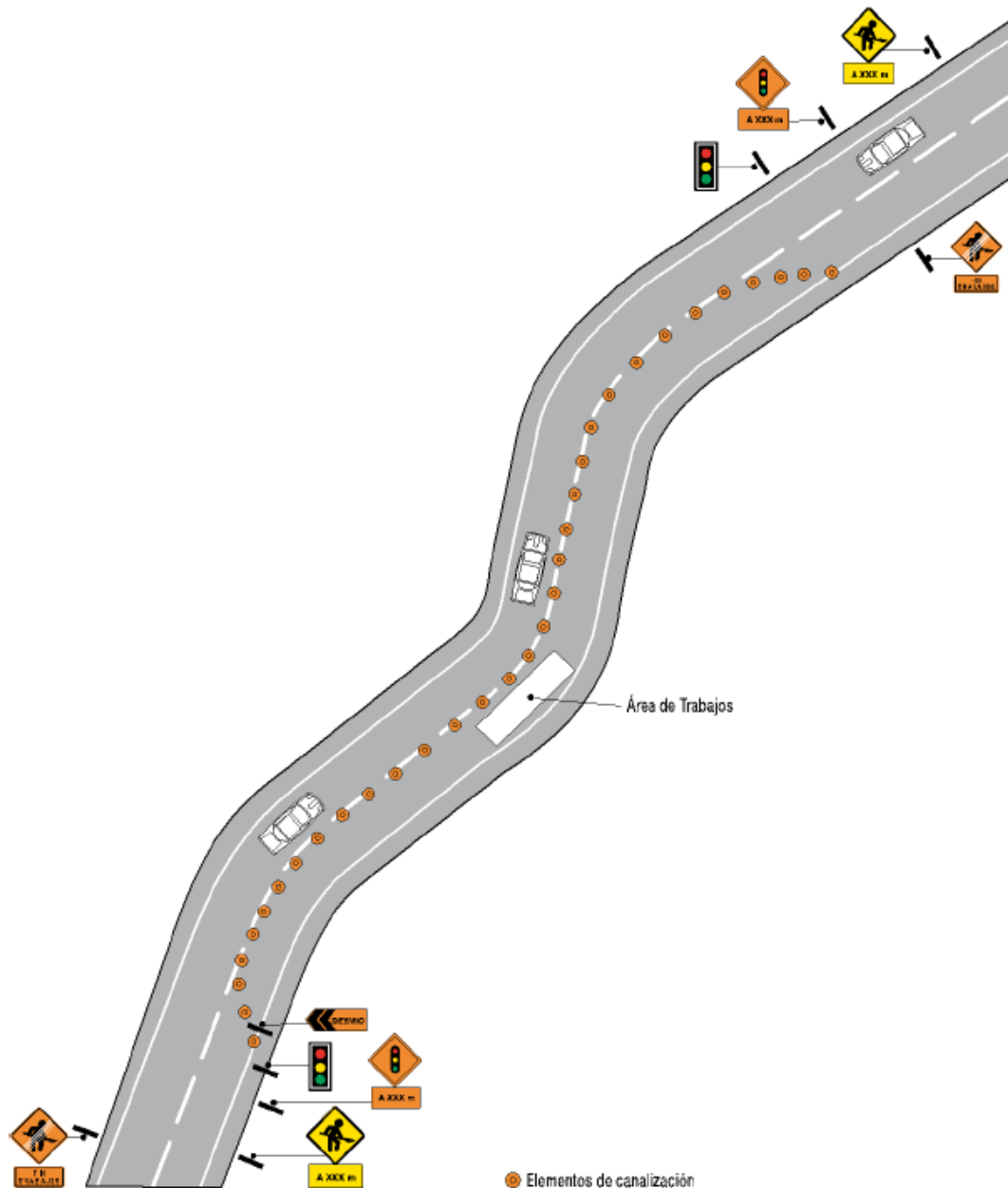
El control por semáforo se recomienda en donde, por distancia u otras condiciones especiales, no exista contacto visual entre los extremos. También se utiliza para controlar intersecciones de la zona de trabajos con otras vías.

Los semáforos deberán ubicarse como mínimo a 100 m antes del comienzo de la zona de trabajo.

El semáforo debe instalarse fuera del área de circulación y escudarse con sistemas de contención de ser necesario. Las baterías de alimentación deben colocarse en el suelo; de preferencia, fuera de la calzada.

Para el adecuado y seguro control de tránsito es indispensable una perfecta coordinación con el semáforo que se debe instalar en el otro extremo de la zona con trabajos, para controlar el flujo vehicular en sentido contrario.

Se recomienda instalar dos cabezales en cada extremo del tramo, lo que asegura el correcto funcionamiento del sistema, aun cuando una de las lámparas deje de operar, por quema de sus luces u otras circunstancias.



**Figura 6-17: Esquema de utilización de control por semáforo. Fuente: Manual de Señalización CONASET.**

### 6.5.3 Corte de Camino

Además de los controles vistos anteriormente, se considerará el corte o cierre total de camino. Este control sólo podrá ser aplicado en caminos internos de MEL y no aplicará a ningún camino público de tuición de la Dirección de Vialidad.

Se presentan algunas de las señales de advertencia de uso más frecuente cuando se realicen trabajos en la vía y se disponga un corte de camino.

#### 6.5.3.1 Señalización de Trabajos en la vía

Primeramente, se deberá advertir de la ejecución de trabajos en la vía mediante la señal Trabajos en la Vía (PT-1).

Esta señal se utiliza para advertir a los conductores que las condiciones de circulación se modificarán más adelante por la realización de trabajos en la vía.

Se debe ubicar antes del área de transición o canalización, a una distancia que depende de la velocidad máxima permitida antes de la zona de trabajo y que se detalla en la siguiente tabla:

Velocidad Máxima antes de la Zona de Trabajos [km/h]	Distancia (D) mínima entre Señal PT-1 e inicio Área de Transición o Canalización [m]	
	Vías Externas	Vías Internas
Menor o igual a 40	100	30
50	150	60
60	200	150
70	270	250
80	350	350
90	400	400
100	500	500

**Tabla 6-7: Distancias Mínimas Recomendadas. Fuente: M.C. v.2022.**

Dada la importancia de esta señal, esta podrá ser reiterada uniformemente antes del área de transición pudiendo ser ubicada también al costado izquierdo de la vía.

Si los trabajos se encuentran próximos a una intersección o cruce, esta señal deberá instalarse también en las otras vías que acceden al cruce, con placas adicionales que contengan flechas apuntando en la dirección de los trabajos.

En ningún caso la distancia entre la señal PT-1 y la situación que advierte podrá ser menor a 30 m.



**Figura 6-18: Señal Trabajos en la Vía (PT-1). Fuente: Manual de Señalización CONASET.**

#### **6.5.3.2 Señal de No Adelantar**

Posteriormente a la señal de advertencia de trabajos en la vía, se deberá instalar la señal de prohibición “No Adelantar” (RPO-3).

Siempre se deberá colocar esta señal a ambos lados de la calzada, ya que los conductores que desean efectuar dicha maniobra dirigen su visión hacia la izquierda buscando la oportunidad de realizarla.



**Figura 6-19: Señal No Adelantar. Fuente: Manual de Señalización CONASET.**

Esta señal deberá ubicarse a una distancia longitudinal de PT-1 según lo indicado en la Tabla 6-8 en función de la velocidad de la vía, para distancia de precedencia Reglamentaria – Advertencia.



DISTANCIA SEGÚN PRECEDENCIA [m]	VELOCIDAD [km/h]					
	100 - 90		80 - 60		50 - 30	
	Mínima Absoluta	Mínima Recomendada	Mínima Absoluta	Mínima Recomendada	Mínima Absoluta	Mínima Recomendada
Reglamentaria o Advertencia Reglamentaria o Advertencia	50	65	30	50	20	30
Reglamentaria o Advertencia Informativa	80	105	60	80	40	50
Informativa Reglamentaria o Advertencia	50	75	40	60	30	40
Informativa Informativa	90	115	70	90	50	60

**Tabla 6-8: Distancia mínima entre señales verticales. Fuente: M.C. v.2022.**

### 6.5.3.3 Señal de Velocidad Máxima

La velocidad en obra será equivalente al 80% de la velocidad de proyecto, siendo esta condición la que debe prevalecer en toda la zona de trabajos. Sin embargo, como en este control de corte de camino se deberá llegar a velocidad cero, se considerará la reducción gradual de la velocidad de acuerdo a lo que indica la siguiente tabla:

Tipo Escala A/B	Señal Velocidad Máx.	Distancia entre Señales	Señal Velocidad Máx.	Distancia entre Señales	Señal Velocidad Máx.	Distancia entre Señales	Señal Velocidad Máx.	Distancia entre Señales	Señal Velocidad Máx.
	[km/h]	[m]	[km/h]	[m]	[km/h]	[m]	[km/h]	[m]	[km/h]
A	100	125	80	100	60	80	40	40	20
B	90	110	70	80	50	55	30	30	10

**Tabla 6-9: Distancias mínimas entre señales consecutivas. Fuente: M.C. v.2022.**



**Figura 6-20: Señal Velocidad Máxima 20 km/h (RR—1). Fuente: Manual de Señalización CONASET.**

#### 6.5.3.4 Señal Banderero (PT-3)

Esta señal se utiliza para advertir que más adelante el tránsito por la zona de trabajos es controlado por un Banderero.

Por motivos de seguridad de este trabajador, la velocidad máxima permitida en el sector que se ubica el banderero no debe superar los 50 km/h.

En zonas de trabajos con velocidades máximas superiores, deben adoptarse medidas para disminuir la velocidad gradualmente, hasta 50 km/h, a lo menos 200 m antes en vías externas y 100 m en vías internas.

La señal debe ubicarse a lo menos 300 m antes del punto de control en vías externas o públicas y 150 m en vías internas, recomendándose que sea reiterada antes del punto donde el Banderero se ubique.



**Figura 6-21: Señal Banderero (PT-3). Fuente: Manual de Señalización de Tránsito CONASET.**

El banderero debe ubicarse frente al tránsito que se acerca al área de actividad. Su puesto de trabajo debe situarse fuera de la calzada y detrás de barreras u otros elementos de segregación, excluidos conos y cilindros.

La distancia mínima a la zona de trabajos donde deberá localizarse el banderero será de 100 m.

Para indicar a los conductores si deben avanzar o detenerse, el banderero debe realizar los siguientes pasos:

**Detención del tránsito:** El Banderero debe ubicarse de frente a los conductores que deben detenerse, con la paleta en posición vertical enfrentando a éstos con la señal PARE. Cuando se hayan detenido los primeros vehículos, puede dejar la paleta en un soporte adecuado, que la mantenga siempre en posición vertical y con la señal PARE hacia dichos conductores.

**Permitido avanzar:** El Banderero girará la paleta hasta que la señal SIGA enfrente a los conductores detenidos. Cuando los primeros vehículos hayan avanzado, puede dejar la paleta en un soporte adecuado que la mantenga siempre en posición vertical y con la señal SIGA hacia los conductores.

### 6.5.3.5 Semáforo

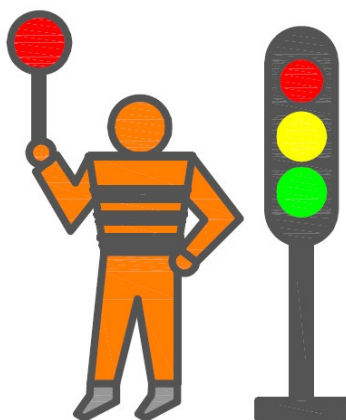
Este elemento será el que finalmente controlará los flujos de vehículos en el área de trabajos.

La altura mínima, medida desde el suelo hasta la parte inferior del cabezal, será de 1,5 m. Este deberá desenenergizarse cuando su operación no sea necesaria.

Para asegurar que el tramo se encuentra despejado de vehículos, antes de otorgar derecho de paso en un sentido, el sistema de control con semáforos utilizará los bandereros, quienes realizarán labores de coordinación, control y operación del dispositivo.

Se recomienda instalar dos cabezales en cada extremo del tramo, lo que asegura el correcto funcionamiento del sistema, aun cuando una de las lámparas deje de operar, por quema de sus luces u otras circunstancias.

La distancia entre la señal Banderero PT-3 y el semáforo será de 200 m.



*Figura 6-22: Banderero con semáforo. Fuente M.C. v.2022.*

### 6.5.3.6 Señal Fin de Trabajos en la Vía (PT-2)

Esta señal se utiliza para indicar que la circulación a través de la zona de trabajos ha concluido y se reestablecen las condiciones que existían antes de ella.

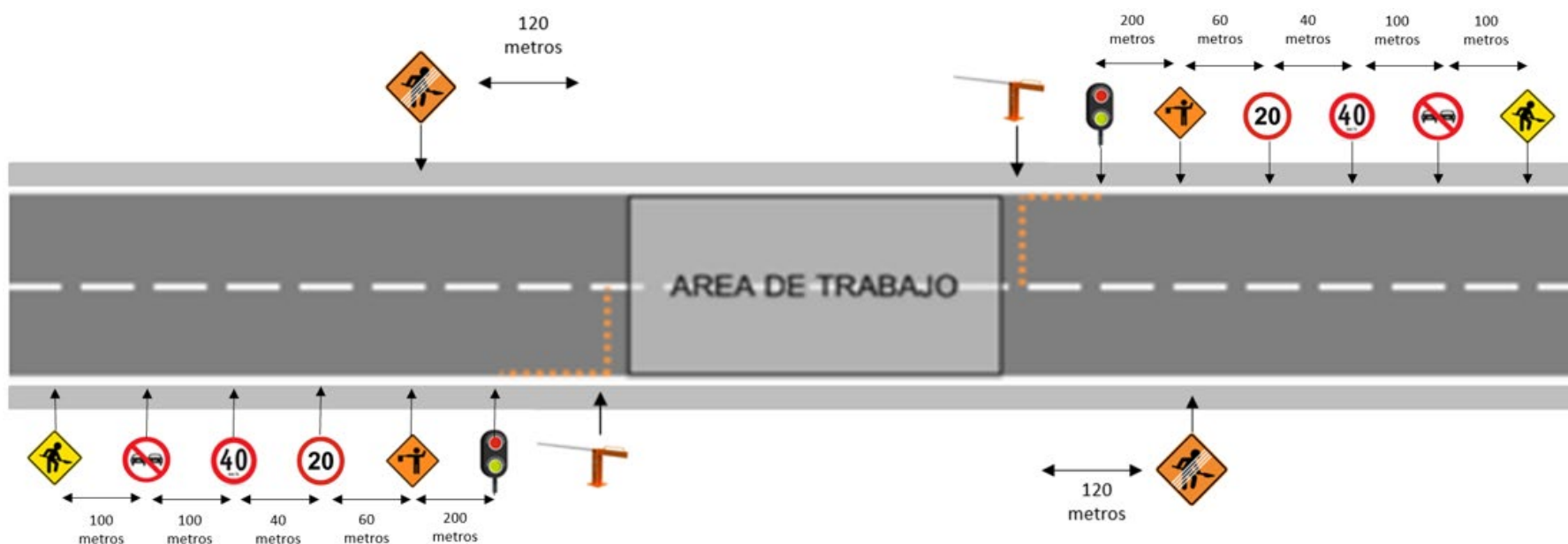
Se deberá instalar a no menos de 120 m del punto donde finaliza el área de seguridad, en vías externas, y a no menos de 25 m cuando se trata de vías internas.

Para reforzar el mensaje se debe agregar una placa adicional con la leyenda — “FIN TRABAJOS”.



***Figura 6-23: Señal Fin Trabajos (PT-2). Fuente: M.C. v. 2022.***

La Figura 6 24, muestra gráficamente el desarrollo del control de tránsito mediante la implementación de corte de camino.



**Figura 6-24: Esquema de Control de Tránsito por Corte de Camino. Fuente: SETRAM 2023.**

## 6.6 Atención de Emergencias

Se define como emergencia vial a una situación imprevisible o poco frecuente, de una magnitud tal, que impide o restringe severamente la transitabilidad y/o conectividad de la red vial. Estas situaciones se originan por fenómenos o riesgos naturales que corresponden a condiciones meteorológicas extraordinariamente adversas, sismos de gran intensidad, tsunamis, como también riesgos antrópicos o cualquier tipo de acción humana que pueda alcanzar niveles de emergencia o desastre.

El área encargada del mantenimiento vial debe estar preparada para afrontar en forma eficiente y sin demoras los requerimientos que impone una situación de emergencia.

La eficiencia con que se puedan resolver estas emergencias dependerá de la coordinación preestablecida y de la gestión de la información lograda mediante un robusto plan de emergencia vial, el cual sea conocido cabalmente por personal de terreno, tanto propio como colaborador, operadores, conductores, jefaturas, etc.

Las consideraciones básicas que se deben tener en cuenta para afrontar las emergencias son:

- Cuidado y protección de las personas.
- Cuidado y protección de los equipos, maquinarias y vehículos, para evitar reducir la capacidad de respuesta ante la emergencia o producir un mayor daño.
- Recuperar la conectividad de la red vial, mediante señalización de alternativas, cierres de caminos, etc.
- Recuperar la transitabilidad de la red, recuperando las carpetas de rodadura, relleno de erosiones, etc.

Las fases de una emergencia se pueden resumir en 3 fases:

**Periodo de alerta:** este periodo abarca desde que se conoce que existen probabilidades que se origine un fenómeno natural, hasta que se confirma que efectivamente se producirá dentro del área de interés de la faena, la duración de este periodo puede ir desde horas hasta dos o más días.

**Periodo de acción:** este período se extiende desde que comienza el fenómeno hasta el momento en que sus efectos inmediatos han sido solucionados o no requieren de una acción especial

**Periodo de análisis:** este período se extiende desde que los efectos inmediatos han sido solucionados o no requieren de una acción especial para que se da por superado. La compañía deberá evaluar el resultado de la emergencia y generar las acciones para dar soluciones definitivas basándose en los registros generados desde la etapa anterior.

## **6.7 Consideraciones Ambientales Generales**

Se deberá procurar que todos los trabajos destinados a la conservación de las obras viales no alteren las condiciones medioambientales del espacio físico, tanto natural como artificial, que circunda los caminos, eviten toda alteración innecesaria del medio, no contaminen con residuos derivados de los trabajos y no provoquen otros impactos negativos al ambiente.

Para asegurar una adecuada gestión y cumplimiento de la normativa ambiental durante las labores de conservación, se considera necesario distinguir 3 instancias y ámbitos de acción:

### **6.7.1 Durante la planificación de la conservación**

En esta instancia resulta fundamental identificar lo más temprano posible situaciones que impliquen la tramitación de permisos ambientales que, dada su complejidad, costos y plazos, puedan tornar inviable la ejecución de determinadas obras de conservación.

Es importante advertir si las obras a ejecutar se emplazan al interior de áreas protegidas o colocadas bajo protección oficial, o implican la intervención de formaciones xerofíticas, sitios y/o hallazgos arqueológicos, etc.

### **6.7.2 Durante el proceso de elaboración del proyecto y bases de licitación de los contratos de conservación**

En esta instancia deberán abordarse, como mínimo, los siguientes aspectos:

- La necesidad de participación de un profesional para la gestión ambiental general o especialistas en relación con aspectos ambientales específicos del contrato.
- La necesidad de participación de un profesional que asegure una adecuada relación con las comunidades cercanas.
- La necesidad de incluir partidas que permitan asignar presupuesto específico para la implementación de medidas ambientales que lo ameriten.
- Identificar áreas ambientales sensibles que ameriten algún resguardo especial.
- Identificar y describir los instrumentos de gestión e información ambiental aplicables al contrato.
- Identificar los permisos ambientales que eventualmente se requieran para la ejecución del contrato.

### **6.7.3 Durante la ejecución de las labores de conservación**

Durante el desarrollo de los trabajos de conservación se deberán considerar, como mínimo, las siguientes acciones, medidas, gestiones y procedimientos, de manera de asegurar el cumplimiento de la gestión ambiental vigente, resguardar el medio ambiente y asegurar una correcta relación con las comunidades cercanas.

- Gestión y seguimiento ambiental
- Relacionamiento comunitario
- Coordinación
- Propiedad y servicios
- Transporte durante las faenas y movimiento de maquinaria
- Manejo y transporte de materiales peligrosos
- Gestión ambiental de actividades anexas cómo: instalación de faenas, plantas de producción de materiales, empréstitos, botaderos, etc.
- Terminaciones, aseo y presentación final.



## 7 OPERACIONES DE CONSERVACIÓN

El presente capítulo desarrolla las diferentes acciones de conservación de caminos de grava y de pavimentos asfálticos que se aplicarán a la infraestructura vial denominadas operaciones, para ello se describen los procedimientos de ejecución que habitualmente se utilizan, se regulan y estipulan los materiales necesarios y se establecen los requisitos de calidad a que debe ajustarse, en especial, una vez finalizada la tarea.

### 7.1 Conservación de Caminos de Grava y Suelos Naturales

#### 7.1.1 Reperfilado de la Calzada

Esta operación se refiere a los trabajos necesarios para reconformar la plataforma de los caminos de grava o tierra, incluyendo las cunetas, a una condición lo más parecida a la primitiva de diseño o a un diseño mínimo.

La estabilización de suelos a considerar será básicamente sales, por lo que la operación correspondiente consistirá básicamente en la aplicación y mezcla de salmuera y/o sal a granel con la capa de rodadura granular, que al combinarse con el material fino de la capa de rodadura se cohesiona y forman una superficie que impide la liberación de polvo y brinda mayor estabilidad y durabilidad de la capa de rodadura.

##### 7.1.1.1 Materiales

Para reperfilados con compactación con riego que incorpora estabilizador, los materiales se deben ajustar a lo siguiente:

**Agua:** deberá estar limpia y libre de aceites, sales, ácidos, azúcares, materiales vegetales o cualquier sustancia que deteriora el desempeño del producto terminado.

**Sal:** en el caso del cloruro de sodio o sal común (NaCl), el cual es un agente higroscópico. La sal suministrada a granel deberá cumplir con la siguiente banda granulométrica y su porcentaje de pureza como mínimo del 95% según el método ASTM D632-01.

Banda Granulométrica	
Malla Nº	% que pasa
10	100
5	50 - 100
2,5	20 - 85
0,63	5 - 40
0,075	0 - 5

**Tabla 7-1: Banda granulométrica de NaCl. Fuente M.V. V. 2022.**

Para el caso de aplicar sal a granel, esta deberá tener un tamaño máximo de 10 mm.

**Material Granular de la Capa de Rodadura:** este deberá contener un mínimo de 10% de material fino bajo la malla 0,008 mm para asegurar una adecuada cohesión. Deberá tener un índice de plasticidad (IP) entre 4 y 15 en todos los casos. En suelos no plásticos, especialmente aquellos con demasiada arena y pocos finos, será necesario mejorarlos con adición de suelos plásticos. ( $IP \geq 5$ ). 296

Este material deberá cumplir con la granulometría de la Tabla 7-2, con las salvedades mencionadas a continuación:

Tamiz (mm)	TM-50a	TM-50b	TM-50c	TM-40a	TM-40b	TM-40c	TM-25
50	100	100	100				
40	-	70 – 100	-	100	100	100	
25	55 – 100	55 – 85	70 – 100	70 – 100	80 – 100	80 – 100	100
20	-	45 – 75	60 – 90	50 – 80	-	-	70 – 100
10	30 – 75	35 – 65	40 – 75	25 – 50	50 – 80	50 – 80	50 – 80
5	20 – 65	25 – 55	30 – 60	10 – 30	35 – 65	35 – 65	35 – 65
2,5	-	-	-	5 – 15	-	-	-
2	10 – 50	15 – 45	15 – 45	-	25 – 50	25 – 50	25 – 50
0,5	5 – 30	5 – 25	10 – 30	0 – 5	10 – 30	15 – 30	10 – 30
0,08	0 - 20	0 - 10	0 - 15	0 - 3	5 - 15	5 - 20	0 - 15

**Tabla 7-2: Bandas granulométricas para subbase, bases y capa de rodadura. Fuente: M.C. v. 2022.**

- Para la banda TM 40 c, en malla N°200, el porcentaje que pasa debe estar entre 10 y 30%
- Para la banda TM 40 b, en malla N°40, el porcentaje que pasa deberá estar entre 15 y 30%, y en malla N°200, entre 10 y 30%.
- La banda TM 40 c debe utilizarse para proyectos en la zona donde se emplaza MEL.

### 7.1.1.2 Procedimiento de Trabajo

#### 7.1.1.2.1 Reperfilado

Consistirá en reconformar la plataforma del camino, incluyendo las cunetas. Comprende la restitución de bomberos y peraltes, reacondicionamientos de las cunetas, eliminación de las deformaciones longitudinales, tales como huella amientos y acumulación de materiales y de las transversales, tales como ondulaciones o calaminas y el emparejamiento de baches.

El procedimiento incluye los eventuales escarificados de las zonas consolidadas que impidan lograr la sección transversal propuesta. Este escarificado se debe ejecutar solo hasta una profundidad que permita obtener los propósitos deseados, sin comprometer los suelos subyacentes. El material de tamaño superior a 75 mm (3") deberá retirarse

manualmente. Los trabajos de reperfiladura deberán empezarse desde las cunetas hacia el centro del camino, de modo de recuperar todo el material granular que normalmente el tránsito desplaza hacia los costados. Se estima que para caminos hasta de 5 m de ancho, el perfilado se logra mediante un total de 4 a 5 pasadas de motoniveladora por punto.

#### **7.1.1.2.2 Escarificado y Riego**

Cuando además de la reperfiladura, se especifique un escarificado y riego del material, la plataforma deberá primeramente escarificarse hasta una profundidad no inferior a 10 cm o hasta que se logre eliminar el agotamiento y los baches.

Luego se procederá a revolver el material resultante adicionándole agua, de manera de lograr un humedecimiento homogéneo, para luego continuar con el perfilado en los mismos términos señalados para el reperfilado.

#### **7.1.1.2.3 Reperfilado con Compactación**

Cuando se especifique reperfiladura con compactación en los caminos con capa de rodadura de gravas y/o maicillo, se procederá a escarificar toda la superficie de la calzada existente en una profundidad de 15 cm, o hasta que se logre eliminar el agua y los baches existentes, eliminando de inmediato el sobre tamaño superior a 75 mm (3”).

Luego se procederá a revolver, acordonar y regar el material existente hasta que, debidamente homogeneizado, alcance la humedad óptima de compactación. Enseguida se perfilará, tal como se ha indicado más arriba, se compactará hasta alcanzar a lo menos 95% de la DMCS u 80% de la Densidad Relativa. La consolidación del material se deberá realizar desde los bordes de la calzada hacia el eje del camino.

#### **7.1.1.2.4 Reperfilado con compactación con Riego que Incorpora Estabilizador**

Se deberán atender los siguientes aspectos:

**Dosificación de Sal:** la dosis de sal se expresa en porcentaje respecto al peso seco del material.

1. Sal totalmente disuelta: la dosis a aplicar se recomienda determinar mediante la siguiente expresión:

$$\text{Dosis de sal (\%)} = \% \text{ finos bajo malla } 200/24.$$

2. Sal parcialmente disuelta: la dosis a aplicarse termina de la misma manera que para la sal totalmente diluida. La fracción de sal disuelta se resta a la total, y el resto (sal a granel) se debe aumentar su dosis multiplicándola por 4.
3. Sal totalmente a granel: la dosis será obtenida de:

$$\text{Dosis de sal (\%)} = 4 * (\% \text{ finos bajo malla } 200/24)$$

**Disolución de la Sal:** puede utilizarse cualquier procedimiento y equipamiento que permita la disolución de la sal y logre una mezcla homogénea.

**Colocación de la Sal:** existen dos modalidades, agregar la total o parcialmente disuelta en el agua de compactación, o totalmente a granel para incorporarla a la capa de rodadura. Cuando sea posible, emplear la primera opción.

Cuando el material existente en el camino cumpla con la granulometría exigida y el espesor no sea inferior a 0,12 m, se procederá con la siguiente etapa:

Escarificar toda la superficie de la calzada existente en una profundidad del proyecto, sin remover el material de la rasante, o hasta que se logre eliminar el agotamiento y los baches existentes.

Luego se procederá a revolver y acordonar el material a un lado del camino de tal manera de formar un cordón de volumen constante y adecuado para obtener el espesor y ancho requerido. Enseguida se colocará la sal a granel directamente sobre la plataforma, distribuida uniformemente y se homogeniza hará por medios mecánicos regando con salmuera y revolviendo con motoniveladora hasta que alcance la humedad óptima de compactación.

Se reconformará después la capa de rodadura perfilando la plataforma, dando los bombeos y peraltes requeridos, y asegurándose que no queden materiales desplazados fuera de la calzada, ya sea formando cordones a los costados del camino, desparramado por las vecindades u obstruyendo las cunetas.

Además, debe considerarse la habilitación o construcción de ventanas o sangrías que permitan evacuar el agua de las cunetas en forma rápida y eficiente. Se deberá tener presente la necesidad de readecuar los empalmes con caminos laterales o accesos a predios existentes en el tramo que se trabaja.

Capas de rodadura tratadas previamente con productos derivados del petróleo pueden producir una barrera para la penetración superficial de la salmuera y para la atracción de humedad ambiente. En este caso se deberá escarificar el espesor necesario y nivelar hasta dejar en la superficie el material granular libre de tales productos.

**Compactación:** una vez extendido el material, este deberá compactarse mediante rodillos del tipo vibratorio para terminarse con rodillos lisos o de neumáticos. El rodillo deberá progresar en forma gradual desde el punto bajo de los costados hacia el centro de la vía, trasladando cada pasada con la precedente, en la mitad del ancho del rodillo o por lo menos 30 centímetros.

El material se deberá compactar hasta que se haya asentado y estabilizado enteramente y alcanzado un nivel mínimo de 95% de la DMCS, si la sal es incorporada diluida, y 97% de la DMCS, si es incorporada a granel, u 80% de la Densidad Relativa.

En el caso de utilizar como estabilizador la **bischofita**, esta tendrá una concentración de magnesio no inferior a 10% y la concentración de cloro no superará el 40%, ambos porcentajes referidos al total de la sal.

En los lugares de ancho inaccesible a los equipos usuales de compactación, el material deberá compactarse con pisones mecánicos, manuales u otros equipos, hasta alcanzar la mínima densidad establecida.

La compactación debe hacerse con el rodillo pasando a ambos lados del eje por separado, procurando que éste nunca pase por el eje, de manera de generar un bombeo claramente definido entorno al 2%.

**Terminación:** una vez terminada la compactación, ajustándose a los perfiles longitudinales y transversales adecuados al camino, la superficie deberá presentar un aspecto uniforme, sin bolones unidos de materiales finos o gruesos, sin baches, ahuellamientos, agrietamiento, descascaramientos u otra falla de la superficie.

Si se detectan áreas en mal estado, éstas deben regarse y escarificarse en un espesor mínimo de 100 mm para enseguida agregar el material faltante (si es el caso), regar, recomprimir y terminar la superficie hasta dar cumplimiento a lo establecido anteriormente.

**Mantenimiento:** para mantener la superficie en buen estado se recomienda regar con salmuera cada 6 meses en una cantidad de 1.5 L /m<sup>2</sup>.

Si la superficie presenta grandes deterioros dependiendo de la durabilidad de la capa de rodadura se procederá a reconformar la plataforma adicionando material de recebo si es necesario y proceder como lo indicado anteriormente.

**Limitaciones Climáticas:** la sal no debe ser aplicada cuando esté lloviendo o exista posibilidad de lluvia, o cuando la temperatura atmosférica sea menor que 7° C.

### 7.1.2 Reparación de Áreas Inestables

Esta operación se refiere a la reparación de áreas de una calzada que manifiesta inestabilidad provocada por factores ajenos a la capa de rodadura propiamente tal. Normalmente en estas zonas la capa de rodadura se deforma, se suelta y se huella debido a la inestabilidad de los suelos subyacentes o porque ellos han contaminado significativamente los suelos granulares de la capa de rodadura.

#### 7.1.2.1 Materiales

Se considera materiales aptos para formación de terraplenes, geotextiles y materiales para capa de rodadura idóneos.

### 7.1.2.2 Procedimientos de Trabajo

Normalmente este tipo de fallas tiene origen en las capas que forman la sub rasante, de manera que debe establecerse la capacidad de soporte mediante el CBR hubo otra propiedad similar, el nivel de compactación y el grado de humedad a la que se encuentra. Para solucionar el problema muchas veces basta con solo colocar un drenaje complementario y densificar el suelo hasta un grado adecuado. Si esto no fuese posible, se puede recurrir a reemplazar el suelo hasta cierta profundidad, sin embargo, esto debe hacerse con un gran cuidado en proveer un buen drenaje.

Si el suelo de fundación posee un  $\text{CBR} < 4\%$ , resulta mejor colocar un geotextil para reforzarlo en vez de reemplazar el material.

Se deberá delimitar perfectamente las zonas de la calzada donde el material granular de la capa de rodadura se encuentre suelto o localmente deformado, producto de la inestabilidad del suelo de fundación subyacente o esté claramente contaminado por aquel.

No se debe considerar como inestabilidad de la plataforma cuando la capa de rodadura granular se encuentre suelta o deformada debido exclusivamente a una carencia de material fino o al tiempo transcurrido desde la última intervención que se incluyó compactación.

### 7.1.3 Bacheo de Capas de Rodadura Granulares

Esta operación aplica a la eliminación de baches aislados o zonas de baches, en caminos que cuenten con capa de rodadura granular o bermas de igual material, con el propósito de restablecer las condiciones originales de la superficie.

#### 7.1.3.1 Materiales

En general deberán utilizarse los mismos tipos de materiales granulares que se emplean para la conformación de la capa de rodadura. En los casos en que la capa de rodadura por reparar no se ajusta a las exigencias que normalmente se estipulan, los materiales para bacheo deben cumplir, a lo menos, con un tamaño máximo de 50 mm y con el CBR, el límite líquido y el índice de plasticidad indicados en la tabla siguiente.

CBR a 95% de la DMCS mín.	20%
Límite Líquido máx.	35
IP	6 - 9
Los límites de consistencia y capacidad de soporte son referenciales y pueden ser modificados, previa consulta al Laboratorio Regional de Vialidad.	

**Tabla 7-3: Parámetros material para bacheo CR granular. Fuente: M.C. v.2022.**

### **7.1.3.2 Procedimientos de Trabajo**

El área del bache deberá tener forma rectangular o cuadrada y extenderse abarcando todo el bache y aproximadamente unos 300 mm de la zona circundante en buenas condiciones.

Deberá excavar con herramientas adecuadas para lograr que las paredes queden con una inclinación del orden 1:3 (H:V) hacia el centro de la excavación, de manera que sirvan de apoyo al material de relleno.

Si en el fondo de la excavación se detecta en suelos blandos o húmedos, deberá investigarse el origen del problema y solucionarlo instalando el drenaje adecuado. Antes de iniciar el relleno la excavación deberá encontrarse sin agua y los suelos circundantes con una humedad aproximada a la óptima de compactación.

El material para reparar se colocará en una sola capa que se compactará con equipo apropiado para alcanzar en todo el espesor al menos 95% de la DMCS u 80% de la Densidad Relativa.

El material por colocar deberá calcularse para que una vez compactado, quede al mismo nivel que el resto de la capa de rodadura y respetando las pendientes transversales y longitudinales de la plataforma.

### **7.1.4 Recebo de Capas de Rodadura y Bermas Granulares**

Esta operación define los trabajos necesarios para reconformar las dimensiones y características originales de diseño de la capa de rodadura granular incluyendo todos sus elementos. La operación considera adicionar material para reemplazar el que se hubiera perdido.

#### **7.1.4.1 Materiales**

El material deberá cumplir con la banda granulométrica TM 40 c, indicada en la Tabla 7-2.

Los materiales para recebo deberán prepararse en plantas fijas o móviles que aseguren que se cumplirán los requisitos establecidos; se copiarán en canchas habilitadas especialmente para este efecto de manera que no se produzca contaminación ni segregación.

En caso de recebo de capas de rodadura granular con adición de estabilizador, los materiales a usar deberán ajustarse a las recomendaciones del proveedor.

#### **7.1.4.2 Procedimientos de Trabajo**

##### **7.1.4.2.1 Preparación de la Superficie Existente**

Se deberá escarificar la capa de rodadura existente a lo menos los 15 cm superiores; pero si el espesor fuera inferior a 15 cm, se escarificará solo hasta la profundidad real de



la capa existente. La superficie de la calzada se debe nivelar, para que se pueda trabajar y los bordes deben formar una caja que recibirá el material removido y el nuevo.

Se procederá a perfilar conformando los bombeos y peraltes requeridos.

Simultáneamente, se deberá retirar el sobre tamaño superior a 7,5 cm, los suelos de origen orgánico y cualquier otro material no apto para formar parte de la capa de rodadura.

Deberá considerarse además la rehabilitación o construcción de ventanas o sangrías que permitan evacuar el agua en forma rápida y eficiente.

Se deberá tener presente la necesidad de readecuar los empalmes con caminos laterales o accesos a predios existentes en el tramo que se receba.

Si la cantidad de recebo es igual o mayor que 12 cm, la plataforma previamente reconformada deberá ser perfilada y compactada hasta alcanzar, en los 30 cm superiores, una densidad mínima de 95% de la DMCS.

Se adicionará el material de recebo que preferentemente deberá extenderse mediante equipos distribuidores. Alternativamente, podrán formarse cordones de volumen constante y adecuado para obtener el espesor y ancho requeridos. El material depositado deberá ser mezclado por medios mecánicos, hasta obtener la homogeneidad y humedad necesaria, tras lo que será distribuido uniformemente para, finalmente, ser compactado. La compactación será mediante rodillos vibratorios y terminada con rodillos lisos o neumáticos.

La compactación deberá progresar en forma gradual desde el punto bajo de los costados hacia el centro, tras lavando cada pasada con la precedente en por lo menos 30 centímetros. La compactación del material de recebo deberá alcanzar en todo su espesor una densificación mínima de 95% de la DMCS u 80% de la DR.

#### **7.1.4.2.2 Incorporación de Estabilizador**

Cuando se especifique un recebo con adición de estabilizador, se deberá atender a los aspectos relativos a la aplicación y mezcla de acuerdo con el proveedor y fabricante.

#### **7.1.4.2.3 Control de Espesores**

Para controlar los espesores de recebo en los que éste sea igual o mayor que 12 cm, cada 20 m se colocarán estacas sobre la plataforma previamente reconformada y compactada. Las estacas deben sobresalir de la superficie por reservar en una altura igual al mismo espesor de recebo previsto.

La tolerancia determinación será de hasta menos 1 cm respecto del mínimo espesor de recebo establecido.



En caso de que fuera necesario agregar material para cumplir con lo especificado, se escarificará previamente la zona afectada en un espesor mínimo de 10 cm, para compactarla conjuntamente con el material que se agregue.

Para recibos de espesor menor a 12 cm, donde el material adicional deba ser mezclado y compactado junto con el material existente, la cantidad de recebo requerido por metro lineal de camino se controlará en el acopio o por otro método previamente aprobado.

Cualquiera fuere el espesor del recebo, la plataforma terminada deberá presentar una superficie de aspecto uniforme, sin bolones o nidos de materiales finos o gruesos.

### **7.1.5 Confección de Bases Granulares**

Esta operación define los trabajos necesarios para el suministro, mezclado, colocación, perfiladora y compactación de bases granulares. Le acabas se confeccionará sobre la subrasante previamente preparada.

#### **7.1.5.1 Materiales**

Los agregados gruesos retenidos sobre tamiz 5 mm (Nº4), deben ser partículas resistentes, durables, constituidas de fragmentos de roca, grava o escorias. Materiales que se quiebran con los ciclos alternados de hielo-deshielo y humedad-sequedad, no deben ser usados.

Los agregados finos, que pasan por tamiz 5 mm (Nº4), deben estar constituidos por áreas naturales o trituradas y por partículas minerales que pasan por tamiz 0,08 mm (Nº200).

Los límites de consistencia serán: LL máx. 35, IP entre 5 y 10.

Todo el material deberá estar libre de materias orgánicas y terrones de arcilla. La graduación de los materiales deberá estar conforme con los requerimientos de la Tabla 7-2, específicamente para las bandas TM 40 c.

El porcentaje de chancado no deberá ser menor que 50%.

El material deberá tener un soporte CBR>60%.

La fracción gruesa deberá tener una resistencia al desgaste medida por el ensaye de Los Ángeles, de no más del 30%.

#### **7.1.5.2 Procedimiento de Trabajo**

##### **7.1.5.2.1 Colocación**

La base granular debidamente preparada se extenderá sobre la plataforma del camino, incluyendo las áreas de bermas, debiendo quedar el material liso para ser compactado sin necesidad de mayor manipuleo para obtener el espesor, ancho y bombeo deseado.

La base deberá construirse por capas de espesor compactado no superior a 0,30 m ni inferior a 0,12 m. Espesores superiores a 0,30 m se extenderán y compactarán en capas.

El material deberá ser de una granulometría uniforme, no debiendo presentar bolsones o nidos de materiales finos o gruesos.

#### **7.1.5.2.2 Compactación**

El material deberá compactarse mediante rodillos de tipo vibratorio para terminarse con rodillos lisos o neumáticos.

El rodillo deberá progresar en forma gradual desde el punto bajo de los costados hacia el centro de la vía en construcción, traslapando cada pasada con la precedente en por lo menos la mitad del ancho del rodillo.

Las bases se deberán compactar hasta alcanzar un nivel de densificación mínimo del 95% de la DMCS u 80% de la DR.

#### **7.1.5.2.3 Terminación**

Terminada la compactación y perfiladora de la base ajustándose a los perfiles longitudinales y transversales del proyecto, esta deberá presentar una superficie de aspecto uniforme y sin variaciones en cota en ningún lugar, mayores que +0,0 cm y -1,0 cm para bases granulares de poder de soporte igual o mayor que 80% de CBR.

Si se detectaran áreas a un nivel inferior de la tolerancia especificada, estas deberán escarificarse en un espesor mínimo de 0,10 m para enseguida agregar material, regar, recomprimir HP y terminar la superficie hasta dar cumplimiento a lo establecido anteriormente.

Para la terminación de bermas, regirán las mismas tolerancias de terminación establecidas anteriormente.

### **7.2 Conservación de Caminos de Pavimentos Asfálticos**

Las operaciones descritas a continuación permitirán mantener en el tiempo las condiciones operativas de los pavimentos asfálticos.

#### **7.2.1 Sellado de Grietas**

Esta operación consiste en sellar con asfalto algunos de los tipos de grietas que se producen en los pavimentos asfálticos, con el propósito de impedir la filtración de agua y oxidación del asfalto.

##### **7.2.1.1 Materiales**

**Ligantes.** En las situaciones que se indican más adelante y que corresponde a sellar grietas con mezclas asfálticas, en los riegos de liga se utilizarán emulsiones asfálticas tipo CSS-1 o SS-1.

En grietas entre 6 mm y 20 mm de ancho, se emplearán productos tipo mastic asfáltico modificado con polímero, que cumplan con los siguientes requisitos:

- Penetración, 25 °C, 100 g, 5 s, 10<sup>-1</sup> mm: máx. 60
- Ductilidad, 0 °C, mm : mín. 20
- Filler, porcentaje en peso : máx. 25%
- Punto de Ablandamiento, °C : mín. 58

En grietas entre 20 mm y 70 mm de ancho se preparará una mezcla de arena emulsión asfáltica con una dosis no inferior a 18% de emulsión.

Las emulsiones serán del tipo SS-1h o CSS-1h.

En el ensaye de la mancha con heptano xilol, el porcentaje de xilol no será mayor que 30%.

También se podrán utilizar emulsiones modificadas con elastómeros, las que deberán cumplir con los requerimientos entregados en la siguiente tabla:

ENSAYE	ESPECIFICACIÓN		MÉTODO
	Quiebre rápido	Quiebre lento	
Viscosidad Saybolt, 25°C, SFs		20 - 100	8.302.12
Viscosidad Saybolt, 50°C, SFs	50 - 250		8.302.12
Sedimentación, 7 días, %	Máx. 5	Máx. 5	8.302.5
Carga de Partícula	Catiónica o aniónica	Catiónica o aniónica	8.302.5
Residuo por Evaporación, %	Min 65	Min 57	(*)
Ensayes al residuo:			
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	50 – 150	50 - 150	8.302.3
Punto de Ablandamiento, °C	Mín 50	Mín 53	8.302.16
Recuperación Elástica a 13 °C, %	Mín 50	Mín 50	8.302.19
Indice de Penetración	Mín +1	Mín +1	8.302.21
Ensaye Placa Vialit, %	Mín 90	--	8.302.20

(\*) Destilación por Evaporación. El residuo se obtiene en horno a  $T=110^{\circ} \pm 3^{\circ} \text{C}$ , hasta masa constante, llegando a una temperatura máxima de 120°C durante los últimos 15 minutos. Para la evaporación se usa una bandeja plana, con emulsión de 1 cm de altura.

**Tabla 7-4: Requerimientos para emulsiones asfálticas modificadas con polímeros. Fuente: M.C. v.2022.**

En tanto, la arena se ajustará a las granulometrías que se indican en la siguiente tabla:

TAMIZ		PORCENTAJE EN PESO QUE PASA		
mm	(ASTM)	A	B	C
12,5	(1/2")	----	---	100
10	(3/8")	100	100	85 -100
5	(Nº4)	85 -100	85 -100	55 -85
2,5	(Nº8)	80 -90	65 -90	35 -65
0,65	(Nº30)	55 -80	30 -50	15 -35
0,16	(Nº100)	5 -15	5 -15	2 -10

**Tabla 7-5: Granulometría de arenas utilizada en sellado de grietas. Fuente: M.C. v.2022.**

Grietas y cavidades de más de 70 mm de ancho. Se utilizarán mezclas asfálticas en caliente, empleando cemento asfáltico tipo CA-14 o CA-24, y un árido que se ajuste a la banda granulométrica “C” de la Tabla 7-5.

### 7.2.1.2 Procedimiento de Trabajo

Deberá removerse todo resto de antiguos sellos y materias sueltas de las grietas y áreas circundantes. Para lo cual se utilizarán herramientas livianas que no rompan o destruyan el pavimento que se encuentra en buen estado. En seguida se dejará dichas superficies limpias y secas.

En los casos de sellado con mezclas asfálticas, se deberá tener especial cuidado con el riego de liga, de modo de producir una perfecta adherencia de la mezcla con las paredes de la grieta.

El mezclado o preparación de las mezclas deberá realizarse por medio de equipos mecánicos adecuados que aseguren productos homogéneos. Su colocación se realizará por medios que aseguren el llenado de la grieta hasta la superficie del pavimento.

El trabajo de sellado, solo se realizará cuando la temperatura ambiente sea superior a 5 °C e inferior a 30 °C.

#### 7.2.1.2.1 Áreas con Grietas de Hasta 6 mm de Ancho

Se deberá tratar toda el área afectada y hasta unos 150 mm más afuera de ella.

Mediante mangueras o las barras del camión distribuidor de asfalto, se aplicará un riego de liga sin diluir, en toda el área previamente limpiada, a razón de 0,4 a 1,0 kg/m<sup>2</sup> de superficie. Inmediatamente después se aplicará una lechada asfáltica con arena que cumpla con las bandas granulométricas Tipo A o B indicadas en la Tabla 7-5.

#### 7.2.1.2.2 Grietas de más de 6 mm de Ancho

El procedimiento para sellar grietas individuales y cavidades será igual cualquiera fuere el ancho de ellas. Sin embargo, dependiendo de éste se utilizará uno u otro de los materiales especificados en 7.2.1.1.

Los trabajos aquí especificados no deberán afectar en forma alguna otras áreas del pavimento adyacente, de las bermas y demás elementos del camino no incluidos en el trabajo.

### 7.2.2 Bacheo Superficial

Esta tarea comprende la reparación de baches y el reemplazo de áreas del pavimento que se encuentren deterioradas, siempre que afecten exclusivamente a la capa de rodadura asfáltica, encontrándose en buenas condiciones la base granular y demás capas de suelos.

#### 7.2.2.1 Materiales

**Ligantes.** Cuando la mezcla de reemplazo deba apoyarse sobre una base granular se utilizarán emulsiones imprimantes.

Cuando la mezcla se coloque apoyada sobre una capa de rodadura asfáltica y cuando se utilicen medios mecánicos para el bacheo, como ligantes se utilizarán emulsiones asfálticas de quiebre lento, riego de liga.

**Mezclas asfálticas.** En la reparación de pavimentos de concreto asfáltico se utilizarán de preferencia mezclas asfálticas en caliente, cumplen con la banda granulométrica IV-A-12 de la Tabla 7-6, ligadas con cemento asfáltico tipo CA 24 o CA 14.

DENOMINACIÓN		IV - A - 12	IV - A - 20
T A M I C E S (mm)	(ASTM)	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO	
25	(1" )		100
20	(3/4")	100	80 - 95
12,5	(1/2")	80 - 95	65 - 80
10	(3/8")	70 - 85	57 - 73
5	(Nº 4)	43 - 58	40 - 55
2,5	(Nº 8)	28 - 42	28 - 42
0,63	(Nº 30)	13 - 24	13 - 24
0,315	(Nº 50)	8 - 17	8 - 17
0,16	(Nº 100)	6 - 12	6 - 12
0,08	(Nº 200)	4 - 8	4 - 8

**Tabla 7-6: Granulometría semidensa de áridos. Fuente: M.C. v.2022.**

Si se realiza un bacheo mecanizado o cuando resulte impracticable colocar una mezcla en caliente, se podrá utilizar una mezcla en frío, utilizando como Liga ante una emulsión de quiebre lento.

Los materiales granulares a utilizar en bacheo mecanizado deberán cumplir lo señalado en la siguiente tabla.

MALLA ASTM	% QUE PASA
1/2"	100
3/8"	95 – 100
1/4"	45-65
Nº 4	36-48
Nº 6	20-37
Nº 8	10-30
Nº 10	0-10

**Tabla 7-7: Materiales granulares para bacheos mecanizados. Fuente: M.C. v. 2022.**

### 7.2.2.2 Procedimientos de Trabajo

#### 7.2.2.2.1 Bacheo Manual

Consiste en la remoción manual de la zona deteriorada, la limpieza de las paredes resultantes, para posteriormente colocar un imprimante o un riego de liga, para finalizar con la colocación de una mezcla asfáltica tratamiento superficial, según corresponda.

#### Remoción del área deteriorada

Se deberá delimitar el área para remover de marcándola con pintura. Será de forma rectangular y comprenderá toda la zona deteriorada que presente fallas o un bache, incluyendo 300 mm de pavimento en buenas condiciones.

Las mezclas asfálticas deberán cortarse para que las paredes queden verticales, se utilizará para ello cortadores de pavimento.

La remoción alcanzará una profundidad en que las mezclas no presenten signos de agrietamiento o fisuras y en el caso de baches, alcanzar como mínimo hasta el punto más profundo de él.

#### Relleno

Las paredes y fin de la zona en que se realizó la remoción, deben limpiarse mediante un barrido enérgico, que elimine todas las partículas sueltas y luego, de preferencia mediante soplador retirar el polvo. Las paredes deben quedar firmes y perfectamente limpias.

Luego la superficie se recubrirá con el gigante que corresponda, para ello se utilizarán escobillones u otros elementos similares que permitan esparcirlo uniformemente. Su ejecución no debe efectuarse si hay neblina o lluvia.

#### Colocación de la Mezcla Asfáltica

La mezcla se extenderá y nivelará mediante rastrillos. En los extremos, y coincidiendo con las líneas de corte de la zona, se deberá recortar la mezcla de manera de dejar las paredes verticales y retirar cualquier exceso. La compactación deberá realizarse con

rodillo neumático o liso de 3 a 5 t de peso. El bache deberá quedar nivelado entre la zona reparada y el pavimento que la rodea sobresaliendo 3 mm como máximo tolerable.

#### **7.2.2.2.2 Bacheo Mecanizado**

Esto se refiere a las labores de bacheo superficial realizadas mediante un equipo especialmente diseñado, que secuencialmente prepara, limpia el área afectada, colocando imprimante o riego de liga a presión y rellena y compacta el bache mediante una mezcla asfáltica.

Para esto son aplicables los mismos requisitos del numeral anterior.

#### **7.2.2.2.3 Parche Superficial**

Consiste en la colocación de una capa de mezcla asfáltica directamente sobre una zona de pavimento dañado, pero no esencialmente estable. Este parche se construirá en todo el ancho de la pista a reforzar.

El área reparar debe estar limpia para enseguida proceder a colocar un riego de liga. El riego deberá colocarse mediante medios mecánicos o manuales que garantice una distribución uniforme.

El parche se construirá con una mezcla en caliente. Las cuñas de empalme se construirán fuera del área afectada, materializándose con una diferencia dependiente de 2%.

El espesor compactado del parche corresponderá al mínimo requerido que en ningún caso será inferior a 40 mm. La densidad deberá alcanzar como mínimo 97% para mezclas asfálticas en caliente de la densidad de diseño.

### **7.2.3 Bacheo Profundo**

Esta operación se refiere al bacheo de tratamientos superficiales y de una parte severamente deteriorada de la estructura de un pavimento asfáltico, la base y subbase o incluso la subrasante.

#### **7.2.3.1 Materiales**

##### **Bases y Subbases**

Los materiales para bases y subbases deberán cumplir con los requisitos indicados en la siguiente tabla.

DESCRIPCION	CONCRETO ASFALTICO	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ALTO TRANSITO	METODO
Capacidad de Soporte (CBR) al 95% de la D.M.C.S., según el Método descrito en 8.102.7 del MC-V8.	mín. 80%	mín. 100%	mín. 120%	8.102.11
Material Chancado	mín. 50%	mín. 70%	mín. 90%	8.202.6

**Tabla 7-8: Requisitos para bases granulares s/tipo de capa de rodadura. Fuente: M.C. v. 2022.**

## Ligantes

Estos deberán cumplir con los requisitos entregados en la siguiente tabla.

ENSAYE	EXIGENCIA	METODO
Viscosidad Saybolt Universal a 25°C (sSU)	20 – 100	8.302.12
Punto Inflamación (°C)	Min. 90	8.302.9
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	960 – 980	8.302.2
Destilación		
Residuo (%)	Min. 20	8.302.5
Aceite (%)	Máx. 15	8.302.5
Ensaye en el residuo		
Flotación a 50°C (s)	Min. 60	ASTM-D139

**Tabla 7-9: Requisitos emulsión imprimante. Fuente: M.C. v. 2022.**

Como riego de liga se utilizarán emulsiones asfálticas tipo CSS-1 o CSS-1h.

## Mezclas Asfálticas

En la reparación de pavimentos de concreto asfáltico se utilizará lo especificado en 7.2.2.1: Mezclas Asfálticas.

### 7.2.3.2 Procedimientos de Trabajo

Se deberá delimitar el área o remover marcándola con pintura en forma rectangular, incluyendo toda la zona deteriorada y unos 300 mm de pavimento en buenas condiciones.

Las mezclas automáticas deberán ser cortadas para que las paredes queden verticales, se deberá retirar todas las capas asfálticas y continuar con la base y subbase hasta encontrar una superficie firme y densa.

Cuando la profundidad del bacheo considere la subbase, se deberá optar por reemplazar la base y su base con material de tipo base., las bases y sus bases deben cortarse de manera que sus paredes queden con una inclinación del orden de 1:3 (H:V) hacia dentro, de manera que sirvan de apoyo firme al material que se agregará, las capas deberán compactarse. En caso que el espesor de la capa a compactar sea menor a 100 mm se deberá escarificar hasta obtener un espesor de capa de 100 mm para proceder a su compactación.



En caso que el espesor del material de base removido sea menor a 30 mm de profundidad podrá reemplazarse con mezclas asfálticas en todo el espesor del bache.

Antes de colocar la mezcla asfáltica de relleno deberá verificarse que la emulsión de la liga haya quebrado, y que la imprimación haya penetrado según lo especificado.

La mezcla se colocará en capas de espesor de acuerdo al sistema de compactación disponible.

El material se extenderá y nivelará mediante rastrillos restituyendo las pendientes originales y colocando la cantidad adecuada.

En los extremos y coincidiendo con las líneas de corte de la zona, se deberá recortar la mezcla de manera de dejar paredes verticales y retirar cualquier exceso.

La compactación deberá realizarse con rodillo neumático de peso adecuado.

Los procedimientos que se utilicen para realizar los trabajos no deberán afectar en forma alguna otras áreas del pavimento.

#### **7.2.4 Colocación de Sellos Bituminosos**

Se refiere a la aplicación de un recubrimiento sobre un pavimento existente con un riego asfáltico solo o combinado con algún agregado.

##### **7.2.4.1 Materiales**

#### **Ligantes**

- El tipo de asfalto a emplear será C-24 o C-14, de preferencia con incorporación de polímeros.
- Para sellos tipo riego neblina y lechadas asfálticas se deberán utilizar emulsiones de quiebre lento tipo CSS-1, CSS-1h, SS1 o SS-1h.
- Para sellos de agregado y sello localizado con gravilla se deberán emplear emulsiones tipo CRS-1 o CRS-2 y RS-2.
- Para microaglomerados en frío se usarán solo emulsiones de quiebre controlado modificados con polímeros.

#### **Áridos**

- Para lechadas y sello localizado, deberán cumplir con las siguientes tablas:

ENSAYE	EXIGENCIA	MÉTODO
Equivalente Arena	Mín. 45%	8.202.9
Azul de Metileno	Informar	NLT 171 ó EN 933
Índice Plasticidad	NP	8.102.4
Adherencia Riedel-Weber	0 - 5	8.302.30
Índice de Trituración Total	Max 3,5%	8.202.8
Adherencia Método Estático	Mín. 95%	8.302.29
Partículas Chancadas	mín. 90%	8.202.6

**Tabla 7-10: Requisitos de los áridos para lechada asfáltica. Fuente: M.C. v.2022.**

TAMICES		BANDAS GRANULOMÉTRICAS PORCENTAJE EN PESO QUE PASA			
(mm)	(ASTM)	Tipo A-1	Tipo B-1	Tipo C-1	Tipo D-1
12,5	(1/2")				100
10,0	(3/8")		100	100	85 - 98
5,0	(N°4)	100	85 - 95	70 - 90	62 - 80
2,5	(N°8)	85 - 95	62 - 80	45 - 70	41 - 61
1,25	(N°16)	60 - 80	45 - 65	28 - 50	28 - 46
0,63	(N°30)	40 - 60	30 - 50	18 - 34	18 - 34
0,315	(N°50)	25 - 42	18 - 35	12 - 25	11 - 23
0,16	(N°100)	15 - 30	10 - 24	7 - 17	6 - 15
0,08	(N°200)	10 - 20	5 - 15	5 - 11	4 - 9

**Tabla 7-11: Granulometrías de los áridos para lechada asfáltica. Fuente: M.C. v.2022.**

La granulometría A-1 es útil para el sellado de grietas y para sello fino como primera capa. Las granulometrías B-1 y C-1 se pueden emplear como sello para aumentar la textura. La D-1 se usará sobre tratamiento superficial simple.

- Los áridos para microaglomerados en frío se ajustarán a lo especificado en punto anterior.

### Filler

Para lechadas asfálticas y microaglomerados si se requiere adicionar filler de aportación, éste deberá estar constituido por polvo mineral fino, tal como cemento hidráulico, cal u otro material inerte de origen calizo, libre de materia orgánica y partículas de arcilla.

### Agua

El agua a utilizar deberá ser potable o de una fuente de origen conocido y procedencia fija, que sea compatible con la mezcla. Deberá estar libre de materias orgánicas sales nocivas y otros contaminantes.

### 7.2.4.2 Procedimientos de Trabajo

La superficie por tratarse barrerá cuidadosamente hasta eliminar toda basura, polvo, barro y otros materiales sueltos.

#### 7.2.4.2.1 Riego Neblina

Cuando se deba mantener el tránsito el riego deberá efectuarse en una mitad de la calzada. El riego de la segunda mitad solo deberá comenzar cuando el de la primera haya quebrado completamente y se encuentre el pavimento en condiciones de ser entregado al tránsito.

Las emulsiones se deberán aplicar diluidas en agua en porción 1:1, y a razón de 0,5 a 1,0 kg/m<sup>2</sup> de superficie. La dosis mayor se aplicará sobre las superficies muy abiertas y oxidadas. La dosis definitiva será determinada en terreno.

Las emulsiones diluidas se aplicarán a una temperatura entre 20 y 50 °C.

El asfalto deberá distribuirse uniformemente sobre toda la superficie a tratar.

Para superficies pequeñas se podrán utilizar barras regadoras manuales

#### 7.2.4.2.2 Sello de Agregados y Sello Localizado con Gravilla

El asfalto deberá aplicarse mediante un distribuidor a presión, la temperatura entre 60 y 75 °C, cuando la superficie a sellar esté limpia y seca. En los lugares de comienzo y término de los riegos asfálticos se deberá colocar una protección transversal al eje del camino, compuesta por una tira de papel o cartón de mínimo 0,80 m de ancho. Una vez utilizado este deberá ser retirado de inmediato. El asfalto se aplicará de manera tal que las juntas longitudinales del sello bituminoso a construir coincidan con las mismas del pavimento existente. Se deberá verificar la tasa de aplicación del riego cada 500 m de sello por pasada.

#### 7.2.4.2.3 Lechada asfáltica y sello localizado con lechada

Una vez limpia la zona deberá ser tratada uniformemente mediante un riego de Liga de acuerdo con la siguiente tabla.

Superficie Soportante	Dosis Riego de Liga Ligante residual kg/m <sup>2</sup>
Mezcla asfáltica extendida reciente	Sin riego
Mezcla envejecida con presencia de microfisuración	Min. 0,2 kg/m <sup>2</sup>
Mezcla fisurada (previo sellado de grietas)	Min. 0,3 kg/m <sup>2</sup>

**Tabla 7-12: Riego de liga. Fuente: M.C. v.2022.**

Ahuellamientos menores que 1 cm se deberán corregir pasando la caja distribuidora a ras del pavimento en las zonas ahuelladas, utilizando una lechada con áridos del tipo A-1.

La mezcla será preparada en un equipo mezclador móvil con sistema de control automático.

La lechada asfáltica deberá colocarse mediante un vehículo con una caja espaciadora incorporada capaz de cubrir el ancho de una pista.

No se deberá colocar ninguna mezcla cuya emulsión hubiera quedado antes de las operaciones de esparcido ni cuando existan demoras de más de 30 minutos entre la preparación de la mezcla y su colocación.

No deberá colocarse lechada asfáltica cuando las temperaturas atmosféricas o de la superficie sean inferiores a 10 °C o durante tiempo inestable.

#### 7.2.4.2.4 Microaglomerados en Frío

Deberá dosificarse por abrasión en medio húmedo (AMH), considerando una pérdida máxima de 400 g/m<sup>2</sup> y el ensaye de Rueda de Carga, en el que el máximo de arena adherida corresponderá al indicado en la siguiente tabla.

Rango TMDA Vehículos/día	ADHESIÓN DE ARENA g/m <sup>2</sup> máx.
≤ 1.000	650
>1.000	540

**Tabla 7-13: Cantidad máxima de arena adherida para verificar diseño según método de rueda de carga. Fuente: M.C v. 2022.**

Los procedimientos de colocación responderán lo indicado para anteriormente para lechadas asfálticas.

#### 7.2.5 Nivelación de Bermas Granulares no Revestidas en Pavimentos Asfálticos

La operación se refiere a la reparación de bermas granulares no revestidas en calzadas con pavimento asfáltico, que se encuentran desniveladas respecto del borde del pavimento, que estén deformadas o que su geometría no se ajusta al perfil transversal y longitudinal del pavimento.

Se recomienda esta operación cuando exista un desnivel entre el pavimento y la berma superior a 30 mm, ya que pone en riesgo la estabilidad de los vehículos. Esta condición afecta negativamente al pavimento, ya que lo deja sin apoyo lateral, lo que origina grietas de borde.

##### 7.2.5.1 Materiales

Este corresponderá a material de recebo y será de acuerdo a lo indicado en el punto 7.1.1.1 del presente documento.

### **7.2.5.2 Procedimientos de Trabajo**

Sí marcará la zona que se presenta desnivelada respecto del borde del país viento o que se encuentra en mal estado. La zona a reparar deberá cubrir todo el ancho de la berma, incluyendo el sobre ancho de compactación si lo hubiere y, en sentido longitudinal, quedará delimitada por líneas normales al eje del camino.

En el borde exterior de la zona deberán colocarse estacas u otras marcas que definan tanto el límite del área por recebar como la cuota a que debe quedar.

La pendiente transversal de la berma no tratada estará comprendida entre 4 y 6% entramos rectos; en curvas se ajustará de manera que la diferencia entre el peralte y la pendiente de la berma no supere 8%.

El área a tratar será escarificada sin dañar el pavimento adyacente, el escarificado deberá tener una profundidad que permita que la capa de recebo sea compatible debiendo retirar todas las piedras de tamaño superior a 40 mm.

La compactación del recebo deberá alcanzar al menos 95% de la DMCS u 80% de la DR.

### **7.2.6 Nivelación de Bermas Revestidas con Asfalto**

Se refiere a la reparación de ver más pavimentadas que se encuentren desniveladas respecto del borde del pavimento, que estén deformadas o que su geometría no se ajuste al perfil transversal y longitudinal de la calzada.

#### **7.2.6.1 Materiales**

Los materiales granulares se ajustarán a lo dispuesto en la sección de imprimación, tratamiento superficial o a la capa de mezcla asfáltica.

#### **7.2.6.2 Procedimientos de Trabajo**

Se demarcará la zona que se presenta desnivelada respecto del borde del pavimento. La zona puede ser menor que el ancho total de la berma siempre que pueda dársele una pendiente transversal adecuada en todo el ancho; los extremos se delimitarán por líneas normales al eje del camino.

En la zona demarcada deberán colocarse estacas u otras marcas que definan el área a reemplazar y las cuotas a que debe quedar.

La pendiente transversal de la berma estará comprendida entre 4 y 5% en tramos rectos; en curvas se ajustará de manera que la diferencia entre el peralte y la pendiente de la berma no supere un 8%.

El área a tratar será cortada utilizando sierras o alguna herramienta que permita dejar cortes limpios sin dañar el pavimento existente, con paredes verticales.

Una vez removido el pavimento de la berma, la base se escarificará hasta la profundidad necesaria para lograr una capa de recebo compactable.

### 7.2.7 Imprimación Reforzada

Esta operación describe la colocación de un recubrimiento tipo imprimación reforzada sobre una base granular.

#### 7.2.7.1 Materiales

Para la imprimación de la base se utilizarán emulsiones imprimantes que cumplan con lo que se especifica en la Tabla 7-9.

Para la imprimación se podrán utilizar emulsiones asfálticas de quiebre lento, de residuo blando o duro, siempre que antes de utilizarlas se hagan canchas de prueba para verificar su comportamiento, especialmente en lo relativo a la dosis necesaria para lograr la penetración requerida.

La arena será no plástica, libre de impurezas y materia orgánica, cuya banda granulométrica se ajuste a la Tabla 7-14 y cumpla con lo expuesto en la Tabla 7-15.

TAMICES (mm)	(ASTM)	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA
10	(3/8")	100
5	(Nº4)	85 - 100
0,08	(Nº200)	0 - 5

**Tabla 7-14: granulometría de las arenas. Fuente: M.C. v. 2022.**

ENSAYE	REQUISITO	METODO
Desintegración en Sulfato de Sodio	Máx. 12%	8.202.17
Adherencia Método Estático	Mín. 95%	8.302.29

**Tabla 7-15: Requisitos de los Agregados. Fuente: M.C. v. 2022.**

#### 7.2.7.2 Procedimientos de Trabajo

Se deberá contar con una superficie apta, es decir, base compactada en su espesor total hasta alcanzar un 90% de la DMCS. Las aplicaciones de asfalto se efectuarán cuando la temperatura atmosférica y de la base por tratar sean adecuadas para el producto a utilizar según sus especificaciones, a razón de 0,8 a 1,5 kg/m<sup>2</sup>.

Terminada la aplicación del asfalto y transcurrido el tiempo requerido para su curado, se continuará con la compactación de la base hasta alcanzar como mínimo 95% de la DMCS u 80% de la DR.

Luego se hará una segunda aplicación de asfalto con emulsión CRS-2, a razón de 1,0 a 1,5 kg/m<sup>2</sup>, sobre la cual se esparcirá una capa de arena a razón de 8 a 11 kg/m<sup>2</sup>.

La capa de arena deberá compactarse inmediatamente después de extendida mediante rodillos de ruedas neumáticas. Todo punto de la superficie deberá recibir un número

suficiente de pasadas de rodillo, hasta obtener un perfecto acomodo de las partículas de arena. En todo caso se exigirá un mínimo de 3 pasadas completas de rodillo, tras lavando cada pasada con la precedente por lo menos en 0,50 m.

La imprimación reforzada podrá ser entregada al tránsito una vez que la mezcla haya quebrado y no se deforme con el paso de los vehículos.

### **7.2.8 Reposición de Capa de Rodadura de Concreto Asfáltico**

Consiste en la colocación de mezcla asfáltica en sectores que se encuentran definidos con el objeto de reponer el pavimento dañado o como refuerzo del pavimento existente.

#### **7.2.8.1 Materiales**

El concreto asfáltico está compuesto por una mezcla de agregados pétreos, relleno (filler), y ligante asfáltico, y será preparada en caliente en una planta especialmente diseñada para este efecto.

#### **7.2.8.2 Procedimientos de Trabajo**

Se deberán primeramente definir los sectores a reponer o recapar, teniendo en consideración la cantidad de baches y agrietamientos que presente el pavimento. Dependiendo de esto se identificarán sectores que puedan considerar fresado de la superficie existente, capa nivelante para pavimentos ahuellados, un sellado de grietas y un bacheo superficial profundo, o lo que corresponda.

Las características del concreto asfáltico cómo espesor y densidad serán determinadas mediante el análisis de testigos.

La superficie sobre la que se colocará la mezcla deberá estar seca o ligeramente húmeda, en ningún caso se pavimentará sobre superficies congeladas, cuando la temperatura sea inferior a 5 °C o con tiempo brumoso o lluvioso.

Cuando la temperatura ambiente descienda de 10 °C, deberán tomarse precauciones especiales para controlar la temperatura de compactación.

El equipo mínimo a disponer para colocar una mezcla será el siguiente:

- Terminadora autopulsada, que deberá estar equipada con elementos que permitan controlar el espesor de la capa automáticamente, siendo capaz de absorber cualquiera deficiencia de la capa inferior.
- Rodillo tándem de 2 ruedas de acero.
- Rodillo neumático
- Equipos menores, medidor manual de espesor, rastrillos, palas y otros.

Una vez esparcidas, enrasadas y alisadas las irregularidades de la superficie, la mezcla deberá compactarse hasta que alcance una densidad promedio no inferior a 97% del abstenida en la dosificación.

En caso de bermas, la exigencia de compactación será no inferior a 96%.

La cantidad, peso y tipo de rodillos que se empleen deberá ser el adecuado para alcanzar la compactación requerida dentro del lapso de tiempo durante la cual la mezcla es trabajable.

La compactación deberá comenzar por los bordes más bajos para proseguir longitudinalmente en sentido paralelo con el eje del camino, trasladando cada pasada en la mitad del ancho del rodillo de manera de avanzar gradualmente hacia la parte más alta del perfil transversal. En las curvas con peralte la compactación deberá comenzar por la parte más baja y progresar hacia la parte más alta con pasadas longitudinales paralelas al eje.

Los rodillos deberán desplazarse lenta y uniformemente con la rueda motriz hacia el lado de la terminadora. La compactación continuará hasta eliminar toda marca de rodillo y alcanzar la especificación desde densidad requerida.

Para evitar la adherencia del concreto asfáltico a los rodillos, las ruedas deberán mantenerse húmedas.

En superficies reducidas la contratación se realizará por medio de pisones manuales, alisadores o pisones mecánicos previamente calentados.

El concreto asfáltico que quede suelto, este frío, o contaminado con algún desecho deberá desecharse y sustituirse por mezcla nueva caliente.

La superficie de la capa deberá presentar una textura homogénea, uniforme y exenta de segregaciones, para entregar una adherencia adecuada.



## **8 SEGURIDAD VIAL**

### **8.1 Limpieza de Señales**

Esta operación se refiere a la limpieza de la cara donde se encuentran los símbolos y leyendas de una placa de señalización, tanto vertical como montada en un pórtico, incluyendo postes y estructuras soportantes.

#### **8.1.1 Materiales**

Se utilizará cualquier material que no dañe ni perjudique la vida útil de la señal.

#### **8.1.2 Procedimientos de Trabajo**

Se utilizará cualquier procedimiento de trabajo que asegure una perfecta limpieza de la señal, cómo podrá ser mediante escobillado o aplicación de algún líquido limpiador a presión.

Los procedimientos que se utilicen para realizar los trabajos especificados no deberán en forma alguna afectar al pavimento, las bermas y demás elementos del camino.

### **8.2 Reacondicionamiento de Señales Verticales Laterales**

Especifica los trabajos requeridos para reacondicionar o reparar señales verticales laterales y sus elementos constituyentes.

Esta operación considera reutilización de los elementos que presenten torceduras menores pero que puedan ser enderezadas y de los postes en buenas condiciones.

#### **8.2.1 Materiales**

Elementos retrorreflectantes, las leyendas, letras, ribetes, números, flechas, pictogramas y símbolos se materializan mediante láminas retrorreflectantes de colores y formas según se indica en la normativa de tránsito vigente.

Pernos y otros materiales, según ha indicado en estándar y normativa.

Pinturas. En las placas y postes no galvanizados se empleará pintura anticorrosiva sintética y esmalte alquid-fenólico compatible con el anticorrosivo, color gris perla.

Hormigón. El hormigón de la fundación será grado G17.

#### **8.2.2 Procedimientos de Trabajo**

##### **Postes**

Solo deberán reutilizarse postes que no presenten torceduras ni dobleces, por lo que, si resulta necesario removerlos deberán utilizarse procedimientos que le eviten todo daño innecesario. Se aceptarán postes con abolladuras, siempre que no impliquen torceduras; serán aceptables cuando no se desvíen, en ningún sentido, en más de 0,01 m respecto de una línea recta teórica.

La readecuación implica una limpieza completa retirando todo vestigio de hormigón, pintura suelta, herrumbre y cualquier otra sociedad. Se removerán todas las materias extrañas o perjudiciales, sean grasas, aceites, lubricantes de corte y toda presencia de material soluble o contaminante de la superficie de acero, utilizando todo lo que sea necesario, como solventes, emulsiones, compuestos de limpieza, limpieza vapor, o materiales similares y métodos que ejerzan una acción disolvente o de limpieza. La herrumbre y la pintura suelta se eliminarán mediante raspado y cepillado manual con escobilla de acero.

Una vez limpios los postes no galvanizados, se pintarán con dos capas de anticorrosivo aplicado con pistola, cada una de color diferente de 50 µm de espesor total mínimo de película seca, y se terminarán con dos capas de esmalte alquid-fenólico compatible con el anticorrosivo, color gris perla, aplicado con pistola, de 50 µm de espesor total mínimo, o según lo indicado en el proyecto.

### **Placas**

Solo deberán reutilizarse placas en buen estado, que solo presenten torceduras, dobleces o abolladuras menores, que no impidan afianzarlas perfectamente a los elementos de sustentación.

Las placas deberán limpiarse completamente, retirando todo vestigio de grasas, pintura, láminas reflectantes, escamas de laminación, herrumbre, pinturas sueltas o mal adheridas y cualquier otra suciedad. A esos efectos, se empleará todo lo que sea necesario, como cepillos de alambre mecánicos, herramientas mecánicas de impacto, esmeriladoras mecánicas o una combinación de ellos.

Al término de la limpieza, la superficie deberá presentarse rugosa y con un claro brillo metálico.

En este tipo de limpieza debe cuidarse de no bruñir la superficie metálica, al fin de lograr una buena adherencia de la pintura a la base.

En caso de placas galvanizadas los procedimientos deberán asegurar que el galvanizado no se ha removido.

Una vez limpias, las placas no galvanizadas recibirán por el reverso un tratamiento anticorrosivo de cuatro capas similar que para los postes. Por el anverso solo se aplicarán las dos capas de anticorrosivo.

Las placas deberán cubrirse por el anverso con láminas retrorreflectantes. Estas láminas, incluyendo los requisitos de tipo, color, contraste y niveles mínimos de retrorreflectancia, deberán cumplir con los requisitos entregados en el Manual de Diseño Vial.

Los bastidores que se reutilicen tendrán el mismo procedimiento de limpieza y pintado indicados para los postes.

Los pernos utilizados para fijar las placas a los postes, se afianzarán mediante un sellante epoxi dispuesto en su base, evitándose el uso de cualquier otro método de inutilización del hilo de ellos como soldadura, doblado o borrado mecánico del hilo, por el potencial daño a la protección otorgada por el galvanizado que los recubre.

Durante el tiempo que tarde el reacondicionamiento, se deberá procurar mantener en el mismo lugar una señal provisoria que cumpla la misma función que la retirada o en reparación.

### **8.3 Reemplazo de Señales Verticales**

La operación específica trabajos requeridos para reemplazar total o parcialmente señales verticales laterales, que no puedan reacondicionarse mediante otras operaciones.

#### **8.3.1 Materiales**

Los materiales serán los correspondientes para Placas, Postes y estructuras de sustentación, pernos, bastidores y hormigón para fundación.

#### **8.3.2 Procedimientos de Trabajo**

##### **Remoción de la señal existente**

La señal por reemplazar deberá removerse, empleando procedimientos que le eviten todo daño innecesario, empleando procedimientos que le eviten todo daño innecesario, en especial, si ella admite una reparación en taller.

Primeramente, la placa deberá desmontarse de él o los postes, de manera de evitarle torceduras; en seguida, si se va a reemplazar el poste, se excavará alrededor del o los postes, de manera de retirarlos, incluso con el hormigón de empotramiento, sin someterlos a esfuerzos que pudieran dañarlos.

En el caso de estructuras de sustentación reticuladas o tubulares, se emplearán los medios necesarios para removerlas, adaptándose las medidas de seguridad para ello.

##### **Colocación de la señal nueva**

Salvo que por proyecto se determine que en el lugar deba colocarse una señal diferente, la señal de reemplazo será similar a la retirada, debiendo cumplir con la normativa vigente.

### **8.4 Provisión e Instalación de Señalización Vertical**

Comprende la instalación y provisión de señalización el tipo vertical lateral incluyendo todos sus elementos.

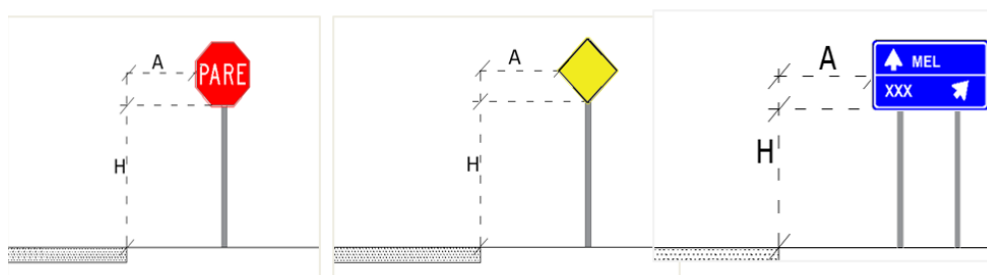
#### **8.4.1 Materiales**

Los materiales serán los correspondientes para Placas, Postes y estructuras de sustentación, pernos, bastidores y hormigón para fundación.

### 8.4.2 Procedimiento de Trabajo

Todas las señales deben estar instaladas al lado derecho de la vía. En lo que se refiere a la separación y altura dependerá del tipo de camino donde se instalarán. Las dimensiones se representan en la

**Figura 8-1: Emplazamiento de señales verticales. Fuente: SETRAM 2023.**



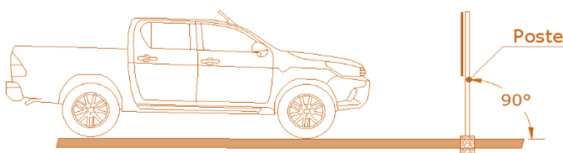
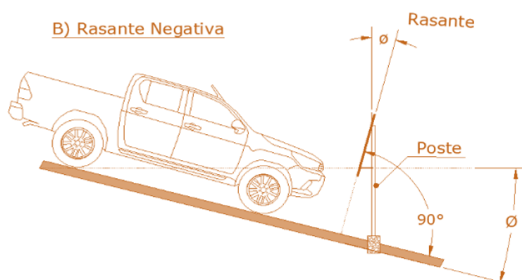
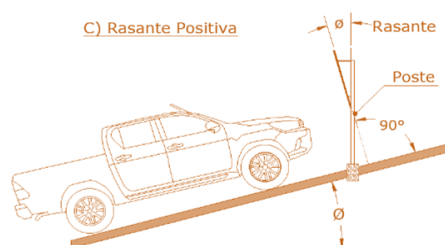
**Figura 8-1: Emplazamiento de señales verticales. Fuente: SETRAM 2023.**

TIPO DE CAMINO	A(m)	H(m)	
	Mínimo	Mínimo	Máximo
Pavimentado	2.5	1.5	2.2
No Pavimentado	2.0	1.5	2.2

**Tabla 8-1: Altura y espaciamento de señales de tránsito. Fuente: M.C. v.2022.**

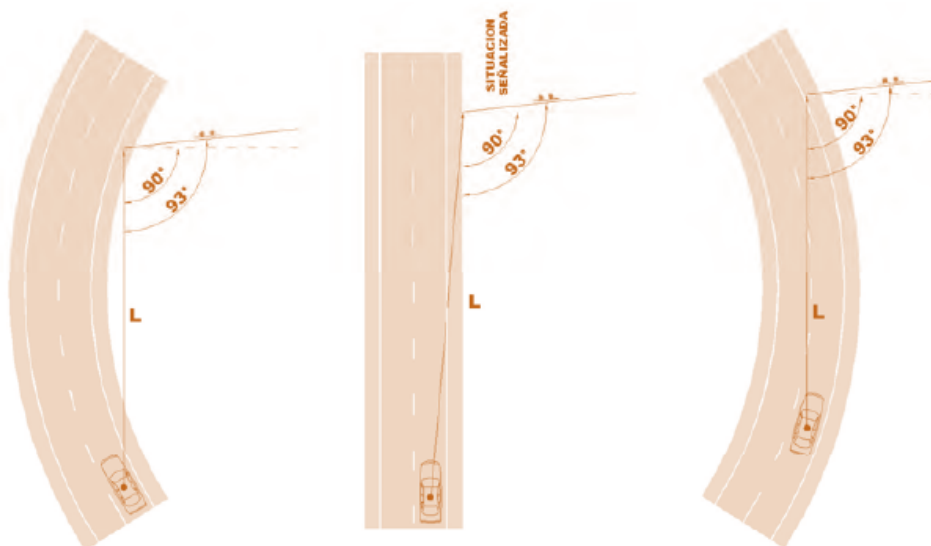
### 8.4.3 Orientación de las señales

Todas las señales se colocarán de forma tal que el plano frontal de la señal y la perpendicular al eje del camino formen un ángulo de 90° y con respecto al alineamiento o eje del camino un ángulo comprendido entre 0 y 5 grados, con el fin de permitir una óptima visibilidad al conductor (Ver Figura 8-2)

A) Rasante HorizontalB) Rasante NegativaC) Rasante Positiva

**Figura 8-2: Orientación de las señales (Perspectiva vertical). Fuente: SETRAM 2023.**

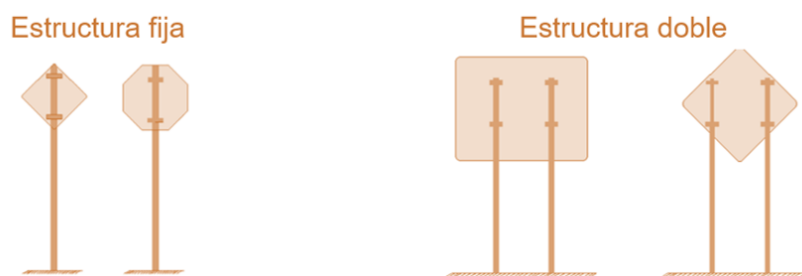
Para evitar encandilamiento o dificultades para una adecuada comprensión del mensaje de la señal, se deberá instalar la placa de manera tal, que ésta y una línea paralela al eje de la calzada, formen un ángulo levemente superior a  $90^\circ$  recomendándose un valor de  $93^\circ$ , según se puede apreciar en la Figura 8-3.



**Figura 8-3: Orientación de las señales (Perspectiva Horizontal). Fuente: M.C. v.2022.**

#### 8.4.4 Estructura de soporte.

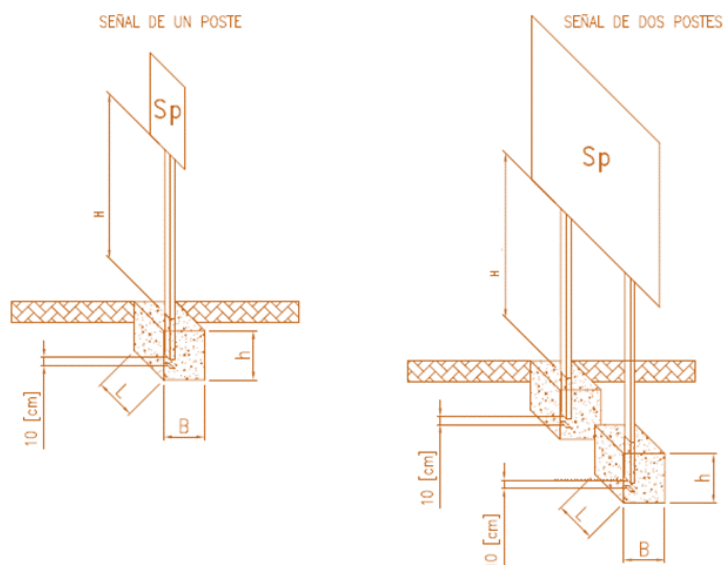
Las estructuras de soporte para las señales verticales estarán formadas por una lámina galvanizada, postes, marcos, armaduras, entre otras, diseñados con la finalidad de soportar y dar rigidez a los tableros y demás elementos que pudieran tener dichas señales, dependen de su tipo, tamaño, ubicación y características del terreno, así como a las acciones y cargas proporcionadas por el viento a las que estarán sujetas. Puede ser de estructura simple fija o doble. (Ver Figura 8-4)



**Figura 8-4: Tipos de estructuras de soporte. Fuente: M.C. v.2022.**

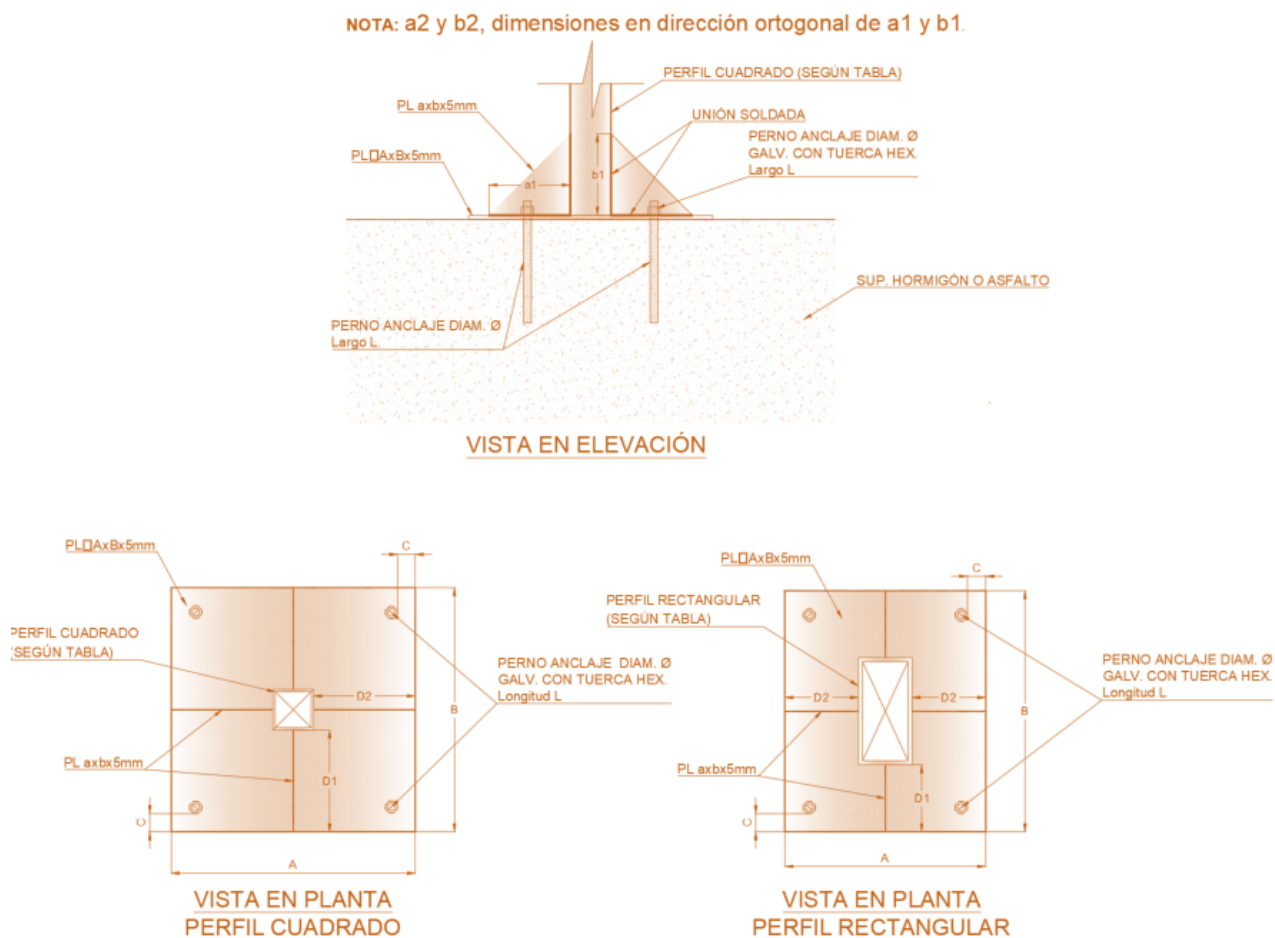
La elección del tipo de estructura viene dada, por el área de la superficie de la señal, para ello se toman en cuenta lo descrito en la siguiente tabla.

Superficie Sp m <sup>2</sup>	Sustentación		Fundación		
	Nº de postes	Perfil Tipo	B (cm)	L (cm)	H (cm)
Sp ≤ 0.5*	1*	Ω ó 40x40x5*	40*	40*	40*
Sp ≤ 1	1	Ω ó 50x 50x4	60	60	60
1 < Sp ≤ 2	2	Ω ó 80x 40x3	70	60	60
2 < Sp ≤ 3	2	80x 40x3	80	60	60
3 < Sp ≤ 7	2	100x 100x4	100	80	80
7 < Sp ≤ 12	2	150x100x5	140	100	100
Sp: corresponde a la superficie dada por la señal *Válido solamente para elementos de apoyo. (delineadores verticales, señal de Paso obligado, hitos de arista). Si Sp > 1 m <sup>2</sup> o si la dimensión mayor supera un metro, se requiere el uso de un bastidor.					

**Tabla 8-2: Parametrización de postes y fundaciones. Fuente: M.C. v.2022.****Figura 8-5: Fundación y sustentación de señales. Fuente: M.C. v.2022.**

En ocasiones en que la señal deba ser instalada en estructuras existentes o pavimentos, de materialidad rígida o flexible (hormigón o asfalto), para esto, se podrá considerar un método de anclaje alternativo, el cual deberá ser utilizado sólo en casos debidamente justificados.

El anclaje se realizará por medio de placa base, rigidizadores y pernos de anclaje, según se muestra en la siguiente imagen.



**Figura 8-6: Anclaje de poste de señal a hormigón o asfalto. Fuente: SETRAM 2023.**

Los perfiles a utilizar responderán a lo indicado en la siguiente tabla, en función de la superficie de señal a soportar.

Superficie Señal [m <sup>2</sup> ]	N° Postes	Tipo Perfil	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	a1 [mm]	a2 [mm]	b1 [mm]	b2 [mm]	φ Pernos [Pulg.]	L Perno [mm]
Sp ≤ 1	1	□ 50x50x4	200	200	25	75	75	75	75	75	75	3/8	200
1 < Sp ≤ 2	2	□ 80x40x3	140	180	30	60	55	55	60	55	60	3/8	200
2 < Sp ≤ 3	2	□ 8040x3	140	180	30	60	55	55	55	55	55	3/8	200
3 < Sp ≤ 7	2	□ 100x100x4	300	300	35	100	100	100	100	100	100	5/8	250
7 < Sp ≤ 12	2	□ 150x100x5	300	330	40	90	100	100	90	100	90	5/8	250

**Tabla 8-3: Tipos de perfil según tamaño de señal a soportar. Fuente: SETRAM 2023.**



#### 8.4.5 Materiales base de señales

Existe una amplia gama de materiales para utilizar como base de la placa de señal. Sin embargo, se mencionan sólo los más utilizados, susceptibles de ser utilizados en la red vial. Se utilizan como base de la placa de la señal en forma directa, cortando el trozo de plancha para ser utilizados o conformando perfiles o módulos, que se arman para configurar la medida necesaria para la señal (Ver Tabla 8-4). La fijación de las placas a la estructura se puede materializar mediante remaches POP y/o cintas de doble contacto.

Material	Tipo/Espesor	Uso
<b>Acero*</b>	Plancha 1 mm	Letreros sobre 1 m <sup>2</sup> de superficie
	Plancha de 1.5 mm	Letreros sobre 1 m <sup>2</sup> de superficie
	Planchas de 2.5 mm	Placas de señales de superficie hasta 1 m <sup>2</sup>
	Perfiles o lamas de 1.2 mm	Señales sobre 7 m <sup>2</sup>
<b>Acero Corten</b>	Plancha 2 a 3 mm	Uso estético
<b>Aluminio</b>	Con borde perimetral según EN-899-12899	Placas hasta 1 m <sup>2</sup>
	Plancha de 3 mm	Placas hasta 2 m <sup>2</sup>
<b>Aluminio compuesto Panel mixto Al- polímero Al</b>	Placa de 3 mm	Letreros
	Placa de 4 mm	Placas hasta 1 m <sup>2</sup>
	Placa de 5 mm o más	Placas de más de 1 m <sup>2</sup>
<b>Polímeros, fibra</b>	PVC, policarbonato	Solo señales de obras
<b>Telas, vinilos</b>	Variable	Señales de obras y emergencias
<i>*Requiere tratamiento corrosivo. Consultar 5.702.201, Manual de Carreteras, 2022.</i>		

**Tabla 8-4: Materiales base de señales verticales. Fuente: M.C. v.2022.**

El control de calidad de la señalización vertical incluirá la verificación de la calidad de los materiales, el cumplimiento de los estándares de forma, color, tamaño, diagramación, retrorreflectancia, luminancia, etc. De las señales verticales y el control de su correcto emplazamiento.

En los casos de la oración de señales mediante proceso de impresión digital se podrá solicitar la verificación de la calidad y cumplimiento de los materiales retro reflectantes y su conjunto mediante certificación por parte del proveedor de la tecnología.

#### 8.5 Limpieza de Barreras de Contención

Se refiere a la limpieza de las barandas, postes de sujeción, separadores y todos los elementos y accesorios de fijación de la barrera metálica de contención, sean pintadas o de acero galvanizado.

### **8.5.1 Materiales**

Solución Limpiadora. Para lavarse utilizar a cualquier solución limpiadora que no afecte la vida útil ni la protección anticorrosiva de las barreras.

Elementos retrorreflectantes, tendrán las mismas dimensiones, disposición y características de los existentes, y se fabricarán de acero galvanizado en caliente de 2 o 2,5 mm de espesor; la lámina retro reflectante será del tipo alta intensidad.

### **8.5.2 Procedimientos de Trabajo**

#### **Limpieza de barreras**

Las barreras deben contar con un proceso de mantenimiento que garantice la limpieza de sus componentes, especialmente los elementos retrorreflectantes. Para ello se utilizará cualquier procedimiento de trabajo que lo asegure.

#### **Respetado y colocación de pernos**

El reapretado de los pernos existentes incluirá la colocación de los faltantes. Además, con el propósito de impedir robos, se recomienda el uso de un sellante epóxico dispuesto en la base de los pernos, evitándose el uso de cualquier otro método de inutilización del hilo de estos elementos (soldadura, doblado, borrado mecánico del hilo), por el potencial daño a la protección otorgada por el galvanizado que los recubre.

#### **Limpieza de áreas adyacentes**

La limpieza de las áreas adyacentes a la barrera de contención deberá cubrir como mínimo toda la superficie comprendida entre la barrera y el borde exterior de la berma o plataforma y hasta 1 m detrás de la cara posterior de los postes. Adicionalmente, la superficie comprendida hasta 0,8 m por delante de la barrera deberá permanecer plana y sin deformaciones, hoyos u otros defectos que pudieran implicar riesgos adicionales a un vehículo.

La limpieza no deberá alterar la cota del terreno, de tal forma que se mantenga la altura original de la cinta respecto del piso.

### **8.6 Reparación de Barreras Metálicas de Contención No Certificadas**

La operación se refiere a la reparación de barreras metálicas de contención no certificadas. Comprenderá solo cambio de piezas terminales, de elementos de fijación o retrorreflectantes, o también, reemplazo de partes o secciones completas de la barrera.

#### **8.6.1 Materiales**

Contempla los ya indicados para piezas metálicas, hormigón y acero para fundaciones y elementos retrorreflectantes. Además, se incluye Elementos Coloreados para Aumentar

Visibilidad; cuando las condiciones de la ruta y entorno lo requieran, se podrá incorporar en estas barreras elementos coloreados para mejorar su visibilidad.

Su durabilidad se debe asegurar mediante la identificación de los componentes constitutivos de estos elementos de visibilidad adicional, precisando para ello tanto sus materiales bases de acuerdo a normas de calidad, así como aquellos tratamientos o recubrimientos aplicados, los que pueden demostrar su durabilidad mediante pruebas de envejecimiento acelerado.

Estos elementos de mejoramiento de la visibilidad de las barreras deberán proponer tanto su color, materialidad y tratamientos anticorrosivos para la aprobación de la unidad correspondiente.

Para lavar se utilizará una solución limpiadora compatible con la integridad de los materiales.

### **8.6.2 Procedimientos de Trabajo**

Se reemplazarán todos los tramos que presenten desalineamientos a nivel de la baranda, que superen los 100 mm respecto de la línea teórica de emplazamiento, sean motivados por deformaciones de la baranda, torceduras o desplazamientos de los postes de sujeción, u otra causa.

También se reemplazarán las barandas, separadores y piezas terminales que presenten roturas o torceduras y los postes que presenten desviaciones respecto de la vertical superiores que 50 mm en el extremo superior.

En caso de uso de elementos coloreados, se ejecutarán superponiendo dicho elemento a la barrera doble o triple onda según sea el caso, y utilizando los mismos pernos de la barrera para su fijación a esta. Estos elementos deben empalmarse bajo el mismo concepto de la barrera, es decir, el elemento se monta según sea el sentido de la dirección de su tránsito vehicular.

Dependiendo de los radios de curvatura de las barreras, estos elementos deberán ajustarse para mantener la misma disposición de las barandas de los sistemas de contención donde se instalen, de manera que no sobresalgan ni constituyan un riesgo adicional para los usuarios de la ruta.

Cuando se reemplace un tramo completo integrado por elementos no galvanizados, las nuevas barandas deben ser galvanizadas y si, además, se reemplazan todos los postes del tramo, estos también deberán ser galvanizados. En estos casos los postes deben ser hincados, y se colocarán con los elementos separadores entre postes y baranda según sea el caso.

### **8.7 Colocación de Barreras Metálicas Nuevas**

Se refiere a la colocación de barreras metálicas de contención nuevas no certificadas, ya sea en lugares donde previamente no existía un elemento de este tipo, o para reemplazar completamente una barrera destruida.

#### **8.7.1 Materiales**

Todos los componentes de las barreras metálicas de contención deberán ser galvanizados en caliente.

Los elementos retrorreflectantes se fabricarán de acuerdo a lo exigido en la normativa.

#### **8.7.2 Procedimientos de trabajo**

Sistema de contención continuo, compuesto básicamente por una baranda doble onda o triple onda, postes y separadores metálicos (con o sin rieles inferiores, tensores longitudinales y/o disipadores de energía), además de una serie de otros elementos complementarios como pernos, tuercas, golillas, etc.

Cuando se especifiquen barreras metálicas doble onda o triple onda, éstas podrán instalarse tanto en los bordes de la plataforma como en la mediana entre calzadas, los detalles y especificaciones de algunos de ellos se detallan a continuación:

Tipo	Distancia entre postes (m)	Esquema
<b>BML 2N-1</b> Barrera metálica Lateral de doble onda (N.C: Liviano)	1.0 2.0 4.0	
<b>BML 2N-2</b> Barrera metálica Lateral de doble onda con tensor longitudinal (N.C: Medio)	1.0 2.0	
<b>BML 3N-1</b> Barrera metálica Lateral de triple onda con tensor longitudinal (N.C: Medio alto)	1.0 2.0 4.0	

*b.c:* Borde de calzada

*N.C:* Nivel de contención

*Nota:* Cuando no exista berma “c” es la distancia desde el borde la calzada a la cara expuesta de la baranda al tránsito, la cual debe ser mayor o igual a 0.5 m.

**Tabla 8-5: Barrera Metálicas simples. Fuente: M.C. v.2022.**

Tipo	Distancia entre postes (m)	Esquema
<b>BMS 2N-1</b> Barrera metálica simétrica de doble onda (N.C: Liviano)	1.0 2.0 4.0	
<b>BMS 2N-2</b> Barrera metálica simétrica de doble onda con riel inferior (N.C: Medio)	1.0 2.0 4.0	
<b>BMS 3N-1</b> Barrera metálica simétrica de triple onda con riel inferior (N.C: Medio alto)	1.0 2.0 4.0	

**Tabla 8-6: Barrera metálica simétrica. Fuente: M.C. v.2022.**

El torque mínimo de apriete de todos los pernos será de 45 N m.

El ensamble de las secciones de la baranda deberá hacerse de tal forma que los traslapes queden en el sentido del tránsito. No pueden quedar bordes vivos de la baranda y/o pernos mal ajustados enfrentados al tránsito.

#### **8.7.2.1 Fundación y anclaje de barreras metálicas**

En beneficio de la rapidez, costo de instalación y mejor funcionamiento del sistema, la fundación de postes de barreras metálicas se efectuará mediante hincado en terreno, el cual será de 826 mm de profundidad para longitudes de 2,0 m de perfil, de 840 mm para longitudes de 1,7 m y de 690 mm para longitudes de 1,5 m. Mientras que esta profundidad será variable para configuraciones de hincado especiales.

No obstante, debido a que los terrenos presentan características variables, será necesario en ocasiones optar por refuerzos en su fundación o anclajes especiales cuando estos dispositivos se consideren sobre estructuras.

### **8.7.3 Tachas Reflectantes**

Esta operación comprende la provisión y colocación de las tachas reflectantes para la demarcación de pavimentos.

### **8.7.4 Materiales**

#### **Tachas**

Por lo general estos dispositivos son plásticos, cerámicos o metálicos, entre otros materiales. Al menos la cara que enfrenta el tráfico debe ser retrorreflectante.

#### **Adhesivos**

Las tachas se decidirán al pavimento con la resina epóxica que recomienda el fabricante, en función del tipo y estado del pavimento y cumpliendo con los requisitos de la norma ASTM D4280. El adhesivo deberá asegurar un tiempo de secado inferior a 25 minutos y que las tachas no sufran desplazamientos al ser golpeadas por los vehículos después de transcurridas 12 horas desde su colocación.

### **8.7.5 Procedimientos de Trabajo**

La ubicación de las tachas y sus colores se determinarán en conformidad a lo establecido en los planos de señalización y demarcación del proyecto.

El sector de rectas las tachas se ubicarán cada 24 m entre sí en la mitad de los sectores sin demarcar de las líneas segmentadas; se exceptúan los 96 m antes de los principios de curvas y después de los fines de curvas.

En sectores de curvas la distancia entre tachas será de 12 m incluyendo el sector de 96 m antes de los principios de curvas y el sector de 96 m después de los fines de curvas. En caso de que los sectores de 96 m ubicados antes y después de los extremos de las curvas presenten líneas segmentadas, las tachas se ubicarán en la mitad de las zonas sin demarcar de estas líneas.

#### **Colocación**

El área del pavimento donde irá la tacha deberá estar libre de polvo y limpio en general para no afectar la acción de ligante del agresivo.

La superficie se deberá limpiar con un disco esmerilador de grano grueso, mediante chorro de arena o mediante un procedimiento de similar efectividad

El adhesivo se deberá preparar de acuerdo con las instrucciones del fabricante, considerando que las cantidades dependen de la textura de la superficie del pavimento., no se deberá preparar más mezcla adhesiva que la que se pueda utilizar en 10 minutos.

La mezcla adhesiva se deberá aplicar mediante una espátula a la base de la tacheta OA la superficie del pavimento, en una cantidad tal, que cubra totalmente la superficie de contacto sin presentar huecos, más un leve exceso.

Se deberán colocar en su posición tan pronto como sea posible con un procedimiento que asegure que respecto del eje del camino no sufran desviaciones mayores que 2 mm, medidos en los extremos. Una vez instalada la tacheta se deberá presionar hasta que el pegamento salga por los bordes. No se aceptará que el pegamento fluya sobre la cara reflectante de la tacheta.

Las tachetas deberán ser protegidas de golpes por un lapso mínimo de 30 minutos después de colocadas. Además, durante el periodo que dure el proceso de endurecimiento del pegamento, se deberán tomar todas las precauciones para evitar que el tránsito pase sobre las tachetas. Esto podrá ser ayudado con la delimitación por conos o algún otro elemento te ayude.

No se deberán colocar tachetas en las siguientes condiciones:

- Cuando la temperatura del aire o la del pavimento sea igual o inferior a 10 °C.
- Cuando la humedad relativa del aire sea superior a 80%.
- Cuando la superficie del pavimento esté húmeda.
- Antes de 14 días de haber sido entregado al tránsito un pavimento nuevo.
- Antes de la demarcación de los pavimentos.

## **8.8 Limpieza del Pavimento**

Especifica los trabajos requeridos para retirar de la calzada cualquier elemento extraño que pudiera resultar peligroso para los usuarios.

### **8.8.1 Materiales**

Esta operación no requiere materiales.

### **8.8.2 Procedimientos de Trabajo**

#### **Remoción de arena**

Cuando la cantidad a retirar es pequeña se debe remover mediante barrido en lo posible con barredoras mecánicas, apilándolas en cantidades adecuadas para que pueda ser cargada y trasladada a botaderos aprobados. El barrido debe hacerse siguiendo la dirección del viento hacia las bermas, cuidando de no obstruir alguna obra de drenaje, o tener la precaución de limpiarla después.



Cuando el espesor de la arena es grande, primeramente, debe retirarse el máximo posible con equipos de movimiento de tierra adecuados.

### **Remoción de barro**

El barro puede removerse utilizando un camión estanque dotado de bombas y mangueras que permitan proyectar un chorro de agua a presión.

### **Derrame de petróleo y derivados**

Los asfaltos son seriamente afectados por el petróleo y las bencinas. Después de un derrame sobre un pavimento asfáltico debe esperarse que, a corto plazo, este comienza a experimentar pérdida de los agregados que forman parte de la mezcla; la magnitud del daño dependerá de la cantidad y tiempo que el producto se mantiene sobre el pavimento; además deben considerarse los riesgos que se inflame.

La limpieza del derrame de este tipo de productos es la mayor urgencia. Normalmente la limpieza puede realizarse con agua, por lo que se requiere llevar al lugar un camión aljibe provisto de una bomba que permita lanzar agua a presión.

Si el daño ocasionado por este derrame es de consideración, se deberá proyectar la colocación de un sello que impida el rápido avance de la erosión superficial.

### **Remoción de piedras y otros fragmentos**

Cualquier piedra o fragmento que se encuentre sobre la calzada deberá ser retirado tan pronto como sea posible y ser trasladado a botaderos autorizados. En caso que por tamaño no se pueda retirar inmediatamente, se deberá instalar señalización de advertencia diurna y nocturna si corresponde.

## **8.9 Demarcación**

Esta operación se refiere a la demarcación retrorreflectante entendida como líneas, símbolos o leyendas aplicadas sobre la superficie de la calzada con fines informativos, preventivos o reguladores del tránsito.

### **8.9.1 Materiales**

Corresponde a materiales que son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, cintas preformadas, entre otros.

### **8.9.2 Procedimientos de Trabajo**

Los procedimientos, condiciones ambientales, condiciones del pavimento y equipamiento a utilizar en la aplicación de demarcaciones serán los recomendados y/o señalados por la fábrica de los productos y serán coherentes con los métodos y condiciones de los ensayos certificados realizados a los materiales.

El dimensionamiento y diseño corresponderá a lo establecido en las normas vigentes del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Se realizará una inspección del pavimento a fin de comprobar su estado superficial y posibles defectos existentes. Se llevará a cabo una limpieza de la superficie por demarcar para eliminar aquellos elementos que puedan influir en la calidad de la demarcación, como humedad, polvo, grasas, aceites, etc.

Si fuese necesario se deberá realizar un tratamiento previo al pavimento, a fin de asegurar la debida adherencia de la demarcación.

Previamente se efectuará un replanteo de las demarcaciones que garantice una perfecta terminación. Para ello se colocarán en el eje de la demarcación o en su línea de referencia, círculos de no más de 30 mm de diámetro, pintados con el mismo color que se utilizará la demarcación definitiva, separados entre sí por una distancia no superior a 5 m en curva y 10 m en recta.

La aplicación deberá ser tal que la ubicación formas y dimensiones de las demarcaciones se ajusta en el establecido en el proyecto. Además, deberá asegurar una correcta dosificación, homogeneidad longitudinal y transversal, adherencia y una correcta definición del contorno de la demarcación.

### **8.10 Aceras Peatonales**

Esta operación se refiere a la reposición o construcción de aceras peatonales de hormigón en los lugares definidos en el proyecto.

#### **8.10.1 Materiales**

Serán de hormigón grado G20 el cual deberá cumplir con los requisitos de calidad pertinentes.

La sub base o base granular que servirá de cama de apoyo para las aceras deberá cumplir con los requisitos de 7.1.5.1.

#### **8.10.2 Procedimientos de Trabajo**

El terreno donde se construirán las aceras deberá ser previamente perfilado y compactado hasta una densidad mínima del 90% de la DMCS.

El espesor mínimo de las aceras será de 80 mm se construirán sobre una capa de material granular de tipo subbase o base de espesor mínimo 120 mm.

El ancho del terreno de fundación será necesario para instalar y afianzar los moldes.

A la subbase o base granular se le dará un sobre ancho de al menos 150 mm a cada lado de los bordes exteriores de la acera. Se compactará hasta obtener una densidad mínima de 95% de la DMCS o a una DR del 80%.

Los moldes serán de madera o de metal y deberán tener una altura igual al espesor del hormigón por colocar; serán rectos, sin torceduras y con suficiente resistencia para soportar la presión del hormigón sin flexionarse. Se afianzarán a la base y estacado, de manera que mantengan sus alineamientos, tanto horizontales como verticales hasta que sean retirados.

El hormigonado se vaciará en una sola capa para evitar segregaciones, luego se emparejará y enrasará con una llana de madera u otra herramienta adecuada, hasta obtener un hormigón compacto, que no presente bolsones o nidos de materiales finos o gruesos en la superficie expuesta.

Las aceras se dividirán en pastelones o losas, las que tendrán no menos de 1,0 m<sup>2</sup> ni más de 2,0 m<sup>2</sup>. Las juntas se formarán en el hormigón fresco mediante tablillas de fibrocemento o de otro material previamente utilizado. La tablilla de 5 a 8 mm de espesor deberá penetrar como mínimo un tercio del espesor del hormigón y quedar entre 5 y 8 mm por debajo de la superficie terminada de la acera.

Los bordes exteriores de las aceras y de las juntas deberán redondearse con una herramienta cantonera.

Ningún punto de la superficie terminada deberá variar en más de 5 mm al ser revisada con una regla recta de 3 m de longitud.

La textura de la superficie se obtendrá mediante escobillón u otra herramienta previamente utilizada.

El hormigón se curará y protegerá por un periodo mínimo de 72 horas, recubriéndolo con láminas de polietileno, arpilleras mojadas o mediante la aplicación de una membrana de curado. Durante este periodo no deberán transitar sobre la acera ni vehículos ni peatones.

Transcurridas las 72 horas se retirarán los moldes, se rellenarán los espacios vacíos con suelo adecuado y se procederá a limpiar el lugar.

### **8.11 Remoción de Demarcación**

Específica los trabajos requeridos para eliminar de la calzada cualquier demarcación vial obsoleta o equívoca mediante el sistema de abrasión con agua a presión.

#### **8.11.1 Materiales**

Serán los necesarios para eliminar completamente del pavimento las demarcaciones viales, de acuerdo con los procedimientos de trabajo descritos a continuación.

#### **8.11.2 Procedimientos de Trabajo**

El procedimiento consiste en la aplicación de agua a alta presión con equipo capaz de producir presiones variables de hasta 40.000 PSI. Se debe asegurar que la aplicación no sea tan agresiva que dañe el pavimento más allá de lo absolutamente necesario. El

equipo debe recolectar los residuos en forma simultánea a la limpieza. Adicionalmente, el sistema debe tener la habilidad de filtrar el material removido para separar el agua sucia de los desechos sólidos. De esta manera el agua sucia se podrá retornar separadamente al medio ambiente y el residuo resultante será firme y fácil de desechar.

Cuando se quiera remover líneas con este sistema, este deberá contar con dispositivos de entrega de agua que se concentren en el área a tratar con una tolerancia de, a lo más, 5 cm más ancha que el ancho de la línea a remover.

No se aceptarán procedimientos que, en vez de remover la demarcación, solamente la oculten mediante el uso de pintura, lechada asfáltica u otro elemento.

El equipo utilizado deberá estar en buenas condiciones de operación y deberá cumplir con las normas técnicas ambientales.

Para la aplicación de este sistema, el operador deberá tener la precaución de trabajar con todos los elementos de protección personal, tomando las precauciones para evitar que los automóviles que transiten por la vía sean afectados.

## **8.12 Reacondicionamiento de Demarcación**

Esta operación especifica los trabajos requeridos para reacondicionar la demarcación de la calzada mediante el sistema de desbaste superficial con agua a presión, para que vuelva a tener los requisitos básicos de demarcación.

### **8.12.1 Materiales**

Serán los necesarios para reacondicionar las demarcaciones viales, de acuerdo con los procedimientos de trabajo descritos en la presente especificación.

### **8.12.2 Procedimientos de Trabajo**

Este proceso se hará efectivo mediante sistema de agua a presión, el equipo deberá recolectar los residuos en forma simultánea a la limpieza.

Cuando se quiera reacondicionar líneas con este sistema, este deberá contar con dispositivos de entrega de agua que se concentren en el área a tratar con una tolerancia de, a lo más, 5 cm más ancha que el ancho de la línea a remover.

El método de trabajo debe ser tal que no afecte la demarcación y la superficie del pavimento, y absorbiendo de manera inmediata los residuos resultantes de la operación.

El equipo utilizado deberá estar en buenas condiciones de operación y deberá cumplir con las normas técnicas ambientales.

Para la aplicación de este sistema, el operador deberá tener la precaución de trabajar con todos los elementos de protección personal, tomando las precauciones para evitar que los automóviles que transiten por la vía sean afectados

## 9 GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Barrera de contención:** Elemento diseñado para resistir el impacto de vehículos y redireccionar su movimiento cuando estos abandonan la calzada producto de pérdida de control.

**Berma:** Zona lateral, pavimentada o no, adyacente a la calzada de un camino.

**Buses:** Vehículo que pueden transportar 5 pasajeros o más, donde el peso bruto vehicular supera los 3500 Kg y que han sido diseñados para este propósito, que no están considerados como vehículo liviano y que cumplen con las disposiciones legales vigente para el transporte de pasajero.

**Calzada:** Parte de una vía destinada al uso de vehículos.

**Camino:** Vía destinada al uso de vehículos y equipos.

**Caminos de Tránsito:** Las vías de tránsito corresponden a los caminos habilitados para la circulación normal de los equipos móviles de la faena.

**Caminos Principales:** Son aquellos sometidas a tránsito intenso de vehículos y que permanecen a través del tiempo.

**Caminos Secundarios:** Son aquellos caminos que nacen de los caminos principales, llegan a los frentes de trabajo y se caracterizan por un bajo tránsito.

**Camión:** Son todos aquellos equipos, donde el peso bruto vehicular supera los 3500 Kg, pudiendo ser vehículos rígidos o articulados: Ej.: Camión  $\frac{3}{4}$ , Camión Aljibe, Camión Pluma (excluye la pluma), Camiones articulados (tracto camión con semirremolque o camión con acoplado), camión para transporte de sustancias peligrosas, semirremolques, camión viga, camiones modulares y camiones utilizados para el transporte de cualquier tipo de material y/o equipos camiones rígidos (camión tolva, aljibe, plano, tracto camiones, carros bomba, etc.). Cualquier vehículo diseñado para el transporte de cualquier tipo de carga.

**Cruce:** Unión de una calle o camino con otros, aunque no los atraviese. Comprende todo el ancho de la calle o camino entre las líneas de edificación o deslindes en su caso.

**Cuneta:** Zanja en cada uno de los lados de un camino o carretera para recibir las aguas llovedizas

**Cuña:** Elemento correspondiente a la plataforma de la vía, generalmente construido al inicio de una pista de deceleración, final de la pista de aceleración o empalme de salida, cumple la función de proporcionar una transición adecuada y segura en la trayectoria de los vehículos.

**Empalme:** Solución vial que permite el intercambio de vehículos entre dos o más vías a nivel.

**Equipo Móvil:** Incluye, pero no se limita a, equipos de superficie y subterráneos autopropulsados de orugas o neumático, tales como camiones de extracción, niveladoras, tractores, excavadoras, perforadoras, dragas y planta similar. Se excluyen los vehículos registrados y normalmente utilizados en la vía pública, equipo de ferrocarril, plataformas elevadoras móviles de personal, y de la planta reubicable tales como trituradoras y transportadores de apilamiento y cualquier otro equipo que requiera ser conducido con licencia especial “D”. las grúas horquillas se consideran en esta categoría.

**Estacionamiento:** Lugar señalizado y acondicionado para el estacionamiento o detención de equipos pesados, vehículos livianos, vehículos de transporte de personal o transporte de carga.

**Flujo:** Número de unidades discretas (vehículos, peatones, pasajeros, toneladas de carga), que, en una unidad de tiempo, pasan por un punto, recorren un arco o viajan desde un origen dado a un destino dado.

**Intersección:** Área común de calzadas que se cruzan o convergen en un mismo nivel.

**Isla de canalización:** Diseño geométrico sobre la calzada, demarcado o delimitado, que permite encauzar los flujos vehiculares.

**Leyenda:** Expresión escrita del mensaje de una señal.

**Mediana:** Lugar físico, tipo franja, ubicado paralelamente al trazado de la vía para separar dos calzadas con sentido de circulación contrario.

**Pavimento:** Conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados.

**Peatón:** Persona que por razón de trabajo o de otra índole, se desplaza a pie por donde paralelamente existe tránsito vehicular.

**Pendiente:** Corresponde a la magnitud que indica la inclinación de la superficie de un camino en relación con la horizontal.

**Peralte:** Inclinación transversal de la calzada en las curvas horizontales que sirven para contrarrestar la fuerza centrífuga que tiende a desviar radialmente a los vehículos y/o equipos hacia fuera de su trayecto.

**Pista de Circulación:** Faja demarcada o imaginaria, destinada al tránsito de una fila de vehículos.

**Pistas Auxiliares:** Es una pista de entrada para los vehículos que, procedentes de una vía o una calzada, pretenden incorporarse a otra vía de circulación rápida.

**Pretil:** Cordón de tierra, estéril o empréstito, usado para definir sectores y pistas, sirven como referencia para los conductores y operadores de equipos pesados vehículos de servicio y livianos.

**Rasante:** Plano que define la superficie de una carretera.

**Ruta:** Recorrido o trayecto definido por el cual se desplaza un vehículo u equipo móvil.

**Segregación:** Separación del flujo en una o más pistas de las restantes de la calzada, a fin de orientar la circulación por tipos de vehículos.

**Símbolo:** Representación gráfica del mensaje de una señal.

**Superficie de Rodamiento:** Área de una vía de circulación, urbana o suburbana, sobre la que transitan los vehículos.

**Talud:** Tangente del ángulo que forma el parámetro de un terraplén con respecto a la vertical.

**Terraplén:** Tierra con que se rellena un terreno para levantar su nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una obra.

**Tránsito:** Desplazamiento de peatones, animales o vehículos por vías de uso público (Ley de tránsito).

**Transporte:** Traslado de personas, animales y cargas de un lugar a otro.

**Vehículo Liviano:** Son todos aquellos vehículos con un peso menor de 2.700 kg., y cuyo peso bruto no excede los 3.500 kg., diseñado para el transporte de hasta 4 pasajeros más el conductor, y que pueden transitar por la vía pública.

**Vehículo:** Medio con el cual, sobre el cual o por el cual toda persona u objeto puede ser transportado por una vía.

**Velocidad de operación:** Velocidad que desarrolla un vehículo contando desde la salida de un punto, a la llegada de otro punto, bajo las condiciones prevalecientes de tránsito y condiciones atmosféricas favorables.

**Velocidad de proyecto:** Velocidad supuesta técnicamente que sirve como dato base, para diseñar o calcular las características físicas y geométricas de una vía como pendientes, ancho de carriles, tipo de pavimento, etc.

**Vía:** Calle, camino u otro lugar destinado al tránsito (Ley de tránsito).

**Visibilidad de adelantamiento:** Distancia mínima a la cual, un usuario de la vía requiere ver a un vehículo que transita en sentido contrario, para poder adelantar en condiciones seguras.

## 10 SIGLAS

CONASET	: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito.
MDV	: Manual de Diseño Vial.
F.E.L.	: Programa de Eliminación de Fatalidades.
M.C.	: Manual de Carreteras.
M.E.L.	: Minera Escondida Limitada.
M.S.T.C.	: Manual de Señalización de Tránsito CONASET.



## **11 ANEXOS**

**11.1 Anexo N° 1: Fichas de Seguridad Durante los Trabajos.**

**11.2 Anexo N° 2: Fichas de Operaciones de Conservación.**

.