



**FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y DEL
COMPORTAMIENTO HUMANO**

Trabajo de fin de Carrera titulado:

**“Análisis de los riesgos laborales en operaciones y trabajos viales, propuesta de una
guía básica de seguridad y señalización para los trabajos en la vía”**

Realizado por:

EDISON VLADIMIR MOYA

Director del proyecto:

Ing. Pablo Dávila Rodríguez Msc.

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

QUITO, 21 de septiembre de 2023

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Edison Vladimir Moya Álvarez, ecuatoriano, con Cédula de ciudadanía N° 172238809-5, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional, y se basa en las referencias bibliográficas descritas en este documento.

A través de esta declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.



Edison Vladimir Moya Álvarez

C.I.: 172238809-5

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.



Ing. Pablo Dávila Rodríguez Msc.

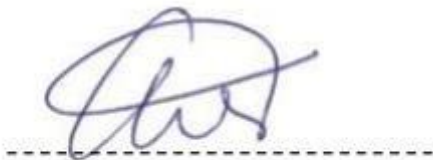
DIRECTOR

LOS PROFESORES INFORMANTES:

Ing. Aimee Vilaret Msc.

Ing. Marcelo Russo Msc.

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa
oral ante el tribunal examinador.



Ing. Aime Villaret Msc.



Ing.

Marcelo Russo Msc.

Quito, 21 de septiembre de 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.



Edison Vladimir Moya Álvarez

C.I.: 172238809-5

DEDICATORIA

A mi madre Paola Álvarez, quien ha sido el pilar fundamental para alcanzar mis sueños.

Tus frases de aliento, paciencia y sacrificio han sido mi mayor inspiración, con tu amor incondicional y tu ejemplo de fortaleza, me has guiado a lo largo de este viaje académico y personal. Cada página de esta tesis es un tributo a tu dedicación y a la confianza que has depositado en mí.

A mi amado abuelo, Patricio Moya, quien ya no está físicamente entre nosotros, pero cuyo legado y amor continúan viviendo en mi corazón y en cada página de esta tesis. Aunque te extraño profundamente, sé que siempre serás parte de mi vida y que tu espíritu seguirá inspirándome en el futuro.

A mis Hermanas, Danna y Paulett, esta tesis no es solo mi logro personal, sino un recordatorio de la importancia de la educación y el esfuerzo constante. Espero que esta dedicatoria inspire a perseguir sus propios sueños y metas con pasión y determinación. Siempre recuerden que tienen un hermano que cree en ustedes y está dispuesto apoyarlas en sus metas y sueños.

Agradezco a todos por ser parte fundamental de esta meta.

Edison Vladimir Moya Alvarez

AGRADECIMIENTO

A Dios, en este momento significativo de mi vida, quiero tomar un momento para agradecer por su amor incondicional y por ser mi fuente de fortaleza y sabiduría durante mi trayectoria académica.

A mi Familia, esta tesis representa más que un logro académico es el resultado de un esfuerzo colectivo y el reflejo del amor y apoyo que he recibido a lo largo de mi vida.

A la Universidad Internacional SEK, y a todos los profesores que han sido parte fundamental de mi crecimiento y desarrollo como profesional.

Edison Vladimir Moya Alvarez RESUMEN	6
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I	15
INTRODUCCIÓN	15
1.1 Problema de investigación	15
1.1.1 Planteamiento del problema	15
1.1.2 Pronóstico de las operaciones de mantenimiento y conservación vial	15
1.1.3 Control del Pronóstico	16
1.1.4 Hipótesis:.....	17
1.2 Objetivos:	17
1.2.1 Objetivo general.....	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 Justificación:	18
1.4 Marco Teórico	18
1.4.1 Origen y desarrollo de la red vial ecuatoriana	18
1.4.2 Ciclo de vida de las vías o carreteras	21
1.4.3 Operaciones de construcción, mantenimiento y conservación Vial.....	23
1.5 Elementos principales de una vía o carretera	32
1.6 Seguridad en las operaciones de mantenimiento y conservación vial	33
1.7 Requisitos legales y normativa aplicable	35
1.8 Metodologías y herramientas de evaluación de riesgos laborales	48
1.9 Control de riesgos laborales	49
CAPITULO II	50
MÉTODO	50
2.1 Tipo de estudio	50
2.2 Modalidad de investigación	51
2.3 Método	51
2.4 Población y muestra	52
CAPITULO III	53
RESULTADOS	53
3.1 Riesgos laborales en las operaciones viales	53
3.2 Análisis de riesgos laborales: visión internacional	55
3.3 Análisis de los riesgos laborales: Visión local (Ecuador)	60
3.3.1 Evaluación de Riesgos laborales.....	60

3.3.2 Determinación de las medidas preventivas de control	64
3.4 Resultados: peligros, riesgos y controles en operaciones viales	66
CAPITULO IV	95
PROPUESTA	95
4.1 Guía básica de señalización y seguridad para trabajos en la vía	95
4.1.1 Zonas de control de tránsito temporal	95
4.1.2 Componentes de las zonas de control de tránsito temporal.....	95
4.1.2.1 Área de advertencia anticipada	96
4.1.2.2 Área de transición	99
4.1.2.3 Área de trabajos.....	104
4.1.2.4 Área de fin de trabajos.....	106
4.1.3 Señales temporales para trabajos en la vía	107
4.1.3.1 Clasificación de las señales para zonas de trabajo.....	108
4.2 Dispositivos para obras temporales	114
4.2.1 Dispositivos de canalización.....	114
4.2.1.1 Conos.....	114
4.2.1.2 Delineadores tubulares.....	115
4.2.1.3 Tanquetas o canecas:.....	116
4.2.1.4 Barreras articuladas (plásticas)	117
4.2.1.5 Barrera de construcción temporal.....	118
4.2.1.6 Barricadas.....	118
4.2.1.7 Paneles luminosos.....	120
4.2.2 Sistemas de control de tránsito	121
4.2.2.1 Señales PARE/SIGA.....	121
4.2.2.2 Vestimenta de alta visibilidad	124
4.2.3 Criterios de Calidad de las Señales y Dispositivos de Control de Tránsito.....	125
4.2.3.1 Guía de evaluación de los dispositivos de control de tránsito.....	127
4.3 Características de los trabajos en la vía	130
4.3.1 Operaciones básicas de control de tránsito.....	130
4.3.2 Duración de los trabajos	131
4.3.3 Tipos de trabajos.....	131
4.4 Estrategias de prevención para trabajos en la vía.....	134
4.4.1 Plan para el control de tránsito (PCT)	134
4.4.2 Plan para el control de tránsito interno (PCTI)	135

4.5 Esquemas operativos de control de tránsito modelo	136
4.5.1 Trabajos en la banquina (fuera de la berma)	136

ÍNDICE DE CONTENIDO

4.5.2 Trabajos en las bermas con diferentes ubicaciones	124
4.5.3 Cierre de la berma en vía de un sentido	125
4.5.4 Trabajos en la berma y parte del carril contiguo	126
4.5.5 Cierre de vía con cambio de ruta	127
4.5.6 Cierre de vía con desvío de la ruta	128
4.5.7 Cierre de carril en una vía de doble sentido curva con hombre bandera	129
4.5.8 Cierre de carril en vía de doble sentido	130
4.5.9 Cierre temporal de una vía	131
4.5.10 Trabajos en el centro de una vía de doble sentido con hombre bandera	132
4.5.11 Trabajos en el centro de una vía en doble sentido	133
4.5.12 Cierre de carriles interiores en una vía de múltiples carriles	134
4.5.13 Cierre de carril en vía de un sentido y doble calzada	135
4.5.14 Trabajos en la mediana	136
4.5.15 Trabajos en la mediana y cierre de carriles interiores	137
4.5.16 Trabajos en semáforo central	138
4.5.17 Trabajos en semáforo lateral	139
4.5.18 Trabajos móviles	140
CAPITULO V	141
DISCUSIÓN	141
4.1 Conclusiones	141
4.2 Recomendaciones	143
4.3 Referencias Bibliográficas	146
4.3.1 Trabajos citados	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Jerarquización de la red vial ecuatoriana	18
Tabla 2. Actividades de conservación vial rutinaria	24

Tabla 3. Actividades de conservación vial periódico	27
Tabla 4. Revisión y análisis de los requisitos legales relacionados	34
Tabla 5. Población y muestra del estudio	49
Tabla 6. Riesgos laborales evaluados por las microempresa y pymes Ecuador	57
Tabla 7. Acciones preventivas de control establecidas por microempresas y pymes de Ecuador ...	60
Tabla 8. Acciones preventivas para trabajos de construcción, mantenimiento y conservación vial	62
Tabla 9. Distancia recomendada para el área de advertencia	85
Tabla 10. Significado de códigos de letras en esquemas de aplicación típica	87
Tabla 11. Tipo de transiciones o estrechamiento	89
Tabla 12. Longitud mínima de transición en vías con $V < 60$ km/h.	90
Tabla 13. Número mínimo de dispositivos de canalización	91
Tabla 14. Distancia de seguridad longitudinal	93
Tabla 15. Distancia mínima de la señal al punto de entrada o salida de maquinaria	94
Tabla 16. Altura mínima de letra	96
Tabla 17. Señales regulatorias	97
Tabla 18. Señales Preventivas	98
Tabla 19. Señalización informativa de cierre de carriles	100
Tabla 20. Señalización informativa de desvíos	100
Tabla 21. Señalización informativa de condiciones en la vía	101
Tabla 22. Señalización informativa de fin de trabajos	101
Tabla 23. Altura mínima de conos	102
Tabla 24. Ubicación y visibilidad del hombre bandera	110
Tabla 25. Criterios generales de calidad	114
Tabla 26. Operaciones básicas y sus esquemas aplicables	118
Tabla 27. Relación entre tipo de trabajo, operaciones básicas y duración	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa red vial estatal ecuatoriana	19
Figura 2. Fases del ciclo de vida fatal	20
Figura 3. Condición de la vía sin mantenimiento	21
Figura 4. Condición de la vía con y sin mantenimiento	21
Figura 5. Diagrama de flujo del ciclo de vida “fatal” y “deseable”	22
Figura 6. Proceso de las vías	23
Figura 7. Partes y elementos de una vía o carretera	31
Figura 8. Jerarquía de controles	46

Figura 9. Componentes de una zonas de control de tránsito temporal	84
Figura 10. Señal “Hombres Trabajando”	85
Figura 11. Señal “Trabajo en la vía con distancia”	86
Figura 12. Tipos de estrechamiento y espacios de protección	88
Figura 13. Diseño del estrechamiento en la zona de transición	91
Figura 14. Características de los conos	103
Figura 15. Características de los delineadores	104
Figura 16. Características de los tanques	105
Figura 17. Características de las barreras	106
Figura 18. Características de las barreras de construcción temporal	106
Figura 19. Características de las barricadas	107
Figura 20. Características de las barricadas	108
Figura 21. Operación de los paneles luminosos	109
Figura 22. Ubicación del Hombre Bandera	110
Figura 23. Posicionamiento del hombre bandera (TCP’s)	111
Figura 24. Operaciones del sistema PARE – SIGA	112
Figura 25. Chalecos o Chompas fluorescente	113
Figura 26. Overoles Fluorescentes	113
Figura 27. Evaluación de calidad de los conos	115
Figura 28. Evaluación de calidad de los tanques o barriles	116
Figura 29. Evaluación de calidad de las señales de área de trabajo	117

RESUMEN

Los trabajos de construcción, mantenimiento y conservación vial están enfocados en prolongar el tiempo de vida útil de las vías, lo que conlleva al desarrollo de actividades compartidas con peatones, pasajeros, tránsito vehicular, maquinaria y equipo pesado. Esto nos lleva a implementar procesos estrictos de seguridad a fin de evitar accidentes que puedan afectar tanto a los trabajadores, usuarios de la vía y a la movilidad del tránsito.

En este contexto, el autor ha realizado un análisis de los peligros y riesgos laborales de microempresas y pymes nacionales (30 mujeres y 91 hombres) y comparadas con resultados que presentan varios organismos públicos y privados reconocidos internacionalmente. El resultado de este análisis ha determinado que el peligro mecánico es el que más destaca entre el resto de peligros y los riesgos asociados de “Atropello o golpe por maquinaria automotores” y “Caídas al mismo nivel” son los más característicos, debido a la exposición de los trabajadores a ambientes hostiles y presencia de condiciones peligrosas debido al tránsito vehicular y condiciones de la vía.

Por otro lado, destaca el análisis legal nacional, regional e internacional de los requisitos legales que realiza el autor, demostrando con ello, que no existe suficiente regulación o guía que establezcan las estrategias a seguir para realizar operaciones viales de forma segura. Si bien, existe poca información disponible, esta, se centra en el establecimiento de las zonas de trabajo, la señalización temporal y dispositivos de canalización recomendadas, lo que se considera como una de las principales estrategias preventivas en este ámbito.

Asimismo, el autor ha realizado un análisis técnico y detallado de cada una de las partes que conforman las zonas de control de tránsito temporal (área de advertencia, área de transición, área de trabajos, espacio de tránsito y área de fin de trabajos), donde se precisan criterios técnicos de distancias de seguridad respecto a la velocidad máxima de circulación, así como los criterios de uso de las señales para trabajos en la vía y de los dispositivos de canalización del tránsito vehicular, los cuales se deben considerar al momento de diseñar y establecer un Plan para el Control de Tránsito (PCT)

Por último, el autor, ha determinado y recomendado varios esquemas operacionales que cumplen los criterios del Plan para el Control de Tránsito, y que por sus características son los que más se ajustan a la realidad de los trabajos en la vía realizados en el Ecuador.

Palabras claves: riesgos, laborales, trabajos viales, seguridad, señalización.

ABSTRACT

Road construction, maintenance and conservation works are focused on prolonging the useful life of the roads, which leads to the development of shared activities with pedestrians, passengers, vehicular traffic, machinery and heavy equipment. This leads us to implement strict safety processes in order to avoid accidents that may affect both workers, road users and traffic mobility.

In this context, the author has carried out an analysis of the occupational hazards and risks of national microenterprises and pyme's (30 women and 91 men) and compared them with results presented by several internationally recognized public and private organizations. The result of this analysis has determined that the mechanical danger is the one that stands out the most among the rest of the dangers and the associated risks of "Run over or hit by automotive machinery" and "Falls at the same level" are the most characteristic, due to the exposure of workers to hostile environments and presence of dangerous conditions due to vehicular traffic and road conditions.

On the other hand, the national, regional and international legal analysis of the legal requirements carried out by the author stands out, thereby demonstrating that there is not enough regulation or guidance that establishes the strategies to be followed to carry out road operations safely. Although there is little information available, it focuses on the establishment of work areas, temporary signage and recommended channeling devices, which is considered one of the main preventive strategies in this area.

Likewise, the author has carried out a technical and detailed analysis of each of the parts that make up the temporary traffic control zones (warning area, transition area, work area, transit space and end of work area), where technical criteria of safety distances with respect to the maximum circulation speed are required, as well as the criteria for the use of signs for road work and vehicular traffic channeling devices, which must be considered when designing and establish a Traffic Control Plan (PCT)

Finally, the author has determined and recommended several operational schemes that meet the criteria of the Traffic Control Plan, and that due to their characteristics are the ones that best fit the reality of road works carried out in Ecuador.

Keywords: risks, labor, road work, safety, signaling.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Problema de investigación

1.1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad, los trabajos de conservación y mantenimiento vial representan una actividad de alto riesgo por la presencia de diversos peligros, como la presencia constante de vehículos, de maquinaria pesada, un entorno de trabajo ocasionalmente inestable con cambios climáticos impredecibles y adversos, exponiendo así, a los responsables de estos trabajos a un alto riesgo de sufrir accidentes, enfermedades laborales o fatalidades. En muchas ocasiones el incumplimiento frecuente de los protocolos o procedimientos de seguridad laboral, incrementan el nivel de riesgo para los trabajadores, pudiendo afectar la integridad física de los trabajadores.

En el Ecuador, el (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), 2021) es el ente encargado de formular, implementar y evaluar políticas, regulaciones y planes relacionados al transporte y obras públicas. Sin embargo, al hablar específicamente sobre las medidas de seguridad laboral que se debe mantener en las operaciones de construcción, mantenimiento y conservación de vías, esta es bastante limitada y no se evidencia información que brinde una guía para realizar estas actividades de forma segura.

Por otro lado, tampoco se evidencian datos específicos entregados por los organismos de control, respecto al número de accidentes laborales conexos con los trabajos de mantenimiento y conservación vial, lo que hace más difícil determinar las consecuencias que producen los accidentes o enfermedades laborales en los trabajadores.

1.1.2 Pronóstico de las operaciones de mantenimiento y conservación vial

Hoy en día, la seguridad en el lugar de trabajo es una preocupación importante tanto para las empresas y trabajadores, particularmente en aquellos sectores donde los niveles de riesgo son elevados, como es el caso del mantenimiento y conservación vial. A pesar de los esfuerzos por mejorar la seguridad en estos entornos, las estadísticas de accidentes laborales continúan siendo preocupantes. En otras palabras, el mantener y conservar las

vías o carreteras representa no solo un alto costo operativo, además afecta el bienestar físico de los trabajadores.

De acuerdo a los datos del Registro Nacional de Víctimas de Accidentes de Tránsito de España, indican que 158 accidentes de tránsito presentados en el 2021 estaban relacionados con las operaciones de conservación y mantenimiento vial. De este número, 17 involucraron a trabajadores que se encontraban en la zona de trabajo y los 141 casos restantes corresponden a trabajadores que se mantenían en los vehículos de trabajo (Dirección General de Tráfico (DTG), 2022).

En lo que respecta a los trabajadores que han perdido la vida mientras realizaban actividades de conservación y mantenimiento vial, tenemos; 8 en el 2017, 8 más en el 2018, 3 casos en el 2019, 4 casos en el 2020, 2 casos más en el 2021 y con datos aun no definitivos, el 2022 con 4 nuevos casos (Cano, 2023).

Según datos de Eurostat (Europa) se estima que hasta el 40% de todos los fallecimientos en carretera corresponden a eventos de origen laboral. Cabe señalar, que no es fácil determinar una cifra exacta, ya que cada país define de manera particular los accidentes laborales de tráfico (Dirección General de Tráfico (DGT), 2019).

El (Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2022) de Estados Unidos de Norteamérica ha expresado que; en comparación con otras industrias, la construcción tiene las tasa más alta de accidentes fatales, el 3 por ciento de todos los accidentes fatales anuales se atribuyen a trabajos en la vía.

El mismo CDC, refiere que, más de 2000 personas murieron como resultado de los trabajos de construcción vial entre el 2003 y 2019, lo que quiere decir, que 124 personas por año promedio pierden la vida. Por esta razón se la considera como una de las ocupaciones más peligrosas.

1.1.3 Control del Pronóstico

La investigación desarrollada está enfocada en realizar un análisis de los riesgos laborales, proveniente de diferentes fuentes bibliográficas, diversos requisitos legales, guías o manuales nacionales e internacionales y los resultados obtenidos del diagnóstico de los peligros y riesgos evaluados por microempresas y pymes que están vinculadas a las labores de mantenimiento y conservación vial.

Los resultados de este análisis, no proporcionara el insumo necesario para desarrollar y proponer una “Guía básica de seguridad para trabajos en la vía”, donde se establezcan medidas preventivas para reducir y controlar los riesgos laborales a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores de este campo laboral.

1.1.4 Hipótesis:

Un adecuado análisis de riesgos acompañado de las adecuadas medidas de seguridad, es fundamental para reducir la probabilidad y el impacto que pueden provocar los accidentes laborales en trabajos de construcción, mantenimiento y conservación vial. La propuesta de una guía básica de seguridad y señalización para trabajos en la vía, podría servir como una herramienta preventiva y de consulta para los trabajadores y empresas dedicadas a estas actividades.

1.2 Objetivos:

1.2.1 Objetivo general

El objetivo del presente documento es identificar los principales riesgos laborales relacionados con los trabajos de conservación vial y con base en ello, proponer una guía básica de seguridad para trabajos en la vía que aporten a la prevención de accidentes y lesiones en este tipo de actividades, mediante la revisión bibliográfica de estudios previos, normativas, guías, manuales y mejores prácticas en seguridad laboral, así como un análisis de los riesgos más comunes asociados a los trabajos de conservación vial.

1.2.2 Objetivos específicos

- a. Determinar las principales actividades del mantenimiento y conservación vial para determinar las medidas de seguridad en el desarrollo de estas labores.
- b. Realizar una revisión y análisis de los requisitos legales, manuales o guías internacionales y nacionales relacionadas al Mantenimiento y Conservación Vial.
- c. Identificar los riesgos laborales significativos asociados a los trabajos en la vía y conservación vial de varias microempresas empresas que realizan este tipo de actividades.

- d. Proponer una guía básica de seguridad y señalización para trabajos de construcción, mantenimiento y conservación vial, que sirva como herramienta de prevención para los trabajadores y empresas dedicadas a esta labor.

1.3 Justificación:

La construcción, el mantenimiento y conservación vial es una actividad esencial para garantizar la seguridad de los usuarios de las vías de comunicación y el buen funcionamiento de las economías nacionales. Sin embargo, los trabajadores que realizan labores de conservación vial están expuestos a diversos riesgos laborales que pueden poner en peligro su integridad física y su salud.

En tal sentido, es necesario identificar cuáles son las actividades principales de las operaciones de mantenimiento y conservación vial, así como los riesgos laborales asociados. Por esta razón, resulta necesario examinar los riesgos laborales en los trabajos de mantenimiento y conservación vial, ya que con ello podremos sugerir y proponer una guía básica de seguridad y señalización que considere acciones preventivas prácticas dirigidas a controlar o minimizar los riesgos que podrían trascender en accidentes o enfermedades laborales.

La investigación propuesta puede contribuir a mejorar las condiciones laborales de los trabajadores que realizan labores de mantenimiento y conservación vial, así como garantizar la seguridad de los usuarios que circulan por las vías.

1.4 Marco Teórico

1.4.1 Origen y desarrollo de la red vial ecuatoriana

La red vial en Ecuador se ha construido a lo largo del tiempo, iniciando desde la etapa precolombina cuando se tenían senderos (trochas o chaquiñanes de 1 metro) que conectaban a las diferentes comunidades indígenas para realizar el intercambio de productos. Posteriormente en el período colonial, el sistema vial se amplió a caminos y ferrocarriles producto de las guerras e intercambios comerciales.

En un principio las vías eran construidas con procesos manuales, pasando más adelante a usar tecnología para la construcción del sistema vial. Actualmente, parte de la red vial

existente, es el resultado de antiguas rutas incásicas y coloniales, que iban desde la cordillera hasta llegar a la costa y oriente ecuatoriano. (Navarro Batallas, 2016).

Actualmente, la red vial ecuatoriana se encuentra limitada, ya que presentan características regulares o malas, lo que afecta a la integración y aísla a ciertas áreas. Además, se debe considerar que las vías nacionales son propensas a sufrir interrupciones debido a deslaves, derrumbes, rotura de puentes, entre otros factores naturales, agravando aún más la situación y es que la conservación vial se encuentra afectada por la falta de intervención.

La falta de conservación vial, el mal estado de las vías, las interrupciones o bloqueos puede generar condiciones peligrosas no solo para los usuarios, aumentando su nivel de estrés al estar más alerta para evitar obstáculos, también se pueden ver afectados los vehículos por accidentes de tránsito, o simplemente ocasionar demoras en el tráfico, lo que a su vez puede originar la pérdida de confianza de la infraestructura vial y la disminución del uso de las mismas, perturbando directamente en la economía y desarrollo de las regiones .

En el siguiente cuadro se muestra la clasificación y jerarquización de la red vial nacional (Erazo Espinoza, 2023):

Tabla 1. Jerarquización de la red vial ecuatoriana		
Clasificación		Sub-clasificación
Red vial nacional	57 corredores arteriales	7 ejes troncales norte – sur
		12 primarios
		5 ejes transversales este - oeste
		45 secundarias o colectores
Red vial provincial	Conjunto de vías terciarias y caminos vecinales	Administrados por los Consejos Provinciales
Red vial cantonal	Conjunto de vías terciarias y caminos vecinales	Administrados por los Municipios

Nota: Elaboración del autor (2023), obtenido de (Erazo Espinoza, 2023):

De acuerdo a datos proporcionados por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) de Ecuador, el 54,25% de las vías se encuentran en buen estado, mientras que el 45,75% se mantienen en estado regular o malo, por lo cual se recomienda que la circulación vial debe realizarse con mucha precaución (El Comercio, 2023).

En la siguiente imagen se muestra el mapa de la red vial estatal ecuatoriana, actualizada hasta el año 2022, la cual provee de información respecto al estado de las vías y las recomendaciones de transitabilidad vehicular (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), 2022).

Figura 1. Mapa red vial estatal ecuatoriana



Nota: Obtenido de (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), 2022).

Dentro de ese orden de ideas, podemos señalar que una adecuada infraestructura vial es fundamental para el desarrollo económico y crecimiento de un país, ya que facilita el transporte de personas y mercancías, con lo cual se satisfacen las necesidades básicas de educación, trabajo, alimentación y salud. La red vial en Ecuador está compuesta por redes viales nacionales, provinciales y cantonales. Son arterias viales que integran el país, conectando capitales de provincia, puertos, aeropuertos, cruces de frontera y centros urbanos.

1.4.2 Ciclo de vida de las vías o carreteras

Las vías y carreteras en el tiempo van experimentando un proceso de desgaste y debilitamiento de la superficie de rodadura, producto de la afectación que presentan los agentes ambientales, el tráfico vehicular y las condiciones geomorfológicas. La verdad es que estos factores van deteriorando la infraestructura vial en mayor o menor grado, hasta llegar al punto de volverlas intransitables (Menéndez, 2003).

Basado en estas condicionantes, las vías cumplen un ciclo de vida, sin embargo, a través de la conservación vial se busca intervenir en este ciclo de vida para evitar el deterioro de las vías o carreteras. En este contexto, se presentan dos ciclos de vida de las vías o carreteras.

a. Ciclo de vida fatal

Donde la vía sufre un deterioro lento, pasando por una fase crítica donde la vía ya deja de ser buena, hasta llegar al punto donde el deterioro es rápido y la vía sufre un detrimento completo.

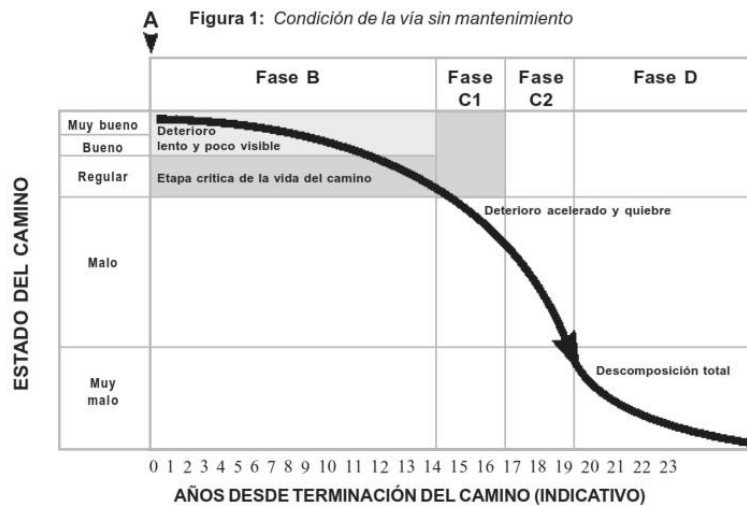
Figura 2. Fases del ciclo de vida fatal



Nota: Elaboración del autor (2023), con referencia de (Oficina Internacional del Trabajo (OIT), 2003)

En este caso, la conservación vial se enfoca a reparar daños de emergencia o las que visiblemente son más graves, y por lo general la intervención está supeditada a un presupuesto asignado (Menéndez, 2003, pág. 4).

Figura 3. Condición de la vía sin mantenimiento

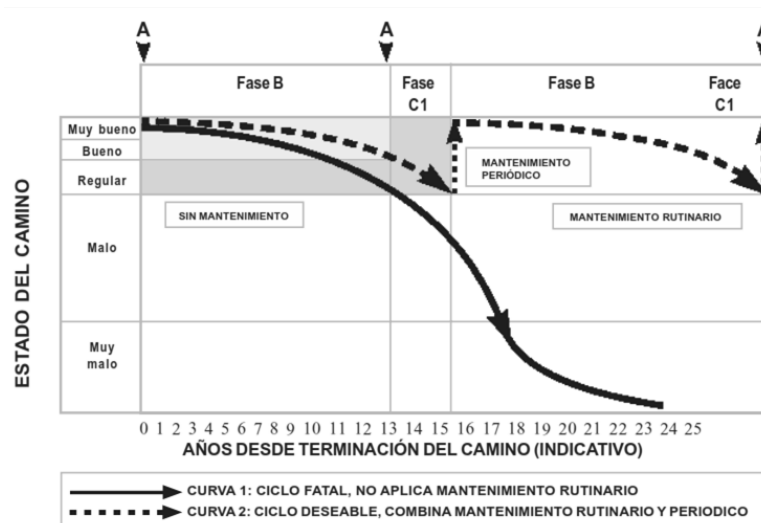


Nota: Obtenido de (Menéndez, 2003, pág. 5)

b. Ciclo de vida deseado

Aquí, se busca intervenir de manera constante en la vía a través de actividades de mantenimiento rutinario, dando como resultado una intervención o mantenimiento periódico en cada cierto tiempo.

Figura 4. Condición de la vía con y sin mantenimiento

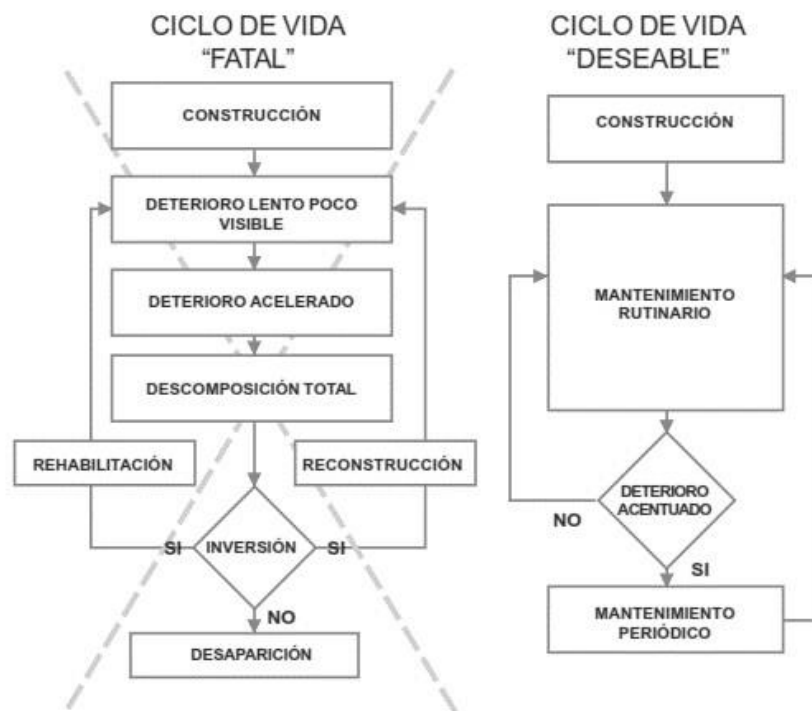


Nota: Obtenido de (Menéndez, 2003, pág. 7)

Según, se puede observar en la figura 3, los trabajos de mantenimiento y conservación vial rutinaria prolongan el tiempo de vida útil de las vías, manteniéndolas en buen estado por un tiempo estimado de entre cuatro a cinco años. Al contrario, si una vía no ha recibido el mantenimiento y conservación idónea el bueno o regular estado de la vía puede durar de dos a tres años.

En la siguiente imagen podemos apreciar los diagramas de flujo de las actividades que intervienen en el ciclo de vida fatal y deseable, con lo cual se ratifica lo mencionado en el párrafo anterior respecto al comportamiento de las vías y carreteras al intervenir o no de manera rutinaria en ellas.

Figura 5. Diagrama de flujo del ciclo de vida “fatal” y “deseable”



Nota: Obtenido de (Menéndez, 2003, pág. 7)

1.4.3 Operaciones de construcción, mantenimiento y conservación Vial

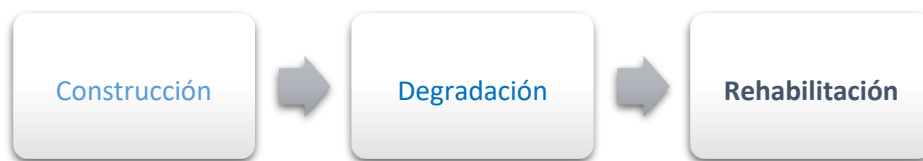
Según la (Corporacion Andina de Fomento (CAF), 2010), la conservación vial, de caminos y carreteras es fundamental para asegurar la competitividad y capacidad exportadora de los países, así como para garantizar una adecuada infraestructura de transporte interno.

Como una breve definición, podemos señalar que la construcción, mantenimiento y conservación vial es el conjunto de actividades, orientadas a prevenir el envejecimiento y deterioro prematuro de las construcciones y elementos que son parte de una carretera. Si bien es cierto, las vías son consideradas de interés general y es por esta razón que deben mantenerse en buen estado y de ser posible buscar la mejora de los mismos a través de

trabajos y operaciones de mantenimiento integral, ya que las vías no están constituidas únicamente por asfalto.

Luego de haberse construido las vías o carreteras y dado que son vulnerables a determinados fenómenos, es fundamental realizar inversiones en su conservación y mantenimiento. Las condiciones climáticas o los impactos del continuo tráfico vehicular pueden afectar su gradual daño y deterioro. Es así, que mientras pasa el tiempo, las vías pasan por el siguiente proceso.

Figura 6. Proceso de las vías



Nota: Elaboración del autor (2023), con referencia de (Fundación Laboral para la Construcción, 2017)

De acuerdo a lo mostrado en la figura 6, podemos señalar que los trabajos de conservación vial están dirigidas principalmente a evitar la degradación de las vías, garantizando así que estas se mantengan en buen estado. La deficiencia en el cuidado anticipado de las vías acorta la vida funcional de estas, lo que resultaría en un costo superior debido a la necesidad de realizar procesos de rehabilitación vial.

En este sentido, las actividades de conservación o mantenimiento vial se enfocan de forma general en:

1.4.3.1 Operaciones ordinarias y continuadas en el tiempo

Durante la vida útil de una carretera se pueden planificar operaciones de mantenimiento rutinario, a fin de cuidar los componentes y elementos que integran el mismo. A estas operaciones se las conoce como Conservación vial ordinaria, que tiene como objetivo minimizar el deterioro o envejecimiento de los elementos, debido al clima, el tráfico, condiciones humanas e incluso corregir defectos o daños en las obras menores, como cunetas, alcantarillas, bordillos, etc. (Nogueira, 2021)

Cabe señalar que estas actividades se realizan de acuerdo a la época del año, para no verse afectada por las condiciones climáticas, ya que si estas se ejecutan cuando el clima es desfavorable, se reduce el mantenimiento y esto se traduce en un bajo nivel de servicio.

La conservación y mantenimiento vial se conforma de las siguientes etapas:

a. Conservación o mantenimiento rutinario

Corresponde al monitoreo diario y visual de rutina de las vías, lo cual deriva en acciones inmediatas de corrección de los defectos o daños.

Este tipo de actividades tienen un carácter preventivo y se realizan diariamente con el fin de mantener en buen estado y de forma funcional los componentes principales de la vía. Dentro de estas operaciones, podemos citar la siguiente clasificación:

Tabla 2. Actividades de conservación vial rutinaria

Actividades de conservación vial	Tareas a desarrollar	Tipo
Actividades complementarias	Refacción de muro seco	Rutinaria
	Refacción de pontones	Rutinaria
Conservación de calzada en afirmado	Bacheo en afirmado	Rutinaria
	Control de polvo mediante riego de agua	Rutinaria
	Perfilado de la superficie sin aporte de material	Rutinaria
Conservación de drenaje subterráneo	Limpieza de cajas de registro y buzones	Rutinaria
	Reparación de cajas de registro y buzones	Rutinaria
	Limpieza de alcantarillas	Rutinaria
	Limpieza de badenes	Rutinaria
	Limpieza de cunetas	Rutinaria
	Limpieza de zanjas de drenaje, canales, aliviaderos, disipadores de energía y otros elementos de drenaje	Rutinaria
	Reconformación de cunetas no revestidas	Rutinaria
	Reparación de badenes	Rutinaria
	Reparación de cabezales de alcantarillas	Rutinaria
	Reparación menor de alcantarillas de concreto	Rutinaria
	Reparación menor de alcantarillas metálicas	Rutinaria
	Reparación menor de cunetas y zanjas de coronación revestidas	Rutinaria
	Reparación menor de zanjas de drenaje, canales, aliviaderos, disipadores de energía y otros elementos de drenaje	Rutinaria

Conservación de la calzada	Bacheo	Rutinaria
	Desquinche	Rutinaria
	Limpieza de calzada	Rutinaria
	Remoción de derrumbe	Rutinaria
Conservación de la plataforma y taludes	Despeje de nieve	Rutinaria
	Desquinche manual de taludes	Rutinaria
	Limpieza de calzada y bermas	Rutinaria
	Limpieza de derrumbes y huaicos menores	Rutinaria
	Remoción de arena (desarenado)	Rutinaria
Conservación de la señalización y dispositivos de seguridad vial	Conservación de aceras de concreto	Rutinaria
	Conservación de barreras de seguridad	Rutinaria
	Conservación de guardavías metálicas	Rutinaria
	Conservación de las señales verticales	Rutinaria
	Conservación de marcas en el pavimento	Rutinaria
	Conservación de otros elementos de seguridad vial (tachas retrorreflectivas, postes delineadores, etc.)	Rutinaria
	Conservación de pintado de cabezales de alcantarillas, elementos visibles de muros, puentes, túneles y otros elementos viales	Rutinaria
	Conservación de postes de kilometraje	Rutinaria
Conservación de muros de contención en concreto ciclópeo	Conservación de reductores de velocidad	Rutinaria
	Conservación de defensa ribereñas	Rutinaria
	Limpieza de muros	Rutinaria
	Reparación de muros de concreto ciclópeo, simple o reforzado	Rutinaria
	Reparación de muros de gaviones	Rutinaria
	Reparación de muros de mampostería	Rutinaria
Conservación de pavimentos flexibles en calzada y bermas	Reparación de muros secos	Rutinaria
	Bacheo de bermas en material granular	Rutinaria
	Nivelación de bermas con material granular	Rutinaria
	Parchado profundo de bermas con tratamiento asfáltico	Rutinaria
	Parchado profundo en calzada	Rutinaria
	Parchado superficial de bermas con tratamiento asfáltico	Rutinaria
	Parchado superficial en calzada	Rutinaria
	Sellado de fisuras y grietas en bermas	Rutinaria
	Sellado de fisuras y grietas en calzada	Rutinaria

Conservación de pavimentos rígidos en calzada y bermas	Bacheo de bermas de material granular	Rutinaria
	Reparación de losas de calzada y berma en espesor parcial	Rutinaria
	Sellado de fisuras y grietas en calzada y berma	Rutinaria
Conservación de puentes	Conservación de barandas	Rutinaria
	Conservación de puentes peatonales	Rutinaria
	Limpieza de cauces	Rutinaria
	Limpieza de puentes	Rutinaria
	Reparación de infraestructuras de madera	Rutinaria
	Reparación de superestructuras de madera	Rutinaria
	Reparación del acceso al tablero del puente	Rutinaria
	Reparación superficial de elementos de concreto	Rutinaria
	Transporte de agua	Rutinaria
	Transporte de material de cantera	Rutinaria
Conservación de túneles	Conservación de la ventilación del túnel	Rutinaria
	Conservación de los elementos de iluminación del túnel	Rutinaria
	Limpieza de túneles	Rutinaria
	Reparación de barandas y parapetos	Rutinaria
	Reparación de elementos de concreto	Rutinaria
	Reparación de elementos metálicos	Rutinaria
	Reparación de veredas y/o sardineles	Rutinaria
Conservación del derecho de vía	Sellado de fisuras y grietas	Rutinaria
	Conservación del Derecho de Vía	Rutinaria
Control de vegetación	Roce y limpiezas	Rutinaria
Limpieza de obras de drenaje	Encauzamiento de pequeños cursos de agua	Rutinaria
	Limpieza de alcantarillas	Rutinaria
	Limpieza de badén	Rutinaria
	Limpieza de cunetas	Rutinaria
	Limpieza de pontones	Rutinaria
	Limpieza de zanja de coronación	Rutinaria
Medio ambiente	Reforestación	Rutinaria
Seguridad vial	Conservación de señales	Rutinaria

Vigilancia y control de vía	Vigilancia y control	Rutinaria
-----------------------------	----------------------	-----------

Nota: Elaboración del autor (2023), con referencia de (Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú), 2018)

b. Conservación o mantenimiento periódico

Consiste en obras que no siempre se pueden reparar de forma inmediata, pero al ser visibles se pueden programar para ejecutarse por tramos, de acuerdo a la experiencia, estado y condiciones de la vía o demanda del tráfico vehicular.

Tabla 3. Actividades de conservación vial periódico

Actividades de conservación vial	Tareas a desarrollar	Tipo
Conservación de calzada en afirmado	Control de polvo mediante imprimación reforzada	Periódica
	Control de polvo mediante mortero asfáltico	Periódica
	Control de polvo mediante riego de productos químicos	Periódica
		Periódica
	Control de polvo mediante riego de sales	Periódica
	Perfilado de la superficie con aporte de material	Periódica
	Reposición de afirmado	Periódica
Conservación de drenaje subterráneo	Recuperación, reemplazo y colocación de subdrenes	Periódica
Conservación de drenaje superficial	Reparación de obras de mampostería	Periódica
	Reparación mayor de alcantarillas de concreto	Periódica
	Reparación mayor de alcantarillas metálicas	Periódica
	Reparación mayor de cunetas y zanjas de coronación revestidas	Periódica
	Reparación mayor de zanjas de drenaje, canales, aliviaderos, disipadores de energía y otros elementos de drenaje	Periódica
Conservación de la plataforma y taludes	Corrección de la plataforma en puntos críticos	Periódica
	Estabilización de taludes	Periódica
	Limpieza de derrumbes y huaicos mayores	Periódica
	Perfilado de taludes	Periódica

	Protección de taludes contra la erosión	Periódica
	Recuperación puntual de la plataforma y superficie de rodadura	Periódica
Conservación de pavimentos flexibles en calzada y bermas	Fresado de carpeta asfáltica	Periódica
	Imprimación reforzada en bermas con material granular	Periódica
	Microfresado de carpeta asfáltica	Periódica
	Nivelación de bermas con mezcla asfáltica	Periódica
	Recapeos asfálticos	Periódica
	Reconformación de base granular en bermas	Periódica
	Sellos asfálticos	Periódica
Conservación de pavimentos rígidos en calzada y bermas	Colocación de barras de transferencia de carga	Periódica
	Microfresado de losas en calzada y bermas	Periódica
	Reemplazo de losas en calzada y bermas	Periódica
	Reemplazo de losas por pavimento flexible en calzada y bermas	Periódica
	Reparación de losas de calzada y berma en espesor total	Periódica
	Resellado de juntas y sellado de grietas en calzada y berma	Periódica
Conservación de puentes	Calzaduras en la cimentación	Periódica
	Conservación de defensas ribereñas	Periódica
	Conservación de dispositivos de drenaje del tablero del puente	Periódica
	Conservación de la pintura de puentes metálicos	Periódica
	Conservación de pernos de alta resistencia	Periódica
	Desmontaje de estructuras metálicas de puentes	Periódica
	Instalación de puentes peatonales	Periódica
	Limpieza de superficie de puentes metálicos	Periódica
	Limpieza de superficies de puentes de concreto	Periódica
	Pintado de elementos de puentes de concreto	Periódica
	Reemplazo de dispositivos de apoyo	Periódica
	Reemplazo de juntas de dilatación	Periódica
	Reemplazo de puentes de madera	Periódica

	Reemplazo o instalación de estructuras metálicas de puentes provisionales	Periódica
	Reparación de concreto con corrosión en el acero de refuerzo	Periódica
	Reparación de estructuras metálicas	Periódica
Transportes	Transporte	Periódica
Nota: Elaboración del autor (2023), con referencia de (Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú), 2018)		

c. Rehabilitación

Son actividades que se ejecutan cuando la vía presenta condiciones de deterioro importantes y muestran detalles de no soportar más el tráfico vehicular. En este tipo de actividades también se pueden considerar mejoras en los sistemas de drenaje y contención. En esta operación se pueden considerar actividades como:

- Restablecimiento de la capacidad estructural y calidad de la capa de rodadura.
- Mejorar los sistemas de drenaje.

d. Mejoramiento

De forma general no se consideran como actividades de conservación vial, ya que son actividades enfocadas en incorporar mejoras en la vía o carretera, interviniendo en características como el ancho de la vía, alineación, curvatura y rehabilitación que afectan sustancialmente en la capacidad de la vía, la velocidad de circulación, pero sobre todo en la seguridad de los usuarios.

e. Reparaciones de emergencia

Son actividades que se desarrollan cuando la vía o carretera se encuentra en malas condiciones que la vuelven intransitables, producto de la falta de mantenimiento. Sin embargo, se debe considerar que la reparación de emergencia no corrige los daños estructurales, pero permite que la vía pase a un estado regular para la circulación vehicular frecuente por un determinado tiempo.

1.4.3.2 Ayudar a la vialidad

Actividades que posibilitan la circulación de vehículos de forma fluida y segura, se sustentan en la inspección diaria y en intervenciones rápidas que garanticen la seguridad de los usuarios. Dentro de ello, se deben detectar daños en la vía y atender eventos (incidencias), que deben registrarse y documentarse.

Las incidencias en la vía, se pueden considerar a aquellos acontecimientos que modifican el flujo vehicular, entre ellas podrían estar:

- **Los accidentes y sus variables:** víctimas, problemas en el tráfico, daños materiales relacionados con el trabajo y con las instalaciones.
- **Obstáculos en la vía:** objetos varios en la calzada, deslizamiento de tierra o rocas, animales muertos u otros obstáculos.
- **Manchas de líquidos deslizantes:** como el agua, aceites u otros líquidos relacionados.
- **Vehículos:** que pueden estar averiados u estacionados en cualquier punto de la vía.
- **Pavimento o asfaltado deteriorado:** la peligrosidad y nivel de riesgo dependerá de su geometría (juntas, baches, etc.)
- **Drenaje superficial con defectos:** que provocan la acumulación de agua en la calzada.
- **Equipos de seguridad rotos o deteriorados:** como barreras rotas, rótulos caídos, cerramientos faltantes, balizas rotas y señales no visibles
- **Fallas en los sistemas de iluminación:** luces fuera de servicio, semáforos rotos, problemas con los sistemas SOS, detectores de velocidad, etc.

En consecuencia, el mantenimiento y conservación vial es transcendental por las siguientes razones:

- **En primer lugar,** se garantiza la seguridad de los usuarios y trabajadores, ya que el mal estado de las carreteras y la intervención que esto implica, pueden provocar accidentes.
- **En segundo lugar,** se reducen los costos de reparación ya que al mantener las vías regularmente, impide que los problemas identificados en ellas se agraven, es decir; demorando las intervenciones o trabajos de mayor impacto en la vía y su entorno (menos sostenibles y costosas).

- **Por último**, el buen mantenimiento y conservación de las vías hacen que estas se vuelvan más seguras y livianas para conducir, por lo tanto, los tiempos de viaje se reducen, mejorando así, la eficiencia del transporte.

1.5 Elementos principales de una vía o carretera

El área donde se desenvuelve el tráfico vehicular se denomina vía, carretera o camino, el cual está disponible al uso público o privado. Entre los principales elementos que conforman una vía o carretera, las cuales deben mantenerse y repararse de forma continua, son las siguientes:

- **Plataforma:** zona destinada al uso de los vehículos y está conformada por la calzada, andenes, berma, entre otras partes de la vía.
- **Calzada:** parte de la vía reservada para la circulación vehicular y se conforma por un determinado número de carriles de uno o dos sentidos de circulación.
- **Carril:** banda longitudinal asignada para la circulación vehicular.
- **Mediana:** franja longitudinal que divide la vía y tiene la función de separar físicamente los sentidos de tráfico e imposibilitan el paso entre carriles de dirección contraria.
- **Arcén, Berma o Banquina:** zona longitudinal adyacente a la calzada, entre el borde exterior y el arcén, talud o cuneta. No está asignada para el uso vehicular y puede o no estar asfaltada. Esta zona está destinada al tránsito de peatones, animales o para el estacionamiento y tránsito vehicular únicamente por emergencia.
- **Cunetas:** son zanjas construidas de forma paralela a la vía entre la berma y el pie del talud. Cumple la función de recibir y evacuar el agua superficial.
- **Taludes:** Son superficies inclinadas que delimitan lateralmente un corte o un terraplén (Correa Montoya, 2021).

Figura 7. Partes y elementos de una vía o carretera



Nota: Elaboración del autor (2023), con referencia de (Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones San Martín, 2023)

1.6 Seguridad en las operaciones de mantenimiento y conservación vial

El mantenimiento y conservación vial es una actividad fundamental para mantener en buen estado las vías de comunicación, garantizar la seguridad de los usuarios en sus desplazamientos y facilitar el transporte de mercancías en todo el mundo. Por lo tanto, es fundamental que los empleados que realizan estas tareas tengan un ambiente de trabajo seguro y protegido que les permita desarrollar sus actividades sin poner riesgo su bienestar físico. Sin embargo, esto no siempre es posible y realizar estas tareas pueden resultar en una exposición latente a los riesgos laborales relacionados.

El desarrollo de numerosas actividades, entre las que se encuentran la reparación de baches, la señalización vial y la limpieza de cunetas, entre otras, forman parte de las labores de mantenimiento y conservación vial. Si no se toman las acciones preventivas adecuadas, estas pueden ser peligrosas, lo que podría resultar en accidentes de trabajo o tener efectos perjudiciales para la salud de los trabajadores.

Efectivamente, los trabajos en la vía son necesarios ya que las carreteras y servicios públicos requieren de una serie de actividades y tareas técnicas (mantenimiento rutinario y periódico) para asegurar la vida útil de la infraestructura vial. Por consiguiente, cualquier proyecto de construcción que se realiza en las vías o carreteras, sin duda, se

enfrentarán al tráfico pesado vehicular, lo que conlleva a mantener un importante proceso de prevención y seguridad laboral. Cabe señalar, que los trabajos de conservación y mantenimiento vial son ejecutados mientras existe tráfico vehicular.

El combinar al mismo tiempo, el tráfico vehicular con los diversos trabajos que se realizan en la vía, se ejecutan con el objeto de generar el menor impacto en la movilidad de los usuarios, es por ello que las operaciones se completan por lo general sin interrumpir la circulación vehicular. Dicho de otro modo, las operaciones de mantenimiento y

conservación vial deben buscar el equilibrio entre la movilidad segura del usuario y la seguridad de los trabajadores, a través del control y minimización de los riesgos.

Ciertamente, los trabajos de mantenimiento y conservación vial, destacan por su elevado nivel de riesgo, por la exposición a ambientes hostiles y por el peligro permanente que representa mantenerse en la vía. Este ámbito de trabajo implica realizar tareas en áreas de construcción y mantenimiento vial, carreteras o cualquier otro tipo de infraestructura de transporte, lo que aumenta la probabilidad de que ocurran accidentes laborales, tales como choques de vehículos y exposición a materiales peligrosos (Fundación Laboral para la Construcción, 2017).

Agregando a lo anterior, hay que tomar en cuenta que este tipo de trabajos y operaciones poseen particularidades, en tal sentido, se hace difícil el establecer medidas preventivas estándar. En este caso, los riesgos dependerán de las características del lugar de trabajo, de la actividad a desarrollar, volumen del tráfico presente, de las condiciones ambientales, entre otros factores, lo que determina, que no es aplicable un proceso de control rígido o especial bajo ningún concepto.

Por lo tanto, para controlar y minimizar los riesgos asociados a las operaciones de construcción, mantenimiento y conservación vial, es necesario desarrollar y establecer políticas o programas con medidas preventivas flexibles que se adapten a las condiciones y características especiales que se presentan en estos lugares de trabajo. Con tal de cuidar y proteger la integridad física y mental de los trabajadores.

1.7 Requisitos legales y normativa aplicable

Como se ha señalado, es fundamental desarrollar políticas, programas y medidas preventivas para reducir los riesgos y mejorar la protección de los trabajadores durante las operaciones de construcción, conservación y mantenimiento vial.

Para lo cual hemos realizado un análisis general de los requisitos legales y normativos relacionados a las obras de construcción, conservación y mantenimiento vial de algunos países de la región, así como de los países de Norteamérica y España.

Tabla 4. Revisión y análisis de los requisitos legales relacionados

País	Requisitos legales específicos	Ámbito y Alcance
En Canadá los requisitos legales y normativa relacionada con la seguridad en obras viales, incluyen mejoras en la visibilidad de los trabajadores, demarcación y la señalización. Cada jurisdicción del estado tiene requisitos específicos para las personas de control de tránsito, por ejemplo, Ontario especifica que cada persona de control de tránsito recibe instrucciones orales y escritas adecuadas del empleador en un idioma que el trabajador entienda antes de realizar tareas de control de tránsito (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2023).		
Canadá	- Traffic Management Manual for Work on Roadways (TMM), 2020 Office Edition (Ministry of Transportati3n and Infrastructure, 2020)	El TMM describe los principios y lineamientos fundamentales para la gesti3n y el control del tráfic3 con el objetivo de proteger a los trabajadores y garantizar el movimiento seguro y eficiente de los usuarios de la vía a través de las zonas de trabajo e incluyen. - Planificaci3n y diseño de sistemas de gesti3n del tráfic3. - Dispositivos de control de tráfic3 y su uso. - Personal de control de tráfic3 y sus responsabilidades. - Gesti3n del tráfic3 durante diferentes tipos de actividades laborales, como excavaci3n, pavimentaci3n y trabajos en puentes - Procedimientos de respuesta a emergencias - Control y garanti3 de calidad.
	- Ontario Traffic Manuals (OTM), 2022 (Ontario Traffic Council, 2023)	El Manual de tráfic3 de Ontario (OTM) es un conjunto de manuales que proporciona informaci3n detallada y orientaci3n clara para que los profesionales del transporte promuevan la uniformidad en el diseño, la aplicaci3n y el funcionamiento de los

País	Requisitos legales específicos	Ámbito y Alcance
------	--------------------------------	------------------

dispositivos y sistemas de control de tráfico en Ontario. El OTM se compone de varios libros, cada uno de los cuales cubre un tema específico:

- **Libro 1. Introducción a la OTM:** Proporciona una descripción general de la OTM y su propósito, alcance y organización.
- **Libro 2. Diseño, fabricación y patrones de señales:** cubre el diseño, la fabricación y la instalación de señales de tráfico, así como la colocación y el mantenimiento de las señales.
- **Libro 3. Marcas en el pavimento:** cubre el diseño, la aplicación y el mantenimiento de las marcas en el pavimento, incluidas las líneas centrales, las líneas de los bordes, los cruces peatonales y los símbolos.
- **Libro 4. Dispositivos de control de tráfico:** cubre el diseño, la aplicación y el funcionamiento de los dispositivos de control de tráfico, incluidos los semáforos, las señales para peatones y las señales de zonas escolares.
- **Libro 5. Señales reglamentarias:** cubre el diseño, la ubicación y el significado de las señales reglamentarias, incluidas las señales de alto, las señales de ceda el paso y las señales de límite de velocidad.
- **Libro 6. Señales de advertencia:** cubre el diseño, la ubicación y el significado de las señales de advertencia, incluidas las señales de advertencia de curvas, las señales de cruce de animales y las señales de construcción.

País	Requisitos legales específicos	Ámbito y Alcance
		- Libro 7. Edición de oficina: Cubre el diseño, la aplicación y la operación de medidas temporales de control de tránsito, incluido el control de tránsito en zonas de trabajo, operaciones de señalización y planes de control de tránsito.
	- Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) (U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2009).	Este manual provee de una guía para la instalación de señales, barricadas, letreros entre otros dispositivos en las zonas de trabajo.
	Directiva OSHA CPL 02-01-054; aplica a todas las oficinas de OSHA y entró en vigencia el 16 de octubre de 2012. (U. S. Department of Labor (OSHA), 2012)	Este requisito proporciona orientación para el desarrollo de inspecciones seguras de los lugares de trabajo donde los trabajadores se encuentran expuestos a peligros y riesgos relacionados con trabajos de construcción de vías o carreteras. Así también se detallan los procedimientos para la inspección, reconocimiento, control, reducción de peligros y riesgos, capacitación y divulgación de los resultados.

EE. UU.	Work Zone Safety and Mobility Rule (U. S. Department of Transportation - Federal Highway Administration (FHWA), 2022)	La entidad provee de normas y recursos sobre las buenas prácticas al momento de realizar el trabajo de forma segura, como: - Recursos para la visibilidad del trabajador. - Control temporal del tráfico. - Requisitos de seguridad que deben cumplir los trabajadores de construcción vial o de carreteras. - Capacitaciones relacionadas. - Datos estadísticos, etc.
---------	---	---

País	Requisitos legales específicos	Ámbito y Alcance
-	State specific regulations (American Road & Transportation Builders Association (ARTBA), 2023).	Esta página recopila leyes y regulaciones relacionadas con la seguridad en las zonas de trabajo de las carreteras, debido a que cada estado cuentas con sus propias regulaciones.
	Office of Roadway Safety (U.S. Department of Transportation, s.f.).	Esta oficina es parte de la Administración Federal de Carreteras, quien es la responsable de desarrollar los estándares o regulaciones para la seguridad en las carreteras.

- ANSI/ASSE A10.47-2009: Work Zone Safety for Highway Construction (American Society of a highway, 2009).	Norma que proporciona orientación para el diseño, instalación y funcionamiento seguro de las zonas de trabajo en carreteras y caminos. Cubre temas relacionados con la seguridad de la zona de trabajo, planificación, diseño, dispositivos de control de tráfico, el personal de control de tráfico, control de calidad, capacitaciones de seguridad y respuesta a emergencias. Así también, detalla la importancia de proteger a los trabajadores y usuarios de los peligros y riesgos asociados con las zonas de trabajo y la forma de administrar el flujo vehicular por las zonas de trabajo.
---	--

-

- Manual de señalización vial y dispositivos de seguridad. (Secretaría de Comunicación y Transportes (SCT), 2014)	Este documento refiere especificaciones técnicas para implementar señalización vial y dispositivos de seguridad canalizar el tráfico vial urbano.
---	---

México

rmas Oficiales Mexicanas (NOM): (SCT - Infraestructura - Dirección general Servicios Técnicos, 2023)	Estas normas, son regulaciones técnicas y obligatorias mínimas de seguridad, de calidad y eficiencia en la construcción y operación de vías o carreteras (Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), 2022).
--	--

País	Requisitos legales específicos	Ámbito y Alcance
------	--------------------------------	------------------

- NOM-034-SCT2-2011: Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas.
- NOM-036-SCT2-2016: Rampas de emergencia para frenado en carreteras.
- NOM-037-SCT2-2020: Barreras de protección en carreteras y vías urbanas.
- NOM-086-SCT2-2015: Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales (Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), 2016).

- Manual de dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras (Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SCT), 2021).

El manual refiere especificaciones técnicas para los dispositivos de control del tránsito vial, en el mismo se incluyen criterios respecto a las señales, marcas viales, iluminación y dispositivos de protección.

- Ley 769 de 2002: Código Nacional de Tránsito Terrestre (Senado de la República de Colombia, 2007).

Documento que establece disposiciones generales para el tráfico de vehículos y peatones en las vías terrestres del país.

Colombia

- Decreto 1079 de 2015: Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte (Ministerio del Transporte, 2023).

Este documento dispone de regulaciones de Tránsito Nacional Terrestre.

Manual de Señalización Vial (Ministerio de Transporte, 2015).

La presente guía provee de recomendaciones técnicas para la señalización vial, incluyendo señalización temporal para trabajos de construcción vial.

País	Requisitos legales específicos	Ámbito y Alcance
Ecuador	- Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2008). - Reglamento a la Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2012). - Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE. INEN 004 Señalización vial (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), s.f.). - Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas (Ministerio del Trabajo (MDT), 2017).	Durante la revisión de los requisitos legales no se han identificado documentos específicos en materia de seguridad laboral para actividades de construcción, conservación o mantenimiento vial o de carreteras en Ecuador. Sin embargo, se puede deducir que las obligaciones determinadas tanto en la Ley y el Reglamento de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, así como en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE. INEN 004 o el Reglamento de Seguridad para la construcción, incluirán requisitos relacionados con la seguridad y señalización en obras de construcción vial.
	- Ley N° 27181: Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre (Congreso de la República, 1999)	Este documento contiene disposiciones relacionadas con la seguridad vial, señalización y obras en la vía, también regula las infracciones por daños a la infraestructura vial.
Perú	- Decreto Supremo N° 016-2009-MTC: Reglamento Nacional de Tránsito (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020)	Reglamento que establece normas y procedimientos relacionados con la seguridad vial, señalización y obras de construcción en la vía.

- | | |
|---|---|
| - Reglamento Nacional de gestión de Infraestructura Vial (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), 2006) | Regula los criterios para realizar y ejecutar trabajos de mantenimiento vial. |
| - Resolución Ministerial N° 277-2008-MTC/15: Aprobación de Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), 2016). | Este documento contiene información respecto a los tipos de señales, colores, dimensiones y su ubicación. |

País	Requisitos legales específicos	Ámbito y Alcance
-	Manual de Seguridad Vial: forma parte de los Manuales de Carreteras aprobado por el Decreto Supremo N° 034-2008-MTC. Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, con el que se aprueba los Manuales de Carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), 2017)	En este documento se establecen disposiciones que deben cumplirse en cualquier etapa constructiva vial. El objetivo es incrementar la seguridad intrínseca de las vías, llegando a tener una relación directa con el diseño geométrico vial, con los dispositivos de control de tránsito, con las especificaciones técnicas de los elementos, con el proceso de mantenimiento y conservación vial, entre otros.
-	Manual de Mantenimiento o Conservación Vial: forma parte de los Manuales de Carreteras aprobado por el Decreto Supremo N° 034-2008MTC. Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, con el que se aprueba los Manuales de Carreteras (Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú), 2018) .	Este manual refiere especificaciones técnicas para la ejecución de los trabajos de conservación vial, incluyendo instrucciones para orientar el rol de los trabajadores y las acciones de señalización en las obras de construcción vial o de carreteras.

Chile	-	Decreto 90. Manual de Señalización de Tránsito (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Subsecretaría de Transportes, 2003)	Este manual proporciona una orientación sobre los dispositivos, señales y esquemas de señalización que se deben aplicar al momento de realizar obras en la vía. El objetivo de este manual es asegurar que los trabajos que se realizan en la vía pública sean seguros.
	-	Guía de señalización vial (Gerencia de Construcción Mutual de Seguridad CChC, 2017).	Este documento contiene especificaciones técnicas respecto a la señalización vial necesaria en los trabajos de construcción de carreteras.
	-	Manual de seguridad vial autopista central (Autopista Central, 2004).	Aquí se establece un método estándar para intervenir el tránsito en la vía, con obras y trabajos de construcción.

País	Requisitos legales específicos		Ámbito y Alcance
	-	Guía para realizar una Auditoria de Seguridad Vial (Dourthé Castrillon & salamanca Candla, 2003)	La presente guía propone elementos a considerar durante el proceso de auditoria en las diferentes etapas de un proyecto vial. Con esto se busca orientar a profesionales y organismos, con criterios para auditar las etapas de factibilidad, diseño, construcción, explotación y mantenimiento de las vías.
	-	Actividad Vial. Conservación rutinaria de Rutas y Caminos (Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT), 2019).	Este documento describe el contexto de la conservación vial, el flujo de pasos que debe cumplir, las actividades a cumplir, los riesgos relacionados y las normas de higiene y seguridad en el trabajo recomendadas.

Argentina	- Ley Nacional de Tránsito N° 24.449 (Dirección de Vialidad, 1994).	Este requisito establece obligaciones para los usuarios de la vía, vehículos, y la circulación, así como, reglas generales, reglas de velocidad, reglas para vehículos de transporte, reglas para casos especiales, accidentes, etc., y el régimen de sanciones.
	- Resolución 165/2001. “Manual de control y señalización de tránsito durante los trabajos de construcción, mantenimiento y emergencias en autopistas y sus colectoras” (Organo de Control de Concesiones Viales (AR), 2001).	El presente requisito establece los criterios para uniformar la señalización de tránsito durante los trabajos de construcción, mantenimiento y emergencias en la vía. Lo que se busca con ello es asegurar una adecuada continuidad de la circulación vehicular durante la modificación o suspensión del tránsito en la vía.
	- Manual de Seguridad Vial de la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC) (Asociación Mundial de la Carretera (PIARC), s.f.).	El presente manual es una guía para los países, el cual proporciona directrices para cada etapa de desarrollo de la infraestructura vial, esto con el fin de cumplir con los objetivos y políticas sobre carreteras y movilidad segura. Este documento promueve la seguridad en la explotación, la conservación y la mejora de la infraestructura vial.
País	Requisitos legales específicos	Ámbito y Alcance
	- Manual de Caminos Rurales (Asociación Argentina de Carreteras, 2018).	Este manual topa temas asociados a la conservación vial en carreteras o vías rurales, especialmente se refiere al cuidado de cunetas. Además establece los criterios para una inspección profunda antes y después de los periodos de mantenimiento.

España	- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras, por el que se aprueba la Ley de Carreteras (Jefatura del Estado, 2015).	Regulación que establece los criterios generales aplicables a la programación, proyección, construcción, conservación y explotación de carreteras.
	- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1994).	Reglamento que establece la definición de los criterios generales aplicables a la programación, programación, proyección, construcción, conservación y explotación de las carreteras.
	- Real decreto legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba la Ley de Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial (Ministerio del Interior, 2015)	Ley que establece directrices respecto al tráfico y a seguridad vial. Aborda también disposiciones sobre la señalización y seguridad durante los trabajos de construcción de carreteras.
	- Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación. (Ministerio de la Presidencia, 2003)	Este reglamento establece normas para el control de tránsito en la vía pública durante la construcción y señalización vial.
	- Normativa Técnica del Ministerios de Transportes, Movilidad y Agents Urbana.	Cuenta con normativa técnica que incluye varios documentos relacionados con la seguridad en la conservación de carreteras, como, por ejemplo:

País	Requisitos legales específicos	Ámbito y Alcance
------	--------------------------------	------------------

- Nota de servicio 02/2021; Recomendaciones para la mejora de la seguridad en las actividades de conservación y otros trabajos con afección a la red de carreteras del estado (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2021).
- Real Decreto 345/2011, de 11 de marzo, sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias en la red de carreteras del estado (Ministerio de Fomento, 2011).

Manual de Conservación de Carreteras de la Comunidad de Madrid (Comunidad de Madrid, 2012).

Este manual tiene como objetivo que el personal que trabaja en mantenimiento y conservación de carreteras conozca la prevención de riesgos laborales en la conservación de carreteras.

-

Manual de ejemplos de señalización de obras fijas (Ministerio de Fomento - Dirección General de Carreteras, 1997).

Este manual, ofrece recomendaciones y pautas para la señalización de obras en carreteras, incluyendo la ubicación de señales, conos, balizas, y demás dispositivos de canalización de tránsito vehicular.

-

Guía Práctica de Seguridad Vial Laboral – Guía de Recursos y Contenidos (Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales (OSALAN), 2016) .

La guía incluye el marco jurídico que regula la seguridad vial, aborda las fases de un Plan de Seguridad Laboral Vial y los principales factores de riesgo laboral.

-

Nota: Elaboración del autor (2023)

De acuerdo al análisis de requisitos legales y normativos realizados en la tabla 3, se puede evidenciar que a nivel local no existen requisitos específicos que puedan orientar o guiar a la implementación de buenas prácticas de seguridad laboral en trabajos de construcción, conservación y mantenimiento de vías.

En contraste, observamos que países de la región como Perú, Colombia, Chile y Argentina cuentan con una variada normativa, guías o manuales que establecen especificaciones técnicas a cumplirse tanto por las empresas, trabajadores y usuarios de la vía para mantener una movilidad equilibrada y un adecuado proceso de seguridad laboral que deben llevar los diferentes actores de la vía en las etapas de construcción, explotación, mantenimiento y conservación de vías o carreteras.

1.8 Metodologías y herramientas de evaluación de riesgos laborales

Entre las metodologías aplicadas por las microempresa y pymes consideradas en el presente estudio, tenemos:

- **NTP 330 Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidentes;** tiene como objetivo facilitar la evaluación de riesgos partiendo de la aplicación de cuestionarios que verifican y controlan posibles deficiencias en los lugares de trabajo. El método se orienta en estimar el nivel de riesgo a partir de las variables de probabilidad (NP) y consecuencia (NC) ($NR = NP \times NC$), en donde el nivel de probabilidad ($NP = ND \times NE$) se determina a partir del producto del nivel de deficiencia (ND) y nivel de exposición (NE) (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 1982).
- **Método general de evaluación de riesgos (INSST);** es un método general de evaluación de riesgos en el lugar de trabajo, el cual se basa en la identificación de peligros y la evaluación de riesgos asociados a ellos, y se enfoca en estimar el riesgo a partir de multiplicar las variables de probabilidad de que ocurra un accidente y la gravedad de sus consecuencias (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), 1996).
- **Guía técnica colombiana (GTC-45);** metodología delineada para identificar peligros, estimar riesgos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo, además de la definición e implementación de medidas preventivas de forma jerarquizada. Este método, se fundamenta en la norma NTP 330, es decir, la

estimación del nivel de riesgo ($NR = NP \times NC$), considera las variables de probabilidad (NP) y consecuencia (NC) (Consejo Colombiano de Seguridad (CCS), 2012).

- **Método de triple criterio del MDT – Ecuador;** es una herramienta enfocada en la evaluación de riesgos laborales basada en tres criterios como son la exposición de ocurrencia, vulnerabilidad y gravedad del daño con los cuales se determina un nivel de riesgo (Escudero Jácome, 2013).

1.9 Control de riesgos laborales

El control de los riesgos, no es más que la implementación de medidas o reglas básicas necesarias para prevenir los riesgos asociados a las actividades laborales. La finalidad de este proceso es eliminar o mitigar el riesgo de sufrir algún evento no deseado (accidente) o una enfermedad laboral, sin dejar de lado la relación que pueda existir entre la efectividad de estos y su costo.

Hay que tomar en cuenta que la aplicación de las medidas de control puede variar en función del contexto y los requisitos legales o normativos de cada país o industria en particular. Sumado a este criterio, se debe asegurar que los controles planteados sean adecuados al peligro identificado, apropiados al nivel de riesgo evaluado, consistentes con los requisitos legales, no complejos para los trabajadores, efectivos, confiables, accesibles y rentables a corto o largo plazo (Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 2023).

En este sentido, el enfoque del control de los riesgos es que se implementen las mejores acciones o medidas de control de manera estructurada y cronológica. Es decir, priorizar las acciones más seguras por sobre los controles de menor efectividad o en su defecto puede ser necesario combinar varias medidas de control para alcanzar una mejor gestión de los riesgos laborales.

A este proceso lo conocemos como jerarquización de los controles, el cual consiste en establecer cinco niveles de acción distribuidos de acuerdo a su nivel de efectividad, al momento de eliminar los peligros o reducir el riesgo de enfermedad o lesión (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2023).

Figura 8.



Nota: Obtenido de (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2023).

CAPITULO II

MÉTODO

2.1 Tipo de estudio

Esta investigación parte de un estudio de tipo descriptivo de corte transversal, ya que se realiza un análisis y validación de los resultados de estudios previos, respecto a lo que efectivamente se encuentra y se presenta en los frentes de trabajo (carretera o vía).

Se considera transversal, debido a que la información y variables analizadas corresponden a datos obtenidos en un periodo de tiempo (2022 – 2023), sobre una población muestra predefinido.

2.2 Modalidad de investigación

El presente documento se basa en una investigación documental y de campo, ya que se realizan visitas directas a los frentes de trabajo donde se realizan las actividades de mantenimiento y conservación vial, con el objeto de validar información bibliográfica de requisitos legales, estudios, guías y manuales, con los resultados obtenidos del diagnóstico de los peligros, riesgos y medidas de control, de las microempresas y pymes que se encuentran realizando trabajos en la ruta panamericana, entre Riobamba y el Puente de Rumichaca.

2.3 Método

En esta investigación se aplica un método inductivo – deductivo que combina la revisión bibliográfica y el análisis de los resultados obtenidos en la evaluación de riesgos laborales realizados por microempresas y pymes que desarrollan actividades de mantenimiento y conservación vial en una de las rutas principales del país.

En una primera etapa, se realiza el análisis comparativo del diagnóstico de peligros y riesgos laborales de microempresas y pymes que realizan trabajos en la vía, frente a las condiciones y actuaciones reales que se presentan en el lugar de trabajo (carretera).

Para cumplir con esta fase, se analizaron diferentes métodos o herramientas de identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles (IPERC), avaladas por entidades de reconocido prestigio como;

- NTP 330 Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidentes del (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 1982).
- Método General de Evaluación de Riesgos del (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), 1996).
- Guía Técnica Colombiana (GTC-45) del (Consejo Colombiano de Seguridad (CCS), 2012) .
- Método de Triple Criterio – Ecuador; herramienta local recomendada por el Ministerio de Trabajo (MDT) (Escudero Jácome, 2013).

En la siguiente etapa, se realizará la revisión y análisis de diversas fuentes científicas, técnicas y legales nacionales e internacionales relacionados a la seguridad laboral en trabajos de mantenimiento y conservación vial. La recopilación de estos escritos permitirá

identificar y comprender los resultados referentes a las actividades principales, riesgos laborales más comunes asociados a este tipo de operaciones, así como las acciones preventivas y de protección recomendadas.

Posteriormente, se compilará toda la información obtenida y se desarrollará una matriz no exhaustiva que detalla las principales actividades, los tipos de peligro y riesgos asociados a estas, para finalmente recomendar medidas preventivas y de protección que se podrían aplicar en las actividades de construcción, mantenimiento y conservación de vías.

Por último, se tomará toda la información obtenida y diseñaremos una guía básica de seguridad, incluyendo la propuesta de varios esquemas de señalización para diferentes trabajos de intervención en la vía, y que puedan ser adoptados por microempresas y pymes del sector.

2.4 Población y muestra

Para el presente estudio se consideró analizar y validar los diagnósticos de la evaluación de riesgos laborales de microempresas y pymes que se encuentran distribuidos largo de la ruta E35, desde el tramo comprendido entre Riobamba (Provincia de Chimborazo) y el Puente de Rumichaca (Provincia del Carchi).

Tabla 5. Población y muestra del estudio

Microempresa - Pymes	Provincia	Muestra	
		Hombres	Mujeres
Área Verde	Pichincha	16	10
Vía Clean cia. Ltda.	Pichincha	15	6
PPG Construcciones y Tecnología Cía. Ltda.	Cotopaxi	22	8
Ing. Paúl Tapia	Chimborazo	15	0
Sra. Denice Dávila	Imbabura	08	2
Ing. Fernando Obando	Carchi	15	4
TOTAL :		91	30

Nota: Elaboración del autor (2023)

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1 Riesgos laborales en las operaciones viales

La construcción es considerada uno de los principales sectores industriales a nivel mundial y en varios países este mercado laboral ha crecido con mucha rapidez. Estas labores a pesar de ser consideradas sucias, difíciles y peligrosas, no han tenido el apoyo por parte de los países para adoptar las recomendaciones que promulga por la OIT, al contrario se han visto afectadas por la implementación de políticas de contratación demasiado flexibles (Organización Internacional del Trabajo (OIT), 2015).

Ahora bien, si a las actividades de construcción, conservación y mantenimiento vial le añadimos la presencia de tráfico vehicular, definitivamente estamos hablando de una actividad sumamente peligrosa. Los trabajos de construcción, conservación y mantenimiento vial de por si son peligrosos, sin embargo, al hablar de los factores de riesgo, estos se encuentran supeditados a las singularidades del lugar de trabajo y otros elementos como; vehículos, maquinarias, usuarios de la vía, peatones, ciclistas y las condiciones ambientales.

La necesidad de que las vías sean sostenibles en el tiempo, y se puedan mantener carreteras en perfecto estado, obligan al desarrollo de las operaciones de conservación y mantenimiento vial con presencia de tránsito vehicular. En este sentido, nos encontramos frente a dos aspectos complicados, ya que por un lado tenemos los accidentes de tránsito

que afectan a la seguridad vial, y por otro lado está la prevención de riesgos laborales asociados con las actividades de mantenimiento y conservación vial.

En ocasiones estos dos aspectos mencionados pueden llegar a tener una relación directa o indirecta, debido a que las labores que ejecutan los trabajadores en la vía pueden verse afectadas por un accidente de tránsito. Y resultando también en una severa afectación en la movilidad de los usuarios (Building Smart Spain, 2022).

En este contexto, podemos referir que los trabajos de construcción, mantenimiento y conservación de vías conciben varias actividades y tareas, que podrían resultar en accidentes o enfermedades laborales graves (Comisiones Obreras de Castilla - La Mancha).

En general, las actividades de construcción vial incluyen infraestructura, como autopistas, vías primarias, secundarias, puentes, túneles, carreteras, etc. Y los trabajos que se desarrollan en estas dan origen a diversos factores de riesgo asociados a tareas viales que de por si son críticas o peligrosas. Una de las clasificaciones con las cuales se han determinado los principales riesgos asociados al mantenimiento y conservación vial, resultan del tipo de factor o elemento presente en la vía:

- **Relacionados al tráfico de vehicular:** al realizar tareas sin suspender el tránsito vehicular en las vías, los trabajadores podrían exponerse a ser atropellados, golpeados y presentarse colisiones o choques (Rodríguez Cascallana, Ana , 2017).
- **Relacionados con el uso de maquinaria y herramientas:** los trabajadores que se encuentran en las vías realizando labores de conducción y operación podrían sufrir cortes, desmembramiento, atrapamiento, aplastamiento, volcamientos, etc. (Comisiones Obreras de Castilla - La Mancha)
- **Relacionados con la exposición de agentes químicos:** quienes realizan labores de asfaltado o bacheo podrían sufrir irritación en la piel, ojos y vías respiratorias (Fundación Laboral para la Construcción, 2017).
- **Relacionados a las condiciones ambientales y climáticas:** por encontrarse a la intemperie los trabajadores se exponen al frío, lluvia, viento, calor, humedad, etc. (Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT), 2019)

3.2 Análisis de riesgos laborales: visión internacional

Al respecto, varias organizaciones de orden público y privado han realizado diferentes estudios de los riesgos laborales asociados a las actividades de conservación y mantenimiento de vías. El análisis de estas actividades y sus riesgos han dado como resultado un detalle de los principales factores de riesgo laboral asociados a este tipo de actividades.

Tal es el caso de Argentina, que basado en su experiencia y condiciones laborales determino a través del (Manual de Buenas Prácticas - Actividad Vial. Conservación Rutinaria de rutas y caminos, 2019), la presencia de varios riesgos laborales asociados a la conservación vial, como:

- Atropellos
- Choques y colisiones con vehículos

-
- Atrapamientos o golpes con máquinas
- Exposición a frío extremo (condiciones ambientales adversas)
- Caídas a distinto nivel
- Exposición a sustancias químicas tóxicas y peligrosas
- Vibraciones provenientes de la máquinas y herramientas
- Sobreesfuerzos físicos
- Golpes, cortes con herramientas
- Exposición a altos niveles de presión sonora (NPS) (Ruido)

Para controlar los riesgos referidos, se ha determinado que la principal acción preventiva recomendada es que se interrumpa lo menos posible la circulación vehicular y se ocupe el mínimo de espacio en la calzada durante la ejecución de los trabajos. Así también, estos riesgos laborales pueden ser prevenidos a través de la aplicación de medidas de control, como el uso de ropa de alta visibilidad, uso de los equipos de protección individual, dispositivos de señalización vial, barreras y resguardos.

Siguiendo la misma línea, la (Comunidad de Madrid, 2012) desarrolló el Manual de Conservación de Carreteras con el cual se buscaba obtener mayor seguridad y reducir los accidentes de trabajo en las actividades de Mantenimiento y Conservación de Carreteras. Entre las actividades de Mantenimiento y Conservación que se consideraron y se definieron para el análisis dentro del manual, se encuentran:

a. Mantenimiento rutinario:

- Conservación: donde para mantener la carretera en buenas condiciones, se realizan tareas de limpieza, desbroce de maleza, corte de árboles, eliminación de obstáculos de la vía, reparación de baches, limpieza de cunetas, etc.
- Repavimentación: necesaria para renovar la capa asfáltica de la vía y mejorar la adherencia de los diferentes automotores.

b. Conservación periódica:

- Restablecimiento de las características iniciales de la capa de rodadura: para lo cual se aplica la mezcla asfáltica y pavimento.
- Reparación general de la carretera: que implica reparar daños que se hayan producida en la superficie, sea por roturas, fisuras, hundimiento, entre otros.

- Reparación del sistema de drenaje: actividades enfocadas a garantizar el funcionamiento correcto de los sistemas de evacuación de agua a fin de evitar inundaciones.

c. Conservación especial:

- Reparación de daños significativos de la vía: acciones encaminadas a reparar deslizamientos de tierra, rotura de la calzada, pérdidas de mesa, etc.

De acuerdo a las condiciones y particularidad de las operaciones que se realizan en la vía, las actividades de Mantenimiento y Conservación de Carreteras presentan varios riesgos de origen laboral que podrían resultar en accidentes, entre estos se mencionan los siguientes:

- Caídas a distinto nivel, que podrían originarse por los trabajos en altura, trabajos en puentes, viaductos u otros semejantes.
- Atropellos, que se pueden producir por los automotores que circulan en la vía, muy cerca de las zonas de trabajo.
- Golpes y cortes; que podrían presentarse al manipular maquinarias o herramientas.
- Exposición a los altos niveles de presión sonora (NPS – Ruido), producido por el tránsito vehicular propio de las vías.
- Exposición o contacto con agentes químicos y/o biológicos, que pueden producirse al manipular sustancias químicas como la pintura, solventes, aditivos, la emulsión asfáltica, combustibles, etc.
- Sobre esfuerzos físicos, que pueden ser provocados por el levantamiento manual de cargas pesadas, por el desarrollo de tareas repetitivas o la adopción de posiciones forzadas.
- Contactos o descargas eléctricas, que podrían producirse al trabajar cerca de líneas eléctricas o sistemas energizados.
- Incendios o explosiones, que se pueden presentar al manipular combustibles o materiales inflamables.

Entre las medidas preventivas que se recomiendan dentro del manual se encuentran:

- Uso de equipos de protección individual

-
- Señalización o balizamiento de las zonas de trabajo.
- Uso de plataformas elevadoras o andamios para la ejecución de trabajos en altura.
Uso de herramientas manuales y maquinas con sus respectivas protecciones.
- Formación e información a los trabajadores, sobre los peligros y riesgos.
- Planificación y coordinación de las actividades.
- Control de agentes químicos y biólogos, mantenimiento una adecuada ventilación.
 - Control de sobreesfuerzos, mediante ayudas mecánicas o rotación de tareas.
- Control del contacto eléctrico, realizando el corte del fluido eléctrico y el uso de los equipos de protección adecuados.
- Control de los posibles incendios o explosiones, a partir del almacenamiento y manipulación adecuada de los combustibles y materiales inflamables.

En ese mismo sentido, la (Asociación Navarra de Empresas de Construcción de Obras Públicas (ANECOP), 2006), desarrolló la Guía de Evaluación de Riesgos Laborales en las Unidades de Obra donde se determinan las actividades, riesgos y controles relacionados a las operaciones de construcción, mantenimiento, señalización y conservación de carreteras, a través de la aplicación del Método General de Evaluación de Riesgos del (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), 1996).

Como resultado de la evaluación de riesgos se comprobó, que los trabajadores vinculados al desarrollo de trabajos de construcción, mantenimiento y conservación de carreteras están expuestos a diversos riesgos laborales como vibraciones, sobreesfuerzos, atrapamientos y golpes con maquinarias, caída de objetos en manipulación, desprendimiento de materiales por derrumbes, exposición al ruido emitido por la maquinaria o proveniente del mismo tráfico vehicular, así como a las condiciones climáticas adversas, entre otros asociados.

En general, este escrito ha recomendado varias medidas de control como el uso de ropa reflectiva o de alta visibilidad, equipos de protección individual (EPI's) como casco, gafas, guantes, calzado de seguridad, practicas seguras de trabajo, implementar dispositivos de señalización y el aseguramiento del buen estado de los vehículos, maquinarias, equipos y herramientas.

-

En este contexto podemos afirmar que las fuentes bibliográficas analizadas coinciden en los riesgos y las acciones preventivas a implementar, pero sobre todo al señalar que las actividades de mantenimiento y conservación vial se consideran peligrosas debido al lugar y las condiciones como se realizan, ya que al ejecutarse cualquier actividad mientras

exista tránsito vehicular es necesario establecer medidas preventivas que garanticen tanto la seguridad de los trabajadores, como la de los usuarios de las vías.

3.3 Análisis de los riesgos laborales: Visión local (Ecuador)

La implementación de programas de mantenimiento y conservación vial a nivel nacional e internacional se enfoca en mejorar la calidad y seguridad de las vías o carreteras y en este sentido, se pueden distinguir ciertos esfuerzos para mejorar la seguridad vial a nivel local (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), 2019). Sin embargo, en la bibliografía disponible revisada, no se ha identificado información específica relacionada a la seguridad laboral para las actividades de mantenimiento y conservación vial.

A nivel nacional las actividades de mantenimiento y conservación vial se realizan de forma habitual por medio de contratos con microempresas o pymes pertenecientes a las comunidades colindantes a las vías, tal como lo cita (Carvallo Corral, 2016, pág. 13) y se puede evidenciar en los contratos que ha firmado por el (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), 2021) con varias organizaciones a nivel nacional resultando en actividades más peligrosas para quienes intervienen en la carretera, así, como para los usuarios y peatones quienes hacen uso de la infraestructura vial.

3.3.1 Evaluación de Riesgos laborales

En el ámbito laboral, toda actividad debe establecer el diagnóstico inicial de los riesgos, y en este sentido, los requisitos legales ecuatorianos como el Acuerdo Ministerial 0135, reformado por el (Acuerdo Ministerial No. MDT-2020-001, 2020), establece las Obligaciones en materia de seguridad y salud en el trabajo, al respecto el Artículo 10, literal d, cita:

“El empleador deberá efectuar el registro, aprobación, notificación y/o reporte de obligaciones laborales en materia de seguridad y salud en el trabajo respecto a los siguientes temas;

- a) Responsables de la Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo;*
- b) Reglamento de Higiene y Seguridad;*
- c) Organismos Paritarios;*

- d) ***Identificación de peligros; medición, evaluación y control de riesgos laborales;***
- e) *Planes de prevención de riesgos laborales, salud en el trabajo, emergencia, contingencia;*
- f) *Gestión de Vigilancia de la Salud;*
- g) *Programas de prevención, promoción y capacitación en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo; y,*
- h) *Accidentes e incidentes de trabajo y enfermedades profesionales.”*

Con base en lo establecido por el acuerdo ministerial referido, todas las empresas se ven obligadas a cumplir con el proceso de identificar peligros, evaluar riesgos y establecer controles. En este sentido, el requisito legal no establece una metodología específica para cumplir con este proceso, siempre y cuando se apliquen métodos validados y respaldados por organismos nacionales o internacionales de reconocido prestigio.

Bajo esta premisa, las empresas vinculadas a los trabajos de intervención en vías y carreteras tienen la opción de aplicar cualquier metodología que permita determinar el diagnóstico de riesgos laborales, proceso esencial para establecer acciones preventivas acordes a las características propias de cada actividad o tarea.

En cumplimiento del (Acuerdo Ministerial No. MDT-2020-001, 2020), hemos tomado información de seis empresas (microempresas y pymes) vinculadas a las actividades de mantenimiento y conservación vial del país, para analizar su línea base o diagnóstico de riesgos laborales. Producto de este análisis, se evidencio que cada empresa obtuvo resultados con cierta similitud ya que cada una de ellas aplicó una metodología diferente para realizar la evaluación de riesgos. Sin embargo, al momento que cada empresa aplica un método en particular, en la evaluación no siempre consideran los mismos factores de riesgo.

En consecuencia, se compilo la información resultante de la aplicación de las diferentes metodologías para la evaluación de riesgos (IPERC), realizado por las microempresas y pymes vinculadas a las actividades de mantenimiento y conservación vial en el país. Estos resultados se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 6. Riesgos laborales evaluados por las microempresa y pymes Ecuador

TIPO DE PELIGRO	ÁREA VERDE Método de Triple Criterio del MDT - Ecuador (3x3)	VÍA CLEAN CIA. LTDA. Guía Técnica Colombiana (GTC45)	PPG CONSTRUCCIONES Y TECNOLOGÍA CIA. LTDA. Método General de Evaluación de Riesgos (INSST)
Físico	NO EVALUADO	- Exposición a condiciones ambientales extremas (calor - frío)	- Exposición a condiciones ambientales extremas (calor - frío)
	- Exposición a altos niveles de presión sonora (Ruido)	- Exposición a altos niveles de presión sonora (Ruido)	- Exposición a altos niveles de presión sonora (Ruido)
	- Vibraciones provenientes de máquinas y equipos	- Vibraciones provenientes de máquinas y equipos	NO EVALUADO
Mecánico	- Choques o volcamiento durante el desplazamiento	NO EVALUADO	NO EVALUADO
	- Atropello o golpe por vehículos	- Atropello o golpe por vehículos	- Atropello o golpe por vehículos
	- Caída al mismo nivel	- Caída al mismo nivel	- Caída al mismo nivel
	NO EVALUADO	- Caída a distinto nivel	NO EVALUADO
	- Proyección de partículas	- Proyección de partículas	- Proyección de partículas
	- Golpes o cortes por herramientas manuales	NO EVALUADO	- Golpes o cortes por herramientas manuales
	NO EVALUADO	- Caída de objetos en manipulación	NO EVALUADO
	NO EVALUADO	NO EVALUADO	NO EVALUADO
	NO EVALUADO	NO EVALUADO	NO EVALUADO
	NO EVALUADO	NO EVALUADO	NO EVALUADO
Químico	- Exposición a productos químicos	- Exposición a productos químicos	NO EVALUADO
	NO EVALUADO	- Inhalación de gases y vapores	NO EVALUADO
	NO EVALUADO	- Exposición a material particulado	Exposición a material particulado
Biológico	- Exposición a agentes patógenos (virus, bacterias)	- Exposición a agentes patógenos (virus, bacterias)	NO EVALUADO
	NO EVALUADO	- Exposición a picaduras o mordeduras de animales	NO EVALUADO
Disergonómico	- Sobreesfuerzo por levantamiento manual de cargas	- Sobreesfuerzo por levantamiento manual de cargas	- Sobreesfuerzo por levantamiento manual de cargas
	- Sobreesfuerzo por posiciones forzadas	- Sobreesfuerzo por posiciones forzadas	- Sobreesfuerzo por posiciones forzadas
	NO EVALUADO	- Sobreesfuerzo por movimiento corporal repetitivo	- Sobreesfuerzo por movimiento corporal repetitivo
	- Uso de PDV's	NO EVALUADO	NO EVALUADO
	NO EVALUADO	NO EVALUADO	NO EVALUADO
Psicosocial	- Síntomas de estrés	- Síntomas de estrés	NO EVALUADO

TIPO DE PELIGRO	ING. PAÚL TAPIA Método General de Evaluación de Riesgos (INSST)	SRA. DENICE DÁVILA Sistema Simplificado de Evaluación de Riesgos de Accidente (NTP 330)	ING. FERNANDO OBANDO Sistema Simplificado de Evaluación de Riesgos de Accidente (NTP 330)
Físico	- Exposiciones a condiciones ambientales extremas (calor - frío) - Exposición a altos niveles de presión sonora (Ruido)	- Exposiciones a condiciones ambientales extremas (calor - frío) - Exposición a altos niveles de presión sonora (Ruido) - Vibraciones provenientes de máquinas y equipos	NO EVALUADO - Exposición a altos niveles de presión sonora (Ruido) - Vibraciones provenientes de máquinas y equipos
	NO EVALUADO		
Mecánico	NO EVALUADO	NO EVALUADO	NO EVALUADO
	- Atropello o golpe por vehículos vehículos	- Atropello o golpe por vehículos	- Atropello o golpe por
	- Caída al mismo nivel	- Caída al mismo nivel	- Caída al mismo nivel
	NO EVALUADO	- Caída a distinto nivel	- Caída a distinto nivel
	- Proyección de partículas	- Proyección de partículas	- Proyección de partículas
	- Golpes o cortes por herramientas manuales	- Golpes o cortes por herramientas manuales	- Golpes o cortes por herramientas manuales
Químico	NO EVALUADO	NO EVALUADO	NO EVALUADO
	- Aplastamiento por deslizamiento	NO EVALUADO	NO EVALUADO
	NO EVALUADO	- Atrapamiento por trabajos en espacio confinado	- Atrapamiento por trabajos en espacio confinado
	NO EVALUADO	- Exposición a productos químicos - Inhalación de gases y vapores	- Exposición a productos químicos NO EVALUADO
Biológico	Exposición a material particulado	- Exposición a material particulado	- Exposición a material particulado
	Exposición a agentes patógenos (virus, bacterias)	- Exposición a agentes patógenos (virus, bacterias)	- Exposición a agentes patógenos (virus, bacterias)
	NO EVALUADO	NO EVALUADO	NO EVALUADO
Disergonómico	- Sobreesfuerzo por levantamiento manual de cargas	- Sobreesfuerzo por levantamiento manual de cargas	- Sobreesfuerzo por levantamiento
	- Sobreesfuerzo por posiciones forzadas	- Sobreesfuerzo por posiciones forzadas	- Sobreesfuerzo por posiciones forzadas
	NO EVALUADO	- Sobreesfuerzo por movimiento corporal repetitivo	- Sobreesfuerzo por movimiento corporal repetitivo
	NO EVALUADO	NO EVALUADO	NO EVALUADO
Psicosocial	- Exposición a cambios de temperatura	NO EVALUADO	NO EVALUADO
	NO EVALUADO	- Síntomas de estrés	- Síntomas de estrés

Nota: Elaboración del autor (2023), Obtenido del diagnóstico IPERC de las empresas; Área Verde, Vía Clean Cía. Ltda., PPG Construcciones y Tecnología Cía. Ltda., Ing. Paúl Tapia, Sra. Denice Dávila, Ing. Fernando Obando

Los resultados de la aplicación de las diferentes metodologías, dan a cuenta que los riesgos laborales no difieren en mayor grado de los riesgos laborales determinados en las fuentes científicas, técnicas y legales revisadas previamente.

3.3.2 Determinación de las medidas preventivas de control

Para el control de los riesgos laborales evaluados con las metodologías señaladas, las empresas han determinado las siguientes medidas preventivas de control de acuerdo a su nivel jerárquico. Sin embargo, cabe señalar que las acciones preventivas de Eliminación y Sustitución resultan difíciles de implementar, debido a la particularidad que presentan estos trabajos.

En la tabla siguiente se muestran las medidas de control implementadas con regularidad por las microempresas y pymes que desarrollan labores de mantenimiento y conservación vial.

Tabla 7. Acciones preventivas de control establecidas por microempresas y pymes de Ecuador

Eliminación	Sustitución	Control de Ingeniería	Controles Administrativos, Señalización y Advertencia	Equipos de Protección Individual (EPI's)
- NO DETERMINADO	- NO DETERMINADO	- Realizar el cierre parcial de la vía, cuando sea necesario. - Delimitar el área de trabajo con conos, balizas o vallas. - Uso de ayuda mecánica e izaje para el levantamiento de cargas. - Mantenimiento de maquinaria, equipos y herramientas.	- Señalizar las zonas de trabajo con señalización de seguridad vial. No invadir zonas de trabajo donde se encuentre maquinaria. - Uso de bloqueador solar. - Mantener hidratación permanente. - Realizar pausas activas o rotación del personal. - Realizar programas de capacitación.	- Uso de ropa retroreflectiva y de alta visibilidad; con manga larga y cerrada. - Uso de chalecos reflectivos. - Uso de equipos de protección personal, como: casco de seguridad, mascarillas de protección respiratoria para material particulado (polvo), protectores auditivos, gafas de protección para los ojos, pantallas de protección del rostro, guantes de protección para las manos y cuando sea necesario guantes para químicos, calzado o botas de seguridad y cuando aplique botas impermeables. - Uso de ropa o protectores impermeables. - Uso de equipos de protección para trabajos en altura: arnés y línea de vida. - Uso de mandil o canilleras para actividades de desbroce de maleza.

Nota: Elaboración del autor (2023), Obtenido del diagnóstico IPERC de las empresas; Área Verde, Vía Clean Cía. Ltda., PPG Construcciones y Tecnología Cía. Ltda., Ing.

Paúl Tapia, Sra. Denice Dávila, Ing. Fernando Obando

De acuerdo a la información obtenida, podemos afirmar que las actividades de construcción, mantenimiento y conservación vial, cuentan con suficiente información para aplicar acciones preventivas para evitar accidentes laborales, sin embargo, a nivel local la información respecto a las medidas de seguridad que se deben adoptar para este tipo de trabajos es limitada.

Por esta razón es importante proporcionar una guía preventiva para que las actividades de construcción, mantenimiento y conservación vial se desarrollen de una forma segura y no afecten a la movilidad de la misma.

3.4 Resultados: peligros, riesgos y controles en operaciones viales

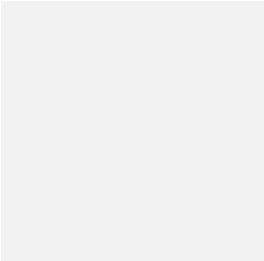
Es necesario determinar las principales actividades de las operaciones de construcción, mantenimiento y conservación vial, para así asociar los factores de riesgo significativos. En tal sentido, hemos procedido a resumir información relacionada a los peligros, factores de riesgo y las medidas de control divulgadas por organizaciones públicas y privadas, así como los resultados de la aplicación de los diferentes métodos para la evaluación de riesgos de las microempresa y pymes que realizan trabajos de mantenimiento y conservación vial en Ecuador.

Los datos e información estudiada nos servirán como insumo para el desarrollo de procedimientos o instrucciones para el desarrollo de estas actividades de manera preventiva y segura. Esta información no exhaustiva servirá como guía para que las actividades y tareas de mantenimiento y conservación vial puedan implementarse por cualquier persona u organización vinculada a estas operaciones tratando de buscar un adecuado nivel de uniformidad y estandarización en los procesos. Sin embargo, es de considerar que no se pueda llegar a la estandarización integral, ya que las operaciones en carretera son particulares y cada tramo de la vía presenta características especiales que deben ser controladas en el lugar de trabajo.

A continuación, detallamos el resultado de nuestro análisis, respecto a los peligros, riesgos y medidas de control propuestas, basadas en la realidad y situación de algunas empresas que mantienen un adecuado estándar de prevención y seguridad laboral en las operaciones de mantenimiento y conservación de carreteras en el país.

Tabla 8. Acciones preventivas para trabajos de construcción, mantenimiento y conservación vial

Tipo de trabajo	Actividades o tareas	Tipo de peligro	Factor de riesgo	Acciones de control				
				Eliminar	Sustituir	Ingeniería	Administrativas	EPI'S
Topografía	a. Trabajos de oficina.	Disergonómicos	Sobreesfuerzo muscular.	ND.	ND.	ND.	- Disponer de mobiliario adecuado en el puesto de trabajo. - Adoptar una postura adecuada frente a la pantalla. - Realizara pausas activas. - Realizar ejercicios de relajación periódica.	- Uso de calzado de seguridad. - Uso de ropa de trabajo.
		Disergonómicos	Fatiga visual.				- Mantener iluminación suficiente, si es posible natural.	
	b. Traslado y movilización en obra.	Locativos	Caída al mismo nivel.	ND.	ND.	- Mantenimiento periódico de los vehículos.	- Respetar la señalización vial.	- Uso de casco de protección para la cabeza.
		Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.			- Usar vehículos apropiados al terreno.	- No tomar medicamentos, alcohol u otras sustancias.	- Uso de chaleco reflectivo.
		Locativos	Vuelco o deslizamiento de maquinarias, equipos o automotores.			- Realizar cargas de acuerdo a la capacidad del automotor.	- Limitar las maniobras peligrosas.	- Uso de guantes de protección.

Mecánicos	Choque o golpes con maquinarias o vehículos.		- Respetar y mantener la velocidad del automotor.	- Uso de gafas de protección de los ojos.
Locativos	Atrapamiento del vehículo en barro o por obstáculos en la vía.		- Evitar distracciones al momento de conducir.	- Uso de calzado de seguridad.
Biológicos	Ataque por seres vivos (animales, reptiles, insectos)		- Verificar la presencia de animales peligrosos en la zona.	- Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva), con mangas largas y cuello cerrado.

Señalización		Locativos	Caída al mismo nivel.	ND.	ND.		- No transitar por zonas con donde hay desprendimiento o corrimiento del terreno. - Señalizar las zonas con desnivel. - Mantener protegidos los pozos y alcantarillas. - No ubicarse en la zona de trabajos de la maquinaria y equipos. - Evitar los ambientes con presencia de material particulado. - Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad.	- Uso de casco de protección para la cabeza. - Uso de chaleco reflectivo. - Uso de guantes de protección. - Uso de gafas de protección de los ojos. - Uso de protectores auditivos. - Uso de calzado de seguridad. - Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva), con mangas largas y cuello cerrado.
		Locativos	Caída a distinto nivel.					
		Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas.					
		Físico	Exposición a altos NPS (Ruido)					
		Mecánicos	Proyección de partículas y fragmentos.					
		Químicos	Exposición a material particulado.					
		Químicos	Exposición a gases y vapores.					
		Locativos	Caída de objetos o materiales desprendidos.					
		Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.					
		Físicos	Exposición a temperaturas ambientales extremas, viento, lluvia.					
c. Trabajo en los frentes de trabajo.		Eléctricos	Contactos o descargas eléctricas.					
a. Aplicación de señalización horizontal nueva y deteriorada en las vías.		Locativos	Caídas a distinto nivel	ND.	ND.	- Implementar señalización de seguridad vial. - Herramientas adecuadas y en buen estado. - Disponer de equipos extintores portátiles. - Resguardos para elementos móviles de los equipos de pintura.	- Mantener el orden y limpieza. - Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad. - Iluminación adecuada - Capacitación en técnicas de trabajo seguro. - Inspección previa y evaluación de riesgos.	- Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva). - Uso de chaleco reflectivo. - Uso de calzado de seguridad. - Uso de guantes de protección. - Uso de guantes de protección para químicos. - Uso de gafas de protección para los ojos.
		Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas.					
		Químicos	Exposición a gases y vapores.					
b. Reposición de la señalización vertical afectada en las vías.		Disergonómicos	Mantener posturas forzadas.					
		Mecánicos	Proyección de partículas líquidas (pintura)					
		Químicos	Contacto con sustancias corrosivas.					
		Eléctricos	Contactos o descargas eléctricas.					

	Disergonómicos	Sobreesfuerzo al levantar cargas.						- Uso de protección respiratoria para gases y vapores. - Uso de protectores auditivos. - Uso de casco de protección para la cabeza. - Uso de overol o trajes desechables para químicos.
	Disergonómicos	Sobreesfuerzo muscular.						
	Físicos-químicos	Incendios de materiales combustibles o inflamables.						
	Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.						
c. Aplicación de pintura en bordillos cerca de la vía de circulación vehicular.	Locativos	Caída al mismo nivel.						- Uso de casco de protección para la cabeza.
	Locativos	Caída a distinto nivel.						- Uso de chaleco reflectivo.
	Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.						- Uso de guantes de protección para químicos.
	Mecánicos	Proyección de partículas liquidas (pintura)						- Uso de gafas de protección de los ojos.
	Químicos	Exposición a gases y vapores.	ND.	ND.	- Implementar señalización de seguridad vial. - Los trabajadores deben ubicarse con vista frontal a la circulación vehicular. - Almacenar la pintura y solventes en lugares ventilados y señalizados. - Disponer de equipos extintores portátiles.	- Implementar señalización de peligros y riesgos. - Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad. - Estacionar los vehículos de trabajo con luces de emergencia encendidas. - Lavarse-limpiarse las manos y rostro antes de la ingesta de alimentos.	- Uso de calzado de seguridad - Uso de protectores respiratorios para gases y vapores. - Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva), con mangas largas y cuello cerrado.	
	Químicos	Contacto con sustancias corrosivas.						
	Mecánicos	Impacto por mangueras a presión.						
	Eléctricos	Contactos o descargas eléctricas.						
		Disergonómicos	Sobreesfuerzo muscular.					

d. Montaje y retiro de la señalización vial.	Locativos	Caída al mismo nivel.	ND.	ND.	- Usar vehículos para el traslado y acopio de las señales. - Usar carretillas para el transporte de los materiales. - No levantar cargas superiores a los 25 kg o solicitar la ayuda de otras personas. - Disponer de pasarelas para el paso de obstáculos o desniveles de las carretillas.	- No perder de vista la aproximación de maquinaria y vehículos. - Mantener el orden y limpieza de las vías o pasos de circulación de carretillas.	- Uso de casco de protección para la cabeza. - Uso de chaleco reflectivo. - Uso de guantes de protección. - Uso de gafas de protección de los ojos. - Uso de calzado de seguridad. - Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva), con mangas largas y cuello cerrado.
	Locativos	Caída de objetos en manipulación.				- Si no se movilizan todas las señales, éstas podrán ubicarse temporalmente en la berma.	
	Mecánicos	Pisada sobre objetos filosos.				- Usar herramientas manuales de forma segura.	
	Mecánicos	Proyección de partículas y fragmentos.				- Evitar cargar las herramientas sobre el hombro.	
	Disergonómicos	Sobreesfuerzo muscular.				- Realizar pausas de descanso.	
	Físicos	Exposición a temperaturas ambientales extremas, viento, lluvia.				- Apartar a las personas mientras se usan las herramientas manuales.	
	Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas.					
	Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.					

Limpieza de la calzada	a. Realizar actividades de limpieza y barrido de la calzada.	Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.	ND.	ND.	- La maquinaria o vehículos de trabajo deben mantener las luces de advertencia encendidas.	- Mantener el orden y limpieza. - Implementar señalización de seguridad vial. - Conos de tráfico y barreras de protección. - Mantener la iluminación adecuada. - Capacitación en técnicas de trabajo seguro.	- Uso de chaleco reflectivo. - Uso de arneses de seguridad. - Calzado antideslizante.
Limpieza de drenajes	a. Construir y reparar los drenajes con presencia de animales o residuos peligrosos.	Locativos	Caída al mismo nivel	ND.	ND.	- Asegurar la estabilidad de los trabajadores cuando se encuentren sobre drenajes transversales.	- Seguir y respetar el proceso cronológico de trabajo.	- Uso de arnés de retención con puntos de anclaje.
		Locativos	Caída a distinto nivel					- Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva), con mangas largas y cuello cerrado.
		Mecánicos	Choques contra objetos móviles					- Uso de protección para el rostro y los ojos.
		Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.					- Uso de guantes de protección.
		Mecánicos	Caída de objetos por manipulación.					- Uso de calzado de seguridad.
		Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas.					- Uso de mascarilla para material particulado.
		Biológicos	Ataque por seres vivos.					- Uso de tapones auditivos.
Instalación de barreras o		Mecánicos	Cortes o raspones por la manipulación de las estructuras.	ND.	ND.		- Manipular las barreras entre varias personas.	- Usar casco de protección de la cabeza.

defensas laterales	a. Extendido de los materiales metálico.	Mecánicos	Caída de cargas durante la carga y transporte.				- Descargar estructuras con ayuda mecaniza (camión grúa)	- Controlar el tránsito vehicular dentro de la zona de trabajo.	- Usar guantes de protección.
		Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas.				- Verificar el correcto anclaje de las estructuras metálicas.	- Implementar señalización de seguridad vial.	- Usar calzado de seguridad.
	b. Instalación de postes de soporte.	Disergonómicos	Sobreesfuerzo al levantar cargas.				- Mantener una adecuada supervisión de la operación de montaje y desmontaje.	- Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad.	- Usar protectores auditivos.
	c. Montaje y desmontaje de barreras laterales en los bordes de la vía o en el parterre central.	Mecánicos	Caída de objetos en manipulación.				- Verificar que se cumpla con el procedimiento seguro de izaje.	- Mantener el orden y limpieza de las zonas de trabajo.	
		Mecánicos	Golpes o choques con elementos o equipos de trabajo. Atropello o golpe por maquinaria o automotores.				- Asegurar que los ganchos, cadenas, fajas estén certificadas y homologadas.	- Adoptar una posición adecuada para manipular las barreras.	
	d. Nivelación de las barreras.	Locativos	Caída al mismo nivel.						
		Físicos	Exposición a altos NPS (Ruido).					- Almacenar materiales de forma segura, estable y delimitada.	
		Físicos	Exposición a la vibración transmitida por la maquinaria.						
Instalación de elementos auxiliares de seguridad	a. Instalación de barreras de amortiguamiento (absorbedor de impacto).	Locativos	Caída al mismo nivel	ND.	ND.			- Controlar el tránsito vehicular dentro de la zona de trabajo.	- Usar casco de protección de la cabeza.
		Mecánicos	Pisada sobre objetos punzantes				- Implementar señalización de seguridad vial.	- Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad.	- Usar protectores auditivos.
		Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas						- Usar protección para la vista y rostro.

	b. Instalación de Hitos de borde de carretera.	Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.				- No invadir la zona de tránsito vehicular.	- Usar mascarillas para polvo.
	c. Instalación de hitos de arista o delineadores de borde.	Mecánicos	Atrapamiento por o entre objetos				- Mantener el orden y limpieza.	- Usar guantes de protección.
		Mecánicos	Proyección de partículas y fragmentos.				- Retirar los materiales que obstaculizan el paso.	- Usar calzado de seguridad.
	d. Instalación de paneles de dirección (chevrones) en curvas.	Físicos	Exposición a altos NPS (Ruido).					- Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva).
	e. Instalación de ojos de gato (tachas)	Físicos	Exposición a la vibración transmitida por la maquinaria.					- Usar arnés y línea de vida para trabajos en altura.
	f. Instalación de reductores de velocidad.	Químicos	Exposición a gases y vapores.					
		Químicos	Contacto con sustancias químicas.					
Vigilancia y atención de emergencias	a. Atención de siniestros presentados en la vía.	Locativos	Caída al mismo nivel.	ND.	ND.	- Controlar el tránsito vehicular dentro de la zona de trabajo.	- Definir protocolos de actuación de acuerdo al tipo de situación y evento.	- Uso de casco de protección para la cabeza.
		Mecánicos	Pisada sobre objetos punzantes.					- Uso de guantes de protección.

Construcción, reparación y limpieza de cunetas, alcantarillas, drenajes, tubos y canalización de servicios	b. Atención médica de herido.	Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas.		- Implementar señalización de seguridad vial. - Disponer y usar un vehículo de servicio como barrera.	- Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad. - Mantener libres los carriles para facilitar la movilización de los equipos de emergencia. - Implementar señalización luminosa para la noche.	- Uso de calzado de seguridad. - Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva).
	c. Servicio mecánico en la vía	Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.				
		Mecánicos	Atrapamiento por o entre objetos.				
	a. Colocación de tubería y elementos prefabricados	Locativos	Caída al mismo nivel.	ND.	ND.	- Manipular las cargas con ayuda mecánica (camión grúa). - El camión grúa deberá usar sus estabilizadores. - Mantener una distancia de seguridad a los taludes. - Asegurar que los ganchos, cadenas, fajas estén certificadas y homologadas.	- No permanecer en el área de trabajo de la maquinaria y equipos. - Mantener una adecuada supervisión de la operación de montaje y desmontaje. - Verificar que se cumpla con el procedimiento seguro de izaje.
		Locativos	Caída a distinto nivel.				
		Locativos	Caída de alturas.				
		Mecánicos	Aplastamiento.				
		Mecánicos	Atrapamiento entre objetos.				
		Mecánicos	Golpes con ganchos o carga.				
		Mecánicos	Vuelco o deslizamiento de maquinarias, equipos o automotores.				
		Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas.				- Uso de casco de protección para la cabeza. - Uso de guantes de protección. - Uso de calzado de seguridad. - Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva).

b. Construcción de alcantarillas, pozos y cajas de revisión	Mecánicos	Golpes o cortes por objetos y herramientas.	ND.	ND.	- Verificar el buen estado de las extensiones y cables eléctricos.	- Prohibir la permanencia de personas en la zona de trabajo de máquinas.	- Uso de casco de protección para la cabeza.
	Locativos	Caída al mismo nivel.					
c. Limpieza de alcantarillas, pozos, etc.	Locativos	Caída a distinto nivel.				- Acopiar por fuera el material de excavación.	- Uso de guantes de protección.
	Mecánicos	Atrapamiento y corte con máquinas o herramientas.				- Señalizar y delimitar el área de excavación.	- Uso de calzado de seguridad.
	Disergonómicos	Sobreesfuerzo al levantar cargas.				- Implementar pasarelas y rampas.	- Usar arnés y línea de vida.
	Mecánicos	Aplastamiento.				- No levantar cargas superiores a 25 kg.	- Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva).
	Mecánicos	Proyección de partículas o fragmentos.				- Excavación mayor a 2 metros, usar escaleras para el acceso.	
	Mecánicos	Pisada sobre objetos punzantes.					
	Mecánicos	Proyección de partículas y fragmentos.	ND.	ND.	- Implementar señalización de seguridad vial	- Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad.	- Uso de casco de protección para la cabeza.
	Mecánicos	Golpes o Cortes por objetos y herramientas.					

d. Construcción y limpieza de cunetas próximas a la vía	Mecánicos	Atrapamiento por o entre objetos.				- No permitir personas en la zona de circulación y operación de vehículos o maquinaria.	- Uso de gafas de protección de los ojos.
	Físicos	Exposición a altos NPS (Ruido).				- No ubicarse detrás de los vehículos o maquinarias (punto ciego).	- Uso de protectores auditivos.
	Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas					- Uso de guantes de protección, incluidos para químicos.
	Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.					- Uso de calzado de seguridad o impermeable.
	Mecánicos	Exposición a agentes biológicos					- Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva).
	Biológicos						- Usar ropa o protectores impermeables.
	Mecánicos	Proyección de partículas y fragmentos.	ND.	ND.	ND.	- Implementar señalización de seguridad vial.	- Uso de casco de protección para cabeza.
	Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas.					- Uso de gafas de protección de los ojos.

e. Trabajos en taludes y limpieza de bermas	Mecánicos	Atrapamiento por o entre objetos.			- Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad.	- Uso de protectores auditivos.
	Físicos	Exposición a altos NPS (Ruido)			- No ubicarse detrás de los vehículos o maquinarias (punto ciego).	- Uso de guantes de protección.
	Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas.			- No permitir personas en la zona de circulación y operación de vehículos o maquinaria.	- Uso de calzado de seguridad o impermeable.
	Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.				- Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva)
	Disergonómicos	Sobreesfuerzo al levantar cargas.				- Usar ropa o protectores impermeables.
	Disergonómicos	Sobreesfuerzo muscular.				
	Locativos	Caída al mismo nivel.	ND.	ND.	- Verificar la estabilidad del talud.	- Uso de casco de protección para la cabeza
	Locativos	Caída a distinto nivel			- Barreras de contención y estabilización de zonas poco estables.	- Uso de gafas de protección de los ojos
	Mecánicos	Caída de objetos o materiales desprendidos			- Asegurar la estabilidad de los trabajadores en el talud (puntos de anclaje).	- Uso de guantes de protección.
	Mecánicos	Proyección de partículas y fragmentos			- Instalación de mallas de protección.	- Uso de calzado de seguridad o impermeable.
	Mecánicos	Atrapamiento por o entre objetos.			- Instalación de anclajes de fijación.	- Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva)
	Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.			- Desviar el tránsito vehicular.	- Usar arnés y línea de vida.
	Locativos	Aplastamiento o supultamiento.			- Implementar señalización de seguridad vial.	
					- Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad.	
					- Confinar el área de trabajo mediante barreras rígidas.	

Montaje y desmontaje de nuevas señales en los postes	f. Trabajos en isletas, parterre central, zonas contiguas, zonas	Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas.	ND.	ND.	- No levantar cargas superiores a 25 kg.	- No manipular herramientas, mientras se mantienen en las escaleras.	- Uso de casco de protección para cabeza
		Mecánicos	Golpes o pisada sobre objetos o herramientas.			- Usar escaleras para el acceso a los camiones.		- Uso de gafas de protección de los ojos
	de descanso y retiro de residuos.	Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.				- No dejar materiales u obstáculos en las zonas de paso o adyacentes al tránsito vehicular.	- Uso de guantes de protección
		Disergonómicos	Sobreesfuerzo al levantar cargas					- Uso de calzado de seguridad o impermeable.
		Disergonómicos	Sobreesfuerzo muscular.					- Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva)
		Locativos	Caída al mismo nivel.					
		Locativos	Caída a distinto nivel					
	a. Desmontaje y montaje de carteles y señales ubicadas anexas a la vía.	Mecánicos	Golpes, cortes o roces por la manipulación de los carteles.					
		Mecánicos	Almacenamiento inadecuado de la señalización.					
		Mecánicos	Caída de la carga durante el transporte.					
		Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas.					
		Disergonómicos	Sobreesfuerzo al levantar cargas.					- Uso de casco de protección para cabeza
		Disergonómicos	Sobreesfuerzo muscular.					- Uso de guantes de protección.
		Mecánicos	Caída de objetos en manipulación en los pies. Caída de objetos o piezas desde altura.					- Uso de calzado de seguridad o impermeable.
		Mecánicos		ND.	ND.	- Manipular las señales entre dos personas.	- Implementar señalización de seguridad vial.	- Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva)
						- Operación de equipos pesados entre dos personas.	- Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad.	
						- Controlar y organizar el tránsito vehicular.		
						- No soltar los elementos de ajuste hasta que la señalización está fijada y estable.		

		Mecánicos	Golpes o choques con objetos, equipos o maquinaria.					
		Locativos	Caída al mismo nivel.					
		Locativos	Caída a distinto nivel.					
		Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.					
Pórticos y banderolas	a. Mantenimiento preventivo o correctivo de pórticos y banderolas	Locativos	Caída al mismo nivel.	ND.	ND.	- Uso de grúa para el levantamiento de los pórticos o carteles. - Manipular los pórticos con dos o más personas. - Controlar y organizar el tránsito vehicular. - Usar plataformas elevadoras. - Usar escaleras, módulos, andamios, etc. - Uso de máquinas con estabilizadores.	- Implementar señalización de seguridad vial. - Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad. - Mantener las zonas de paso o tránsito libre de obstáculos o materiales acumulados. - Implementar barreras rígidas si el trabajo no es temporal. - Implementar señalización luminosa para trabajos nocturnos. - Retirar y limpiar los restos de materiales de trabajo antes de habilitar el tráfico vehicular.	- Uso de casco de protección para cabeza - Uso de gafas de protección de los ojos - Uso de guantes de protección. - Uso de calzado de seguridad, impermeable si es el caso. - Usar arnés y línea de vida. - Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva).
		Locativos	Caída a distinto nivel.					
		Mecánicos	Atropello o golpe por automotores o maquinaria auxiliar.					
		Mecánicos	Atrapamiento entre objetos.					
		Mecánicos	Vuelco o deslizamiento de maquinarias, equipos o automotores.					
		Eléctricos	Contacto eléctrico directo o indirecto.					
		Mecánicos	Caída de objetos o piezas desde altura.					
		Mecánicos	Golpes, cortes o roces por la manipulación de los carteles.					

Montaje y desmontaje de luminarias	a. Limpieza de luminarias, mantenimiento, montaje y desmontaje	Locativos	Caída de altura.	ND.	ND.	ND.	- Limitar o bloquear el paso de peatones y vehículos. - Implementar señalización de seguridad vial. - Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad.	- Uso de casco de protección para cabeza. - Uso de gafas de protección de los ojos - Uso de guantes de protección. - Uso de calzado de seguridad, impermeable si es el caso. - Usar arnés y línea de vida.
		Locativos	Caída al mismo nivel.					
		Locativos	Caída a distinto nivel.					
		Mecánicos	Atropello o golpe por automotores o maquinaria auxiliar.					
		Mecánicos	Atrapamiento o corte entre objetos.					
		Mecánicos	Atrapamiento, golpes, cortes o roces con máquinas o herramientas.				- Evitar la presencia de personas en la zona de trabajo. - Mantener el orden y la limpieza de las zonas de trabajo. - Realizar un solo trabajo en el poste.	- Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva).
		Disergonómicos	Sobreesfuerzo al levantar cargas					
		Disergonómicos	Sobreesfuerzo muscular.					
		Mecánicos	Aplastamiento de manos.					

Mallas de cerramiento	a. Instalación de mallas para cerramientos	Locativos	Caída al mismo nivel.	ND.	ND.	- Controlar y organizar el tránsito vehicular. - No levantar cargas superiores a 25 kg.	- Mantener el orden y la limpieza de las zonas de trabajo. - Asegurar que las máquinas y herramientas cuenten con sus protecciones. - Implementar señalización de seguridad vial. - Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad. - Evitar la presencia de personas en la zona de trabajo.	- Uso de casco de protección para la cabeza - Uso de gafas de protección de los ojos - Uso de guantes de protección. - Uso de calzado de seguridad, impermeable si es el caso. - Usar arnés y línea de vida. - Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva).
		Mecánicos	Atrapamiento, golpes, cortes o roces con máquinas o herramientas.					
		Disergonómicos	Sobreesfuerzo al levantar cargas					
		Disergonómicos	Sobreesfuerzo muscular.					
		Mecánicos	Pisada sobre objetos punzantes.					
		Mecánicos	Choques o golpes contra objetos móviles.					
		Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.					
		Mecánicos	Atrapamiento entre objetos.					
		Químicos	Contacto con el cemento del hormigón.					
		Químicos	Salpicaduras de hormigón a los ojos.					
		Físicos	Exposición a temperaturas ambientales extremas, viento, lluvia.					

Construcción de zanj	a. Construir zanj	as cercanas a la vía	Locativos	Caída al mismo nivel.	ND.	ND.	- Implementar señalización de seguridad vial.	- Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad.	- Uso de casco de protección para la cabeza
			Locativos	Pisada sobre objetos punzantes.			- Construir entibamiento.	- Organizar el tránsito vehicular.	
			Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas.			- Apilar correctamente los materiales.	- Mantener el orden y la limpieza de las zonas de trabajo.	
			Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.			- Uso de escaleras para el acceso a las zanj	- Movilización lenta de maquinaria y automotores de trabajo, con luces de advertencia encendidas.	
			Mecánicos	Atrapamiento entre objetos.			- Cerrar y asegurar las zanj	- Evitar la presencia de personas en la zona de trabajo, mientras las maquinas estén trabajando.	
			Mecánicos	Atrapamiento entre objetos.			- Mantener una distancia mínima de 2 metros al borde de la zanj.		
Encofrado, desencofrado y hormigonado	a. Encofrado, desencofrado, hormigonado en trabajos menores		Locativos	Caída al mismo nivel.	ND.	ND.	- Revisar periódicamente el estado de la zanj.		- Usar arnés y línea de vida.
			Locativos	Sepultamiento por derrumbe.			- Implementar señales luminosas para actividades nocturnas.		
			Locativos	Caída al mismo nivel.					
			Locativos	Caída a distinto nivel.					
			Mecánicos	Cortes por el uso de herramientas manuales. Cortes por el uso de herramientas eléctricas.			- Usar escaleras, módulos, andamios, etc.	- Evitar la presencia de personas en la zona de trabajo, mientras las maquinas estén trabajando.	
			Mecánicos	Cortes por el uso de herramientas eléctricas.			- Instalación de barandas y pasamanos en el perímetro de las losas.	- Mantener el orden y la limpieza de las zonas de trabajo.	
			Mecánicos	Pisada sobre objetos punzantes.			- Extraer rápidamente los clavos o puntas presentes en la madera.	- Asegurar que las herramientas cuenten con sus protecciones.	
			Mecánicos	Desprendimiento de materiales por el incorrecto apilado. Golpes en la mano por tareas de clavado.			- Verificar y asegurar la estabilidad del encofrado.	- Revisar e inspeccionar el estado de las máquinas e instalaciones eléctricas.	

	c. Trabajos de hormigonado en trabajos menores	Locativos	Caída al mismo nivel.	ND.	ND.	- Verificar el buen estado del entibado. - Verificar el buen estado del encofrado.	- Mantener el orden y la limpieza de las zonas de trabajo. - Mantener las zonas de paso o tránsito libre de	- Uso de casco de protección para la cabeza - Uso de gafas de protección de los ojos
		Locativos	Caída a distinto nivel.					
		Locativos	Caída de objetos desde la altura.					
		Locativos	Hundimiento o apertura del encofrado.			- Eliminar restos de madera, alambres, pedazos de hierro, etc. - Instalar pasarelas de circulación peatonal sobre las zanjas. - Mantener una distancia mínima de 2 metros al borde de la zanja, para el vertido de hormigón. - Usar escaleras, módulos, andamios, etc. No escalar el encofrado. - Distribución adecuada del hormigón para evitar sobrecargar la zona de los puntales.	- obstáculos o materiales acumulados. - Revisar e inspeccionar el estado de las máquinas e instalaciones eléctricas.	- Uso de protectores auditivos. - Uso de guantes de protección. - Uso de calzado de seguridad, impermeable si es el caso. - Usar arnés y línea de vida. - Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva) - Usar trajes impermeables si es necesario.
		Mecánicos	Pisada sobre objetos punzantes.					
		Químicos	Contacto con el cemento del hormigón.					
		Químicos	Salpicaduras de hormigón a los ojos.					
		Locativos	Deslizamiento de tierra.					
		Mecánicos	Atrapamiento entre objetos.					
		Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.					
		Físicos	Exposición a altos NPS.					
		Eléctricos	Contactos o descargas eléctricas					
Asfalto	a. Renovación del asfalto o bacheo de zonas deterioradas en frío	Químicos	Inhalación de gases y vapores.	ND.	ND.	- Implementar señalización de seguridad vial. - Limitar el contacto con solventes o disolventes.	- Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad.	- Uso de casco de protección para cabeza. - Uso de gafas de protección de los ojos.
		Químicos	Contacto con emulsión asfáltica					

Químicos	Salpicaduras de emulsión asfáltica		- Disponer de equipos extintores.	- Se prohíbe comer, beber o fumar durante los trabajos con asfalto.	- Uso de guantes de protección para químicos.
Físicos-químicos	Posible incendio		- Transportar el material cubierto con carpas		- Uso de calzado de seguridad o impermeable.
Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.				- Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva), con mangas largas y cuello cerrado.
Mecánicos	Colisiones o choques.				
					- Usar ropa o traje impermeable.

b. Renovación del
asfalto o bacheo
de zonas
deterioradas en
caliente

Mecánicos	Vuelco o deslizamiento de maquinarias, equipos o automotores	ND.	ND.	- Implementar señalización de seguridad vial. - Los trabajadores a pie deben limitarse a realizar actividades fuera de la calzada. - Los trabajadores a pie deben estar por detrás de la zona de acción de la maquinaria. - Los ayudantes de extendido deben actuar delante de la maquinaria y retirarse a las cunetas o acera cuando la maquinaria se acerque. - Los ayudantes deben retirarse a las cunetas o aceras, cuando las volquetas se preparen para el volcado del asfalto en la tolva. - Asegurar el buen estado de la maquinaria, automotores y equipos.	- Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad. - No iniciar maniobras hasta que no sea autorizado para el efecto. - Únicamente el operador puede estar en la cabina de la maquinaria. - Prohibir el acercamiento de los trabajadores mientras las maquinas se encuentran en funcionamiento. - Verificar y asegurar que no existan personas, detrás o entre las máquinas. - Mantener una buena hidratación del personal, disponer de dispensadores de agua. - Si es necesario solicitar apoyo policial o de tránsito.	- Uso de casco de protección para la cabeza - Uso de gafas de protección de los ojos - Uso de guantes de protección para químicos. - Uso de calzado de seguridad, impermeable si es el caso. - Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva), con mangas largas y cuello cerrado. - Usar trajes u overoles (desechables) para salpicaduras.
Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.					
Mecánicos	Atrapamiento por maquinaria o automotores.					
Mecánicos	Colisiones o choques.					
Físicos-químicos	Posible incendio o explosión.					
Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas					
Físicos	Exposición a temperaturas ambientales extremas, viento, lluvia.					
Mecánicos	Contacto con el aglomerado caliente o superficies calientes de los automotores o maquinaria.					
Químicos	Exposición a productos químicos (emulsión asfáltica)					
Químicos	Exposición a gases y vapores.					
Eléctricos	Contacto con líneas aéreas de media o alta tensión.					
Químicos	Salpicadura de emulsión asfáltica.					
Químicos	Exposición a material particulado.					

		Físicos	Exposición a altos NPS (Ruido).			
Grietas y fisuras	a. Rellenar y sellar con emulsión asfáltica las grietas o fisuras en la calzada	Locativos	Caída al mismo nivel.	ND.	ND.	- Usar las escalerillas y barandillas al subir o bajar de los camiones. - Subir a la cabina pisando correctamente sobre los peldaños. - Evitar el acceso al camión, pisando sobre las llantas o guardapolvos del automotor. - No saltar directamente al suelo desde el balde o cajón del automotor. - Mantener el orden y la limpieza de las zonas de trabajo. - Evitar que los automotores circulen en reversa. - Mantener las zonas de paso o tránsito libre de obstáculos o materiales acumulados. - Respetar las indicaciones provistas en la Hoja de Seguridad de los productos químicos usados HDS. - Si es necesario solicitar apoyo de entidades policiales o de tránsito.
		Locativos	Caída a distinto nivel.			
		Mecánicos	Caída de objetos en manipulación.			
		Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas.			
		Mecánicos	Proyección de partículas o fragmentos.			
		Mecánicos	Atrapamiento entre objetos.			
		Disergonómicos	Sobreesfuerzo muscular.			
		Físicos	Exposición a temperaturas ambientales extremas, viento, lluvia.			
		Mecánicos	Contacto con el asfalto caliente o superficies calientes de los automotores o maquinarias.			
		Químicos	Exposición a productos químicos (emulsión asfáltica)			
		Químicos	Exposición a gases y vapores.			
		Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.			
		Mecánicos	Atrapamiento por maquinaria o automotores.			
		Físicos	Exposición a altos NPS (Ruido)			

- Uso de casco de protección para la cabeza
- Uso de gafas de protección de los ojos.
- Uso de guantes de protección para químicos.
- Uso de calzado de seguridad, impermeable si es el caso.
- Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva), con mangas largas y cuello cerrado.
- Usar trajes u overoles (desechables) para salpicaduras.

Vigilancia de vías	a. Realizar recorridos, inspecciones y visitas a la vía.	Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.	ND.	ND.	- Vehículo con luces de emergencia o balizas - Ubicarse por delante del vehículo (Barrera). - Al estacionarse, pegarse a la berma con las luces de emergencia encendidas. - Antes de salir, verificar que la vía este libre y no se acerquen vehículos.	- Usar ropa de color llamativo y de alta visibilidad.	
		Locativos	Caída al mismo nivel.					
		Locativos	Caída a distinto nivel.					
		Mecánicos	Colisiones o choques.					
Jardinería, plantaciones, y retiro de materiales	a. Limpieza y corte de maleza (desbroce).	Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.	ND.	ND.	- Implementar señalización de seguridad vial. - Asegurar que los vehículos de carga no se acerquen mientras se realiza el desbroce de maleza. - Si el desbroce se realiza en el talud por sobre los 2 metros, se deberá usar cinturón de sujeción.	- Mantener el orden y la limpieza de las zonas de trabajo. - Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad. - Mantenerse hidratado durante la jornada de trabajo.	- Uso de casco de protección para la cabeza. - Uso de pantallas de protección facial. - Uso de gafas de protección de los ojos. - Uso de protectores auditivos. - Uso de guantes de protección. - Uso de calzado de seguridad, impermeable si es el caso. - Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva), con mangas largas y cuello cerrado.
		Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas					
		Mecánicos	Proyección de partículas o fragmentos.					
		Locativos	Caída al mismo nivel.					
		Locativos	Caída a distinto nivel.					
		Mecánicos	Colisiones o choques.					
		Mecánicos	Pisada sobre objetos punzantes.					
		Físicos	Exposición a temperaturas ambientales extremas, viento, lluvia.					

b. Despeje de vegetación y retiro	Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.	ND.	ND.			- Uso de casco de protección para cabeza.
	Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas			- Implementar señalización de seguridad vial. - Si el desbroce se realiza en el talud por sobre los 2 metros, se deberá usar cinturón de sujeción.	- Mantener el orden y la limpieza de las zonas de trabajo. - Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad.	- Uso de pantallas de protección facial.
	Mecánicos	Proyección de partículas o fragmentos.					- Uso de gafas de protección de los ojos.
	Locativos	Caída al mismo nivel.					- Uso de guantes de protección.
	Locativos	Caída a distinto nivel.					- Uso de calzado de seguridad o impermeable.
	Mecánicos	Colisiones o choques.					- Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva), con mangas largas y cuello cerrado.

Trabajos en el interior de túneles	a. Limpieza de los muros (Uso de camión cisterna, equipo de agua a presión y cepillos)	Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.	ND.	ND.	- Implementar señalización de seguridad vial. - El camión cisterna deberá contar con estribos, peldaños antideslizantes. - Mientras los automotores estén estacionados en el arcén, deberán mantener encendidas las luces de emergencia. - Asegurar que al interior del túnel se mantenga una adecuada ventilación.	- Mantener el orden y la limpieza de las zonas de trabajo. - Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad. - Realizar la limpieza del margen de la vía, uno a la vez. - Usar los automotores como barreras de protección.	- Uso de casco de protección para cabeza - Uso de gafas de protección de los ojos. - Uso de guantes de protección para químicos. - Uso de calzado de seguridad o impermeable - Uso de protectores respiratorios para material particulado. - Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva), con mangas largas y cuello cerrado. - Usar trajes u overoles impermeables.
		Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas					
		Mecánicos	Proyección de partículas o fragmentos.					
		Locativos	Caída al mismo nivel.					
		Locativos	Caída a distinto nivel.					
		Físicos	Exposición a temperaturas ambientales extremas, viento, lluvia.					
		Químicos	Exposición a productos químicos					
	b. Revisión, reparación o	Mecánicos	Atropello o golpe por automotores.	ND.	ND.			- Uso de casco de protección para cabeza

limpieza manual de las luminarias con ayuda mecánica (camión pluma)	Locativos	Caída a distinto nivel.		- Implementar señalización de seguridad vial. - Usar brazo grúa con canastilla o plataforma con barandilla. - Desconectar el flujo de energía y comprobar la ausencia de voltaje, antes de iniciar los trabajos. - Disponer de equipos extintores acordes al tipo de fuego. - Usar y mantener los equipos medidores de tensión (multímetros) - Uso de herramientas con mangos aislantes.	- Mantener el orden y la limpieza de las zonas de trabajo. - Mantener la zona de trabajo libre de obstáculos. - Delimitar la zona de trabajo con conos o balizas de seguridad. - Realizar un trabajo a la vez, en el costado de la vía. - Los automotores estacionados en la berma, mantendrán encendidas las luces de emergencia. - Usar los automotores como barreras de protección.	- Uso de gafas de protección de los ojos. - Uso de guantes de protección dieléctrico. - Uso de calzado de seguridad. - Uso de protectores respiratorios para material particulado. - Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva), con mangas largas y cuello cerrado.
	Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas				
	Eléctricos	Contactos eléctricos directos o indirectos				
	Físicos-químicos	Posible incendio.				
	Físicos	Exposición a temperaturas ambientales extremas, viento, lluvia.				
	Mecánicos	Proyección de partículas o fragmentos.				

Corte y reposición del tránsito en el carril	a. Direccionamiento del tránsito vehicular (colocar señalización en la vía)	Locativos	Caída al mismo nivel. Caída	ND.	ND.	- Establecer esquemas de señalización. - Ubicar la señalización en sentido ascendente, desde el inicio del direccionamiento del tránsito. - Usar vehículos o señales luminosas al interior de la cuña de conos para complementar la señalización (conos - balizas).	- Si es necesario, solicitar apoyo de entidades policiales o de tránsito. - Ubicar señalización en el arcén derecho e izquierdo con ayuda de un señalero, cuando no haya tráfico vehicular. - Implementar señalización de seguridad vial (Inicio - Fin de obra, etc.).	- Uso de casco de protección para la cabeza - Uso de gafas de protección de los ojos. - Uso de guantes de protección. - Uso de calzado de seguridad, impermeable si es el caso. - Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva), con mangas largas y cuello cerrado.
		Locativos	a distinto nivel.					
		Mecánicos	Pisadas sobre objetos					
		Mecánicos	Choque contra objetos móviles.					
		Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas					
		Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.					
		Mecánicos	Atrapamiento por o entre objetos.					
	b. Retiro de la señalización y rehabilitación del tránsito vehicular	Mecánicos	Colisiones o choques.			- Retirar la señalización en sentido inverso al tránsito. - El vehículo encargado del retiro de la señalización debe circular en reversa. - El vehículo encargado del retiro de la señalización debe mantener encendidas las luces de emergencia. - Tomar precauciones para que el vehículo encargado del retiro de	- Si es necesario, solicitar apoyo de entidades policiales o de tránsito.	- Uso de casco de protección para la cabeza - Uso de gafas de protección de los ojos. - Uso de guantes de protección. - Uso de calzado de seguridad, impermeable si es el caso. - Usar ropa de alta visibilidad (reflectiva), con mangas largas y cuello cerrado.
		Locativos	Caída al mismo nivel. Caída					
		Locativos	a distinto nivel.					
		Mecánicos	Pisadas sobre objetos					
		Mecánicos	Choque contra objetos móviles.					
		Mecánicos	Golpes o cortes por objetos o herramientas					
		Mecánicos	Atropello o golpe por maquinaria o automotores.					
		Mecánicos	Atrapamiento por o entre objetos.					

Mecánicos

Colisiones o choques.

señales no invada el
carril contrario.

Nota: Elaboración del autor (2023), Obtenido del análisis de:

- Matrices IPERC de las empresas; Área Verde (Pichincha), Vía Clean Cía. Ltda. (Pichincha), PPG Construcciones y Tecnología Cía. Ltda. (Cotopaxi), Constructora Ing. Tapia (Tungurahua), Constructora Sra. Denice Dávila (Imbabura).
- Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas (Oficina Internacional del Trabajo (OIT), 2003).
- Manual de Buenas Prácticas - Actividad Vial. Conservación Rutinaria de rutas y caminos (Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT), 2019).
- Manual de Conservación de Carreteras (Comunidad de Madrid, 2012).
- Guía de evaluación de Riesgos Laborales en las unidades de Obra (Asociación Navarra de Empresas de Construcción de Obras Públicas (ANECOP), 2006).
- Manual de Seguridad y Salud en los Trabajos de Conservación y Explotación de Carreteras (Crisóstomo, 2005).
- Los Riesgos Laborales en el Sector de la Conservación de Carreteras (Rodríguez Cascallana, Ana , 2017).
- Seguridad vial laboral en los trabajos de mantenimiento de carreteras (Fundación Laboral para la Construcción, 2017)

CAPITULO IV

PROPUESTA

4.1 Guía básica de señalización y seguridad para trabajos en la vía

4.1.1 Zonas de control de tránsito temporal

Según (U. S. Department of Transportation - Federal Highway Administration, 2022), la zona de control de tránsito temporal (CTT), es un espacio de la vía donde las condiciones que mantienen los usuarios se ven afectadas por la presencia de zonas de trabajo, zonas de incidentes o por eventos especiales que pueden ser planificados, a través del uso de dispositivos de canalización (conos, barreras, delineadores, etc.), personal del orden público o personal autorizado.

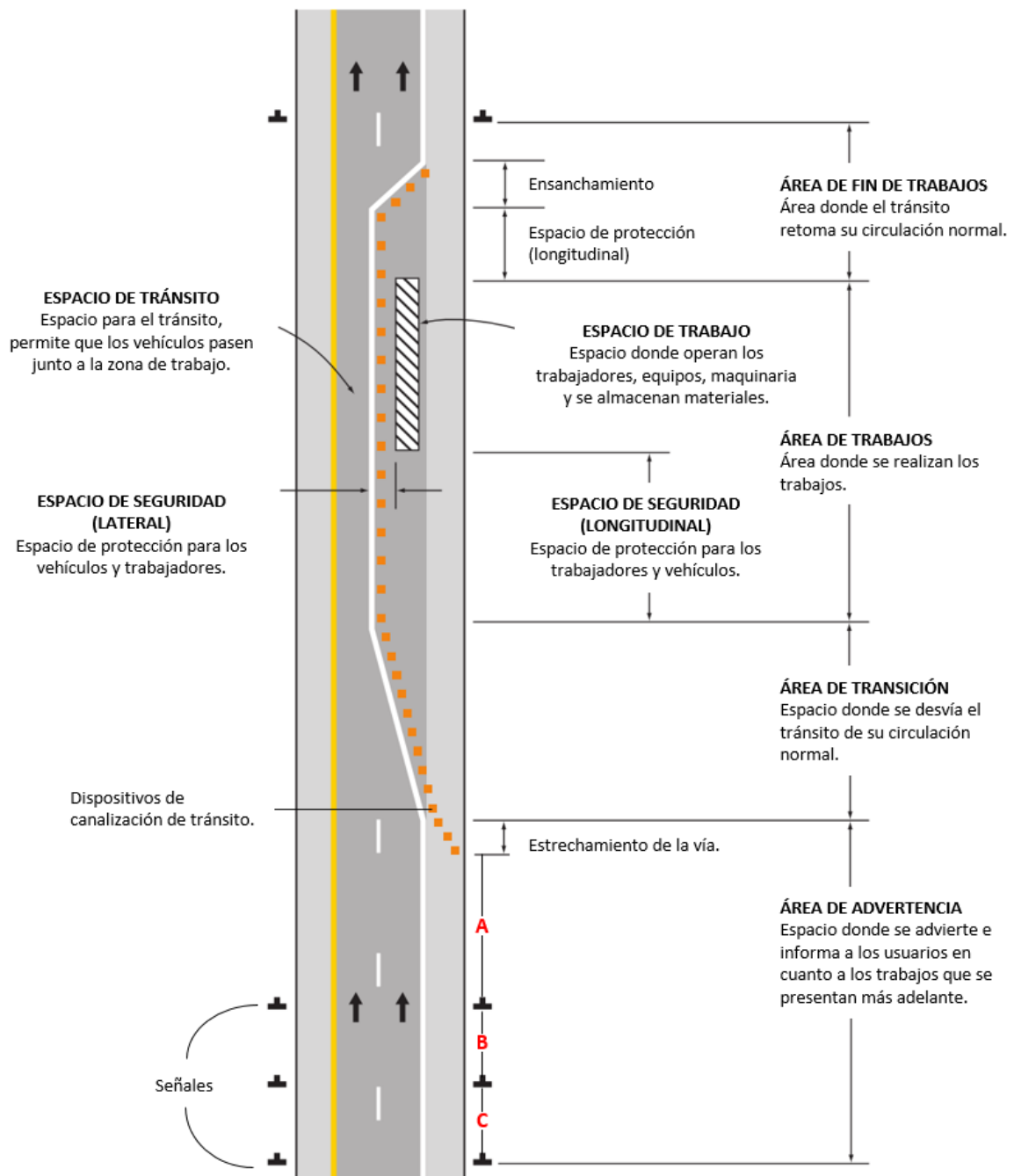
- Zona de trabajo; es un área de la carretera donde se realizan actividades relacionadas con obras, construcción, mantenimiento y operación vial. Antes de intervenir en la vía o carretera con cualquier actividad o tarea es importante identificar y caracterizar las zonas de trabajo, zonas adyacentes y de influencia que se presentan en la vía.
- Zona de incidentes; es un espacio de la vía donde personal o funcionarios autorizados establecen controles de tránsito temporal para atender o brindar respuesta a un evento de tránsito.
- Evento especial planeado; están asociados a festivales o programas que requieren del cierre de una calle o de varias para eventos de gran magnitud. La duración del control de tránsito temporal estará determinada por la duración del evento.

4.1.2 Componentes de las zonas de control de tránsito temporal

Para mejorar las operaciones y condiciones de seguridad de aquellos elementos que forman parte de la vía (usuarios, peatones, ciclistas, pasajeros, comunidad, etc.), es importante clarificar las áreas o sectores que posibilitan la perspectiva de seguridad ante cualquier intervención que se va a realizar en la vía.

Por lo general, esta zona de control de tránsito temporal se divide en cuatro áreas. Estas áreas se muestran en la figura 9 y se describen a continuación:

Figura 9. Componentes de una zonas de control de tránsito temporal



Nota: Adaptado por el autor, Obtenido del (U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2009).

4.1.2.1 Área de advertencia anticipada

En esta área no existe ninguna obra o actividad, también se la conoce como zona de prevención ya que alerta a los conductores, sobre la presencia de trabajos o actividades que se desarrollan metros más adelante e incluye elementos como:

- Direccionamiento de carriles.
- Reducción de velocidades.
- Señalización direccional.
- Señalización de actividades de construcción u obras.
- Letreros con mensajes dinámicos.

El área de advertencia puede variar, ya que es posible implementar un solo elemento o varios de ellos hasta antes de llegar al área de trabajo. Por otro lado, si esta se encuentra fuera de la calzada o banquina y no interfieren con el tránsito vehicular, no será necesario establecerla.

La longitud definida para esta área está determinada por factores como la velocidad de circulación, el volumen de tránsito y de la configuración de la vía (curva o recta). El (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, 2011) señala que al inicio de esta zona será obligatorio el uso o instalación de la señal “HOMBRES TRABAJANDO”

Figura 10. Señal “Hombres Trabajando”



Nota: Obtenido de (Instituto Nacional de Normalización (INEN), 2011).

En la tabla siguiente se recomiendan las longitudes a considerar, sin embargo, se debe verificar si las distancias que se proponen son las adecuadas de acuerdo a las características del tránsito vehicular.

Tabla 9. Distancia recomendada para el área de advertencia

Velocidad máxima antes del área de trabajos (Km/h)	Distancia (D) mínima entre señal “Trabajos en la Vía” y el inicio del área de transición	
	Vía Rural (m)	Vía Urbana (m)
< = 40	100	30
50	150	60
60	200	150
70	270	250

80	350	350
90	400	400
100	500	500
110	550	-
120	650	-

Nota: Elaboración del autor (2023), Obtenido de (Manual de Señalización de Tránsito, 2020)

Si las vías urbanas presentan características de una autopista, la distancia mínima a considerarse corresponderá a la establecida para vías rurales.

En esta zona se deben implementar señales de advertencia, que suele incluir información respecto a la naturaleza de los trabajos que se están desarrollando y las posibles restricciones de velocidad.

Cuando la distancia supere los 300 metros se deberá agregar a la señalización “TRABAJOS EN LA VÍA” la leyenda informativa “**A XXX metros**”. Así también, si el área de trabajo ocupa entre los 500 a 1000 metros de longitud, la leyenda informativa indicará “**Próximos XXX metros**” y “**Próximos XXX kilómetros**” cuando la distancia supere los 1000 metros (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (CONASET), 2020).

Figura 11. Señal “Trabajo en la vía con distancia”



Nota: Obtenido de (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (CONASET), 2020)

A modo de orientación, en la siguiente tabla se indican las distancias aproximadas para la separación entre las señales que se ubican en la zona de advertencia. Sin embargo, en cada

sitio o jurisdicción se deberán considerar los límites de velocidad establecida y las características del lugar.

Tabla 10. Significado de códigos de letras en esquemas de aplicación típica

Velocidad Operativa de la Vía	Distancia entre señales (m)		
	A	B	C
Urbano (baja velocidad) $\leq$ a 50 Km/h	30	30	30
Urbano (alta velocidad) 60 a 70 Km/h	100	100	100
Rural 80 a 90 Km/h	150	150	150
Autopista, carretera > a 90 Km/h	300	300	300

A = corresponde a la distancia entre el inicio de la transición y la primera señal.

B = representa a la distancia entre la primera y la segunda señal.

C = es la distancia entre la segunda y la tercera señal. (La primera señal es la más cercana a la zona de transición en una serie de tres señales. La tercera señal es la más lejana de la zona de transición.

Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2009).

4.1.2.2 Área de transición

Aquí se mueve el tránsito fuera del camino normal e identifica lo que se requiere del usuario. Es decir, se guía a los usuarios hacia un carril adecuado y a reducir la velocidad de circulación.

Los conductores deben abandonar los carriles que se encuentran intervenidos con los trabajos y dirigirse a los desvíos. Esta área incluye los siguientes elementos:

- Estrechamiento del carril (Direccionamiento del tránsito a través de los dispositivos de canalización (Conos, delineadores o barreras) - Reducción de velocidad.
- Señalización de direccionamiento.
- Señalización de personas de control de tráfico.
- Señalización con flechas intermitentes.

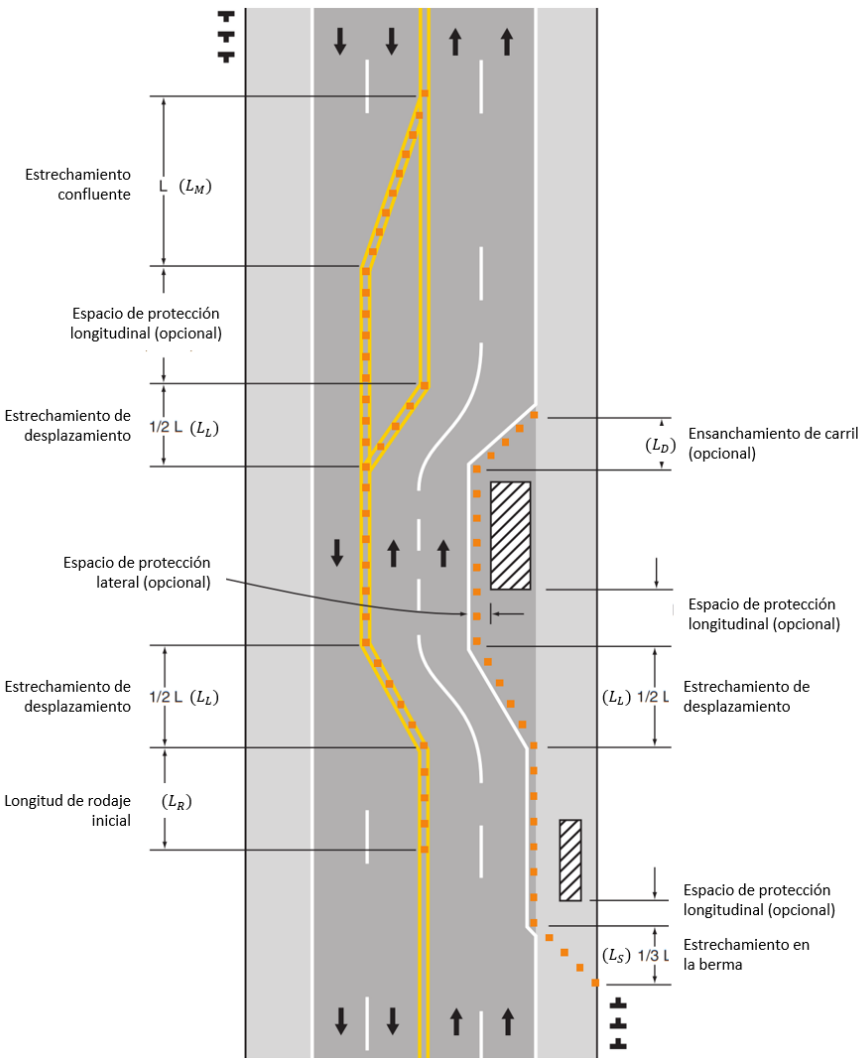
Diseño geométrico:

Por lo general, la zona de trabajos requiere que se lleven a cabo canalizaciones de tránsito, eso significa que se deben realizar transiciones (diseños geométricos) y la alineación de rutas. Eso significa, que la canalización debe desarrollarse de manera uniforme con dispositivos y elementos homogéneos para evitar los cambios abruptos en la geometría de la vía.

Transiciones:

El proceso de transición significa que debemos determinar la longitud adecuada para el estrechamiento (L). Pero debemos tomar en cuenta que existen diferentes tipos de longitud, como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 12. Tipos de estrechamiento y espacios de protección



Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Ministry of Transportation and Infrastructure, 2020), (U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2009).

Tabla 11. Tipo de transiciones o estrechamiento

Tipo de transición o estrechamiento		Longitud
Estrechamiento de confluencia	L_M	Por lo menos L Obliga al tránsito de un carril, a unirse al tránsito de otro carril.
Estrechamiento de desplazamiento	L_L	Por lo menos 1/2L Obliga al tránsito de un carril a cambiar su rumbo.
Ensanchamiento de carril	L_D	Por lo menos 1/3L Define el final de una obra en el tramo intervenido de la vía.
Estrechamiento de la berma, longitud al hombre bandera y señales.	L_S	Por lo menos 1/3L Cierre de berma: dentro de la zona de trabajo o cuando se confundan con carriles. Usado antes de la zona de trabajo donde se controla el tránsito.
Longitud mínima de tangente en estrechamiento o reducciones sucesivas	L_T	Por lo menos L En carretera de alta velocidad y/o trabajo nocturno, se puede duplicar 2LT Se usan en reducciones sucesivas para que el conductor se acostumbre al primer cambio y pueda observar los dispositivos de canalización para el siguiente cambio.
Longitud de rodaje inicial en la línea central	L_R	0.8 * S (Km/h) Se usa en líneas centrales como longitud mínima de tangentes antes de salidas o cambio de carril

Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Ministry of Transportation and Infrastructure, 2020), (U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2009).

La longitud de la transición (L) o estrechamiento (cuña inicial) debe reducir de forma progresiva el ancho de la calzada, para evitar la congestión vehicular. La longitud del estrechamiento depende de dos parámetros:

- Del ancho del carril que se va cerrar.
- Velocidad máxima permitida; parámetro que se establece de acuerdo a las siguientes ecuaciones.
 - Para vías donde la velocidad máxima permitida ≤ 60 km/h (Ministerio de Transporte (MINTRANSPORTE), 2015)

$$L = \frac{W * S^2}{150}$$

- Para vías donde la velocidad máxima permitida > 70 km/h (Instituto Nacional de Normalización (INEN), 2011).

$$L = \frac{W * S}{1,6}$$

Donde:

L = longitud de transición (*m*). (L nunca será < 10 metros)

W = ancho de desplazamiento (*m*)

S = velocidad máxima permitida (*km/h*)

Las longitudes obtenidas producto de estas operaciones corresponden a las mínimas recomendadas en condiciones óptimas de la vía (recta y sin pendientes). Sin embargo, la decisión de variar su longitud estará determinada por el análisis técnico que se realice en el sitio.

Tabla 12. Longitud mínima de transición en vías con V < 60 km/h.

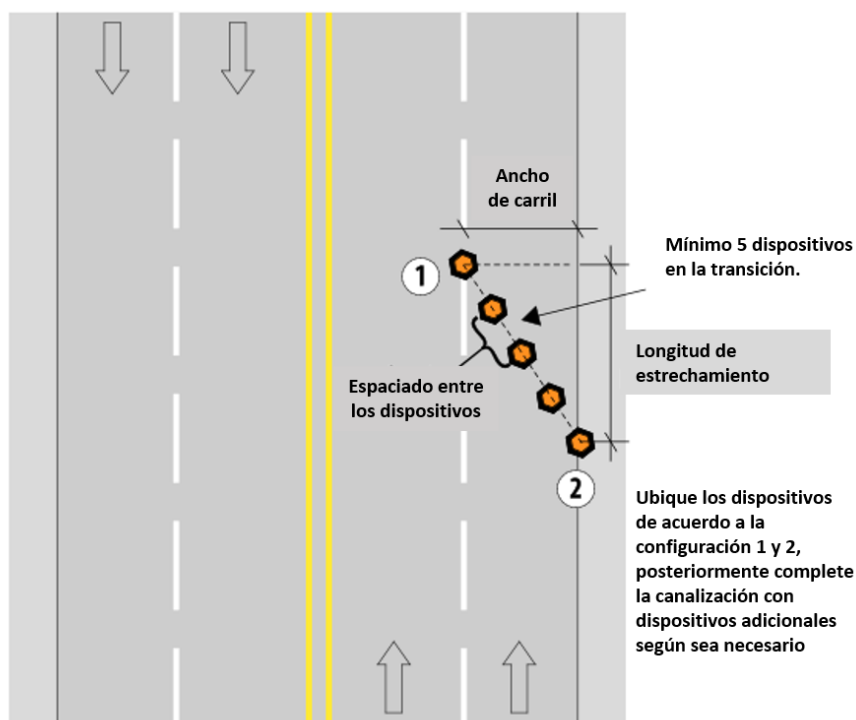
Tipo de transición		Límite de velocidad normal establecido (Km/h)											
		80		90		100		110		120			
		190	210	230	250	280							
Estrechamiento de confluencia L_M													
Estrechamiento de desplazamiento	L_L	30	50	80	100					110	120	130	140
Ensanchamiento de carril	L_D	30	30	30	30					30	30	30	30
Estrechamiento de la berma, longitud al hombre bandera y señales.	L_S	5	8	15	15					15	15	15	15
Longitud mínima de tangente en estrechamiento o reducciones sucesivas	L_T	30	60	160	190					210	230	250	280
Longitud de rodaje inicial en la línea central	L_R	40	50	60	60					70	80	90	100

Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Ministry of Transportation and Infrastructure, 2020)

Instalación de los dispositivos de canalización

Los dispositivos de canalización deben permitir una transición vehicular suave y una delineación continua, de esta forma las maniobras se podrán realizar de forma segura. La zona de transición o estrechamiento debe estar estructurada con al menos **5 dispositivos** (conos, balizas, tambores).

Figura 13. Diseño del estrechamiento en la zona de transición



Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Ministry of Transportation and Infrastructure, 2020)

A modo de guía la tabla siguiente nos muestra la ubicación y distribución de los dispositivos. Sin embargo, los dispositivos de canalización no podrán superar los **9 metros** de separación.

Tabla 13. Número mínimo de dispositivos de canalización

Longitud de transición (m) L_M	N° mínimo de dispositivos	N° mínimo de luces
< 24	4	2
25 - 42	6	3
43 - 60	8	4
61 - 75	10	5
76 - 90	12	6
91 - 110	14	7

111 - 130	16	8
131 - 150	18	9
151 - 170	20	10
171 - 220	26	13
221 - 260	30	15

Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Ministerio de Transporte (MINTRANSPORTE), 2015)

Posterior a la implementación de la transición, se debe observar el tráfico vehicular a fin de determinar si el estrechamiento está funcionando. Una transición demasiado corta o una zona de advertencia inadecuada es evidente cuando se localizan marcas de derrape sobre la calzada o el uso frecuente de los frenos por parte de los usuarios (Ministry of Transportation and Infrastructure, 2020).

4.1.2.3 Área de trabajos

Es el área donde se ejecutan las actividades de construcción, mantenimiento u operaciones viales, en su interior se van a encontrar trabajadores, maquinaria, equipos o materiales almacenados. Esta área, está compuesta por el espacio de trabajo activo, espacio de tránsito y espacio de seguridad lateral y longitudinal.

- Espacio de trabajo

El espacio de trabajo corresponde a un tramo de la vía, la cual se encuentra cerrada para los usuarios, por lo cual debe estar claramente delimitada y protegida del tránsito vehicular o, para excluir a los peatones, mediante la instalación de dispositivos de canalización. Es importante mencionar que, esta área puede ser estacionaria o moverse de acuerdo al avance de los trabajos.

Esta área, incluye la presencia de los siguientes elementos:

- Trabajadores
- Maquinaria y equipos

Los trabajadores deben transitar únicamente por este espacio, evitando invadir el espacio de tránsito vehicular.

- Espacio de seguridad

También conocido como un espacio de amortiguamiento que separa el espacio de trabajo del tránsito vehicular o peatonal, donde se recomienda no colocar materiales, vehículos, señales u otros elementos. Proporciona un espacio de recuperación en caso de que un vehículo traspase e ingrese a la zona de trabajos, por tal motivo este espacio debe mantenerse despejado y limpio. (U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2009).

En este espacio se pueden incluir elementos como:

- Espacios libres y/o vehículos de amortiguamiento.
- Atenuadores.
- Defensas, barreras u otros dispositivos similares.

La distancia del espacio de seguridad longitudinal depende de la velocidad permitida en el área de trabajos. Esta, es un área opcional que se considera desde el punto donde finaliza el área de transición y el punto donde inicia el espacio de trabajo.

A continuación, se recomiendan las distancias mínimas de seguridad o protección longitudinal:

Tabla 14. Distancia de seguridad longitudinal

Velocidad máxima (Km/h)	Distancia de Seguridad Longitudinal (m)
≤ 50	10
60 - 70	30
80 - 90	50
> 90	100

Nota: Transcrito por el autor (2023), Obtenido de (Ministerio de Transporte (MINTRANSPORTE), 2015)

- **Espacio de Tránsito**

Es una parte de la vía donde el tránsito vehicular y peatonal debe fluir de manera controlada a través de la zona de trabajo. Por tal motivo, se debe evitar el cruce intempestivo por esta zona.

Debemos tomar en cuenta que la maquinaria y los operadores circulan por el espacio de tránsito, por tal razón es necesario tomar acciones para la conducción segura, debido a que los usuarios circulan a mayores velocidades.

Si la circulación de maquinaria en el espacio de tránsito es inevitable, es necesario identificar el sitio por el cual ingresan y salen. Por lo tanto, será necesario implementar la señalización con la leyenda “TRÁNSITO DE MAQUINARIA” o “MAQUINARIA EN LA VÍA” y desde este punto hacia atrás se considerará la distancia de instalación de esta señal.

La distancia de ubicación de la señal está en función de la velocidad permitida en el área de trabajo. A continuación, se recomiendan las distancias de ubicación:

Tabla 15. Distancia mínima de la señal al punto de entrada o salida de maquinaria

Velocidad Máxima en el Área de Trabajo (km/h)	Distancia Mínima al Punto de Entrada o Salida de Maquinaria (m)
80	250
70	200
60	160
50	140
40	100

Nota: Transcrito por el autor (2023), Obtenido de (Ministerio de Transporte (MINTRANSPORTE), 2015)

4.1.2.4 Área de fin de trabajos

Es un área de transición donde se guía a los conductores a retomar las condiciones de tránsito y circulación normal. Esta área inicia desde el extremo donde inicia el ensanchamiento hasta el último dispositivo o señalización “FIN DE TRABAJOS EN LA VÍA”. Si es necesario se puede implementar un espacio de seguridad definido entre el espacio de trabajo y el inicio de la transición de ensanchamiento.

Adicionalmente, se pueden implementar señales de límites de velocidad o señales informativas sobre la reanudación normal del tránsito. Es decir, esta área puede incluir los siguientes elementos:

- Ensanchamiento con dispositivos de canalización.
- Señalización de fin de trabajos.
- Reanudar la señalización de velocidad.

4.1.3 Señales temporales para trabajos en la vía

Intervenir en las vías y carreteras conlleva riesgos que deben ser identificados y advertidos con anticipación. Por esta razón, la disposición de las señales debe ser estudiada en función de las condiciones y características del lugar, ya que cada obra o actividad que se desarrolla en la vía presenta sus particularidades.

En este sentido, la señalización a implementarse junto a las áreas de trabajo, deben advertir con suficiente anticipación la existencia de trabajos, maquinaria, equipos y otros elementos no comunes en la vía. Así también, la señalización a disponerse tanto en las áreas estrechamiento como de trabajo, deben estar enfocadas a facilitar la circulación de los usuarios y cuidar la integridad de los trabajadores.

Las señales que se mencionan en la presente guía son referenciales, por lo tanto si las actividades en la vía requieren de mayor información, se podrán adoptar otras señales informativas, siempre y cuando se respeten los criterios de diseño, altura de letras y mensajes que no superen 3 líneas en cada señal (Control de Riesgos en Obras en Construcción, 1999).

a. Características y requisitos de las señales

Las señales a implementarse en las zonas de trabajo deben presentar características técnicas y cualidades funcionales, como:

- Deben ser necesarias.
- Deben llamar la atención (visibles).
- Deben ser fáciles de entender (legibles).
- Deben proveer de tiempo suficiente al usuario para realizar alguna maniobra.
- Deben comunicar respeto.
- Deben ser creíbles.

b. Diseño

Las señales deben cumplir los criterios técnicos determinados en el numeral 5.7.4 del (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, 2011).

c. Forma

Estas señales temporales se representan en formas de rombo. Sin embargo, cuando la velocidad es superior a 70 km/h se aplicarán señales temporales en forma rectangular con el eje horizontal más largo.

d. Tamaño

Los mensajes de las señales informativas para trabajos en la vía, deben escribirse con letras mayúsculas. De acuerdo a la velocidad permitida, se ha definido la altura mínima de las letras, para lo cual se considera que los mensajes simples no deben superar las dos líneas y para mensajes más complejos estas no superaran las tres líneas.

Tabla 16. Altura mínima de letra

Velocidad Máxima (km/h)	Altura Mínima de Letra (mm)	
	Leyendas simples	Leyendas complejas
≤ 40	75	125
50	125	175
60	150	225
70	150	225
80	200	300
90	200	300
100	250	350
110	250	350
120	250	350

* Leyendas simples; conformadas por palabras que no superan dos líneas

** Leyendas complejas; conformadas por palabras que no superan tres líneas

Nota: Transcrito por el autor (2023), Obtenido de (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 0041:2011, 2011).

4.1.3.1 Clasificación de las señales para zonas de trabajo

De acuerdo a los establecido en el (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, 2011), las señales recomendadas para implementarse en zonas de trabajo donde se realizan obras viales.

Considerando la funcionalidad que debe cumplir cada señal, el (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, 2011) clasifica a las señales en;

- a. Regulatorias (R),

- b. Preventivas (P),
- c. Información (I) y Guía.

Las señales para trabajos en la vía se dividen en los siguientes grupos:

- T1. Serie de aproximación a zona de trabajos – Preventivas
- T2. Serie de cierre de carriles y de vías – Informativas
- T3. Serie de desvió – Informativas
- T4. Serie de condiciones en la vía – Informativas - T5. Fin de zona de Trabajo – Informativas

a. Señales regulatorias o reglamentarias (R)

De acuerdo a lo referido por él (Instituto Nacional de Normalización (INEN), 2011), las señales regulatorias para trabajos u obras en la vía, indican a los usuarios las prohibiciones, restricciones, obligaciones, autorizaciones y prioridades de uso de la vía.

Estas señales deberán cumplir con las características técnicas establecidas en el (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, 2011), y se implementaran únicamente con la consentimiento de la autoridad competente.

A modo de guía, la tabla siguiente se muestran algunos ejemplos, para mayor información el profesional especialista deberá consultar el (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, 2011)

Tabla 17. Señales regulatorias

Leyenda	Características	Imagen
(R1-01) SEÑAL DE PARE	- Dispone al usuario que detenga su vehículo y reanude su marcha cuando pueda hacerlo.	
(R1-02) CEDA EL PASO	- Dispone al usuario, permitir el paso de otro automotor que circula por otra vía de mayor prioridad	
R2-09 I o D VIRAR A LA IZQUIERDA VIRAR A LA DERECHA	- Indica al usuario sobre la prohibición de virar a la izquierda.	

R4-01
VELOCIDAD MÁXIMA
PERMITIDA

- Indica la velocidad permitida en un tramo de vía.
- Se usa también para restituir los límites de una vía.
- Los límites se expresan en múltiplos de 10.



Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 0041:2011, 2011)

b. Señales preventivas de aproximación

Advierten a los usuarios sobre la proximidad a un tramo de la vía que se encuentra temporalmente afectada por la ejecución de obras o situaciones especiales, que alteran el tránsito de la carretera y sus zonas de influencia. Como se establece en él (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, 2011), las señales de este tipo se muestran en color naranja.

Estas señales preventivas se implementan en función de la velocidad de circulación en la vía. Se debe tener cuidado al usar las señales preventivas, ya que no se deben implementar señales que adviertan peligros o condiciones inexistentes.

La tabla siguiente muestra algunos ejemplos referenciales de las señales preventivas, para mayor información el profesional especialista deberá consultar el (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, 2011)

Tabla 18. Señales Preventivas

Leyenda	Características	Imagen
T1-01 HOMBRES TRABAJANDO	- Advierten a los usuarios sobre la proximidad al área de trabajo. - Es la primera señal que debe implementarse al inicio del área de advertencia. - Esta señal se puede complementar con una placa que indique la distancia. - Para definir el número de señales requeridas, es necesario evaluar la complejidad del sitio y el volumen del tránsito vehicular. - Se ubica al menos a 500 metros antes del área de trabajo, si es necesario se ubicaran también al lado izquierdo de la vía.	

T1-02 HOMBRE BANDERA	- Advierte al usuario sobre la presencia de un “Hombre Bandera”. - El hombre bandera controla, orienta, guía y dirige el tránsito en el área de trabajo, usando señales manuales y/o equipos de comunicación. Las indicaciones que provee deben ser cumplidas por los usuarios y trabajadores. - La señal se usa únicamente cuando el lugar donde se encuentra el hombre bandera, mantiene una velocidad limite no mayor a los 50 km/h.	
T1-03 MAQUINARÍA EN LA VÍA	- Si es necesario mantener al hombre bandera, se debe procurar reducir la velocidad e implementar protecciones o barreras.	
T1-04a ADELANTE TRABAJOS EN LA VÍA	- Advierte al usuario sobre la presencia de maquinaria, misma que podría encontrarse en el carril o vía de circulación o en su defecto entrando y saliendo del área de trabajo. - Cuando la maquinaria circule por el espacio de tránsito, se debe identificar el sitio por el cual ingresan y salen. - La distancia de ubicación de la señal se toma desde el punto (ingreso-salida) hacia atrás, estos se detallan en la Tabla 15.	
T1-04b ADELANTE TRABAJOS EN LA VÍA	Da avisos preventivos anticipados sobre el desarrollo de trabajos en la vía, más adelante.	
T1-04b ADELANTE TRABAJOS EN LA VÍA	Esta señal de forma rectangular se aplica cuando la velocidad es superior a 70 km/h.	

Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, 2011)

c. Señales informativas

Estas señales guían, indican e informan de forma simple y directa datos como; destinos, kilometraje, distancias u otra información de apoyo para el usuario. Estas señales para obras en la vía se clasifican en:

- **Señales de cierre de carril**

Son señales que informan y advierten a los usuarios sobre el cierre de vías o carriles por diferentes causas como por ejemplo los trabajos y obras en la vía.

Tabla 19. Señalización informativa de cierre de carriles

Leyenda	Características	Imagen
T2-01 VÍA CERRADA	- Se usa en calzadas cerradas, las cuales se deben combinar con barreras y complementarse con señales de desvío.	
T2-02 CARRIL DERECHO CERRADO - CARRIL IZQUIERDO CERRADO	Informa a los usuarios sobre la proximidad a un tramo de vía que se encuentra cerrado.	
T3-03 ESTADO DE CARRIL	- Se usan en vías de carriles múltiples, cuando uno o más carriles se han cerrado.	

Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 0041:2011, 2011)

- Señales de desvío

Estas señales informan y advierten a los usuarios sobre los desvíos que se presentan más adelante en la vía.

Tabla 20. Señalización informativa de desvíos

Leyenda	Características	Imagen
T3-01 ADELANTE DESVÍO	Informa a los usuarios sobre la proximidad a un sitio donde se desvía el tránsito vehicular, en el cual se indica la distancia a la cual se localiza el desvío.	
T3-02a ADELANTE DESVÍO	- Para velocidades superiores a 70 km/h, se usan letreros rectangulares.	
T3-03 I - D DESVÍO IZQUIERDA	- Indica la dirección y lugar por donde se debe dejar la calzada y desviarse a otras calles o carriles.	
DESVÍO DERECHA	- Esta señal se debe complementar con la señal de aviso preventivo “ADELANTO DESVÍO (T3-1)”	

Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, 2011)

- Señales informativas de condiciones en la vía

Estas señales informan y advierten a los usuarios sobre las condiciones peligrosas que se presentan en la vía o en la superficie de la calzada.

Tabla 21. Señalización informativa de condiciones en la vía

Leyenda	Características	Imagen
T4-01 ASFALTO FRESCO	- Informa a los usuarios sobre las condiciones físicas en las cuales se encuentra la calzada.	
T4-03 AGUA EN LA VÍA	- Informa a los usuarios sobre la presencia de agentes ambientales que se encuentran en la calzada.	

Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 0041:2011, 2011)

- Señal de fin de zona de trabajo

Tabla 22. Señalización informativa de fin de trabajos

Leyenda	Características	Imagen
T5-01 FIN DE TRABAJOS	- Esta señal informa a los usuarios el término de los trabajos en la vía o zonas contiguas.	
(T5-02) FIN DE TRABAJOS	- Entre el espacio de trabajos y el inicio del ensanchamiento se puede incluir un espacio de seguridad o amortiguamiento. - Se debe ubicar la señal de “FIN DE TRABAJOS”, en vías rurales al menos a 120 metros y en vías urbanas a 25 metros al final del espacio de seguridad. - La señal debe dar a entender al usuario que desde este punto se reestablecen todas las condiciones normales de circulación.	

Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, 2011)

4.2 Dispositivos para obras temporales

Son elementos de canalización o direccionamiento del tránsito vehicular, los cuales facilitan una transición suave, segura y gradual (estrechamiento – ensanchamiento) del tránsito vehicular por el área de trabajo. Estos elementos, tienen características especiales para proveer seguridad a los usuarios, peatones, trabajadores, equipos y maquinaria.

Estos elementos, deben estar precedidos por señales preventivas e informativas y bajo condiciones ambientales especiales (obscuridad, lluvia, neblina, etc.), se podrán complementar con señales dinámicas luminosas.

4.2.1 Dispositivos de canalización

4.2.1.1 Conos

Son elementos usados para delinear, canalizar o direccionar el tránsito durante trabajos temporales. Son de color naranja, que se complementan con dos bandas reflectivas blancas. Estos elementos deben mantener una homogeneidad en todas las áreas de trabajo, pero de forma especial son de vital importancia en el área de transición y en el espacio de tránsito. Entre los dispositivos delineadores se encuentran los conos, delineadores simples o compuestos y otros.

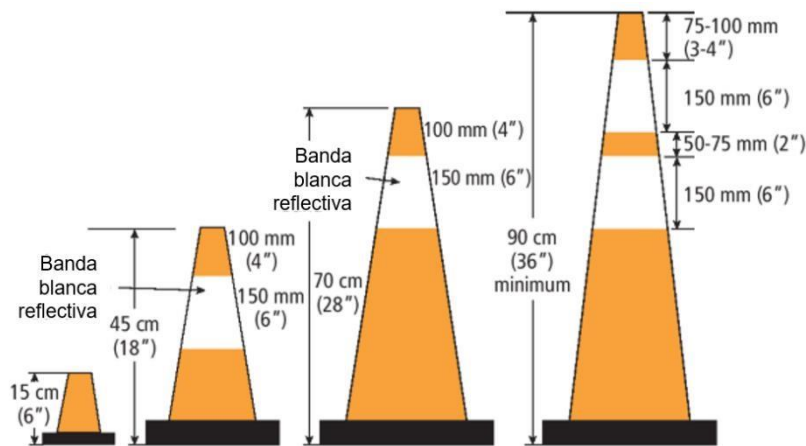
Para reforzar su uso nocturno, estos elementos se pueden complementar con dispositivos luminosos para aumentar su visibilidad.

Tabla 23. Altura mínima de conos

Velocidad máxima en el Área de trabajos (Km/h)	Altura Mínima de Conos (mm)
≤ 60	700
70 – 80	800
Mayor a 80	1000

Nota: Transcrito por el autor (2023), Obtenido de (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (CONASET), 2020)

Figura 14. Características de los conos



Nota: Obtenido por el autor (2023), Obtenido de (Ministry of Transportation and Infrastructure, 2020)

El manual de (Control de Riesgos en Obras en Construcción, 1999), señala que; estos dispositivos no se usarán en los casos siguientes:

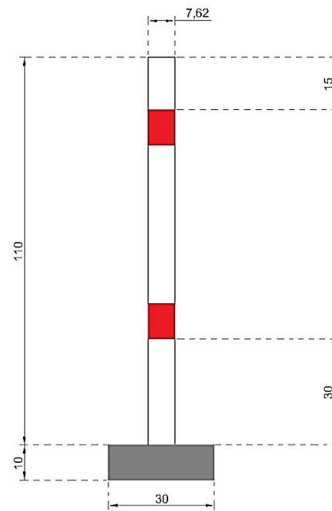
- En curvas, se debe priorizar el uso de delineadores.
- En zonas de excavaciones, donde se debe instalar defensas.
- Como barreras de protección en donde se encuentra un hombre bandera.

4.2.1.2 Delineadores tubulares

Son dispositivos con bandas de material reflectivo, que cumplen la función de alinear, canalizar o direccionar el tránsito vehicular mediante transiciones, delinean bordes de calzada, dividen los carriles de circulación, separan flujos opuestos, entre otras.

Debido a las dimensiones de estos dispositivos, son usados en lugares donde existen limitaciones de espacio y no se facilita el uso de otros elementos. Estos dispositivos deben tener una altura mínima de 700 mm y un diámetro entre 70 mm y 100 mm con 3 bandas reflectivas de 75 mm y separadas por un espacio de hasta 100 mm. El (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, 2011), señala que, para garantizar su estabilidad y funcionalidad, el espaciamiento aproximado entre los dispositivos será de 3 metros, y para mantener su estabilidad se podrá usar una base de hormigón.

Figura 15. Características de los delineadores



Nota: Obtenido de (Instructivo de Señalización para Trabajos en la Vía (SUDINCO S.A.), 2021)

El manual de (Control de Riesgos en Obras en Construcción, 1999), señala que; estos dispositivos no se usarán en los casos siguientes:

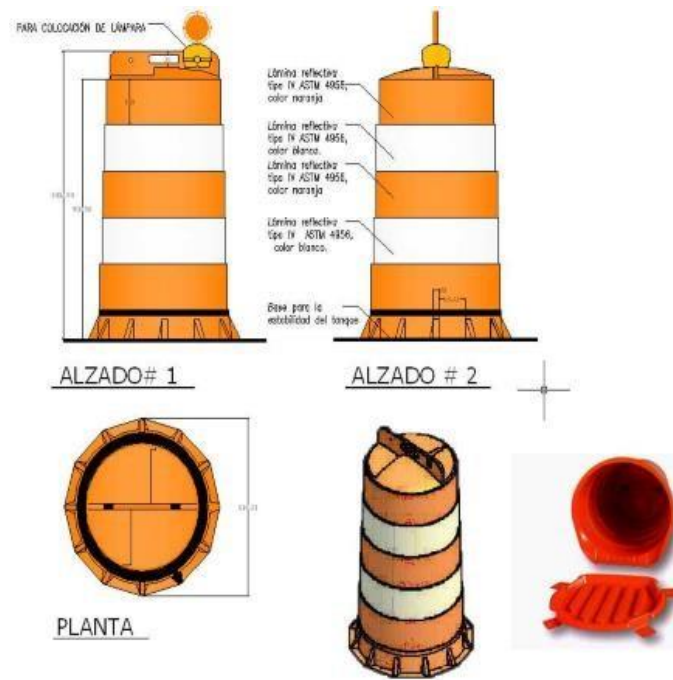
- En curvas, donde ya se usan delineadores direccionales.
- En áreas de transición o para el cierre de una vía.
- En zonas de excavaciones, donde se debe instalar defensas.

4.2.1.3 Tanquetas o canecas:

Son elementos preventivos de color naranja usados para canalizaciones en el área de transición, fabricados en polietileno, liviano, deformable y resistente a los impactos, con una altura mínima de 900 mm y un ancho mínimo de 450 mm. También incluirán bandas blancas reflectivas de 100 a 150 mm de ancho.

Estos elementos no deben contener algún material que represente un peligro para los usuarios. En el caso de baja iluminación se pueden complementar con dispositivos luminosos. Estos elementos pueden reemplazar al uso de los conos.

Figura 16. Características de los tanques

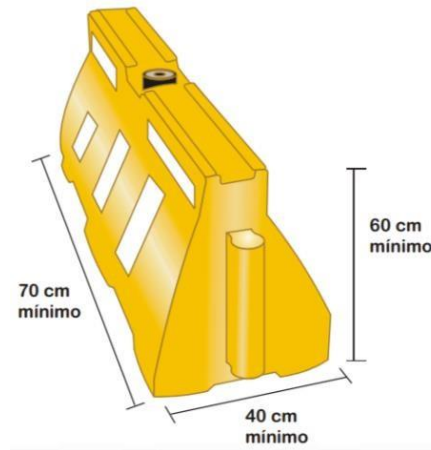


Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 0041:2011, 2011)

4.2.1.4 Barreras articuladas (plásticas)

Como su nombre lo refiere son elementos de color naranja, ubicadas en serie con una separación de 3 metros que restringen y canalizan el tránsito vehicular en cierres parciales o totales de la vía. Son de polietileno, resistentes a la intemperie. Cuentan con láminas reflectivas distribuidas de forma horizontal y vertical. Estos dispositivos podrán ser llenados con agua o arena para ganar peso y así evitar su fácil movimiento. Para el uso nocturno, se complementará con lámparas intermitentes (Instituto Nacional de Normalización (INEN), 2011).

Figura 17. Características de las barreras

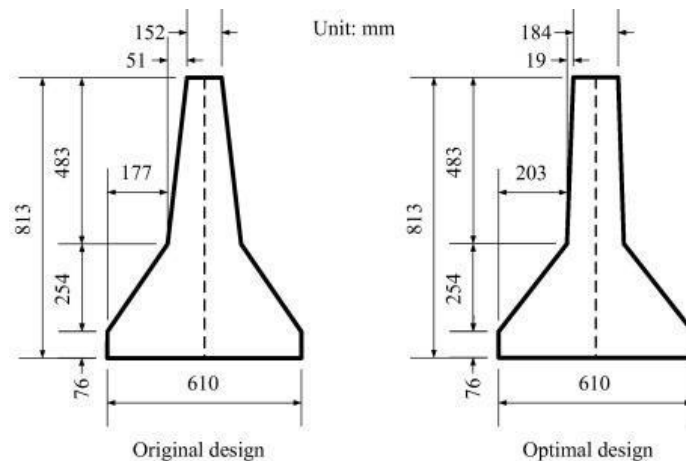


Nota: Obtenido de (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, 2011)

4.2.1.5 Barrera de construcción temporal

Son dispositivos fabricados en hormigón que proveen una barrera física por la cual un vehículo no pasaría. Es decir, la barrera contiene o dirige a un vehículo errante. Estos elementos se usan como una protección positiva, pero su uso debe ser regulado de acuerdo a los requisitos del sitio. Tampoco deben ser usados como dispositivos de canalización.

Figura 18. Características de las barreras de construcción temporal



Nota: Obtenido de (Hanfeng, Hongbing, Qian, & Guilin, 2016)

4.2.1.6 Barricadas

Se usa para cerrar el área de trabajos, bloqueando el acceso a una vía o carril e indican visualmente un lugar o zona peligrosa, o la dirección que debe tomar el usuario en la vía.

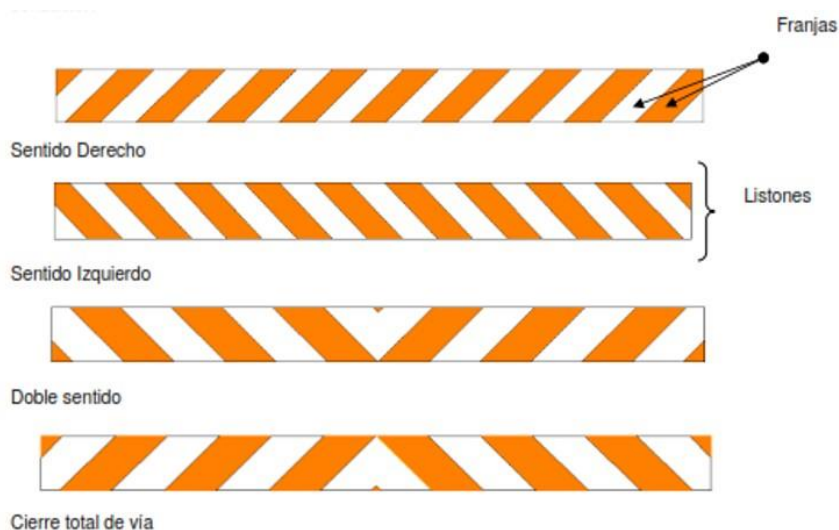
Su función principal es:

- Bloquear un carril o toda la vía y así evitar que los usuarios ingresen al área de trabajo.
- Delimitar las áreas de trabajo donde se realizan excavaciones u otras zonas peligrosas en el área de trabajo.

Se usan en:

- Cierres de vías o carreteras, restricciones o delimitar tramos.
- Como complemento de otros dispositivos delineadores y no se usan como dispositivos principales en excavaciones.
- Su instalación de forma perpendicular a la dirección del tránsito al inicio del “Área de Seguridad”.
- Si se requiere más de una barrera, se ubicarán de forma lateral a una distancia de 1 metro entre ellas.
- Contendrán bandas reflectivas de 150 mm de ancho o de 100 mm cuando su longitud sea de 600 mm, con una inclinación de 45°, alternadas entre blanco y naranja.

Figura 19. Características de las barricadas



Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 0041:2011, 2011)

Estos dispositivos se clasifican de acuerdo al número de rieles que conforman el dispositivo.

- **Tipo I:** Usado en aceras peatonales o ciclovías que afectan en especial a los peatones

- **Tipo II:** Usado en calles y carreteras.
- **Tipo III:** Usado en autopistas o carreteras con un flujo vehicular elevado.

Figura 20. Características de las barricadas



Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Control de Riesgos en Obras en Construcción, 1999)

4.2.1.7 Paneles luminosos

Este tipo de dispositivos luminosos, son señalizaciones complementarias o adicionales a otros dispositivos, que se pueden usar tanto en el día como en la noche. Advierte los cambios de dirección, desvío o para guiar la circulación a través del área de trabajos.

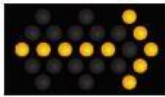
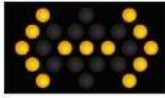
Para una mejor visibilidad de estos dispositivos, el (Manual de Señalización de Tránsito, 2020) refiere la ubicación de los mismos:

- Al inicio del área de transición por estrechamiento, por detrás de los dispositivos canalizadores.
- En los cierres de vías o carriles, por detrás de las barreras de advertencia.
- Al largo del área de transición, mostrando a los usuarios la señal que indica la dirección y sentido de circulación, evitando el destello de las luces.
- Los sistemas móviles se ubicarán donde hay un cierre de vía o carril.

Los mensajes que se muestran en estos paneles, pueden ser fijos o intermitentes. De la misma forma los paneles luminosos tipo flecha deben indicar la dirección de circulación. La tabla siguiente muestra el modo de operación y la forma de mostrarse en el panel.

Figura 21. Operación de los paneles luminosos

Modo de Operación	Exhibición en el Panel Luminoso
-------------------	---------------------------------

Flecha intermitente	
Flecha secuencial	
Chevron secuencial	
Modo intermitente (activación opcional)	
Precaución intermitente (activación opcional)	

Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 0041:2011, 2011)

4.2.2 Sistemas de control de tránsito

Este proceso se lleva a cabo, cuando la circulación vehicular se realiza de forma alternada en un solo carril disponible (vía de flujo bidireccional), debido a los trabajos que se realizan en la vía y la interrupción del tránsito en los demás carriles.

Según su tipo, estos sistemas se clasifican en:

- Señales PARE/SIGA, en vías con velocidad > 50 km/h.
- Semáforos (en casos especiales)

4.2.2.1 Señales PARE/SIGA

La Persona para el Control del Tránsito (TCP's) o “Hombres Bandera” o “Bandereros” son quienes permiten el paso alternado, mediante el uso de las señales PARE/SIGA. Se ubicarán en ambos extremos de la vía o tramo que mantiene la circulación alternada.

Si no existe un contacto visual libre, es necesario que exista una correcta comunicación entre las dos personas, mediante el uso de equipos de radio-comunicación.

Este trabajador debe estar siempre visible para los usuarios, ubicado en un lugar fuera de la calzada por detrás de las barreras, sin considerar a los conos, delineadores o cilindros.

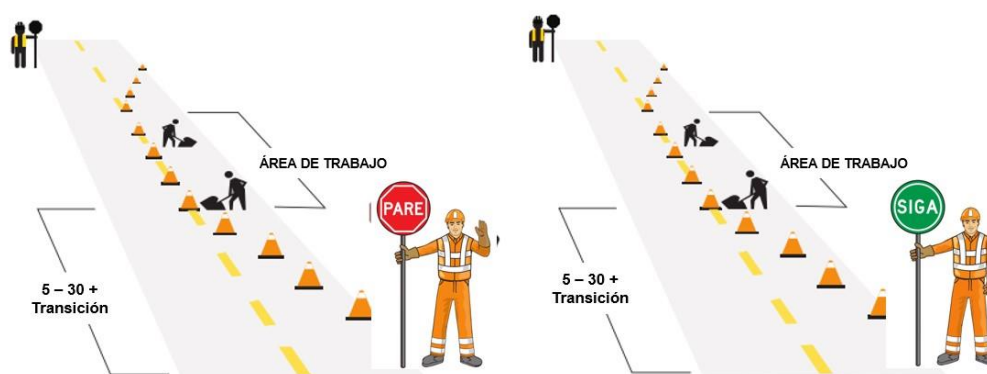
Tabla 24. Ubicación y visibilidad del hombre bandera

Límites de velocidad indicados	≤ 60 Km/h		70 a 90 Km/h	
	Un carril o reducido a un carril		Un carril o reducido a un carril	
Volumen del tránsito	Bajo	Alto	Bajo	Alto
Distancia del hombre bandera desde el 1er cono en la zona de transición	6 – 10 m.	10 – 15 m.	15 – 25 m.	20 – 30 m.

Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Ontario Traffic Manual (Book 7) - Temporary Conditions, 2022)

La duración del derecho de paso lo define uno de los hombres bandera (TCP's) y el otro actuará de acuerdo a las indicaciones proporcionadas por el primero.

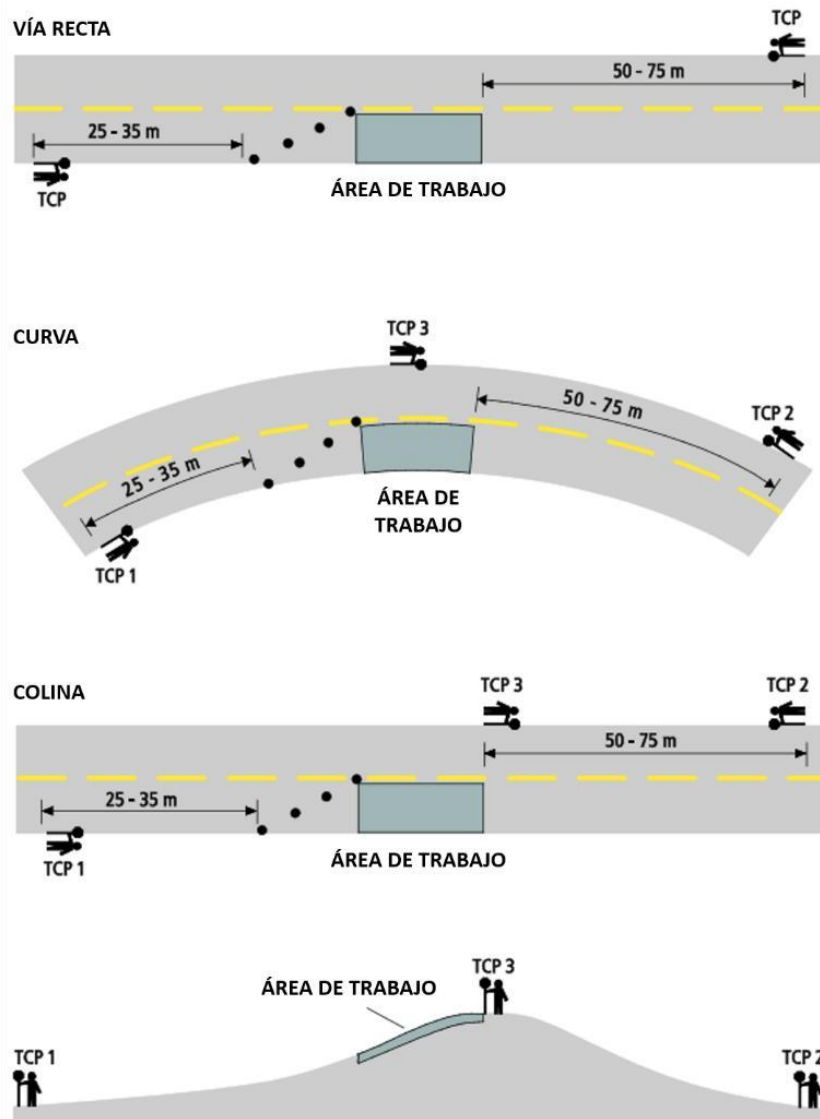
Figura 22. Ubicación del Hombre Bandera



Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Ontario Traffic Manual (Book 7) - Temporary Conditions, 2022)

En la siguiente imagen se muestra el posicionamiento de las personas de control de tránsito (TCP's), en diferentes escenarios y lugares.

Figura 23. Posicionamiento del hombre bandera (TCP's)



Nota: Obtenido de (Traffic Management Manual for Work on Roadways (TMM), 2020)

El hombre bandera debe comunicar a los usuarios de la vía el avance o detención, cumpliendo las siguientes instrucciones:

- **Detención:** El hombre bandera se ubica frente a los usuarios indicando que se detengan con la paleta de forma vertical mostrando la señal PARE y con la mano libre mostrar la palma de frente a los usuarios.
- **Avanzar:** El hombre bandera ubicado frente al usuario debe girar la paleta, mostrar la señal SIGA y con el brazo libre hacer la señal de proseguir., se podrá retirar una vez los primeros vehículos se hayan movilizado, dejando la señal de forma vertical.

Figura 24. Operaciones del sistema PARE – SIGA



Nota: Obtenido de (Ministerio de Transporte (MINTRANSPORTE), 2015)

4.2.2.2 Vestimenta de alta visibilidad

A fin de garantizar que los trabajadores sean visibles en la vía o carretera, es necesario que la vestimenta que usan los trabajadores sea de alta visibilidad a fin de destacar visualmente la presencia de una persona en la vía.

Los trabajadores deben portar el siguiente equipo de protección personal básica normada y certificado, como:

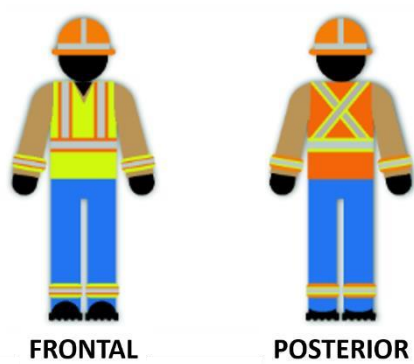
- Casco con barbiquejo u otro elemento que garantice la protección de la cabeza.
- Gafas de protección para los ojos con filtro de protección UV.
- Guantes de protección para las manos.
- Calzado o botas de seguridad con puntera de protección.
- Ropa de cuerpo completo con color fluorescente y cintas o bandas reflectivas.

La vestimenta debe cumplir con al menos las siguientes características:

- Prendas de Clase 3, que cumplen la Norma ANSI/ISEA 107-2010 o CSA Z96.
- Cintas reflectivas deben tener un ancho mínimo de 2.5 cm. (2") (Norma ANSI/ISEA 107-2010)

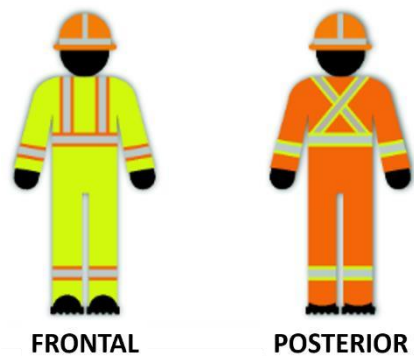
A continuación, se muestran combinaciones de las prendas o vestimentas que se pueden usar en el día o la noche.

Figura 25. Chalecos o Chompas fluorescente



Nota: Obtenido de (Traffic Management Manual for Work on Roadways (TMM), 2020)

Figura 26. Overoles Fluorescentes



Nota: Obtenido de (Traffic Management Manual for Work on Roadways (TMM), 2020)

4.2.3 Criterios de Calidad de las Señales y Dispositivos de Control de Tránsito

Las señales como los dispositivos de control de tráfico que se encuentran en el área de trabajo con frecuencia están sujetos a sufrir daños o desgastes, perdiendo su efectividad y funcionalidad a causa de la suciedad, deformaciones, roturas, pérdidas o daños de las bandas reflectivas, símbolos o textos.

- La calidad de las señales y dispositivos en el área de trabajo depende de la adecuada visibilidad y legibilidad de la información.
- Una vez se han implementado las señales y dispositivos, estas deben mantenerse en óptimas condiciones operativas.

El (Ontario Traffic Manuals (OTM), 2022), señala en el libro 7, que la calidad de los dispositivos deben evaluarse en varias etapas, que incluyen:

- Durante su almacenamiento.
- Mientras se ubica en el área de trabajo.
- Durante la instalación.
- Regularmente mientras la obra avanza.

El realizar un adecuado control de calidad durante las diferentes etapas de trabajo, resulta en una reducción de costos y alargan el tiempo de vida útil de estos elementos. Por esta razón se han definido tres categorías para determinar el nivel de calidad de las señales y dispositivos.

Tabla 25. Criterios generales de calidad

Nivel de Calidad	Características
Dispositivos Aceptables	- Cumple con los requisitos de calidad, diseño, tamaño y color. Se usa en construcción vial, mantenimiento, servicios públicos, entre otros proyectos. - El porcentaje de cada dispositivo aceptable será al menos del 50% en cualquier momento, o de acuerdo a las especificaciones del contrato, o requisitos determinados por la autoridad.
Dispositivos medianamente - Aceptables	- Los requisitos de calidad, diseño, tamaño y color, se encuentran al límite. - El porcentaje de dispositivos medianamente aceptables no podrán exceder del 50% en ningún momento. Al implementarse, deben intercalarse con los dispositivos aceptables. - Se pueden usar hasta que su condición se vuelva inaceptable.
Dispositivos Inaceptables	- Cuando el 10% de la estructura del dispositivo presenta daños, deben ser retirados del servicio. - Cuando el 20% del material reflectivo presenta daños o faltantes, automáticamente deben ser retirados. - No deben entregarse ni usarse en las áreas de trabajo. - Deben ser reemplazadas o reparadas máximo en 12 horas después del reporte o de acuerdo a las especificaciones del contrato, o el tiempo determinado por la autoridad.

Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Ontario Traffic Manual (Book 7) - Temporary Conditions, 2022)

4.2.3.1 **Guía de evaluación de los dispositivos de control de tránsito**

La evaluación de los dispositivos es algo subjetiva, ya que estos elementos pueden usarse y sufrir daños de muchas formas. Por tal motivo, resulta difícil representarlos a todos.

Figura 27. Evaluación de calidad de los conos

Nivel de Calidad	Características	Imagen referencial
Aceptable	- Se identifica claramente su forma cónica y en su posición de pie. - Superficie lavable, sin perforaciones, abrasión o residuos de salpicadura. - Bandas reflectivas con pequeños desgarros o rasguños, presentan poca o ninguna pérdida de reflectividad.	
Medianamente Aceptable	- Dispositivo con residuos de salpicaduras, difíciles de retirar, decoloración mínima. - Las bandas reflectivas presentan rayones o rasgaduras mínimas, libre de manchas grandes o material faltante.	
Inaceptable	- Presenta perforaciones, manchas de salpicaduras que cubren una gran área del dispositivo. - Bandas reflectivas faltantes o con grandes manchas por las salpicaduras.	

Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Ontario Traffic Manual (Book 7) - Temporary Conditions, 2022)

Figura 28. Evaluación de calidad de los tanques o barriles

Nivel de Calidad	Características	Imagen referencial
------------------	-----------------	--------------------

Aceptable	Bandas reflectivas con rayones o desgarros mínimos. Cualquier golpe o abolladura no reduce significativamente la reflectividad. Conserva su forma original.	
Medianamente Aceptable	Varios rayones y desgarros en las bandas reflectivas que no afectan significativamente a la reflectividad. Daños o faltantes menores del material reflectivo. No presenta grandes manchas producto de las salpicaduras. Mantiene su forma y fuerza original prevista.	
Inaceptable	Material de las bandas reflectivas faltantes, perdidas o dañadas. Presenta manchas grandes producto de las salpicaduras. 20% de las bandas reflectivas con daños o perdida. El dispositivo es inaceptable y debe darse de baja. Deformación significativa; abolladuras, golpes o rupturas severas que afectan a sus dimensiones, estabilidad y capacidad de mantener su reflectividad.	

Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Ontario Traffic Manual (Book 7) - Temporary Conditions, 2022)

Figura 29. Evaluación de calidad de las señales de área de trabajo

Nivel de Calidad	Características	Imagen referencial
------------------	-----------------	--------------------

Aceptable

-
-

Señales sin pérdida de letras, rayones y abrasión mínima.
El mensaje de la señal es legible
“HOMBRE BANDERA”, “PARE/SIGA”,
etc.



Medianamente
Aceptable

-
- Señales y panel del mensaje con rayones y abrasión importante.
- La superficie del letrero sin machas de residuos.
- El color y la reflectividad aún son visibles en la noche.
- El mensaje de la señal es legible.



Inaceptable

-
- Señales y panel del mensaje con rayones, abrasión y manchas por salpicaduras importantes.
- Muestra decoloración y pérdida significativa de las letras.
- El mensaje no está completo o es ilegible.



Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Ontario Traffic Manual (Book 7) - Temporary

4.3 Características de los trabajos en la vía

4.3.1 Operaciones básicas de control de tránsito

Los trabajos de construcción, mantenimiento y conservación vial son diversos, pero, las operaciones de señalización y control de tránsito en todos estos trabajos tienen el mismo fin. Por esta razón, resultaría complicado y extenuante el establecer operaciones básicas de control del tránsito para cada uno de los trabajos viales.

Basados en la información recopilada, el autor del presente estudio, ha determinado que los procesos para el control temporal del tránsito se pueden resumir en las siguientes operaciones básicas no exhaustivas y sus esquemas recomendados.

Tabla 26. Operaciones básicas y sus esquemas aplicables

Operación - Actividad	Esquema recomendado
Trabajos en la banquina (fuera de la berma).	[Esquema 4.5.1]
Trabajos en las bermas con diferentes ubicaciones.	[Esquema 4.5.2]
Cierre de la berma en vía de un sentido.	[Esquema 4.5.3]
Trabajos en la berma y parte del carril contiguo.	[Esquema 4.5.4]
Cierre de vía con cambio de ruta.	[Esquema 4.5.5]
Cierre de vía con desvío de la ruta.	[Esquema 4.5.6]
Cierre de carril en una vía de doble sentido curva con hombre bandera.	[Esquema 4.5.7]
Cierre de carril en vía de doble sentido.	[Esquema 4.5.8]
Cierre temporal de una vía.	[Esquema 4.5.9]
Trabajos en el centro de una vía de doble sentido con hombre bandera.	[Esquema 4.5.10]
Trabajos en el centro de una vía en doble sentido.	[Esquema 4.5.11]
Cierre de carriles interiores en una vía de múltiples carriles.	[Esquema 4.5.12]
Cierre de carril en vía de un sentido y doble calzada.	[Esquema 4.5.13]
Trabajos en la mediana.	[Esquema 4.5.14]
Trabajos en la mediana y cierre de carriles interiores.	[Esquema 4.5.15]
Trabajos en semáforo central.	[Esquema 4.5.16]
Trabajos en semáforo lateral.	[Esquema 4.5.17]
Trabajo móvil.	[Esquema 4.5.18]

Nota: Elaborado por el autor (2023)

4.3.2 Duración de los trabajos

El (Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD), 2022) del U. S. Department of Transportation - Federal Highway Administration, clasifica a los trabajos de acuerdo a su duración en cinco categorías, entre ellas tenemos:

- **Móvil;** trabajo que se mueve de forma intermitente o continua.
- **Corta duración;** trabajo que ocupa un lugar hasta 1 hora.
- **Estacionario a corto plazo;** trabajo diurno que ocupa un lugar más de 1 hora.
- **Estacionario a mediano plazo;** trabajo que ocupa un lugar hasta 3 días o el trabajo nocturno dura más de 1 hora.
- **Estacionario a largo plazo;** el trabajo ocupa un lugar por más de 3 días.

A nivel local, el (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, 2011), señala que, para determinar el tipo y número de dispositivos o señalización a implementarse en las zonas de control de tránsito temporal es necesario identificar la duración de los trabajos y la clasifica en 4 tipos:

- **Trabajo móvil:** Son actividades que se desarrollan de manera intermitente y el grupo de trabajo se desplaza por la vía. Por sus características, se recomienda que la señalización este incluida en los vehículos de trabajo.
- **Trabajo de corto plazo:** Son actividades que tienen una duración entre 1 hora y tres días. En este tipo de actividades se recomienda implementar dispositivos de canalización, señalización temporal y si se considera necesario luces intermitentes que serán montadas y removidas de acuerdo al tiempo de duración.
- **Trabajo de mediano plazo:** Estas actividades duran entre tres y 90 días. Se recomienda el uso de dispositivos de canalización, señalización temporal para la vía y/o luces intermitentes.
- **Trabajo de largo plazo:** Este tipo de actividades tiene una duración superior a los 90 días. Por lo tanto, se recomienda el uso de dispositivos de canalización, señalización temporal, luces intermitentes y demarcaciones horizontales.

4.3.3 Tipos de trabajos

Las operaciones de construcción, mantenimiento y conservación vial consideran varias actividades, tal como se detallan en la Tabla 2 y Tabla 3 de este documento. Bajo esta misma

premisa, en la (Guía de Señalización Vial, 2017), el autor señala que existen diversos tipos de trabajos, pero, por su experiencia ha definido los 19 trabajos que más se asemejan con el resto de labores.

En la siguiente tabla, se muestra una relación entre el tipo de trabajo y su duración:

Tabla 27. Relación entre tipo de trabajo, operaciones básicas y duración

N°	Tipo de trabajo a desarrollar	Tipo de duración
1.		Repavimentación con o sin fresado Corta, Media, Larga
2.		Colocación de capas (Slurry) o superficies antideslizantes. Corta o Media
3.		Sellado de juntas y fisuras Móvil o Corta
4.		Reparación de pavimento (Bacheo menor) Móvil o Corta
5.		Reparación de pavimento (Bacheo mayor) Corta o Media
6.		Análisis y revisión de pavimentos Móvil
7.		Reparación o modificación de aceras o banquinas Corta o Media
8.		Barrido y limpieza de pavimento Móvil

9.	Mantenimiento de área verdes Corta o Media
10.	Construcción o mantenimiento de reductores de velocidad Corta o Media
11.	Construcción o reparación de cunetas, bordillos o similares Corta o Media
12.	Aplicación/retiro de demarcaciones y tachas Corta o Media
13.	Instalación, limpieza o reparación de la señalización vertical. Corta o Media
14.	Instalación, limpieza o reparación de la señalización vertical elevada. Corta o Media
15.	Instalación, limpieza o reparación de los semáforos Corta o Media
16.	Reparación y limpieza de desagües - alcantarillas Corta o Media
17.	Instalación de desvíos Móvil

18.	Instalación o reparación de servicios laterales (agua, electricidad, teléfono)	Corta o Media
19.	Instalación o reparación de servicios en la calzada (agua, electricidad, teléfono)	Media

Nota: Adaptado por el autor (2023), Obtenido de (Guía de Señalización Vial, 2017)

4.4 Estrategias de prevención para trabajos en la vía

Las vías y carreteras son entornos peligrosos tanto para los trabajadores, usuarios, pasajeros, peatones, ciclistas de forma igualitaria. Por ello es importante establecer medidas preventivas enfocadas a evitar accidentes, y entre estas acciones se establece la implementación de los siguientes planes.

4.4.1 Plan para el control de tránsito (PCT)

Este plan establece los criterios de marcaje de las zonas de trabajo, haciendo hincapié en que la señalización debe presentar mensaje cortos, espaciados y claros para que el usuario pueda realizar las maniobras necesarias. También debe indicar el inicio y fin de la zona de trabajo. Sin embargo, debido a que cada trabajo presenta características especiales se hace necesario que este proceso se combine con otras estrategias para así fortalecer la protección integral de quien forman parte de la infraestructura vial.

- Cierre de la vía o carril y desvío del tránsito.
- Determinar y establecer rutas de desvío del tránsito.
- Establecer una zona de prevención o advertencia
- Determinar una zona de transición para canalización del tránsito.
- Definir el espacio de trabajo, considerando un área de seguridad o amortiguamiento.
- Implementar hombres bandera o bandereros para guiar el tránsito.
- Reporte inmediato cuando se observen problemas.
- Usar vehículos de seguridad.
- Implementar una sección de fin de trabajos, para volver el tránsito a su circulación normal.

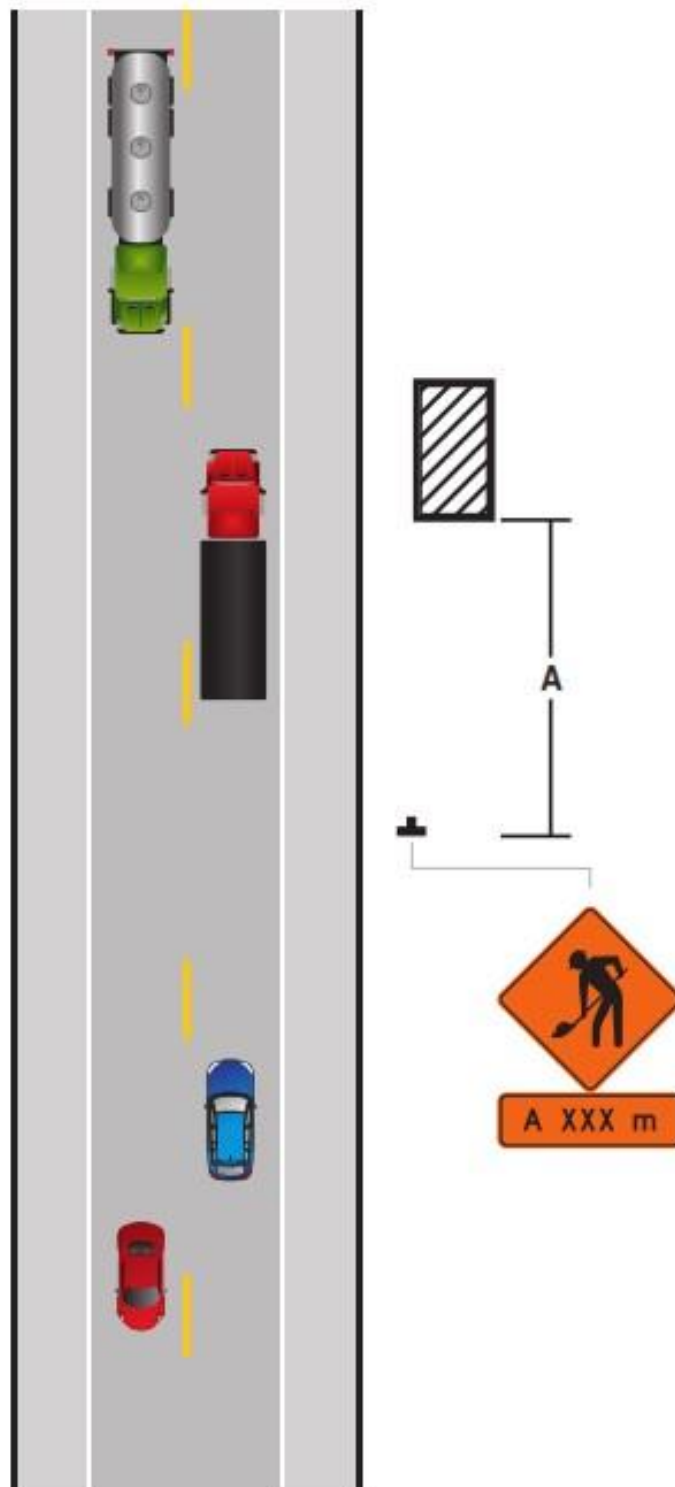
4.4.2 Plan para el control de tránsito interno (PCTI)

Así como se establecen reglas a nivel general, es importante que en las zona de trabajos, también se regulen las funciones y ubicaciones de cada elemento, a fin de evitar que los trabajadores o peatones sean atropellados por la maquinaria o vehículos de trabajo. En tal sentido, se debe:

- Definir áreas específicas para peatones y vehículos.
- Definir actividades donde no peatones y vehículos no se encuentren al mismo tiempo.
- Regular los límites de velocidad en el área de trabajo.
- Implementar señalización que advierta sobre la presencia de líneas de voltaje, declives, esquinas ciegas, etc.
- Implementar procesos de capacitación para que los trabajadores sean capaces de identificar peligros derivados de las condiciones climáticas, situaciones que se presenten alrededor del área de trabajo, trabajo y comunicación en operaciones combinadas peatones-maquinaria, contacto y comunicación con los operadores de maquinaria, identificación de puntos ciegos, uso de radios de comunicación, uso de banderas para incrementar la visibilidad, tipos y esquemas de señalización temporal, garantizar de que la maquinaria cuente con luces operativas, asegurar que la maquinaria disponga de todos los dispositivos de seguridad operativos, inspección diaria de la maquinaria, procedimientos de bloqueo y etiquetado e implementación de equipos de iluminación para trabajos nocturnos.

4.5 Esquemas operativos de control de tránsito modelo

4.5.1 Trabajos en la banquina (fuera de la berma)



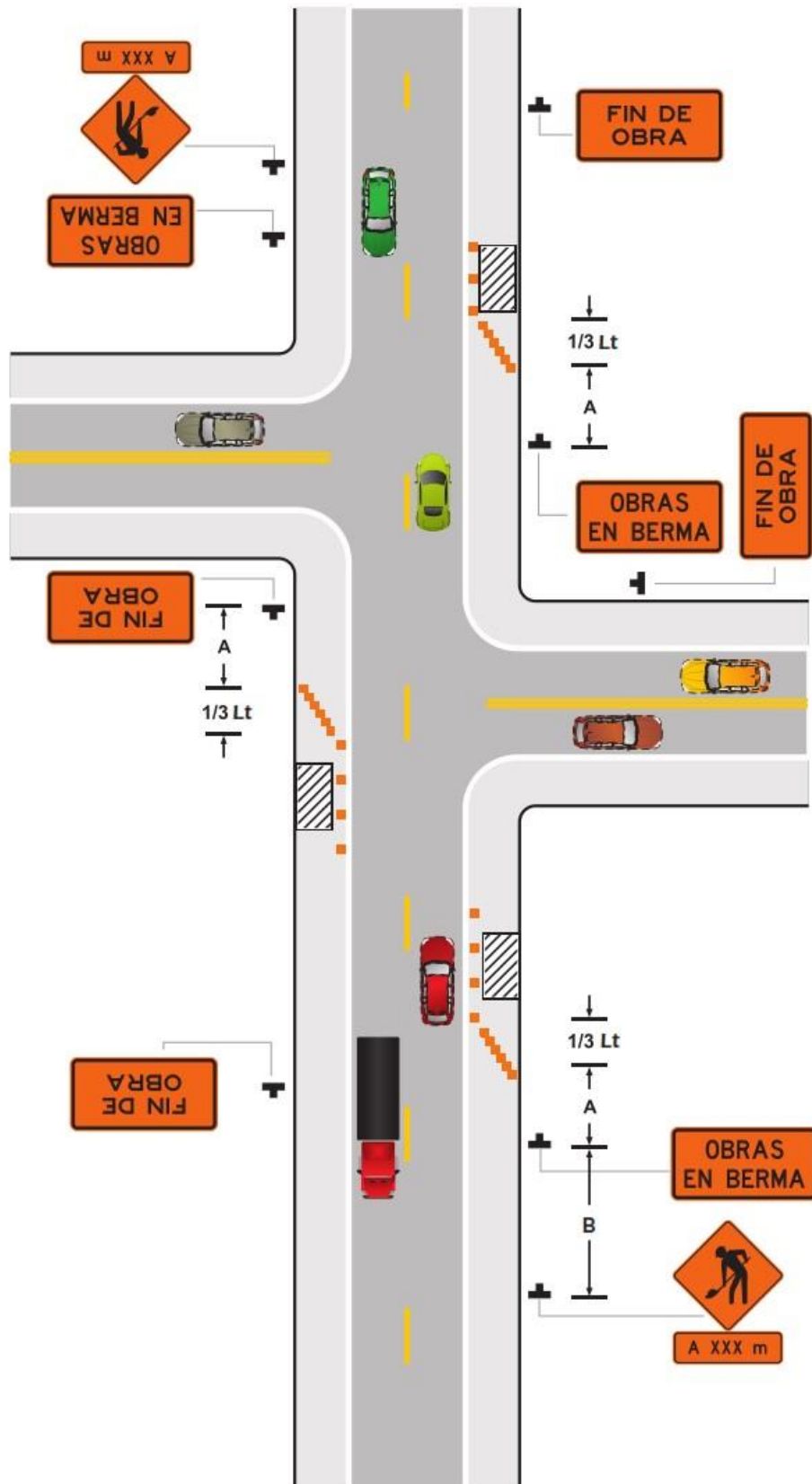
Nota: Obtenido de (Manual de Señalización Vial, 2015)

4.5.2

Trabajos en las bermas con diferentes ubicaciones

Nota: Obtenido de (Manual de Señalización Vial, 2015)

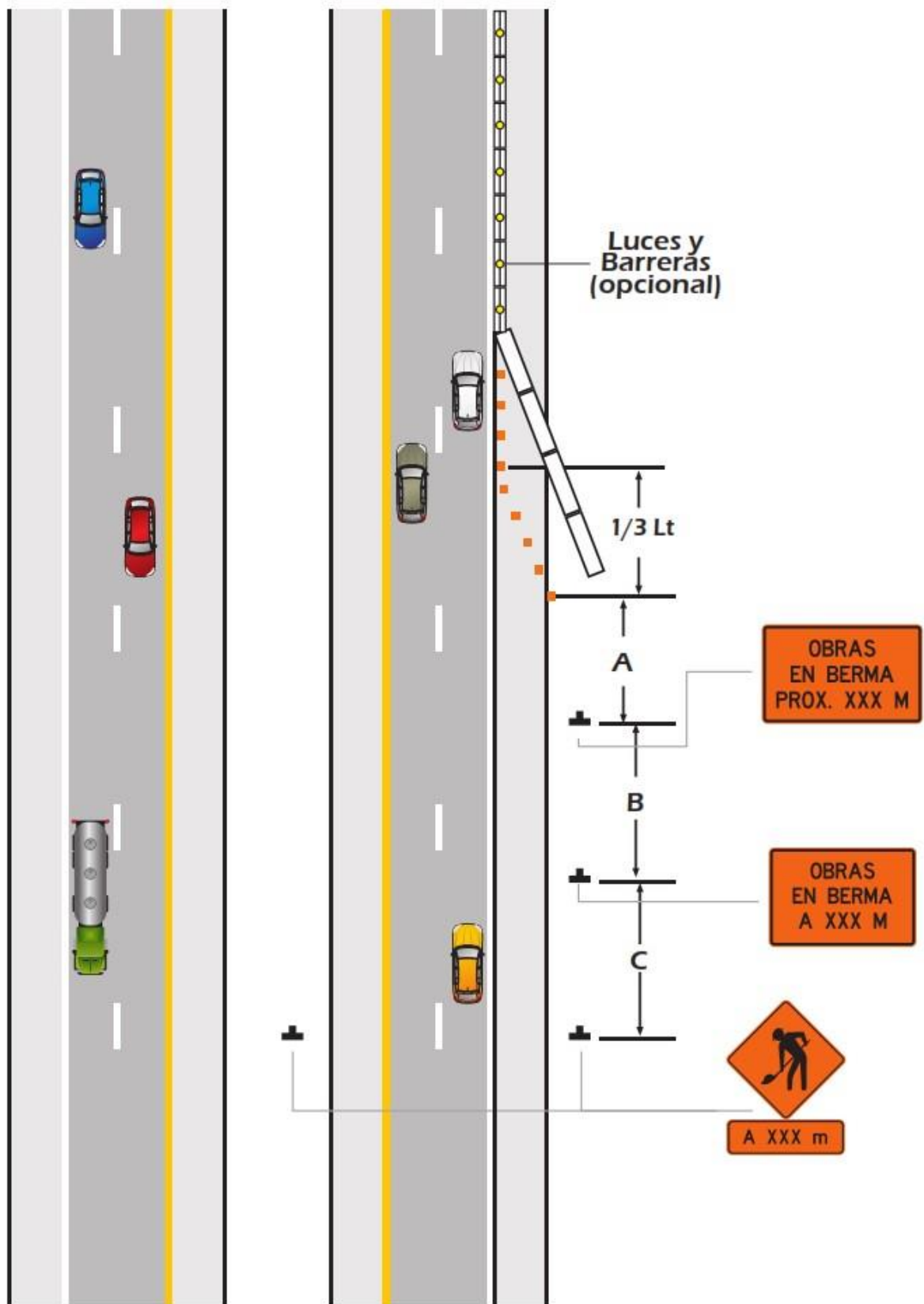
4.5.3



Cierre de la berma en vía de un sentido

Nota: Obtenido de (Manual de Señalización Vial, 2015)

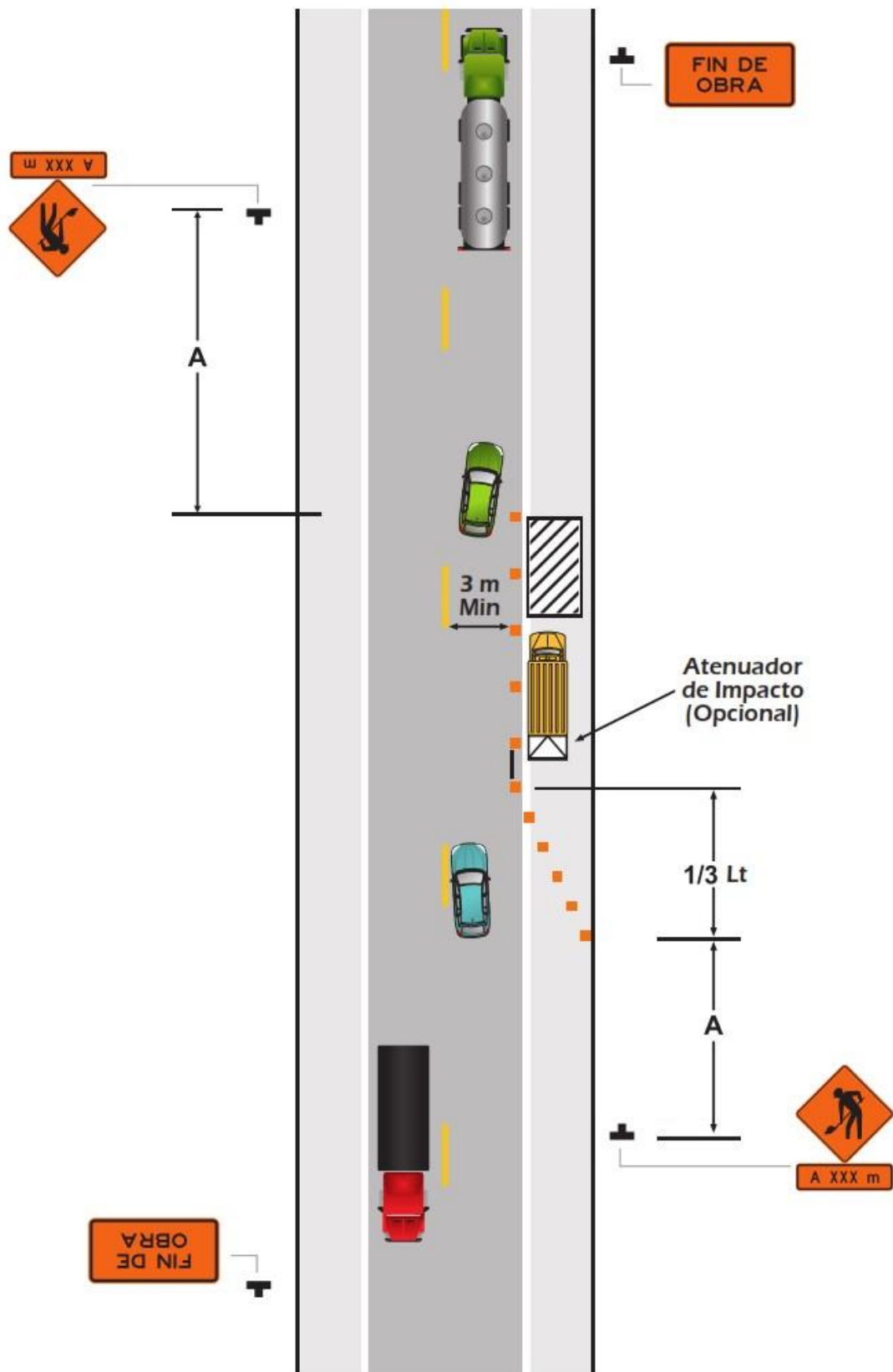
4.5.4



Trabajos en la berma y parte del carril contiguo

Nota: Obtenido de (Manual de Señalización Vial, 2015)

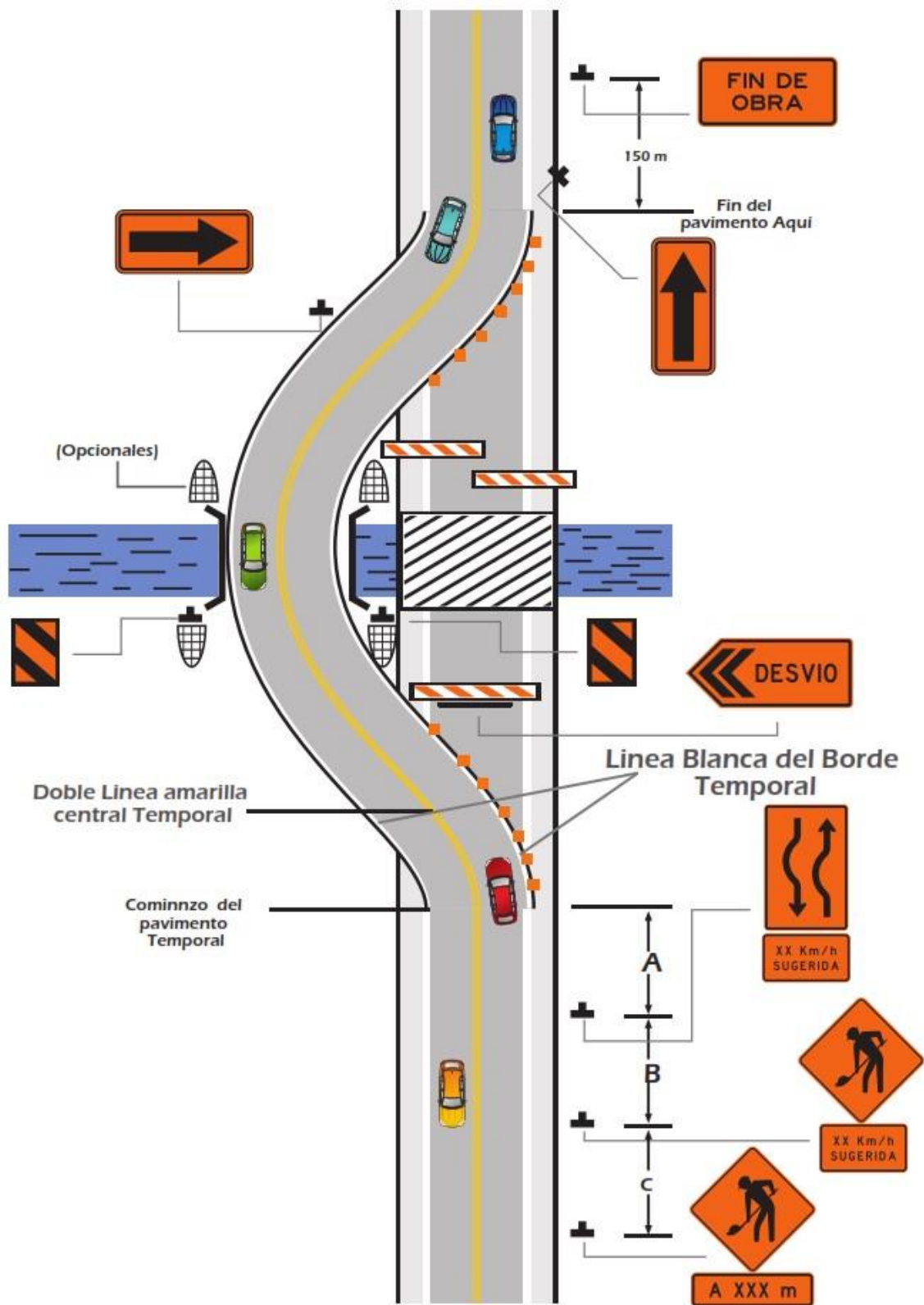
4.5.5



Nota: Obtenido de (Manual de Señalización Vial, 2015)

4.5.6

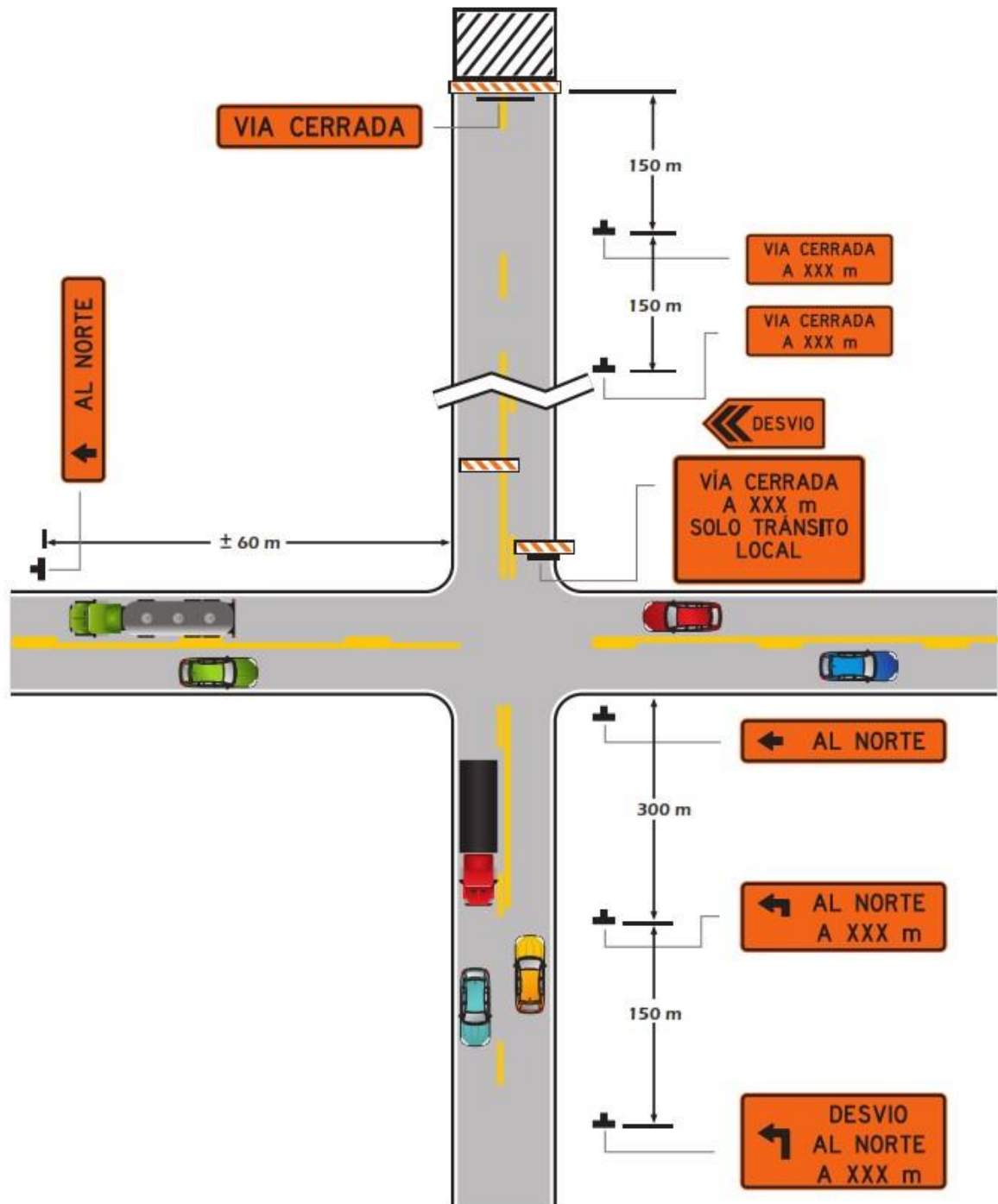
Cierre de vía con cambio de ruta



Nota: Obtenido de (Manual de Señalización Vial, 2015)

4.5.7

Cierre de vía con desvío de la ruta

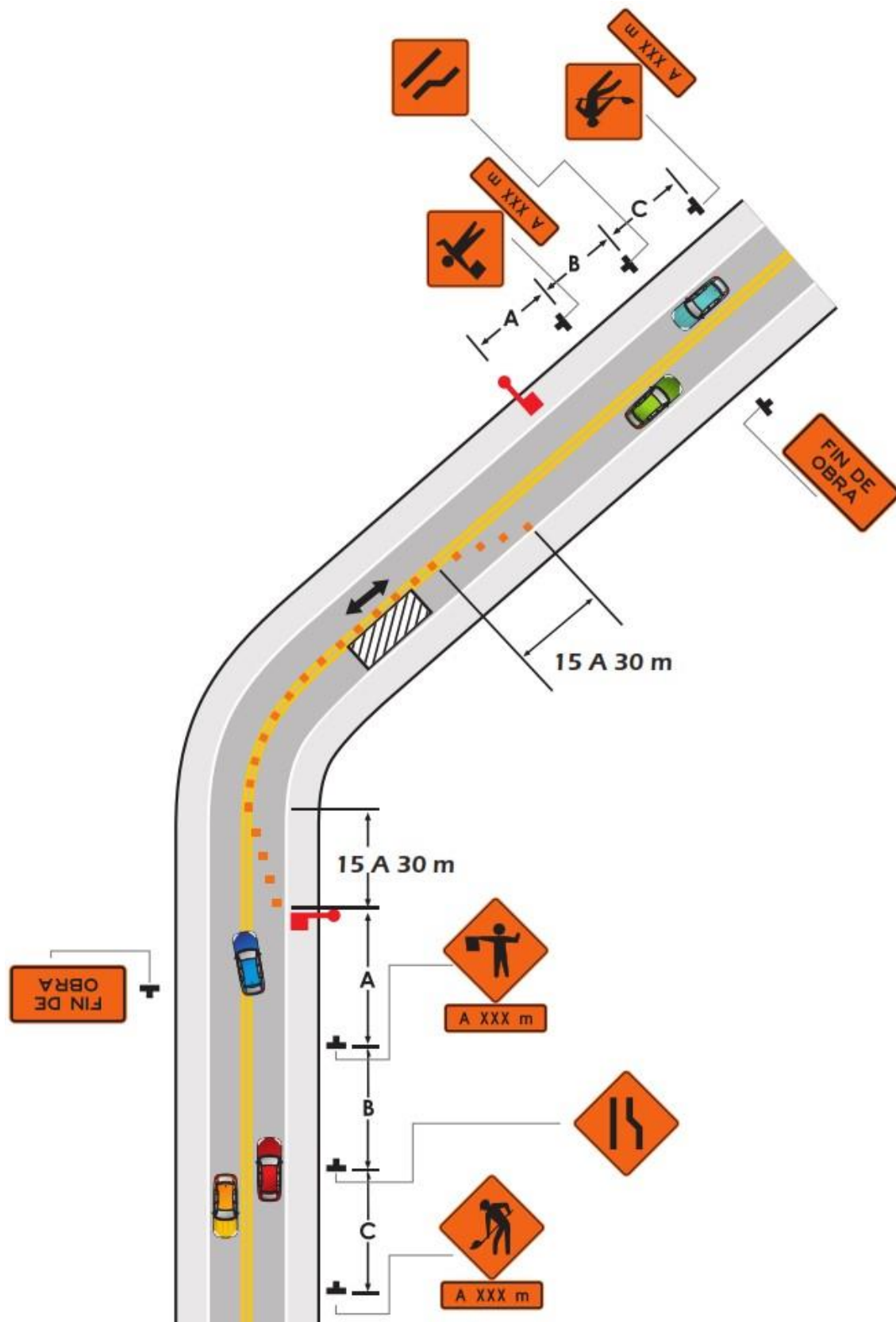


Nota: Obtenido de (Manual de Señalización Vial, 2015)

Nota: Obtenido de

4.5.8

Cierre de carril en una vía de doble sentido curva con hombre bandera



4.5.9

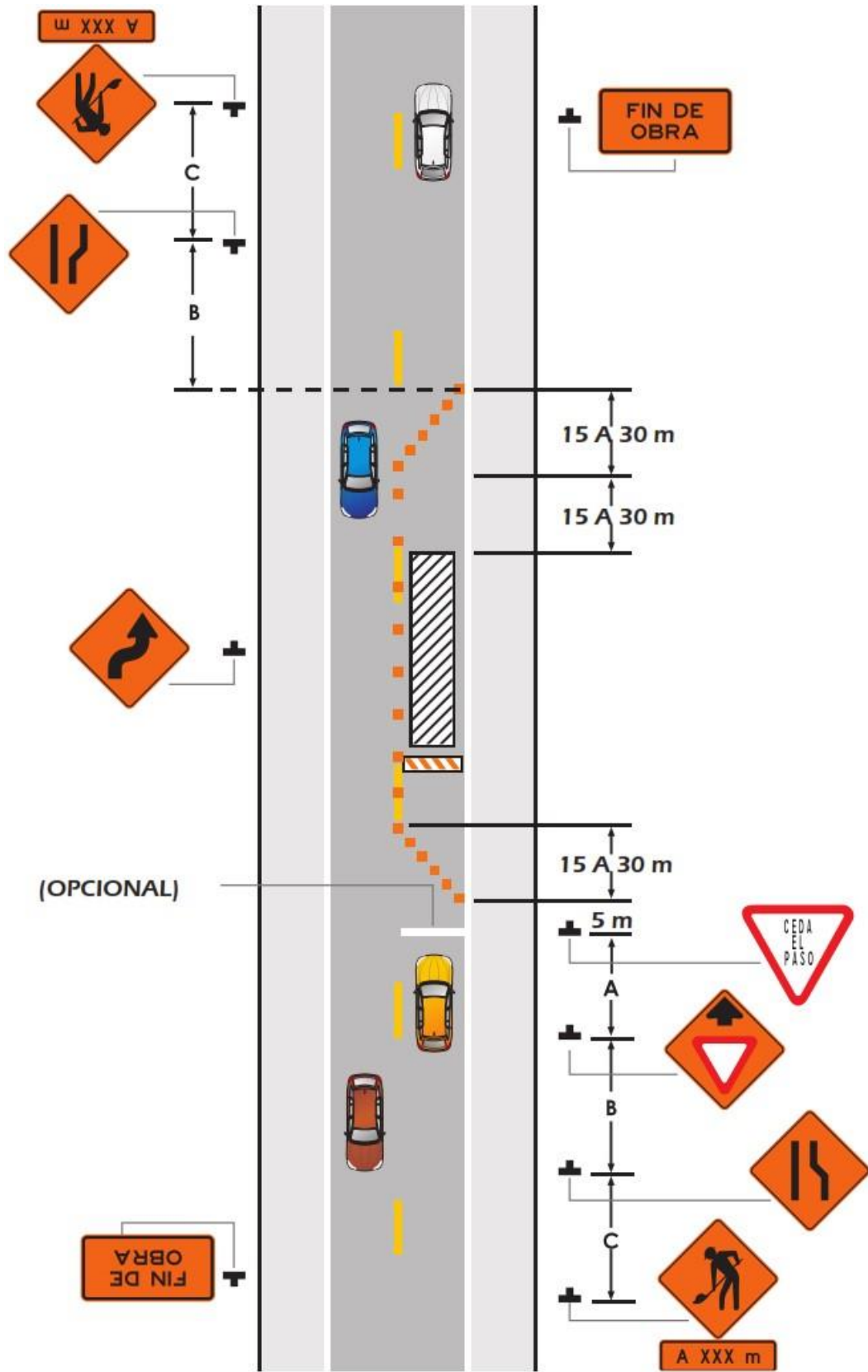
(Manual de Señalización Vial, 2015)

4.5.10

Cierre de carril en vía de doble sentido

Nota: Obtenido de (Manual de Señalización Vial, 2015)

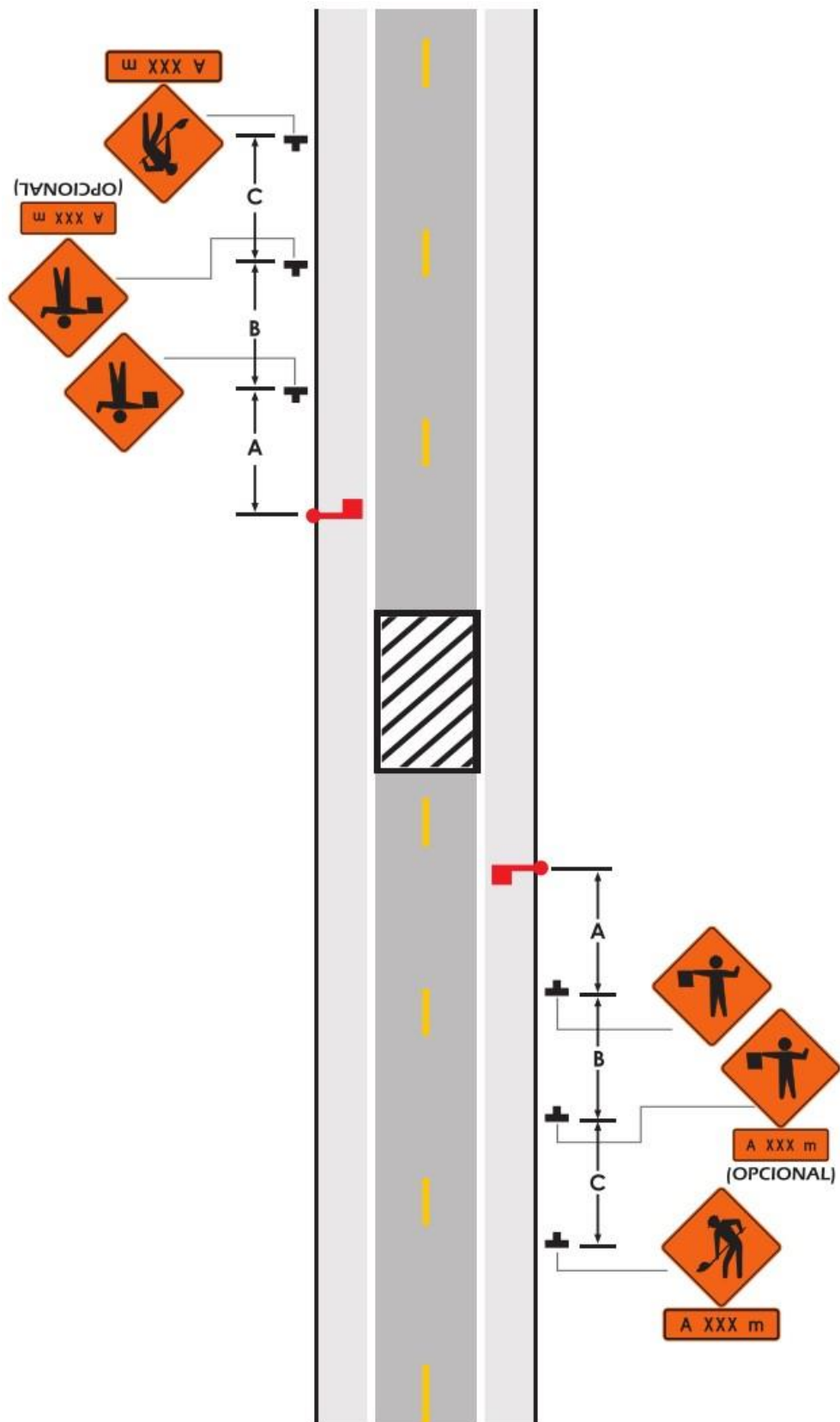
4.5.11



Cierre temporal de una vía

Nota: Obtenido de (Manual de Señalización Vial, 2015)

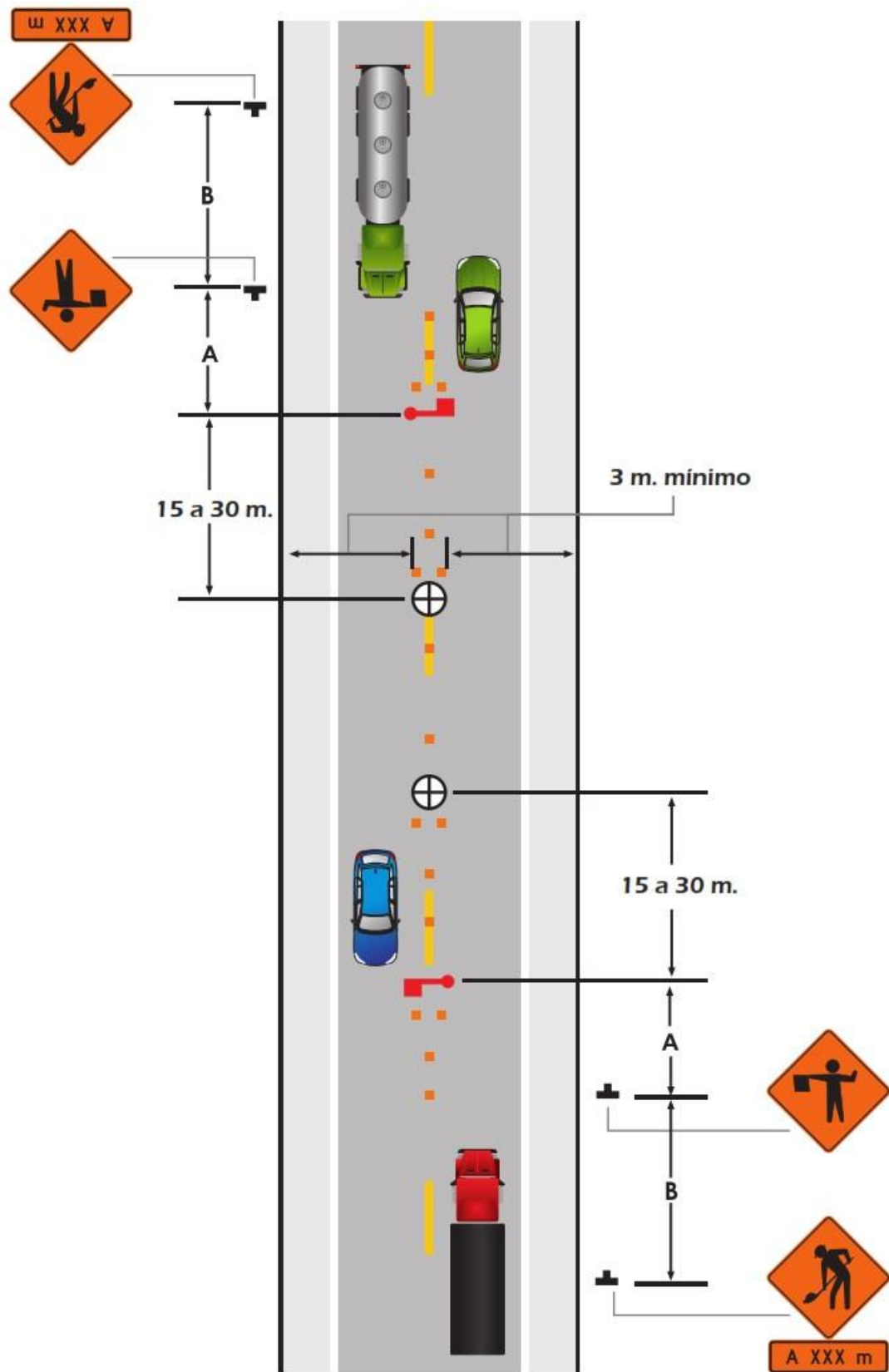
4.5.12



Trabajos en el centro de una vía de doble sentido con hombre bandera

Nota: Obtenido de (Manual de Señalización Vial, 2015)

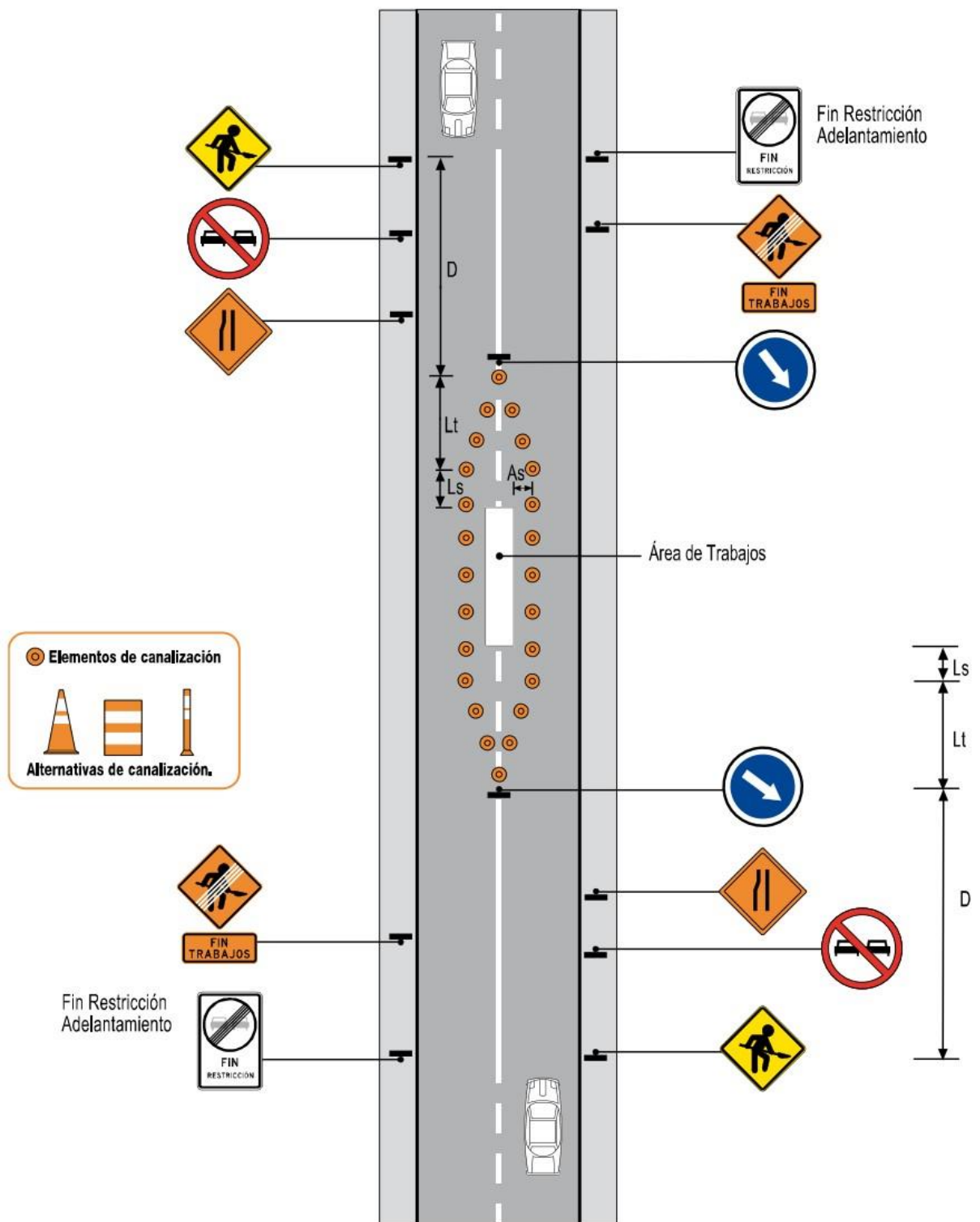
4.5.13



Nota: Obtenido de (Manual de Señalización Vial, 2015)

4.5.14

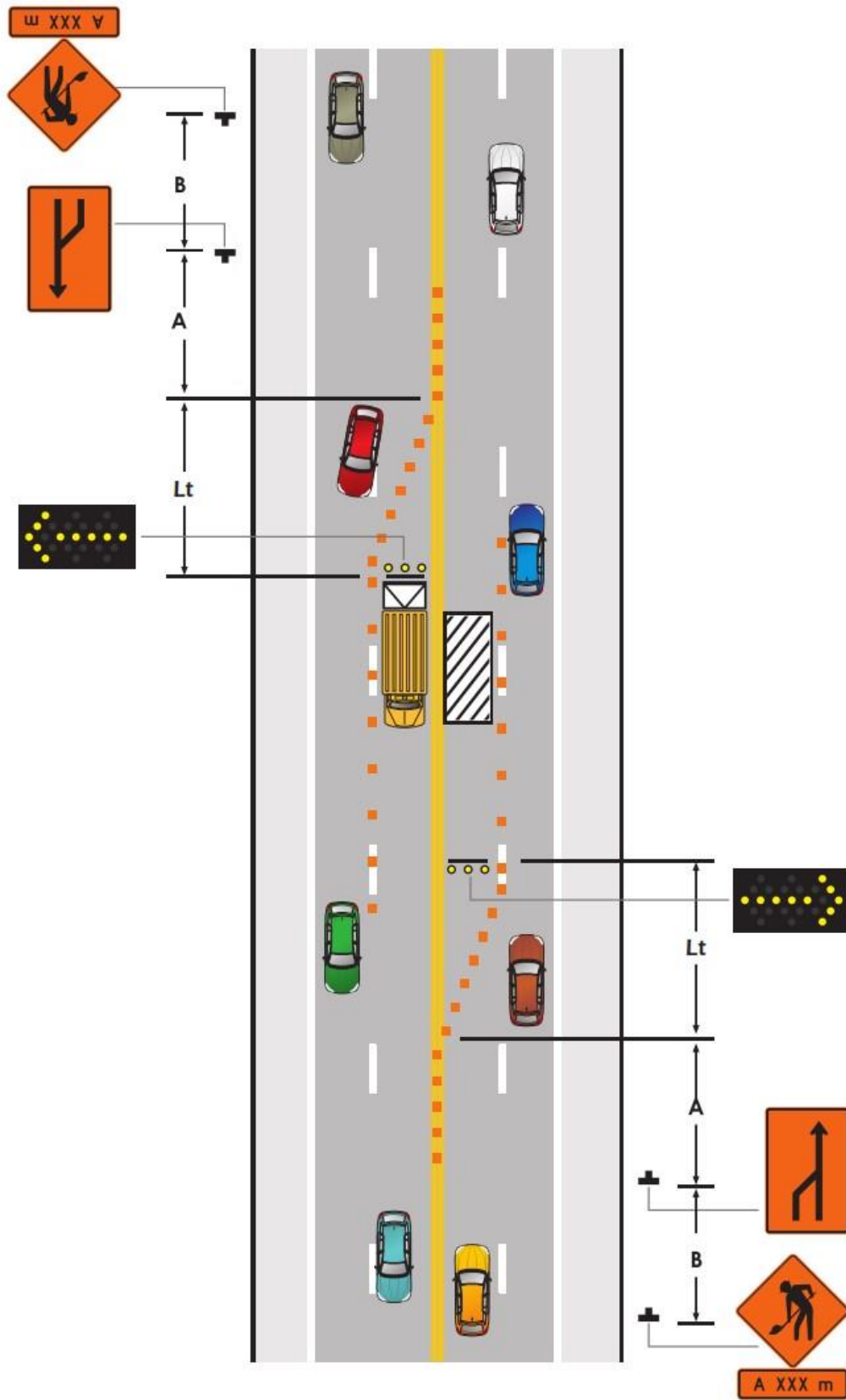
Trabajos en el centro de una vía en doble sentido



Nota: Obtenido de (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (CONASET), 2020)

4.5.15

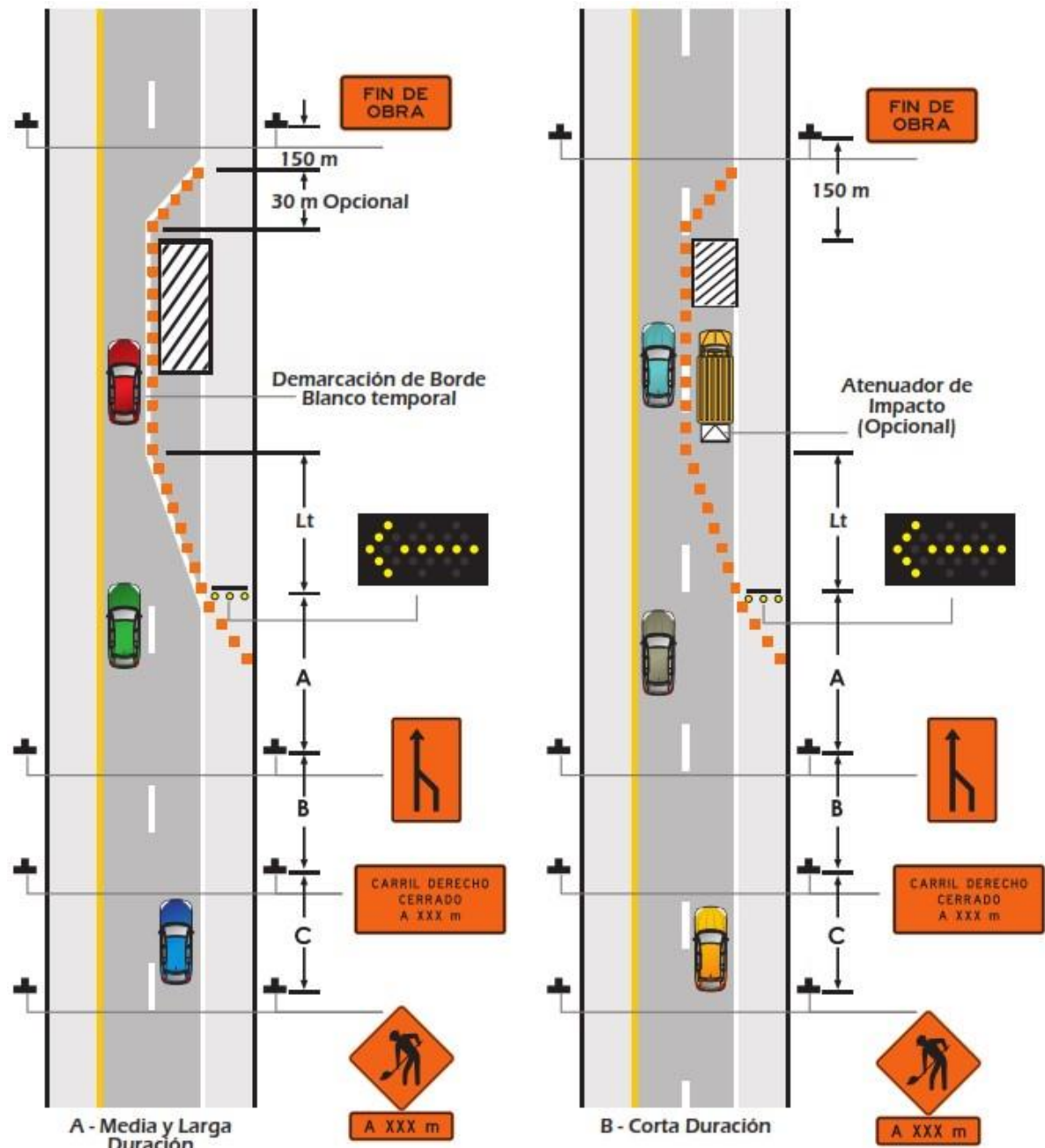
Cierre de carriles interiores en una vía de múltiples carriles



4.5.16

Nota: Obtenido de (Manual de Señalización Vial, 2015)

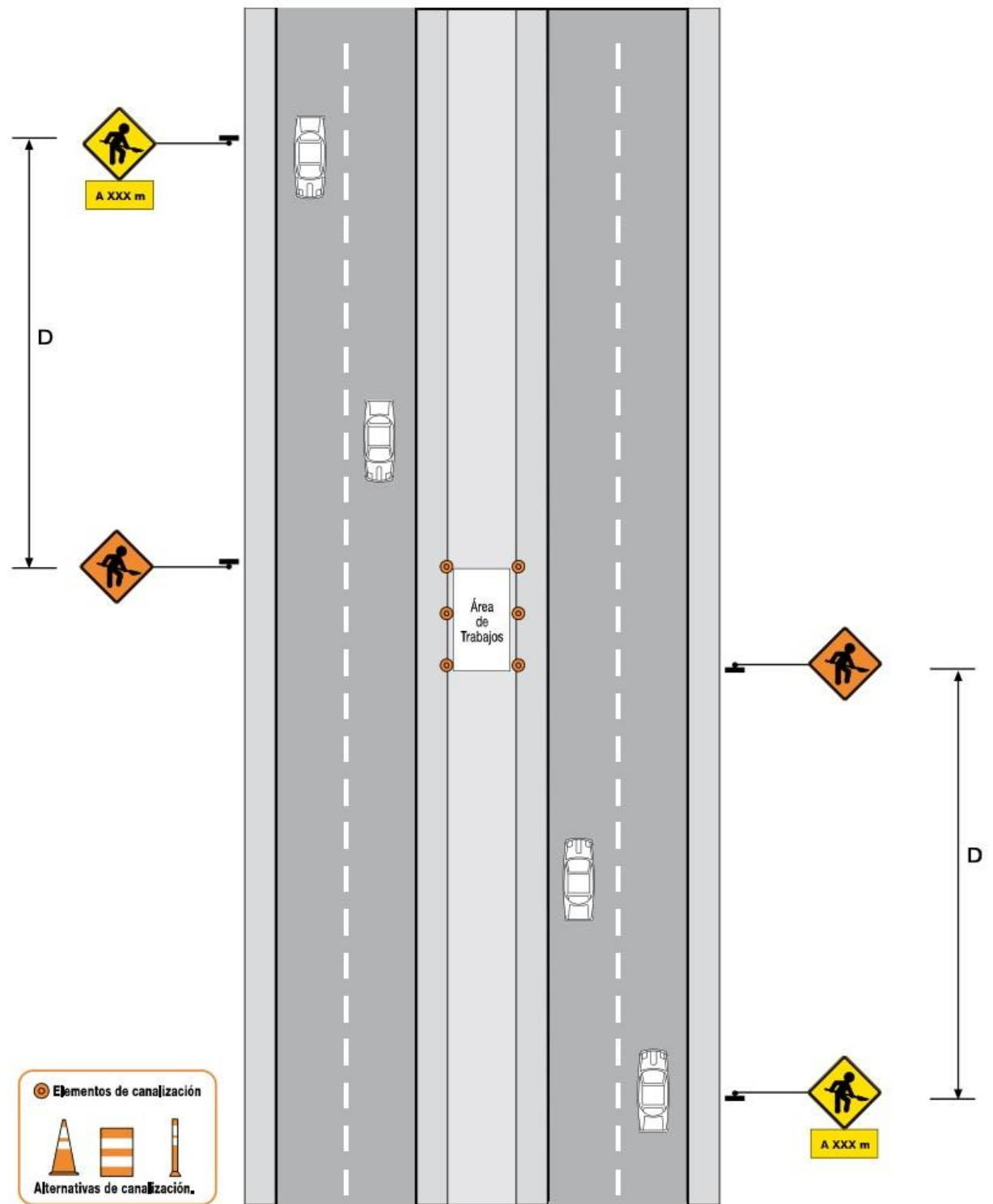
Cierre de carril en vía de un sentido y doble calzada



Nota: Obtenido de (Manual de Señalización Vial, 2015)

Trabajos en la mediana

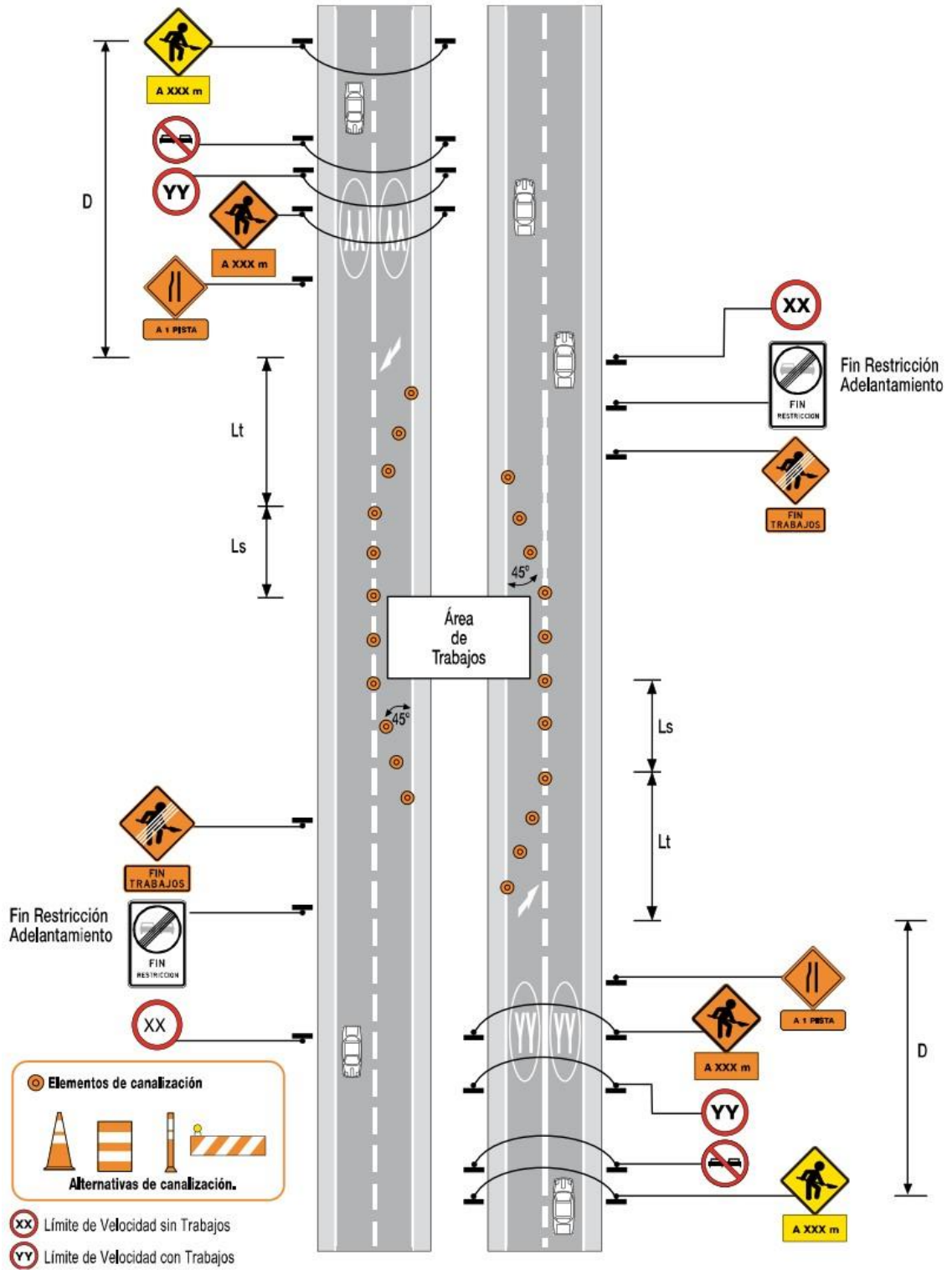
4.5.17



Nota: Obtenido de (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (CONASET), 2020)

Trabajos en la mediana y cierre de carriles interiores

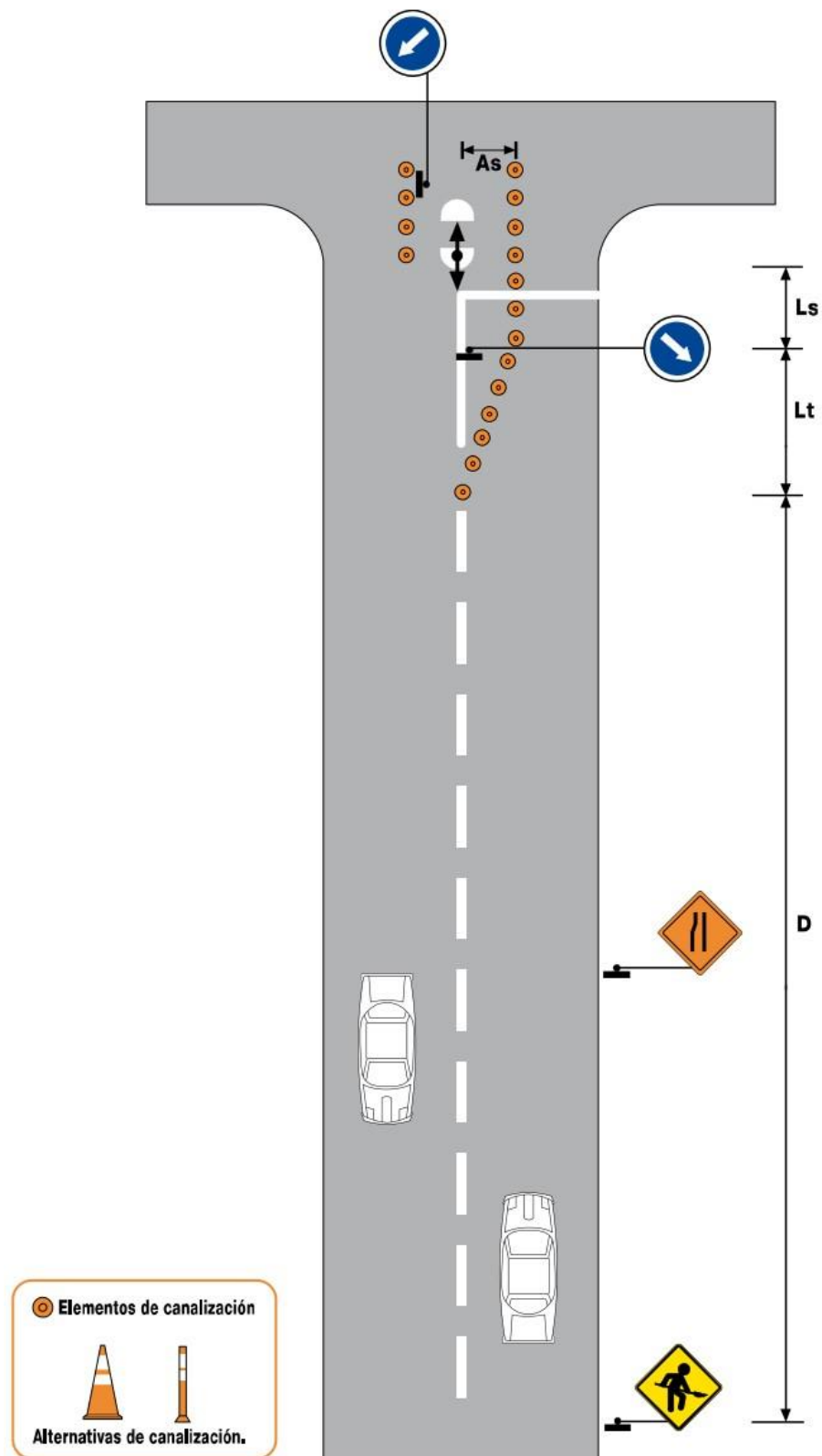
4.5.18



Nota: Obtenido de (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (CONASET), 2020)

Trabajos en semáforo central

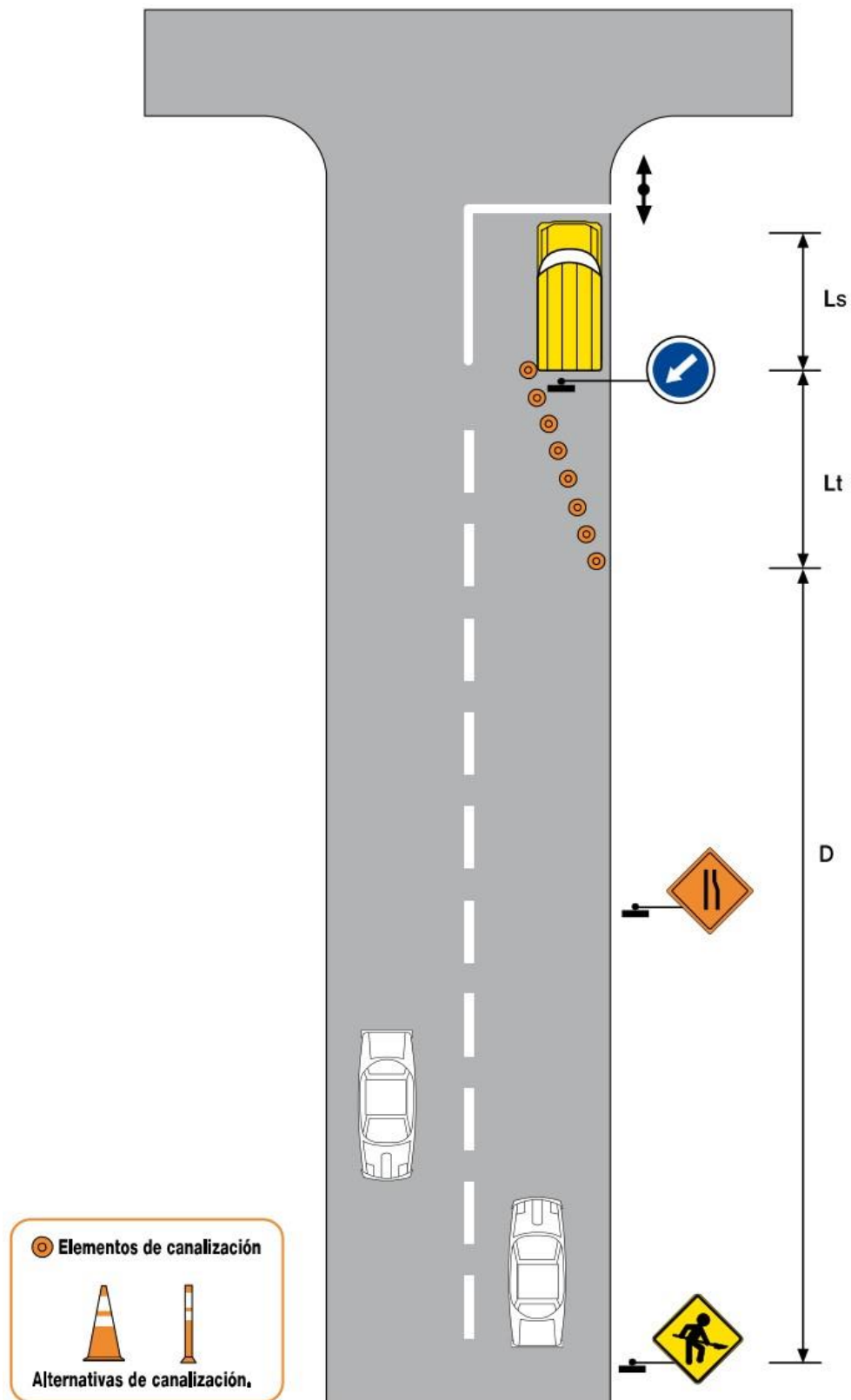
4.5.19



Nota: Obtenido de (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (CONASET), 2020)

Trabajos en semáforo lateral

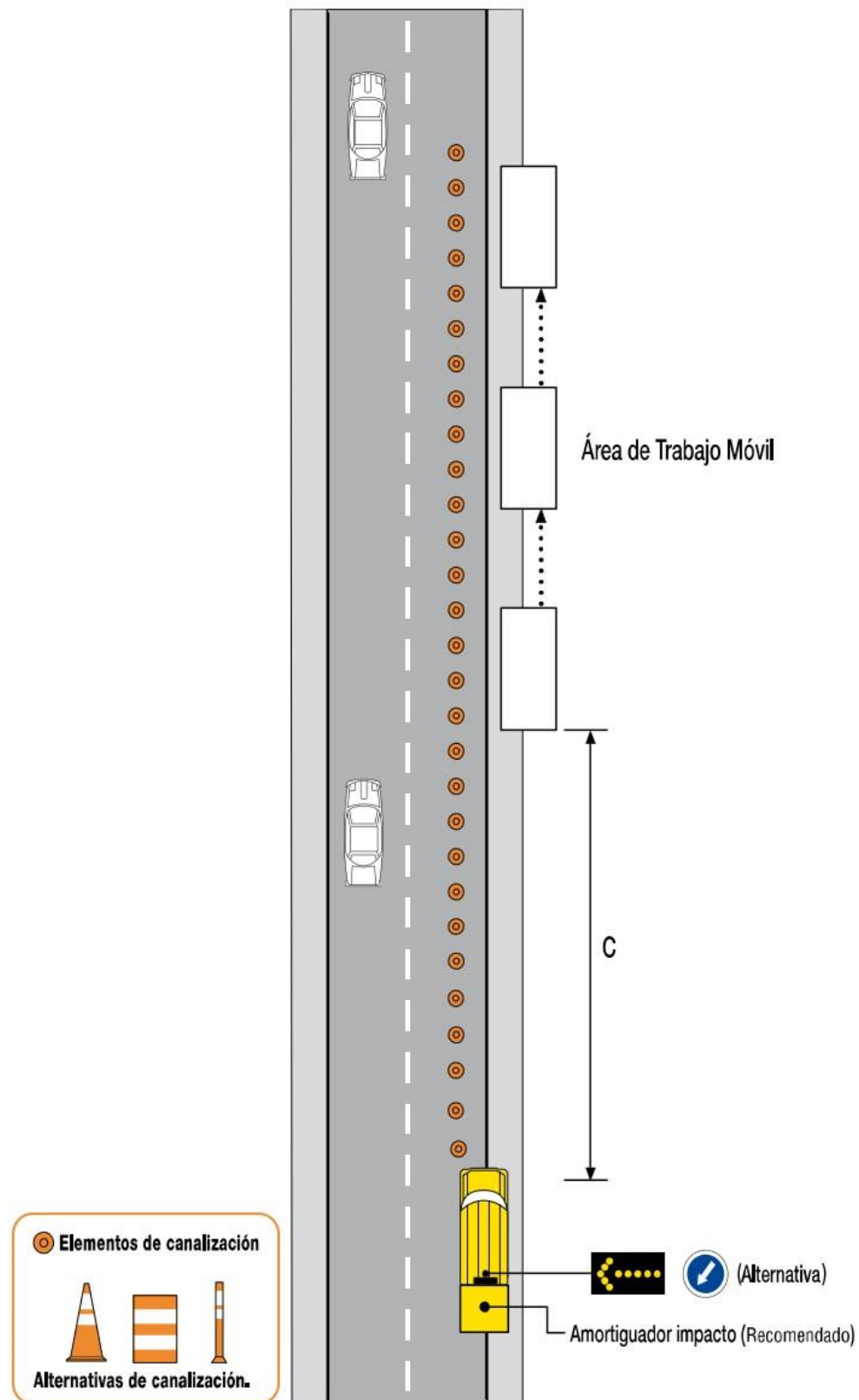
4.5.20



Nota: Obtenido de (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (CONASET), 2020)

Trabajos móviles

4.5.21



Nota: Obtenido de (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (CONASET), 2020)

CAPITULO V

DISCUSIÓN

4.1 Conclusiones

4.1.1 El sector de la construcción y en específico el sector vinculado a los trabajos de construcción, mantenimiento y conservación vial representan un importante rubro económico y social, ya que son los encargados de mantener y garantizar la seguridad de la infraestructura vial, además que, generan varias fuentes de empleo directo e indirecto. En especial, a personas de las comunidades aledañas a la vía. Personas o trabajadores que, en conjunto con los demás profesionales vinculados a este tipo de actividades, se ven expuestos a diversos peligros y factores de riesgo laboral, que obliga, al establecimiento de acciones prioritarias para precautelar la integridad de estos trabajadores.

4.1.2 Al acudir a diversas fuentes o requisitos legales nacionales podemos ver que es poca la información disponible con relación a la prevención de riesgos para este tipo de trabajos. El único documento legal que hace referencia a este tipo de trabajos es el (Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, 2011), que de manera general establece ciertos lineamientos técnicos y centrándose en la caracterización de dispositivos de canalización y señalización para trabajos en la vía. Concluimos entonces, que a nivel nacional no se cuenta con suficiente normativa o regulaciones que proporcionen una guía para el desarrollo seguro de trabajos en la vía, por lo tanto, debemos apoyarnos de normativa y fuentes bibliográficas regionales e internacionales para poder dilucidar las mejores estrategias preventivas.

4.1.3 El presente estudio, ha realizado un análisis de los diferentes peligros y riesgos relacionados con los trabajos de construcción, mantenimiento y conservación vial, de cuyos resultados se ha concluido que las acciones o estrategias recomendadas en la misma, están dirigidas no solamente a proteger a los trabajadores, sino que, además, se enfocan en garantizar la seguridad de los conductores y peatones que forman parte de la infraestructura vial. En tal sentido, se debe tener claro que los peligros y riesgos que se pueden presentar de un lugar a otro no siempre serán los

mismos, ya que, cada actividad tiene su particularidad, por ende, no todas las acciones de control pueden ser aplicables en todos los frentes de trabajo.

4.1.4 El análisis de los riesgos realizado en micro empresas y pymes locales, sumada a la información obtenida de los diferentes estudios y fuentes bibliográficas respecto a los trabajos de construcción, mantenimiento y conservación vial, presentaron resultados de los principales peligros y riesgos laborales que frecuentemente se presentan en las diversas operaciones viales. Entre los peligros y riesgos asociados que más se destacan en el presente estudio se encuentran los siguientes:

- Peligro mecánico: atropellos, choques o colisiones, caídas al mismo, caídas a distinto nivel, atrapamiento y golpes con maquinaria, golpes o cortes con herramientas, proyección de partículas, caída de objetos, desprendimiento por derrumbes.
- Peligros físico: exposición a frio-calor, exposición a ruido, exposición a vibraciones)
- Peligro químico: exposición a sustancias químicas, inhalación de gases y vapores, exposición a material particulado.
- Peligro disergonómico: sobreesfuerzo por levantamiento manual de cargas, sobreesfuerzo por posiciones forzadas, Sobresfuerzo por movimiento corporal repetitivo.
- Peligro biológico: exposición a patógenos como virus y bacterias, Exposición a picaduras o mordeduras de animales.
- Peligro psicosocial: síntomas de estrés.

4.1.5 La combinación de trabajadores a pocos pasos del tránsito vehicular y junto al movimiento de maquinarias o equipos pesados se convierte en una actividad peligrosa. Bajo este análisis y los resultados obtenidos del estudio de riesgos, podemos concluir que el peligro mecánico presenta mayor cantidad de riesgos asociados y entre ellos el atropello es uno de los principales factores a los cuales se exponen los trabajadores, producto de ello se pueden presentar accidentes con una letalidad significativa. Por esta razón, el presente estudio señala que una de las principales formas de prevenir accidentes esta vinculada a la implementación de planes de señalización y control de tráfico temporal, por medio de dispositivos como conos, delineadores, luces intermitentes, señales preventivas, informativas u obligatorias y cuyo propósito, es alertar a usuarios y peatones sobre la presencia

de trabajadores, maquinaria y actividades peligrosas presentes en las zonas de trabajo.

4.1.6 Una de las principales acciones dirigidas a proteger a los trabajadores y usuarios que se encuentran en la vía, esta relacionada con la implementación de guías o planes de señalización temporal, también conocidos como planes de manejo de tránsito temporal, cuya estructura debe considerar e integrar acciones como; la identificación de los peligros presentes, prever y analizar los posibles riesgos, implementación de los distintos dispositivos de canalización de tránsito para influir en la conducción y direccionamiento de los usuarios y la implantación de los varios tipos de señalización que permitan comunicar mensajes preventivos y de alerta, tanto a usuarios, peatones y trabajadores que se encuentran en la vía.

4.1.7 Podemos señalar que la clave para evitar accidentes en este tipo de trabajos y operaciones viales, depende del tratamiento que se le va a brindar a cada operación vial, es decir analizar desde el lugar donde se va a ejecutar los trabajos, pasando por las condiciones físicas y ambientales que se pueden presentar hasta el tipo y horario en el cual se van a desarrollar dichas operaciones. Por lo tanto, para este tipo de trabajos, lo más importante es tratar de aislar a los trabajadores de los peligros y riesgos, por ello, es necesario que los trabajadores conozcan los diferentes estrategias, dirigidas a minimizar su exposición al riesgo, en tal sentido todos los que se encuentran en el espacio de trabajo deben mantenerse informados sobre la ubicación de los demás.

4.1.8 Para concluir, a pesar de haberse implementados los esquemas de señalización temporal y dispositivos de canalización, cuando sea posible y necesario se podría combinar esta estrategia con otros métodos como; el cierre de vías o carriles para desviar el tránsito, establecer rutas de desvío, implementar una sección avanzada de advertencia, establecer y mantener todas las partes que comprenden el área de trabajo e implementar al banderero conocido por hombre bandera de acuerdo a la necesidad de la operación.

4.2 Recomendaciones

4.2.1 Antes de iniciar cualquier actividad operativa, es necesario que se realicen estudios sobre los peligros y los riesgos asociados a los trabajos de construcción ,

mantenimiento y conservación vial, entre los factores que se deben tomar en cuenta para establecer las mejores estrategias, están; el tráfico vehicular, la maquinaria y equipos que estarían vinculados a los trabajos, las condiciones climáticas del lugar donde se realizarían los trabajos, la duración de los trabajos, entre otros componentes que son característicos de cada operación y frente de trabajo situado en las vías.

4.2.2 El tránsito vehicular es el principal factor peligroso a tomar en cuenta al momento de establecer las zonas de trabajo, en especial porque estas zonas presentan características únicas. Por esta razón, se recomienda abordar adecuadamente las estrategias para no afectar a la movilidad y seguridad de los usuarios, peatones y trabajadores. Entre las estrategias consideradas están:

- Optimizar el tiempo usado en la configuración y retiro del control del tránsito.
- Gestionar de forma adecuada el tránsito, cuando se presenten trabajos imprevistos o de emergencia.
- Guiar de forma ordenada la movilidad continua o intermitente en el área de trabajo.
- Mantener habilitados los accesos a intersecciones, ingreso o salida de vehículos y lugares de estacionamiento.

4.2.3 Como regla general, el personal vinculado a los trabajos de construcción, mantenimiento y conservación vial deben usar equipos de protección personal adecuados a la tarea. Por esta razón, es recomendable que para los trabajos de construcción, mantenimiento y conservación vial se establezca como obligatorio para los trabajadores el uso de ropa de trabajo de alta visibilidad, tomando en cuenta detalles respecto al tipo de trabajo y horario en el cual se van a desarrollar las operaciones viales.

4.2.4 Varias organizaciones de orden público y privado han propuesto diversos esquemas estructuradas en base a cada espacio que comprende el área de trabajo y donde, de forma esquemática se guía la ubicación y disposición de las diferentes señales y dispositivos disponibles de acuerdo a un tipo de operación a ejecutarse en la vía. Sin embargo, estos esquemas no necesariamente representan a todas las posibles operaciones básicas que se podrían aplicar. Es por esta razón, que antes de implementar un determinado modelo de señalización, se deberá analizar las condiciones del lugar de trabajo para determinar la operación que más se ajuste a

la actividad, pero respetando siempre la distribución de las áreas y espacios que comprende el área de trabajo.

4.3 Referencias Bibliográficas

4.3.1 Trabajos citados

- American National Standards Institute (ANSI). (12 de octubre de 2015). *Approved American National Standards*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/359000371/Approved-American-National-Standardspdf#>
- American Road & Transportation Builders Association (ARTBA). (2023). *National Work Zone Safety: Laws, Standards y Políticas*. Obtenido de <https://workzonesafety.org/lawsstandards-policies/>
- American Society of a highway. (enero de 2009). *ANSI/ASSE A10.47-2009: Work Zone Safety for Highway Construction*. Obtenido de <https://workzonesafety.org/publication/ansiassea10-47-2009-work-zone-safety-for-highway-construction/>
- Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador. (07 de agosto de 2008). *Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/08/LOTAIP_6_Ley-Organica-de-TransporteTerrestre-Transito-y-Seguridad-Vial-2021.pdf
- Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador. (25 de junio de 2012). *Reglamento a la Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial*. Obtenido de <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/DecretoEjecutivo-No.-1196-de-11-06-2012-REGLAMENTO-A-LA-LEY-DE-TRANSPORTETERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIA.pdf>
- Asociación Argentina de Carreteras. (abril de 2018). *Manual de Caminos Rurales*. Obtenido de <https://www.aacarreteras.org.ar/pdfs/documentos-tecnicos/MANUAL-CAMINOSRURALESe-book.pdf>
- Asociación Chilena de Seguridad (ACHS). (1999). *Control de Riesgos en Obras en Construcción. Señales para Obras en Vía Pública*. Santiago, Chile. doi:<https://isbn.cloud/9789567466634/control-de-riesgos-en-obras-de-construccionsenales-via-publica/>
- Asociación Mundial de la Carretera (PIARC). (s.f.). *Manual de Seguridad Vial*. Recuperado el 02 de mayo de 2023, de <https://roadsafety.piarc.org/es/planificacion-diseno-yexplotacion-9-gestion-de-la-infraestructura/politicas-y-normas>
- Asociación Navarra de Empresas de Construcción de Obras Públicas (ANECOP). (2006). *Guía de Evaluación de Riesgos Laborales en las Unidades de Obra*. Obtenido de <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/1ACB1EB1-4970-4D5D-AA95D82A84F2254B/147007/GuiaEvalUnidadesObra.pdf>
- Autopista Central. (julio de 2004). *Manual de Seguridad Vial Autopista Central*. Obtenido de https://concesiones.mop.gob.cl/proyectos/Documents/Sistema%20Norte%20%20Sur/Manual%20de%20Seguridad%20Vial%20AC%20v05_07_2004.pdf

- Building Smart Spain. (23 de mayo de 2022). *BIM y la seguridad en la conservación de carreteras*. Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/2022/05/23/bim-y-laseguridad-en-la-conservaci%C3%B3n-de-carreteras/>
- Calles Quinaluiza, A. M. (diciembre de 2016). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. *Modelo de Gestión de Conservación Vial para la Red Vial Rural del Canton Pastaza*, 13-18. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/143443707.pdf>
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (05 de abril de 2023). *Road Work - Traffic Control Zone*. Obtenido de https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/road_work/traffic_control.html
- Cano, C. (19 de enero de 2023). *Seguridad en los Trabajos. Conservación de Carreteras*. Obtenido de Infraestructuras Civiles y de Transporte: <https://eadic.com/blog/entrada/seguridad-en-los-trabajos-conservacion-decarreteras/>
- Carvallo Corral, P. A. (enero de 2016). Implantación de un Sistema de Conservación de Carreteras en Ecuador, aplicación en la Carretera Cuenca (El Salado) - Léntag. 13. Valencia, España. Obtenido de Universitat Politècnica de València: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/60951/Memoria.pdf?sequence=1>
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (agosto de 2022). *Highway Work Zones*. Obtenido de <https://www.cdc.gov/niosh/topics/highwayworkzones/default.html#:~:text=The%20Bureau%20of%20Labor%20Statistics,average%20of%20123%20per%20year.>
- Centro de Ergonomía y Prevención, Universitat Politècnica de Catalunya. (septiembre de 2006). *Los riesgos viales-laborales y su prevención*. Obtenido de <https://creandoconciencia.org.ar/enciclopedia/conduccion-racional/riesgovial/RIESGO-LABORAL-VIAL.pdf>
- Comisiones Obreras de Castilla - La Mancha. (s.f.). *Riesgos en los trabajos de Conservación de las Carreteras*. Recuperado el 2023, de <https://castillayleon.ccoo.es/f78eaf618bb0639d7312e00cdd116b6a000052.pdf>
- Comunidad de Madrid. (noviembre de 2012). *Conservación de Carreteras*. Obtenido de <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM010746.pdf>
- Congreso de la República. (08 de octubre de 1999). *Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre*. Obtenido de chrome-exthttps://www.congreso.gob.pe/Docs/sites/webs/cip/materiales/ftransporte/ley_27181-Ley_Gral_Transporte_Terrestre.pdf
- Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). (20 de junio de 2012). *Guía Técnica Colombiana GTC45*. Obtenido de Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6034/ParraCuestaDianaMarcelaVasquezVeraErikaVanessa2016-AnexoA.pdf?sequence=2>
- Construction Safety Association of Ontario. (2023). *Occupational Health and Safety Act and*

- Regulations for Construction Projects*. Obtenido de <https://www.elcosh.org/document/2113/d000362/Occupational+Health+and+Safety+Act+and+Regulations+for+Construction+Projects.html>
- Corporacion Andina de Fomento (CAF). (2010). *Mantenimiento Vial, Informe Sectorial*. Obtenido de chrome-extension://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/402/IS_Mantenimiento_vial.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- Correa Montoya, M. (2021). *Tesis "Manual de Diseño de Vías Urbanas"*. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-demorelia/estatica/mariana-correa-montoya-2021/25202503>
- Crisóstomo, P. R. (1 de marzo de 2005). Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX). *Manual de Seguridad y Salud en los Trabajos de Conservación y Explotación de Carreteras*. Madrid, España. Obtenido de <https://www.acex.eu/nuevosarchivos/Premios/Ipremio/id1.pdf>
- Datta, T., Gates, T., Savolainen, P., Kay, J., Parajuli, S., & Nicholas, N. (june de 2016). Wayne State University – Transportation Research Group. *A Guide to Short-Term Stationary, Short-Duration, and Mobile Work Zone*. Detroit, Michigan, EE. UU.
- Dirección de Vialidad. (23 de diciembre de 1994). *Ley de Tránsito N° 24.449*. Obtenido de http://www.vialidad.gba.gov.ar/datos/educacion_vial/publicaciones/ley%2024449.pdf
- Dirección General de Tráfico (DGT). (21 de mayo de 2019). *Buenas prácticas en seguridad vial laboral*. Obtenido de <https://revista.dgt.es/es/reportajes/2019/05MAYO/0521buenaspracticas-seguridad-vial-laboral.shtml>
- Dirección General de Tráfico (DTG). (24 de octubre de 2022). *La Dirección General de Tráfico y la Dirección General de Carreteras presentan los conos conectados para obras*. Obtenido de <https://www.interior.gob.es/opencms/en/detail-pages/article/LaDireccion-General-de-Trafico-y-la-Direccion-General-de-Carreteras-presentan-losconos-conectados-para-obras/>
- Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones San Martín. (2023). *Manual del Conductor, Uso de la Vía (Cap. 10)*. Obtenido de <http://www.drctcsanmartin.gob.pe/manual.php>
- Dourthé Castrillon, A., & salamanca Candla, J. (2003). *Guía Para Realizar una Auditoría de Seguridad Vial*. Obtenido de chrome-extension://<efaidnbmnnwww.conaset.cl/wpcontent/uploads/2016/01/Guia-Auditoria-de-Seguridad.pdf>
- El Comercio. (15 de febrero de 2023). *45% de la red vial a escala nacional está en regular o mal estado para feriado de Carnaval*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/red-vial-escala-nacional-feriadocarnaval.html>
- Erazo Espinoza, J. (6 de abril de 2023). *Qué pasa con la red vial en Ecuador, por qué está fragmentada*. Obtenido de Primicias:

<https://www.primicias.ec/noticias/firmas/viasecuador-desarrollo-economia-infraestructura/>

Escudero Jácome, D. A. (27 de mayo de 2013). *Elaboración del Reglamento Interno de Seguridad y Salud Ocupacional del Trabajo en el Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal de Sigchos*, 94. Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4137/1/85T00251.pdf>

Ferreya Pereyra, J. C. (febrero de 2012). *Actividades de Mantenimiento Rutinario y Periódico en una Carretera del Perú*. Obtenido de Universidad de Piura: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1996/MAS_ICIVL_020.pdf?isAllowed=y&sequence=1

Fundación Laboral para la Construcción. (2017). *Seguridad vial laboral en los trabajos de mantenimiento de carreteras*. Obtenido de <https://www.lineaprevencion.com/uploads/lineaprevencion/contenidos/files/arch5cc06b109c4b3.pdf>

Gerencia de Construcción Mutua de Seguridad CChC. (2017). *Guía de Señalización Vial*. Obtenido de chrome-extension://efaidnhttps://www.mutual.cl/portal/wcm/connect/2871f438-fe13-4492a577-844274ed1e34/guia-de-senalizacion-vial.pdf?MOD=AJPERES&CVID=nfEd9Fn

Hanfeng, Y., Hongbing, F., Qian, W., & Guilin, W. (01 de mayo de 2016). Engineering Structures. *Design optimization of a MASH TL-3 concrete barrier using RBF-based metamodels and nonlinear finite element simulations*, 122-134. Obtenido de Engineering Structures: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141029616000912>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (s.f.). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*. Recuperado el 15 de 02 de 2023, de <http://apps.normalizacion.gob.ec/>

Instituto Nacional de Normalización (INEN). (2011). Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011. *Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical*, 144. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2021-02/REGLAMENTO%20TECNICO%20ECUATORIANO%20DE%20SE%20C%91ALIZACI%20C%93N%20VIAL.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (1982). *NTP 330: Sistema Simplificado de Evaluación de Riesgos de Accidente*. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_330.pdf/e0ba3d17-b43d-4521905d-863fc7cb800b

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (abril de 1997). *Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+sobre+se%C3%B1alizaci%C3%B3n+de+seguridad+y+salud+en+el+trabajo/973e7bd4-65de4c46-8d6e-c181ffedb80a>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (1996). *Evaluación de Riesgos Laborales*. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/96076/Evaluacion_riesgos.pdf/1371c8cb7321-48c0-880b-611f6f380c1d

- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (enero de 2022). *Directrices básicas para la evaluación de riesgos laborales*. Madrid, España. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/2927460/Directrices+evaluaci%C3%B3n+de+riesgos.pdf/61c4ce0a-f418-669c-48e0-2e26ae360d9e?t=1644834107954>
- Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales (OSALAN). (2016). *Guía Práctica de Seguridad Vial Laboral*. Obtenido de https://www.osalan.euskadi.eus/contenidos/libro/seguridad_201690/es_doc/adjuntos/guia_seguridad_vial_laboral.pdf
- Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales (OSALAN). (2016). *Guía Práctica de Seguridad Vial Laboral - Guía de Recursos y Contenidos*. Obtenido de https://www.osalan.euskadi.eus/contenidos/libro/seguridad_201690/es_doc/adjuntos/guia_seguridad_vial_laboral.pdf
- Jefatura del Estado. (30 de septiembre de 2015). *Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras*. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-10439>
- Jones, K. (3 de junio de 2022). *10 Road Construction Work Zone Safety Tips*. Obtenido de <https://www.constructconnect.com/blog/10-road-construction-work-zone-safety-tips>
- Maiza Siza, F. (junio de 2016). Universidad Politécnica de Valencia. *Análisis de la gestión de prevención de riesgos laborales en las obras de construcción de las instituciones públicas del Ecuador*. Valencia, España. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/69004/MAIZA%20-%20An%C3%A1lisis%20de%20la%20gesti%C3%B3n%20de%20prevenci%C3%B3n%20de%20riesgos%20laborales%20en%20las%20obras%20de%20construcci%C3%B3n%20de...>
- Menéndez, J. R. (diciembre de 2003). Oficina Internacional del Trabajo (OIT). *Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas, Primera*. Lima, Perú. Obtenido de [chromeextension://http://oit.org/public/spanish/employment/recon/eiip/download/mcrman tec.pdf](http://oit.org/public/spanish/employment/recon/eiip/download/mcrman tec.pdf)
- Michigan Occupational Safety and Health Administration (MIOSHA). (17 de junio de 2013). *Inspection and Citation Guidance for Construction Work Zones*. Obtenido de <https://studylib.net/doc/7810640/inspection-and-citation-guidance-for-constructionwork-zones>
- Ministerio de Fomento. (12 de marzo de 2011). *Real Decreto 345/2011, de 11 de marzo, sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias en la Red de Carreteras del Estado*. Obtenido de https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/0410100_0.pdf
- Ministerio de la Presidencia. (23 de diciembre de 2003). *Real Decreto 1428/2003 - Reglamento General de Circulación*. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A2003-23514>
- Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. (23 de septiembre de 1994). *Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras*. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-199420934>
- Ministerio de Trabajo (MDT). (03 de enero de 2020). Acuerdo Ministerial No. MDT-2020-001.

Instructivo para el cumplimiento de las Obligaciones de Empleadores. Quito, Ecuador. Obtenido de chrome-extension://gphandlahdpffmccakmbngmbnjiihp/https://www.legalecuador.com/wpc-content/uploads/2020/02/legalecuador-flash-legal-000750.pdf

Ministerio de Transporte (MINTRANSPORTE). (09 de julio de 2015). *Manual de Señalización Vial. Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas de Colombia*. Bogotá, Colombia. doi:https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentostecnicos/3825-manual-de-senalizacion-vial-2015

Ministerio de Transporte. (01 de enero de 2015). *Manual de Señalización Vial*. Obtenido de https://web.mintransporte.gov.co/jspui/handle/001/10486

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). (2018). *Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf

Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP). (febrero de 2019). *Programa de Mantenimiento y Conservación Vial por Resultados*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/programa-de-mantenimiento-y-conservacion-vialpor-resultados/

Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP). (2021 de julio de 2021). *MTOP impulsa labores de mantenimiento rutinario con asociaciones de conservación vial*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/mtop-impulsa-labores-de-mantenimientorutinario-con-asociaciones-de-conservacion-vial/

Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP). (septiembre de 2022). *Mapa de la Red Vial Estatal - Ecuador*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2022/10/ESTADO-DE-LA-RVE-SEP.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (10 de febrero de 2006). *Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial*. Obtenido de https://www.proviasdes.gob.pe/Normas/Proyecto.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (julio de 2017). *Manual de Seguridad Vial*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual_de_Seguridad_Vial_2017.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2018). Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. *Manual de Dispositivos de Control del Tránsito y Automotor para Calles y Carreteras*. Lima, Perú. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_6%20DCT-2016.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (julio de 2020). *Reglamento Nacional de Tránsito - Código de Tránsito - Decreto N° 016-2009-MTC*. Obtenido de

<https://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2020/08/Texto-%C3%9AnicoOrdenado-del-Reglamento-Nacional-de-Tr%C3%A1nsito-DS-N%C2%BA-016-2009MTC.pdf>

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (CONASET). (2020). Manual de Señalización de Tránsito. *Señalización Transitoria y Medidas de Seguridad para Trabajos en la Vía*,

5-5. Chile. Obtenido de

<https://www.conaset.cl/manualsenalizacion/default.html#introduccion>

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Subsecretaría de Transportes. (20 de 01 de 2003). *Decreto 90. Aprueba nuevo texto y anexos del capítulo quinto del "Manual de Señalización de Tránsito"*. Obtenido de

<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=206921&idParte=6410929&idVersion=2003-01-20>

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (febrero de 2021). *NOTA DE SERVICIO 02/2021*. Obtenido de Recomendaciones para la mejora de la seguridad en las actividades de conservación y otros trabajos con afección a la Red de Carreteras del Estado: chrome-

[extehttps://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/comodin/recursos/ns_02_2021_mejora_seguridad_actividades_conservacion.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/comodin/recursos/ns_02_2021_mejora_seguridad_actividades_conservacion.pdf)

Ministerio del Interior. (31 de octubre de 2015). *Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial*. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-11722>

Ministerio del Trabajo (MDT). (13 de junio de 2017). Acuerdo Ministerial 174. Obtenido de Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas:

<https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/AM-174.-REGLAMENTODE-SEGURIDAD-PARA-LA-CONSTRUCCION-Y-OBRAS-P%C3%9ABLICAS.pdf?x42051>

Ministerio del Transporte. (24 de febrero de 2023). *Decreto 1079 de 2015*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77889#:~:text=Tiene%20por%20objeto%20la%20ejecuci%C3%B3n,por%20el%20Ministerio%20de%20Transporte.>

Ministry of Transportation and Infrastructure. (agosto de 2020). *Traffic Management Manual for Work on Roadways (TMM)*. Obtenido de British Columbia:

<https://www2.gov.bc.ca/gov/content/transportation/transportationinfrastructure/engineering-standards-guidelines/traffic-engineeringsafety/trafficmanagementmanual/2020trafficmanagementmanual>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (mayo de 2016). *Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*. Obtenido de chrome [eehttps://www.ccimasenalizaciones.pe/images/pdf/documentos/manual_dispositivos_de_control_automotor_peru_2016.pdf](https://www.ccimasenalizaciones.pe/images/pdf/documentos/manual_dispositivos_de_control_automotor_peru_2016.pdf)

Ministerio de Fomento - Dirección General de Carreteras. (1997). *Manual de ejemplos de señalización de obras fijas*. Obtenido de

https://www.mitma.es/recursos_mfom/comodin/recursos/1130600_2.pdf

- MSV Traffic. (abril de 2022). *Ontario Traffic Manuals (OTM)*. Obtenido de <https://msvtraffic.ca/ontario-traffic-manual-otm-pdf-downloads/>
- Mutua Universal. (octubre de 2017). *Prevención de riesgos laborales para PYME - Evaluación de Riesgos*. Obtenido de https://www.mutuauniversal.net/flippingbooks/16/data/downloads/16_eval_riesgos.pdf
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (17 de January de 2023). *Hierarchy of Controls*. Obtenido de <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html>
- Navarro Batallas, W. P. (Mayo de 2016). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. *Modelo de Gestión de Conservación Vial para la Red Vial Rural del Cantón Santo Domingo*, 21-25. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12450/MODELO%20DE%20GESTION%20DE%20CONSERVACION%20VIAL%2C%20PARA%20LA%20RED%20VIAL%20RURAL%20DEL%20CANTON%20SANTO%20DOMINGO.pdf?sequence=1>
- Nogueira, Á. (9, 10 de julio de 2021). *Una mirada a la conservación de carreteras (I y II)*. Obtenido de Infraestructuras civiles y de Transporte: <https://eadic.com/blog/entrada/una-mirada-a-la-conservacion-de-carreteras-ii/>
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (16 de October de 2012). *CPL 02-01054 - Inspection and Citation Guidance for Roadway and Highway Construction Work Zones*. Obtenido de <https://www.osha.gov/stateplans/adoption/directives/2012-10-16>
- Occupational Safety And Health Administration (OSHA). (diciembre de 2018). *Hazard Assessment and Job Safety Analysis*. Obtenido de https://www.osha.gov/sites/default/files/2018-12/fy16_sh-29629sh6_EvaluaciondeRiesgosInstruccionmanual.pdf
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2023). *Online OSHA Training*. Obtenido de Hierarchy of Hazard Controls: The 5 Safety Controls Explained: <https://www.osha.com/blog/hierarchy-hazard-control>
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2023). *Workers' Rights - OSHA 3021-02R 2023*. Obtenido de <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/osha3021.pdf>
- Ontario Ministry. (2023). *MTO Library Catalogue*. Obtenido de <https://www.library.mto.gov.on.ca/SydneyPLUS/Sydney/Portal/default.aspx?component=AAAAY&record=34657287-fb36-43a2-84d7-7dc2c5e0d3a6>
- Ontario Traffic Council. (abril de 2022). *Ontario Traffic Manual (Book 7) - Temporary Conditions*. Obtenido de <https://stinson.ca/pdfs/OTM-Book-7-Temporary-ConditionsOffice-Edition-April-2022.pdf>
- Ontario Traffic Council. (2023). *Ontario Traffic Manuals (OTM)*. Obtenido de <https://otc.org/ontario-traffic-manuals/>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (23 de marzo de 2015). *La construcción: un trabajo peligroso*. Obtenido de https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/areasofwork/hazardous-work/WCMS_356582/lang-es/index.htm

Organo de Control de Concesiones Viales (AR). (25 de junio de 2001). *Tránsito y Seguridad Vial - Manual de Control y Señalización del Tránsito durante los Trabajos de Construcción, Mantenimiento y Emergencias en Autopistas y sus Colectoras*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-165-2001-67721>
Rodríguez Cascallana, Ana . (2017). *Facultad de Ciencias del Trabajo - Universidad de León*. Obtenido de <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/10867/Rodr%C3%ADguez%20Cascallana,%20Ana.pdf?sequence=1>

Salomon, E., & Gonzalez, M. (noviembre de 2003). *Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas*. Obtenido de Organización Internacional del Trabajo: <chromeextension://efahttps://www.ilo.org/public/spanish/employment/recon/eiip/download/mcrmanpro.pdf>

SCT - Infraestructura - Dirección general de Servicios Técnicos. (30 de marzo de 2023). *Normas Oficiales Mexicanas (NOM)*. Obtenido de <https://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-serviciostecnicos/normativa/normas-oficiales-mexicanas/>

Secretaría de Comunicación y Transportes (SCT). (mayo de 2014). *Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad*. Obtenido de chrome-extension: <https://comunicaciones.edomex.gob.mx/sites/comunicaciones.edomex.gob.mx/files/files/Manual%20de%20Se%C3%B1alizacion%20Vial.pdf>

Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT). (abril de 1986). *Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras*. Obtenido de <https://cofemersimir.gob.mx/expediente/9072/mir/21633/anexo/715500>

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). (24 de junio de 2016). *Norma Oficial Mexicana NOM-086-SCT2-2015. Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales*. . Obtenido de <https://normas.imt.mx/NOMs/NOM-086-SCT2-2015.pdf>

Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT). (05 de septiembre de 2022). *Actualización de la norma de señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sct/articulos/actualizacion-de-la-norma-desenalamiento-y-dispositivos-para-proteccion-en-zonas-de-obras-viales?idiom=es>

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SCT). (31 de diciembre de 2021). *Históricos*. Obtenido de <https://sct.gob.mx/normatecaNew/manual-de-dispositivospara-el-control-del-transito-en-calles-y-carreteras/>

Senado de la República de Colombia. (10 de marzo de 2007). *Ley 769 de 2002*. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/spanish/mesicic2_col_ley_769_2002.pdf

Sociedad de Prevención FREMAP. (s.f.). *Consejos de Seguridad - Trabajos en Vía Pública*. Recuperado el 2023, de http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED_MAIN/LAUNIVERSIDAD/VICERRECTORADOS/GERENCIA/RECURSOS%20HUMANOS/SALUD-LABORAL/PROCEDIMIENTOS%20NORMATIVA%20CONSEJOS%20SEGURIDAD/CONSEJO%20DE%20SEGURIDAD/RELACION%20CONSEJOS%20SEGURIDAD/CS32%20%20TRABAJOS%20

- Stinson Traffic Safety Specialists. (2023). *Ontario Traffic Manual (OTM)*. Obtenido de <https://stinson.ca/ontario-traffic-manual-pdf-downloads.html>
- Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT). (2019). *Manual de Buenas Prácticas - Actividad Vial. Conservación Rutinaria de rutas y caminos*. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2019_mbp_conservacion_rutinaria_de_rutas_y_caminos_mod_ago_2021.pdf
- Texas Engineering Extension Services (TEEX). (enero de 2011). Guía de Referencia para Controlar el Tráfico en Zonas de Trabajo. Texas, Estados Unidos. Obtenido de https://www.osha.gov/sites/default/files/2018-12/fy10_sh-21004-10_wztc_refguide_sp.pdf
- U. S. Department of Labor (OSHA). (12 de october de 2012). *Inspection and Citation Guidance for Roadway and Highway Construction Work Zones*. Obtenido de Directive: CPL 02-01054: <https://www.elcosh.org/document/3616/d001179/OSHA%2527s+Compliance+Directive+for+Highway+Construction+Work+Zones.html#highvisibilitysafetyapparelapppe>
- U. S. Department of Transportation - Federal Highway Administration (FHWA). (06 de october de 2022). *Worker Safety*. Obtenido de <https://ops.fhwa.dot.gov/wz/workersafety/index.htm>
- U. S. Department of Transportation - Federal Highway Administration. (14 de september de 2022). Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD). *Chapter 6C. Temporary Traffic Control Elements. 2009 Edition*. EE. UU. Obtenido de <https://mutcd.fhwa.dot.gov/htm/2009/part6/part6c.htm#section6C06>
- U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. (2009). *Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways*. Obtenido de <https://mutcd.fhwa.dot.gov/pdfs/2009/mutcd2009edition.pdf>
- U.S. Department of Transportation. (s.f.). *Transportation Safety Regulation in the United States Government*. Recuperado el 2023, de <https://www.transportation.gov/officepolicy/transportation-policy/transportation-safety-regulation-united-statesgovernment>
- Waka Kotahi -New Zealand Transport Agency. (2023). *Traffic Management Operative Handbook*. Recuperado el 13 de junio de 2023, de <https://www.tmcteam.co.nz/files/3417/file/TMO-Handbook-V2-0-pdf>