



Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras con enfoque de reducción de riesgo de desastres, adaptación sostenible e incluyente al cambio climático y seguridad vial

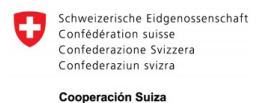
Ileana Holt
Juan Fernando Mendoza



COSEFIN



SIECA
SECRETARÍA DE INTEGRACIÓN
ECONÓMICA CENTROAMERICANA



Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

Deseo registrarme



NACIONES UNIDAS



www.cepal.org/es/publications



www.instagram.com/publicacionesdelacepal



www.facebook.com/publicacionesdelacepal



www.issuu.com/publicacionescepal/stacks



www.cepal.org/es/publicaciones/apps



Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras con enfoque de reducción de riesgo de desastres, adaptación sostenible e incluyente al cambio climático y seguridad vial

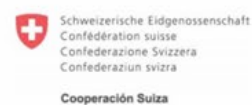
Ileana Holt
Juan Fernando Mendoza



COSEFIN



SIECA
SECRETARÍA DE INTEGRACIÓN
ECONÓMICA CENTROAMERICANA



Este documento fue preparado por Ileana Holt y Juan Fernando Mendoza, Consultores, bajo la supervisión de Leda Peralta, Jefa de la Unidad de Desarrollo Agrícola y Cambio Climático de la sede subregional de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en México, en el marco de las actividades del proyecto “Fortalecimiento de capacidades para la incorporación de la reducción del riesgo de desastres (RRD) y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático (ASICC) en la inversión pública en los países miembros del COSEFIN/SICA” (RIDASICC).

Se agradecen los aportes de Carlos A. Moreno, Julie Lennox, José Vinicio Martínez, César A. Castillo, Antonio Ascencio, Eduardo Morín, Róger E. Vega, Santa P. Centeno, Andrea Jiménez, Nelly Torres, Adriana del Río y Sofía Sauer. Asimismo, se agradecen las contribuciones de Kattia Castro del Valle, Javier Brenes, Juan Carlos Zúñiga, Luis G. Moreno, Miguel Napoleón Mendoza, Luis Gabriel Jo Lau, Walter González, René Pedroza, René Rivera, Ronald Estuardo Asig Pacay, José D. González, Misael Barahona, Alfonso Guifarro, Carlos Silva, Roger Ampié, Rolando A. Lay de Gracia y Zacarías Álvarez.

Las Naciones Unidas y los países que representan no son responsables por el contenido de vínculos a sitios web externos incluidos en esta publicación.

No deberá entenderse que existe adhesión de las Naciones Unidas o los países que representan a empresas, productos o servicios comerciales mencionados en esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización o las de los países que representa.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/MEX/TS.2024/18
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2024
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago

Esta publicación debe citarse como: I. Holt y J. F. Mendoza, *Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras con enfoque de reducción de riesgo de desastres, adaptación sostenible e incluyente al cambio climático y seguridad vial* (LC/MEX/TS.2024/18), Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2024.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Resumen	9
Introducción	11
Capítulo 1	15
Sección 10. Descripción de los trabajos de mantenimiento contratado con base en precios unitarios.....	15
10.01 Mantenimiento contratado con base en precios unitarios.....	15
10.02 Disposiciones generales	15
10.03 Alcance de las actividades del mantenimiento.....	16
10.04 Supervisión del trabajo.....	21
10.05 Obligaciones del contratista de obras.....	22
10.06 Control de calidad.....	23
10.07 Medición y pago.....	24
Sección 11. Descripción de los trabajos de mantenimiento contratado con base en estándares o niveles de servicio.....	24
11.01 Mantenimiento contratado a base de estándares o niveles de servicio.....	24
11.02 Mantenimiento del tránsito y medidas de seguridad.....	28
11.03 Programa de autocontrol de calidad del contratista.....	29
11.04 Acciones por incumplimiento	33
Sección 12. Abreviaturas, definiciones y medidas.....	34
12.01 Abreviaturas	34
12.02 Definiciones	34
12.03 Terminología recomendada.....	35
12.04 Medidas.....	37
Sección 13. Procesos de licitación.....	38
13.01 Principios que rigen los procesos de licitación	39
13.02 La precalificación	39
13.03 Proceso de licitación	40
13.04 Aclaraciones respecto a los documentos de licitación	42
13.05 Reunión de homologación y visita al sitio de la obra	42
13.06 Estudio de los documentos de licitación y solicitud de aclaraciones	42
13.07 Especificaciones particulares.....	43
13.08 Especificaciones suplementarias.....	43
13.09 Modificaciones y normas de referencia	43
Sección 14. Apertura y evaluación de las ofertas y adjudicación del contrato.....	43
14.01 Apertura de ofertas.....	43
14.02 Evaluación y comparación de las ofertas.....	44
14.03 Descalificación de una oferta.....	44
14.04 Adjudicación del contrato.....	45
Sección 15. Garantías (fianzas) y seguros	45

15.01 Garantías (fianzas)	45
Sección 16. Documentos contractuales y tipos de contrato	45
16.01 Documentos contractuales	45
16.02 Descripción de contratos a precios unitarios.....	46
16.03 Descripción de contratos por estándares o niveles de servicio.....	46
16.04 Propuesta de contenidos de contratos.....	47
Sección 50. Reducción del riesgo de desastres y adaptación sostenible e incluyente al cambio climático.....	49
50.01 Introducción.....	49
50.02 Marco conceptual	50
50.03 Objetivos.....	53
50.04 Principales amenazas o peligros identificados en la región centroamericana.....	53
50.05 Antecedentes e instrumentos de política regional de la gestión de riesgo de desastres.....	54
50.06 Adaptación al cambio climático	56
Sección 60. Gestión ambiental	64
60.01 Introducción.....	64
60.02 Marco conceptual de la gestión ambiental	64
60.03 Instrumentos de gestión ambiental.....	65
Capítulo 2	73
Sección 100. Derecho de vía	73
101. Limpieza del derecho de vía.....	73
102. Remoción de vallas publicitarias, estructuras y obstáculos	74
103. Remoción de derrumbes menores	76
104. Limpieza de elementos de seguridad vertical existente	77
105. Acciones para reducir la vulnerabilidad en el derecho de vía.....	78
Sección 200. Carreteras no pavimentadas.....	81
201. Conformación de carreteras de tierra.....	81
202. Conformación de carreteras balastadas sin reposición de dicho material	82
203. Reposición de capa de balasto.....	83
204. Reparación de zonas inestables.....	87
205. Bacheo menor.....	88
206. Pavimentos unicapa de alto desempeño (PUAD)	89
207. Estabilización de suelos con cal o mezclas de cal y cemento	93
208. Tratamientos de suelos con estabilizadores orgánicos	98
209. Estabilización de suelos con emulsión	99
210. Carrileras o huellas de concreto hidráulico.....	101
211. Vulnerabilidad en carreteras no pavimentadas.....	102
Sección 300. Pavimentos asfálticos.....	104
301. Sello de fisuras y grietas en pavimentos asfálticos.....	104
302. Reparación de áreas de falla (bacheo profundo o mayor).....	107
303. Bacheo superficial o menor de pavimentos asfálticos.....	111
304. Colocación de capa asfáltica de refuerzo en frío o caliente	112
305. Escarificación, recuperación y reconfiguración de carpeta asfáltica.....	115
306. Base triturada.....	117
307. Riego de imprimación	119
308. Material secante.....	121

309. Riego de liga	122
310. Tratamientos asfálticos superficiales.....	123
311. Lechada asfáltica (<i>slurry seal</i>).....	127
312. Microcarpeta (<i>microsurfacing</i>)	131
313. Reciclaje o recuperado en frío de pavimentos asfálticos	135
314. Colocación de base estabilizada.....	138
315. Reciclaje o recuperado en caliente de pavimentos asfálticos.....	146
316. Sello de pavimento con emulsiones	149
317. Perfilado de la capa de rodadura en pavimentos asfálticos.....	150
Sección 400. Pavimentos rígidos	154
401. Sellado de juntas, fisuras y grietas en concreto hidráulico	154
402. Reparación de losas de concreto hidráulico	156
Sección 500. Hombros.....	161
501. Reconstrucción de hombros en carreteras pavimentadas.....	161
502. Mantenimiento de hombros	163
503. Estabilización de hombros con suelo cemento	163
Sección 600. Pavimentos semirrígidos	167
601. Pavimento de adoquines de concreto	167
Sección 700. Taludes	172
701. Mantenimiento de taludes de corte	172
702. Mantenimiento de taludes de relleno	174
Sección 800. Drenajes.....	178
801. Suministro, transporte y colocación de alcantarillas de tubo	178
802. Limpieza de alcantarillas y otras estructuras de drenaje	181
803. Limpieza de subdrenajes	182
804. Construcción de cunetas revestidas	183
805. Reconformación de cunetas sin revestir	185
806. Limpieza de cunetas en carreteras no pavimentadas	186
Sección 900. Señalización	189
901. Mantenimiento y reposición de señalización horizontal.....	189
902. Mantenimiento y reposición de señalización vertical.....	193
903. Mantenimiento y reposición de marcador reflectorizado de pavimento (vialetas, ojo de gato o captafaro)	194
904. Mantenimiento y reposición de postes de kilometraje	196
905. Mantenimiento y reposición de postes delineadores.....	197
906. Mantenimiento de pórticos y banderas de señalización	198
907. Mantenimiento y reemplazo de defensas metálicas	200
908. Mantenimiento y reposición de barandas separadoras de concreto.....	201
Sección 1000. Puentes	204
1001. Mantenimiento de puentes	204
1002. Limpieza y restitución del cauce en ríos y canales.....	204
1003. Reconstrucción de barandales de concreto en puentes	207
1004. Reparación de daños en la superestructura del puente de concreto reforzado, debido a la corrosión del acero de refuerzo	208
1005. Reparación y pintura en puentes metálicos	209
1006. Mantenimiento y reposición de juntas de construcción	211
1007. Reparación de accesos a puentes en carreteras pavimentadas	212

1008. Mantenimiento de puentes peatonales (pasarelas)	214
1009. Reparación de puente provisional tipo Bailey	216
1010. Mantenimiento de puentes Bailey	218
1011. Mantenimiento y reparación de puentes de madera.....	220
Sección 1100. Estructuras menores	225
1101. Reparación y mantenimiento de estructuras menores y obras de protección	225
1102. Nivelación de pozos de visitas y cajas tragantes	227
1103. Construcción de muro de gaviones	228
1104. Mantenimiento de estructuras de gaviones.....	230
Sección 1200. Trabajos imprevistos.....	233
Sección 1300. Trabajos de emergencia.....	233
Sección 1350. Fabricación de mezclas.....	234
1351. Fabricación de concreto asfáltico en frío	234
1352. Fabricación de concreto asfáltico en caliente.....	235
Sección 1400. Anexos	239
Anexo 1401. Lineamiento para la mitigación de daños por inundaciones	239
Anexo 1402. Lineamientos para la mitigación de daños provenientes de derrumbes y deslizamientos	249
Anexo 1403. Lineamientos para el mantenimiento del señalamiento vial.....	251
Anexo 1404. Lineamientos para el mantenimiento preventivo	253
Capítulo 3	255
Sección 100. Parámetros de calidad	256
Nivel de servicio.....	256
Indicadores de estado.....	256
Sección 200. Indicadores de estado para el pavimento	257
201. Limpieza de la calzada	257
202. Rugosidad	258
203. Ahuellamiento	258
204. Baches	258
205. Grietas.....	259
Sección 300. Indicadores de estado para las zonas laterales de la calzada.....	259
301. Agrietamiento en hombros	260
302. Limpieza de hombros	260
303. Baches en los hombros.....	260
304. Parches en los hombros	260
305. Taludes desmonte	261
306. Chapeo del derecho de vía.....	261
307. Taludes de terraplenes.....	261
308. Taludes en corte.....	262
309. Vegetación en medianas o arriates centrales.....	262
310. Limpieza del derecho de vía.....	262
Sección 400. Indicadores de estado del drenaje menor.....	262
401. Cunetas revestidas o de concreto hidráulico.....	263
402. Cunetas en tierra	263
403. Contracunetas	263
404. Alcantarillas y cajas.....	263
405. Entradas y salidas de obras de arte.....	264

406. Bordillos	264
Sección 500. Indicadores de estado de la señalización vial	264
501. Señales verticales.....	264
502. Vialitas u ojos de gato.....	265
503. Mojones de referencia.....	265
504. Defensas metálicas	265
505. Señalización horizontal	265
506. Captafaros	266
Sección 600. Indicadores de estado del drenaje mayor.....	266
601. Puentes metálicos.....	267
602. Puentes de concreto	267
603. Subestructura de concreto	267
604. Subestructura de metal.....	267
605. Subestructura de madera	267
606. Juntas y apoyos.....	268
607. Muros de contención	268
608. Puentes de madera.....	268
609. Inspección de cuenca	268
Capítulo 4	269
Catálogo de daños.....	269
Bibliografía	313
Cuadros	
Cuadro 12-1	Factores de conversión..... 37
Cuadro 12-2	Tamaños típicos de tamices
	38
Cuadro 50-1	Registro de desastres de origen natural, 2000-2022
	54
Cuadro 50-2	Descripción de medidas de adaptación al cambio climático durante la fase de operación y mantenimiento de carreteras
	58
Cuadro 60-1	Descripción de medidas ambientales que pueden implementarse en un proyecto de mantenimiento vial.....
	68
Cuadro 100-1	Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial.....
	79
Cuadro 203-1	Granulometría del balasto.....
	84
Cuadro 206-1	Factor de pago.....
	92
Cuadro 206-2	Muestreo y pruebas.....
	93
Cuadro 207-1	Requisitos de los suelos a estabilizar
	94
Cuadro 207-2	Resistencia a compresión.....
	94
Cuadro 207-3	Muestreo y pruebas.....
	98
Cuadro 200-1	Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial en carreteras no pavimentadas
	103
Cuadro 306-1	Granulometría de base triturada
	117
Cuadro 308-1	Granulometría del material secante (AASHTO T-27)
	121
Cuadro 310-1	Especificaciones de referencia.....
	123
Cuadro 310-2	Granulometría del material de cubierta de primera capa.....
	124
Cuadro 310-3	Granulometría del material de cubierta de segunda capa.....
	124
Cuadro 311-1	Métodos de prueba.....
	127
Cuadro 311-2	Granulometría del agregado.....
	128
Cuadro 311-3	Límites para el diseño de la mezcla
	128

Cuadro 311-4	Residuo asfáltico en los morteros de acuerdo con la superficie específica de la granulometría	129
Cuadro 312-1	Especificaciones de Emulsión tipo CSS-1HP	131
Cuadro 312-2	Granulometría para microcarpetas	132
Cuadro 312-3	Reporte del laboratorio	133
Cuadro 312-4	Tolerancias	133
Cuadro 314-1	Requisitos de graduación para el residuo	138
Cuadro 314-2a	Requisitos para los materiales asfálticos	139
Cuadro 314-2b	Requisitos para los materiales asfálticos	140
Cuadro 314-3	Requisitos de resistencia a la compresión no confinada	144
Cuadro 300-1	Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial en pavimentos asfálticos.....	153
Cuadro 402-1	Dimensiones de barra y localización de perforación.....	157
Cuadro 400-1	Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial en pavimentos rígidos	160
Cuadro 500-1	Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial en hombros.....	166
Cuadro 600-1	Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial en pavimentos semirrígidos.....	171
Cuadro 700-1	Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial en taludes.....	177
Cuadro 800-1	Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial en sistemas de drenaje	188
Cuadro 901-1	Granulometría de las esferas.....	190
Cuadro 900-1	Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial.....	203
Cuadro 1000-1	Medidas de reducción de la vulnerabilidad en puentes	224
Cuadro 1100-1	Granulometría de arena.....	226
Cuadro 1103-1	Especificaciones para el material de relleno trasero	228
Cuadro 1100-1	Medidas de reducción de la vulnerabilidad en estructuras menores	232
Cuadro 1351-1	Granulometría de agregados para mezcla en frío.....	234
Cuadro 1352-1	Granulometría de agregados para concreto asfáltico, Instituto de Asfalto	236
Cuadro 1352-2	Tolerancias admitidas para las mezclas.....	237
Cuadro 1352-3	Criterios para el diseño Marshall	237
Cuadro 1352-4	Vacios en el agregado mineral (requisitos de VMA), Instituto de Asfalto	237
Cuadro 1352-5	Granulometría del material.....	238
Cuadro 1352-6	Especificaciones del cemento asfáltico.....	239

Gráficos

Gráfico 50-1	Marco de adaptación de la infraestructura vial al cambio climático.....	57
Gráfico 301-1	Configuración de sellos.....	105

Resumen

La primera versión del *Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras* se preparó en el año 2000, con recursos de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), luego de experimentar los efectos devastadores del Huracán Mitch y sus impactos sobre la infraestructura vial centroamericana. En este contexto, los países de la región acordaron que, para hacer frente a estas amenazas, debían tomar acciones y adoptar normas técnicas aplicables a las carreteras con el propósito de reducir la vulnerabilidad de sus redes viales.

En agosto de 2009, la Secretaría Ejecutiva del Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (SE-CEPREDENAC) y la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA) suscribieron una Carta de Entendimiento para ejecutar el proyecto Normas para Carreteras, con financiamiento de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), en cumplimiento, entre otros, a la Política Centroamericana de Gestión Integral de Riesgo de Desastres (PCGIR). Dicha Carta de Entendimiento tenía como objetivo general mejorar la situación de transitabilidad y reducir la vulnerabilidad del transporte terrestre en la región comprendida por Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, y contemplaba la actualización del Manual. Como resultado de esta carta de entendimiento, se actualizó el *Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras* en 2000 y se incluyeron las variables de gestión de riesgo y seguridad vial.

En el marco del proyecto “Fortalecimiento de Capacidades para la Incorporación de la Reducción de Riesgos de Desastres y la Adaptación Sostenible e Incluyente al Cambio Climático en la Inversión Pública de los Países Miembros de COSEFIN/SICA”, en 2023 se actualizó el Manual integrando actividades y elementos de reducción de riesgos de desastres y adaptación sostenible e incluyente al cambio climático, con el fin de contribuir a mantener el nivel de servicio de las vialidades y extender su vida útil.

Introducción

La infraestructura vial es fundamental en el desarrollo social y económico de los países, permite conectar regiones, ciudades y localidades, así como transportar bienes y servicios. Contar con infraestructura vial de calidad mejora las condiciones de vida de las personas al facilitar el acceso a bienes y servicios de salud, educación, trabajo y recreación, entre otros. Asegurar la continuidad a los diversos servicios económicos y sociales que ofrece la infraestructura vial es un reto reconocido para los países de la subregión del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), ya que es una de las más expuestas y vulnerables a daños y pérdidas causados por los desastres y el cambio climático. Además de interrumpir la continuidad del servicio, se generan costos para atender las emergencias y reparar la infraestructura dañada. Igualmente, la progresiva alza de la temperatura y las alteraciones en los patrones de precipitación causados por el cambio climático requieren ajustar los parámetros técnicos de la construcción y el mantenimiento de la infraestructura vial.

Al mismo tiempo, la gestión de la infraestructura vial es un factor que puede agravar el cambio climático por su contribución directa en la generación de gases de efecto invernadero (GEI) durante su construcción y mantenimiento. Aparte de las emisiones de GEI de los vehículos, también se producen cambios de uso de suelo e impactos en los ecosistemas circundantes a la infraestructura. En la década de 2011 a 2020, El Salvador, Guatemala y Honduras registraron aumentos de temperatura de más de 1 °C en más de un año con respecto a la temperatura del período de 1961 a 1990; la República Dominicana registró aumento solo en un año, y las anomalías en Costa Rica, Nicaragua y Panamá estuvieron por debajo de 1 °C durante el período analizado, pero están cerca de pasar el umbral de 1°C en los próximos años (Olivares y otros, 2023).

Desde hace varias décadas, la institucionalidad regional ha reconocido la interrelación de los desastres y el cambio climático, como amenazas y como temas que comparten una agenda de resiliencia y sostenibilidad. En su Declaración conjunta de julio 2010 para el relanzamiento del proceso de la integración centroamericana, los presidentes establecieron cinco pilares: i) seguridad democrática, ii) prevención y mitigación de los desastres y de los efectos de cambio climático; iii) integración social, iv) integración económica y iv) fortalecimiento de la institucionalidad regional.

Más recientemente, en su Declaración de junio 2023 confirmaron dichos pilares: i) integración social, ii) integración económica, iii) cambio climático y gestión integral del riesgo, iv) seguridad democrática y v) fortalecimiento institucional. Desde 2010, la subregión del SICA cuenta con la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC) desarrollada por la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). Su actualización conlleva un proceso amplio de consulta y aportes desde el nivel nacional hasta el regional y avala la Estrategia Regional de Cambio Climático Actualizado y Plan de Acción 2018-2022.

Estos esfuerzos se inscriben en tres de los acuerdos internacionales más importantes que se tomaron en 2015: el Acuerdo de París de la COP 21 (Conferencia de las Partes), en el que los países se comprometieron a reducir sus emisiones netas de GEI para limitar el calentamiento mundial; el Marco de Sendai, que tiene como objetivo prevenir la aparición de nuevos riesgos de desastres y reducir los existentes; y la Agenda 2030 con sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en los que la

infraestructura vial se relaciona en específico con los objetivos 9, Industria, innovación e infraestructura; 11, Ciudades y comunidades sostenibles, y 13, Acción por el clima.

Por lo anterior, es clave que la subregión continúe su evolución a una gestión de la infraestructura vial más sostenible, resiliente e incluyente. En el campo de la infraestructura vial, en 2023 el Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica (COMITRAN) aprobó el Plan Maestro Regional de Movilidad y Logística 2035 con la finalidad de promover la prosperidad y la competitividad de las economías centroamericanas, mediante el mejoramiento de la movilidad y la logística, fomentando el desarrollo territorial equitativo, mejorando los sistemas de conectividad interna y externa entre socios comerciales actuales y futuros, y promoviendo iniciativas de proyectos estratégicos.

Con el sexto lineamiento de este Plan se buscan disminuir las externalidades negativas sobre el ambiente y la sociedad, indicando que las políticas sectoriales deben velar por reducir externalidades negativas ambientales y sociales, tomando en cuenta temas como la contaminación, el consumo de energía, la importancia de incorporar medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, así como aspectos sociales básicos como la seguridad vial, la reducción de accidentes y la mejora de los servicios de transporte público, entre otros. Igualmente, se señala que en las iniciativas y los proyectos por desarrollar se deben implementar sistemas de transporte resilientes que contemplen la reducción del riesgo de desastres, la adaptación al cambio climático y la reducción de gases de efecto invernadero en el sector transporte (SIECA, 2023).

En una alianza de instituciones nacionales y regionales se estableció el proyecto “Fortalecimiento de capacidades para la incorporación de la reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático en la inversión pública en los países miembros del COSEFIN/SICA (RIDASICC)”, cuyo objetivo es contribuir a la reducción de pérdidas y daños causados por los desastres y el cambio climático mediante la incorporación de la reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático en el ciclo de vida de los proyectos de inversión pública, conservando y mejorando los servicios que se brindan a las poblaciones de los países miembros del Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, Panamá y República Dominicana del Sistema de la Integración Centroamericana (COSEFIN/SICA). A nivel nacional, el proyecto se enfoca a fortalecer las capacidades de los sistemas nacionales de inversión pública (SNIP) y, a nivel regional, las capacidades de instancias del SICA para contribuir a la agenda urgente.

El proyecto fue coordinado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Secretaría Ejecutiva del COSEFIN, con la estrecha participación de los siete ministerios de hacienda o finanzas y tres ministerios o secretarías de planificación responsables de los SNIP de los países miembros del COSEFIN/SICA y otras instancias del SICA. El sector de infraestructura vial fue liderado por el Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (COMITRAN/SIECA). Además, colaboraron instituciones como el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres en América Central y República Dominicana (CEPREDENAC) y el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH). Además, se contó con el apoyo financiero de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).

Considerando la escalación de riesgos a la inversión pública y los servicios que ofrece a la población por el cambio climático, un enfoque de reducción del riesgo de desastres es necesario, pero no suficiente. Es urgente también integrar la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático que, a su vez, incluye la reducción de emisiones de GEI. Este concepto fue introducido por los socios de la Iniciativa de la Economía del Cambio Climático en Centroamérica y la República Dominicana (CEPAL, CCAD y COSEFIN, y SIECA) para resaltar la importancia de adoptar un enfoque que integre los

objetivos de mitigación (reducción de emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero) y de adaptación al cambio climático, así como, de manera más global, los de inclusión y sostenibilidad ambiental planteados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Vega Rodríguez y Lennox, 2023).

En el campo de la inversión pública se propone integrar análisis y medidas para la reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático a las metodologías de identificación, formulación y evaluación de proyectos del sector de infraestructura vial. Con este esfuerzo, se busca que los sistemas nacionales de inversión pública de la subregión incentiven soluciones sostenibles e incluyentes, infraestructuras grises y verdes, y otras basadas en la naturaleza que restablezcan ecosistemas, reduzcan riesgos de desastres y fomenten la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático (CEPAL, 2022). Invertir de esta forma contribuirá a reducir los costos financieros y sociales asociados a la interrupción de los servicios y la reposición de la infraestructura debido a los impactos de desastres y cambio climático, contribuyendo así a la sostenibilidad fiscal.

En el marco del Proyecto, en 2021 se suscribió un Plan Operativo del COMITRAN y la SIECA para implementar el proyecto RIDASICC en el sector de infraestructura vial, en el que se indica la aprobación de guías y normativas regionales desarrolladas en el marco de la cooperación entre el COSEFIN y la SIECA. El Plan Operativo quedó bajo la supervisión de la Comisión Regional de Gestión de Riesgo y la Adaptación del Cambio Climático (CR-GRACC) con el apoyo de la Dirección de Transporte, Infraestructura y Logística (DITIL).

Tras un análisis de los manuales previamente elaborados en el marco del COMITRAN, la CR-GRACC seleccionó el *Manual de mantenimiento de carreteras* para actualizarlo y para incorporar el enfoque de reducción de riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático. Se recomendó al COMITRAN preparar una guía sectorial regional sobre la integración de RRD-ASICC en la infraestructura vial, con herramientas prácticas para su aplicación, incluyendo el desarrollo de sistemas de información geográfica.

La primera versión del *Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras* se realizó en 2000 con recursos de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), luego de experimentar los efectos devastadores del huracán Mitch y sus impactos sobre la infraestructura vial de los países de la subregión. En 2002 se realizó una primera revisión y actualización del manual. Posteriormente, la SIECA colaboró con el CEPREDENAC para producir una nueva versión que incluyó elementos de gestión integral de riesgo y seguridad vial con financiamiento de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

La construcción de carreteras requiere una importante inversión económica, por lo que es esencial que en su construcción no solamente se consideren las necesidades de la población, las condiciones cambiantes y los riesgos, sino también agregar el mantenimiento que maximice la eficiencia del uso de los recursos públicos y la continuidad del servicio vial en el tiempo. Las acciones de los equipos de mantenimiento pueden prolongar la vida útil de la infraestructura, identificar acciones correctivas y prospectivas que mejoren su resiliencia y detectar anomalías asociadas a los impactos de desastres y el cambio climático.

En el marco del Proyecto RIDASICC se acordó actualizar el Manual con enfoque de gestión de riesgos y seguridad vial, integrando actividades y elementos de reducción del riesgo de desastres y adaptación sostenible e incluyente al cambio climático, con el fin de contribuir a mantener el nivel de servicio de las vialidades y extender su vida útil. Para tales fines, el COMITRAN estableció un grupo técnico de funcionarios de las instituciones nacionales responsables del mantenimiento de carreteras para elaborar la propuesta de la nueva versión junto con los consultores y el equipo técnico del proyecto RIDASICC y la DITIL. Después de un intenso proceso de revisión del grupo técnico y la

DITIL, se presentó la nueva versión del Manual al COMITRAN, que se aprobó mediante la Resolución 11 tomada en su reunión de diciembre de 2023.

Este manual forma parte del conjunto de instrumentos desarrollados específicamente para la infraestructura vial en el marco del Plan Operativo del COMITRAN y la SIECA para implementar el Proyecto RIDASICC en el sector de infraestructura vial. Dicho conjunto fue revisado por los grupos técnicos mencionados y avalados por el COMITRAN. Los siguientes instrumentos desarrollados durante el proyecto podrán ser de utilidad en la aplicación de este Manual:

- *Canales de impacto del cambio climático en la infraestructura vial* (Mendoza Sánchez, 2023).
- *Información climática disponible y recomendaciones para su uso en la inversión pública en los países del COSEFIN/SICA* (Olivares y otros, 2023).
- *Modelo conceptual para integrar la reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático en la inversión pública, Proyecto RIDASICC*, (Vega Rodríguez y Lennox, 2023).

Capítulo I

Sección 10. Descripción de los trabajos de mantenimiento contratado con base en precios unitarios

10.01 Mantenimiento contratado con base en precios unitarios

Se agrupan en cinco categorías generales:

- a) Mantenimiento rutinario. Comprende la realización de todas aquellas actividades requeridas para conservar una vía en buen estado, las cuales se repiten una o más veces al año. También incluye aquellas labores de reparación vial destinadas a recuperar ciertos elementos con daños menores, tales como los barandales de puentes, obras de drenaje menor, señalización vertical y horizontal, muros de retención y actividades afines.
- b) Mantenimiento periódico. Abarca las obras de conservación vial que se realizan en períodos programados, generalmente de más de un año de intervalo, para elevar la vía a un nivel de servicio bueno o muy bueno. Está considerada, entre otros, la colocación de sobrecapas en pavimentos deteriorados existentes y el mejoramiento de las capas de la estructura del pavimento.
- c) Mantenimiento preventivo. Consiste en actividades y obras de mantenimiento destinadas a prevenir fallas en la vía que han sido identificadas como defectuosas o con alto riesgo de que ocurran, antes de que éstas sucedan.
- d) Mantenimiento por administración. Se realiza en los casos donde los trabajos que deben realizarse no se pueden cuantificar, no existe una partida de pago en el contrato para cubrirlos o son para ejecutar obras de emergencia o no previstas. En estos casos es necesario proceder con la modalidad de trabajos por administración, mediante el cual el pago por toda la actividad realizada (mano de obra o materiales utilizados), se efectúa según lo descrito en la sección 1200 del Capítulo 1 de este Manual.
- e) Mantenimiento de emergencia. Corresponde a la ejecución de actividades realizadas en forma urgente, como consecuencia de sucesos de fuerza mayor y que tienen el propósito de habilitar lo más pronto posible la vía para que permita el libre tránsito.

10.02 Disposiciones generales

- a) Especificaciones. Las normas generales y técnicas de mantenimiento contenidas en este documento, en las disposiciones generales y en cualquier otro documento que se emita, ya sea antes o durante el mantenimiento de una carretera.
- b) Especificaciones estándar. Las que se aplican a las actividades y obras de mantenimiento en todos los países centroamericanos.
- c) Especificaciones particulares. Las que modifican las especificaciones estándar, para adecuarlas a las condiciones de cada proyecto, según se estipule en los contratos específicos de mantenimiento vial en cada país.

- d) Especificaciones suplementarias. Adiciones y revisiones aprobadas a las especificaciones estándar.
- e) Modificaciones, normas y procedimientos de referencia. Se refiere a las especificaciones, normas y procedimientos elaborados por unidades relacionadas con el sector vial, que se incorporan mediante referencia, según la normativa de cada país.
- f) Diseños de mezclas. Antes de iniciar los trabajos de mantenimiento en la red vial pavimentada, en un plazo no menor de 14 días calendario, la empresa contratista debe presentar el diseño de la mezcla que utilizará en el proyecto para la aprobación del ente supervisor.
- g) Normas de ensayo de los materiales. Respecto a la aplicación de normas para ensayos de laboratorios y especificaciones de materiales, debe regir la última versión editada de la misma, salvo que se especifique lo contrario en las disposiciones especiales del proyecto.

10.03 Alcance de las actividades del mantenimiento

a) Mantenimiento del tránsito

Excepto cuando se disponga lo contrario, al momento de realizar las actividades de mantenimiento, la empresa contratista debe mantener la circulación del tránsito.

Cuando así fuese previsto en los documentos de licitación o aprobado por el ente supervisor, la empresa contratista podrá desviar el tránsito por una ruta autorizada o mediante la construcción de un desvío.

El contratista debe conservar en estado transitable y con la señalización adecuada, la parte del proyecto que esté siendo utilizada por el tránsito público, de tal manera que cuente con un servicio adecuado.

Si no es autorizado por el ente supervisor, no será permitido cerrar un sentido de la vía provocando largas filas de espera en el otro sentido, mientras se efectúa el mantenimiento en el otro.

La superficie de todas las vías no pavimentadas, incluyendo los desvíos dentro de la zona de trabajo, debe mantenerse en estado transitable, libre de polvo o de piedras sueltas que podrían causar daños a los vehículos, mayormente en lo que se refiere a la posibilidad de romper los parabrisas.

b) Construcción de desvíos

La construcción de desvíos, como parte de los alcances del proyecto de mantenimiento, debe cumplir con las especificaciones ambientales y el Programa de Gestión Socioambiental del proyecto.

Antes de seleccionar el emplazamiento de los desvíos, se debe verificar que este no este expuesto a amenazas o peligros que potencialmente puedan ocasionar daños y pérdidas al sistema vial o a la población aledaña al sitio. Para esto, se debe realizar una inspección visual para determinar el estado actual del sitio de emplazamiento y este debe ser aprobado por la supervisión de obras.

Cuando se determine la existencia de amenazas o peligros de carácter hidrometeorológico, la empresa contratista deberá proponer medidas de adaptación y el ente supervisor deberá estimar los precios de estas de acuerdo con la lista de precios aceptada en el contrato. En caso de identificar actividades o alcances nuevos, el costo de estos debe ser estimado y se pagará a la empresa contratista según lo establecido en el contrato de obras.

c) Seguridad y señalización

La señalización de la vía, durante el plazo del contrato, debe estar acorde con las provisiones indicadas en el Acuerdo Centroamericano sobre Señales Viales Uniformes, 2014, capítulo 6, o las que indiquen los términos de referencia. El contratista debe señalizar como lo estipula el contrato (al inicio,

durante y al final del contrato) las zonas de trabajo para seguridad tanto de los trabajadores como de los usuarios. El tipo y número de señales estará acorde a las actividades que se realicen en cada frente de trabajo. Se debe proveer el equipo que podría ser utilizado por el personal que labora dentro de las zonas de mantenimiento estipulado en el Acuerdo Centroamericano sobre Señales Viales Uniformes.

d) Restricciones sobre la carga

La empresa contratista debe cumplir con todas las restricciones sobre las cargas relacionadas con el acarreo de los materiales en las carreteras públicas, fuera de los límites del proyecto, tal como está contemplado en el Acuerdo Centroamericano sobre Circulación de Carreteras, 2014. Un permiso especial no eximirá a la empresa contratista de su responsabilidad por los daños que pudiesen resultar por el traslado de materiales o equipos. De igual forma debe cumplir con las medidas establecidas en el Programa de Gestión Socioambiental.

e) Limpieza general final

Antes de la recepción final del contrato, la carretera, las fuentes de materiales locales y de préstamo, así como toda el área que fue afectada por la empresa contratista durante la obra, debe ser limpiada por la empresa de todo desecho, residuos, materiales sobrantes, estructuras provisionales y equipo, dejando todas las partes de la obra en condición aceptable y debidamente drenadas.

Este trabajo será considerado como trabajo auxiliar necesario para el debido cumplimiento del contrato y no debe hacerse ningún pago específico por este concepto.

f) Limpieza del área de trabajo

La empresa contratista deberá remover todos los desechos o los residuos producidos por la actividad diaria ejecutada, de conformidad con lo indicado en su especificación.

g) Consideraciones ambientales

Para garantizar el cumplimiento y posterior seguimiento del Programa de Gestión Socioambiental, este y otras consideraciones ambientales que establezcan las normas de cada país, deben ser parte de las especificaciones técnicas de los documentos de licitación y de los alcances contractuales en los contratos de obras.

La empresa contratista debe acatar las medidas de prevención, mitigación, y protección del medio ambiente indicadas en el Programa de Gestión Socioambiental. En específico, las siguientes medidas deben ser implementadas:

La disposición de material sobrante y desechos (botaderos)

Los materiales no utilizables, sobrantes o no clasificado deben ser depositados en botaderos previamente identificados y aprobados por la supervisión. El material debe ser colocado y distribuido, de manera que permita el mejor aprovechamiento del espacio, para la colocación de otro material en el futuro. Al finalizar los trabajos de construcción, y previo a la aceptación final de las obras, los botaderos serán debidamente conformados. Las siguientes disposiciones deben observarse para el manejo adecuado de los sitios de botadero.

- El material sobrante, estéril o no clasificado será apilado temporalmente en sitios preestablecidos que no alteren u obstruyan el drenaje del sistema pluvial, el drenaje natural, ensucien o contaminen las aguas superficiales o afecten en alguna medida la vegetación natural, los cultivos en los terrenos aledaños, y que no alteren el contorno estético del área. El material apilado será trasladado a los sitios de botaderos, con una frecuencia mínima de dos veces por día, según el volumen (m³) generado.

- Los sitios designados para botaderos estarán indicados en los documentos de licitación, o en su ausencia, serán previamente identificados y aprobados por la supervisión. La empresa contratista de obras cumplirá con todas las medidas ambientales, conforme a lo autorizado por las autoridades competentes y sus instrumentos de gestión ambiental, tales como: Planes o Programa de Gestión Ambiental con el fin de evitar, prevenir o mitigar impactos socioambientales negativos. Estos sitios deben ser seleccionados cuidadosamente, evitando cercanía a sitios poblados, zonas inestables, con pendientes pronunciadas, área de importancia ambiental como, bosques, humedales, zonas ecológicamente frágiles, áreas de protección de cuerpos de agua o áreas de productividad agrícola. Una vez estabilizados los rellenos deberán revegetarse con especies de plantas adecuadas que contribuyan a la retención de los materiales para evitar escorrentía. Se deberán utilizar preferiblemente especies nativas.
- Al finalizar las actividades de mantenimiento los sitios de botaderos deberán quedar conformados o cerrados, evitando dejar oquedades o áreas susceptibles a erosión o inundaciones y deben ser entregados a la persona propietaria del terreno, mediante un acta de cierre.
- No debe realizarse el mantenimiento de maquinarias y equipos en los sitios de botaderos con el objetivo de prevenir el vertido de hidrocarburos. No será permitida la acumulación o disposición de desechos proveniente de estos mantenimientos. Se recomienda que los mantenimientos de equipos y maquinarias sean realizados en áreas destinadas en planteles o en talleres que cumplan con las condiciones óptimas para este servicio.
- El manejo del drenaje y control de la escorrentía superficial es de gran importancia en los sitios de botaderos para evitar procesos de erosión y sedimentación, cuando sea necesario se limpiarán las obras de drenaje menor o se colocarán filtros de desagüe que permitan el paso del agua.
- Cuando se rellenan laderas o depresiones, debe conformarse el relleno en forma de terrazas y colocar un muro de contención apropiado cuando sea necesario. Deberá asegurarse que se compacten adecuadamente para evitar erosión o desprendimientos que puedan ocasionar peligros.
- Las laderas de los rellenos deben ser estabilizadas para evitar fracturación, erosión y la generación de sedimentos que obstruyan los drenajes o contaminen las aguas superficiales cercanas, con el propósito de prevenir deslizamiento, revenidas de materiales que puedan generar desastres posteriores.
- Evitar la realización de mezclas de materiales en áreas cercanas a cuerpos de agua.

Sobre los campamentos o planteles

- La construcción de campamentos, si fuere necesaria, debe ser en lugares previamente aprobados por el ente supervisor y fuera de zonas pobladas. La empresa contratista cumplirá con las medidas socioambientales y de salud y seguridad laboral establecidas por las autoridades competentes y acatará las órdenes del ente supervisor acerca de las medidas necesarias para evitar la contaminación del ambiente y cualquier otro riesgo para los y las trabajadoras y la población en el área de influencia de las obras.
- Los campamentos deben contar con las instalaciones y condiciones mínimas tales como comedores y servicios sanitarios, para ello deben incluir sanitarios portátiles o letrinas ecológicas cuando no exista acceso al alcantarillado sanitario, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.

- En los campamentos no se realizarán mantenimientos de maquinarias o equipos, estos se harán en talleres debidamente autorizados, tampoco se almacenarán sustancias peligrosas, hidrocarburos ni residuos de ninguna índole. Se debe asegurar que los aceites usados o sobrantes de aceites por mantenimiento de la maquinaria sean almacenado en recipientes seguros con tapaderas y adecuados, para su tratamiento en sitios debidamente autorizados por considerarse como residuos peligrosos. El mantenimiento de las maquinas debe asegurar que cumpla con las normas vigentes sobre emisiones a la atmósfera y metas de reducción de GEI.
- El contratista de obras demostrará que cuenta con los servicios de una empresa debidamente autorizada para el retiro y manejo de aceites usados, como mínimo con una frecuencia semanal.
- Las áreas destinadas a cambios de aceite de los equipos y maquinarias estarán debidamente señalizadas, alejadas de las zonas de comedores y vestidores de los trabajadores, también estará alejada de cuerpos de agua. Estarán impermeabilizadas para evitar contaminación de suelos y aguas subterráneas, y se contará con materiales para contención de derrames accidentales (arena, material absorbente, pala y barriles para recogida de cualquier material contaminado).
- Los campamentos deben ser desmantelados al terminar la obra, el sitio se entregará limpio y libre de todo material de construcción o desechos. En caso de haberse construido letrinas, estas serán desinstaladas y selladas. Todos los residuos derivados de la ejecución del proyecto (al concluir el mismo) deben ser retirados para dejar el predio utilizado en similares condiciones en que fue encontrado al inicio, incluyendo la recuperación ambiental.

Sobre los sitios de préstamo

- Los sitios de préstamo o extracción de materiales de construcción serán seleccionadas previo un análisis de alternativas, que incluya ensayos de laboratorio, y su explotación deberá ser aprobada previamente por la supervisión. No se adquirirá material de préstamo de sitios que no cuenten con la debida autorización y plan de manejo, según la normativa de cada país.
- El almacenamiento temporal de material de préstamo no se realizará en sitios cercanos a cuerpos de agua como lagos, ríos, quebradas o acuíferos, respetando las distancias establecidas por la legislación nacional La explotación debe realizarse según el plan de manejo y no se dejarán cortes perpendiculares en los sitios de extracción de material o cantera, ni se debe permitir la existencia de depresiones en lugares donde se acumule agua.
- En lo posible, en los sitios de cantera debe nivelarse la topografía para que se adecúe a los terrenos aledaños.
- Cuando sean explotaciones nuevas, el material de descapote debe acopiarse para luego ser tendido sobre el sitio de explotación, al finalizar su uso.
- Al finalizar las obras, en los bancos de préstamos debe realizarse el cierre parcial o total de áreas explotadas, debiendo realizar acciones de restauración, incluida la reforestación cuando sea permitida.
- El personal que labora en los sitios de préstamo contará con Equipos de Protección Personal. Los sitios estarán debidamente señalizados para evitar accidentes.

Sobre la localización de la planta asfáltica y el transporte de asfalto

- La planta debe localizarse en lugares desprovistos de vegetación, de fácil acceso y colocarse a sotavento con relación a centros poblados. Las vías de entrada y salida estarán situadas

en forma tal que los sobrantes, durante la carga y descarga, no afecten el área de los límites de las instalaciones.

- Para la operación de la planta asfáltica debe asegurarse que los depósitos e infraestructura de combustibles cumplan con las normativas técnicas que le apliquen.

Se debe dar seguimiento para asegurar que las emisiones y la generación de partículas sueltas (polvos y PM) no superen los límites máximos establecidos en la normativa de cada país.

h) Consideraciones generales para la reducción de riesgo de desastre y la adaptación al cambio climático

- i) Por parte de la empresa contratista: adoptará todas las medidas necesarias para reducir los riesgos de desastres y lograr una red vial resiliente en lo que se refiere a:
 - En la medida en que el tipo de contrato y alcances de este lo requieran, la empresa contratista debe identificar puntos críticos del tramo en mantenimiento, incluyendo todo emplazamiento propuesto para desvíos, que puedan estar expuestos a los peligros hidrológicos, meteorológicos, geológicos, ambientales, y otros.
 - Incorporará medidas de reducción del riesgo de daño ambiental por el mantenimiento.
 - Cuando se identifique un punto o activo crítico de la red vial que requiera una intervención no incluida en los alcances del contrato, la empresa contratista propondrá medidas de reducción de riesgos y adaptación al cambio climático para ser revisadas y aprobadas por el ente supervisor. La forma de pago para toda actividad o alcance nuevo deberá estar establecida en el contrato de obras.
 - Adaptará la frecuencia de mantenimiento a las futuras condiciones climatológicas.
 - Incorporará soluciones basadas en la naturaleza en su diseño y propuesta para discusión con el ente supervisor.
 - Dependiendo de las condiciones del área de trabajo utilizará materiales que sean menos afectados o más resistentes al agua, los cambios de temperatura, la sequía, u otras condiciones.
 - Implementará medidas para incrementar la estabilidad de taludes para evitar derrumbes y desprendimiento de rocas, incluyendo soluciones verdes.
 - Implementará las medidas requeridas en los pavimentos para adaptarlos a las variaciones de los parámetros hidrológicos.
 - Adaptará el mantenimiento de los sistemas de drenaje a las variaciones pluviométricas.
 - Aplicará medidas de corrección y prevención de la erosión y fenómenos de remoción en masa.
 - Implementará planes de contingencia en caso de eventos desastrosos.
 - Implementará los planes de comunicación y relacionamiento con la comunidad, a fin de mantener a la población dentro del área del proyecto debidamente informada.
 - Promoverá la eficiencia energética de sus equipos y maquinaria.
 - Implementará todas las medidas establecidas en los PGSA.
- ii) Por parte del ente contratante:
 - Garantizará que los documentos de licitación y los contratos de obras incluyan las especificaciones técnicas necesarias, costos, y los aspectos relacionados a gestión de riesgo de desastre y adaptación al cambio climático.

- Incluirá los aspectos socioambientales como parte de las especificaciones técnicas del proyecto y exigirá su estricto cumplimiento
- Verificará y garantizará, cuando sea requerido, que los PGSA incluyan planes de contingencia ante riesgos, planes de medidas de adaptación al cambio climático, planes de control de la erosión, entre otros, y exigirá su cumplimiento durante la ejecución del proyecto.
- Garantizará que los requisitos de personal incluidos en los documentos de licitación y contratos de obras incluyan a un especialista en gestión socioambiental o en adaptación al cambio climático o con experiencia en obras de adaptación al cambio climático, según el tipo de contrato.

10.04 Supervisión del trabajo

a) *Supervisión*

Cada proyecto deberá ser supervisado en forma directa por la unidad ejecutora. La unidad ejecutora del proyecto podrá designar a una persona encargada de la supervisión que desempeñará las funciones y obligaciones que se le asignen en el contrato. La supervisión será realizada mediante la contratación de una firma consultora o profesional calificado en la materia.

Cuando la supervisión sea ejercida por una persona natural, deberá ser profesional en ingeniería civil con autorización para el ejercicio de su profesión, contar con la experiencia requerida para desempeñar su cargo y actuar como delegado residente del proyecto. Debe tener conocimiento sobre la implementación de medidas ambientales. Cuando sea una firma consultora debe contar con el personal para la supervisión de la implementación de las medidas socioambientales.

El contratista será notificado acerca de la identidad del supervisor, antes de iniciar el trabajo.

b) *Autoridad del supervisor*

El supervisor será el representante del contratante o dueño del proyecto y se entenderá que actúa en nombre de este. Cuando sea necesario, el supervisor obtendrá la autorización del contratante o dueño del proyecto, de acuerdo con las especificaciones particulares del contrato y cuando se establezca en estas.

El supervisor instruirá al contratista sobre la ejecución de las obras, de acuerdo con las especificaciones técnicas del contrato. No tendrá autoridad para aprobar enmiendas a los contratos, pero podrá revisar las propuestas del contratista y emitir su opinión.

El supervisor decidirá sobre todos los problemas que se presenten con respecto a la calidad y aceptación de los materiales, en el trabajo ejecutado y el ritmo de ejecución de las actividades y obras, en la interpretación de los planos y especificaciones, y en todo lo que surja mientras se ejecuta el contrato, así como en el cumplimiento de las medidas socioambientales establecidas en el PGSA y aquellas referentes a la reducción de riesgo de desastre y la adaptación al cambio climático.

c) *Obligaciones del personal asistente del delegado residente*

Los asistentes asignados al proyecto estarán autorizados para inspeccionar todo el trabajo ejecutado y los materiales utilizados y para rechazar materiales y trabajos de mano de obra. También estarán asignados para inspeccionar la implementación de las medidas socioambientales y la efectividad de las acciones realizadas, podrá rechazar y solicitar mejorar las acciones implementadas para que se garantice la disminución de los efectos de los impactos sobre el medio social y ambiental, en coordinación con el supervisor a cargo del tema socioambiental. Cuando existan problemas que signifiquen disputa, serán presentados al supervisor para su decisión.

Los asistentes de obra no están autorizados para alterar las estipulaciones del contrato, ni expedir instrucciones que sean contrarias a los planos y especificaciones, ni para actuar como capataces del contratista.

d) Libro de bitácora

Es el historial de todos los acontecimientos que sucedieron en el proyecto, pudiendo llevarse en un libro, en medio magnético, electrónico u otro medio designado por el contratante, en el cual se consignan, por orden cronológico, las decisiones y observaciones del supervisor de la obra y del contratista.

e) Comunicaciones

Todas las comunicaciones deben realizarse por escrito, ya sea en correo físico o por medios electrónicos cuando estos sean permitidos y esté especificado en las condiciones particulares del contrato.

f) Eliminación de la obra inaceptable o no autorizada

El trabajo ejecutado en contra de las instrucciones del supervisor o que no cumpla con las disposiciones y especificaciones técnicas contractuales, será considerado como no aceptable y no será pagado como parte del contrato. Se puede ordenar que cualquier trabajo que sea efectuado de esta manera, se elimine por cuenta del contratista. Si el trabajo no es aceptable debe retirarse y volverse a ejecutar conforme a las especificaciones de contrato.

g) Aceptación

Luego del debido aviso del contratista sobre la terminación de los trabajos del contrato, el supervisor hará una inspección. Si todos los trabajos realizados se encuentran terminados de acuerdo con las estipulaciones del contrato, esta constituiría la inspección final, y el supervisor notificará por escrito la aceptación al contratista con fecha después de la cual no se cargará más tiempo al plazo de entrega. Sin embargo, en caso de que la inspección revelase, en su totalidad o en parte, cualquier trabajo inaceptable, el supervisor se lo informará al contratista, el cual debe proceder a realizar las correcciones necesarias de inmediato.

Al ser corregido el trabajo señalado, se llevará a cabo otra inspección la que sería la inspección final a condición de que la obra haya sido completada satisfactoriamente. En tal caso, el supervisor expedirá la aceptación final y notificará por escrito al contratista de esa aceptación.

La inspección final deberá incluir criterios sobre la seguridad vial, riesgo de desastres y cambio climático y ambiental.

10.05 Obligaciones del contratista de obras

El contratista ejecutará las obras de acuerdo con las especificaciones técnicas y de calidad, planos de diseños y otros documentos que conformen el contrato.

El contratista está obligado a garantizar el personal presentado en su oferta técnica, así como las condiciones óptimas de salud, higiene y seguridad en el trabajo para todo su personal de obras. Cumplirá con las normativas de higiene y seguridad en el trabajo establecidas en cada país.

Para trabajos menores, tales como limpieza, restauración ambiental u otros, se recomienda la contratación eventual de la población local.

10.06 Control de calidad

- a) Origen del abastecimiento y requisitos sobre la calidad. Excepto cuando se disponga lo contrario, todos los materiales empleados en la obra serán surtidos por el contratista de conformidad con los requisitos sobre calidad señalados en las especificaciones del contrato. Con el fin de acelerar la inspección de ensayos en los materiales, debe notificar al supervisor cuáles serán los abastecedores o proveedores de materiales que propone utilizar, para que éstos puedan ser aprobados en el lugar de origen respectivo.
- b) Muestras, ensayos, especificaciones citadas. Serán inspeccionados todos los materiales para los cuales estén especificadas pruebas, y su aceptabilidad será comprobada por el supervisor. Los costos en que se incurra para la realización de los ensayos serán cubiertos por el contratista y deberá considerarlos en su oferta.

A menos que se indique lo contrario, cuando se utilice referencia en las especificaciones, normas o métodos de ensayo adoptados por una asociación técnica reconocida tal como el AASHTO, ASTM, se aplicaran las que se encuentren vigentes en la fecha de la invitación de licitación.

- c) Fuentes de materiales locales. Las posibles fuentes locales de materiales pueden mostrarse en los planos o estar descritas en las provisiones especiales. La calidad del material será aceptable en general, pero el contratista determinará la cantidad de equipo y trabajo que tomará producir un material que satisfaga las especificaciones. Quedará entendido que no es factible determinar mediante muestras, el límite para un depósito entero, y que se debe considerar que pueden ocurrir variaciones. El contratista será responsable de la calidad y cantidad del material aceptable que pueda ser producido.

No se aceptarán materiales cuyo origen sea de lechos de ríos o quebradas ya que causan deterioro a un cuerpo de agua superficial, excepto que presenten una autorización de las autoridades competentes cuando no exista prohibición en la legislación del país.

Es deber del contratista de obras, tomar todas las medidas necesarias, para garantizar que la explotación de los materiales de préstamo en el área de influencia del proyecto, o en cualquier otro sitio de explotación, no ocasione riesgos de desastres durante y después de la realización de los trabajos de mantenimiento. De igual forma, el contratista debe implementar obras de adaptación al cambio climático cuando los sitios lo requieran, con el fin de evitar inundaciones, derrumbes, inestabilidad de taludes, entre otros.

- d) Costo de explotación. Los costos de explotación de fuentes de materiales locales, como el derecho de adquisición del material, el pago de cargos por regalía, la construcción y mantenimiento de caminos de acceso, la remoción, transporte y descarga de materiales no aceptables en lugares de desperdicio aprobados, y la instalación de equipo de trituración o para tamizar, así como todos los permisos requeridos por las regulaciones nacionales y las medidas de reducción de riesgo de desastres y adaptación al cambio climático, deben ser incluidos en los costos del contratista.
- e) Aprobación de los materiales. Todos los materiales que se estén empleando en la obra quedarán sujetos a inspección, prueba o ensayo, así como rechazo en cualquier tiempo previo o durante, su incorporación dentro de la obra. El supervisor puede permitir el uso de ciertos materiales o construcciones antes, como prueba y ensayo, acompañado con certificaciones de consentimiento que afirman que tales materiales o construcciones cumplen con los requerimientos del contrato. Los certificados serán firmados por el fabricante. Cada lote de tales materiales o construcciones que sean incorporados a la obra, serán sometidos a ensayo para comprobar su cumplimiento con las especificaciones. Todas las muestras de los

materiales que deben analizarse serán escogidas y tomadas conjuntamente por el supervisor y el contratista. Se recomienda evitar materiales dañinos al ambiente y la salud animal y humana, así como considerar materiales alternativos más sostenibles.

- f) Laboratorio de ensayos de materiales. Siempre que lo establezca el contrato, el supervisor debe contar con laboratorio para ensayo de materiales. Sin embargo, el contratista es el responsable de la calidad de los materiales que serán utilizados, debiendo realizar los ensayos de materiales en laboratorios de reconocida credibilidad que se encuentre debidamente certificados.
- g) Materiales inaceptables. Todos los materiales que no cumplan con los requisitos de las especificaciones, de acuerdo con los ensayos realizados, serán considerados como inaceptables, siendo rechazados y retirados inmediatamente del lugar de la obra por cuenta del contratista.

10.07 Medición y pago

Todo el trabajo terminado, de acuerdo con el contrato, será medido por el supervisor según lo estipulado en su especificación. La medición también estará descrita en la especificación y debe ser similar a la indicada en el anexo de obra del contrato correspondiente.

Se aplicará lo que la ley de cada país considere sobre este ajuste, siempre que el proceso señalado se encuentre considerado contractualmente. En caso contrario, no se reconocerá para análisis y pago.

Sección II. Descripción de los trabajos de mantenimiento contratado con base en estándares o niveles de servicio

11.01 Mantenimiento contratado a base de estándares o niveles de servicio

Se agrupan en cuatro categorías generales:

a) *Administración*

Los contratos de mantenimiento por estándares, según criterio de la unidad ejecutora, podrían abarcar consideraciones no directamente relacionadas con los trabajos físicos de mantenimiento. Dichas actividades incluirán, entre otras:

- Realizar gestiones y acciones tendientes a lograr un efectivo y oportuno mantenimiento de las vías objeto del contrato.
- Realizar el inventario físico y del estado físico de la vía a su cargo, incluyendo los elementos que la conforman (puentes, obras de drenaje, taludes, pasos de fauna aéreos, inferiores y sus complementos, alumbrado, otros) y suministrar la información requerida por los sistemas de administración de carreteras utilizada por la unidad ejecutora.
- Determinar los puntos críticos del estado de la carretera y dar recomendaciones para su tratamiento con el fin de disminuir la vulnerabilidad de las vías ante los impactos del cambio climático y tomar las medidas adecuadas para gestionar el riesgo de desastres. Para ello se debe apoyar en los sistemas de gestión de activos de viales.
- Diseñar y proponer obras, incluyendo obras de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático, así como adelantar acciones relacionadas con el entorno de las vías, su ornato y la preservación del medio ambiente.
- Informar sobre las necesidades futuras de las vías. El contratista debe alertar a la unidad ejecutora sobre la necesidad de diseñar y construir obras especiales, para el control de la inestabilidad y reducción de riesgos en sitios críticos y vulnerables, así como obras de

mejoramiento, revegetación o rehabilitación de drenajes (incluyendo las obras de adaptación de estos como pasos de fauna) y de la superficie de rodadura. Además, debe informar acerca de las obras de mantenimiento periódico que se deban ejecutar después de terminado su contrato, con fines de planeación y programación oportuna.

- Velar por la reglamentación acerca del buen uso y protección de la vía en cuanto a:
 - Botaderos ilegales de basuras o desechos en la zona de la carretera, colocación de vallas de publicidad y propaganda proselitista, invasiones en el derecho de vía, cunetas peatonales y utilización para fines no autorizados, ejecución de obras no autorizadas, obstrucción de drenajes, daños ocasionados en los elementos de la carretera y puntos negros con una alta incidencia de accidentes, lugares habituales de asaltos y robos, necesidad de mejorar o sustituir la señalización vial y secciones de las vías que requieren más vigilancia o alumbrado, para hacer cumplir a los usuarios los reglamentos de tránsito, así como las modificaciones del uso del suelo en zonas aledañas al camino que pueden alterar las condiciones hidrológicas del sitio.
 - Tan pronto como el contratista se entere de una acción que ponga en peligro el buen uso de las carreteras, debe notificarlo al contratante. Después de ocurrido un hecho, las acciones del contratista deben empezar cuando lo ordene el supervisor.
- Realizar las acciones necesarias para la seguridad vial y restablecimiento de tránsito:
 - El contratista está obligado a cumplir con todas las normas establecidas en la versión vigente de los siguientes documentos centroamericanos, en lo que se refiere a sus operaciones durante la vigencia de su contrato:
 - Acuerdo sobre circulación por carreteras
 - Acuerdo sobre señales viales uniformes
 - Manual de diseño de pavimentos
 - Manual de normas ambientales
 - Manual de seguridad vial
 - El contratista, como administrador de la vía durante el plazo contractual, debe participar y colaborar con la policía vial o de tránsito para el pronto restablecimiento de la circulación vehicular cuando ocurran problemas de accidentes viales, derrumbes o emergencias.
 - Le corresponde al contratista proveer elementos temporales de señalización de la carretera, tanto vertical como horizontal, en la cantidad y tipos necesarios, para prevenir, orientar y brindar seguridad a las personas usuarias.
- Participar en las reuniones de coordinación y seminarios propiciados por la unidad ejecutora u otro ente competente.
- Realizar otras acciones que contribuyan al buen estado de la vía y a la comodidad y seguridad de las personas usuarias, incluyendo la organización, coordinación e implementación de talleres de capacitación vial, ambiental y de seguridad en la vía.
- Colaborar con la unidad ejecutora en la actualización del inventario de vías.
- Actualizar o rehacer los planos finales de las vías, cuando se requiera o lo estipule el contrato correspondiente.

En su oferta, el oferente debe indicar una suma global mensual para la administración que incluya todo lo requerido para realizar esta labor.

b) *Mantenimiento rutinario*

Es el conjunto de actividades necesarias para que la carretera conserve un nivel de servicio entre regular y bueno. Las actividades normalmente consideradas en el ámbito centroamericano son:

- Desmontar el derecho de vía, tomando en cuenta las especificaciones establecidas en los términos de referencia respecto a cobertura vegetal de pasos de fauna
- Limpiar las cunetas revestidas
- Limpiar las cunetas de tierra
- Limpiar alcantarillas
- Reperfilar carreteras de tierra
- Reperfilar con compactación de carreteras
- Reperfilar con compactación de hombros
- Sellar juntas y grietas en pavimentos y hombros de concreto hidráulico
- Sellar fisuras y grietas en pavimentos y hombros asfálticos
- Bachear en carreteras y hombros de mezclas asfálticas
- Bachear tratamientos superficiales y hombros tratados
- Limpiar, reacondicionar y reponer señales verticales
- Limpiar y restituir defensas metálicas
- Dar mantenimiento a la señalización horizontal
- Conservar puentes
- Limpiar la superficie de rodadura
- Reponer vialetas u ojos de gato
- Conservar alcantarillas
- Reemplaza losas de hormigón
- Identificar e informar sobre sitios críticos, probables o existentes, sujetos a peligros de inundación, deslizamientos, erosión u otros.
- Limpiar y dar mantenimiento a pasos de fauna aéreos, mixtos y secos y estructuras complementarias
- Limpiar y dar mantenimiento a mallas perimetrales y otros complementos instalados
- Dar mantenimiento a adaptaciones establecidas en cunetas, tragantes y otros
- Reemplazar elementos de pasos de fauna deteriorados

Será responsabilidad exclusiva del contratista seleccionar y programar las actividades para que las condiciones de las vías respondan a los requerimientos exigidos por los indicadores durante el plazo contractual.

La frecuencia con que deben ejecutar las labores de conservación dependerá de múltiples factores, entre los cuales el tránsito y el clima son relevantes. Las estimaciones serán propias del contratista. La unidad ejecutora le proporcionará los antecedentes de tránsito con que cuenta. Para fines de control de calidad del servicio se han definido seis estándares e indicadores para áreas laterales, drenaje, señalización y seguridad vial, pavimentos, estructuras viales y gestión de riesgos de desastre y adaptación al cambio climático.

Para trabajos no cubiertos por los indicadores que aparecen en la lista anterior, se incorporan las estipulaciones apropiadas en las disposiciones y especificaciones especiales de cada contrato.

Los estándares y los indicadores que se presentan permiten establecer la satisfacción de las labores de limpieza, ornato, estado de la superficie de rodadura, obras de drenaje, mantenimiento de puentes, prevención de derrumbes y reducción de la vulnerabilidad a desastres, entre otros.

El contratista debe realizar las operaciones requeridas cuantas veces sea necesario para mantener la calidad de servicio especificado en el contrato. La programación de las labores debe hacerse de tal manera que garanticen el cumplimiento de los indicadores. Asimismo, el contratista debe realizar cualquier otra actividad que se considere en provecho del objetivo de mantener la carretera en buen estado.

El cumplimiento de las labores de mantenimiento rutinario se certificará mensualmente por parte del supervisor con base de los indicadores establecidos.

El incumplimiento de alguno o algunos de los indicadores establecidos de cualquier parte del tramo contratado y en cualquier momento de la vigencia será calificado como incumplimiento y dará lugar a la sanción y multa estipulada.

Para establecer el incumplimiento del contrato en cuanto a mantenimiento rutinario, el supervisor verificará e indicará de forma escrita al contratista el sitio en donde los indicadores de mantenimiento no se cumplen, presentando la evidencia del incumplimiento mediante fotografías o video del sector donde se identificó el incumplimiento.

Se suscribirá un acta en la que se precise el incumplimiento y debe ser firmada por el supervisor y el contratista. Si el contratista se niega a asistir o haciéndolo no firma el acta, se dejará constancia de ello en el acta.

El contratista responderá por escrito a la notificación de incumplimiento en el tiempo establecido en el contrato e indicará las medidas que tomará para subsanar los errores o incumplimiento identificado. El supervisor dará seguimiento al cumplimiento de los compromisos del contratista para subsanar los errores. La reincidencia o incumplimiento será motivo para rescindir el contrato.

Remoción de derrumbes

El contratista debe tomar las medidas necesarias para evitar derrumbes, deslizamientos o reventados en talud sobre la vía, y en caso de que suceda, su remoción debe hacerse por medios mecánicos o manuales y en menos de 24 horas después de haber ocurrido, tomando todas las medidas de seguridad para prevenir el riesgo de accidentes.

El contratista debe disponer inmediatamente del equipo y la maquinaria que considere necesaria para cumplir con esta actividad. Tomará todas las precauciones necesarias para evitar la exposición de sus trabajadores a cualquier peligro existente en el sitio de derrumbes, dotándolos de equipos de protección personal y de la capacitación requerida para ejecutar las obras con los cuidados necesarios. El contratista determinará sus costos, basándose en una evaluación total de la carretera, incluyendo los costos necesarios para implementar medidas de prevención o reducción del riesgo de derrumbes o deslizamientos.

c) Mantenimiento periódico

Se refiere a las obras de mantenimiento programadas con una frecuencia mayor a un año. Estas obras incluyen:

- Reposición de balasto en carreteras no pavimentadas
- Aplicación de sellos sobre pavimentos asfálticos
- Aplicación de tratamientos especiales como lechada asfáltica y otros
- Colocación de sobrecapas de asfalto (recarpeteo)

- Aplicación de tratamientos especiales como reciclaje de pavimentos existentes y otros
- Aplicación de capas de concreto hidráulico, tipo *white topping* u otros

Dichas obras deben ser consideradas por el contratista para ser ejecutadas cuando sean programadas o requeridas, por lo que deberá establecer recursos desde el inicio del proyecto y su asignación mensual para invertir en estos trabajos.

d) *Trabajos de emergencia*

Se considera una emergencia toda acción no prevista ni ponderable, debida a la materialización de una amenaza o peligro existente, sea social o natural, que obstaculice la vía impidiendo el libre tránsito. El contratista estará obligado a atender, de forma inmediata, las emergencias que se produzcan en cualquier momento, inclusive fuera de las horas laborales. Una vez ocurrido el incidente se debe contactar de forma inmediata al supervisor para que se tomen las acciones necesarias. Los trabajos se pagarán mediante la modalidad de precios unitarios, como se indica en el capítulo 1 de este Manual. Estas actividades incluyen, pero no se limitan a la remoción de derrumbes, construcción de desviaciones e instalación de puentes provisionales.

Remoción de derrumbes

El contratista debe tomar las medidas necesarias para evitar la caída de masas de tierra, piedras y escombros sobre la vía y, en caso de que suceda, su remoción debe hacerse por medios mecánicos o manuales y en menos de 24 horas después de haber ocurrido.

El contratista debe disponer inmediatamente del equipo y la maquinaria necesaria para cumplir con esta actividad, además de dotar a su personal de equipo de protección personal. Determinará sus costos basándose en una evaluación total de la carretera, incluyendo la evaluación de la vulnerabilidad en otros sitios que considere o identifique como sitios críticos donde puedan ocurrir desastres o que estén expuestos a peligros existentes y que requieran medidas de reducción de riesgo o adaptación al cambio climático.

El contratista debe proponer en el formulario provisto como anexo de las disposiciones especiales de cada contrato, la disponibilidad inmediata de equipo y la maquinaria que considere necesaria para cumplir con esta actividad.

Colocación de puentes provisionales

Cuando se materialice un peligro que ocasione la destrucción o colapso de puentes, el contratista debe responder de manera inmediata colocando un puente provisional. En estos casos, el contratante tomará las providencias necesarias para proveer la estructura metálica y el contratista estará obligado a realizar las obras necesarias. Los trabajos ordenados incluyen el desmontaje de la estructura que se instalará, el transporte y la construcción de estribos y accesos, entre otros. Cada caso se considerará en el momento en que sea necesario para definir las cantidades de obra.

Construcción de desvíos

De ser necesaria la construcción de un desvío, el contratista estará obligado a hacerlo, con el propósito de restaurar el tránsito vehicular en el menor tiempo posible. Las actividades para construir desvíos deben cumplir con el programa de gestión socioambiental e incorporar, cuando sea necesario, medidas de reducción de riesgo de desastres y adaptación al cambio climático.

11.02 Mantenimiento del tránsito y medidas de seguridad

- a) Señalización. El contratista está obligado a tomar todas las medidas necesarias para mantener el tránsito durante la ejecución de los trabajos de mantenimiento y procurar la seguridad de las personas usuarias, debiendo colocar y mantener letreros y señales de peligro diurno y nocturno

en la cantidad y tipos necesarios, durante todo el período que duren los trabajos, asignar personal para regular el tránsito y señalizar los sectores de peligro para las personas usuarias. Además, tendrá especial cuidado en el mantenimiento de todas las señales de carácter preventivo y de advertencia. El programa de seguridad y señalización debe conformarse con los requisitos indicados en la versión más reciente del *Manual de seguridad vial e imagen institucional en zonas de trabajo* publicado por el Comité Centroamericano de Fondos Viales (COCAVIAL) y se debe respetar lo indicado en el Acuerdo Centroamericano sobre Señales Viales Uniformes y las estipulaciones específicas de cada país en lo que se refiere al programa de seguridad y señalización de obras viales.

- b) Medidas de seguridad. El contratista proporcionará y mantendrá en condiciones de seguridad las vías de acceso e intersecciones como veredas, caminos, calles, accesos a propiedades comerciales y residencias privadas. Debe emplear los medios que considere necesarios para el control del polvo, con la frecuencia establecida en el programa de gestión socioambiental y según las afectaciones durante los trabajos de mantenimiento. Se aplicarán estos requerimientos durante el período total del contrato y el contratista se hará responsable de los gastos sin compensación directa.
- c) Sistema de información a las personas usuarias. El contratista diseñará un sistema de información o un plan de comunicación y relacionamiento con la comunidad, según lo establezca el programa de gestión socioambiental donde se establecerán los medios de comunicación y la información para las personas usuarias de la vía y las comunidades aledañas, acerca de las condiciones de las vías y las secciones que pueden presentar problemas debido a trabajos programados, así como de los riesgos potenciales debido a los trabajos y a su interacción con el clima.
- d) El contratista diseñará un plan de quejas y reclamos, que será parte del programa de gestión socioambiental. En este plan se definirán los mecanismos para interponer una queja o reclamo, mecanismos de información a la población, tiempos y mecanismos de respuesta, así como cualquier otra información importante para una adecuada atención a la población que pudiera ser afectada por el proyecto de mantenimiento. El supervisor revisará dichos documentos por lo menos una vez a la semana y cuando se trate de reclamos justificados, solicitará del contratista las explicaciones o respuesta correspondientes. Si los reclamos fueran graves y justificados tomará las medidas que correspondan según el contrato. Otra forma de medir la satisfacción de los usuarios es realizar visitas o encuestas periódicas, por medio del supervisor, con el propósito de conocer la opinión sobre el servicio prestado.

11.03 Programa de autocontrol de calidad del contratista

a) Descripción general

Los requerimientos particulares para los materiales y productos empleados en las diversas actividades que se necesitan ejecutar, así como sus adecuados procedimientos de trabajo se incluirán en las especificaciones particulares de cada proyecto o red de carreteras a licitar y que serán responsabilidad directa del contratista.

Las actividades de mantenimiento periódico que sean necesarias tendrán el control de calidad y durabilidad habitual, es decir, se debe verificar la calidad de los materiales y procedimientos de trabajo durante su ejecución, y si es necesario, luego de terminarse.

Para dichas actividades el plazo del contrato y su directa repercusión en el nivel de servicio son de exclusiva responsabilidad del contratista, por lo cual el supervisor no hará control de calidad alguno, lo que no excluye las labores de autocontrol propias del contratista.

b) Programa de autocontrol del contratista

Las actividades de mantenimiento y la calidad de los materiales deben hacerse y estar conforme al capítulo 1 de este Manual, así como cualquier otra modificación que se incluya en las especificaciones de cada proyecto. El contratista es totalmente responsable por el control de calidad de los trabajos que ejecuta, por lo que debe contar con un programa de autocontrol de calidad que incorpore formalmente los procedimientos para el control de calidad y durabilidad. El contratista debe entregar este programa al supervisor para su revisión durante los primeros quince días a partir del inicio del contrato. El programa debe proveer información suficiente para demostrar el cumplimiento de los trabajos y calidad de los materiales. En este programa se deben considerar, por lo menos, los siguientes aspectos:

- Materiales que deben examinarse
- Procedimientos de trabajos que deben controlarse
- Frecuencia de los ensayos
- Proposición de certificación y frecuencia
- Diseño de mezclas
- Fuentes de materiales

La certificación de aquellos materiales no producidos por el contratista corresponde a los procedimientos de control de calidad del fabricante y debe contener una declaración que asegure que el producto o material cumple con los requerimientos específicos del contrato, junto con los resultados de los ensayos realizados, como respaldo a esa declaración.

El supervisor se reserva el derecho de aprobar o rechazar, del listado propuesto por el contratista, la certificación de algunos productos o materiales, así como a ejecutar los ensayos pertinentes a cualquier muestra de los productos o materiales listados.

c) Verificación por parte del supervisor

Se contemplan los siguientes tipos de control:

- Verificación de los materiales o productos que serán utilizados en las obras, así como verificar que los resultados de los ensayos efectuados por el contratista son representativos, confiables y durables.
- Verificación de los materiales durante su producción.
- Verificación de los procedimientos de trabajo de las obras en ejecución.
- Verificación de cumplimiento del Programa de Gestión Socioambiental, incluyendo las medidas orientadas a la reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático.
- Verificación de los materiales y procedimientos de trabajo en lugares específicos cuando la inspección visual haya identificado un posible incumplimiento.

d) Plan de inspecciones

Este plan es el documento que utilizará el supervisor para definir las inspecciones necesarias mínimas que hagan evidente que la calidad de los trabajos cumple con los requerimientos contractuales. Dependiendo del tipo de obra y oportunidad, se define la siguiente frecuencia para la inspección que se debe ejecutar.

- Obras de mantenimiento periódico. Se seguirán los procedimientos tradicionales de inspección estipulados en el capítulo 1 del presente manual. Es decir, se debe asegurar el pleno cumplimiento de las especificaciones generales, tanto en control de calidad de

materiales como en los procedimientos de trabajo a lo largo de la duración de los trabajos y su término.

- Actividades de mantenimiento rutinario. Las inspecciones se realizarán de acuerdo con las frecuencias estipuladas en los indicadores del estado, en los que se debe considerar el cambio climático y sus efectos.

El objetivo de las inspecciones es asegurar que el contratista está cumpliendo con su obligación de mantener las carreteras según el estándar indicado por los indicadores y así autorizar los pagos mensuales, después de haber deducido las sanciones por cualquier incumplimiento.

Sin embargo, puede haber ocasiones en las que el supervisor observe condiciones o prácticas de trabajo inseguras o inconvenientes, o tramos que no cumplen los indicadores establecidos, en cuyo caso se aplicarán las medidas correctivas correspondientes o las sanciones cuando haya incumplimiento en el tiempo de respuesta establecido en el contrato.

e) Deficiencias

La detección de deficiencias en los trabajos o servicios del contratista provendrán de las inspecciones realizadas por parte del supervisor o de visitas a lugares específicos derivados por denuncias o reclamos de los usuarios. Estas deficiencias pueden deberse a:

- Condiciones de inseguridad de la carretera. Cuando se identifica una condición defectuosa que represente riesgo a la seguridad o si existe un riesgo de deterioro estructural a corto plazo, el supervisor emitirá un aviso de deficiencia si comprueba incumplimiento por parte del contratista.
- Prácticas inconvenientes. Si el supervisor advierte el uso de materiales o procedimientos que contravienen las normas especificadas en el *Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras*, se emitirá un aviso de incumplimiento.
- Tramos que no cumplen con el estándar especificado. El supervisor será el responsable de verificar esta disposición y el tiempo que debe tener para su corrección. El supervisor debe asegurar que se hayan realizado los trabajos necesarios para reparar el pavimento y que la superficie de rodamiento cumpla con los estándares de serviciabilidad especificados y medidos en el sitio, tales como el IRI, particularmente cuando se trate de sobrecarpetas.
- Incumplimiento de medidas socioambientales. Es responsabilidad del supervisor contar con personal especialista en gestión ambiental y social, y velar por el cumplimiento de todas las especificaciones técnicas contenidas en el programa de gestión socioambiental. En caso de incumplimiento, es deber del supervisor indicarlo y establecer plazos para rectificar o implementar las medidas socioambientales. En caso de reincidencia, es responsabilidad del supervisor establecer la sanción o multa que corresponda y notificar al contratista. El incumplimiento al programa de gestión socioambiental será motivo de rescisión del contrato.

Para los casos descritos anteriormente, el supervisor será responsable de tomar las acciones que considere convenientes para la superar dichas deficiencias.

f) Aviso de deficiencia

En este aviso, el supervisor identificará y ubicará el tramo o la situación con deficiencia, además de las características y la fecha y hora en que fue comunicado verbalmente o por escrito al contratista, indicando además el tiempo de respuesta máximo para su corrección.

g) Aviso de incumplimiento (no conformidad)

Se refiere a una actividad que no satisface los requerimientos del contrato o tramos de las carreteras que no cumplen con el estándar exigido. Estos casos deben identificarse y describirse en un aviso de incumplimiento. Este debe referirse a un requerimiento específico contractualmente o a un estándar de calidad o durabilidad.

Una vez identificado el incumplimiento, el supervisor lo evaluará y emitirá alguna de las siguientes instrucciones:

- Haga: significa que el contratista debe emprender inmediatamente el trabajo que no se haya completado o que esté atrasado.
- Rehaga: requiere remover el trabajo no conforme y rehacerlo adecuadamente.
- Repare: implica corregir el trabajo para llevarlo hasta la calidad requerida.
- Cumpla: implica el ineludible cumplimiento indispensable de las medidas indicadas en el contrato y especificaciones técnicas.

Cada aviso de incumplimiento indicará un tiempo de respuesta máximo y debe ser evaluado por el contratista para acordar acciones que impidan su repetición. En caso de rehacer o reparar algunos trabajos, estos deben reinspeccionarse y su resultado documentarse en el aviso de incumplimiento.

h) Informe de incumplimiento

El supervisor es responsable de verificar que los trabajos no conformes se corrijan dentro de los tiempos de respuesta establecidos en los avisos. Si esto no ocurre, se aplicará la sanción indicada en el contrato y si las fallas o incumplimientos son reiterativos, el supervisor debe notificar a la unidad ejecutora acerca de este hecho, para que se emita una nota formal al contratista instándole a cumplir inmediatamente con los requerimientos establecidos, bajo pena de sanciones mayores.

i) Responsabilidad del contratista

El contratista es totalmente responsable por la calidad de los materiales, procedimientos de trabajo y resultado final de las obras, de acuerdo con las normas y las especificaciones que rigen estos contratos.

Debido a la naturaleza de las exigencias a que está sometida una carretera, su estado se verá afectado por el deterioro propio de la demanda usuaria, vida útil de sus componentes, encubrimiento normal de aguas, crecimiento de vegetación, situaciones imprevistas, cambio climático y otros. Por esta razón, el contratista debe actuar bajo líneas de acción diferentes, que se resumen a continuación:

- Es de su exclusiva cuenta obtener los materiales, organizar y planificar los trabajos, asignar los equipos y el personal, dirigir y autocontrolar la calidad y durabilidad, materiales y métodos aplicados.
- Esto implica que el contratista debe contar con adecuados y eficaces medios de autocontrol (calidad de materiales), autogestión (planificación de trabajos) y relaciones públicas (comunicación a las personas usuarias).
- El contratista será el responsable único de que la calidad de servicio esté siempre presente en las carreteras a su cargo y debe responder a los usuarios de la carretera como a la unidad ejecutora de cualquier falla o anomalía que en ellos se presente.

j) Labores de conservación normal

Las anomalías que se produzcan por un deterioro normal de la carretera, limpieza y reparaciones menores, deben ser abordadas por el contratista de manera permanente y de acuerdo con su propia programación, de manera que las carreteras presenten sus niveles de servicio

originales. La frecuencia y magnitud con que el contratista ejecute estas operaciones es de su exclusiva responsabilidad, y el supervisor debe velar por que el indicador de servicio esté siempre presente en cada sector de la carretera.

k) *Situaciones imprevistas*

Toda falla o anomalía imprevista que se produzca en las carreteras de la red licitada debe ser abordada y solucionada por el contratista dentro de los tiempos de respuesta máximos establecidos en los indicadores del estado de las secciones 200 a 700 (sección 12.d). El contratista no debe esperar la conformidad del supervisor para ejecutar estas labores, sino debe informar de inmediato al supervisor de lo sucedido y de las acciones que emprenderá o que ya ejecutó.

l) *Límites*

El contratista será responsable de mantener a su costo y riesgo los requerimientos técnicos de los trabajos que ejecute el indicador de servicio, en todos los tramos viales de la red contratada, excepto en los siguientes casos.

- Obras de arte mayor dañadas o potencialmente afectadas por causas no imputables al contratista (fortuitos o de fuerza mayor).
- Obras afectadas por desastres o por actos violentos causados por personas, cuando no son resultado de mal mantenimiento o imprevisión del contratista.
- Daño en cercos y portones, siempre que el supervisor haya sido avisado previamente por el contratista.
- Daños por obras ejecutadas por terceros y cuya ejecución ha sido autorizada por la unidad ejecutora.
- Daños por incremento substancial del tránsito durante un lapso mayor a un mes, por el uso de alguna carretera o tramo autorizado por la unidad ejecutora como ruta alternativa o desvío, con motivo de emergencias u obras de otros contratos en otras carreteras.

11.04 **Acciones por incumplimiento**

Dado que el objetivo principal de los contratos de mantenimiento por estándares es asegurar que las vías funcionen en estado óptimo según el juicio de las personas usuarias y el personal técnico de carreteras, se ha establecido que el contratante será el responsable directo de aplicar sanciones y su correspondiente penalización según la desatención en el momento oportuno a cada uno de los grupos de actividad que componen el contrato.

- a) Labores de administración. Se denomina desatender las labores de administración a la no actuación o cumplimiento oportuno de algunas de las tareas detalladas en el numeral 11.01 literal a de esta sección. Se establece como penalización el no pago de un porcentaje que quedará establecido contractualmente, durante el período en el que se desatendieron las labores de administración. Esta orden será impartida por el supervisor y su valor se descontará de la suma mensual pactada en el contrato. De reincidir en la falta, el contrato establecerá los porcentajes de descuento que se deben realizar.
- b) Labores de mantenimiento rutinario. Se denomina desatender las actividades de mantenimiento rutinario a la no actuación o cumplimiento oportuno de algunas de las tareas indicadas en el capítulo 1. Si a criterio del supervisor la condición de la carretera es satisfactoria, recomendará el pago mensual establecido al contratista. En caso contrario (por el incumplimiento de uno o más de los indicadores establecidos), el contratista debe producir una condición satisfactoria dentro del plazo establecido en el contrato, contados a partir de la fecha en que se rechazó la condición.

- c) Si después de vencido este plazo, a criterio del supervisor, la carretera se encuentra en condición satisfactoria, el contratista recibirá el pago que le corresponde, deduciendo en concepto de penalización el equivalente a un porcentaje establecido en el contrato del valor de la suma global mensual para el mantenimiento rutinario, según el caso.
- d) Si la condición continúa insatisfactoria, el contratista no tendrá derecho a recibir pago mensual del precio acordado para el mantenimiento rutinario durante el cual se desatendieron las labores de mantenimiento. Esta orden será dada por el supervisor y su valor se descontará de la suma mensual global pactado para todo el contrato.
- e) Labores de mantenimiento periódico. Considerando que las obras de mantenimiento periódico se pagan a precio unitario, se aplican las cláusulas pertinentes del capítulo 1 del presente Manual.
- f) Trabajos de emergencia. El contratista tiene obligación de atender de forma inmediata todas las emergencias que ocurran en la carretera durante el período contractual, que se pagarán según precios acordados durante la ejecución del contrato. En caso de incumplimiento, la unidad ejecutora hará uso de una sanción adecuada estipulada en las disposiciones especiales de cada contrato.

Sección 12. Abreviaturas, definiciones y medidas

12.01 Abreviaturas

Dondequiera que sean empleadas las siguientes abreviaturas de estas especificaciones técnicas, se deben interpretar de la misma forma que se muestran a continuación:

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials, en español, Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte
ASTM	American Society for Testing Materials, en español, Asociación Americana para el Ensayo de Materiales
IRI	International Roughness Index, en español el índice internacional de rugosidad.
TPD	Tránsito promedio diario
ESAL	Equivalent Standard Axle Loads, en español, cargas equivalentes de ejes sencillos estándar de 8,2 toneladas
PCA	Portland Cement Association, en español, la Asociación del Cemento de Portland

12.02 Definiciones

Actividades	Trabajos realizados para llevar a cabo un programa de mantenimiento rutinario, periódico, de rehabilitación y mejoramiento, de emergencia y de producción.
Acera	Aquella parte de la calzada construida principalmente para uso de los peatones.
Adjudicación	La aceptación por escrito, por parte del contratante, de una cotización o licitación presentada por un oferente.
Afianzadora/fiadora	La institución debidamente autorizada para esta clase de operaciones en el país, que formaliza una garantía que debe proporcionar el contratista.
Agregado	Un material granular duro de composición mineralógica como la arena, la grava, la escoria o la roca triturada, usado para mezclarse en diferentes tamaños. Agregado grueso: material retenido por el tamiz de 2,36 mm (núm. 8). Agregado fino: material que pasa el tamiz de 2,36 mm (núm. 8).
Relleno mineral	Fraciones de agregado fino que pasan el tamiz de 0,60 mm (núm. 30).
Polvo mineral	Fraciones de agregado fino que pasan el tamiz de 0,075 mm (núm. 200).
Alcantarilla	Cualquier estructura por debajo de la subrasante de una carretera u otras obras viales, cuyo objetivo es evacuar las aguas superficiales y profundas.
Anuncio	Aviso público en el que se solicitan ofertas para trabajos de mantenimiento vial por realizar, o para el surtido de materiales que se especifiquen.

Balasto (lastre)	Una capa superficial de material selecto que consiste en material granular natural o agregado triturado, que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, con el objetivo de protegerla y que sirva de superficie de rodadura, que permite el libre tránsito durante todas las épocas del año.
Base	Es la capa de espesor que constituye la estructura del pavimento, destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a las capas subyacentes, y sobre la que se coloca la carpeta de rodadura.
Bitácora	Es el historial de todos los acontecimientos que sucedieron en el proyecto, pudiendo llevarse en un libro, en medio magnético u otro medio designado por el contratante, en el que se consignan por orden cronológico las decisiones y observaciones del supervisor de la obra, del contratista y representantes del contratante.
Calzada	Componente de la carretera destinada a la circulación de vehículos, excluyendo los hombros laterales.
Carpeta de rodadura	La parte superior de un pavimento, por lo general de pavimento bituminoso o rígido, que sostiene directamente la circulación vehicular.
Carretera, calle o camino	Un calificativo general que designa una vía pública para fines de tránsito de vehículo, y que incluye la extensión total comprendida dentro del derecho de vía.

12.03 Terminología recomendada

En áreas urbanas	Calle o avenida.
En áreas rurales	Carreteras para vías pavimentadas, carreteras para vías no pavimentadas, caminos vecinales, sendas o brechas de tierra sin diseño geométrico u obras de drenaje.
En general	Vía o vía pública.
Chapeo o chapoda, del derecho de vía	Es el corte de toda la maleza, comprendido en la zona lateral de la calzada, sin incluir el corte de árboles que no representen riesgo de visibilidad al tránsito vehicular.
Contratante	El representante debidamente autorizado del gobierno, en quien se ha delegado la responsabilidad de ejecutar y administrar los contratos de mantenimiento vial.
Contratista	La persona natural o jurídica, compañía o sociedad, o cualquier combinación aceptable de estas, o empresa colectiva, que convenga con el gobierno para realizar el trabajo contratado.
Contrato	Instrumento jurídico suscrito entre el gobierno y el contratista, de conformidad con las leyes del país, que establece las obligaciones respectivas de las partes contratistas, para el desempeño del trabajo convenido.
Cotización u oferta	Es la propuesta que presenta el oferente, en la forma prescrita por la ley de cada país, para ejecutar los trabajos de mantenimiento al precio cotizado.
Croquis en línea	Un dibujo que indica el estacionamiento de la vía en forma de una línea recta sin curvatura horizontal o perfil vertical. El dibujo muestra el estacionamiento aproximado a lo largo de la vía, obras de arte mayor y menor, cruces e intersección con otras vías, accesos a propiedades importantes, entre otros. También, indican en el dibujo la ubicación y una descripción breve de las obras que deben realizarse con un estimado de las cantidades de obras.
Daños	Desperfectos ocurridos en la superficie de una carretera debido a efectos de clima y tránsito.
Deflexión	El desplazamiento vertical temporal de un pavimento proveniente de la aplicación de cargas de las ruedas de los vehículos.
Derecho de vía	El área de terreno que el gobierno suministra para ser usada en la construcción de la carretera, sus estructuras, anexos y futuras ampliaciones.
Día calendario	Cualquier día del año, incluyendo fines de semana y asuetos.
Día laboral	Día calendario en que operaciones normales de mantenimiento puedan proceder durante el horario de trabajo, excluyendo los domingos, feriado y otros definidos en las leyes laborales.
Unidad ejecutora	Es la dependencia encargada de velar por la ejecución administrativa y técnica del mantenimiento vial.
Equipo	Toda la herramienta, maquinaria y equipo, junto con los abastecimientos necesarios para la conservación vial.
Especificaciones	Las normas generales y técnicas de mantenimiento, contenidas en este documento, en las disposiciones generales y en cualquier otro documento que se emita, ya sea antes o durante el mantenimiento de una carretera.
Especificaciones especiales	Modifican las especificaciones para adecuarlas a las condiciones prevalecientes de cada proyecto, según se estipule en los contratos específicos de mantenimiento vial en cada país.
Especificaciones estándar	Se aplican a las actividades y obras de mantenimiento en todos los países centroamericanos.
Especificaciones suplementarias	Adiciones y revisiones aprobadas a las especificaciones estándar.

Estado de la carretera	<p>La condición en que se encuentra la carretera. La terminología recomendada consiste en:</p> <p>Muy bueno: condición equivalente a la que es atribuible a una carretera inmediatamente después de su construcción original o reconstrucción.</p> <p>Bueno: condición que corresponde a una carretera con tránsito constante, y con poco desgaste que requerirá mantenimiento rutinario en el futuro próximo.</p> <p>Regular: condición equivalente a la que es atribuible a una carretera con poco deterioro, pero que requiere mantenimiento rutinario en forma inmediata.</p> <p>Malo: condición deteriorada que requiere obras de rehabilitación para restaurar la carretera a una condición buena o muy buena.</p> <p>Muy malo: condición pésima que requiere la reconstrucción integral de la carretera para restaurarla y que adquiera condición muy buena.</p>
Formulario (plan) de oferta	Formato que incluye un listado de los rubros contractuales que debe ejecutarse y las cantidades estimadas de cada uno, para que el licitante indique su precio. La suma de los precios de cada rubro constituye la oferta del licitante.
Gobierno o Estado	Según se defina en la constitución política de un país.
Garantías (fianzas)	Documentos legales y financieros que solicita el contratante al contratista, para garantizar que los servicios contratados se lleven a cabo de conformidad con los términos de referencia o bases de contratación.
Hombro o espaldón	El área de la carretera, contigua y paralela a la carpeta o superficie de rodadura, que sirve de confinamiento a la capa de base y de zona de estacionamiento accidental de vehículos.
Indicadores de estado	Comprenden los índices de calidad que se aplican a las variables de mantenimiento para que la carpeta o superficie de rodadura y su estructura, brinden un nivel óptimo de servicio al usuario.
Intervención	La designación aplicada de actividades de mantenimiento rutinario y periódico consideradas en forma conjunta.
IRI	Índice de Rugosidad Internacional, es un indicador de la comodidad del usuario al circular sobre un pavimento. Entre menor sea este valor, existirá mayor confort para la circulación vehicular.
Licitante u oferente	Una persona natural o jurídica que somete una oferta para ejecutar un contrato de mantenimiento vial.
Mantenimiento	Todas las acciones que tienen como objetivo mantener o restaurar la carretera y sus componentes, al estado en el que pueda brindar el nivel de servicio requerido y para el que fue diseñado.
Mejoramiento	Ejecución de las actividades constructivas necesarias para dotar a una carretera existente (en bueno, regular o mal estado) de mejores condiciones físicas y operativas de las que dispone, para ampliar su capacidad o simplemente para ofrecer un mejor servicio al usuario.
Nivel de servicio	Son las características iniciales físicas y de calidad, que debe presentar una carretera para dar al usuario, un servicio expedito y seguro. Mediante contratos por niveles de servicio el contratante establece la calidad que debe presentar la carretera y la exigencia al contratista de conservar este nivel de servicio durante el período contractual.
Obras	Es el trabajo que debe ejecutarse de acuerdo con las especificaciones y demás documentos que forman parte del contrato, para llevar a cabo un programa de mantenimiento rutinario y periódico.
Orden o aviso de iniciar	Anuncio por escrito al contratista para que comience con las obras contempladas en el contrato. Esto marca la fecha del comienzo del período contractual.
Partida o rubro de pago	Asignación presupuestaria para el pago del contrato de mantenimiento respectivo.
Pavimento	La estructura integral de las capas de subbase, base y carpeta de rodadura, colocadas sobre la subrasante, diseñadas y destinadas a sostener las cargas vehiculares.
Planos	Dibujos que muestran la ubicación, índole y dimensiones del trabajo, incluyendo la disposición, perfiles, cortes transversales y otros detalles.
Puente	Una estructura de drenaje mayor, erigida por encima de una depresión o una obstrucción como agua, carretera, o vía férrea, y que cuente con un carril o pasaje con capacidad de tránsito u otras cargas rodantes.
Reconstrucción o rehabilitación	Ejecución de las actividades constructivas necesarias para restablecer las condiciones físicas de la carretera a como fue construida originalmente.
Rugosidad	La desviación vertical del perfil del pavimento de su forma tal como fue diseñado y que resulta en incomodidades en el manejo del vehículo. Por lo general, la rugosidad se mide para fines de mantenimiento vial por medio del IRI.
Subbase	Las capas de material especificado de espesor establecido según el valor soporte, colocado sobre una subrasante para sostener la capa de base superior.
Supervisor	El consultor a quien el contratante ha delegado la supervisión del contrato, asignándole todas las funciones y responsabilidades establecidas en los documentos de licitación.

Subrasante	Capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.
Tránsito o tráfico	Circulación de personas y vehículos por calles, carreteras, entre otros.

12.04 Medidas

Las medidas descritas a continuación corresponden a las que se utilizan actualmente en el ámbito centroamericano. En el cuadro 12-1 se indican los factores de conversión para las medidas más utilizadas en estas especificaciones y en el cuadro 12-2, para efectos de los agregados, los tamaños típicos de los tamices.

Cuadro 12-1
Factores de conversión

Para convertir	a	Multiplicar por
acre	metro ² (m ²)	4046,856
acre	hectómetro ² (hm ²)	0,404686
atmósfera (técnica = lkgf/cm ²)	kilopascal (kPa)	98,06650
barril (42 gal.)	decímetro ³ (dm ³) o litro (l)	158,9873
BTU (cuadro internacional)	kilojulio (kJ)	1,05556
bushel	decímetro ³ (dm ³)	35,2391
DINA	micro Newton (μN)	10,0000
dina/centímetro ²	Pascal (Pa)	0,1000
Fahrenheit (temperatura)	Celsius (°C)	tc = (tf - 32)/1,8
pie	metro (m)	0,30480
pie ²	metro ² (m ²)	0,092903
pie ³	metro ³ (m ³)	0,028317
pie ³	litro (l)	28,3170
pielibra fuerza	julio (J)	1,355818
pie / minuto	metro / segundo (m/s)	0,00508
pie / segundo ²	metro/segundo ² (m/s ²)	0,30480
galón (U.S. líquido)	(decímetro ³ (dm ³) o litro (l))	3,785412
galón (U.S. líquido)	metro ³ (m ³)	0,003785
galón / minuto	decímetro ³ /segundo (dm ³ /s) o litro/ segundo (l/s)	0,06309
galón/yarda ²	decímetro ³ /metro ² (dm ³ /m ²) o litro/metro ² (l/m ²)	4,527314
horsepower (eléctrico)	kilovatio (Kw)	0,7460
pulgada	milímetro (mm)	25,4000
pulgada ²	centímetro ² (cm ²)	6,45160
pulgada ²	milímetro ² (mm ²)	645,1600
pulgada ³	centímetro ³ (cm ³)	16,38706
pulgada / segundo	metro/segundo (m/s)	0,02540
pulgada de mercurio (60 °C)	pascal (Pa)	3376,85
pulgada / segundo ²	metro/segundo ² (m/s ²)	0,02540
kilogramo (kg)	tonelada (métrica)	0,00100
kilolibra (1.000 lbf)	kilonewton (kN)	4,448222
kilolibra/pulgada	megapascal (mPa)	6,894757
milla	kilómetro (km)	1,609344
milla ²	kilómetro ² (km ²)	2,589988
milla/hora	kilómetro/hora (km/h)	1,609344
minuto (ángulo)	radian (rad)	0,000290
onzafuerza	Newton (N)	0,278013

Para convertir	a	Multiplicar por
onzamasa	gramo (g)	28,34952
onza fluida	centímetro ³ (cm ³)	29,57353
onza fluida	litro (l)	0,029574
poise (viscosidad absoluta)	pascalsegundo (Pas)	0,100000
libra – fuerza	Newton (N)	4,448222
librafuerza (lbf)	kilonewton (kN)	0,004448
librafuerzapulgada	Newtonmetro (Nm)	0,112984
librafuerza/pie	pascal (Pa)	47,88026
librafuerza/pulgada ² (psi)	kilopascal (kPa)	6,894757
libramasa	kilogramo (kg)	0,453592
libramasa/pie ²	kilogramo/metro ² (kg/m ²)	4,882428
libra masa/pie ³	kilogramo/metro ³ (kg/m ³)	16,01846
libramasa/pie ³	megagramo/metro ² (mg/m ²)	0,016018
libramasa/pulgada ³	kilogramo/decímetro ³ (kg/dm ³)	27,67990
libramasa/yarda ²	kilogramo/metro ² (kg/m ²)	0,542492
libramasa/yarda ³	kilogramo/metro ³ (kg/m ³)	0,593276
libramasa/galón (U.S. líquido)	kilogramo/metro ³ (kg/m ³)	119,8264
libra-masa/galón (U.S. líquido)	kilogramo/decímetro ³ (kg/dm ³)	0,119826
psi	kilopascal (kPa)	6,894757
tonelada (métrica)	kilogramo (kg)	1000,0000
tonelada (corta 2.000 lb)	kilogramo (kg)	907,1847
tonelada (larga 2.400 lb)	kilogramo (kg)	1016,0461
toneladamasayarda ³	kilogramo/metro ³ (kg/m ³)	1186,5527
yarda	metro (m)	0,91440
yarda ²	metro ² (m ²)	0,836127
yarda ³	metro ³ (m ³)	0,7645541

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 12-2
Tamaños típicos de tamices

Designación de tamices para agregados gruesos		Designación de tamices para agregados finos	
Sistema métrico	Designación AASHTO	Sistema métrico	Designación AASHTO
63 mm	2 ½" (pulgadas)	2,36 mm	Núm. 8
50 mm	2" (pulgadas)	2,00 mm	Núm. 10
37,5 mm	1 ½" (pulgadas)	1,18 mm	Núm. 16
25 mm	1" (pulgadas)	0,60 mm	Núm. 30
19 mm	¾" (pulgadas)	0,42 mm	Núm. 40
12,5 mm	½" (pulgadas)	0,30 mm	Núm. 50
9,5 mm	3/8" (pulgadas)	0,15 mm	Núm. 100
4,75 mm	Núm. 4	0,075 mm	Núm. 200

Fuente: Elaboración propia.

Sección 13. Procesos de licitación

Una vez que se decide que el proyecto de mantenimiento vial debe entrar en su fase de ejecución, se procede con el proceso de licitación mediante el que se selecciona a un licitante elegible para que lleve

a cabo los trabajos de mantenimiento. En esta etapa, es importante contar con todos los permisos, licencias y aprobaciones requeridas por las diferentes autoridades de cada país, de acuerdo con las leyes aplicables. Algunos ejemplos incluyen permisos o autorizaciones ambientales y de uso de agua, permisos para corte y poda de árboles, permisos de construcción, entre otros. Estas autorizaciones pueden variar dependiendo del tipo de proyecto de mantenimiento (rutinario, periódico, de emergencia) o si se trata de un proyecto público o privado.

Dependiendo del tipo de licitación que sea más oportuna para el contratante o dueño del proyecto, o bien atendiendo a las políticas del financiador del proyecto, los procesos de licitación pueden ser nacionales o internacionales. Los procesos de licitación nacional se deben apegar a la ley nacional (conocida como ley de contrataciones del estado, en algunos países). En muchas legislaciones de la región centroamericana, la ley de contrataciones establece que los proyectos financiados por organismos multilaterales o internacionales (IFO) son materia excluida, es decir, que se subordinan a las políticas del financiador.

13.01 Principios que rigen los procesos de licitación

Los procesos de licitación deben seguir principios elementales que persiguen el logro de las metas y objetivos esperados, deben ser transparentes, eficientes y abonar a la sostenibilidad técnica, ambiental y económica del proyecto. Algunos principios que deben gobernar los procesos de licitación son:

- **Economía:** consistente en alcanzar los objetivos fijados para el proyecto, minimizando costos, considera la sostenibilidad, la calidad, durabilidad, la reducción de riesgos, la resiliencia al cambio climático y los atributos no relacionados con el precio o el costo del ciclo de vida del proyecto, que favorecen la relación calidad-precio.
- **Eficiencia:** exige que los procedimientos de contratación sean proporcionales al valor y los riesgos de las actividades subyacentes del proyecto. Exige determinar la necesidad de contratación en toda su dimensión para evitar el mal uso del dinero público y garantizar la idoneidad del contrato para la satisfacción de la necesidad real.
- **Transparencia:** bajo este principio, el contratante permite la revisión de las actividades de contratación, así como la publicación y divulgación de la documentación necesaria que respalda los procesos de adquisiciones, rindiendo adecuadas cuentas de su administración.

13.02 La precalificación

Un proceso de licitación puede llevarse a cabo con precalificación o sin ella. En el primero de los casos, la ventaja es que se puede contar con varias firmas o empresas que mediante el proceso de precalificación demuestran sus capacidades técnicas y económicas para llevar a cabo el proyecto.

Se recomienda precalificar a los licitantes con el fin de garantizar que el licitante elegido se escoja de una lista de contratistas que cuenten con la experiencia y los recursos para realizar de forma satisfactoria el trabajo licitado y que, además, cumpla con los requisitos legales que le requiera la legislación de cada país. En los proyectos de mantenimiento en los que se implementen medidas de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático se recomienda la precalificación, ya que permitirá elegir empresas con experiencia en este campo.

Los documentos de precalificación deben proporcionar información sobre el proyecto, el procedimiento de precalificación, el procedimiento de licitación y los criterios de adjudicación del contrato. Deben fijar las fechas para la devolución de los documentos de precalificación cumplimentados y para la emisión del expediente de licitación, el período de licitación y la fecha programada de adjudicación del contrato. Los documentos también deben especificar qué datos se

exigen a los contratistas que deseen precalificarse. Los documentos de precalificación son elaborados por el contratante o en su nombre y normalmente incluirán:

- carta de invitación a solicitar la precalificación
- información sobre el procedimiento de precalificación
- información sobre el proyecto y el alcance del contrato a licitar
- formularios y cuestionarios de solicitud de precalificación

13.03 Proceso de licitación

Antes de iniciar el proceso de pedido de ofertas, el contratante debe tener la lista de licitantes elegidos, ya sea mediante un proceso de precalificación o por otro método, y con el grupo de documentos de licitación debidamente completado. Los documentos de licitación se constituyen en la base sobre la que los oferentes presentarán tanto su interés de participar en un proceso de adquisiciones, como su oferta técnica y económica. Los documentos de la licitación se dividen en tres partes:

- i) Procedimientos de licitación
 - Carta de invitación a licitar. Es el documento oficial de invitación a presentar ofertas, enviado por el contratante a los licitantes, por lo que debe cumplir con las formalidades necesarias. Debe incluir la referencia del proceso y título, lista de documentos, lugar y fecha para la entrega de las ofertas.
 - Instrucciones para los licitantes. En esta sección se debe proporcionar a los licitantes toda la información necesaria para apoyarlos a elaborar su propuesta. También se debe incluir el cronograma del proceso de licitación, indicando las fechas de entrega, apertura, evaluación de las propuestas y las fechas de adjudicación de los contratos.
 - Datos de la licitación
 - Criterios de evaluación y calificación
 - Formularios de licitación
- ii) Requisitos de las obras
- iii) Condiciones contractuales y formularios del contrato
 - Condiciones generales del contrato
 - Condiciones especiales del contrato
 - Formularios del contrato

En general, el expediente de licitación debe constar de los siguientes documentos principales:

- Carta de invitación a licitar
- Instrucciones a los licitantes
- Información a los licitadores
- Condiciones generales del contrato
- Condiciones particulares del contrato aplicables al proyecto específico
- Especificaciones técnicas
- Listas de cantidades
- Gestión de riesgos para la atención de emergencias, reducción del riesgo de desastres y de la vulnerabilidad al cambio climático
- Diversos formularios

- Planos
- Anexos

13.03.1 Procedimientos de licitación

- a) Invitación para participar en las licitaciones. La participación en licitaciones de mantenimiento por contrato será limitada a contratistas debidamente inscritos en los registros correspondientes y que estén solventes con el Estado o terceras personas de su país y, si fuera el caso, de cualquier país centroamericano. El contratante proporcionará a cada oferente invitado los documentos de licitación tal como se indicaron anteriormente y, si fuera el caso, previo al pago estipulado en la carta de invitación.
- b) Instrucciones para los licitantes. Esta sección contiene las instrucciones para que los licitantes preparen sus ofertas. Además, debe incluir la información necesaria sobre la forma de presentación de la oferta, incluyendo número de sobres para presentar, fecha y lugar de presentación, forma de presentación (digital, *courier*, física) y método de evaluación, entre otros. En esta sección se debe indicar al licitante, de forma clara y concisa, los procedimientos para preparar su oferta, así como los procedimientos para su evaluación.
- c) Documentos de la licitación. El objetivo de esta sección es establecer las condiciones particulares y específicas de la licitación. También se hacen las aclaraciones necesarias a las indicaciones para los licitantes que complementan esta sección.
- d) Criterios de evaluación. Los criterios de evaluación establecidos en los documentos de licitación constituirán la base para la selección de la oferta más ventajosa. Deben ser coherentes con la información que se solicita a los licitadores y acordes a los alcances del proyecto de mantenimiento vial. En caso de que el contratante vaya a utilizar un método específico de evaluación para seleccionar la oferta ganadora (basado en calidad y costo, por ejemplo), el método debe describirse en las instrucciones para los licitadores.

Si bien la evaluación generalmente puede basarse principalmente en el precio de la oferta, otros factores que podrían ser relevantes para lograr una mejor relación calidad-precio incluyen:

- Idoneidad de la tecnología y el personal propuesto
 - Equipos y maquinaria
 - Calidad y mantenimiento del equipo especializado del contratista
 - Historial de reclamos o litigios que haya tenido el licitante
 - Cumplimiento en materia social y ambiental del licitante en otros contratos
 - Capacidad financiera
 - Incorporación de medidas y materiales para la reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático y experiencia en el campo
 - Si se requiere, experiencia específica en ejecución de obras de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático.
- e) Formularios de la licitación. En esta sección se deben incluir los formularios para presentar la oferta tanto técnica como económica, formularios para presentar la experiencia del personal requerido en los documentos de la licitación, los formularios para presentar garantías de mantenimiento de la oferta y otros formularios que el licitante deberá completar y presentar como parte de su oferta.

13.03.2 *Requisitos de las obras*

En esta sección del documento de la licitación se describen las obras objeto del proceso de licitación, las especificaciones técnicas, los planos y la información complementaria sobre las obras que se contratarán. Esta sección también debe contener los requisitos ambientales y sociales que el contratista debe cumplir al ejecutar las obras, incluyendo previsiones sobre explotación, abuso y acoso sexual. Es importante hacer notar en esta sección que las especificaciones ambientales contenidas en el programa de gestión socioambiental son de obligatorio cumplimiento para el contratista.

13.03.3 *Condiciones contractuales y formularios del contrato*

Esta sección incluye las condiciones generales y particulares de los contratos, obras y todos los formularios que el licitante debe llenar y presentar en su oferta, tales como formato de garantía o fianzas de cumplimiento, garantía de cumplimiento de las obligaciones ambientales y sociales, anticipos y otros.

13.04 **Aclaraciones respecto a los documentos de licitación**

Todo posible licitante podrá solicitar aclaraciones respecto de los documentos de licitación mediante comunicación por escrito, correo electrónico o plataforma tecnológica con la que cuente la autoridad, indicados en la invitación y al tiempo especificado en las instrucciones a los licitantes. El contratante responderá a las solicitudes de aclaración en el plazo estipulado en las instrucciones para los licitantes. Se enviará copia de la respuesta del contratante a todos los que se hayan invitado a participar en la licitación y se incluirá una descripción de la consulta sin identificar quién la formuló.

13.05 **Reunión de homologación y visita al sitio de la obra**

La reunión de homologación y visita al sitio es opcional, pero se recomienda que los posibles licitantes, bajo su propio costo, realicen una visita al sitio de la obra y sus alrededores con el fin de obtener datos importantes para preparar sus ofertas. La visita al sitio debe ser autorizada por el contratante. El objetivo principal de la visita al sitio es permitir a cada licitador inspeccionar el lugar y obtener toda la información necesaria para preparar su oferta. De igual manera, la reunión de homologación tiene por objetivo abrir un espacio para que los licitantes puedan aclarar dudas sobre los documentos de la licitación y los alcances del contrato. Las aclaraciones solicitadas en la reunión de homologación se enviarán a todos los posibles licitantes por vía electrónica, a la dirección electrónica indicada por el licitante.

13.06 **Estudio de los documentos de licitación y solicitud de aclaraciones**

El licitante debe observar el lugar donde se ejecutarán las labores de mantenimiento, las instrucciones de los documentos de licitación, planos y especificaciones, así como las cláusulas del contrato del proyecto que debe formalizar, y será responsable de tomar las medidas necesarias para identificar la naturaleza y ubicación de la obra y de las condiciones generales y locales que puedan afectar el trabajo y el costo del mismo, incluyendo la identificación y valoración de los peligros existentes.

Los licitantes que necesiten aclaraciones sobre cualquier aspecto de los documentos de la licitación deberán presentar sus consultas por escrito a la dirección indicada en las instrucciones a los licitantes, generalmente en las oficinas de adquisiciones del contratante.

El contratante, en tiempo y forma, preparará y enviará por escrito las respuestas a las preguntas que se han recibido dentro del plazo especificado en las instrucciones a los licitantes, generalmente antes de la fecha de presentación de las ofertas, las enviará a todos los licitantes registrados sin citar la fuente de las consultas y pedirá a los licitadores que acusen recibo de toda la información. Se debe

informar a los licitantes que el contratante solo aceptará consultas que se reciban dentro del plazo especificado en los documentos de la licitación. Cuando sea apropiado, las respuestas a las preguntas constituirán una adenda a los documentos de la licitación.

13.07 Especificaciones particulares

Considerando que las vías en los distintos países se localizan en situaciones geográficas, topográficas y climáticas diferentes, las especificaciones generales a veces tendrán que modificarse respecto a las situaciones y condiciones particulares de proyectos específicos en cada país centroamericano, por lo que dichas modificaciones deben incluirse en las especificaciones particulares.

13.08 Especificaciones suplementarias

Si una actividad u obra de mantenimiento que no esté considerada en las especificaciones generales se repite a menudo en las especificaciones particulares de los contratos centroamericanos de mantenimiento vial, se puede incorporar a las especificaciones generales, mediante la elaboración de una especificación suplementaria, siempre y cuando esta cuente con la aprobación de las autoridades competentes de cada país.

13.09 Modificaciones y normas de referencia

Se refiere a las especificaciones, normas y procedimientos elaborados por entidades relacionadas con el sector vial, que se incorporan a las especificaciones mediante referencia.

En el caso de que el contratista advirtiese un error u omisión, debe notificar a la unidad ejecutora inmediatamente. La unidad ejecutora hará las correcciones y las interpretaciones, que se puedan considerar como necesarias para cumplir el propósito de los planos y especificaciones.

Sección 14. Apertura y evaluación de las ofertas y adjudicación del contrato

Este proceso debe realizarse de conformidad con las disposiciones estipuladas en los documentos de la licitación, así como las leyes nacionales vigentes en esta materia y las políticas de adquisiciones del financiador.

14.01 Apertura de ofertas

El proceso de recepción y apertura de ofertas se describirá claramente en los documentos de la licitación del concurso en cuestión, estipulando el lugar, la hora y el plazo máximo de espera para el inicio del proceso. Las ofertas se abrirán en la dirección, fecha y hora indicada en los documentos de la licitación y en presencia de los licitantes que decidan participar en este acto o sus delegados. Una vez finalizado el acto, se preparará el acta de apertura de ofertas incluyendo como mínimo la siguiente información:

- El nombre del licitante y si ha existido un retiro, sustitución o modificación a las ofertas en caso de que esto estuviera permitido y especificado en los documentos de la licitación.
- Cualquier oferta alternativa.
- La existencia o inexistencia de una garantía de mantenimiento de la oferta, si esta fue requerida.
- La presencia o ausencia de un segundo sobre que contenga la oferta financiera cuando el proceso así lo hubiese requerido.

- Las observaciones realizadas durante el acto de apertura de las ofertas.
- Cualquier otro detalle que el contratante considere pertinente.

Se solicitará a los representantes de los licitantes presentes que firmen el acta. La omisión de la firma de un licitante no invalidará el contenido y efecto del acta. Se distribuirá una copia del acta a todos los licitantes.

14.02 Evaluación y comparación de las ofertas

El proceso de evaluación de las ofertas será confidencial. No se permite revelar información de o vinculada a las ofertas recibidas. De igual forma, cualquier intento de los licitantes por influir en el proceso será motivo para descalificar su oferta. Cualquier otra comunicación entre el contratante y el licitante, estrictamente necesaria y relacionada con el proceso, se realizará por escrito.

Después de haber sido abiertas, las ofertas se evaluarán para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en los documentos de la licitación. El contratante verificará que las ofertas se ajusten sustancialmente a lo solicitado en los documentos de la licitación con respecto a los documentos que conforman la oferta. Se entenderá que la oferta se ajusta sustancialmente a los documentos de la licitación cuando no afecte la calidad o el funcionamiento de las obras ni limite las responsabilidades del contratista ni los derechos del contratante. Una oferta que no se ajuste sustancialmente a lo documentos de la licitación podrá descalificarse.

Las ofertas se evaluarán según el método de evaluación y selección establecido en los documentos de la licitación. Cuando el método seleccionado sea con doble sobre, técnica y financiera, o bien selección basada en calidad y costo, se evaluarán primero las ofertas técnicas utilizando los criterios y metodología indicada en las instrucciones a los licitantes. No se permitirá aplicar criterios de evaluación no especificados o publicados en los documentos de la licitación.

Si se hubieran solicitado ofertas en dos sobres (un sobre para ofertas técnicas y uno para ofertas financieras), se procederá a resguardar (sin abrir) las ofertas financieras. Estas últimas se abrirán de manera posterior a la evaluación de las ofertas técnicas una vez que se hayan comunicado los resultados de la evaluación técnica a los licitantes y que se haya cumplido cualquier período suspensivo indicado en las legislaciones nacionales o bien en los procedimientos del organismo financiero internacional.

La apertura de ofertas financieras se realizará en el lugar y fecha comunicada por escrito a los licitantes. Se leerán los precios ofertados en voz alta, en presencia de los licitantes que hayan elegido participar en dicho acto de apertura de ofertas financieras. Se levantará el acta de apertura de ofertas financieras y los participantes en el acto la firmarán.

El contratante comparará los precios evaluados de todas las ofertas que se ajusten sustancialmente a lo solicitado en los documentos de la licitación, es decir, las ofertas que hayan pasado exitosamente la evaluación técnica, para determinar la oferta con el valor ofertado más bajo. Los resultados de la evaluación serán publicados y comunicados a los licitantes.

14.03 Descalificación de una oferta

Durante el proceso de licitación o cotización, según se establezca en los términos de referencia o en los documentos de la licitación, se puede descalificar una oferta cuando no cumpla con cualquiera de los requisitos establecidos en los mismos.

14.04 Adjudicación del contrato

Se hará al oferente que presente la oferta que más convenga a los intereses del contratante.

Sección 15. Garantías (fianzas) y seguros

15.01 Garantías (fianzas)

El licitante favorecido proporcionará fianzas o garantías de anticipo (si aplica), cumplimiento y otras que queden establecidas en las disposiciones especiales de cada contrato, tal como lo exijan los documentos contractuales. De igual forma, es responsabilidad del adjudicatario del contrato cumplir con los seguros establecidos en los requisitos contractuales.

Sección 16. Documentos contractuales y tipos de contrato

La contratación de empresas es el mecanismo legal por el que contratante y contratista establecen las condiciones legales, administrativas y técnicas que deben regir para ejecutar los trabajos de mantenimiento que se deben realizar. Este documento es una guía y debe utilizarse dentro del marco general aplicable a cada país. Cada país realizará los ajustes a los contenidos según lo que establezcan sus leyes. Sin embargo, este documento y todos los que formaron parte del proceso de cotización o licitación son parte integral del contrato, por lo que debe estar claramente descrito en el mismo, con el propósito de que tengan la validez legal para su aplicación.

16.01 Documentos contractuales

- Resolución de adjudicación
- Acuerdo contractual
- Carta de aceptación
- Carta de oferta
- Condiciones generales del contrato
- Condiciones particulares del contrato
- Especificaciones técnicas generales y particulares del proyecto
- Planos
- Anexos
- Acuerdo de empresa o iniciativa mixta, si existiera
- Formularios debidamente llenados
- Cualquier otro documento que forme parte del contrato:
 - Lista de cantidades y precios unitarios
 - Garantías
 - Seguros
 - Estrategia de gestión ambiental, social, salud y seguridad y el plan de implementación
 - Normas de conducta ambiental, social, salud y seguridad
 - Orden de inicio físico de los trabajos
 - Órdenes de cambio
 - Órdenes de trabajo suplementario

- Acuerdo de trabajo extra
- Adendas emitidas
- Publicación de finalización de la obra

Todos estos documentos contractuales son considerados como una parte integral de los documentos de licitación. La autoridad local o nacional podrá incluir los documentos adicionales que considere y podrá modificar el orden de estos conforme sus procedimientos particulares.

Se entiende que todos los documentos que forman el contrato son complementarios entre sí, correlativos y aclaratorios, su intención es describir y proveer las formalidades legales para garantizar un trabajo completo. En caso de una diferencia, las dimensiones calculadas prevalecerán sobre las dimensiones en escala y las partes del contrato prevalecerán en el siguiente orden:

- i) Ley vigente de contrataciones
- ii) Bases de contratación
- iii) Contrato
- iv) Disposiciones particulares
- v) Planos
- vi) Especificaciones particulares
- vii) Especificaciones generales para contratos por estándares

16.02 Descripción de contratos a precios unitarios

Contratos a precios unitarios significa que cada actividad que esté descrita en los renglones del anexo de obra tiene un precio unitario establecido por el oferente y aceptado por el contratante en la licitación, una unidad de medida del trabajo o suministro y este contendrá un número de unidades que se deben ejecutar. Cuando el trabajo se realice, deben ser fiscalizadas las unidades ejecutadas que, multiplicadas por su precio unitario, contabilizan el monto total que deberá cancelarse. Puesto que las actividades de mantenimiento son realizadas sobre un período de tiempo relativamente corto, estos trabajos deben terminarse al 100%- para completar su desembolso financiero.

En los tiempos de ejecución se debe considerar el estado meteorológico del tiempo para evitar que influya en la calidad y durabilidad de los trabajos de mantenimiento. En caso de que el clima no permita realizar los trabajos en los plazos establecidos, se debe comunicar a la autoridad para obtener extensiones de tiempo. La autoridad deberá asegurarse de que los trabajos no se realicen en condiciones climáticas que influyan en la calidad y durabilidad de los trabajos de mantenimiento. Cualquier actividad ejecutada y que esté pendiente de conclusión no debe ser incluida hasta que sea terminada y aceptada por el contratante, por medio del supervisor.

16.03 Descripción de contratos por estándares o niveles de servicio

Contratos por estándares o niveles de servicio son aquellos en los que el contratista da mantenimiento a un tramo carretero, que debe conservarse dentro de los límites permisibles y definidos en el contrato. La carretera debe preservar sus características iniciales durante todo el tiempo que dure el contrato. Este tipo de contrato no contiene renglones de trabajo, puesto que se estipula una asignación periódica para el mantenimiento. El pago debe establecerse previamente y ambas partes deben aceptarlo. Sin embargo, cuando alguno de los parámetros permisibles se incumpla, la asignación sufrirá decrementos por concepto de sanciones según lo establezca el contrato. El contratista tiene plena libertad para

programar sus actividades rutinarias y periódicas, que se realizarán bajo su total responsabilidad. Debido a que este tipo de mantenimiento es preventivo, no reactivo, el contratista debe mantener una vigilancia permanente del tramo para evitar que daños menores se conviertan en labores mayores.

Es conveniente que los contratos por estándares o niveles de servicio tengan un tiempo contractual de entre dos y cinco años. En general, el marco general y legal de los contratos por estándares es muy similar a cualquier otro dentro de las labores de mantenimiento, ya que la relación contractual debe funcionar igual para ambos casos. Una variante significativa de estos contratos es la forma en que se integra el pago periódico en un contrato por estándar con la manera de integrar precios unitarios, conociendo el volumen de obra que debe ejecutar.

En los contratos por estándar el contratista debe asumir riesgos sobre el estado real de la carretera, que probablemente no fue construida por él, lo que tiende a elevar el factor de seguridad, cubriendo cualquier eventualidad que pudiera suscitar y se refleja en un alto costo de mantenimiento respecto a la labor que debe realizar.

A diferencia de los contratos de precios unitarios, al analizar los precios de cada renglón se puede saber exactamente todos los componentes del precio y, si el volumen de obra es sustancial, probablemente el precio unitario disminuya, dando como resultado mayor capacidad de ejecución por un monto fijo de contrato. Sin embargo, hacer un contrato en una carretera en buenas condiciones por precios unitarios resulta con poco volumen de trabajo, lo que redundará en precios unitarios elevados; y aunque haya poco trabajo, el contratista debe mantener y sostener todos los recursos ofrecidos. Por el contrario, hacer un contrato por estándar en una carretera en condiciones regulares dará como resultado que el contratista ejecute la obra que le alcance con el pago recibido, sin importar si el tramo recibió la atención necesaria o no, ya que es imposible que trabaje con pérdidas.

Las carreteras recién construidas o con mínimos niveles de deterioro son las más aptas para efectuar contratos por estándares, puesto que su condición puede mantenerse o mejorarse. Las carreteras con niveles de deterioro medios o altos pueden ser mantenidas por contratos a precios unitarios, con los que existe un alto volumen de renglones de trabajo que se debe ejecutar, con mejores precios y se pueden priorizar las zonas con más daño para trabajar en ellas. Otra opción es que la empresa que rehabilite o construya la carretera sea la encargada de dar mantenimiento por estándar.

16.04 Propuesta de contenidos de contratos

En general, los contratos deben contener como mínimo lo siguiente:

- Información general: lugar y fecha donde se elabora el contrato; información general del contratista, cargo y representación legal; información general del contratado, cargo y representación legal; y descripción del contrato a realizar.
- Cláusula primera: definiciones. Se deben indicar todos los términos utilizados en el contrato y su respectiva interpretación.
- Cláusula segunda: base legal del contrato. Sobre esta base se elabora el contrato.
- Cláusula tercera: objeto del contrato. Se describe el objetivo del trabajo y el contratista se compromete a ejecutar el proyecto de acuerdo con el anexo de obra incluido.
- Cláusula cuarta: documentos que forman parte del contrato. Incluyendo aquellos que estén antes de la contratación y posterior a esta, siempre que tengan carácter contractual.
- Cláusula quinta: valor del contrato. Partida presupuestaria, forma de pago e intereses moratorios, se indica el monto total, asignación periódica, rubro de asignación de los fondos, mecanismo para realizar el pago y procedimiento para el pago de intereses moratorios.

- Cláusula sexta: órdenes de variación, es decir, aquellas instrucciones que puedan modificar los alcances contratados.
- Cláusula séptima: plazo del contrato. Indica el inicio y la finalización del tiempo contractual.
- Cláusula octava: inspecciones. Se indica la realización de inspecciones rutinarias y periódicas para control y verificación de la obra.
- Cláusula novena: suspensiones. Cuando sean por causas ajenas al contratista, estos paros no deben representar remuneración económica alguna.
- Cláusula décima: reconocimientos de sobrecostos por fluctuaciones de precios. Siempre que se indique previamente, se debe aplicar la fórmula indicada en el contrato, sea a favor o en contra del contratista.
- Cláusula decimoprimer: personal y salarios. Se indica el compromiso de mantener el personal ofrecido y de pagar sueldos, prestaciones, seguridad social y demás obligaciones de las leyes correspondientes.
- Cláusula decimosegunda: prohibiciones. Señala sobre ceder derechos del contrato o dar información a terceros sobre los asuntos resultados de los servicios prestados.
- Cláusula decimotercera: garantías. Son presentadas por el contratista al contratante, según lo estipulen las leyes que rigen la materia, pudiendo ser de sostenimiento de oferta, de cumplimiento del contrato, inversión del anticipo o adelanto y de saldos deudores, en los porcentajes que defina la ley en materia de cada país.
- Cláusula decimocuarta: seguros. El contratista debe garantizar mediante seguro, depósito en efectivo, hipoteca o prenda, las responsabilidades civiles a terceros y los riesgos inherentes a que este expuesta la obra, cubriendo los riesgos que se determinen en el contrato y deben permanecer en vigencia hasta la finalización del contrato.
- Cláusula decimoquinta: rescisión o cancelación del contrato. Cuando el contratante da por terminado, rescindido o cancelado el contrato sin ninguna responsabilidad, definiendo sus causas.
- Cláusula decimosexta: sanciones. Describe cada sanción, sus causas y consecuencias.
- Cláusula décima séptima: término de vigencia del contrato, liquidación y finiquito. Describe el proceso para la finalización de la relación contractual entre contratante y contratista.
- Cláusula decimoctava: impuestos. Indica las obligaciones del contratista de pagar los impuestos, tasas y contribuciones que le correspondan de conformidad con la ley.
- Cláusula decimonovena: medio ambiente. Indica las prevenciones y recomendaciones para conservar y preservar el medio ambiente, observando las leyes establecidas en cada país.
- Cláusula vigésima: riesgos y vulnerabilidad. Se indican las acciones para la gestión y reducción de riesgos y para reducir la vulnerabilidad al cambio climático.
- Cláusula vigésima primera: controversias. Indica su resolución de manera conciliatoria entre ambas partes. Sin embargo, debe aclararse que, de no darse esta situación, se debe proceder conforme lo estipula la ley en la materia.
- Cláusula vigésima segunda: aprobación. Solo si se requiere de la aprobación del ministerio, consejo consultivo, comité técnico u otro ente que tenga a su cargo esta disposición.
- Cláusula vigésima tercera: gastos y honorarios. Indicando que cualquier gasto en que incurra el contratista con motivo del presente contrato, serán cubiertos por él.

- Cláusula vigésima cuarta: aceptación. Indica que acepta y firma en las condiciones anteriormente descritas.

Además, de existir algún documento que legalice el contrato, debidamente firmado y sellado por los responsables, este debe incluirse al expediente completo para que forme parte de este.

Para el caso de los contratos por precios unitarios, se debe incluir también el anexo de obra con la descripción del proyecto, las cantidades que debe ejecutar, el precio unitario de cada renglón y el monto total, que debe coincidir con el descrito en la cláusula quinta. Para el caso de los contratos por estándares o niveles de servicio, se debe incluir un anexo en el que se encuentre la definición de todos los componentes que deben considerarse y los parámetros de calidad (realizados a conveniencia del contratante) que deben establecer su condición inicial, el indicador de estado, y la forma de medir cualquier defecto o incumplimiento en la conservación, así como la tolerancia permisible de la actividad de mantenimiento

Sección 50. Reducción del riesgo de desastres y adaptación sostenible e incluyente al cambio climático

50.01 Introducción

El sector transporte es el motor que impulsa la economía de la región centroamericana para movilizar personas y mercancías. Sin embargo, en las últimas décadas, esta importante infraestructura ha sido seriamente impactada por desastres de diferentes tipos y por el cambio climático, lo que ha ocasionado pérdidas y daños que afectan la economía de cada país y las condiciones de vida de las poblaciones más vulnerables.

De acuerdo con el Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático (2022), en la mayoría de los sectores de la región centroamericana, la vulnerabilidad ante el cambio climático se considera alta o muy alta. De manera sistemática, los países de la región ocupan los primeros lugares del mundo en cuanto al riesgo de verse afectados por fenómenos extremos. Para 2010, los costos económicos de los impactos del cambio climático se estimaron entre 2,9% del PIB para Guatemala y 7,7% para Belice (CEPAL, 2015). El sector transporte es uno de los sectores que ha sufrido mayores daños y pérdidas con un impacto directo sobre la economía de los países y por ende en la calidad de vida de las poblaciones que han sufrido los impactos directos de los eventos extremos registrados en las últimas décadas. A manera de ejemplo se citan algunos eventos y las pérdidas económicas ocasionadas:

- Huracán Mitch, Centroamérica, 1998. Destruyó alrededor de 71 puentes y un 70% de los caminos primarios y secundarios. Adicionalmente, unos 7.300 kilómetros de caminos terciarios y unos 300 puentes pequeños necesitaron reparaciones (USAID, 1999).
- Tormenta Tropical Stan, Guatemala, 2005. Ocasionó daños al sector de infraestructura de transporte tales como colapso de puentes y terraplenes, con una longitud vial afectada que superó los 1.500 km de vías pavimentadas y unos 6.000 km de vías no pavimentadas. Se estima que el daño para la infraestructura vial ascendió a 1.800 millones de quetzales (CEPAL, 2005).
- Tormenta Ágata, El Salvador, 2010. Ocasionó daños y pérdidas en el sector transporte estimados en aproximadamente 8.420 millones de dólares, de los que 4.519 millones corresponden a puentes y el resto a daños en la red vial (CEPAL, 2010).

- Honduras, Tormentas Tropicales Eta y Iota, 2020. Ocasionaron daños sobre la infraestructura vial de aproximadamente 2.050 millones de lempiras para todo el país, las pérdidas económicas estimadas asociadas con la interrupción de los servicios de transporte ascienden a 1.470 millones de lempiras y finalmente, los costos adicionales asociados con la reconstrucción y remoción de escombros son de 450 millones de lempiras. De manera específica, para vialidades los daños ascienden a 1.074 millones de lempiras, las pérdidas a 1.252 millones de lempiras y los costos adicionales a 355 millones de lempiras, y para los puentes se estiman daños por 799 millones de lempiras y costos adicionales de 48 millones de lempiras (BID/CEPAL, 2021).

Los impactos del cambio climático sobre la infraestructura de transporte requieren desarrollar estrategias enfocadas en la adaptación sostenible e incluyente y la mitigación. Para la primera se requiere asumir que algunos impactos ocasionados por el cambio climático son de carácter irreversible y, por lo tanto, se hace necesario adaptarse mediante la implementación de medidas que garanticen la reducción de la vulnerabilidad del sistema vial y la resiliencia de las obras de infraestructura de transporte. La segunda se refiere a medidas orientadas a reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero. Ante el alto grado de exposición de la región a las amenazas naturales y las persistentes vulnerabilidades, es necesario también considerar medidas de reducción del riesgo de desastres, muchas de las cuales coincidirán con medidas dirigidas a mitigar los efectos del cambio climático.

Incorporar los factores de la gestión del riesgo en la actualización del *Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras* contribuirá a reducir la vulnerabilidad de las carreteras frente a situaciones de desastres y del cambio climático, a mitigar y reducir daños al ambiente, así como a disminuir los accidentes de tránsito.

En repetidas ocasiones los gobiernos de Centroamérica han manifestado la voluntad política de avanzar en el proceso de integración, por lo que es imperativo que las actividades de planificación, diseño, construcción, mantenimiento y operación de su infraestructura básica, como carreteras, puentes y otras obras, se ajusten a normas y procedimientos consensuados, de aplicación general en toda la extensión del territorio.

50.02 Marco conceptual

La información contenida en este apartado se basa en el anexo I: Glosario, del IPCC (2018).

a) Adaptación

En los sistemas humanos, consiste en el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, a fin de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, es el proceso de ajuste al clima real y sus efectos; la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y sus efectos.

- Adaptación gradual: Adaptación que mantiene la esencia y la integridad de un sistema o proceso a una escala determinada.
- Adaptación transformativa: Adaptación que cambia los atributos fundamentales de un sistema socioecológico en previsión del cambio climático y sus impactos.
- Límites de adaptación: Punto en que los objetivos de un agente o las necesidades de un sistema no pueden asegurarse frente a los riesgos intolerables mediante medidas de adaptación.
 - Límite estricto de la adaptación: No se pueden adoptar medidas de adaptación para evitar riesgos intolerables.

- Límite suave de la adaptación: Actualmente no se dispone de opciones para evitar riesgos intolerables mediante medidas de adaptación.

b) *Cambio climático*

El cambio climático se refiere a una variación del estado del clima identificable en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante períodos prolongados, generalmente décadas o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos, tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas y cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso de la tierra.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. La CMNUCC diferencia entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales.

c) *Cambio climático asegurado*

El cambio climático se refiere a una variación del estado del clima identificable en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante períodos prolongados, generalmente décadas o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos, tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas y cambios antropógenos o causados por las personas, persistentes de la composición de la atmósfera o del uso de la tierra.

- Composición constante asegurada. La composición constante asegurada es el cambio climático restante que se produciría si la composición de la atmósfera y, por ende, el forzamiento radiativo se mantuvieran fijos en un valor determinado. Tiene su origen en la inercia térmica del océano y ciertos procesos lentos de la criosfera y de las superficies terrestres.
- Emisiones cero aseguradas. Las emisiones cero aseguradas se refieren al cambio climático asegurado que sobrevendría si las emisiones antropógenas fuesen iguales a cero. Están determinadas tanto por la inercia de los componentes físicos del sistema climático (océano, criosfera y superficie terrestre) como por la inercia del ciclo del carbono.
- Emisiones constantes aseguradas. Las emisiones constantes aseguradas representan el cambio climático asegurado que sobrevendría al mantener constantes las emisiones antropógenas.
- Escenario viable asegurado. El escenario viable asegurado es el cambio climático que corresponde al escenario de emisiones más bajas posibles.
- Infraestructura asegurada. La infraestructura asegurada es el cambio climático que sobrevendría si se utilizara la actual infraestructura de emisión de aerosoles y gases de efecto invernadero hasta el final de su vida útil prevista.

d) *Capacidad de adaptación*

Capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias.

e) *Exposición*

La presencia de personas, medios de subsistencia, especies o ecosistemas, funciones, servicios y recursos medioambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente.

f) *Impactos*

Consecuencias de los riesgos materializados en los sistemas humanos y naturales, donde los riesgos provienen de las interacciones entre los peligros relacionados con el clima (incluidos los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos), la exposición y la vulnerabilidad. Los impactos generalmente se refieren a efectos en las vidas, medios de subsistencia, salud y bienestar, ecosistemas y especies, bienes económicos, sociales y culturales, servicios (incluidos los servicios ecosistémicos) e infraestructuras. También pueden denominarse consecuencias o resultados, y pueden ser adversos o beneficiosos.

g) *Malas medidas adaptativas o mala adaptación*

Medidas que pueden conducir a un mayor riesgo de resultados adversos en relación con el clima, por ejemplo, a través de un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, a una mayor vulnerabilidad al cambio climático o a un menor bienestar, en el presente o en el futuro. La mala adaptación generalmente es una consecuencia imprevista o no planificada.

h) *Mitigación del cambio climático*

Intervención humana destinada a reducir las emisiones o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero.

i) *Opciones de adaptación*

Conjunto de estrategias y medidas disponibles y adecuadas para hacer frente a las necesidades de adaptación. Incluyen una amplia gama de medidas que se pueden clasificar como estructurales, institucionales, ecológicas o de comportamiento.

j) *Peligro*

Ocurrencia potencial de una tendencia o suceso físico de origen natural o humano que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, provisión de servicios, ecosistemas y recursos ambientales.

k) *Pérdidas y daños*

Se refiere a los impactos asociados al cambio climático, tanto por medio de eventos extremos del clima (inundaciones, ciclones, ola de calor y sequías) como procesos de lento desarrollo (aumento del nivel del mar, incremento de las temperaturas, acidificación oceánica, salinización, degradación del suelo y del bosque, entre otras).

l) *Resiliencia*

Capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosos respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

m) *Riesgo*

Potencial de que se produzcan consecuencias adversas por las que algo de valor está en peligro y en las que un desenlace o la magnitud del desenlace son inciertos. En el marco de la evaluación de los impactos del clima, el término riesgo suele utilizarse para hacer referencia al potencial de

consecuencias adversas de un peligro relacionado con el clima o de las respuestas de adaptación o mitigación a dicho peligro en la vida, los medios de subsistencia, la salud y el bienestar, los ecosistemas y las especies, los bienes económicos, sociales y culturales, los servicios (incluidos los servicios ecosistémicos), y la infraestructura. Los riesgos se derivan de la interacción de la vulnerabilidad (del sistema afectado), la exposición a lo largo del tiempo (al peligro), así como el peligro (relacionado con el clima) y la probabilidad de que ocurra.

n) Transformación

Cambio en los atributos fundamentales de los sistemas humanos y naturales.

o) Transformación social

Cambio profundo y a menudo intencional, iniciado por las comunidades hacia la sostenibilidad, facilitado por los cambios en los valores y los comportamientos individuales y colectivos, y un equilibrio más justo del poder político, cultural e institucional en la sociedad.

p) Vulnerabilidad

Propensión o predisposición para ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación.

50.03 Objetivos

50.03.1 Objetivo general

Implementar y transversalizar la gestión del riesgo de desastres y cambio climático en todas las actividades relacionadas al mantenimiento de carreteras con el fin de evitar daños y pérdidas sobre los activos viales, así como garantizar la seguridad de las personas y una gestión eficiente en el manejo de bienes en general.

50.03.2 Objetivos específicos

- Conocer los conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres y el cambio climático.
- Reducir la vulnerabilidad de las carreteras frente a situaciones de desastres y del cambio climático.
- Incorporar factores de seguridad vial en todas las actividades relacionadas al mantenimiento y operación de las carreteras regionales.
- Aplicar nuevas tecnologías en el mantenimiento de carreteras y en la gestión de puentes que permitan mitigar y reducir los daños por desastres, y su vulnerabilidad al cambio climático.
- Mitigar y reducir daños al ambiente
- Reconstruir mejor con el fin de reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de los activos viales.

50.04 Principales amenazas o peligros identificados en la región centroamericana

Los desastres interrumpen los procesos de desarrollo de la sociedad, pero también es cierto que estos mismos procesos de desarrollo generan riesgo de desastres. La conducción inadecuada de estos procesos tiende a generar un círculo vicioso por el que, luego de que ocurre un desastre, se realiza un proceso de reconstrucción que, al no tomar en cuenta las causas que originaron el desastre, desencadena nuevas amenazas.

Las principales amenazas o peligros que más impactan a la región centroamericana pueden resumirse en:

- Geológicas: sismos, erupciones volcánicas, deslizamientos.
- Meteorológicas e hidrológicas: inundaciones, tormentas tropicales, olas de calor, huracanes y desastres de evolución lenta como la sequía, la desertificación y el aumento del nivel del mar.
- Sociales: conflictos, terrorismo, explosiones.
- Ambientales: erosión de suelos, degradación ambiental, deforestación.

Con respecto a las amenazas meteorológicas e hidrológicas, la base de datos de eventos de emergencias (EM-DAT) registra 447 desastres de origen natural (tormentas, inundaciones, deslizamientos, sequías y temperaturas extremas entre 2000 y 2022. Aunque el primer registro corresponde a 1930, la regularidad de los registros comenzó en la década de 1960.

Cuadro 50-I
Registro de desastres de origen natural, 2000–2022

País	Tormenta	Inundación	Sequía	Deslizamiento	Temperatura extrema
Belice	16	5	0	0	1
Costa Rica	10	30	5	1	0
El Salvador	19	18	7	3	1
Guatemala	20	36	7	11	4
Honduras	26	38	12	1	0
Nicaragua	24	23	6	1	0
Panamá	8	40	4	0	0
República Dominicana	40	29	1	0	0

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de EM-DAT.

50.05 Antecedentes e instrumentos de política regional de la gestión de riesgo de desastres

a) Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica (COMITRAN)

XVII Reunión de abril de 1997. Se acuerda fortalecer las políticas en los aspectos de modernización de la infraestructura de transporte, competencia y complementariedad de los modos de transporte, rol del Estado, racionalización de la inversión pública, externalidades e impacto ambiental y financiamiento, y gestión privada de infraestructura pública.

b) Declaración de la XX Cumbre Ordinaria de Presidentes de Centroamérica

Celebrada en octubre de 1999. Se aprobó el Marco Estratégico para la Reducción de la Vulnerabilidad y los Desastres en Centroamérica con el objetivo de reducir las vulnerabilidades físicas, sociales, económicas, ambientales y reducir el impacto en la región. Es el reconocimiento político de la región de que la reducción de desastres es una tarea de todos los sectores, así como un factor fundamental para el desarrollo.

c) Estudio Centroamericano de Transporte (ECAT-2001)

En los temas de análisis ambiental y de vulnerabilidad menciona los riesgos de daños a los sistemas de transporte por amenazas naturales y de las diversas acciones y políticas tomadas por los

ministerios de ambiente y de obras públicas, lideradas por la SIECA, y que centran su objetivo en incluir los planes generales de acción ambiental y medidas para reducir la vulnerabilidad y las que ayuden a mitigar o eliminar o compensar los efectos negativos.

d) *Marco de Sendai*

El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 es el instrumento sucesor del Marco de Acción Hyogo. Se adoptó en la tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas celebrada en Sendai en 2015 y es uno de los tres acuerdos históricos que se adoptaron en ese año, los otros dos se refieren a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 y el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático.

El Marco de Sendai observa la necesidad de incorporar un enfoque integral de reducción del riesgo de desastres en las políticas, los planes y los programas relacionados con el desarrollo sostenible, que tenga en cuenta amenazas múltiples y dotar a las autoridades locales de los medios para controlar y reducir los riesgos de desastre, asegurándoles el acceso a la información, los recursos y la autoridad necesarios para emprender actividades de reducción de los riesgos de desastre.

e) *Reconstruir mejor*

Es un concepto acuñado en el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Se refiere a un marco de “recuperación, rehabilitación y reconstrucción después de un desastre para aumentar la resiliencia de las naciones y comunidades mediante la integración de medidas de reducción del riesgo de desastres en la restauración de la infraestructura física y los sistemas sociales, y en la revitalización de los medios de vida, las economías y el medio ambiente” (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2016).

Este marco anima a adoptar “medidas más específicas para luchar contra los factores subyacentes que aumentan el riesgo de desastres, como las consecuencias de la pobreza y la desigualdad, el cambio climático y la variabilidad del clima, la urbanización rápida y no planificada, la gestión inadecuada de las tierras, y factores agravantes como los cambios demográficos, los arreglos institucionales deficientes, las políticas formuladas sin conocimiento de los riesgos, la falta de regulación e incentivos para inversiones privadas en la reducción del riesgo de desastres, las cadenas de suministro complejas, las limitaciones en cuanto a la disponibilidad de tecnología, la utilización no sostenible de los recursos naturales, el debilitamiento de los ecosistemas, las pandemias y las epidemias” (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2016).

f) *Plan Regional de Reducción de Desastres (PRRD) 2006–2015, 4ª versión*

En 2006 se realizó un proceso participativo para actualizar dicho plan, que tiene dentro de sus objetivos estratégicos promover la incorporación de la reducción de riesgo a desastres en la legislación, políticas, planes y proyectos de inversión, para el desarrollo sostenible y seguro de la región.

g) *Política Centroamericana de Gestión Integral de Riesgo de Desastres (PCGIR)*

Armonizada con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. La PCGIR es el instrumento de política pública utilizado como marco de referencia especializada para orientar las acciones del riesgo de desastres a nivel de la región centroamericana. Sus contenidos se articulan en cinco ejes:

- i) Reducción del riesgo de desastres en la inversión pública y privada para el desarrollo económico sostenible
- ii) Desarrollo y compensación social para reducir la vulnerabilidad
- iii) Gestión del riesgo de desastres y su relación con el cambio climático

- iv) Gestión territorial, gobernabilidad y gobernanza
- v) Gestión de los desastres y recuperación

La PCGIR tiene como principal desafío generar en la presente y las futuras generaciones, una región resiliente en armonía con el ambiente para el pleno desarrollo de la vida, reduciendo la pobreza y las desigualdades, y así avanzar hacia el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con una perspectiva holística, integradora y multidimensional.

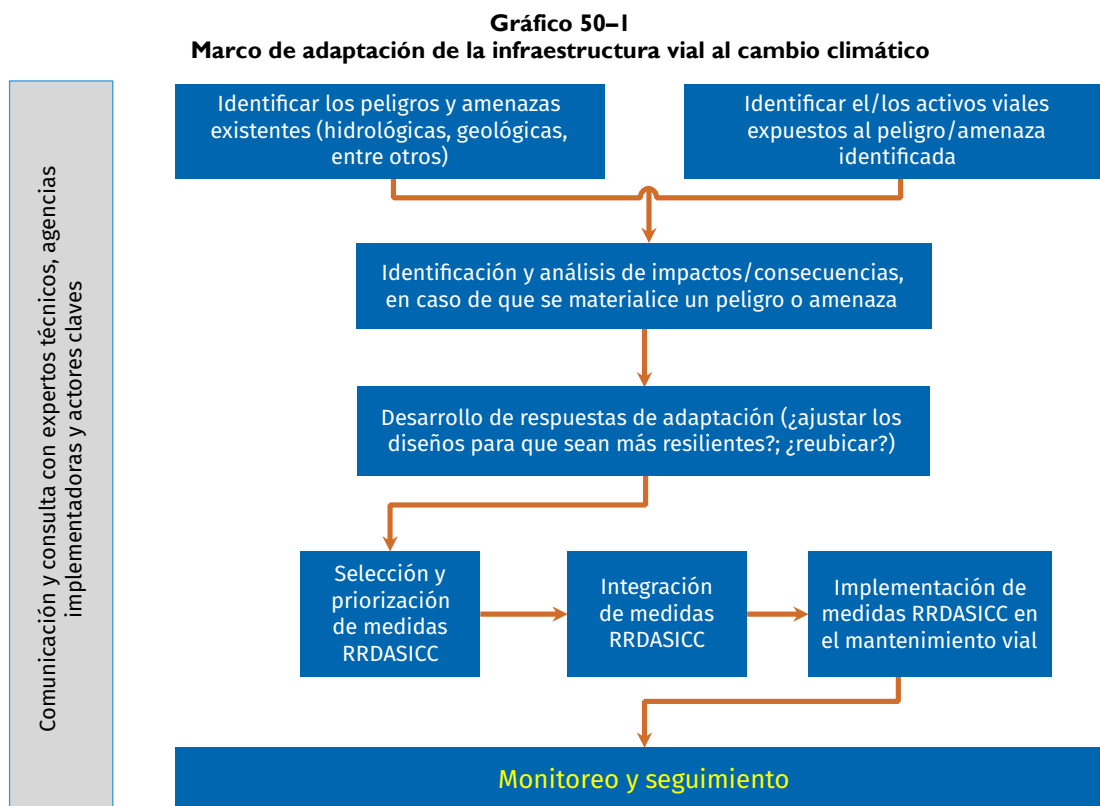
h) Carta de entendimiento entre el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPRENAC) y la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA)

Tuvo como objetivo la actualización del *Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras* (2004) y la elaboración del *Manual centroamericano para la gestión del riesgo en puentes*, así como incluir en cada uno de los manuales la gestión del riesgo de desastres y la seguridad vial.

50.06 Adaptación al cambio climático

Los esfuerzos para lograr un proceso de adaptación sostenible e incluyente al cambio climático en el sector de infraestructura de transporte deben iniciar desde que nace la idea de un proyecto. Las etapas de identificación y planificación de la obra vial son vitales para incorporar medidas de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático en los procesos de diseño, construcción, operación y mantenimiento. Durante la etapa de operación y mantenimiento de la infraestructura vial se debe:

- Definir cuáles son los activos viales por evaluar (drenaje mayor o menor, un tramo de carretera, entre otros) y cuáles son sus características (antigüedad de la infraestructura, historial de daños, entre otros).
- Identificar cuáles son los cambios experimentados y esperados en los parámetros climáticos del área donde se ubica el proyecto: precipitación, temperatura, entre otros. Datos históricos y proyectados cuando se cuenta con escenarios climáticos para el país o la zona específica del proyecto.
- Identificar los principales peligros o amenazas hidrológicas, meteorológicas, geológicas y otras en el área del proyecto.
- Identificar hasta el nivel de exposición del activo evaluado y determinar cómo podría ser adversamente afectado por los peligros identificados.
- Identificar cuáles son los principales impactos derivados de los peligros identificados.
- Costear, seleccionar y diseñar, cuando sea necesario, las medidas de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático aplicables.
- Implementar las medidas seleccionadas.
- Monitorear y evaluar las medidas implementadas.



Fuente: Elaboración propia.

50.06.1 Medidas de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático

Las soluciones de adaptación pueden ser naturales, estructurales o basadas en políticas y pueden variar desde específicas del sitio hasta regionales. Las estrategias pueden incluir:

- Diseñar nuevos activos que incorporen criterios o estándares para resistir los impactos previstos, incluyendo diseños y materiales de construcción adecuados para los días de más calor o de precipitación excesiva, incrementar el grado de compactación del suelo para reducir posibles cambios volumétricos, mejorar la cobertura boscosa y la gestión de cuencas.
- Adaptar los activos existentes a los impactos, incluyendo barreras para evitar la incursión de agua en los túneles, endurecer los terraplenes de las carreteras, mejorar la captación de agua de lluvia.
- Aumentar la redundancia del sistema para garantizar que los servicios de transporte proporcionados por la infraestructura puedan suministrarse por otros medios o alternativas, incluyendo la construcción de rutas de acceso alternativas en elevaciones más altas.
- Reubicar activos para evitar daños.
- Instituir programas de mantenimiento intensivo, especialmente alrededor de los cambios de estaciones y ante el inicio de las temporadas de huracanes.
- Implementar sistemas de gestión de activos viales e incorporar los hallazgos en los planes de gestión.
- Considerar los beneficios de la infraestructura verde y las soluciones basadas en la naturaleza para promover el bienestar y la seguridad de peatones, ciclistas y fauna.
- Planificar y mejorar los planes de acción ante emergencias.

En el cuadro 50-2 se presentan algunas opciones que pueden servir de guía para las medidas de reducción del riesgo de desastres y la adaptación incluyente y sostenible al cambio climático:

Cuadro 50-2
Descripción de medidas de adaptación al cambio climático durante la fase de operación y mantenimiento de carreteras

Elemento de la infraestructura	Impacto	Medida por implementar
General		Establecimiento de frecuencias adecuadas de inspección rutinaria que permitan una detección temprana de daños.
		Análisis de causas de los daños cuando estos se produzcan, para garantizar la eficacia de las medidas de adaptación a adoptar.
		Adaptación de horarios y condiciones de trabajo a incrementos de temperatura y variaciones de la pluviometría.
		Adaptación general de materiales y procesos constructivos a incrementos de temperatura, variaciones de la pluviometría, incremento de viento e incremento del nivel del mar.
		Establecimiento de medidas de protección y seguridad de peatones, ciclistas y otros tipos de usuarios.
		Establecimiento de procedimientos de operación en caso de accidente, deslizamiento, inundaciones rápidas o fluviales. Elaboración de plan de contingencia y sistema de alerta temprana.
Pavimento de concreto asfáltico	Deterioro por incremento de temperatura:	• Inspección para la detección de fisuras, ahuellamiento o baches.
	<ul style="list-style-type: none"> • Rigidización y deterioro de las mezclas asfálticas por oxidación acelerada del ligante (como consecuencia de la radiación UV), aparición de fisuras, ahuellamientos o baches • Reblandecimiento de la mezcla asfáltica exudación o aparición de ahuellamiento • Reducción de la capacidad portante del pavimento • Infiltración de agua a capas inferiores • Reducción de la vida útil, posibles daños al vehículo, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Sellado temprano de juntas. • Empleo de mezclas y cementos asfálticos con mejor comportamiento frente a incrementos de temperatura: reducción de porcentaje de cemento asfáltico en la mezcla, empleo de cemento asfáltico definido por grado de desempeño (PG) o modificado con polímeros que se adapte al rango de temperaturas y tipo de tráfico a soportar, ajuste de granulometría de agregados, mejora de la calidad de los agregados para incrementar la fricción interna. • Sellado adecuado de juntas. • Aplicación de material secante (cero) en caso de exudación. • Aplicación de tratamientos superficiales que incrementen la reflectancia de los rayos solares.

Elemento de la infraestructura	Impacto	Medida por implementar
	<p>Deterioro por presencia de agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disgregación de la mezcla • Infiltración de agua a capas inferiores • Reducción de la capacidad portante del pavimento • Reducción de la vida útil, posibles daños al vehículo, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección rutinaria para la detección de fisuras, ahuellamiento o baches. • Sellado temprano de juntas. Empleo de materiales de sellado flexibles que se adapten a los movimientos de las juntas. • Empleo de mezclas y cementos asfálticos con mejor comportamiento frente a presencia de agua: rediseño de mezclas, inclusión de aditivos que mejoren la adhesividad, empleo de cemento asfáltico definido por grado de desempeño (PG) o modificado con polímeros, empleo de agregados de mayor calidad. • Adecuado mantenimiento del drenaje de la plataforma (cunetas y subdrenes) para asegurar evacuación rápida de agua y evitar su penetración en capas inferiores. • Ejecución de drenajes profundos si existe afluencia permanente de agua. • No ejecución de trabajos de asfaltado en caso de base con exceso de humedad, lluvia o amenaza de lluvia.
	<p>Deterioro por incremento de temperatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aparición de fisuras por retracción o contracción térmica • Daño de las juntas y las losas por dilataciones superiores a las previstas • Infiltración de agua a capas inferiores • Reducción de la capacidad portante del pavimento • Reducción de la vida útil, posibles daños al vehículo, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección rutinaria para la detección de fisuras, daños en las juntas o roturas. • Sellado temprano de juntas. Mantenimiento periódico del sellado. Empleo de materiales de sellado flexibles que se adapten a los movimientos de las juntas. • Empleo de aditivos químicos en la fabricación del concreto que permitan reducir la relación agua/cemento, y por tanto la retracción (plastificantes, fluidificantes). • Empleo sistemático de sistemas de curado. • Empleo de fibras de polipropileno para disminuir la fisuración por retracción. • Revisión de la distancia entre juntas de contracción y dilatación, así como anchura de estas y disposición de conectores. • Control de temperatura ambiente y de la masa del concreto. No colado de concreto con temperaturas superiores a 30° C, tanto ambiente como de la masa, o con fuertes vientos. Adaptación de horarios de trabajo.
Pavimento de concreto hidráulico	<p>Deterioro por presencia de agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infiltración de agua a capas inferiores, con reducción de la capacidad resistente del conjunto del pavimento • Rotura de pavimento • Corrosión de armadura y conectores • Reducción de la vida útil, posibles daños al vehículo, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección rutinaria para la detección de fisuras, daños en las juntas o roturas. • Sellado temprano de juntas. Mantenimiento periódico del sellado. Empleo de materiales de sellado flexibles que se adapten a los movimientos de las juntas. • Adecuado mantenimiento del drenaje de la plataforma (cunetas y subdrenes) para asegurar evacuación de agua. • Ejecución de subdrenes si existe afluencia permanente de agua. • No colado de concreto en caso de base con exceso de humedad, lluvia o amenaza de lluvia, salvo instalación de sistemas de protección.
	<p>Deterioro por ataque químico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • deterioro del concreto • corrosión de armadura 	<ul style="list-style-type: none"> • Empleo de concreto hidráulico resistente a ataque químico. • Reducción de anchura máxima de fisura permitida. • Igual que propuestas anteriores.

Elemento de la infraestructura	Impacto	Medida por implementar
Pavimento de adoquín	<p>Deterioro por presencia de agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de arena de las juntas. Movimiento de los elementos prefabricados • Infiltración de agua a capas inferiores • Reducción de la capacidad portante del pavimento • Reducción de la vida útil, posibles daños al vehículo, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Sellado periódico de juntas con arena. • Asegurar confinamiento de arena simultánea con evacuación de agua. Bordillos laterales de contención con ranuras o llorones dotados de geotextil. • Ejecutar vigas transversales de contención en caso de tramos de con pendiente igual o superior al 8%. • No instalación de pavimento si la base presenta humedad excesiva. • Mejora de la capacidad portante de la base estabilizada con cemento.
Bases y subbases granulares	<p>Deterioro por incremento de temperatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambios volumétricos por desecación • Deformaciones del pavimento con posibilidad de rotura • Reducción de vida útil, posibles daños al vehículo, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del grado de compactación durante la construcción para reducir los posibles cambios volumétricos. • Empleo de materiales con mejor comportamiento frente a la desecación (reducción de plasticidad, reducción del % de finos, incremento de las caras de fractura)
	<p>Deterioro por presencia de agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de módulo resiliente, • Deformaciones y daños en pavimento • Reducción de vida útil, posibles daños al vehículo, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuado mantenimiento del drenaje de la plataforma (cunetas y subdrenes). • Incremento del grado de compactación durante la construcción para reducir la infiltración y mejorar el comportamiento en caso de presencia de agua. • Adecuado sellado de juntas de pavimento asfáltico y pavimento de concreto hidráulico. • Empleo de materiales con mejor comportamiento frente a presencia de agua (reducción de plasticidad, reducción del % de finos, incremento de las caras de fractura). • No ejecución de bases y subbases granulares en caso de lluvia o amenaza de lluvia de acuerdo con las previsiones meteorológicas.
Materiales estabilizados con cemento o cal	<p>Deterioro por incremento de temperatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambios volumétricos por desecación • Fisuración por retracción • Aparición de fisuras en capas superiores • Deformaciones del pavimento con posibilidad de rotura • Reducción de vida útil, posibles daños al vehículo, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del grado de compactación durante la construcción para reducir los posibles cambios volumétricos. • En bases estabilizadas con cemento sobre las que se va a disponer carpeta asfáltica, ejecución de juntas de contracción en fresco para evitar la aparición de grietas en la carpeta.
	<p>Deterioro por presencia de agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de módulo resiliente • Deformaciones y daños en pavimento • Reducción de vida útil, posibles daños al vehículo, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuado mantenimiento del drenaje de la plataforma (cunetas y subdrenes). • Adecuado sellado de juntas. • Empleo de materiales con mejor comportamiento frente a presencia de agua (reducción de plasticidad, reducción del % de finos, incremento de las caras de fractura). • No ejecución de estabilización en caso de lluvia de acuerdo con previsiones meteorológicas.

Elemento de la infraestructura	Impacto	Medida por implementar
Rellenos	<p>Deterioro por incremento de temperatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambios volumétricos por desecación • Deformaciones del pavimento con posibilidad de rotura • Reducción de vida útil, posibles daños al vehículo, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias, colapso, interrupción del servicio 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del grado de compactación durante la construcción para reducir los posibles cambios volumétricos. • Empleo de materiales con mejor comportamiento frente a la desecación (reducción de plasticidad, reducción del % de finos)
Rellenos	<p>Deterioro por presencia de agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de módulo resiliente • Deformaciones y daños en pavimento • Deslizamientos • Reducción de vida útil, posibles daños al vehículo, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias, colapso, interrupción del servicio 	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuado mantenimiento del drenaje transversal y de la plataforma. • Empleo de materiales con mejor comportamiento frente a presencia de agua (reducción de plasticidad, reducción del % de finos). • Incremento del grado de compactación durante la construcción para mejorar el comportamiento en presencia de agua. • No empleo de materiales solubles, erosionables o colapsables, salvo aplicación de tratamiento adecuado para su utilización. • Rebaje del nivel de la capa freática. • Abatimiento del nivel freático o de afloramientos permanentes de agua mediante la ejecución de subdrenes. • No ejecución de rellenos en caso de lluvia. • Tendido de taludes • Empleo de medidas de estabilización en caso de deslizamiento: <ul style="list-style-type: none"> ○ Revegetación (plantación, siembra y engramado) ○ Enrocado ○ Gaviones ○ Muros de concreto, pantallas
	<p>Erosión por avenidas fluviales, pluviales o incremento de escorrentía:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colapso, interrupción del servicio, posibles daños al vehículo, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de la capacidad de los elementos de drenaje transversal y longitudinal. Ejecución de bajantes o disipadores. • Compactación adecuada del relleno. • Aplicación de medidas protectoras frente a la erosión: <ul style="list-style-type: none"> ○ Revegetación (siembra y engramado) ○ Enrocado ○ Gaviones ○ Muros de concreto, pantallas
Cortes	<p>Deterioro por incremento de temperatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fractura térmica por desecación • Desprendimientos 	<p>Empleo de medidas de estabilización en caso de desprendimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tendido de taludes. Adaptación de la pendiente del talud a las características del material. • Instalación de malla de retención. • Aplicación de gunita. • Revegetación (siembra y engramado). • Ejecución y posición adecuada de cunetas que permitan la recogida de materiales desprendidos sin invadir la calzada.

Elemento de la infraestructura	Impacto	Medida por implementar
	<p>Erosión por avenidas fluviales, pluviales o incremento de escorrentía.</p> <p>Erosión por incremento del nivel del mar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colapso, interrupción del servicio, posibles daños al vehículo, reducción de seguridad vial 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de la capacidad de los elementos de drenaje transversal y longitudinal. • Aplicación de medidas protectoras frente a la erosión: <ul style="list-style-type: none"> ○ Revegetación (siembra y engramado) ○ Enrocado ○ Gaviones ○ Muros de concreto, pantallas
	<p>Deslizamientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colapso, interrupción del servicio, posibles daños al vehículo, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuado mantenimiento del drenaje transversal y de la plataforma. • Abatimiento del nivel freático. Ejecución de mechinales (llorones), ejecución de zanjas drenantes. • Retirada de material en corona de talud que propicie el deslizamiento. • Tendido o perfilado de taludes. • Ejecución y posición adecuada de cunetas que permitan la recogida de materiales desprendidos sin invadir la calzada. • Empleo de medidas de estabilización: <ul style="list-style-type: none"> ○ Enrocado ○ Gaviones ○ Muros de concreto, pantallas ○ Anclajes y claveteado del suelo (<i>soil nailing</i>) ○ Mallas de contención ○ Redes de cable
	<p>Deterioro por incremento de temperatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aparición de fisuras por retracción • Elevado calor de fraguado • Dilataciones térmicas superiores a las soportables por la estructura • Oxidación de armadura (efecto combinado fisuración + agua) • Reducción de vida útil, colapso, interrupción del servicio, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Empleo de aditivos químicos en la fabricación del concreto que permitan reducir la relación agua/cemento, y por tanto la retracción (plastificantes, fluidificantes). • Empleo metódico de sistemas de curado. • Revisión de la distancia entre juntas de contracción y dilatación y rediseño adecuado de las mismas.
Estructuras de concreto hidráulico	<p>Deterioro por presencia de agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infiltración de agua • Corrosión de armadura • Reducción de vida útil, colapso, interrupción del servicio, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Igual que el anterior. • Sellado sistemático de juntas. • Empleo de pinturas de impermeabilización en losas de puentes, y en concreto en contacto con suelos. • Disminución de anchura de fisura máxima admitida. • No colado de concreto en caso de lluvia o amenaza de lluvia, salvo aplicación de medidas de protección frente al agua.
	<p>Deterioro por incremento de salinidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deterioro del concreto • Corrosión de armadura, • Reducción de vida útil, colapso, interrupción del servicio, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Igual que anterior. • Empleo de concreto hidráulico resistente a ataque químico. • Posible protección catódica en estructuras existentes.
	<ul style="list-style-type: none"> • Daño por incendio • Reducción de vida útil, colapso, interrupción del servicio, reducción de seguridad vial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza rutinaria de maleza y vegetación en el derecho de vía.

Elemento de la infraestructura	Impacto	Medida por implementar
Puentes	Deterioro por incremento de temperatura: <ul style="list-style-type: none"> • Igual que estructuras de concreto hidráulico • Dilataciones térmicas de juntas superiores a previstas • Reducción de vida útil, colapso, interrupción del servicio, reducción de seguridad de conductores, peatones u otras personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Igual que estructuras de concreto hidráulico. • Diseño adecuado de juntas de puentes contemplando oscilaciones térmicas consistentes con proyecciones de cambio climático.
	Deterioro por presencia de agua: <ul style="list-style-type: none"> • Igual que estructuras de concreto hidráulico 	<ul style="list-style-type: none"> • Igual que estructuras de concreto hidráulico. • Aplicación de sistemas de impermeabilización específicos de tablero de puentes bajo pavimento.
	Deterioro por ataque químico: <ul style="list-style-type: none"> • Igual que estructuras de concreto hidráulico 	<ul style="list-style-type: none"> • Igual que estructuras de concreto hidráulico.
	Erosión de cimentaciones de pilas y estribos Colapso, interrupción del servicio, accidente	<ul style="list-style-type: none"> • Control de procesos de erosión tras avenidas. • Evaluación de suficiencia de protección actual o necesidad de adaptación-sustitución (cálculo con precipitaciones previstas en proyecciones de cambio climático).
	Capacidad de evacuación insuficiente en avenidas Colapso, interrupción del servicio, accidente	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la permeabilidad de la carretera adyacente (construcción de drenaje transversal adicional en tramos colindantes con la estructura). • Establecimiento de tramos de carretera “fusibles” que rompan de forma previa al daño de la estructura y con menor plazo y coste de reposición. Recrecimiento de pilas y estribos si posible.
Puentes	Incremento de nivel de río en avenida	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de sistema de control de niveles • Restricciones a la navegación fluvial. Sistema de alerta temprana.
	Daño por incendio: <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de vida útil, colapso, interrupción del servicio, accidente 	<ul style="list-style-type: none"> • Igual que estructuras de concreto hidráulico.
	Daño por incremento de viento: <ul style="list-style-type: none"> • Colapso, interrupción del servicio, accidente 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de movimientos del tablero tras episodios de fuertes vientos. Posible necesidad de refuerzo (análisis de diseño previo).
Drenaje	Incremento de precipitación. Inundaciones fluviales o pluviales: <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad insuficiente • Procesos de erosión • Procesos de rotura de drenaje por asiento de rellenos • Colapso, interrupción del servicio, accidente 	<ul style="list-style-type: none"> • Control de niveles alcanzados por el agua tras episodios de elevada pluviometría. • Revisión de caudal de diseño. Rediseño de obra de drenaje. • Ejecución de cuna de concreto o de mampostería. • Instalación de tubos con junta de goma. • Ejecución de elementos disipadores y bajantes.
	Incremento de precipitación y temperatura. Incremento de arrastres	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento y limpieza frecuentes. • Reforestación y recuperación de cuencas.
Estructura metálica	Deterioro por corrosión	<ul style="list-style-type: none"> • Correcto tratamiento de pintura. • Empleo de acero resistente a la corrosión atmosférica. • Empleo de protección catódica.

Fuente: Elaboración propia.

Sección 60. Gestión ambiental

60.01 Introducción

La gestión ambiental se fundamenta en un conjunto de regulaciones, leyes, normativas y procedimientos, entre otros instrumentos orientados a la protección del medio ambiente. El Plan Ambiental de la Región Centroamericana (PARCA 2005-2010), principal instrumento para coordinar acciones de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), define la gestión ambiental como la administración del uso y manejo de los recursos ambientales para mantener o recuperar y mejorar la calidad del medio ambiente, disminuir la vulnerabilidad, asegurar la productividad de los recursos y el desarrollo sostenible. La gestión ambiental representa la estrategia mediante la cual se organizan las actividades que afectan el ambiente con miras a lograr el máximo bienestar social y prevenir y mitigar los problemas potenciales atacando sus causas. Supone un conjunto de actos que buscan la protección del ambiente y la promoción del desarrollo sostenible lo que incluye desde la formulación de la política ambiental hasta la realización de acciones materiales con los propósitos indicados.

60.02 Marco conceptual de la gestión ambiental

La información de esta sección fue tomada del documento *Perspectivas del medio ambiente mundial GEO-6. Planeta saludable, gente saludable* del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), publicado en 2019, en el marco de la Cuarta Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, UNEA-4.

- Actividades de gestión de recursos. Actividades relacionadas con la gestión de los recursos naturales (seguimiento, control, estudios, administración y acciones para facilitar los ajustes estructurales de los sectores afectados).
- Adaptación basada en los ecosistemas. El uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia integral para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático.
- Análisis del ciclo de vida. Técnica para evaluar los impactos ambientales asociados a todas las etapas de la vida de un producto, desde la extracción de la materia prima, pasando por el procesamiento de los materiales, la fabricación, la distribución, el uso, la reparación y el mantenimiento, hasta la eliminación o el reciclaje (de la cuna a la tumba).
- Antropoceno. Término utilizado por los científicos para denominar una nueva época geológica (después del más reciente Holoceno) caracterizada por cambios significativos en la atmósfera, la biosfera y la hidrosfera de la Tierra debidos, principalmente, a las actividades humanas.
- Degradación de la tierra. Pérdida a largo plazo de la función y los servicios de los ecosistemas, causada por perturbaciones de las que el sistema no puede recuperarse sin ayuda.
- Degradación del medio ambiente. La degradación ambiental es el deterioro de la calidad del medio ambiente debido a las concentraciones ambientales de contaminantes y a otras actividades y procesos como el uso inadecuado del suelo y las catástrofes de origen natural.
- Ecosistema. Un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y su entorno no vivo, que interactúan como una unidad funcional.
- Evaluación ambiental estratégica (EAE). Una serie de enfoques analíticos y participativos cuyo objetivo es integrar las consideraciones ambientales en las políticas, planes y programas y evaluar los vínculos con las consideraciones económicas y sociales. La EAE se realiza para

planes, programas y políticas. Ayuda a los responsables de la toma de decisiones a comprender mejor cómo encajan las consideraciones ambientales, sociales y económicas.

- Evaluación del impacto ambiental (EIA). Proceso o procedimiento analítico que examina sistemáticamente las posibles consecuencias medio ambientales de una determinada actividad o proyecto. El objetivo es garantizar que se tengan en cuenta las implicaciones ambientales antes de tomar las decisiones.
- Evaluación medio ambiental. Es todo el proceso que consiste en realizar una evaluación y un análisis objetivo de la información con el fin de apoyar la toma de decisiones en materia de medio ambiente. Este proceso aplica el juicio de los expertos a los conocimientos existentes para proporcionar respuestas científicamente creíbles a las cuestiones relevantes para la política, cuantificando, cuando sea posible, el nivel de confianza. Reduce la complejidad, pero añade valor resumiendo, sintetizando y construyendo escenarios, e identifica el consenso separando lo que es conocido y ampliamente aceptado de lo que no se conoce o no está acordado. Sensibiliza a la comunidad científica sobre las necesidades políticas y a la comunidad política sobre la base científica para la acción.
- Gestión de los ecosistemas. Enfoque para mantener o restaurar la composición, la estructura, la función y la prestación de servicios de los ecosistemas naturales y modificados con el objetivo de lograr sostenibilidad. Se basa en una visión adaptativa y colaborativa de las condiciones futuras deseadas que integran las perspectivas ecológicas, socioeconómicas e institucionales, aplicadas dentro de un marco geográfico y definidas principalmente por los límites ecológicos naturales.
- Zona protegida. Espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, a través de medios legales u otros medios efectivos, para lograr la conservación a largo plazo de la naturaleza con los servicios ecosistémicos y los valores culturales asociados.

60.03 Instrumentos de gestión ambiental

Existen diversos instrumentos de gestión ambiental que son utilizados por organizaciones, gobiernos y otras entidades para abordar los desafíos ambientales y promover una gestión sostenible de los recursos naturales. Algunos de los instrumentos de gestión ambiental más comunes incluyen:

- Normativas y regulaciones ambientales
- Planes de gestión ambiental
- Certificaciones y sellos ambientales
- Evaluaciones de impacto ambiental
- Auditorías ambientales
- Programas de educación y concientización ambiental

Cada uno de los países de la región centroamericana cuenta con sus propios instrumentos de gestión ambiental, incluyendo leyes, regulaciones y normativas. Dependiendo de las características de cada proyecto y de la magnitud de los impactos potenciales que pudieran ocasionar sobre un ecosistema, estos pueden requerir de una evaluación ambiental estratégica, un estudio de impacto o un análisis ambientales. Estos instrumentos se diferencian entre sí por el alcance y nivel de detalle del análisis de impacto ambiental. Cualquiera que sea el nivel de detalle del estudio, debe incorporar un programa de gestión socioambiental.

El programa de gestión socioambiental es un instrumento para la gestión socioambiental del proyecto en sus diferentes fases: construcción, operación, mantenimiento y cierre. Establece las pautas a seguir para reducir, mitigar o compensar los impactos socioambientales potenciales que se derivan de las diferentes actividades del proyecto en sus diferentes fases y presenta los lineamientos para cumplir con las buenas prácticas reconocidas para el sector y con la legislación ambiental y social aplicable en cada país (leyes, reglamentos y normas técnicas). El programa de gestión socioambiental también permite al responsable del proyecto, a los entes reguladores, autoridades competentes y empresas contratistas, el seguimiento, monitoreo y control ambiental y social para garantizar la sostenibilidad socioambiental del proyecto. En general, todos los proyectos de mantenimiento deben contar con un programa de gestión socioambiental aprobado por la autoridad competente.

60.03.1 Contenido general de una evaluación de impacto ambiental

Las evaluaciones de impacto ambiental son estudios para identificar, evaluar y predecir los impactos ambientales de un proyecto, obra o actividad antes de su implementación. Estas evaluaciones ayudan a tomar decisiones informadas sobre la viabilidad de un proyecto y a identificar medidas de mitigación y compensación para minimizar sus impactos negativos.

La evaluación de impacto ambiental debe ser elaborada por un equipo multidisciplinario conformado por profesionales de las diferentes disciplinas y con experiencia en evaluación ambiental de proyectos. Se estructura en capítulos y debe contener al menos los siguientes:

- Resumen ejecutivo
- Introducción
- Antecedentes
- Objetivos
- Justificación técnica, económica y legal
- Marco legal e institucional
- Descripción del proyecto:
 - Macrolocalización
 - Microlocalización
 - Descripción detallada del proyecto: área total del emplazamiento, componentes del proyecto y sus dimensiones, descripción de las actividades a ser ejecutadas en cada etapa, componentes temporales para la etapa de construcción, entre otros
 - Descripción detallada de todas las actividades que se requieren para ejecutar las obras civiles que se quieren realizar, en sus etapas de construcción, operación y abandono
 - Materias primas que se van a utilizar
 - Mano de obra, en cantidad y calidad
 - Cronograma de construcción, operación y mantenimiento

a) Área de influencia del proyecto

Delimitar y justificar el área directa e indirecta que potencialmente será afectada por los impactos ambientales previstos producto de las actividades a ser desarrolladas durante la ejecución del proyecto. En la determinación del área de influencia directa e indirecta del proyecto se considera la totalidad de los componentes ambientales y sociales que podrían ser afectados por las actividades de construcción, operación y mantenimiento del proyecto. El área de influencia está constituida por el área de influencia directa y el área de influencia indirecta:

- Área de influencia directa: definida por la porción de terreno o espacio intervenida o afectada por los impactos de las obras o actividades del proyecto, por ejemplo, área de construcción, instalaciones, maniobras y áreas afectadas por disposición de residuos.
- Área de influencia indirecta: definida por la porción de terreno o espacio circundante que puede recibir de forma indirecta el impacto o efectos manifestados en las áreas directamente afectadas por las acciones del proyecto. Se relaciona con aquellos impactos generados sobre el componente ambiental y social, fuera del área geográfica de emplazamiento directo de las obras del proyecto.

b) Caracterización ambiental del área de influencia del proyecto

Realizar una descripción de las características de los factores abiótico, biótico y sociales existentes dentro de los límites del área de influencia directa e indirecta. La descripción del área de influencia deberá documentarse con estudios técnicos de campo realizados en el área de incidencia, levantamiento de coordenadas, fotografías, entre otros. Entre los factores abióticos están la geología, la geomorfología, los suelos, la hidrología, la hidrogeología y el clima. Entre los factores bióticos están la flora y la fauna de ecosistemas y hábitats terrestres y acuáticos del área de influencia. Por último, entre los factores socioeconómicos se considera la población, el desarrollo económico y social, los servicios e infraestructuras existentes y el equipamiento social, entre otros.

c) Identificación, pronóstico y valoración de impactos potenciales

Describir y justificar la metodología utilizada para identificar y valorar los impactos ambientales que pueda generar el proyecto en sus diferentes etapas. Pueden usarse métodos basados en indicadores, índices e integración de la evaluación o métodos cuantitativos. Se deberá considerar una predicción de los principales cambios, directos e indirectos, en el medio ambiente asociados a la construcción y operación del proyecto, y presentar una evaluación de los principales potenciales efectos que pueden generarse sobre los sistemas físico, biológico y humano.

Al final de la evaluación se deben resaltar los impactos socioambientales que serán prevenidos, mitigados, remediados, compensados o corregidos, siempre que sea posible se cuantificará la calidad ambiental futura. Se deberá elaborar un balance del análisis de las valoraciones, justificando las puntuaciones y presentando un resumen conclusivo e interpretativo de los resultados obtenidos.

d) Pronóstico de la calidad socioambiental del área de influencia

Análisis comparativo de la calidad socioambiental existente en el área de influencia del proyecto, considerando los siguientes escenarios: i) sin ejecución de proyecto; ii) con proyecto y sin aplicaciones de medidas socioambientales, y iii) con proyecto y con aplicación de medidas socioambientales

El análisis se elabora tomando en cuenta los cambios en los factores bióticos, abióticos y socioeconómicos ocasionados por el proyecto, comparándolo con la opción nula o no hacer nada. Se debe analizar la contribución de las alternativas con enfoque de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático a la sostenibilidad del proyecto y a la resiliencia de la infraestructura.

e) Análisis de riesgos

Identificar y evaluar las principales amenazas o peligros y vulnerabilidad que puedan afectar el proyecto y su área de influencia, explicando los métodos y procedimientos utilizados para la evaluación de riesgos.

El análisis de riesgos debe identificar los puntos críticos en el sitio del proyecto, reflejando y explicando la metodología utilizada. Dentro del programa de gestión ambiental se deberán incluir las alternativas de solución con un enfoque de reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático con los diseños correspondientes.

f) Programa de gestión socioambiental

El programa de gestión socioambiental (programa de gestión socioambiental) se organiza en planes y actividades, describiendo las medidas y acciones necesarias para abordar en forma eficiente los impactos ambientales negativos que se deriven de la construcción y operación de los componentes del proyecto por implementarse a lo largo de todas sus etapas. Incluye impactos y acciones en el aire, agua, biodiversidad, paisaje, suelo, aspectos socioeconómicos, culturales, de salud y seguridad ocupacional y poblacional.

Cada uno de los planes que conforman el programa de gestión socioambiental debe contener objetivos, responsable de ejecución de las medidas, costos de implementación, indicadores de cumplimiento, cronograma y fase de ejecución. Algunos planes que pueden integrar el programa de gestión socioambiental se describen en los siguientes incisos.

i) Plan de medidas socioambientales

Su objetivo es implementar acciones ante la alteración negativa de uno o más de los factores sociales o ambientales, provocados por la acción del proyecto en sus diferentes etapas, y en sus áreas de influencia directa e indirecta. Debe contener los tipos de medidas:

- Medidas de mitigación: Acción o conjunto de acciones destinadas a reducir los impactos negativos ocasionados por la ejecución de un proyecto que no puedan evitarse.
- Medidas de remediación: Conjunto de acciones a través de las que se intenta recuperar las condiciones y características naturales del ambiente que ha sido objeto de daño.
- Medidas de compensación: Acciones destinadas a subsanar todo lo que fuere dañado en forma irreversible por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

Se deben considerar los costos de la implementación de las medidas de control ambiental. En el cuadro 60-1 se detallan algunas medidas que pueden incorporarse en este tipo de planes:

Cuadro 60-1
Descripción de medidas ambientales que pueden implementarse en un proyecto de mantenimiento vial

Medio	Impacto por mitigar	Medida por implementar
Suelo	Erosión	<ul style="list-style-type: none"> • Solamente se eliminará la vegetación que esté dentro de la servidumbre o derecho de vía y que sea necesaria por el diseño del ensanche de la vía. La revegetación del suelo es importante para evitar la erosión, para ello se recomienda usar vegetación de la región. • Proteger las pendientes mayores del 10%, que no se hayan podido suavizar, colocando disipadores de energía y trampas de retención. Además, colocar estructuras que faciliten la retención del suelo y eviten su arrastre hacia los drenajes (restos de materiales vegetales y piedras). Se recomienda el uso de infraestructura verde. • Colocar sacos, pacas u otros obstáculos que funjan como barreras temporales para evitar o disminuir la erosión de los suelos desnudos. • Cubrir con grama los taludes producidos por cortes y rellenos propensos a erosión, para atenuar los efectos de erosión del suelo y en donde las condiciones lo permitan, se puede arborizar con especies nativas de la zona.
Suelo	Contaminación por hidrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con equipos y materiales para el manejo de derrame de sustancias contaminantes (materiales absorbentes, arena, biorremediador o musgo absorbente entre otros). • Habilitar áreas de almacenamiento de combustibles como hidrocarburos, aceites, grasas, residuos y otros, debidamente techadas e impermeabilizadas y almacenar los materiales de este tipo únicamente en las áreas de depósito designadas para tales fines. • Brindar el mantenimiento de equipos y maquinarias solo en talleres debidamente autorizados.

Medio	Impacto por mitigar	Medida por implementar
		<ul style="list-style-type: none"> • Los hidrocarburos y combustibles se almacenarán en recipientes y tanques portátiles aprobados para manejo de líquidos combustibles e inflamables. Los recipientes deberán estar debidamente rotulados. Se deben mantener en los sitios de almacenamiento la hoja técnica de cada una de las sustancias. Para el suministro de combustibles e hidrocarburos, se deberá de contar con kits antigoteo. • Capacitar al personal que se encargue de clasificar los residuos que deben ser tratados y eliminados. • Los sustratos contaminados deben ser almacenados y dispuestos de forma adecuada.
	Contaminación atmosférica por gases contaminantes	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las verificaciones recomendadas por los fabricantes de la maquinaria y equipo utilizado en la obra para reducir las emisiones y particular al medio ambiente. Asegurarse de que cumplan con la legislación en la materia. • Apagar el motor de camiones, maquinaria y equipo pesado cuando no estén trabajando.
Aire	Contaminación atmosférica por partículas en dispersión	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar riegos periódicos (durante la estación seca o días prolongados sin lluvia) para humedecer la superficie del suelo y evitar la generación de partículas de polvo, por lo menos, tres veces al día, con camiones cisterna. • Regular la velocidad de los vehículos que circulen por las áreas de construcción. • Cubrir con lonas en buen estado el vagón de los camiones de volquete para evitar la dispersión de polvo y otros materiales de construcción que sean transportados. • Al realizar las actividades de limpieza, recoger inmediatamente todos los desperdicios que se transporten fácilmente por el aire y depositarlos en el vertedero municipal más cercano previa autorización.
	Aumento de ruidos	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener la maquinaria y el equipo pesado que se utilice en buen estado mecánico. Asegurarse de que cumplan con la legislación en la materia. • Evitar mantener los motores de la maquinaria y el equipo pesado encendidos durante los períodos de descanso. • Los horarios de trabajo se darán en función de lo que establece la normativa vigente. • Dotar a los obreros de los implementos de seguridad o equipo de protección personal necesarios para mitigar los efectos negativos por ruido.
Agua	Contaminación por sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Proteger con grama los taludes y áreas de servidumbre, arborización en áreas de uso público y aceras, con especies nativas como medidas de control de erosión. • Evitar arrojar suelos o material de relleno en los ríos o drenajes pluviales durante construcción de puentes. • Considerar en los diseños para los puentes vehiculares, las medidas de retención de sedimentos en los taludes (zampeados, muros). • Construir infraestructuras de control de erosión (zampeados, disipadores de velocidad del agua).
Flora	Pérdida y afectación de la vegetación	<ul style="list-style-type: none"> • Las especies de árboles de interés comercial y que presenten condiciones de uso, deberán ser aprovechadas según se indique en la legislación de cada país. • El corte y poda de árboles contará con los permisos emitidos por las autoridades competentes. • Compensar la tala con la siembra de árboles nativos de la zona, en sitios específicos dentro del área de alineamiento de la vía, áreas de protección de cuerpos de agua. La reposición debe hacerse según lo establecido en las regulaciones de cada país (Ejemplo, 10 árboles por cada árbol cortado). • Elaborar un plan de revegetación según lo establezca la legislación o regulaciones de cada país. Se recomienda la utilización de vegetación local y que los árboles a plantar tengan una altura de siembre de 1,20 m, arbustos 0,80 m como mínimo esto para garantizar su supervivencia y disminuir los períodos de establecimiento y mantenimiento.
Fauna	Pérdida de la conectividad entre hábitat y ecosistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar estudios para determinar los impactos sobre las poblaciones de fauna silvestre que habitan en el área de influencia del proyecto y establecer las medidas ambientales pertinentes. • Establecer medidas ambientales dirigidas a reconectar los ecosistemas y hábitat que han sido fragmentados y aislados por la construcción, ampliación, mejoramiento y mantenimiento de la ruta, por medio del establecimiento de pasos de fauna aéreos e inferiores.

Medio	Impacto por mitigar	Medida por implementar
	<p>Fragmentación de sitios de desplazamiento, aislamiento de poblaciones</p> <p>Disminución de poblaciones por mortalidad de fauna al ingresar a la vía</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar las adaptaciones necesarias en los sistemas de drenaje pluvial y natural para que estos cumplan con la función de pasos de fauna mixtos, también se debe generar las adaptaciones en las escolleras de los puentes; lo anterior para mantener la conectividad del ecosistema terrestre entorno a los cauces de ríos y quebradas. • Los pasos de fauna inferiores tanto alcantarillas como puentes, deberán mantener la conectividad con tierra firme no podrán existir obstáculos (cunetas, cabezales de desagüe, alcantarillas); de existir se deberán realizar las adaptaciones necesarias para garantizar la conectividad. • Los sistemas de drenaje de cauces naturales no deberán generar escalones entre el lecho del cauce y el suelo de la alcantarilla que dificulten la dispersión de los organismos acuáticos. • Implementar adaptaciones a cunetas y tragantes que permitan que los animales que caigan puedan salir y no mueran por ahogamiento. • Implementar medidas complementarias como el malla o valla perimetral en pasos de fauna, colocación de señales de pasos de fauna, colocación de bandas sonoras y otros. • Incluir en los planes de revegetación y compensación la revegetación y enriquecimiento de áreas conectadas por pasos de fauna. • Establecer un plan de monitoreo de la efectividad de las medidas implementadas con el objetivo de mejorarlas. • Se prohíbe a los trabajadores maltratar, extraer y cazar la flora y fauna silvestre, así como hacer quemas. • Brindar capacitación a los trabajadores y a las personas que habitan en el entorno sobre las medidas ambientales dirigidas a la fauna silvestre.
	<p>Reubicación de comercios y residencias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En caso de ser requerida la reubicación de comercios, viviendas, o de que surjan afectaciones que requieran la adquisición de una franja de terreno para liberar o ampliar el derecho de vía, se preparará un Plan de Reasentamiento que considerará como uno de los principales objetivos, restaurar las condiciones de vida de los afectados, en mejores condiciones de las encontradas al momento del desplazamiento. La supervisión dará seguimiento al estricto cumplimiento de este Plan para garantizar que las medidas propuestas sean cumplidas.
<p>Social</p>	<p>Generación de desechos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una campaña tendiente a minimizar entre los trabajadores del proyecto la producción de residuos sólidos en general. • Ubicar contenedores plásticos, con capacidad suficiente y debidamente tapados, para el almacenamiento preliminar y posterior traslados a los sitios de disposición y tratamiento final de desechos sólidos. • Separar los desechos peligrosos de los no peligrosos y ubicarlos en un área destinada para su almacenamiento preliminar. Los desechos serán retirados periódicamente (al menos dos veces por semana) y llevados al sitio de disposición final, o en su defecto, establecer los convenios con la municipalidad o empresas locales para el retiro y disposición de estos. • Cumplir con el Plan de Desechos Sólidos del proyecto. Promover la separación y clasificación de los residuos sólidos generados por los trabajadores. Los contenedores deberán estar identificados de acuerdo con el residuo a contener y contar con sus respectivas tapas a fin de eliminar la posibilidad de generación de malos olores y estancamiento de agua. Las áreas de acopio de residuos de construcción en los frentes de trabajo deberán estar señalizados adecuadamente, con cerramiento adecuado, se deberán mantener ordenados. Los residuos deben ser recolectados periódicamente o cuando estos ya estén por alcanzar su capacidad. Durante la época lluviosa, el acopio de residuos u otros elementos que permitan la acumulación de agua debe ser menor a 3 días para evitar la proliferación de vectores de enfermedades. No se permitirá la quema de ningún tipo de residuo, estos deben ser clasificados y dispuestos adecuadamente.
<p>Social</p>	<p>Molestias al tráfico vehicular</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En caso de no existir otra alternativa de circulación expedita y segura por la vía existente, se deberá realizar el desvío del tráfico hacia vías alternas. Para poner en práctica esta actividad, el contratista deberá someter, previamente esta alternativa al ministerio de transportes, para que esta sea aprobada y posteriormente realizar la publicación de la nueva ruta. • Colocar una señalización adecuada, que informe y alerte a los conductores acerca de las diferentes actividades. Esta señalización debe colocarse desde los doscientos metros de distancia en ambos sentidos de la vía.

Medio	Impacto por mitigar	Medida por implementar
		<ul style="list-style-type: none"> • Previo al inicio de las actividades, el contratista debe presentar a la autoridad de tránsito, con copia al ministerio de transporte, un plan de control de tráfico, que debe ejecutarse durante la realización del proyecto.
		<ul style="list-style-type: none"> • Para cierres temporales y desvíos de corta duración se colocarán señales de precaución que anuncien el cierre e indiquen las rutas de desvío alternativo. Contratar personal para control y orientación del tráfico (banderilleros) y dotarlo del equipo de protección personal necesarios (cascos, bandera, chaleco reflectivo). • Como elemento de soporte, se deberá coordinar con la autoridad de tránsito y de la Policía Nacional para la contratación de unidades policiales, cuando tal medida se considere necesaria. • Todas las señalizaciones de desvíos colocadas deberán tener textos visibles, para garantizar la lectura e interpretación correcta de los conductores, de acuerdo con las especificaciones del ministerio de transportes.
	Molestias al tráfico vehicular	<ul style="list-style-type: none"> • Como elemento de soporte, se deberá coordinar con la autoridad de tránsito y de la Policía Nacional para la contratación de unidades policiales, cuando la medida se considere necesaria. • Todas las señalizaciones de desvíos colocadas deberán tener textos visibles para garantizar la lectura e interpretación correcta de los conductores, de acuerdo con las especificaciones del ministerio de transportes.
Social	Modificación del paisaje	<ul style="list-style-type: none"> • El diseño del proyecto debe contemplar la armonía con el paisaje. • Los acabados de los taludes de relleno deben ser revegetados. • Las zonas de botaderos y los centros de operación deben integrarse al paisaje, mediante la arborización u ornamentación de estas áreas. • Rellenar huecos, zanjas, hoyos, entre otros, causados por la construcción. • Las especies deben estar adaptadas a sobrevivir en las condiciones climáticas imperantes en la zona donde esta incrustado el proyecto con el fin de aumentar la posibilidad de establecimiento y sobrevivencia y disminuir el mantenimiento de dichas áreas. • Se debe procurar generar un espacio público para el disfrute seguro de las personas que transitan o habitan en el entorno.
	Afectación al patrimonio arqueológico	<ul style="list-style-type: none"> • En materia de hallazgos arqueológicos, se deberá atender a lo indicado en las regulaciones atinentes. Si en el transcurso de los trabajos se detectan restos arqueológicos, deberán suspenderse las labores en el área, dando parte a la autoridad correspondiente en materia de arqueología y patrimonio cultural y acatar las recomendaciones que esta entidad o el profesional en la materia detallen.

Fuente: Elaboración propia.

ii) Plan de riesgos y contingencias

Tiene el objetivo de contar con un procedimiento formal, escrito, que describe los cursos de acción en el caso de accidentes mayores, de desastre o de situaciones que planteen una amenaza para la población y la infraestructura que pudiera incidir en riesgos a la salud humana y el ambiente.

Los incidentes pueden afectar en todos los niveles de la organización, incluidas las empresas, debido a la diversidad de amenazas que pueden desembocar en un desastre y poner en peligro la vida de las personas, los bienes de la empresa y su continuidad y el medioambiente. La mejor manera de enfrentar estas amenazas es prepararse con anticipación, conociendo los riesgos en la construcción y operación de los proyectos, desarrollando una organización interna capaz de responder apropiadamente ante este tipo de eventualidades. Para este propósito se desarrolla un plan de contingencia que define los procedimientos a seguir para minimizar los efectos dañinos de los incidentes o desastres.

El plan de contingencia es el documento que describe la organización ante la preparación a los incidentes o desastres a causa de fenómenos naturales o comportamiento humano que le pudieran afectar, también define los niveles de actuación de los miembros de la organización a nivel local.

El elemento básico más importante es proteger en primera instancia la vida humana por lo que el Estado a través de sus instituciones crea organismos de defensa civil cuyas acciones garantizan un mayor nivel de seguridad y supervivencia en relación con las acciones y reacciones del entorno una vez que ocurre una eventualidad.

iii) **Plan de manejo de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos:**

Tiene por objetivo establecer procedimientos adecuados para el manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos generados, a fin de minimizar riesgos a la salud y al ambiente, además de lograr un mejor desempeño ambiental de la obra e incentivar prácticas de reutilización, recuperación y reciclaje.

iv) **Plan de monitoreo ambiental**

Tiene el objetivo de establecer los mecanismos de ejecución de los sistemas de seguimiento, vigilancia y control ambiental, y la asignación de responsabilidades específicas para asegurar el cumplimiento de los compromisos adquiridos. Debe establecer los indicadores y parámetros de control que permitan dar seguimiento a los efectos reales del proyecto seleccionado.

Capítulo 2

Sección 100. Derecho de vía

101. Limpieza del derecho de vía

101.01 Descripción

Este trabajo consistirá en cortar toda la maleza, remover el producto de esta operación y en general, toda la basura y desperdicio que se encuentre en el área comprendida dentro de los límites del derecho de vía legal del proyecto, salvo en los casos en los que el supervisor especifique límites diferentes. No incluye la intervención en zonas urbanas.

101.02 Materiales

No se requiere el suministro de materiales para la correcta ejecución de esta actividad.

101.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control de tránsito y para la seguridad. Verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal (equipo de protección personal) adecuados, en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de trabajo.

El contratista procederá a cortar toda la maleza existente en el área comprendida dentro del derecho de vía a una altura no mayor de 15 centímetros para conservar la cubierta vegetal y evitar la erosión. En el proceso de dicha operación, el contratista debe tratar de evitar el corte de árboles que hayan crecido dentro de esta área, que en su fase adulta puedan proporcionar ornato y sombra a la carretera y que se encuentren a una distancia del hombro de tal manera que no representen obstrucción a la visibilidad, asegurando una distancia libre lateral de obstáculos mínima de 2,0 metros para que no afecte la capacidad vial y no comprometa la seguridad vial.

Los materiales ajenos a la carretera, basura y desperdicios deben ser retirados del lugar y depositados en sitios autorizados por el supervisor, asegurando que no puedan arrastrarse al sistema de drenaje de la vía o escurrimientos superficiales.

En caso de suelos orgánicos o materiales vegetales, estos pueden depositarse sobre los taludes de los rellenos revegetados, con el propósito de aprovechar este material como abono orgánico para el crecimiento de plantas que puedan proteger contra la erosión, si así lo indica el supervisor, quien debe establecer el mecanismo y forma de hacerlo.

En ningún caso se permitirá la incineración de maleza o basura producto del corte y limpieza, así como el uso de productos químicos para controlar el crecimiento de la maleza.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

101.04 Medición

Esta actividad podrá ser medida por: a) metro cuadrado; b) kilómetro cuadrado; c) hectárea; d) kilómetro lineal; o e) por estándares o niveles de servicio.

101.05 Pago

El pago de esta actividad será la compensación plena por todo el equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalamiento preventivo de zona de trabajo, recolección y disposición de los residuos vegetales, y cualquier otro imprevisto necesario para poder realizar correctamente la actividad, medida como se indica en el numeral 101.04.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
101.05 (a)	Limpieza del derecho de vía	Metro cuadrado
101.05 (b)	Limpieza del derecho de vía	Kilómetro cuadrado
101.05 (c)	Limpieza del derecho de vía	Hectárea
101.05 (d)	Limpieza del derecho de vía	Kilómetro lineal
101.05 (e)	Limpieza del derecho de vía	Estándares o niveles de servicio

102. Remoción de vallas publicitarias, estructuras y obstáculos

102.01 Descripción

Este trabajo consistirá en la eliminación, total o parcial, y disposición final en sitios aprobados por el supervisor, de todas las construcciones o edificaciones, vallas publicitarias, cercas y estructuras sin permiso legal para permanecer dentro de los límites del derecho de vía y que puedan representar un riesgo. Estos residuos, producto de las demoliciones, se llevarán a los sitios de botadero, relleno sanitario o vertedero municipal de acuerdo con lo establecido en las especificaciones ambientales y el programa de gestión socioambiental.

Las zonas de botaderos por ningún motivo perjudicarán propiedades adyacentes u obstruirán drenajes y canales, no contaminarán escurrimientos superficiales y no afectarán el paisaje, entre otros aspectos ambientales. Las zonas de botadero propuestas por el contratista ubicadas en propiedad privada deberán contar con autorización escrita y firmada por los dueños del terreno y serán previamente inspeccionadas y aprobadas por el supervisor.

101.02 Materiales

Se requerirá el suministro de materiales para el relleno y recuperación en esta actividad, con material circundante, aprobado por el supervisor.

102.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad de conductores, peatones y otras personas usuarias, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal adecuados, en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

El contratista debe ejecutar el trabajo dentro de los límites del derecho de vía o en terrenos propiedad del Estado, como lo ordene el supervisor. Todo material recuperable será quitado para evitar maltrato no necesario, en secciones o partes que puedan ser transportadas fácilmente, debiendo ser almacenado por el contratista en los lugares del proyecto o en otra forma que fuese indicada en los planos.

Las cavidades o cimientos que dejen las demoliciones de estructuras se deben rellenar con material aceptable, es decir, partículas menores a 2", porción fina menor al tamiz núm. 200 no mayor al 35%, límite líquido no mayor al 40% e índice plástico no mayor al 12%. El relleno se coloca hasta alcanzar el nivel del terreno de los alrededores y, si quedase dentro de los límites de construcción, debe consolidarse de acuerdo con lo que ordene el supervisor.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

Cuando sea necesario remover edificaciones tales como muros, cercas y viviendas dentro del derecho de vía, se seguirá el siguiente Procedimiento de ejecución.

a) *Reubicación de muros y cercas*

La demolición de muros y cercas de diferentes tipos, como cercas de malla ciclón, alambre de púas, entre otras, incluye la demolición y remoción de lo existente y la reconstrucción o reubicación, en condiciones iguales o mejores que las condiciones originales, reemplazando los materiales por nuevos cuando fuese necesario, para cumplir con este requisito obligatorio.

b) *Reubicación de edificaciones*

La reubicación de edificaciones comprende:

- Demolición. Solamente se realizará cuando la edificación esté ubicada en el derecho de vía y si se ha finalizado la construcción de la nueva edificación de reemplazo. En el caso de viviendas o negocios, la nueva edificación debe cumplir con la condición de ser igual o mejor que la edificación existente, con el fin de contribuir a que las personas afectadas recuperen sus condiciones de vida lo más pronto posible. El contratista deberá demoler la estructura hasta el nivel de fundaciones inclusive, rellenando las zanjas de las fundaciones con material aprobado por la persona encargada de ingeniería. Todas las salidas eléctricas, sanitarias, telefónicas de agua potable y cualquier otra que pudiese existir deberán sellarse de la forma apropiada y aprobada por la persona encargada de ingeniería.
- Construcción. Incluye los trabajos de albañilería, pintura general, electricidad, suministro e instalación eléctrica y sanitaria, además de todos los herrajes y accesorios. El contratista deberá dejar las instalaciones preparadas y terminadas para que únicamente quede pendiente que las instituciones responsables de dar el servicio instalen los medidores y hagan la conexión final.
- Limpieza final del sitio y el acarreo de material de desecho hacia los sitios previamente identificados y aprobados por el supervisor. Incluye también el traslado de material rescatable y entrega en el sitio indicado por el supervisor.

102.04 *Medición*

Las cantidades aceptadas para la remoción de estructuras y obstrucciones se pagarán por la suma global del precio propuesto y contratado por el contratista, cuyo valor y pago será la compensación total por la remoción y eliminación de las obstrucciones, de conformidad con el contrato.

102.05 *Forma de pago*

El pago de esta actividad será la compensación plena por todo el equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalamiento preventivo de zona de trabajo, así como cualquier otro imprevisto necesario para poder realizar correctamente la actividad, medida como se indica en el numeral 102.04.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
102.05 (a)	Remoción de vallas publicitarias, estructuras y obstáculos	Suma global

103. Remoción de derrumbes menores

103.01 Descripción

Este trabajo consistirá en la remoción total, carga y acarreo a botaderos, previamente aceptados por el supervisor, de los materiales provenientes de derrumbes menores causados por el desprendimiento de taludes de corte o del terreno natural, que al caer sobre la sección de la carretera puedan obstaculizar, parcial o totalmente las cunetas, alcantarillas, salidas de agua, canales de entrada y desfogue de las cajas, hombros y uno o más carriles de circulación, lo que podría impedir la circulación vehicular o de las corrientes pluviales sobre las estructuras de drenaje.

103.02 Materiales

No se requiere el suministro de materiales para la correcta ejecución de esta actividad.

103.03 Procedimiento de ejecución

De manera previa al inicio de las obras, verificar los riesgos asociados a la actividad de remoción de los derrumbes, producto de exposición del personal de obras y población aledaña al sitio, así como los riesgos asociados al uso de maquinarias y equipos del contratista. El contratista será responsable de identificar los riesgos y plantear las medidas de seguridad necesarias para la protección de su personal, población aledaña y maquinarias y equipos en el sitio de las obras, e incluir los costos en su oferta.

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, y verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal adecuados en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Demarcar el área de trabajo y colocar señalización preventiva adecuada mientras se realice la remoción del material.

Exceptuando al personal de las autoridades competentes, el contratista no permitirá el ingreso de personas no autorizadas al área demarcada para ejecutar las obras.

El contratista debe ejecutar el trabajo dentro de los límites del derecho de vía o en terrenos propiedad del Estado, como lo ordene el supervisor, tomando siempre en consideración la estabilidad de los taludes o terrenos colindantes a la masa de suelo desplazada y la de las construcciones circunvecinas, si fuera el caso.

Este material deberá moverse con precaución, tomando en cuenta las medidas indicadas para protección del personal de la obra, el tránsito de vehículos y peatones, y poblaciones aledañas, empleando maquinaria o herramientas apropiadas, de tal manera que se cause el mínimo daño posible a las estructuras dentro de la sección de la carretera. Si el contratista ocasionase algún daño estructural por negligencia o falta de atención al trabajo, las reparaciones que correspondan se efectuarán por su cuenta.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

103.04 Medición

El material removido de acuerdo con lo establecido en esta especificación será medido por a) metro cúbico en condición suelto; b) horas trabajadas (horas-persona); c) pago de maquinaria (horas-máquina), y d) estándares o niveles de servicio.

103.05 Forma de pago

El pago de esta actividad será la compensación plena por todo el equipo incluyendo los equipos de protección personal necesarios, mano de obra, materiales, herramientas, señalización preventiva de

la zona de trabajo y cualquier otro imprevisto necesario para poder realizar correctamente la actividad, medida como se indica en el numeral 103.04.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
103.05 (a)	Remoción de derrumbes menores	Metro cúbico (suelto) removido
103.05 (b)	Remoción de derrumbes menores	Horas – hombres utilizados
103.05 (c)	Remoción de derrumbes menores	Horas – maquina utilizados
103.05 (d)	Remoción de derrumbes menores	Estándares o niveles de servicio

104. Limpieza de elementos de seguridad vertical existente

104.01 Descripción

Este trabajo consistirá en darle mantenimiento a la señalización vertical existente y a los dispositivos de seguridad vial, con el fin de que sean visibles en cualquier época del año, incluyendo condiciones climáticas desfavorables, y brinden a las personas usuarias adecuada visibilidad de las señales. Incluye limpieza de señales de tránsito dentro del derecho de vía y defensas metálicas con sus elementos reflectivos. Esta actividad no incluye la intervención en áreas urbanas.

104.02 Materiales

Agua, jabón y cualquier producto químico no destructivo de los materiales reflectivos, previa aprobación del contratante.

104.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito. Se realizará luego de la ejecución de la actividad descrita en el numeral 1.

La limpieza se deberá efectuar manualmente o con una máquina para lavado a presión, procurando el uso mínimo de agua y evitando limpiadores tóxicos para la salud humana y ambiental.

Las señales verticales y defensas metálicas deben permanecer totalmente limpias de manchas, pintura o materiales adheridos a ellas, que impidan u obstruyan su visibilidad. Deben utilizarse materiales efectivos que no causen deterioro y oxidación de los dispositivos.

Los daños menores en las señales, tales como deformaciones y marcas de piedra, que no perjudiquen la legibilidad y puedan arreglarse en el lugar, se pueden reparar sin mover la señal de su soporte.

Todas las señales que ameriten una reparación mayor deben ser identificadas y avisar a la supervisión, para que notifiquen a los responsables del mantenimiento o señalización vial, para que sean reparadas o sustituidas por nuevas.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

104.04 Medición

La medida se hará por: i) unidad, ii) suma global, que incluye todos los dispositivos dentro de su proyecto, iii) kilómetro de carretera, y iv) estándares o niveles de servicio.

104.05 Forma de pago

Esta actividad puede ser pagada por: a) unidad; b) suma global, que incluye todos los dispositivos dentro de su proyecto; c) kilómetro de carretera; y d) estándares o niveles de servicio, cuyo pago será la compensación plena por todo el equipo, mano de obra, materiales, herramientas,

señalamiento preventivo de zona de trabajo y cualquier otro imprevisto necesario para poder realizar correctamente la actividad, medida como se indica en el numeral 104.04.

Reglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
104.05 (a)	Limpieza de elementos de seguridad vertical existente	Unidad
104.05 (b)	Limpieza de elementos de seguridad vertical existente	Suma global
104.05 (c)	Limpieza de elementos de seguridad vertical existente	Kilómetro lineal
104.05 (d)	Limpieza de elementos de seguridad vertical existente	Estándares o niveles de servicio

105. Acciones para reducir la vulnerabilidad en el derecho de vía

Reducir la vulnerabilidad en el derecho de vía de las carreteras implica tomar medidas para garantizar la seguridad de las personas usuarias y proteger la infraestructura vial. A continuación, se detallan algunas actividades que el contratista puede considerar dentro de su plan de trabajo y que están orientadas a reducir la vulnerabilidad del derecho de vía durante las acciones de mantenimiento.

Cuadro 100-I
Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial

Derecho de vía					
Actividad	Peligros/amenazas	Vulnerabilidad	Riesgo	Impacto	Medidas de reducción de vulnerabilidad
101. Limpieza del derecho de vía	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnológicas: fallas estructurales, colapsos • Sociales: malos hábitos, manejo inapropiado de desechos, accidentes laborales • Ambientales: degradación de suelos deforestación 	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos económicos y culturales limitantes • Estado crítico de los ecosistemas: erosión de suelos, deforestación, otros 	<ul style="list-style-type: none"> • Accidentes de tránsito • Incendios forestales • Obstrucción de drenajes • Deslizamientos de tierra • Obstrucción visual • Congestión severa • Acumulación de sedimentos en la superficie de rodamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de vidas humanas • Pérdida de bienes • Pérdidas de elementos de la infraestructura vial • Daños al medio ambiente • Cierre de la carretera • Pérdidas económicas para las personas usuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis previo de vulnerabilidad y riesgo • Planificar y llevar a cabo un programa de mantenimiento, rutinario y periódico • Señalizaciones adecuadas y pertinentes • Medidas de seguridad vial • Mantenimiento planificado ante eventos hidrometeorológicos • Educación ambiental en los programas de mantenimiento de carreteras • Coordinación y respuesta a emergencias
102. Remoción de vallas publicitarias, estructuras y obstáculos	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnológicas: fallas estructurales, colapsos • Sociales: malos hábitos, manejo inapropiado de desechos, accidentes laborales, huelgas y levantamientos, violencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos económicos y culturales limitantes • Estado actual de la infraestructura existente • Estado de los obstáculos a remover • 	<ul style="list-style-type: none"> • Accidentes de tránsito • Contaminación visual • Obstrucción visual • Cierre temporal de carretera • 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de vidas humanas • Pérdida de bienes • Daños al medio ambiente • Cierre de la carretera 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis previo de vulnerabilidad y riesgo • Planificar las actividades en coordinación con los actores sociales involucrados • Señalizaciones adecuadas y pertinentes • Medidas de seguridad vial, • Diseñar e implementar un plan de comunicación • Educación ambiental en los programas de mantenimiento de carreteras

Derecho de vía					
Actividad	Peligros/amenazas	Vulnerabilidad	Riesgo	Impacto	Medidas de reducción de vulnerabilidad
103. Remoción de derrumbes menores	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrometeorológicos: incremento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos • Geológicas: terremotos, deslizamientos de la tierra, caída de rocas, hundimientos, erosión costera, fallas geológicas • Ambientales (biológicos): degradación de suelos, deforestación, pérdida de biodiversidad, erosión • Tecnológicas: fallas estructurales, colapsos • Sociales: malos hábitos, manejo inapropiado de desechos, accidentes laborales 	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos económicos, culturales limitantes • Estado crítico de los ecosistemas • Ubicación de áreas propensas a inundaciones u otros desastres • Falta de rutas alternativas en caso de cierres 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre temporal de carretera • Deslizamientos de tierra • Accidentes de tránsito • Obstrucción de drenajes • Obstrucción visual • Fallas o colapsos estructurales • Acumulación de sedimentos en la superficie de rodadura 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de vidas humanas • Pérdida de bienes • Daños al medio ambiente • Cierre de la carretera 	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con el equipo pesado para la remoción del material depositado • Análisis previo de vulnerabilidad y riesgo en taludes y laderas • Programa de mantenimiento rutinario y periódico • Señalizaciones adecuadas y pertinentes • Medidas de seguridad vial • Educación ambiental en los programas de mantenimiento de carreteras • Coordinación y respuesta a emergencias
104. Limpieza de elementos de seguridad vertical existentes	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnológicas: fallas estructurales, colapsos 	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos económicos y culturales limitantes • Estado actual de la infraestructura existente 	<ul style="list-style-type: none"> • Accidentes de tránsito 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de vidas humanas • Pérdida de bienes • Cierre de la carretera 	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar cabo un programa de mantenimiento periódico y rutinario • Señalizaciones adecuadas y pertinentes • Implementar medidas de seguridad vial • Educación ambiental en los programas de mantenimiento de carreteras

Fuente: Elaboración propia.

Sección 200. Carreteras no pavimentadas

201. Conformación de carreteras de tierra

201.01 Descripción

El trabajo consiste en escarificar, homogenizar, humedecer, conformar, compactar y afinar la superficie de rodadura, hombros y cunetas de carreteras de tierra para mantenerlas en condiciones adecuadas de transitabilidad. También incluye el retiro de material sobrante de las cunetas que pueda obstaculizar el corrimiento de las aguas y asegurar las pendientes adecuadas que permitan desalojar rápidamente el camino.

201.02 Materiales

No se requiere el suministro de materiales para la correcta ejecución de esta actividad.

201.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

La conformación de la superficie de la carretera de tierra debe realizarse con maquinaria o equipo apropiado, con un espesor mínimo de 15 cm. La conformación de la superficie de rodadura debe acomodarse a las dimensiones de la sección existente de la carretera, alineamiento y pendientes. La superficie terminada estará libre de baches, erosiones, y otras irregularidades. La superficie será pareja, con un bombeo de entre el 3% y el 4% (en casos especiales, hasta el 5%), con partículas no mayores a 75 mm (3,0"). El agua debe fluir libremente hacia zonas que no afecten la estructura de la carretera.

Se debe escarificar, mezclar, homogenizar y humedecer con una humedad próxima a la óptima, en una variación del $\pm 2\%$. Durante el proceso de compactación en campo se recomienda alcanzar una densidad seca por el orden del 95% de su máxima densidad seca, obtenidos por el método Proctor estándar (AASHTO T-99), con el propósito de asegurar una menor relación de vacíos y un mayor módulo de elasticidad. Adicionalmente, se deben realizar pruebas con el deflectómetro de impacto para obtener el módulo elástico *in situ* y verificar el cumplimiento con respecto a la normativa. Este incremento en la densidad por reproducir mejora la calidad estructural de la capa. Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

201.04 Medición

La medición de esta actividad se podrá hacer por a) metro lineal; b) metro cuadrado y c) kilómetro lineal.

201.05 Forma de pago

El pago de esta actividad será la plena compensación por el suministro de todos los materiales, maquinaria, equipo, herramientas, mano de obra y demás trabajos imprevistos para poder ejecutar correctamente esta actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
201.05 (a)	Conformación de carreteras de tierra	Metro lineal
201.05 (b)	Conformación de carreteras de tierra	Metro cuadrado
201.05 (c)	Conformación de carreteras de tierra	Kilómetro lineal

202. Conformación de carreteras balastadas sin reposición de dicho material

202.01 Descripción

El trabajo consiste en conformar la superficie de rodadura y cunetas de carreteras balastadas para mantener el perfil de la carretera en condiciones adecuadas de transitabilidad y comprende los trabajos que se describen a continuación:

- Escarificación, homogenización, humedecimiento, conformación compactación y afinamiento de la superficie de rodadura.
- Conformación, construcción o reconstrucción de cunetas.
- Limpieza y retiro del material sobrante de la conformación y de las cunetas, que será depositado en botaderos autorizados por la supervisión.

202.02 Materiales

No se requiere el suministro de materiales para la correcta ejecución de esta actividad.

202.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

La conformación de la superficie de rodadura en capa de balasto se ejecutará acomodándose a las dimensiones de la sección existente de la carretera (alineamiento y pendientes).

Se debe escarificar, mezclar y regar con agua para alcanzar la humedad óptima ($\pm 2\%$) para obtener el bombeo especificado en la sección típica aprobada. En algunos casos, el supervisor solicitará modificar el bombeo, si ello fuera conveniente por las condiciones del proyecto. Se conformarán, construirán o reconstruirán las cunetas.

La escarificación se hará hasta 15 centímetros, cuando el espesor de balasto existente sea de ese espesor o mayor. Cuando el espesor de balasto sea menor que 15 centímetros, se propone escarificar el espesor existente, sin contaminar con material subrasante. Reponer hasta completar un espesor uniforme de 15 cm con material de balasto de acuerdo con lo indicado en la sección 2 de este documento. No se realizará el proceso de escarificado en los sectores o tramos donde no sea factible por las condiciones deficientes de la superficie de rodadura. Cada tramo por escarificar debe recibir la aprobación de la supervisión de ingeniería. Los sectores donde el material superficial posea características muy deficientes, como exceso de partículas finas menores al tamiz núm. 200 o valores de índice plástico mayor al 12% se pueden considerar tramos con inconvenientes. La deficiencia también puede deberse a la geometría vial con pendientes excesivas.

Una vez realizada la escarificación, todas las partículas mayores de 75 mm (3,0") de material suelto deben retirarse o triturarse y reincorporarse en el balasto. Si hubiera zonas de inestabilidad en la sección de la carretera debido a materiales inestables, deben estabilizarse de acuerdo con lo establecido en la especificación de la actividad respectiva.

Previo a la compactación, el material escarificado se debe humedecer, mezclar, conformar y afinar, para que proporcione el bombeo necesario que permita el adecuado drenaje transversal, pero sin llegar a pendientes extremas que comprometan la comodidad y seguridad de las personas usuarias de la vía. Los rangos recomendados deben variar entre el 2% y el 4% y, en casos especiales, hasta el 5%.

El material se debe mezclar, homogenizar y humedecer con una humedad próxima a la óptima, en una variación del $\pm 2\%$. Durante el proceso de compactación en campo, se recomienda alcanzar una densidad seca por el orden del 97% de su máxima densidad seca, por el método Proctor Modificado (AASHTO T-180). Esto con el propósito de asegurar una menor relación de vacíos y un mayor módulo de elasticidad. Adicionalmente, se deben realizar pruebas con el deflectómetro de impacto, con el fin de obtener datos del módulo elástico *in situ* y verificar el cumplimiento con respecto a la normativa. Este incremento en la densidad por reproducir mejora la calidad estructural de la capa.

La compactación debe comenzar en los bordes, avanzando hacia el centro de la carretera y debe continuar hasta que toda la capa quede compactada en todo su ancho y espesor, con la densidad señalada anteriormente. Durante el proceso y hasta completar la superficie de rodadura, se debe mantener la superficie de la carretera libre de estancamiento de agua. Cuando por razones imputables al contratista resulten deformaciones indebidas a la superficie de rodadura, esta se debe reparar de manera satisfactoria de acuerdo con el criterio del supervisor; el costo corre por cuenta del contratista.

Las labores involucradas en la ejecución de esta actividad se deben hacer sin causar daño a los muros de los cabezales de entrada o de salida, ni a la tubería de la alcantarilla o cualquier elemento presente y de carácter necesario para el adecuado funcionamiento de la estructura. De producirse algún daño a estos elementos, su reparación será ejecutada por cuenta del contratista. El material excedente de esta actividad deberá retirarse y depositarse en un lugar establecido previamente y aprobado por el supervisor. Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

202.04 Medición

La medición de esta actividad se podrá hacer por a) metro lineal; b) metro cuadrado y c) kilómetro lineal.

202.05 Forma de pago

El pago de esta conformación y sus cunetas será la plena compensación por los costos del equipo mano de obra, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo y cualquier otro imprevisto necesario para poder realizar correctamente la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
202.05 (a)	Conformación sin reposición de balasto	Metro lineal
205.05 (b)	Conformación sin reposición de balasto	Metro cuadrado
202.05 (c)	Conformación sin reposición de balasto	Kilómetro lineal

203. Reposición de capa de balasto

203.01 Descripción

Consiste en el suministro, transporte y colocación del material de préstamo con la humedad requerida, conformación y compactación, de acuerdo con el espesor que se indique en los planos y lo descrito en las especificaciones generales y en las disposiciones especiales.

El trabajo incluye la limpieza del banco de préstamo, que debe estar debidamente autorizado, así como la obtención, explotación y acarreo del material. Incluye también la escarificación de la superficie donde se colocará el material, su colocación, homogenización o mezcla, la conformación, humedecimiento, compactación y afinamiento de la superficie de rodadura, incluyendo cunetas de acuerdo con la sección típica definida. El material de balasto se colocará en todos aquellos tramos donde se haya perdido la capa de revestimiento con que se construyó originalmente o en aquellos

tramos que, a criterio del supervisor, se encuentren en estado crítico con espesores deficientes o representen problemas para la adecuada transitabilidad.

Todo el material sobrante se debe retirar del sitio de la obra para evitar que los procesos de sedimentación y arrastre de materiales obstruyan las cunetas y demás obras de drenaje menor. El material sobrante debe trasladarse al sitio o sitios aprobados por el supervisor, tomando en consideración que no se debe obstruir el drenaje natural de los sitios de disposición final.

203.02 Materiales

El balasto debe ser de calidad homogénea, no podrá contener sustancias vegetales, perjudiciales o extrañas. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 1.470 kg/ m³ (90 lb/pie³) determinado por el método AASHTO T-19 o el que defina el contratante. El tamaño máximo del agregado grueso del balasto no debe exceder de 2/3 del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor de 75 milímetros. La granulometría del material debe cumplir con el cuadro 203.1, determinado por el método AASHTO T11 y T27; la porción que pase el tamiz núm. 40 (0,425 mm) debe tener un límite líquido no mayor de 35, determinado por AASHTO T-89 y un índice de plasticidad de entre 5 y 11, determinado por el método AASHTO T-90.

Cuadro 203-1
Granulometría del balasto

Tamiz	Porcentaje que pasa
75 mm (3")	100
50 mm (2")	90-100
Núm. 4 (4,75 mm)	25-65
Núm. 200 (0,075 mm)	< 18

Fuente: Elaboración propia.

Tanto las fuentes de materiales (sitios de préstamo), como los procedimientos y equipos usados para la explotación de estos materiales deben ser aprobados por el supervisor. Es responsabilidad del contratista adquirir los materiales de bancos debidamente autorizados. El supervisor verificará el cumplimiento de estos requisitos; en el caso de que alguno se incumpla, será una causa justificada de rechazo del material. Considerando que los materiales provenientes de un banco son por lo general variables, la aprobación de un banco no constituye una aceptación definitiva de todos los materiales provenientes del mismo. Dichos materiales pueden ensayarse en cualquier momento durante el proceso constructivo y rechazarse en el caso de que no cumplan las especificaciones o algún requisito legal relacionado con la fuente de aprovechamiento. Es responsabilidad del contratista trabajar el banco de tal manera que únicamente el material aceptable sea excavado, transportado y colocado en la obra.

La separación de partículas mayores de 75 mm (3") debe efectuarse preferentemente en el sitio de explotación de materiales mediante procedimientos mecánicos tales como zarandear o triturar el material antes de transportarlo para colocarlo en el sitio de trabajo. La remoción a mano de las partículas mayores a las permitidas se hará únicamente previa autorización del supervisor.

La aprobación de la explotación de un sitio de préstamo podría ser suspendida por el supervisor si, a su criterio, el material aceptable proveniente de este se ha agotado o las propiedades son variables y no es posible garantizar su calidad. En este caso, será responsabilidad del contratista encontrar fuentes alternas de materiales, debidamente autorizadas, que satisfagan estas especificaciones. Si el contratista no cumple con estos requisitos, el supervisor podrá exigir los cambios que considere necesarios.

Cuando el material de un sitio de préstamo no reúna el total de las características especificadas, el supervisor podrá autorizar la combinación de dos o más bancos o su mejoramiento mediante procesos de estabilización con productos químicos. Previo a la explotación de un banco, el contratista debe limpiar el banco de préstamo y después de su explotación, efectuar los trabajos necesarios para cumplir con los reglamentos ambientales vigentes, tales como garantizar el buen drenaje del banco, evitar el estancamiento de agua y dejar protegidos los taludes expuestos a la erosión. Los desperdicios provenientes del banco deben acumularse en sitios apropiados que deberán ser aprobados por el supervisor.

203.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

La conformación de la superficie de rodadura se ejecutará acomodándose a las dimensiones de la sección existente de la carretera y respetando los lineamientos y pendientes existentes, salvo en el caso que el supervisor establezca lo contrario.

Se debe escarificar, mezclar y regar con agua para alcanzar humedad óptima y obtener el bombeo especificado en la sección típica aprobada. En algunos casos el supervisor podrá indicar modificaciones en el bombeo, si ello fuera conveniente por las condiciones del proyecto. Se conformarán, construirán o reconstruirán las cunetas.

La escarificación se hará hasta 15 centímetros, cuando el espesor de balasto existente sea de ese espesor o mayor. Cuando el espesor de balasto sea menor que 15 centímetros, se propone escarificar el espesor existente, sin contaminar con material subrasante. Reponer hasta completar un espesor uniforme de 15 cm con material de balasto de acuerdo con lo indicado en la sección 203.02 de este documento. No se realizará el proceso de escarificado en los sectores o tramos donde no sea factible por las condiciones deficientes de la superficie de rodadura o capa de balasto. Cada tramo por escarificar debe recibir la aprobación del supervisor.

Una vez realizada la escarificación, todas las partículas mayores de 75 mm (3") existentes en el material suelto deben tamizarse y retirarse o triturarse y reincorporarse. De existir zonas de inestabilidad en la sección de la carretera debido a materiales inestables, deben estabilizarse de acuerdo con la sección 204.

Previo a la compactación, el material escarificado se debe humedecer, mezclar, conformar y afinar, de tal modo que se proporcione el bombeo necesario para permitir el adecuado drenaje transversal, pero sin llegar a pendientes extremas que comprometan la comodidad y seguridad de los usuarios de la vía. Los rangos recomendados deben variar entre el 3% y el 4% y, en casos especiales, el 5%.

Durante el proceso de compactación se utilizará el equipo adecuado hasta obtener una densidad del 95%, obtenida mediante el ensayo AASHTO T-180 Proctor Modificado. El material se debe mezclar, homogenizar y humedecer con una humedad próxima a la óptima en una variación del $\pm 2\%$. Durante el proceso de compactación en campo se recomienda alcanzar una densidad seca por el orden del 97% de su máxima densidad seca con el propósito de asegurar una menor relación de vacíos y un mayor módulo de elasticidad. Adicionalmente, se deben realizar pruebas con el deflectómetro de impacto ligero con el propósito de obtener el módulo elástico *in situ* y verificar el cumplimiento con respecto a la normativa. Este incremento en la densidad por reproducir mejora la calidad estructural de la capa.

El contratista debe controlar el contenido de humedad adecuado del material por medio de ensayos de laboratorio y campo, secando el material y determinando la humedad por peso constante o por el método del carburo de calcio, AASHTO T-217 para obtener la compactación especificada. La capa debe nivelarse con equipo apropiado para asegurar una compactación uniforme y no se aprobará la compactación hasta que se llenen los requisitos correspondientes especificados. Esta debe comenzar en los bordes, avanzando hacia el centro de la carretera y debe continuar hasta que toda la capa quede compactada en todo su ancho y espesor con la densidad señalada anteriormente.

Durante el proceso y hasta completar la superficie de rodadura, se debe mantener la superficie de la carretera libre de estancamiento de agua. Cuando por razones imputables al contratista se presenten deformaciones indebidas en la superficie de rodadura, esta se debe reparar de manera satisfactoria de acuerdo con el criterio del supervisor y por cuenta del contratista. La subrasante no se debe dejar sin cubrir en una longitud mayor de 2 kilómetros.

Las labores involucradas en la ejecución de esta actividad se deben hacer sin dañar los muros de los cabezales de entrada y de salida ni a la tubería de la alcantarilla o cualquier elemento presente y de carácter necesario para el adecuado funcionamiento de la estructura. De producirse algún daño a estos elementos su reparación será por cuenta del contratista.

La compactación se comprobará en el campo cada 400 metros cuadrados y en forma alterna a lo ancho de la sección, de preferencia mediante el método AASHTO T-191 (ASTM D-1556). Con la aprobación escrita del delegado residente se pueden utilizar otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

La construcción y el mantenimiento de los caminos de acceso a los bancos de materiales será responsabilidad del contratista de obras y se pagará bajo la misma actividad de reposición de capa de balasto.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

203.04 Medición

Este material será medido geoméricamente por a) metro cúbico de material colocado y compactado, y b) metro cúbico acarreado, suelto. La medición se realizará de igual manera si se utiliza material mezclado de dos o más sitios.

203.05 Forma de pago

El pago de esta actividad constituirá plena compensación por la preparación de la superficie que se debe tratar, adquirir, cortar, cargar, transportar, colocar, mezclar, humedecer, conformar y compactar el balasto y afinar las cunetas, así como los derechos de explotación, limpieza, chapeo, destronque y descapote en los bancos de préstamo de donde se obtenga el material y la construcción o mejoramiento de los caminos de acceso a dichos bancos; por toda la mano de obra, equipo, herramientas, señalamiento preventivo de la zona de trabajo y demás imprevistos necesarios para completar este concepto, tal como se indica en esta especificación.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
203.05 (a)	Capa de balasto	Metro cúbico colocado y compactado
203.05 (b)	Capa de balasto	Metro cúbico acarreado (suelto)

204. Reparación de zonas inestables

204.01 Descripción

Este trabajo consistirá en reconstruir aquellas zonas que por cualquier razón presenten problemas de inestabilidad de manera puntual a lo largo de la carretera. Las zonas inestables de la superficie de rodamiento, en carreteras no pavimentadas, deben inspeccionarse con el propósito de identificar las causas y determinar la extensión del daño. Además, deben muestrearse para identificar el espesor y tipo de material que constituye esta zona, la capa subrasante en el sector, si hay condición de saturación o no. Con base en esta información, se debe retirar el espesor detectado. En caso de encontrar suelos saturados, deben retirarse por completo. Luego, conformar el fondo excavado e iniciar compactando dicho fondo hasta alcanzar la densidad recomendada para este propósito. El material de reposición, de acuerdo con lo indicado en la sección 203.02 de este documento (véase el cuadro 203.1). Esta actividad puede incluir tanto la superficie de rodadura como las cunetas.

204.02 Materiales

Se utilizará material de préstamo o balasto de características aceptables que cumpla con la especificación 2 de capa de balasto.

204.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Una vez que se haya identificado la zona de trabajo y delimitado por el supervisor el área que se debe reparar, el contratista debe ejecutar la excavación y retiro de todo el volumen de material inestable hasta la profundidad en donde se encuentre una superficie lo suficientemente rígida para asegurar la estabilidad deseada.

Terminada la excavación, se procederá a compactar la superficie del área excavada para eliminar la presencia de materiales sueltos y proporcionar una superficie lo suficientemente sólida al material de reemplazo. El contratista debe realizar pruebas de carga con placa mediante la norma AASHTO T222, con el propósito de determinar el módulo de elasticidad del suelo y evaluar este parámetro estructural con respecto a la normativa de referencia. También se pueden realizar pruebas con el deflectómetro de impacto ligero que brinda valores de módulos de elasticidad de acuerdo con la norma ASTM D4694.

Posteriormente se debe comenzar el proceso de relleno de la zona de trabajo con el material previamente aprobado, operación que debe hacerse esparciendo y humedeciendo capas de espesor uniforme, cuya dimensión esté de acuerdo con la capacidad del equipo de compactación. La conformación de la capa final de rodadura incluirá la reconstrucción de las cunetas.

Dado que el proceso de relleno podría no estar sujeto a controles de laboratorio en el sitio y para identificar la densidad, la supervisión podrá exigir repetir las pruebas de carga cuantas veces crea necesario, en la medida que el relleno del área avance en altura hasta llegar a la cota final fijada, misma que debe coincidir con los niveles de la superficie de rodadura existente.

Cuando la inestabilidad haya sido causada por la presencia de aguas superficiales, se debe proporcionar el avenamiento necesario para evitar la saturación del área en cuestión y construir canales para asegurar que el drenaje continúe después de que el trabajo se haya terminado.

Cuando la inestabilidad haya sido causada por la presencia de aguas subterráneas, la supervisión ordenará la construcción del subdrenaje.

En zonas de inundación, se recomienda mejorar o reforzar las capas de material granular con óxido de calcio.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

204.04 Medición

Este material será medido geoméricamente por metro cúbico compactado, por trabajo terminado a satisfacción, midiendo el agujero excavado previo al inicio del proceso de relleno, tomando secciones transversales a distancias no mayores de cinco metros y determinando el volumen mediante el método de las áreas medias.

204.05 Forma de pago

El pago de esta actividad constituirá plena compensación por la excavación y retiro del material inadecuado a un botadero previamente establecido por el supervisor, preparación de la superficie, extracción del material de préstamo (incluyendo el descapote necesario del banco), el transporte del material, su colocación, humedecimiento y compactación, así como la ejecución de pruebas de carga, construcción de canales de drenaje superficial y subterráneo, reconstrucción de cunetas y, en general, se incluirán los costos de todo el equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo y cualquier otro imprevisto necesario para poder realizar correctamente la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
204.05 (a)	Reparación de zonas inestables	Metro cúbico

205. Bacheo menor

205.01 Descripción

Este trabajo consistirá en llenar las cavidades de la superficie de rodadura, de forma cóncava, cuyos diámetros promedio sean menores de 1 metro y que se encuentren aisladas.

205.02 Materiales

El material que se debe utilizar será balasto de características similares a las indicadas en el numeral 203.02 de este documento, obtenido de los lugares más cercanos al sitio de la obra que estén debidamente autorizados.

205.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Una vez que se haya identificado el bache, se procede a retirar el material inestable, hasta encontrar la capa de subrasante para proceder a humedecer toda el área, rellenar con material seleccionado y aprobado por el supervisor, y compactado de manera manual o mecánica.

En caso de que en un tramo hubiese varios baches en forma sucesiva y el supervisor lo estime conveniente, se deberá proceder conforme lo indicado en la sección 204.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

205.04 Medición

Este material se medirá por metro cúbico de material colocado, midiendo el agujero excavado en forma geométrica.

205.05 Forma de pago

El pago será el total de metros cúbicos medidos como se indica en el numeral 205.05, que constituirá plena compensación por la limpieza, excavación y retiro del material inestable, humedecimiento, material selecto de relleno, compactación, y en general se incluirán los costos de todo el equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalamiento preventivo de la zona de trabajo y cualquier otro imprevisto necesario para poder realizar correctamente la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
205.05 (a)	Bacheo menor	Metro cúbico

206. Pavimentos unicapa de alto desempeño (PUAD)

206.01 Descripción

Este trabajo consistirá en colocar una estructura de pavimento formado por el suelo existente en el camino, mezclado con un porcentaje de cemento, según diseño, que forma una sola capa compactada capaz de soportar cargas normales y el desgaste producido por el tránsito, y que proporcione una superficie de rodamiento adecuada para caminos rurales y vías secundarias.

206.02 Materiales

Los materiales que se deben usar deben cumplir las siguientes características:

- Cemento. Tipo de cemento para mampostería que cumpla con ASTM C-91 TIPO M. No se permitirá usar cemento total o parcialmente fraguado; el material en tales condiciones se retirará de la obra. El cemento deberá presentar un estado de excelente pulverización sin la menor tendencia a aglomerarse, podrá almacenarse a granel en silos adecuados que aseguren la conservación del material y su correcta manipulación durante la carga y descarga. Si el suministro se realiza en sacos o bolsas, este deberá almacenarse bajo cubierta para protegerlo de la humedad e intemperie y estar aislado del suelo.
- Suelo del lugar. Se utilizará el suelo del lugar existente en la rasante del camino para elaborar la mezcla y construir el PUAD. La utilización de material de aporte será opcional. Las características del suelo que se debe usar son las siguientes:
 - Índice de plasticidad 25 máx.
 - Porcentaje que pasa malla núm. 200, 30% máx.
 - Porcentaje retenido en malla núm. 4, 2% mín.
 - Tamaño máximo de partículas gruesas, 5 cm máx.
 - En caso de que el suelo del lugar no cumpla con estas características, el contratista deberá realizar el muestreo de un banco de préstamo de material selecto.
- Agua. Debe presentar características adecuadas para propósitos de construcción. Su inspección será visual y deberá contar con la aprobación del supervisor.
- Material de curado. Aplicar membrana de curado inmediatamente después de las operaciones de compactación. Podrán utilizarse compuestos químicos de curado de base acuosa, según la dosificación del fabricante, así como asfaltos emulsificados en una tasa de aplicación que varíe entre 0,7 a 1,4 L/m². Si se utiliza material de curado de tipo asfáltico, se deberá colocar material de secado (arena o gravilla). El curado también podrá realizarse con riegos continuos de agua.

206.03 Suministro

El contratante suministrará el diseño de la mezcla de manera previa al proceso de licitación o cotización. La resistencia a la compresión mínima requerida, a los 28 días, será de 70 kg/cm², y el valor de desgaste realizado en la máquina de los ángeles, obtenido después de 200 revoluciones, sin las esferas de acero, deberá ser del 50% máximo.

Para calcular el espesor de la capa de rodadura se deberá proporcionar el módulo de elasticidad, módulo de ruptura y la relación de Poisson de la mezcla seleccionada. Los trabajos iniciarán solamente después de que el diseño de la mezcla y el cálculo del espesor de la capa se comprueben conforme diseño. Se presentará un nuevo diseño de la mezcla si hay algún cambio en alguno de los bancos de materiales.

206.04 Consideraciones para elaborar especímenes de prueba durante la etapa de diseño

En los PUAD, la mezcla se deberá realizar cuantificando el esfuerzo a flexión, compresión y módulo de elasticidad de especímenes elaborados, utilizando cualquiera de los siguientes procedimientos:

- Moldeo de especímenes utilizando equipo Proctor Modificado (AASHTO T-180, ASTM D-1557). El procedimiento propuesto al utilizar esta alternativa es idéntico a lo especificado en AASHTO T-180, excepto por lo siguiente:
 - Los especímenes se realizarán utilizando moldes cilíndricos de 6" x 12", idénticos a los utilizados en la elaboración de cilindros de concreto, según ASTM C-31.
 - El material se compactará en diez capas, realizando un número igual a 75 golpes/capa.
 - La elaboración de vigas se deberá realizar utilizando moldes de 6" x 6" x 24", idénticas a las utilizadas a la elaboración de vigas de concreto según ASTM C-78.
 - El material se compactará en cinco capas, realizando un número igual a 356 golpes/capa.
 - El desmoldado de especímenes, tanto para cilindros como para vigas, deberá realizarse 30 minutos después de haber finalizado los mismos.
 - El curado deberá realizarse aplicando compuesto químico de curado a los especímenes, para luego almacenarlos en ambiente húmedo de laboratorio.
- Moldeo de especímenes utilizando martillo vibratorio (ASTM C-1435). El procedimiento propuesto al utilizar esta alternativa es idéntico a lo especificado en ASTM C-1435, excepto por lo siguiente:
 - El material será compactado en diez capas, realizando una compactación por capa de 22 segundos, para cilindros de 6" x 12".
 - La elaboración de vigas se deberá realizar utilizando moldes de 6" x 6" x 24", idénticas a las utilizadas a la elaboración de vigas de concreto según ASTM C-78.
 - Para la compactación del material en vigas, se deberá acoplar en vástago de martillo vibro-compactador a la placa apisonadora de acero, de forma cuadrada, de 6" x 6" y espesor de 3/8".
 - El material se compactará en cinco capas, realizando una compactación de 112 seg/capa.

206.05 Proceso de construcción

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Las actividades o fases fundamentales que se deben realizar en el proceso constructivo se pueden resumir en las siguientes etapas:

- a) Preparación del suelo existente. Verificar los valores de humedad y densidad del suelo en estado natural, para conocer de esta forma sus condiciones previo a la construcción del pavimento y realizar los ajustes de humedad necesarios. Una vez realizada esta verificación de humedad, se deberá escarificar, pulverizar y mezclar el suelo hasta obtener una razonable uniformidad y conformidad con el alineamiento, niveles y secciones transversales especificadas.

En este tipo de pavimentos, debido a su contenido de cemento, es recomendable que el suelo se encuentre con 5 o 10 puntos porcentuales mayor al valor de humedad óptima (dependiendo de las condiciones de humedad natural del suelo) antes de adicionar el cemento, ya que este absorberá la mayor parte del agua. Esta actividad es importante para lograr la cantidad de agua necesaria (para hidratar el cemento y alcanzar la humedad óptima de compactación), que se completará posteriormente a la aplicación del cemento y a las operaciones de mezclado posteriores. Si está proyectado que la aplicación del agua sea por medio de inyección directa a la carcasa del equipo escarificador- mezclador o inyección directa de lechada (cemento y agua), no será necesario humedecer previamente el suelo de acuerdo con el lineamiento descrito en el párrafo anterior.

- b) Colocación del cemento. La distribución del cemento se podrá realizar de forma manual o mecanizada, cumpliendo con la dosificación mínima estipulada en el diseño de mezcla.
- c) Mezcla del suelo con el cemento. Constituye la fase fundamental del proceso constructivo del pavimento. La homogeneización del material y la profundidad de mezclado son dos aspectos que se deben garantizar en este proceso. El mezclado podrá realizarse utilizando equipos tipo mezclador, escarificador o motoniveladora, realizando para esta actividad el número de pasadas necesario para lograr obtener una mezcla homogénea. Desde que se aplica el cemento, el plazo para trabajarlo es de dos horas y se deberá tener presente en los procesos que continúan. Se recomienda realizar estos trabajos con condiciones de viento en calma, para evitar que el polvo y partículas suspendidas contaminen las zonas aledañas al camino y los cuerpos de agua próximos al camino.
- d) Aplicación del agua. Una vez que se haya incorporado el cemento y mezclado con el suelo, se recomienda llevar la mezcla a la humedad de compactación óptima, verificando constantemente los valores de humedad durante las operaciones de mezclado.

Antes de realizar el proceso de compactación del pavimento, se deberá revisar el contenido de humedad, con el propósito de comparar y cumplir con el $\pm 2\%$ de la humedad óptima de compactación del ensayo Proctor Modificado AASHTO T-180, realizado previamente en laboratorio. Además, se recomienda realizar zanjas o calas de observación en la mezcla suelta para asegurarse de que el mezclado del suelo, cemento y agua sea eficiente y que la humedad sea uniforme en todo el espesor tratado.

La aplicación del agua en los procesos mencionados podrá realizarse utilizando camión cisterna convencional con distribuidor de agua.

- e) Compactación. Los principios que gobiernan la compactación del PUAD son los mismos que rigen la compactación de suelo cemento o bases tratadas con cemento. El mezclado y compactado se deberá concluir en un plazo no mayor de dos horas.

Con el objetivo de lograr una compactación integral en todo el espesor y evitar reajuste o nivelación de la capa, se recomienda efectuar el proceso de compactación en dos fases. La primera, inmediatamente después del mezclado, en la que se deberá lograr una densidad cercana a la especificada utilizando un rodo de al menos ocho toneladas tipo pata de cabra; posteriormente se deberán realizar pequeños ajustes en el perfil de la vía utilizando motoniveladora y, en una segunda fase, finalizar el proceso de compactación con un porcentaje de al menos el 97% de AASTHO T-180, utilizando un rodo liso vibratorio de ocho a diez toneladas, para garantizar una superficie densa, libre de surcos, arrugas y material suelto.

- f) Curado. Una vez finalizado el proceso de compactación, el pavimento debe protegerse para evitar que la humedad de la mezcla compactada se evapore rápidamente, lo cual permite hidratar completamente el cemento. El material que se debe utilizar en el procedimiento de curado deberá cumplir lo estipulado en la sección 206.02 d.
- g) Apertura al tráfico. Por su naturaleza estructural, los PUAD están concebidos para realizar apertura inmediata al tráfico de construcción y público. No se permitirá el paso vehicular sin que dicha capa cuente con la membrana asfáltica y el material de secado.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

206.06 Aceptación

Para la aceptación de la capa compactada será necesario que la compactación se haya realizado en el tiempo especificado (máximo 2 horas) y que se obtenga como mínimo el 95% del peso del volumen seco máximo (PVSM), según AASHTO T-180. En caso de que se obtengan grados de compactación menores al especificado se recomienda revisar. A los tramos que no cumplan con el grado de compactación requerido se les aplicará un factor de pago de acuerdo con el cuadro 206-1:

Cuadro 206-1
Factor de pago

Grado de compactación	Factor de pago
% compactación \geq 95%	1,00
95% > % compactación \geq 93%	0,85
93% > % compactación \geq 90%	0,50
% compactación < 90%	No es sujeto a pago

Fuente: Elaboración propia.

Si hubiera tramos con deficiencias en la densidad, el contratista tendrá la opción de remover y reconstruir el tramo afectado para solventar dichas deficiencias. Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

206.07 Unidad de medida

Se medirá por metro cúbico, ya compactado en su posición final; de la capa estabilizada de la superficie de rodadura, incorporadas a la obra y aceptadas. El volumen se determina por procedimientos analíticos basados en el espesor promedio colocado dentro de los límites y el ancho medidos. La longitud se mide sobre la línea central de la carretera en proyección horizontal.

206.08 Forma de pago

El pago se hará por el total de metros cúbicos, medidos como se indica en el numeral 206.07, que constituirá plena compensación por la preparación del terreno, humedecimiento, colocación del material cementante, mezclado, homogenizado, conformado, afinado y compactado. Además, incluirá los costos de todo el equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalamiento preventivo de la zona de trabajo y cualquier otro imprevisto necesario para poder realizar correctamente la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
206.08 (a)	PUAD	Metro cúbico compactado

Cuadro 206-2
Muestreo y pruebas

Actividad o material	Características	AASHTO	ASTM	Frecuencia mínima	Valor mínimo	Valor máximo	Punto de muestreo
Pavimentos unicapa de alto desempeño (PUAD)	Granulometría	T-11, T-27		Una muestra cada 1.000 m ³	Según diseño		Después de mezclado
	Índice de plasticidad	T-90 y T-89	D-4318	Una muestra cada 1.000 m ³	N/A	25.0	Del acopio
	Relación densidad-humedad	T-180		Una muestra cada 2.000 m ³ o cambio de material (banco)	N/A	N/A	Del acopio
	Espesor		D-6236	Una muestra cada 250 ml		N/A	Capa compactada
	Densidad de campo y humedad (cono/densímetro nuclear)	T-191/T-310		Una muestra cada 100 ml/carril o tramo trabajado si es menor de 100 ml		100% de T-180	Capa compactada
	Relación densidad-humedad en mezcla de suelo cemento y resistencia a la compresión	T-134		Tres probetas por cada 250 m lineal o cada tramo procesado en el día		30 kg/cm ²	Capa compactada

Fuente: Elaboración propia.

207. Estabilización de suelos con cal o mezclas de cal y cemento

207.01 Descripción

Este trabajo consiste en estabilizar la subrasante o de la capa de superficie de rodadura, incorporando cal o mezclas de cal y cemento, a la capa que se debe tratar. Comprende los trabajos necesarios para la conformación de la capa señalada y los de escarificación, aplicación de la cal, mezclado y pulverización, compactación, conformación, afinado y curado, como se especifica en esta sección. Si hubiere necesidad de utilizar materiales externos para una nueva capa superficial de rodadura, se agregarán a los trabajos de obtención, extracción de canteras y bancos, el procesamiento del material, su transporte, almacenamiento y tendido en la capa que se debe tratar. El espesor mínimo de la subrasante o de la capa de superficie de rodadura que se debe tratar, debe ser de 20 cm.

207.02 Materiales

Los materiales que deben tratarse son los existentes en la subrasante o en la superficie de rodadura, o los provenientes de préstamo para una nueva subrasante o capa de superficie de rodadura. Los requisitos de los suelos más susceptibles que deben estabilizarse son los indicados en el cuadro 207-1.

Cuadro 207-1
Requisitos de los suelos a estabilizar

Estabilizador	IP	Pasa tamiz 0,075mm (núm. 200)	Contenido de arcilla (< 0,005 mm)	Materia orgánica
Cal	≥ 10%	> 25%	> 10% en peso	≤ 1,5% en peso
Cal o cemento	10 < IP < 20	< 10%	≤ 15% en peso	≤ 1,5% en peso

Fuente: Elaboración propia.

La cantidad usual de cal para estabilizar suelos oscila entre el 3% y el 10% (porcentaje en peso). Todos los suelos clasificados como AASHTO A5, A6 y A7, y muchos suelos A-2-6 y A-2-7 son susceptibles a la estabilización con cal. Todos los materiales que se deben estabilizar deben estar libres de materias vegetales, basuras y otros materiales perjudiciales y no deben contener partículas mayores a 75 mm (3").

i) Materiales para estabilización de suelos

- Cal viva. Debe cumplir con requisitos de AASHTO M216 (ASTM C977). Preferiblemente debe suministrarse en forma granular, con el 82% de óxido de calcio disponible, según la norma ASTM C25 inciso 28. Lo anterior se verificará en el certificado de calidad.
- Cal hidratada. De acuerdo con AASHTO M216 (ASTM C977). Con el 65% de óxido de calcio disponible, según la norma ASTM C25 inciso 28. Lo anterior se verificará en el certificado de calidad.
- Lechada de cal. Con base de cal viva o cal hidratada, con un contenido de sólidos secos no mayor del 35% de la masa total de la lechada.
- Cemento hidráulico. Pueden usarse cementos hidráulicos tipos ASTM C1157 o ASTM C91.

ii) Materiales para curado

- Agua. Debe presentar características adecuadas para propósitos de construcción, su inspección será visual y deberá contar con la aprobación del supervisor.

207.03 Requerimientos para la construcción

207.03.1 Suministro

Se suministrará un diseño de la mezcla para estabilizar la subrasante 30 días antes de la ejecución de los trabajos. Se cumplirá con las resistencias a la compresión mínima requerida en el siguiente cuadro.

Cuadro 207-2
Resistencia a compresión

Mezcla para estabilización	Procedimiento de prueba	Resistencia a la compresión (mínima)
Cal/suelo	ASTM D-5102	7 kg/cm ² a la edad de siete días

Fuente: Elaboración propia.

Los trabajos iniciarán solamente después de que el diseño de la mezcla esté aprobado. Para su elaboración, será necesario realizar muestreos representativos de los tramos que se deben estabilizar con la finalidad de determinar la cantidad de cal necesaria para lograr la estabilización del suelo del lugar. El contenido de cal que se empleará dependerá de los resultados de la prueba ASTM D-6276. El pH de la mezcla suelo-cal debe ser -12,4. Se presentará un nuevo diseño de la mezcla si hay algún cambio en una de las fuentes de materiales.

207.03.2 Procedimientos de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

La conformación de la superficie de rodadura o de la subrasante se ejecutará acomodándose a las dimensiones de la sección existente en la carretera respetando los lineamientos y pendientes existentes de rodadura, las nuevas secciones transversales indicadas en los planos o disposiciones especiales.

Para todos los trabajos debe efectuarse un tramo de prueba, con el fin de verificar las dosificaciones propuestas, el desempeño de las máquinas y el procedimiento propuesto.

La estabilización con cal o cal con otros estabilizadores se aplica a materiales granulares para superficie de rodadura (grava sucia, grava arcillosa, grava areno-arcillosa) utilizando preferentemente la mezcla en carretera y alternativamente la mezcla en planta, cuando así lo apruebe el supervisor. También se usa para estabilizar suelos finos de subrasantes. Es importante que los materiales no contaminen los cuerpos de agua superficiales, por lo que se deberán tomar medidas para evitarlo.

Las etapas básicas de construcción son las siguientes:

- a) Tendido y conformación. Los materiales externos para una nueva subrasante o capa de superficie deben colocarse de conformidad con el espesor especificado, ya sea por volteo en pilas o por camellones con un equipo esparcidor aprobado. Deberá tomarse en cuenta la reducción de espesor que se producirá después de mezclar y compactar la capa.
- b) Escarificación y pulverización parcial. Después de que el suelo se haya conformado a la alineación y rasante requeridas, la capa de superficie de rodadura puede escarificarse al ancho y espesor requeridos. Previamente deben removerse raíces, basura y agregados mayores de 75 mm (3"). El material escarificado debe conformarse en camellones o colchones adecuados para efectuar la mezcla. El equipo puede ser una motoniveladora u otro equipo escarificador aprobado.
- c) Aplicación de los materiales estabilizadores. Pueden ser aplicados en seco, preferiblemente con equipo distribuidor u otro sistema esparcidor aprobado por el supervisor, que asegure la dosificación mínima y la homogeneidad de la mezcla. También pueden aplicarse manualmente (sacos). Se aplica el agua hasta alcanzar el contenido de humedad requerido. En algunos casos, es adecuada la aplicación en lechada, mezclando previamente la cal y otros estabilizadores o aditivos con agua, en camiones con tanque agitador y distribuidor aprobados, o por mezcladoras rotativas que operen directamente sobre el suelo escarificado y que mezclan inmediatamente después de cada pasada¹.
- d) Mezcla y pulverización. Se realiza sobre el espesor completo de la capa tendida que se debe estabilizar o al espesor existente.
 - Mezcla preliminar en carretera. El material tratado debe mezclarse, pulverizarse y homogeneizarse, agregándole la cantidad de agua necesaria para llevar la mezcla a un 3% arriba de la humedad óptima requerida. El material debe mezclarse por medio de recicladora, mezcladora rotativa, mezcladora-pulverizadora o motoniveladora, solos o combinados u otro equipo aprobado por el supervisor.

¹ Si se aplica cal viva en forma de camellones o si se emplean equipos mezcladores-pulverizadores o mezcladoras rotativas, no se requiere de escarificación y pulverización previa.

- Mezcla preliminar en planta. Se emplea preferentemente para materiales granulares externos y se efectúa en dosificadoras-mezcladoras (aprobadas por el supervisor) que produzcan una mezcla homogénea con la humedad apropiada.

La dosificadora-mezcladora debe contar con equipo de medición para producir la mezcla con las proporciones por masa o volumen aprobadas. El transporte de la mezcla debe hacerse en camiones que reduzcan la pérdida de humedad, de fino y eviten su segregación.

- Tendido. Los materiales mezclados en planta deben tenderse en capas no mayores de 30 cm ni menores de 10 cm sobre la superficie previamente preparada y aceptada. Debe tomarse en cuenta la reducción de espesor que se producirá después de remezclar y homogeneizar en el sitio.
- Maduración. Al estabilizar suelos fuertemente arcillosos, generalmente se hace necesario mezclar la capa suelo-cal en dos etapas: una mezcla y pulverización preliminar a un período de maduración de tres o más días, para que la reacción química cal-arcilla pulverice el material arcilloso y luego una mezcla y pulverización final, antes de la compactación².
- Mezclado y pulverización final en la carretera. Después del período de maduración, debe continuar hasta que el 100% del material no pétreo pase el tamiz de Ø 1", y al menos el 60% de ese material pase el tamiz núm. 4³.
- Conformación y compactación. La capa estabilizada debe conformarse y ajustarse a los espesores, alineaciones y secciones típicas establecidas, y luego compactada a la densidad requerida. La compactación debe hacerse inmediatamente después del mezclado. La compactación en una sola capa puede hacerse con rodillo pesado, liso vibratorio y rodillo pesado de neumáticos. Puede usarse también una combinación de rodillos de pata de cabra y de neumáticos livianos, seguida de una compactación final con rodillo liso pesado o compactadora pesada de llantas neumáticas.
- Curado. Antes de colocar una nueva capa, de rodadura, la subrasante, o capa de superficie de rodadura, deben dejarse endurecer hasta que puedan soportar tráfico previsto sin causar ahuellamiento o deformaciones en la superficie. Durante este tiempo, el material estabilizado se mantiene húmedo aplicando agua nebulizada esparcida sobre la superficie o un curado a base de membrana, sellando la capa compactada con una o más aplicaciones de un riego imprimador de emulsión asfáltica de grado SS o CSS, en una cantidad de 0,45 a 0,90 litros por metro cuadrado de superficie. El período de curado debe ser por lo menos de siete días.

Juntas de construcción. Para enlazar la operación de cada día con el trabajo terminado el día anterior, se debe remezclar aproximadamente 0,5 m de la capa completada anteriormente, agregándole el 50% de la cantidad original de cal, antes de procesar las secciones adicionales.

207.03.3 Ejecución de los trabajos

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

- Dosificación del material estabilizador. Debe controlarse diariamente por inspección y muestreo en la etapa de extendido en obra o por verificación del pesaje del material utilizado en la planta mezcladora central y por tramo terminado comprobando que la cantidad total del material usado

² Para suelos de baja o mediana plasticidad o para suelos en que el secado es la meta del tratamiento, usualmente no se requiere del período de maduración.

³ Si se tiene seguridad de que este requisito de pulverización puede lograrse durante el mezclado preliminar, los pasos f) y g) pueden eliminarse.

corresponda con el volumen total trabajado. Para efectos de pago se aceptan variaciones no mayores del 5% de la cantidad de modificador o estabilizador ordenado. Las mediciones del valor de soporte CBR (California Bearing Ratio) y resistencia a compresión no confinada son también indicadores de la dosificación usada.

- b) Compactación. Se deben hacer ensayos de densidad y humedad de campo por lo menos cada 500 m² de la capa que se está compactando. Las densidades de campo deben estar espaciadas a no menos de 20 m en sentido longitudinal, a menos de que se trate de áreas delimitadas para correcciones, y que deben hacerse a 2 m de los bordes de la capa siguiendo un orden alternado de derecha, centro e izquierda del eje. Se permite una tolerancia en menos del 3% sobre la densidad especificada. Se permite también emplear densímetros nucleares. Por medio de ensayos diarios de densidades (sobre probetas) del material que se está usando, puede comprobarse la adecuación de la densidad de referencia.
- c) Valor soporte CBR y resistencia a compresión no confinada
- Para valor soporte CBR. Se debe tomar por lo menos una muestra diaria de la mezcla que se esté colocando.
 - Para compresión no confinada. Se debe realizar un ensayo por cada 1.000 m³ de mezcla en carretera o en planta.
- d) Espesor de la capa compactada. Se determina mediante extracción de testigos o por nivelación topográfica, tomando como base el nivel de la capa inferior y tomando medidas en perfiles repartidos equidistantemente a lo largo del tramo.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

207.04 Medida

La medida se hará por metro cúbico, medidos y compactados en su posición final, de la capa estabilizada de subrasante o de la superficie de rodadura, incorporadas a la obra y aceptadas. El volumen se determina por procedimientos analíticos basados en el espesor promedio, el ancho medido y la longitud sobre la línea central de la carretera en proyección horizontal.

207.05 Forma de pago

El pago se hará por el total de metros cúbicos, medidos, como se indica en el numeral 207.03, que constituirá plena compensación por la escarificación, aplicación del material estabilizador, mezclado, pulverización, compactación, conformación, afinado y curado, y en general se incluirán los costos de todo el equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalamiento preventivo de la zona de trabajo y cualquier otro imprevisto necesario para poder realizar correctamente la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
207.04 (a)	Estabilización de suelos	Metro cúbico compactado

Cuadro 207-3
Muestreo y pruebas

Actividad o material	Características	AASHTO	ASTM	Frecuencia mínima	Valor mínimo	Valor Máximo	Punto de muestreo
Subrasante, subbase y base estabilizada con cal	Granulometría	T-11, T-27	C-136	Una muestra cada 1.000 m ³	Según diseño		Después de mezclado
	Límite líquido	T-89	D-4318	Una muestra cada 1.000 m ³	N/A	25%	Del acopio
	Límite plástico	T-90	D-4318	Una muestra cada 1.000 m ³	N/A	8,0	Del acopio
	Verificación de PH en mezcla suelo-cal		D-6276	Una muestra para inspección inicial. Una muestra por cada 2.000 m ³ o cambio de proporción	12,3	N/A	Después de mezclado
	Relación densidad-humedad	T-180		Una muestra cada 2.000 m ³ o cambio de material (banco)	N/A	N/A	Del acopio
	Espesor		D-6236	Una muestra cada 250 ml	Valor meta -0,5 cm	100% de T-180	Capa compactada
	Resistencia a la compresión		D-5102	3 especímenes cada 1.000 m ³ o por cada día de producción (si la producción es menor) días	7 kg/cm ² ensayado a la edad de siete días	N/A	Después de mezclado
Densidad de campo	T-238, T-239		Una muestra cada 100 ml/carril o tramo trabajado si es menor de 100 ml)	97% de T-180	100% de T-180	Capa compactada	

Fuente: Elaboración propia.

208. Tratamientos de suelos con estabilizadores orgánicos

208.01 Descripción

Este trabajo consiste en estabilizar los caminos de terracería que contengan un índice de plasticidad (IP) mínimo del 6% utilizando productos orgánicos (enzimas), que se diluirán en una concentración definida dentro del agua con la que se le da la humedad óptima al material existente en el tramo, con el propósito de compactar hasta obtener una densidad mínima del 97% (AASHTO T-91) respecto a la densidad máxima obtenida en el ensayo T-180 Proctor Modificado.

208.02 Materiales

- a) Enzimas. Se utilizarán diluidas en el agua que se usa para humedecer el material de la subrasante existente, en las siguientes dosificaciones:
 - Un galón de enzimas por 120 metros cúbicos de material con un índice de plasticidad (IP) entre 6 y 12.
 - Un galón de enzimas por 92 metros cúbicos de material con un índice de plasticidad (IP) entre 12 y 15.
- b) Imprimación. Se realizará de acuerdo con la sección 307 de este capítulo, con una dosificación de 0,30 galones por metro cuadrado de área a tratar.

208.03 Procedimiento de trabajo

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra. Se seguirá el mismo método de trabajo descrito en la sección 202 de este Manual, con las siguientes variantes:

- a) El espesor por trabajar (escarificar) será de 20 cm
- b) Cuando se realice el humedecimiento del material conformado, se le debe incorporar las enzimas, de acuerdo con el numeral 208.02 literal a) de esta sección

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

208.04 Medida

La medida final será la cantidad de metros cuadrados de área tratada de acuerdo con el procedimiento descrito en esta sección.

208.05 Forma de pago

El pago será el total de metros cuadrados medidos como se indica en el numeral 208.04, precio que incluirá la plena compensación por el suministro de todos los materiales especificados, la conformación, imprimación, material secante, equipo, herramientas, mano de obra, señalamiento preventivo de la zona de trabajo y demás trabajos necesarios para completar esta actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
208.05 (a)	Tratamiento de suelos	Metro cuadrado

209. Estabilización de suelos con emulsión

209.01 Descripción

Consiste en conformar la superficie de rodadura de carreteras no pavimentadas con pendientes mayores al 10%, con el objetivo de mantener el perfil del camino en condiciones adecuadas de transitabilidad y mejorar la adherencia de los materiales. Comprende los siguientes trabajos: escarificación de 15 cm de la terracería existente, homogenización, aplicación de la emulsión con un camión de agua, mezclado del material, conformación, afinamiento y compactación de la superficie de rodadura. Además, la limpieza y retiro del material sobrante de la conformación, especialmente de las cunetas.

209.02 Materiales

El ligante es una emulsión asfáltica que cumpla AASHTO M-208 o ASTM D-2397 y según los ensayos AASHTO T-59 o ASTM D-2444. Se deben usar emulsiones catiónicas de rompimiento lento CSS-1H, que proporcionan un adecuado período de tiempo para realizar todas las tareas de homogenización, conformación, afinamiento y compactación.

209.03 Procedimientos de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

- a) Limitaciones del clima. Las operaciones de estabilización no deben hacerse cuando esté lloviendo o cuando las condiciones atmosféricas no permitan llevar a cabo correctamente el mezclado apropiado. El material producto de la estabilización que sea dañado por

precipitaciones pluviales debe ser reprocesado o reparado por otros métodos aprobados por el supervisor y a cuenta del contratista.

- b) Dosificación. Al comenzar las operaciones, el ligante debe aplicarse al material escarificado y homogenizado, el 2% de cemento asfáltico en peso, referido a la densidad del material de rodadura existente. El material debe homogenizarse hasta que el 100% pase el tamiz de 3".
- c) El área que se debe escarificar en la superficie de rodadura debe ser tal que equivalga al volumen máximo del camión regador de agua con emulsión asfáltica. La velocidad del camión debe calibrarse, para que garantice un riego continuo y uniforme de la emulsión asfáltica a lo largo y ancho de la superficie escarificada.
- d) Compactado y terminado. Después de efectuado el proceso de estabilización, no se debe permitir el tránsito sobre la mezcla, hasta que se inicie el proceso de rompimiento (separación de agua del asfalto). La compactación inicial debe realizarse con una o más pasadas del rodo vibratorio y continuar hasta que no se observe ningún desplazamiento.
- e) El rodaje final para eliminar las marcas del compactador y para ayudar a obtener la densidad final requerida debe hacerse con rodos, ya sea vibratorio o rodos neumáticos adecuados. El uso de rodos vibratorios (aprobado por el supervisor) debe estar en amplitudes bajas para evitar un agrietamiento transversal.
- f) El material estabilizado debe compactarse a un mínimo del 95% de la densidad del espécimen compactado en el laboratorio, de acuerdo con AASHTO T-245. La frecuencia de la prueba de densidad debe ser de una por cada 600 m². El delegado residente debe realizar una prueba para los cálculos del porcentaje relativo de compactación en cada densidad de campo tomada.

Si así lo autoriza el supervisor, la compactación de campo puede ser controlada por el uso de un patrón de compactación uniforme. El contratista debe demostrar que este patrón de compactación proveniente de un tramo de prueba de al menos 500 metros logrará una compactación máxima relativa del 95% de la densidad del espécimen compactado en el laboratorio, de acuerdo con AASHTO T-245.

Los rodajes no deben empezarse ni detenerse sobre el material estabilizado no compactado. El rodaje debe realizarse de tal forma que el comienzo y el final se hagan sobre material estabilizado previamente compactado o sobre la superficie existente.

Cualquier tipo de rodaje que dé como resultado agrietamientos, movimientos o cualquier otro tipo de daños o fallas en la superficie trabajada debe suspenderse hasta que se resuelva el problema.

Cualquier daño causado por el contratista al material producto de la estabilización debe repararse, antes de colocar cualquier capa superficial bituminosa.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

209.04 Medida

El material producto de la estabilización será medido por metro cuadrado, terminado y aceptado.

209.05 Forma de pago

El pago se debe hacer por el número total de metros cuadrados, medido como se indica en el numeral 209.04, y será la compensación plena por su preparación, escarificación, homogenización, colocación de emulsión asfáltica y su suministro, mezclado con el material escarificado, conformación, afinamiento y compactación, así como por la mano de obra, equipo, herramienta, señalización preventiva de la zona de trabajo y demás imprevistos necesarios para completar este trabajo.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
209.05 (a)	Estabilización de suelos	Metro cuadrado

210. Carrileras o huellas de concreto hidráulico

210.01 Descripción

Son losas continuas de un ancho mínimo de 75 cm y un espesor de 15 cm. La separación entre ellas será de 1 m para permitir la circulación de vehículos livianos, buses y camiones. La ubicación de las carrileras será en tramos de pendientes verticales mayores al 10%. Se podrán construir dos o cuatro carrileras en función del ancho de la carretera y del tránsito vehicular (carril de ascenso o descenso). Este trabajo consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción. También se incluye en este trabajo todas las actividades necesarias de alineamiento, excavación y compactación del suelo, para la correcta construcción de las carrileras de concreto.

Las cotas de cimentación, las dimensiones y los tipos y formas de las carrileras deben ser las acordadas junto con el supervisor.

210.02 Materiales

Los materiales para la construcción de las carrileras deben cumplir con lo siguiente:

- El cemento Portland debe ser de tipo I, II o III de acuerdo con la norma AASHTO M-85.
- El agregado fino debe cumplir con los requisitos especificados en AASHTO M-6.
- El agregado grueso debe cumplir con los requisitos especificados en AASTHO M-80.

210.03 Requisitos de construcción

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

- Preparación de la superficie. La superficie donde se construirá cada carrilera deberá ser nivelada y compactada, ya sea por medios mecánicos o manuales. Se procederá a la colocación de la formaleta manteniendo las dimensiones de ancho y profundidad constantes. La formaleta se deberá ajustar al alineamiento vertical de la carretera.
- Colocación del concreto fundido *in situ*. Se debe colocar el concreto comenzando en el extremo de la carrilera que se debe construir y en sentido ascendente de la pendiente de esta. Se debe tener cuidado en la colocación de la formaleta. Al colocar el concreto se deben nivelar bien las superficies para que la carrilera quede con la forma y dimensiones definidas inicialmente. El espesor de la carrilera debe ser de 13 cm con una resistencia a la compresión mínima de 3.000 lbs/pulg². Al iniciarse el proceso de fraguado la superficie de la carrilera deberá texturizarse por medios manuales en el sentido transversal para garantizar una mejor adherencia y tracción de los vehículos.
- Juntas transversales. Durante el proceso de construcción de las carrileras, en las primeras cuatro horas de iniciado el proceso de fraguado, se debe realizar un corte transversal con una regla de madera contrachapada o lámina delgada de 1/8" de espesor y una altura de 5 cm. Este corte debe profundizarse dentro del concreto que está fraguando y retirar la regla a los 10 o 15 minutos, cubriendo la zanja o ranura con lechada fresca. La separación entre las juntas transversales será de 1,5 metros lineales.

- d) Apertura al tránsito. Se podrá retirar la formaleta a las 24 horas después de concluida la fundición y podrá abrirse el paso de vehículos al alcanzar el 80% de la resistencia última del concreto a compresión.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

210.04 Medida

La medida se debe hacer en a) metros lineales y a) metros cuadrados de carrileras de concreto fundido *in situ*, construidas satisfactoriamente.

210.05 Forma de pago

El pago se debe hacer por los metros cuadrados medidos, como se indica en el numeral 210.04 y será la compensación plena por el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción. También se incluye en este trabajo todas las operaciones necesarias de alineamiento, excavación y compactación del suelo, por la mano de obra, equipo, herramienta, señalamiento preventivo de la zona de trabajo y demás imprevistos necesarios para completar este trabajo.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
210.05 (a)	Carrileras de concreto hidráulico	Metro lineal
210.05 (b)	Carrileras de concreto hidráulico	Metro cuadrado

211. Vulnerabilidad en carreteras no pavimentadas

Las carreteras no pavimentadas son más vulnerables a los eventos hidrometeorológicos extremos en comparación con las carreteras pavimentadas por su exposición directa al clima. Generalmente requieren un mantenimiento más frecuente y reparaciones periódicas que pueden resultar costosas y más frecuentes, demandando más recursos para su reconstrucción o reparación.

Para reducir el riesgo de desastres se deben implementar medidas orientadas a reducir la vulnerabilidad de los activos viales en las carreteras no pavimentadas, tales como medidas adecuadas de gestión y mantenimiento, construcción o mejoramiento de los drenajes existentes, realización de mantenimiento preventivo y planificación de rutas alternativas en caso de cierres temporales. En la medida de lo posible se recomienda el uso de aditivos como cal o emulsiones que permiten aumentar la rigidez y durabilidad de las capas granulares en caminos no pavimentados. En el siguiente cuadro se presentan algunas medidas que pueden contribuir a reducir la vulnerabilidad de las carreteras no pavimentadas.

Cuadro 200–I
Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial en carreteras no pavimentadas

Sección 200 – Carreteras no pavimentadas					
Actividad	Peligros/amenazas	Vulnerabilidad	Riesgo	Impacto	Medidas de reducción de vulnerabilidad
201. Conformación de carreteras de tierra 202. Conformación de carreteras balastadas sin reposición de dicho material 203. Reposición de la capa de balasto 204. Reparación de zonas inestables 205. Bacheo menor 206. Pavimento unicapa de alto desempeño (PUAD) 207. Estabilización de suelos con cal o mezclas de cal y cemento 208. Tratamiento de suelos con estabilizadores orgánicos 209. Estabilización de suelos con emulsión 210. Carrileras o huellas de concreto hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrometeorológicos: inundaciones repentinas, olas de calor, aumento del nivel del mar, incremento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos y aumento de las temperaturas • Geológicas: terremotos, deslizamientos de la tierra, caída de rocas, hundimientos, erosión costera, fallas geológicas • Ambientales (biológicos): degradación de suelos, deforestación, pérdida de biodiversidad, erosión • Tecnológicas: fallas estructurales, colapsos • Sociales: malos hábitos, manejo inapropiado de desechos, accidentes laborales 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencias en el diseño • Antigüedad de la infraestructura • Dimensionamiento inadecuado de las obras de drenaje • Aspectos económicos y culturales limitantes • Estado crítico de los ecosistemas • Ubicación de áreas propensas a inundaciones u otros desastres • Falta de rutas alternativas en caso de cierres 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del nivel de servicio que presta el camino • Erosión de la capa de rodamiento • Sedimentación • Contaminación ambiental y aumento del consumo de recursos naturales • Accidentes de tránsito y daños a los vehículos por el mal estado de la infraestructura • Obstrucción de drenajes 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de vidas humanas • Pérdida de medios de vida • Afectación de la salud • Pérdida de bienes • Daños al medio ambiente • Cierre parcial de la carretera 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de vulnerabilidad y riesgo • Incorporación de medidas de adaptación al cambio climático en los diseños, cuando sea pertinente • Programa de mantenimiento rutinario y periódico • Señalizaciones adecuadas y pertinentes • Implementar medidas de seguridad vial • Mantenimiento planificado ante eventos hidrometeorológicos • Educación ambiental en los programas de mantenimiento de carreteras • Coordinación y respuesta a emergencias • Contar con equipo en buen estado • Llevar a cabo un programa de ensayos de laboratorio de suelo • Programar una futura pavimentación con una estructura más resistente

Fuente: Elaboración propia.

Sección 300. Pavimentos asfálticos

301. Sello de fisuras y grietas en pavimentos asfálticos

301.01 Descripción

El sello de fisuras y grietas es una actividad de mantenimiento preventivo y se debe realizar cuando estas se han reflejado claramente en el pavimento. Las fisuras y grietas pueden aparecer longitudinal o transversalmente en la línea de rodadura. El objetivo es impermeabilizar las capas que forman la estructura del pavimento, evitando inicialmente la falla tipo piel de cocodrilo y luego la formación de baches.

Esta actividad no podrá ser ejecutada en los siguientes casos: i) en áreas donde las grietas formen bloques interconectados de carácter poliédrico, semejante a la piel de cocodrilo, cuya formación se debe en mayor parte a la fatiga del pavimento que es ocasionada por el sobrepeso en los ejes vehiculares; ii) cuando existan deflexiones en las grietas, lo cual muestra que ya existe un daño en la base; iii) cuando los pavimentos se encuentren excesivamente deteriorados o muestren altas zonas con bacheo menor o mayor. Las fisuras y grietas que deben sellarse tienen que superar los 3 mm de ancho. Las que sobrepasen esta medida se tratarán con el procedimiento adecuado.

Debe verificarse que el pavimento no muestre señales de humedad. La humedad no permitiría que el material se adhiera o causaría que se desprenda posteriormente.

301.02 Materiales

Los materiales para realizar esta actividad son:

- Materiales bituminosos termoplásticos aplicados en frío
- Asfalto líquido (emulsión)
- Asfalto líquido modificados con polímeros
- Sello asfáltico
- Material secante (arena)

Los materiales bituminosos termoplásticos y los asfaltos líquidos poseen poca flexibilidad y son susceptibles a la temperatura, por lo tanto, pueden utilizarse como llenadores de grietas, debido a que las partículas de fibra que poseen proporcionan elasticidad mínima al asfalto y la temperatura no los afecta significativamente.

El material bituminoso termoplástico aplicado en frío debe cumplir con los requisitos establecidos en las especificaciones ASTM D-893.

El asfalto líquido (emulsión) debe cumplir con los requisitos establecidos en las especificaciones AASHTO M 140 para emulsiones asfálticas aniónicas y AASHTO M 208 para emulsiones asfálticas catiónicas. Las emulsiones aniónicas se deben aplicar a una temperatura de entre 20 °C y 70 °C y las catiónicas a una temperatura de entre 50 y 85 °C.

La adición de polímero de caucho al asfalto líquido o calentado mejora generalmente el funcionamiento porque da flexibilidad al asfalto. El grado de flexibilidad depende del tipo y naturaleza del asfalto, del porcentaje de caucho vulcanizado utilizado y de la forma como se incorpore al asfalto. Otros polímeros se incorporan a menudo al asfalto, solos o junto con el caucho, para aumentar su resistencia y elasticidad, con el objetivo primordial de aumentar las características del funcionamiento.

El asfalto líquido modificado con polímeros debe cumplir con los requisitos establecidos en las especificaciones ASTM D-5892-96a. La temperatura de aplicación entre 180 °C y 200 °C.

La arena será la porción de agregado pétreo seco, de granulometría que pase el tamiz núm. 8 (2,36 mm).

El sello asfáltico en caliente debe cumplir con los requisitos establecidos en las especificaciones AASHTO M140 o AASHTO M208.

La arena podrá utilizarse ya sea triturada o natural; los granos serán densos, limpios y duros, libres de terrones de arcilla y de cualquier material que pueda impedir su adhesión con el asfalto.

301.03 Configuración de los sellos

- Llenado de la ranura a ras (*standard reservoir and flush*)
- Llenado de la ranura a ras con venda (*standar recessed band aid*)
- Llenado debajo de la venda (*shallow recessed band aid*)
- Venda o curita (*overband*)
- Llenado a ras (*flush fill*)

Gráfico 301-1
Configuración de sellos



Fuente: Elaboración propia.

Los sellos tipo venda o curita deben tener un espesor aproximado de 0,125 pulgadas (3 milímetros) y un ancho mínimo de 3 pulgadas (75 milímetros).

Condiciones

Dado que existen materiales más resistentes al paso del tránsito o materiales que trabajan mejor dejando las grietas a ras y con un menor contacto al tránsito, el tipo de configuración depende principalmente del material sellante que se utilizará. Por lo tanto, se deben seguir las recomendaciones del fabricante sobre las cualidades del material, de la resistencia al contacto del tránsito, así como de los procedimientos de su aplicación.

En los casos a), b) y c) del gráfico 301-1, en los que se realizará un perfilado de la grieta en un espesor máximo de ½ pulgada (12,7 milímetros) con una contorneadora rotativa mecánica de impacto o una contorneadora de eje vertical, es recomendable evaluar este trabajo en las grietas, debido a que se genera un despostillamiento de los agregados del pavimento, lo que aumenta el ancho de la sección a una pulgada o más, que consume una mayor cantidad de material de sellado y en algunos casos permite el desprendimiento del material de sellado, para lo cual deberá omitirse este proceso de la actividad de sellado.

Cuando las condiciones del perfilado sean dañinas al pavimento, se recomienda realizar un sello de grietas tipo d) o e), debido principalmente a que no se causa daño al pavimento durante la ejecución del trabajo y el material posee suficiente adherencia e impermeabilidad para evitar el paso del agua a las capas adyacentes del pavimento.

301.04 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

- a) Identificación de las grietas. El supervisor deberá indicar las zonas de grietas que se deben sellar, procediendo a marcarlas directamente sobre el pavimento con yeso, tiza u otro material de color visible (preferiblemente blanco). Estas marcas indican el inicio y el final de cada grieta.
- b) Limpieza. El contratista procederá a la limpieza del área de trabajo. Esta limpieza debe hacerse utilizando un chorro de aire a presión, limpio y seco (sin aceite ni humedad), que debe ser generado por un compresor móvil. El espacio formado por la grieta y su área adyacente deben estar libres de polvo, humedad, arcilla o de cualquier otro material, previo a continuar con la siguiente operación.
- c) Aplicación del material sellante. Se debe aplicar el asfalto tomando en consideración los procedimientos recomendados por el fabricante. Al extender el asfalto sobre la grieta no debe permitirse la formación de charcos o exceso de material sellante sobre esta, pues pueden causar un leve impacto en la seguridad para conductores y ciclistas. El equipo que se utilizará debe ser maniobrable, considerando que es un trabajo rápido en la carretera, y se debe contar con suficiente señalización para evitar accidentes y guiar los vehículos en la zona de la obra.
- d) Colocación de la capa de arena. Luego de haber aplicado el sello sobre la grieta debe esparcirse una capa delgada de arena fina como secante del sello para evitar la pérdida del asfalto recién aplicado en la superficie, debido a la adherencia de las ruedas del tránsito circulante. Esta arena debe aplicarse entre 1 y 3 minutos posteriores a la aplicación del sello.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

301.05 Medición

La unidad de medida de esta actividad será por metro lineal con dos decimales, medidos desde el inicio de la grieta donde se puso el material de sello hasta el final de esta.

301.06 Forma de pago

El pago de los trabajos descritos se hará de acuerdo con el precio unitario del contrato de grieta sellada por metro lineal con dos decimales, actividad que constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución, equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo y cualquier otro imprevisto necesario para su adecuada y correcta realización.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
301.06 (a)	Sello de grietas	Metro lineal

302. Reparación de áreas de falla (bacheo profundo o mayor)

302.01 Descripción

Son las zonas inestables bajo la estructura del pavimento de una carretera, independientemente de que la inestabilidad sea producida por problemas de la capa de rodadura, por saturación del suelo circundante, material inadecuado o por contaminación de cualquier tipo. Estas áreas con problemas deben repararse con el objetivo de devolver la sustentación estructural original de la carretera y para proporcionar comodidad y seguridad. En función del área y profundidad afectadas, las labores que deben realizarse son:

- a) **Excavación:** consiste en la excavación y remoción de todo aquel material inadecuado y desprendido por razones de inestabilidad y que se refleja en el pavimento por medio de agujeros en la superficie, hundimiento localizado, grietas poliédricas, ensanchamiento o cualquier otra forma de falla. La excavación del área tratada debe hacerse hasta el nivel y en la forma que el supervisor indique al contratista.
- b) **Limpieza:** el contratista procederá a la limpieza del área de trabajo. Esta limpieza debe hacerse utilizando un chorro de aire a presión, limpio y seco (sin aceite, ni humedad), que debe ser generado por un compresor móvil. El espacio formado por el área de falla y el área adyacente debe estar libre de polvo, humedad, arcilla o de cualquier otro material, previo a continuar con la siguiente operación.
- c) **Material de relleno:** consistirá en la reposición de material extraído en la actividad de excavación, cuando la misma haya sido ejecutada hasta niveles inferiores a la subbase. La reposición debe hacerse con materiales adecuados y aprobados por el supervisor. El nivel superior máximo de relleno en esta actividad debe coincidir con el nivel inferior de la subbase de la estructura existente.
- d) **Relleno con material de base triturada:** es el material de base extraído del sitio de préstamo para reponer la estructura de pavimento que se haya excavado. La profundidad máxima de colocación de la base no debe exceder la cota fijada por el nivel inferior de la subbase en la estructura existente y debe rellenarse hasta el nivel superior de la base. Es decir, relleno en espesor de capa base y subbase. La calidad de los materiales debe cumplir con la normativa de referencia y ser aprobadas por el supervisor.
- e) **Mejoramiento de subrasante (en caso de ser necesario):** al excavar hasta el nivel inferior de la capa subbase y quedará expuesta la subrasante, este mejoramiento consistirá en excavar y retirar, el espesor necesario si se observa fatigado, con exceso de humedad, existencia de arcillas expansivas o subrasante contaminada. El espesor retirado se recomienda reponerlo con material de acuerdo con la sección 302.02, inciso a) Relleno, de este Manual.
- f) **Relleno con concreto asfáltico:** consiste en aplicar un riego asfáltico para imprimación de la base previamente colocada; posteriormente se coloca el concreto asfáltico en un espesor, que luego de compactarse quede al mismo nivel de la superficie de rodadura existente. El nivel inferior de colocación del concreto asfáltico debe coincidir por lo menos con el nivel inferior de la carpeta existente. En el caso de que la superficie de rodadura se haya construido mediante algún tipo de tratamiento superficial, el espesor mínimo de concreto que se debe colocar tiene que ser de 5 cm. La calidad del concreto asfáltico debe cumplir con la normativa de referencia y ser aprobadas por el Supervisor.

De acuerdo con la mejor conveniencia y a criterio del contratante, el concreto asfáltico que se utilizará puede fabricarse en caliente o en frío. El proceso seleccionado debe ser previamente autorizado por el supervisor. El método de dosificación y control será el método Marshall

(AASHTO T-245). Ambas fabricaciones deben cumplir con lo estipulado en las secciones 1351 y 1352 de este Manual.

- g) Compactación: todo material de relleno deberá compactarse según la norma de referencia, cuidando la humedad óptima cuando se requiera, el grado de compactación, la técnica y equipo a utilizar.
- h) Sello: para asegurar una adecuada protección del área de falla se recomienda aplicar un riego de sello o lechada superficial.

302.02 Materiales

- a) Relleno: el material empleado para reponer el volumen excavado hasta nivel de subrasante inclusive debe estar libre de materia orgánica, terrones de arcilla, basura u otros componentes indeseables. Debe ser producto de la explotación de bancos de préstamo aprobados por el supervisor y que cumplan con los siguientes requerimientos en el sitio final de colocación:

- Índice de plasticidad no mayor del 10%
- Límite líquido no mayor del 40%
- Valor soporte (CBR) debe ser mayor del 30%
- Tamaño máximo será de 7,5 cm (3")
- Porcentaje que pasa por tamiz núm. 200 no mayor del 15%

Los materiales deben cumplir todos los requisitos especificados antes de colocarse y compactarse en su sitio, bajo la verificación del supervisor.

- a) Relleno de base triturada. El material suministrado bajo este concepto será conforme lo establecido en la sección 306 de este Manual.
- b) Concreto asfáltico. Los materiales necesarios para la ejecución de los trabajos serán:
 - Para imprimación: de acuerdo con la sección 307 de este Manual.
 - Concreto asfáltico en caliente o mezcla asfáltica en frío según se estipule contractualmente y conforme las secciones 1351 y 1352 de este Manual.

302.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Antes que inicien los trabajos de corte, el supervisor debe identificar y marcar el área sujeta a reparación, además de verificar que se cubra toda la zona dañada. El marcado debe realizarse utilizando figuras geométricas determinadas, cuadradas o rectangulares, en las que dos de sus caras deben ser perpendiculares al eje de la carretera. Los cortes laterales deben hacerse de modo que las paredes sean uniformes y verticales.

La profundidad de la excavación debe hacerse hasta alcanzar los niveles donde se encuentre material estable. El material producto de la excavación debe removerse de las zonas de trabajo hasta sitios específicos autorizados previamente, en zonas que no impliquen un riesgo y que no afecten los escurrimientos superficiales. La superficie inferior debe nivelarse y compactarse de modo adecuado, para que el material estable quede libre de material suelto o contaminante. Para esta labor se podrán utilizar herramientas de tipo mecánico o manual adecuadas.

Una vez terminadas las obras en la zona de trabajo no se permitirá la presencia de materiales excedentes ni desperdicios derivados de la ejecución de los trabajos y las obras. Para ello se deberá limpiar mediante un chorro de aire a presión, limpio y seco (sin aceite ni humedad), generado por un compresor móvil, particularmente para el bacheo de la carpeta.

El material inestable será sustituido por material proveniente del sitio de préstamo, que debe colocarse y compactarse en capas de espesor acorde con el equipo de compactación disponible en el sitio, siempre y cuando pueda alcanzarse el 97% de la densidad máxima seca (PUS), medido por el procedimiento Proctor Estándar (AASHTO T-99). En ningún caso debe colocarse este material más arriba que el nivel inferior de la subbase existente, con el fin de no disminuir el espesor de la estructura original del pavimento. Se recomienda que el material subrasante indicado en el inciso "d" de la sección 302.01 de este Manual sea compactado a un mínimo del 97% de su máxima densidad seca, obtenida por el método Proctor Estándar.

El relleno con material de base se debe transportar desde el punto de acopio hasta el sitio de trabajo, en donde se debe proceder a su colocación, humedecimiento, mezclado y compactación. Debe colocarse y extenderse en capas de espesor similar y en el proceso de mezclado no debe permitirse que se segregue. El proceso de compactación debe ejecutarse utilizando el equipo que asegure obtener el 97% de la densidad seca obtenido por el procedimiento Proctor Modificado (AASHTO T-180). Las zonas inaccesibles para el equipo utilizado deben compactarse satisfactoriamente mediante el uso de compactadores vibratorios manuales.

Con la superficie de la base ya preparada, se aplicará un riego de imprimación en toda el área, incluyendo las paredes, en proporciones que podrán variar desde 0,5 a 1,3 litro (0,13 a 0,32 galones) por metro cuadrado de superficie, para lo que se debe calentar el asfalto a una temperatura de entre 37,8 °C y 79,4 °C (100 °F y 175 °F) para el MC-30 o MC-70, y entre 37,8 y 93,3 (100 °F y 200 °F) para el RC-250. Se utilizará para esto una rociadora manual de presión, para evitar la formación de charcos, luego se debe esperar el tiempo suficiente para que el asfalto penetre en la base.

Si la superficie imprimada ha estado expuesta excesivamente al tránsito o la lluvia y muestra indicios de deterioro, se deben efectuar las pruebas necesarias para comprobar que no se ha afectado la estabilidad de las capas inferiores. Las áreas deterioradas de la imprimación deben repararse antes de continuar con el proceso.

El concreto asfáltico debe transportarse al sitio de colocación, en camiones de volteo con la palangana limpia de todo material extraño que pueda afectar el material transportado. El despacho del vehículo debe programarse de manera que todo el material entregado pueda colocarse con luz diurna. Debe cubrirse con lona u otro material que evite su contaminación durante el trayecto y que permita conservar su temperatura, cuando se trate de concreto asfáltico en caliente. La entrega del material al personal encargado de la colocación se hará de manera uniforme y en cantidad según los recursos de colocación y compactación asignados al proyecto.

El contratista debe tomar todas las previsiones necesarias para evitar la segregación del concreto asfáltico durante las operaciones de transporte.

El concreto asfáltico debe colocarse inicialmente en las esquinas y en los bordes del área excavada, extendiéndolo hacia el centro en capas de 5 cm de espesor máximo, mediante el uso de rastrillos extendedores, sin permitir la segregación de la mezcla. Se debe colocar en espesores uniformes, que permitan, de acuerdo con el equipo de compactación disponible, obtener una densidad medida en núcleos, superior o igual al 96% de la estabilidad máxima teórica de la mezcla asfáltica colocada.

Cuando no sea posible conseguir el acabado con procedimientos manuales que muestren la uniformidad y tersura necesaria para dar comodidad a los usuarios y evitar estancamientos de agua en la superficie, será necesario utilizar equipo mecanizado para colocar y extender el concreto asfáltico o evaluar la necesidad de un mantenimiento mayor.

Debe compactarse cada capa con rodillo vibratorio, complementando así la compactación mediante el uso de compactadoras vibratorias de uso manual en las esquinas y áreas inaccesibles. Se debe iniciar desde la parte exterior del área tratada hacia el interior, haciendo traslapes con el equipo de compactación que se utilizó. El área reparada, debe estar al mismo nivel de la superficie de rodadura adyacente, es decir, no debe permitirse que el área tratada manifieste depresiones o abultamientos.

Se recomienda que al finalizar las actividades de bacheo en el área de falla se realice un riesgo de sello o lechada superficial para proteger la zona de las precipitaciones.

Una vez terminadas las obras en la zona de trabajo, no se permitirá la presencia de materiales excedentes ni desperdicios derivados de la ejecución de los trabajos, por lo que el contratista debe realizar la limpieza total de la zona adyacente. Cualquier daño que se realice a las zonas adyacentes al trabajo, como producto de la labor de mantenimiento, deben ser restituidos por cuenta del contratista y sin ningún costo, tales como depósito de material contaminado, residuos asfálticos, entre otros.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

302.04 Medición

La medición se realizará tomando como base cada actividad, así:

- a) Excavación. La medición se hará tomando las tres dimensiones que conforman el volumen realizado como producto de la excavación.
- b) Relleno con material no clasificado. Esta actividad se medirá directamente en el agujero excavado en metros cúbicos (m³) de material de préstamo, colocado y compactado en su sitio final.
- c) Relleno con base triturada. Esta actividad se medirá tomando las tres dimensiones que forman el volumen del agujero por rellenar y se determinará en metros cúbicos (m³) medidos hasta el nivel máximo de relleno.
- d) Relleno de concreto asfáltico:
 - d.1) el volumen se debe determinar por procedimientos analíticos, la longitud se debe medir sobre la línea central de la carretera en proyección horizontal, el ancho debe ser el delimitado y dimensionado en las secciones típicas y el espesor debe ser el promedio de los espesores reales colocados, compactados y sellados; y
 - d.2) por toneladas métricas (1.000 kg) de concreto asfáltico, colocado y compactado eficientemente. Las mediciones se realizarán por medio del control de la báscula que realiza el pesado de cada camión, lo que permite una impresión del peso en toneladas que es firmado y sellado por el suministrador.

302.05 Forma de pago

Todas las actividades se pagarán de acuerdo con el total de la cantidad medida conforme el numeral 302.04, por el precio unitario de la actividad que tenga estipulado en el contrato, y es total compensación por todas las labores necesarias para completar cada una de las actividades descritas, incluyendo toda la mano de obra, equipo, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo, limpieza del área adyacente al trabajo y demás imprevistos.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
302.05 (a)	Excavación	Metro cúbico
302.05 (b)	Material no clasificado	Metro cúbico
302.05(c)	Base triturada	Metro cúbico
302.05 (d.1)	Concreto asfáltico	Metro cúbico
302.05 (d.2)	Concreto asfáltico	Tonelada métrica

303. Bacheo superficial o menor de pavimentos asfálticos

303.01 Descripción

Es la desintegración parcial o total de la superficie de rodadura que puede extenderse a otras capas del pavimento, con lo que se forma una cavidad de bordes y profundidades irregulares. Consiste en la reparación a mano o a máquina de estas áreas de superficie pavimentada, que se realiza con mezcla en frío o caliente, con un espesor máximo igual a la existente, incluyendo la excavación, extracción y cuadrado del área que debe repararse, y la colocación de mezcla asfáltica. Además, el acarreo del punto de fabricación al lugar de colocación.

303.02 Materiales

- Material de liga: Debe cumplir con lo establecido en la sección 309 de este Manual.
- Mezclas asfálticas: Para el relleno de los baches podrá usarse mezclas en frío o en caliente, elaboradas conforme las secciones 1351 y 1352 de este Manual.

303.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

- Excavación. El área debe ser marcada por el supervisor, debiendo ser dos de sus lados perpendiculares al eje del camino. Los cortes de las paredes deben quedar parejos y verticales. El fondo de la excavación debe nivelarse y compactarse adecuadamente y debe quedar libre de material suelto. Los materiales excavados deben retirarse y transportarse a sitios de depósito previamente autorizados, o sitios de almacenaje de RAP para un futuro tratamiento. Los trabajos de corte, excavación y transporte podrán ser ejecutados mediante el uso de herramienta mecánica o manual. Los baches excavados deben rellenarse el mismo día; no se permite trabajarlos al siguiente día.
- Limpieza. El contratista procederá a la limpieza del área de trabajo. Esta limpieza debe hacerse utilizando un chorro de aire a presión, limpio y seco (sin aceite, ni humedad), que debe ser generado por un compresor móvil. La zona por reparar y la zona adyacente deben estar libres de polvo, humedad, arcilla o de cualquier otro material, previo a continuar con la siguiente operación.
- Aplicación de liga. Será aplicada sobre toda la superficie excavada en estado seco, libre de material suelto y polvo, aplicándola en toda el área, incluyendo las paredes en proporciones que podrán variar desde 0,3 a 0,6 litros (0,08 a 0,15 galones) por metro cuadrado de superficie, y debe calentarse a una temperatura entre 60 a 80 grados °C. Se debe colocar con cuidado para evitar la formación de charcos. Se debe permitir que el asfalto penetre en la base durante el tiempo necesario según lo indique el supervisor.
- Transporte de la mezcla. La mezcla debe transportarse al sitio de colocación en vehículos con palangana de volteo limpios de todo material extraño que pueda afectar la mezcla. Las palanganas de los camiones deben pintarse o limpiarse con solución de cal o detergente por lo menos una vez

al día o tantas veces como sea necesario; después de esta operación, la palangana del camión debe elevarse y drenarse completamente.

El despacho del vehículo debe programarse de tal manera que el material entregado pueda colocarse con luz diurna. Debe cubrirse con lona u otro material que evite su contaminación durante el trayecto y que permita conservar su temperatura cuando se trate de concreto asfáltico en caliente. La entrega del material a las cuadrillas de colocación se hará de manera uniforme y en cantidad según la capacidad de los recursos de colocación y compactación asignados al proyecto.

- e) Colocación de la mezcla asfáltica. El material se extenderá a mano en una o dos capas de espesor similar, mediante el uso de carretillas de mano y rastrillos extendedores, sin permitir que se segreguen los materiales y de acuerdo con los requerimientos establecidos. El nivel del bache terminado debe quedar a ras del nivel de la carretera una vez que se ha compactado. La colocación de la mezcla asfáltica no debe efectuarse cuando la superficie del bache se encuentre en estado insatisfactorio o con señales de humedad excesiva. Las áreas de la mezcla asfáltica inaccesibles para el compactador manual deberán compactarse satisfactoriamente mediante el uso de mazos apisonadores aprobados. La compactación de la mezcla asfáltica deberá comenzar en los bordes y avanzar hacia el centro. Para mezcla en caliente, la temperatura de colocación y compactación será no menor de 100 °C.
- f) Sello. Para asegurar una adecuada protección del área bacheada se recomienda aplicar un riego de sello o lechada superficial.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

303.04 Medida

- Se medirá el bache debidamente compactado de acuerdo con las dimensiones señaladas. La unidad de medida podrá ser por a) metro cúbico, a) metro cuadrado de un espesor especificado (en ambos casos se calculará geoméricamente), o iia) toneladas métricas (1.000 kg) de concreto asfáltico colocado y compactado eficientemente. Las mediciones se realizarán por medio del control de la báscula que pesa a cada camión, con lo que se obtiene una impresión del peso en toneladas que el suministrador firmará y sellará.

303.05 Forma de pago

Se pagará la cantidad medida conforme el numeral 302.05 (según unidad de medida), por el precio unitario de la actividad que tenga estipulado en el contrato y que será la compensación total por los suministros y acarreos de la mezcla, excavación, limpieza, suministro y riego de liga, colocación y compactación de la mezcla y sellado. En general, incluirá todos los costos de fabricación, de equipo, herramienta, combustible, lubricantes, materiales, mano de obra, señalamiento preventivo de zona de trabajo y todo lo requerido para la correcta ejecución de este trabajo.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
303.05 (a)	Bacheo en frío o caliente	Metro cúbico
303.05 (b)	Bacheo en frío o caliente	Metro cúbico
303.05(c)	Bacheo en frío o caliente	Tonelada métrica (1.000 kg)

304. Colocación de capa asfáltica de refuerzo en frío o caliente

304.01 Descripción

Consiste en colocar mezcla asfáltica en frío o caliente, en espesor no menor de 5 cm, sobre la carpeta de rodadura existente, que se puede tender y compactar de inmediato en la carretera, en una

o en varias capas de calidad uniforme debidamente compactadas, con el fin de rehabilitar capas de rodadura con daños severos para dar una cómoda transitabilidad y seguridad a las personas usuarias, y aumentar la durabilidad de la capa de rodamiento.

304.02 Materiales

El concreto asfáltico en frío o caliente se compondrá de agregados minerales gruesos, agregados finos, material llenante o de relleno (*filler*) mineral y material bituminoso. Su proceso de fabricación está definido en las secciones 1351 y 1352 de este Manual.

304.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial; verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Para la correcta colocación del concreto asfáltico en frío o caliente, el equipo mínimo debe comprender planta de mezclado, básculas, barredora, equipo de calentamiento y distribuidor de asfalto, terminadora de asfalto (*finisher*), cilindro metálico vibratorio, compactadora de llantas neumáticas, camiones de volteo, vehículos de transporte y otros que se consideren necesarios.

Si durante la ejecución de los trabajos se observan deficiencias o mal funcionamiento de los equipos utilizados, especialmente la planta mezcladora o la terminadora de asfalto, el supervisor podrá ordenar su reemplazo, reparación o la suspensión de los trabajos para garantizar el cumplimiento de las especificaciones, buena calidad y acabado de las obras. No se permitirá el estacionamiento de equipo en áreas donde se hayan aplicado materiales asfálticos y que la capa aún no se haya compactado. Todos los equipos deben cumplir con las normas que regulan las emisiones emitidas a la atmósfera.

Cuando sea posible, se recomienda realizar una recuperación del material de la capa de rodadura para un posterior tratamiento (en sitio o en planta), mismo que servirá como mezcla asfáltica para la colocación de la capa de rodadura en la zona a reparar, de acuerdo con la sección 305.

En el caso de carpetas sobre bases imprimadas, 24 horas antes de iniciar la colocación en un tramo, la superficie debe estar seca y en perfecto estado. Las áreas deterioradas, destruidas de la imprimación o de pavimentos existentes, deben repararse previamente de acuerdo con los procedimientos establecidos.

El riego de imprimación debe estar de acuerdo con la sección 307. El riego de liga debe conformarse con la sección 309 de este Manual.

El concreto asfáltico debe transportarse en equipos de acarreo, que deben tener fondos de metal herméticos, limpios y lisos, que estén ligeramente pintados con material aprobado para evitar que la mezcla se adhiera a dichos fondos, evitando emplear diésel u otro derivado del petróleo. Cada camión debe estar provisto de su correspondiente cubierta de lona impermeable para proteger la mezcla contra la intemperie y evitar la segregación; los camiones se cargarán uniformemente. No se permitirá colocar mezcla asfáltica bajo lluvia o en condiciones climáticas no favorables que puedan afectar el desempeño futuro de la capa de rodamiento.

La mezcla se extenderá uniformemente con máquina terminadora y sin dejar sobresaltos, de acuerdo con los alineamientos, anchos y espesores señalados inicialmente. En las áreas de obstáculos inevitables y sobrecanchos que no permitan el uso de la terminadora, la mezcla se podrá extender a mano.

Se efectuará una cuidadosa compactación en forma continua hasta la terminación del trabajo. Se debe disponer permanentemente de un cilindro metálico, vibratorio, para el cilindrado inicial y final, y de un compactador neumático para el cilindrado intermedio, ambos autopropulsados.

Para la compactación inicial se usará un cilindro tipo vibratorio de aproximadamente 10 toneladas o menos. El cilindrado debe empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro; excepto en las curvas peraltadas, en donde el cilindrado avanzará del borde inferior hacia el superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso según la forma fijada por el supervisor y hasta que la superficie total se haya cilindrado.

Para corregir los desplazamientos ocurridos como consecuencia del retroceso del cilindro o por causas similares, se procederá con rastrillos y la adición de mezcla fresca. Se tendrá cuidado con el cilindrado para no desplazar los bordes de la mezcla extendida que forman chaflanes ligeros.

Cuando el espesor final obligue a colocar la mezcla por capas, habrá que ligar entre estas. La carpeta solamente se pondrá en servicio cuando se haya compactado adecuadamente y en ningún caso, antes de seis horas de haberse completado la compactación.

Las juntas de construcción deben ser verticales. Antes de colocar mezcla nueva en el borde (vertical) del pavimento adyacente, debe aplicarse una capa de liga de curado rápido.

La densidad del concreto asfáltico colocado y compactado debe ser mayor o igual al 92% de la densidad máxima de la mezcla asfáltica determinada en laboratorio. La carpeta terminada debe ser impermeable.

Durante la ejecución del riego de liga y colocación y compactación del concreto asfáltico en los puentes, el contratista debe proteger aquellas partes que puedan ser alcanzadas por el material bituminoso o por los equipos, para esto podrá utilizar lonas o papel, entre otros, y será responsable de todos los daños causados por sus operaciones y los trabajos de reparación y limpieza necesarios.

Todos los defectos del pavimento no advertidos durante la colocación y compactación, tales como partes altas, juntas irregulares, segregaciones encontradas en la mezcla (localizadas o generalizadas), depresiones y huecos, deben corregirse de acuerdo con las instrucciones del supervisor.

Las tolerancias admisibles para la aceptación del pavimento de concreto asfáltico serán:

- La distancia entre el eje central de la carretera y el borde de la carpeta, sin incluir los hombros, no debe diferir en más de 2 cm que la indicada en los planos o la ordenada por el supervisor.
- La comprobación de la regularidad de la carpeta con una regla de 3 m de largo, proporcionada por el contratista, no debe acusar diferencias superiores a 0,5 cm en ninguno de sus puntos. Se podrá utilizar otro método indicado por el supervisor.
- El espesor, verificado por medio de perforaciones en el pavimento terminado, no debe acusar diferencias mayores de 0,5 cm sin que las anteriores variaciones lleguen a ser tendencias generadas por error en la construcción.
- La carpeta asfáltica terminada debe ser impermeable. Las áreas excesivamente permeables localizadas o generalizadas, así como los defectos de calidad, construcción o acabado, con respecto a lo especificado, tales como áreas inestables por exceso de asfalto, pavimento suelto, agrietado o mezclado con polvo, gradaciones o mezclas fuera de las tolerancias indicadas o deficiencias de espesor mayores que las admisibles, deben removerse y reconstruir la capa de rodamiento en el tramo afectado. Estas reparaciones se harán por cuenta del contratista y sin pago adicional alguno.

Previo a la apertura del tránsito se deberán colocar todas las marcas en el pavimento de acuerdo con el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

304.04 Medición

La medición de esta actividad se hará por: a) toneladas métricas (1.000 kg) de concreto asfáltico, cuyas mediciones se realizarán por medio del control de la báscula que pesa cada camión, con lo que se obtiene una impresión del peso en toneladas firmada y sellada por el suministrador, y b) metro cúbico, medido colocado y compactado a satisfacción.

304.05 Forma de pago

El pago se hará por el número total de unidades medidas conforme el numeral 304.04, colocadas, compactadas y aceptadas a satisfacción, que incluirá los costos de suministro del concreto asfáltico, la aplicación del riego de liga, el transporte de los materiales al sitio de utilización, la carga o descarga, extensión, compactación y acabado de la mezcla, el señalamiento preventivo de zona de trabajo y nocturna de la vía (cuando aplique), durante los trabajos de pavimentación, así como cualquier reparación por trabajo defectuoso que señale el supervisor. El precio unitario debe cubrir además las provisiones necesarias para dar paso al tránsito circulante, los costos de las instalaciones provisionales, los costos del local para el laboratorio y en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
304.05 (a)	Concreto asfáltico	Tonelada métrica (1.000 kg)
304.05 (b)	Concreto asfáltico	Metro cúbico

305. Escarificación, recuperación y reconfirmación de carpeta asfáltica

305.01 Descripción

Este trabajo consistirá en la escarificación, desintegración, humedecimiento, mezclado, reconfirmado, compactado y afinado del material constitutivo de la carpeta asfáltica o del tratamiento asfáltico del pavimento original de la carretera. El trabajo debe hacerse de tal modo que la capa escarificada llegue a mezclarse con el material de base presente en la estructura del pavimento y con el material de base que pudiera agregarse para reforzar la estructura. El trabajo debe realizarse siguiendo las cotas y alineamiento en todo el ancho de las secciones transversales originales, a menos que se indique lo contrario.

Previo a la ejecución de los trabajos, se debe realizar una nivelación de precisión, tomando las secciones transversales de la carretera en tramos máximos de 20 metros. Las secciones transversales medidas deben considerarse como las originales para determinar el volumen de base colocada en la capa de refuerzo. Este trabajo debe ejecutarse en todos aquellos tramos en los que el estado de deterioro del pavimento existente impida la reparación aislada de las áreas afectadas y para promover la reducción de consumo de agregados provenientes de bancos.

305.02 *Materiales*

Para la ejecución de los trabajos y cuando se requiera material adicional para ajustar el espesor de la estructura se empleará una base triturada que reúna los requisitos expresados en la sección 306 de este Manual.

305.03 *Procedimiento de ejecución*

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Para el proceso de escarificación y desintegración de la capa de material que se debe tratar, se considerará como equipo adecuado el uso de equipo para el reciclado. Cuando la superficie de rodadura señalada está constituida por algún tipo de tratamiento superficial asfáltico, se podrá aceptar el uso de desgarrador o escarificador de la moto niveladora, apoyado por equipo auxiliar para lograr los mismos resultados.

En vista de que el pavimento existente se debe escarificar, el material obtenido en esta operación debe reducirse a un tamaño máximo de 1,5 pulgadas, que se incorporará nuevamente a la estructura. No se producirán desperdicios en esta operación, con la sola excepción de aquellos volúmenes localizados de material inestable que pudieran contaminar la estructura, que deben extraerse y removerse fuera de la zona de trabajo, y llevarse hacia los sitios previamente autorizados. Los materiales asfálticos y de base escarificados y mezclados se compactarán como mínimo al 95% de la densidad seca máxima correspondiente al ensayo AASHTO T-180 Proctor Modificado.

La humedad de compactación no debe variar en un $\pm 2\%$ de la respectiva humedad óptima. El equipo de compactación debe ser de tal diseño, peso y calidad que permita obtener la densidad especificada.

Se debe mantener el adecuado bombeo en la superficie de rodamiento conforme a las especificaciones de proyecto, para evitar que el agua se estanque en el futuro. El supervisor podrá ordenar una prueba de carga o pruebas con el deflectómetro de impacto para determinar el módulo elástico de la capa previo a la superficie de rodadura, con el propósito de detectar zonas inestables o asegurar la capacidad de carga requerida para la estructura del pavimento, conforme a la normativa de referencia. Dicha prueba podrá ejecutarse con el equipo más adecuado que se disponga en campo y no recibirá pago por separado, considerándose subsidiaria de este concepto.

Si se encuentra una condición inestable por debajo de la superficie, el material inadecuado se removerá en toda el área afectada y hasta la profundidad que el supervisor señale. Los materiales de reemplazo estarán de acuerdo con lo especificado en esta sección. Adicionalmente, se determinará la necesidad de proveer subdrenajes, que se construirán conforme indique este Manual.

El nivel final de la superficie no debe variar en más de 2 cm del nivel original. No se permitirán variaciones por encima de las cotas señaladas, debiendo corregirse cualquier exceso según el nivel de base, quitando material, reconvirmando y volviendo a compactar, todo por cuenta del contratista.

Previo a la apertura del tránsito se deberán colocar todas las marcas en el pavimento de acuerdo con el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

305.04 *Medición*

La ejecución de esta actividad se medirá por metro cuadrado con base en la longitud real en la que se ejecute el trabajo y el ancho medido transversalmente, incluyendo los hombros de la carretera (ancho total). El espesor será definido por el contratante.

En caso de ser necesario reemplazar materiales inestables en los niveles inferiores a la estructura del pavimento, se deben pagar de acuerdo con lo especificado en este Manual.

305.05 Forma de pago

Este pago se hará por el número total de metros cuadrados realizados y aceptados, que será la compensación plena por la preparación, escarificación, desintegración, mezclado con base existente, conformación, afinamiento y la compactación correspondiente, retiro de material sobrante, mano de obra, equipo, herramienta, señalamiento preventivo de zona de trabajo y demás imprevistos necesarios para completar correctamente el trabajo tal como aquí se especifica. En caso de reemplazo de materiales inestables en los niveles inferiores a la estructura del pavimento, las actividades deben realizarse de acuerdo con sus especificaciones y las cantidades ejecutadas se pagarán de acuerdo con lo especificado en su actividad correspondiente.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
305.05 (a)	Escarificación, recuperación y reconformación de carpeta asfáltica	Metro cuadrado

306. Base triturada

306.01 Descripción

Es la capa formada por la combinación de piedra o grava trituradas y mezcladas con material de relleno, para constituir una base integrante para pavimento, destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a las capas subyacentes. Incluye la obtención y explotación de canteras y bancos; la trituración, de la piedra o grava, combinándolas con material de relleno para formar un agregado clasificado; el apilamiento y almacenamiento, transporte, colocación, tendido, mezcla, humedecimiento, conformación y compactación del material.

306.02 Materiales

El material utilizado en esta actividad será el producto de la trituración de grava, piedra natural o roca dura y resistente, que cumpla con los requisitos como aquí se definen. Por lo menos el 50% del material de base retenido en la malla núm. 4 debe tener como mínimo dos caras fracturadas. El material que debe someterse al ensayo de abrasión en la máquina de Los Ángeles (AASHTO-T-96), debe presentar un desgaste menor del 40%, debe estar libre de materia orgánica, terrones de arcilla y otros componentes indeseables. La granulometría debe conformarse con uno de los tipos indicados en el cuadro 306-1.

Cuadro 306-1^a
Granulometría de base triturada

Núm. Tamiz	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E	Tipo F
50 mm (2")	100	100	---	---	---	---
25 mm (1")	---	75-95	100	100	100	100
9,5 mm ($\frac{3}{8}$ ")	30-65	40-75	50-85	60-100	---	---
Núm. 4 (4,75 mm)	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	70-100
Núm. 10 (2,00mm)	15-40	20-45	25-50	40-70	40-70	55-100
Núm. 40 (0,415 mm)	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
Núm. 200 (0,075 mm)	2-8	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Fuente: Elaboración propia.

Nota: O la que esté vigente respecto al *Manual centroamericano de especificaciones para la construcción de carreteras y puentes regionales*, SIECA (2004).

- El índice de plasticidad no mayor de 6 (AASHTO T-90).

- El límite líquido no mayor de 25 (AASHTO T-89).
- El valor de soporte (CBR) del material, determinado mediante AASHTO T-193 no debe ser en ningún caso menor del 90%, al ser compactado al 95% de su máxima densidad seca, obtenida por el método Proctor Modificado (AASHTO T180).

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la extracción y elaboración de los agregados requeridos deben ser aprobados por el supervisor. Esta aprobación no implica la aceptación posterior de los agregados que se suministren o elaboren de tales fuentes, ni exime la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de esta especificación.

Los sitios de explotación de materiales no se limitarán a los propuestos, pudiéndose seleccionar otras fuentes, que en todos los casos deben de contar con la aprobación del supervisor. Estos sitios deberán cumplir con todas las regulaciones ambientales y en caso de sitios provisionales deberán reconstituir la cubierta vegetal para reducir la erosión y evitar propiciar riesgos.

Los procedimientos y equipo de explotación, clasificación, trituración y eventual lavado, así como la forma de almacenamiento, deben permitir el suministro de un producto de características uniformes. Si no se cumple con estos requisitos, el supervisor podrá exigir los cambios que considere necesarios.

306.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

El material se extenderá en una o más capas de espesor similar, no mayor a 20 cm cada una, mediante el uso de motoniveladora o equipo distribuidor, sin permitir la segregación de los materiales y de acuerdo con los requerimientos de pendientes y coronamientos establecidos. Se deben proveer las plantillas, cordeles y reglas que servirán para controlar la construcción de la base, de acuerdo con los alineamientos, bombeos, espesores y pendientes especificados y ordenados por el supervisor.

Las áreas de la base que sean inaccesibles para los equipos de compactación autopropulsados deben compactarse satisfactoriamente mediante el uso de compactadores mecánicos manuales aprobados. La compactación de la base debe comenzar en los bordes y avanzar hacia el centro, con excepción en las curvas peraltadas donde la compactación comenzará en el borde interno de la curva y avanzará hacia el borde alto. Las deformaciones y demás daños que el equipo cause a la base colocada deberán repararse.

Las tolerancias geométricas admisibles para la aceptación de la base serán las siguientes:

- La distancia entre el eje central de la carretera y el borde de la base no debe diferir en más de 2 cm que la medida original.
- El espesor verificado con perforaciones en la base terminada no debe ser inferior en más de 1 cm al espesor proyectado.
- La comprobación de la regularidad de la base con una regla de 3 m de largo, proporcionada por el contratista, no debe acusar diferencias superiores a un centímetro en ninguno de sus puntos. Se podrá utilizar otro método aprobado por el supervisor.
- Si después de aceptada la base hubiera demora en la construcción de la superficie de rodadura, al punto de dañarse, el contratista está obligado a restablecerla al mismo estado en que fue aceptada, asumiendo el costo que esto implique.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

306.04 Medición

El material de base se medirá analíticamente en metros cúbicos colocados y terminados en la obra después de su compactación.

306.05 Forma de pago

El pago se hará por el total de metros cúbicos de base compactada, medidos como se indica en el numeral 306.04. Este pago cubrirá todos los costos de explotación, trituración, clasificación, carga, acarreo, descarga, colocación, distribución, mezcla, humedecimiento y compactación de los materiales utilizados en la construcción de la base. Además, debe incluir los costos que pudieran surgir por adquirir los derechos de explotación de las canteras o fuentes de materiales, el descapote o preparación de las zonas que son explotadas, los costos de las instalaciones provisionales, así como los costos del arreglo o construcción para transitar por las franjas de acceso a las fuentes o canteras de material. En general, se incluirá todos los costos de mano de obra, equipo, herramienta, señalamiento preventivo de zona de trabajo y cualquier imprevisto necesario para la correcta construcción de este concepto.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
306.05 (a)	Base de agregado triturado	Metro cúbico

307. Riego de imprimación

307.01 Descripción

Es la aplicación de riego por aspersion de un producto asfáltico rebajado, y de curado medio, sobre una base preparada, para protegerla, impermeabilizarla, unir entre sí las partículas minerales existentes en la superficie y endurecerla, para favorecer la adherencia entre la superficie imprimada y la capa inmediata superior.

Consiste en la delimitación y preparación de la superficie que se debe imprimir, barriéndola y humedeciéndola previamente; el suministro, transporte, almacenamiento, y calentamiento, cuando sea requerido de acuerdo con el tipo de asfalto líquido utilizado, así como su riego con tanque distribuidor a presión; el control de tránsito, protección y señalización del área imprimada; el suministro, transporte, esparcimiento y distribución del material secante; el mantenimiento de la superficie imprimada y el barrido del exceso de material secante, previo al riego y la colocación de la capa inmediata superior que corresponda. Eventualmente este riego de imprimación podrá ejecutarse solamente en el área de los hombros.

307.02 Materiales

El material bituminoso será asfalto líquido MC-70 o emulsión asfáltica (S-1; CSS-1; MS-1) que debe cumplir con los requisitos establecidos en las especificaciones M-81, M-82 o M-140 de AASHTO. Cuando sea necesario el uso de material secante, debe cumplir con lo establecido en la sección 308.

307.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

La temperatura atmosférica mínima admisible para los trabajos de imprimación es 15 °C. Se prohíbe imprimir cuando existan condiciones de lluvia o condiciones climáticas adversas.

La superficie preparada debe ser cuidadosamente barrida con equipo mecánico, de forma tal que limpie todo material suelto; tales operaciones deben complementarse mediante el barrido con

cepillo de mano o soplado con fuelle mecánico (aire a presión). Se podrá autorizar una rociada con agua sobre la superficie por imprimir en zonas urbanas.

El asfalto rebajado MC-70 se aplicará a una temperatura entre 40 y 70 °C mediante un distribuidor de asfalto a presión, autopropulsado y operado de tal manera que distribuya uniformemente la cantidad de asfalto especificada, dicha cantidad varía entre 0,25 a 0,50 galones (0,95 a 1,9 litros) por metro cuadrado y serán determinados por el supervisor conforme a las condiciones de campo. El período de curado dependerá del material asfáltico utilizado.

Todos los tanques de almacenamiento, tubería, calentadores y distribuidores usados para almacenar o manejar el producto asfáltico, deben conservarse limpios y en buenas condiciones de servicio en todo momento y deben operarse cuidando para que no haya contaminación del producto asfáltico con materiales extraños.

No se comenzará a regar el material bituminoso, en cada nueva jornada de trabajo, sin antes haber comprobado la uniformidad del riego. Si fuera necesario, se calentarán las boquillas o picos antes de cada descarga y se limpiará la bomba y barras de distribución con kerosén al final de cada jornada de trabajo.

Cuando la aplicación se realice en dos o más fajas, se proveerá un traslape no menor de 15 cm a lo largo de los bordes contiguos.

Antes de colocar la superficie asfáltica de rodadura sobre la base imprimada se dejará transcurrir el tiempo necesario para que cure completamente el riego de imprimación. Al colocar un nuevo riego, debe colocarse papel de construcción cubriendo el final del riego anterior y el nuevo riego deberá iniciarse sobre este papel. Al finalizarse el trabajo el papel de construcción deberá desecharse.

No se permitirá tránsito sobre la superficie imprimada mientras no sea cubierta con material secante, ni la colocación del material que constituirá la superficie de rodadura, hasta que lo autorice por escrito el supervisor. Tampoco se permitirá dejar estacionado el equipo del contratista sobre las áreas imprimadas.

Todo daño a la superficie imprimada debe repararse a entera satisfacción del supervisor antes de iniciar trabajos finales de pavimentación. Asimismo, debe remover todo exceso de asfalto aparecido en la superficie.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

307.04 Medición

Este trabajo se medirá por volumen empleando: a) galón, b) litro. Ambos medidos en los instrumentos que el camión distribuidor posee para ello. El volumen aplicado en obra será corregido por temperatura, utilizando el cuadro G-1 del volumen MS-13 publicado por el Instituto de Asfalto de los Estados Unidos de América, estableciéndose 15,5 °C (60 °F) como la temperatura de referencia a la que se deben corregir los volúmenes registrados en obra y c) se podrá medir por metro cuadrado.

307.05 Forma de pago

El pago de este concepto será por el total medido conforme se establece en d), al precio unitario del contrato, que incluirá todo el equipo, suministro, transporte, materiales, mano de obra, herramienta, señalización preventiva de la zona de trabajo y demás imprevistos para ejecutar correctamente este trabajo.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
307.05 (a)	Riego de imprimación	Galones (Estados Unidos)
307.05 (b)	Riego de imprimación	Litros
307.05 (c)	Riego de imprimación	Metro cuadrado

308. Material secante

308.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte y distribución del material secante, el barrido y mantenimiento de la superficie imprimada hasta que se coloque la capa inmediata superior.

308.02 Material

El material secante debe estar constituido por arena natural o de trituración, de partículas duras y durables, que cumpla con las siguientes características:

Cuadro 308-I
Granulometría del material secante (AASHTO T-27)

Tamiz núm.	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8")	100
4,75 mm (Núm. 4)	90-100
0,075 mm (Núm. 200)	0-7

Fuente: Elaboración propia.

- Plasticidad. La porción que pasa el tamiz núm. 4 (4,75 mm) no debe tener un índice de plasticidad AASHTO T-90 mayor de 4. El límite líquido AASHTO T-89 no debe ser mayor de 25. Ambos ensayos deben realizarse sobre la muestra preparada en húmedo, AASHTO T 146.
- Impurezas. El material secante no debe contener materias vegetales, basura, terrones de arcilla u otras sustancias que puedan incrustarse dentro de la superficie imprimada, causando deterioro en la misma.

308.03 Procedimiento de ejecución

Previamente a la apertura al tránsito, la superficie imprimada debe cubrirse con material secante (arena) en cantidad variable entre 0,0030 y 0,006 m³ por metro cuadrado. El esparcimiento debe efectuarse de preferencia con distribuidor de agregados u otro equipo adecuado, con sistema de ruedas de llantas neumáticas.

308.04 Medición

El material de secado será medido por: a) metro cuadrado en el área colocada, y a) metro cúbico en el equipo que lo transporte.

308.05 Forma de pago

La cantidad medida de la manera indicada en el numeral 308.04 se pagará al precio contratado, que incluirá todo el equipo, suministro, transporte, materiales, mano de obra, herramienta, señalización preventiva de la zona de trabajo y demás imprevistos para ejecutar correctamente este trabajo.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
308.04 (a)	Material secante	Metro cuadrado
308.04 (b)	Material secante	Metro cúbico

309. Riego de liga

309.01 Descripción

Este trabajo consistirá en la preparación y tratamiento de una superficie ya existente, bituminosa o de concreto hidráulico, con material asfáltico que ligue la superficie anterior y la nueva capa de rodadura

309.02 Material

El material asfáltico debe corresponder a un asfalto rebajado RC-70 (AASHTO M-81) o una emulsión asfáltica SS-1 (AASHTO M-41) o CSS-1 (AASHTO 208). Ambas emulsiones se diluirán con agua, en tal proporción que la mezcla resultante contenga aproximadamente el 40% por volumen de agua añadida, cuya cantidad exacta será fijada por el supervisor.

309.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

El equipo mecánico necesario para ejecutar esta actividad comprende: barredora, equipo de calentamiento y distribuidor de asfalto. Previa a la aplicación del riego de liga, la superficie debe ser preparada, limpia y estar libre de irregularidades para contar con una superficie lisa y uniforme al momento de recibir el tratamiento.

Debe aprobarse antes de la aplicación de la capa de liga, la zona o área en que se aplicará, la cantidad, la dosificación y la temperatura de aplicación. El material asfáltico debe ser aplicado uniformemente a una tasa establecida por el supervisor (entre 0,05 y 0,1 galón o 0,2 y 0,8 litros por metro cuadrado) dentro de las 24 horas anteriores a la colocación de capa de recubrimiento, debiendo presentar una penetración aceptable.

La superficie tratada con el riego de material asfáltico debe dejarse secar hasta que se ponga suficientemente pegajosa y en óptimas condiciones para recibir la capa de cobertura. Hasta que se coloque la capa de cobertura, el contratista debe cuidar y proteger el riego de liga.

Las superficies de todas las estructuras y construcciones adyacentes al área que se debe tratar se tienen que proteger adecuadamente para evitar su salpicadura o daño.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

309.04 Medición

Este trabajo se medirá por volumen galón, litro, y por metro cuadrado.

309.05 Forma de pago

El pago se hará por el total de trabajo medido conforme el numeral 309.04, al precio unitario establecido, que incluirá todo el equipo, suministro, transporte, materiales, mano de obra, herramienta, señalización preventiva de la zona de trabajo y demás imprevistos para ejecutar correctamente este trabajo.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
309.05 (a)	Riego de liga	Galones (Estados Unidos)
309.05 (b)	Riego de liga	Litros (Estados Unidos)
309.05 (c)	Riego de liga	Metro cuadrado

310. Tratamientos asfálticos superficiales

310.01 Descripción

Estos tratamientos pueden ser simples o múltiples. Cada tratamiento consiste en una capa de revestimiento formada por riegos sucesivos y alternados de material bituminoso y agregados pétreos triturados de tamaño homogéneo y esparcido uniformemente que, mediante el proceso de compactación, son acomodados y orientados en su posición más densa. Esta capa está destinada principalmente a recibir la acción directa del tránsito proporcionando al pavimento las condiciones necesarias de impermeabilidad, resistencia al desgaste y suavidad para el rodaje.

Este trabajo implica la obtención y explotación de canteras y bancos, la trituración de piedra o grava y lavado para formar los agregados clasificados, su apilamiento y almacenamiento, la preparación y delimitación de la superficie que se debe tratar; el suministro, acarreo y distribución superficial uniforme del material asfáltico y agregados pétreos, la compactación; la regulación del tránsito y los controles de laboratorio durante todo el proceso de construcción de una o varias capas de tratamiento asfáltico superficial, sobre la base previamente preparada, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación.

310.02 Materiales

El material asfáltico que se utilice será cemento asfáltico de penetración 120-150, cemento asfáltico de graduación por viscosidad AC-20, RC-3000 o emulsión asfáltica RS-1, RS-2; CRS-1 y CRS-2. Debe cumplir con los requisitos de las especificaciones para materiales asfálticos establecidos en la norma AASHTO M-20, M-226 y M-140, respectivamente.

El material asfáltico debe aplicarse a razón de 0,20 a 0,40 galones (Estados Unidos) de asfalto residual por metro cuadrado, a una temperatura de entre 140 °C y 177 °C para el cemento asfáltico 85-100 o el AC-20 por viscosidad; una temperatura de 75 °C a 130 °C para RS-1 y CRS-1 y de 110 °C a 160 °C para RS-2 y CRS-2 y rebajados. El material de cubierta se debe ensayar de acuerdo con los métodos de la AASHTO indicados:

Cuadro 310-1
Especificaciones de referencia

Análisis mecánico	AASHTO T-27
Ensayo desgaste de Los Ángeles	AASHTO T-96
Sanidad (5 ciclos)	AASHTO T-104
Afinidad de asfalto	AASHTO T-182

Fuente: Elaboración propia.

El material de cubierta debe aplicarse a razón de 9 kg/m² a 20 kg/m² y debe estar de acuerdo con los requisitos de granulometría que se estipulan en los cuadros 310-2 y 310-3.

El agregado que se utilizará debe tener un porcentaje de desgaste del 35% o menos y debe tener una pérdida de sanidad del 12% o menos. La cantidad de trituración se debe regular de manera que el 60%, por peso, de todo el material mayor que el tamiz núm. 4 tenga un mínimo de dos caras mecánicamente fracturadas. Por lo menos el 95% del asfalto debe retenerse cuando el material de cubierta esté sujeto al ensayo de afinidad al asfalto, AASHTO T-182.

El agregado que se contamine como resultado de su almacenamiento o de otra manera debe sustituirse antes de su uso.

Cuadro 310-2
Granulometría del material de cubierta de primera capa

Tamiz	Porcentaje que pasa
½" (12,5 mm)	100
3/8" (9,5 mm)	95-100
Núm. 4 (4,75 mm)	10-30
Núm. 8 (2,36 mm)	0-10
Núm. 200 (0,075 mm)	0-5

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 310-3
Granulometría del material de cubierta de segunda capa

Tamiz	Porcentaje que pasa
3/8" (9,5 mm)	100
Núm. 4 (4,75 mm)	85-100
Núm. 8 (2,36 mm)	10-40
Núm. 16 (1,18 mm)	0-10
Núm. 50 (0,30 mm)	0-5

Fuente: Elaboración propia.

310.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra. Los camiones utilizados en la aplicación del asfalto deben reunir las siguientes características:

- a) La presión de la bomba del distribuidor debe permitir mantener constante la aspersión del asfalto en las cantidades sin atomizaciones. Debe tener un medidor de asfalto con un cuadrante visible al conductor del camión y un marcador que indique la velocidad, de tal forma que pueda mantenerla constante a lo largo de toda la operación, y lograr así la aplicación de riego uniforme a la razón especificada.
- b) La bomba debe ser operada por una unidad mecánica separada o por la unidad mecánica del camión. Debe tener un tacómetro con un cuadrante de fácil visibilidad para el operador que registre los galones por minuto que pasen por la bomba. El sistema de barra de circulación debe estar equipado con un calibrador de presión, para indicar el bombeo y la presión en las boquillas de la barra de riego.
- c) La barra de riego del distribuidor debe estar diseñada de manera que el ancho normal de aplicación no sea menor de 3 metros, con la previsión, para que la aplicación sea de menor o mayor anchura cuando se requiera.
- d) El distribuidor debe estar equipado y operado, de manera que el material asfáltico circule y se agite durante todo el proceso de calentamiento. Deben probarse los medios que indiquen en todo momento y de manera precisa, la temperatura del material asfáltico.
- e) El receptáculo para el termómetro debe estar colocado de tal manera que no entre en contacto con el tubo de calentamiento.

- f) El equipo para regar el material de cubierta debe ser del tipo autopropulsado y debe tener un artefacto mecánico que riegue el material uniformemente de acuerdo con el diseño, para la anchura requerida. Escobas giratorias, escobas de arrastre y cualquier otro equipo requerido, debe ser aprobado por el supervisor, quien podrá ordenar al contratista que retire o reemplace cualquier equipo utilizado en la actividad, cuando dicho equipo resulte insatisfactorio.
- g) Una vez triturado el agregado que se utilizará en el tratamiento simple y seleccionado el tipo de asfalto, el contratista presentará al supervisor, por escrito, el diseño del tratamiento superficial, con todos los análisis físicos de laboratorio del agregado y del asfalto, así como la memoria de cálculo para determinar la cantidad de asfalto y agregado que se aplicará por metro cuadrado. Antes de la colocación sobre la carretera deben hacerse las pruebas necesarias para establecer con exactitud la velocidad del camión tanque, la presión de la bomba, la temperatura del asfalto, la altura de la barra y todo lo necesario para obtener una aplicación uniforme. También se calibrará el esparcidor de agregados para garantizar que se cubrirá el riego con la cantidad adecuada de agregado de acuerdo con el diseño.
- h) No se permitirá ejecutar la actividad cuando haya presencia de lluvia o la superficie esté muy húmeda.
- i) Antes de aplicar el material asfáltico, la superficie que se tratará debe limpiarse cuidadosamente de suciedad y material suelto, barriendo con escobas mecánicas, procedimientos manuales o cualquier otro método aprobado.
- j) La cantidad requerida de material asfáltico debe aplicarse uniformemente. En zonas donde el uso del distribuidor no es práctico, el material se aplicará a mano o con cualquier otro método aprobado previamente. Aquellas áreas señaladas en las que haya deficiencia o exceso de material asfáltico se corregirán como lo indique el supervisor.
- k) Los traslapes longitudinales deben ser de 10 cm a 15 cm de ancho. No se permitirá el traslape de juntas transversales. Las láminas de metal o cualquier otro método aprobado podrán usarse en cada punto de comienzo y parada, para hacer que las juntas transversales suministren una superficie uniforme y pareja. No se permitirá ningún método de aplicación de materiales asfálticos o material de cubierta que produzca bordes, ranuras u otra desigualdad en la superficie. Todo el material asfáltico que se adhiera a la superficie de las estructuras, bordillos, cunetas, aceras u otras superficies similares debe ser removido por el contratista y los costos van por su cuenta.
- l) El material de cubierta, cuando se aplique, debe tener un contenido de humedad que no exceda del 2% por peso en seco. El mismo debe ser de consistencia tal que pueda regarse uniformemente con distribuidores mecánicos.
- m) Después de aplicar la cantidad requerida de material asfáltico, el material de cubierta, siguiendo los requisitos de la granulometría y la razón de aplicación, se colocará sobre la superficie que se esté tratando. La longitud de la aplicación del material asfáltico será aquella que pueda ser completamente cubierta por la cantidad requerida de agregado pétreo, asegurando que el material asfáltico mantenga la temperatura especificada.
- n) Colocado el material de cubierta, la superficie se aplanará con una compactadora de rodillo metálico no menor de cuatro ni mayor de ocho toneladas. El aplanado inicial debe comenzar en la orilla exterior del material de cubierta, que debe progresar hacia el centro, excepto en las curvas. El aplanado inicial en las curvas comenzará en la orilla del lado bajo y progresará hacia el lado alto. El aplanado inicial consistirá en una pasada sobre toda la superficie del material de cubierta que debe ejecutarse dentro de los 30 minutos después de que el material de cubierta se haya

regado. El aplanado con rodillos de llantas neumáticas debe comenzar inmediatamente después del aplanado inicial. Toda la superficie de material de cubierta debe ser aplanada por lo menos seis veces. Los rodillos de llantas neumáticas deben operarse a una velocidad que no exceda de ocho millas (15 km) por hora. Los rodillos serán de tipo autopropulsados y no deben pesar menos de cuatro ni más de ocho toneladas. Los rodillos deben estar equipados con no menos de cuatro ruedas delanteras ni menos de cinco ruedas traseras. Las ruedas delanteras y traseras deben estar espaciadas de manera que el espacio entre las llantas adyacentes sea cubierto por la huella de la siguiente llanta.

- o) La razón de la colocación de los materiales y de las operaciones de aplanado deben coordinarse para obtener una capa de sello satisfactoria. El supervisor podrá suspender el trabajo cuando cualquier fase de la operación esté expuesta a riesgos. El trabajo no se reanuda hasta que el contratista haya cumplido con los requisitos aquí estipulados y como lo indique el supervisor.
- p) No se permitirá la circulación de ningún vehículo sobre la zona de trabajo cubierta, durante la jornada de trabajo de un mismo día, la zona señalada debe estar cerrada al tránsito, por lo menos, durante 24 horas.
- q) Después de que la compactación haya terminado y que el solvente del asfalto rebajado se haya volatilizado, o que se estime que el cemento asfáltico ha alcanzado el fraguado necesario para producir la adherencia debida con los agregados, se barrerá el material de cubierta excesivo con escoba mecánica para dejar una superficie libre de material suelto. La presión del cepillo barredor debe ser tal que no suelte material incrustado durante la operación de barrido. Se debe evitar en todo momento que el material derivado del barrido no obstruya obras de drenaje superficial o subterráneo, o que pueda contaminar el suelo del derecho de vía, la vegetación o los cuerpos de agua superficiales.
- r) El material producto del barrido deberá ser levantado y llevado a un sitio autorizado para su disposición final, ya que es un material con residuos de material peligroso.
- s) En el carril en donde el tratamiento superficial haya sido aplicado en la jornada anterior y todavía no haya alcanzado la consistencia suficiente para someterlo a la operación del tránsito normal, el contratista regulará la circulación de vehículos sobre el tratamiento superficial, guiados con banderilleros y carros guía, por un período no mayor de 24 horas. Los carros guía deben viajar a una velocidad que no exceda los 20 kilómetros por hora.
- t) El contratista mantendrá y reparará cualquier daño a la capa del tratamiento superficial que resulte del tránsito circulante o de sus operaciones.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

310.04 Medición

Los trabajos ejecutados mediante esta actividad se medirán por metros cuadrados de agregado colocado, metros cúbicos de agregados, en el equipo que lo transporte, litros, galones y metros cuadrados de tratamiento superficial terminado, en espesor definido por el contratante.

310.05 Forma de pago

El pago de esta actividad será el total de la actividad medido como se indica en el numeral 310.04, al precio unitario del contrato, cuyo pago será la compensación total por el suministro, acarreo, aplicación, riego de materiales, aplanado y el suministro de todo el equipo, mano de obra, asistencia a la circulación vehicular, herramienta, señalización preventiva de la zona de trabajo, reparación de

daños provocados a la carretera en razón de los trabajos ejecutados, materiales y cualquier imprevisto necesario para terminar el trabajo aquí especificado.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
310.05 (a)	Agregados	Metro cuadrado
310.05 (b)	Agregados	Metro cúbico
310.05 (c)	Material asfáltico	Litros (Estados Unidos)
310.05 (d)	Material asfáltico	Galones (Estados Unidos)
310.05 (e)	Tratamiento superficial	Metro cuadrado

311. Lechada asfáltica (*slurry seal*)

311.01 Descripción

La lechada asfáltica consiste en una mezcla de agregados pétreos, emulsión asfáltica, agua y aditivos que proporcionan una mezcla homogénea que puede aplicarse sobre el pavimento, como un tratamiento de sellado, para dar una textura resistente, antideslizante y adherida firmemente sobre la superficie. Este tipo de acabados permite proteger el pavimento de precipitaciones intensas que aceleran el deterioro de la carpeta asfáltica.

311.02 Materiales

Los materiales que intervienen en la mezcla de la lechada asfáltica son agregados pétreos, asfaltos emulsificados, llenante mineral y agua.

Los agregados pétreos pueden ser naturales o producidos por trituración, tales como granito, basalto, escoria o algún otro material de alta calidad o combinación de estos. Se recomienda siempre la combinación de arenas naturales y arenas producto de trituración para tener una estructura estable.

Las arenas de río tendrán una absorción máxima del 1,25% y su porcentaje en la composición de la mezcla puede variar del 30% al 60%; la arena debe someterse a los ensayos y debe cumplir con las especificaciones indicadas en el cuadro 311-1.

Cuadro 311-1
Métodos de prueba

Prueba	Método	Especificaciones (En porcentajes)
Equivalente de arena	ASTM D-2419	60 mínimo
Desgaste de Los Ángeles	ASTM C-131	35 máximo

Fuente: Elaboración propia.

Debe considerarse que el material pétreo lajeado o alargado no sea más del 35% y debe tener un peso específico superior a los 1.450 kg/m³.

La granulometría del agregado que podrá utilizarse para la ejecución de esta actividad debe cumplir con la norma ASTM D-3910, como se detalla en el cuadro 311.2.

Cuadro 311-2
Granulometría del agregado

Malla	Porcentaje que pasa		
	Tipo I	Tipo II	Tipo III
3/8" (9,5 mm)	100	100	100
Núm. 4 (4,75 mm)	100	90-100	70-90
Núm. 8 (2,36 mm)	90-100	65-90	45-70
Núm. 16 (1,18 mm)	65-90	45-70	28-50
Núm. 30 (0,60 mm)	40-60	30-50	19-34
Núm. 50 (0,30 mm)	25-42	18-30	12-25
Núm. 100 (0,15 mm)	15-30	10-21	7-18
Núm. 200 (0,075 mm)	10-20	5-15	5-15

Fuente: Elaboración propia.

- a) El llenante mineral (*filler*) utilizado debe ser cemento tipo Portland, cal hidratada procesada industrialmente, cenizas volantes o algún otro llenante que cumpla con la norma ASTM D-242.
- b) La cantidad de llenante mineral que se emplee debe considerarse como parte de la granulometría.
- c) No se permitirá el empleo de limos como llenante mineral.
- d) El agua debe ser potable y el contratista debe garantizar su compatibilidad con el resto de los materiales.
- e) El aglomerante asfáltico usado en la fabricación de la mezcla para la lechada asfáltica, debe ser cemento asfáltico emulsificado pudiendo utilizarse cualquiera de los especificados a continuación:
- f) Emulsión asfáltica de rompimiento rápido controlado, con 3 minutos como mínimo de mezclado y un rompimiento menor de 10 minutos.
- g) Emulsión asfáltica de rompimiento medio controlado, con un tiempo de mezclado de más de 3 minutos y un rompimiento entre 10 a 30 minutos.
- h) Emulsión asfáltica del tipo lento (superestable). El rompimiento de la emulsión puede ocurrir entre los 30 minutos a dos horas de acuerdo con la temperatura ambiente.
- i) La emulsión utilizada debe cumplir con lo especificado en la designación ASTM D-977.
- j) Antes de iniciar los trabajos, se debe someter para aprobación del supervisor, quien debe asegurarse de que cumpla las especificaciones para los materiales que se emplearán. El diseño debe considerar las variantes de acuerdo con las condiciones climatológicas en las que se aplicará el mortero. Una vez que el diseño haya sido aprobado, los materiales no podrán reemplazarse por ninguna razón, a menos que se presente un nuevo diseño que cumpla con todas las especificaciones.
- k) El diseño de la mezcla presentado debe someterse a los ensayos para el control de calidad y estar comprendido entre los límites respectivos indicados en el cuadro 311-3.

Cuadro 311-3
Límites para el diseño de la mezcla

Prueba	Norma ASTM	Especificación
Consistencia del mortero		2 a 3 cm
Compatibilidad de la mezcla		pasa ^a
Adherencia en húmedo	D-3910	75% mínimo
Emulsión de rompimiento controlado		pasa ^b
Abrasión en inmersión		400 gr/m ²
Exceso de asfalto		540 máximo ^b

Fuente: Elaboración propia.

^a La prueba de mezclado por tres minutos debe hacerse a la temperatura máxima que se espera en la construcción.

^b Se debe emplear la mezcla de trabajo definitiva.

Las cantidades óptimas de asfalto para cada granulometría propuesta estarán comprendidas entre los parámetros ASTM D-3910 del cuadro 311-4.

Cuadro 311-4
Residuo asfáltico en los morteros de acuerdo con la superficie específica de la granulometría

Granulometría	Tipo de asfalto	
	Mínimo	Máximo
I	10	16
II	7,5	13,5
III	6,5	12

Fuente: Elaboración propia.

311.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

La maquinaria y todos los equipos complementarios que se emplean para este trabajo debe mantenerse siempre en condiciones óptimas de trabajo. El equipo de mezclado debe ser del tipo continuo y no se permitirá la utilización de unidades que para recargarlas de materiales deban discontinuar la operación en el área de trabajo. Todo el equipo sin excepción debe tener los aparatos necesarios para medir de una forma exacta cada uno de los materiales que componen la lechada. Todos los mecanismos que se empleen deben ser lo suficientemente precisos para proporcionar una alimentación continua a la máquina extendedora durante todo el tiempo que dure la operación.

El equipo mecánico de colocación de la lechada debe contar con un sistema que puedan calibrar las cantidades de materiales que habrán de emplearse durante el proceso, y esta debe calibrarse en presencia del supervisor, antes de iniciar cualquier trabajo. El contratista puede hacer su graduación previamente, graficando sus resultados, para que la verificación sea realizada rápidamente.

En el caso de que dichos aparatos dejen de funcionar, el supervisor ordenará la suspensión de las labores en forma inmediata, hasta que estos funcionen normalmente. Debe contar con un mezclador que opere para que forme una mezcla homogénea antes de caer en la rastra que hace el tendido. El cajón de la rastra debe estar equipado con paredes de hule para evitar la pérdida de mezcla lateralmente y un hule flexible longitudinal para ir tendiendo y acomodando el mortero en la superficie de la carretera. Además, debe tener extensiones que compensen la falta de uniformidad en la geometría del pavimento. Los hules de la rastra deben de mantenerse extendidos y flexibles todo el tiempo, libres de mezcla. La caja de la rastra debe estar limpia de mezcla, para evitar la contaminación de la lechada nueva. Cualquier tipo de rastra debe ser aprobado previamente por el supervisor.

El equipo de limpieza que se emplee debe ser adecuado a la superficie por tratar, los rastrillos de hule manuales y todo el resto de las herramientas deben estar limpias y adecuadas.

Cuando se efectúe el trabajo de noche, debe exigirse un sistema de iluminación que permita efectuar la aplicación y evitar errores por falta de visibilidad.

Al principio de los trabajos se deben aplicar algunas franjas de prueba, después de haber calibrado la máquina y antes de iniciar el trabajo formalmente. Estas franjas, de cumplir con todos los requisitos, podrían ser consideradas como parte del trabajo terminado.

El supervisor tomará las lecturas respectivas para verificar las cantidades de materiales, que componen el mortero utilizado en dicha prueba, leyéndolas directamente en instrumentos de medición. De existir alguna falla, será necesario ejecutar tantas franjas de ensayo, como sea necesario, sin costo para la obra, hasta que se logre la composición del mortero especificado. Las cantidades de la franja de ensayo aprobada deben mantenerse constantes durante la aplicación de la lechada en toda la obra. Las cantidades aplicadas deben de verificarse constantemente. Esta debe hacerse obligatoriamente en las primeras aplicaciones de cada jornada, para asegurarse que los aparatos de medición están funcionando correctamente.

La tolerancia admisible para cada material y la lechada asfáltica será como sigue:

- El porcentaje óptimo de asfalto podría variar en más o menos el 0,5%. El porcentaje del agregado pétreo que pasa por cada tamiz no debe variar en más o menos el 4% de la curva granulométrica aceptada.
- La consistencia del mortero no debe variar en más o menos 0,5 cm en relación con la fórmula de trabajo después de haber hecho los ajustes en la obra. El extendido no debe presentar escurrimiento de agua o emulsión.
- La lechada asfáltica no podrá colocarse cuando la temperatura ambiente y del pavimento sea menor de 15 °C. Nunca debe aplicarse un mortero, cuando se espere que las condiciones climatológicas puedan prolongar el tiempo de curado.

La superficie sobre la que se aplicará el tratamiento debe limpiarse cuidadosamente de cualquier suciedad, ya sea polvo, arcilla, vegetación, excremento de ganado, aceites o cualquier otro material que pueda afectar la correcta adherencia entre la superficie y la lechada. La superficie debe estar completamente seca antes de aplicar el tratamiento y se debe considerar el estado del tiempo para evitar precipitaciones que afecten el fraguado del tratamiento.

Estos trabajos se llevarán a cabo protegiendo la señalización vertical y todo elemento de la carretera que pueda mancharse.

En el carril en donde la lechada asfáltica se haya aplicado en la jornada anterior y todavía no haya alcanzado la consistencia suficiente para someterlo al tránsito normal, se regulará la circulación de vehículos, guiados con banderilleros y carros guía por un período que no exceda las 8 horas. Los carros guía deben viajar a una velocidad que no exceda los 20 km/h. El contratista mantendrá y reparará cualquier daño a la capa de la lechada asfáltica, que resulte del tránsito circulante o de sus operaciones.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

311.04 Medición

La medición de esta actividad se hará por metro cuadrado de trabajo terminado y recibido a satisfacción.

311.05 Forma de pago

El pago será el total medido como se menciona en el numeral 311.04, al precio unitario del contrato, pago que incluirá los costos de adquisición, transporte y colocación de todos los materiales necesarios para ejecutar correctamente esta actividad, calafateo de grietas, equipo de iluminación, renivelación y, en general, toda los costos de mano de obra, equipo, herramienta, equipo de señalización preventiva de la zona de trabajo y cualquier otro imprevisto necesario para la correcta ejecución de la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
311.05 (a)	Lechada asfáltica	Metro cuadrado

312. Microcarpeta (*microsurfacing*)

312.01 Descripción

El sistema MS-1, también conocido como microcarpeta (*microsurfacing*), consiste en una mezcla de emulsión catiónica de asfalto modificado con polímeros, agregados minerales, rellenos, agua y otros aditivos que se tienden sobre la superficie pavimentada de acuerdo con las especificaciones y dimensiones que los planos indiquen.

312.02 Materiales

- a) Materiales asfálticos. La emulsión asfáltica utilizada debe modificarse con un polímero que se incorporará al cemento asfáltico antes de emulsionarlo. El residuo asfáltico de una emulsión modificada debe tener al menos el 3% de polímero calculado en peso. La emulsión de asfalto modificada debe formularse para que la mezcla de pavimento MS-1 pueda aplicarse con humedad relativa óptima no mayor del 50% y una temperatura ambiental de no menos de 24 °C, y fraguar lo suficiente para que, al abrir el tránsito en una hora, la microcarpeta no sufra daños. La emulsión tipo CSS-1HP debe cumplir las especificaciones indicadas en el cuadro 312-1.

Cuadro 312-1
Especificaciones de Emulsión tipo CSS-1HP

Descripción	Mínima	Máxima
Viscosidad Saybolt Furol a 25 °C	20	100
AASHTO T 59		
ASTM D 2444		
Estabilidad en almacenaje, un día en porcentaje sedimentado	---	1%
Carga de la partícula DOTD TR 311	Positiva	---
Porcentaje en emulsión retenido en malla núm. 20	---	0,1%
Residuo asfáltico obtenido por destilación	60%	---
AASHTO T59		
ASTM D 2444		
Penetración a 25 °C, 100 g 5 segundos (ASTM D 5)	55	90
(AASHTO T49)		
Ductibilidad a 25 °C, 5 cm/min en cm (ASTM D 113)	70	---
(AASHTO T 51)		
Solubilidad en tricloro estileno	---	97
En porcentaje (ASTM D 2042)		
(AASHTO T 44)		

Fuente: Elaboración propia.

Para la aceptación del asfalto, la refinería debe certificar la fuente del crudo. Si durante la ejecución del proyecto se cambia la fuente, el contratista debe presentar un nuevo diseño de mezcla aprobada por el supervisor. El cambio de la fuente del crudo por la refinería, sin aviso, puede causar un paro de actividades del proyecto, por lo que el contratista debe buscar los mecanismos necesarios para responsabilizar a la refinería de la calidad del crudo. No se permite usar asfalto producido de una mezcla de fuentes de crudo, salvo que esta mezcla sea para mejorar la calidad de asfalto.

- b) Agregados minerales. Los agregados minerales deben ser compuestos por partículas limpias, duras y durables de piedra triturada (basalto, granito o polvo de roca). El equivalente de arena ASTM D-2419) o (AASHTO T-176) debe ser del 65% o más. El ensayo de desgaste de la grava debe tener un límite del 25% o menos (ASTM C-131 o AASHTO T-96). Hay dos tipos de granulometría que se usan en los trabajos de microcarpetas (véase el cuadro 312-2):
- Tipo II: se usa en calles urbanas y residenciales. Se sugiere una aplicación de 15 a 20 lb por yarda cuadrada (8,1 a 10,8 Kg/m²).
 - Tipo III: carreteras primarias y autopistas deben tratarse con este tipo de microcarpetas. Se sugiere la aplicación de un tratamiento de 20 a 40 lb por yarda cuadrada (10,8 Kg/m² a 21,5 Kg/m²).

Cuadro 312-2
Granulometría para microcarpetas

Malla	Tipo II	Tipo III
	(carpeta de granulometría fina)	(carpeta de granulometría fina)
	(Porcentaje que pasa)	(Porcentaje que pasa)
3/8" (9,5 mm)		100
1/4" (6,25 mm)	100	80-95
Núm. 4 (4,75 mm)	90-100	70-90
Núm. 8 (2,36 mm)	65-90	45-70
Núm. 16 (1,18 mm)	45-70	28-50
Núm. 30 (0,60 mm)	30-50	15-35
Núm. 50 (0,30 mm)	18-30	10-25
Núm. 100 (0,15 mm)	10-21	7-18
Núm. 200 (0,0,075 mm)	7-15	5-15

Fuente: Elaboración propia.

- c) Agregados minerales finos. La mezcla necesita un rellenedor mineral fino, puede ser cemento Portland o cal hidratada. Debe tenerse cuidado de que el material fino esté completamente limpio y deberá acompañarse con una certificación del fabricante. El porcentaje máximo por utilizar será el 3% en peso. La tolerancia es del + - 0,25%.
- d) Agua. Se presentarán al supervisor muestras de agua para su aprobación, que deberán estar libres de sales solubles nocivas, materia orgánica y otras propiedades no compatibles con la mezcla. El ensayo aplicable es AASHTO T-263. La fuente del agua para los trabajos en las carreteras o calles será la misma utilizada en el diseño de mezcla.
- e) Otros aditivos. Los aditivos pueden agregarse a la emulsión de asfalto modificado, al agua o directamente a la mezcla, dependiendo del diseño de la emulsión.

312.03 Diseño de la mezcla

El diseño de mezcla o la fórmula de mezcla para el trabajo deben ser provistos por el contratista y entregado al supervisor del proyecto 14 días calendario antes de que se inicie la obra. Dicho diseño debe ser hecho por un laboratorio calificado y con experiencia en el diseño de microcarpetas. Los

diseños de mezcla hechos con anterioridad, usando exactamente los mismos materiales, podrían ser aceptados si fueran hechos durante los doce meses anteriores.

No se permitirá sustituir materiales a menos que sean examinados (probados) y aprobados por el mismo laboratorio responsable del diseño original.

- a) Reporte del laboratorio. Muestra los resultados de las pruebas llevadas a cabo comparando los valores obtenidos contra aquellos requeridos por estas especificaciones del cuadro 312-3.

Cuadro 312-3
Reporte del laboratorio

Propósito de la prueba	Método	Especificación
Contenido óptimo de asfalto	Marshall modificado ISSA Boletín técnico núm. 148	680 kg
Ensayo de adherencia de asfalto al agregado	ISSA-T-114	Cobertura de asfalto será del 90% o más
Compatibilidad de los materiales cuando están mezclados	ISSA-T-115	Pasa
Habilidad para el curado rápido	Prueba de cohesión ISSA-T-139	12 kg/cm en 30 min + 20 kg/cm en 2 horas

Fuente: Elaboración propia.

- b) Tolerancias. El material asfáltico y los agregados minerales tienen cierta tolerancia en cuanto a la granulometría y residuo, respectivamente, según lo permite el método ASTM D-2172 o AASHTO T-164. No así los materiales que pasan la malla núm. 200, para los cuales la especificación es bastante estricta, según el cuadro 312-4.

Cuadro 312-4
Tolerancias

Tolerancias	Porcentaje
Pasando la malla 3/8, reteniendo en la malla núm. 4	5
Pasando la malla núm. 4, reteniendo en la malla núm. 8	5
Total retenido en la malla núm. 8	5
Pasando la malla núm. 8, reteniendo en la malla núm. 16	5
Pasando la malla núm. 16, reteniendo en la malla núm. 30	5
Pasando la malla núm. 30, reteniendo en la malla núm. 50	5
Pasando la malla núm. 200	5
Material asfáltico + - 0,5 por peso o + - 1,2 por volumen	

Fuente: Elaboración propia.

- c) El almacén de agregados. Si los agregados minerales son almacenados o acopiados, se debe cuidar el manejo de dichos materiales para prevenir la segregación, la mezcla de diferentes materiales o de diferentes tamaños y la contaminación con materiales extraños.

La granulometría de los agregados para la mezcla debe ser uniforme. Habrá que tener cuidado con el proveedor para que se cumpla con esta condición.

El equipo para manejar el agregado debe ser adecuado y bien operado para prevenir la segregación de los agregados. Hay agregados pétreos de sobre tamaño que causan marcas de rastrillo (líneas) durante la aplicación de la mezcla de MS-1, el contratista debe corregir la situación antes de continuar con el trabajo.

- d) Almacenamiento de materiales asfálticos. Para evitar la contaminación con materiales extraños, los materiales asfálticos deben manejarse con equipo limpio y en buenas condiciones de operación todo el tiempo. Para manejar emulsiones asfálticas se deben seguir las indicaciones del productor.

312.04 Procedimientos de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

- a) Generales. Será responsabilidad del contratista producir, transportar y colocar la microcarpeta, de acuerdo con la especificación y aprobado por la supervisión.
- b) Limitaciones climatológicas. El material debe colocarse solamente si la temperatura atmosférica es mayor de 15 °C. Si hay presencia de niebla o amenazas de lluvia, se deben suspender los trabajos.
- c) Preparación de la superficie. La superficie del asfalto existente debe limpiarse minuciosamente de toda vegetación, agregado suelto, tierra y estiércol de animales. El agua usada en pre humedecer la superficie delante de y fuera de la caja, debe aplicarse en toda la superficie sin ningún exceso.
- d) Equipo de aplicación. La microcarpeta debe ser aplicada por medios mecánicos con un mezclador con agitadores y esparcidores de materiales de la caja. La parte de enfrente de la caja se sellará para asegurar que no habrá pérdida de la mezcla al contacto con la superficie de la calle. La parte de atrás de la caja actuará como nivelador y será ajustable.

La mezcla se aplicará para llenar grietas e irregularidades menores de la superficie y dejará una aplicación uniforme de asfaltos y agregados que no será resbaladiza. La caja de aplicación y niveladora en la parte posterior, deben ser diseñadas y operadas para que la mezcla uniforme y consistente pueda aplicarse de una manera pareja, a través de la parte niveladora atrás de la caja. La junta de construcción debe minimizarse y ser lo más uniforme posible.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

312.05 Medición

Los trabajos ejecutados se medirán en: a) metros cúbicos de agregados, b) litros los materiales asfálticos, c) galones de material asfáltico, d) metros cuadrados colocados, y e) libras de material colocado.

312.06 Forma de pago

El pago de esta actividad será hecho por la cantidad de trabajo medido como se indica en el numeral 312.05, al precio unitario del contrato, cuyo pago será la compensación total por el suministro, acarreo, aplicación, riego de materiales, aplanado y el suministro de todo el equipo, mano de obra, asistencia a la circulación vehicular, herramienta, señalización preventiva de la zona de trabajo, reparación de daños provocados a la carretera en razón de los trabajos ejecutados, materiales y cualquier imprevisto necesario para terminar el trabajo aquí especificado.

Reglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
312.05 (a)	Agregados	Metro cúbico
312.05 (b)	Material asfáltico	Litro
312.05 (c)	Material asfáltico	Galón
312.05 (d)	Microcarpetas	Metro cuadrado
312.05 (e)	Microcarpetas	Libras

313. Reciclaje o recuperado en frío de pavimentos asfálticos

313.01 Descripción

Este trabajo consiste en pulverizar la carpeta asfáltica en el lugar, sobre la base granular o las dos capas en conjunto, mezclar un ligante y agua si fuera necesaria, con el material pulverizado, para después esparcirlo y compactar la mezcla. El contratista debe suministrar todo el equipo, herramienta, mano de obra y cualquier otra cosa necesaria para completar el trabajo.

313.02 Materiales

El ligante debe ser una emulsión asfáltica que debe cumplir los requerimientos normalmente tipo CSS-1 o igual.

La mezcla asfáltica reciclada en frío debe cumplir con la granulometría determinada por los ensayos en el laboratorio del material existente en sitio.

La emulsión para el sello de brisa (*fog seal*) debe ser una emulsión asfáltica CSS-1 aprobada, que debe cumplir la especificación AASHTO M-208 o ASTM D-2397 y según los ensayos AASHTO T-59 o ASTM D-2444.

313.03 Procedimientos de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

a) Limitaciones del clima

Las operaciones diarias de recuperación de carpeta no deben iniciarse hasta que la temperatura atmosférica sea 15 °C o más. No deben hacerse cuando está lloviendo, o cuando las condiciones atmosféricas no permitan llegar a cabo correctamente el mezclado. El pavimento recuperado que sea dañado por precipitaciones debe ser reprocesado o reparado por otros métodos aprobados por el supervisor, y a expensas del contratista.

b) Traslapes y juntas

La superficie bituminosa existente y la base de piedra deben reciclarse en frío de manera que no se dañen los materiales de la subbase en la carretera existente. Las pasadas de la recicladora deben traslapar el pavimento reciclado de una junta longitudinal con un mínimo de 10 cm.

Cada día que se comienza la recuperación de carpeta, se debe dejar un traslape transversal mínimo de 15 metros sobre el reciclaje del día anterior, a menos que el supervisor diga lo contrario dependiendo de la calidad de la junta deseada.

Cualquier parte de finos o material pulverizados, que se forma adyacente a una estructura vertical (en caso de vías urbanas), debe removerse antes de la inyección de la emulsión de la mezcla para reciclar, solo cuando esté adyacente al pavimento entonces la parte no necesita ser removida. Cuando la vía este abierta a la circulación de vehículos, no deben dejarse cortes verticales de la capa

en recuperación y la capa existente o la capa terminada y compactada sin formar una rampa de transición para el tránsito.

c) Dosificación

Al comenzar las operaciones para la recuperación de la carpeta, el ligante debe ser aplicado al material asfáltico pulverizado, con los porcentajes iniciales designados por el laboratorio, basados en muestras obtenidas por el supervisor antes de la construcción.

Todo el material debe pulverizarse hasta que el 100% pase el tamiz de 2" (50 mm). Los rangos exactos de aplicación del ligante serán determinados, y podrán variar de acuerdo con las condiciones del pavimento existente.

Una tolerancia de $\pm 0,5\%$ del rango de aplicación designados debe mantenerse siempre.

El contratista podrá añadir agua al material pulverizado para facilitar un mezclado uniforme con el ligamento. Se podrá añadir agua antes de aplicar el ligamento o junto con este, pero se debe asegurar que el agua no cause efectos adversos en el ligamento.

d) Compactado y terminado

Después que el material se haya mezclado con emulsión, no debe permitirse el tránsito (incluyendo el equipo del contratista) sobre la nueva capa colocada, hasta que esta comience su rotura inicial (separación de agua del asfalto), si la precipitación es inminente la compactación sellará la superficie con la humedad adicional.

La compactación inicial debe realizarse con una o más pasadas del rodo vibratorio, y continuar hasta que no se observe ningún desplazamiento. El rodaje final para eliminar las marcas del compactador y para ayudar a obtener la densidad final requerida, debe hacerse con rodos de acero ya sea vibratorio, estático o rodos neumáticos con más de 18 toneladas de peso. Cuando se use en modo vibratorio, este debe estar en amplitudes bajas para evitar un agrietado transversal.

El material recuperado y colocado debe compactarse a un mínimo del 96% de la densidad del espécimen compactado en el laboratorio, de acuerdo con AASHTO T-245. La frecuencia de la prueba de densidad debe ser de una por cada 5,000 metros cuadrados. El supervisor debe realizar una prueba AASHTO T-245 para los cálculos del porcentaje relativo de compactación en cada densidad de campo tomada.

La compactación de campo puede ser controlada por el uso de un patrón de rodaje uniforme; si se utiliza este patrón, el contratista debe demostrar que este patrón de rodaje logrará una compactación máxima relativa del 96% de la densidad del espécimen compactado en el laboratorio de acuerdo con AASHTO T-245. Se podrá pedir una redemonstración de las capacidades del rodaje cuando se observen cambios en el material recuperado, cuando se haga cambios en el equipo de rodaje cuando se den largos cambios de temperatura, o cuando las densidades requeridas no están siendo obtenidas por el patrón de rodaje utilizado.

Los rodajes no deben empezarse ni detenerse sobre el material recuperado no compactado. El rodaje debe realizarse de tal forma que al comienzo y al acabado se haga sobre material reciclado previamente compactado o sobre pavimentos ya existentes. Cualquier tipo de rodaje que dé como resultado agrietamientos, movimientos o cualquier otro tipo de daños en el pavimento debe discontinuarse hasta que se supere la causa.

Después de que el material reciclado se haya compactado, se le debe aplicar un sello de emulsión a la superficie en un rango de aproximadamente 0,11 L/m² a 0,45 L/m² y material secante. Antes de abrir al tránsito (incluyendo el equipo del contratista) no se permitirá transitar sobre el material reciclado por lo menos durante seis horas, a menos que lo apruebe el supervisor.

Cualquier daño causado por el contratista al pavimento asfáltico recuperado y sellado debe ser reparado por este, como lo indique el supervisor.

e) *Recicladoras y recuperadoras*

El contratista debe facilitar máquinas autopropulsadas, capaces de pulverizar en el sitio los materiales asfálticos o bases a la profundidad que muestran los planos, en una sola pasada. Las máquinas deben tener un rotor cortante con un ancho mínimo de 1,8 metros. El ancho del rotor cortante seleccionado para el proyecto debe permitir que las juntas longitudinales de la base superior que deben colocarse tengan diferencias de aproximadamente 15 cm con la junta de la base.

En ningún caso las juntas longitudinales deben caer en las huellas de las llantas. Las máquinas deben tener controles de profundidad automáticos estandarizados y mantener una profundidad de corte constante.

Las máquinas deben tener capacidades de cribado y de pulverizar para reducir o remover los sobretamaños antes de mezclarse con el ligante. Se debe tener una medida continua del material de pavimento pulverizado, interconectado con el medidor del material ligante, de manera de que se pueda mantener el contenido del ligante deseado. Se deben proveer medios adecuados para calibrar los instrumentos de medición tanto del volumen de agregados, como del ligante.

El ligante debe aplicarse con una máquina mezcladora, capaz de mezclar el material pulverizado y el ligante hasta lograr una mezcla homogénea sin segregación, colocada en una capa esponjosa para obtener el curado apropiado.

Una bomba de desplazamiento positiva, capaz de tomar un metraje preciso de las cantidades de ligamento requerido en rangos tan bajos como 15 L/min, debe utilizarse para aplicar el ligamento al material pulverizado. La bomba debe estar equipada con un interruptor positivo que permita agregar el ligante, solo cuando la mezcla pulverizada esté presente en la cámara de mezclado y que se apague automáticamente cuando no haya material en la cámara, o cuando la máquina se detenga.

Cada máquina mezcladora debe estar equipada con un medidor capaz de registrar el rango del flujo y la cantidad total del ligamento introducido en la mezcla por un sistema automático.

f) *Compactadores*

Los rodillos deben ser de ruedas de acero, llantas neumáticas o una combinación de estos según los requerimientos (10 a 18 toneladas, 213 cm de ancho). El número y el peso de los rodillos deben ser suficientes como para obtener la compactación requerida, mientras la mezcla esté en condición de compactarse.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

313.04 *Medición*

La medición será así: a) el perfilado del pavimento existente será por metro cuadrado al espesor indicado por el supervisor; b) el cemento asfáltico virgen será por litro.

313.05 *Forma de pago*

El pago se hará por el total de las unidades medidas conforme el numeral 313.04, pago que será compensación plena por el perfilado, carga, traslado, preparación, mezclado, colocación,

afinamiento de los niveles y la compactación correspondiente, por mano de obra, equipo, herramienta, señalización preventiva de la zona de trabajo y demás imprevistos necesarios para completar correctamente este trabajo.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
313.05 (a)	Perfilado	Metro cuadrado
313.05 (b)	Cemento asfáltico	Litro

314. Colocación de base estabilizada

314.01 Descripción

Es la capa formada por la combinación de piedra o grava trituradas, combinadas con material de relleno, mezclados con materiales o productos estabilizadores, preparada y construida con técnicas de estabilización, para mejorar sus condiciones de estabilidad y resistencia. La base es parte integrante de un pavimento, destinado fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito a la capa de subbase, ajustándose a los alineamientos, niveles y pendientes longitudinales y transversales determinados.

Este trabajo consiste en la obtención y explotación de canteras y sitios; la trituración de piedra o grava, combinándolas con material de relleno para formar un material clasificado; el transporte, apilamiento y almacenamiento del material que se debe estabilizar; el aprovisionamiento, transporte, almacenamiento y aplicación de los materiales o productos estabilizadores; la mezcla en planta o en la carretera, el transporte, colocación, tendido, conformación y compactación de la mezcla, el curado y la regulación del tránsito, así como el control de laboratorio durante todas las operaciones necesarias para construir la base estabilizada en una o varias capas.

314.02 Materiales

Los materiales estabilizadores pueden ser cal, cemento hidráulico, materiales asfálticos y otros productos que llenen los requisitos que se establecen en esta sección. El contrato indicará el tipo de material estabilizador que se debe usar.

- a) Cal hidratada. Debe cumplir con los requisitos establecidos en AASHTO M 216, ASTM C 977, ASTM C 206 y ASTM C 207.
- b) Lechada de cal. Puede hacerse con cal hidratada o cal viva pulverizada y debe llenar los requisitos siguientes:
 - Composición química. El contenido de sólidos debe consistir en un mínimo del 87% en masa, de óxidos de calcio y magnesio.
 - Residuo. El porcentaje por masa del residuo retenido en los tamices indicados, para el contenido de sólidos de la lechada, no debe ser mayor de los límites mostrados en el cuadro 314-I.

Cuadro 314-I
Requisitos de graduación para el residuo

Tamaño del tamiz	Porcentaje retenido en masa
3,350 mm (Núm. 6)	0,2
0,600 mm (Núm. 30)	4,0

Fuente: Elaboración propia.

- Grado de la lechada. Debe corresponder a uno de los grados siguientes:
 - Grado 1. El contenido de sólidos no debe ser mayor del 31% de la masa total de la lechada.
 - Grado 2. El contenido de sólidos no debe ser mayor del 35% de la masa total de la lechada. Con contenidos mayores de sólidos, la lechada no puede bombearse ni rociarse.
 - Cantidad de aplicación. La cantidad de cal puede variar entre el 2% y el 6% por peso del material que se debe estabilizar.
- c) Cemento hidráulico. Preferentemente debe usarse cemento Portland ordinario tipo I y II, cemento Portland modificado con puzolanas tipo IPM, cemento Portland puzolánico tipo IP, cemento Portland modificado con escorias de alto horno tipo ISM y cemento de escorias de altos hornos tipo IS, todos con una clase de resistencia de 28 N/mm² o mayor.
- Cantidad de aplicación. La cantidad de cemento aproximada debe comprender entre un 3% mínimo a un 8% máximo de cemento por peso, respecto al peso del material que se debe estabilizar. No obstante, el contratista debe someter al visto bueno del supervisor una mezcla propuesta para la capa de agregado 10 días antes de la producción.
- d) Materiales asfálticos. Deben llenar los requisitos señalados en el cuadro 314-2.

En el cuadro 314-2 (a y b) se indican los rangos de temperatura necesarios para proporcionar la adecuada viscosidad del asfalto para su esparcimiento. Debe reconocerse que los rangos de temperatura indicados están arriba del mínimo punto de llama para los asfaltos líquidos. En realidad, algunos asfaltos pueden tener puntos de llama a temperaturas inferiores de los rangos aquí indicados, por lo que deben tomarse precauciones de seguridad adecuadas todo el tiempo cuando se trabaje con asfaltos líquidos. Estas precauciones de seguridad incluyen, pero no están limitadas a lo allí indicado.

Cuadro 314-2a
Requisitos para los materiales asfálticos

Tipo y grado de material asfáltico	Especificación	Temperatura de aplicación en °C
1) Asfaltos líquidos		
MC 250	AASHTO M 82	75-85
SC 250	AASHTO M 141	75-85
MC 800	AASHTO M 82,	95-100
SC 800	AASHTO M 141	95-100
2) Emulsiones asfálticas		
SS-I	AASHTO M 140	20-70
CSS-I	AASHTO M 208	20-70
SS 1h	AASHTO M 140	20-70
CSS 1h	AASHTO M 208	20-70

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 314-2b
Requisitos para los materiales asfálticos

-
- No se debe permitir que haya llamas o chispas cerca de estos materiales. El control de temperatura debe efectuarse en mezcladoras, distribuidoras u otro equipo diseñado y aprobado para este propósito.
 - Nunca deben usarse llamas para examinar los tambores, tanques de asfalto u otros contenedores en los que se hayan almacenado estos materiales.
 - Todos los vehículos que transporten estos materiales deben ventilarse adecuadamente.
 - Únicamente el personal con experiencia podrá supervisar y manipular estos materiales.
-

Fuente: Elaboración propia.

- Cantidad de aplicación. La cantidad de material bituminoso que debe aplicarse puede variar entre el 4 y el 8% y, al utilizar asfaltos rebajados, entre el 3,5% al 7,5% con respecto al peso seco del material a estabilizar, a menos que se indique de otra forma contractualmente. Cuando se utiliza el sistema de riegos, cada aplicación no debe exceder de 2 litros (0,53 galones) por metro cuadrado.
- e) Puzolanas naturales o artificiales y cenizas volantes de carbón. Deben cumplir con lo indicado según ASTM C-618. Queda terminantemente prohibido emplear cenizas volantes producidas por plantas que utilicen compuestos de sodio, amoníaco o azufre para controlar las emisiones de combustión.
- f) Compuestos estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos. Podrán usarse estabilizadores químicos u otros basados en resinas sintéticas, solos o en combinación con cal, cemento o material bituminoso. Se debe requerir el certificado de calidad extendido por el fabricante o distribuidor, incluyendo los aspectos referentes a la dosificación, procedimientos de aplicación, resistencia y durabilidad del producto.
- g) Aditivos retardantes del fraguado y endurecimiento. Para las bases estabilizadas con cemento, debe cumplir con la norma AASHTO M-194.

314.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

a) Mezcla de la lechada de cal

El espesor completo de la capa tendida del material que se debe estabilizar y cal, tiene que mezclarse con máquina mezcladora. La cal no puede dejarse expuesta sin mezclar por un período mayor de seis horas, debiéndose agregar la cantidad de agua adecuada para efectuar la mezcla y para asegurar la acción química de la cal.

Cuando la mezcla se haga en carretera, el contratista puede colocar el material que se debe estabilizar de conformidad con el espesor de diseño de la base estabilizada, tomando en cuenta la reducción en el espesor que se producirá al compactarse, en los tramos en que la capa anterior haya sido recibida. El material puede ser colocado por volteo en pilas, camellones o con máquina especial esparcidora. La aplicación del material estabilizador puede hacerse con aplicación en seco o con lechada.

- Aplicación en seco. La cal debe esparcirse uniformemente sobre la superficie del material a estabilizar, por medio de equipo distribuidor de tipo de tornillo, caja u otro sistema. La aplicación no debe efectuarse colocando las bolsas directamente sobre la superficie, cuando las condiciones del viento no obstaculicen su adecuada distribución

en la cantidad especificada y ordenada. El material debe regarse con agua en cantidad adecuada para su homogeneización.

- Aplicación en lechada. La cal puede aplicarse en forma de lechada, mezclando previamente la cal y otros aditivos con agua en camiones tanque con agitador y distribuidor, que permitan su aplicación en forma de un riego tenue de agua con lechada en suspensión. Las cantidades de cal pueden variar entre el 2% y el 6% por peso, del material que se debe estabilizar. La distribución se debe efectuar por riegos sucesivos, hasta aplicar la cantidad especificada, según el grado de lechada, y lo indicado en el numeral 314.02, inciso b, subinciso b.3). El material tratado debe esparcirse, mezclarse y homogeneizarse, agregándole la cantidad de agua necesaria previo a ser tendido y compactado. El material debe mezclarse por medio de recicladora, mezcladora rotativa, motoniveladora, solas o combinadas, u otro equipo, hasta desmenuzar todos los grumos.
- Tendido del material. Los materiales ya mezclados deben tenderse en capas no mayores de 30 cm ni menores de 10 cm, sobre la superficie subyacente previamente preparada y aceptada. Si el espesor total requerido de la base estabilizada es mayor de 30 cm, deben tenderse en dos o más capas (nunca menores de 10 cm cada una) no permitiéndose tender la capa siguiente antes de comprobar la compactación de la anterior. El material de base estabilizado, colocado y tendido debe corresponder en cantidad al espesor de capa requerido, en el ancho total establecido en la sección de pavimentación, tomando en cuenta la reducción de volumen por la compactación. Cuando las condiciones de tránsito lo requieran, puede tenderse media sección.
- Afinamiento y compactación. La superficie de la capa final de base estabilizada debe afinarse para ajustarse a los espesores indicados en planos y a las alineaciones horizontal y vertical como a las secciones típicas de pavimentación, procediéndose a la compactación inicial con compactadora liviana de llantas neumáticas no mayor de 70 kN y con rodillo liso sin vibración. Se procederá a la compactación final, con rodillo vibratorio y compactadora pesada de llantas neumáticas, debiendo quedar el nivel de la superficie ya compactada, hasta lograr un mínimo del 95% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T-180 o AASHTO T-134.

b) *Mezcla con cemento hidráulico*

El cemento debe aplicarse uniformemente sobre la superficie del material preparado.

Al momento de aplicar el cemento, este debe tener un contenido de humedad menor que el óptimo de conformidad con el método AASHTO T-134, para que se produzca una mezcla uniforme; la humedad de campo debe determinarse secando el material o usando carburo, de conformidad con AASHTO T-217.

La aplicación del cemento debe efectuarse por medio de maquinaria con equipo distribuidor de tipo de tornillo, caja u otro sistema. El cemento no debe aplicarse manualmente, colocando las bolsas sobre la superficie cuando las condiciones del viento no obstaculicen su adecuada distribución en la cantidad especificada y ordenada. El cemento que se haya desplazado de la superficie que se debe tratar tiene que reemplazarse antes de empezar a mezclarse.

Inmediatamente después de que el cemento se ha aplicado se debe efectuar la mezcla, utilizando una máquina mezcladora pulverizadora o estabilizadora. La mezcla debe de continuarse sin interrupción hasta que el cemento esté homogéneo e íntimamente mezclado con el material, para prevenir la formación de grumos de cemento al momento de agregar el agua.

Inmediatamente después que el material y el cemento se hayan mezclado, debe agregarse agua en cantidad adecuada y proseguir la mezcla en húmedo hasta lograr la homogeneidad y consistencia apropiadas para la compactación.

El agua debe aplicarse utilizando un distribuidor a presión o con máquina estabilizadora; y el equipo de abastecimiento y distribución debe ser capaz de aplicar en menos de tres horas, la cantidad total de mezclado, en tramos en construcción no mayores de 100 metros.

- Agua. El suministro de agua debe ser de acuerdo con lo diseñado, debiendo tener un medidor para proporcionarla por peso o por volumen, en la cantidad especificada en la fórmula de dosificación. La descarga de agua en la mezcladora no debe iniciarse antes de que una parte del material sea colocada dentro de la misma.
- Tendido. Los materiales ya mezclados deben tenderse en capas no mayores de 30 cm ni menores de 15 cm, sobre la superficie subyacente previamente preparada y aceptada. Si el espesor total requerido de la base estabilizada es mayor de 30 cm, debe tenderse en dos o más capas nunca menores de 10 cm cada una, no permitiéndose tender la capa siguiente antes de comprobar la compactación de la anterior. El material de base estabilizado, colocado y tendido debe corresponder en cantidad al espesor de capa indicado en los planos, en el ancho total establecido en la sección típica de pavimentación, tomando en cuenta su reducción de volumen por la compactación. Cuando las condiciones de tránsito lo requieran, puede tenderse media sección.
- Requisitos de tiempo para las operaciones de estabilización con cemento hidráulico. Durante el proceso de estabilización en todas sus etapas, el material estabilizado, no debe permanecer sin disturbar más de 30 minutos. Entre la aplicación del agua a la mezcla y la terminación de la conformación y la compactación inicial, no deben transcurrir más de 2 horas, para las operaciones correspondientes a un mismo tramo. Asimismo, no deben de transcurrir más de 2,5 horas desde la aplicación del agua a la mezcla, para completar el afinamiento y la compactación final, hasta lograr una superficie firme, con textura libre de laminaciones y material suelto.
- Afinamiento y compactación. El equipo de compactación debe producir la compactación requerida dentro de los límites de tiempo establecidos en el literal anterior. La superficie de la capa final de la base estabilizada debe afinarse para ajustarse a los espesores indicados en planos y a las alineaciones horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación. El nivel de la superficie ya compactada debe quedar dentro de las tolerancias establecidas hasta lograr un mínimo del 100% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T-134.
- La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia mediante el método AASHTO T-191. Cuando el espesor que se debe compactar exceda de 300 milímetros, el material debe compactarse en dos o más capas nunca menores de 150 milímetros, permitiéndose ejecutar la compactación en media sección cuando el tránsito lo requiera. Para el curado de la base estabilizada con cemento, debe cubrirse con un sello de emulsión asfáltica, grado SS-1 o CSS-1.

c) *Mezcla del material asfáltico*

La mezcla del material que se debe estabilizar y el estabilizador asfáltico debe realizarse de acuerdo con el espesor total de diseño de la capa de base estabilizada según los planos, debiendo ser trabajado en capas no mayores de 15 cm ni menores de dos veces el tamaño máximo del agregado. Cada capa se trabajará en dos o tres subcapas y se trabajarán extendiendo una parte del material del

camellón colocado a un lado del área de trabajo, y efectuando el riego a presión del material asfáltico con camión distribuidor, a la temperatura que corresponda al tipo de estabilizador empleado, en la fracción que corresponda según el número de subcapas que se vayan a trabajar.

En cada riego de material asfáltico, la motoniveladora debe voltear completamente el material hasta que la mezcla sea uniforme, procediéndose a continuación a efectuar un nuevo riego, hasta completar la dosificación requerida. Posteriormente se deberá extender la siguiente subcapa procediendo en la forma descrita anteriormente, hasta completar el espesor de la capa.

Completadas estas operaciones, se procederá a la mezcla del espesor completo de la capa hasta que dicha mezcla tenga una apariencia uniforme. El proceso de estabilización de cada capa deberá de ser completado, incluyendo su compactación, antes de iniciar los trabajos de la siguiente capa, si ese fuere el caso.

- Aplicación y mezcla en la carretera por mezcladora móvil o estabilizadora. La aplicación del material asfáltico puede ser efectuada por medio de planta mezcladora móvil o máquina estabilizadora, equipadas con sistema acoplado de tanque alimentador de material asfáltico, para efectuar, previamente, el esparcimiento del material en capas de espesor uniforme. El espesor total de diseño de la capa de base estabilizada indicado en los planos deberá trabajarse en capas no mayores de 15 cm ni menores dos veces del tamaño máximo del agregado. En este caso no se requerirá la mezcla de material bituminoso en subcapas.
- Aireación. Cuando la fracción del material que pasa el tamiz 200 sea mayor del 2%, se requerirá la aireación de la mezcla, que se podrá efectuar como parte del proceso de mezcla en carretera.

Cuando se utilicen asfaltos rebajados, según el tipo y grado del material, debe airearse la mezcla hasta lograr la evaporación de por lo menos el 80% de los solventes, antes de proceder a la conformación final y compactación de la mezcla. En este caso la mezcla se puede dejar depositada en la planta, en un lugar previamente aprobado o transportarla por la carretera hasta obtener la condición necesaria para su compactación.

El tiempo de aireación es variable, según las características de los materiales y condiciones del clima, por lo que este debe ser determinado previamente, por medio de ensayos de laboratorio y de campo, sometidos a la aprobación del delegado residente.

En el caso de estabilización con emulsiones asfálticas, la aireación se deberá hacer hasta que el contenido de humedad total se haya reducido entre el 2% y el 5% del usado durante la mezcla, o que la emulsión empiece a romper, lo cual se nota por un cambio de color, de marrón a negro. En ese momento se deberá comenzar, de forma inmediata, el proceso de compactación. Cuando la fracción del material pasa el tamiz 200 sea menor del 2%, no se requerirá la aireación.

- Tendido. Los materiales, ya mezclados y aireados, deben tenderse en capas no mayores de 15 cm, sobre la superficie subyacente previamente preparada y aceptada. Si el espesor total requerido de la base estabilizada es mayor de 15 cm, debe tenderse en dos o más capas, sin poder tender la capa siguiente antes de comprobar la compactación de la inmediata anterior.

El material de base estabilizado, colocado y tendido debe corresponder en cantidad al espesor de capa indicado en los planos, en el ancho total establecido en la sección típica de pavimentación, tomando en cuenta su reducción de volumen por la compactación. Cuando las condiciones de tránsito lo requieran, puede tenderse media sección.

- Afinamiento y compactación. La superficie final de la capa de base estabilizada debe afinarse para ajustarse al espesor indicado en planos y a las alineaciones horizontal y vertical, así como a las secciones típicas de pavimentación. El nivel de la superficie ya compactada debe quedar dentro de las tolerancias establecidas hasta lograr el 100% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180. La compactación se deberá efectuar desde los lados hacia el centro, en dirección paralela a la línea central de la carretera.
- La compactación en el campo se debe comprobar mediante el método AASHTO T-191. Cuando el espesor que se compactará exceda de 30 cm, el material debe compactarse en dos o más capas nunca menores de 15 cm, permitiéndose ejecutar la compactación en media sección cuando el tránsito lo requiera.

314.04 Requisitos para el agua

El agua utilizada en las operaciones de estabilización debe ser clara, libre de aceites, sales, ácidos, álcalis, azúcar, materia vegetal y demás sustancias que puedan ser perjudiciales para la efectividad de la estabilización, según el tipo de producto estabilizador utilizado. El agua debe llenar los requisitos de la norma AASHTO T-26. Si la fuente es de un sistema de abastecimiento de agua potable, puede utilizarse sin necesidad de ensayo previo.

314.05 Requisitos para el material estabilizado

A menos que contractualmente se indique lo contrario, el material estabilizado debe llenar los requisitos siguientes:

a) Resistencia

a.1) Resistencia a compresión no confinada. El material de base ya estabilizado debe tener una resistencia mínima acorde al espesor de la capa, como se establece en el diseño y planos, así como en las disposiciones especiales. Los valores obtenidos durante la construcción, determinados por el método AASHTO T-220 o ASTM D-5102 para cal o ASTM D-1632 y D-1633 para cemento, según corresponda, en ningún caso podrán ser menores que los indicados en los planos y en el siguiente cuadro.

Cuadro 314-3
Requisitos de resistencia a la compresión no confinada

Estabilizador	Resistencia mínima a la compresión	Edad en días	Especificación
	Base		
Cal			
Cal-puzolana	2,00 MPa	28	ASTM D 5102
Cal-cemento-puzolana	3,50 MPa	7	ASTM C 593
Cemento-puzolana	3,50 MPa	7	ASTM D 1633
Cemento	3,50 MPa	7	ASTM D 1633
Materiales bituminosos	3,50 MPa	7	ASTM D 1633
Estabilizadores químicos	3,50 MPa	7	ASTM D 2950
	3,50 MPa	7	ASTM D 1633

Fuente: Elaboración propia.

a.2) Resistencia a mojado y secado. Los especímenes de material estabilizado con cemento, al someterse a 12 ciclos de humedecimiento y secado de conformidad con AASHTO T-135, no deben de tener una pérdida de peso mayor del 10%.

a.3) Estabilidad Marshall. El material de base estabilizado con materiales bituminosos debe tener una resistencia mínima acorde al espesor de la capa establecido en el diseño. En todo

caso, el material de base ya estabilizado deberá tener una estabilidad Marshall mayor de 3.336 Newtons (750 lb). La compactación de los especímenes para los ensayos indicados anteriormente deberá efectuarse a 75 golpes por cara para la capa de base. Cuando se usen asfaltos líquidos el ensayo Marshall se efectuará de conformidad con AASHTO T-245 o ASTM D-1559. Cuando se usen emulsiones asfálticas se efectuará el ensayo Marshall modificado de conformidad con el manual MS-19 del Instituto de Asfalto.

La preparación para medir la pérdida de estabilidad por inmersión consistirá en los siguientes pasos:

- Se debe mantener los especímenes dentro del molde 24 horas a temperatura ambiente.
- Se debe mantener los especímenes 24 horas adicionales afuera del molde.
- Posteriormente se deben secar los especímenes al horno a 38 °C durante 24 horas.
- A continuación, se deben sumergir en agua, en un recipiente con una presión reducida a 100 milímetros de mercurio durante una hora y luego restablecer gradualmente la presión atmosférica manteniendo el espécimen en saturación hasta completar un período de dos horas.
- Al completar esta secuencia, se procederá a realizar el ensayo de estabilidad Marshall. El valor de la pérdida de estabilidad por inmersión no deberá ser mayor del 30%, calculada como:

$$\text{Valor de pérdida} = \frac{100 - \text{Estabilidad saturada}}{\text{Estabilidad seca}} \times 10$$

- Plasticidad. El material de base ya estabilizado con cal o cemento debe tener un índice de plasticidad determinado por el método AASHTO T-90, no mayor de 4.

314.06 Requisitos para materiales de curado

Requisitos para emulsiones asfálticas de curado. El tipo, grado y especificación para el material bituminoso que se use para riego de curado, debe ser el correspondiente a las emulsiones SS o CSS, a menos que se indique contractualmente, de acuerdo con AASHTO M 140 y AASHTO M 208, respectivamente, con temperaturas de aplicación de entre 20 °C y 70 °C.

Requisitos para otros materiales de curado. Si contractualmente se indica, pueden utilizarse otros materiales impermeables para riegos de curado.

314.07 Medición

a) El material de base se medirá geoméricamente en metros cúbicos colocados y terminados en la obra, después de su mezclado con el material estabilizador, tendido y compactado. b) Los materiales utilizados para la estabilización serán medidos así: cal, cemento, puzolanas y escorias, por el número de kilogramos, con aproximación de dos decimales, realmente incorporados al material de base. Para el material asfáltico se debe hacer, c) por el número de litros (Estados Unidos), d) por el número de galones (Estados Unidos). En ambos casos, a la temperatura de 15,6° C, con aproximación de dos decimales, de material asfáltico realmente incorporados al material de base. Para los compuestos estabilizadores: e.1) químicos orgánicos e inorgánicos suministrados en estado líquido, la medida se debe hacer por el número de galones (Estados Unidos), suministrados en forma de concentrado sin diluir, y e.2) para el caso de los estabilizadores suministrados en estado sólido, la medida se debe hacer del número de kilogramos con aproximación de dos decimales. En ambos casos, esta medida corresponderá a la cantidad de material estabilizador realmente incorporada al material de base.

f) Para los materiales de curado, si fuera material asfáltico la medida se debe hacer por el número de galones (Estados Unidos, a la temperatura de 15,6° C, con aproximación de dos decimales, de material bituminoso para curado, realmente aplicados). Otros materiales para curado, la medida se debe hacer de acuerdo con la unidad de suministro brindada por el fabricante.

314.08 Forma de pago

El pago se hará por la unidad de medida establecida en el numeral 307.06 de acuerdo con el material utilizado para la base estabilizada. En todo caso, el pago realizado constituirá plena compensación por todos los materiales, maquinaria, equipo mano de obra, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo y cualquier imprevisto necesario para la correcta construcción de este concepto.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
314.05 (a)	Base	Metro cúbico
314.05 (b)	Material estabilizante	Kilogramo
314.05 (c)	Material bituminoso	Litro
314.05 (d)	Material bituminoso	Galón
314.05 (e.1)	Estabilizador químico	Galón
314.05 (e.2)	Estabilizador sólido	Kilogramo
314.05 (f)	Material de curado	Variable depende del fabricante

315. Reciclaje o recuperado en caliente de pavimentos asfálticos

315.01 Descripción

Este trabajo consistirá en recuperar la carpeta asfáltica en caliente, mediante su remoción del pavimento existente, su reducción al tamaño adecuado, su mezclado en caliente con cemento asfáltico nuevo o un agente suavizador y agregados nuevos añadidos en esa etapa y en una planta, además, su colocación y compactación sobre una superficie preparada, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes, espesores y secciones transversales existentes.

315.02 Materiales

Los agregados pétreos para la elaboración de la mezcla serán los procedentes del recuperado del pavimento y los agregados vírgenes necesarios para corregir la graduación y garantizar la calidad de la mezcla. El agregado virgen deberá presentar características para que el material resultante del proceso de mezcla con los agregados recuperados del pavimento cumpla los requisitos de la sección 1352.05, 1352.06 y 1352.07.

El ligante debe ser una emulsión asfáltica que debe cumplir los requerimientos normalmente tipo CSS-1 o igual, según la especificación AASHTO M-208 o ASTM D-2397 y según los ensayos AASHTO T-59 o ASTM D-2444.

El agente rejuvenecedor, en caso de requerirse, deberá ser un material cuyas características químicas y físicas permitan devolverle al asfalto envejecido las condiciones necesarias para la nueva mezcla, que deben cumplir los requisitos de las especificaciones estipuladas por su fabricante y en la normativa de referencia. Estos aditivos deberán garantizar la afinidad requerida entre el asfalto y el agregado.

315.03 *Requisitos para la construcción*

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

a) *Perfilado y recuperado del pavimento existente*

Con maquinaria para el proceso de escarificación y disgregado del pavimento en frío, se recuperará el pavimento en el número de capas y espesor específico, según lo defina el supervisor, y transportará los materiales recuperados para su posterior proceso en la planta para la elaboración de la mezcla asfáltica en caliente. La superficie perfilada deberá barrerse adecuadamente, de manera que no queden materiales sueltos sobre ella.

b) *Preparación de la superficie existente*

La mezcla asfáltica se podrá colocar en el mismo tramo de vía donde se disgregó o perfiló el pavimento para su recuperado, o en uno diferente. Cualquiera que sea el caso, la superficie sobre la que se colocará la mezcla asfáltica deberá tener la densidad apropiada y las cotas indicadas por el supervisor.

Cuando la mezcla se vaya a colocar en la misma vía de donde se extrajo el pavimento recuperado, o como refuerzo en un pavimento existente, el contratista deberá efectuar los bacheos previos en las zonas con daños, que deberán corresponder a fallas de origen profundo que requieran la corrección previa, con el fin de evitar deficiencias en el soporte de la capa asfáltica.

En caso de que la mezcla se coloque sobre la base granular del mismo pavimento del que se extrajeron los materiales recuperados, la base deberá recom pactarse hasta obtener una densidad igual o superior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo modificado de compactación (norma de ensayo AASHTO T-180, método D).

Cuando la mezcla se vaya a colocar como parte de un pavimento nuevo, rige lo descrito en la sección 304 de este Manual. Si la extensión de la mezcla requiere riegos previos de imprimación o liga, estos se realizarán conforme lo establecen las secciones 307 y 309 de este Manual.

c) *Procesamiento y apilamiento del material recuperado*

El material perfilado y recuperado deberá acarreararse a la planta central para su posterior procesamiento. Los apilamientos del material recuperado deberán protegerse de la contaminación de materiales extraños y de la lluvia. Para evitar la consolidación de estos apilamientos, su altura no deberá ser mayor de dos metros.

Previo a la dosificación para confeccionar la mezcla asfáltica, deberá garantizarse una adecuada disgregación del material recuperado, de manera que no existan grumos mayores de cinco centímetros de diámetro. Esto se logrará mediante una leve trituración del material recuperado, para evitar la alteración de la graduación de los agregados conforme al diseño, o mediante el uso de una malla de cinco centímetros de abertura colocada encima de la tolva de dosificación de los materiales recuperados.

d) *Elaboración de la mezcla asfáltica en caliente recuperada*

El porcentaje de materiales vírgenes (agregados y asfalto) y de materiales recuperados en la mezcla asfáltica dependerá de:

- d.1) La humedad de los materiales recuperados.
- d.2) La temperatura de la mezcla asfáltica.

- d.3) La temperatura de los materiales recuperados.
- d.4) La producción de mezcla asfáltica deseada.
- d.5) La capacidad del extractor de aire del tambor mezclador o de la balanza de pesaje.

Para mezclas en caliente el porcentaje de materiales recuperados no podrá ser mayor del 30% por peso de la mezcla total. Sin embargo, si el diseño lo requiere y el supervisor aprueba los resultados de incorporar un porcentaje mayor, este se avalará con pruebas del laboratorio.

e) *Colocación de la mezcla*

Se aplicará lo descrito en la sección 304 de este Manual.

f) *Diseño de la mezcla*

Para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente, previamente se deberá realizar un análisis de laboratorio de los materiales recuperados, que deberá incluir:

- f.1) Muestreo de materiales recuperados
- f.2) Extracción de asfalto en el material recuperado
- f.3) Graduación de los agregados
- f.4) Porcentaje de asfalto en material recuperado
- f.5) Viscosidad absoluta del asfalto recuperado
- f.6) Penetración del asfalto recuperado
- f.7) Abrasión a los agregados recuperados
- f.8) Sanidad de los materiales recuperados
- f.9) Otros análisis según especificaciones especiales

Adicionalmente, deberán realizarse las pruebas a los agregados y asfaltos vírgenes, según el método de diseño Marshall. Una vez realizados los análisis de laboratorio a los materiales recuperados y a los materiales vírgenes, se deberá calcular la nueva graduación de los agregados de la mezcla resultante y su porcentaje de asfalto virgen, el tipo y agentes rejuvenecedores, si se requieren.

En vista de la posible heterogeneidad de la graduación de los agregados y calidades del asfalto recuperados del pavimento original, se deberán realizar varias muestras a lo largo del pavimento por reciclar, con el fin de efectuar las correcciones necesarias en la graduación y contenido de asfalto de los materiales vírgenes.

g) *Compactación*

h) *Acabado final*

Previo a la apertura del tránsito se deberán colocar todas las marcas en el pavimento de acuerdo con el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

315.04 *Medición*

La medición será así: a) del proceso de perfilado del pavimento existente será por metro cuadrado al espesor indicado por el supervisor y b) la medición para el proceso de fabricación y colocación de mezcla asfáltica en caliente reciclada será por toneladas de mezcla.

315.05 *Forma de pago*

El pago se hará por el número total de unidades realizadas y medidas conforme se indica en el numeral 315.04, pago que será compensación plena por el perfilado, carga, traslado, diseño de la mezcla, la preparación, agregados, material bituminoso, aditivos, mezclado, colocación, afinamiento a los niveles indicados por el supervisor y la compactación correspondiente, por mano de obra, equipo, herramienta, señalización preventiva de la zona de trabajo y demás imprevistos necesarios para completar correctamente el trabajo tal como aquí se especifica.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
315.05 (a)	Perfilado	Metro cuadrado
315.05 (b)	Mezcla asfáltica	Tonelada

316. **Sello de pavimento con emulsiones**

316.01 *Descripción*

Consiste en la aplicación simple de material asfáltico sobre una superficie de pavimento existente, que se cubre con una capa ligera de agregados finos limpios o arena limpia, totalmente seca y bien extendida. Posteriormente se compactará con el propósito de impermeabilizar la capa superior, protegerla del desgaste, la filtración de agua y proporcionar una superficie antiderrapante.

316.02 *Materiales*

El material asfáltico que se utilizará será emulsión asfáltica tipo CRS-2 o CRS-2P, que esté de acuerdo con los requisitos de calidad especificados por la ASSHTO M-316-98 (tipo curado rápido), definido por el contratante.

El material de secado deberá ser arena, de granulometría que pase el 100% el tamiz núm. 8 (2,36 mm).

La arena podrá triturarse o natural, los granos serán densos, limpios y duros, libres de terrones de arcilla y de cualquier material que pueda impedir la adhesión de estos con el asfalto.

316.03 *Requisitos del clima*

Antes de aplicar el sello de pavimento, deberá tomarse en cuenta que ningún material asfáltico deberá colocarse cuando el tiempo sea muy húmedo, lluvioso, que esté lloviendo, o con neblina.

316.04 *Equipo*

El equipo para la colocación del sello de pavimento debe incluir una barredora giratoria u otro tipo de barredora mecánica, un ventilador de aire mecánico (o aire a presión), un distribuidor asfáltico y un rodo doble liso.

316.05 *Procedimiento de construcción*

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Deberá removerse todo material suelto y extraño por medio de un barrido ligero. Antes de hacer el sello de pavimento es aconsejable humedecer la superficie. La temperatura de aplicación deberá ser la adecuada para cada tipo de emulsión.

El material asfáltico será distribuido uniformemente en el ancho de la sección, usando una proporción de $0,25 \pm 0,05$ galones por m^2 , determinado por el supervisor, regando inicialmente la primera mitad de la vía, partiendo de la línea central para permitir el tránsito vehicular en un solo sentido.

Después de aplicado el sello de pavimento se procederá a la colocación del material de secado de un espesor de 1 cm, que deberá uniformizarse, compactarse y retirarse antes de abrir al tráfico.

La superficie de todas las estructuras y árboles adyacentes al área de tratamiento deben protegerse de salpicaduras o manchas. El contratista deberá retirar el material y reparar todo daño ocasionado.

El material de secado debe colocarse inmediatamente después del rompimiento de la emulsión y se removerá en un período de 2 a 4 horas o cuando el supervisor estime conveniente. Cualquier exceso de material asfáltico que quede en la superficie debe retirarse usando arena u otro material apropiado que absorba y como lo ordene el supervisor, antes que se reanude el tránsito.

Una vez que la emulsión ha secado y se ha producido adherencia con la arena, se barrerá el material de cubierta excesivo con escoba mecánica para dejar una superficie libre de material suelto. La presión del cepillo barredor, debe ser tal, que no suelte material incrustado durante la operación de barrido. Se debe evitar en todo momento que el material derivado del barrido no obstruya obras de drenaje superficial o subterráneo, o que pueda contaminar el suelo del derecho de vía, la vegetación o los cuerpos de agua superficiales.

El material producto del barrido deberá ser levantado y llevado a un sitio autorizado para su disposición final, ya que es un material con residuos de material peligroso.

Previo a la apertura del tránsito se deberán colocar todas las marcas en el pavimento de acuerdo con el *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito*.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

316.06 Medida

La cantidad será en metros cuadrados, midiendo su longitud por su ancho del área colocada y aceptada.

316.07 Forma de pago

Los pagos se harán por el número de metros cuadrados de la superficie trabajada, medido como se indica en el numeral 316.06, al precio unitario establecido, que incluirá la compensación total de la disposición de los materiales sobrantes, toda la mano de obra, materiales, equipos, señalamiento preventivo de zona de trabajo y todas las operaciones y gastos incidentes para terminar esta partida de trabajo.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
316.07 (a)	Sello asfáltico con emulsiones	Metro cuadrado

317. Perfilado de la capa de rodadura en pavimentos asfálticos

317.01 Descripción

Este trabajo consistirá en la obtención del nuevo perfil longitudinal y transversal del pavimento asfáltico existente, mediante el procedimiento de perfilado o fresado en frío, todo de acuerdo con los alineamientos y dimensiones indicados en el contrato.

317.02 *Materiales*

No es necesario usar materiales para este trabajo.

317.03 *Maquinaria*

Para llevar a cabo esta operación se utilizará una máquina autopropulsada denominada perfiladora, con dientes de acero adheridos a un cilindro giratorio, de muy alta resistencia al impacto y a la abrasión, corta o desgasta la capa de rodadura existente al ancho del cilindro y a una profundidad especificada. El tamaño de las partículas resultantes estará en función de la profundidad de corte, de la velocidad de avance de la máquina y del diseño y número de dientes cortadores.

Una vez cortado o disgregado el material, deberá recogerse con la misma máquina, y por medio de una banda transportadora se llevará hasta la góndola de las vagonetas para su traslado a los sitios especificados.

Luego de esta operación en un tramo definido, se deberá realizar un barrido por métodos manuales o mediante la utilización de una barredora de pavimentos autopropulsada de manera que no queden partículas sueltas en el pavimento. El material producto del barrido deberá ser levantado y llevado a un sitio autorizado para su disposición final, ya que es un material con residuos de material peligroso.

Al final, quedará una superficie texturizada que se podrá abrir al tránsito inmediatamente, o se puede colocar una nueva superficie de rodamiento, según se defina en el contrato respectivo.

La función de la perfiladora es, mediante los dientes cortadores, romper la adhesión de los agregados impregnados con asfalto, sin fracturar el agregado.

317.04 *Requisitos para la ejecución*

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Es requisito indispensable para la ejecución de esta actividad contar con una máquina perfiladora cuyo estado, potencia y capacidad productiva garanticen el correcto cumplimiento del plan de trabajo.

Si durante el transcurso de los trabajos se observa deficiencias o mal funcionamiento de la máquina, se ordenará su inmediata reparación o reemplazo de ser necesario.

317.05 *Preparación de la superficie existente*

Previamente a la operación de perfilado, la superficie del pavimento deberá estar completamente limpia, dándole prioridad a la operación de barrido y soplado que se requiera para lograr tal condición.

317.06 *Perfilado del pavimento*

El perfilado de la capa de rodamiento se efectuará sobre las áreas previamente designadas, a temperatura ambiente y sin adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar la granulometría de los agregados o las propiedades del asfalto existente.

El material extraído deberá transportarse a los lugares previamente aprobados donde deberá apilarse. El material extraído, producto del perfilado, será propiedad de la persona designada contractualmente. Durante el manipuleo del material perfilado, deberá evitarse su contaminación. No se aceptará en el acopio el material que resulte contaminado como resultado de un manipuleo incorrecto por parte del contratista.

En las proximidades de pozos de registro de alcantarillas y en sitios inaccesibles a la maquinaria de perfilado, el pavimento deberá removerse empleando otros métodos que den lugar a una superficie apropiada.

El perfilado se podrá realizar en una o varias pasadas, hasta alcanzar el espesor establecido previamente y deberá quedar una superficie nivelada y sin fracturas.

En la posibilidad de que, al terminar una jornada de trabajo, no se complete el perfilado en todo el ancho de la zona para circulación de vehículos, en los bordes verticales, en sentido longitudinal o transversal cuya altura supere los cinco centímetros (5 cm), deberá construirse una rampa con el material adecuado y siguiendo las instrucciones del supervisor, de manera que no cause ningún peligro al tránsito de vehículos. No se reconocerá pago directo por este trabajo. Tampoco se permitirá la permanencia de un día a otro en la vía, espaldones o cunetas, material suelto producto del perfilado.

Con cualquier método utilizado por el contratista, los trabajos de perfilado no deberán producir daños a objetos, estructuras y vegetación que se encuentren cerca de la zona de acción de sus equipos. Por consiguiente, deberá tomar todas las precauciones, y serán de su responsabilidad todos los daños y perjuicios que se ocasionen durante la operación de este trabajo. Para esto, el supervisor estará facultado para exigir la modificación de todas las medidas de seguridad que se hubiesen adoptado inicialmente.

317.07 Control

Durante la ejecución de los trabajos, se verificará el funcionamiento del equipo empleado.

317.08 Tolerancias

Se permitirá una tolerancia en la profundidad de la excavación resultante, respecto a lo acordado inicialmente, de hasta 0,5 cm de más o de menos.

Si al concluir los trabajos de perfilado no se realizará ninguna actividad constructiva adicional, entonces se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron, pero previamente a la apertura del tránsito se deberán colocar todas las marcas en el pavimento de acuerdo con el *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito*.

317.09 Medición

La medición del pavimento asfáltico perfilado se efectuará por metro cuadrado de superficie, de acuerdo con las exigencias de esta sección y las profundidades de corte señaladas. El área perfilada se determinará multiplicando la longitud perfilada por el ancho perfilado. No se medirá ninguna área fuera de estos límites.

317.10 Forma de pago

Las cantidades medidas conforme el numeral 317.09 se pagarán a los precios unitarios del contrato. Estos pagos constituirán la compensación plena y total por llevar a cabo esta actividad con la maquinaria, mano de obra, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo e imprevistos necesarios para ejecutar los trabajos descritos.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
317.10 (a)	Perfilado de pavimento asfáltico	Metro cuadrado

Cuadro 300–I
Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial en pavimentos asfálticos

Sección 300 – Pavimentos asfálticos					
Actividades	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo	Impacto	Medidas de reducción de vulnerabilidad
301. Sello de fisuras y grietas en pavimentos asfálticos 302. Reparación de áreas de falla (bacheo profundo o mayor) 303. Bacheo superficial o menor en pavimentos bituminosos 304. Colocación de capa asfáltica de refuerzo en frío o caliente 305. Escarificación y reconformación de carpeta asfáltica 306. Base triturada 307. Riego de imprimación 308. Material secante 309. Riego de liga 310. Tratamientos asfálticos superficiales 311. Lechada asfáltica (<i>slurry seal</i>) 312. Microcarpeta (<i>micro surfacing</i>) 313. Recuperado en frío de pavimentos asfálticos 314. Colocación de base estabilizada 315. Recuperado en caliente de pavimentos asfálticos 316. Sello de pavimento con emulsiones 317. Perfilado de capa de rodadura en pavimentos asfálticos	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrometeorológicos: inundaciones repentinas, olas de calor, aumento del nivel del mar, incremento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos y aumento de las temperaturas • Tecnológicas: fallas estructurales, colapsos • Sociales: malos hábitos, manejo inapropiado de desechos, accidentes laborales 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencias en el diseño • Antigüedad de la infraestructura • Aspectos económicos/culturales limitantes • Ubicación de áreas propensas a inundaciones u otros desastres • Falta de rutas alternativas en caso de cierres 	<ul style="list-style-type: none"> • Accidentes de tránsito • Disminución de la capacidad vial • Aumento de los costos de operación vehicular y de la generación de GEI • Erosión • Sedimentación • Reducción de la vida útil de los pavimentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre parcial de la carretera • Pérdida de vidas humanas, • Impacto en las cadenas logísticas • Pérdida de infraestructura 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de vulnerabilidad y riesgo • Realizar inspecciones con personal calificado para identificar daños en la infraestructura • Incorporación de medidas de adaptación al cambio climático cuando sea pertinente • Cumplimiento del programa de mantenimiento rutinario y periódico • Señalizaciones adecuadas y pertinentes • Implementar medidas de seguridad vial • Mantenimiento planificado ante eventos hidrometeorológicos • Educación ambiental en los programas de mantenimiento de carreteras • Coordinación y respuesta a emergencias • Contar con equipo en buen estado y mano de obra calificada • Llevar a cabo un programa de control de calidad • Llevar a cabo pruebas de laboratorio de suelos

Fuente: Elaboración propia.

Sección 400. Pavimentos rígidos

401. Sellado de juntas, fisuras y grietas en concreto hidráulico

401.01 Descripción

Las juntas, cualquiera que sea su función principal, deben rellenarse o sellarse con materiales apropiados, deben realizarse preferentemente antes de la apertura del tránsito en la carretera, siguiendo las recomendaciones e instrucciones de los fabricantes del producto que se colocará. El sellado de fisuras y grietas es una actividad de mantenimiento preventivo y debe realizarse antes que el agua penetre a la base del pavimento y cause daños a la estructura (subrasante, subbase o base) o al pavimento en sí.

Ambas actividades no podrán ejecutarse a) en áreas donde el agua haya penetrado y causado daño a cualquier parte de la estructura del pavimento, b) cuando el pavimento muestre daños en su estructura y sea necesaria su reconstrucción o sustitución. Debe verificarse que el pavimento no muestre señales de humedad, que causarían falta de adherencia del material y posterior desprendimiento.

Incluye el suministro de mano de obra, materiales, equipo y la ejecución de las operaciones necesarias para sellar las juntas, fisuras y grietas en el concreto hidráulico que hayan sido identificadas por el supervisor.

401.02 Materiales

El sellante para las juntas y grietas deberá ser elástico, resistente a los efectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes con el concreto y debe permitir las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas sin agrietarse, debiendo emplearse productos a base de silicona (ASTM D5893), poliuretano (ASTM C920) o asfalto (ASTM D6690), que deberán ser autonivelantes y solidificarse a temperatura ambiente. Se deberán proporcionar los certificados de calidad respectivos. Es importante considerar materiales resilientes a las altas temperaturas.

La tirilla de respaldo (*backer rod*) que se utilice deberá ser compatible con el material sellante.

401.03 Equipo

- a) Equipo ranurador. Para la elaboración y reperfilado de juntas, se dispondrá de un ranurador rotatorio autopropulsado o de un ranurador de cuchilla vertical. La máquina ranuradora deberá ser capaz de seguir la huella de la grieta, ensanchando la parte superior de la misma a la sección requerida, sin descascarar o dañar el concreto.
- b) Inyector de aire comprimido. Deberá tener la capacidad para suministrar aire comprimido, limpio y seco (sin aceite ni humedad).
- c) Material de respaldo. En las juntas, generalmente se instala un respaldo de esponja (*backer rod*), por medio de una rueda de acero a la profundidad especificada, cuidando de no doblar o estirar este respaldo durante su instalación. La longitud del respaldo debe ser limitada a la que puede sellarse el mismo día.
- d) Aplicador del material de sello. Se dispondrá de un aplicador para inyectar el material de sello dentro de la fisura, grieta o junta. El equipo de aplicación de material sellante en caliente debe disponer de un dispositivo controlador de temperatura. Deberá mantenerse la temperatura de aplicación dentro del rango de tolerancia recomendado por el fabricante y no debe colocarse cuando la temperatura ambiente a la sombra sea menor de 10 °C. El vertido se debe realizar de forma que el material no se derrame sobre las superficies expuestas del concreto.

- e) Material secante. En el caso del sellado de las fisuras y grietas, y antes de permitir el paso vehicular, se debe colocar el material secante sobre el elemento sellador, que cumplan las características descritas en el numeral 301.02 de este Manual.

Cualquier material sobrante que quede sobre la superficie del pavimento de concreto debe retirarse inmediatamente y se debe limpiar la superficie del pavimento.

401.04 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Las juntas, fisuras y grietas que contengan restos de sellos antiguos o material extraño, deberán limpiarse completa y cuidadosamente en toda su profundidad. Para esto se podrá utilizar equipo ranurador, herramientas manuales u otros equipos adecuados que permitan remover el sello o relleno antiguo sin afectar al concreto. No deberán utilizarse equipos neumáticos de percusión u otras herramientas o elementos destinados a picar la junta, pues estos pueden soltar o desprender trozos de concreto. Adicionalmente se podrá utilizar aire a presión para limpiar la superficie.

Para las fisuras y grietas que no se han tratado previamente, se deberá formar una ranura o caja de reservorio con equipo ranurador en todo el recorrido de la grieta, en una profundidad mínima de 20 mm y un ancho no menor de 4 mm ni mayor de 12 mm.

Se deberán seguir las recomendaciones del fabricante del sello en cuanto a relación ancho a espesor y deberá quedar a una profundidad aproximada de 3 mm abajo de los bordes de la junta o grieta para evitar que sea removido por el tránsito vehicular. La aplicación del sellador deberá realizarse con equipo adecuado.

Después de la aplicación del material sellador, el contratista deberá dejar la superficie del concreto completamente limpia.

Cuando existan defectos de calidad, construcción, acabado o en caso de que la obra ejecutada no presente un desempeño adecuado, el contratista deberá remover y reconstruir el tramo afectado. Estas reparaciones se harán por cuenta del contratista y sin pago adicional por ello.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

401.05 Medición

Esta actividad se medirá por metro lineal de junta, fisura o grieta sellada.

401.06 Forma de pago

El pago de los trabajos medidos como se indica en el numeral 401.04 se hará de acuerdo con el precio unitario del contrato, actividad que constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución, equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo y cualquier otro imprevisto necesario para su adecuada y correcta realización.

2	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
401.05 (a)	Sellado de juntas, fisuras y grietas	Metro lineal

402. Reparación de losas de concreto hidráulico

402.01 Descripción

Los trabajos consistirán en la reparación de las losas defectuosas en los pavimentos de concreto hidráulico con el fin de restaurarlos a un estado que se ajuste a su condición original. Estos trabajos incluyen la remoción parcial o total de losas de concreto simple y reforzadas que muestren avanzado estado de fracturación, fisuramiento o deformaciones.

402.02 Materiales

Los materiales deben cumplir con las siguientes secciones:

- a) El cemento debe fabricarse de acuerdo con la norma ASTM C-150, ASTM C-595 o ASTM C-1157.
- b) El agregado fino y grueso debe cumplir con los requisitos especificados en ASTM C-33.
- c) El concreto hidráulico deberá tener resistencia mínima a la flexotracción (módulo de ruptura) de 45 kg/cm^2 a la edad de 28 días, obtenida según ASTM C-78. Deberá tener una relación agua/materiales cementantes de 0,49 máximo. La temperatura máxima de colocación deberá ser de $32 \text{ }^\circ\text{C}$ y del tipo *fast track* cuando se requiera dar apertura al tráfico en poco tiempo.
- d) Los aditivos para el concreto deberán cumplir con los requisitos de ASTM C-494.
- e) Los tipos de selladores deberán cumplir con la sección 401.02 Materiales.

402.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Las losas rotas, grietas y fisuras erráticas, juntas de contracción ineficientes cercanas a la fisura y desprendimientos a lo largo de juntas y fisuras deberán reemplazarse o repararse antes de completar el sellado de juntas.

Las losas que contengan fisuras múltiples y de espesor completo, que separen a la losa en tres o más partes, deben ser removidas y reemplazadas.

El reemplazo de losas debe incluir la colocación de dovelas en todos los reemplazos realizados. Considerar disminuir el espacio entre dovelas, con el propósito de mejorar la transferencia de cargas entre ambas losas. Las grietas de esquina deberán intervenir mediante la reparación de espesor completo.

La reparación de espesor completo deberá ser de 3 metros de largo por el ancho de losa. Si la reparación de 3 metros deja un segmento de pavimento de menos de 3 metros de largo, se deberá extender la reparación a la junta transversal. Si las dimensiones de las losas que se deben recuperar son menores a 3 m, se deberá remover y reemplazar la losa completa.

En caso de que el pavimento reparado presente dovelas o barras pasajuntas, estas deberán incorporarse en la junta de construcción previo a la colocación de concreto, quedando empotrada la mitad de la longitud de la dovela en el concreto existente y teniendo el cuidado de alinearlas adecuadamente, además de engrasar uno de sus lados, para evitar que la dovela ofrezca restricciones al movimiento entre losas. La longitud de la dovela deberá ser al menos de 400 mm. El diámetro de las dovelas deberá ser similar a las existentes. En caso de existir dificultad para obtener dovelas de diámetro similar, se podrán utilizar dovelas de otros diámetros manteniendo siempre la cuantía de acero en la junta.

Cuando se realicen reparaciones de espesor completo, se deberá asegurar que el material de base y subbase no presente daños, de lo contrario se deberán realizar las reparaciones respectivas.

Las losas de pavimento que presenten una fisura única, en forma longitudinal, se deberán reparar mediante la colocación de barras en cruz (*cross stitching*). No se deberá emplear esta técnica en grietas transversales.

La reparación con barras en cruz emplea barras de amarre corrugadas que se insertan en agujeros perforados a través de una grieta en ángulo de 25 a 45 grados, dependiendo del espesor de la losa. Una barra de diámetro igual a 19 mm es suficiente para mantener una junta estrechamente unida con el fin de mejorar la transferencia de carga entre segmentos o dos losas contiguas. La longitud de barra y la distancia de la perforación desde la grieta se tomarán del cuadro 402.1. Las barras deben estar espaciadas de 600 a 900 mm, de centro a centro y se alternan a cada lado de la grieta. Si existe tránsito de camiones pesados las barras deberán estar espaciadas a 600 mm. Las barras deberán estar a una distancia de 60 centímetros desde la junta transversal.

Se deberá asegurar que el agujero se profundice hasta que falte 2,5 centímetros antes de llegar a la parte inferior de la losa.

El agujero deberá estar limpio antes de introducir el epóxico y la barra. Las características de este sellante para las juntas y grietas deben cumplir con las propiedades indicadas en el inciso 401.02 Materiales de este Manual.

Cuadro 402-1
Dimensiones de barra y localización de perforación

Ángulo de inclinación	Espesor de losa (cm)									
	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	28,0	30,5	33,0	35,5
	Distancia en planta entre perforación y la grieta (cm)									
25°	13,5	16,5	17,5	20,0						
30°		14,0	15,5	17,5	19,5					
35°		11,5	13,0	14,5	16,5	18,5	20,0	21,5		
40°							16,5	18,5	20,0	21,0
45°								15,0	16,5	18,0
	Longitud de barra (cm)									
25°	16,0	22,0	25,0	30,0						
30°		20,0	24,0	28,0	33,0					
35°		17,0	21,0	24,0	28,0	31,5	37,0	40,5		
40°							31,5	35,5	40,5	47,0
45°								30,5	35,5	16,5
	Diámetro de barra									
	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	1"	1"
	1,9 cm	1,9 cm	1,9 cm	1,9 cm	1,9 cm	1,9 cm	1,9 cm	1,9 cm	2,5 cm	2,5 cm

Fuente: Elaboración propia.

Las grietas que se reparen con barras en cruz deberán sellarse de acuerdo con el procedimiento indicado en la sección 401 Sellado de juntas, fisuras y grietas en concreto de este Manual.

Las grietas erráticas que penetren en el espesor total del pavimento deben ser ranuradas y selladas tal como se indica en la sección 401.

Las grietas erráticas que sean estrechas y no penetren en el espesor total del pavimento deben dejarse en el estado en que se les encontró. La profundidad de la fisura será determinada mediante una inspección de los testigos perforados a costa del contratista.

Cuando una grieta errática transversal termine, o cruce una junta de contracción transversal, la parte no fisurada de la junta se sellará con un mortero de resina epóxica y la ranura será corregida y sellada. Cuando una fisura o grieta errática transversal corra paralela a una junta de contracción del proyecto y esté a una distancia igual o menor a un 1,50 m de la junta, la fisura será rectificadas y sellada.

La junta se rellenará con un mortero de resina epóxica cuando la fisura transversal errática esté a más de 1,50 m de la junta de contracción más próxima a ella del pavimento. Además, la junta y la fisura se sellarán. Las juntas que deben rellenarse con mortero de resina epóxica se limpiarán cuidadosamente de manera previa al relleno.

Las roturas de bordes o despostillamiento y la desintegración de la superficie del pavimento de concreto, serán rehabilitadas mediante reparaciones de espesor parcial, que consistirán en un corte cuadrado o rectangular hecho con sierra a por lo menos 50mm fuera de la zona afectada, el corte con sierra debe hacerse hasta una profundidad no mayor a la mitad del espesor de la losa. El espesor que se interviene deberá ser aprobado por el supervisor.

Para la remoción del concreto que se reemplazará se utilizarán martillos neumáticos livianos de 15 lb, pudiendo utilizarse hasta martillos de 30 lb, nunca se deben utilizar herramientas pesadas que puedan dañar el concreto. El fondo de la zona removida debe quedar irregular y muy rugoso

El concreto entre el corte de la sierra y la junta o la fisura primaria debe eliminarse hasta encontrar estructura sana, y la cavidad formada será cuidadosamente limpiada de todo material suelto. En todos los costados de la cavidad se aplicará una capa de liga de resina epóxica a la superficie limpia y seca. Esta capa de liga se aplicará mediante el cepillado del material de liga en la superficie que se tratará, mediante un cepillo de cerdas duras.

La colocación del concreto, la resina epóxica o mortero se hará inmediatamente después de la aplicación de la capa de liga. Si las zonas rotas deben repararse en la proximidad de una junta de trabajo o una fisura de trabajo que penetren en el espesor total de la losa, debe utilizarse algún inserto u otro material que permita que no se peguen las partes en contacto para que estas juntas o fisuras de trabajo se mantengan en su condición original durante las tareas de reparación.

Las zonas de panales de abeja que se encuentren luego del retiro de los moldes se considerarán como trabajo defectuoso y deben ser removidas y reemplazadas.

El texturizado de la superficie del concreto, en las zonas reparadas, deberá ser similar al de la superficie existente o según requerimiento del supervisor.

Se deberá realizar un adecuado curado al concreto de las reparaciones de espesor parcial o espesor completo, de preferencia mediante la utilización de un compuesto curador de pigmento blanco, siguiendo las recomendaciones del fabricante en cuanto a su utilización. Los materiales removidos deben transportarse a lugares previamente aprobados para su deposición en la forma aprobada por el supervisor.

402.04 Apertura al tránsito

El supervisor decidirá cuándo puede abrirse el pavimento al tránsito. El pavimento no debe ser abierto al tránsito hasta que la resistencia del concreto (flexotracción) haya alcanzado por lo menos un 80% de la resistencia especificada. Si no se llevaran a cabo ensayos, el pavimento no deberá abrirse al

tránsito hasta 14 días después de colocar el concreto. Antes de la apertura al tránsito, el pavimento deberá limpiarse en forma satisfactoria y con las juntas selladas correctamente.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron. Antes de la apertura del tránsito se deberán colocar todas las marcas en el pavimento de acuerdo con el *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito*.

402.05 Medición

Los trabajos realizados podrán medirse en: a) metro lineal de grieta reparada con barras en cruz, b) metro cuadrado de concreto hidráulico utilizado en espesor total, c) metro cúbico de concreto hidráulico utilizado en espesor total, d) metro cuadrado de concreto hidráulico utilizado a espesor parcial, y e) metro cúbico de concreto hidráulico utilizado en espesor parcial.

402.06 Forma de pago

El pago será por el total de trabajo medido como se indica en el numeral 402.05, al precio unitario establecido en el contrato, que será la compensación por todo el trabajo realizado incluyendo mano de obra, materiales y equipo incluyendo el transporte a los lugares de desperdicio y su deposición en forma aprobada por el supervisor y cualquier imprevisto necesario para la adecuada y correcta realización de los trabajos.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
402.06 (a)	Reparación con barras en cruz	Metro lineal
402.06 (b)	Reparación a espesor completo	Metro cuadrado
402.06 (c)	Reparación a espesor completo	Metro cúbico
402.06 (d)	Reparación a espesor parcial	Metro cuadrado
402.06 (e)	Reparación a espesor parcial	Metro cúbico

Cuadro 400-I
Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial en pavimentos rígidos

Sección 400 – Pavimentos rígidos					
Actividades	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo	Impacto	Medidas de reducción de vulnerabilidad
401. Sellado de juntas, fisuras y grietas en concreto hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrometeorológicos: inundaciones repentinas, olas de calor, aumento del nivel del mar, incremento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos y aumento de las temperaturas • Tecnológicas: fallas estructurales, colapsos, • Sociales: malos hábitos, manejo inapropiado de desechos, accidentes laborales 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencias en el diseño • Antigüedad de la infraestructura • Aspectos económicos y culturales limitantes • Ubicación de áreas propensas a inundaciones u otros desastres • Falta de rutas alternativas en caso de cierres 	<ul style="list-style-type: none"> • Accidentes de tránsito • Colapso estructural • Disminución de la capacidad vial • Aumento de los costos de operación vehicular y de la generación de GEI • Reducción de la vida útil del pavimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre parcial de la carretera • Pérdida de vidas humanas • Impacto en las cadenas logísticas • Pérdida de infraestructura 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar análisis de vulnerabilidad y riesgo • Realizar inspecciones con personal calificado para identificar daños en la infraestructura • Cumplimiento del programa de mantenimiento rutinario y periódico • Señalizaciones adecuadas y pertinentes • Implementar medidas de seguridad vial • Mantenimiento planificado ante eventos hidrometeorológicos • Educación ambiental en los programas de mantenimiento de carreteras • Coordinación y respuesta a emergencias • Contar con equipo en buen estado y mano de obra calificada
402. Reparación de losas de concreto hidráulico					

Fuente: Elaboración propia.

Sección 500. Hombros

501. Reconstrucción de hombros en carreteras pavimentadas

501.01 Descripción

Esta actividad consiste en la reconstrucción total del área del hombro de la carretera, conforme el material existente o el que se proponga, en aquellos sectores en donde se haya perdido parte del material original, se encuentre dañado con exceso de agujeros que hacen difícil e inútil su reparación o bien donde el material se encuentra flojo o suelto por efecto del intemperismo y de las cargas de tránsito. Los trabajos estarán encaminados a devolver la condición original a esta parte de la carretera de acuerdo con la geometría original del diseño para proteger la estructura del pavimento de la erosión.

501.02 Materiales

El material de hombros debe ser de preferencia de la misma calidad y características del material del tipo de base que se haya utilizado en la obra, con excepción de cuando se use pavimento de base y carpeta de concreto asfáltico, pavimento de concreto hidráulico o cuando lo modifiquen de otra forma las disposiciones particulares.

501.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

El procedimiento de trabajo para la correcta y adecuada realización de esta actividad estará dividido para cuatro diferentes tipos de rodadura (concreto asfáltico, concreto hidráulico, tratamiento superficial y material selecto). Las actividades podrán ser las siguientes:

- a) Superficies de concreto asfáltico
 - i) Escarificación y reconfiguración de hombros: este trabajo será ejecutado en el área del hombro que se tratará, en concordancia a lo establecido en la sección 305 de este Manual.
 - ii) Base en hombros: cuando sea requerida por el supervisor, la adición de material de base será ejecutada en el área del hombro a tratar en concordancia a lo establecido en la sección 306 de este Manual.
 - iii) Imprimación en hombros: este trabajo será ejecutado en el área del hombro a tratar en concordancia a lo establecido en la sección 307 de este Manual.
 - iv) Material de secado: la colocación del material de secado debe estar de acuerdo con la sección 308 de este Manual.
 - v) Capa de rodadura: la colocación de mezcla asfáltica será ejecutada en el área del hombro a tratar según lo establecido en la sección 300 de este Manual.
- b) Superficies de concreto hidráulico
 - i) Escarificación y reconfiguración de hombros: este trabajo será ejecutado en el área del hombro a tratar, en concordancia a lo establecido en la sección 305 de este Manual.
 - ii) Base en hombros: cuando sea requerida por el supervisor, la adición de material de base será ejecutada en el área del hombro a tratar, en concordancia a lo establecido en la sección 306 de este Manual.

- iii) Capa de rodadura: la colocación de concreto hidráulico será ejecutado en el área del hombro a tratar según lo establecido en la sección 400 de este Manual.
- c) Superficies de tratamientos superficiales
- i) Escarificación y reconformación de hombros: este trabajo será ejecutado en el área del hombro a tratar, en concordancia a lo establecido en la sección 305 de este Manual.
 - ii) Base en hombros: cuando sea requerida por el supervisor, la adición de material de base será ejecutada en el área del hombro a tratar, en concordancia a lo establecido en la sección 306 de este Manual.
 - iii) Imprimación en hombros: este trabajo será ejecutado en el área del hombro a tratar en concordancia a lo establecido en la sección 307 de este Manual.
 - iv) Material de secado: la colocación del material de secado debe estar de acuerdo con la sección 308 de este Manual.
 - v) Capa de rodadura: la colocación de mezcla asfáltica será ejecutada en el área del hombro a tratar según lo establecido en la sección 300 de este Manual.
- d) Superficies de tratamientos superficiales
- i) Escarificación y reconformación de hombros: este trabajo será ejecutado en el área del hombro a tratar, en concordancia a lo establecido en la sección 305 de este Manual.
 - ii) Capa de rodadura: la colocación de material selecto será ejecutada en el área del hombro a tratar, según lo establecido en la sección 200 de este Manual y de conformidad con las instrucciones del supervisor sobre el tipo de material que se debe colocar.

En todos los casos anteriores, si los daños producidos en los hombros derivan de asentamientos de rellenos, deberá evaluarse la conveniencia de ejecución de saneo del relleno de apoyo del hombro (retirada de material defectuosamente compactado), con reconstrucción del relleno incluyendo un sobreancho de al menos 1 m adicional para garantizar una correcta compactación, posterior desalojo y reutilización del material sobrante.

Los terraplenes junto al hombro del camino deberán ser protegidos con cubierta vegetal para asegurar que no exista erosión futura, ya sea por viento o lluvia, y evitar que el daño llegue al hombro.

Al concluir los trabajos se deberán colocar todas las marcas en el pavimento de acuerdo con el *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito*.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

501.04 Medición

Los trabajos se medirán por: a) metro cuadrado de hombro reconstruido y a) metro cúbico de hombro reconstruido, en ambos casos medido geométricamente al finalizar los trabajos.

501.05 Forma de pago

El pago se hará por la medida establecida en el numeral anterior, de acuerdo con los trabajos realizados, al precio unitario establecido en el contrato, pago que cubrirá todos los costos de reconstruir el hombro de acuerdo con su diseño original o a los planos. En general, incluirá todos los costos de mano de obra, materiales, equipo, herramienta, señalización preventiva de la zona de trabajo y cualquier imprevisto necesario para la correcta construcción de este concepto.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
501.05 (a)	Reconstrucción de hombro	Metro cuadrado
501.05 (b)	Reconstrucción de hombro	Metro cúbico

502. Mantenimiento de hombros

502.01 Descripción

Esta actividad consistirá en el mantenimiento rutinario del hombro de la carretera en aquellos sectores que tengan baches, sin que estos hayan causado pérdida adicional del material estructural. Estos trabajos tienen por objetivo el parchado de las áreas afectadas.

Cuando los hombros no tengan recubrimiento, se procederá conforme a la sección 501 de este Manual.

Se debe asegurar que los hombros estén protegidos por un talud de suelo natural cubierto de vegetación para evitar la erosión del camino. Cualquier falta de material debe reponerse durante el mantenimiento de hombros.

502.02 Materiales

El material que se utilizará podrá ser mezcla en frío o en caliente, fabricado de acuerdo con las secciones 1351 y 1352 de este Manual, material bituminoso para el riego de liga, de acuerdo con la sección 309 de este Manual, material selecto de acuerdo con la sección 203 de este Manual, concreto hidráulico, de acuerdo con la sección 402 de este Manual y materiales estabilizadores (donde aplique).

502.03 Procedimiento de ejecución

De acuerdo con la severidad del bache, podrán realizarse las actividades descritas en las secciones 205, 302, 303, 310, 314 y 402 de este Manual.

502.04 Medición

Podrá medirse en: a) metros cuadrados y a) metros cúbicos, en ambos casos medidos geoméricamente al finalizar los trabajos.

502.05 Forma de pago

El pago se hará de conformidad con la medición realizada, según el numeral 502.04, de mezcla asfáltica en frío o caliente, colocada y compactada, al precio unitario de contrato, pago que cubrirá todos los costos de suministro, carga, acarreo, descarga, ligado, colocación, distribución, mezcla y compactación de la mezcla asfáltica. En general, incluirá todos los costos de mano de obra, materiales, equipo, herramienta, señalización preventiva de la zona de trabajo y cualquier imprevisto necesario para la correcta construcción de este concepto.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
502.05 (a)	Mantenimiento de hombro	Metro cuadrado
502.05 (b)	Mantenimiento de hombro	Metro cúbico

503. Estabilización de hombros con suelo cemento

503.01 Descripción

El trabajo consiste en escarificar, homogenizar, mezclar, uniformizar, conformar y compactar el suelo cemento en un espesor de 20 cm y una resistencia a la compresión simple de 27 kg/cm² a los siete días, hasta que quede razonablemente ajustada de conformidad con la alineación, niveles y secciones

transversales existentes o que fije el supervisor, con el objetivo de mejorar su estabilidad y su capacidad de soporte. Lo anterior incluye la imprimación de la superficie completa del hombro estabilizado.

503.02 *Materiales*

Los materiales consistirán en cemento, agua y el material propio de la base del hombro, que deberá estar libre de materia orgánica.

El cemento podrá fabricarse bajo la norma ASTM C-91 o ASTM C-1157-08a. No se usará cemento de menor calidad, ni cemento de alta resistencia inicial. El cemento podrá adquirirse en bolsas o a granel. No se admitirá cemento que se haya humedecido, deteriorado o mezclado con otros materiales durante el transporte, manejo o almacenamiento.

El agua presentará características adecuadas para propósitos de construcción, su inspección será visual y deberá contar con la aprobación del supervisor.

503.03 *Equipo*

El equipo estará compuesto esencialmente por las máquinas siguientes:

- Escarificador o pulverizador, mezclador
- Distribuidor de agua
- Rodillo pata de cabra o equivalente
- Aplanadora tándem
- Podrán usarse maquinas combinadas. Todo el equipo debe presentarse en la obra antes de empezar los trabajos y recibir la aprobación del supervisor, especialmente en lo que respecta a su funcionamiento.

503.04 *Procedimiento de construcción*

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Considerar las previsiones meteorológicas, de tal forma que el procedimiento de estabilización no se realice cuando esté lloviendo o cuando se pronostique evento de lluvia.

La ejecución de la mezcla no deberá comenzar hasta que no se haya estudiado y aprobado el correspondiente diseño de la mezcla en donde se señalará:

- Contenido de cemento
- Contenido de agua del suelo al momento de la mezcla
- Contenido de agua de la mezcla al momento de compactar
- Resistencia a la compresión obtenida a los siete días, de acuerdo con el cuadro 207-2, cantidad de pruebas a realizar de acuerdo con el cuadro 207-3 e inciso 207.03 Requerimientos para la construcción de este Manual.

a) *Método constructivo*

Si se añade suelo de aportación se mezclarán ambos en todo el espesor de la capa a estabilizar antes de comenzar la distribución del cemento.

Utilizando el distribuidor de agua, se podrá agregar a la mezcla hasta un 2% más de agua de la humedad óptima para compensar las pérdidas debidas a la evaporación y a la mezcla con el cemento.

La conformación y compactación final se harán hasta alcanzar el 95% de la densidad del material conforme la prueba AASHTO T-180, de tal manera que en un tiempo máximo de dos horas se logre una superficie firme, con una textura libre de laminaciones y material suelto.

Finalizada la compactación, y con el objetivo de proteger y curar la superficie, se imprimirá conforme a lo establecido en la sección 307 de este Manual.

No se pagará por el exceso de material colocado ni por la reconstrucción de zonas que por diferencias en el espesor hayan sido rechazadas por el supervisor.

b) Apertura al tránsito

No se permitirá al contratista trasladar equipo pesado sobre las porciones terminadas de la base, por lo menos durante los tres días siguientes a su terminación. Las porciones terminadas podrán abrirse al tránsito después de haber imprimado la superficie.

c) Mantenimiento

El contratista debe mantener la base de suelo cemento con una superficie correcta y satisfactoria hasta que quede construida la superficie inmediata superior. Si se fuera necesaria cualquier reparación o bacheo, debe extenderse a todo el espesor del suelo cemento de manera que asegure una restauración de la superficie uniforme que cumpla con las especificaciones. El recubrimiento bituminoso debe mantenerse hasta que se construya la capa inmediata superior.

Se debe asegurar que los hombros estén protegidos por un talud de suelo natural cubierto de vegetación para evitar la erosión del camino. Cualquier falta de material debe reponerse durante el mantenimiento de hombros.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

503.05 Medida

La base de suelo cemento se medirá conforme a: a) metros cuadrados y a) metros cúbicos ejecutados de acuerdo con estas especificaciones.

503.06 Forma de pago

El pago se hará por los metros cuadrados del suelo cemento terminado, incluyendo todos los materiales, agua, acarreo, equipos, mano de obra, transporte, imprimación, señalización preventiva de la zona de trabajo y todos los recursos que sean necesarios para la correcta ejecución de esta actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
503.06 (a)	Estabilización de hombro con suelo cemento	Metro cuadrado
503.06 (b)	Estabilización de hombro con suelo cemento	Metro cúbico

Cuadro 500-I
Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial en hombros

Sección 500 – hombros					
Actividades	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo	Impacto	Medidas de reducción de vulnerabilidad
501. Reconstrucción de hombros en carreteras pavimentadas 502. Mantenimiento de hombros 503. Estabilización de hombros con suelo cemento	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrometeorológicos: inundaciones repentinas, olas de calor, aumento del nivel del mar, incremento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos y aumento de las temperaturas • Tecnológicas: fallas estructurales, colapsos • Sociales: malos hábitos, manejo inapropiado de desechos, accidentes laborales 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencias en el diseño • Antigüedad de la infraestructura • Aspectos económicos y culturales limitantes • Ubicación de áreas propensas a inundaciones u otros desastres • Falta de rutas alternativas en caso de cierres 	<ul style="list-style-type: none"> • Accidentes de tránsito • Colapso estructural • Disminución de la capacidad vial 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre parcial de la carretera • Pérdida de vidas humanas • Pérdida de infraestructura 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar análisis de vulnerabilidad y riesgo • Realizar inspecciones con personal calificado para identificar daños en la infraestructura • Cumplimiento del programa de mantenimiento rutinario y periódico • Señalizaciones adecuadas y pertinentes • Implementar medidas de seguridad vial • Mantenimiento planificado ante eventos hidrometeorológicos. • Establecer un programa de control de calidad de los materiales • Educación ambiental en los programas de mantenimiento de carreteras • Coordinación y respuesta a emergencias • Contar con equipo en buen estado y mano de obra calificada

Fuente: Elaboración propia.

Sección 600. Pavimentos semirrígidos

601. Pavimento de adoquines de concreto

601.01 Descripción

Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de adoquines de concreto sobre una superficie preparada de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad razonable con las líneas rasantes y secciones transversales existentes u ordenadas por el supervisor.

601.02 Materiales

Los materiales que se deben utilizar en el adoquinado deberán llenar los siguientes requisitos:

a) Adoquines de concreto

El adoquín utilizado, incluyendo las cuchillas, será el denominado tipo tráfico, cuya resistencia característica a los 28 días no deberá ser menor que los siguientes valores:

- Tipo 1 para tráfico pesado: 7.106,6 PSI (49,0 MPa)
- Tipo 2 para tráfico liviano: 4.974,6 PSI (34,3 MPa)

El adoquín no deberá presentar en su superficie fisuras, cascaduras, cavidades, ni tener materiales extraños tales como piedras, trozos de madera o vidrio, incrustados en su estructura. Las aristas deben ser regulares y la superficie no deberá ser extremadamente rugosa. El tamaño de los adoquines deberá ser uniforme, para evitar irregularidades o juntas muy anchas al colocarse. El tamaño máximo del agregado que se debe usar en la fabricación del adoquín de concreto es de $\frac{3}{4}$ " (19 mm).

b) Bordillos laterales

Según lo muestran los planos, el adoquinado estará confinado en sus bordes laterales por bordillos o cunetas de concreto simple, cuyo objetivo es el de proteger y respaldar debidamente al adoquinado. Los materiales y métodos de construcción de los bordillos o cunetas de concreto se ajustarán a lo estipulado en las secciones 804 y 807 de este Manual.

c) Capa de arena

La arena que servirá de colchón a los adoquines deberá ser arena lavada, dura, angular y uniforme y no deberá contener más del 3% (en peso) de limo, arcilla o de ambos. Su graduación deberá pasar totalmente por el tamiz núm. 4 y que no más del 15% sea retenido en el tamiz núm. 10. El espesor de esta capa no deberá ser menor de 3 cm ni mayor de 5 cm.

d) Remate del pavimento

Las áreas adoquinadas deberán quedar confinadas en todos sus bordes y a los intervalos mostrados en los planos. Al comienzo y al final del adoquinamiento deberán construirse remates de concreto simple, clase A, de las dimensiones mostradas en los planos. Los materiales y métodos de construcción de estos remates se ajustarán a lo establecido en la sección 1101 de este Manual.

601.03 Requisitos para la construcción

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

a) *Aceptación del adoquín*

Antes de iniciar el transporte de los adoquines al proyecto, el contratista someterá muestras representativas del material al supervisor, con el fin de que este pueda autorizar su uso si cumple con los requisitos de calidad y resistencia.

El contratista suministrará certificado de laboratorio de los materiales en el que se haga constar que los lotes de adoquines destinados al proyecto han sido debidamente muestreados aleatoriamente, tomando al menos 10 muestras por cada lote de 20.000 bloques.

El muestreo deberá hacerse en la planta de fabricación de los adoquines y las pruebas se referirán a la exactitud dimensional, a la uniformidad, a la sanidad de los adoquines y a la resistencia a la compresión.

El cálculo de la resistencia característica a la compresión se hará por medio de la desviación estándar de la muestra de los 10 especímenes tomados del lote, cuya fórmula es la siguiente:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (f_i - f_m)^2}{n - 1}}$$

donde:

S = desviación estándar, en MPa

f_i = sucesivamente, la resistencia a la compresión de cada uno de los especímenes (MPa)

f_m = media aritmética de las resistencias a la compresión de todos los especímenes (MPa)

n = número de especímenes (10).

La resistencia característica, f_k , se calcula con la fórmula: $f_k' = f_k - 1.64 S$.

La resistencia característica deberá reportarse al MPa más cercano.

b) *Capa de apoyo*

El adoquinado se apoyará en una capa de terracería mejorada, subbase o base del espesor indicado en los planos. La construcción de esta capa será hecha según el material que se utilizará. Para subbase o base granular y subbase y base con agregados estabilizados, será de acuerdo con las secciones 301 y 302, *Manual centroamericano de especificaciones para la construcción de carreteras y puentes regionales*, edición 2004, publicado por la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). Para la base, las secciones 306 y 314 de este Manual, según corresponda. El perfil de la superficie de apoyo del adoquinado deberá ser igual al requerido para la superficie final del pavimento, con una tolerancia de 2 cm del nivel de diseño. El grado de compactación y la capacidad de carga de la capa de apoyo deberá estar conforme a especificaciones y aprobadas por el supervisor. Se debe considerar un bombeo mínimo del 4% para drenar el agua que se infiltre de los adoquines producto de las precipitaciones.

c) *Lecho de arena*

Sobre la superficie de apoyo se colocará una capa suelta de arena que servirá de lecho a los adoquines. El espesor requerido de arena suelta dependerá de su contenido de humedad, graduación y grado de compactación. Dado que la arena no es vibrada sino hasta que los adoquines han sido colocados, el espesor suelto correspondiente al espesor compacto requerido de 3 a 5 cm es determinado por tanteos al comenzar los trabajos. Se deberán hacer frecuentes comprobaciones del nivel de la superficie del adoquinado para asegurar que el espesor que se está colocando de arena sin compactar es el correcto.

Una vez que la arena se ha depositado y esparcido sobre la superficie de apoyo, se emparejará y alisará por medio de reglas de enrasamiento (codales).

En calles o caminos de 5 m o menos de ancho se podrán usar las cunetas o bordillos laterales como guías para el enrasamiento de la superficie de la capa de arena; en pavimentos más anchos será necesario colocar rieles provisionales para apoyar los codales de enrasamiento.

Durante el esparcido y enrasamiento de la capa de arena, no se permitirá que nadie se apoye, ponga de pie o camine sobre la arena, pues de hacerlo se producirá una precompactación dispereja, lo que causará irregularidades en la superficie final del pavimento. Para minimizar los riesgos de alteración, se debe evitar el enrasamiento de la arena en grandes distancias adelante de la brigada de colocación de adoquines.

Asimismo, antes de iniciar el trabajo de enrasamiento, el contratista deberá remover de la arena todos los pedruscos, raíces, pedazos de madera, ripios, lodo, otros que contenga la arena.

d) *Adoquinamiento. El adoquinado comprende cuatro etapas:*

- i) Colocación de los adoquines. Las primeras filas de adoquines deberán colocarse con mucho cuidado para evitar el desalojo de los bloques que ya están colocados. Una vez que se han colocado las primeras filas, se asentarán las demás firmemente dejando ranuras de 3 a 5 mm, entre adoquines. A estas alturas no se deberá intentar el recorte de los adoquines para ajustarlos a los bordes. El adoquinador deberá trabajar a partir de la capa de adoquines previamente colocada y evitará la alteración de la arena enrasada y la última fila de bloques colocados, comprobando frecuentemente que los bloques están bien asentados y acomodados y, si es necesario, acomodándolos a golpes de un mazo de hule o madera. Si hay áreas con ranuras muy abiertas se les removerá y volverá a colocar. Se debe asegurar cumplir con el nivel de rasante, con el diseño de la sección transversal y su bombeo.
- ii) Recorte de los adoquines. Aquellas formas irregulares que queden en los bordes se rellenarán con cuñas o pedazos de adoquín cortados con un cortador de adoquines o aserrados. Se evitará colocar piezas muy pequeñas o delgadas, pues con frecuencia se hacen pedazos con la vibración. El recorte de los adoquines para ajustar el pavimento a los bordes se hará hasta haber colocado adoquines en un área considerable. En las parrillas de tragantes, en pozos de visita y tapas de inspección se procederá de una manera similar hacia los bordes, teniendo cuidado de que los bloques, al compactarse, queden ligeramente más arriba del nivel de entrada al dren para asegurar el escurrimiento del agua hacia esos puntos.
- iii) Vibración. Una vez que los bordes del adoquinado hayan sido completados a lo largo de la calle o camino, se vibrará la superficie por medio de una plancha o rodillo vibratorio. El número de pases requerido dependerá de una variedad de factores y será determinado por medio de tanteos en el sitio, tratando de obtener una superficie que sea transitable con suavidad y que no sea posteriormente compactada por los vehículos. Generalmente, bastan dos o tres pasadas. No se aplicará vibración en áreas que queden dentro de un metro de adoquines no confinados, no se deberán dejar áreas sin vibrar de un día para otro.
- iv) Rellenado con arena. Finalmente, se rellenarán las ranuras o juntas entre adoquines con arena, la que se aplicará con escoba o cepillo, para luego pasar el vibrador dos o tres veces hasta completar el encaje entre los bloques. Tan pronto como se haya completado la vibración, se podrá abrir el camino o calle al tránsito.

Las ranuras que queden entre los bordillos o cunetas laterales o entre los remates o travesaños de concreto y los adoquines, se rellenarán con mortero de arena y cemento Portland en proporción de 4:1.

Antes de aceptar cada tramo de adoquinado la persona encargada de ingeniería comprobará si está de acuerdo con la rasante longitudinal y con el bombeo indicado en los planos.

Al concluir los trabajos se deberán colocar todas las marcas en el pavimento semirrígido de acuerdo con el *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito*.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

601.04 Medición

La cantidad ejecutada será medida en: a) metros cuadrados de superficie debidamente colocada y aceptada y a) metros cúbicos para remates y travesaños de concreto.

601.05 Forma de pago

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en el numeral 601.04, se pagarán al precio de contrato, pago que será la compensación total por el suministro y colocación de adoquines, todos los materiales, herramienta, equipo, mano de obra, y cualquier imprevisto necesario para la adecuada y correcta realización de los trabajos.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
601.05 (a)	Pavimento de adoquín	Metro cuadrado
601.05 (b)	Remates y travesaños	Metro cúbico

Cuadro 600–I
Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial en pavimentos semirrígidos

Sección 600 – pavimentos semirrígidos					
Actividades	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo	Impacto	Medidas de reducción de vulnerabilidad
601. Pavimento de adoquines de concreto	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrometeorológicos: inundaciones repentinas, olas de calor, aumento del nivel del mar, incremento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos y aumento de las temperaturas • Tecnológicas: fallas estructurales, colapsos • Sociales: malos hábitos, manejo inapropiado de desechos, accidentes laborales 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencias en el diseño • Antigüedad de la infraestructura • Aspectos económicos y culturales limitantes • Ubicación de áreas propensas a inundaciones u otros desastres • Falta de rutas alternativas en caso de cierres 	<ul style="list-style-type: none"> • Accidentes de tránsito y daños a los vehículos • Colapso estructural 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre parcial de la carretera • Pérdida de vidas humanas • Pérdida de infraestructura 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar análisis de vulnerabilidad y riesgo • Realizar inspecciones con personal calificado para identificar daños en la infraestructura • Cumplir el programa de mantenimiento rutinario y periódico • Señalizaciones adecuadas y pertinentes. • Implementar medidas de seguridad vial • Mantenimiento planificado ante eventos hidrometeorológicos • Educación ambiental en los programas de mantenimiento de carreteras • Coordinación y respuesta a emergencias • Contar con equipo en buen estado y mano de obra calificada

Fuente: Elaboración propia.

Sección 700. Taludes

701. Mantenimiento de taludes de corte

701.01 Descripción

El mantenimiento de taludes de corte se refiere a las medidas y técnicas utilizadas para prevenir o mitigar los deslizamientos, desprendimientos de material o colapsos de los taludes presentes en las carreteras. Es fundamental para evitar problemas de deslizamiento, desprendimientos o erosión que pueden representar peligros para los usuarios y las reparaciones suelen ser costosas. Un adecuado programa de mantenimiento contribuye a la reducción del riesgo de desastres mediante la implantación de medidas de mantenimiento preventivo de los taludes para evitar que los derrumbes y deslizamientos bloqueen las carreteras y afecten las actividades y el bienestar de la población.

Existen diferentes métodos de protección de taludes que varían según las características del terreno y la magnitud del problema. Por lo tanto, como parte de los mantenimientos rutinarios y de carácter preventivo, se deben realizar las siguientes actividades para el mantenimiento de los taludes en las zonas críticas susceptibles a derrumbes:

- a) Inspección regular: realizar inspecciones regulares de los taludes para identificar cualquier signo de inestabilidad o erosión. Buscar señales de agrietamiento, formación de surcos, movimiento de suelo (fallas), presencia de caídos, acumulación de agua o cambios en la vegetación que puedan indicar problemas.
- b) Mantenimiento del drenaje: asegurar que el talud tenga un adecuado sistema de drenaje para evitar la acumulación de agua que puede causar erosión y deslizamientos de tierra. Esto puede implicar la instalación de drenajes de superficie o subterráneos según sea necesario. Hay que asegurarse que se cuenta con contracunetas en la parte del corte para la captación de agua de la ladera.
- c) Control de la vegetación: mantener la vegetación en el talud puede ayudar a prevenir la erosión al mantener el suelo en su lugar. Sin embargo, también es importante controlarla para asegurarse que las plantas no estén causando daño al talud, por ejemplo, a través de las raíces que pueden desestabilizar el suelo.
- d) Manejo de escombros: en caso de pequeños desprendimientos, es necesario limpiar los escombros para mantener la carretera segura y operativa. Si los desprendimientos son frecuentes, se deben revisar y mejorar las medidas de estabilización y control de erosión. Se debe evitar que los escombros obstruyan las cunetas y cualquier obra de drenaje superficial.
- e) Educación y formación: es importante asegurarse que todo el personal a cargo del mantenimiento de los taludes de corte entienda los riesgos y esté debidamente formado en técnicas de mantenimiento y monitoreo.
- f) Monitoreo: además de las inspecciones regulares, puede ser útil establecer un sistema de monitoreo continuo para los taludes, especialmente en áreas de alto riesgo. Esto podría implicar el uso de sensores de movimiento del suelo o tecnologías de teledetección para identificar cualquier cambio en el talud que pueda indicar un problema.
- g) Estabilización: si se detectan signos de inestabilidad en el talud, puede ser necesario tomar medidas para estabilizarlo. Esto puede implicar el uso de técnicas de ingeniería, como la instalación de muros de contención, muros de enrocado o escollera, gaviones, suelo claveteado (*soil nailing*), anclajes, mallas metálicas, geomallas, o incluso la reconfiguración del talud.

Junto con todos estos sistemas de estabilización y refuerzo de taludes es imprescindible la realización de un estudio geológico-geotécnico y, de ser necesario, un estudio hidrológico previo que aporte información del suelo y de las posibles razones que motivan su inestabilidad. Asimismo, es necesario un control de los movimientos que se producen. Cada talud es único y puede requerir un enfoque específico dependiendo de la geología, clima, vegetación y otros factores. Siempre es recomendable trabajar con una persona especialista en ingeniería geotécnica o similares para asegurar que se están tomando todas las medidas adecuadas.

701.02 Materiales

Los materiales requeridos son variables y depende de las condiciones locales y los trabajos que se realizarán en cada lugar. Por ende, las especificaciones para los materiales deben incluirse como parte de las especificaciones particulares de cada contrato.

701.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

El contratante tendrá a su disposición, como parte del programa de mitigación de desastres, un inventario geológico-geotécnico actualizado para cada carretera mostrada sobre un plano, con la identificación de las zonas de riesgo por la inestabilidad de los taludes, para tener un control continuo en su mantenimiento y prevención de los deslizamientos y sus remociones respectivas. Las zonas de riesgo deben estar asociadas a las posibles amenazas que se puedan materializar en el sitio, tales como huracanes, sismos, entre otros.

Una vez identificados los límites del trabajo, el contratista debe ejecutar las obras requeridas según estén estipuladas en el contrato de mantenimiento y de acuerdo con los planos o como sea requerido por el supervisor. Los trabajos deben realizarse de acuerdo con las especificaciones particulares elaboradas para el proyecto de acuerdo con el tipo de medida a implementar para la reducción de riesgo (geomallas, muros, anclajes, mallas, otras).

Durante y posterior a la realización de los trabajos se debe asegurar que la superficie de rodadura de las carreteras y los drenajes superficiales se mantengan limpios de cualquier material.

Los taludes deben revegetarse después de que se han implementados los trabajos de estabilización para protegerlos de la erosión.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

701.04 Medición

La medición se realizará por: a) suma global mutuamente concordados entre el contratista y la unidad ejecutora antes de iniciar los trabajos, b) metro lineal, y c) metro cuadrado mantenido.

701.05 Forma de pago

El pago será de conformidad con lo acordado para la medición de los trabajos según el numeral 701.04, precio que incluye todas las labores necesarias para el mantenimiento de los taludes.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
701.05 (a)	Mantenimiento de talud de corte	Suma global
701.05 (b)	Mantenimiento de talud de corte	Metro lineal
701.05 (c)	Mantenimiento de talud de corte	Metro cuadrado

702. Mantenimiento de taludes de relleno

702.01 Descripción

El mantenimiento de taludes de relleno, al igual que el mantenimiento de taludes de corte, es esencial para garantizar su estabilidad, prevenir deslizamientos de tierra y erosión. Esta actividad se orienta a la protección parcial o total del talud de relleno con el objetivo de prevenir la socavación o erosión del área identificada, y de esta manera evitar posibles derrumbes ocasionados por deficiencias en su mantenimiento. Para conseguir una estabilización efectiva, se pueden implementar varias actividades y procedimientos. Los procedimientos son específicos y pueden variar dependiendo del contexto del sitio, incluyendo el tipo de suelo, la topografía, las condiciones climáticas y otros factores. Se presenta a continuación, una descripción general de algunos de los procedimientos más comunes:

- a) Inspección regular: al igual que con los taludes de corte, los taludes de relleno deben inspeccionarse regularmente para detectar signos de inestabilidad o erosión, formación de surcos y buscar evidencias de movimiento del suelo (hundimientos de la calzada), acumulación de agua o cambios en la vegetación.
- b) Control de erosión: en áreas propensas a la erosión hídrica, pluvial o fluvial, especialmente cerca de estructuras y obras de drenaje o que presentan deslizamientos, deben construirse estructuras de control de erosión tales como escolleras, muros de gaviones, muros de piedra seca o muros de llantas, geotextiles, o la plantación de vegetación. Otra medida a considerar es la instalación de mallas antierosión para combatir la erosión dado que mantienen el suelo en su lugar y proporcionan una superficie propicia para el crecimiento de la vegetación.
- c) Manejo de la vegetación: la vegetación puede ayudar a controlar la erosión, pero debe manejarse para evitar que cause problemas. Por ejemplo, las raíces de los árboles pueden penetrar en el talud y desestabilizar el suelo. Cuando sea necesaria la revegetación del talud, es importante introducir vegetación nativa o compatible con el clima local. Este tipo de vegetación contribuye a la prevención de la erosión del suelo y mejora la absorción del agua, reforzando la estabilidad del talud.
- d) Mantenimiento del drenaje: es importante garantizar un sistema de drenaje eficiente para evitar la acumulación de agua en el talud de relleno, ya que es uno de los principales factores que pueden causar inestabilidad. Esto puede implicar la instalación de drenajes de superficie y subterráneos, según sea necesario. Otras medidas para el manejo de los drenajes son:
 - Bordillos y bajantes: son útiles para controlar y dirigir el flujo de agua en la superficie de la carretera, lo que ayuda a prevenir la erosión del talud.
 - Cunetas al pie del relleno: en zonas donde el agua del terreno fluye hacia el talud, se deben construir cunetas en la base del relleno. Estas cunetas deben dirigir el agua hacia la infraestructura de drenaje más cercana. Es crucial mantener limpias las cunetas existentes para asegurar su funcionamiento óptimo.
- e) Manejo de escombros: en caso de deslizamientos, es necesario limpiar los escombros para mantener la carretera segura y operativa, particularmente aquellos que puedan obstruir el drenaje. Si los deslizamientos son frecuentes, se deben revisar y mejorar las medidas de estabilización y control de erosión.
- f) Educación y formación: al igual que en los taludes de corte, es importante que todo el personal involucrado esté adecuadamente formado y comprenda los riesgos asociados con los taludes de relleno.

- g) **Monitoreo:** es posible que se necesite un monitoreo constante para detectar cualquier cambio en el talud. Esto podría incluir la instalación de sensores de movimiento del suelo o tecnologías de teledetección.
- h) **Estabilización y reforzamiento:** si se detectan signos de inestabilidad, se pueden requerir medidas de estabilización. Esto podría incluir el uso de muros de contención, anclajes de suelo, geomallas, entre otras.
- i) **Refuerzo del relleno lateral:** ante situaciones de erosión avanzada o asentamientos por una compactación inapropiada, es necesario efectuar un relleno lateral. Este proceso comprende la eliminación del material erosionado o mal compactado y su sustitución por material correctamente compactado. Este relleno debería extenderse al menos 1 metro más allá del límite original para asegurar una compactación adecuada.

Cada talud de relleno es único y puede requerir un enfoque diferente basado en su geología, clima, vegetación y otros factores. Siempre es recomendable trabajar con una persona especialista en ingeniería geotécnica o similares para asegurar que se están tomando las medidas adecuadas.

702.02 *Materiales*

Suelo orgánico, semillas de grama o grama en bloques y, de requerirse, cemento, grava, arena y agua.

702.03 *Procedimiento de ejecución*

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

El supervisor indicará los sitios de localización del talud en donde se requerirá la ejecución de los trabajos de conservación.

Cuando en el sitio donde se produce el cambio de pendiente entre el hombro de la carretera y el talud del relleno, siempre y cuando no se encuentre imprimado, y se tenga la forma de una arista, el contratista procederá a redondearlo excavando el filo, sin que este movimiento sea tan grande que pudiese llegar a desestabilizar el suelo del talud.

Se agregará suelo vegetal en aquellas zonas donde existan depresiones producidas por socavación anteriores para dejar un talud uniforme en toda el área que se debe estabilizar, en esta operación el contratista debe conservar la forma y pendiente del talud originalmente construido.

El contratista debe ejecutar las obras requeridas según estén estipuladas en el contrato de mantenimiento y de acuerdo con los planos o requerimientos del supervisor. Los trabajos deben realizarse de acuerdo con las especificaciones particulares elaboradas para el proyecto de acuerdo con el tipo de medida a implementar para la reducción de riesgo (geomallas, muros, anclajes, mallas, otras).

Posteriormente, se debe proteger el suelo del talud sembrando la superficie con vegetación que se acomode a la zona del lugar. Esta vegetación debe estar constituida esencialmente por plantas de escasa estatura, preferiblemente rastreras de la familia de las gramíneas, que al crecer puedan proveer un colchón protector de plantas con raíces relativamente profundas que aglomeren el suelo subyacente para controlar la velocidad de infiltración al cuerpo del talud y que a su vez sirva como disipador de energía al agua que fluye superficialmente por el mismo.

El tipo de vegetación seleccionada debe sembrarse trasplantando bloques de grama, preferiblemente de zonas adyacentes, hasta el sitio de las obras, para garantizar la adaptabilidad de la vegetación a la zona de trabajo.

El talud señalado debe regarse con agua libre de cualquier residuo químico que dañe la vegetación hasta humedecerla lo suficiente para que esté en condiciones de hacer la siembra de vegetación. Los bloques de grama deben ser trasplantados en piezas de aproximadamente veinticinco centímetros por lado, colocados en el sentido horizontal sobre la dirección del talud y espaciarse aproximadamente treinta centímetros entre piezas, tanto transversal como longitudinalmente. La colocación de las piezas o bloques de grama requerirán la excavación del área en la que se colocarán para formar una sola pendiente con el talud.

Posteriormente a la siembra se debe conservar el riego de agua por lo menos en cinco ocasiones aplicadas en días alternos. Se recomienda que la ejecución de esta actividad sea hecha preferiblemente al finalizar la época seca. Cuando sea necesario, el contratista debe reconstruir el bordillo que por cualquier circunstancia se haya deteriorado, debiendo para ello conservar la sección y la longitud original o como lo indique el supervisor, para encausar el agua de la superficie de la carretera a zonas donde no represente peligro de socavación al talud.

Durante y posterior a la realización de los trabajos se debe asegurar que la superficie de rodadura de las carreteras y los drenajes superficiales se mantengan limpios de cualquier material.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

702.04 *Medición*

La medición se realizará por: a) suma global mutuamente concordada entre el contratista y la unidad ejecutora antes de iniciar los trabajos, b) metro lineal y c) metro cuadrado mantenido.

702.05 *Forma de pago*

El pago de esta actividad se hará al precio unitario de contrato por metro cuadrado de área engramillada colocada y aceptada a satisfacción. Dicho pago será la compensación plena por todos los costos involucrados en los materiales, equipo, mano de obra necesaria en la preparación de la zona de trabajo, por la extracción, transporte, colocación, nivelación de los bloques de grama, riego por el período especificado, herramientas, reparación de trabajos defectuosos y cualquier otro imprevisto necesario para la correcta ejecución de esta actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
702.05 (a)	Mantenimiento de talud de relleno	Suma global
702.05 (b)	Mantenimiento de talud de relleno	Metro lineal
702.05 (c)	Mantenimiento de talud de relleno	Metro cuadrado

Cuadro 700-I
Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial en taludes

Sección 700 – Taludes					
Actividad	Peligros/amenazas	Vulnerabilidad	Riesgo	Impacto	Reducción de vulnerabilidad
701. Mantenimiento de taludes de corte	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrometeorológicos: inundaciones repentinas, olas de calor, aumento del nivel del mar, incremento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos y aumento de las temperaturas • Geológicas: terremotos, deslizamientos de tierra, caída de rocas, hundimientos, erosión, fallas geológicas. • Ambientales (biológicos): degradación de suelos, deforestación, pérdida de biodiversidad, erosión • Tecnológicas: fallas estructurales, colapsos • Sociales: malos hábitos, manejo inapropiado de desechos, accidentes laborales 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencias en el diseño • Antigüedad de la infraestructura • Aspectos económicos y culturales limitantes • Estado crítico de los ecosistemas • Ubicación de áreas propensas a inundaciones u otros desastres • Falta de rutas alternativas en caso de cierres 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión • Sedimentación • Accidentes de tránsito • Obstrucción de drenajes pluviales 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de vidas humanas • Pérdida de infraestructura • Daños al medio ambiente • Cierre parcial de la carretera 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de vulnerabilidad y riesgo • Inspecciones periódicas y monitoreo con personal calificado e identificación de puntos vulnerables • Incorporación de medidas de adaptación al cambio climático cuando sea pertinente • Cumplimiento del programa de mantenimiento rutinario y periódico • Señalizaciones adecuadas y pertinentes, • Implementar medidas de seguridad vial • Mantenimiento planificado ante eventos hidrometeorológicos • Control de calidad de los materiales • Educación ambiental en los programas de mantenimiento de carreteras • Coordinación y respuesta a emergencias • Contar con equipo en buen estado y mano de obra calificada
702. Mantenimiento de taludes de relleno					

Fuente: Elaboración propia.

Sección 800. Drenajes

801. Suministro, transporte y colocación de alcantarillas de tubo

801.01 Descripción

Esta actividad consistirá en el suministro, transporte e instalación de elementos de tubería, conexiones y piezas especiales del diámetro especificado, sobre la superficie de una zanja previamente excavada, incluyendo las labores necesarias para la preparación de dicha superficie con un espesor de arena, las interconexiones entre los elementos de tubería y piezas especiales. Todo ello, de acuerdo con las longitudes, líneas y pendientes indicadas en los planos o como lo indique el supervisor. El diámetro mínimo permitido será de 120 cm para facilitar las labores de mantenimiento y proveer el gasto adecuado para avenidas máximas de eventos extremos del cambio climático.

Esta actividad debe ejecutarse instalando la tubería necesaria para cubrir uno de los carriles, dejándola completamente terminada antes de proceder a la instalación de la tubería en el carril adyacente, para permitir en todo tiempo el libre tránsito por la vía.

801.02 Materiales

- a) Tubos de concreto reforzado (TCR): deben cumplir con los requisitos AASHTO M-170.
- b) Tubo de metal corrugado calibre mínimo 14: responderá a la norma AASHTO M-190.
- c) Tubo de cloruro de polivinil (PVC): debe cumplir con los requisitos AASHTO M-34, M-94.
- d) Tubo de polietileno corrugado: debe cumplir los requisitos AASHTO M-252, M-96 Y M-294.
- e) Arena: será la porción de agregado pétreo que pase el tamiz núm. 4, y podrá triturarse o natural, los granos serán densos, limpios y duros, libres de terrones de arcilla y de cualquier material que pueda impedir la adhesión de estos con el cemento, AASHTO M-45.
- f) Cemento: debe ser Portland tipo I o II (AASHTO M-85)
- g) Agua: debe ser agua limpia exenta de materiales orgánicos, excesos de arcilla y libre de sales perjudiciales para el cemento.

801.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Durante la ejecución de esta actividad, el contratista debe proveer la señalización del tipo preventivo y regulatorio necesaria para brindar seguridad a las personas usuarias.

La cantidad de señales estará en función de los frentes de trabajo desplegados diariamente a lo largo de la vía y sus características deben corresponder a las indicadas en las especificaciones correspondientes, cualquier accidente ocurrido en la vía o problema derivado de la falta o insuficiencia de señalización será responsabilidad exclusiva del contratista.

El contratista debe despejar el área de excavación de cualquier obstáculo superficial que no esté destinado a permanecer en el sitio, como árboles, troncos, raíces, obstrucciones, incluyendo concreto, mampostería, piedra, chatarra y cosas similares. Excepto en las áreas a ser excavadas, los hoyos y depresiones resultantes de la extracción de troncos y obstrucciones, deberán ser rellenados y compactados para evitar la desestabilización del terreno. El material desechado deberá trasladarse a sitios de disposición autorizados.

Las paredes de las zanjas, cuando sea posible, serán verticales y el ancho será el diámetro externo más 50 cm a cada lado.

El contratista procederá a realizar la excavación de la zanja, dándole dimensión de acuerdo con el diámetro de la tubería que se instalará, el ancho de la excavación variará en función de la profundidad de la excavación. Cuando el suelo presente posibilidades de derrumbe, el contratista debe apuntalar las paredes de la zanja para proporcionar la seguridad necesaria al personal involucrado en las labores. Previo a la colocación de los tubos, el fondo de la zanja debe nivelarse y compactarse adecuadamente, en concordancia con la pendiente, dirección y alineamiento instruido, esto con el propósito de colocar una capa de arena que servirá de cama de instalación a la tubería.

La pendiente máxima de la tubería en la sección transversal del camino debe ser tal que no aumente la velocidad del flujo de agua, que puede erosionar el escurrimiento superficial aguas abajo, y socavar el terraplén del camino.

- i) Instalación de tubos de concreto reforzado (TCR): todos los elementos de tubería de concreto se colocarán comenzando en el extremo aguas abajo de la alcantarilla con la campana del tubo en dirección aguas arriba y de acuerdo con la pendiente señalada en los planos o indicada por el supervisor.

Si se prevé movimiento de los rellenos, a fin de evitar el movimiento relativo de los tubos con la consiguiente entrada de agua en el cuerpo del terraplén, los tubos se instalarán sobre un lecho de mampostería o concreto hidráulico de espesor mínimo 10 cm.

Se recomienda el empleo de tubos con junta de goma, con la finalidad de garantizar la estanqueidad en caso de ligeros movimientos.

En caso de tubos sin junta de goma, la junta interior del tubo se recubrirá hasta la mitad con el mortero de cemento aprobado, de modo que las superficies de los tubos en la zona de unión queden ensambladas de manera uniforme.

Se deberán colocar cuñas de ladrillo para mantener estables los tubos de concreto mientras se realiza la fijación de estos.

El mortero debe ser una mezcla de cemento, arena y agua, con una proporción de una parte de cemento por tres partes de arena, agregándole la cantidad de agua necesaria para formar una pasta de consistencia tal que pueda ser manejable y que pueda extenderse fácilmente sobre las superficies de los tubos que se deben ligar.

Si no se usa mezcladora para la elaboración del mortero, el cemento y agregado fino se deben mezclar con pala en seco y en un recipiente sin fugas hasta que la mezcla tenga un color uniforme, después se le agregará el agua para producir el mortero de la consistencia deseada. Se debe preparar en cantidades necesarias para uso inmediato, siendo 30 minutos el máximo de tiempo para emplearlo y en ningún caso, se debe permitir el retemple del mortero (adición de agua o cemento una vez comenzado el fraguado).

Después de colocado el tubo se rellenará con mortero el resto de la junta y se formará un reborde alrededor de la parte exterior con suficiente mortero, usando además fajas de manta o lona aprobadas por el supervisor. Luego se limpiará la junta interiormente, que debe quedar lisa. El reborde exterior se protegerá inmediatamente del aire y del sol durante el tiempo necesario para obtener un curado satisfactorio.

Una vez instalada la tubería y fraguado el mortero, se procederá a rellenar la zanja utilizando material selecto aprobado por la supervisión, que debe ser colocado en capas alternadas de acuerdo

con la capacidad de compactación del equipo vibratorio manual disponible, hasta alcanzar el nivel indicado por la supervisión, hasta lograr una compactación de 100% medido mediante el ensayo AAS14TO T-180 Proctor Modificado.

- ii) Instalación de tubos de metal corrugado, cloruro de polivinil (PVC) o polietileno corrugado: todos los elementos de las tuberías estarán preparados en áreas cercanas al punto donde se instalarán, iniciando siempre desde el punto de aguas abajo.

El supervisor deberá verificar que las tuberías no tengan daños físicos que puedan ocasionar un mal funcionamiento al instalarse. De existir uniones en los elementos, estos deben ensamblarse según lo recomiende el fabricante.

Una vez instalada la tubería, se procederá a rellenar la zanja utilizando material selecto aprobado por la supervisión y colocándolo en capas de acuerdo con la capacidad de compactación del equipo vibratorio manual disponible, hasta alcanzar el nivel indicado por la supervisión, para lograr una compactación del 100% medido mediante el ensayo AASHTO T-180 Proctor Modificado.

801.04 *Ensamble con estructuras de drenaje*

Cuando se instale la tubería y se una a los cabezales o se conecte con estructuras de desagüe, los extremos expuestos de la tubería se deben recortar a ras de la cara de la estructura.

Cuando se construyan las alcantarillas de tubo, en conexión con estructuras de drenaje existentes, se deben tomar provisiones satisfactorias para su conexión.

Los cabezales se construirán de acuerdo con los detalles indicados por el supervisor y con los requisitos especificados para mampostería de piedra, se acuerdo con la sección 1100 de este Manual.

Una vez terminadas todas las operaciones descritas, el contratista debe hacer una limpieza completa del sitio, removiendo todos los materiales de desperdicio a sitios aprobados por el supervisor. Se debe asegurar que no existan obstrucciones en los cabezales de las alcantarillas y no dejar residuos al interior de los tubos, así como la limpieza de los cauces de entrada y salida.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

801.05 *Medición*

Este trabajo se medirá por metro lineal de tubería según el diámetro y clase indicada, midiendo a lo largo del eje y entre los extremos de la alcantarilla instalada y terminada en la obra.

801.06 *Forma de pago*

El pago de esta actividad será hecho de acuerdo con la medición según numeral 801.05, al precio unitario por metro lineal de tubería instalada (según diámetro y clase), pago que será la compensación plena por el suministro de todos los materiales necesarios, las labores de excavación de la zanja, construcción de la cama de arena, instalación en el sitio de los elementos de tubería, conexiones entre los diferentes elementos, y en caso se requiera, cualquier otro drenaje existente, el relleno y compactado final de la zanja, incluyendo la mano de obra, equipo, materiales, herramientas, el retiro de materiales sobrantes, señalización preventiva de la zona de trabajo, y cualquier imprevisto necesario para la adecuada y correcta realización de la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
801.06 (a)	Alcantarilla	Metro lineal según diámetro definido

802. Limpieza de alcantarillas y otras estructuras de drenaje

802.01 Descripción

Esta actividad consistirá en la recolección, extracción y remoción de todo tipo de materiales de desecho (vegetativo, sedimentado, basura, entre otros) que se encuentre depositado en la sección de las alcantarillas, cajas y canales de entrada y salida, independientemente de su dimensión, incluyendo la limpieza y remoción de todo material que se encuentre en otros elementos que conformen el drenaje. En todo momento se debe tener presente que estas labores están encaminadas a lograr el paso rápido de las aguas.

802.02 Materiales

No se requiere el suministro de materiales para la correcta ejecución de esta actividad.

802.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

La limpieza de las alcantarillas se debe realizar en temporada de estiaje previo al inicio de la temporada de lluvias y continuar su limpieza mensual o bimestralmente. En zonas donde se presentan lluvias todo el año, se debe realizar limpieza mensual o bimestralmente según lo determine el supervisor.

La limpieza incluye la obra misma, así como sus cauces de entrada y salida dentro del derecho de vía de la carretera y hasta una longitud de 50 m dentro de cauces naturales aguas arriba y aguas debajo de la obra. En caso de haber impedimento para limpiar causes fuera del derecho de vía, debe informarse al supervisor para resolver el caso.

La limpieza de las alcantarillas y cajas debe hacerse, fundamentalmente, con mano de obra y herramientas manuales. En de que caso sea necesario el uso de algún equipo mecánico, la cantidad y tipo de equipo debe ser aprobado por el supervisor.

La limpieza de los canales de entrada y salida debe hacerse utilizando herramientas manuales salvo autorización previa del supervisor.

Cuando estos canales se encuentren azolvados por depósito o sedimentación de suelos, basura, maleza o cualquier otro material, deben excavarse y remover hasta conseguir darles la forma, sección y pendiente originales.

Todos los materiales extraídos en el desarrollo de estas labores constituyen desperdicio y deben ser removidos de la zona y transportados a sitios donde no causen problemas ecológicos o problemas inminentes a los drenajes, ese sitio debe ser aprobado previamente por el supervisor.

Las labores requeridas para ejecutar esta actividad se deben hacer sin causar daño a los muros de los cabezales de entrada o de salida, así como a la tubería de la alcantarilla o cualquier elemento presente y de carácter necesario para el adecuado funcionamiento de la estructura. De producirse algún daño a estos elementos su reparación será ejecutada por cuenta del contratista.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

802.04 Medición

El trabajo ejecutado en esta actividad será medido por: a) unidad limpiada, b) suma global y c) metro lineal limpiado. Se consideran todos los elementos que conforman el sistema de drenaje del punto señalado, el canal de entrada, la sección de la estructura, el canal de alivio y cualquier elemento

asociado al drenaje del sitio, independientemente del diámetro, cuando se trate de alcantarillas o del tamaño de la sección cuando se trate de cajas.

802.05 *Forma de pago*

El pago de esta actividad, medida como se indica en el numeral 802.04 al precio unitario establecido, pago que será la compensación plena por todo el equipo, mano de obra, materiales, herramientas, traslado del material removido a sitios debidamente autorizados, señalización preventiva de la zona de trabajo y cualquier otro imprevisto necesario para poder realizar correctamente la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
802.05 (a)	Limpieza de alcantarillas y otras estructuras de drenaje	Unidad
802.05 (b)	Limpieza de alcantarillas y otras estructuras de drenaje	Suma global
802.05 (c)	Limpieza de alcantarillas y otras estructuras de drenaje	Metro lineal

803. Limpieza de subdrenajes

803.01 *Descripción*

El subdrenaje es la obra destinada a drenar las corrientes subterráneas de agua que pudieran circular debajo de la estructura de la carretera o bien que desciendan de los taludes de corte.

803.02 *Materiales*

El suministro de materiales dependerá del material con el cual se construyó el subdrenaje, pudiendo ser: a) tubería perforada de PVC, b) tubería perforada de concreto reforzado, c) tubería simple de concreto, d) tubería perforada de hierro galvanizado, y e) drenaje francés (roca de distintas graduaciones).

803.03 *Procedimiento de ejecución*

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Debido a que el subdrenaje es una estructura construida debajo del nivel de la rasante de la carretera, la única manera de identificar si está funcionando adecuadamente, es localizando los puntos de desagüe y verificar el corrimiento de agua. En estos casos, lo recomendable es realizar excavaciones exploratorias en puntos aleatorios, para observar el comportamiento de las aguas conducidas y ubicar posibles taponamientos.

En muchos casos, los subdrenajes tienen construidos en su parte superior, cunetas revestidas, que deben destruirse para realizar la exploración. En otros casos, se encuentran debajo de la propia carretera (formación escalera o esqueleto de pescado), donde hay que remover parte de la estructura del pavimento. En ambos casos, se debe prever la reconstrucción de estos elementos a su condición original, luego del trabajo de mantenimiento del subdrenaje.

Identificados los puntos con problemas de circulación de agua, se debe iniciar la remoción de las capas de relleno, hasta tener expuesta toda la estructura del subdrenaje, procediendo a su mantenimiento o reemplazo de una línea. Este procedimiento puede llegar al extremo de rehacer nuevamente todo el subdrenaje, por lo que debe evaluarse previamente su funcionalidad y los costos de este renglón para su ejecución física.

Concluido el trabajo de mantenimiento, se debe restaurar la carretera a su condición original.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

803.04 Medición

El trabajo ejecutado en esta actividad será medido por metro lineal reacondicionado.

803.05 Forma de pago

El pago de esta actividad será hecho por la cantidad medida conforme el numeral 803.04 al precio unitario que corresponda, pago que será la compensación plena por el suministro de todos los materiales necesarios, las labores de excavación de la zanja, mantenimiento o reemplazo del subdrenaje, relleno y compactado final de la zanja, reconstrucción de la cuneta revestida, incluyendo en todo ello la mano de obra, equipo, materiales, herramientas, el retiro de materiales sobrantes, señalización preventiva de la zona de trabajo, y cualquier imprevisto necesario para la adecuada y correcta realización de la actividad.

De requerirse la reconstrucción de la estructura del pavimento o cunetas, se hará de acuerdo con lo especificado en las secciones de este Manual, referentes a estas actividades, medidas y pagadas como se indique en las mismas.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
803.05 (a)	Subdrenaje	Metro lineal según tipo de subdrenaje

804. Construcción de cunetas revestidas

804.01 Descripción

Son los canales longitudinales situados a ambos lados de la calzada, incluyendo hombros, que pueden estar recubiertos de piedra ligada con mortero, concreto simple fundido en sitio, concreto simple prefabricado, suelo cemento o mezclas asfálticas, que sirven para conducir hacia los drenajes el agua de lluvia que cae sobre la corona y los taludes. También se deben incluir los vertederos y cortinas, cuyo objetivo es conducir el agua hacia puntos de desagüe.

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción. También se incluyen en este trabajo, todas las operaciones necesarias de alineamiento, excavación, conformación de la sección y compactación del suelo, para la correcta construcción de las cunetas revestidas y los vertederos. Antes de colocar cualquiera de los revestimientos mencionados anteriormente, se debe conformar y compactar la superficie de las cunetas y retirar cualquier materia extraña o suelta que se encuentre en las mismas.

Las cotas de cimentación, las dimensiones, tipos y formas de las cunetas revestidas, deben ser las indicadas en los planos o como las ordene el supervisor.

La sección de construcción de la cuneta, dimensiones, pendientes y dirección del flujo debe determinarse conforme al Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana.

804.02 Procedimientos de construcción

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra. Los requisitos de los materiales son:

a) *Piedra ligada con mortero:*

- i) Preparación y colocación de la piedra: la superficie de las piedras se debe humedecer antes de colocarlas, para quitar la tierra, arcilla o cualquier materia extraña. Debe rechazarse las piedras cuyos defectos no se pueden remover por medio de agua y cepillo. Las piedras limpias se deben ir incrustando cuidadosamente sobre la superficie del terreno debidamente preparado, con las superficies planas si las tienen, hacia el exterior. La separación entre piedra y piedra no debe ser menor de 3 cm ni mayor de 5 cm, que deben quedar completamente llenas de mortero. Las piedras se deben manipular en tal forma que no golpeen a las ya colocadas, para que no alteren su posición. No se debe permitir rodar o dar vuelta a las piedras sobre la cuneta, ni golpearlas ni martillarlas una vez colocadas. Si una piedra se afloja después de que el mortero haya alcanzado su fraguado inicial, se debe remover la piedra y el mortero para colocarla de nuevo.
- ii) Elaboración y colocación del mortero: debe cumplir con lo especificado en la sección 1101 de este capítulo, con la salvedad de que en este caso se refiere a cunetas revestidas y no a estructuras de mampostería de piedra, y que no es aplicable lo indicado en relación de la humedad, aplicación de carga y repello. El mortero colocado en las juntas debe penetrar 1.3 cm debajo de la superficie. La proporción del mortero será de 3:1. La piedra utilizada debe ser sana, evitando piedras porosas o quebradizas. Se debe remover el exceso de mortero de la superficie. Las cunetas se deben mantener húmedas durante 6 horas después de haber sido terminadas.

No se debe aplicar ninguna carga exterior sobre las cunetas terminadas, por lo menos dos días después de haber terminado el trabajo.

b) *Concreto simple o prefabricado*

- i) Concreto simple fundido en sitio. La elaboración y colocación del concreto para revestimiento de cunetas, debe cumplir con la sección 701, Cemento Hidráulico y la sección 703, Agregados, del Manual Centroamericano de Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes Regionales, 2da. Edición, 2004, SIECA.
- ii) El concreto se debe colocar, principiando en el extremo de la cuneta que será revestida y avanzando en el sentido ascendente de la pendiente de esta. Se deben dejar juntas de construcción cada 2 metros, con un espesor de 3 mm. Se debe tener cuidado en la colocación de la formaleta y al colocar el concreto, se debe nivelar las superficies para que la cuneta quede con la verdadera forma y dimensiones indicadas en los planos. El espesor mínimo de la cuneta debe ser de 70 milímetros.
- iii) Concreto simple prefabricado. Fabricación y colocación de las planchas: la fabricación de las planchas de concreto para el revestimiento de cunetas debe cumplir en lo aplicable, con la dosificación para concreto clase 2500. Las formas y dimensiones de las planchas deben ser las indicadas en los planos, con un espesor mínimo de 7 cm. Las superficies de las planchas se deben humedecer antes de ser colocadas y colocarlas cuidadosamente sobre la superficie del terreno debidamente preparada. La separación entre plancha y plancha no debe ser menor de 1.5 ni mayor de 3 cm, estas deben quedar completamente llenas de mortero. No se debe permitir arrastrar o dar vuelta a las planchas sobre la cuneta, ni golpearlas o martillarlas una vez colocadas. Si una plancha se afloja después de que el mortero haya alcanzado su fraguado inicial, se debe remover la plancha y el mortero circundante para colocarla de nuevo.

En ambos casos las juntas de construcción deberán sellarse conforme se especifica en el presente manual para evitar que el agua se infiltre a las capas inferiores.

c) *Mezclas asfálticas*

La colocación de las mezclas asfálticas en frío para revestimiento de cunetas debe cumplir en lo aplicable con las secciones 1351 de este Manual. Antes de la colocación, se debe verificar alineamiento, sección y pendiente, que estén según los planos. Se debe retirar de las cunetas todo material suelto o extraño que se encuentre sobre la superficie de estas y al colocar la mezcla dar la compactación debida. El espesor mínimo del concreto asfáltico, mezclado en caliente en planta, debe ser de 3 cm y el de mezcla en frío en planta de 4 cm.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

804.03 *Medida*

La medida se puede hacer por metro lineal de una sección definida por el contratante; metros cuadrados, con un espesor definido por el contratante de cunetas revestidas, y metro cúbico, todos estos construidos satisfactoriamente y de acuerdo con las especificaciones.

También se debe incluir en esta medida los vertederos y cortinas. En el caso de cortinas con un espesor mayor que el especificado para cunetas, al volumen construido se le debe calcular su equivalente en metros cuadrados, en el espesor correspondiente al tipo o clase de cuneta de que se trate, con el fin de establecer el total de obra realizada en metros cuadrados.

804.04 *Forma de pago*

Será hecho por la cantidad medida conforme el numeral 804.03 al precio unitario que corresponda, pago que incluirá todos los costos de mano de obra, equipo, herramienta, señalización preventiva de la zona de trabajo y cualquier imprevisto necesario para la correcta construcción de este concepto.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
804.04 (a)	Cunetas revestidas	Metro lineal
804.04 (b)	Cunetas revestidas	Metro cuadrado
804.04 (c)	Cunetas revestidas	Metro cúbico

805. **Reconformación de cunetas sin revestir**

805.01 *Descripción*

Este trabajo consistirá en la reconformación de cunetas sin revestimientos, y demás drenajes complementarios, tales como contracunetas y canales, en carreteras pavimentadas y no pavimentadas.

805.02 *Materiales*

No se requiere el uso de materiales para este tipo de trabajo.

805.03 *Procedimiento de ejecución*

La maquinaria utilizada para la reconformación de cunetas sin revestir será principalmente la motoniveladora, con un cargador o retroexcavadora y los camiones de volteo necesarios para transportar y eliminar los desechos.

La reconformación de las cunetas consistirá en la remoción y extracción de todo tipo de materiales y vegetación, que obstruyan, parcial o totalmente, la escorrentía, de modo que se restablezcan las secciones transversales de la cuneta según los planos originales o las indicaciones del supervisor.

Los sitios de trabajo deberán quedar totalmente limpios, de tal manera que los desechos de la reconformación se deberán acarrear y depositar en sitios autorizados por el supervisor.

805.04 Medición

Esta actividad de reconformación de cunetas sin revestir se medirá por: a) metro lineal y b) kilómetros.

805.05 Forma de pago

El pago de esta actividad será hecho por la cantidad medida conforme el numeral 805.04 al precio unitario que corresponda, pago que constituirá la compensación plena y total por llevar a cabo la actividad descrita en esta sección, con el equipo, mano de obra, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo e imprevistos necesarios para la ejecución de los trabajos especificados en esta sección.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
805.05 (a)	Reconformación de cunetas sin revestir	Metro lineal
805.05 (b)	Reconformación de cunetas sin revestir	Kilómetro

806. Limpieza de cunetas en carreteras no pavimentadas

806.01 Descripción

Este trabajo consiste en la limpieza total, carga y acarreo hacia botaderos previamente aceptados por el supervisor, de los desechos provenientes de la limpieza de las cunetas y contra cunetas de la carretera.

806.02 Materiales

No se requiere el suministro de materiales para la correcta ejecución de esta actividad.

806.03 Procedimiento de ejecución

Toda materia extraña debe eliminarse con métodos que no causen daño a las estructuras que forman las cunetas. La limpieza debe ser total para que las aguas pluviales corran sin obstrucción alguna.

No se permite dejar desechos en montículos cercanos a dichas obras, que, por efecto de las lluvias, puedan volver a obstruir estas estructuras, ni tampoco cerca de escurrimientos superficiales que puedan contaminar o azolver dichos cauces

No se permite botar desechos de material producto de la limpieza en cuencas, vías o lugares en que se pueda atentar contra la estética o la ecología de la zona.

El supervisor debe aprobar previamente al pago, la limpieza realizada y el destino de los desechos. Cada día, al finalizar las obras de limpieza de las cunetas, se debe recoger los desechos producto de estas labores y depositarlos en los lugares previamente aprobados por el supervisor.

806.04 Medición

El material procedente de la limpieza de las cunetas será medido por metro lineal.

806.05 *Forma de pago*

El pago de esta actividad será hecho por la cantidad medida conforme el numeral 806.04, al precio unitario que corresponda, que será la compensación plena por todo el equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo y cualquier otro imprevisto necesario para poder realizar correctamente la actividad. El costo de la limpieza de las estructuras accesorias de drenaje ya existentes será incluido como parte del pago por la limpieza de tubería y cunetas. No se hará ningún pago adicional para estos trabajos.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
806.05 (a)	Limpieza de cunetas en carreteras no pavimentadas	Metro lineal

Cuadro 800-I
Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial en sistemas de drenaje

Sección 800 – Drenajes

Actividad	Peligros/amenazas	Vulnerabilidad	Riesgo	Impacto	Reducción de vulnerabilidad
801. Suministro, transporte y colocación de alcantarillas	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrometeorológicos: inundaciones repentinas, olas de calor, aumento del nivel del mar, incremento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos y aumento de las temperaturas • Geológicas: terremotos, deslizamientos de tierra, caída de rocas, hundimientos, erosión, fallas geológicas • Ambientales (biológicos): degradación de suelos, deforestación, pérdida de biodiversidad, erosión • Tecnológicas: fallas estructurales, colapsos • Sociales: malos hábitos, manejo inapropiado de desechos, accidentes laborales 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencias en el diseño • Antigüedad de la infraestructura • Aspectos económicos y culturales limitantes • Estado crítico de los ecosistemas • Ubicación de áreas propensas a inundaciones u otros desastres • Falta de rutas alternativas en caso de cierres 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión • Sedimentación • Socavación de las bases de la infraestructura de drenaje • Obstrucción de drenajes pluviales • Colapsos estructurales • Accidentes de tránsito • Insuficiencia hidráulica del drenaje 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de vidas humanas • Pérdida de infraestructura • Daños al medio ambiente • Cierre parcial de la carretera • Inundación de la superficie de rodamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de vulnerabilidad y riesgo • Inspecciones periódicas y monitoreo con personal calificado e identificación de puntos vulnerables • Incorporación de medidas de adaptación al cambio climático cuando sea pertinente • Cumplimiento del programa de mantenimiento rutinario y periódico • Señalizaciones adecuadas y pertinentes, • Implementar medidas de seguridad vial • Mantenimiento planificado ante eventos hidrometeorológicos • Control de calidad de los materiales • Educación ambiental en los programas de mantenimiento de carreteras • Coordinación y respuesta a emergencias • Contar con equipo en buen estado y mano de obra calificada
802. Limpieza de alcantarillas y otras estructuras de drenaje					
803. Limpieza de drenajes.					
804. Construcción de cunetas revestidas					
805. Reconformación de cunetas sin revestir					
806. Limpieza de cunetas en carreteras no pavimentadas					

Fuente: Elaboración propia.

Sección 900. Señalización

901. Mantenimiento y reposición de señalización horizontal

901.01 Descripción

Este trabajo consiste en repintar o restituir la demarcación horizontal del pavimento, comprendiendo todas las líneas, marcas y signos necesarios para seguridad y comodidad de las personas usuarias y para realizar maniobras viales en forma segura. Comprende los trabajos que se describen a continuación:

- a) Limpieza y premarca de la superficie de rodadura.
- b) Aplicación de pintura en las líneas transversales y longitudinales, marcas y signos.
- c) Protección de líneas recién pintadas y mantenimiento de dispositivos de seguridad vial en óptimas condiciones.

Las especificaciones aplican tanto al señalamiento horizontal nuevo como a la reposición de las marcas existentes, rigiéndose por el *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito* de SIECA en lo que aplique.

901.02 Materiales

Los materiales deben poseer las siguientes propiedades:

a) Características de la pintura en frío

La pintura debe someterse a lo estipulado para la pintura tipo N de la norma AASHTO M-248. Además, se seguirán las instrucciones del fabricante para su manejo y aplicación.

Deben usarse microesferas de vidrio tipo 1 reglamentado por la norma AASHTO M-247 y deben ser aplicadas por el método DROP-ON y en una proporción de 6 lb/gal de pintura. Las líneas longitudinales tendrán un ancho mínimo uniforme de 10 cm y un espesor mínimo de película húmeda de pintura de 600 micrones. La línea central se pintará siguiendo el patrón de línea existente. Con segmentos de 4,50 m pintados y 7,50 m sin pintar. Los tramos que se deben pintar con línea central continua se determinarán atendiendo el concepto de geometría y visibilidad mínima, establecido en el Acuerdo Centroamericano, por lo que deben ser doble línea con una separación de 10 cm.

b) Características técnicas de la pintura en caliente (termoplástica)

Consiste en un material en estado plástico o fundido por calentamiento. Resulta de una composición en proporciones dadas por el fabricante, de resinas naturales o sintéticas, partículas granulares como elementos inertes, pigmentos y agente. Además, incluye dispersantes, plastificantes y microesferas de vidrio, destinadas a transformar el material en reflectivo. Sus cualidades deben estar comprendidas en lo que establece la norma AASHTO M-249.

Si se aplica en una línea horizontal, esta debe ser recta con bordes claros y precisos y estar de acuerdo con los planos y las instrucciones del supervisor. La pintura debe tener una superficie uniforme y sin presencia de burbujas de aire.

Al alcanzar la temperatura de aplicación, la pintura no debe expulsar vapores que sean tóxicos o dañinos. Los elementos de la pintura deben de estar bien mezclados en el compuesto. La pintura debe cumplir con lo siguiente:

- a) Características físicas
 - El color. Utilizando el método ADE ASTM D-1960, la pintura debe producir lo siguiente:

- Blanca-brillantez por día a 45 grados, 0 grados-75% mínimo.
- Amarilla-brillantez por día a 45 grados, 0 grados-45% mínimo.
- Tiempo de secar. Cuando se pinta a una temperatura de 205 °C, la línea tiene que secarse en los 15 minutos siguientes de su aplicación, de tal forma que no se adhiera a los neumáticos.
- Fuerza de adherencia. Después de calentar la pintura a 205 °C, la fuerza de adherencia al concreto debe alcanzar 1,24 Mpa.
- Resistencia a indentación. Para probar la dureza, es necesario usar un durómetro Shore tipo A2, usando el método ASTM D-2240. El barómetro y el panel deben de estar a 45 grados con una carga de 2.000 kilos. Después de 15 segundos, la escala debe marcar entre 40 y 75 grados.
- Resistencia al impacto. Utilizando el método A de ASTM 256 a, la resistencia al impacto promedio de 4 ejemplos distintos debe ser como mínimo de 1,13J.
- Punto de ablandamiento. Probado de acuerdo con el método ASTM E-28, la pintura puede contener un máximo del 5% de peso de agua.
- Gravedad específica. Debe ser de entre 1,9 hasta 2,3. Para determinarla usar el método de ASTM D-792.
- Resistencia a la abrasión. De acuerdo con el método California Test 423, en la prueba puede perder como máximo 10 gramos.
- Seguridad. Pintado a la temperatura recomendada, esta no debe expulsar vapores tóxicos.
- Capacidad de recalentar. La pintura debe retener las características físicas después de cuatro horas a la temperatura de 205 °C. También tiene que retener sus características cumpliendo con los requisitos de la AASHTO M-248 para tipo F y las recomendaciones del fabricante.

b) Microesferas:

- Índice de refracción. El índice de refracción debe ser más de 1,5.
- Esfericidad. De acuerdo con el método ASTM D-155, un mínimo del 75% de las microesferas premezcladas y de las microesferas aplicadas sobre las líneas horizontales debe ser esférica.
- Granulometría. Las microesferas premezcladas y sobreaplicadas cumplirán con los requisitos de AASHTO M-247.

Cuadro 901-I
Granulometría de las esferas

Tamaño de la malla	Porcentaje por peso que pasa la malla designada (ASTM 1214)		
	Granulometría asignada		
	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5
2,36 mm			100
2,00 mm		100	95 – 100
1,70 mm	100	95 – 100	80 – 95
1,40 mm	95 – 100	80 – 95	0 – 5
1,18 mm	80 – 95	10 – 40	0 – 2
1,00 mm	10 – 40	0 – 5	
850 µm	0 – 5	0 – 2	
710 µm	0 – 2		

Fuente: Elaboración propia.

- Revestimiento de las microesferas: las microesferas deben tener una película que resista el efecto de la humedad y que mejore la adherencia con la pintura.
- Empaque: el empaque debe ser apto para la pintura termoplástica, cada contenedor debe pesar aproximadamente 23 kilogramos, y llevará el nombre del fabricante, el color, el número de lote y la fecha de fabricación.

c) Aplicación

Se pintará con pintura termoplástica de acuerdo con el método de:

- Extrusión, donde un lado del molde es el pavimento y los otros tres son parte de una máquina capaz de guardar la temperatura de la pintura y controlar el flujo de la termoplástica.
- Molde suspendido que tenga un control de cuatro lados para controlar el flujo y la forma de la raya.
- Humedad: el pavimento tiene que estar seco. Si hay duda, se debe utilizar el método de pegar un pedazo de plástico de 0,6 metros cuadrados sobre el pavimento por 20 minutos. Si se observa condensación suficiente para que gotee cuando se levante verticalmente, no se debe pintar. Se tiene que repetir la prueba hasta que el agua no gotee.
- Limpieza: el pavimento tiene que estar limpio. Antes de pintar se tiene que quitar el polvo. Si se pintó sobre una línea existente, se debe utilizar una escoba mecánica para quitar la pintura mal adherida. Antes de pintar en concreto nuevo, se tiene que quitar el compuesto para curar.
- Mano de obra: las líneas pintadas deben de estar en los planos. No está permitido que se desvíen más de 50 milímetros en un tramo de 60 metros de la ubicación planeada. Además, no se permite que se desvíe más de 25 milímetros por cada 30 metros de línea y la desviación no debe ser brusca.
- Base (*primer*): se tiene que usar una pintura base (*primer*) cuando el pavimento es concreto hidráulico.

d) Temperatura

La temperatura del aire y del pavimento debe ser mayor de 13 °C antes y durante la aplicación de la pintura. La temperatura de la termoplástica debe estar entre 204 °C y 226 °C antes de pintar. Se utiliza un termómetro infrarrojo para determinar la temperatura de la pintura al punto de pintar.

- Las microesferas: se tiene que echar 5 kilogramos de microesferas sobre 10 metros cuadrados de termoplástica. La máquina pintarrayas debe aplicar las microesferas de tal manera que se implanten hasta el 60% de su diámetro.
- El espesor de la pintura: el espesor de la línea, marca o signo será un mínimo de 1,5 milímetros o de 2,5 milímetros; la determinación del espesor, en función del tránsito medio diario, será establecida por el organismo competente.
- El contratante definirá los valores permisibles para la retrorreflectividad (dependiendo del tipo y color) y los mínimos permisibles para la reposición de los elementos de señalización.

901.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Todas las líneas, signos y marcas en el pavimento deben presentar una visibilidad completa durante el día y la noche. Por lo general, el deterioro de esta señalización es general en toda la carretera y su duración depende del tipo de pavimento, composición y proporción de la pintura utilizada, así como de condiciones climatológicas y volumen del tránsito. Debido al cambio climático el aumento de la radiación solar y de los rayos ultravioleta, las pinturas se deterioran más rápidamente, por lo que requieren un mantenimiento más frecuente. Cuando esta señalización pierda sus características propias, se debe pintar nuevamente tomando en cuenta que la nueva pintura cubra la anterior y antes de aplicarla se debe asegurar la limpieza del pavimento para eliminar cualquier impureza que pueda afectar a la nueva pintura.

En zonas de las carreteras donde se han efectuado obras de construcción, se pintará nuevamente cualquier marca, líneas o signo que hubiera desaparecido o presentase condiciones deficientes en comparación con la señalización existente de la carretera. También se limpiará cualquier material extraño que exista sobre el pavimento que dificulte la visibilidad de las rayas o marcas. Los procedimientos para cada una de las cuatro etapas indicadas están estipulados a continuación:

- a) Limpieza y premarca de la superficie de rodadura. La limpieza de la superficie de rodadura se ejecutará mediante el uso de escobas manuales o mecánicas o aire a presión, dejando la superficie libre de polvo, grasa, aceite y sustancias que impidan o disminuyan la adherencia apropiada de la pintura a la superficie. La premarca se hará en aquellos segmentos de carretera en donde las líneas de pavimento no sean visibles, para lo cual se utilizará la misma pintura especificada. Los puntos de premarca se harán a cada metro.
- b) Aplicación de pintura en líneas centrales y laterales de pavimento. Para la aplicación de pintura se debe utilizar equipo autopropulsado con un rendimiento mínimo de 12 kilómetros diarios, en condiciones climáticas no adversas, capaz de mantener una uniformidad que, a juicio del supervisor, sea aceptable tanto en ancho y espesor de película húmeda como en alineamiento. El equipo utilizado también debe aplicar dosificada y automáticamente las microesferas de vidrio especificadas, simultáneamente con la aplicación de pintura.
- c) Protección de líneas, marcas o signos pintadas y seguridad vial. El contratista será responsable de proteger las líneas, signos o marcas pintadas durante el período de secado, para evitar el paso de vehículos sobre las mismas, pero sin paralizar el flujo del tránsito, que debe guiarse ordenadamente.

Todo el personal que participe en estos trabajos de señalización debe vestir chalecos de seguridad vial y hacer uso de dispositivos y mecanismos que adviertan anticipadamente a las personas conductoras de vehículos de la ejecución de trabajos viales. Los vehículos y el equipo utilizado para la ejecución de los trabajos de señalización deben poseer luces de seguridad vial y mantenerlas encendidas durante dicha actividad.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

901.04 Medición

Se medirá en: a) metros lineales y ii) kilómetros. En ambos casos será la longitud real pintada de líneas aceptada por el supervisor, y con una aproximación de tres decimales para el cálculo de pago, en un ancho definido por el contratante. También podrá medirse por: iii) marcas, iv) símbolos y v) metro cuadrado de marcas o símbolos.

901.05 Forma de pago

Se efectúa de acuerdo con la medición realizada según el numeral 901.04, precio que será la compensación plena por el suministro de todos los materiales necesarios, equipo, herramientas,

traslados, señalización preventiva de la zona de trabajo, y cualquier imprevisto necesario para la adecuada y correcta realización de la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
901.05 (a)	Señalización horizontal	Metro lineal
901.05 (b)	Señalización horizontal	Kilómetro
901.05 (c)	Marcas	Unidad
901.05 (d)	Símbolos	Unidad
901.05 (e)	Marcas o símbolos	Metro cuadrado

902. Mantenimiento y reposición de señalización vertical

902.01 Descripción

Este trabajo consiste en el mantenimiento o sustitución, incluyendo la fabricación, suministro, instalación y reparación, de señales verticales de tránsito, apoyos para señales, puesta de marcos y paneles, todos de acuerdo con estas especificaciones. La señalización vial vertical se rige conforme el *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito* de la SIECA y consiste en:

- Señales de información. Guían e informan a la persona conductora sobre las rutas, distancias, servicios y todo aquello que se relacione con lugares y poblaciones de interés, accesibles por la carretera en que viajan.
- Señales de prevención. Advierten a las personas conductoras de la existencia de un posible peligro y de su naturaleza.
- Señales restrictivas. Tiene por objetivo indicar a las personas conductoras la existencia de ciertas limitaciones, prohibiciones y restricciones que regulan el uso de las vías.

Los detalles de las señales de control deben estar conformes con la última versión del *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito* de SIECA. Las señales existentes desgastadas que no estén conforme al Manual de referencia deben reemplazarse con nuevas señales fabricadas de conformidad a la normativa.

Las señales elevadas deberán ser revisadas por viento para asegurar su estabilidad para que no puedan representar un peligro para las personas usuarias de las carreteras en caso de presentarse tormentas, huracanes o vientos fuertes.

902.02 Materiales

La señalización vertical será fabricada en lámina de acero calibre 16, con acabado galvanizado por inmersión electrolítica para darle a la lámina una mayor durabilidad a la intemperie, ya que con este acabado se evita la corrosión, por lo que tampoco se hace necesario el acabado de esmalte anticorrosivo. Podrán utilizarse otros materiales, siempre que se cumpla con lo establecido en el *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito* de SIECA.

El acabado de señales así indicadas se efectuará con láminas vinílicas reflectivas, mínimo grado ingeniería (este grado no podrá utilizarse en zonas donde las amenazas climáticas estén identificadas, ya que se requiere una visibilidad mayor de las señales). Tales láminas se adherirán mediante calor o en frío, desengrasando previamente la placa metálica para darle una mayor adherencia. La lámina reflectiva se aplica solamente en la cara de la señal, no en los dobleces.

Se emplearán láminas reflectivas grado alta intensidad, en las leyendas de las señales que se indiquen expresamente.

Preferiblemente, las láminas metálicas serán del tipo bandeja y llevarán un doblez perimetral troquelado de una pulgada de ancho. No podrán existir cortes o soldaduras en el mismo. Todas las señales llevarán dos tornillos de seguridad por poste, con medidas de 2½ pulgadas de largo por 5/16 pulgadas de diámetro, en acabado galvanizado. Cada tornillo deberá tener un punto de soldadura.

Cada señal deberá tener indicada la fecha de fabricación en su parte posterior y una leyenda que indique que es propiedad del Estado.

Los postes de todas las señales bajas serán de perfil tubular galvanizado de acero de 2 pulgadas, calibre 14 con acabado galvanizado. Llevarán en la parte superior una tapa plástica para evitar que entre el agua, además llevarán una varilla de 3/8 pulgadas de 20 cm de largo para anclaje al concreto. Todas las señales verticales deben ir cimentadas con concreto hecho en obra y durante el mantenimiento se deberá revisar que el sistema sujeción no presente falla o daño alguno.

El contratante definirá los valores permisibles para la retrorreflectividad (dependiendo del tipo y color) y los mínimos permisibles para la reposición de los elementos de señalización.

902.03 Medición

La medición será realizada por: a) unidad colocada y tipo de señal, definida contractualmente en características de dimensiones de poste, geometría de la señal y material utilizado para la realización de la señal reflectiva; b) metro cuadrado de señal, que incluye tablero y c) poste metálico.

902.04 Forma de pago

El pago será realizado por el número de señales colocadas en la carretera, precio que será la compensación plena por el suministro de todos los materiales necesarios para la fabricación de la señal, equipo, herramientas, traslados, instalación, señalización preventiva de la zona de trabajo, y cualquier imprevisto necesario para la adecuada y correcta realización de la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
902.04 (a)	Señal vertical	Unidad
902.04 (b)	Señal vertical	Metro cuadrado
902.04 (c)	Poste	Metro lineal

903. Mantenimiento y reposición de marcador reflectorizado de pavimento (vialetas, ojo de gato o captafaro)

903.01 Descripción

Este trabajo consiste en el mantenimiento o sustitución de marcadores reflectorizados de tránsito en el pavimento, en los lugares donde se indique su ausencia o se hallen dañados.

903.02 Materiales

Los marcadores reflectorizados deben poseer las siguientes características:

- Tamaño: 10 cm x 10 cm x 2 cm
- Área mínima de reflectividad: 21,25 cm²
- Pantalla reflectiva (una o dos caras)
- Adhesivo (pegamento)

- En superficie asfáltica, usar un pegamento bituminoso de alta adherencia o pintura termoplástica.
- En superficie de concreto hidráulico, usar pegamento epóxico de alta adherencia.

903.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Para la limpieza de vialetas se requiere de equipo que permita eliminar la suciedad, ya sea con agua a presión o aire a presión, utilizando detergentes no abrasivos, y en caso de ser necesario utilizar trapos, esponjas o cepillos, cuidando en todo momento no rayar la pantalla reflectiva. Residuos que no sean posibles eliminar con esta técnica, tales como, diésel, aceites o material asfáltico, se podrán utilizar productos químicos más fuertes que deben ser autorizados por el supervisor

Se deben reemplazar los marcadores en todos aquellos lugares donde se hayan desprendido, limpiando perfectamente la superficie donde va a ser colocado y cuidando de usar el adhesivo correcto. Deben reemplazarse todas aquellas vialetas que presenten deterioro tales como fisuras, hundimiento, otros. La superficie de rodadura debe estar seca y libre de polvo, grasa, o cualquier material extraño que perjudique su adherencia.

Cada marcador debe instalarse centrado sobre el eje para el caso de líneas longitudinales segmentadas, entre las líneas doble amarillas e inmediatas sobre el borde derecho de las líneas longitudinales de borde de pavimento, quedando la o las pantallas reflectivas perpendicularmente a dicho eje.

En las tareas de repintado de líneas se tendrá especial cuidado de no manchar los marcadores y si eso sucediera limpiarlos inmediatamente para verificar que mantiene las características reflectivas.

En línea discontinua, se instalarán a la misma distancia que hay en el punto medio del segmento no pintado en línea discontinua y el punto medio del segmento no pintado siguiente, es decir con una distancia de 12 metros, al igual que cuando se trate de líneas dobles amarillas; para el caso del borde del pavimento se mantendrá igual distancia, pero alternada a las dispuestas sobre el eje de la calzada.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

903.04 Medición

Se medirá en unidades colocadas y aceptadas por el supervisor.

903.05 Forma de pago

El pago se efectúa por el número de unidades colocadas o limpiadas, según el precio unitario establecido en el contrato, valor que será la compensación plena por el suministro de todos los materiales necesarios para la colocación de la señal, equipo, herramientas, traslados, instalación, señalización preventiva de zona la de trabajo, y cualquier imprevisto necesario para la adecuada y correcta realización de la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
903.05 (a)	Reposición de vialeta, ojo de gato o captafaro	Unidad
903.05 (b)	Limpieza de vialeta, ojo de gato o captafaro	Unidad
		Lote por km

904. Mantenimiento y reposición de postes de kilometraje

904.01 Descripción

Este trabajo consiste en la reparación, sustitución y mantenimiento de los postes de metal o de concreto reforzados con la identificación del kilometraje que aparecen a lo largo de la carretera, a uno o ambos lados y que sirven para ubicar cualquier punto desde su origen. El trabajo de mantenimiento podrá consistir en: limpieza de la señal, pintado o reposición del material reflectivo, reemplazo de la señal sin cambio de poste, instalación de una nueva señal.

904.02 Materiales

Los materiales serán los siguientes:

- a) Hierro de refuerzo
- b) Tubo de metal
- c) Pintura
- d) Planchas de metal
- e) Película reflectiva
- f) Concreto reforzado

904.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

a) Postes de metal

Se debe limpiar, repintar o reemplazar el material reflectivo, o sustituir parcial o totalmente toda la señal, de todos los postes en los cuales la identificación del kilometraje no esté claramente definida. La decisión final del trabajo deberá ser indicada por el supervisor y en ningún caso, podrá ser omitida de la señalización de la carretera por más de cinco días.

Si la señal debe sustituirse completamente, la nueva será trasladada al punto de colocación y deberá ser ubicada a un mínimo de 1,50 metros del extremo de la capa de rodadura. Los soportes deben estar enterrados 50 centímetros dentro del suelo, para lo cual se debe hacer una excavación de 30 x 30 x 50 centímetros y el espacio entre el soporte y la excavación se debe llenar y compactar con material adecuado, que garantice que los postes queden bien anclados al suelo.

b) Postes de concreto

Se debe limpiar, repintar o sustituir totalmente la señal de identificación del kilometraje que no esté claramente definida. La decisión final del trabajo deberá ser indicada por el supervisor y en ningún caso, podrá ser omitida de la señalización de la carretera por más de cinco días.

Si la señal debe sustituirse completamente, la nueva será trasladada al punto de colocación y deberán ser ubicada a un mínimo de 1,50 metros del extremo de la capa de rodadura. El poste debe estar enterrados 50 centímetros dentro del suelo, para lo cual se debe hacer una excavación de 30 x 30 x 50 centímetros y el espacio entre el poste y la excavación se debe llenar y compactar con material adecuado, que garantice que los monumentos queden bien anclados al suelo.

Los postes por sustituir deben ser levantados, almacenados y transportados para ser dispuestos en sitios autorizados, por ningún motivo deben ser abandonados en el derecho de vía.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

904.04 Medición

Se medirá por unidad.

904.05 Forma de pago

Se efectuará de conformidad con el trabajo realizado y medido, de acuerdo con el numeral 904.04, al precio unitario establecido en el contrato, valor que será la compensación plena por el suministro de todos los materiales necesarios para la fabricación de la señal, pintura, material de limpieza, material reflectivo, equipo, herramientas, traslados, instalación, señalización preventiva de la zona de trabajo, y cualquier imprevisto necesario para la adecuada y correcta realización de la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
904.05 (a)	Poste de kilometraje	Unidad

905. Mantenimiento y reposición de postes delineadores

905.01 Descripción

Consiste en el mantenimiento o sustitución de los postes de concreto reforzado pre fundido que se colocan a los lados de la carretera cuando son necesarios para seguridad de las personas usuarias.

Incluye el trabajo de mantenimiento o rehabilitación del poste existente, cuando esté despintado y no tenga daño estructural. Para los postes fracturados, deberá ser necesaria la reposición por uno nuevo, que consiste en la fabricación, transporte, manejo, almacenamiento, excavación, relleno y colocación de los delineadores. Estos deben ser de las secciones y largos similares a los existentes en la carretera y deben tener las marcas necesarias para que indiquen fácilmente al usuario el lineamiento de la carretera.

905.02 Materiales

Los materiales serán los siguientes:

- Concreto clase 2.000 lb/plg²
- Hierro de refuerzo
- Material reflectivo
- Pintura

905.03 Procedimiento de ejecución

Se debe limpiar, repintar o sustituir totalmente todo el poste, de todos los monumentos que no funcionen adecuadamente. La decisión final del trabajo deberá ser indicada por el supervisor y en ningún caso, podrá ser omitido un poste de la carretera por más de cinco días.

Si el poste debe sustituirse completamente, podrá ser fabricado en el campamento del contratista y trasladado al punto para colocarlo a un mínimo de 1,50 metros del extremo de la capa de rodadura. Los postes deben estar enterrados 50 centímetros dentro del suelo, para lo cual se debe hacer una excavación de 30 cm x 30 cm x 50 cm y el espacio entre el poste y la excavación se debe llenar y compactar con material adecuado que garantice que los monumentos queden bien anclados al suelo.

Los postes por sustituir deben ser levantados, almacenados y transportados para ser dispuestos en sitios autorizados, por ningún motivo deben ser abandonados en el derecho de vía.

905.04 Medición

Se medirá por unidad.

905.05 *Forma de pago*

El pago se efectuará de conformidad con el trabajo realizado y medido, de acuerdo con el numeral 905.04, al precio unitario establecido en el contrato, valor que será la compensación plena por el suministro de todos los materiales necesarios para la fabricación de la señal, pintura, material de limpieza, material reflectivo, equipo, herramientas, traslados, instalación, señalización preventiva de la zona de trabajo, y cualquier imprevisto necesario para la adecuada y correcta realización de la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
905.05 (a)	Poste delineador	Unidad

906. **Mantenimiento de pórticos y banderas de señalización**

906.01 *Descripción*

La actividad consistirá en la conservación de los elementos metálicos, bases de cimentación y los materiales reflectivos que conforman los pórticos y las banderas de señalización de las carreteras, cuando hayan sufrido algún deterioro que limite o anule el mensaje que debieran transmitir a las personas usuarias de la vía.

El trabajo de mantenimiento del pórtico consiste en la eliminación de óxido de los elementos metálicos y, en algunos casos, sustitución parcial o total de algunos elementos o del pórtico completo, del recubrimiento con pintura anticorrosiva y pintura. Las banderas de señalización podrán ser limpiadas, repintadas, rehabilitando el material reflectivo o el cambio completo de la señal.

En todo caso, cuando se realicen cambios, estos deben ser de las secciones y largos similares a los existentes en la carretera. Bajo ningún punto de vista, se eliminará totalmente el pórtico y la bandera, a menos que se tenga orden explícita del contratante.

Los pórticos y las banderas deberán ser revisadas por viento para asegurar su estabilidad y que no representen un peligro para las personas usuarias de las carreteras en caso de presentarse tormentas, huracanes o vientos fuertes.

906.02 *Materiales*

Los materiales requeridos pueden ser agua, pintura anticorrosiva, material reflectivo, láminas reflectivas, pernos, concreto reforzado, planchas y elementos metálicos.

906.03 *Procedimiento de ejecución*

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

a) *Mantenimiento de pórticos*

Se debe remover toda la basura, escamas resultantes del laminado, óxido, pintura y otros materiales extraños de las superficies expuestas limpiándolas con chorro de arena hasta dejar un metal casi blanco de acuerdo con la norma SSPC-SP 10 (Steel Structures Painting Council).

Se debe utilizar aire comprimido libre de aceites o de humedad y que no deje manchas negras o húmedas cuando se ensaye conforme la norma ASTM D-4285. No se utilizará arena sin lavar o abrasivos que contengan sales, basura, aceite u otras materias extrañas.

Antes de efectuar la limpieza en las áreas cercanas a maquinaria, soportes selladores, muñones, motores y partes en movimiento, se les debe proteger contra el ingreso de polvos

abrasivos. Si las superficies ya limpias se oxidan o se contaminan antes de aplicar la pintura, deberán limpiarse de nuevo.

De existir sustitución de uno o varios elementos del pórtico, deben ser sustituidos uno por uno para no debilitar estructuralmente el elemento. Finalizado el saneamiento de la estructura, se procede a la limpieza, tal como se describió anteriormente.

De realizarse un reemplazo completo, debe salir de la planta de fabricación, limpio de restos de soldadura, polvo y óxido, con la aplicación de las pinturas de base y anticorrosiva, cuidando que durante la instalación, la misma no sufra de daños que obliguen a realizar el reemplazo de algún elemento metálico o repintado.

Si antes de comenzar a pintar los elementos metálicos se observa el apareamiento de óxido, deberá repetirse todo el proceso de limpieza, por cuenta y riesgo del contratista. La aplicación de la pintura puede ser realizada por medio manual o mecánico, cuidando de no ocasionar salpicaduras a los vehículos y transeúntes que circulen por el área de trabajo.

b) Mantenimiento de banderas

Si la pintura de la bandera tiene daños, puede realizarse la pintura de todos los elementos identificados, en los colores y tamaños originales, haciendo primero el proceso de limpieza descrito en el literal a) de esta sección, pintando el fondo por medio manual o mecánico y los esquemas, escudos, textos y otros, de manera manual.

Si el elemento metálico estuviera en buen estado y la señalización de la bandera fue realizada con material reflectivo, este deberá ser removido totalmente y reemplazado por otro nuevo, con las mismas características de calidad, color y simbología original.

De estimarse necesario el reemplazo de la bandera, se deberá desprender del pórtico sin causar daño y reemplazarla por otra señal similar, fabricada en planta, pudiendo pintarse o con material reflectivo.

c) Mantenimiento de bases de cimentación

Si existe daño en las bases de concreto de los pórticos o banderas de señalización, deben sustituirse completamente, labor que incluye la fundición de concreto reforzado y los pernos de sujeción del elemento metálico. Se debe retirar toda la obra dañada y restablecer la base de concreto reforzado, manteniendo las mismas secciones originales. Se debe utilizar concreto clase A que cumpla conforme la norma AASHTO M8 y acero de refuerzo conforme a AASHTO M-31M, M-42M o M-53M.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

906.04 Medición

El pórtico podrá medirse por: a) unidad; la bandera podrá medirse de la siguiente manera: b.1) bandera limpiada y pintada, por unidad, b.2) bandera limpiada y reemplazado el material reflectivo, por unidad, c) bandera reemplazada totalmente, por unidad y d) reconstrucción de base del pórtico o bandera, por unidad.

906.05 Forma de pago

El pago se efectuará de conformidad con el trabajo realizado y medido, de acuerdo con el numeral 906.04, al precio unitario establecido en el contrato, valor que será la compensación plena por el suministro de todos los materiales necesarios para la fabricación de la señal, pintura, material de limpieza, material reflectivo, concreto, acero de refuerzo, equipo, herramientas, traslados, instalación, señalización preventiva de la zona de trabajo, y cualquier imprevisto necesario para la adecuada y correcta realización de la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
906.05 (a)	Pórtico	Unidad
906.05 (b)	Bandera limpiada y pintada	Unidad
906.05 (c)	Bandera limpiada y reemplazo de material reflectivo	Unidad
906.05 (d)	Bandera reemplazada totalmente	Unidad
906.05 (e)	Base de concreto reforzado	Unidad

907. Mantenimiento y reemplazo de defensas metálicas

907.01 Descripción

Son las estructuras de metal, formadas por postes (miembros verticales) y rieles (miembros horizontales), colocados a los lados de la carretera, como separador de vías en carreteras de cuatro carriles o más en dos sentidos y arriate central, para prevenir accidentes y amortiguar su gravedad.

El trabajo de mantenimiento comprende la limpieza de la basura pegada sobre su superficie, escamas resultantes del laminado, óxido, pintura y otros materiales extraños, y en el caso de que haya sufrido impacto directo de un vehículo y ocasionando deformación a los rieles y postes, la sustitución total de los elementos dañados, incluyendo los reflectivos. Esta actividad consiste en el transporte, suministro o fabricación, manejo, almacenamiento e instalación de las defensas. Estas deben ser de los tipos, pesos, calibres, secciones y largos existentes. No deben pintarse como una actividad de mantenimiento.

907.02 Materiales

Los postes y rieles deben ser fabricados de planchas de acero. El metal debe ajustarse a los requisitos de la norma AASHTO M-180 y ser de la misma longitud, sección, dimensiones y calibre que las existentes. Las defensas se suministrarán con todos los accesorios: pernos, tuercas, roldanas, empaques, terminales, otros necesarios para una instalación completa. Los postes y rieles de metal y todos los accesorios metálicos deben galvanizarse de acuerdo con los requisitos de la norma AASHTO M-111 (ASTM A-123).

907.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

a) Limpieza de defensas metálicas

Se debe remover toda la basura, escamas resultantes del laminado, óxido, pintura y otros materiales extraños de las superficies expuestas limpiándolas con agua y jabón, solvente químico o con chorro de arena hasta dejar un metal casi blanco de acuerdo con la norma SSPC-SP 10 (Steel Structures Painting Council). Se debe cuidar de no remover durante la limpieza, algunos dispositivos de señalización colocados a la defensa metálica, tal como cintas reflectivas, vialetas y otros.

b) Sustitución de defensas metálicas

Se deben remover y descartar todos los postes y rieles que se encuentren deformados como producto del impacto de vehículos automotores. Deben ser sustituidos por elementos similares a los existentes. Para el caso de los postes, la reposición se hará con postes de sección del tipo I. Si el contratista no dispusiera de elementos metálicos similares a los existentes, podrá reemplazarlos por otros similares, siempre y cuando no reduzca el calibre, número de postes, número de rieles u otro elemento que disminuya el factor de seguridad en la carretera.

El contratista deberá informar al supervisor de las recomendaciones del fabricante para la instalación de las defensas, así como el certificado de calidad de los materiales utilizados.

Considerando el aspecto visual y de impacto al usuario de la carretera, las defensas metálicas no deben permanecer impactadas y dañadas por más de siete días luego de sufrir un accidente, por lo que se sustituirán en un plazo menor al indicado.

c) *Reposición de material reflectivo*

En los casos en que deba reponerse el material reflectivo que va adherido a la defensa metálica, deberá cumplir los aspectos de calidad, tipo de material y grado de reflexión indicados en el *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito* de SIECA.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

907.04 *Medición*

La medición podrá realizarse de acuerdo con la actividad de mantenimiento que se haya realizado. La limpieza podrá medirse por metro lineal; el reemplazo de la defensa metálica, que incluya postes y accesorios se medirá por metro lineal; la reposición del material reflectivo se medirá por unidad.

907.05 *Forma de pago*

El pago se efectuará de conformidad con el trabajo realizado y medido de acuerdo con el numeral 907.04, al precio unitario establecido en el contrato, valor que será la compensación plena por el suministro de todos los materiales necesarios para la limpieza y reposición de la defensa, material reflectivo, postes, rieles, accesorios, equipo, herramientas, traslados, instalación, señalización preventiva de la zona de trabajo, y cualquier imprevisto necesario para la adecuada y correcta realización de la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
907.05 (a)	Limpieza de defensa metálica	Metro lineal
907.05 (b)	Reemplazo de defensa metálica	Metro lineal
907.05 (c)	Reposición de material reflectivo	Unidad

908. **Mantenimiento y reposición de barandas separadoras de concreto**

908.01 *Descripción*

Son las estructuras de concreto de forma piramidal, prefabricados, con los mismos requisitos de forma, color y textura, utilizados como separadores o medianas en carreteras de ambos sentidos.

El trabajo de mantenimiento se basa directamente en la limpieza de la basura pegada sobre su superficie, pintura y otros materiales extraños, y en el caso de que haya sufrido impacto directo de un vehículo (ocasionándole fractura) la sustitución total del elemento dañado. Esta actividad consiste en el transporte, suministro o fabricación, manejo, almacenamiento e instalación de las barandas.

908.02 *Materiales*

Concreto clase A, que cumpla conforme la norma AASHTO M8 y acero de refuerzo conforme a AASHTO M-31M, M-42M o M-53M.

908.03 *Procedimiento de ejecución*

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

- a) Limpieza de barreras. Se debe remover toda la basura, pintura y otros materiales extraños de las superficies expuestas limpiándolas con agua y jabón, solvente químico o con chorro de agua o arena hasta dejar la estructura de concreto limpio. Se debe cuidar de no remover durante la limpieza, algunos dispositivos de señalización colocados en la barrera, tal como cintas reflectivas, vialetas y otros. Deben pintarse con pinturas acrílicas de color amarillo vial en toda la superficie expuesta a la visión de los conductores de automotores.
- b) Sustitución de barreras de concreto. Se debe remover y descartar la barrera destruida, producto del impacto de vehículos automotores. La estructura que debe reponerse tiene que cumplir con los siguientes parámetros de fabricación:
- i) Debe presentarse el diseño de mezcla del concreto y las relaciones agua/cemento, y el acero de refuerzo debe estar cubierto de un agente epóxico en al menos 50 mm de la superficie expuesta. Se deben formar juntas de contracción de 5 milímetros de ancho y de 50 milímetros de profundidad a intervalos de 6 metros, a mano o con sierra. El aserrado se debe efectuar tan pronto como sea posible, después de que el concreto haya fraguado lo suficiente para que no se desmoronen las esquinas del aserrado, pero antes de que ocurran grietas de encogimiento. La profundidad del aserrado debe disminuirse en la orilla adyacente al pavimento, para evitar daños en el pavimento. Se debe colocar relleno preformado para juntas de 19 milímetros en todas las juntas de construcción. Se debe cortar el relleno de manera que se ajuste al área transversal de las estructuras y de las juntas de construcción de las barricadas. Se deben construir juntas longitudinales de 6 milímetros de ancho a los lados de las barricadas.
 - ii) Todas las barreras deben ser similares en forma, color y textura.
 - iii) Los daños durante el proceso de fabricación, manejo y colocación de las barreras deben prevenirse. Se deben reparar o reemplazar las secciones dañadas. Considerando el aspecto visual y de impacto al usuario de la carretera, las barreras no deben permanecer impactadas y dañadas por más de siete días luego de sufrir un accidente, por lo que se sustituirán en un plazo menor al indicado.

El realineamiento de la baranda (resultado de un accidente vial o de movimiento) para permitir el paso vehicular en caso de algún desvío o eventualidad, deberá ser de forma inmediata.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

908.04 Medición

La medición podrá hacerse de acuerdo con la actividad de mantenimiento que se haya realizado. La limpieza podrá medirse por metro lineal. El reemplazo de la baranda se medirá por metro lineal.

908.05 Forma de pago

El pago se efectuará de conformidad con el trabajo realizado y medido de acuerdo con el numeral 908.04, al precio unitario establecido en el contrato, valor que será la compensación plena por el suministro de todos los materiales necesarios para la limpieza de la baranda separadora de concreto, equipo, herramientas, traslados, instalación, señalización preventiva de la zona de trabajo y cualquier imprevisto necesario para la adecuada y correcta realización de la actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
908.05 (a)	Limpieza de baranda separadora de concreto	Metro lineal
908.05 (b)	Reemplazo de baranda separadora de concreto	Metro lineal

Cuadro 900–1
Medidas de reducción de la vulnerabilidad vial

Sección 900 – Señalización					
Actividades	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo	Impacto	Medidas de reducción de vulnerabilidad
901. Mantenimiento o reposición de señalización horizontal	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrometeorológicos: inundaciones repentinas, olas de calor, aumento del nivel del mar, incremento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos y aumento de las temperaturas • Tecnológicas: fallas estructurales, colapsos • Sociales: malos hábitos, manejo inapropiado de desechos, accidentes laborales, huelgas, guerra 	<ul style="list-style-type: none"> • Antigüedad de la infraestructura • Aspectos económicos y culturales limitantes • Falta de rutas alternativas en caso de cierres 	<ul style="list-style-type: none"> • Accidentes de tránsito • Disminución de la capacidad vial 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre parcial de la carretera • Pérdida de vidas humanas • Pérdida de infraestructura 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar inspecciones regulares para identificar daños en la infraestructura • Cumplimiento del programa de mantenimiento rutinario y periódico • Señalizaciones adecuadas y pertinentes • Implementar medidas de seguridad vial • Mantenimiento planificado ante eventos hidrometeorológicos • Llevar a cabo un programa de control de calidad de los materiales • Llevar a cabo pruebas de laboratorio de suelos • Educación ambiental en los programas de mantenimiento de carreteras • Coordinación y respuesta a emergencias • Contar con equipo en buen estado y mano de obra calificada • Cumplimiento de normativas laborales, ambientales, señalización u otras, vigentes en cada país
902. Mantenimiento o reposición de señalización vertical					
903. Mantenimiento o reposición de marcador reflectorizado de pavimento					
904. Mantenimiento o reposición de postes de kilometraje					
905. Mantenimiento o reposición de postes delineadores					
906. Mantenimiento de pórticos y banderas de señalización					
907. Mantenimiento o reemplazo de defensas metálicas					
908. Mantenimiento o reposición de barandas separadoras de concreto					

Fuente: Elaboración propia.

Sección 1000. Puentes

1001. Mantenimiento de puentes

El concepto del mantenimiento de puentes aquí empleado entiende que la estructura ha sido originalmente construida siguiendo todos los lineamientos técnicos que la sana práctica de ingeniería recomienda para asegurar su adecuado funcionamiento y la durabilidad que se espera.

Por tal razón, las actividades aquí especificadas están dirigidas únicamente a cumplir con las labores de mantenimiento y reparaciones menores necesarias para que la obra siga prestando su normal servicio sin que llegue al extremo de requerir trabajos que puedan considerarse como obras de construcción o reconstrucción.

En función de lo señalado, las actividades consideradas aquí son las siguientes: limpieza del cauce, reconstrucción de barandas, reparación de daños en elementos de puente por corrosión del acero, sello de juntas de construcción, reparación de aproximaciones de accesos al puente, pintura en puentes metálicos, mantenimiento de puentes Bailey y puentes de madera.

El *Manual centroamericano de gestión del riesgo para puentes* es una herramienta necesaria para reducir los riesgos de desastres en estas importantes estructuras. En el capítulo 7 de dicho Manual, en lo relativo a la gestión del riesgo en puentes, se explican los factores en el ciclo de proyecto como planificación, diseño, construcción y operación y mantenimiento. Las acciones necesarias para reducir la vulnerabilidad que la amenaza antropogénica y natural generan, y que pueden ser reducidas al adoptar los elementos descritos en el capítulo mencionado. Específicamente la conservación de puentes es una tarea titánica frente a un sin número de problemas que año tras año resultan de tener puentes antiguos y, en algunos casos, con alto grado de vulnerabilidad estructural. La gestión del riesgo contribuirá al desarrollo sostenible para el mantenimiento de estas obras de ingeniería en la región.

1002. Limpieza y restitución del cauce en ríos y canales

1002.01 Descripción

La limpieza y restitución del cauce en un río puede ser necesaria cuando la acumulación de sedimentos, la presencia de vegetación excesiva, la obstrucción por escombros provocada por las actividades humanas o fenómenos naturales ha alterado el curso natural del río. Este trabajo consiste en la limpieza de todos los materiales que se hayan depositado por sedimentación en la zona adyacente a las pilastras y estribos del puente, así como la remoción de troncos, maleza y cualquier basura que, retenida en la sección aguas arriba de las pilas, no permita el libre flujo del agua a través de la estructura. Incluirá además la redefinición del cauce en su sección hidráulica y en el curso.

Cuando sea necesario, se ejecutarán actividades como la restitución de cauce sin y con acarreo de material, construcción de diques transversales y laterales al flujo del río, construcción de espigones para rectificar la corriente natural del río, construcción de desarenadores, construcción de bordas y andenes, construcción de estructuras de gavión, concreto ciclópeo, mamposterías y todas aquellas construcciones fluviales que favorezcan la estabilidad en el comportamiento hidráulico y mecánico de los ríos. Se rectificará o modificará la pendiente longitudinal natural para favorecer el arrastre de sólidos.

1002.02 Materiales

No se requiere ningún tipo de material para la ejecución de la actividad de limpieza, para la construcción de las estructuras se requiere de gaviones o concreto u otros materiales de acuerdo con el diseño.

1002.03 Procedimiento de ejecución

Verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado. Si para el acceso y salida de vehículos en la zona de trabajo se impactará la vialidad, se debe colocar todo el señalamiento de obras necesario para el control del tránsito.

Las siguientes son actividades previas a los trabajos de limpieza y restitución de cauces cuyos resultados deben incorporarse en el contrato y en las consideraciones de diseño de soluciones:

- Realizar una evaluación completa de la dinámica fluvial, incluyendo el análisis de la topografía, las condiciones del suelo, la cantidad y tipo de sedimentos o escombros presentes, la vegetación y la fauna con el fin de evitar modificaciones importantes en la dinámica del curso de agua.
 - Identificar las áreas de preocupación y los problemas específicos que necesitan abordarse.
 - Considerar cualquier impacto ambiental y regulaciones locales que deben cumplirse.
 - Preparar un plan detallado de las acciones a realizar, especificando qué áreas necesitan ser limpiadas, qué técnicas se utilizarán y cómo se manejarán los escombros y sedimentos.
- a) Limpieza. Cuando el alineamiento del lecho del río haya sido cambiado por la sedimentación de crecidas extraordinarias u otros fenómenos naturales que hayan modificado su curso, el contratista con los recursos apropiados y el equipo adecuado (tractores, dragas, otros), procederá a la redefinición del cauce con el fin de devolver el flujo natural de la corriente, apartando hacia las orillas de la sección los materiales que no permiten el flujo del agua a través del cauce original y, si es necesario, retirarlos.

La redefinición del cauce original debe ejecutarse como mínimo en 100 metros aguas arriba y aguas abajo, cuyo ancho y profundidad será definida previamente en los planos que se proporcionen y por las instrucciones del supervisor. En todo momento debe considerarse la protección y el buen funcionamiento de los elementos de la subestructura del puente y observar que el canal conserve una pendiente continua para evitar curvas verticales.

En las zonas de la subestructura y sus proximidades, la sección del canal debe redefinirse a su condición natural, removiendo todo material (arena, roca, troncos, otros) que pudiera haberse depositado o remansado y que obstruya el libre flujo del agua o que pueda crear condiciones de turbulencia que resulten en socavación en las pilastras o los estribos de la estructura.

Los desperdicios o materiales removidos en esta zona deben extraerse y transportarse a sitios autorizados por el supervisor, en donde no constituyan peligro de depósito a cualquier cauce existente.

- b) Restitución de cauce sin acarreo de material. El material se removerá transversalmente del lecho natural y se transportará, acumulará y compactará sobre las bordas naturales de la sección de trabajo, formando un canal con pendiente longitudinal y transversal, previamente definida en el fondo y bordas laterales de protección de márgenes y delimitación longitudinal del río.
- c) Restitución de cauce con acarreo de material. El material se removerá del lecho natural, se transportará y se dispondrá en un sitio adecuado (botadero) fuera de los márgenes del río, previamente autorizado por el supervisor.

Para los literales b) y c) el contratante definirá contractualmente estos elementos y la distancia de acarreo libre.

- d) Construcción de espigones. Se construirán en la borda natural del río, se anclarán al lecho natural y se extenderán dentro del cauce hasta donde indique el diseño o planos.
- e) Construcción de diques. Serán construidos en la borda natural del río, con aletones y vertedero para confinar el flujo. En alturas de caída mayores de 2.00 metros se debe de construir disipadores de energía.
- f) Protección de bordas. Construcción que se realiza cuando el cauce existente se ha erosionado por acción de la corriente del río, los muros o cubierta de protección, que debe anclarse bajo el nivel del fondo del cauce para evitar la socavación de la estructura por acción de la corriente del río y una altura mayor a la de la crecida estimada y que además oriente el diseño de la protección de bordas.

Las actividades anteriores deben realizarse teniendo cuidado de no afectar la vegetación aledaña al curso del cauce. En caso de que se requiera corte o poda de árboles, se debe obtener la autorización previa, según se establezca en las leyes de cada país.

1002.04 Medición

Será realizada a.1) para la actividad de limpieza por suma global, a.2) horas máquina, a.3) metro lineal que incluye ambos lados del río o a.4) metros cúbicos realizado topográficamente; las actividades descritas a continuación se medirán por metro cúbico b) trabajos de dragado sin acarreo, c) dragado con acarreo, d) construcción de espigones, e) construcción de diques, f) construcción de bordas.

1002.05 Forma de pago

El pago de la actividad de limpieza se hará pagando una suma global al contratista, que corresponde a la suma resultante de los costos provenientes del suministro de la mano de obra, equipo, herramientas y cualquier otro imprevisto necesario para la correcta ejecución de los trabajos, más un porcentaje fijo; por horas máquina, por metro lineal o por metro cúbico. El pago de las actividades b) dragado sin acarreo, c) dragado con acarreo, d) construcción de diques e) construcción de diques, e) construcción de espigones, f) protección de bordas se hará por metro cúbico de trabajo ejecutado por el contratista.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
1002.05 (a.1)	Limpieza del cauce	Suma global
1002.05 (a.2)	Limpieza del cauce	Horas máquina
1002.05 (a.3)	Limpieza del cauce	Metro lineal
1002.05 (a.4)	Limpieza del cauce	Metro cúbico
1002.05 (b)	Dragado sin acarreo	Metro cúbico
1002.05 (c)	Dragado con acarreo	Metro cúbico
1002.05 (d)	Construcción de Diques	Metro cúbico
1002.05 (e)	Construcción de Espigones	Metro cúbico
1002.05 (f)	Protección de Bordas	Metro cúbico

Se recomienda mantener un seguimiento y mantenimiento regular para comprobar la efectividad de las medidas implementadas, detectar cualquier problema emergente y evitar la acumulación de escombros y sedimentos.

I003. Reconstrucción de barandales de concreto en puentes

I003.01 Descripción

Esta actividad consiste en la reconstrucción parcial o total de aquellas secciones de barandales de concreto reforzado de puente que hayan sido dañados por golpes o impacto de vehículos u otras circunstancias que pongan en peligro la seguridad de las personas usuarias.

I003.02 Materiales

Los materiales requeridos para la ejecución de esta actividad consistirán básicamente en madera, clavos, grava, arena, cemento, acero de refuerzo, agua y pintura. Los insumos requeridos deben reunir las características de calidad especificadas en la división 700, materiales del *Manual centroamericano de especificaciones para la construcción de carreteras y puentes regionales*.

I003.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Una vez identificadas y señaladas la sección de barandal que se debe reconstruir, el contratista procederá a demoler todos los elementos de dicha sección con los procedimientos más convenientes, autorizados por el supervisor.

Durante la demolición debe conservarse la longitud suficiente de acero para hacer el traslape necesario con las secciones adyacentes, con el propósito de asegurar la unión adecuada entre ambas. Los materiales de desperdicio resultantes de esta operación se removerán a sitios convenientes autorizados por el supervisor.

Se procederá enseguida a la reconstrucción de los elementos del barandal apeándose a todas las características del diseño original, tanto desde el punto de vista estructural como el arquitectónico, debiendo tomar todas las previsiones necesarias para obtener un barandal de semejanza absoluta al construido originalmente.

Las labores implícitas en la ejecución de la operación de reconstrucción son el encofrado de los elementos, el armado del acero de refuerzo, la fabricación, el colado y el curado del concreto, así como el desencofrado, el pulido y pintado de los elementos de la sección reconstruida.

La fabricación del concreto debe hacerse en una zona fuera de la losa del puente y de la superficie de rodamiento de la carretera. Su resistencia a la compresión debe ser igual o mayor que 280 kg/cm². El acero de refuerzo debe cumplir con los requisitos de AASHTO M-137.

Solo se podrá considerar como finalizada esta actividad cuando se haya realizado la limpieza final de la zona de trabajo.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.

I003.04 Medición

La medición de este trabajo se hará por metro lineal de barandal reconstruido y aceptado a satisfacción.

1003.05 Forma de pago

Esta actividad será pagada por el número de unidades medida con se indica en el numeral 1003.04 al precio unitario de contrato, pago que constituirá la plena compensación por la demolición, la reconstrucción, el pulido y el pintado de los elementos de la sección del barandal, en general incluirá el costo de todos los materiales, mano de obra, equipo, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo y demás imprevistos necesarios para la completa ejecución de este trabajo.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
1003.05 (a)	Reconstrucción de barandal de puente	Metro lineal

1004. Reparación de daños en la superestructura del puente de concreto reforzado, debido a la corrosión del acero de refuerzo

1004.01 Descripción

Este trabajo consistirá en demoler cualquier elemento de concreto armado que forme parte de la estructura del puente y presente corrosión o daños en los materiales por filtraciones de agua a través de fisuras, con proceso de corrosión en el acero de refuerzo. Este trabajo debe efectuarse en el momento en que la corrosión del acero aún no haya alcanzado un nivel tal, que afecte el comportamiento estructural del elemento.

1004.02 Materiales

Concreto, aditivos epóxicos aprobados por el supervisor, convertidor de óxido y pinturas epoxipoliamidas, varilla de acero.

1004.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

En las zonas en donde se aprecian las fisuras y hayan sido previamente definidas por el supervisor, el contratista procederá a picar el elemento señalado con herramientas manuales, demoliendo el concreto deteriorado en la zona donde el acero muestre evidencias de corrosión.

La demolición debe hacerse cubriendo todo el perímetro de las varillas que muestren el proceso de corrosión y debe extenderse por lo menos cuatro centímetros alrededor de esta para permitir un espacio mínimo adecuado donde realizar una completa y adecuada limpieza y restauración.

Debe limpiarse el acero de refuerzo que presente señales de oxidación o corrosión, eliminando todos los vestigios del óxido que recubre la varilla. Esta operación podrá ejecutarse mediante el uso de diferentes herramientas de operación manual como cepillos metálicos, o equipo eléctrico o neumático como cepillos rotativos de acero, chorro de arena o agua aplicados a presión (*hidroblasting* o *sandblasting*).

Completada la limpieza y con el propósito de proteger la varilla, se procederá a la aplicación de un convertidor de óxido, no debe usarse pintura anticorrosiva a base de minio. La protección del acero debe completarse mediante la aplicación de una pintura epoxipoliamida. Todo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del producto que se aplicará.

Antes de la aplicación del material protector a la varilla de refuerzo, el supervisor procederá calibrar sus secciones. En caso de que la pérdida de la sección en la varilla sea superior al 20% del área

nominal, se procederá a reforzar el elemento con el fin de reintegrar el refuerzo perdido, mediante la colocación de varillas adicionales en las zonas donde se encuentren dañadas, de una sección que como mínimo complete la sección de la varilla originalmente existente, se deben traslapar con las varillas en buenas condiciones. La longitud del traslape no debe ser menor que cuarenta veces su diámetro.

El área picada y demolida debe ser limpiada completamente para eliminar toda partícula de polvo suelto, por lo que debe lavarse con agua y permitir que seque completamente.

Efectuada esta limpieza, se debe aplicar una capa de adherencia entre el concreto viejo y el concreto fresco para reemplazar el volumen demolido. Esta capa de adherencia consistirá en un producto de resina epóxica. El concreto fresco que debe vaciarse en la zona en reparación debe tener una granulometría adaptada a los espesores y a la separación de las varillas. El supervisor controlará específicamente esta situación y exigirá la aplicación de un correcto vibrado del concreto fresco, pues no se admitirán oquedades por deficiente llenado del concreto de reparación.

En los casos en los que la separación entre las varillas de refuerzo haga imposible el correcto colado del concreto, y cuando estos elementos no estén sujetos al desgaste, deberá descartarse el relleno con concreto convencional por lo que debe utilizarse un mortero modificado basado en resinas. Debido a las propiedades inherentes de un mortero de este tipo, podrá aplicarse en espesores considerables de elementos sin necesidad de utilizar encofrados.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.

1004.04 Medición

Los trabajos ejecutados bajo este concepto se medirán en metros cuadrados de área reparada cuando se trate de losas de tablero del puente, en el espesor de la estructura original.

1004.05 Forma de pago

El pago de este concepto se hará por el número de unidades medidas conforme el numeral 1004.04 al precio unitario de contrato, pago que será la compensación plena por todos los costos involucrados en materiales, equipo, mano de obra necesaria en la demolición del concreto, limpieza y protección del acero de refuerzo, adición del acero de refuerzo, limpieza del área previa al vaciado del concreto, suministro y colocación del concreto fresco, suministro de aditivos químicos, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo y cualquier otro imprevisto necesario para la correcta ejecución de esta actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
1004.05 (a)	Reparación de daños en la superestructura	Metros cuadrados

1005. Reparación y pintura en puentes metálicos

1005.01 Descripción

Esta actividad consiste en el eliminar el óxido y las manchas de los elementos metálicos que componen la armadura del puente, hasta obtener superficies completamente limpias (arena a presión o hidrolavado) para luego aplicar una o varias capas de protección con pintura, con el fin de evitar la corrosión y el deterioro de dichos elementos. Este trabajo debe efectuarse en circunstancias en que los elementos conserven su capacidad estructural, es decir, que no hayan sido corroídos extremadamente por el óxido. De ser necesario, se procederá a sustituir los elementos estructurales dañados irreparablemente.

1005.02 Materiales

Los materiales necesarios para la ejecución de esta actividad son arena, agua, pintura anticorrosiva que ofrezca protección contra la oxidación y condiciones climáticas adversas y las partes estructurales que sea necesario sustituir.

1005.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Durante la ejecución de esta actividad, el contratista debe proveer la señalización preventiva y reglamentaria para brindar seguridad a las personas usuarias. La cantidad de señales estará en función de las fuentes de trabajo desplegadas diariamente a lo largo de la vía y las características deben ser las indicadas en las especificaciones de señalamiento correspondientes. Cualquier accidente ocurrido en la vía o problema derivado de la falta o insuficiencia del señalamiento será responsabilidad exclusiva del contratista.

Una vez que el supervisor haya identificado y señalado todos aquellos elementos donde la pintura haya desaparecido o presente discontinuidades, el contratista debe limpiarlos profundamente con cepillos de acero o con equipo neumático de aplicación de arena a presión o hidrolavado. En las tareas de limpieza deben incluirse todas las superficies donde pueda haber acumulación de tierra u otros materiales que se adhieren a las piezas metálicas y que puedan retener humedad, hasta obtener superficies totalmente limpias y libres de cualquier mancha, luego de haber secado todos los elementos.

Luego se debe aplicar a las partes preparadas dos capas de antióxido o convertidor de corrosión con base de plomos, que deben ser de distinto color (la primera café y la segunda roja) para diferenciarlas y poder realizar un eficiente control de ambas. Finalmente se aplicará una capa de pintura protectora con base de aluminio sobre todos los elementos de la estructura, para prevenir la agresividad del óxido, además de mejorar la estética del puente. Cada capa del tratamiento debe ejecutarse hasta que la anterior esté perfectamente seca y siguiendo las especificaciones para el pintado de estructuras metálicas.

La pintura podrá aplicarse a mano, con especial atención a la parte superior de las alas de perfiles estructurales, a las zonas encerradas de uniones, hendiduras, otras, en las que la aplicación requerirá el uso de equipo neumático a presión para lograr una perfecta atomización de la pintura de tal forma que penetre hasta las partes inaccesibles a las brochas y rodillos.

La sustitución de partes estructurales deberá ajustarse a las partes dañadas, debiendo cambiar el elemento estructural completo, retirando los remaches de unión o soldadura, según sea el caso, y reponiéndolos en forma certificada. La soldadura tendrá que ser 7018 / 3/16 o la que defina el contratante.

De ser necesario, durante este proceso deberá suspenderse el tránsito sobre el puente, apuntalando la estructura convenientemente.

Para el acceso a la parte inferior del puente debe utilizarse, cuando sea necesario, un camión con brazo hidráulico y plataforma.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.

1005.04 Medición

Los trabajos ejecutados bajo este concepto se medirán en: a) litros, b) galones. En ambos casos será la pintura aplicada sobre los elementos metálicos del puente. Además, puede medirse en las partes estructurales sustituidas por: c) kilogramos de peso, d) metro cuadrado y e) suma global.

1005.05 Forma de pago

Se hará al precio unitario de contrato de acuerdo con la medición efectuada según 1005.04, pago que será la compensación plena por todos los costos involucrados en los materiales, equipo, mano de obra necesaria en la limpieza de los elementos, por el suministro y colocación de las dos manos de tratamiento de pintura en los elementos que lo requieran y de una mano de pintura a base de aluminio, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo y cualquier otro imprevisto necesario para la correcta ejecución de esta actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
1005.05 (a)	Pintura	Litros
1005.05 (b)	Pintura	Galones
1005.05 (c)	Elementos metálicos	Kilogramos
1005.05 (d)	Pintura	Metros cuadrados
1005.05 (e)	Pintura	Suma global

1006. Mantenimiento y reposición de juntas de construcción

1006.01 Descripción

Esta actividad consistirá en la reparación y sello de las juntas de construcción de la losa del puente que se han deteriorado por efecto de la intemperie o de la acción de las cargas sobre la losa del tablero.

1006.02 Materiales

Los materiales requeridos para la ejecución de las labores involucradas en esta actividad serán asfalto rebajado de curado rápido (RC-250 o su equivalente), duroport y arena triturada o natural, de granos densos, limpios y duros, libre de terrones de arcilla y de cualquier material que pueda impedir la adhesión de estos con el asfalto.

Estos materiales deben reunir los requisitos establecidos en la sección de materiales del *Manual centroamericano de especificaciones para la construcción de carreteras y puentes regionales*.

1006.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

Para la ejecución de este trabajo, el contratista debe retirar los restos de cualquier material que se encuentre depositado en el espacio comprendido entre cada una de las secciones de la losa, utilizando cepillos, equipo neumático o agua a presión, o con cualquier herramienta manual o mecánica que permita ejecutar la limpieza total de la junta hasta el nivel inferior de la misma.

Se procederá a colocar un fondo de duroport con el propósito de sostener el material sellador. Posteriormente se aplicará una ligera capa de asfalto líquido en las paredes interiores de la junta para

conseguir una mejor adherencia entre el concreto hidráulico y el mortero asfáltico con el que se rellenarán dichas juntas.

Posteriormente se procederá a rellenar el espacio de la junta con un mortero bituminoso con arena fina, y reglillas o cualquier otro método aprobado.

Se debe densificar el mortero, desde el nivel inferior de la junta hasta que todo el espacio se encuentre lleno y no haya oquedades, ratoneras y panales de abeja, llevándolo hasta el nivel superior de la junta donde se enrasará. No se permitirá un trabajo en el que la junta terminada presente protuberancias o depresiones.

La mezcla para la fabricación de este mortero se preparará en una zona fuera de la superficie del puente y de la carretera, y debe dosificarse en la proporción que ofrezca la mejor consistencia, aprobada por el supervisor. Terminadas las operaciones de la actividad descrita, el contratista procederá a limpiar la zona de trabajo, para eliminar cualquier residuo suelto.

Se debe tener especial cuidado que ningún residuo producto de los trabajos contamine las zonas de escurrimientos que son vertidas al río.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.

1006.04 Medición

Los trabajos ejecutados bajo este concepto se medirán en metros lineales de junta sellada y aceptada.

1006.05 Forma de pago

El pago de este concepto se hará al precio unitario de contrato por metro lineal de junta sellada y recibida a satisfacción, dicho pago será la compensación plena por todos los costos involucrados en los materiales, equipo, mano de obra necesaria en la limpieza de la junta, por el suministro y colocación, densificación y enrasamiento del mortero asfáltico en el espacio de la junta, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo, limpieza final y cualquier otro imprevisto necesario para la correcta ejecución de esta actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
1006.05 (a)	Mantenimiento de juntas	Metros lineales

1007. Reparación de accesos a puentes en carreteras pavimentadas

1007.01 Descripción

Consiste en reparar los asentamientos que, con alguna regularidad, suelen ocurrir en la zona de transición entre el relleno retenido por el muro del estribo y la losa del puente, mediante un relleno con un concreto asfáltico o losa de concreto hidráulico. Estos asentamientos deben ser mínimos y no confundirse con posibles hundimientos debido a fallas estructurales que puedan ocasionar un colapso del puente cuando exista la presencia de amenazas naturales o exceso de carga en vehículos.

1007.02 Materiales

Se requiere utilizar un asfalto rebajado de curado rápido y concreto asfáltico en caliente o en frío, de acuerdo con las secciones 1351 y 1352 de este Manual. También podrá utilizarse concreto hidráulico tipo A.

1007.03 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

El supervisor procederá a indicar el área de trabajo, utilizando una cuerda con la que definirá los límites transversales y longitudinales en los que el trabajo debe ser ejecutado.

El contratista debe limpiar la zona que se trabajará, retirando todo material suelto que impida la correcta adherencia entre la superficie existente y la nueva capa de rodadura (vaciado).

- a) Si la capa de rodadura es de concreto asfáltico, se debe aplicar posteriormente un riego de liga de acuerdo con la sección 309 de este Manual. Una hora después de haberse aplicado o cuando se estime que los solventes se hayan evaporado completamente, se debe colocar el concreto asfáltico, extendiéndolo hasta los niveles y límites definidos previamente, con rastrillos manuales en capas uniformes de un espesor proporcional a la capacidad del equipo de compactación disponible.
- b) El concreto extendido se debe compactar en el sentido del eje de la carretera, con compactadores vibratorios manuales, la operación se debe iniciar en los extremos y avanzar a los traslapes continuos hasta llegar a la línea central. La compactación se ejecutará hasta obtener una densificación del concreto que asegure su estabilidad requerida. Debido a que los volúmenes de trabajo son pequeños no se justifica la realización de ensayos de control de laboratorio, si durante el plazo de la ejecución del proyecto el concreto asfáltico tiene desplazamientos causados por cargas del tránsito, el contratista debe hacer las reparaciones necesarias.
- c) Si la capa de rodadura es de concreto hidráulico, se debe proceder conforme la sección 402 de este Manual. Completada la operación de colocar la capa de rodadura, se procederá a revisar los niveles con la cuerda, para verificar que el nivel de la carretera mantenga su continuidad hasta el acceso al puente, corrigiendo cualquier depresión o abultamiento que pudiera haber quedado y que constituya una fuente de incomodidad para los usuarios.
- d) En ambos casos, al finalizar las labores de reparación, el contratista procederá a realizar la limpieza necesaria para eliminar todo material sobrante o basura que haya quedado en el área de trabajo.

Se debe tener especial cuidado que ningún residuo producto de los trabajos contamine las zonas de escurrimientos que son vertidas al río.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

1007.04 Medición

Esta actividad se medirá por: a) tonelada de concreto asfáltico colocado en el área de aproximación reparada y aceptada y b) metro cúbico de concreto hidráulico colocado y aceptado.

1007.05 Forma de pago

El pago de este concepto se hará de acuerdo con la medición efectuada según numeral 1007.04 al precio unitario de contrato, pago que será la compensación plena por todos los costos involucrados en los materiales, equipo, mano de obra necesaria en la limpieza de la zona de trabajo, por el suministro, colocación, nivelación y compactación del concreto asfáltico, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo, limpieza final, reparación de trabajos defectuosos y cualquier otro imprevisto necesario para la correcta ejecución de esta actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
I007.05 (a)	Concreto asfáltico	Tonelada
I007.05 (a)	Concreto asfáltico	Metros cúbicos

1008. Mantenimiento de puentes peatonales (pasarelas)

1008.01 Descripción

La conservación de los puentes peatonales, tanto de concreto reforzado, estructura metálica o madera, parte de que la estructura se ha construido siguiendo todos los lineamientos técnicos que la sana práctica de ingeniería recomienda para asegurar su adecuado funcionamiento y la durabilidad que se espera. En este sentido, las labores básicas consideradas para las actividades de mantenimiento son de limpieza y pintura.

Antes de iniciar cualquier proceso de mantenimiento, se deben colocar dispositivos para el control del tránsito transitorios para la seguridad vial y verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de trabajo.

1008.02 Limpieza del puente peatonal en las partes de metal

- Las superficies de metal que se pintarán se deben limpiar perfectamente quitando el polvo, óxido, las escamas sueltas de laminado, escamas de soldadura, suciedad, aceite o grasa y otras sustancias extrañas. Si las superficies que se han limpiado se oxidan antes de aplicarles la pintura, el contratista debe limpiarlas de nuevo, por su propia cuenta.
- El acero debe limpiarse por medio de un chorro de arena (*sand blast*). Este debe eliminar todas las escamas sueltas del laminado y otras sustancias adheridas, hasta dejar el metal liso y descubierto. Debe prestarse especial atención a la limpieza de las esquinas y a los ángulos formados por las partes salientes. Antes de pintar, debe quitarse la arena y perdigones que se adhieren al acero en las esquinas. La arena seca que debe usarse tiene que pasar el tamiz de malla cuadrada de 1/4" (6,25 mm) o 3/16" (4,75 mm).
- Para las partes encerradas y superficies que sean inaccesibles se deberá determinar la forma práctica de aplicar el tratamiento de limpieza. Todas las superficies deben barrerse y desempolvarse para eliminar el material suelto y las partículas extrañas, para luego aplicar la pintura.

1008.03 Pintura de puente peatonal en la parte de metal

- Consiste en aplicar una película pigmentada para recubrir una superficie con fines de protección contra agentes exteriores o fines decorativos. El renglón de pintura para el metal de los puentes incluye: la pintura de taller (primera capa) llamada también pintura base y la pintura de campo (segunda capa) o capa de acabado.
- La pintura base (primera capa) debe aplicarse en dos capas (dos manos) como mínimo, una con brocha y la otra con soplete de alta presión. Debe ser pintura preparada de plomo rojo o de preferencia con cromato de zinc, óxido de zinc y óxido de hierro con base de aceite crudo o aceite fraccionado de linaza, o mezcla de aceite de linaza y sólidos de resina alquídica, de acuerdo con AASHTO M 72.
- La pintura de acabado (segunda capa) debe aplicarse en dos capas con soplete de alta presión y debe ser tipo esmalte agrícola e industrial. Cualquier otra opción debe ser según criterio del supervisor, tomando como base la integración de costos originalmente establecida.

- d) A la pintura no se debe agregar ningún solvente, a no ser que sea necesario hacerlo para la aplicación apropiada, de acuerdo con lo especificado por el fabricante.
- e) La pintura no debe aplicarse cuando la temperatura del ambiente sea superior a los 38 °C o inferior a 5 °C, ni cuando haya niebla, llovizna, lluvia o la humedad relativa ambiente exceda del 85%.
- f) La pintura debe extenderse suave y uniformemente, de tal manera que no haya exceso ni deficiencia en ningún punto.
- g) Cuando se usen brochas en la primera capa base y primera mano, la pintura debe manejarse de tal manera que se produzca una capa uniforme y pareja, en contacto directo con el metal, extendiéndose a todas las esquinas e intersticios. Las brochas deben ser de forma redonda u ovalada preferentemente.
- h) El equipo mecánico de aire comprimido debe aplicar la pintura en una lluvia fina y pareja. El equipo debe ser aprobado, con sus reguladores de presión e indicadores adecuados, casquetes, boquillas y agujas recomendadas por el fabricante para el tipo de pintura que se esté rociando.

1008.04 Limpieza de puente peatonal en las partes de concreto

- a) Las superficies de concreto que se pintarán se deben limpiar perfectamente quitando la pintura, el polvo, suciedad, aceite o grasas y otras sustancias extrañas.
- b) El concreto debe limpiarse por medio de un chorro de arena preferentemente (*sand blast*) o a mano con cepillos de acero y ácidos. Este debe eliminar todas impurezas y pintura sueltas y otras sustancias adheridas, hasta dejarlo descubierto. Debe prestarse especial atención a la limpieza de las esquinas y a los ángulos formados por las partes salientes. Antes de pintar, debe quitarse la arena que se adhieren al concreto en las esquinas. La limpieza a chorro puede hacerse con arena seca que pase en tamiz de malla cuadrada de 1/4" (6,25 mm) o 3/16" (4,75 mm).
- c) Para las partes encerradas y otras superficies que sean inaccesibles se deberá determinar la mejor forma de aplicar el tratamiento de limpieza. Todas las superficies deben barrerse y desempolvarse enseguida para eliminar el material suelto y las partículas extrañas, para luego aplicar la pintura.

1008.05 Pintura de puente peatonal en las partes de concreto

- a) Consiste en la aplicación de una película pigmentada para recubrir una superficie con fines de protección contra agentes exteriores o fines decorativos. El renglón de pintura para el concreto de los puentes incluye la pintura de campo o capa de acabado.
- b) La pintura de campo debe aplicarse en dos capas de pintura de acabado con brocha o soplete de alta presión. La pintura para la segunda capa o capa de acabado debe ser del color indicado por la unidad ejecutora. Cualquier otra opción debe ser a criterio del supervisor y tomando como base la integración de costos originalmente establecida.
- c) A la pintura no debe agregársele ningún solvente a no ser que sea necesario hacerlo para la aplicación apropiada, de acuerdo con lo especificado por el fabricante.
- d) La pintura no debe aplicarse cuando la temperatura del ambiente sea superior a los 38 °C o inferior a 5° C, ni cuando haya niebla, llovizna, lluvia o la humedad relativa ambiente exceda del 85%.
- e) La pintura debe extenderse suave y uniformemente, de tal manera que no haya exceso ni deficiencia de pintura en ningún punto.
 - i) Cuando se usen brochas, la pintura debe manejarse de tal manera que se produzca una capa uniforme y pareja en contacto directo con el concreto, extendiéndose a todas las esquinas e intersticios. Las brochas deben ser de forma redonda u ovalada preferentemente.

- ii) El equipo mecánico de aire comprimido debe aplicar la pintura con una lluvia fina y pareja. El equipo debe ser aprobado, con sus reguladores de presión e indicadores adecuados, casquetes, boquillas y agujas recomendadas por el fabricante para el tipo de pintura que se esté rociando.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como se colocaron.

1008.06 Medición

La medida debe hacerse por el número de metros lineales de puente peatonal e incluye las actividades de limpieza y pintura de los elementos de metal o concreto.

1008.07 Forma de pago

El pago se hará de acuerdo con la medición efectuada según numeral 1008.06 al precio unitario de contrato, pago que será la compensación plena por todos los costos involucrados en la limpieza y la pintura de los elementos metálicos o el concreto, equipo, mano de obra, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo, limpieza final, y cualquier otro imprevisto necesario para la correcta ejecución de esta actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
1008.07 (a)	Mantenimiento de puentes peatonales	Metro lineal

1009. Reparación de puente provisional tipo Bailey

1009.01 Descripción

Este trabajo consiste en acondicionar el puente para recuperar, en lo posible, la condición y capacidad de funcionamiento del original. Es importante contar con el número suficiente de puentes provisionales para restaurar el servicio en zonas afectadas. Las zonas donde se almacenen deben estar localizadas estratégicamente en cada país para que puedan responder rápidamente ante cualquier emergencia.

1009.02 Adecuación del puente

Esta actividad consiste en retirar materiales humanos o naturales, ajenos al puente y que conducen a empotramientos de apoyos o rigideces que entorpecen la libre flexibilidad con que fueron diseñados y la reinstalación correcta de piezas según manuales de instalación del fabricante. Además, se deben apretar o ajustar los tornillos y piezas que, por su uso, estén flojos, sueltos o desajustados.

1009.03 Reparación

Consiste en reparar piezas dañadas con grado de severidad bajo, enderezándolas, sustituyendo parcialmente elementos no principales y reforzándolas en los lugares en que no perjudique la función de los elementos. Para este trabajo se podrá aplicar soldadura, pero cuidando que los elementos no pierdan sus capacidades físicas.

1009.04 Sustitución o cambio

Siempre que se tenga disponibilidad, se deberán sustituir las piezas que el supervisor determine necesario cambiar.

1009.05 Piezas faltantes

Siempre que el propietario de la estructura las proporcione al contratista, las piezas faltantes deberán colocarse para el correcto funcionamiento del puente.

1009.06 Ajuste de elementos de sujeción

Todos los elementos que sirvan para mantener sujetas las piezas del puente deben apretarse o ajustarse, de manera que permitan mantener unidas todas las partes de la estructura.

1009.07 Piso del puente

Existen tres tipos de piso para puentes Bailey:

- a) Piso de metal. Se le aplicará el mismo tratamiento que a la estructura del puente, pudiendo variar el color o la clase de pintura, siempre que esté dentro de las especificaciones. En caso de que el contratante no cuente con partes para efectuar la reposición, se pueden utilizar materiales que cumplan, en lo posible, con características similares al existente.
- b) Piso de madera. Debe cambiarse total o parcialmente dependiendo de su estado y con las condiciones que se describen a continuación:
 - i) Tipo de madera: puede ser madera sin tratamiento, pero en este caso, debe tener un mínimo de duramen o madera de corazón como se indica en AASHTO M-168. Cualquier otra opción debe ser a criterio del supervisor y tomando como base la integración de costos originalmente establecidos.
 - ii) Fijadores de madera: deben utilizarse clavos de alambre de acero liso y de forma estándar, conforme Especificación Federal FFM-101 como mínimo. Además, deben utilizarse tornillos o barras fijadoras, ocho por tablón de rodada como mínimo.
 - iii) Preservantes para la madera: cuando se utilicen preservantes en la madera, se debe cumplir con AASHTO M-133. Puede aplicársele el preservante disuelto en agua o bien utilizar aceite liviano (aceite quemado) o aceite de creosota en caliente.
- c) Pisos de tablonés. Los pisos de madera de puentes Bailey deben ser de dos camas de tablonés superpuestas y soportadas por largueros o viguetas. La cama inferior debe colocarse diagonalmente, como está especificado en los manuales de puentes Bailey, y cada tablón debe quedar firmemente asegurado según estas especificaciones. La cama superior o de rodadura debe colocarse paralelamente al eje central de la vía del tránsito vehicular y fijada firmemente a la cama inferior. Las juntas en la cama superior de tablonés deben quedar alternadas en tres pies (91,4 centímetros), como mínimo.
 - i) Cama superior: debe tenerse especial cuidado en fijar los extremos de cada uno de los tablonés. El grueso de los tablonés debe ser de 3 pulgadas (7,62 centímetros) y se colocarán en dos carrileras o rodaduras de tres (3) tablonés cada una, con una distancia de 2,25 pies (0,70) a 3 pies (0,91 metros) entre las mismas y cada tablón debe ser de 10 o 12 pulgadas (25,4 o 30,48 centímetros), según el tipo de puente.
 - ii) Cama inferior: la cama inferior debe colocarse en forma continua, uno a la par de otro tablón y sujetarse con el guardarruedas. El grueso es de 2 pulgadas (5,08 centímetros) y el ancho de 10 a 12 pulgadas, según el tipo de puente.

1009.08 Guardarruedas

Los guardarruedas, guardabandas o mordientes deben colocarse de acuerdo con las especificaciones de los puentes Bailey. En el caso que se utilice madera deben tener los cuatro lados tratados con preservante o pintados. Los guardarruedas deben ser colocados en longitudes no menores de 5 pies (1,52 metros) y secciones entre 4 y 6 pulgadas (10,16 y 15,24 centímetros) por lado. Los guardarruedas deben pintarse con franjas verticales de 1 pie (30 centímetros) de ancho con colores alternados amarillo y negro.

1009.09 Señalización

Dentro de este costo debe considerarse que:

- Los postes de entrada y salida del puente deben pintarse con franjas negras inclinadas 30 grados de la vertical y de 10 centímetros de ancho, espaciadas 10 centímetros.
- Debe colocar como mínimo un círculo reflectivo por cada poste Bailey instalado.
- Deben colocarse en los puentes ocho tubos de 24", rellenos con concreto ciclópeo, pintados de blanco con franjas amarillas y negras al frente y círculos de pintura reflectiva o calcomanía (no esferas de vidrio con pintura de tráfico) en los laterales de la entrada y salida del puente.
- En los que tienen rampas se deberán colocarse muros de 8 metros de largo por 0,60 metros de ancho por 1 metro de alto con el caballete para sostener la rampa y acortar la longitud de la rampa a 10 pies.

1009.10 Medida

La medida se debe hacer con: a) número de pies lineales de puente; b) pies lineales de rampas, si las hay, y c) pies lineales de piso.

1009.11 Forma de pago

El pago se debe hacer por el total de unidades medidas como se indican en el numeral 1009.10, al precio unitario de contrato, como plena compensación para todas las acciones realizadas para la adecuación del puente, reparación, sustitución o cambio o colocación de piezas faltantes, señalamiento preventivo de zona de trabajo y demás labores para completar esta actividad.

Cualquier trabajo de readecuación de los puentes colocados que modifique su diseño original de instalación se pagará por trabajos por administración, como cambio de rampas tipo Bailey por rampas de terracería, muros y otros.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
1009.11 (a)	Reparación de puentes Bailey	Pie lineal
1009.11 (b)	Reparación de puentes Bailey	Pie lineal de rampa
1009.11 (c)	Piso en puente Bailey	Pie lineal

1010. Mantenimiento de puentes Bailey

1010.01 Descripción

Las superficies de metal que deban pintarse tienen que limpiarse perfectamente de polvo, óxido, escamas sueltas de laminado, escamas de soldadura, suciedad, aceite o grasa y otras sustancias extrañas. Si las superficies que se han limpiado se oxidan antes de aplicar la pintura, el contratista debe limpiarlas de nuevo, por su propia cuenta. La pintura consiste en la aplicación de una película pigmentada para recubrir una superficie con fines de protección contra agentes exteriores o fines decorativos.

1010.02 Chorro de arena (sand blast)

El acero debe limpiarse por medio de un chorro de arena en seco. Este debe eliminar todas las escamas sueltas del laminado y otras sustancias adheridas hasta dejar el metal liso y descubierto (tipo comercial).

Debe prestarse especial atención a la limpieza de las esquinas y a los ángulos formados por las partes salientes. Antes de pintar, debe quitarse la arena o perdigones que se adhieren al acero en las

esquinas. La limpieza a chorro puede hacerse con perdigones SAE N°S-330 o menores, arenisca de esmeril SAE N°G-25 o menor, o arena seca que pase un tamiz de malla cuadrada 1/4" o 3/16". Debe utilizarse equipo especial que como mínimo incluya un compresor de 600 CFM, una olla de 600 libras de depósito de arena para *sand blast* y equipo especial de protección para el trabajador que aplique *sand blast*, mangueras y boquillas adecuadas.

1010.03 Superficies inaccesibles

Para limpiar las partes encerradas y otras superficies que sean inaccesibles, no se les aplicará este tratamiento hasta que sean desmontadas al quitar el puente, en un tratamiento de mantenimiento de almacenaje o cuando por circunstancias especiales sea posible cuando esté instalado.

1010.04 Limpieza y acondicionamiento de las superficies galvanizadas

Cuando se presente una corrosión severa a criterio del supervisor, deben tratarse así:

- a) En un galón de agua pura se disuelven 2 onzas de cloruro de cobre, 2 de nitrato de cobre y 2 de sal de amoníaco, agregando a continuación 2 onzas de ácido muriático comercial. Esta operación debe llevarse a cabo dentro de un recipiente de arcilla o de vidrio y nunca en un recipiente metálico.
- b) La solución se aplica enseguida a la superficie galvanizada, con una brocha ancha y plana, después de lo cual se tornará dicha superficie de un color oscuro casi negro, que al secar se convierte en una película grisácea, que sirve de base (sustituye a la capa base o pintura taller), luego se aplicaría la pintura de acabado (segunda capa) especificada.

1010.05 Limpieza final

Todas las superficies deben barrerse y desempolvarse para eliminar el material suelto y las partículas extrañas, procediéndose después a la aplicación de la pintura.

1010.06 Pintura de taller o base (primera capa)

Debe aplicarse en dos capas (dos manos) como mínimo, una con brocha y la otra con soplete de alta presión. Debe ser pintura preparada de plomo rojo o minio con cromato de zinc, óxido de zinc y óxido de hierro con base de aceite crudo o aceite fraccionada de linaza, o mezcla de aceite de linaza y sólidos de resina alquídica, de acuerdo con AASHTO M-72, de la mejor calidad que exista en el mercado como mínimo.

1010.07 Pintura de acabado o de campo (segunda capa)

Cuando el puente ya tenga una capa final de acabado en condiciones aceptables, puede usarse como capa base y aplicarle luego dos capas (dos manos) de pintura de acabado con soplete de alta presión. La pintura para la segunda capa o capa de acabado debe ser del color amarillo según normas internacionales, tipo esmalte agrícola e industrial.

1010.08 Dilución de la pintura

A la pintura no se debe agregar ningún solvente solo si es necesario hacerlo para la aplicación apropiada. En ningún caso debe añadirse más de 2 pintas por galón (1/2 de litro por litro), a no ser que la pintura esté formulada para una mayor dilución, según recomendaciones del fabricante.

1010.09 Condiciones climáticas

La pintura no debe aplicarse cuando la temperatura del ambiente sea superior a los 38 °C o inferior a 5 °C, ni cuando haya niebla, llovizna, lluvia o la humedad relativa ambiente exceda del 85%.

1010.10 Forma de aplicación de la pintura

La pintura debe extenderse suave y uniformemente de tal manera que no haya exceso ni deficiencia de pintura en ningún punto.

- a) Con brocha. Cuando se usen brochas en la primera capa base y primera mano, la pintura debe manejarse de tal manera que se produzca una capa uniforme y pareja, en contacto directo con el metal, extendiéndose a todas las esquinas e intersticios. Las brochas deben ser de forma redonda u ovalada.
- b) Con soplete. El equipo mecánico para sopletar debe tener la capacidad de aplicar la pintura con una lluvia fina y pareja. El equipo debe ser de un tipo especificado y aprobado por el supervisor, con sus reguladores de presión e indicadores funcionando, casquetes, boquillas y agujas recomendadas por el fabricante para el tipo de pintura que se esté rociando.

1010.11 Medida

La medida se debe hacer del número de pies lineales de puente.

1010.12 Forma de pago

El pago se debe hacer por el total de unidades medidas como se indica en el numeral 1010.06, al precio unitario de contrato, como plena compensación por todos los costos involucrados en la limpieza de los elementos metálicos, materiales, equipo, mano de obra, herramientas, señalización, limpieza final, y cualquier otro imprevisto necesario para la correcta ejecución de esta actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
1010.12 (a)	Mantenimiento de puentes Bailey	Pie lineal

1011. Mantenimiento y reparación de puentes de madera

1011.01 Descripción

Los puentes de madera se utilizan principalmente en caminos de bajos volúmenes de tránsito y con cargas menores. La gran ventaja de estas estructuras es la reducción de costos al utilizar materiales y mano de obra de la misma zona. Su principal problema es la necesidad de proporcionarles un adecuado mantenimiento para tener un tiempo de vida aceptable; caso contrario, en lugar de constituir una solución se convierten en un riesgo. La madera está expuesta a deterioros por pudrición, ataque de insectos o daños mecánicos. Los puentes de madera se deben mantener o repararse periódicamente para conservarlos en condiciones óptimas para su funcionamiento y servicio. El objetivo del mantenimiento no es solo reparar las deficiencias existentes, sino tomar medidas correctivas para prevenir o reducir los problemas futuros.

La madera que se debe utilizar será definida por el contratante.

- a) Mantenimiento preventivo. Implica mantener la estructura en un buen estado con el fin de reducir problemas futuros. En esta etapa, la pudrición o la deterioración no comienza, pero las condiciones o el potencial están presentes.
- b) Mantenimiento de temprana reparación. Se realiza cuando la pudrición o deterioro está presente pero no afecta la capacidad o el funcionamiento del puente en servicio normal. En esta etapa, los daños estructurales más severos son inminentes si no se tome una acción correctiva.

Mantenimiento mayor. Implica las medidas correctivas inmediatas que restauran un puente a su capacidad y condición original. La deterioración ha progresado al punto que los componentes

estructurales importantes han experimentado la pérdida severa de la resistencia y la reparación o reemplazo es obligatorio para mantener la capacidad de resistir cargas.

1011.02 Métodos para preservar la estructura de madera

Los métodos para aumentar la vida de los elementos de madera en un puente incluyen un control de humedad, tratamiento de protección sobre el terreno, reparación mecánica, reparación epóxica y reemplazo de componentes.

- a) Control de humedad. El control de humedad es el más simple, y el más económico que reduce el peligro de pudrición en puentes de madera. Cuando la exposición a la humedad se reduce, las piezas se pueden secar para reducir los contenidos de humedad que requieren la mayoría de los hongos e insectos, aproximadamente al 25%. El control de humedad implica una aproximación del sentido común para identificar áreas mojadas o de alto contenido de humedad, localizando la fuente de agua y llevando la acción correctiva de eliminar esa fuente.
- b) Tratamiento preservante en terreno. El tratamiento en terreno implica el uso de productos químicos preservantes para prevenir o para detener la pudrición en estructuras existentes. Dos tipos de tratamientos se utilizan comúnmente: tratamientos superficiales y fungicidas. Los tratamientos superficiales se aplican para prevenir la infección de la madera expuesta, mientras que los fungicidas se utilizan para tratar la pudrición interna. El tratamiento en terreno puede proporcionar un método seguro, eficaz, y económico para ampliar la vida de servicio de los puentes de madera.
 - i) Tratamientos superficiales. Los tratamientos superficiales se aplican para proteger las piezas existentes de madera no tratada contra la pudrición y la exposición, o para suplir el tratamiento inicial algunos años después de la instalación. Este tipo de tratamiento es eficaz cuando se aplica antes de que la pudrición comience y se utiliza comúnmente para tratar fracturas, delaminaciones, daño mecánico o áreas que se usaron durante la construcción. La facilidad de aplicación y eficacia de los tratamientos superficiales como barreras tóxicas, las hace útiles en el mantenimiento preventivo; sin embargo, la penetración baja limita su eficacia contra la pudrición interna establecida.
 - ii) La creosota calentada entre 65,5 a 93,3 °C es probablemente el posible preservante más comúnmente usado, pero el pentaclorofenol y el naftenato de cobre también se utiliza. La superficie de madera se debe saturar a fondo con el preservante para tratar todas las aberturas y grietas; sin embargo, debe tener mucho cuidado para evitar que las cantidades excesivas se derramen o se escurran por la superficie y contaminen el agua o el suelo. El uso de estos preservantes se debe hacer siguiendo las instrucciones del fabricante.
 - iii) Fungicidas. Los fungicidas son productos químicos preservantes especializados en forma de líquido o sólido, que se pone en los agujeros para detener la pudrición interna. Durante el tiempo, los fungicidas volatilizan en los gases tóxicos que se mueven a través de la madera, eliminando hongos e insectos. Los fungicidas pueden difundir en dirección de la fibra hasta 2,44 metros o más del punto de aplicación en piezas verticales, tales como postes. En piezas horizontales, la distancia del movimiento es aproximadamente de 0,60 a 1,20 metros del punto de aplicación. Los fungicidas sólidos proporcionan una creciente seguridad, reducen el riesgo de la contaminación del medio ambiente, y permite el uso de fungicidas en aplicaciones previamente restringidos. El uso de estos fungicidas se debe hacer siguiendo las instrucciones que el fabricante indique para su utilización.

- iv) Precauciones para el tratamiento en terreno. Como con otros preservantes y pesticidas, los preservantes y fungicidas para tratamiento en terreno son tóxicos para los seres humanos y se deben utilizar con precaución. Cuando están aplicados correctamente, los tratamientos no plantean ningún peligro ambiental o para la salud. Sin embargo, el potencial para el daño ambiental puede ser más alto en algunas localizaciones del campo, debido a condiciones variables, a la proximidad de las corrientes y a otras fuentes de agua. Los tratamientos en terreno se deben aplicar solamente por el personal entrenado que entiende su uso. Además de las precauciones para los preservantes de madera, los aplicadores del fungicida deben también tener una máscara antigás con el filtro apropiado disponible para uso de emergencia. Si los vapores del fungicida son detectados por su fuerte olor o irritación del ojo, todo el personal debe ser retirado a espacios abiertos desde el área tratada, y permitir que desaparezcan estos vapores.
 - v) Cuando se utiliza cualquier forma de tratamiento en terreno, los procedimientos, precauciones, y contingencia para el derramamiento accidental o lesión, deben ser planeados antes de comenzar el tratamiento.
- c) Reparación mecánica. Los métodos mecánicos de reparación utilizan sujetadores de acero y componentes de madera o de acero adicionales para consolidar o reforzar las piezas. Los tres métodos de reparación mecánica son:
- i) Aumento de piezas. Implica la adición del material para reforzar o consolidar piezas existentes. Las piezas adicionales, como placas comúnmente de madera o de acero unidas con pernos, sirven para aumentar la sección eficaz y para soportar las cargas. Se pueden realizar empalmes y refuerzos. El primero se aplica en una localización definida donde la transferencia de carga se restaura en una rotura, fractura, u otro defecto. El segundo consolida las piezas donde la capacidad existente es escasa y permite agregar refuerzos en piezas sobre una parte substancial o igual de la pieza entera.
 - ii) Empalmes y pernos de refuerzo. Un problema típico asociado con piezas de madera es el desarrollo de fracturas longitudinales. Estas fisuras se desarrollan comúnmente en la madera aserrada de construcción. Para detener las grietas, fracturas, o las delaminaciones en piezas de madera, deben usarse empalmes y pernos de refuerzo, utilizando sujetadores y juntas de acero. El objetivo no es cerrar la grieta o la fractura, sino prevenir su desarrollo posterior, tratando las dos piezas juntas.
 - iii) Tensión laminar. Es probablemente el método más eficaz para la reparación mecánica de cubiertas clavo-laminadas existentes. Las laminaciones son una serie de barras de acero de alta resistencia aplicadas transversalmente a la longitud de las laminaciones. La tensión prensa las laminaciones juntas y aumenta grandemente las características de distribución de carga de la cubierta. Además, las tensiones sellan la cubierta para que las laminaciones se presionan juntas, proporcionando una superficie hermética.
- d) Reparación epóxica. Los epóxicos consisten en resinas básicas y agentes endurecedores de resina que son mezclados juntos en una forma de líquido o gel (masilla). Cuando se mezclan, los compuestos epóxicos, endurecen para formar un material sólido y durable que proporciona un alto grado de adhesión a la mayoría de las superficies limpias. El epóxico se utiliza para la reparación de la madera como un agente de vinculación en reparaciones estructurales y semiestructurales. Es comúnmente inyectado bajo presión o aplicado a mano como gel o masilla. El epóxico es más eficaz cuando es usado como un agente de vinculación para proporcionar resistencia entre las piezas para las reparaciones estructurales en localizaciones secas.

- e) Reemplazo de componentes. Hay situaciones donde una carencia de mantenimiento o de otras causas conduce a la deterioración tan severa que el reemplazo de la pieza es la única alternativa económicamente viable. En estos casos, la estructura debe ser temporalmente apoyada (cuando se requiere), la remoción de antiguas piezas, y una nueva instalada en su lugar. Antes de sustituir piezas, la causa de deterioro en la pieza original debe ser determinada y corregida. Si el problema es estructural, debe ser autorizado el reemplazo. Si la pudrición es la fuente, las medidas correctivas deben tomarse para excluir la humedad de piezas nuevas.

Siempre que una pieza es reemplazada, es recomendable examinar a fondo todos los componentes adyacentes y los que entran en contacto, para saber si hay pudrición que pudo no haber sido evidente cuando la pieza estaba en terreno.

Las piezas retiradas deben tener un manejo especial, ya que están contaminadas por lo que requieren ser dispuestas en sitios especiales. De ninguna manera se deben dejar abandonados en el sitio de obra, con el riesgo de puedan contaminar y obstruir escurrimientos superficiales.

1011.03 Medición

Dado que el mantenimiento o reparación del puente de madera puede tener una gran variedad de acciones, unas que derivan de otras, la medición de los trabajos se realizará por: a) suma global de acuerdo con el total de acciones que se deban realizar; b) pie cuadro, para los elementos de madera que incluyen los herrajes, unión y fijación y c) pulgada maderera.

Pie cuadro	equivale a	1.728 pulgada madereras
Pulgada maderera	equivale a	0,0005787 pie cuadro

1011.04 Forma de pago

El pago se debe hacer por el total de trabajo realizado, conforme se indica en el numeral 1013.03, al precio unitario de contrato, siendo plena compensación por todos los costos involucrados en las labores realizadas para preservar los elementos de madera y la reposición de elementos deteriorados, materiales, equipo, mano de obra, herramientas, señalización preventiva de la zona de trabajo, limpieza final, y cualquier otro imprevisto necesario para la correcta ejecución de esta actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
1011.04 (a)	Reparación del puente de madera	Suma global
1011.04 (a)	Reparación del puente de madera	Pie cuadro
1011.04 (a)	Reparación del puente de madera	Pulgada maderera

Cuadro 1000-I
Medidas de reducción de la vulnerabilidad en puentes

Sección 1000 – Puentes

Actividad	Peligros/amenazas	Vulnerabilidad	Riesgo	Impacto	Reducción de vulnerabilidad
1001. Mantenimiento de puentes	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrometeorológicos: inundaciones repentinas, aumento del nivel del mar, incremento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos y aumento de las temperaturas • Geológicas: terremotos, deslizamientos de tierra, caída de rocas, hundimientos, erosión costera, fallas geológicas • Ambientales (biológicos): degradación de suelos, deforestación, pérdida de biodiversidad, erosión, sedimentación • Tecnológicas: fallas estructurales, colapsos • Sociales: malos hábitos, manejo inapropiado de desechos, accidentes laborales 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencias en el diseño • Antigüedad de la infraestructura • Dimensionamiento inadecuado de las obras de drenaje • Aspectos económicos y culturales limitantes • Estado crítico de los ecosistemas • Ubicación de áreas propensas a inundaciones u otros desastres • Falta de rutas alternativas en caso de cierres, • Deficiencias en el mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión • Sedimentación • Inundaciones • Accidentes de tránsito debido a la alta densidad de vehículos, mal estado de la infraestructura, condiciones climáticas adversas • Obstrucción de drenajes, • Impacto en las cadenas logísticas • Afectaciones en los tiempos de viajes de las personas usuarias al usar rutas alternas 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de vidas humanas • Pérdida de infraestructura • Daños al medio ambiente • Cierre parcial o total de la carretera 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de vulnerabilidad y riesgo • Realizar inspecciones con personal calificado para identificar daños en la infraestructura • Incorporación de medidas de adaptación al cambio climático cuando sea pertinente • Cumplimiento del programa de mantenimiento rutinario y periódico, bajo un esquema de gestión • Implementar un plan de monitoreo de puentes • Señalizaciones adecuadas y pertinentes • Implementar medidas de seguridad vial • Mantenimiento planificado ante eventos hidrometeorológicos • Educación ambiental en los programas de mantenimiento de carreteras • Contar con equipo en buen estado y mano de obra calificada • Coordinación y respuesta a emergencias • Llevar a cabo un programa de ensayos de laboratorio de suelo • Cumplimiento de las normativas, técnicas, señalización, ambientales y de seguridad e higiene en el trabajo
1002. Limpieza y restitución del cauce en ríos y canales					
1003. Reconstrucción de barandales de puentes					
1004. Reparación de daños en la superestructura del puente de concreto reforzado, debido a la corrosión del acero de refuerzo					
1005. Reparación y pintura en puentes metálicos					
1006. Mantenimiento y reposición de juntas de construcción					
1007. Reparación de acceso a puentes en carreteras pavimentadas					
1008. Mantenimiento de puentes peatonales (pasarelas).					
1009. Reparación de puente provisional tipo Bailey					
1010. Mantenimiento de puentes Bailey					
1011. Mantenimiento y reparación de puentes de madera					

Fuente: Elaboración propia.

Sección 1100. Estructuras menores

1101. Reparación y mantenimiento de estructuras menores y obras de protección

1101.01 Descripción

Estos trabajos consisten en la reparación y mantenimiento de muros de contención, cuadroestacas, cabezales, sumideros, diques, salidas de aguas, bordillos, vados y otras estructuras y obras afines que se encuentren dañadas, destruidas o que falten a lo largo del proyecto.

1101.02 Definiciones

- a) Muros de contención. Estructuras para sostener el material de terreno en taludes y laderas, tanto en terraplenes como en taludes de corte. Los muros pueden ser de gravedad (muros secos de piedra, ligados con material cementante, muros de concreto ciclópeo y de piedra confinada) y estructurales (muros de gravedad y tipo cantiliver).
- b) Cabezales y sumideros. Son los elementos que fijan las alcantarillas, tanto en la entrada como en la salida del agua.
- c) Diques. Muros para contener corrientes de agua.
- d) Salidas de agua. Canales que descargan el agua colectada en los bordillos, cunetas, otros, hacia lugares donde no se causen daños a la estructura del pavimento.
- e) Vados. Obras que se construyen a nivel del cauce para permitir el paso del agua sobre la superficie de rodadura. Pueden ser monolíticos y puentes vados.
- f) Bordillos. Son elementos que interceptan y conducen el agua que por efecto del bombeo corre sobre la superficie de rodamiento de la carretera, en las secciones de relleno, descargando en las salidas de agua.
- g) Tablaestaca. Es la estructura formada por piezas de madera, concreto reforzado prefundido, concreto preesforzado o de metal, unidas entre sí e hincadas en el suelo, que sirven para delimitar zonas de construcción en las que se efectúen trabajos de cimentación o de otra índole; para contener empujes de tierra o como defensa contra corrientes de agua u oleaje.

1101.03 Materiales

Los materiales requeridos para la ejecución de esta actividad consistirán en piedra, arena, cemento, agua y otros elementos con que fueron construidos originalmente.

- a) Piedra. Podrá ser canto rodado o roca labrada de cantera. Debe ser dura, sana, libre de grietas u otros defectos que tiendan a reducir su resistencia a las fuerzas a que estará sometida y a los efectos de la intemperie. Las superficies de las piedras deben estar exentas de tierra, arcilla o cualquier materia extraña, que pueda obstaculizar la perfecta adherencia con el mortero. Las piedras pueden ser de forma cualquiera y sus dimensiones pueden variar entre 10 y 30 cm. Las piedras deben ser de materiales que tengan un peso mínimo de 1.400 kg/m³.
- b) Arena. La arena para mortero debe llenar los requisitos para agregados finos de acuerdo la norma AASHTO M-45. En lo que se refiere a la graduación, debe llenar los requisitos indicados en el cuadro 1100-1.
- c) Cemento. Debe ser Portland del tipo 1 o de tipo 2 de acuerdo con los requisitos AASHTO M-85.
- d) Agua. Debe ser agua limpia exenta de materiales orgánicos, excesos de arcilla y libre de sales perjudiciales al cemento.

e) Otros materiales. Serán los usados para la fabricación de la estructura original.

Cuadro 1100-I
Granulometría de arena

Malla	Porcentaje que pasa
Núm. 4 (4,75 mm)	100
Núm. 8 (2,36 mm)	95-100
Núm. 16 (1,18 mm)	70-100
Núm. 30 (600 µm)	40-75
Núm. 50 (300 µm)	10-35
Núm. 100 (150 µm)	2-15

Fuente: Elaboración propia.

1101.04 Procedimiento de ejecución

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

La superficie de las piedras se debe humedecer antes de colocarlas para quitar la tierra, arcilla o cualquier materia extraña. Deben ser rechazadas las piedras cuyos defectos no se pueden remover por medio de agua y cepillo. Las piedras limpias se deben ir colocando cuidadosamente en su lugar de tal manera que formen en lo posible hiladas regulares. Las separaciones entre piedra y piedra no deben ser menores de 1,5 centímetros ni mayor de 3,0 centímetros.

Las piedras de mayores dimensiones se deben colocar en la base inferior poniendo las de mayor dimensión en las esquinas de la estructura. Incluyendo la primera hilada, las piedras se deben colocar de tal manera que las caras de mayor dimensión queden en un plano horizontal, los lechos de cada hilada y la nivelación de sus uniones se deben llenar totalmente con mortero.

Cuando las piedras sean de origen sedimentario, se deben colocar de manera que el plano de estratificación quede en lo posible normal a la dirección de los esfuerzos. Excepto en las superficies visibles, cada piedra debe ir completamente recubierta por el mortero.

Las piedras se deben manipular en tal forma que no golpeen a las ya colocadas para que no alteren su posición. Se debe usar el equipo adecuado para la colocación de las piedras grandes que no puedan ser manejadas por medios manuales. No se debe permitir rodar o dar vuelta a las piedras sobre el muro, ni golpearlas o martillarlas cuando están colocadas. Si una piedra se afloja después de que el mortero haya alcanzado el fraguado inicial, se debe remover con todo y el mortero circundante y colocarla de nuevo.

El mortero debe ser una mezcla de cemento, arena y agua. La proporción que utilizará debe ser, una parte de cemento por dos partes de arena, a la que se le agrega la cantidad de agua necesaria para formar una pasta de consistencia que pueda ser manejable y que permita extenderse fácilmente en las superficies de las piedras que serán ligadas ligar.

Si no se usa mezcladora para la elaboración del mortero, el cemento y agregado fino, se deben mezclar con pala en seco y en un recipiente sin fugas, hasta que la mezcla tenga un color uniforme, después se le agregará el agua para producir el mortero de la consistencia deseada. El mortero se debe preparar en cantidades necesarias para uso inmediato, siendo 30 minutos el máximo de tiempo para emplearlo y en ningún caso, se debe permitir el inicio del fraguado del mortero.

Inmediatamente después de la colocación de la mampostería, todas las superficies visibles de las piedras se deben limpiar de las manchas de mortero y mantenerse limpias hasta que la obra esté terminada.

La mampostería se debe mantener húmeda durante tres días después de haber sido terminada. No se debe aplicar ninguna carga exterior sobre o contra la mampostería de piedra terminada, por lo menos durante 14 días después de haber terminado el trabajo. Las superficies y las uniones de las piedras de las estructuras de mampostería, no se deben repellar si los planos no lo indican.

Finalmente, se deben retirar los dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.

1101.05 Medición

La medición de la estructura de piedra se hará por: a) metro cúbico y b) metro cuadrado. El bordillo se hará por c) metro lineal.

1101.06 Forma de pago

Esta actividad será pagada por el número de unidades medida con se indica en el numeral 1101.04 al precio unitario de contrato, pago que constituirá la plena compensación por el suministro de todos los materiales aquí especificados, equipo, herramientas, mano de obra, señalización preventiva de la zona de trabajo y demás trabajos imprevistos para poder ejecutar correctamente esta actividad.

Reglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
1101.05 (a)	Piedra	Metro cuadrado
1101.05 (b)	Piedra	Metro cúbico
1101.05 (c)	Bordillo	Metro lineal

1102. Nivelación de pozos de visitas y cajas tragantes

1102.01 Descripción

Este trabajo consiste en la nivelación de los pozos de visita y de las cajas de tragantes construidos en las carreteras que atraviesen zonas urbanas. Este proceso se realiza cuando una carretera es sometida a un recarpeteado asfáltico o rehabilitación de la estructura del pavimento, que elevará la rasante final de la carretera, dejando los pozos de visita y los tragantes a un nivel inferior, los que requieren ser ajustados para que permanezcan a un mismo nivel.

1102.02 Materiales

Se utilizará principalmente concreto hidráulico, aro metálico y ladrillos de concreto o arcilla, ligados con material cementante u otros materiales.

1102.03 Requerimientos para la construcción

Los pozos y cajas deberán ser nivelados al punto en que la tapadera quede al mismo nivel que la rasante final de la carretera, considerando el peralte y la pendiente de la vía. Todos los elementos construidos deben esperar, como mínimo, siete días después de concluidos para permitir la circulación vehicular, exceptuando cuando se coloque el aro metálico, donde la apertura se hará paralelo al tránsito. Cuando una estructura existente ya no sea utilizada, se debe sellar a nivel de subrasante, de tal manera que sobre esta se puedan colocar todos los elementos de la estructura del pavimento (subbase y base) antes de la colocación de la carpeta de rodamiento.

1102.04 Medición

La medición de esta actividad se hará por unidad nivelada.

1102.05 Forma de pago

Esta actividad será pagada por el número de unidades medida con se indica en el numeral 1102.04 al precio unitario de contrato, pago que constituirá la plena compensación por el suministro de todos los materiales, equipo, herramientas, mano de obra, señalización preventiva de la zona de trabajo y demás trabajos imprevistos para poder ejecutar correctamente esta actividad.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
1102.05 (a)	Nivelación de pozos de visita y tragantes	Unidad

1103. Construcción de muro de gaviones

1103.01 Aplicación

Son estructuras formadas por un receptáculo (canasta) de malla de alambre galvanizada, relleno de material pesado y resistente, construidas de tal manera que mantengan una forma definida, de consistencia sólida, según diseño y cálculo aprobado por el delegado residente.

1103.02 Descripción

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, manejo, almacenamiento y construcción de los receptáculos de malla de alambre; el transporte, suministro y colocación del material de relleno dentro de los receptáculos de malla de alambre; tela geotextil del tipo adecuado. También se incluyen en este trabajo, la preparación de superficies de cimentación de los gaviones y la excavación, así como el relleno estructural para fortalecer la estructura y evitar deformaciones. En condiciones severas de corrosión deberá utilizarse canasta revestida de PVC.

1103.03 Materiales

- La piedra del relleno del receptáculo deberá tener un tamaño entre 4" y 8", con un peso específico de 1.600 kg/m³.
- El contratista debe suministrar un material de relleno que será colocado detrás de los muros de gaviones y de los colchones (para revestimiento dentro de una franja de 1 m medido detrás de la estructura de gaviones), teniendo siempre el cuidado de no usar material deleznable, que contenga óxido de hierro, de excesiva alcalinidad o compuestos salinos, cuya composición pueda atacar al alambre del colchón, que esté libre de exceso de humedad, turba, raíces, césped u otro material deletéreo. Este material debe cumplir con lo siguiente:

Cuadro 1103-I
Especificaciones para el material de relleno trasero

Especificación	Valores
Material que pasa el tamiz de 75 µm, (AASHTO T 27 y T 11)	15% máximo
Límite líquido (AASHTO T 89)	30% máximo
Dimensión máxima	
Gaviones tipo caja	75 mm
2. Gaviones tipo colchón	50 mm

Fuente: Elaboración propia.

- c) En todo caso, los requisitos de calidad de los materiales deben cumplir con las especificaciones y normas indicadas en la sección 253 numeral 253.03 de las *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes*, 2001, SIECA.

1103.04 Procedimientos de construcción

Colocar dispositivos transitorios para el control del tránsito y la seguridad vial, verificar que todo el personal disponga de equipos de protección personal en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito en la zona de la obra.

- a) La malla para las canastas debe ser de malla hexagonal a doble torsión, obtenida entrecruzando dos hilos por tres medios giros. Se debe torcer o soldar la malla de alambre galvanizado de acero de acuerdo con ASTM A 641 M clase 3 o la de alambre de acero aluminado de acuerdo con ASTM A 809. Se debe utilizar alambre con una resistencia mínima a la tensión de 415 MPa cuando sea ensayado de acuerdo con ASTM A 370.

Los gaviones deberán ser fabricados de manera que los lados, extremos, cubierta y diafragmas se puedan ensamblar en el lugar de la construcción, en forma de canastas rectangulares de tamaños especificados. El contratista deberá entregar a la supervisión, la certificación de calidad de la malla provista por el fabricante, para su aprobación.

Los gaviones deberán ser contruidos como una sola unidad. La base, cubierta, extremos y lados deberán estar entrelazados formando una sola unidad y un borde de estos miembros conectados a la sección de la base del gavión, de manera que la fuerza y flexibilidad en el punto de conexión sea por lo menos igual al de la malla.

Cuando la longitud del gavión excede su ancho horizontal, se deberá dividir en partes iguales con diafragmas de la misma malla y calibre de alambre que el de la estructura de los gaviones, y en celdillas cuyo largo no exceda su anchura horizontal. Los gaviones deberán ser suministrados con los diafragmas necesarios asegurados en la base y en posición correcta, de tal manera que no sea necesario ataduras adicionales.

Todos los bordes del perímetro de la malla que forman los gaviones deberán ser amarrados de forma segura, para que las juntas formadas al atar este bordillo tengan por lo menos la misma resistencia que el cuerpo de la malla. El alambre del amarre usado a lo largo de todos los bordes (alambre de perímetro), no deberá ser menor de 3,7 mm de diámetro (alambre de calibre núm. 9) y deberá tener las mismas especificaciones que la malla de alambre.

Se deberá suministrar suficiente cantidad de alambre para ataduras y conexiones para asegurar todos los bordes del gavión y diafragmas y proveer cuatro alambres unidos en cruz en cada celda, cuya altura es $1/3$ o $1/2$ del ancho del gavión, y 8 alambres de conexión en cada celda, cuya altura es igual a la anchura del gavión. Se podrán utilizar otros tipos de ataduras (como espirales de amarre), y como alternativa que asegure el ensamblaje e interconexión de unidades de gaviones vacíos, de manera similar a lo descrito. El alambre deberá llenar las mismas especificaciones que el alambre usado en la malla, excepto que este no deberá ser menor de dos calibres de alambre más delgado.

- b) Rellenos de piedra. La piedra usada de relleno de los gaviones debe ser roca de buena calidad, resistente a la intemperie y razonablemente libre de material orgánico y de desperdicio, que cumpla con un Índice de durabilidad según AASHTO T-210, una masa unitaria de una canasta llena de 1.600 kg/m^3 y una graduación entre 10 y 20 centímetros de diámetro.
- c) Ensamblaje e instalación. Las mallas para las canastas de los gaviones deberán ser instaladas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Se deberán colocar en una fundación plana. La

línea final y grado deberá estar aprobada por el supervisor. Cada unidad de gavión deberá ser ensamblado, amarrado, junto a todos los bordes verticales con ataduras de alambres con un espaciado de aproximadamente 15 cm, o por pedazo continuo de alambre conector u otro accesorio similar que una los bordes verticales en forma de espiral cada 10 cm. En caso de obras marítimas, deberán utilizarse conectores con la resistencia o características suficientes para garantizar la seguridad y estabilidad de la obra. Las unidades de mallas de canasta vacías se deberán colocar en línea y grado como muestren los planos o como lo dirija el supervisor. Las unidades se deberán unir por medio de ataduras de alambre o conectores, como se describe arriba para el ensamblaje.

Las ataduras internas se deberán espaciar uniformemente y asegurar en cada celda de la estructura. Un estirador de cerca, cadena, o barra de hierro, se puede usar para estirar las canastas de metal y mantener el alineamiento.

Las mallas para las canastas de los gaviones deberán llenarse con piedras cuidadosamente colocadas a mano o máquina para asegurar el alineamiento y evitar protuberancias con un mínimo de vacíos. Las piedras y alambres conectores se deberán colocar alternadamente hasta llenar el gavión. Después de llenar el gavión, se colocará la cubierta hasta que se una con los lados y bordes; entonces se asegurará la cubierta a los lados, extremos y diafragmas con las ataduras de alambre o conector, en la forma descrita arriba para el ensamblaje.

Se podrá considerar y autorizar el uso de gaviones con conexiones en las uniones, del tipo electrosoldado o del tipo de geomalla de polipropileno o de aberturas no hexagonales, siempre que el contratista presente una certificación de que la metodología de fabricación del gavión es aceptada por la AASHTO para obras civiles de carreteras y puentes, así como la certificación del proveedor de los materiales.

1103.05 Medida

Se debe hacer por el número de metros cúbicos con aproximación de dos decimales de gaviones fabricados y colocados satisfactoriamente, de acuerdo con estas especificaciones.

1103.06 Forma de pago

Se debe hacer por el número de metros cúbicos, medidos como se indica en el numeral 401.05, al precio unitario de contrato y será la compensación por transporte, suministro, manejo, almacenamiento y construcción de los receptáculos de malla de alambre; el transporte, suministro y colocación del material de relleno dentro de los receptáculos de malla de alambre; tela geotextil del tipo adecuado. También se incluyen en este trabajo, la preparación de superficies de cimentación de los gaviones y la excavación y el relleno estructural descrito en el inciso 401.03 b) para fortalecer la estructura incluyendo mano de obra, materiales, equipo, señalización preventiva de la zona de trabajo y cualquier imprevisto necesario para la adecuada y correcta realización de los trabajos.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
1103.06 (a)	Construcción de muro de gaviones	Metro cúbico

1104. Mantenimiento de estructuras de gaviones

1104.01 Descripción

Los gaviones son estructuras formadas por un receptáculo (canasta) de malla de alambre galvanizada, relleno de material pesado y resistente, construidas de consistencia sólida. Los deterioros que pueden sufrir los gaviones pueden tener cuatro causas:

- a) Impacto mecánico causado por materiales de arrastre en suspensión (piedras, árboles, otros)
- b) Abrasión causada por la fricción de las partículas sólidas en suspensión (arena, grava, otras)
- c) Corrosión, proceso químico causado por la presencia de aguas corrosivas o contaminadas
- d) Vandalismo causado por el factor humano de manera premeditada

Debido a que los daños en los gaviones se originan directamente en los receptáculos instalados (inferior, medio o superior), el mantenimiento podrá dividirse en dos: reparación de canastas y sustitución de canastas. En ambos casos incluye el material de relleno (piedra bola o roca).

En todo caso, los trabajos consistirán en el transporte, suministro, manejo, almacenamiento y construcción de los receptáculos de malla de alambre; y el transporte, suministro y colocación del material de relleno. También se incluyen en este trabajo, la preparación de superficies de cimentación de los gaviones y la excavación y el relleno estructural para fortalecer la estructura y evitar deformación.

1104.02 Materiales

La malla será la indicada en la sección 1104.04 a). El material de relleno de los gaviones debe cumplir con lo indicado en la sección 1104.4 b).

1104.03 Requerimientos para la construcción

Las canastas que deben ser reparadas o sustituidas, deberán usar malla con las características indicadas en el numeral 1103.02, cuidando que se mantenga la misma geometría del diseño original. La roca debe ser colocada de manera que la estructura final posea paredes verticales y pisos horizontales.

Debido a que esta actividad se considera dentro del proceso constructivo de la carretera, esta sección puede complementarse con el *Manual centroamericano de especificaciones para la construcción de carreteras y puentes regionales* en lo que sea aplicable.

Para condiciones sumergibles, el material que forma las mallas de los gaviones debe estar forrado por PVC.

1104.04 Medición

Se debe hacer por el número de metros cúbicos de gaviones reparados o sustituidos, colocados satisfactoriamente.

1104.05 Forma de pago

Se debe hacer por el número de metros cúbicos, al precio unitario de contrato y ello será la compensación por todo el trabajo realizado incluyendo mano de obra, materiales, equipo y cualquier imprevisto necesario para la adecuada y correcta realización de los trabajos.

Renglón de pago	Descripción del concepto de pago	Unidad de medida
1104.05 (a)	Mantenimiento de estructuras de gaviones	Metro cúbico

Cuadro I 100-I
Medidas de reducción de la vulnerabilidad en estructuras menores

Sección I 100 – Estructuras menores					
Actividad	Peligros/amenazas	Vulnerabilidad	Riesgo	Impacto	Reducción de vulnerabilidad
I 101. Reparación y mantenimiento de estructuras menores y obras de protección I 102. Nivelación de pozos de visitas y cajas tragantes. I 103. Construcción de muro de gaviones I 104. Mantenimiento de estructuras de gaviones	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrometeorológicos: inundaciones, aumento del nivel del mar, incremento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos y aumento de las temperaturas • Geológicas: terremotos, deslizamientos de tierra, caída de rocas, hundimientos, erosión costera, fallas geológicas • Ambientales (biológicos): degradación de suelos, deforestación, pérdida de biodiversidad, erosión, sedimentación • Tecnológicas: fallas estructurales, colapsos • Sociales: malos hábitos, manejo inapropiado de desechos, accidentes laborales 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencias en el diseño • Antigüedad de la infraestructura • Dimensionamiento inadecuado de las obras de drenaje • Aspectos económicos y culturales limitantes • Estado crítico de los ecosistemas • Ubicación de áreas propensas a inundaciones u otros desastres • Falta de rutas alternativas en caso de cierres 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión • Sedimentación • Deslizamientos • Inundaciones • Accidentes de tránsito debido a la alta densidad de vehículos, mal estado de la infraestructura, condiciones climáticas adversas • Obstrucción de drenajes 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de vidas humanas • Pérdida de infraestructura • Daños al medio ambiente • Cierre parcial de la carretera 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de vulnerabilidad y riesgo • Realizar inspecciones con personal calificado para identificar daños en la infraestructura • Incorporación de medidas de adaptación al cambio climático cuando sea pertinente • Programa de mantenimiento rutinario y periódico • Señalizaciones adecuadas y pertinentes • Implementar medidas de seguridad vial • Mantenimiento planificado ante eventos hidrometeorológico. • Educación ambiental en los programas de mantenimiento de carreteras • Contar con equipo en buen estado y mano de obra calificada • Coordinación y respuesta a emergencias • Llevar a cabo un programa de ensayos de laboratorio para el control de calidad de los materiales • Cumplimiento de las normativas, técnicas, señalización, ambientales y de seguridad e higiene en el trabajo

Fuente: Elaboración propia.

Sección I200. Trabajos imprevistos

I200.01 Descripción

Bajo este concepto se realizarán aquellas actividades que se requieren ejecutar para las que no existen renglones, ni precios establecidos en el contrato, siempre que dichos trabajos sean recomendados previamente por el supervisor y aprobados por el contratante después de haberlos analizado. El anexo del contrato de mantenimiento tendrá asignado un monto para este renglón, que será a discreción del contratante, según análisis de las condiciones generales y específicas de cada proyecto.

I200.02 Forma de pago

El valor de los trabajos que se deben realizar será consensuado entre contratante y contratista, de conformidad con costos reales del país, incluyendo la mano de obra, materiales y maquinaria, entre otros.

Sección I300. Trabajos de emergencia

I300.01 Descripción

Son las intervenciones aplicadas a la infraestructura vial en forma inmediata, después de enfrentar actos de fuerza mayor, con el propósito de habilitar la vía para permitir el paso.

Las labores de restauración para lograr la condición original de la infraestructura vial serán ejecutadas fuera de esta sección, por lo que el contratante definirá las acciones que debe realizar, así como su forma de medición y pago.

Las actividades a que se refiere esta sección pueden incluir la remoción de derrumbes, construcción de desvíos y otros.

I300.02 Materiales

Los materiales requeridos dependen del tipo de intervención ejecutada.

I300.03 Procedimientos de ejecución

Al tener conocimiento de la emergencia, el contratista y el supervisor deben avisar de forma inmediata al contratante, quien tomará las providencias del caso. El contratista estará obligado a atender de forma inmediata, con los recursos que ha propuesto en la oferta del proyecto, las incidencias o emergencias que se produzcan en cualquier momento, inclusive fuera de las horas laborales.

Por lo general, hay dos formas de intervenciones que son requeridos: primera, hay que abrir paso y despejar la vía mediante reparaciones de emergencia. Los trabajos que se deben realizar son muy diversos y suelen incluir obras como la remoción de derrumbes, la remoción de escombros en áreas urbanas, la reparación de puentes, la colocación de puentes provisionales tipo Bailey, la construcción de vados, la reconstrucción de terraplenes y la construcción de vías provisionales de acceso y vados.

Posteriormente, sigue el proceso de limpieza y restauración de la ruta para devolverla a su condición original, realizando las obras de protección y mitigaciones necesarias para esto.

Eventualmente, si hubiera recursos propios del Estado disponibles para atender la emergencia, los trabajos se realizarán por administración directa, con el personal y equipo que se disponga.

1300.04 Medición y forma de pago

Se pagarán mediante la modalidad de pago conforme lo indicado en la sección 1200 y cualquier otra que corresponda.

Sección 1350. Fabricación de mezclas

1351. Fabricación de concreto asfáltico en frío

1351.01 Descripción

Esta actividad consistirá en la fabricación de una mezcla de agregados pétreos con un aglomerante asfáltico emulsificado, que deben cumplir con los requisitos especificados que, mezclados mediante procedimientos controlados, dando como resultado un material con propiedades y características definidas.

1351.02 Materiales

El material para la fabricación de la mezcla será una emulsión asfáltica seleccionada de acuerdo con el tipo de agregados que se pretenda utilizar, dicho aglomerante debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma AASHTO M-140.

Los agregados pétreos serán el producto de roca o grava triturada constituidas por material limpio, libre de humedad, denso y durable, libre de polvo, terrones de arcilla u otras materias indeseables que puedan impedir la adhesión completa del asfalto a los agregados pétreos. Los agregados pétreos deben ajustarse a la siguiente graduación:

Cuadro 1351-I
Granulometría de agregados para mezcla en frío

Tamaño del tamiz	Granulometría para mezclas asfálticas cerradas (porcentaje que pasa)				
50 mm (2")	100	---	---	---	---
37,5 mm (1 1/2")	90-100	100	---	---	---
25,0 mm (1,0")	---	90-100	100	---	---
19,0 mm (3/4")	60-80	---	90-100	100	---
12,5 mm (1/2")	---	60-80	---	90-100	100
9,5 mm (3/8")	---	---	60-80	---	90-100
4,75 mm (Núm. 4)	20-55	25-60	35-65	45-70	60-80
2,36 mm (Núm. 8)	10-40	15-45	20-50		
1,18 mm (Núm. 16)	---	---	---	---	---
0,600 mm (Núm. 30)	---	---	---	---	---
0,300 mm (Núm. 50)	2-16	3-18	3-20	5-20	6-25
0,150 mm (Núm. 100)	---	---	---	---	---
0,075 mm (Núm. 200)	0-5	1-7	2-8	2-9	2-10
Equivalente de arena (<i>en porcentajes</i>)	Mín. 35	Mín. 35	Mín. 35	Mín. 35	Mín. 35
Ensayo Los Ángeles @500 rev	Máx. 40	Máx. 40	Máx. 40	Máx. 40	Máx. 40
Porcentaje caras trituradas	Mín. 65	Mín. 65	Mín. 65	Mín. 65	Mín. 65

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, el contratante podrá seleccionar cualquier otra granulometría que mejor se adapte a las características del proyecto específico y mediante los ensayos correspondientes, asegurando que se cumplan con las condiciones para un buen concreto asfáltico.

- a) El valor del equivalente de arena del material que pasa por la malla núm. 4 debe ser mayor de 35.
- b) El material al ser sometido al ensayo de abrasión en la máquina de Los Ángeles, ensayo AASHTO T-96, debe presentar un desgaste menor del 40%.
- c) El agregado triturado no debe mostrar señales de desintegración ni de una pérdida mayor del 15% al someterlo a cinco ciclos en la prueba de solidez en sulfato de sodio, según el ensayo AASHTO T-104.
- d) Por lo menos el 40% en peso de las partículas retenidas en el tamiz núm. 4 debe tener dos caras fracturadas.

1351.03 Procedimiento de ejecución

El equipo empleado por el contratista en la elaboración de la mezcla asfáltica podrá ser de plantas mezcladoras de tambor o cualquier otro método aprobado por el supervisor.

1351.04 Mezclado

Debe asegurarse que se obtengan mezclas homogéneas y equipo para transportar y distribuir el material asfáltico. Las plantas mezcladoras según corresponda, podrán ser móviles o estacionarias y podrán ser empleadas por el contratista, debiendo ser aprobadas por el supervisor.

El contratista propondrá el diseño de la mezcla asfáltica que será utilizada para aprobación del supervisor.

La mezcla de los agregados con el material asfáltico se efectuará mediante equipos mezcladores ambulantes o estacionarios. La cantidad de material asfáltico será adicionado de acuerdo con el diseño, directamente sobre los agregados y durante el proceso de mezclado, mediante un dispositivo que permita la correcta dosificación. La mezcla asfáltica debe procesarse hasta que todas las partículas del agregado estén cubiertas de material asfáltico y toda la masa tenga un color uniforme, sin manchas, grumos o partículas sin recubrimiento. La temperatura de los agregados será la ambiental.

En caso de que la mezcla asfáltica muestre un exceso, deficiencia o distribución irregular del material asfáltico, esta falla debe ser corregida añadiendo agregado o material asfáltico, según fuera necesario y volviendo a mezclar. Si la mezcla asfáltica contuviera cantidades excesivas de agua, debe volverse a mezclar, airearla y manipularla hasta que el contenido de agua de la mezcla se haya evaporado a niveles satisfactorios.

La mezcla elaborada debe almacenarse en sitios techados y preferiblemente cubierto con lonas para evitar la evaporación excesiva de la humedad de mezclado y permitir así el reposo de la mezcla previo a la rotura de la emulsión.

1352. Fabricación de concreto asfáltico en caliente

1352.01 Descripción

Esta actividad consistirá en la fabricación de una mezcla de agregados pétreos con un aglomerante asfáltico emulsificado, que deben cumplir con los requisitos aquí especificados, debiendo ser mezclados en caliente mediante procedimientos controlados, que darán como resultado un material con propiedades y características definidas. Tanto la dosificación de la mezcla como su control en obra se harán mediante el método Marshall.

Como alternativa para el uso de especificaciones SUPERPAVE puede consultarse la sección 400 del *Manual centroamericano de especificaciones para la construcción de carreteras y puentes regionales*.

1352.02 Materiales

El concreto asfáltico en caliente se compondrá de agregados minerales gruesos, agregados finos, llenante mineral (*filler*) y material bituminoso.

1352.03 Composición general de la mezcla

Antes de iniciar la obra, el contratista propondrá con el tiempo indicado en las disposiciones especiales, el diseño de la mezcla asfáltica, para aprobación del supervisor. Esta fórmula se presentará estipulando un porcentaje definido y único de agregados que pasen por cada uno de los tamices especificados, una temperatura definida y única a la que se colocará la mezcla; todos estos detalles deben encontrarse en los regímenes fijados para la composición general de los agregados y los límites de temperatura. El agregado debe conformarse con una de las siguientes designaciones según el tamaño máximo nominal adoptado.

Cuadro 1352-1
Granulometría de agregados para concreto asfáltico, Instituto de Asfalto

Tamaño de tamiz	Designación de la mezcla usando el tamaño máximo nominal de agregado (porcentaje que pasa)				
	37,5 mm (1/2")	25,0 mm (1")	19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")
50 mm (2")	100	-	-	-	-
37,5 mm (1 1/2")	90-100	100	-	-	-
25,0 mm (1,0")	-	90-100	100	-	-
19,0 mm (3/4")	56-80	-	90-100	100	-
12,5 mm (1/2")	-	56-80	-	90-100	100
9,5 mm (3/8)	-	-	56-80	-	90-100
4,75 mm (Núm. 4)	23-53	29-59	35-65	44-74	55-85
2,36 mm (Núm. 8)	15-4	19-45	23-49	25-58	32-67
1,18 mm (Núm. 16)	-	-	-	-	-
0,600 mm (Núm. 30)	-	-	-	-	-
0,300 mm (Núm. 50)	4-16	5-17	5-19	5-21	7-23
0,150 mm (Núm. 100)	-	-	-	-	-
0,075 mm (Núm. 200)	0-5	1-7	2-8	2-10	2-10
Cemento asfáltico (en porcentaje del peso total de la mezcla)	-	3-9	4-10	4-11	5-12

Fuente: Elaboración propia.

Notas: El cumplimiento con los límites indicados será determinado según AASHTO T 11 y T 27.

Cuando se consideran las características de la graduación total de una mezcla asfáltica, resulta ser que la cantidad de material que pasa el tamiz de 2,36 mm (núm. 8) es un punto importante y conveniente de control de campo entre los agregados finos y los agregados gruesos. Las graduaciones que se aproximan a la cantidad máxima permitida que debe pasar por el tamiz de 2,36 mm resultarían en superficies de pavimento con textura relativamente fina.

El material que pasa el tamiz de 0,075 (núm. 200) puede consistir en partículas finas de agregado, de relleno mineral o de ambos. Este material debe estar libre de materia orgánica y de partículas de arcilla. El material debe ser no plástico (NP) cuando se usa el método D 423 o D 424 de la ASTM.

La cantidad de cemento asfáltico está dada en porcentaje por peso de la mezcla total. La amplia diferencia en pesos específicos de varios agregados, así como la diferencia en absorción, resuelta en el amplio margen de cantidad de asfalto requerida. Esta cantidad de asfalto requerida debe determinarse usando las pruebas adecuadas del laboratorio.

Las tolerancias que se aplican a la fórmula de la mezcla, para obtener la franja de control de graduación en la obra, están indicadas en el cuadro 1352-2. La franja de control de graduación de obra no debe salirse de la franja de especificaciones de graduación.

Cuadro 1352-2
Tolerancias admitidas para las mezclas

Material retenido en el tamiz 19 mm (3/4")	±5%
Material comprendido entre los tamices 19 mm (3/4") y 9,5 mm (3/8")	±4%
Material comprendido entre los tamices 9,5 mm (3/8") y 0,075 mm (Núm. 200)	±3%
Material que pasa el tamiz 0,075 mm (Núm. 200)	±2%
Asfalto	±0,5%
Temperatura de la mezcla	11 °C (20 °F)

Fuente: Elaboración propia.

1352.04 Requerimientos para la mezcla asfáltica

Se adoptará el método Marshall (AASHTO T 245) para verificar las condiciones de vacíos y estabilidad que deben satisfacer los valores indicados en el cuadro 1352-3.

Cuadro 1352-3
Criterios para el diseño Marshall

Criterio de diseño	Tránsito liviano		Tránsito mediano		Tránsito pesado	
	Carpeta y base		Carpeta y base		Carpeta y base	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Golpes por cara de la probeta	35		50		75	
Estabilidad, kg libras	340	---	545	---	817	---
	750		1 200		1 800	
Flujo, 0.25 mm (0.01 pulgadas)	8	18	8	16	8	14
Porcentaje de vacíos en aire	3	5	3	5	3	5
Porcentaje vacíos (VMA)	Véase el cuadro 1352-4					
Porcentaje de vacíos llenos de asfalto (VFA)	70	80	65	78	65	75
Estabilidad retenida 24 h a 60 °C en agua/0,5 h a 60 °C en agua	75%	---	75%	---	75%	---

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Clasificación del tránsito: -Liviano: ESALS de diseño menor que 10.000. -Mediano: ESALS de diseño entre 100. -Pesado: ESALS de diseño mayor que 1.

Cuadro 1352-4
Vacíos en el agregado mineral (requisitos de VMA), Instituto de Asfalto

Tamaño máximo nominal		VMA mínimo, por ciento		
		Vacíos en la mezcla total		
mm	pulgadas	3,0	4,0	5,0
1,18	Núm. 16	21,5	22,5	23,5
2,36	Núm. 8	19,0	20,0	21,0
4,75	Núm. 4	16,0	17,0	18,0
9,5	3/8	14,0	15,0	16,0
12,5	1/2	13,0	14,0	15,0
19,0	3/4	12,0	13,0	14,0
25,0	1,0	11,0	12,0	13,0
37,5	1,5	10,0	11,0	12,0
50	2,0	9,5	10,5	11,5
63	2,5	9,0	10,0	11,0

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El tamaño máximo nominal de partícula es un tamaño más grande que el primer tamiz y que retiene más del 10% de material.

El supervisor no aceptará ninguna mezcla, ni autorizará la construcción de la carpeta asfáltica, antes de haber verificado y aceptado la fórmula de trabajo que seguirá vigente, hasta que el supervisor apruebe por escrito su modificación.

1352.05 Agregados minerales gruesos

La porción de los agregados retenida en la malla núm. 4 se denominará agregado grueso y se compondrá de piedras o gravas trituradas. Solo se podrá utilizar un tipo único de agregado grueso, excepto en el caso que el supervisor autorice por escrito algún cambio.

La piedra o grava triturada debe ser limpia, compactada y durable, carente de suciedad u otras materias inconvenientes y debe tener un desgaste no mayor del 40% a 500 revoluciones al ensayarse por el método de AASHTO T-96.

Al ser sometidas a ensayos alternativos de resistencia, mediante sulfatos de sodio empleando el método de AASHTO T-104, no podrá tener una pérdida de peso mayor del 15%.

Cuando se utilice grava triturada, no menos de un 50% en peso de las partículas retenidas en el tamiz núm. 4 debe tener una cara fracturada como mínimo. El agregado grueso no debe contener más del 10% en peso de las partículas planas o alargadas, determinadas según ASTM D-4791, considerándose partículas alargadas aquellas cuya relación de largo y ancho es mayor que 3,0 y plana cuando la relación de ancho y espesor es mayor que 3,0. El agregado deberá tener un índice de durabilidad mínimo del 35% determinado según AASHTO T-210.

1352.06 Agregados minerales finos

La porción de agregados que pasa la malla núm. 4 se denominará agregado fino y podrá estar compuesto por arena natural, tamizados de piedra o de una combinación de ambos.

Los agregados finos deben tener granos limpios, compactos, angulares y de superficie rugosa, carentes de terrones de arcilla u otras sustancias inconvenientes.

El agregado fino, incluyendo cualquier material de relleno mezclado, debe ser no plástico (NP), de acuerdo con la norma AASHTO T-90.

Al ser sometidas a ensayos alternativos de resistencia, mediante sulfatos de sodio empleando el método de AASHTO T-104, no podrá tener una pérdida de peso mayor del 15%.

El agregado deberá tener un índice de durabilidad mínimo del 35% determinado según AASHTO T 210.

1352.07 Relleno mineral (filler)

El material de relleno de origen mineral que sea necesario emplear será de polvo calcáreo, roca dolomítica, cemento Portland u otros elementos no plásticos, provenientes de fuentes de origen aprobados por el supervisor.

Estos materiales deben carecer de materias extrañas y objetables, serán secos y libres de terrones, y cuando sean ensayados en el laboratorio deben cumplir las siguientes exigencias granulométricas:

Cuadro 1352-5
Granulometría del material

Tamiz	Porcentaje que pasa
Núm. 30 (0,60 mm)	100
Núm. 100 (0,15 mm)	95-100
Núm. 200 (0,075 mm)	65-100

Fuente: Elaboración propia.

Los ensayos deberán ser conformes las normas AASHTO T-11 y T-27.

1352.08 Material asfáltico

El tipo, grado y especificación del cemento asfáltico que se usará debe ser uno de los establecidos en el cuadro 1352-5.

Para el caso de asfaltos con clasificación PG, el grado se indicará en las disposiciones especiales, de acuerdo con el rango comprendido entre el promedio de las temperaturas máximas durante los siete días más calurosos del año y la temperatura mínima donde se localice el proyecto, incrementando el valor de temperatura alta un grado de conformidad con el manual SP-2 del Instituto de Asfalto para tránsito lento y un grado adicional si el tránsito esperado excede un ESAL de 30×10^6 en el carril de diseño, pudiéndose fijar grados intermedios para los rangos de temperaturas indicados en el cuadro 1352-6 o grados mayores que los indicados cuando así se requiera. Es importante considerar rangos de temperatura mayores o menores según sea el caso, para considerar el aumento de la temperatura debido al cambio climático.

El rango de las temperaturas del cemento asfáltico para la preparación de la mezcla de los especímenes en el laboratorio será el correspondiente para producir una viscosidad cinemática entre 0,15 y 0,19 pascales segundo (Pa-s) (150 y 190 centiStokes cS).

Cuadro 1352-6
Especificaciones del cemento asfáltico

Tipo y grado del cemento asfáltico	Especificación
Graduación por viscosidad:	
AC-10	
AC-20	AASHTO M 226
AC-30	
AC-40	
Graduación por penetración:	
40-50	
60-70	AASHTO M 20
85-100	
120-150	
Graduación PG:	
64-22	
70-22	AASHTO MP I
76-22	
82-22	

Fuente: Elaboración propia.

Sección 1400. Anexos

Anexo 1401. Lineamiento para la mitigación de daños por inundaciones

1401.01 Descripción

El correcto comportamiento de las obras de drenaje y la integridad de la obra vial están relacionadas con un adecuado programa de inspección, mantenimiento y reparación. Tratándose de un número muy grande de localizaciones puntuales cuya demarcación y accesibilidad no siempre son sencillos, es frecuente que algunas obras resulten descuidadas o con un mantenimiento deficiente. Por

tal razón es importante contar con un sistema de gestión de activos viales que incluya información sobre los activos (un inventario detallado) y su diseño (dimensiones, año de construcción, reposiciones), así como el registro de las inspecciones y reparaciones que se realicen.

Los sistemas de gestión de los activos viales desempeñan un papel importante en el desarrollo y mantenimiento de las infraestructuras de transporte: permiten identificar y gestionar los riesgos asociados con las infraestructuras de transporte; ayudan a planificar y ejecutar estrategias de mantenimiento de manera eficiente reduciendo los costos a largo plazo y minimizando las interrupciones en el tránsito; permiten una mejor gestión de los presupuestos asignados al mantenimiento de infraestructuras de transporte asignando recursos y planificando las inversiones a largo plazo para garantizar la sostenibilidad de las infraestructuras; permiten mejorar el diseño y funcionalidad de las infraestructuras al recopilar datos sobre el desempeño de los activos, como la capacidad de carga de un puente o el nivel de deterioro de una carretera; facilitan el seguimiento y cumplimiento de las regulaciones y estándares de seguridad establecidos por las autoridades competentes; entre otras ventajas que se pueden mencionar.

Un sistema de gestión de activos viales eficiente debe contener la siguiente información básica:

- **Inventario de activos.** Un registro completo de todos los activos viales, como carreteras, puentes, señales de tránsito, semáforos, barreras de seguridad. Debe incluir detalles tales como ubicación, tipo, tamaño, características técnicas y vida útil estimada de cada activo.
- **Estado de los activos.** Información actualizada sobre el estado y la condición de cada activo. Esto puede incluir datos sobre el deterioro, la calidad de la superficie, la capacidad de carga, el funcionamiento de los dispositivos de seguridad, las reparaciones realizadas, las inspecciones y evaluaciones realizadas.
- **Plan de mantenimiento.** Un plan detallado que establezca las actividades de mantenimiento requeridas para cada activo, incluyendo la frecuencia, el tipo de mantenimiento y los recursos necesarios. Esto puede incluir tareas como inspecciones regulares, reparaciones, limpieza, reemplazo de señales de tráfico. El plan debe contener mecanismos de programación y seguimiento del mantenimiento.
- **Gestión de riesgos.** La identificación y evaluación de los riesgos asociados con los activos viales y la implementación de medidas para mitigarlos. Esto puede incluir riesgos relacionados con la seguridad vial, el deterioro de las infraestructuras, el cambio climático.
- **Informes y documentación.** La generación de informes y la documentación adecuada sobre el estado de los activos, el mantenimiento realizado, los costos asociados, los riesgos identificados, los resultados de las evaluaciones. Estos informes son fundamentales para la toma de decisiones, la presentación de informes a las autoridades y la comunicación con las partes interesadas.

Un sistema de gestión de activos viales bien estructurado y actualizado proporciona una visión integral de los activos, su estado, el mantenimiento requerido y el rendimiento. Esto facilita la toma de decisiones informadas, la planificación estratégica, la asignación de recursos y la mejora continua de las infraestructuras viales. Los resultados deben incorporarse a una base de datos específica que con el tiempo podrá adicionarse a un sistema de información geográfica. Asimismo, permite tomar acciones correctivas y preventivas en activos expuestos a desastres.

a) *Alcantarillas*

Los diseños de las alcantarillas deben ser preparados considerando las condiciones climáticas locales, como las precipitaciones pluviales, la intensidad de las tormentas y las fluctuaciones de caudal. Es importante también considerar los aspectos relacionados al mantenimiento de las obras de drenaje

a lo largo de su vida útil (preventivos, rutinarios, periódicos). Se deben evaluar las condiciones de gasto actual con respecto de las de diseño y considerar el posible incremento del gasto por el aumento de las precipitaciones debido al cambio climático.

Las alcantarillas deben mantenerse en buena condición y razonablemente limpias en todo momento con el fin de prevenir obstrucciones, deterioro estructural y riesgos de inundación y que, además, funcionen para el propósito que fueron diseñadas.

El personal de mantenimiento debe informar a los proyectistas de los sitios donde y cuando se requiere el mantenimiento y donde podrían ocurrir problemas que involucren modificaciones al diseño. A continuación, se presentan algunos lineamientos generales para el mantenimiento de alcantarillas:

- i) Inspección visual. Es importante realizar inspecciones visuales periódicas para detectar posibles problemas, como obstrucciones, erosión, grietas o hundimientos en la estructura de la alcantarilla. Se debe prestar atención especial a las entradas y salidas, rejillas, sumideros y cualquier señal de acumulación de sedimentos.
- ii) Programación de los mantenimientos. La falla de una alcantarilla puede ser desastrosa y costosa, un programa integral de reparaciones y mantenimiento reducirá la probabilidad de falla. El programa incluirá inspecciones periódicas y suplementarias inmediatamente después de los eventos de precipitaciones intensas y crecidas de aguas. En aquellos casos en que se consideren necesarias medidas correctivas, el personal de inspección comunicará a los proyectistas del drenaje para que desarrollen los correspondientes diseños.
- iii) Registros de crecidas. Deben realizarse inspecciones durante y después de las crecidas para observar la operación de las alcantarillas y registrar marcas de agua. Los elementos que requieran mantenimiento deben ser anotados incluyendo acumulación de arrastres, asolvamiento, erosión, tubificación, socavación o daño estructural, y posibles inundaciones de la calzada
- iv) Reparación y reconstrucción. Los reemplazos de alcantarillas encarados que son construidos por los grupos de mantenimiento deben coordinarse con la oficina de diseño, para revisión de la geometría y tamaño de la obra. Las fallas de alcantarillas pueden ocurrir por crecidas extraordinarias, tamaño inadecuado o por razones no asociadas a la capacidad hidráulica, como corrosión, abrasión, fundiciones inadecuadas, flotación o tubificación. Por lo cual, el desborde en la carretera o la falla de la estructura del terraplén puede requerir de reemplazo por una alcantarilla más grande, un cambio en la geometría de entrada de la alcantarilla existente, reemplazo con una estructura similar, obras complementarias o una obra idéntica a la existente, posibilidades de respuesta que pueden ser recomendadas dependiendo de cada caso.

Las inspecciones visuales y una adecuada programación de los de mantenimientos, revelarán la necesidad de reparaciones mayores, incluyendo la construcción de estructuras complementarias, como: disipadores de energía, represas aguas arriba, protecciones contra la erosión y, en algunos casos, la reconstrucción de la obra misma.

Las reparaciones de cierta magnitud, al igual que la reconstrucción, deben coordinarse con la oficina de diseño. Esto es particularmente aconsejable cuando las condiciones de diseño pudieran haber variado; las urbanizaciones y otros cambios en la cuenca, como: canalización del cauce, interposición de lagunas de sedimentación o cualquier otro elemento que afecte la hidrología y pueda requerir de nuevas determinaciones sobre el tipo y tamaño de la alcantarilla, remanso admisible y recurrencia de diseño (riesgo de falla.)

Asimismo, algunos cambios físicos en el cauce, tales como asolvamiento o degradaciones severas, puede hacer que la reconstrucción sea mejor solución que encarar costosas medidas de reparación o mantenimiento.

v) Tareas específicas, frecuencia e insumos. Se describen a continuación las tareas relacionadas con el mantenimiento rutinario y especial, la frecuencia de ejecución y una estimación de las necesidades en materia de mano de obra y equipo. Las tareas incluyen:

- Limpieza del conducto (1) (3)
- Verificación de la sección hidráulica (por ciento libre) (1)
- Inspección y preparación de informes relativos al estado general:
 - Erosión (2)
 - Sedimentación (2)
 - Corrosión (1)
 - Abrasión (1)
- Identificación y nivelación de marcas de agua (2)
- Reparación de protecciones (2), (3)
- Remoción de arrastres y basura en las proximidades de la obra
- Control de la vegetación

Frecuencias:

- La primera antes de la temporada lluviosa (preventiva)
- Después de los eventos de considerable magnitud, como lluvias de recurrencia superior a dos años (correctiva)
- Según necesidad (mejoramiento)
- Las necesidades en materia de personal y equipo para las tareas dadas incluyen: cuadrilla de inspección y reparación rutinaria: 1 capataz, 1 conductor de camión, 1 operador de retroexcavadora y hasta diez peones. Herramientas, retroexcavadora pequeña, camión
- Grupo de inspección especial: especialistas en ingeniería hidráulica y estructuras

b) *Cunetas y zanjas*

Las cunetas y zanjas deben diseñarse considerando las condiciones climáticas locales, como las precipitaciones pluviales, la intensidad de las tormentas y las fluctuaciones de caudal, y el aumento futuro por el cambio climático. Se debe considerar que será necesario efectuar inspecciones, mantenimiento y futuras reparaciones.

Durante el proceso de construcción son necesarias algunas tareas de mantenimiento preventivo. Trabajos relativos a las conducciones longitudinales estarán concluidos varios meses antes de la culminación de la obra. Durante este período las cubiertas vegetativas no están completamente desarrolladas y por lo tanto resultan necesarias medidas de control de la erosión para proteger la obra y asegurar su futuro funcionamiento.

Las cunetas dañadas son costosas de reparar y peligrosas para el tránsito y las personas peatonas. Un programa integral de mantenimiento de cunetas debe incluir inspecciones y reparaciones periódicas e inspecciones y reparaciones extraordinarias luego de grandes lluvias. Las situaciones que requieran reparaciones mayores de reconstrucción o mantenimiento recurrente deben ser referidas a los especialistas en drenajes para su análisis. Esto puede evidenciar la necesidad de un rediseño en lugar de reparaciones repetidas o mantenimiento extensivo.

El revestimiento de los canales, cualquiera sea su tipo, debe ser prontamente reparado para evitar daños mayores durante crecidas subsecuentes. El crecimiento de malezas, arbustos y árboles en un canal reduce la capacidad de conducción de este por debajo de los valores de diseño. El canal puede también realinearse y modificar su sección en respuesta a cambios morfológicos naturales o inducidos.

Por estas razones un canal no debe ser realineado solamente para satisfacer las condiciones geométricas de construcción. En muchos casos, el esfuerzo de perfilado y alineado será costoso e ineficaz, ya que el canal nuevamente revertirá a la condición natural. Las obras mayores de reconstrucción de canales solo serán encaradas si los expertos determinan que la misma resulta necesaria para reparar daños o aumentar la capacidad hidráulica; esto no inhibe a las cuadrillas de mantenimiento de realizar tareas de limpieza y reparaciones menores en aquellos.

Un programa de mantenimiento ideal incluirá un procedimiento para informar sobre el funcionamiento y eficiencia de los proyectos, lo que contribuirá a la revisión de los procedimientos de diseño y complementará los datos para el análisis de futuros proyectos.

- i) Tareas específicas, frecuencia e insumos. Se describen a continuación las tareas relacionadas con el mantenimiento rutinario y especial, su frecuencia de ejecución y una estimación de las necesidades en materia de mano de obra y equipo. Las tareas incluyen:
- Verificación de la sección hidráulica (por ciento libre) (1)
 - Perfilado de la sección transversal (3)
 - Restitución de la pendiente longitudinal (3)
 - Inspección y preparación de informes relativos al estado general
 - Erosión (2)
 - Sedimentación (2)
 - Limpieza (1)
 - Reparación de revestimiento y protección de márgenes (2) (3)
 - Inspección de obras de descarga (aliviaderos, bordillos) (1) (2)
 - Reparación de los aliviaderos (3)

Frecuencias:

- Antes de la temporada lluviosa (preventiva)
- Después de los eventos de considerable magnitud, como lluvias de recurrencia superior a dos años (correctiva)
- Según necesidad (mejoramiento)
- Las necesidades en materia de personal y equipo para las tareas dadas incluyen:
 - Cuadrilla de inspección y reparación rutinaria: 1 capataz, 2 motoristas y cuatro peones. Herramientas, retroexcavadora pequeña, camión
 - Grupo de inspección especial: especialistas en ingeniería de drenajes y geotécnica

c) *Obras complementarias*

La necesidad de mantenimiento continuo de las obras temporales y permanentes de control de erosión y sedimentación es tan o más importante que la construcción inicial. Al momento de la construcción debe prestarse adecuada atención en proveer acceso para el mantenimiento futuro de estas obras y otras obras asociadas.

Las obras temporales de control de sedimentos generalmente involucran requisitos básicos de mantenimiento: la frecuente y periódica remoción del sedimento acumulado que se aplica en elementos tales como diques de sedimentación, lagunas de aquietamiento y “azudes”. Como guía práctica, cualquiera de estos dispositivos debe ser limpiado cuando su capacidad de almacenamiento se reduce al 50% de la capacidad de diseño.

Las condiciones climatológicas y meteorológicas pueden determinar la necesidad de una limpieza frecuente de estas obras. La accesibilidad a un determinado dispositivo, después de una crecida, también es un factor de decisión en la frecuencia de mantenimiento. Aquellos elementos de detención de sedimentos cuyo acceso sea dificultoso después de una lluvia fuerte, deben limpiarse antes que su capacidad se vea reducida en un 50% para prevenir su desborde por la posible inaccesibilidad durante períodos excepcionalmente lluviosos.

Los sedimentos removidos deben disponerse en áreas de relleno no estructuralmente comprometidas, tales como canteros separadores y revestimiento de taludes. En ningún caso el sedimento removido será colocado en situación para que las lluvias puedan restituirlo a la obra de donde fue removido o al sistema de drenaje en general.

El segundo requerimiento de mantenimiento para las obras de control de sedimentos involucra el dispositivo en sí mismo, como el reemplazo de materiales deteriorados tales como membranas, barreras de alambre, fardos de paja, la reconformación o dragado de las lagunas o el reemplazo de las protecciones de piedra.

Aquellos dispositivos que continuamente son desbordados por el sedimento pueden requerir medidas adicionales, implicar que el dispositivo ha sido incorrectamente diseñado o que no es adecuado para el sitio donde se le utilizó.

Los dispositivos permanentes de control de la erosión incluyen elementos como cubiertas vegetativas, revestimientos de canales con piedra, y protección de márgenes y lechos, entre otros. El mantenimiento de estos elementos debe ser frecuente y periódico, y debe contar con inspección visual, para determinar si su funcionamiento es satisfactorio. Un deterioro continuo sugiere diseño y construcción inadecuados.

El mejor enfoque para el mantenimiento de los dispositivos de control de la erosión y sedimentación es tener un equipo de trabajo responsable de revisar todos los dispositivos periódicamente y después de las grandes lluvias.

Durante las actividades de construcción de una carretera, existen áreas que no se encuentran adyacentes al proyecto tales como áreas de préstamo y disposición de materiales, que a menudo son fuentes de erosión o deposición por lo que deben ser monitoreadas con la misma intensidad que las áreas dentro de la zona de vía.

Para controlar efectivamente la erosión durante la construcción en períodos extensos de lluvias, las actividades correspondientes deben ser cuidadosamente planeadas entre el contratista y el supervisor, con suficiente anterioridad. Las obras de control de la erosión y sedimentación deben ser inspeccionadas varias semanas antes del período lluvioso, lo que permite la limpieza y reparación. En todos los casos se verificará que:

- las lagunas de sedimentación están construidas y limpias
- las barreras de sedimentos han sido colocadas, las membranas reemplazadas y enterradas y las mallas de alambre reparadas
- se ha aplicado fertilizante a las protecciones vegetales si fuera necesario

- las superficies protegidas con piedras han sido repuestas según se requiera
- obras tales como diques y defensas han sido reparados, si fuera necesario
- la rasante de la carretera ha sido conformada y las zanjas laterales se encuentran en condiciones adecuadas para la conducción de excedentes
- las protecciones preventivas contra la erosión superficial como cubiertas de ramas y hojas han sido colocados en sitios que los requieran
- los accesos a alcantarillas y puentes están debidamente protegidos

Se describen a continuación las tareas relacionadas con el mantenimiento rutinario y especial, su frecuencia de ejecución y una estimación de las necesidades en materia de mano de obra y equipo. Las tareas incluyen:

- Protección de márgenes, reposición de enrocado, reemplazo de geotextiles (3)
- Verificación de la socavación al pie de protecciones en especial colchonetas de gaviones (2)
- Inspección de las obras en lagunas de sedimentación (1) (2)
- Dragado de lagunas de atenuación y sedimentación (3)
- Inspección y preparación de informes relativos al estado general de las lagunas:
 - Asolvamiento (1)
 - Conductos de descarga de lagunas (1)
 - Dique (cierre) (1)
 - Limpieza de los conductos (1)
 - Reparación de revestimientos y protección de márgenes (2) (3)
- Reparación o reposición de obras temporales (fardos, diques de piedra, troncos) (1) (2)

Frecuencias:

- Antes de la temporada lluviosa (preventiva)
- Después de los eventos de considerable magnitud, como lluvias de recurrencia superior a dos años (correctiva)
- Según necesidad (mejoramiento)

Las necesidades en materia de personal y equipo para las tareas incluyen:

- Cuadrilla de inspección y reparación rutinaria: un capataz, tres motoristas y cuatro peones. Herramientas, retroexcavadora pequeña, draga (temporalmente), camión
- Grupo de inspección especial: especialista en ingeniería de drenajes

d) Puentes

El mantenimiento adecuado de puentes y obras de paso es fundamental para garantizar su seguridad, durabilidad y funcionamiento eficiente. A menudo, el mantenimiento de estas infraestructuras es insuficiente, resultando en el deterioro acelerado y altos costos de reparación que pueden evitarse si se implementa un programa de mantenimiento e inspecciones regulares.

Muchos de los dispositivos que se introducen para reducir el mantenimiento de los puentes son rentables. Algunas de las obras de protección alternativa que pueden incorporarse como parte de las tareas de mantenimiento extraordinario son:

- Tramos de carreteras “fusible” que permitan el desborde antes de producir la sumersión del puente, el fondo de viga se coloca más alto que el punto más bajo en los terraplenes de

acceso. Esta disposición protege los elevados costos de capital representados por el puente a riesgo de perder un tramo de acceso.

- Espigones de roca que resultan efectivos para proteger los estribos de la socavación. La protección de los estribos o de los márgenes con piedra o colchonetas de gaviones son también obras efectivas.
- Otros recursos de diseño para prevenir el mantenimiento incluyen relocalización de pilas que caen en las márgenes, retirándolas hacia la planicie o rectificación de curvas.

Las personas especialistas en ingeniería de diseño deben establecer líneas de comunicación con los equipos de mantenimiento, no solo en el proyecto de medidas para remediar los problemas que se hayan desarrollado en los cruces sino también para tomar conocimiento de las deficiencias que pueden ser eliminadas o aliviadas mediante cambios en los futuros diseños.

Una porción sustancial de los recursos de mantenimiento de las carreteras se gasta en preservar y proteger las inversiones de capital en los cruces. Muchas de las inversiones son hechas sobre la base de la emergencia, mientras que otras se efectúan para mantener la integridad hidráulica y estructural del puente frente a futuras crecidas. Los trabajos de mantenimiento de puentes deben ser considerados como una necesidad de alta prioridad para los equipos de ingeniería de drenaje y especialistas en aspectos específicos como geología y suelos para que puedan proporcionar asistencia en la evaluación de las prioridades y en la recomendación de medidas para reparación y protección. En forma similar, las personas especialistas en ingeniería de mantenimiento pueden proveer información sobre los problemas más comunes encontrados y las recomendaciones para evitarlos en futuros diseños. Dado que los cursos de agua son dinámicos, las medidas para contrarrestar cada problema son específicas y dependen del riesgo que se asuma y los recursos disponibles.

Cualquiera que sea el caso, los diseños o rediseños de elementos de reparación y protección y revisión de las condiciones hidráulicas de los puentes tendrán en consideración los cambios previstos en las precipitaciones derivados del cambio climático.

- i) Inspecciones de mantenimiento. La Administración Federal de Carreteras⁴ de los Estados Unidos recomienda formar grupos de evaluación, compuestos por personal especializado en estructuras, hidráulica y geotécnica para evaluar problemas de socavación.

Los cruces importantes deben ser inspeccionados después de las crecidas de cierta magnitud para identificar condiciones que puedan amenazar la integridad de la obra. Los rubros que se deben observar en particular incluyen:

- Migración de curvas
- Asolvamiento del cauce
- Degradación del cauce
- Socavación localizada
- Erosión de márgenes
- Erosión de los terraplenes de acceso
- Destrucción o daños significativos en estructuras de corrección de ríos o protección de márgenes
- Cambios de alineación del canal principal

⁴ Véase [en línea] <https://highways.dot.gov/>.

- Aumento del flujo
Aumento de la velocidad del flujo
- ii) Daños ocasionados por las crecidas. A pesar de que el personal de mantenimiento se encuentra a menudo involucrado en tareas de reparación durante las emergencias, se recomienda la recolección por parte de ellos de ciertos datos que solo pueden ser obtenidos inmediatamente después de las crecidas, tales como marcas de agua o profundidades de socavación. Estos datos son importantes para la posterior toma de decisiones.

Las protecciones de pilas, estribos, márgenes y medidas de corrección del cauce son generalmente temporales en el sentido que no están diseñadas para proveer protección para las peores contingencias. Su incorporación en el diseño gana tiempo hasta que sea necesario reemplazar una vez resulten seriamente dañadas o destruidas. Sin embargo, es probable que en ese momento no sea posible reconstruirlas tal cual eran debido a los cambios que casi con seguridad han tenido lugar en el cauce y márgenes. Es decir, los daños al ámbito físico no pueden repararse y las medidas de reparación o reconstrucción que resulten económicamente factibles pueden no ser suficientes para restaurar las condiciones previas.

- iii) Medidas excepcionales y reparación. A menudo se requieren medidas de protección excepcionales para proteger un puente de su destrucción. Por ejemplo, la migración de una curva que ataca un terraplén o un pozo de socavación profundo que deja expuesta la fundación de una pila.

En estos casos son necesarias medidas excepcionales que involucran la construcción de obras de envergadura. En el diseño debe tenerse presente que el objetivo perseguido es la protección del cruce y no de las obras de protección en sí mismas. Por lo tanto, es recomendable el empleo de soluciones sencillas y poco costosas.

En el primer caso, es recomendable construir espolones o diques transversales al terraplén (conocidos como dedos); en el segundo, el relleno del pozo de erosión con material adecuado y cuidadosamente acomodado puede resultar efectivo. En este último caso debe tenerse en cuenta que amontonar piedra alrededor de la pila no es solución al problema, ya que a menudo la socavación progresa a través de esta y en algunos casos se incrementa como consecuencia del cono de acumulación de piedra, la socavación lo hará también. Recuérdese que la erosión localizada en materiales granulares es proporcional al ancho de la obstrucción.

- iv) Daños recurrentes. En algunos cruces, el mismo daño se repite cada vez que se produce un evento de cierta magnitud. Si tales daños no comprometen la estabilidad de la estructura y no afectan las propiedades vecinas debe discontinuarse su reparación.

En el caso de rasantes bajas en zonas de planicies inundables que son frecuentemente sobrepasadas por las aguas, la solución obvia sería elevar la rasante. Sin embargo, las consecuencias de esta medida deben ser cuidadosamente evaluadas, ya que pueden incrementar los efectos de remanso y el consiguiente daño a las propiedades situadas agua arriba, y producir severos daños al puente por incremento de los caudales que se deben evacuar y sus efectos erosivos. Asimismo, aumenta la probabilidad que el puente sea sumergido.

Los costos de mantenimiento en algunos cruces son tales que, la medida económica más recomendable es la reconstrucción. Esto ocurre cuando las medidas de mantenimiento son costosas e ineficientes y, por lo tanto, la necesidad de reconstrucción también puede ser el resultado de cambios en la cuenca que cambien la hidrología del cauce.

- v) Tareas específicas, frecuencia e insumos. Se describen a continuación las tareas relacionadas con el mantenimiento rutinario y especial, su frecuencia de ejecución y una estimación de las necesidades en materia de mano de obra y equipo.
- Inspección de la socavación localizada en pilas y estribos y erosión localizada en terraplenes de acceso (2)
 - Dragado del cauce (3). Esta actividad es aconsejable realizarla cada 5 años como máximo
 - Inspección y preparación de informes relativos al estado general del cauce:
 - Erosión (2)
 - Sedimentación (2)
 - Identificación y nivelación de marcas de agua (2)
 - Reparación de protecciones (2) (3)
 - Instalación y reposición de reglas graduadas para control de niveles en crecidas (1)

Frecuencias:

- Antes de la temporada lluviosa (preventiva)
- Después de los eventos de considerable magnitud, como lluvias de recurrencia superior a dos años (correctiva)
- Según necesidad (mejoramiento)
- Las necesidades en materia de personal y equipo para las tareas incluyen:
- Cuadrilla de inspección y reparación rutinaria: 1 capataz, 3 motoristas y 4 peones. Herramientas, retroexcavadora pequeña, camión, draga
 - Grupo de inspección especial: especialistas en ingeniería de drenajes, estructural y geotécnica

e) *Conductos y drenajes*

El diseño, la construcción y el mantenimiento están íntimamente relacionados. Un diseño libre de mantenimiento puede tener un costo inicial más elevado que otro con mantenimiento intensivo, la disponibilidad de recursos corrientes es a menudo un elemento de decisión clave. En muchas organizaciones gubernamentales viales existe cierta facilidad para acceder a los créditos de capital, pero las partidas presupuestarias no son suficientes para un adecuado mantenimiento de las obras construidas con los recursos de inversión.

Es importante, para los fines de mantenimiento, proveer accesos adecuados y frecuentes que contemplen buenas condiciones de seguridad para el personal de inspección y reparación. La previsión de materiales apropiados para escaleras (resistentes a la corrosión) y la posibilidad de remover en forma razonablemente fácil las tapas y rejas (la facilidad no debe ser demasiada para evitar el robo) son aspectos para tener en cuenta.

Los equipos encargados del mantenimiento deben estar familiarizados con los detalles de diseño para evitar la introducción de medidas correctivas que atenten contra la eficiencia hidráulica de los sistemas.

En los países centroamericanos que tienen una marcada estacionalidad pluviosa, es imprescindible la intensificación de las tareas de mantenimiento previamente al temporal de lluvias. Para ello es necesario contar con un programa integral de inspección y reparación que incluya actividades rutinarias y especiales. Estas últimas tendrán lugar después de la temporada lluviosa, dependiendo de la importancia de la obra y la presencia de ambientes desfavorables (con abundante arrastre o sedimentos,

líquidos corrosivos o abrasivos), para que las actividades de atención sean programadas y realizadas durante la temporada de estiaje. Como los sistemas de drenaje urbano son básicamente subterráneos, las tareas de inspección son más difíciles que en los sistemas expuestos, se debe contemplar el uso de equipos especiales de iluminación y respiración.

En caso de problemas recurrentes en el sistema de drenaje urbano, es necesario realizar una revisión de su capacidad y diseñar medidas correctivas o paliativas. Estos diseños o rediseños de elementos de mejora, reparación y protección, así como la revisión de las condiciones hidráulicas, deben tener en cuenta los cambios previstos en las precipitaciones debido al cambio climático. Es crucial que los ingenieros de diseño establezcan líneas de comunicación con los encargados del mantenimiento, no solo para abordar los problemas actuales, sino también para identificar deficiencias que puedan ser solucionadas o aliviadas mediante cambios en los diseños futuros.

a) Tareas específicas, frecuencia e insumos. Se describen a continuación las tareas relacionadas con el mantenimiento rutinario y especial, su frecuencia de ejecución y una estimación de las necesidades en materia de mano de obra y equipo.

- Inspección de conductos (1) (2)
- Limpieza de conductos (1)
- Reposición tapas y rejillas (3)
- Verificación de obras de descarga en los cuerpos receptores (1)

Frecuencias:

- Antes de la temporada lluviosa (preventiva)
- Después de los eventos de considerable magnitud, como lluvias de recurrencia superior a dos años (correctiva)
- Según necesidad (mejoramiento)
- Las necesidades en materia de personal y equipo para las tareas incluyen:
 - Cuadrilla de inspección y reparación rutinaria: 1 capataz, 1 motorista y cuatro peones. Herramientas, bomba de achique, electro generador portátil
 - Grupo de inspección especial: especialista en ingeniería de drenajes

Conclusiones

Dependiendo del caso, las inversiones en mantenimiento son generalmente rentables. La sistematización y registro de las operaciones es también un aspecto clave en la optimización de las actividades y mejora de los diseños de ingeniería. Por lo tanto, la coordinación entre los equipos de mantenimiento y diseño es fundamental. En las especificaciones especiales de mantenimiento se incluyen los principales renglones referentes a la conservación de estructuras de drenaje.

Anexo I402. Lineamientos para la mitigación de daños provenientes de derrumbes y deslizamientos

La mitigación de daños provenientes de derrumbes y deslizamientos requiere de medidas preventivas y estrategias de reducción del riesgo. Las agencias a cargo del mantenimiento de las carreteras deben tener un inventario geológico-geotécnico actualizado mostrado sobre un plano y con la identificación de las zonas de riesgo por la inestabilidad de los taludes para tener un control continuo en su monitoreo, mantenimiento y prevención de los deslizamientos o sus remociones respectivas. Algunos lineamientos claves se mencionan a continuación:

- Evaluar riesgos. Se recomienda realizar evaluaciones de riesgos para identificar áreas propensas a derrumbes y deslizamientos. Estas evaluaciones deben incluir análisis geotécnicos, estudio de la topografía, investigación de la historia de eventos pasados y consideración de la vegetación y las condiciones hidrológicas.
- Control de la erosión. Implementar medidas para controlar la erosión en áreas de alto riesgo. Esto puede incluir la estabilización del suelo mediante técnicas como revegetación, instalación de mantas de control de erosión, construcción de terrazas, implementación de sistemas de drenaje y protección de taludes.
- Inspecciones periódicas. Realizar inspecciones periódicas para detectar cambios en la estabilidad del terreno, como inclinación del suelo, vibraciones, niveles de agua subterránea y cambios en la vegetación. Los sistemas de alerta temprana también permiten emitir advertencias y evacuaciones en caso de riesgo inminente.

Las inspecciones de mantenimiento frecuentemente revelarán la necesidad de reparaciones mayores. Las reparaciones de cierta magnitud deben coordinarse con la oficina de diseño. Esto es particularmente aconsejable cuando se detecta que las operaciones de mantenimiento rutinarias no garantizan la estabilidad del corte o talud de relleno.

- Diseño y construcción adecuados. Al diseñar y construir infraestructuras de drenaje, se deben tener en cuenta las características geotécnicas y los riesgos de derrumbes y deslizamientos. Es necesario utilizar técnicas de ingeniería adecuadas, como la construcción de muros de contención, el uso de anclajes, el refuerzo del suelo y la selección de materiales resistentes.
- Se debe diseñar la respectiva señalización como parte de las medidas de seguridad, que deben estar colocadas antes de la temporada de lluvias.

Se recomienda que durante la época seca se hagan todos los trabajos de limpieza, obras preventivas y medidas de seguridad:

- Limpieza de los drenajes superficiales
- Limpieza de alcantarilla
- Limpieza de zonas de asolvamiento en azudes y muros de contención y obras similares
- Limpieza de las bermas
- Protección de las laderas y taludes ya sea reforestando, colocación de mallas para desprendimiento, mortero lanzado (gunita) con malla para evitar la erosión la medida necesaria específica que prevenga la erosión, desprendimiento o deslizamiento
- Ejecución de mechinales (llorones) o zanjas drenantes en zonas en las que durante la época lluviosa se detecten filtraciones de agua
- Ejecución de medidas correctoras ante pequeños derrumbes a fin de evitar su evolución (perfilado, enrocados, gaviones)

Anexo I403. Lineamientos para el mantenimiento del señalamiento vial

I. Generalidades

1.1. Descripción

El mantenimiento de la señalización vial es de suma importancia ya que de él depende el éxito de la finalidad para la que han sido instaladas las señales viales. De nada servirá instalar estos dispositivos para controlar el tránsito, si después de unos años se detecta la ausencia de señales o que han perdido su visibilidad.

1.2. Coordinación

Una vez que la instalación de estas obras en carretera este completa, se entregará al encargado del mantenimiento un juego de planos que muestren los tipos y ubicación de todos los dispositivos instalados y una descripción del motivo que obligó a la necesidad de utilizar dichos dispositivos.

Estos documentos servirán para identificar la ausencia de cualquier dispositivo cuando se efectúan los recorridos de inspección comprendidos en el programa de mantenimiento. También servirán para observar si dichos dispositivos cumplen su objetivo cuando el volumen del tránsito va aumentando durante los años.

1.3. Registro y análisis

Se debe marcar en los planos disponibles los accidentes de tránsito que se producen con dos símbolos que indiquen los accidentes graves y los leves, en el lugar exacto de estos. También se mantendrá un registro con las fechas y causas del accidente, en correspondencia con los símbolos marcados en los planos. Esta información será útil para analizar los lugares y las causas donde el porcentaje de accidentes es de consideración, de este modo se podrá revisar el diseño de la señalización y aumentar las señales necesarias para reducir el número de accidentes en determinados lugares.

1.4. Deterioro

Se observará la durabilidad de los dispositivos y sus materiales, ubicación y visibilidad con el fin de perfeccionar futuros proyectos de señalización y seleccionar los materiales y métodos constructivos que ofrezcan mejores resultados bajo condiciones similares. Esta información debe ser transmitida al departamento encargado de realizar los proyectos de señalización vial.

1.5. Reparación

El grupo encargado del mantenimiento de los dispositivos debe disponer de los elementos fundamentales para reparar el deterioro o realizar la sustitución de estos, tales como pinturas para las señales y pavimentos, materiales para placas y postes, productos reflectivos, normas y especificaciones. También deben disponer de las herramientas necesarias y equipos de pulverización para pintado y otras.

2. Señales

2.1. Descripción

El mantenimiento de señales incluye todas aquellas colocadas en postes, restrictivas, preventivas e informativas, que forman parte de la señalización vial de las carreteras.

2.2. Mantenimiento

Todas las señales viales deben mantenerse en su posición correcta, limpia y visible en todo momento. Aquellas señales que se encuentren deterioradas deben ser cambiadas inmediatamente. Las señales que pierden sus características propias carecen de significado y no son respetadas por el tránsito que ignora su presencia.

Para garantizar un mantenimiento adecuado, se debe establecer un programa que incluya inspección, limpieza y sustitución de las señales, cuando sea necesario y por lo menos dos veces por año. Cuando las señales tienen características refractarias, la inspección considerará viajes nocturnos para inspeccionar el estado de estas señales. Las que estén deterioradas deben ser reacondicionadas en el taller, retocándolas o pintándolas nuevamente.

Además de lo anterior, se deben tomar las medidas necesarias en el momento en que se establezca cualquier deterioro o ausencia de cualquiera de las señales. El equipo encargado del mantenimiento debe remover inmediatamente cualquier cartel o mural con propaganda comercial pegado en las señales o cualquier otra señal vial, que no hubiese sido autorizada legalmente por las autoridades competentes. En tal caso, se debe comunicar lo ocurrido a las autoridades civiles para sancionar o tomar las medidas necesarias según el Reglamento General de Tránsito.

3. Marcas en el pavimento

3.1. Descripción

El mantenimiento de la señalización pintada sobre la superficie del pavimento incluye líneas, flechas y otras marcas de diferentes colores que forman parte de la señalización vial de las carreteras.

3.2. Mantenimiento

Todas las líneas y marcas en el pavimento deben presentar una visibilidad completa durante el día y la noche. Por lo general, el deterioro de esta señalización se da en toda carretera y su duración depende del tipo de la superficie de pavimento, composición y proporción de la pintura utilizada, condiciones climatológicas y volumen del tránsito.

Cuando esta señalización pierda sus características propias se debe pintar nuevamente, tomando en cuenta que la nueva pintura cubra exactamente la anterior y antes de aplicarla se debe asegurar la limpieza del pavimento para eliminar cualquier impureza que pueda afectar a la nueva pintura.

En zonas de la carretera donde se han efectuado obras de construcción, se pintará nuevamente cualquier marca o raya que hubiera desaparecido o presente condiciones deficientes. También se limpiará cualquier material extraño que exista sobre el pavimento que dificulte la visibilidad de las líneas o marcas.

4. Delineadores

4.1. Generalidades

El mantenimiento de la señalización de los delineadores incluye los indicadores de peligro y los alineadores fantasmas que forman parte de la señalización vial.

4.2. Mantenimiento

Todos los delineadores deben presentar una visibilidad completa durante el día y en especial durante la noche. Su mantenimiento requerirá su reemplazo en caso de ausencia o de un nuevo pintado cuando su visibilidad sea deficiente. No se recomienda la utilización de cal para el pintado de los delineadores fantasmas ya que su duración es muy limitada y el mantenimiento sería casi continuo.

5. Viales u ojos de gato reflectivos

En todos aquellos lugares donde se hayan desprendido serán reemplazadas de inmediato, limpiando perfectamente la superficie donde va a ser colocada y cuidando de usar el adhesivo epóxico correcto.

Deben reemplazarse todas aquellas vialetas que presenten deterioro tales como fisuras o hundimientos o que hayan perdido su capacidad reflectiva.

En las tareas de repintado de líneas se tendrá especial cuidado de no manchar las vialetas. Si eso sucediera deben limpiarse inmediatamente y verificar que mantengan las características reflectivas.

Anexo I404. Lineamientos para el mantenimiento preventivo

Actualmente el mantenimiento vial en Centroamérica está enfocado a la reparación de fallas mediante la programación de mantenimiento rutinario. Se debe cambiar hacia el enfoque de mantenimiento preventivo mediante el cual se aplican providencias necesarias para evitar que las fallas ocurran. Las experiencias en otros países han comprobado que la implantación de programas de mantenimiento preventivo conlleva economías sustanciales. El programa de mantenimiento preventivo abarca intervenciones como:

- Sello de grietas y juntas en pavimentos de concreto asfáltico
- Lechada asfáltica (*slurry seals*)
- Tratamientos superficiales
- Microcarpetas (*microsurfacing*)
- Sobrecapas asfálticas delgadas
- Sello de grietas y juntas en pavimentos de concreto hidráulico
- Reparación parcial y entera de losas de concreto
- Fresado y reciclaje de pavimentos bituminosos
- Reciclaje de pavimentos asfálticos
- Sello de juntas de adoquín con arena

Algunas de estas intervenciones se han aplicado en el ámbito centroamericano desde hace muchos años y otras son poco aplicadas. La mayoría puede considerarse como mantenimiento periódico dado que su aplicación se extiende a intervalos mayores de un año.

La clave en cada caso es aplicar los tratamientos mientras que el pavimento todavía esté en regulares condiciones, sin fallas mayores que comprometan la capacidad de soporte del pavimento.

Afortunadamente, existen parámetros como el índice de rugosidad internacional, el índice de perfil, profundidad de rodera, la macrotextura y otros que, combinados con programas de administración de pavimentos o gestión de activos viales, permiten proyectar cuándo se deben aplicar dichas intervenciones y define la intervención más adecuada para el caso.

Capítulo 3

Mantenimiento por estándares o niveles de servicio

Descripción de los estándares o niveles de servicio

Un estándar o nivel de servicio se refiere a la situación física inicial en que se encuentra cualquiera de los elementos que componen una carretera. En este sentido, el ente contratante debe identificar estos componentes de la vía, ampliando la información en el estudio de las condiciones de diseño, construcción de la carretera y el plan de manejo ambiental, que se mantendrán dentro de los parámetros de calidad y servicio establecidos inicialmente y que serán prestados a los usuarios de la carretera.

Casi cualquier componente de la carretera puede ser contratado para ser conservado por estándar o nivel de servicio, siempre que se establezca en su condición inicial, el indicador de estado al cual pertenece, la forma de medir cualquier defecto o incumplimiento en la conservación y la tolerancia permisible de la actividad de mantenimiento. Definidos estos elementos y los parámetros de calidad pueden agruparse para formar un contrato de mantenimiento con base en los estándares o niveles de servicio.

La selección y definición de los indicadores debe basarse principalmente en:

- las necesidades de los usuarios;
- las expectativas del cliente (organismo vial) de recuperar los activos en condiciones iguales o mejores, una vez finalizado el contrato;
- la asequibilidad, con el nivel de financiamiento disponible.

Aplicación

Las especificaciones contenidas en este capítulo aplican únicamente para contratos de mantenimiento vial por estándares o niveles de servicio. Las actividades que se deben ejecutar, los procedimientos de trabajo recomendados y los mecanismos de pago que deben establecerse para lograr la obra propuesta, se presentan a continuación, utilizando formatos de especificación técnica contractual. Aunque las normas están específicamente elaboradas para la red vial centroamericana que cumpla con características aplicables a este tipo de contratación, pueden aplicarse voluntariamente por cada país de la región a su red vial y que considere pueda ser mantenido por este procedimiento.

Estas especificaciones se usan exclusivamente en carreteras que están en buenas condiciones y que, por definición, están en condiciones de recibir mantenimiento rutinario y periódico. No se aplican a vías en condiciones regulares, malas o muy malas que requieren obras anticipadas de rehabilitación o reconstrucción para llevar la vía a un nivel de servicio en el que se puede conservar con intervenciones de mantenimiento rutinario y periódico.

Se pueden contratar obras puntuales de reparación y mejoramiento vial, que se requieran ejecutar junto con las actividades de mantenimiento por estándares y que forman parte del mismo contrato. Estos trabajos podrían incorporarse en los documentos de licitación, añadiendo cláusulas

apropiadas en las disposiciones y especificaciones particulares, y deberán ser pagados con la modalidad de precios unitarios.

Propósito

El propósito de la inclusión de las presentes normas es que estas formen parte, para referencia, de los documentos de licitación de todos los contratos de mantenimiento vial por estándares, y así constituir una base para uniformizar los procedimientos de mantenimiento en el ámbito centroamericano. Cuando sea necesario, se incorporarán las cláusulas apropiadas en las disposiciones y especificaciones particulares de cada contrato para adecuar los estándares generales a las condiciones particulares.

En el contexto de la reducción del riesgo de desastres, los contratos por niveles de servicio pueden incluir parámetros que ayuden a prevenir o mitigar los impactos de posibles desastres. Por ejemplo, podrían incluir disposiciones relacionadas con la redundancia⁵ de los sistemas y planes de recuperación de desastres para asegurar que, en caso de un evento catastrófico, el tiempo de inactividad se mantenga al mínimo y la continuidad del servicio esté garantizada.

Especificaciones generales

Sección 100. Parámetros de calidad

La calidad de la carretera se establece al formular el contrato de mantenimiento por estándar. En este proceso se definen los niveles de servicio que debe prestar.

Nivel de servicio

Se entenderá que estas exigencias serán aplicables durante todo el período que dure el contrato y es exclusiva responsabilidad del contratista ejecutar las acciones necesarias para que este nivel de servicio esté siempre presente en cada una de las vías contratadas.

Indicadores de estado

El contratista estará obligado a realizar todas las actividades de administración, mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, atención de emergencias y servicio a las personas usuarias que sean necesarias para que la vía se conserve dentro de los indicadores del estado para:

- 200 Pavimento
- 300 Zonas laterales
- 400 Drenaje menor
- 500 Señalización y seguridad vial
- 600 Drenaje mayor
- 700 Servicio de las personas usuarias

⁵ Se refiere a la existencia de múltiples rutas o vías alternativas que permiten el flujo continuo del tráfico en caso de que una carretera o ruta principal se vea afectada por un evento adverso, como un accidente, un desastre o trabajos de construcción. La redundancia busca evitar la interrupción completa del tráfico y garantizar la movilidad eficiente de las personas y bienes, incluso en situaciones imprevistas.

La empresa debe mantener las carreteras en un estado similar o mejor que el que se haya establecido en estos indicadores al inicio del contrato administrativo.

Sección 200. Indicadores de estado para el pavimento

Comprende la superficie de rodadura y su estructura en estado óptimo para dar buen servicio a las personas usuarias, dado por condiciones técnicas, operativas y de comodidad. Debido a que casi cualquier elemento de la carretera puede incluirse para ser conservado por estándar o nivel de servicio, la definición de dichos componentes y sus parámetros de calidad, serán realizados de acuerdo con la conveniencia del contratante, siempre que se establezca su condición inicial, el indicador de estado, la forma de medir cualquier defecto o incumplimiento en la conservación, así como la tolerancia permisible de la actividad de mantenimiento.

En esta sección se definirán, en términos generales, los criterios que se deben considerar para designar los parámetros en función del tipo de estructura del pavimento que se debe evaluar. En este sentido, adquiere importancia conocer y usar el capítulo 4 del presente manual, que contiene el Catálogo de Daños a Pavimentos Viales, que es una herramienta que permite identificar y determinar el nivel de severidad de las fallas en las carreteras que deben ser evaluadas.

200.01 Carreteras de concreto hidráulico

El pavimento de concreto hidráulico no debe presentar trozos sueltos, inestables, hundidos o losas con diferencias de nivel mayores a 5 mm. Las juntas y grietas mayores a 3 mm y oquedades (cuando existan), deben estar adecuadamente selladas. Los drenajes laterales (cuando existan) deben estar limpios y en funcionamiento.

200.02 Carreteras de concreto asfáltico

Este tipo de carreteras no debe presentar baches, asentamientos ni deformaciones o huellas mayores de 1 cm (medida transversal con una regla de 1 m). Las grietas mayores a 3 mm, cuando existan, estarán convenientemente selladas. El área agrietada total (según medida de acuerdo con el procedimiento señalado en el capítulo 2 de este Manual) más las áreas bachadas de cualquier segmento de un tramo vial, no debe exceder de 20% del área total del proyecto. En caso de que se exceda ese 20%, debe aplicarse una protección adecuada a entero cargo y costo del contratista.

200.03 Carreteras no pavimentadas

Las carreteras no pavimentadas estarán libres de baches, erosiones, corrugaciones transversales, desprendimientos de agregados, y sus deformaciones longitudinales no deben ser mayores a 2,5 cm (medida de forma transversal con regla de 1 m). La superficie debe ser uniforme, con un bombeo según la sección original y estará comprendida entre 3% y el 4%, y en casos especiales hasta un 5%. El balasto debe ser conforme la sección 203 del capítulo 2 del presente manual. Las cunetas estarán bien conformadas, con una sección hidráulica adecuada para acomodar las descargas de diseño establecidas. El agua debe fluir libremente hacia lugares que no afecten la estructura de la carretera.

201. Limpieza de la calzada

201.01 Indicador

La carretera debe estar siempre limpia, libre de obstáculos, desechos y derrames de productos lubricantes.

201.02 *Forma de medición*

Inspección visual permanente.

201.03 *Tolerancia*

No puede haber ningún elemento que constituya basura por más de 24 horas. Los obstáculos deben ser retirados tan pronto como se tenga conocimiento de ellos y ser trasladados a sitios previamente acordados con el supervisor.

202. **Rugosidad**

202.01 *Indicador*

El valor del índice internacional de rugosidad (IRI) determinado por el contratante, previo al establecimiento de los límites de tolerancia.

202.02 *Forma de medición*

La rugosidad se medirá mediante un dispositivo aprobado por el supervisor, que será debidamente calibrado.

202.03 *Tolerancia*

Aquellos pavimentos que no reciben obras de rehabilitación o mantenimiento periódico no podrán incrementar su valor de IRI. En tanto que aquellos pavimentos nuevos, recién rehabilitados o recarpeteados deben mantener valores de rugosidad inferiores a los establecidos cuando fueron construidos y recibidos en su etapa final.

203. **Ahuellamiento**

Indicador

Profundidad de la flecha máxima a la existente al momento de hacer las mediciones.

Forma de medición

El ahuellamiento se mide con una regla de 1 metro de longitud colocado transversalmente a la huella.

Tolerancia

La profundidad vertical máxima no debe ser mayor a 1 cm en carreteras de concreto asfáltico y de 2,5 cm en carreteras no pavimentadas.

204. **Baches**

Indicador

Número de baches.

Forma de medición

Inspección visual.

Tolerancia

Ninguna. En caso de presentarse debe ser reparado de inmediato

205. Grietas

Indicador

Número de grietas selladas.

Forma de medición

Inspección visual.

Tolerancia

Ninguna grieta mayor de 3 mm podrá permanecer sin sello por más de 24 horas.

Sección 300. Indicadores de estado para las zonas laterales de la calzada

Se refieren a la conservación y mantenimiento de la zona que corresponde al derecho de vía, cortes y terraplenes en taludes y hombros, con el objetivo de tener carreteras estables y agradables visualmente. Los indicadores obedecen a criterios técnicos y de mejoramiento ambiental.

300.01 Limpieza del derecho de vía

Toda el área comprendida entre los límites laterales del área que pertenece al Estado (existan o no cercos), estará limpia de todo elemento extraño, por ejemplo, escombros, basuras y desechos. Esta área puede variar dependiendo del tipo de carretera.

No debe existir pasto, arbustos matorrales o árboles que interfieran con un adecuado escurrimiento de las aguas hacia las obras de saneamiento.

No debe existir pasto o arbustos que impidan total visibilidad de la señalización y defensas, en curvas o intersecciones. Los árboles no deben impedir una total visibilidad de la carretera y sus componentes y de elementos transitorios de la vía, a lo largo de toda la carretera y desde el borde del hombro.

Los árboles o matorrales deben presentarse firmes y sin ramas colgantes que signifiquen riesgo de caer sobre las pistas de circulación.

No deben existir ramas que se encuentren a menos de 8 metros por encima de las pistas de circulación, ni árboles o arbustos debajo de los puentes u otras estructuras, hasta 5 metros a cualquiera de sus lados.

300.02 Cortes y terraplenes en taludes

Los cortes deben presentar sus taludes sanos y sin materiales que puedan desprenderse y puedan causar peligro a las personas usuarias, interrupción del paso o afecte la superficie de la carretera.

Los terraplenes deben presentarse sin deformaciones, asentamientos o erosión alguna. La unión entre el terraplén de acceso y las estructuras mayores o menores debe ser a nivel.

300.03 Hombros

A lo largo del hombro se debe mantener el ancho original. El bombeo será adecuado a la zona y tipo de hombro. En caso de que el hombro no conecte directamente con una cuneta o borde del terraplén, el área entre el hombro y estos elementos estará libre de todo obstáculo que impida o dificulte el libre escurrimiento de las aguas.

Los hombros de concreto hidráulico no deben presentar losas o trozos sueltos, inestables, hundidos o diferencias de nivel mayor a 1 cm entre ellas o con respecto al pavimento de la carretera. Las juntas y grietas, cuando existan, estarán convenientemente selladas.

Los hombros de concreto asfáltico no deben mostrar ningún bache, ahuellamiento mayor a 1 cm ni deformaciones producto de fallas en la estabilidad de la mezcla. Su desnivel, con respecto a la calzada pavimentada, no será mayor a 1 cm. Las fisuras y grietas, cuando existan, estarán convenientemente selladas.

Los hombros granulares estarán libres de baches, deformaciones transversales o longitudinales visibles, erosión y reventones. Su desnivel con respecto a la carretera pavimentada será menor a 2 cm y su superficie no estará suelta.

301. Agrietamiento en hombros

Indicador

Siempre deben estar impermeabilizados para evitar filtraciones.

Forma de medición:

Inspección visual semanal.

Tolerancia

Los agrietamientos deben ser sellados dentro de las 48 horas siguientes al conocimiento o reporte.

302. Limpieza de hombros

Indicador

Siempre limpios.

Forma de medición

Inspección visual diaria.

Tolerancia

No puede haber ningún elemento que constituya basura u obstáculo por más de 24 horas. Los obstáculos deben ser retirados tan pronto como se tenga conocimiento de ellos.

303. Baches en los hombros

Indicador

Número de baches.

Forma de medición

Inspección visual diaria.

Tolerancia

Ninguna. En caso de presentarse debe ser reparado de inmediato.

304. Parches en los hombros

Indicador

Porcentaje del hombro con fisuras más parches.

Forma de medición

Según el capítulo 2 de este Manual, determinado por kilómetros de carretera mediante inspección visual y medición manual.

Tolerancia

El área con parches y fisuras de cualquier tramo mayor a 1 kilómetro no debe exceder el 20%.

305. Taludes desmonte

Indicador

Altura de la vegetación.

Forma de medición

Inspección visual semanal medida con regla.

Tolerancia

La altura de la vegetación debe ser menor de 30 cm. Se exceptúan áreas autorizadas previamente por el contratante por situaciones que imposibiliten la limpieza, pertenezcan al ornato o a propiedades privadas de la zona.

306. Chapeo del derecho de vía

Indicador

Altura de la vegetación.

Forma de medición

Inspección visual semanal medida con regla.

Tolerancia

La altura de la vegetación no debe ser mayor de 15 cm. Se exceptúan áreas autorizadas previamente por el contratante por situaciones que imposibiliten la limpieza, pertenezcan al ornato o a propiedades privadas de la zona.

307. Taludes de terraplenes

Indicador

Área que presenten asentamientos y erosiones.

Forma de medición

Inspecciones periódicas, especialmente después de eventos climáticos extremos, como lluvias intensas, con el fin de identificar visualmente grietas, asentamientos, deformaciones o áreas erosionadas. Las grietas y deformaciones se pueden medir haciendo uso de cinta métrica para evaluar la longitud, anchura y profundidad, o grado de hundimiento.

Tolerancia

La tolerancia para asentamientos en zonas laterales de la calzada dependerá del tipo de infraestructura, tipo de suelo y la función específica del talud, además de las normativas locales. No se permitirán asentamientos ni erosiones que pongan en peligro la estabilidad de la carretera.

308. Taludes en corte

Indicador

Todos los taludes deben estar estables.

Forma de medición

Inspecciones visuales permanentes.

Tolerancia

Ninguna.

309. Vegetación en medianas o arriates centrales

Indicador

Áreas con altura de vegetación no mayor de 15 cm.

Forma de medición

Inspección visual con regla.

Tolerancia

La altura de la vegetación no debe ser mayor de 15 cm.

310. Limpieza del derecho de vía

Indicador

Basuras, escombros y desechos.

Forma de medición

Inspección visual diaria.

Tolerancia

Ninguna.

Sección 400. Indicadores de estado del drenaje menor

Se refiere al cumplimiento de requisitos técnicos para que los drenajes funcionen como fueron diseñados y construidos. Se busca garantizar que el deterioro de la carretera por los efectos del agua sea mínimo.

Todos los sumideros, cajas receptoras, cunetas y canales de desagüe deben estar libres de todo elemento que altere su funcionamiento normal.

Las alcantarillas ubicadas por debajo de la subrasante de una carretera u otras obras viales deben estar completamente expeditas con el propósito de evacuar las aguas superficiales y profundas.

En el caso de cunetas revestidas y de concreto hidráulico, su revestimiento no debe mostrar daños visuales o asentamientos, y en las obras no revestidas su sección de diseño debe estar completa y sin deformaciones visibles que puedan constituir riesgo de rotura o rebalse de estas.

401. Cunetas revestidas o de concreto hidráulico

Indicador

Siempre limpias y sin rotura.

Forma de medición

Inspección visual semanal.

Tolerancia

No se permiten obstrucciones por más de 24 horas. La reparación de roturas debe hacerse en menos de siete días.

402. Cunetas en tierra

Indicador

Siempre limpias y sin secciones erosionadas.

Forma de medición

Inspección visual semanal.

Tolerancia

No se permiten obstrucciones por más de 24 horas. La reparación de secciones erosionadas debe hacerse en menos de siete días.

403. Contracunetas

Indicador

Siempre limpias y sin filtraciones.

Forma de medición

Inspección visual semanal.

Tolerancia

No se permiten obstrucciones por más de 24 horas ni filtraciones por más de siete días.

404. Alcantarillas y cajas

Indicador

Siempre limpias y sin daños.

Forma de medición

Inspección visual semanal.

Tolerancia

No se permiten obstrucciones por más de 24 horas. La reparación de secciones dañadas o agrietadas deben hacerse en menos de siete días.

405. Entradas y salidas de obras de arte

Indicador

Siempre limpias y sin secciones dañadas.

Forma de medición

Inspección visual semanal.

Tolerancia

No se permiten obstrucciones por más de 24 horas. La reparación de secciones dañadas o agrietadas deben hacerse en menos de siete días.

406. Bordillos

Indicador

Limpios, sin daños y pintados (si se requiere).

Forma de medición

Inspección visual semanal.

Tolerancia

Restituir al estado original en un plazo máximo de siete días.

Sección 500. Indicadores de estado de la señalización vial

Tiene como objetivo garantizar al usuario los dispositivos visuales de orientación, preventivos o restrictivos, con el fin de que se conduzca por una carretera cómoda y segura, recibiendo información confiable y oportuna de las características geométricas de la vía, lugares de interés, sitios de peligro o de prevención de accidentes, entre otros.

La señalización vertical y delineadores deben conservarse completos, con todos sus elementos, en perfecto estado estructural, sin elementos oxidados, bien ubicados e instalados. Las leyendas y símbolos estarán completos y no contendrán rayas u otros elementos extraños que altere o dificulten su lectura, interpretación, además, debe mantener su índice de reflectividad conforme medida inicial y no menos del 60% de la medición original. No deben existir señales o avisos ilegales o no autorizados de conformidad con el Acuerdo Centroamericano sobre Señales Viales Uniformes.

La señalización horizontal debe permanecer en buen estado, sin interrupciones donde sea línea continua y libre de sedimentos o arenas que la cubran parcial o totalmente. En los lugares en que existan vialetas u ojos de gatos, se preservarán en buen estado, con su reflectancia y separación original.

Las defensas metálicas se mantendrán completas y con sus elementos estructurales en perfecto estado, firmes y sin presencia de óxido. Sus partes reflectantes estarán completas y en buen estado.

501. Señales verticales

Indicador

Todas las señales estarán limpias, completas y completamente verticales.

Forma de medición

Inspección visual semanal.

Tolerancia

Condiciones originales en un máximo de siete días.

502. Vialitas u ojos de gato

Indicador

Todas las vialitas u ojos de gato estarán completos, limpios, sin daños.

Forma de medición

Inspección visual semanal.

Tolerancia

Condiciones originales en 24 horas.

503. Mojoneros de referencia

Indicador

Todos los mojoneros estarán completos, nivelados y limpios.

Forma de medición

Inspección visual semanal.

Tolerancia

Condiciones originales en 24 horas.

504. Defensas metálicas

Indicador

Todas las defensas metálicas estarán completas, niveladas, sin deformaciones, limpias y todos sus elementos reflectivos.

Forma de medición

Inspección visual semanal.

Tolerancia

Condiciones originales en un plazo máximo de 30 días.

505. Señalización horizontal

Indicador

Todas las señales horizontales estarán completas, tanto laterales como centrales.

Forma de medición

Inspección visual semanal.

Tolerancia

Condiciones originales en un plazo máximo de siete días.

506. Captafaros

Indicador

Todos los captafaros estarán completos, limpios, sin daños.

Forma de medición

Inspección visual semanal.

Tolerancia

Condiciones originales en 24 horas.

Sección 600. Indicadores de estado del drenaje mayor

Tiene como objetivo establecer las condiciones mínimas necesarias para que las estructuras existentes se conserven con alto grado de seguridad, estabilidad y funcionamiento. Los indicadores son de carácter técnico y operativo. El estado físico de los puentes afecta directamente la circulación vehicular, debido a que no solo se consideran los elementos estructurales del mismo, sino la vulnerabilidad a los desastres, lo cual puede causar la interrupción parcial o total del puente. Desde este enfoque, es importante considerar los aspectos vertidos en el *Manual centroamericano de gestión de riesgo en puentes*.

600.01 Obras de drenaje mayor

Todo puente o paso a desnivel debe encontrarse en perfecto estado estructural para que no se comprometa la seguridad del usuario. En caso de que la capacidad de carga del puente se reduzca a la establecida cuando se diseñó, la capacidad de carga real de la estructura debe indicarse con señalización apropiada en ambos extremos del puente.

En las estructuras de concreto reforzado y metálicas, la superficie de rodadura no presentará ningún bache y las fisuras o grietas estarán debidamente selladas. Las juntas estarán completas, correctamente fijadas, alineadas y a nivel. Las zonas peatonales y barandales completas y sin ningún daño. Todos los elementos de drenaje limpios, completos y drenando fuera del puente sin dañar estructuras o terraplenes de acceso. La superestructura no debe presentar deformaciones, el acero de refuerzo expuesto y grietas sin sellar. Los elementos metálicos deben estar libres de corrosión y pintados adecuadamente.

En las estructuras de madera, la superestructura debe estar completa y con componentes sanos, sin torceduras y firmes. No debe haber elementos que estén podridos, partidos, rajados o quebrados. De existir componentes metálicos, deben estar completos, firmemente asegurados, sin corrosión y pintados.

En el caso de los puentes sobre ríos, su cauce (por lo menos 100 metros aguas arriba y abajo) debe tener el escurrimiento adecuado, libre de elementos que puedan alterarlo o crear turbulencias que ponga en peligro la estructura y accesos. La subestructura no debe mostrar socavación ni materiales acumulados.

Las inspecciones visuales para medir los indicadores de los puentes deben reducir su plazo de visitas en época de invierno, dado que aumentan las amenazas naturales.

601. Puentes metálicos

Indicador

Completos, libre de corrosión y pintados.

Forma de medición

Inspección visual cada tres meses.

Tolerancia

Condiciones originales según se indique en las especificaciones particulares.

602. Puentes de concreto

Indicador

Completos, limpios y pintados.

Forma de medición

Inspección visual cada tres meses.

Tolerancia

Condiciones originales según se indique en las especificaciones particulares.

603. Subestructura de concreto

Indicador

Sin socavación, sedimentación ni fisuramiento en pilas.

Forma de medición

Inspección visual cada tres meses.

Tolerancia

Condiciones originales según se indique en las especificaciones particulares.

604. Subestructura de metal

Indicador

Sin socavación, sedimentación, ni evidencia de elementos oxidados.

Forma de medición

Inspección visual cada tres meses.

Tolerancia

Condiciones originales según se indique en las especificaciones particulares.

605. Subestructura de madera

Indicador

Sin socavación, sedimentación, ni evidencia de elementos podridos o agrietados.

Forma de medición

Inspección visual cada mes.

Tolerancia

Condiciones originales según se indique en las especificaciones particulares.

606. Juntas y apoyos

Indicador

Limpios y en buen estado.

Forma de medición

Inspección visual cada tres meses.

Tolerancia

Ninguna.

607. Muros de contención

Indicador

Completos y bien drenados

Forma de medición

Inspección visual cada tres meses.

Tolerancia

Ninguna.

608. Puentes de madera

Indicador

Completos, limpios y pintados; sin muestras de pudrimiento; elementos metálicos sin corrosión y pintados.

Forma de medición

Inspección visual cada tres meses.

Tolerancia

Condiciones originales según se indique en las especificaciones particulares.

609. Inspección de cuenca

Indicador

Conforme diseño de la estructura de drenaje mayor.

Forma de medición

Inspección visual cada seis meses.

Tolerancia

Condiciones originales según se indique en las especificaciones particulares.

Capítulo 4

Catálogo de daños

En este capítulo se facilitan y armonizan los criterios y procedimientos para la identificación y recolección de información relacionada con las fallas encontradas en los pavimentos asfálticos, pavimentos de concreto hidráulico, en las carreteras sin estructura de pavimento y carreteras de adoquines. Se incluye una sistematización de experiencias exitosas en la región con el objetivo de identificar lecciones que permitan mejorar las prácticas actuales de mantenimiento de carreteras, así como capitalizar y divulgar los aprendizajes sobre gestión de riesgos y adaptación al cambio climático en este sector.

El objetivo del mantenimiento vial es el sostenimiento de las características físicas de los elementos que conforman una carretera para brindar a las personas usuarias una conducción y paso por la vía cómoda y segura, por lo que debe monitorearse el estado de las vías y los elementos que la conforman en busca de fallas iniciales que puedan ser atendidas con un programa de mantenimiento rutinario o periódico, y en la medida de lo posible, realizar las acciones pertinentes para evitar que estas fallas ocurran o se exacerben de tal manera que reduzcan la vida útil de la infraestructura y disminuye la calidad y el nivel de servicio de la carretera. Es esencial abordar los daños de manera oportuna para evitar un mayor deterioro de la superficie de rodadura y garantizar la seguridad y durabilidad de la carretera, así como de la integridad de taludes, puentes, obras de drenaje, entre otros. El mantenimiento adecuado y las reparaciones periódicas son fundamentales para extender la vida útil de la infraestructura de carreteras.

La realización de un análisis del riesgo en una etapa temprana permite implementar medidas de reducción de la vulnerabilidad ante amenazas y del riesgo de colapso. Para ello es importante que los equipos de ingeniería responsables de mantenimiento conozcan las amenazas a las que se encuentran expuestos los activos carreteros, cuál sería el grado de afectación que podrían tener al materializarse el riesgo y cómo anticiparse a reducir el riesgo mediante medidas de adaptación sostenibles e incluyentes al cambio climático.

Daños a pavimentos asfálticos

A. Fisuras y grietas

A.1 Fisura piel de cocodrilo

1. Descripción: Series de grietas interconectadas, formando pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos, generalmente con diámetros promedios de 30 cm, con longitudes variables que pueden cubrir la totalidad de la sección de rodadura.
2. Posibles causas:
- Fatiga por repetición de cargas
 - Fin de su vida útil
 - Envejecimiento del ligante
 - Pérdida de flexibilidad
 - Exposición a agentes climáticos
 - Fluctuaciones de temperatura

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Fisuras muy finas, menores de 2 mm de ancho, paralelas con escasa interconexión, dando origen a polígonos de cierta longitud; los bordes de las fisuras no presentan despostillamiento.

M (Mediano)

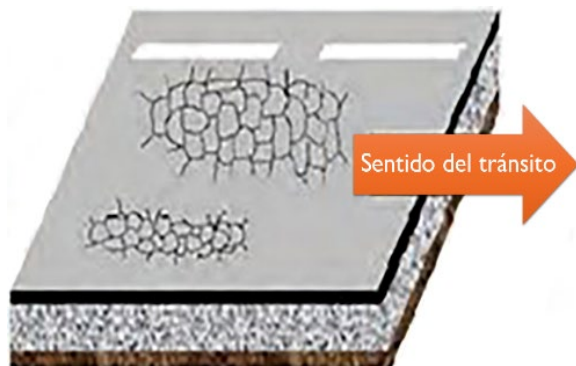
- Fisuras finas a moderadas, de ancho menor a 5 mm, interconectadas formando polígonos pequeños y angulosos, que pueden presentar un moderado despostillamiento en correspondencia con las intersecciones.

A (Alto)

- La red de fisuras ha progresado y constituye una malla cerrada de pequeños polígonos bien definidos, con despostillamientos de severidad moderada a alta, a lo largo de sus bordes; algunas de estas piezas pueden tener movimientos al ser sometidas al tránsito o pueden haber sido removidas por el mismo formando baches.

4. Medición: Se miden en metros cuadrados de superficie afectada. La mayor dificultad en la medición radica en que dos o hasta tres niveles de severidad pueden existir dentro de una misma área fallada. Si estas porciones pueden ser distinguidas fácilmente, una de otra, se miden y registran separadamente. Si los distintos niveles de severidad no pueden ser divididos fácilmente, la totalidad del área se califica con la mayor severidad observada.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos asfálticos

A. Fisuras y grietas

A.2 Fisuras en bloque

1. Descripción: Series de grietas interconectadas, formando piezas aproximadamente rectangulares, cubriendo partes separadas de la rodadura.

2. Posibles causas:

- Fluctuación de temperatura
 - Reflexión de daños en la base y subbase
 - Repetición de cargas
 - Endurecimiento del asfalto
-

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Fisuras sin sellar, de ancho promedio a 2 mm con presencia de despostillamiento menor.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con material de sello en condiciones satisfactorias que no permiten la filtración de agua.

M (Mediano)

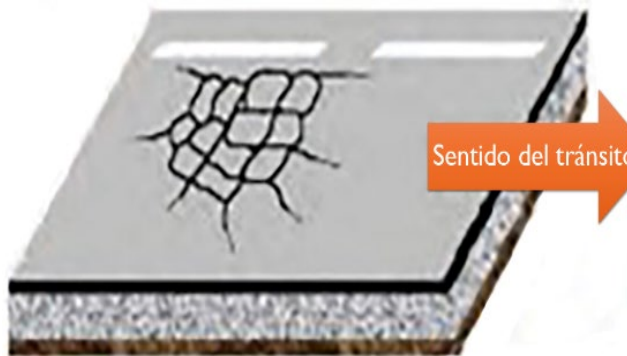
- Fisuras sin sellar, de ancho promedio entre 2 y 5 mm.
- Fisuras sin sellar de ancho promedio menor de 5 mm con presencia de despostillamiento menor.
- Fisura sellada de cualquier ancho, sin despostillamiento o cuando este es breve, pero el material de sello está en condiciones insatisfactorias.

A (Alto)

- Fisuras sin sellar, de ancho promedio a 5 mm.
 - Fisuras con presencia de despostillamientos severos.
-

4. Medición: Se miden en metros cuadrados de superficie afectada. Normalmente ocurre a un nivel de severidad en una sección del pavimento, pero cuando se observe diferentes niveles de severidad se miden y registran separadamente, en caso de que no se puedan diferenciar, la totalidad del área se califica con la mayor severidad observada.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos asfálticos

A. Fisuras y grietas

A.3 Fisuras en arco

1. Descripción: Es un tipo de deformación que se caracteriza por una fisura curvada o arqueada que aparece en la superficie de la carretera. Son grietas en forma de medialuna (o más precisamente de cuarto creciente) que pueden apuntar en ambas direcciones, derivadas de las fuerzas de tracción de las ruedas sobre el pavimento o de frenado sobre la misma.

2. Posibles causas:

- Frenado o giro de vehículos de carga
 - Falta de ligante, exceso de riego o
 - presencia de polvo durante proceso constructivo
 - Espesores de carpeta reducidos sobre superficies pulidas
 - Mezcla con mayores contenidos de arena o finos triturados
 - Cambios de temperatura que pueden provocar expansiones y contracciones del asfalto, creando tensiones que generan las fisuras en arco
 - Cargas de tráfico: la carga repetida del tráfico sobre la carretera puede generar tensiones y deformaciones en forma de arco en el asfalto
-

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Fisuras de ancho promedio inferiores a 3 mm.

M (Mediano)

- Fisuras sin sellar, de ancho promedio entre 3 y 6 mm.
- Área alrededor de las fisuras se encuentran fracturadas, teniendo piezas bien ligadas y firmes.

A (Alto)

- Fisuras sin sellar, de ancho promedio superior a 6 mm.
 - Área alrededor de las fisuras se encuentran fracturadas, con piezas fácilmente removibles o que han desaparecido por completo.
-

4. Medición: Se miden en metros cuadrados de superficie afectada, calificándolo de acuerdo con el máximo nivel de severidad observado en dicha área. Se totalizan los metros cuadrados afectados en la sección o muestra, separadamente según el nivel de severidad.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos asfálticos

A. Fisuras y grietas

A.4 Fisuras transversal

1. Descripción: Series de fisuras o grietas que se forman en sentido transversal a la rodadura de la carretera, generalmente aisladas y que pueden afectar todo el ancho de la sección de esta.

2. Posibles causas:

- Contracción de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad
 - Reflexión de grietas en la capa, subyacente (pueden deberse al cambio en el contenido de humedad)
 - Defectuosa ejecución de juntas transversales de construcción
 - Contracción del pavimento por efectos térmicos,
 - Carga de tráfico
-

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Fisuras sin sellar de ancho promedio inferiores a 3 mm, sin ramificaciones.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello satisfactorio.

M (Mediano)

- Fisuras sin sellar, de ancho promedio entre 3 y 6 mm.
- Área de fisuras que evidencian ramificaciones o fisuras erráticas.

A (Alto)

- Fisuras sin sellar, de ancho promedio superior a 6 mm.
 - Área alrededor con ramificaciones constituidas por fisuras erráticas, moderadas a severas, con tendencia a formar una malla, o bien, que evidencian un despostillamiento severo.
-

4. Medición: Se miden en metros lineales. La longitud y severidad de cada fisura debe registrarse después de su identificación. Si la fisura no tiene el mismo nivel de severidad en toda su extensión, cada porción evidenciando un diferente nivel de severidad, debe ser registrada separadamente. Se totaliza el número de metros lineales observados en la sección o muestra.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos asfálticos

A. Fisuras y grietas

A.5 Fisuras longitudinales

1. Descripción: Series de fisuras o grietas que se forman en sentido paralelo a la rodadura de la carretera, pudiendo ir aisladas o en grupos. Estas fisuras pueden variar en longitud, ancho y profundidad y se presentan como líneas rectas o ligeramente onduladas a lo largo del camino. Las fisuras longitudinales pueden aumentar de tamaño y extensión si no se tratan adecuadamente, permitiendo la entrada de agua y otros agentes que pueden dañar el pavimento y la estructura subyacente.

2. Posibles causas:

- Fatiga por debilidad estructuras.
- Contracción de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad (actualmente se debe al envejecimiento prematuro por rayos UV).
- Defectuosa ejecución de juntas longitudinales de construcción,
- Reflexión de juntas por grietas existentes debajo de superficie de rodamiento.
- Deficiente confinamiento lateral.
- Contracción térmica: las fluctuaciones de temperatura pueden causar contracción y expansión del asfalto, lo que resulta en la formación de fisuras longitudinales.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Fisuras sin sellar de ancho promedio inferiores a 3 mm, sin ramificaciones.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello satisfactorio.

M (Mediano)

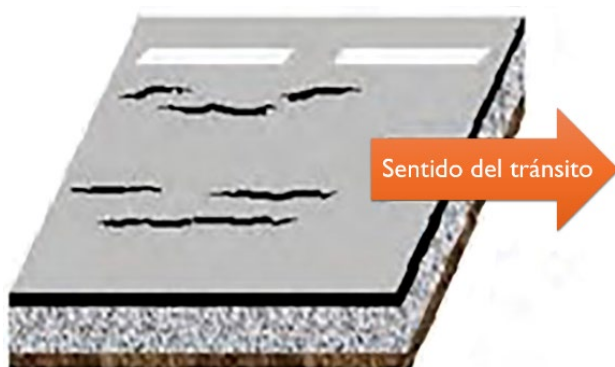
- Fisuras sin sellar, de ancho promedio entre 3 y 6 mm.
- Área de fisuras que evidencian ramificaciones o fisuras erráticas.

A (Alto)

- Fisuras sin sellar, de ancho promedio superior a 6 mm.
- Área alrededor con ramificaciones constituidas por fisuras erráticas, moderadas a severas, con tendencia a formar una malla, o bien, que evidencien un despostillamiento severo.

4. Medición: Se miden en metros lineales. La longitud y severidad de cada fisura debe registrarse después de su identificación. Si la fisura no tiene el mismo nivel de severidad en toda su extensión, cada porción que este evidenciando un diferente nivel de severidad, debe ser observada en cada sección o muestra.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos asfálticos

A. Fisuras y grietas

A.6 Fisuras por reflexión de junta

1. Descripción: Son grietas que se originan en una junta existente y se extienden hacia la superficie del pavimento. Estas fisuras son comunes en pavimentos de concreto y asfalto y suelen surgir debido a la deformación de la junta y las tensiones generadas en esa zona. Las fisuras por reflexión pueden debilitar la estructura del pavimento y permitir la entrada de agua y otros agentes dañinos, lo que puede agravar el deterioro y la erosión del pavimento.

2. Posibles causas:

- Movimiento de las losas de concreto hidráulico, por diversas causas, bajo la carpeta asfáltica.
- Contracción y expansión: Las fluctuaciones de temperatura y las variaciones de humedad pueden causar contracción y expansión en las juntas del pavimento, lo que puede generar tensiones y fisuras en la superficie.
- Asentamiento de la junta: Si la junta no está bien sellada o se ha asentado de manera irregular, puede crear tensiones adicionales que contribuyan a la formación de fisuras por reflexión. Incluyendo socavación de la base por la infiltración de agua de lluvia.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Fisuras sin sellar de ancho promedio inferiores a 5 mm, sin descascaramiento o despostillamiento de sus bordes.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello satisfactorio, no causan incomodidad a la conducción vehicular.

M (Mediano)

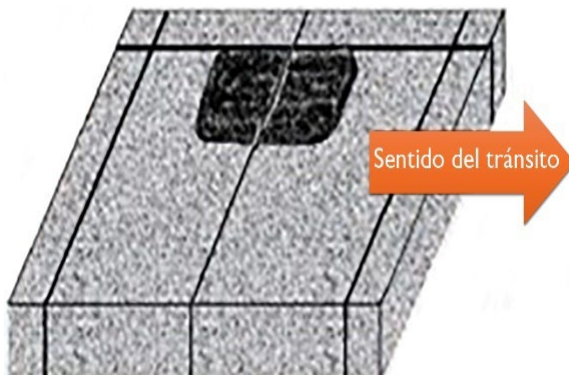
- Fisuras sin sellar, de ancho promedio entre 5 y 15 mm.
- Fisuras sin o con sellar, que evidencien leve despostillamiento de sus bordes.
- o rodeadas por fisuras erráticas leves.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello satisfactorio, causan leve incomodidad a la conducción vehicular.

A (Alto)

- Fisuras sin sellar, de ancho promedio superior a 15 mm.
- Fisuras sin o con sellar, que evidencien moderado o severo agrietamiento de su superficie, o que muestre rotura o desprendimiento de parte del material asfáltico próxima a la fisura.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello satisfactorio, provocan severa incomodidad a la conducción vehicular.

4. Medición: Se miden en metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada fisura se registra separadamente; se totalizan los metros lineales registrados para cada nivel de severidad en la sección.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos asfálticos

B. Deformaciones superficiales en pavimentos asfálticos

B.2 Corrimiento

1. Descripción: Distorsiones de la superficie del pavimento por desplazamiento de la mezcla asfáltica, a veces acompañadas por levantamientos de material, formando cordones laterales.

El corrimiento puede afectar la seguridad y la comodidad de los conductores, ya que crea irregularidades en la superficie de la carretera que pueden ser peligrosas y molestas para el tráfico. Además, el corrimiento puede comprometer la integridad estructural del pavimento, lo que puede llevar a un mayor deterioro si no se aborda adecuadamente.

2. Posibles causas:

- Desplazamiento ocasionado por cargas del tránsito.
- Mezclas asfálticas poco estables, ya sea por exceso de bitumen, falta de vacíos o por confinamiento lateral.
- Mala ejecución de riego de liga o imprimación no permite una adecuada adherencia entre capa asfáltica y capas subyacentes.
- Fluctuaciones de temperatura que afectan el comportamiento de la mezcla asfáltica.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- El corrimiento es perceptible, causa cierta vibración o balanceo en el vehículo, sin generar incomodidad.

M (Mediano)

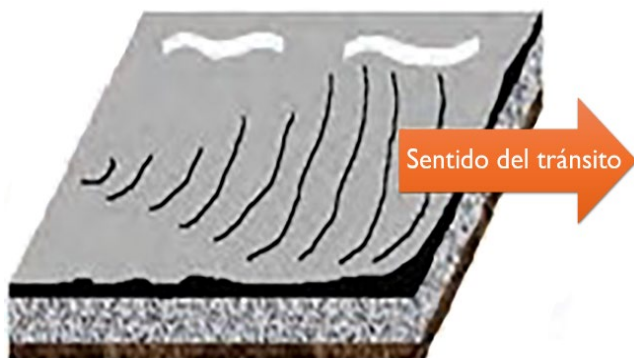
- El corrimiento causa una significativa vibración o balanceo al vehículo, que genera cierta incomodidad.

A (Alto)

- El corrimiento causa a los vehículos un excesivo balanceo que genera una sustancial incomodidad o riesgo para la seguridad de circulación, por lo que es necesario reducir sustancialmente la velocidad.

4. Medición: Se miden en metros cuadrados, registrando separadamente, de acuerdo con su severidad, el área total afectada en la muestra o sección.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos asfálticos

B. Deformaciones superficiales en pavimentos asfálticos

B.3 Corrugación

1. Descripción: Series de ondulaciones, constituidas por crestas y depresiones, perpendiculares a la dirección del tránsito, que se suceden muy próximas unas de otras, a intervalos regulares. Estas irregularidades pueden causar una superficie desigual y áspera, lo que afecta la comodidad de conducción y la seguridad vial.

2. Posibles causas:

- Desplazamiento ocasionado por cargas del tránsito sobre las capas superficiales.
- Compactación inadecuada durante la construcción del pavimento que puede llevar a deformidades y corrugaciones en la superficie.
- Fatiga del material: con el tiempo, el material del pavimento puede experimentar fatiga debido a la carga y al tráfico, lo que contribuye a la formación de corrugaciones.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- El corrimiento es perceptible, causa cierta vibración o balanceo en el vehículo, sin generar incomodidad.

M (Mediano)

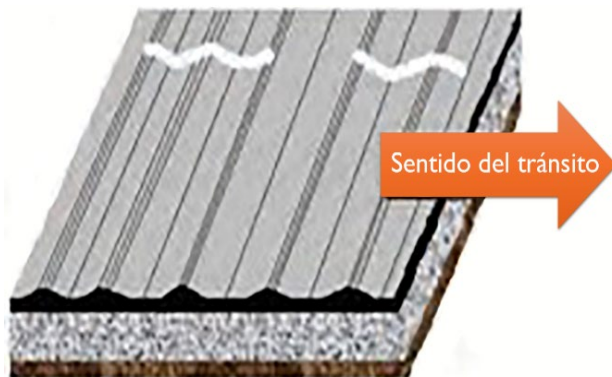
- El corrimiento causa una significativa vibración o balanceo al vehículo, que genera cierta incomodidad.

A (Alto)

- El corrimiento causa a los vehículos un excesivo balanceo que genera una sustancial incomodidad o riesgo para la seguridad de circulación, siendo necesaria una sustancial reducción de la velocidad.

4. Medición: Se miden en metros cuadrados, registrando separadamente, de acuerdo con su severidad, el área total afectada en la muestra o sección.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos asfálticos

B. Deformaciones superficiales en pavimentos asfálticos

B.4 Hinchamiento

1. Descripción: Abultamiento o levantamiento localizado en la superficie del pavimento, generalmente en la forma de una onda que distorsiona el perfil de la carretera. El hinchamiento puede afectar negativamente la calidad del pavimento y la comodidad de conducción para los usuarios de la carretera. Puede generar daños en la estructura del pavimento, comprometer la seguridad vial y requerir reparaciones y mantenimiento costoso.

2. Posibles causas:

- Expansión de los suelos de la subrasante, del tipo expansivo. En muchos casos puede estar acompañado de fisuramiento de la superficie.
- Presencia de agua: la saturación del suelo o del material del pavimento con agua puede causar hinchamiento, especialmente en suelos expansivos que tienen una alta capacidad de retención de agua.
- Reacciones químicas: algunos minerales presentes en el suelo o en los materiales del pavimento pueden reaccionar con el agua, causando expansión y deformación.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Baja incidencia en la comodidad de manejo, apenar perceptible a la velocidad de operación promedio.

M (Mediano)

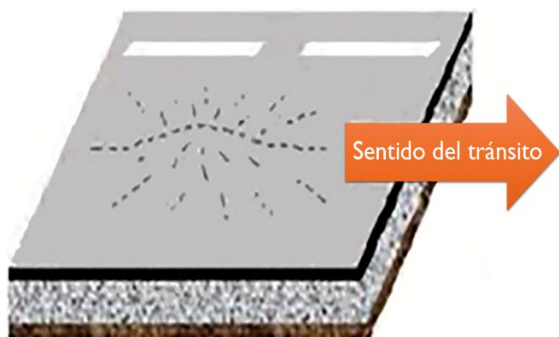
- Moderada incidencia en la comodidad de manejo genera incomodidad y obliga a disminuir la velocidad de circulación.

A (Alto)

- Alta incidencia en la comodidad de manejo condiciona la velocidad de circulación y produce una severa incomodidad con peligro para la circulación (el vehículo es proyectado por efecto del hinchamiento).

4. Medición: Se miden en metros cuadrados, registrando separadamente, de acuerdo con su severidad, el área total afectada en la muestra o sección.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos asfálticos

B. Deformaciones superficiales en pavimentos asfálticos

B.5 Hundimiento

1. Descripción: Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada, sin tener definido un tamaño específico, generalmente causada por la compactación inadecuada del suelo subyacente, erosión, asentamiento del suelo o debilidad estructural del pavimento. Este problema puede tener un impacto significativo en la integridad y seguridad del pavimento y debe abordarse para mantener la funcionalidad adecuada de la carretera.

El hundimiento puede causar un peligro para la seguridad vial al crear una superficie desigual y accidentada que puede ser un riesgo para los conductores y peatones.

También puede provocar daños en los vehículos y afectar la comodidad de conducción.

2. Posibles causas:

- Asentamientos de la fundación de las capas subyacentes
- Deficiencias durante el proceso constructivo.
- Falta de mantenimiento de los drenajes y subdrenajes que no permiten controlar adecuadamente el agua subterránea.
- Deficiencia en la reparación de la estructura del pavimento por la instalación de servicios públicos.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Baja incidencia en la comodidad de manejo, apenas perceptible a la velocidad de operación promedio.

M (Mediano)

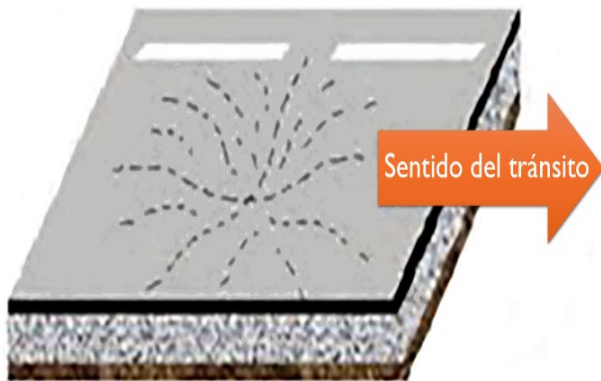
- Moderada incidencia en la comodidad de manejo genera incomodidad y obliga a disminuir la velocidad de circulación.

A (Alto)

- Alta incidencia en la comodidad de manejo, produciendo una severa incomodidad, requiriéndose reducir la velocidad por razones de seguridad.

4. Medición: Se miden en metros cuadrados, registrando separadamente, de acuerdo con su severidad, el área total afectada en la muestra o sección.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos asfálticos

C. Desintegración en los pavimentos asfálticos

C.1 Bache

1. Descripción: Los “baches” son áreas degradadas en la superficie de una carretera o pavimento que muestran deformaciones o huecos en la capa superficial del asfalto o concreto. Estos huecos pueden variar en tamaño, desde pequeños agujeros hasta áreas más extensas y profundas. Los baches son un problema común en las carreteras y calles y pueden ser causados por varios factores.

2. Posibles causas:

- Fundaciones y capas inferiores inestables.
- Espesores insuficientes.
- Defectos constructivos.
- Retención de agua en zonas hundidas o fisuradas.
- Acción del tránsito sobre áreas con fisuras tipo piel de cocodrilo, con nivel alto de severidad, causa desintegración y posterior remoción de la superficie del pavimento.

Niveles de severidad: Se definen en función del área afectada y de la profundidad del bache (B=Bajo, M=Mediano, A=Alto), de acuerdo con el siguiente cuadro:

Profundidad máxima (cm)	Diámetro promedio del bache (cm)		
	Menor a 70	70-100	Mayor a 100
Menor de 2,5	B	B	M
De 2,5 – 5,0	B	M	A
Mayor de 5,0	M	M	A

4. Medición: Pueden medirse alternativamente: i) contando el número de baches con niveles de severidad baja, moderada y alta, registrando estos separadamente, y ii) computando estos en metros cuadrados de superficie afectada, registrando separadamente las áreas, según su nivel de severidad.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos asfálticos

C. Desintegración en los pavimentos asfálticos

C.2 Desintegración de Bordes

1. Descripción: Consiste en la progresiva destrucción de los bordes del pavimento, principalmente en carreteras que no cuentan con hombros o que no son pavimentados. Este tipo de daño puede ocurrir en los extremos del pavimento y puede tener un impacto significativo en la integridad y funcionalidad de este.

Representa un peligro para la seguridad vial, ya que los bordes desgastados pueden hacer que sea difícil para los conductores mantenerse dentro de los límites de la carretera.

2. Posibles causas:

- Acción localizada del tránsito, sobre el extremo débil de la estructura del pavimento, donde hay menor confinamiento lateral, incluso deficiente compactación del borde, entre otros. El paso repetido de vehículos cerca de los bordes puede generar tensiones y desgaste, especialmente en áreas donde los vehículos realizan maniobras de giro.
- Erosión: La erosión causada por el agua, el viento y otros factores ambientales puede desgastar y erosionar los bordes del pavimento.
- Falta de mantenimiento: La falta de mantenimiento adecuado, como sellado de bordes, puede contribuir al deterioro gradual de los bordes del pavimento.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Se observan fisuras paralelas al borde, de severidad baja o moderada, sin signos de peladuras, desintegración y canales de erosión.

M (Mediano)

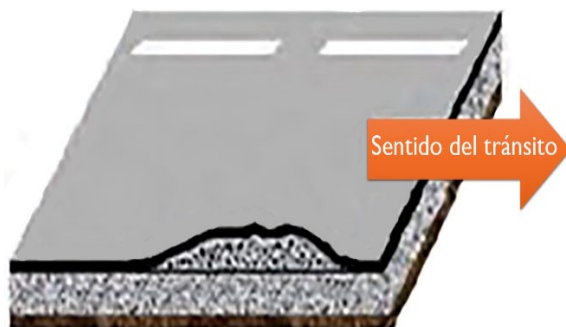
- Se observan fisuras paralelas al borde, de severidad alta, * o peladuras de cualquier tipo, sin llegar a la rotura o desintegración total de los mismos.

A (Alto)

- Se observa una considerable desintegración total de los bordes, con importantes sectores removidos por el tránsito; el borde resulta serpenteante, reduciendo el ancho de la calzada.

4. Medición: Se miden en metros cuadrados, totalizados separadamente, de acuerdo con su severidad, las longitudes dañadas en la muestra o sección.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos asfálticos

C. Desintegración en los pavimentos asfálticos

C.3 Presencia de agregados

1. Descripción: Consiste en la existencia de agregados parcialmente expuestos, fuera del elemento ligante con los materiales finos que forman la estructura del pavimento.

2. Posibles causas:

- Distribución granulométrica deficiente en el rango de las arenas
 - Segregación de los agregados durante su manejo en obra.
 - Circulación vehicular durante el proceso de colocación de la estructura del pavimento
 - Ligante endurecido, que ha perdido la capacidad de contener los agregados.
 - Empleo de agregados sucios o muy absorbentes.
 - Uso de agregados húmedos, que no ligan con el asfalto.
-

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Se observan agregados expuestos en áreas menores del 20% del total del tramo a evaluar.

M (Mediano)

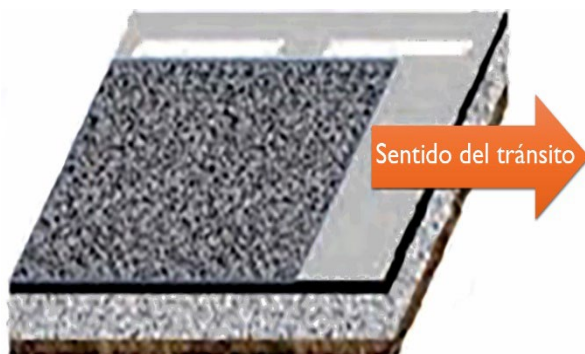
- Se observan agregados expuestos en áreas entre el 20% y el 50% del total del tramo a evaluar.

A (Alto)

- Se observan agregados expuestos en áreas mayores del 50% del total del tramo a evaluar.
-

4. Medición: se miden en metros cuadrados, totalizados ya sea separadamente o en secciones continuas, de acuerdo con su severidad, las longitudes dañadas en la muestra o sección.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos asfálticos

C. Desintegración en los pavimentos asfálticos

C.4 Desprendimiento de capa de rodadura

1. Descripción: consiste en el desprendimiento de las últimas capas de agregados finos de las lechadas o tratamientos superficiales. Este problema puede ser causado por varias razones y puede tener un impacto significativo en la seguridad vial y en la integridad estructural del pavimento.

2. Posibles causas:

- Limpieza insuficiente previa al tratamiento superficial.
 - Esparcido heterogéneo del ligante (asfalto).
 - Ligante inadecuado.
 - Dosificación árida (pétreo)–ligante (asfalto) inadecuada.
 - Colocación con lluvia o exceso de agua en la capa de apoyo, que produce delaminación.
 - Compactación deficiente (si procede).
 - Fraguado incompleto después de apertura al tránsito.
 - Envejecimiento del ligante (asfalto).
 - Infiltración de agua en las juntas y grietas puede debilitar la unión entre las capas y provocar el desprendimiento de la capa de rodadura.
-

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Se observan agregados expuestos en áreas menores del 5% del total del tramo a evaluar.

M (Mediano)

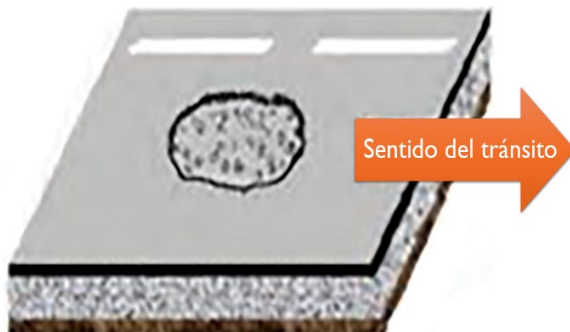
- Se observan agregados expuestos en áreas entre el 5% y el 30% del total del tramo a evaluar.

A (Alto)

- Se observan agregados expuestos en áreas mayores del 30% del total del tramo a evaluar.
-

4. Medición: Se miden en metros cuadrados, totalizados ya sea separadamente o en secciones continuas, de acuerdo con su severidad, las longitudes dañadas en la muestra o sección.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos asfálticos

D. Otros deterioros en los pavimentos asfálticos

D.1 Exudación del asfalto

1. Descripción: afloramiento del ligante de la mezcla asfáltica a la superficie del pavimento formando una película continua de bitumen. Es un problema que afecta la apariencia, la durabilidad y la funcionalidad del pavimento. La exudación ocurre cuando el betún en la mezcla se vuelve más líquido debido al calor o al tráfico, y migra hacia la superficie.

2. Posibles causas:

- Excesivo contenido de asfalto en las mezclas asfálticas y sellos bituminosos.
 - La exposición a altas temperaturas ambientales o al calor generado por el tráfico puede ablandar el betún y hacer que emigre hacia la superficie.
 - La calidad del betún utilizado en la mezcla de asfalto puede influir en la probabilidad de exudación.
-

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Se hace visible la coloración algo brillante de la superficie por efecto de pequeñas migraciones de asfalto, aún aisladas.

M (Mediano)

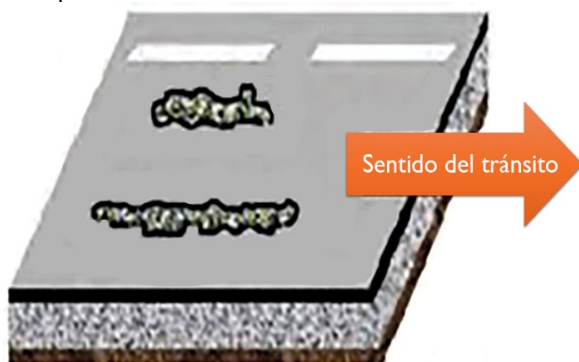
- Apariencia característica, con exceso de asfalto libre que forma una película continua en las huellas de canalización del tránsito; la superficie se torna pegajosa a los zapatos y neumáticos de los vehículos en días cálidos.

A (Alto)

- Presencia de una cantidad significativa de asfalto libre, le da a la superficie un aspecto húmedo, de intensa coloración negra; superficie pegajosa o adhesiva a los zapatos y neumáticos de los vehículos en días cálidos.
-

4. Medición: Se miden en metros cuadrados de superficie afectada, registrándose por separado de acuerdo con su grado de severidad.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

E. Fisuras

E.1 Fisura transversal o diagonal

1. Descripción: Fractura de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje de la carretera, o en forma oblicua a este, dividiendo la misma en dos planos.

2. Posibles causas:

- Excesivas repeticiones de cargas pesadas.
- Deficiente apoyo de las losas.
- Asentamiento de la fundación por cambios de contenido de humedad en el suelo.
- Excesiva relación longitud/ancho de la losa.
- Deficiencias en el proceso de construcción de las losas.
- Ausencia de juntas transversales.
- Variaciones en el espesor de losas.
- Fluctuaciones de temperatura.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento o dislocamiento menor de 10 mm.

M (Mediano)

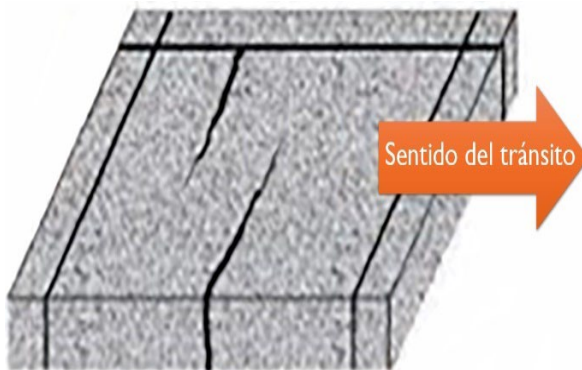
- Fisuras activas, de ancho promedio entre 3 y 10 mm.
- Fisuras de 10 mm de ancho con despostillamiento o dislocamiento menor de 10 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con material de sello en condición insatisfactoria, o despostillamiento o dislocamiento menor de 10 mm.

A (Alto)

- Fisuras activas de ancho promedio mayor de 10 mm.
- Fisuras selladas, con despostillamientos severos o dislocamiento mayor de 10 mm.

4. Medición: se puede medir en metros lineales o por losa.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

E. Fisuras

E.2 Fisura longitudinal

1. Descripción: fractura de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje de la carretera, dividiendo la misma en dos planos. Estas fisuras pueden ser causadas por varias razones y pueden tener un impacto en la durabilidad y la seguridad del pavimento.

Las fisuras longitudinales pueden comprometer la integridad estructural del pavimento, permitiendo la entrada de agua y escombros que pueden acelerar el deterioro del pavimento. Además, pueden ser peligrosas para los usuarios de la carretera, ya que pueden afectar la comodidad de conducción y la seguridad vial.

2. Posibles causas:

- Excesivas repeticiones de cargas pesadas.
- Pérdida de soporte de la fundación por cambios de contenido de humedad en el suelo.
- Gradientes de tensiones originados por cambios de temperatura y humedad.
- Deficiencias en el proceso de construcción de las losas o sus juntas longitudinales.
- Relación ancho/longitud excesiva.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento o dislocamiento.

M (Mediano)

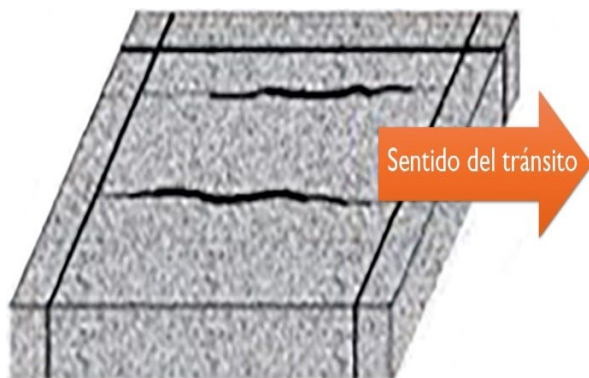
- Fisuras activas, de ancho promedio entre 3 y 10 mm.
- Fisuras de hasta 10 mm de ancho con despostillamiento o dislocamiento menor de 10 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con material de sello en condición insatisfactoria, o despostillamiento o dislocamiento menor de 10 mm.

A (Alto)

- Fisuras de ancho promedio mayor de 10 mm.
- Fisuras selladas o no, de cualquier ancho, con despostillamientos severos o dislocamiento mayor de 10 mm.

4. Medición: Se puede medir en metros lineales o por losa.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

E. Fisuras

E.3 Fisura de esquina

1. Descripción: Fractura que intercepta dos juntas unidas entre sí, generalmente forman un ángulo aproximado de 45° respecto a la dirección del tránsito y da una forma triangular en la esquina de la losa. La longitud de los lados menores de este triángulo será de 30 cm hasta la mitad del ancho (lado transversal).

2. Posibles causas:

- Excesivas repeticiones de cargas pesadas.
- Erosión de apoyo de la fundación.
- Deficiente transferencia de cargas a través de la junta.
- Las variaciones de temperatura pueden causar expansión y contracción en el concreto, lo que lleva a la formación de fisuras, especialmente en las esquinas.
- Si el suelo debajo de la losa de concreto no es uniforme o no está bien compactado, puede producirse un asentamiento desigual, generando tensiones en las esquinas y resultando en fisuras.
- Socavación por agentes climáticos, como lluvia y viento.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm.
- El área entre esta y las juntas no se encuentra fisurado o bien hay alguna pequeña fisura.

M (Mediano)

- Fisuras activas, de ancho promedio entre 3 y 10 mm.
- El área entre esta y las juntas se encuentra medianamente fisurada.

A (Alto)

- Fisuras de ancho promedio mayor de 10 mm.
- El área entre esta y las juntas se encuentra muy fisurada o presenta hundimientos.

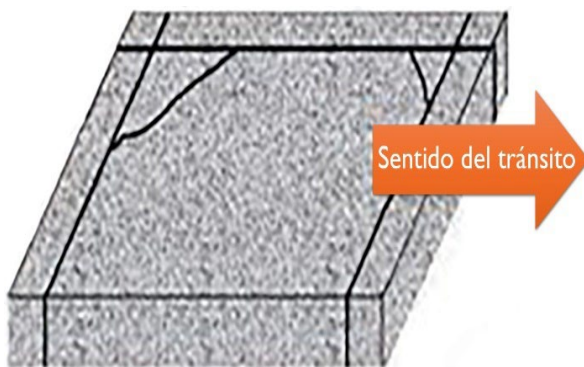
4. Medición: total de metros lineales o número de fisuras, en función de las losas afectadas, así:

Contiene una única fisura de esquina.

Contiene más de una fisura del mismo nivel de severidad.

Contiene dos o más fisuras de diferentes niveles de severidad. En este caso se registra el nivel de severidad correspondiente a la más desfavorable.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

E. Fisuras

E.4 Losas subdivididas

1. Descripción: Fractura de la losa de concreto conformando una malla amplia, combinando fisuras longitudinales, transversales o diagonales.

2. Posibles causas:

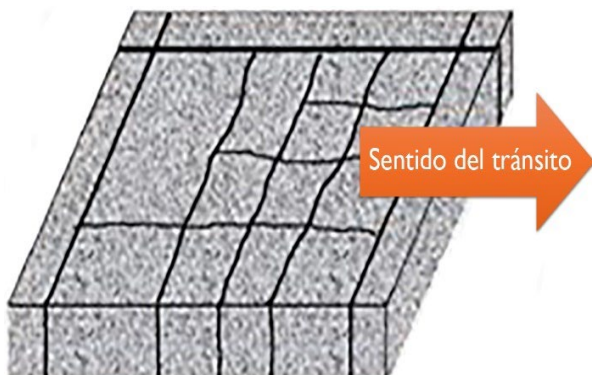
- Fatiga del concreto, debido a las repeticiones de cargas pesadas.
 - Deficiente apoyo de la fundación por cambios de contenido de humedad en el suelo.
 - Cambios de temperatura.
 - Mala compactación.
-

3. Niveles de severidad: (B=Bajo, M=Mediano, A=Alto)

Clase	Nivel de severidad de la fisura *	Núm. de paños en que se divide la losa
B M A	Bajo	4 o 5
	Mediano	De 6 a 8
	Alto	Más de 8

4. Medición: Total de losas afectadas en un tramo o sección de carretera, así como su nivel de severidad.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

E. Fisuras

E.5 Fisuras en bloque

1. Descripción: Fractura que subdivide generalmente una porción de la losa en paneles o bloques pequeños, que no cubren la totalidad del área de la losa. Son grietas que se producen en el pavimento de concreto hidráulico y se extienden transversalmente a la dirección de la vía. Estas fisuras suelen tener una forma de bloque y pueden ser causadas por una variedad de factores.

2. Posibles causas:

- Fatiga del concreto, debido a las repeticiones de cargas pesadas.
- Equivocado diseño estructural.
- Deficiente apoyo de la fundación por cambios de contenido de humedad en el suelo.
- Las variaciones de temperatura y las cargas aplicadas pueden provocar tensiones en el concreto, lo que lleva a la formación de fisuras en bloque. Para reducir este tipo de fisuras, se pueden diseñar juntas de contracción y expansión adecuadas en el pavimento.
- La falta de mantenimiento.
- Si el suelo subyacente es inestable o experimenta cambios de volumen, puede generar tensiones en el concreto y causar fisuras en bloque.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Bloques definidos por fisuras de severidad baja; los planos relativamente amplios y se mantienen ligados.

M (Mediano)

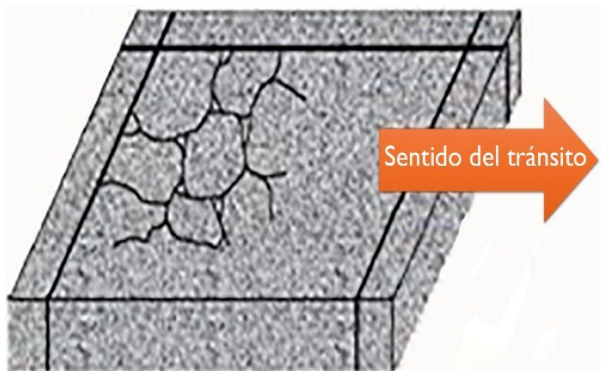
- Bloques definidos por fisuras de severidad moderada; los planos son más pequeños evidenciándose un moderado despostillamiento de los bordes de las fisuras.

A (Alto)

- Bloques definidos por fisuras de severidad alta; los planos son más pequeños evidenciándose un severo despostillamiento de los bordes de las fisuras, con tendencia a formar bache.

4. Medición: Total de losas afectadas en un tramo o en metros cuadrados, totalizados en una sección de carretera.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

E. Fisuras

E.6 Fisuras inducidas

1. Descripción: Conjunto de fisuras o grietas cuyo desarrollo en el pavimento es inducido por factores relativos a una inadecuada distribución de juntas o inapropiada inserción de estructuras u otros elementos dentro de la losa.

2. Posibles causas:

- El arreglo de juntas en un carril no es respetado en el carril contiguo.
 - Parchados que no respetan bordes o juntas existentes.
 - Falta de elementos de aislamiento entre estructuras de pavimento.
 - Falta de mantenimiento de las fisuras.
-

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con el material de sello en condición satisfactoria.
- No hay signos visibles de despostillamiento o dislocamiento.

M (Mediano)

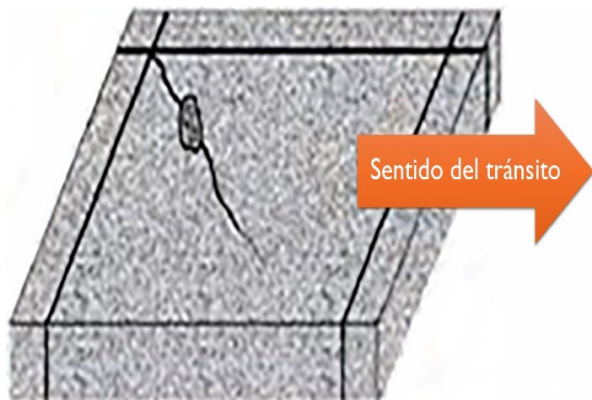
- Fisuras de ancho promedio entre 3 y 10 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con el material de sello en condición satisfactoria.
- No hay signos visibles de despostillamiento o dislocamiento.

A (Alto)

- Fisuras de ancho promedio mayor de 10 mm.
 - Fisuras selladas o no, con despostillamiento severo o dislocamiento mayor de 10 mm.
-

4. Medición: Total de lasas afectadas en un tramo o en metros lineales, totalizados en una sección de carretera.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

F. Deformaciones en los pavimentos de concreto hidráulico

F.1 Levantamiento de losas

1. Descripción: Sobreelevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o fisura transversal.

2. Posibles causas:

- Falta de libertad de expansión de las losas.
- Presión del agua que se acumula debajo de la losa debido a un drenaje inadecuado o un alto nivel freático puede ejercer presión sobre la base y hacer que la losa se levante.
- Las raíces de árboles y otras plantas pueden crecer debajo de la losa y ejercer presión, levantándola a medida que crecen.
- El calor excesivo puede hacer que el concreto se expanda y se levante.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Baja incidencia en la comodidad de manejo, apenas perceptible a velocidad de operación promedio.

M (Mediano)

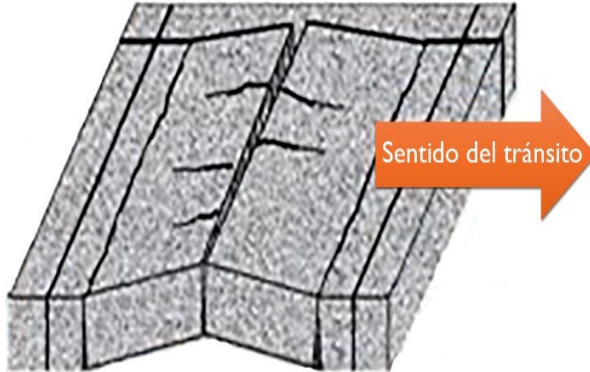
- Moderada incidencia en la comodidad de manejo genera incomodidad y obliga a disminuir velocidad de circulación.

A (Alto)

- Excesivo salto del vehículo, generando la pérdida de control de este, una sustancial incomodidad, riesgo para la seguridad o daños al vehículo, siendo necesario reducir drásticamente la velocidad.

4. Medición: Total de losas afectadas en un tramo o cuando se levanta una junta se considera como 2 losas afectadas.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

F. Deformaciones en los pavimentos de concreto hidráulico

F.2 Escalonamiento

1. Descripción: Falla en la que una losa del pavimento a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a la losa contigua. Estos escalones pueden ser visibles o perceptibles al tocarlos y pueden generar una superficie irregular y desigual. Esta situación puede afectar negativamente la comodidad y seguridad del tráfico vehicular y peatonal.

2. Posibles causas:

- Ascenso a través de la junta o grieta del material proveniente de la capa inferior de la losa.
- Depresión del extremo de la losa, al disminuir el soporte de fundación.
- Deficiente transferencia de carga entre juntas transversales.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Diferencia de nivel menor a 10 mm.

M (Mediano)

- Diferencia de nivel entre 10 y 20 mm.

A (Alto)

- Diferencia de nivel mayor a 20 mm.

4. Medición: Total de losas afectadas en un tramo.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

F. Deformaciones en los pavimentos de concreto hidráulico

F.3 Hundimiento

1. Descripción: Descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo; puede estar acompañado de fisuramiento significativo, debido al asentamiento diferencial del pavimento.

2. Posibles causas:

- Asentamiento o consolidación en la subrasante.
- Deficiencias durante el proceso de construcción de las losas.
- Erosión del suelo causada por el agua o la falta de un drenaje adecuado que puede lavar o erosionar el suelo debajo del concreto, resultando en depresiones.
- Cargas pesadas, tráfico vehicular intenso o concentración de carga en ciertas áreas pueden comprimir el suelo y hacer que la losa se hunda.
- El agua que penetra a través de fisuras o juntas en el concreto puede erosionar la base y causar el hundimiento del concreto.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Causa al vehículo un balanceo o salto característico, sin generar incomodidad.

M (Mediano)

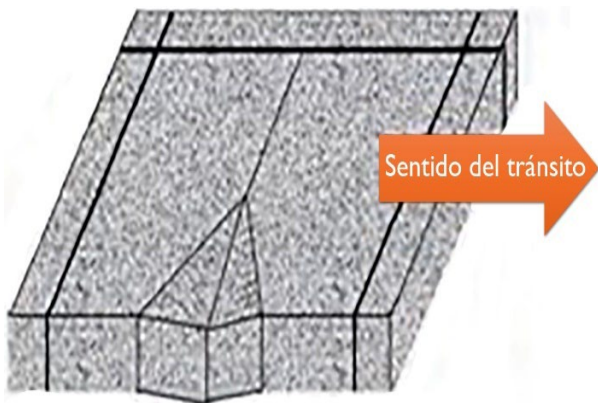
- Causa a los vehículos un significativo salto o balanceo, que genera incomodidad.

A (Alto)

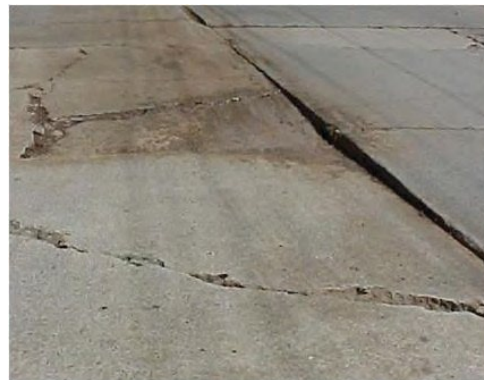
- Causa un excesivo salto que provoca una pérdida de control de los vehículos, siendo necesario recurrir a una reducción de velocidad.

4. Medición: Total de losas afectadas, metros cuadrados o número de daños observados en un tramo o sección.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

G. Desintegraciones en los pavimentos de concreto hidráulico

G.1 Descascaramiento y fisuras capilares

1. Descripción: Rotura superficial de la losa hasta una profundidad de 15 mm.

2. Posibles causas:

- Exceso de acabado del concreto fresco colocado.
- En pavimentos de concreto armado, cuando las armaduras se colocan muy próximas a la superficie de rodadura.
- Deficiencias en el mezclado durante la fabricación del concreto o exceso de vacíos de aire durante la colocación.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Fisuras capilares se extienden sobre toda la losa; la superficie se encuentra en buena condición sin descascaramiento.

M (Mediano)

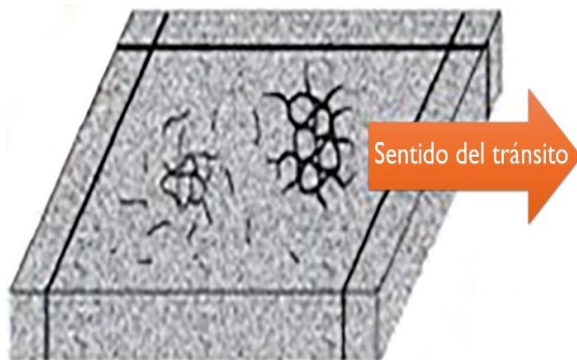
- La losa evidencia descascaramiento, pero estas son de reducida área, afectando menos del 10% de la losa.

A (Alto)

- La losa evidencia descascaramiento en áreas significativas, afectando más del 10% de la losa.

4. Medición: Total de losas afectadas, dependiendo el nivel de severidad detectado.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

G. Desintegraciones en los pavimentos de concreto hidráulico

G.2 Pulimiento de la superficie

1. Descripción: Superficie de rodamiento excesivamente lisa por efecto de desgaste de la superficie del agregado que la compone. Este proceso puede deteriorar la rugosidad original de la superficie, lo que puede resultar en pérdida de tracción y seguridad en la vía, especialmente en condiciones húmedas o resbaladizas.

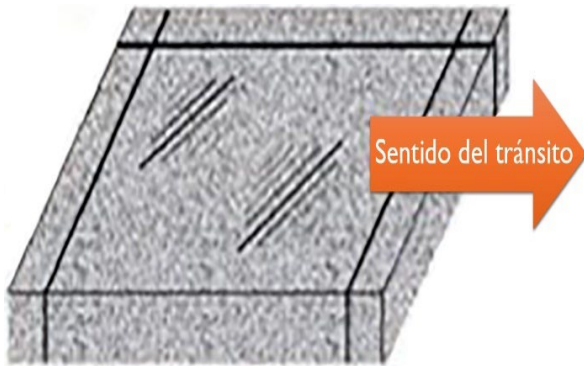
2. Posibles causas:

- Desgaste superficial ocasionado por el paso de vehículos, cuando el concreto es de baja calidad y favorece la exposición de los agregados de naturaleza degradable.
- La exposición prolongada a la intemperie, incluyendo lluvia y cambios de temperatura, puede acelerar el desgaste y el pulimiento de la superficie del concreto.

3. Niveles de severidad: No se definen niveles de severidad para establecer un nivel de daño, pero se debe dar cumplimiento a la normativa para mantener el índice de fricción y la macrotextura en la superficie de rodamiento. El grado de pulimiento de la superficie debe ser significativo para ser informado. El pulimiento de los agregados puede ser considerado cuando un examen realizado a la superficie revela que el contacto con el agregado es muy reducido y este presenta una superficie suave al tacto.

4. Medición: El Índice de fricción y la macrotextura se mide conforme a la normativa de referencia y se reportan los resultados.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

G. Desintegraciones en los pavimentos de concreto hidráulico

G.3 Desprendimiento de agregados

1. Descripción: Es la progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de la matriz de arena, permitiendo una superficie de rodamiento rugosa y eventualmente pequeñas cavidades.

2. Posibles causas:

- Efecto abrasivo del tránsito sobre concretos de pobre calidad.
- Dosificaciones inadecuadas.
- Deficiencias durante la colocación del concreto.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Pequeñas peladuras muy superficiales, puntuales o concentradas en pequeñas áreas, como remiendos.

M (Mediano)

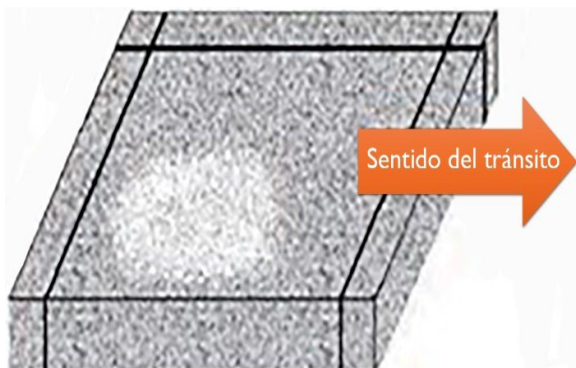
- Peladuras generalizadas, se extienden en la superficie dando lugar a una textura abierta, pero los desprendimientos se limitan a material fino, solo superficialmente.

A (Alto)

- Peladuras generalizadas, se extienden en la superficie dando lugar a una superficie muy rugosa, con desprendimiento de agregado grueso formando cavidades o pequeños baches superficiales.

4. Medición: Total de losas afectadas.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

G. Desintegraciones en los pavimentos de concreto hidráulico

G.4 Bache

1. Descripción: descomposición o desintegración de la losa de concreto y su remoción en una cierta extensión, formando una cavidad de bordes irregulares.

2. Posibles causas:

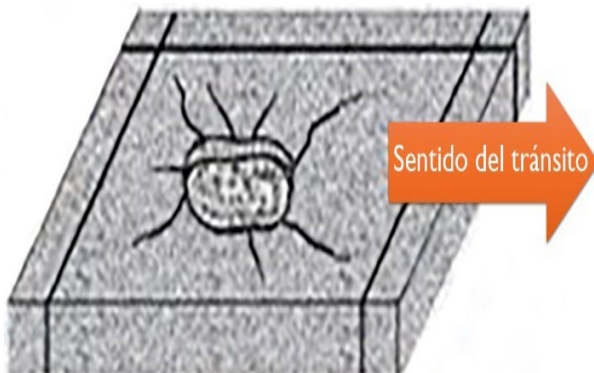
- Fundaciones y capas inferiores inestables.
- Espesores del pavimento estructuralmente insuficientes.
- Defectos constructivos.
- Retención de agua en zonas hundidas y fisuradas.
- Acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento o áreas con fisuras en bloque.
- Las fluctuaciones de temperatura pueden expandir y contraer el concreto, debilitando su estructura y provocando la formación de fisuras y, eventualmente, baches.

3. Niveles de severidad: B= Bajo, M= Mediano, A= Alto

Profundidad máxima (cm)	Menor a 70	Diámetro Promedio del Bache (cm)	
		70-100	Mayor a 100
Menor de 2,5	B	B	M
De 2,5 – 5,0	B	M	A
Mayor de 5,0	M	M	A

4. Medición: Pueden medirse alternativamente: i) contando el número de baches por cada nivel de severidad y registrando estos separadamente, y ii) computando estos en metros cuadrados de superficie afectada, registrando separadamente las áreas, según su nivel de severidad.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

H. Deficiencia de juntas en los pavimentos de concreto hidráulico

H.1 Deficiencia en material de sello

1. Descripción: Condición que posibilita la acumulación de material en las juntas o que permite una significativa infiltración de agua. Esta acumulación impide el movimiento de la losa, posibilitando la producción de fallas.

2. Posibles causas:

- Endurecimiento por oxidación del material de sello.
 - Pérdida de adherencia con los bordes de las losas.
 - Ejecución inadecuada.
 - Levantamiento del material de sello por efecto del tránsito y movimientos de las losas.
 - Escasez o ausencia del material de sello.
 - Material de sello inadecuado.
 - Colocación inadecuada del material de sello.
-

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- El material de sello se encuentra en general en buena condición en toda la sección evaluada; pueden presentarse, pero solo en cantidad reducida, algunos de los causales arriba indicados, pero no existe riesgo de infiltración de material incompresible.

M (Mediano)

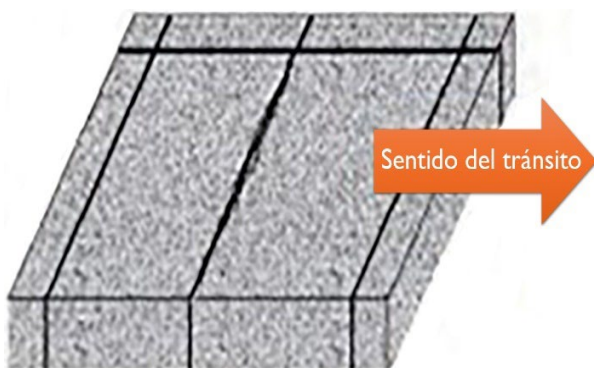
- El material de sello se encuentra en general en condición regular, en toda la sección; uno o más causales arriba indicados ocurren en grado moderado; el sello debe ser reemplazado en un período no mayor de dos años.

A (Alto)

- El material de sello se encuentra en condición pobre, o bien no existe; en toda la sección, uno o más causales arriba indicados ocurren con grado de severidad alto, las juntas requieren ser selladas o reselladas a la brevedad.
-

4. Medición: Las deficiencias del material de sello no se contabilizan de losa en losa. La calificación asignada se refiere a la condición del material de sello en toda el área.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

H. Deficiencia de juntas en los pavimentos de concreto hidráulico

H.2 Despostillamiento

1. Descripción: Rotura, fractura o desintegración de los bordes de las losas dentro de una junta o de una esquina. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa, sino que interceptan la junta en ángulo.

2. Posibles causas:

- Excesivas tensiones en las juntas ocasionadas por el tránsito e infiltración de materiales incompresibles.
- Debilidad del concreto.
- Trazo reincidente durante la ejecución de la junta.
- Deficiente diseño o construcción de los sistemas de transferencia de carga.
- Acumulación de agua a nivel de juntas.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Pequeños fracturamientos que no se extienden más de 8 cm a cada lado de la junta, dan lugar a pequeñas piezas que se mantienen bien firmes, aunque ocasionalmente algún pequeño trozo puede faltar.

M (Mediano)

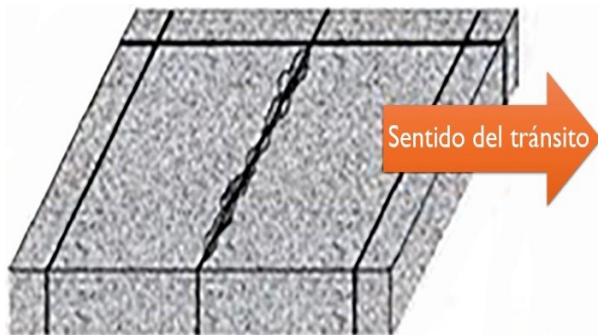
- Las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 8 cm a cada lado de esta, dando origen a piezas o trozos relativamente sueltos, que pueden ser removidos; algunos o todos los trozos pueden faltar, pero su profundidad es menor de 25 mm.

A (Alto)

- Las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 8 cm a cada lado de esta, las piezas o trozos han sido removidos por el tránsito y tienen una profundidad mayor de 25 mm.

4. Medición: Se contabilizan en términos de losas afectadas.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

I. Deficiencias en los pavimentos de concreto hidráulico

I.1 Fisuras por mal mantenimiento de juntas

1. Descripción: Fisuras sinuosas aproximadamente paralelas a la junta, en algunos, casos transversalmente y en forma de arcos erráticos, localizados muy próximas a las mismas.

2. Posibles causas:

- Falta de verticalidad y la inadecuada inserción de los elementos empleados para inducir el corte de la junta.
 - Cortes poco profundos.
 - Trazo reincidente durante la ejecución de la junta.
-

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Fisuras finas, de ancho menos de 3 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento o dislocamiento.

M (Mediano)

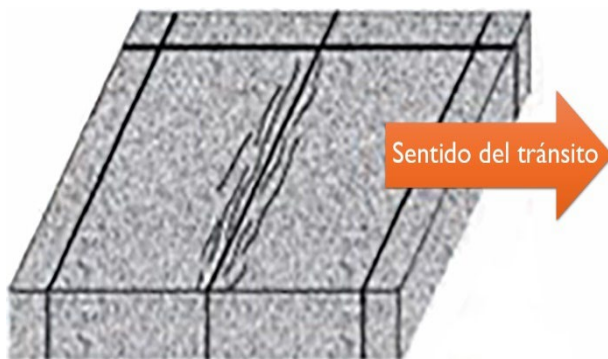
- Fisuras de ancho promedio entre 3 y 10 mm.
- Fisuras con despostillamiento o dislocamiento hasta 10 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello en condición insatisfactoria.
- Por despostillamiento, el área entre la fisura y la junta ha comenzado a fracturarse en trozos pequeños.

A (Alto)

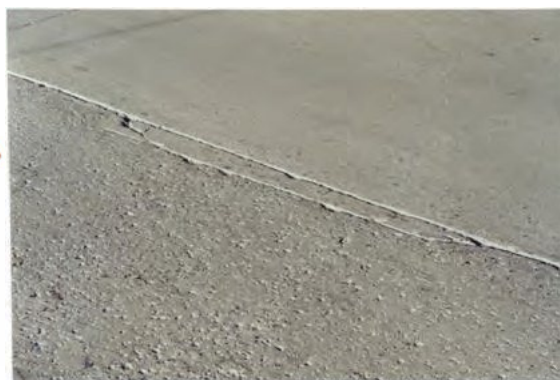
- Fisuras de ancho promedio mayor de 10 mm.
 - Fisuras, selladas o no, con despostillamiento o dislocamiento mayor de 10 mm.
 - El área entre las fisuras y la junta se ha fracturado en trozos pequeños que se encuentran sueltos o removidos por el tránsito.
-

4. Medición: Se contabilizan en términos de juntas afectadas con este daño.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

I. Deficiencias en los pavimentos de concreto hidráulico

I.2 Bombeo

1. Descripción: Expulsión de agua mezclada con suelos finos, a través de las juntas, grietas o bordes externos del pavimento, al pasar un vehículo, especialmente pesado y el ingreso de agua por falta de material adecuado de relleno en las juntas.

2. Posibles causas:

- Presencia de agua entre la base y el pavimento.
- Base saturada de agua.
- Transmisión de cargas entre losas, inadecuado.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Se aprecia incipiente bombeo hacia la superficie, entre las juntas.

M (Mediano)

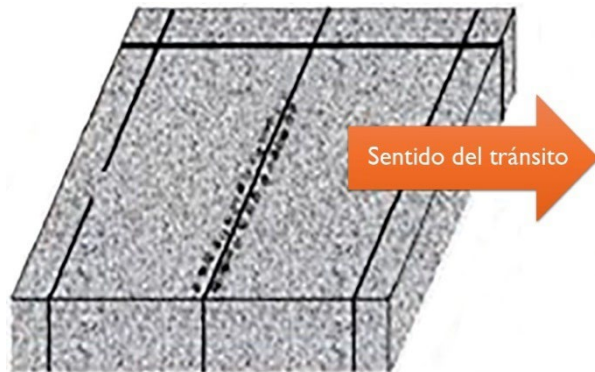
- Bombeo pronunciado hacia la superficie, sin rompimiento de losas.

A (Alto)

- Bombeo pronunciado hacia la superficie, con rompimiento de losas.

4. Medición: Se contabilizan en términos de juntas afectadas con este daño.

5. Esquema



6. Fotografía



Daños a pavimentos de concreto hidráulico

I. Deficiencias en los pavimentos de concreto hidráulico

I.3 Acabados Inadecuados

1. Descripción: Falta o pérdida de la textura superficial necesaria para que exista un contacto adecuado entre el pavimento y los neumáticos de los vehículos que circulan por la misma.

2. Posibles causas:

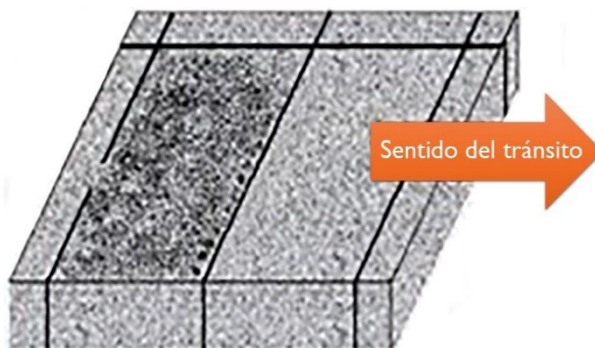
- No se terminó la construcción con la textura adecuada.
- Concreto mal dosificado o mala calidad de arena.
- Exceso de mortero en la superficie por mucha vibración.

3. Niveles de severidad:

- No se puede establecer a partir de una inspección visual, por lo que debe calcularse en función de las áreas que causan una reducción, resistencia o incomodidad al desplazamiento de los vehículos.
- Para evaluar el estado superficial del pavimento se deben realizar mediciones del índice de fricción y de macrotextura en la superficie de rodamiento. Los criterios de aceptación y rechazo para cada parámetro deben estar establecidas en la normativa local en cada país.

4. Medición: Se contabilizan en términos de metros cuadrados identificados con este daño o como lo indique la normativa para cada parámetro a evaluar.

5. Esquema



6. Fotografía



Carreteras sin estructura de pavimento

J. Daños a carreteras no pavimentadas o de tierra

J.1 deformación de sección transversal

1. Descripción: Deformaciones en la superficie de la carretera que no permiten el flujo de las aguas pluviales hacia los sistemas de drenaje, formando estancamientos.

2. Posibles causas:

- El tráfico pesado y continuo puede ejercer presión sobre la superficie de la carretera no pavimentada, provocando hundimientos, deformaciones y desgaste.
- Las lluvias intensas y las inundaciones pueden erosionar la superficie de la carretera no pavimentada y causar deformaciones.
- Ausencia de drenajes.
- Bombeo inadecuado.
- Asentamiento diferencial de la carretera.
- Movimiento de los materiales de la superficie por acción de las aguas pluviales.
- Cargas de tránsito.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Cuando los empozamientos ocupan menos del 10% de la sección transversal de la carretera y son poco profundos.

M (Mediano)

- Cuando los empozamientos ocupan entre el 10% y el 30% de la sección transversal de la carretera y son poco profundos.

A (Alto)

- Cuando los empozamientos ocupan más del 30% de la sección transversal de la carretera y son poco profundos o cuando estos originan grandes acumulaciones de agua.

4. Medición: Se contabilizan el porcentaje de la longitud total de las secciones que presentan este daño.

5. Esquema



6. Fotografía



Carreteras sin estructura de pavimento

J. Daños a carreteras no pavimentadas o de tierra

J.2 corrugaciones

1. Descripción: Serie de ondulaciones constituidas por crestas y depresiones perpendiculares a la dirección del tránsito, que se suceden muy próximas, una de otras, a intervalos aproximadamente regulares entre sí.

2. Posibles causas:

- Acción del tránsito.
- Mala compactación.
- Falta de cohesión del material de superficie, principalmente en época seca.
- Materiales inadecuados, con baja plasticidad, escasez de finos y agregados mayores de 7,62 cm (3 pulg.) son susceptibles a desarrollar este daño.
- Exceso de humedad sobre el rodamiento, provocado por elementos externos, tales como vegetación alta, rótulos, y otros.
- La erosión causada por lluvias, viento u otros, factores puede erosionar partes de la carretera y crear irregularidades en la superficie.

3. Niveles de severidad: Se determina en función de la profundidad de la depresión entre dos crestas. Estas se miden con una regla de 2,0 metros de longitud colocada a lo largo de la carretera. Se promedian los valores máximos de las depresiones.

B (Bajo)

- La profundidad promedio es menor de 2 cm.

M (Mediano)

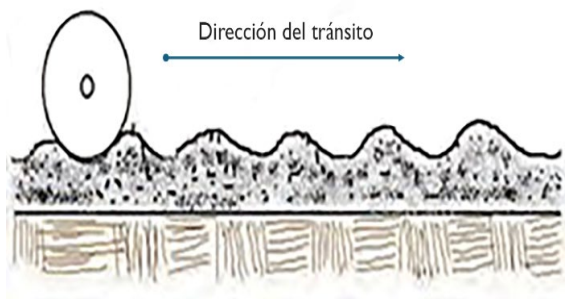
- La profundidad promedio está comprendida entre 2 y 5 cm.

A (Alto)

- La profundidad promedio es mayor de 5 cm.

4. Medición: Se contabilizan el porcentaje de la longitud total de las secciones que presentan este daño.

5. Esquema



6. Fotografía



Carreteras sin estructura de pavimento

J. Daños a carreteras no pavimentadas o de tierra

J.3 Ahuellamiento

1. Descripción: Deformación longitudinal continua a lo largo de las huellas de canalización del tránsito, de longitud variable.

2. Posibles causas:

- Acción del tránsito, principalmente pesado.
- Características del material de superficie.
- Cambios en el contenido de humedad del suelo pueden causar expansión y contracción.
- Condiciones climáticas extremas (lluvias intensas) pueden erosionar la superficie de la carretera y causar deformaciones, especialmente si el suelo es susceptible a la erosión.
- Falta de bombeo que permita drenar el agua rápidamente de la superficie de rodamiento.

3. Niveles de severidad: Se determina en función de la profundidad de la huella. Estas se miden con una regla de 2,0 metros de longitud colocada transversalmente a lo largo de la carretera. Se promedian los valores máximos de las depresiones.

B (Bajo)

- La profundidad promedio es menor de 2 cm.

M (Mediano)

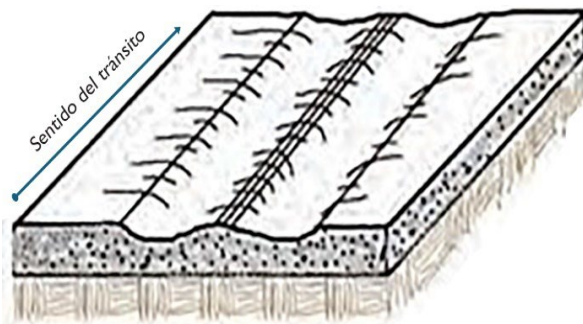
- La profundidad promedio está comprendida entre 2 y 5 cm.

A (Alto)

- La profundidad promedio es mayor de 5 cm.

4. Medición: Se contabilizan el porcentaje de la longitud total de las secciones que presentan este daño.

5. Esquema



6. Fotografía



Carreteras sin estructura de pavimento

J. Daños a carreteras no pavimentadas o de tierra

J.4 Pérdida de agregados

1. Descripción: Es la separación de los agregados de la capa de superficie, quedando en estado suelto y formando cordones a lo largo de la carretera. Estos agregados son esenciales para mantener la estabilidad y la capacidad de carga de la carretera, y su pérdida puede resultar en una rápida degradación de la superficie de la vía.

2. Posibles causas:

- Acción del tránsito sobre capas de superficie carente de finos plásticos y con presencia de agregados con partículas mayores de 5 cm.
- Erosión hídrica.
- Falta de compactación adecuada.

3. Niveles de severidad: Se determina en función de la altura de los cordones longitudinales sueltos que se forman.

B (Bajo)

- La altura promedio del cordón es menor de 5 cm.

M (Mediano)

- La altura promedio del cordón está comprendida entre 5 y 10 cm.

A (Alto)

- La altura promedio del cordón es mayor de 10 cm.

4. Medición: Se contabilizan el porcentaje de la longitud total de las secciones que presentan este daño.

5. Esquema



6. Fotografía



Carreteras sin estructura de pavimento

J. Daños a carreteras no pavimentadas o de tierra

J.5 Bache

1. Descripción: Cavidades en la superficie de la carretera en forma de tazón, de diversos diámetros y profundidad.

2. Posibles causas:

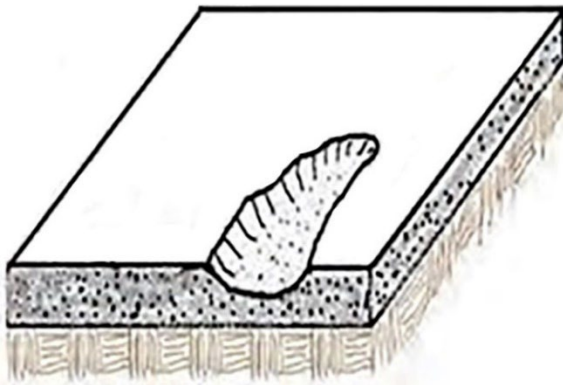
- El tráfico constante, especialmente de vehículos pesados, puede ejercer presión sobre la superficie del camino de tierra, causando deformaciones y hundimientos.
- Condiciones climáticas extremas.
- La erosión causada por la lluvia y el agua puede debilitar el suelo y provocar la formación de baches y depresiones en la superficie del camino.
- La construcción o el mantenimiento inadecuados pueden conducir a una compactación deficiente del suelo, lo que lo hace más susceptible a deformaciones y baches.

3. Niveles de severidad: Se determina en función del diámetro promedio y profundidad del bache (B=Bajo, M=Mediano, A=Alto).

Profundidad máxima (cm)	Menor a 30	Diámetro promedio del bache (cm)	
		30-70	Mayor a 70
Menor de 2,5	B B M	B M M	M A A
De 2,5 – 5,0			
Mayor de 5,0			

4. Medición: Se contabilizan contando el número de baches, por cada 100 metros, definiendo su nivel de severidad.

5. Esquema



6. Fotografía



Carreteras de adoquín

K. Daños a carreteras adoquinadas

K.1 bache

1. Descripción: Separación de uno o más adoquines de la capa que forma la superficie de rodadura, sin deformación de las capas inferiores del pavimento.

2. Posibles causas:

- Pérdida de los materiales sellantes.
- Acción del tránsito principalmente por el paso de vehículos pesados.
- Aflojamiento de bloques.
- Efectos del clima, principalmente precipitación intensa.
- Pérdida de la cama de arena.
- Debilitamiento de las capas subyacentes.
- Proceso constructivo.

3. Niveles de severidad: Se determina en función del número de adoquines desprendidos.

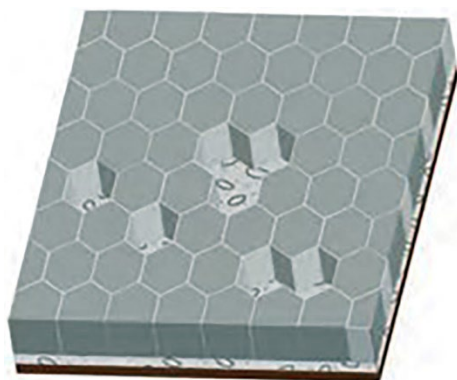
Bajo: menos de 1 metro cuadrado.

Medio: entre 1 y 2 metros cuadrados.

Alto: mayor de 2 metros cuadrados.

4. Medición: Se contabilizan el número de metros cuadrados.

5. Esquema



6. Fotografía



Carreteras de adoquín

K. Daños a carreteras adoquinadas

K.2 pérdida de sello arenoso

1. Descripción: Erosión de la junta entre adoquines, del material arenoso que actúa como sello.

2. Posibles causas:

- Acción del tránsito.
- Efectos de la intemperie, principalmente erosión por viento y precipitación.
- Granulometría del material arenoso.

3. Niveles de severidad:

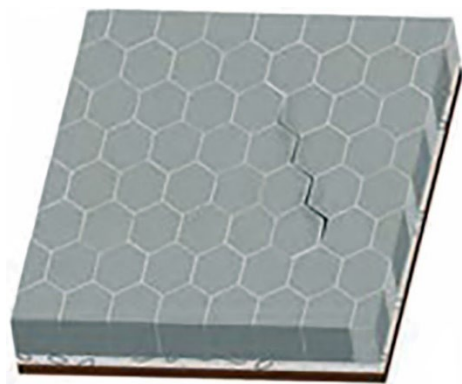
Bajo: menos de 30 metros cuadrados.

Medio: entre 30 y 100 metros cuadrados.

Alto: mayor de 100 metros cuadrados.

4. Medición: se contabilizan el número de metros cuadrados de material sellante faltante.

5. Esquema



6. Fotografía



Carreteras de adoquín

K. Daños a carreteras adoquinadas

K.3 Despostillamiento

1. Descripción: Rotura, fractura o desintegración de los bordes de los adoquines dentro de una junta.

2. Posibles causas:

- Pérdida de los materiales sellantes.
- Acción del tránsito.
- Aflojamiento de bloques.
- Calidad de adoquín.
- Tráfico pesado.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Pequeños fracturamientos en los adoquines, que no se extienden más de 1 cm hacia el interior de la unidad, en una o más piezas.

M (Mediano)

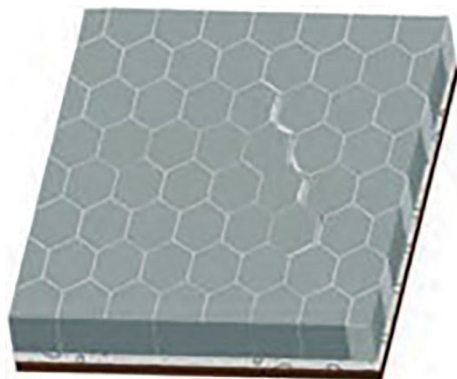
- Las fracturas se extienden entre 1 y 2 cm hacia el interior de las unidades, dando origen a piezas o trozos relativamente sueltos, que pueden removerse.

A (Alto)

- Las fracturas se extienden a lo largo de la junta bordeando el adoquín, con desprendimiento de piezas de más de 2 cm a cada lado de esta, que han sido removidas por la acción del tránsito.

4. Medición: Se contabiliza el número de adoquines con daño, según su nivel de severidad.

5. Esquema



6. Fotografía



Carreteras de adoquín

K. Daños a carreteras adoquinadas

K.4 Asentamiento

1. Descripción: Depresión de la estructura del pavimento de adoquín, provocada por la deformación o pérdida de material que soporta la rodadura de la carretera.

2. Posibles causas:

- Asentamiento o consolidación en la subrasante (puede deberse a cambios en la humedad del suelo).
- Filtración de agua debido a ausencia de material sellante.
- Sobrecargas de los vehículos que transitan sobre la misma.
- Pérdida de la cama de arena.
- Nivel freático elevado.
- Deficiencia o ausencia de mantenimiento de los drenajes y subdrenajes.
- Deficiencia en la reparación de la estructura del pavimento por la instalación de servicios públicos.

3. Niveles de severidad:

B (Bajo)

- Causa al vehículo un balanceo o salto característico, sin generar incomodidad.

M (Mediano)

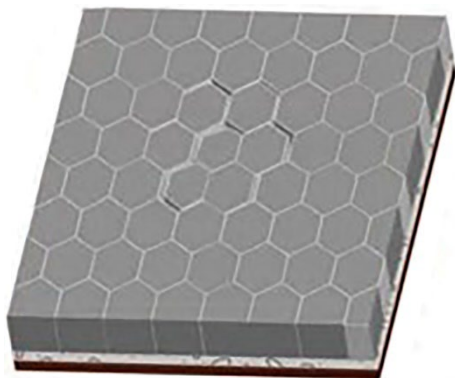
- Causa a los vehículos un significativo salto o balanceo, que genera incomodidad.

A (Alto)

- Causa un excesivo salto que resulta en pérdida del control de los vehículos, por lo que es necesario reducir la velocidad.

4. Medición: Se contabiliza el número total de adoquines que forman la deformación en la rodadura.

5. Esquema

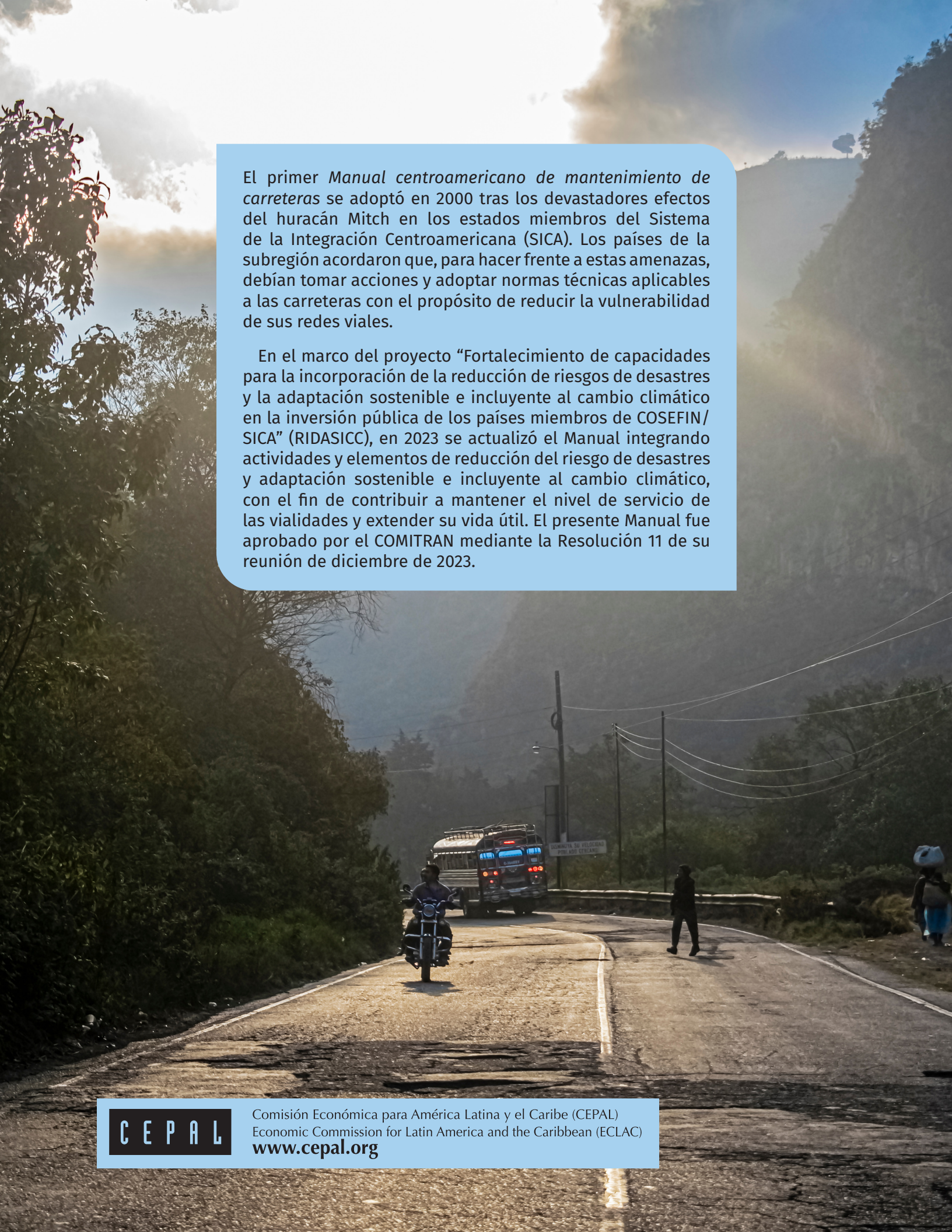


6. Fotografía



Bibliografía

- BID/CEPAL (Banco Interamericano de Desarrollo/Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2021), "Evaluación de los efectos e impactos de la tormenta tropical Eta y el huracán Iota en Honduras", *Nota técnica*, N° 2168.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2022), *Fortalecimiento de capacidades para la incorporación de la reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático en la inversión pública en los países miembros del COSEFIN/SICA* [en línea] <https://www.cepal.org/es/proyectos/fortalecimiento-capacidades-la-incorporacion-la-reduccion-riesgo-desastres-la-adaptacion>.
- _____ (2015), *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible* (LC/G.2624) [en línea] <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46853-evaluacion-efectos-impactos-causados-la-tormenta-tropical-eta-huracan-iota>.
- _____ (2010), *Evaluación de daños y pérdidas en El Salvador ocasionados por la tormenta tropical Ágatha* (LC/MEX/L.982) [en línea] <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/26033>.
- _____ (2005), *Efecto en Guatemala de las lluvias torrenciales y la tormenta tropical Stan* (LC/MEX/R.895) [en línea] <https://www.cepal.org/es/publicaciones/25777-efectos-guatemala-lluvias-torrenciales-la-tormenta-tropical-stan-octubre-2005>.
- EM-DAT (The International Disaster Database/Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) University of Louvain [base de datos en línea] <https://www.emdat.be/>.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2022), *Climate Change 2022, Impacts, Adaptation and Vulnerability*.
- _____ (2018), "Anexo I: glosario", *Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza*.
- Mendoza Sánchez, J. F. (2023), *Canales de impacto del cambio climático en la infraestructura vial* (LC/MEX/TS.2023/41), Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) [en línea] <https://www.cepal.org/es/publicaciones/68756-canales-impacto-cambio-climatico-la-infraestructura-vial>.
- Naciones Unidas (2016), *Informe del Secretario General sobre la implementación del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*, Nueva York.
- Olivares, J. y otros (2023), *Información climática disponible y recomendaciones para su uso en la inversión pública en los países del COSEFIN/SICA* (LC/MEX/TS.2023/39), Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) [en línea] <https://www.cepal.org/es/publicaciones/68686-informacion-climatica-disponible-recomendaciones-su-uso-la-inversion-publica>.
- SIECA (Secretaría de Integración Económica Centroamericana) (2023), *Plan Maestro Regional de Movilidad y Logística 2035*, Ciudad de Guatemala, Guatemala [en línea] <https://www.sieca.int/producto/plan-maestro-regional-de-movilidad-y-logistica-2035/>.
- USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional) (1999), *El impacto del huracán Mitch en Centroamérica*, Washington, D.C.
- Vega Rodríguez, R. y J. Lennox (2023), *Modelo conceptual para integrar la reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático en la inversión pública* (LC/MEX/TS.2023/33), Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) [en línea] <https://www.cepal.org/es/publicaciones/68644-modelo-conceptual-integrarla-reduccion-riesgo-desastres-la-adaptacion-sostenible>.



El primer *Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras* se adoptó en 2000 tras los devastadores efectos del huracán Mitch en los estados miembros del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA). Los países de la subregión acordaron que, para hacer frente a estas amenazas, debían tomar acciones y adoptar normas técnicas aplicables a las carreteras con el propósito de reducir la vulnerabilidad de sus redes viales.

En el marco del proyecto “Fortalecimiento de capacidades para la incorporación de la reducción de riesgos de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático en la inversión pública de los países miembros de COSEFIN/ SICA” (RIDASICC), en 2023 se actualizó el Manual integrando actividades y elementos de reducción del riesgo de desastres y adaptación sostenible e incluyente al cambio climático, con el fin de contribuir a mantener el nivel de servicio de las vialidades y extender su vida útil. El presente Manual fue aprobado por el COMITRAN mediante la Resolución 11 de su reunión de diciembre de 2023.