



Oficina Internacional del Trabajo  
Oficina Subregional para los Países Andinos

# **Mantenimiento Rutinario de Camino con Microempresas**

**Manual Técnico**

**José Rafael Menéndez**

**Lima, diciembre de 2003**

Las publicaciones de la Oficina Internacional del Trabajo gozan de la protección de los derechos de propiedad intelectual, en virtud del protocolo 2 anexo a la Convención Universal sobre Derecho de Autor. No obstante, ciertos extractos breves de estas publicaciones pueden reproducirse sin autorización, con la condición de que se mencione la fuente. Para obtener los derechos de reproducción o de traducción deben formularse las correspondientes solicitudes a la Oficina de Publicaciones (Derechos de autor y licencias), Oficina Internacional del Trabajo, CH-1211 Ginebra 22, Suiza, solicitudes que serán bien acogidas.

---

MENÉNDEZ, José Rafael

*Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas - Manual técnico*

Lima: OIT/Oficina Subregional de los Países Andinos, 2003, 69p.

Carretera, red vial, mantenimiento, microempresa, pequeña empresa, aspecto técnico, metodología, manual.  
03.04.5

**ISBN 92-2-315512-6** (versión impresa)

**ISBN 92-2-315513-4** (versión PDF)

Datos de catalogación de la OIT

---

Las denominaciones empleadas, en concordancia con la práctica seguida en las Naciones Unidas, y la forma en que aparecen presentados los datos en las publicaciones de la OIT no implican juicio alguno por parte de la Oficina Internacional del Trabajo sobre la condición jurídica de ninguno de los países, zonas o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

La responsabilidad de las opiniones expresadas en los artículos, estudios y otras colaboraciones firmados incumbe exclusivamente a sus autores, y su publicación no significa que la OIT las sancione.

Las referencias a firmas o a procesos o productos comerciales no implican aprobación alguna por la Oficina Internacional del Trabajo, y el hecho de que no se mencionen firmas o procesos o productos comerciales no implica desaprobación alguna.

Las publicaciones de la OIT pueden obtenerse en Las Flores 275, San Isidro, Lima 27 - Perú, o pidiéndolas al Apartado Postal 14-124, Lima, Perú.

Vea nuestro sitio en la red: [www.oit.org.pe](http://www.oit.org.pe)

---

## **ADVERTENCIA**

El uso de un lenguaje que no discrimine ni marque diferencias entre hombres y mujeres, es una de las preocupaciones de nuestra Organización. Sin embargo, no hay acuerdo entre los lingüistas sobre la manera de hacerlo en nuestro idioma.

En tal sentido y con el fin de evitar la sobrecarga gráfica que supondría utilizar en español o/a para marcar la existencia de ambos sexos, hemos optado por emplear el masculino genérico clásico, en el entendido de que todas las menciones en tal género representan siempre a hombres y mujeres.



## PRÓLOGO

Este manual es parte de una serie de publicaciones que ha realizado la OIT a través de su proyecto RLA/97/M08/DAN “*Promoción de Tecnologías Intensivas en Mano de Obra en la Inversión Pública en Bolivia, Ecuador y Perú*”, el cual opera con recursos de la cooperación del reino de Dinamarca. Dicho proyecto tiene como finalidad estudiar y divulgar metodologías con uso intensivo de mano de obra y se inscribe dentro de una política más amplia de la OIT que se implementa a través del *Programa de Inversiones Intensivas en Empleo (PIIE)* que opera en tres continentes (África, Asia y América Latina).

Las Guías y Manuales de la serie “*Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas*” se orientan específicamente a promover la gestión del mantenimiento rutinario de caminos secundarios y vecinales en base a microempresas, entre los gobiernos o administraciones regionales y municipales responsables de cumplir ésta función. Esta política se implementa considerando que en estos tres países se están asignando responsabilidades sobre el mantenimiento de caminos a estos niveles de gobierno o administración, como parte de sendas políticas de descentralización política y administrativa, impulsadas por sus gobiernos desde finales de la década de 1990.

La primera de estas publicaciones, es una “*Guía Conceptual*” que desarrolla los conceptos de la moderna gestión vial, brinda un enfoque sobre la conservación vial concebida como una acción de carácter preventivo desarrollado a través de microempresas; señala los costos referenciales de esta actividad y la manera cómo los organismos responsables de la conservación vial pueden organizarse y canalizar el financiamiento para desarrollar una gestión responsable y sostenible de los caminos secundarios y vecinales que se encuentra bajo su responsabilidad.

La segunda, es el “*Manual de Promoción*” en el cual se señalan la naturaleza y alcance de las microempresas; el significado de la promoción y los lineamientos básicos del proceso de promoción; las características y alcances de los equipos de promoción y una descripción paso a paso de las actividades que deberán desarrollar tales equipos para lograr la constitución de las microempresas que se harán cargo del mantenimiento rutinario de los caminos.

La tercera, es el “*Manual de Sensibilización Empresarial*” que se orienta a brindar a los socio-trabajadores de las microempresas que se constituyan las nociones básicas del quehacer empresarial, a sensibilizarlos para lograr una acción emprendedora y a orientarlos para la formulación del Plan de Acción de la microempresa. Se considera que este manual será aplicado por los promotores sociales que forman parte del equipo de promoción, por lo que en términos inmediatos el manual está dirigido a transferirles a estos las metodologías de capacitación-acción que se aplicarán.

La cuarta, es el “*Manual Técnico*”, donde se indican los aspectos técnico-conceptuales de la conservación vial, los aspectos técnicos del mantenimiento vial rutinario, las metodologías para la determinación de los costos y presupuestos, los asuntos inherentes a la capacitación y organización técnica de las microempresas, y las acciones de supervisión y seguimiento que deberán realizar las entidades responsables de la vialidad secundaria y vecinal para alcanzar niveles de eficiencia en la gestión técnica del mantenimiento.

Ricardo Hernández Pulido  
Director  
Oficina Subregional para los Países Andinos



## AGRADECIMIENTOS

Este documento ha sido elaborado en el contexto del proyecto RLA/97/M08/DAN “*Promoción de Tecnologías Intensivas en Mano de Obra en la Inversión Pública en Bolivia Ecuador y Perú*”, que la OIT desarrolla en estos países con auspicio de la cooperación internacional del reino de Dinamarca. Este proyecto, dentro del marco del Programa de Inversiones Intensivas en Empleo (PIIE) de la OIT, ha hecho posible promover el mantenimiento rutinario de caminos con microempresas y el desarrollo de esta serie de documentos.

Este manual se basa en una serie de experiencias de capacitación de microempresas desarrolladas bajo este proyecto en Bolivia y Ecuador, tomando en cuenta las experiencias anteriores desarrolladas en Colombia y Perú. La suma de estas experiencias ha permitido llegar a la presentación de este Manual Técnico. Los aportes de todas las instituciones y de las personas que se involucraron con el tema, han enriquecido de manera sustancial los contenidos iniciales, a ellos nuestro agradecimiento. Agradecimientos especiales al Programa Caminos Rurales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú por los valiosos aportes de su experiencia con microempresas y por permitir el uso de sus fotos de microempresas viales en las fichas técnicas de este manual. La aplicación de las experiencias se desarrolló con el apoyo del equipo de consultores de la OIT: Emilio Salomón, Rafael Menéndez y Marita González. La edición de este manual ha sido hecha por Serge Cartier van Dissel, funcionario de la OIT y por Emilio Salomón, coordinador del proyecto RLA/97/M08/DAN.





# INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1. LA CONSERVACIÓN VIAL</b> .....	3
1.1 Enfoque moderno de conservación vial .....	3
1.2 Ciclo de vida "fatal" de los caminos .....	4
1.3 Ciclo de vida deseable .....	6
1.4 Niveles de intervención en la conservación vial .....	8
1.5 Microempresas de mantenimiento rutinario .....	11
1.6 Costos de la conservación vial .....	13
<b>2. ASPECTOS TÉCNICOS DEL MANTENIMIENTO DE CAMINOS</b> .....	15
2.1 Elementos viales .....	15
2.2 Obras de arte y drenaje .....	17
2.3 Materiales y herramientas .....	21
2.4 Inventario vial .....	24
<b>3. ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO</b> .....	29
3.1 Actividades principales de mantenimiento rutinario .....	29
3.2 Limpieza de plataforma .....	30
3.3 Roce y limpieza de maleza .....	32
3.4 Bacheo de calzada y berma .....	34
3.5 Peinado de taludes (desquinche) .....	36
3.6 Limpieza de cunetas laterales .....	38
3.7 Limpieza de cunetas de coronación .....	40
3.8 Limpieza de alcantarillas .....	42
3.9 Limpieza de badenes .....	44
3.10 Limpieza de puentes y pontones .....	46
3.11 Mantenimiento de muros secos .....	48
3.12 Encausamiento de pequeños cursos de agua .....	50
3.13 Mantenimiento de señales .....	52
3.14 Vigilancia y control .....	54
3.15 Otras actividades .....	56
<b>4. PLANIFICACIÓN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO</b> .....	57
4.1 Rendimientos de mantenimiento rutinario .....	57
4.2 Organización y programa de trabajo .....	58
4.3 Acompañamiento y supervisión .....	62
<b>ANEXOS</b> .....	63
<b>ANEXO 1:</b> <b>INVENTARIO VIAL</b> .....	65
<b>ANEXO 2:</b> <b>ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTO</b> .....	70
<b>ANEXO 3:</b> <b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b> .....	71



## INTRODUCCIÓN

El presente manual sobre la capacitación técnica en mantenimiento rutinario de caminos con microempresas, está orientado a los ingenieros y técnicos de los gobiernos locales y regionales, así como a las instituciones vinculadas a la gestión vial, como una herramienta para el proceso de capacitación de estas empresas.

La red de caminos de un país representa un importante medio de desarrollo que permite la comunicación entre las poblaciones, el acceso a servicios y recursos y la integración territorial del país. Los caminos son inversiones importantes que demandan atención permanente a través de trabajos de mantenimiento que permitan contar, el mayor tiempo posible, con un medio de acceso en buenas condiciones que facilite la circulación de los vehículos. Son obras de infraestructura que demandan atención y mantenimiento permanente para estar en buenas condiciones y ser transitables la mayor parte del año.

Por lo general, una gran parte de la red vecinal no tiene tratamiento superficial, deteriorándose con mayor rapidez que otro tipo de caminos, en especial, debido a la acción del agua y del tráfico. El mantener este tipo de caminos representa un reto y una necesidad impostergable. El empleo de mano de obra y herramientas manuales es adecuado para el mantenimiento rutinario de la vías de la red vecinal, estableciéndose la posibilidad de trabajar el mantenimiento a través de microempresas locales formadas para tal fin.

Todo proceso de cambio y mejoramiento, implica la acción de los diferentes responsables vinculados al aspecto vial, y en la presente guía se presenta, de una manera sencilla, los elementos conceptuales, técnicos, organizativos y, de capacitación y supervisión relacionados con el mantenimiento rutinario.

La guía está organizada en cuatro secciones:

- *La primera parte* abarca un resumen de los aspectos conceptuales de la conservación vial y el uso intensivo de mano de obra, los cuales son elaborados en más detalle en la Guía Conceptual, la que forma parte de esta misma serie.
- *La segunda parte* contiene los aspectos técnicos del mantenimiento de los caminos, tales como los elementos viales, las obras de arte, las herramientas y materiales requeridos; así como una referencia acerca de los inventarios viales.
- *La tercera parte* abarca las actividades requeridas para la ejecución del mantenimiento rutinario. Señala los requerimientos de mano de obra y de materiales y herramientas para cada actividad, así como el procedimiento y frecuencia con que se realiza y el indicador de comprobación, para fines de supervisión por parte de la entidad contratante.
- *La cuarta parte* se orienta a los aspectos relacionados con la planificación del trabajo de mantenimiento rutinario la cual se realiza teniendo como base los rendimientos establecidos en la parte anterior. Señala la manera de organizar y programar el trabajo, así como da pautas para la determinación de los costos y tarifas a pagar a las microempresas; y la manera de llevar a cabo el acompañamiento y la supervisión de las microempresas por parte de la entidad contratante.



# 1. LA CONSERVACIÓN VIAL

## 1.1 ENFOQUE MODERNO DE CONSERVACIÓN VIAL

Durante varias décadas, en la mayoría de los países latinoamericanos se consideró que la función primordial de los organismos del Estado responsables de los caminos, era construir caminos con los recursos presupuestales asignados. La eficiencia de tales organismos se medía en el número de kilómetros construidos y en el tipo de construcción utilizada; en cambio, la conservación de los caminos ya construidos tuvo un rol secundario.

Conforme se han ido atendiendo las demandas de nuevos caminos, se ha ido incrementando la necesidad de conservar los caminos en buen estado de funcionamiento. En general, las personas entienden que el camino al haber sido construido con recursos del Estado es de su propiedad y, por lo tanto, el mantenimiento también es de su responsabilidad.

Sin embargo, de acuerdo a la legislación vigente, en la mayoría de países, la red vecinal está bajo responsabilidad de los municipios y, en algunos casos, la red secundaria ha sido entregada a la gestión de los gobiernos provinciales o regionales.

Se ha podido constatar que los municipios y prefecturas, al asumir responsabilidades en la gestión vial, han arrastrado los esquemas de gestión de los organismos nacionales, siendo frecuente que las autoridades y funcionarios de estas instancias de gobierno estén más preocupados en la construcción de caminos que en la conservación de los ya existentes.

### ***¿En qué consiste el enfoque moderno de la conservación vial?***

En años recientes, algunos países latinoamericanos han adoptado políticas nacionales para sostener una conservación vial de carácter preventivo y han generado niveles de organización adecuados para la gestión vial, con marcado éxito. El mantener los caminos en niveles que permiten la circulación vehicular durante toda las épocas del año, ha permitido crear una conciencia nacional acerca de la importancia de mantener las vías permanentemente en buen estado, en todos los niveles, desde las nacionales hasta las vecinales, y ha permitido un ahorro considerable en los costos de operación vehicular.

Dentro de ello, los casos de Colombia y Perú, y más recientemente Bolivia y Ecuador, merecen una mención especial, pues las labores técnicas del mantenimiento rutinario y preventivo se han encomendado a microempresas de mantenimiento que han sido organizadas dentro de las comunidades que habitan en las inmediaciones de las vías, consolidando una propuesta de alto impacto para el desarrollo local. El pago que la entidad responsable del camino hace a las microempresas, permite inyectar dinero en áreas que suelen ser las menos atendidas. Las microempresas de mantenimiento generan capacidad empresarial en poblaciones carentes de este recurso y se han reportado casos en los cuales las utilidades percibidas por las microempresas de mantenimiento, han permitido el surgimiento de proyectos productivos que responden a necesidades de las comunidades, todo lo cual repercute positivamente en el desarrollo local.

### ***¿Por qué es importante conservar un camino?***

La conservación de los caminos es importante porque permite:

- Que el camino se encuentra permanentemente en buen estado.
- Ahorros en los costos de operación de vehículos.

- Acceso permanente a servicios (salud, educación, etc.) y mercados.
- Ahorro de tiempo para los usuarios.
- Se preserva la inversión efectuada en la construcción, reconstrucción o rehabilitación.

## 1.2 CICLO DE VIDA “FATAL” DE LOS CAMINOS<sup>1</sup>

Los caminos sufren un proceso de deterioro permanente debido a los diferentes agentes que actúan sobre ellos, tales como: el agua, el tráfico, la gravedad en taludes, etc. Estos elementos afectan al camino, en mayor o menor medida, pero su acción es permanente y termina deteriorándolo a tal punto que lo puede convertir en intransitable.

El deterioro de un camino es un proceso que tiene diferentes etapas, desde una etapa inicial, con un deterioro lento y poco visible, pasando luego por una etapa crítica donde su estado deja de ser bueno, para luego deteriorarse rápidamente, al punto de la descomposición total.

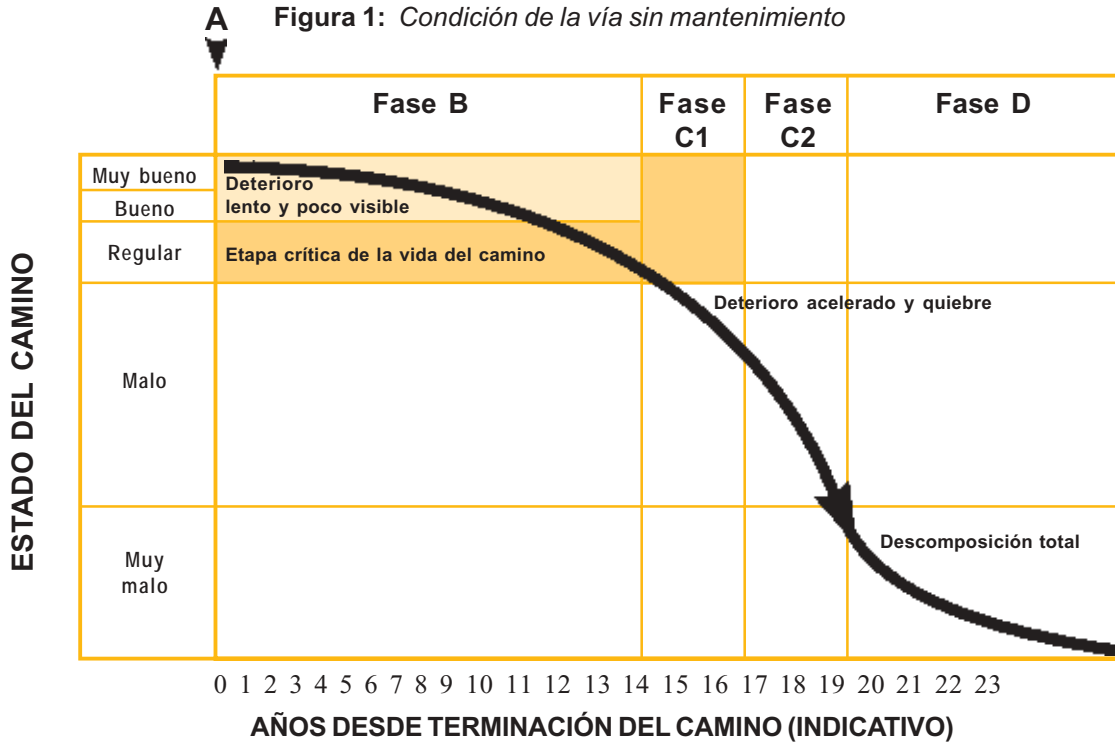
Por lo tanto, el mantenimiento no es una acción que puede efectuarse en cualquier momento, sino más bien es una acción sostenida en el tiempo, orientada a prevenir los efectos de los agentes que actúan sobre el camino, extendiendo el mayor tiempo posible su vida útil y reduciendo las inversiones requeridas a largo plazo.

Se ha observado que, en la práctica, las entidades encargadas de la conservación vial sólo se dedican a arreglar las fallas de emergencia o las más graves o visibles en base a sus asignaciones presupuestales que siempre son insuficientes. Este sistema de trabajo conduce rápidamente a la acumulación de obras atrasadas y, a mediano plazo, a la necesidad de rehabilitar o reconstruir totalmente las vías, incurriendo en mayores costos y contribuyendo a mantener a los países en su condición de subdesarrollados.

Consecuencia de ello es que en los países de Latinoamérica, así como en otros continentes, los caminos están sometidos a un ciclo que, por sus características, ha adquirido la condición de fatal. Ese ciclo consta de cuatro fases, las cuales se describen a continuación:

---

<sup>1</sup> Caminos, *Un nuevo enfoque para la Gestión y Conservación de Redes Viales*, Naciones Unidas, CEPAL/GTZ, Santiago de Chile, 1994.



**Nota:** La curva presentada se basa en un pavimento de hormigón asfáltico. La curva del deterioro para otros tipos de caminos tiene una forma diferente de la curva presentada. En vías de grava se presenta la descomposición generalmente al cabo de 2 a 3 años. Sin embargo, el “mensaje general” del gráfico es igualmente válido para los caminos de cualquier tipo.

**Fase A: Construcción**

Un camino puede ser de construcción sólida o con algunos defectos. De todos modos entra en servicio apenas se termina la obra, es decir, el día mismo en que se corta la cinta de la inauguración. El camino se encuentra, en ese momento, en excelentes condiciones para satisfacer plenamente las necesidades de los usuarios. (Punto A del gráfico).

**Fase B: Deterioro lento y poco visible**

Durante un cierto número de años, el camino va experimentando un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodadura, aunque, en menor grado, también en el resto de su estructura. Este desgaste se produce en proporción al número de vehículos livianos y pesados que circulan por él, aunque también por la influencia del clima, del agua de las lluvias o aguas superficiales y otros factores. Por otro lado, la velocidad del desgaste depende también de la calidad de la construcción inicial.

Para disminuir el proceso de desgaste y debilitamiento, es necesario aplicar, con cierta frecuencia, diferentes medidas de conservación, principalmente en la superficie de rodadura y en las obras de drenaje, además de efectuar las operaciones rutinarias de mantenimiento. Si no se efectúan, la vida útil del camino se reduce sustancialmente.

En épocas anteriores, la conservación de las vías durante esta fase ha sido prácticamente nula, debido a la no asignación de recursos o a que los recursos eran asignados a los caminos que se encontraban en muy mal estado. Pero también ha actuado en contra el mal entendido concepto del “diseño del camino para un determinado número de años”. Suele decirse que un camino está diseñado para un número determinado de años, lo que lleva a que muchas personas supongan,

equivocadamente, que durante ese período no hay necesidad de conservarlos, sino reconstruirlos después del tiempo estipulado. Incluso hay ingenieros viales que consideran inevitable que al cabo de un tiempo el camino estará destruido y necesitará una reconstrucción.

Durante la fase B (ver gráfico), el camino se mantiene en aparente buen estado y el usuario no percibe el desgaste, a pesar del aumento gradual de fallas menores aisladas. El camino sigue sirviendo bien a los usuarios y está en condiciones de ser conservado en el pleno sentido del término.

### ***Fase C: Deterioro acelerado***

Después de varios años de uso, la superficie de rodadura y otros elementos del camino están cada vez más “agotados”; el camino entra en un período de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito vehicular (ver gráfico). Al inicio de esta fase, la estructura básica del camino aún sigue intacta y la percepción de los usuarios es que el camino se mantiene bastante sólido; sin embargo, no es así. Avanzando más en la fase C, se pueden observar cada vez más daños en la superficie y comienza a deteriorarse la estructura básica, lo cual, lamentablemente, no es visible. En otras palabras, cuando la superficie de rodadura presenta fallas graves que pueden verse a simple vista, es posible asegurar que la estructura básica del camino está siendo seriamente dañada.

Los daños comienzan siendo puntuales y poco a poco se van extendiendo hasta afectar la mayor parte del camino. Esta fase es relativamente corta, ya que una vez que el daño de la superficie se generaliza, la destrucción es acelerada.

### ***Fase D: Descomposición total***

La descomposición total del camino constituye la última etapa de su existencia y puede durar varios años. Durante este período el paso de los vehículos se dificulta seriamente, la velocidad de circulación baja bruscamente y la capacidad del camino queda reducida a sólo una fracción de la original. Los vehículos comienzan a experimentar daños en los neumáticos, ejes, amortiguadores y en el chasis. En general, los costos de operación de los vehículos suben de manera considerable y la cantidad de accidentes graves también aumenta. Los automóviles ya no pueden circular y sólo transitan algunos camiones y vehículos especiales.

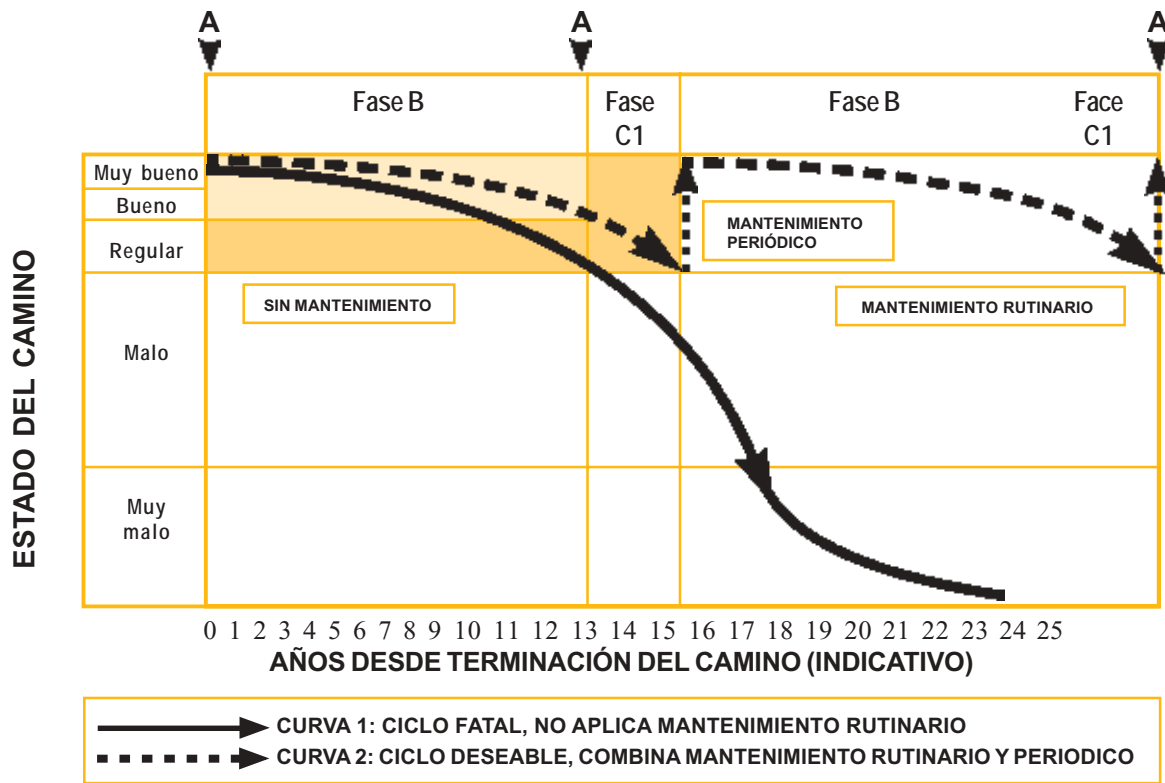
Desgraciadamente, en Latinoamérica existen muchos ejemplos “perfectos” de carreteras que han llegado a esta fase de descomposición, habiéndose llegado al deterioro total de caminos que son vitales para la vida económica y social del país, convirtiéndose en una verdadera pesadilla. Su reconstrucción viene demandando la inversión de muchos millones de dólares, que como ya se dijo, provienen no sólo de la utilización de una parte considerable de los impuestos recaudados por el Estado, sino también del endeudamiento internacional. Este gasto, sin embargo, pudo haberse evitado si se hubiera intervenido oportunamente en el proceso de mantenimiento carretero. Muchos países han asimilado esta experiencia traumática y han aprendiendo la lección a un costo muy elevado. Se trata ahora de asimilar la lección y evitar que con el paso del tiempo sea olvidada.

## **1.3 CICLO DE VIDA DESEABLE**

El proceso de ciclo de vida sin mantenimiento se le puede denominar “fatal”, porque conduce al deterioro total del camino, pero con la aplicación de un sistema de mantenimiento adecuado se puede llegar a mantener el camino dentro de un rango de deterioro aceptable, tal como se aprecia en la siguiente figura.

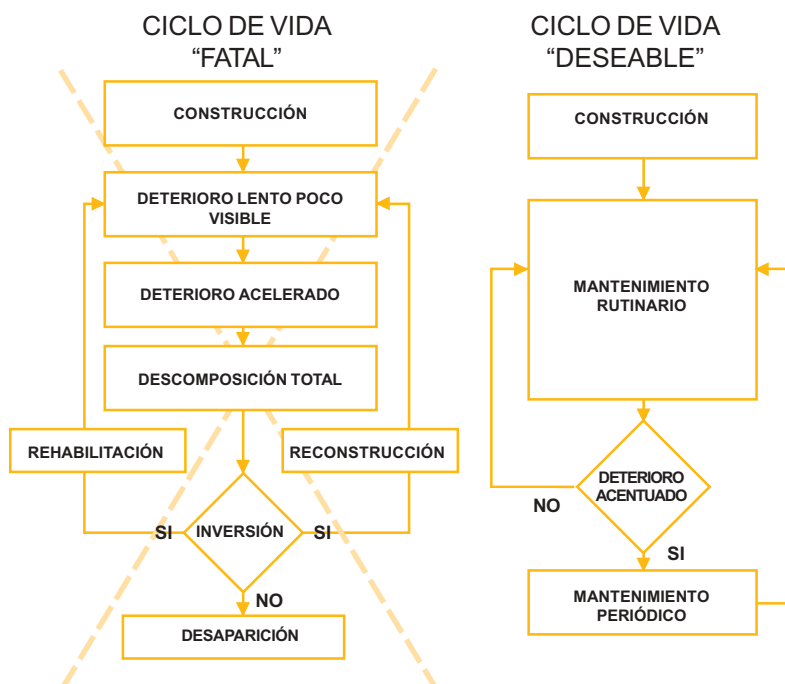


Figura 2: Condición de la vía con y sin mantenimiento



El siguiente diagrama de flujo muestra el proceso que sigue un camino sin mantenimiento y otro con mantenimiento, en el que podemos apreciar que la falta de mantenimiento permanente conduce inevitablemente al deterioro total del camino, mientras que la atención constante del mismo mediante el mantenimiento rutinario, sólo requiere, cada cierto tiempo, trabajos de mantenimiento periódico.

Figura 3: Diagrama de flujo del ciclo de vida "fatal" y "deseable"



Se considera que es posible lograr una adecuada conservación de los caminos, estableciendo un ciclo deseable de vida del camino. Así, si el ciclo se inicia con un camino nuevo o recientemente rehabilitado, éste se encontrará en un estado óptimo de servicio. Pero el uso del camino va generando un desgaste “natural” del mismo, principalmente como consecuencia del flujo vehicular y de los factores climáticos.

Si la autoridad competente desarrolla un sistema de mantenimiento rutinario del camino, este desgaste tenderá a ser más lento y prolongará en el tiempo la necesidad de intervenir con un mantenimiento de tipo periódico.

Puede observarse que el mantenimiento rutinario prolonga el estado de conservación del camino en el nivel muy bueno y bueno por más tiempo, en comparación con el caso del camino al que no se le brinda este tipo de mantenimiento.

El estado de conservación de muy bueno a regular en un camino no mantenido puede prolongarse por un período aproximado de dos a tres años, mientras que con el mantenimiento rutinario este período se puede prolongar hasta unos cuatro a cinco años. Cuando el camino llega a un estado regular, es decir cuando la superficie de rodamiento ha perdido la capa de grava y empieza a mostrar la estructura de base del camino (punto al que comúnmente se le denomina “encalaminado”), se hace necesario realizar un mantenimiento de tipo periódico, es decir reponer la capa de grava.

De esta manera, se consigue que el camino se mantenga en un estado óptimo de conservación, con los beneficios consiguientes para el transporte: menores tiempos de circulación, ahorro en combustible y repuestos de los vehículos, menores costos de operación y tarifas más baratas del transporte de carga y pasajeros, acceso a vehículos livianos, mayor acceso de la población a los mercados y servicios, etc.

Un camino no mantenido, en cambio, después del segundo año empieza a dar dificultades para el transporte: mayores tiempos de circulación, mayor consumo de combustible y repuestos, mayores costos de operación del transporte, acceso sólo a vehículos pesados, tarifas más altas del transporte, menor acceso de la población a los mercados y servicios, etc.

## 1.4 NIVELES DE INTERVENCIÓN EN LA CONSERVACIÓN VIAL

Se denomina niveles de intervención a las diversas acciones relacionadas con la vía, clasificadas de acuerdo a la magnitud de los trabajos, desde una intervención sencilla pero permanente (mantenimiento rutinario), hasta una intervención más costosa y complicada (reconstrucción o rehabilitación).

Uno de los objetivos primordiales de la conservación vial es evitar, al máximo posible, la pérdida del capital ya invertido, mediante la protección física de la infraestructura básica y de la superficie del camino. La conservación procura específicamente evitar la destrucción de partes de la estructura de los caminos y su posterior rehabilitación o reconstrucción. La conservación constituye, por tanto, en la realización de actividades o tareas que no impliquen modificar la estructura existente del camino.

### ***Mantenimiento rutinario***

Consiste en la reparación localizada de pequeños defectos en la superficie de rodadura; en la nivelación de la misma y de las bermas; en el mantenimiento regular de los sistemas de drenaje (zanjas, cunetas, etc.), de los taludes laterales, de los bordes y otros elementos accesorios de las vías; en el

control del polvo y de la vegetación; la limpieza de las zonas de descanso y de los dispositivos de señalización. Se aplica con regularidad una o más veces al año, dependiendo de las condiciones específicas de la vía.

Las actividades, en general, consideradas como mantenimiento rutinario son las siguientes:

- Limpieza de calzada y pequeños derrumbes.
- Reparación localizada de pequeños defectos en la superficie de rodadura.
- Mantenimiento de los sistemas de drenaje.
- Control de la vegetación y mantenimiento de señalización.

**Cuadro 1:** *Criterios para establecer el nivel de mantenimiento rutinario*

<b>MANTENIMIENTO RUTINARIO</b>	
<b>CRITERIO PARA APLICACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
Espesor de lastrado	mayor o igual a 10 centímetros
Bombeo	de 2 a 3 %
Baches, encalaminados	de 0 a 10 %
Ahuellamientos, hundimientos	de 0 a 5%
Señalización	sí cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas	limpias
Puentes, pontones, muros de contención y badenes	en buen estado

### ***Mantenimiento periódico***

Aunque este concepto puede inducir a error, pues todas las actividades de conservación son periódicas, es decir que deben ser repetidas cada cierto tiempo, se ha optado por la utilización de este término, pues se diferencia del mantenimiento rutinario en que las actividades “periódicas” se realizan cada cierto número de años. Se aplica generalmente al tratamiento y renovación de la superficie de la vía.

El tratamiento de superficie se orienta a restablecer algunas características de la superficie de rodadura, sin constituirse en un refuerzo estructural. Entre sus características está la de preservar en buena forma la textura de la superficie de rodadura, de manera que asegure la integridad estructural del camino por un tiempo más prolongado y evite su destrucción. En un camino afirmado, se refiere a la reaplicación de la capa de grava, cuando ésta aún se encuentre en un estado regular de conservación, antes de llegar al mal estado.

Las actividades contenidas dentro de los trabajos de mantenimiento periódico pueden ser agrupadas de la siguiente manera:

- Restablecimiento de las características de la superficie de rodadura.
- Reparación de obras de arte.
- Reparación del sistema de drenaje.

**Cuadro 2:** Criterios para establecer el nivel de mantenimiento periódico

MANTENIMIENTO PERIÓDICO	
CRITERIO PARA APLICACIÓN	VALOR
Espesor de lastrado	de 5 a 10 centímetros
Bombeo	menor a 2%
Baches, encalaminados	de 10 a 40 %
Ahuellamientos, hundimientos	de 5 a 15%
Señalización	no cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas	limpias a medianamente colmatadas
Puentes, pontones, muros de contención y badenes	en estado bueno a regular

### Rehabilitación

Consiste en la reparación selectiva y de refuerzo estructural, previa demolición parcial de la estructura existente. La rehabilitación procede cuando el camino se encuentra demasiado deteriorado como para poder resistir una mayor cantidad de tránsito en el futuro, pudiendo incluir algunos mejoramientos en los sistemas de drenaje y de contención. La rehabilitación tiene como propósito restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura.

En la mayoría de casos, la rehabilitación se hace cuando no ha existido una conservación adecuada, pero en un esquema sano de conservación sólo debería ser ocasionalmente necesaria, como cuando deben rehabilitarse fracciones defectuosas de una vía nueva. Debe señalarse al respecto que estos defectos se producen por falta de homogeneidad en la ejecución de la obra, imposible de evitar completamente al momento de su construcción.

Las actividades contenidas dentro de los trabajos de rehabilitación pueden ser agrupadas de la siguiente manera:

- Restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura.
- Mejorar el sistema de drenaje.

**Cuadro 3:** Criterios para establecer el nivel de rehabilitación

REHABILITACIÓN	
CRITERIO PARA APLICACIÓN	VALOR
Espesor de lastrado	menor a 5 centímetros
Bombeo	menor a 2 %
Baches, encalaminados	de 40 a 60 %
Ahuellamientos, hundimientos	de 15 a 30%
Señalización	no cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas	medianamente colmatadas a colmatadas
Puentes, pontones, muros de contención y badenes	en estado malo

### **Mejoramiento**

Se refiere a la introducción de mejoras en los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, incluidos los trabajos relacionados a la renovación de la superficie y la rehabilitación. El objetivo de estas labores es incrementar la capacidad del camino y la velocidad de circulación, así como la seguridad de los vehículos que por él transitan. En sentido estricto, estos trabajos no son considerados como actividades de conservación, excepto la renovación de superficie.

### **Reparaciones de emergencia**

Son aquellas que se realizan cuando el camino está en mal estado o incluso intransitable, como consecuencia del descuido prolongado o de un desastre natural, por no disponerse de los recursos necesarios para reconstruirlo o rehabilitarlo, que es lo que correspondería hacer. Mediante una reparación de emergencia no se remedian las fallas estructurales, pero se hace posible un flujo vehicular regular por un tiempo limitado. Generalmente, las reparaciones de emergencia dejan el camino en estado regular.

## **1.5 MICROEMPRESAS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO**

Las actividades de mantenimiento rutinario mencionadas arriba, pueden ser fácilmente ejecutadas con mano de obra, por lo cual se promueve la contratación de microempresas para la realización de estas actividades. La microempresa de mantenimiento es concebida como la instancia técnica responsable de realizar permanente y adecuadamente las labores de mantenimiento rutinario de los caminos. Las microempresas de mantenimiento son promovidas dentro de las propias poblaciones que habitan en las inmediaciones de las vías que serán sometidas al mantenimiento rutinario; en tal sentido, cumplen la función de articular la participación comunal en el cuidado y mantenimiento de las vías.

### **Objetivos del mantenimiento con microempresas**

Objetivo General:

- Asegurar, a través de la labor del mantenimiento rutinario de los caminos, un sistema de caminos más seguro, confiable y transitable todo el año; aplicando eficaz y eficientemente los recursos asignados para la conservación vial.

Objetivos Específicos:

- Garantizar que los caminos estén permanentemente en buen estado, promoviendo el acceso de las poblaciones a los mercados, los recursos, los servicios sociales y la educación.
- Generar empleo permanente e ingresos en las comunidades rurales más pobres, especialmente entre las mujeres, mediante la conformación de microempresas de mantenimiento rutinario de los caminos.

Objetivos de Desarrollo:

- Promover el desarrollo humano, la descentralización, y la integración social y económica de los sectores más pobres de la población rural.
- Fortalecer el mercado interno, propiciando la reactivación económica de zonas agroecológicas con potencialidad productiva.
- Expandir la oportunidad de acceso a empleos de buena calidad, mediante la promoción de microempresas de mantenimiento rutinario de los caminos.
- Propiciar mayores niveles de participación y control social mediante el desarrollo de procesos participativos de alcance local.

### ***Beneficios del mantenimiento con microempresas***

- Ejecutar la conservación vial a costos menores, porque la labor de mantenimiento rutinario desarrolla el uso de mano de obra intensiva, antes de producirse el daño a la vía.
- Generar empleo tanto a hombres como a mujeres.
- Transferir recursos a zonas rurales.
- Introducir el criterio empresarial como factor de desarrollo local en las zonas rurales.
- Posibilitar la reinversión de utilidades de las empresas viales en empresas productivas.

### ***Responsabilidades de la microempresa en el mantenimiento rutinario***

Responsabilidades de la ejecución:

La microempresa, como entidad jurídica, ejecuta con responsabilidad un trabajo técnico, organizado de manera colectiva para la conservación vial de los caminos de su localidad, a través de un contrato de trabajo.

Responsabilidades de la gestión:

La entidad gubernamental que asuma el compromiso de la gestión vial es la responsable de:

- Diagnosticar y planificar la labor en los niveles de intervención de los caminos.
- Contratar a las microempresas locales de mantenimiento, en los términos que cada gobierno local o regional convenga, reflejado en el contrato de trabajo, estableciendo responsabilidades y derechos para ambas partes.
- Pagar a cada microempresa el monto estimado en el contrato por los kilómetros de trabajo que realice.
- Monitorear, evaluar y supervisar el trabajo de la microempresa.

### ***Formación de las microempresas de mantenimiento***

Los aspectos relacionados con la promoción de las microempresas se encuentran detallados en el *Manual de Promoción*, que forma parte de esta misma serie. A continuación se muestra un resumen de los alcances del trabajo de promoción.

Para llevar a cabo la implementación de la microempresa es necesario conformar un equipo promotor que debe coordinar el desarrollo de todas las acciones programadas, desde la etapa de promoción hasta la firma del contrato de la microempresa y la entrega del camino.

El rol principal del equipo promotor es seleccionar a un grupo de pobladores con capacidad de liderazgo, con criterio de justicia y equidad, y con capacidad para resolver conflictos para manejar la microempresa.

Los objetivos de la promoción son:

- Seleccionar, dentro de un conjunto de pobladores rurales, a los que se constituirán en socios de la microempresa de mantenimiento, para convertirlos en prestadores de servicios y gestores de su empresa.
- Crear una cultura social del mantenimiento vial en los socios de la microempresa de mantenimiento.
- Transmitir a los socios de la microempresa la cultura empresarial.

### ***Capacitación***

Una vez formadas las microempresas, las mismas requieren de una capacitación inicial antes de iniciar sus actividades. Esta capacitación inicial consiste, por un lado, de una capacitación técnica,

la cual es explicada en este manual. Por otro lado, la microempresa requerirá de una capacitación empresarial, que en el primer momento consistirá solamente de una sensibilización, la cual es tratada en el *Manual de Sensibilización Empresarial*, el cual forma parte de esta misma serie.

### ***Acompañamiento de las microempresas***

El trabajo con microempresas requiere que la entidad promotora actúe, durante un cierto periodo, acompañando las labores de la microempresa en cuanto a aspectos técnicos y empresariales. De esta manera, la entidad tiene la oportunidad de atender oportunamente las dudas que pudieran tener los socios de la microempresa sobre aspectos técnicos y organizativos.

Debido a la naturaleza de los trabajos de acompañamiento, esta labor puede ser realizada por egresados de las facultades de ingeniería civil o de las ramas vinculadas a los aspectos empresariales.

### ***Supervisión de las microempresas***

La supervisión en este tipo de trabajos se efectúa bajo la modalidad de cumplimiento de estándares o normas de calidad. Es decir, no existe un control sobre la cantidad de trabajo ejecutado o la cantidad de horas trabajadas, sino solamente sobre el resultado logrado.

El supervisor, en las visitas a la obra, verificará los indicadores de cumplimiento. En caso que estos no hayan sido alcanzados, emitirá una nota de observación. Si el problema persiste, deberá contemplarse la posibilidad de aplicar una multa o penalidad por incumplimiento del contrato.

Siendo ésta una modalidad no muy difundida, se requiere que el supervisor explique claramente a la microempresa cómo se ejecutarán las labores de supervisión y además que difunda los indicadores de cumplimiento; los mismos que, a manera de ejemplo, se muestran más adelante.

## **1.6 COSTOS DE LA CONSERVACIÓN VIAL**

Una política sana de conservación, representa un costo que debe ser asumido por la entidad gubernamental responsable de la gestión vial. En el caso de los caminos vecinales, ésta responsabilidad será de los municipios; y en el caso de los caminos secundarios, será de los gobiernos regionales.

### ***Costos directos***

El costo del mantenimiento rutinario puede variar entre US\$ 700 a US\$ 1,200 por km/año, según la naturaleza del camino, la carga de trabajo asignada a la microempresa que se dedica a esta labor, el volumen de tráfico que soporta la vía y el estándar de vida de la localidad, entre otros aspectos.

En los proyectos piloto impulsados por la OIT en Ecuador, la tarifa se ubica en los US\$ 60 por km/mes o US\$ 720 por km/año. En el caso del proyecto piloto que se impulsó en Santa Cruz, Bolivia, la tarifa ha sido establecida en US\$ 70 por km/mes o US\$ 840 por km/año.

En el caso del Programa Caminos Rurales del Perú, se fijó inicialmente una tarifa única a nivel nacional que llegó a US\$ 100 por kilómetro/mes o US\$ 1,200 por kilómetro/año. En este caso, con posterioridad, se introdujeron tarifas diferenciadas según las características del camino, dado que algunas de las microempresas de mantenimiento operaban con márgenes de utilidad muy pequeños y otras con márgenes más amplios.



El costo del mantenimiento periódico puede variar entre US\$ 2,500 y US\$ 8,000 por kilómetro, dependiendo básicamente de la cantidad de material de relleno que se necesitará, de la proximidad de las canteras que proveen dicho material, del costo de la mano de obra en la zona, etc. Pero, en general, este costo debe ser resultado de la elaboración de un expediente técnico de la vía.

El costo de la rehabilitación, en el caso del Programa Caminos Rurales del Perú, ha variado entre US\$ 9,000 y US\$ 18,000 por kilómetro, dependiendo de la calidad del terreno, del grado de deterioro de la vía y del sistema de drenaje, entre otros. En este caso, los montos de inversión definitiva se precisaron mediante estudios de factibilidad para cada vía.

El costo de las actividades de mejoramiento puede variar considerablemente, según el tipo de mejora que deba realizarse y de la complejidad de los mejoramientos geométricos que requiera la vía. Al igual que en los casos anteriores, se requieren estudios específicos.

El costo de reconstrucción de una vía completamente deteriorada, puede llegar a ubicarse entre los US\$ 30,000 y US\$ 40,000, dependiendo del grado de deterioro de la vía y de los costos operativos de la zona de intervención.

### **Costo de conservación de una vía afirmada**

Mantener una vía afirmada en buen estado de operación, significa incurrir permanentemente en un costo de mantenimiento rutinario y cada 4 a 5 años en un mantenimiento periódico:

Costo promedio del mantenimiento rutinario:	= US\$ 800 km/año
Costo promedio del mantenimiento periódico: \$ 3,000 por km/4 años	= US\$ 750 km/año
Costo promedio anual del mantenimiento: US\$ 800 + US\$ 750	= US\$ 1,550 km/año

Para efectos comparativos, se estima que en un esquema de operación sin mantenimiento, la rehabilitación de una vía puede ser necesaria a partir del quinto año de operación, lo que significaría incurrir en un costo promedio de US\$ 2,600 por año (US\$ 13,000 / 5).

En el caso de que no se realice una rehabilitación al cuarto o quinto año, el deterioro de la vía podría llegar hasta el nivel en que se necesite una reconstrucción total, lo que llegaría a representar un promedio de US\$ 5,000 por año, si se considera que esta reconstrucción debería ocurrir a partir del séptimo año (US\$ 35,000 / 7 años).

Puede observarse en el ejemplo, que el aplicar una política de conservación preventiva, representa a futuro ahorrar grandes cantidades de recursos. Asimismo, una política "sana" de mantenimiento ahorra costos de operación a los transportistas y a los usuarios, permitiéndoles acceso a los mercados y a los servicios en condiciones más equitativas.

### **¿Qué nos permite un esquema sano de conservación?**

Un esquema sano de conservación permite:

- Mantener las vías en forma permanente a un costo razonable (sostenibilidad).
- Optimizar la relación beneficio-costos (no significa gastar lo mínimo).
- Racionalizar el uso de los recursos.
- Reducir al mínimo el daño al medio ambiente.



## 2. ASPECTOS TÉCNICOS DEL MANTENIMIENTO DE CAMINOS

En este capítulo se presentan los elementos principales que componen los caminos, siendo estos los que deberán mantenerse. A continuación se explica los materiales y herramientas a usarse en el mantenimiento de los caminos, y, en la última parte, se dan algunas pautas en cuanto al contenido del inventario vial, lo cual se requiere para determinar el trabajo por hacerse.

### 2.1 ELEMENTOS VIALES

Las carreteras vecinales mayormente tienen una superficie de rodadura conformada por un material denominado lastrado o afirmado, mientras que un grupo importante de caminos no cuenta con ningún tratamiento superficial. Debido a que el suelo y el afirmado pierden resistencia y cohesión con el agua, el sistema de drenaje en la carretera se convierte en un factor de mucha importancia para el correcto funcionamiento de la misma.

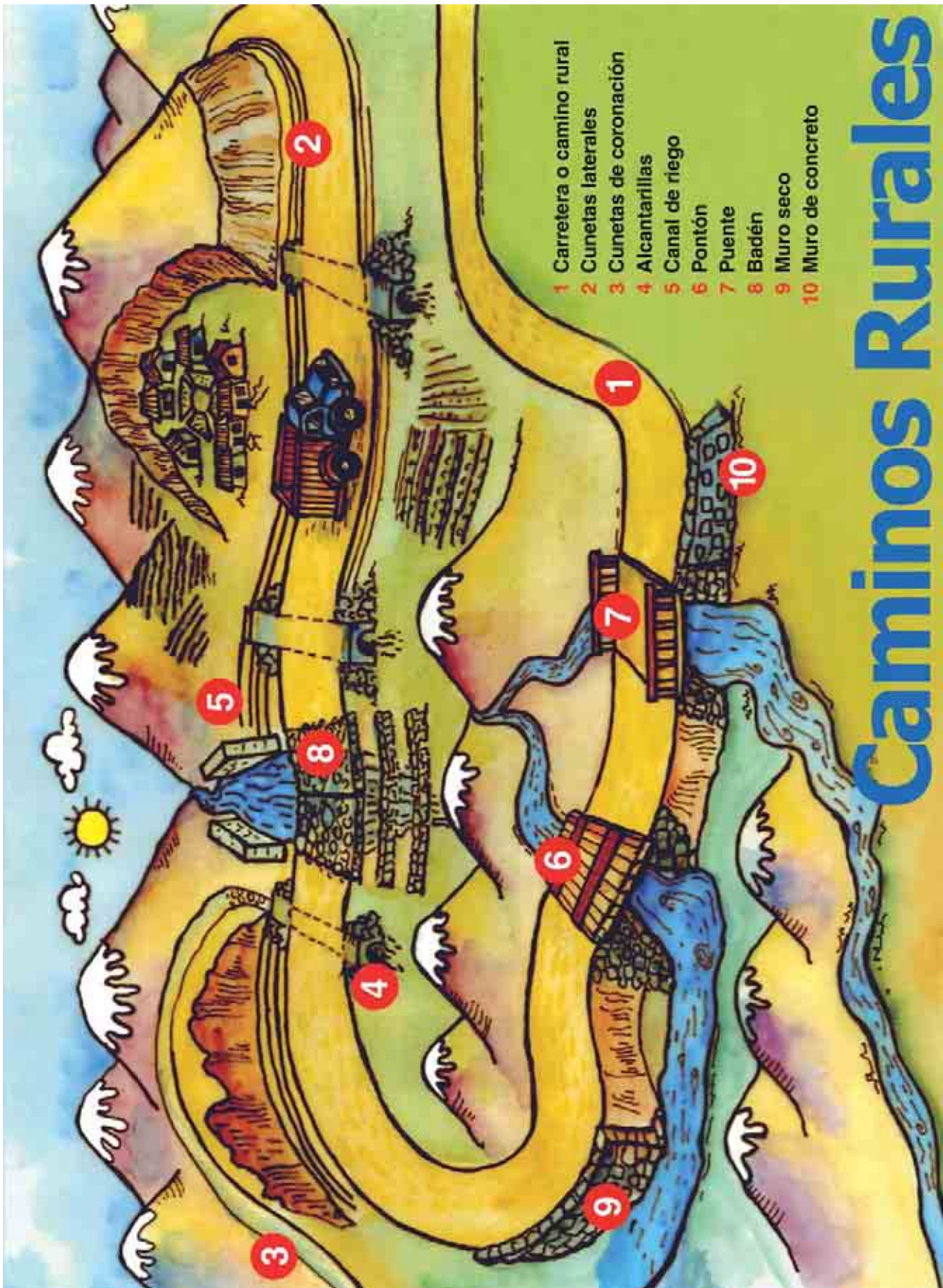
Los principales elementos que componen un camino son:

- Superficie de rodadura.
- Bombeo o pendiente transversal.
- Cunetas laterales.
- Cunetas de coronación.
- Alcantarillas.
- Cruces de canales de riego.
- Puentes y pontones.
- Badenes o pases de cauces.
- Muros de sostenimiento y contención.
- Señales de tránsito.
- Postes de kilometraje.
- Guardavías.

Los elementos arriba indicados no están presentes en todas las carreteras, dependiendo de la topografía y el clima de la región, y se muestran gráficamente en la siguiente página.

La correcta evacuación del agua proveniente de las precipitaciones pluviales se inicia con la conservación del bombeo o pendiente transversal de la superficie de rodadura, la misma que debe estar comprendida entre 2% a 5%. Las aguas evacuadas transversalmente deben ser conducidas hacia las cunetas laterales, las mismas que, dependiendo de la pendiente, pueden ser revestidas. El agua que circula a través de las cunetas es, finalmente, llevada a cauces existentes, los que atraviesan la carretera mediante alcantarillas.

Figura 4: Elementos viales



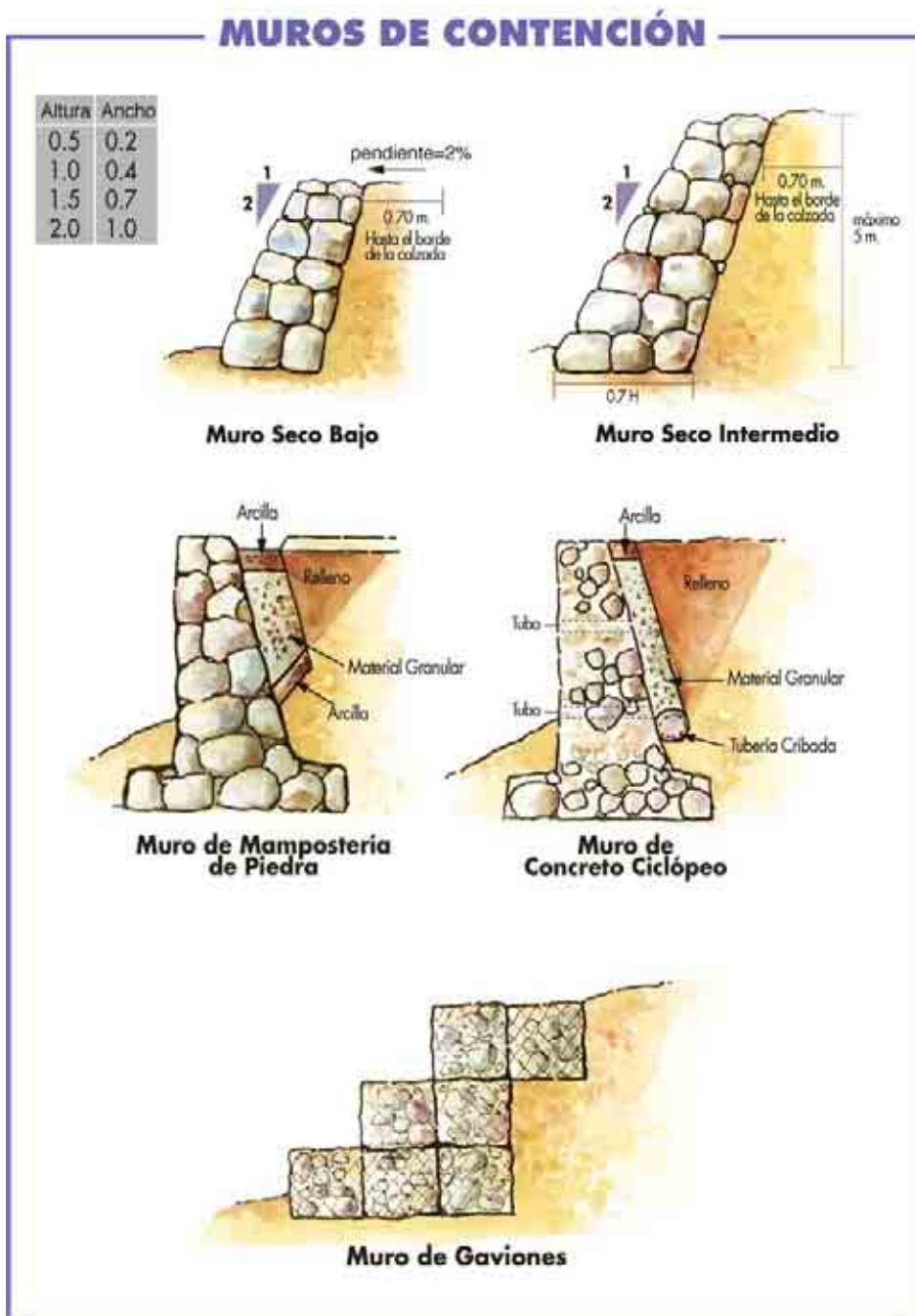
## 2.2 OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

Estas obras están orientadas a proporcionar a la carretera los elementos de evacuación de aguas superficiales en forma segura, evitando que ingresen a la calzada, o de ingresar a ésta, puedan salir de ella en forma segura.

### *Muros de contención o sostenimiento*

Los muros de sostenimiento se ubican en zonas donde existe el riesgo de inestabilidad de la plataforma o donde previamente se produjo un deslizamiento parcial o total de la plataforma.

Figura 5: Muros de contención

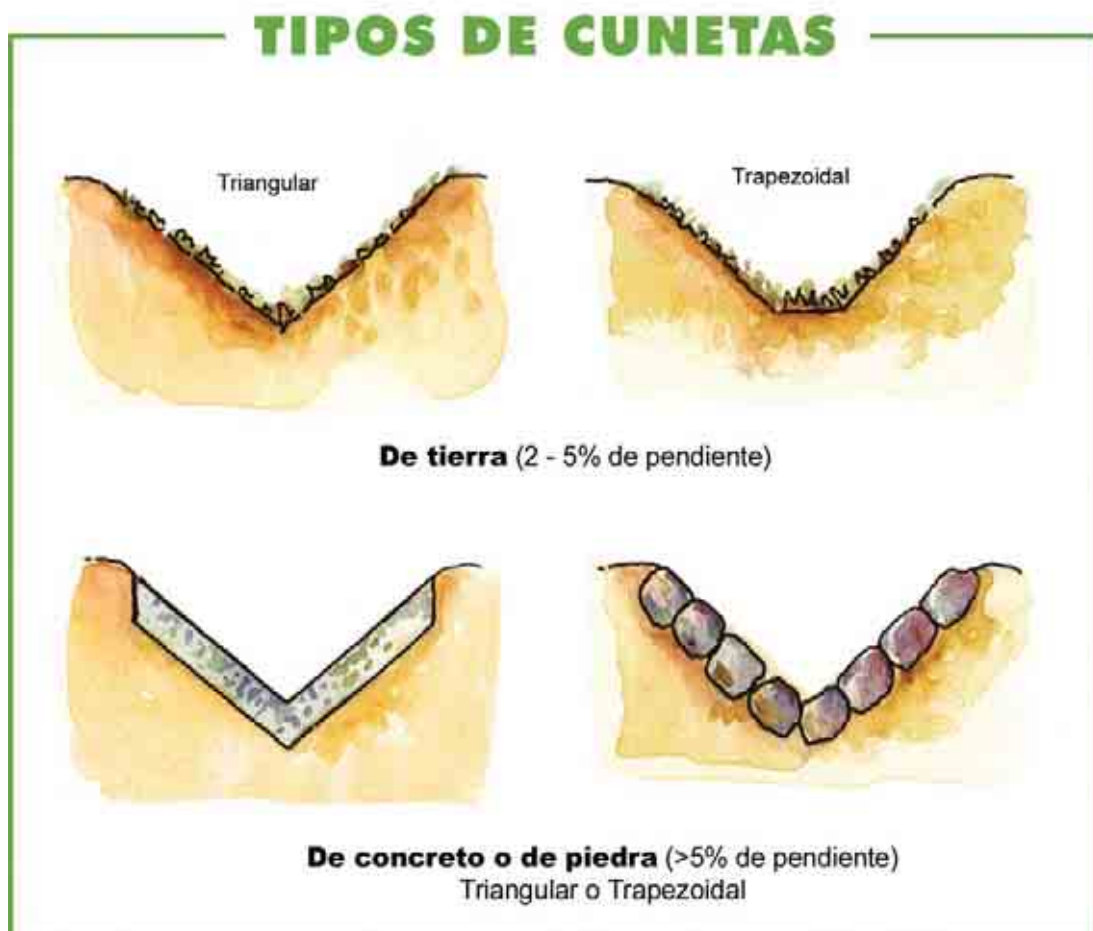
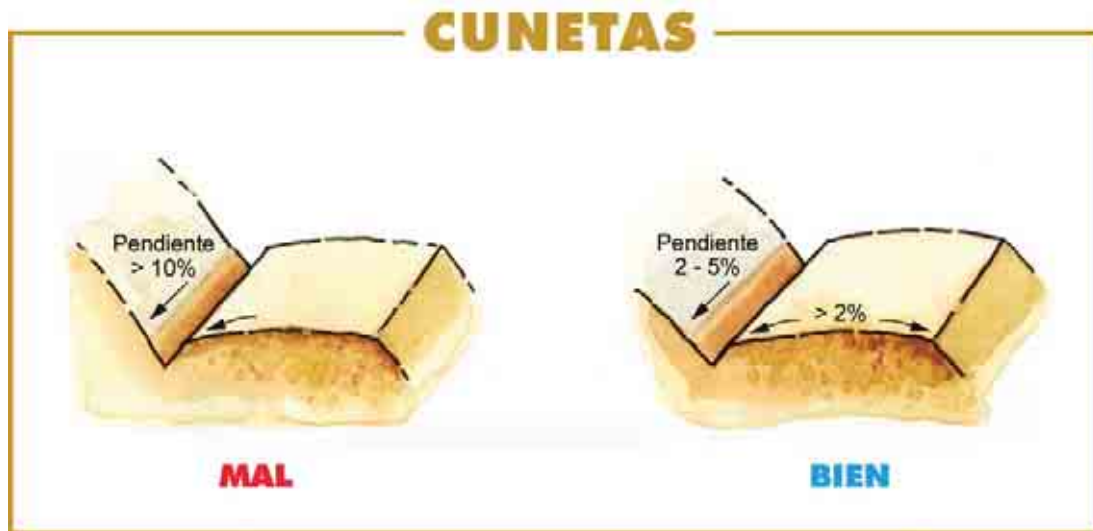




### Cunetas laterales

Las cunetas son los elementos de drenaje que se ubican en los costados de la carretera y tienen por objeto facilitar la salida del agua que pueda estar presente en la plataforma y taludes. La cuneta debe conducir el agua hacia puntos de desfogue o alcantarillas.

Figura 6: Cunetas



**Alcantarillas**

Las alcantarillas son estructuras destinadas a facilitar el paso del agua de un lado del camino al otro. Se ubican por debajo de la plataforma y su tamaño depende de la cantidad de agua que pasará a través de ellas.

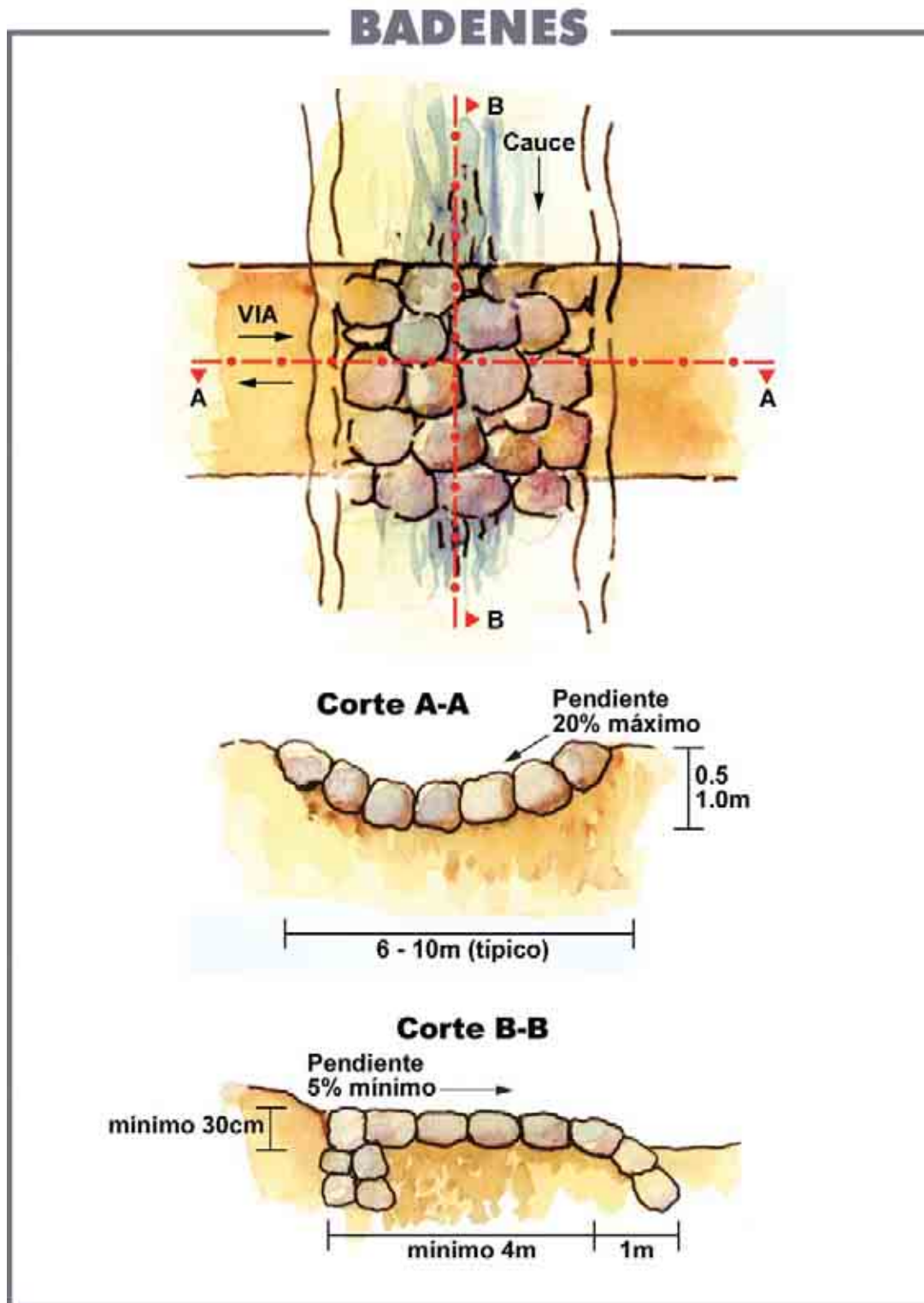
Figura 7: Alcantarillas



**Badenes**

Los badenes o vados son estructuras que se construyen en lugares donde un curso de agua atraviesa la carretera y no es posible construir un puente. Su construcción depende de la cantidad de agua y la amplitud del cauce.

Figura 8: *Badenes*



## 2.3 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

En general, los materiales y herramientas que se requieren para el mantenimiento rutinario del camino son básicos, y fundamentalmente están relacionados con el mantenimiento de la calzada y el transporte de los materiales.

### ***Materiales***

El material principal a ser empleado en el mantenimiento es el afirmado, ripio o lastre, que está conformado por gravas, arenas y suelos finos y sirve como superficie de rodadura. Se emplea para reemplazar el material desgastado en la plataforma, tapar los baches, mejorar bermas y, en general, para toda actividad en la plataforma.

Es necesario ubicar las canteras que nos proporcionarán el material para afirmado, el cual debe cumplir con los siguientes requisitos:

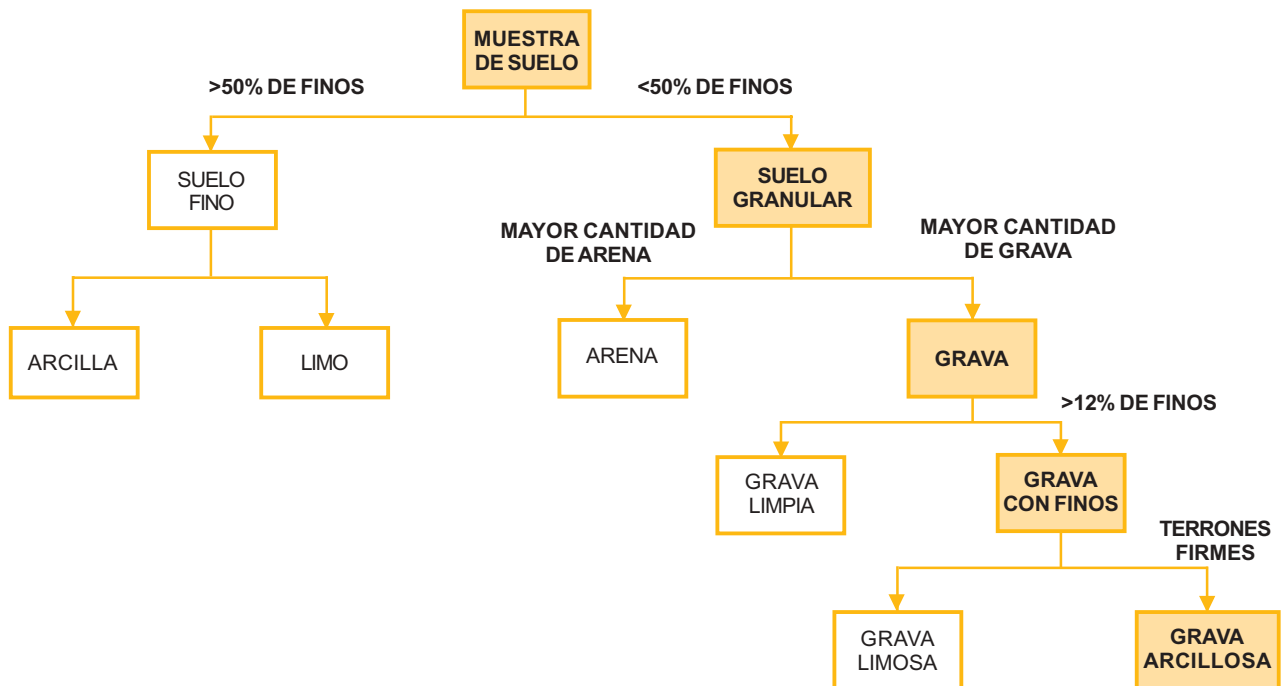
- Estar compuesto por partículas de diferente tamaño (grandes, medianas y finas) en igual proporción.
- De preferencia contener partículas angulosas y resistentes.
- No tener mucha cantidad de partículas finas.

La determinación exacta del material debe ser a través de ensayos de laboratorio; sin embargo, para una evaluación preliminar en el campo, se puede proceder de la siguiente manera:

- Tomar una muestra representativa de la cantera (después de haber retirado el material de cobertura).
- Separar la fracción de material grueso (tamaños mayores a 2 mm) y establecer visualmente si la parte gruesa representa más del 50% del total. En caso de ser así, el material es adecuado y se sigue con el análisis.
- Luego, debe verificarse que la parte fina esté compuesta de arenas, limos y arcillas con mediana plasticidad. Los materiales compuestos solamente por arenas limpias no son adecuados.
- En el próximo paso se determina cual es la cantidad de finos pasantes de la malla N° 200 (0.074), que se recomienda es un mínimo 12%.

Una descripción más detallada del proceso, se encuentra en el documento "Revestimiento y mantenimiento de caminos con uso intensivo de mano de obra (ROMAR)" de la OIT.

Figura 9: Selección de material apropiado



## Herramientas

Las herramientas que son utilizadas para los trabajos de mantenimiento rutinario, son básicamente manuales, tales como palas, picos, carretillas, barretas, etc. Las herramientas deben estar en buenas condiciones y ser sustituidas cuando estén desgastadas.

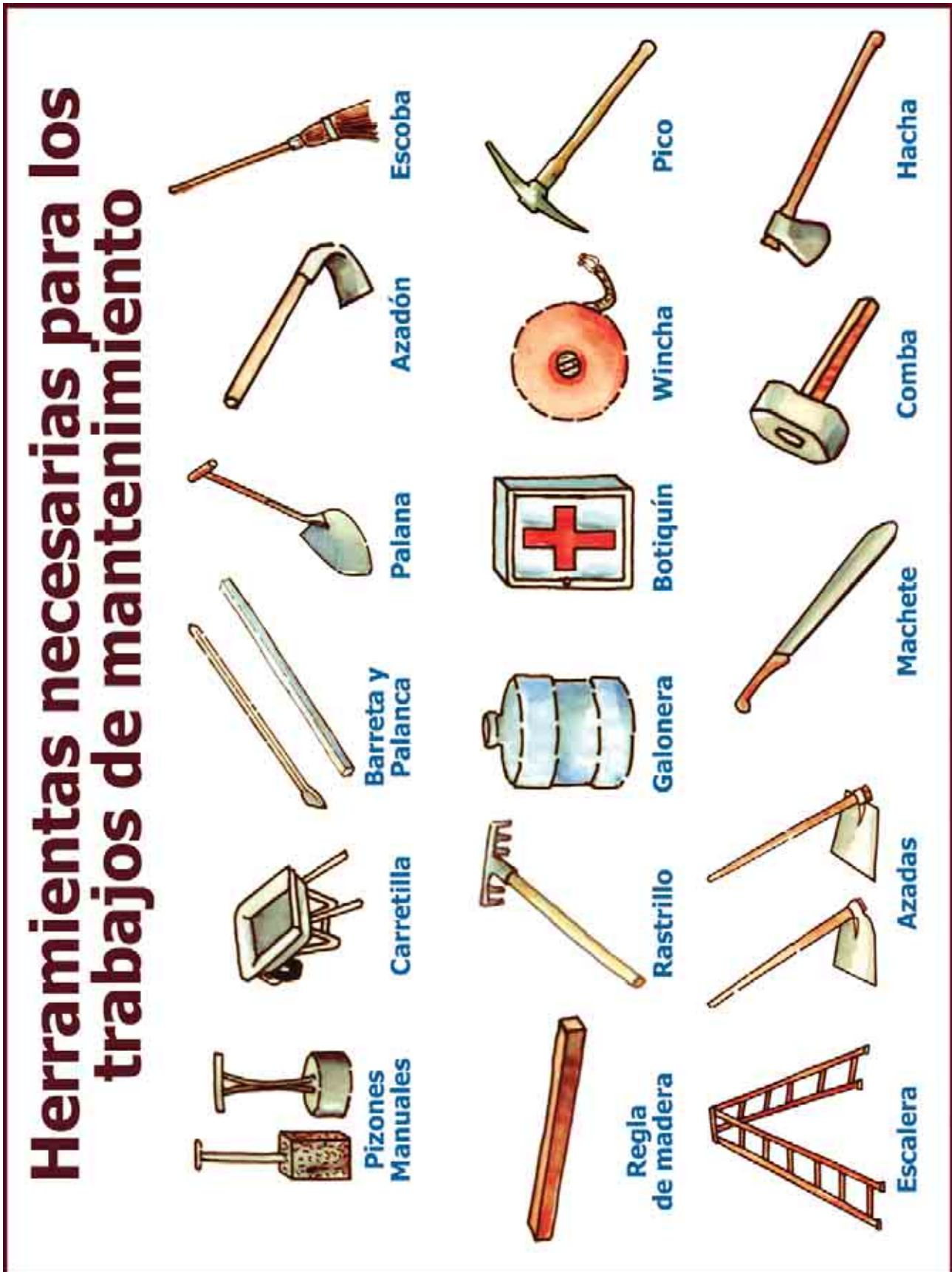
El número y tipo de herramientas, depende de la longitud de camino que será atendido y del número de personas que forman las cuadrillas, así como del programa de mantenimiento que se establezca.

Las herramientas mínimas que deben estar disponibles son:

- Pisón manual.
- Carretilla.
- Pala.
- Pico.
- Azadón.
- Regla de madera.
- Cinta métrica.
- Rastrillo.
- Escalera.
- Comba.
- Hacha.
- Machete.
- Depósito de agua.
- Escalera.
- Barreta.
- Escoba.



Figura 10: Herramientas necesarias para los trabajos de mantenimiento rutinario



## 2.4 INVENTARIO VIAL

El inventario vial es un proceso que nos permite conocer los caminos que componen la red vial de una determinada área, asimismo los componentes del camino y el estado de conservación de los mismos.

Antes de dar inicio a los trabajos de mantenimiento, se debe efectuar el inventario detallado del camino. En el **Anexo 1** se presenta el ejemplo de un formato de inventario vial que puede ser utilizado para recabar la información.

Los datos que son consignados en el inventario permiten, además, conocer la ubicación de los principales componentes y obras que conforman el camino, el estado de los mismos y la necesidad de ciertos trabajos.

El inventario vial debe efectuarse cada dos años para conocer la variación de las condiciones del camino, y debe contener los siguientes componentes:

### ***Datos generales***

En este punto son consignados los datos generales del camino tales como: ubicación, poblaciones cercanas, tráfico, fecha de ejecución del inventario, el punto de inicio y el punto final del tramo.

### ***Características de la vía***

En este punto se indican las características topográficas del camino, la pendiente del mismo, y la existencia de canteras y puntos de agua que permitan abastecerse de los materiales necesarios para el afirmado. También se consignan en este rubro los derrumbes existentes o las zonas potenciales de derrumbes.

### ***Pavimento***

En esta sección se indican las características de la superficie de rodadura, tales como el ancho de calzada, el bombeo, el tipo de material de la superficie de rodadura y un aspecto de mucha importancia, el cual es la identificación de los defectos de la calzada.

La forma de clasificar los defectos es muy amplia, pero se pueden agrupar en dos tipos de defectos; los de tipo superficial y los de cimentación o fundación:

Defectos superficiales:

- Baches.
- Ahuellamientos.
- Ondulaciones (encalaminados).
- Superficies resbalozas.
- Erosión superficial.
- Superficies blandas.
- Pérdida de material.

Defectos de cimentación o fundación:

- Hundimientos.



**Figura 11:** *Camino con ahuellamientos*



**Figura 12:** *Camino con presencia de baches*



### ***Drenajes y obras de arte***

En este punto se señala la ubicación de las obras de arte y drenaje, indicando el estado de conservación y el grado de colmatación de los mismos. Tal información permite determinar si estas obras existen en un número suficiente y, además, estimar la cantidad de trabajo requerida para tenerlas en condiciones adecuadas.

**Figura 13:** *Alcantarilla recién desbloqueada*



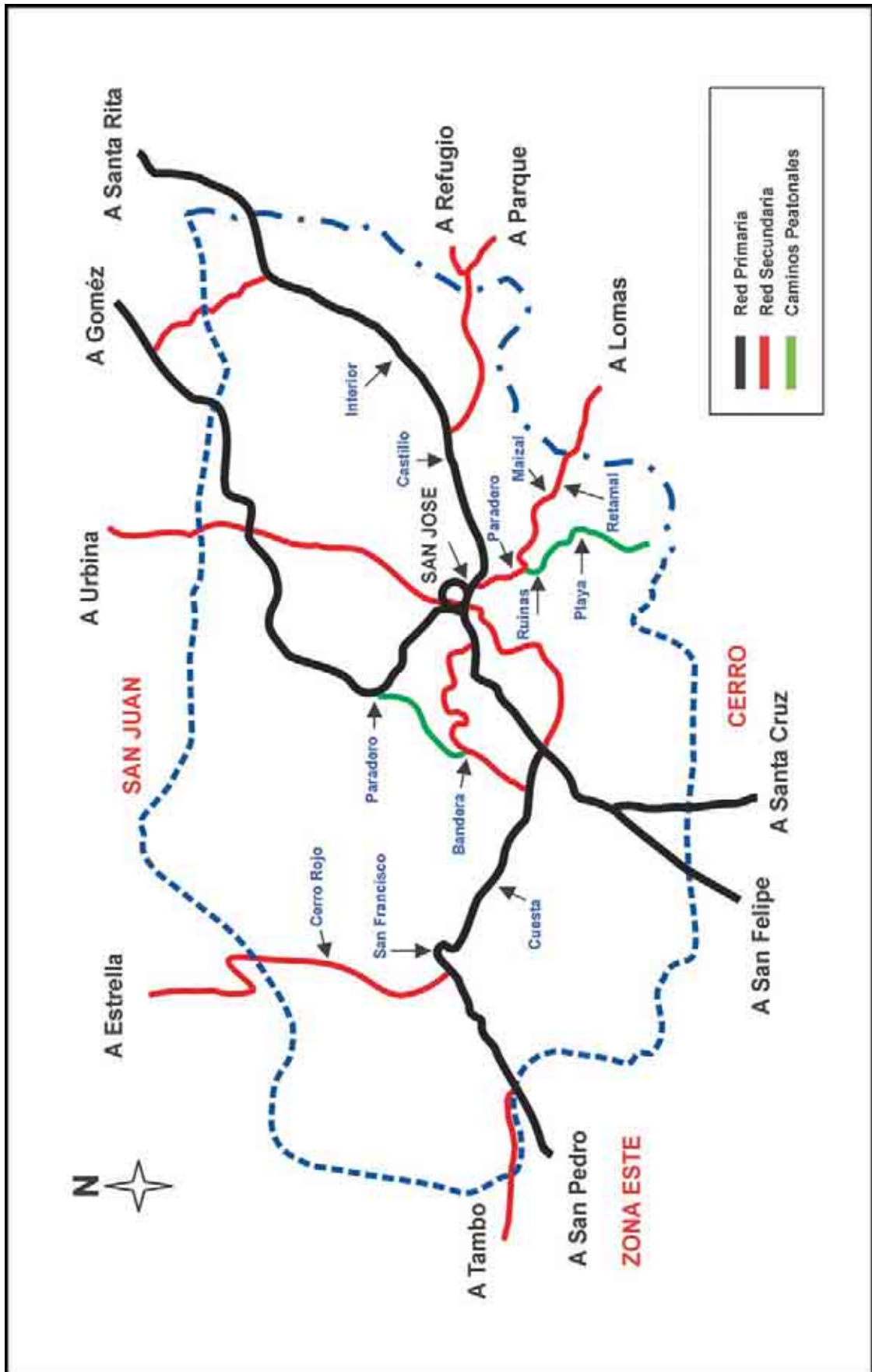
### ***Diagrama vial***

Es necesario preparar, en forma gráfica, el diagrama o representación de la red vial con la ubicación del tramo que es objeto del inventario. Este tipo de información gráfica permite visualizar de una manera clara y sencilla la ubicación del camino con respecto a una determinada zona, y la existencia de centros poblados.

Complementariamente se pueden preparar mapas donde se incluya información relativa a la producción en la zona, atractivos turísticos, ubicación de canteras u otros puntos de interés de dicha zona.



Figura 14: Ejemplo de un diagrama vial





### 3. ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO

El mantenimiento rutinario, como su nombre lo indica, es el conjunto de actividades más o menos continuas, destinadas a que el camino se encuentre en permanente buen estado. El tipo de actividades y la frecuencia de las mismas depende de muchos factores, pero fundamentalmente del volumen de tráfico, del clima y del relieve topográfico; y de manera menos incidente, del tipo de material de afirmado y del suelo de fundación.

A continuación se presentan las actividades que con mayor frecuencia se encuentran dentro de los trabajos de mantenimiento rutinario de vías afirmadas.

#### 3.1 ACTIVIDADES PRINCIPALES DE MANTENIMIENTO RUTINARIO

Conservación de la plataforma

- Limpieza de plataforma (incluyendo remoción de derrumbes menores a 50 m<sup>3</sup>).
- Roce y limpieza de maleza.
- Bacheo de calzada y berma.
- Peinado de taludes.

Conservación de obras de arte y drenaje

- Limpieza de cunetas laterales.
- Limpieza de cunetas de coronación.
- Limpieza de alcantarillas.
- Limpieza de badenes.
- Limpieza de puentes y pontones.
- Mantenimiento de muros secos.
- Encausamiento de pequeños cursos de agua.

Conservación de señales y vigilancia

- Mantenimiento de señales.
- Vigilancia y control.

Como se puede apreciar, todas estas actividades pueden ser desarrolladas enteramente con mano de obra y no requieren de una calificación especial para su ejecución.

Estas actividades están destinadas, principalmente, a mantener el sistema de drenaje en buen estado de funcionamiento y, además, a contar con una superficie de rodadura en una adecuada condición de servicio, que permita que los vehículos circulen sin dificultad.

A continuación se presenta el detalle de cada una de las actividades señaladas, así como la norma técnica para su ejecución. Es necesario señalar que los rendimientos mostrados son solamente referenciales y deberán ser adaptados a las condiciones locales y a las características propias del camino.

## 3.2 LIMPIEZA DE PLATAFORMA

Consiste en la limpieza total de la superficie de rodadura, eliminando toda vegetación que crezca sobre la misma y eliminando toda piedra, desmorte o pequeño derrumbe (hasta 50m<sup>3</sup>) que se produzca, de manera que permita el drenaje y facilite el libre tránsito vehicular, así como proporcione una buena visibilidad al conductor.

<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	:	km
<b>GRUPO DE TRABAJO RECOMENDADO</b>	:	6 trabajadores
<b>RENDIMIENTO / GRUPO</b>	:	12 km/día
<b>HERRAMIENTAS</b>	:	Lampa Carretilla Rastrillo Escobas Barreta
<b>MATERIALES</b>	:	-
<b>PROCEDIMIENTO</b>	:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se coloca las señales de seguridad.</li> <li>2. Se recorre, del tramo asignando a cada persona, un número de kilómetros (2 km por persona).</li> <li>3. Se elimina todo material extraño que se encuentre sobre la superficie de rodadura (piedras, basura, vegetación).</li> <li>4. Se deposita el material en los costados, siempre que no afecte terrenos de cultivo, viviendas, canales, acequias, etc.</li> <li>5. Se verifica el bombeo de 2% en ambos lados del camino.</li> <li>6. Se retira las señales de seguridad.</li> </ol>
<b>INDICADOR DE COMPROBACION</b>	:	La plataforma está limpia, sin ningún tipo de obstáculo, para el normal tránsito vehicular.
<b>FRECUENCIA</b>	:	La actividad se efectúa cada vez que la plataforma es obstruida.



Se colocan  
señales de seguridad

**1**

# Limpieza



# de Plataforma

**2**

Se recorre el tramo,  
eliminando todo  
material extraño  
que se encuentra  
sobre la superficie  
de rodadura.



**3**

Se retiran pequeñas rocas,  
caídas desde el cerro  
aledaño.



**4**

El material retirado debe ser  
colocado a los costados de la vía  
de manera que no se afecte la  
seguridad de personas o vehículos.



### 3.3 ROCE Y LIMPIEZA DE MALEZA

Consiste en cortar la vegetación que crece a ambos lados de la carretera que impida la visibilidad en el camino, de manera que facilite el libre tránsito vehicular.

<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	:	m <sup>2</sup>
<b>GRUPO DE TRABAJO RECOMENDADO</b>	:	4 trabajadores
<b>RENDIMIENTO / GRUPO</b>	:	200 m <sup>2</sup> /día
<b>HERRAMIENTAS</b>	:	Machete Hacha Sierra
<b>MATERIALES</b>	:	-
<b>PROCEDIMIENTO</b>	:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Se coloca las señales de seguridad.</li><li>2. Se corta la vegetación que impide una buena visibilidad a los conductores.</li><li>3. Se coloca la vegetación en una carretilla para su eliminación.</li><li>4. Se elimina la vegetación en un lugar apropiado o botadero.</li><li>5. Se retira las señales de seguridad.</li></ol>
<b>INDICADOR DE COMPROBACIÓN</b>	:	La vegetación no obstruye la visibilidad de las carreteras, especialmente en curvas o zonas críticas.
<b>FRECUENCIA</b>	:	La frecuencia depende del clima. En las zonas con mayor vegetación se efectuará dos veces al año, mientras que en las zonas poco vegetadas solamente una vez al año.

# Roce y Limpieza de Maleza

Se colocan señales de seguridad.

**1**

Se corta la vegetación que impide una buena visibilidad a los conductores.

**2**

La vegetación es colocada en la carretilla para su eliminación.

**3**

La vegetación es eliminada en un lugar apropiado o en un botadero.

**4**

### 3.4 BACHEO DE CALZADA Y BERMA

Consiste en rellenar y compactar con material clasificado los huecos que se presentan en la superficie de rodadura, producto del deterioro y desgaste por el tránsito de vehículos y la erosión de aguas superficiales.

<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	:	m <sup>2</sup>
<b>GRUPO DE TRABAJO RECOMENDADO</b>	:	4 trabajadores
<b>RENDIMIENTO / GRUPO</b>	:	40 m <sup>2</sup> /día
<b>HERRAMIENTAS</b>	:	Pico Pala Carretilla Rastrillo Pisón
<b>MATERIALES</b>	:	Material de afirmado obtenido en cantera.
<b>PROCEDIMIENTO</b>	:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se extrae y zarandea manualmente el material seleccionado de cantera.</li> <li>2. Se carga y transporta el material hasta las zonas detectadas.</li> <li>3. Se colocan señales y elementos de seguridad.</li> <li>4. Se cortan los lados del bache, cuidando de formar aristas vivas y regulares, formando un cuadrado o rectángulo de profundidad regular de 15 cm.</li> <li>5. Se rellena las áreas determinadas con el material de cantera con una humedad adecuada, agregando agua, de ser necesario.</li> <li>6. Se compacta el material hasta que se nivele con la calzada.</li> <li>7. Se retira las señales de seguridad.</li> </ol>
<b>INDICADOR DE COMPROBACION</b>	:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No existan huecos en la carretera.</li> <li>2. No se formen pequeños charcos de agua en la época de lluvias.</li> </ol>
<b>FRECUENCIA</b>	:	La frecuencia de esta actividad depende del clima y del tráfico, debiendo evitar que sea ejecutada en época de lluvias y considerando preferentemente que sea realizada antes de las lluvias. Sin embargo, la atención de sectores puntuales puede ser ejecutada durante el año.



# Bacheo


- 1** Extracción del material clasificado y carguío del mismo.
- 2** Colocación de señales y elementos de seguridad.
- 3** Se humedece levemente la superficie a cortar.
- 4** Obsérvese que el corte se hace formando una figura cuadrada o rectangular cuya profundidad es uniforme.
- 5** Se rellena con material clasificado extraído de la cantera.
- 6** Finalmente se compacta.

### 3.5 PEINADO DE TALUDES (DESQUINCHE)


Consiste en eliminar toda piedra o roca ubicada en la parte alta del talud que se encuentre en situación inestable, con el objeto de evitar su caída hacia las cunetas o superficie de rodadura, obstaculizando el tránsito vehicular.

<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	: m <sup>3</sup>
<b>GRUPO DE TRABAJO RECOMENDADO</b>	: 4 trabajadores
<b>RENDIMIENTO / GRUPO</b>	: 10 m <sup>3</sup> /día
<b>HERRAMIENTAS</b>	: Barreta Combo Cinzel Pico Pala
<b>MATERIALES</b>	: -
<b>PROCEDIMIENTO</b>	: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Se coloca señales y elementos de seguridad.</li><li>2. Con la ayuda de barretas se procede a remover las rocas que representen un peligro de desprendimiento.</li><li>3. Se elimina las rocas desprendidas en botaderos apropiados a media ladera.</li><li>4. En caso de bolones o rocas de gran dimensión, se procede a fraccionar la piedra en pedazos de menor tamaño.</li><li>5. Se retira las señales de seguridad.</li></ol>
<b>INDICADOR DE COMPROBACIÓN</b>	: No hay piedras o rocas inestables en los taludes.
<b>FRECUENCIA</b>	: Se efectúa preferentemente una vez al año, antes del periodo de lluvias. En caso de identificarse bloques de roca en riesgo de deslizarse, debe procederse de inmediato a su retiro.


# Desquinche




**1** Se colocan siempre señales de seguridad.




**2** Se procede a remover las rocas que muestren peligro de desprenderse hacia la vía.




**3** Se procura desprender las rocas en trozos pequeños a fin de evitar accidentes.



**4** Una vez desprendidos, los trozos de roca son removidos con el uso de barretas.



**5** Finalmente son eliminados hacia lugares seguros o botaderos.



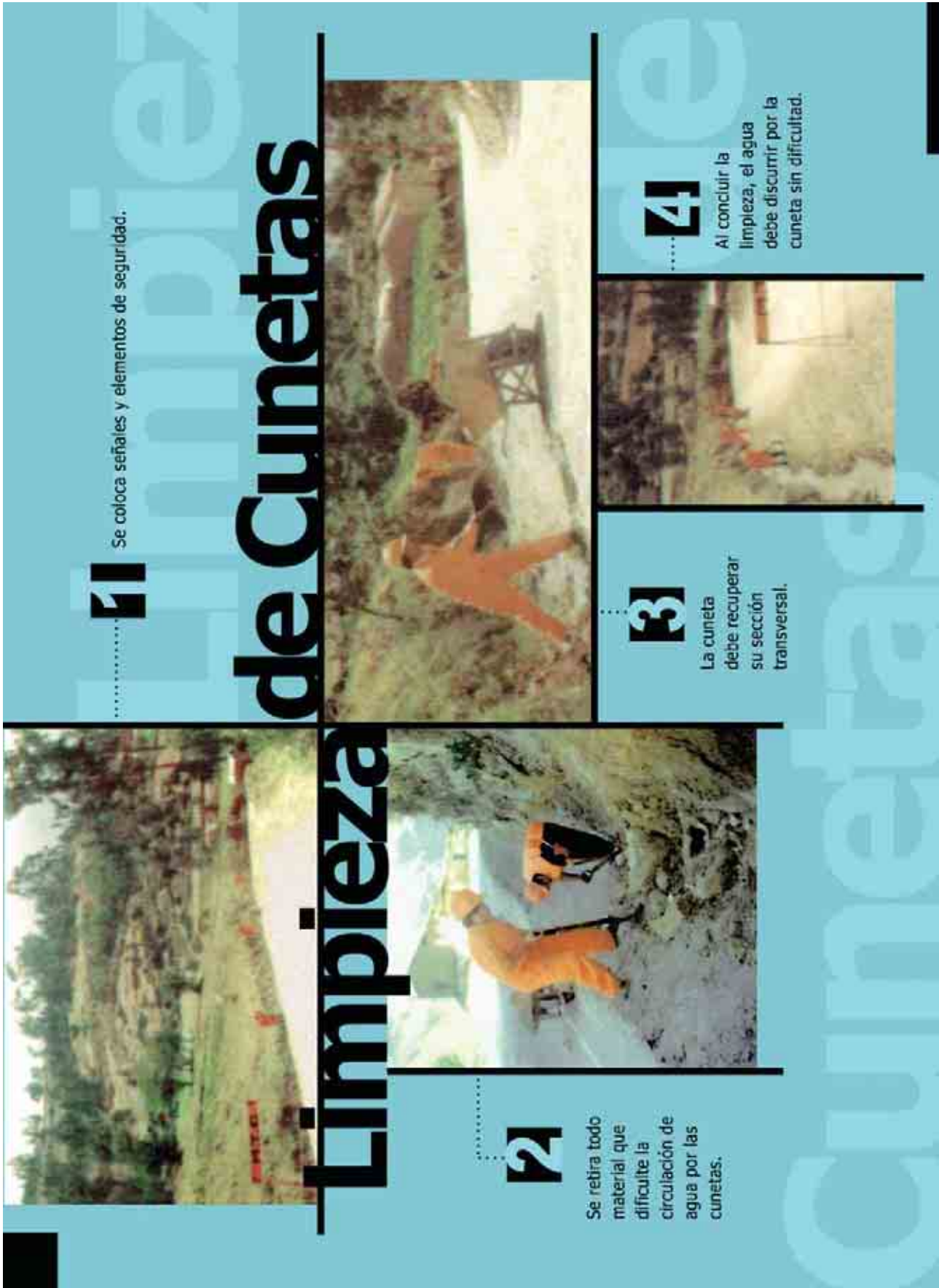


### 3.6 LIMPIEZA DE CUNETAS LATERALES


Consiste en eliminar todo material depositado o sedimentado en las cunetas que obstruya el libre paso del agua a través de las mismas, garantizando un adecuado drenaje y, por consiguiente, la preservación del camino rural.

<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	: m
<b>GRUPO DE TRABAJO RECOMENDADO</b>	: 4 trabajadores
<b>RENDIMIENTO / GRUPO</b>	: 600 m/día
<b>HERRAMIENTAS</b>	: Pala Pico Barreta Carretilla Azadón Rastrillo
<b>MATERIALES</b>	: -
<b>PROCEDIMIENTO</b>	: 1. Se coloca las señales de seguridad. 2. Se retira todos los materiales extraños a la cuneta tales como: tierra, piedras, vegetación, etc. 3. Se deposita el material en los costados, siempre que no afecte terrenos de cultivo, viviendas, canales, acequias, etc. 4. Se verifica que la cuneta haya recuperado su sección y pendiente original. 5. Se retira las señales de seguridad.
<b>INDICADOR DE COMPROBACION</b>	: 1. Las cunetas están limpias. 2. Las cunetas tienen sus dimensiones originales de diseño. 3. El agua no se represa.
<b>FRECUENCIA</b>	: La limpieza general de las cunetas se efectúa antes del período de lluvias. Sin embargo, en zonas tropicales con mucha vegetación, puede requerirse un campaña de limpieza adicional.

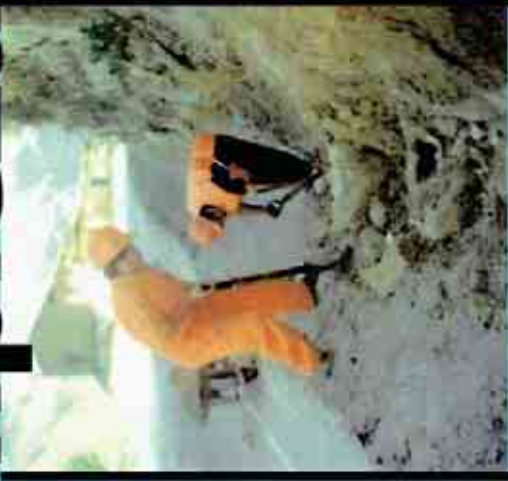
# Limpieza de Cunetas




**1** Se coloca señales y elementos de seguridad.




**2** Se retira todo material que dificulte la circulación de agua por las cunetas.



**3** La cuneta debe recuperar su sección transversal.



**4** Al concluir la limpieza, el agua debe discurrir por la cuneta sin dificultad.



### 3.7 LIMPIEZA DE CUNETAS DE CORONACIÓN

Consiste en la eliminación del material caído o sedimentado en las cunetas de coronación que obstruye el normal paso de las aguas provenientes generalmente de las lluvias.

<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	:	m
<b>GRUPO DE TRABAJO RECOMENDADO</b>	:	4 trabajadores
<b>RENDIMIENTO / GRUPO</b>	:	600 m/día
<b>HERRAMIENTAS</b>	:	Pala Pico Azadón Barreta Rastrillo
<b>MATERIALES</b>	:	-
<b>PROCEDIMIENTO</b>	:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Se retira todo el material depositado en las cunetas de coronación.</li><li>2. Con la pala se da forma apropiada a la zanja (trapezoidal), además de darle la pendiente adecuada para que corra el agua.</li><li>3. Se coloca el material retirado en un lugar que no afecte a los propietarios de terrenos aledaños.</li></ol>
<b>INDICADOR DE COMPROBACION</b>	:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Las cunetas de coronación se encuentran limpias y tienen sus dimensiones originales de diseño.</li><li>2. El agua no se represa.</li></ol>
<b>FRECUENCIA</b>	:	Esta actividad se efectúa anualmente. De acuerdo a las pendientes y el tipo de suelo, puede ser necesaria una limpieza adicional.

# Limpieza de Zanjas de Coronación

**1**  
Se efectúa la limpieza de las zanjas con picos y palas



**2**  
Pozo de zanjas de coronaciones



### 3.8 LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS

Consiste en la eliminación de todo tipo de material o residuo que obstruya el libre paso del agua a través de la alcantarilla, permitiendo de este modo el mantenimiento de un buen drenaje y, por consiguiente, la preservación del camino. Igualmente, se deberá efectuar la limpieza y encausamiento, de los cursos de agua, tanto al ingreso, como a la salida de la misma.

<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	: Unidad
<b>GRUPO DE TRABAJO RECOMENDADO</b>	: 3 trabajadores
<b>RENDIMIENTO / GRUPO</b>	: 2 unidades/día
<b>HERRAMIENTAS</b>	: Pala Pico Rastrillo Carretilla Azadón
<b>MATERIALES</b>	: -
<b>PROCEDIMIENTO</b>	: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Se coloca las señales de seguridad.</li><li>2. Se retiran todas las piedras, tierra y ramas que se encuentren en la entrada, salida y dentro de la alcantarilla.</li><li>3. Se elimina el material retirado a media ladera, siempre que no afecte terrenos de cultivo, viviendas, canales, acequias, etc.</li><li>4. En caso contrario, se elimina el material en un botadero apropiado.</li><li>5. Al concluir la limpieza, se verifica que la alcantarilla haya recuperado su sección original.</li><li>6. Se retira las señales de seguridad.</li></ol>
<b>INDICADOR DE COMPROBACIÓN</b>	: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Las alcantarillas están libres de obstrucción y con adecuado drenaje.</li><li>2. Tienen sus dimensiones originales.</li></ol>
<b>FRECUENCIA</b>	: Esta actividad se efectúa anualmente. En zonas con mucha vegetación, el ingreso y salida de la alcantarilla puede requerir una limpieza adicional durante el año.

1 Siempre debe haber personal en la vía que indique a los conductores la presencia de personal efectuando el mantenimiento.



2

Se retiran troncos, ramas y todo resto de vegetación.



# de Alcantarilla

# Limpieza

3 Obsérvese el retiro de un tronco.



3



4

También se eliminan rocas.

5 Los dos accesos deben ser igualmente limpiados.

5



6

Al concluir la limpieza, la sección de la alcantarilla debe quedar totalmente libre de desperdicios.

### 3.9 LIMPIEZA DE BADENES

Consiste en la eliminación de todo tipo de material o residuo que obstruya el libre paso del agua a través del badén.

<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	:	m <sup>2</sup>
<b>GRUPO DE TRABAJO RECOMENDADO</b>	:	4 trabajadores
<b>RENDIMIENTO / GRUPO</b>	:	40 m <sup>2</sup> /día
<b>HERRAMIENTAS</b>	:	Pala Rastrillo Carretilla Barreta
<b>MATERIALES</b>	:	-
<b>PROCEDIMIENTO</b>	:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Se coloca las señales de seguridad.</li><li>2. Se limpia el cauce del badén, eliminando el material sedimentado.</li><li>3. En caso de erosión del terreno en los extremos del badén, se siembran gramíneas o pastos que servirán de junta entre el badén y el terreno natural.</li><li>4. De ser el caso, se repara el badén en las zonas afectadas, reponiendo las piedras que podrían haber sido retiradas, con otras de igual o mayor tamaño.</li><li>5. Se retiran las señales de seguridad.</li></ol>
<b>INDICADOR DE COMPROBACIÓN</b>	:	No existen obstáculos entramados en el badén, ni material sedimentado.
<b>FRECUENCIA</b>	:	La limpieza de badenes es una actividad anual que se realiza antes de la temporada de lluvias. Sin embargo, en cauces con arrastre de sólidos, puede ser necesario efectuar una limpieza adicional de los badenes durante el periodo de lluvias.



**1** Se colocan las señales de seguridad.



**2** Se procede a eliminar todo material que se haya depositado sobre el badén.



**3** El material a eliminar, se deposita a un lado de la vía o en algún botadero.



# Limpieza



**4** Si se presentan daños menores, se efectúa la reparación del badén.

# de Badén

**5** La plataforma del badén debe quedar totalmente libre de desperdicios.



**6** Se restablece el tránsito de la vía.



### 3.10 LIMPIEZA DE PUENTES Y PONTONES

Consiste en el mantenimiento de los puentes y pontones y su reparación cuando se observa que están deteriorados. Además del puente o pontón, es necesario hacer limpieza del cauce de la quebrada cuando su nivel está muy alto. Se recomienda una altura mínima de 3m entre el entablado y el río.

<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	:	Unidad
<b>GRUPO DE TRABAJO RECOMENDADO</b>	:	4 trabajadores
<b>RENDIMIENTO / GRUPO</b>	:	1.5 unidades/día
<b>HERRAMIENTAS</b>	:	Pala Pico Martillo Sierra
<b>MATERIALES</b>	:	Tablones Rollizos Clavos Pernos
<b>PROCEDIMIENTO</b>	:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se coloca las señales o elementos de seguridad si es necesario restringir el paso de los vehículos por el puente o pontón.</li> <li>2. Se elimina el material depositado sobre el tablero y apoyos del puente o pontón.</li> <li>3. Se observa el estado del entablado, de los amarres y pernos.</li> <li>4. Se reparan los elementos que se encuentran en mal estado: tableros, rollizos, pernos y/o clavos, muros, etc.</li> <li>5. Se limpia la quebrada de elementos que dificulten el paso del agua.</li> <li>6. Se retiran las señales de seguridad.</li> </ol>
<b>INDICADOR DE COMPROBACIÓN</b>	:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los puentes y pontones están limpios.</li> <li>2. Los puentes y pontones están en buen estado de conservación.</li> <li>3. Los cauces se encuentran libres, sin obstrucción.</li> </ol>
<b>FRECUENCIA</b>	:	Esta actividad se efectúa anualmente.

# Reparación y Limpieza de Pontones

**1** Se coloca señales de seguridad.

**2** Se elimina todo material extraño depositado sobre el pontón.

**3** Se produce a revisar el estado de los troncos rollizos y entablado

**4** Se remueve aquellos elementos que se encuentren en mal estado, reemplazándolos por otros

**5** Se reemplazan anclajes, pernos, clavos y otros elementos de sujeción

**6** Finalmente se procede a limpiar el cauce de agua debajo del pontón




### 3.11 MANTENIMIENTO DE MUROS SECOS

Consiste en arreglar los muros de piedra donde las piedras estén movidas por el peso de los vehículos y/o por el empuje del terreno, con el objetivo de mantener la estabilidad de la plataforma


<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	:	m <sup>3</sup>
<b>GRUPO DE TRABAJO RECOMENDADO</b>	:	5 trabajadores
<b>RENDIMIENTO / GRUPO</b>	:	6 m <sup>3</sup> /día
<b>HERRAMIENTAS</b>	:	Carretilla Pico Barreta Comba Cinzel
<b>MATERIALES</b>	:	Piedras obtenidas de la cantera.
<b>PROCEDIMIENTO</b>	:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Se preparan, cargan y transportan los materiales apropiados de cantera.</li><li>2. Se coloca las señales y elementos de seguridad.</li><li>3. Se demuelen o desatan las zonas dañadas del muro.</li><li>4. Para que el muro tenga una base firme y plana, se empieza colocando las piedras más grandes y planas.</li><li>5. Se traban las piedras, reduciendo el ancho del muro con la altura.</li><li>6. Se rellena con material de afirmado el espaldón del muro.</li><li>7. Se retira las señales de seguridad.</li></ol>
<b>INDICADOR DE COMPROBACIÓN</b>	:	Los muros están en buen estado y ofrecen suficiente estabilidad a los taludes y/o plataforma de la carretera.
<b>FRECUENCIA</b>	:	Esta actividad se efectúa anualmente.

# Reparación de Muros Secos


**1** Se extrae y se prepara las piedras para su colocación.




**2** Se procede a remover del muro las piedras en mal estado o que han sufrido desmoronamiento



**3** Se colocan las piedras, previamente trabajadas cuyas aristas muestran una superficie regular.



**4** Si es necesario se puede agregar algo de mortero para lograr mayor cohesión.



### 3.12 ENCAUSAMIENTO DE PEQUEÑOS CURSOS DE AGUA

Consiste en desviar los pequeños cursos de agua hacia las estructuras de drenaje, sean estas cunetas, zanjas de coronación, alcantarillas, badenes, etc., conservando la pendiente y sección de la quebrada de tal forma que las aguas desfoguen por éstas.

<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	: m
<b>GRUPO DE TRABAJO RECOMENDADO</b>	: 3 trabajadores
<b>RENDIMIENTO / GRUPO</b>	: 60 m/día
<b>HERRAMIENTAS</b>	: Pico Lampa Carretilla
<b>MATERIALES</b>	: -
<b>PROCEDIMIENTO</b>	: 1. Se coloca las señales de seguridad. 2. Se excava una zanja adecuada al tamaño del encausamiento. 3. Se reviste y tapa la zanja con piedras, y se le cubre con material clasificado de la superficie de rodadura. 4. Se coloca el material excavado en una carretilla para su eliminación. 5. Se elimina el material excavado en un lugar apropiado o botadero. 6. Se retiran las señales de seguridad
<b>INDICADOR DE COMPROBACIÓN</b>	: La superficie de rodadura está totalmente libre de aniegos y cauces de agua de regadío.
<b>FRECUENCIA</b>	: Esta actividad debe efectuarse anualmente previamente al periodo agrícola de siembra, para evitar que los usuarios afecten la vía.

**1**

Si se detecta que en la zona existe la posibilidad de producirse un aniego, se procede a construir una zanja para evacuar el agua.



**2**

Dicha zanja es revestida con piedra



**3**

Una vez revestida, incluyendo la tapa del techo es recubierta con material clasificado.



**4**

Finalmente, el material clasificado es compactado en forma manual.



## Encausamiento de Pequeños Cursos de Agua



### 3.13 MANTENIMIENTO DE SEÑALES

Consiste en mantener en buen estado todas las señales preventivas, informativas e hitos kilométricos a lo largo del camino.

<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	:	Unidad
<b>GRUPO DE TRABAJO RECOMENDADO</b>	:	2 trabajadores
<b>RENDIMIENTO / GRUPO</b>	:	10 unidades/día
<b>HERRAMIENTAS</b>	:	Escobilla Brocha Cinta métrica
<b>MATERIALES</b>	:	Pintura Lijas de metal
<b>PROCEDIMIENTO</b>	:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Se verifica rutinariamente el buen estado de todas las señales e hitos kilométricos efectuando la limpieza de los mismos.</li><li>2. De comprobar el deterioro, se procede a la recuperación y pintado del mismo.</li></ol>
<b>INDICADOR DE COMPROBACIÓN</b>	:	La señalización del camino está limpia y en buen estado de conservación.
<b>FRECUENCIA</b>	:	La limpieza de señales se efectúa con una frecuencia anual.



## Conservación



**2**

Limpieza de una señal preventiva.

Limpieza de un letrero informativo.

**1**

## de Señales



**3**

Cuando la señal se encuentre muy deteriorada, es mejor darle un retoque con pintura.

**4**

Repintado de un hito kilométrico.

### 3.14 VIGILANCIA Y CONTROL

Revisar permanentemente los hechos que puedan suceder y dañar la carretera, como son derrumbes, aniegos, invasiones de obras no autorizadas, desbordes de canales, incendios y otros daños graves.

<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	:	m
<b>GRUPO DE TRABAJO RECOMENDADO</b>	:	1 trabajador
<b>RENDIMIENTO / GRUPO</b>	:	2,000 m/día
<b>HERRAMIENTAS</b>	:	Machete Hacha Sierra
<b>MATERIALES</b>	:	Bicicleta Registro de control
<b>PROCEDIMIENTO</b>	:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se revisa y/o vigila la carretera todos los días, a cualquier hora, especialmente los días feriados, domingos o días de fiesta del pueblo.</li> <li>2. Se vigila las posibles construcciones clandestinas que pudieran realizar los habitantes del lugar, así como los desechos que pudieran arrojar al camino.</li> <li>3. Se vigila la existencia de derrumbes, desbordes de canales o cualquier otra ocurrencia que esté afectando el tránsito normal del camino.</li> <li>4. Se registra, en el registro de control, la ocurrencia de los hechos y se informa al supervisor.</li> <li>5. Se notifica a las personas por escrito, con copia al municipio, del daño que se está ocasionando en la carretera.</li> </ol>
<b>INDICADOR DE COMPROBACIÓN</b>	:	Estos hechos son anotados e informados al supervisor.
<b>FRECUENCIA</b>	:	Esta actividad se efectúa en forma permanente.

## 11

Por lo menos unos de los trabajadores de mantenimiento vial debe efectuar el recorrido total del tramo diariamente.

# Vigilancia

## 12

Debe instruir a la población y usuarios sobre el cuidado del camino, así como recabar información del mismo sobre posibles derrumbes, inundaciones y otras ocurrencias que puedan suceder.



# y Control



## 13

En caso de detectarse algún desastre natural, el trabajo de todos los socios debe orientarse a atender la emergencia.



## 3.15 OTRAS ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO

### *Actividades de cuidado y protección del medio ambiente*

Estas actividades, aunque no están comprendidas dentro de lo que rutinariamente debe ejecutar la empresa, son necesarias tomar en consideración; principalmente la forestación de taludes y laderas que ayudarán a mantener la estabilidad de estas últimas y reducir la **escorrentía** del agua superficial.

En forma coordinada con las autoridades locales, se puede programar anualmente trabajos de forestación en zonas críticas, así como el cuidado de las zonas que ya se encuentran vegetadas.

### *Atención de emergencias*

Siendo que las emergencias son eventos de naturaleza imprevista, la atención de estos trabajos no forma parte del cronograma que anualmente debe atender la empresa. Se debe actuar en forma coordinada con las autoridades, dando aviso de lo ocurrido y apoyando con el personal dentro de su disponibilidad. Sin embargo, en sitios donde los derrumbes u otras “emergencias” son comunes, se podría considerarlo como una actividad adicional en el contrato con la microempresa.

## 4. PLANIFICACIÓN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

En este capítulo se explica como estimar la cantidad de trabajo requerido y su costo, las formas de organizar el trabajo, el desarrollo del programa de actividades y la supervisión por la entidad contratante del trabajo realizado.

### 4.1 RENDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO

Para establecer el programa de trabajo anual, se requiere conocer la frecuencia con que deben ser realizadas las diferentes actividades del mantenimiento rutinario.

El cuadro siguiente presenta un resumen del rendimiento de las actividades del mantenimiento rutinario. En base del inventario vial y los rendimientos señalados, se puede calcular la cantidad de jornales requeridos para cada actividad.

**Cuadro 4:** Rendimientos de las actividades de mantenimiento rutinario

Actividad	Unidad	Grupo de trabajo	Rendimiento por grupo por día
Limpieza de plataforma	km	6	12 km
Roce y limpieza de maleza	m <sup>2</sup>	4	200 m <sup>2</sup>
Bacheo de calzada o berma	m <sup>2</sup>	4	40 m <sup>2</sup>
Peinado de taludes	m <sup>3</sup>	4	10 m <sup>3</sup>
Limpieza de cunetas laterales	m	4	600 m
Limpieza de cunetas de coronación	m	4	600 m
Limpieza de alcantarillas	unidad	3	2 unidades
Limpieza de badenes	m <sup>2</sup>	4	40 m <sup>2</sup>
Limpieza de puentes y pontones	unidad	4	1.5 unidades
Mantenimiento de muros secos	m <sup>3</sup>	5	6 m <sup>3</sup>
Encausamiento de pequeños cursos de agua	m	3	60 m
Mantenimiento de señales	unidad	2	10 unidades
Vigilancia y control	m	1	2,000 m

#### **Presupuesto de mantenimiento**

El costo del mantenimiento se calcula en base al trabajo requerido para mantener el camino durante el periodo de un año. Tomando como base el formato que se presenta en el **Anexo 2**, se procede de la siguiente manera:

- Se procesa el inventario vial y se calcula, aproximadamente, la cantidad de trabajo que debe ejecutarse por partida, considerando el estado de la vía, las obras de arte y drenaje existentes, las condiciones de clima, la frecuencia con que se deben ejecutar anualmente estas actividades y el tráfico en la zona.
- Siendo que existen partidas donde no es posible conocer con precisión la cantidad de trabajo que se tendrá durante el año, se debe hacer un estimado tomando como referencia los trabajos en tramos aledaños o los realizados en años anteriores.



- Luego se calcula los costos o precios unitarios, considerando los rendimientos por partida, los salarios de los trabajadores y un monto adicional para el desgaste de las herramientas (como porcentaje de la mano de obra). En caso de no contar con dicha información se puede tomar como referencia los rendimientos presentados en el presente manual.
- Luego se calculan costos parciales por partida, que resultan de multiplicar los precios unitarios por la cantidad de trabajo requerida.
- A partir del subtotal de los costos parciales (costo directo), se le agregan los gastos generales, tanto aquellos que dependen del tiempo, como los que no dependen del tiempo (gastos indirectos).
- Finalmente, se calculan los impuestos que, de acuerdo a la ley, son requeridos, obteniendo el monto total de la suma del costo directo, más gastos indirectos, más impuestos. El monto total corresponderá al costo del mantenimiento rutinario en un periodo de un año.

Es necesario considerar que el volumen de trabajos cada año se incrementa, en especial el bacheo, debido al crecimiento normal del tráfico y el desgaste del camino. Por lo tanto, se requiere reajustar anualmente los volúmenes de trabajo y los rendimientos para obtener un presupuesto acorde con la demanda de atención del camino.

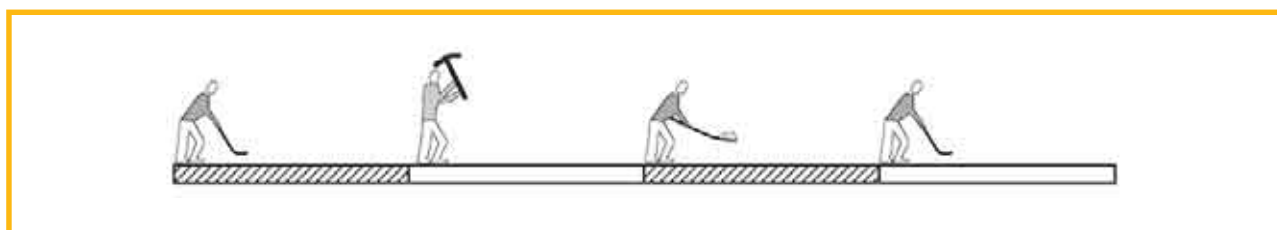
## 4.2 ORGANIZACIÓN Y PROGRAMA DE TRABAJO

Existen varias formas de organizar el trabajo. A continuación se presenta las tres formas más comunes, además de la elaboración del programa de trabajo.

### ***División del trabajo por tareas***

En este caso, se asigna a cada uno de los trabajadores una cantidad específica de trabajo, que de acuerdo a los rendimientos promedio debería corresponder a una jornada de trabajo completa. La ventaja de este método, es que ordena el trabajo y facilita el control del avance. La desventaja es que se requiere experiencia en cuanto a los rendimientos de acuerdo a la actividad, al tipo de material y a la habilidad de los trabajadores.

**Figura 14:** *División del trabajo por tareas*

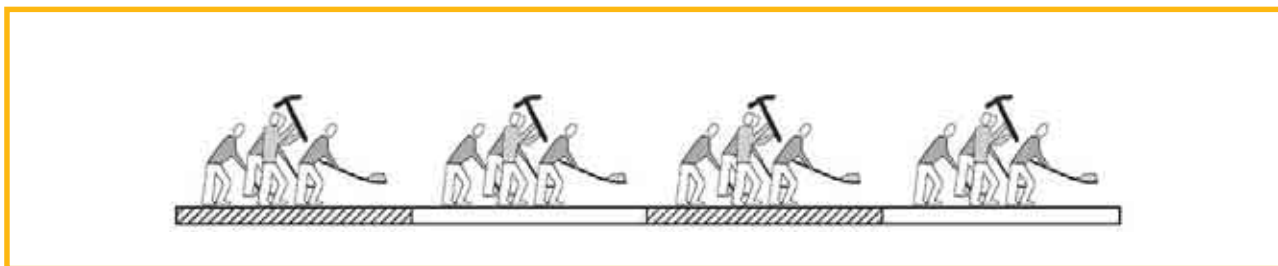


### ***División del trabajo por una cuadrilla o grupo***

El trabajo se concentrará en un solo lugar donde todos los trabajadores disponibles ejecutan la actividad. La ventaja es que el control y dirección técnica es mucho más simple al estar ubicados los trabajadores en un mismo lugar. La desventaja es que usualmente se requiere atender el mantenimiento en varios frentes en forma simultánea.

**Figura 15:** *División del trabajo en una sola cuadrilla***División del trabajo por varias cuadrillas o grupos**

En este caso, los trabajadores se dividen en grupos más pequeños de 4 a 5 y efectúan los trabajos en una determinada sección de la carretera. La ventaja es que se pueden atender varias secciones y varias actividades al mismo tiempo. La desventaja es que las obras ubicadas en zonas distantes requerirán el desplazamiento de los trabajadores, con la consiguiente pérdida de tiempo en el desplazamiento.

**Figura 16:** *División del trabajo por cuadrillas o grupos***Programa de actividades**

Las actividades son programadas básicamente de acuerdo a las condiciones climáticas, en especial en zonas lluviosas donde el sistema de drenaje debe estar operativo antes del inicio de las lluvias y durante el tiempo que éstas duren. Asimismo, existen épocas del año donde se tiene una mayor concentración de tráfico, como es el caso de cosechas o algún evento que se realice en la región.

De acuerdo a las condiciones locales, se debe establecer un cronograma de actividades que asegure el buen estado de la vía durante todo el año y que, además, permita el uso racional de los recursos de la empresa.

A continuación se aprecia un ejemplo comparativo de cronogramas de trabajo desarrollados para diferentes regiones. En el **Anexo 3** se presenta un formato para la elaboración del cronograma de actividades.

El programa o cronograma de actividades, permite ordenar los trabajos a lo largo del año, atendiendo en forma ordenada las demandas del camino, y distribuyendo la carga de trabajo de acuerdo con la estación del año y la condición de la vía.

El programa permite a los trabajadores analizar si están cumpliendo adecuadamente con las metas planteadas o requieren reorganizar su trabajo. El programa también facilita la labor de acompañamiento que pueda efectuar la entidad contratante, al visualizar, fácilmente, el grado de cumplimiento de la empresa.

Cuadro 5: Ejemplo de cronograma de actividades para diferentes regiones

ACTIVIDAD	REGION	MES														
		enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre			
1. Limpieza de plataforma	costa															
	sierra															
	selva															
2. Roce y limpieza de maleza	costa															
	sierra															
	selva															
3. Bacheo de calzada y berma	costa															
	sierra															
	selva															
4. Peinado de taludes	costa															
	sierra															
	selva															
5. Limpieza de cunetas laterales	costa															
	sierra															
	selva															
6. Limpieza de cunetas de coronación	costa															
	sierra															
	selva															
7. Limpieza de alcantarillas	costa															
	sierra															
	selva															
8. Limpieza de badenes	costa															
	sierra															
	selva															

ACTIVIDAD	REGION	MES															
		enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre				
9. Limpieza de puentes y pontones	costa																
	sierra																
	selva																
10. Mantenimiento de muros secos	costa																
	sierra																
	selva																
11. Encausamiento de pequeños cauces de agua	costa																
	sierra																
	selva																
12. Mantenimiento de señales	costa																
	sierra																
	selva																
13. Vigilancia y control	costa																
	sierra																
	selva																

### 4.3 ACOMPAÑAMIENTO Y SUPERVISIÓN

En la supervisión bajo la modalidad de cumplimiento de estándares o normas, solamente existe control sobre el resultado logrado. Por esta razón, es de suma importancia la definición de los indicadores de comprobación, y su explicación a los socios de la microempresa para que ellos puedan verificarlos ellos mismos. A continuación se presente un resumen de los indicadores de comprobación usados en este manual, los cuales pueden ser ajustados según el contexto local:

**Cuadro 6:** *Indicadores de comprobación*

<b>Actividad</b>	<b>Indicador de Comprobación</b>
Limpieza de plataforma.	Mantener la plataforma limpia, sin ningún tipo de obstáculo para el normal tránsito vehicular.
Roce y limpieza de maleza.	No deberá existir vegetación que impida la normal visibilidad, especialmente en zona críticas y curvas.
Bacheo de calzada y berma.	No deberán existir huecos, hundimientos o baches en la plataforma. No se deben formar charcos en épocas de lluvia.
Peinado de taludes.	La carretera y las cunetas se encuentran libres de rocas y piedras. No hay piedras o rocas inestables en los taludes.
Limpieza de cunetas laterales.	Las cunetas se encuentran limpias, conservando sus dimensiones originales de diseño, el agua no deberá represarse
Limpieza de cunetas de coronación.	Las zanjas de coronación se encuentran limpias, conservando sus dimensiones originales de diseño, el agua no deberá represarse.
Limpieza de alcantarillas.	Las alcantarillas se encuentran limpias, sin obstrucción alguna.
Limpieza de badenes.	Los badenes se encuentran libres de material depositado.
Limpieza de puentes y pontones.	Los pontones permanecerán limpios, en buen estado de conservación. Los cauces se encuentran sin obstrucción.
Mantenimiento de muros secos.	Los muros secos están en buen estado y garantizan la estabilidad de la plataforma y de los taludes.
Encausamiento de pequeños cursos de agua.	La superficie de rodadura libre de aniegos y cruces de agua de regadío.
Conservación de señales.	Las señales en los caminos se encuentran limpias y en buen estado de conservación.
Vigilancia y control.	Se da aviso oportuno al coordinador de los eventos por escrito.



# ANEXOS



## ANEXO 1: INVENTARIO VIAL

## 1. Datos Generales

Clasificador camino										
Kilometro inicio										
Kilometro final										
Comunidad / Caserío										
Distrito										
Provincia										
Departamento										
Fecha										
Pueblos dentro del tramo										
Fecha de puesta en servicio (rehabilitación)										
El camino recibe mantenimiento rutinario (si/no)										
Tráfico (vehículos por día)	Autos									
	Camionetas									
	Combis									
	Camiones ligeros									
	Camiones pesados									
	Volquetes									
	Otros									

## 2. Características de la vía

<b>PROGRESIVA (km)</b>																					
<b>Topografía (marcar con X)</b>																					
	Accidentada																				
	Ondulada																				
	Plana																				
<b>Pendientes (en porcentaje)</b>																					
	Máxima (subidas o bajadas)																				
	Mínima (zonas llanas)																				
<b>Canteras</b>																					
	Ubicación (progresiva)																				
<b>Tipo de materiales cantera (marcar con X)</b>																					
	Grava																				
	Arena																				
	Piedra																				
	Material para lastrado																				
<b>Fuente de agua</b>																					
	Ubicación (progresiva)																				
<b>Derrumbes</b>																					
	Ubicación (progresiva)																				
	Volumen (en metros cúbicos)																				

### 3. Pavimento

<b>PROGRESIVA (km)</b>														
<b>Ancho calzada (metros)</b>														
<b>Bombeo de recta (en porcentaje)</b>														
<b>Tipo de material de rodadura (marcar con X)</b>														
Afinado														
Roca														
Grava gruesa														
Grava fina														
Arena														
<b>Espesor lastrado (en centímetros)</b>														
<b>Plazoletas de paso (N° por Kilómetro)</b>														
<b>Defectos en la vía (% del total)</b>														
Baches														
Ahuellamientos														
Hundimientos														
Encalaminados														
<b>Señalización (marcar con X)</b>														
Hitos kilométricos														
Señales preventivas y/o informativas														



#### 4. Drenaje

PROGRESIVA (km)																				
Cunetas (marcar con X)	Tipo																			
	Colmatadas																			
	Medianamente colmatadas																			
Zanjas de coronación (marcar con X)	Limpias																			
	Colmatadas																			
	Medianamente colmatadas																			
Alcantarillas (marcar con X)	Limpias																			
	Tipo																			
	Colmatadas																			
Medianamente colmatadas	Limpias																			
	Material																			

5. Obras de arte

PROGRESIVA (km)																				
<b>Puentes</b>																				
	Puente de fierro																			
	Puente de concreto																			
	Puente de madera																			
	Longitud (metros)																			
	Buen estado																			
	Regular																			
	Malo																			
<b>Pontones</b>																				
	Longitud (metros)																			
	Buen estado																			
	Regular																			
	Malo																			
<b>Badenes</b>																				
	Buen estado																			
	Regular																			
	Malo																			
<b>Muros de contención</b>																				
	Buen estado																			
	Regular																			
	Malo																			

## ANEXO 2: ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTO

<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>Nº</b>	<b>Partida</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo parcial</b>
<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>					
<b>Gastos indirectos</b>					
<b>Impuestos</b>					
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>					

**ANEXO 3: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

ACTIVIDAD	MES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

El presente documento ha sido impreso  
en los talleres gráficos



**Art Lautrec SRL**  
Av Paseo de la República 5137 Lima 34 - Perú  
Telefax (511) 445 0300  
E-mail: [artlautrec@infonegocio.net.pe](mailto:artlautrec@infonegocio.net.pe)