

NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



LIMITADO
E/CN.12/CCE/SG.3/23
TAO/LAT/96
Diciembre de 1968

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA
COMITE DE COOPERACION ECONOMICA
DEL ISTMO CENTROAMERICANO
SUBCOMITE CENTROAMERICANO DE
TRANSPORTES

MANTENIMIENTO Y RECONSTRUCCION DE CAMINOS

(Versión preliminar)

Informe elaborado para el Comité de Cooperación Económica del Istmo Centroamericano por el señor Edwin F. Clark, experto de la Oficina de Cooperación Técnica de las Naciones Unidas.

Este informe preliminar, que ha sido preparado para uso de los gobiernos y de los funcionarios y expertos de las Naciones Unidas y de los organismos especializados, no ha sido revisado por la Oficina de Cooperación Técnica de las Naciones Unidas, por lo que sus puntos de vista pueden no coincidir con los expresados por el autor.

INDICE

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| Presentación | 1 |
| Introducción | 2 |
| <u>Primera Parte</u> | |
| <u>CAMINOS CON CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION ELEMENTALES</u> | |
| <u>A. Mantenimiento y construcción de caminos de tierra</u> | |
| 1. Organización de campo | 7 |
| 2. Primera etapa: Mejoramiento de secciones | 8 |
| 3. Segunda etapa: Encauzamiento de corrientes de agua que atraviesan un camino | 9 |
| a) Vados | 9 |
| b) "Gaviones" | 10 |
| c) Alcantarillas y puentes de bajo costo | 10 |
| 4. Tercera etapa: Conformación de los caminos | 10 |
| a) Secciones normales | 10 |
| b) Trabajos con motoniveladoras | 10 |
| c) Dragas o rastras | 11 |
| d) Reglas elementales para el dragado | 13 |
| 5. Cuarta etapa: Mejoramiento del drenaje longitudinal | 14 |
| <u>B. Caminos de tierra con superficies estables</u> | |
| 1. Superficies de arena-arcilla | 15 |
| 2. Mejoramiento de los carriles de tránsito | 17 |
| a) Estabilización del polvo | 18 |
| b) Seguridad del tránsito | 19 |
| c) Mantenimiento y mejoramientos diversos | 19 |

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| 3. Problemas de las zonas laterales | 20 |
| a) Hombros (bermas o espaldones) | 20 |
| b) Cunetas | 20 |
| c) Accesos a propiedades particulares | 21 |
| d) Taludes | 21 |
| 4. Corrientes de agua que atraviesan el camino | 22 |
| 5. Distancias promedio para la colocación de alcantarillas | 22 |

Segunda Parte

CAMINOS DE ALTAS ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

A. Mantenimiento de pavimentos asfálticos

| | |
|---|----|
| 1. Organización del trabajo para el mantenimiento de caminos pavimentados de alta calidad | 23 |
| a) Subsección de 20 a 30 km | 23 |
| b) Sección de 200 a 300 km (con 10 subsecciones) | 24 |
| c) Zona de 1000 km de caminos de todo tipo (3 a 5 secciones) | 24 |
| 2. Desperfectos que presentan los pavimentos asfálticos y forma de repararlos | 26 |
| a) Desperfectos y fallas en las orillas del pavimento | 26 |
| b) Superficies resacas y desgastadas | 26 |
| c) Baches | 27 |
| d) Grietas de lagarto | 27 |
| e) Recubrimiento del asfalto reblandecido e inestable | 28 |
| f) Disgregación de la superficie | 28 |
| g) Deformación del pavimento | 29 |
| h) Grietas longitudinales y transversales | 29 |
| i) Corrugaciones | 30 |
| 3. Operaciones básicas | 30 |
| a) Bacheo | 31 |
| i) Tipos de bacheo | 33 |
| ii) Mezclas para bacheo | 36 |
| iii) Mezclas frías | 36 |
| iv) Mezclas calientes | 38 |

/b) Reparación

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| b) Reparación de las superficies | 40 |
| i) Tratamiento ligero de recompactación | 41 |
| ii) Refuerzo mediano o cubierta superficial | 42 |
| iii) Tratamiento de emparejamiento de la superficie para reparar pavimentos desgastados, con grietas muy profundas | 42 |
| c) Cierre y sellado de grietas | 43 |
| i) Relleno de grietas | 44 |
| ii) Capa de sello | 45 |
| d) Rehabilitación de la superficie | 48 |
| i) Repavimentación | 48 |
| ii) Tratamiento superficial de calentamiento | 49 |
| 4. Equipos de mantenimiento | 49 |
| a) Mezcladoras de material asfáltico para bacheo | 50 |
| b) Compactadoras vibratorias manuales | 50 |
| c) Rodillos vibratorios | 50 |
| d) Esparcidoras de asfalto | 51 |
| e) Esparcidoras de agregado | 51 |
| f) Remolques calentadores para bacheo | 51 |
| g) Pulimentadoras y repavimentadoras | 51 |
| h) Barras o tubos esparcidores de asfalto para remolques pequeños | 51 |
| i) Combinación de caldera y barril pequeños de uso manual | 52 |
| j) Raspador liviano para realizar bacheos manualmente | 52 |
| k) Rodillos pequeños calentadores de asfalto | 52 |
| l) Motoperforadoras portátiles | 52 |
| m) Rellenadores de grietas (squeeges) | 52 |
| 5. Mano de obra | 53 |
| 6. Especificaciones aconsejables para asfaltos líquidos | 53 |

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| B. <u>Mantenimiento de pavimentos de hormigón</u> | |
| 1. Generalidades | 61 |
| 2. Reparaciones | 61 |
| a) Grietas | 61 |
| b) Areas astilladas | 62 |
| c) Baches | 62 |

Anexo A

CONSTRUCCION DE CAMINOS POR ETAPAS

| | |
|-----------------------------|----|
| 1. Introducción | 69 |
| 2. Administración | 70 |
| 3. Organización | 71 |
| 4. Desarrollo de las etapas | 71 |
| a) Primera etapa | 72 |
| b) Segunda etapa | 73 |
| c) Tercera etapa | 73 |
| d) Cuarta etapa | 74 |
| e) Quinta etapa | 76 |
| 5. Políticas | 78 |

Anexo B

GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS

| | |
|--|----|
| 1. Definiciones generales | 83 |
| a) Clases de carreteras | 83 |
| b) Características de las carreteras | 84 |
| c) Partes de la carretera | 85 |
| d) Estructura del camino | 86 |
| 2. Operaciones, reparaciones, materiales y equipos | 87 |

INDICE DE FOTOGRAFIAS

| <u>Número</u> | | <u>Entre páginas</u> |
|---------------|---|--------------------------|
| 1 | Rastra o escobón de ramas | 8-9 |
| 2 | Camino seguro para velocidades de 100 km/hora. El mantenimiento se hace con rastras o escobones de rastras | 8-9 |
| 3 | Reparaciones mal hechas: no se ha nivelado el lecho original; no tiene cunetas, no se ha esparcido, nivelado ni compactado el material agregado; la superficie no tiene corona | 8-9 |
| 4 | Camino sin drenaje, lodoso, con piedras en la vía: la corona no tiene la elevación necesaria; las rocas salientes deberían haberse recubierto con una capa niveladora de arena, grava fina o material similar; en las zonas lluviosas las cunetas deben ser más amplias y profundas | 8-9 |
| 5 | Camino de una zona seca bien mantenido: se conserva liso agregando un poco de arcilla a la arena natural. En esta zona de escasas lluvias (menos de 25 cm por año) no se necesitan corona ni cunetas. El puente para un solo vehículo es peligroso pero el escaso tránsito no requiere uno más ancho | 8-9 |
| 6 | Vereda dragada: al hacer el relleno y la nivelación, la corona del camino debe quedar más elevada para asegurar un buen drenaje de la superficie. Si con ello no se resuelve el encharcamiento, puede requerirse drenar la subbase y, en casos extremos, retirar todo el material inestable para sustituirlo por otro más firme | 8-9 |
| 7 | Camino sin drenar: el terreno rocoso se utilizó apropiadamente pero hubiera sido preferible hacer más profundas las cunetas y haber recubierto los salientes rocosos con una capa de tierra | 8-9 |
| 8 | Camino de arcilla en una zona de escasas lluvias. Sección de un camino transitable en todas las estaciones del año por haberse mezclado el suelo con arcilla y hallarse en una zona poco lluviosa | 8-9 |
| 9 | Camino de tierra lodosa: estado en el que queda después de una lluvia ligera. Este camino se volverá intransitable en la época de lluvias intensas. | 8-9 |
| 10 | Erosión producida por corrientes de agua en zonas volcánicas. Los daños causados por las corrientes copiosas y frecuentes que atraviesan el camino sólo pueden evitarse y repararse construyendo alcantarillas o puentes de tamaño y resistencia adecuados | 8-9 |
| 11 | Vado sin pavimentar | 8-9 |

| <u>Número</u> | | <u>Entre páginas</u> |
|---------------|---|--------------------------|
| 12 | Vado construido con gaviones | 8-9 |
| 13 | El camino está destruyéndose por la falta de una alcanta <u>rilla</u> | 10-11 |
| 14 | Camino sin corona ni cunetas. La zona lodosa que existe durante la estación seca será mucho mayor durante la época de lluvias | 10-11 |
| 15 | Piedras para evitar deslaves. Para reparar los hombros del camino puede ser preferible una capa de grava | 10-11 |
| 16 | Puente construido con material obtenido en el lugar de la obra. Aunque no es muy resistente puede utilizarse para el tráfico liviano. Con asistencia técnica su construcción mejora notablemente | 10-11 |
| 17 | Sección de un camino nuevo y bien conformado inicialmente pero que requiere al uso de una niveladora o rastra para borrar las huellas del paso de los vehículos y prevenir la erosión | 10-11 |
| 18 | En este camino ocurrirán deslaves cuando se presenten las primeras lluvias intensas si no se previenen mediante las operaciones de mantenimiento adecuadas | 10-11 |
| 19 | Camino sin cunetas y con los hombros a mayor altura que la vía transitable. Se hallará en muy malas condiciones durante la estación de lluvias porque no podrá eliminarse el agua acumulada | 14-15 |
| 20 | Camino construido hace dos años y en malas condiciones por la falta de dragado | 14-15 |
| 21 | Acceso a una propiedad particular peligroso para el tránsito. Se observan las amplias tuberías colocadas para no interrumpir el desagüe de las cunetas. Los hombros angos <u>tos</u> pueden causar, en cambio, accidentes | 14-15 |
| 22 | Acceso bien construido a una propiedad particular | 14-15 |
| 23 | Cuneta revestida | 14-15 |
| 24 | Otro tipo de revestimiento para cuneta | 14-15 |
| 25 | Camino sin drenaje que resultará intransitable durante la estación de las lluvias | 16-17 |
| 26 | Camino que atraviesa un terreno bien drenado naturalmente | 16-17 |
| 27 | Camino que requiere una capa de arcilla para evitar que la superficie siga desintegrándose | 16-17 |
| 28 | Primera etapa en el mejoramiento de un camino con la super <u>ficie</u> desintegrada y llena de baches. El inconveniente se hubiera evitado si el camino se hubiese dragado con regula <u>ridad</u> | 16-17 |

| <u>Número</u> | | <u>Entre páginas</u> |
|---------------|---|--------------------------|
| 29 | Las patrullas para el mantenimiento de caminos deben disponer del equipo necesario para retirar árboles derribados y obstáculos del camino | 16-17 |
| 30 | Conformación con motoniveladora | 16-17 |
| 31 | Cuneta en malas condiciones | 20-21 |
| 32 | Limpieza de cunetas y hombros | 20-21 |
| 33 | Acceso a una propiedad particular en un camino con un talud pronunciado | 20-21 |
| 34 | Cuneta en pendiente con retentivos de piedra utilizados como amortiguadores de los torrentes | 20-21 |
| 35 | Cuneta revestida | 20-21 |
| 36 | Talud con terracería | 20-21 |
| 37 | La alcantarilla se encuentra en la depresión del camino | 22-23 |
| 38 | Lugar apropiado para la colocación de una alcantarilla | 22-23 |
| 39 | Camino con la superficie de rodamiento y las cunetas en buenas condiciones. Pueden apreciarse delante del auto móvil zonas de vegetación que deben limpiarse. La pequeña curva también podría eliminarse fácilmente | 22-23 |
| 40 | Camino de asfalto en buen estado | 22-23 |
| 41 | Falla en la orilla del camino | 22-23 |
| 42 | Superficie seca y desgastada | 22-23 |
| 43 | Baches en un pavimento asfáltico | 30-31 |
| 44 | Disgregación parcial del pavimento asfáltico | 30-31 |
| 45 | Disgregación total del pavimento | 30-31 |
| 46 | Se observa en esta superficie la deformación y las averías causadas por la falta o la deficiencia del drenaje, la mala conformación, etc. | 30-31 |
| 47 | Grietas longitudinales en un pavimento asfáltico | 30-31 |
| 48 | Aplanadora convencional | 30-31 |
| 49 | Rodillo calentador de asfalto | 44-45 |
| 50 | Apisonadora de mano | 44-45 |
| 51 | Bache preparado para un relleno final, después de haber sido limpiado y cortado | 44-45 |
| 52 | Esparcimiento del material premezclado en un tratamiento ligero de recompactación | 44-45 |

| <u>Número</u> | | <u>Entre páginas</u> |
|---------------|--|--------------------------|
| 53 | Rodillo de llantas | 44-45 |
| 54 | Rellenado de grietas | 44-45 |
| 55 | Operación de relleno | 50-51 |
| 56 | Acabado de relleno de grietas | 50-51 |
| 57 | Repavimentación con máquina esparcidora de mezcla | 50-51 |
| 58 | Obras de repavimentación | 50-51 |
| 59 | Obras de repavimentación | 50-51 |
| 60 | Mezcladora de material asfáltico para bacheo | 50-51 |
| 61 | Máquina que puede utilizarse para escarificar el pavimento y el material de bacheo con un aditamento | 58-59 |
| 62 | Esparcidora de agregado | 58-59 |
| 63 | Esparcidora de agregado | 58-59 |
| 64 | Raspador liviano | 58-59 |
| 65 | Camino de concreto bien conservado | 58-59 |
| 66 | Reparación de un pavimento de concreto | 58-59 |
| 67 | Concreto astillado | 60-61 |
| 68 | Concreto astillado | 60-61 |
| 69 | Grieta en el concreto | 60-61 |
| 70 | Grieta longitudinal | 60-61 |
| 71 | Pavimento de concreto destruido por hundimientos debidos a un mal drenaje y a fallas en el suelo | 60-61 |

INDICE DE GRAFICOS

| <u>Número</u> | | <u>Entre páginas</u> |
|---------------|--|--------------------------|
| 1 | Esquemas de drenaje de huecos llenos de lodo y agua | 8-9 |
| 2 | Vado pavimentado | 8-9 |
| 3 | Alcantarillas de troncos | 8-9 |
| 4 | Alcantarillas de albañilería (En las zonas volcánicas cruzadas por corrientes de agua las alcantarillas de albañilería son más duraderas que las de madera y no resultan muy costosas) | 8-9 |
| 5 | Alcantarillas de tubos de hierro corrugado | 10-11 |
| 6 | Puentes ligeros de madera | 10-11 |
| 7 | Partes, estructura y conformación de un camino | 10-11 |
| 8 | Secciones típicas de caminos según tipo de suelos y de grava | 10-11 |
| 9 | Secciones típicas y muros de retención para terrenos montañosos | 12-13 |
| 10 | Proceso de conformación de un camino | 12-13 |
| 11 | Rastra hecha de medios troncos | 12-13 |
| 12 | Draga de tablonés | 12-13 |
| 13 | Cepilladora de caminos | 12-13 |
| 14 | Afinadora de caminos | 12-13 |
| 15 | Esquema de draga | 12-13 |
| 16 | Operación de una draga | 12-13 |
| 17 | Sección de cuneta modelo | 20-21 |
| 18 | Revestimiento de cuneta | 20-21 |
| 19 | Entradas de cunetas | 20-21 |
| 20 | Esparciamiento de cajas de control de gradientes o vertederos | 20-21 |
| 21 | Protección de alcantarillas | 22-23 |
| 22 | Protección de las pendientes en alcantarillas | 22-23 |
| 23 | Proceso de relleno de baches | 22-23 |
| 24 | Esquema de bacheo | 22-23 |
| 25 | Rellenador de grietas | 52-53 |
| 26 | Unidad esparcidora de asfalto de tipo pesado | 52-53 |
| 27 | Tubos esparcidores | 52-53 |
| 28 | Motoperforadora portátil | 52-53 |
| 29 | Método de reparación de pavimentos de concreto | 62-63 |
| 30 | Relleno de baches con socavamiento de pavimento de concreto | 62-63 |
| 31 | Rasador o nivelador | 62-63 |
| 32 | Construcción de caminos por etapas | 62-63 |

PRESENTACION

El instructivo para el mantenimiento y reconstrucción de caminos que figura a continuación se ha elaborado en cumplimiento de la resolución 5 (SC.3) del Subcomité de Transportes del Istmo Centroamericano, organismo del Comité de Cooperación Económica. La resolución que se indica fue aprobada en la segunda reunión del Subcomité celebrada en Managua, Nicaragua, del 17 al 21 de junio de 1963.

El experto visitó los países centroamericanos para conocer los problemas principales del mantenimiento de los diversos tipos de vías de comunicación existentes y desea expresar su agradecimiento a todas las autoridades y organismos que le prestaron su colaboración, así como a la proporcionada por el Asphalt Institute, que autorizó la utilización de datos e informaciones de algunas de sus publicaciones y proporcionó gran parte de las ilustraciones que figuran en este manual.

INTRODUCCION

En el desarrollo económico de territorios nacionales o internacionales influyen decisivamente las posibilidades que existan de acceso a los mismos y los caminos de comunicación de que dispongan. Por ese motivo los países en proceso de desarrollo procuran construir sistemas adecuados de comunicación y conceden importancia fundamental al transporte por carretera, puesto que de ello puede depender en parte considerable el éxito o el fracaso del desarrollo económico mismo, como han afirmado repetidamente diversos especialistas en la materia.^{1/}

Los caminos de penetración, contruidos con especificaciones sencillas y casi totalmente a base de mano de obra, desempeñan un papel importante en el desarrollo de cualquier comunidad, desde la más aislada hasta la más integrada en un país, puesto que significan para todas ellas un mejoramiento de los niveles de vida en todos los aspectos.

Son muchos los países donde el turismo se ha convertido en una industria importante que contribuye, en alta proporción, al ingreso nacional, y ello ha sido posible gracias a la existencia de buenos sistemas de carreteras. Los ingresos que genera esta industria sin chimeneas se distribuyen, directa e indirectamente, entre gran parte de la población.

Las autopistas y las carreteras de alta velocidad, aunque muy importantes y espectaculares, sólo benefician en realidad a una pequeña parte de una zona cuando no se hallan engranadas con un sistema bien desarrollado de caminos nacionales, vecinales y de penetración.

Por otra parte, las grandes carreteras construidas a base de maquinaria muy moderna y de grandes erogaciones, postergan muchas veces trabajos de rutina menos espectaculares como son los de mantenimiento de carreteras, sin los cuales hasta los caminos mejores llegarían a desintegrarse en pocos

^{1/} "Como el acceso y la facilidad de comunicación son esenciales para mejorar la situación a que aspiran los países en proceso de desarrollo, el transporte es un factor clave para el éxito o el fracaso del esfuerzo de desarrollo que se realiza". (The Brookings Institution Economic Studies Division, Framework of the Transport Research Program, septiembre de 1962.)

años, originando la pérdida de grandes inversiones y la consiguiente descapitalización. A pesar de ello, pocas veces se presta la atención que requieren los medios y el financiamiento para la preservación de las grandes inversiones hechas en caminos. Con demasiada frecuencia se dejan crecer los baches pequeños hasta la desintegración del pavimento y los defectos del drenaje hasta que se deteriora la cimentación y no se impide que la erosión destruya pavimentos y estructuras.

El mantenimiento de caminos tiene por objeto conservar las vías en las mejores condiciones de servicio y hasta donde es posible con las características que tenían al quedar concluida su construcción. Para ello se necesitan cuidar en forma permanente la superficie, la base, la subbase, el drenaje y las obras accesorias en las cunetas y las zonas laterales del camino, para que nunca se produzcan averías y se mantenga la fluidez del tránsito.

No deben confundirse los trabajos de mantenimiento con los de construcción y reconstrucción que, por lo general, son susceptibles de financiamiento por instituciones de crédito internacionales que en ningún caso se aplica a los primeros.

El mantenimiento, especialmente referido a los caminos de tierra, que por su naturaleza y debilidad requieren mayor atención para proporcionar un rendimiento óptimo, incluye las siguientes operaciones:

- a) Construcción de cuantas estructuras de drenaje se precisen, por secciones de cuando mucho seis metros de longitud;
- b) Mantenimiento de las estructuras existentes (pintura de puentes, limpieza de alcantarillas, reposición del piso de madera de los puentes, etcétera);
- c) Ampliación de las alcantarillas cuando se considere necesario;
- d) Pavimentación de los vados para prolongar los períodos en que pueden transitarse algunos caminos;
- e) Acarreo de tierra y materiales para reforzar los lugares inestables o inconsistentes de la vía;
- f) Dragado regular y frecuente, de los cauces de algunas corrientes;
- g) Limpieza y mejoramiento de las cunetas;
- h) Corte o poda de la vegetación que crece a los lados del camino;

/i) Mejoramiento

- i) Mejoramiento y ensanchamiento de los hombros o espaldones;
- j) Ampliación de las curvas para mejorar el alineamiento y por consiguiente la seguridad del tránsito;
- k) Mejorar el piso por medio de niveladoras pesadas, que deben emplearse periódicamente;
- l) Instalación, pintura y reparación de las señales reglamentarias, informativas y preventivas;
- m) Instalación y mantenimiento de otros dispositivos de control del tránsito;
- n) Pintura y mantenimiento de marcas en el piso del camino; y
- o) Reparación de deslaves y derrumbes.

El mantenimiento de caminos no incluye las siguientes operaciones, que corresponden a la construcción o reconstrucción de los mismos:

- a) Revestimiento continuo de secciones de más de 100 metros de longitud, salvo tratamientos de recubrimiento ligero con asfalto, cloruros u otros materiales similares en secciones no mayores de dos kilómetros. Cuando se trate de secciones de mayor longitud, el trabajo debe hacerse por contrato, y recurriendo a fondos destinados a construcción;
- b) Construcción de puentes de más de seis metros de largo, que también deben construirse por contrato, y
- c) Obras de mayor importancia, que requieran el uso de mucha maquinaria y son de costo elevado.

Debe repetirse que el revestimiento y la reconstrucción de secciones muy largas no deben considerarse ni realizarse como una operación de mantenimiento porque además de significar un uso indebido de los fondos señalados para esa operación, impiden la formación o el desarrollo de pequeñas empresas constructoras que podrían ir adquiriendo experiencia en la construcción de caminos al participar en las licitaciones de este tipo de contratos, de importancia relativamente pequeña. Empezando con estos pequeños trabajos podrá conseguirse en Centroamérica la organización y el fortalecimiento de empresas constructoras nacionales o regionales.

Centroamérica contaba en 1965 con la extensión aproximada de caminos que figura a continuación, en la que no se incluyen caminos de poca

/importancia

importancia que no se han mejorado prácticamente ni reciben mantenimiento alguno pero permiten el tránsito en extensiones cortas durante la época seca del año:

| <u>Tipo de camino</u> | <u>Longitud (km)</u> |
|-----------------------|----------------------|
| Pavimentados | 5 144 |
| Revestido | 26 263 ^{a/} |
| Tierra | 24 328 ^{b/} |
| <u>Total</u> | <u>55 735</u> |

- a/ Incluye carreteras transitables en todo tiempo que no tienen pavimento pero cuya superficie de rodamiento ha sido mejorada con diversos materiales como arena, arena-arcilla, grava, etc.
- b/ Se trata de caminos muy simples, transitables solo en tiempo seco en general, que no tienen superficie de rodamiento mejorada y a veces sólo están conformados en el terreno natural.

Es decir, existen 4.7 kilómetros de caminos de tierra por cada kilómetro de camino pavimentado.

El mayor problema de la región consiste en lograr que los caminos de tierra, vecinales y de penetración, sean transitables el mayor tiempo posible y en mantener y mejorar al mismo tiempo las arterias que no son de gran extensión en kilometraje pero que tienen importancia fundamental para el tráfico pesado.

En todo el mundo existen caminos de todas clases, y muchos muy primitivos. Con frecuencia se trata de rastros trazados por el paso continuo, por un mismo lugar, de mercancías transportadas a hombros o en animales y vehículos diversos como carretas, carros, etc. Son caminos naturales de tierra sin drenajes de ninguna especie, sólo transitables parte del año, a los que casi nunca se les ha hecho el menor trabajo de mantenimiento y menos de mejoramiento.

Se explica en este capítulo la forma de mejorar los caminos más elementales por medio de un mantenimiento apropiado y de construcciones sencillas, que si se realizan por etapas, en pequeños sectores y en forma sistemática, permitirán ir obteniendo progresivamente vías de mejor calidad y obtener a la vez el mejor partido posible de los fondos disponibles para el mantenimiento.

/Se trata, en

Se trata, en definitiva, de lograr un mejoramiento gradual de los caminos más simples mediante la aplicación a los mismos de un mantenimiento apropiado. Se señalan a continuación las diversas clases de operaciones y los métodos de mantenimiento y de reparación de daños que requieren otras vías de comunicación más desarrolladas a las que se han aplicado recubrimientos de grava, arena, arcilla, etc, o pavimentos asfálticos y de concreto de cemento portland.

Para la mejor comprensión del trabajo que figura a continuación se han procurado ilustrar las explicaciones con fotografías y dibujos y se recomienda la lectura del glosario de términos técnicos que figura como anexo B en el que aparece el significado de los utilizados en el informe.

Primera Parte

CAMINOS CON CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION ELEMENTALES

A. Mantenimiento y construcción de caminos de tierra

1. Organización de campo

El mejoramiento y mantenimiento de los caminos simples y senderos puede lograrse celebrando acuerdos o contratos locales con los campesinos que viven cerca de ellos, instruyéndoles al respecto y supervisando su trabajo. Cuando las obras se planean para aprovechar la fuerza humana, animal y los equipos que se hallan disponibles durante los períodos de inactividad agrícola, los costos pueden ser muy reducidos.

En cada sección el capataz y el personal calificado deberán ser contratados con el carácter de personal permanente de planta.

Cada sector de mantenimiento puede comprender unos 500 kilómetros de caminos, divididos en veinte subsecciones de 25 kilómetros cada una.

Cada subsección (25 kilómetros) debe contar con:

- 2 peones camineros para vigilancia continua
- 2 yuntas de caballos, mulas o bueyes (o un tractor agrícola)
- 2 medios troncos o rastras de madera u otro tipo de implementos que sirvan para el mismo fin
- 2 rastras o escobones hechos de ramas de fibra dura y delgada
- 1 rastra agrícola
- 1 aparejo para retirar rocas y árboles caídos
- 3 palas de mano
- 2 zapas o barras de baldosas
- 2 hachas
- 2 machetes o cuchillos
- 2 baldes para agua
- 2 azadones para excavar
- 2 apisonadores pesados de mano
- 2 carretas o carros de volteo
- 2 sierras de mano

/2 apisonadores

2 apisonadores ligeros (4 kilogramos)

2 palancas o barras de hierro (1,5 m)

2 picos

2 zapicos (o zachos)

Por cada sección (500 kilómetros) se requieren además:

1 jeep para el servicio del capataz encargado del mantenimiento

1 motoniveladora con su operador

2 tractores medianos con carrete, y sus operadores

1 sierra mecánica

5 camiones de volteo, con sus respectivos choferes

1 camión tanque con chofer (véanse las fotografías 1 y 2)

2. Primera etapa: Mejoramiento de secciones

Un camino puede encontrarse en buenas condiciones en la mayor parte de su extensión pero con algunos lugares en mal estado que le hacen inutilizable. En las zonas áridas se trata de secciones de tierra o arena suelta, de zonas muy polvorientas, o de zonas de derrumbes; y en las zonas de lluvias abundantes, de baches llenos de agua y lodo, derrumbes, deslizamientos de tierra y árboles caídos. Lo urgente es reparar esos inconvenientes para que la vía quede transitable en toda su extensión el mayor tiempo posible.

a) En las partes donde hay arena suelta o polvo, de las zonas áridas, el inconveniente se repara agregándoles arcilla, grava o algún material similar, después de nivelar el lecho del camino. El material debe esparcirse en una capa uniforme sobre toda la zona de material suelto. Como el tránsito mezcla y compacta el material tendrán que ir haciéndose renivelaciones hasta que la superficie quede lisa. (Véanse las fotografías 3 y 4.)

b) Los lugares con agua y lodo deben drenarse, en cuanto se formen, por medio de canales angostos que atraviesen los hombros para desalojar el agua hacia las cunetas del camino; luego puede añadirse grava, arena, ceniza volcánica o cualquier material consistente para que la superficie quede sólida y transitable. (Véanse las fotografías 5, 6, 7, 8 y 9 y el gráfico 1.)

En casos extremos puede contribuir a preservar el camino del agua, temporalmente, la siembra de malezas, hierbas u otras plantas.

/En las zonas



1. Rastra o escobón de ramas / 2. Camino seguro para velocidades apreciables. El mantenimiento se hace con rastras o escobones de ramas / 3. Reparaciones mal hechas: no se ha nivelado el lecho original; no tiene cunetas, no se ha esparcido, nivelado ni compactado el material agregado; la superficie no tiene corona / 4. Camino sin drenaje, lodoso, con piedras en la vía: la corona no tiene la elevación necesaria; las rocas salientes deberían haberse recubierto con una capa niveladora de arena, grava fina o material similar; en las zonas lluviosas las cunetas deben ser más amplias y profundas / 5. Camino de una zona seca bien mantenido: se conserva liso agregando un poco de arcilla a la arena natural. En esta zona de escasas lluvias (menos de 25 cm por año) no se necesitan corona ni cunetas. El puente para un solo vehículo es peligroso pero el escaso tránsito no requiere uno más ancho / 6. Vereda primitiva: al hacer el relleno y la nivelación, la corona del camino debe quedar más elevada para asegurar un buen drenaje de la superficie. Si con ello no se resuelve el encharcamiento, puede requerirse drenar la subbase y, en casos extremos, retirar todo el material inestable para sustituirlo por otro más firme.



7. Camino sin drenar: el terreno rocoso se utilizó apropiadamente pero hubiera sido preferible hacer más profundas las cunetas y haber recubierto los salientes rocosos con una capa de tierra / 8. Camino de arcilla en una zona de escasas lluvias. Sección de un camino transitable en todas las estaciones del año por haberse mezclado el suelo con arcilla y hallarse en una zona poco lluviosa / 9. Camino de tierra lodosa: estado en el que queda después de una lluvia ligera. Este camino se volverá intransitable en la época de lluvias intensas / 10. Erosión producida por corrientes de agua en zonas volcánicas. Los daños causados por las corrientes copiosas y frecuentes que atraviesan el camino sólo pueden evitarse y repararse construyendo alcantarillas o puentes de tamaño y resistencia adecuados / 11. Vado sin pavimentar / 12. Vado construido con gaviones.

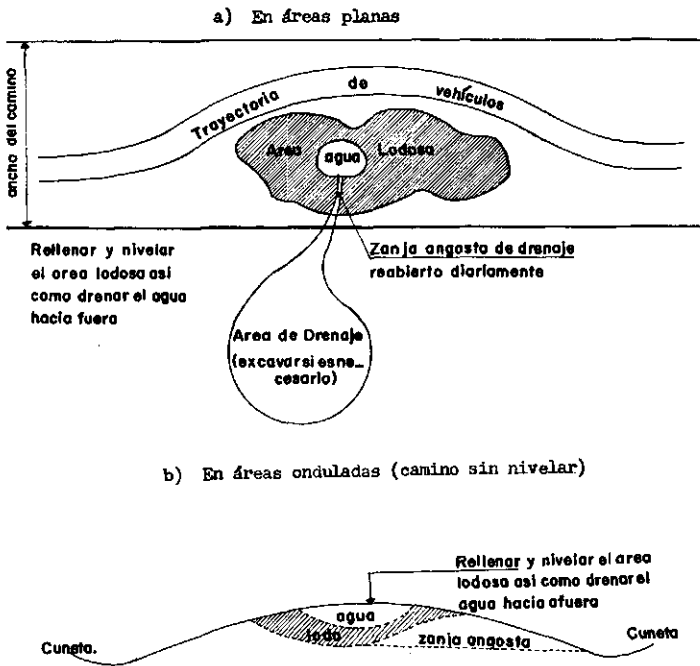
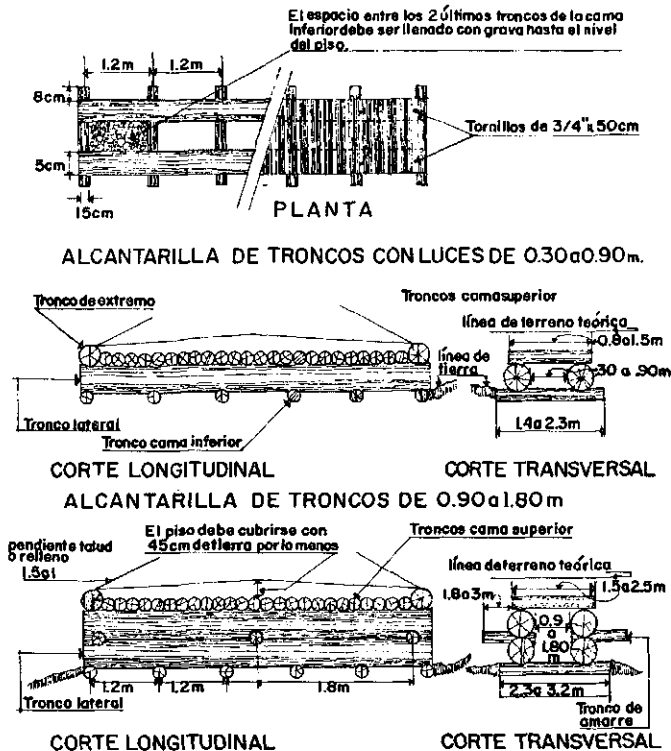


Gráfico 3

ALCANTARILLAS DE TRONCOS



- 1 Usar maderas locales resistentes a la humedad
- 2 Troncos cama superior: diámetro 15 a 20cm. Uno de cada cuatro atornillado a los laterales, con caras laterales planas, machimbreados en los extremos, apoyados en ranuras de 3cm en los laterales
- 3 Troncos cama inferior: de más de 15cm de diámetro, atornillados a los laterales
- 4 Troncos de amarre totalmente embudidos en ranuras en los laterales, deben extenderse de 1.80 a 3.00m en el relleno
- 5 Troncos laterales: de 0.30 a 0.45 cms de diámetro

Gráfico 2

VADO PAVIMENTADO

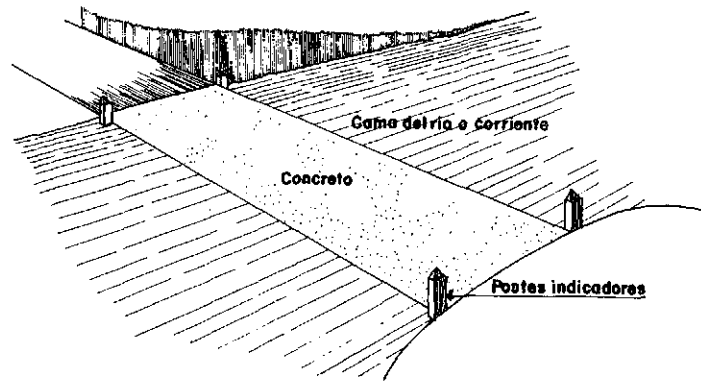
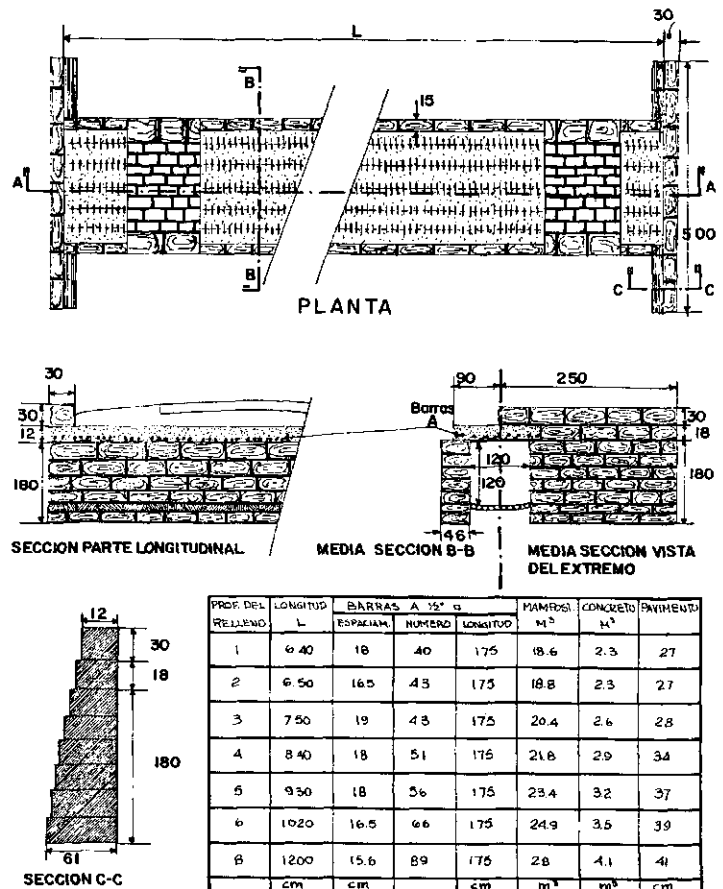


Gráfico 4

ALCANTARILLAS DE ALBAÑILERIA

(En las zonas volcánicas cruzadas por corrientes de agua las alcantarillas de albañilería son más duraderas que las de madera y no resultan muy costosas)



1. Esquemas de drenaje de huecos llenos de lodo y agua / 2. Vado pavimentado / 3. Alcantarillas de troncos / 4. Alcantarillas de albañilería (En las zonas volcánicas cruzadas por corrientes de agua las alcantarillas de albañilería son más duraderas que las de madera y no resultan muy costosas).

En las zonas montañosas se presentan problemas de drenaje muy parecidos a los de las zonas onduladas, pero sólo en las secciones en que cambia la pendiente. Los problemas de drenaje se resuelven del modo recomendado para dichas zonas. (Véase de nuevo el gráfico 1.)

c) Las lluvias fuertes o las corrientes de agua en zonas volcánicas pueden ocasionar derrumbes en el camino o en sus zonas laterales. (Véase la fotografía 10.)

Mejoramientos parciales y temporales se logran pavimentando vados o construyendo "gaviones" como se describe más adelante, en la segunda etapa. Las alcantarillas proporcionan protección mejor y más permanente contra las pequeñas corrientes que atraviesan la carretera.

Los deslizamientos de tierra y los derrumbes se evitan también en algunos casos construyendo zanjas de drenaje a lo largo de la parte alta de los taludes, que llevan el agua hacia alguna alcantarilla que la elimine del camino.

Para retener los derrumbes de las épocas de lluvias pueden clavarse, durante la estación seca, troncos o estacas en los lugares donde ocurren.

También pueden construirse con igual propósito muros de piedra o plantarse malezas o árboles en las pendientes. Estos métodos resultan efectivos en los terraplenes bajos y en los aluviones naturales por los que pasan muchos caminos primitivos.

3. Segunda etapa: Encauzamiento de corrientes de agua que atraviesan un camino

Durante las lluvias, las corrientes pueden llegar a constituir barreras para el tránsito por una carretera. En casi todas las estaciones del año pueden utilizarse diversos tipos de estructuras para evitar los problemas que causan estas corrientes de agua.

a) Vados

Los vados naturales pueden pavimentarse a base de mano de obra con piedras o cemento. (Véanse las fotografías 11 y 12 y el gráfico 2.)

/Para ello

Para ello se construye durante la estación seca una base firme que permitirá cruzar las corrientes durante las grandes lluvias. Deberá marcarse la localización del vado en ambas orillas con unos postes cuya altura sobrepase el nivel más elevado de las aguas e indique la profundidad de las mismas.

b) "Gaviones"

Cuando exista piedra disponible pueden mejorarse los vados construyendo "gaviones" que consisten en rellenos del lecho de la corriente con pedruscos grandes retenidos por redes de acero. Sobre ellos se van agregando capas sucesivas de piedras cada vez más pequeñas hasta llegar al tamaño de la grava utilizada en la superficie del camino. La vía puede elevarse aproximadamente un metro sobre el nivel que suele alcanzar el agua, que pasa entre las piedras; sólo en la época de las mayores crecientes o avenidas serán sobrepasados los gaviones. Los postes y señales deben colocarse como se explica en la sección de vados. (Véase de nuevo la fotografía 12.)

c) Alcantarillas y puentes de bajo costo

Se trata de obras más estables que los vados y que pueden construirse con materiales locales (troncos y albañilería o mampostería) o de cemento armado (concreto) o tubos de concreto de hierro galvanizado (véanse los gráficos 3, 4, 5 y 6, y las fotografías 13, 14 15 y 16).

4. Tercera etapa: Conformación de los caminos

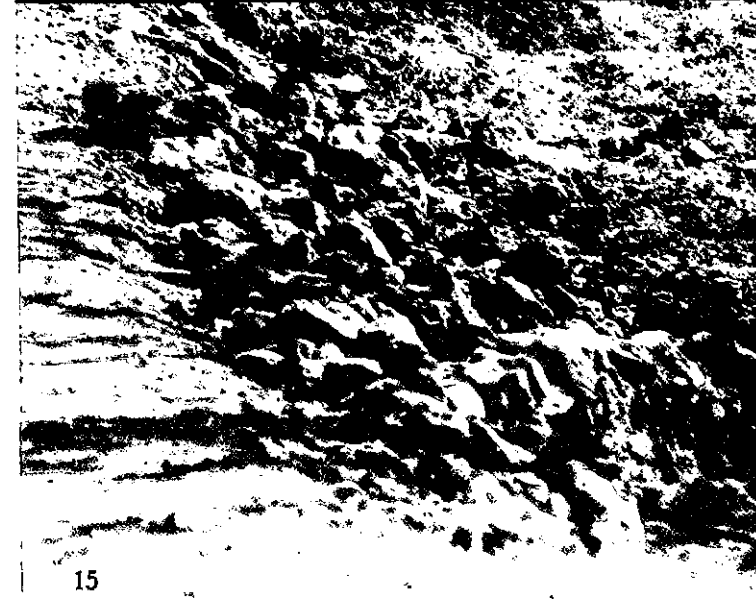
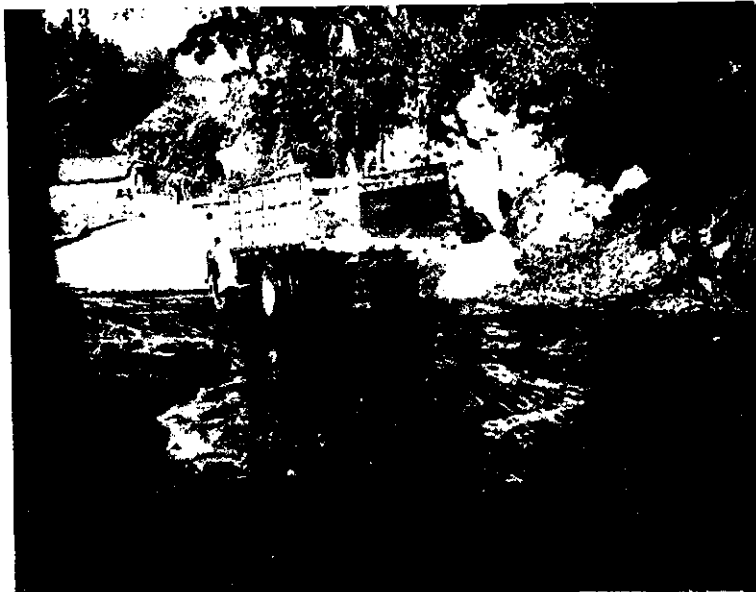
a) Secciones normales

La conformación de los caminos de tierra es un trabajo de construcción que debe hacerse de preferencia por contrato; la primera fase de la obra puede considerarse, sin embargo, una operación de mantenimiento por requerir y utilizar técnicas similares a las de la conservación de los mismos (véanse los gráficos 7, 8 y 9).

b) Trabajos con motoniveladoras

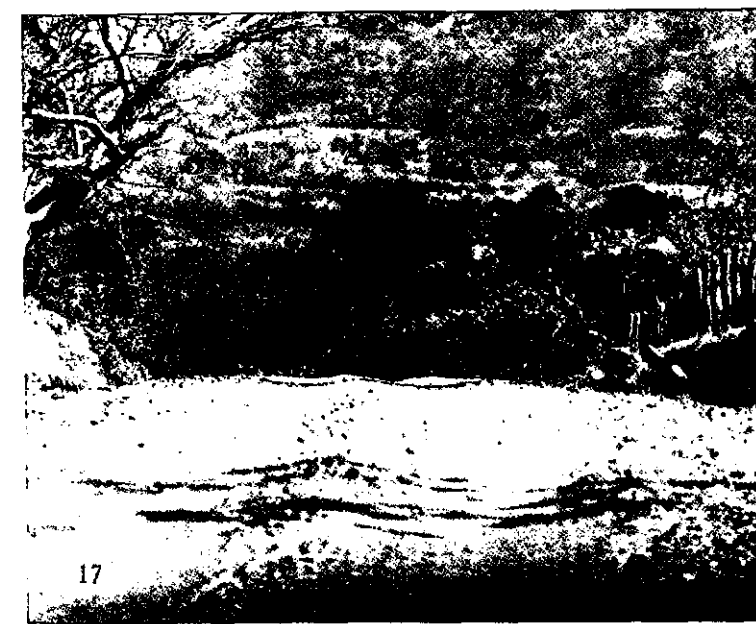
Si una empresa de mantenimiento dispone de la maquinaria necesaria, debe utilizar, por lo menos una vez al año, motoniveladoras para la conformación inicial de cualquier camino y para las reconstrucciones necesarias.

/Una vez



15

16



17

18

13. El camino está destruyéndose por la falta de una alcantarilla / 14. Camino sin corona ni cunetas. La zona lodosa que existe durante la estación seca será mucho mayor durante la época de lluvias / 15. Piedras para evitar deslaves. Para reparar los hombros del camino puede ser preferible una capa de grava / 16. Puente construido con material obtenido en el lugar de la obra. Aunque no es muy resistente puede utilizarse para el tráfico liviano. Con asistencia técnica su construcción mejora notablemente / 17. Sección de un camino nuevo y bien conformado inicialmente pero que requiere el uso de una niveladora o rastro para borrar las huellas del paso de los vehículos y prevenir la erosión / 18. En este camino ocurrirán deslaves cuando se presenten las primeras lluvias intensas si no se previenen mediante las operaciones de mantenimiento adecuadas.

ALCANTARILLAS DE TUBOS DE HIERRO CORRUGADO

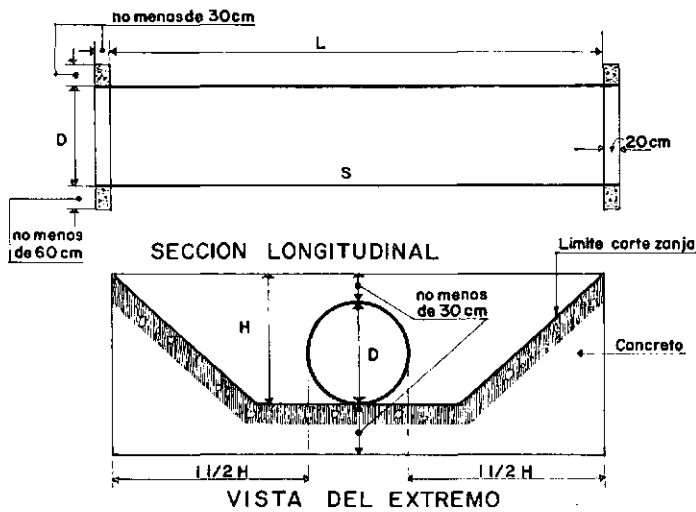


TABLA DE PROPIEDADES

| DIAMETRO D | PENDIENTE S | CAPACIDAD m ³ /seg | CONCRETO m ³ |
|------------|-------------|-------------------------------|-------------------------|
| 25 | 0.048 | 0.046 | 1.33 |
| 30 | 0.033 | 0.066 | 1.53 |
| 36 | 0.025 | 0.091 | 1.75 |
| 41 | 0.020 | 0.118 | 1.98 |
| 46 | 0.016 | 0.150 | 2.21 |
| 51 | 0.012 | 0.184 | 2.44 |
| 61 | 0.010 | 0.266 | 2.90 |
| 76 | 0.007 | 0.415 | 3.74 |
| 92 | 0.005 | 0.597 | 4.65 |

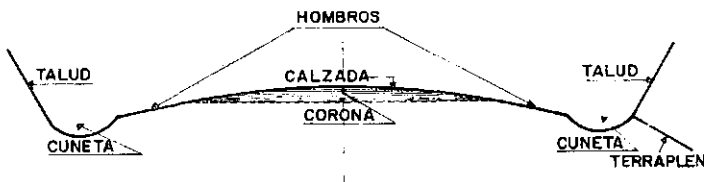
velocidad = 0.9 m/s "n" = 0.027

* En fórmula de Manning

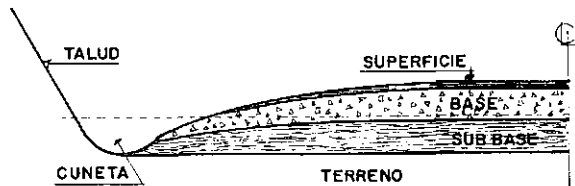
Gráfico 7

PARTES, ESTRUCTURA Y CONFORMACION DE UN CAMINO

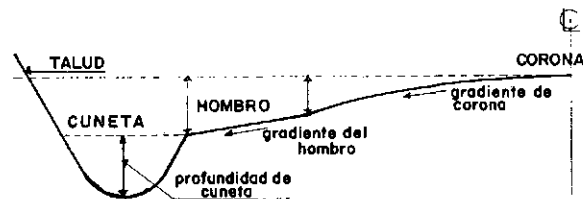
a) Partes de un camino



b) Estructura de un camino



c) Conformación de un camino



PUNTES LIGEROS DE MADERA

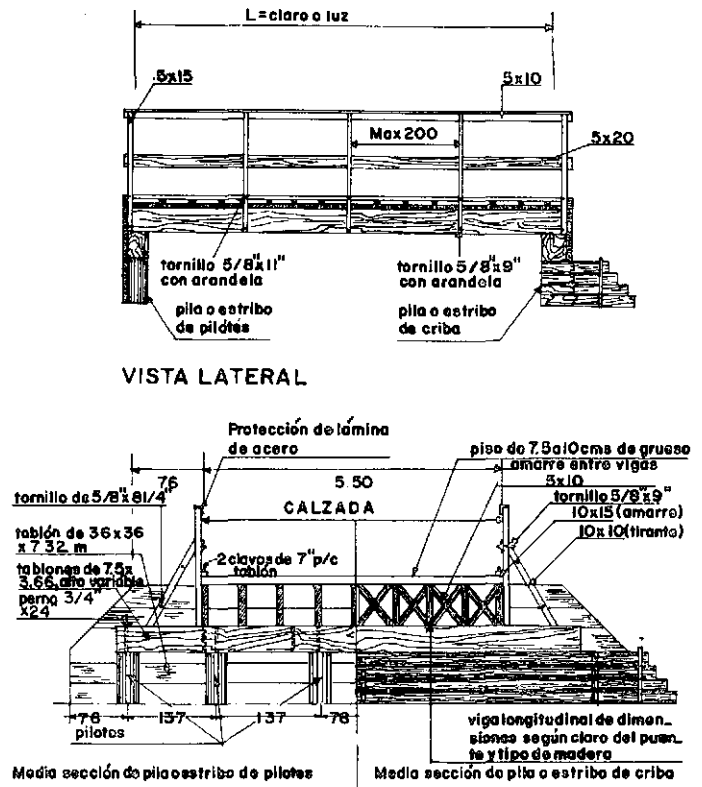
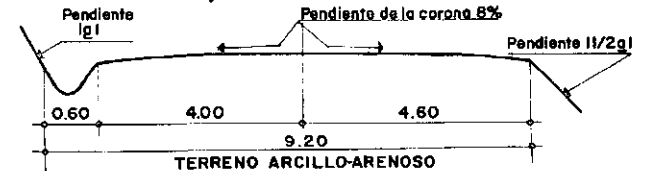
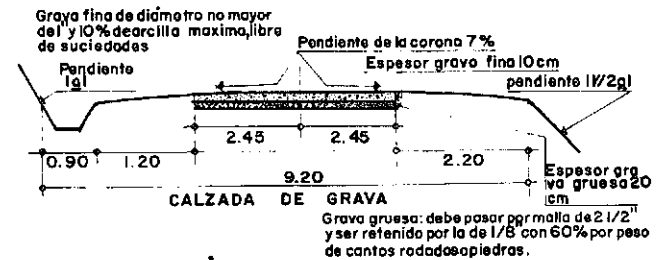
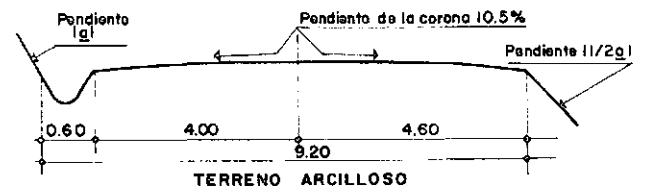
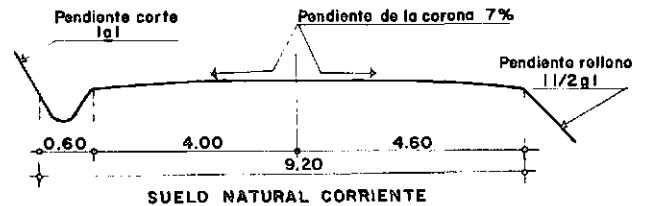


Gráfico 8

SECCIONES TÍPICAS DE CAMINOS SEGUN TIPO DE SUELOS Y DE GRAVA



Dimensiones en metros

Una vez conformados los caminos principales de un país, el 25 por ciento de las motoniveladoras que quedan disponibles puede destinarse a conformar los caminos más primitivos que no hubieren sido desarrollados, y el resto a mantener las rutas más importantes.

El trabajo de conformación se inicia haciendo pasadas repetidas de las motoniveladoras para dar forma a las cunetas, formando e ir acumulando depósitos de tierra suelta a ambos lados del camino. En el gráfico 26 se puede observar el método de la conformación.

Por lo general se requieren varias pasadas de la motoniveladora para completar la fase inicial, que comprende la conformación de las cunetas y la distribución de la tierra que se ha sacado de la cuneta y se ha depositado a los lados del camino. Una vez hechas las cunetas, la tierra amontonada a los lados es nivelada en una segunda fase y en una tercera se hacen las pasadas necesarias para que la sección quede conformada con la corona apropiada.

Cuando se dispone de un rodillo y el clima lo permite, la duración de la obra puede abreviarse utilizando el rodillo para la compactación, que nunca debe realizarse en época de lluvias. (Véase el gráfico 10.)

Cuando no se dispone de rodillo y la conformación del camino tiene que hacerse por medio del mismo tránsito, el trabajo se debe dividir en dos o más etapas colocando capas de 15 a 20 centímetros cada vez.

En cualquier caso, a la conformación hecha con la niveladora deben seguir las obras de dragado normales para evitar que se formen baches, ondulaciones y rugosidades. El método de dragado para un mantenimiento apropiado se describe en la sección siguiente. (Véanse las fotografías 16 y 17.)

c) Dragas o rastras

El aparato más sencillo para la construcción de caminos consiste en una draga o rastra que se fabrica con un tronco de árbol de 25 a 30 centímetros de diámetro, partido por la mitad. Las dos mitades se unen por medio de jabalones o tirantes como se puede ver en el gráfico 11, con la parte plana mirando hacia el frente de la draga o rastra. Las dos mitades se arrastran por medio de cadenas y de unos pernos largos. La cadena bien tirante se pasa por unos orificios que se hacen en el tronco de delante y se fijan con pernos

en el de detrás. La herramienta puede mejorarse reforzando la base del tronco con un fleje metálico que también se asegura con unos pernos. A la draga se le puede agregar una plataforma de tablonés para que el operador se suba en ella y controle mejor la parte cortante de la misma. También pueden construirse dragas similares con tablonés pesados. (Véase el gráfico número 12.)

Mucho más efectiva es una draga a la que se denomina cepilladora. (Véase el gráfico 13.) Cuando se emplea con regularidad, y en debida forma, el camino puede irse construyendo y mejorando gradualmente hasta obtener la sección transversal deseada, y mantenerse a la vez una superficie lisa. La aplanadora y la draga de caminos son, con la afinadora (véase el gráfico 14), herramientas excelentes para mantener lisas las superficies cuando las lluvias impiden la utilización de dragas pesadas.

Las dragas y las cepilladoras deben ser manejadas con cuidado, buen criterio y diligencia. Deben operarse de manera que formen ángulo con el borde del camino; cuando son de unos 2,5 metros de largo, la banda de cada draga debe ser de 1,5 m de ancho, aproximadamente. (Véanse los gráficos 15 y 16.)

Cuando llueve y se forma lodo, sólo debe utilizarse en el área de circulación una aplanadora ligera o una cepilladora (véase gráfico 14) para reacomodar el material desplazado y mantener la corona. El mismo procedimiento se sigue en tiempo seco para aplanar y compactar el polvo que se acumula en los baches causados por el tránsito.

Las dragas pesadas pueden utilizarse en todo tiempo cuando el material de la superficie del camino es firme y se halla libre de polvo.

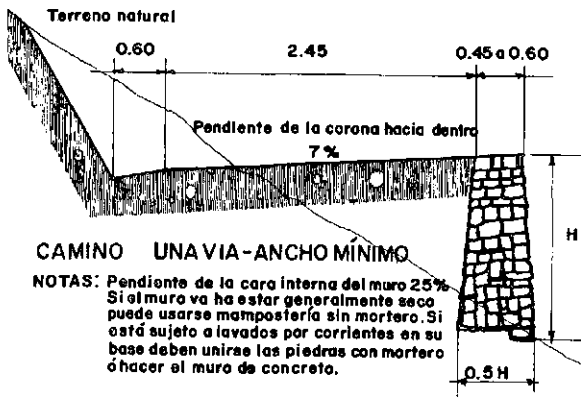
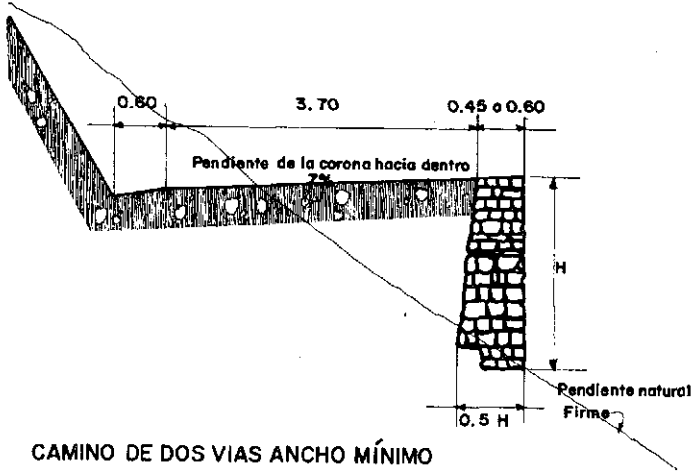
Los deslaves que se producen en la superficie deben repararse con grava, arena, piedras pequeñas, ceniza volcánica o algún material similar que no se desprenda fácilmente. También deberán rellenarse cuanto antes, en todo tiempo, los agujeros o baches que se formen. En ambos tipos de reparación se debe utilizar una cepilladora pesada para nivelar y asentar el material nuevo.

El dragado debe iniciarse desde las cunetas hacia el centro del camino. El ancho de cada pasada no debe abarcar más de 1,5 m, y después de cada una

/de ellas

Gráfico 9

SECCIONES TÍPICAS Y MUROS DE RETENCIÓN PARA TERRENOS MONTAÑOSOS



NOTAS: Pendiente de la cara interna del muro 25%. Si el muro va a estar generalmente seco puede usarse mampostería sin mortero. Si está sujeto a lavados por corrientes en su base deben unirse las piedras con mortero ó hacer el muro de concreto.

Gráfico 11

RASTRA HECHA DE MEDIOS TRONCOS

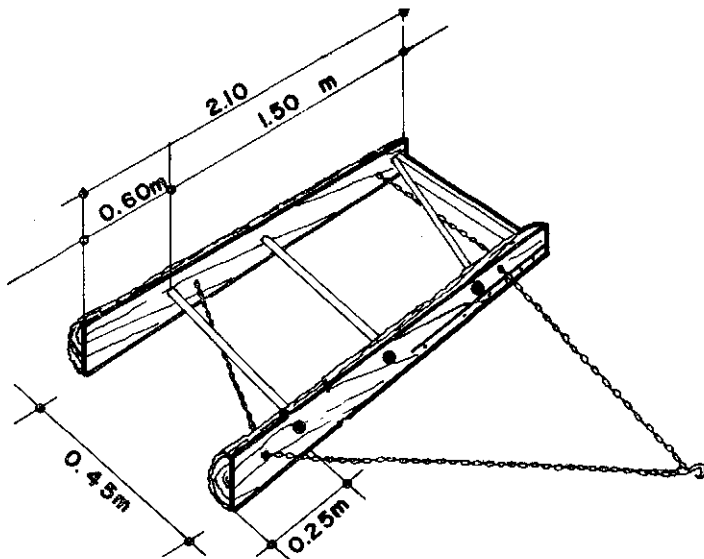


Gráfico 10

PROCESO DE CONFORMACION DE UN CAMINO

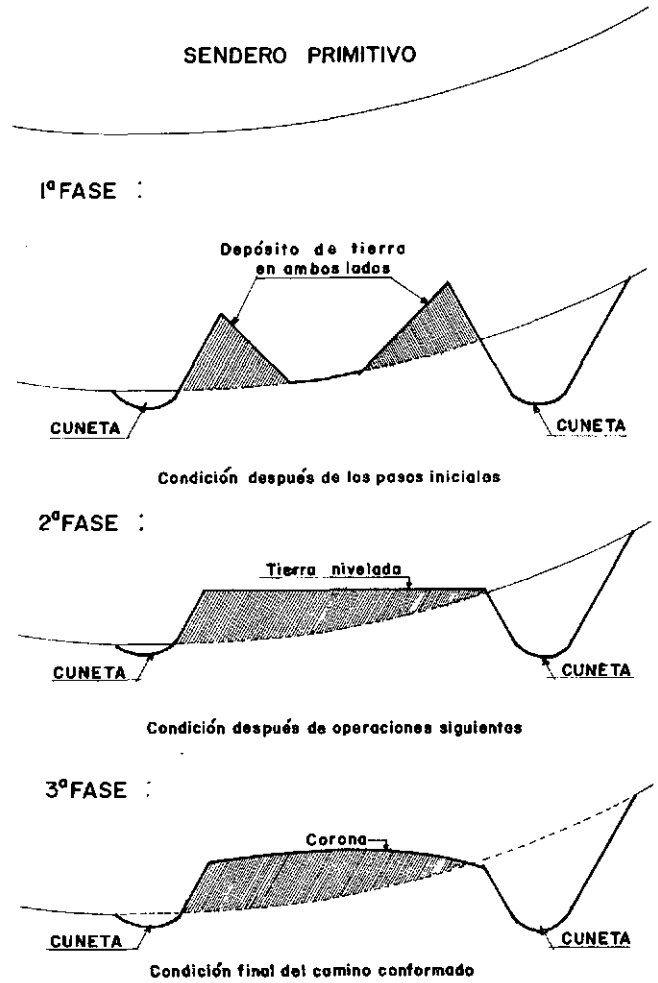


Gráfico 12

DRAGA DE TABLONES

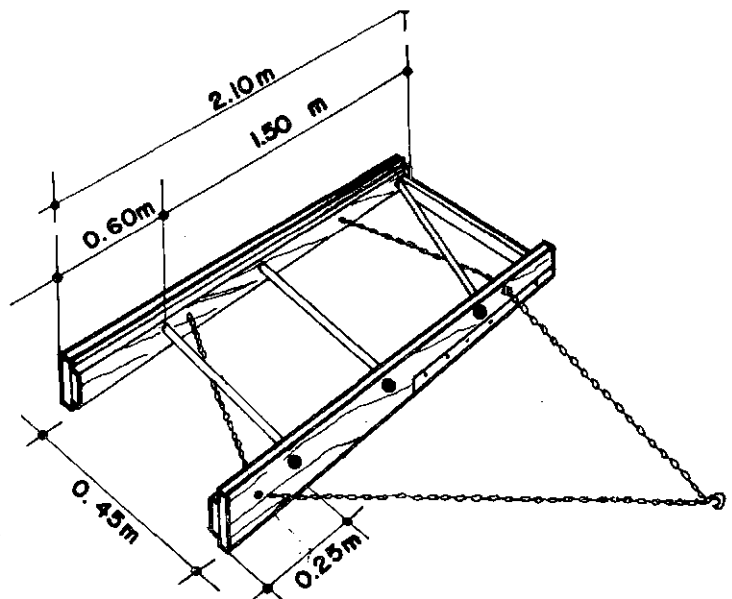


Gráfico 13
 CEPILLADORA DE CAMINOS

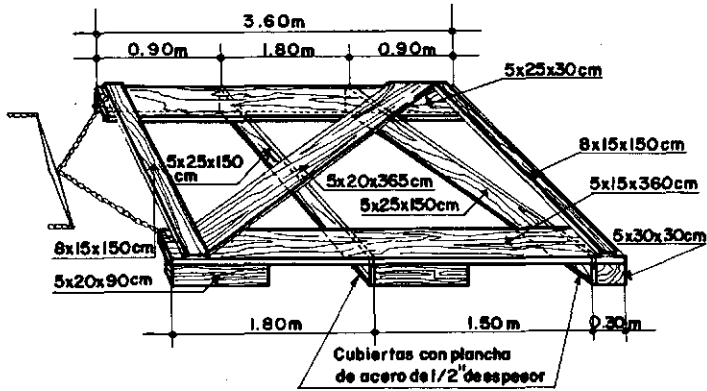


Gráfico 14
 AFINADORA DE CAMINOS

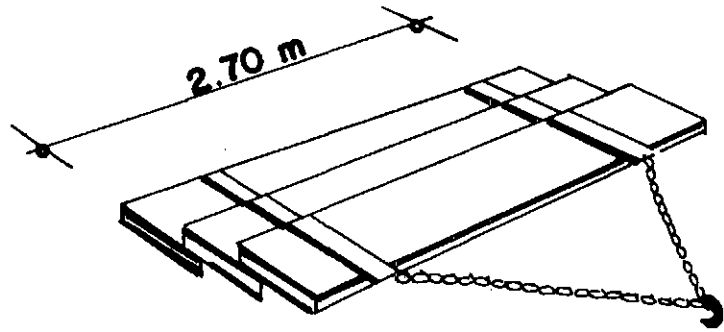


Gráfico 15
 ESQUEMA DE DRAGA

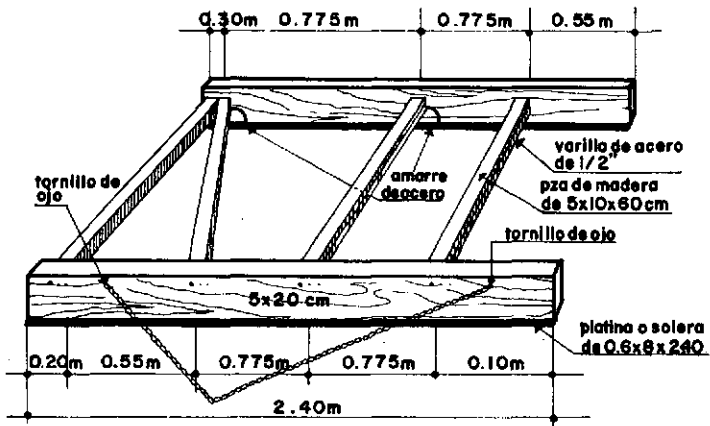
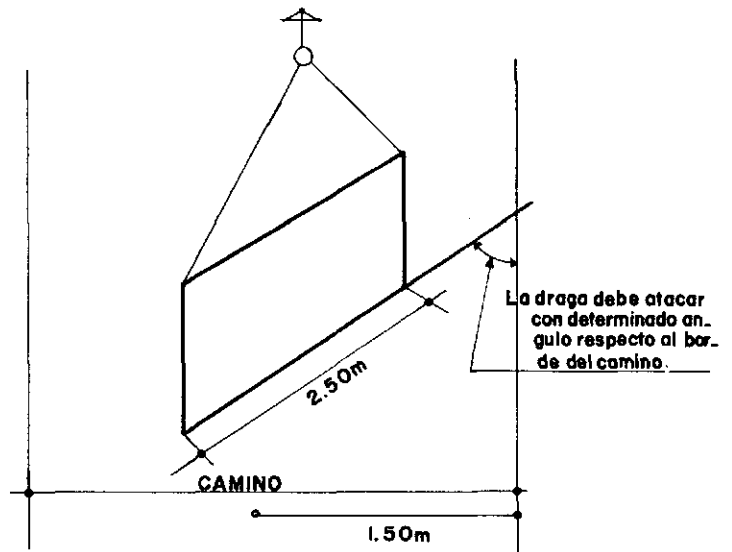


Gráfico 16
 OPERACION DE UNA DRAGA



de ellas debe hacerse una nueva pasada por el centro del ancho de la draga. Se debe señalar la necesidad de dar a la draga el ángulo conveniente para que el material suelto se vierta hacia el centro de la vía. Si la primera pasada se inicia en las cunetas, las subsecuentes deberán ir avanzando hacia el centro del camino.

Los peones camineros encargados del mantenimiento deben comprender claramente que un objetivo muy importante para la buena conservación de cualquier camino, y especialmente de los de tierra, es mantener una superficie bien drenada. Se requiere por lo tanto un dragado sistemático que permita desarrollar y conservar la corona adecuadamente, hecho que a su vez permite obtener una superficie tersa del camino. La función de la corona tiene por objeto eliminar el agua de la vía; los hombros o bermas nunca deben hallarse, por consiguiente, a nivel más alto que el de la orilla de la vía transitable. (Véanse las fotografías 19 y 20.)

Finalmente, conviene destacar que para efectuar satisfactoriamente las obras de dragado deberán observarse ciertas reglas.

d) Reglas elementales para el dragado

1) Sólo se utilizarán dragas de cepillo o aplanadoras livianas en las zonas lodosas o terrenos mojados o muy húmedos, o cuando se haya acumulado mucho polvo durante la época seca.

2) No deben hacerse demasiados cortes de tierra en una sola pasada.

3) Una draga ancha arrastrará más tierra que una estrecha.

4) El conductor podrá subirse en la draga para controlarla; para el corte de un lugar difícil deberá inclinarla hacia delante; para rellenar una de presión la inclinará hacia atrás; para extender la tierra podrá pasar de adelante a atrás, o se bajará momentáneamente.

5) La draga se arrastrará al paso de los bueyes, caballos o mulas (puede utilizarse un tractor agrícola operado a poca velocidad).

6) Si no se dispone de motoniveladoras pero se cuenta con mano de obra abundante y barata, el camino podrán ir conformándose excavando las cunetas, echando la tierra en el camino y utilizando una draga para aplanar y conformar la corona.

5. Cuarta etapa: Mejoramiento del drenaje longitudinal

Cuando el camino ha quedado conformado y las cunetas excavadas, pueden producirse deslaves considerables en los taludes y provocarse erosiones por el agua. Cuando el talud no es muy pendiente, el inconveniente puede resolverse fácilmente y a poco costo instalando muros de sostén con pedruscos o estacas y troncos, o sembrando malezas. Con ello se disminuirá la rapidez de los torrentes y se impedirá que se formen los encharcamientos que dan lugar a las filtraciones que destruyen el camino. Cuando las hierbas hayan arraigado podrán retirarse las piedras y estacas para poder segar o podar con facilidad.

En los taludes más pronunciados deben instalarse sostenes temporales como mallas de cuerdas o de alambón, sujetas entre postes. Si los postes se hacen de troncos, tablones, piedras o concreto deben considerarse estructuras permanentes y deben fijarse travesaños que queden por debajo de los amortiguadores o sostenes de este tipo. El sostén o amortiguador permanente deberá dejar el espacio necesario para permitir un rápido drenaje del agua cuando cese la lluvia.

Cuando las condiciones de financiamiento justifiquen una inversión mayor, las cunetas de talud o contracunetas permiten controlar mejor la erosión.

En efecto, la erosión puede evitarse muchas veces dirigiendo el agua desde la parte elevada a una contracuneta (zanja de intercepción o cuneta de talud especial) que se sitúa en la parte superior del corte del talud; por esos canales se desvía el agua a lo largo de la parte alta del talud y se dirige hacia lugares bajos adyacentes en los que se construye una alcantarilla de cruce.

Los desagües de las cunetas deben colocarse a intervalos cercanos para evitar desbordamientos e inundaciones y deslaves en el camino. Cuando el desagüe se encuentre en la parte baja de un terraplén o talud pronunciado, deberá protegerse con piedras, concreto o algún otro material para que no se tape ni se destruya. Se procurará colocar desagües frecuentes (cada 30

/a 50 metros)



19. Camino sin cunetas y con los hombros a mayor altura que la vía transitable. Se hallará en muy malas condiciones durante la estación de lluvias porque no podrá eliminarse el agua acumulada / 20. Camino construido hace dos años y en malas condiciones por la falta de dragado / 21. Acceso a una propiedad particular peligroso para el tránsito. Se observan las amplias tuberías colocadas para no interrumpir el desagüe de las cunetas. Los hombros angostos pueden causar, en cambio, accidentes / 22. Acceso bien construido a una propiedad particular / 23. Cuneta revestida / 24. Otro tipo de revestimiento para cuneta.

a 50 metros) en ambas cunetas siempre que sea posible para evitar que se acumule el agua a lo largo del camino y mientras pueden construirse desagües más amplios.

Las cunetas deberán ser por lo general anchas y vadeables en vez de angostas y profundas. Las profundas constituyen obstáculos peligrosos para el tránsito y están mucho más expuestas a la erosión. (Véase el gráfico 17.)

Se recurre al drenaje subterráneo cuando se necesita drenar secciones de suelos de alto retenimiento de agua. Es un método más costoso que se emplea con más frecuencia en caminos de mejores especificaciones en áreas más desarrolladas.

Los accesos de las propiedades particulares al camino suelen dar lugar a muchos problemas. Se construyen algunas veces en la forma que aparece en la fotografía 21 y ofrece múltiples peligros al tránsito. En otras ocasiones se rellenan de tierra las cunetas con lo cual se causan inundaciones del camino. Esto constituye un peligro natural para el tránsito, aparte de dañar la vía. El mejor procedimiento para evitar estos inconvenientes es hacer la cuneta más ancha y vadeable en estos accesos; la profundidad nunca debe ser menor de 30 centímetros. Cuando se considere preferible, podrá colocarse alguna alcantarilla o tubería en la cuneta, no menor de 30 centímetros de diámetro interior para que pueda limpiarse con facilidad. Cuando se mantienen las dimensiones apropiadas de los hombros, las cunetas y las tuberías, el tránsito por las calzadas se hace sin peligro. (Véanse el gráfico 18 y las fotografías 22, 23 y 24.)

B. Caminos de tierra con superficies estables

1. Superficies de arena-arcilla

Cuando la superficie de un camino se ha construido bien deberá hallarse recubierta de una capa de 10 a 15 centímetros de espesor de una mezcla de arena y arcilla bien compactada y tener la corona debidamente conformada.

Sin un tratamiento hecho a base de algún petróleo o cualquier otro elemento compactador del polvo, el material de la superficie irá desgastándose y siendo desalojado por el tránsito, el viento y la lluvia a razón de dos

o tres centímetros por año, y se depositará en gran parte en la cuneta y en los bordes del camino.

El mantenimiento normal incluye, por lo tanto, la reposición de ese material a medida que se vaya desplazando, el dragado regular, y el rellenado de hoyos y lugares lodosos o arenosos.

El camino deberá repararse con una draga de superficie tan pronto el terreno pueda ser trabajado después de la lluvia. Con una draga en forma de "A" (que se puede construir fácilmente) se limpian las cunetas. El vértice de dicha draga se colocará apuntando hacia el frente y la separación máxima entre los dos largueros de la misma deberá ser de unos 60 centímetros. La draga se utilizará antes de que se haya secado el fondo de la cuneta.

El material desplazado hacia los lados del camino y hacia las cunetas deberá recuperarse por pasadas sucesivas de esta draga por las cunetas y por los hombros, y distribuirse en forma pareja sobre la vía de tránsito. Cuando se necesite agregar material fino para sustituir al que se haya perdido, podrá obtenerse de la parte baja del talud y cortarse con las dragas. Esta operación es más fácil cuando el camino atraviesa cortes del terreno de una superficie ondulada o con rocas que sobresalgan.

Cuando alguna sección requiera un relleno total, se precisará conseguir el nuevo material de otra zona. Los baches y los agujeros llenos de lodo se rellenarán de preferencia con una mezcla a base de grava, excavándose un canal angosto de drenaje hacia la cuneta para eliminar el agua. Los baches y agujeros pueden rellenarse en todo tiempo, pero una draga pesada proporcionará mejor resultado en un terreno húmedo, no muy mojado. (Véanse las fotografías 25, 26 y 27.)

Debe ponerse atención especial en el mantenimiento de los caminos de arena-arcilla o de características similares, cuando comienza la estación seca, para que no se vuelvan excesivamente polvorientos, y cuando comienza la estación lluviosa deberá vigilarse que el camino mantenga la corona elevada y libre de agua.

El mantenimiento debe cuidarse en tiempo de lluvias para que el camino quede perfectamente dragado impidiéndose la formación de superficies



25



26



27



28



29



25. Camino sin drenaje que resultará intransitable durante la estación de las lluvias / 26. Camino que atraviesa un terreno bien drenado naturalmente / 27. Camino que requiere una capa de arcilla para evitar que la superficie siga desintegrándose. / 28. Primera etapa en el mejoramiento de un camino con la superficie desintegrada y llena de baches. El inconveniente se hubiera evitado si el camino se hubiese dragado con regularidad / 29. Las patrullas para el mantenimiento de caminos deben disponer del equipo necesario para retirar árboles derribados y obstáculos del camino / 30. Conformación con motoniveladora.

lodosas blandas y resbaladizas. Por lo general deberá procederse por lo menos a un dragado semanal en la estación de lluvias y hacer uno especial después de cada lluvia, en la época seca. El costo de este mantenimiento aconsejará la necesidad de pavimentar la vía cuando el tránsito lo justifique. Al agregar la arcilla para contrarrestar la desintegración progresiva de la superficie, deberá esparcirse ligeramente sobre las áreas que lo necesiten y conformarse una superficie tersa por medio de rastras y dragas.

Si en la época de las lluvias alguna superficie resulta muy resbaladiza deberá agregársele arena. El tránsito mezclará y compactará la arena y mejorará la superficie de tránsito. (Véase la fotografía 28.)

Durante los períodos muy lluviosos o secos en exceso no pueden utilizarse las dragas pesadas, debiendo emplearse una draga de cepillo o emparejadora para igualar la superficie y evitar la formación de baches. (Véase de nuevo el gráfico 14.)

Para simplificar estas operaciones se puede recurrir a motoniveladoras, pero la conformación ocasional por medio de motoniveladoras pesadas no sustituye en ningún caso a las dragas de uso regular ni a la mano de obra de las patrullas encargadas del mantenimiento, que disponen de camiones o vehículos de tracción animal para el acarreo del material que se necesita para las reparaciones regulares. Es decir, los procesos de dragado, de rellenado de baches y de conformación de los caminos de arena-arcilla, de grava o de tipos similares, deben considerarse operaciones de carácter regular y permanente. La primera vez no se obtendrá un resultado perfecto pero al repetirse la operación muchas veces se llegará a disponer de un buen camino y cada vez se requerirá menos trabajo para mantenerlo en buenas condiciones. Lo más caro es construir un camino y olvidar o descuidar su mantenimiento. (Véanse las fotografías 29 y 30.)

2. Mejoramiento de los carriles de tránsito

El mantenimiento regular del camino por medio de dragas, la reposición sistemática del material desprendido, el rellenado de baches y la compactación de las zonas blandas, mejoran la vía transitable y cuando se cuenta con el

/financiamiento

financiamiento y el material necesario, las patrullas regulares de mantenimiento pueden realizar mejoras muy importantes como las que se mencionan a continuación.

a) Estabilización del polvo

Para evitar la pérdida del material más menudo del camino se deben aplicar a la superficie cloruros de magnesio o de calcio que se mezclan con el polvo. Se puede recurrir también al cloruro de sodio (sal común) aunque es menos efectivo. Todos estos componentes pueden esparcirse en polvo o en solución. La proporción varía entre 20 y 1000 gramos por metro cuadrado, dependiendo del clima y, por supuesto, de la clase de superficie y de la intensidad que requiera el tratamiento.

La operación debe iniciarse preparando y conformando el camino. Cuando se considere necesario, se agregará en esta etapa el material adicional, perdido por desgaste, que se necesite, para obtener por medio de una draga o motoniveladora una mezcla uniforme en toda la superficie. Después se esparce el cloruro en la proporción necesaria y se mezcla con el material del suelo.

La conformación final se realiza a continuación con una draga o motoniveladora. Es muy conveniente pasar un rodillo antes de abrir el camino al tránsito pero también puede lograrse la compactación por el tránsito mismo; en estos casos se necesita nivelar con frecuencia el material para evitar que las huellas de las ruedas formen depresiones.

En el área centroamericana sería conveniente aplicar por lo menos una vez al año un tratamiento de cloruro al comenzar la estación seca para evitar en la medida de lo posible el polvo excesivo de los caminos.

Una aplicación promedio de 2 kilogramos de cloruro por metro lineal de camino, implicaría un costo aproximado de 75 a 100 dólares por kilómetro, que habría que sumar al costo normal del mantenimiento de un camino de tierra.

En tiempo seco, el agua del mar o cualquier otro tipo de agua salada puede servir también de agente estabilizador del polvo.

El sulfito de solución, subproducto de la manufactura de papel, ha sido utilizado como estabilizador del polvo en algunos países.

/Se emplea,

Se emplea, como los cloruros, en una proporción de alrededor de 3 litros por metro cuadrado. El sulfito es muy soluble en el agua; sólo debe utilizarse por esa razón durante la estación seca, pasándose un rodillo por la superficie para que cuando llueva no se elimine con excesiva rapidez.

Para compactar el polvo también podrían utilizarse en Centroamérica las melazas residuales de la industria azucarera. En este caso se obtienen los mejores resultados rociando inicialmente el camino con una solución de melazas mezcladas al 50 por ciento con agua y extendiendo después una mezcla de melazas con cal apagada y carbón de leña. Por último se esparce una capa de arena y se pasa un rodillo, obteniéndose con ello una superficie compacta, pareja y resistente al agua; sería muy conveniente experimentar este método.

b) Seguridad del tránsito

Debe aplicarse en primer término una capa de arena o grava menuda en las partes blandas del camino o que se vuelven resbaladizas en época de lluvias y después deben eliminarse los lugares lodosos y reblandecidos recurriendo al drenaje subterráneo.

c) Mantenimiento y mejoramientos diversos

1) Para el mantenimiento de los caminos, pueden utilizarse asimismo, cuando su empleo resulta fácil y económico, algunos subproductos de diversas industrias, como el aceite de la semilla de algodón, la grasa de la lana (lanolina) la fibra de la caña de azúcar, el aserrín, etc;

2) En las zonas arenosas o lodosas se utilizan como estabilizadores los materiales fibrosos. También se han utilizado melazas que, en una capa de varios centímetros, eliminan el polvo o facilitan el tránsito durante la época de lluvias;

3) Los caminos que atraviesan terrenos no arenosos pueden mejorarse considerablemente compactándose con rodillos pesados;

4) La cal puede servir de agente estabilizador, y

5) Los caminos de arena-arcilla mejoran considerablemente aplicándoles, cuando el tránsito lo justifica, un tratamiento superficial de petróleo bituminoso ligero y una capa delgada de arena. La aplicación de dos o tres litros por metro cuadrado suele bastar para eliminar el polvo y evitar que el agua

/se estanque

se estanque en el camino. Tratamientos adicionales sucesivos pueden mejorar la superficie.

3. Problemas de las zonas laterales

a) Hombros (bermas o espaldones)

El mantenimiento de los hombros (bermas o espaldones) de los caminos que tienen superficies de arena-arcilla o grava viene a ser parecido al de los de tierra.

El material de la superficie de rodamiento es desplazado por el tránsito hacia los hombros por lo que se necesita utilizar una draga o motoniveladora para reponerlo y restaurarla. En este tipo de caminos, cuando los hombros han sido bien dragados por un buen mantenimiento, no debe dejarse crecer en ellos maleza en exceso.

Se presentan a este respecto problemas que requieren cierto criterio para resolverse. Si los hombros se dragan demasiado, las lluvias producen erosión y si no se dragan lo suficiente se forman caballones (montículos) que al retener el agua en el camino provocan la aparición de baches y la destrucción de la superficie.

Los hoyos con agua o las zonas lodosas que se forman deben drenarse cuanto antes por medio de canales pequeños hacia las cunetas que deberán destaparse después de cada pasada de la draga.

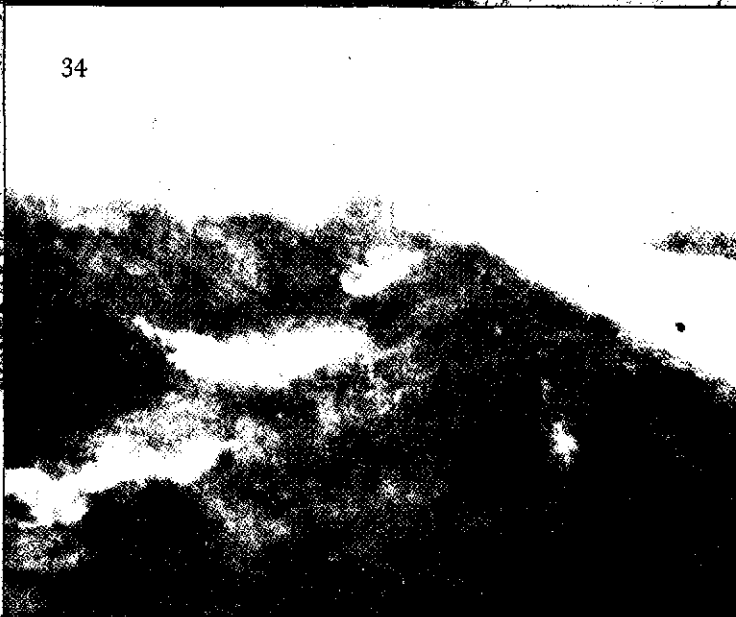
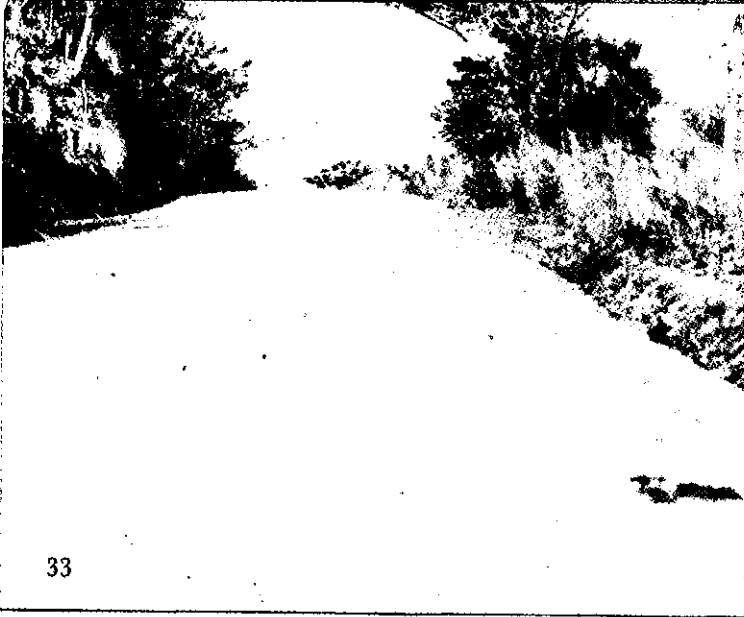
También deberán repararse con regularidad los daños ocasionados por los derrumbes y los deslaves causados por la lluvia.

El material retirado de las cunetas debe volver a esparcirse sobre la superficie del camino para conservar la debida conformación de la corona.

b) Cunetas

Como en todos los caminos, el mantenimiento de las cunetas requiere la limpieza y el corte de hierbas y malezas para que el agua corra sin dificultad. Se necesitan también las obras apropiadas para prevenir su erosión. (Véanse las fotografías 31 y 32.)

/c) Accesos a



31. Cuneta en malas condiciones / 32. Limpieza de cunetas y hombros / 33. Acceso a una propiedad particular en un camino con un talud pronunciado / 34. Cuneta en pendiente con retentivos de piedra utilizados como amortiguadores de los torrentes / 35. Cuneta revestida / 36. Talud con terracería.

Gráfico 18
REVESTIMIENTO DE CUNETA

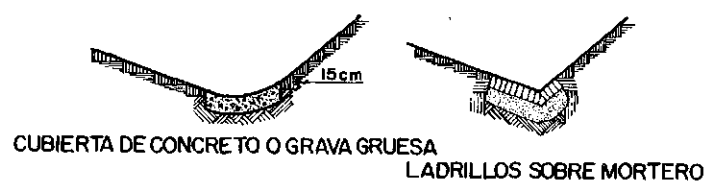
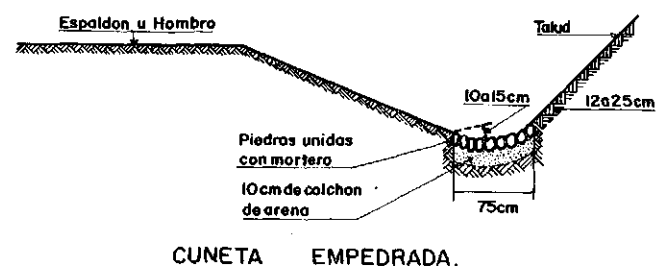


Gráfico 17
SECCION DE CUNETA MODELO

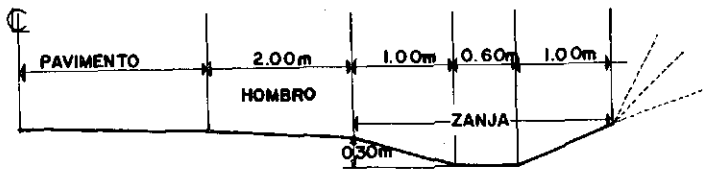


Gráfico 20

ESPACIAMIENTO DE CAJAS DE CONTROL DE GRADIENTES O VERTEDORES

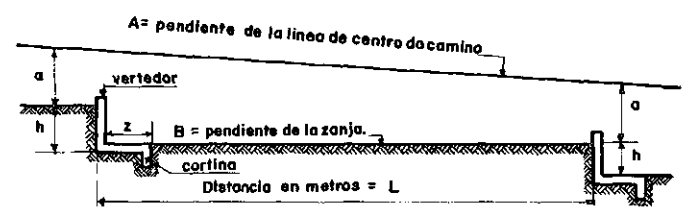
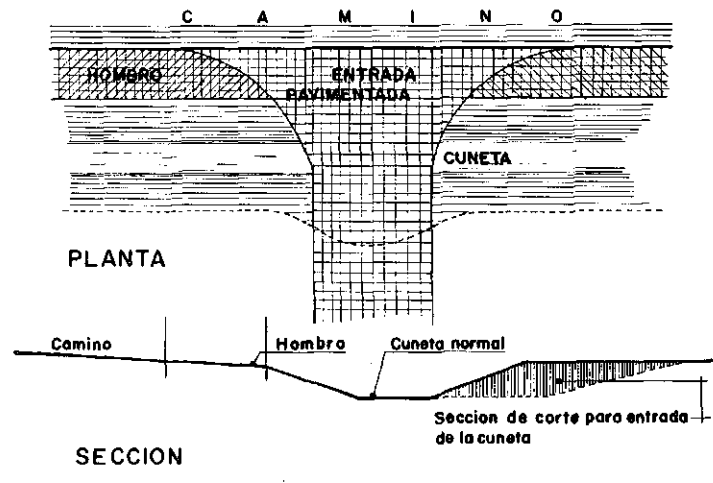


Tabla de valores de espaciamientos L
Espaciamiento de quiebra de gradientes o vertedores en cunetas longitudinales, según la pendiente del camino.
Espaciamiento de cajas de control de gradientes o vertedores, fórmula $L = \frac{100h}{A-B}$

| diferencia en pendiente + el camino y zanja A-B en % | VALORES DE h EN METROS | | | | |
|--|------------------------|------|------|------|------|
| | 0.30 | 0.46 | 0.61 | 0.76 | 0.92 |
| 1/2 | 61 | 92 | 122 | 152 | 183 |
| 1 | 30 | 46 | 61 | 76 | 92 |
| 1 1/2 | 20 | 30 | 41 | 51 | 61 |
| 2 | 15 | 23 | 30 | 38 | 46 |
| 2 1/2 | 12 | 18 | 24 | 30 | 37 |
| 3 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 3 1/2 | 9 | 13 | 17 | 22 | 26 |
| 4 | 8 | 12 | 15 | 19 | 23 |
| 4 1/2 | | 10 | 13 | 17 | 20 |
| 5 | | 9 | 12 | 15 | 18 |
| 5 1/2 | | 8 | 11 | 14 | 17 |
| 6 | | 8 | 10 | 13 | 15 |

- Observaciones sobre la construcción:
1. Para suelo ordinario dejar una pendiente de 2% entre cajas.
 2. El valor de z debe ser igual a 2 veces el de h.
 3. Es aconsejable, visto en planta, que los extremos laterales del vertedor se doblen hacia atrás, acomodándolos a la pendiente del espaldón y a la del talud para que las aguas no se derramen transversalmente a la carretera.
 4. Hasta donde sea posible usar como formaleta el suelo natural; cuando sean necesarias formaletas de madera, tómense todas las precauciones para asegurarse un relleno de respaldo apropiado.

Gráfico 19
ENTRADAS DE CUNETAS
Diagrama general



c) Accesos a propiedades particulares

Los accesos a los caminos deben construirse evitando que las cunetas queden obstruidas y se cree peligro para el tránsito. Para mantener en condiciones favorables los accesos a los caminos se realizan diversas operaciones a que antes se hizo referencia.

En las zonas donde los taludes no son pendientes los accesos pueden construirse como se observa en el gráfico 22. Cuando los taludes son más pronunciados pueden construirse entradas a bajo costo con piedras, troncos de árboles o en la forma que se observa en la fotografía 33.

Los leños tienen el inconveniente de destruirse con rapidez al quedar enterrados.

En las zonas de pendientes excesivamente pronunciadas se requiere la instalación de alcantarillas de concreto, de hierro colado o de hierro corrugado; se instalan con una pendiente algo menor que las de las cunetas para evitar que la tierra obstruya el tubo durante las lluvias.

Es importante que en las zonas de pendientes pronunciadas, los accesos se construyan con desagües, retentivos o amortiguadores de agua, para evitar la inundación de las cunetas del camino. (Véanse la fotografía 34 y el gráfico 19.) También se puede recurrir a cajas de control de gradiente o vertederos (véase el gráfico 20).

d) Taludes

Los taludes deben protegerse en la forma que mejor evite deslaves y derrumbes. Para ello es muy conveniente que en su parte más alta, en forma paralela al camino, se construyan contracunetas que conduzcan el agua desde los puntos más altos hasta los más bajos, hacia un área de drenaje, evitando así problemas de erosión. Hierbas, pastos o malezas sembrados en el talud sirven suplementariamente de protección contra los deslaves.

En estos casos, puede resultar conveniente en ocasiones construir cunetas o canales pavimentados en la base del hombro para que recojan el agua y la eliminen, o zanjás entubadas. (Véase la fotografía 35.)

En los cortes elevados la estabilidad de los taludes puede mejorarse por medio de terracerías. Ello requiere derechos de vía más amplios, pero casi siempre es el procedimiento más efectivo. (Véase la fotografía 36.)

4. Corrientes de agua que atraviesan el camino

Cuando se presentan fuertes torrentes y especialmente cuando los accesos a las alcantarillas no dan salida a corriente o las mismas no son del tamaño requerido, suelen producirse en las zonas próximas a las mismas los inconvenientes que se conocen con el nombre de "deslaves". Estos daños pueden evitarse construyendo muros de concreto, piedra o madera. (Véanse los gráficos 21 y 22.)

Cuando los torrentes son muy fuertes, además de evitar los desbordamientos de la alcantarilla se necesita reponer la tierra arrastrada.

5. Distancias promedio para la colocación de alcantarillas

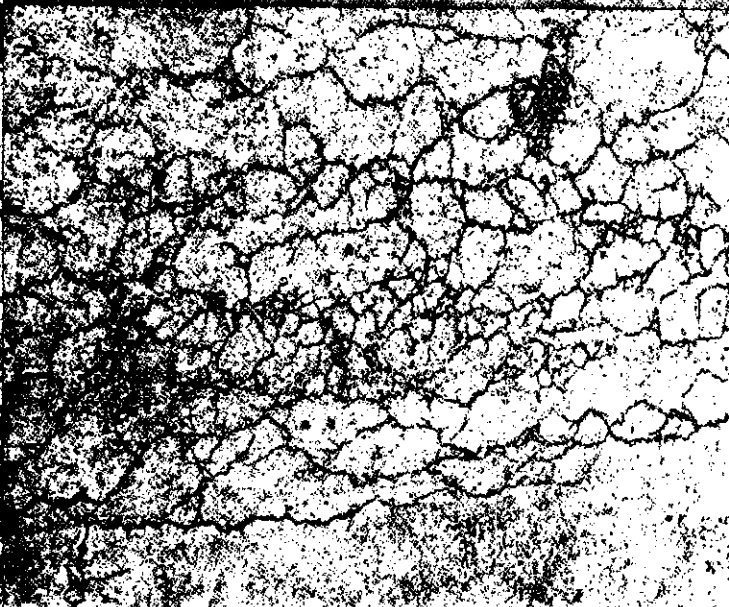
Por lo general se debe colocar una alcantarilla de tamaño adecuado en el punto más hondo de la pendiente, donde el camino empieza a subir (véanse las fotografías 37 y 38.) La separación entre las alcantarillas no debe ser mayor a la indicada en el cuadro siguiente:

INTERVALOS MAXIMOS ENTRE ALCANTARILLAS

(Metros)

| Tipo de perfil del camino (Porcentaje de pendiente) | Precipitación pluvial anual | | |
|--|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| | Baja (5-40 cm) | Media (40-100 cm) | Alta (100-500 cm) |
| Plano: (0 por ciento 5 por ciento) | 1 000 | 700 | 500 |
| Ondulado: (5 por ciento 10 por ciento) | 700 | 500 | 300 |
| Montañoso: (10 por ciento 30 por ciento) | 300 | 200 | 100 |

Nota: El tamaño, la localización y los desniveles específicos en los que deben colocarse las alcantarillas deben ser determinados por los ingenieros. En el cuadro sólo se señalan distancias generales que en la práctica varían mucho con el tipo de suelo, la pendiente del terreno, el área del drenaje, el tamaño y la pendiente de la alcantarilla, su material, el tipo de vegetación del terreno adyacente y otros muchos factores específicos.



37. La alcantarilla se encuentra en la hondonada del camino / 38. Lugar apropiado para la colocación de una alcantarilla / 39. Camino con la superficie de rodamiento y las cunetas en buenas condiciones. Pueden apreciarse delante del automóvil zonas de vegetación que deben limpiarse. La pequeña curva también podría eliminarse fácilmente. / 40. Camino de asfalto en buen estado / 41. Falla en la orilla del camino / 42. Superficie seca y desgastada.

Gráfico 21

PROTECCION DE ALCANTARILLAS

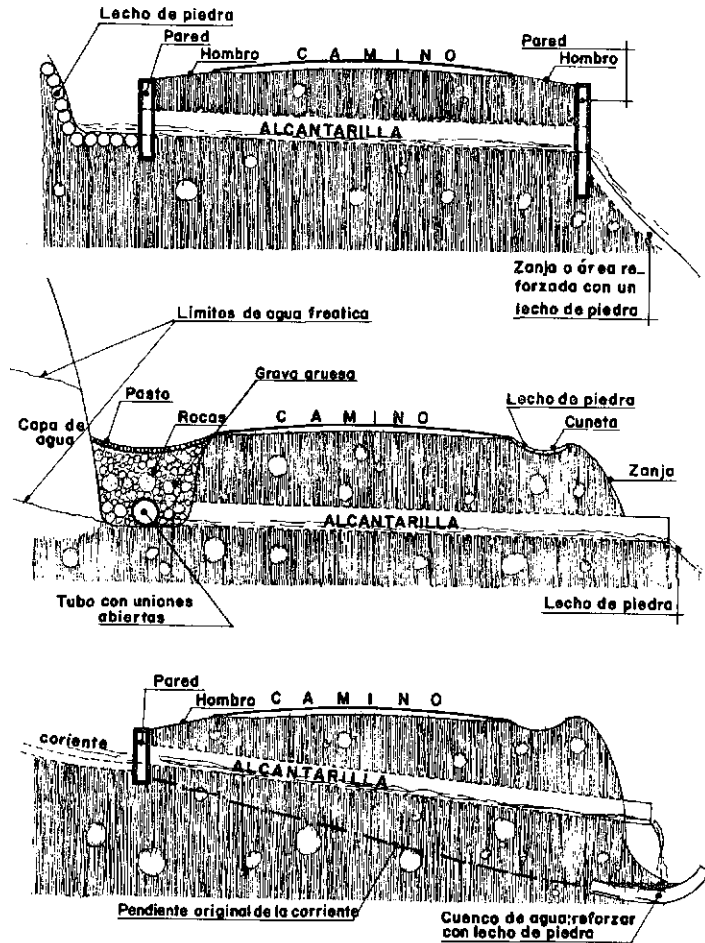
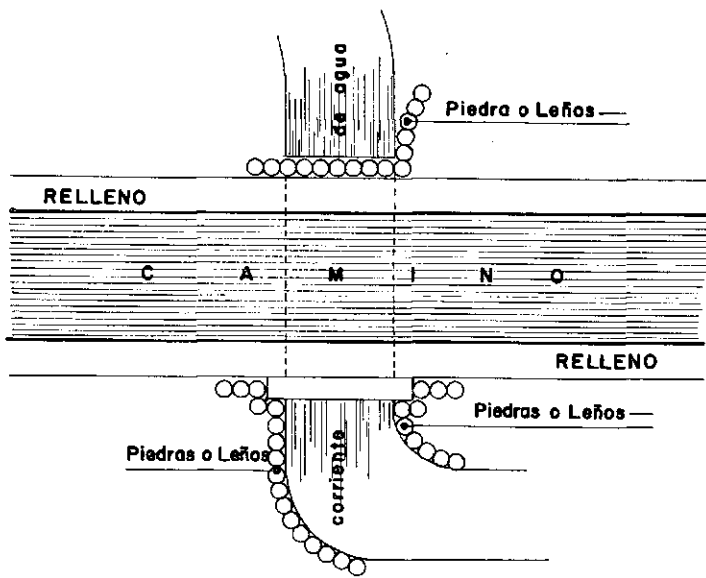
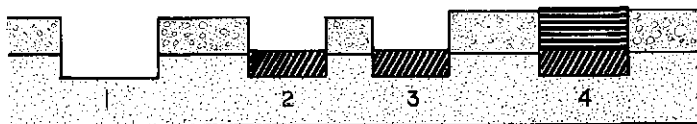


Gráfico 23

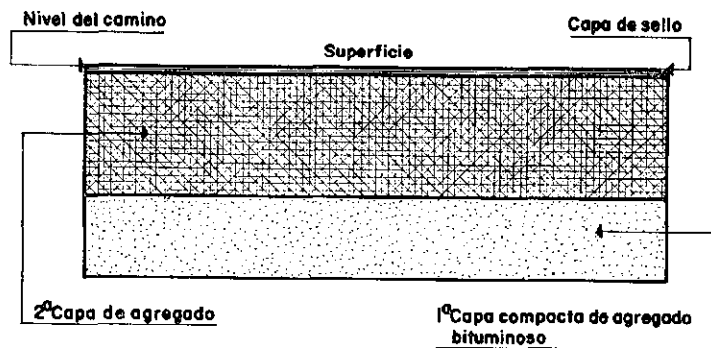
PROCESO DE RELLENO DE BACHES



f. El hueco deberá ser cortado en forma rectangular, 2. El nuevo material se pone y se compacta cuidadosamente 3. luego de lo cual, la base y los lados deben ser impregnados con una capa de pintura bituminosa oratada: 4. La mezcla del parché se coloca en capas delgadas bien compactadas.

Gráfico 24

ESQUEMA DE BACHEO



2ª Capa de agregado

1ª Capa compacta de agregado bituminoso

Segunda Parte

CAMINOS DE ALTAS ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

A. Mantenimiento de pavimentos asfálticos

1. Organización del trabajo para el mantenimiento de caminos pavimentados de alta calidad

La organización del trabajo de campo para el mantenimiento de los caminos de pavimento de altas especificaciones es distinta a la que se necesita para los caminos de tierra, grava, arcilla, etc.

En algunos casos resultan útiles y pueden adaptarse equipos de los que se usan para los caminos de menor calidad, como las dragas tiradas por animales para el mantenimiento de los hombros y la limpieza de las cunetas. Para una limpieza mejor de las cunetas, las alcantarillas y para el mantenimiento del drenaje, en general, también pueden utilizarse carretas y mano de obra, pero lo más económico es realizar esta clase de trabajos, en los caminos de altas especificaciones, con motoniveladoras y otros aparatos, cuando se encuentren disponibles y, como es lógico, siempre que no se precise dar ocupación a gran cantidad de mano de obra. (Véase la fotografía 39.)

La longitud de las secciones de trabajo puede variar asimismo de acuerdo con el tránsito, el tipo de terreno y las condiciones generales del área. La subsección más conveniente para el mantenimiento de esta clase de caminos debe abarcar, en promedio, de 20 a 30 km y la sección completa, de 200 a 300 km (cada sección incluiría 10 subsecciones, aproximadamente).

La zona de mantenimiento general debe comprender alrededor de 1 000 km de todo tipo de caminos.

Para una organización apropiada para el mantenimiento de esta clase de caminos deberá contarse con el equipo, el personal y el material siguiente:

a) Subsección de 20 a 30 km

1 capataz

10 peones

1 camión de volteo de 2 1/2 toneladas

/picos, palas,

- picos, palas, machetes, mazos y otras herramientas manuales pequeñas
- 1 caja de herramientas de todas clases
- 2 martillos apisonadores movidos con motor de gasolina, con todos sus aditamentos
- b) Sección de 200 a 300 km (con 10 subsecciones)
- 1 capataz general
- 12 operarios de equipos
- 10 operarios auxiliares de equipo
- 6 equipos mecánicos de mantenimiento
- 1 motoniveladora
- 1 rodillo de llantas tipo pesado
- 1 camión con plataforma
- 3 camiones de volteo
- 1 camión-tanque de agua
- 1 trituradora de roca, portátil
- 1 mezcladora pequeña para asfalto caliente
- 1 calentadora de asfalto
- 1 tanque portátil de asfalto
- 1 hormigonera
- 1 compresor de aire, portátil
- 1 bulldozer con remolque
- 1 rodillo vibratorio
- 1 equipo para soldar acero
- c) Zona de 1 000 km de caminos de todo tipo (incluirla de 3 a 5 secciones)
- 1 ingeniero supervisor de la zona
- 1 supervisor ayudante
- 1 contador
- 1 secretario
- 1 mecanógrafo
- 1 soldador especializado para acero
- 10 choferes de camión
- 10 operarios de equipos

- 10 equipos mecánicos de mantenimiento
- 1 camión-grúa-pala
- 1 rodillo de acero de tipo pesado
- 5 camiones de volteo
- 3 camiones con plataforma
- 2 camiones pick-up
- 1 camión con tanque de agua
- 1 trituradora portátil de roca
- 1 planta de asfalto
- 2 compresores de aire, portátiles
- 2 tractores bulldozer grandes
- 2 rodillos vibratorios
- 2 rodillos de ruedas metálicas de 6 toneladas
- 1 equipo de remolque
- 1 equipo para soldar acero
- 1 taller de reparación de equipos y maquinaria

En esta forma podrían disponerse las cuadrillas y los equipos básicos para los trabajos generales de mantenimiento. Al describirse las operaciones se señala el uso de cada herramienta y de las máquinas y equipos que se han anotado, y de otros equipos específicos que deben utilizarse para cada clase de caminos así como la solución a problemas especiales.

El mantenimiento normal de caminos de pavimento asfáltico incluye, además de la limpieza general de la vía y de sus áreas laterales, la conservación del camino en las mejores condiciones para el tránsito mediante la reparación de daños que sólo se presentan en este tipo de pavimentos. Los más frecuentes y que corresponde atender a las operaciones de mantenimiento son: a) fallas en las orillas del pavimento; b) superficies secas y desgastadas; c) baches; d) grietas de lagarto; e) reblandecimiento e inestabilidad del asfalto de la superficie (especialmente en tiempo de calor); f) disgregación de la superficie; g) deformación de la misma; h) grietas longitudinales y transversales; i) corrugamientos.

2. Desperfectos que presentan los pavimentos asfálticos, y forma de repararlos

a) Desperfectos y fallas en las orillas del pavimento

Las fallas que presentan las orillas del pavimento pueden consistir en grietas, roturas, desplazamiento del material o disgregación progresiva. (Véanse las fotografías 40 y 41.) Sus causas pueden ser un espesor insuficiente de la orilla de la capa asfáltica, el peso excesivo de los vehículos, la falta de soporte de los hombros o la saturación de la base debida a hombros (bermas) más altos que la corona.

El trabajo de mantenimiento consiste en reparar estas averías rellenando las grietas y roturas y sellando la orilla del pavimento por su parte exterior. Para disminuir o eliminar daños mayores o futuros, deben limpiarse las cunetas y rebajarse y compactarse los hombros del camino cuando están altos. Si, por el contrario, quedan demasiado bajos, deben elevarse rellenándolos y compactándolos.

b) Superficies resacas y desgastadas

Se trata de superficies ásperas, porosas y polvorientas, que propician la disgregación progresiva del material y permiten su desplazamiento por el tránsito, así como la absorción y la filtración del agua bajo el pavimento.

Estos inconvenientes pueden deberse a insuficiencia de asfalto, a tener mucho tiempo el pavimento, al calor excesivo sobre el asfalto, al uso de agregados absorbentes o al desgaste causado por el tránsito.

Estas averías se reparan rociando e impregnando la superficie con una capa de sello de una solución ligera de asfalto emulsionado (SS-1 o SS-1h),^{2/} que se aplica en una proporción aproximada de 0.3 litros por metro cuadrado. Cuando existen zonas con agujeros o baches pequeños, deben rellenarse previamente con una mezcla fina de asfalto compactante. (Véase la fotografía 42.)

^{2/} Véanse en los cuadros de las páginas 54 a 60 los tipos y clases de materiales que deben utilizarse en los componentes de pavimentos asfálticos.

c) Baches

Son huecos o cavidades irregulares, de diferente magnitud y profundidad, que se forman en la superficie del camino y tienden a extenderse hasta destruir extensas zonas con la consiguiente pérdida de material. (Véase la fotografía 43.)

Los baches se deben posiblemente a infiltraciones de agua, inestabilidad de la base y debilidad del pavimento provocados por una insuficiencia del asfalto para mantener la liga, a rajaduras y grietas, o a segregación de la mezcla. Estas dos últimas causas también favorecen la aparición y desarrollo de los baches.

Para repararlos debe limpiarse el hueco y recortarse en forma cuadrangular, cortando los bordes verticalmente. Se repone el material desplazado cuando hace falta. A continuación se rocía ligeramente la cavidad con asfalto diluido antes de rellenarla (generalmente con material premezclado, frío o caliente); luego se compacta a un nivel que permita más tarde la igualación con el resto de la superficie al hacerse la compactación adicional por el tránsito mismo de vehículos. Finalmente se sella con una solución asfáltica que puede variar entre 0.45 y 1.13 litros por metro cuadrado. También se pueden rellenar los baches con un tratamiento de penetración haciendo la mezcla en el lugar de la obra.

La compactación puede realizarse mediante apisonadoras manuales pesadas o mediante compactadoras vibratorias en las obras de tamaño medio y con rodillos de acero para los baches mayores.

d) Grietas de lagarto

Consisten en agrietamientos de la superficie que, en conjunto (las grietas pequeñas se interconectan), forman una serie de pequeños polígonos que recuerdan una piel de lagarto; por lo general no afectan a zonas muy extensas y pueden repararse a mano. (Véase de nuevo la fotografía 42.)

Se deben probablemente a saturación de la base, a falta o insuficiencia de capacidad de soporte de la misma o a un espesor insuficiente de la capa de recubrimiento. Antes de efectuarse la reparación deben revisarse y arreglarse las fallas del drenaje para determinar las causas

/precisas y

precisas y la mejor manera de componer las grietas. Por lo general se les aplica una capa delgada de asfalto líquido y se recubren con otra de agregado mineral (algunas veces se necesita repetir el tratamiento). En algunos casos puede necesitarse bacheo.

Cuando las grietas se deben a la saturación de la base y del suelo, su reparación puede requerir incluso la eliminación de todo el material húmedo, la instalación del drenaje apropiado y la compactación de una nueva base de material granular en capas de no más de 15 centímetros cada una.

e) Recubrimiento del asfalto reblandecido e inestable

El problema se presenta principalmente, y con mayor frecuencia, en tiempo de calor, cuando rezuma a la superficie el asfalto utilizado para la construcción del camino y da lugar a un suelo reblandecido e inestable.

Las causas físicas probables de este problema, aparte de la temperatura ambiente, pueden ser un exceso de asfalto, una variación de las propiedades de liga del lubricante, el contenido excesivo de arena o arcilla en la grava, o la falta de compactación. La acumulación de humedad bajo la superficie destruye con frecuencia la liga y el tránsito desaloja el pavimento de las ondulaciones que se forman.

Lo primero que se necesita para corregir este inconveniente es eliminar el exceso de asfalto y la forma más segura de lograrlo es renovar y reprocesar la mezcla del pavimento, añadirle agregado y aplicar después el tratamiento superficial. Si la causa principal es un exceso de asfalto, debe empezarse la reparación escarificando las áreas afectadas agregando arena y mezcla, y recubrirse la superficie. Cuando el problema se debe a debilidad de la base o a drenaje insuficiente, estos inconvenientes deben repararse antes.

Algunas veces el traslape o el desplazamiento pueden arreglarse cortando las ondulaciones, bacheando y cubriendo finalmente con una capa de sello.

f) Disgregación de la superficie

La superficie presenta una separación progresiva de las partículas del agregado que se inicia de dentro a afuera o desde las orillas hacia el centro

del camino y puede llegar al desplazamiento e incluso a la desintegración total del pavimento. (Véanse las fotografías 44 y 45.)

Las causas probables pueden deberse a una insuficiencia de asfalto o un calentamiento excesivo de la mezcla durante la preparación o aplicación, al uso y destrucción de la superficie causado por el tránsito o a una deficiente distribución y esparcimiento del material de la superficie.

Para reparar estos desperfectos se hace lo mismo que con las superficies secas y desgastadas, que presentan problemas similares.

Por lo general para la reparación se requiere aplicar una cantidad algo mayor del asfalto indicado para los tratamientos superficiales. En algunos casos se necesita colocar una capa delgada de sello y echarle encima una cubierta de agregado mineral o una mezcla de asfalto emulsionado con grava o arena, según convenga.

g) Deformación del pavimento

Algunas veces la superficie pierde su tersura y presenta ondulaciones, depresiones y desplazamiento progresivo del material que la constituye. (Véase las fotografías 46 y 47.)

Las causas probables pueden ser una compactación inadecuada del terreno natural de la base unida a una deficiencia del drenaje. También pueden serlo reparaciones mal hechas.

Para reparar la avería deben hacerse una nivelación de las áreas onduladas y hundidas y un bacheo superficial, seguidos de compactación. Se nivelan las ondulaciones por medio de cortes, se redistribuye el material para rellenar las depresiones y se compacta; después debe añadirse un recubrimiento ligero de asfalto premezclado y hacerse una nueva compactación.

h) Grietas longitudinales y transversales

Son grietas o roturas que aparecen a lo largo o a lo ancho del pavimento.

Sus causas más frecuentes son las contracciones o asentamientos del terreno natural aunque pueden deberse también a debilidad de la base y a la presión de un tránsito intenso y pesado sobre una superficie débil o sin la consistencia necesaria. Por lo general se reparan rellenándolas y

/sellándolas.

sellándolas. Para ello se utiliza un relleno convencional para grietas o una mezcla de asfalto, emulsionada con arena o grava, a la que se agrega un sello ligero. Cuando son muy profundas puede requerirse reforzar la base o hacer bacheos.

i) Corrugaciones

Son ondulaciones en las que alternan promontorios y depresiones que se suceden a intervalos regulares en la superficie del pavimento.

Probablemente se deben a la falta de estabilidad del pavimento asfáltico, a una compactación inadecuada del terreno natural de la subbase y de la base, a la acción de un tránsito en aumento, a haberse utilizado para la construcción del camino un tipo de pavimento inadecuado para el tránsito proyectado, o al clima. También pueden deberse a un uso excesivo de asfalto, a una graduación inapropiada del agregado o a haberse utilizado partículas redondas en el agregado.

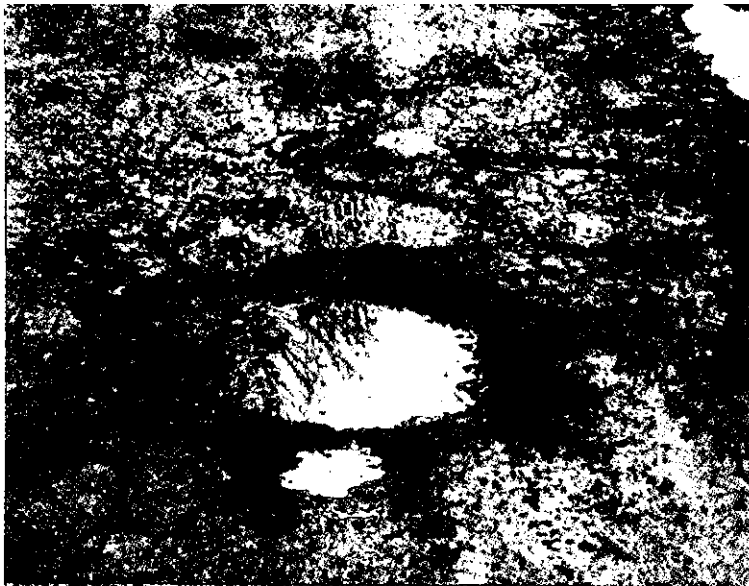
Para reparar las corrugaciones debe escarificarse la superficie, mezclarse el material desintegrado con la base y recomcompactarse la mezcla antes de aplicar un nuevo tratamiento superficial. Si las corrugaciones se deben a un exceso de asfalto, debe retirarse la cubierta superficial y reconstruirse de nuevo sobre el área afectada.

3. Operaciones básicas

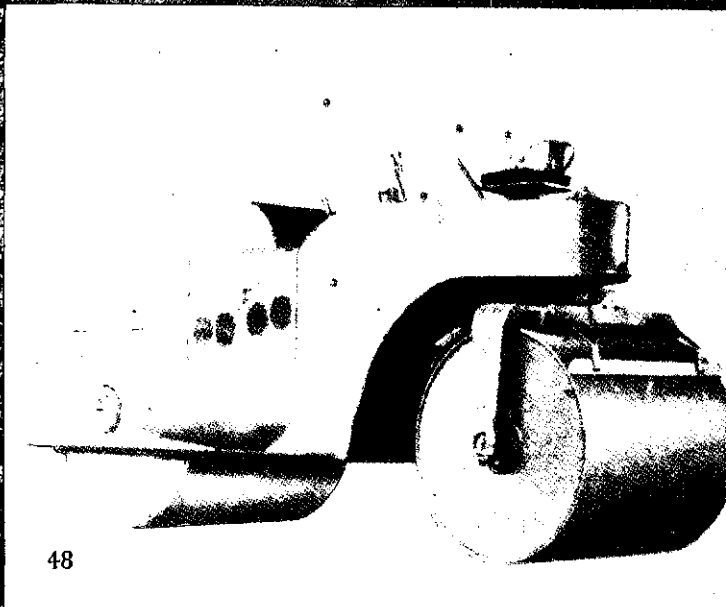
En el inciso anterior se han analizado y descrito los desperfectos que con más frecuencia se observan en las carreteras de pavimentos asfálticos y deben prevenirse y repararse con trabajos de mantenimiento. También se han señalado las causas a que suelen deberse las averías, puesto que de ellas dependen el tipo de reparación y los procedimientos para lograrla; con ello, además de conservarse los caminos en las mejores condiciones para el tránsito, se ahorran los gastos considerables que requiere la reparación de daños mayores y puede irse mejorando incluso la calidad de la vía.

Se exponen a continuación las operaciones básicas exigidas para cualquiera de los procedimientos de reparación señalados en cada caso específico.

/Las operaciones



44



48

43. Baches en un pavimento asfáltico / 44. Disgregación parcial del pavimento asfáltico / 45. Disgregación total del pavimento / 46. Se observa en esta superficie la deformación y las averías causadas por la falta o la deficiencia del drenaje, la mala conformación, etc. / 47. Grietas longitudinales en un pavimento asfáltico / 48. Aplanadora convencional.

Las operaciones básicas de reparación y los daños de las carreteras de pavimentos asfálticos son:

Bacheo. Reparación que consiste en rellenar roturas y agujeros pequeños de la superficie.

Reparación de la superficie. Eliminación de deformaciones, desgastes, hundimientos del suelo y otros daños superficiales extensos.

Relleno, cierre y sellado de grietas.

Capas de sello. Renovación, revivificación y mejoramiento de superficies viejas y desgastadas y que empiezan a presentar procesos de desintegración; se pueden hacer por diversos métodos según el tipo de superficie de que se trate.

Rehabilitación. Reparación de daños diversos hasta dejar en buen estado una carretera. (Puede llegar a significar reconstrucciones por métodos más complicados que los analizados en páginas anteriores.)

Las operaciones señaladas varían en cantidad y en importancia de acuerdo con la naturaleza y magnitud de los daños que necesitan repararse. En este sentido, las operaciones de mantenimiento pueden dividirse en dos clases: de mantenimiento general o pesado y de mantenimiento regular o ligero.

Las primeras requieren cuadrillas calificadas, materiales y equipos variados y relativamente costosos, y suponen en general casos especiales.

Las segundas se realizan por medio de cuadrillas menos especializadas y más numerosas, que utilizan equipos y materiales más sencillos y están de servicio permanente, realizando trabajos continuos.

Las simples faenas de mantenimiento, limpieza, drenaje, etc., se realizan por lo regular de manera similar en todo tipo de caminos.

Los procedimientos para hacer las reparaciones necesarias de los problemas identificados se incluyen dentro de operaciones de mantenimiento general o pesado.

a) Bacheo

Comprende el rellenado de hoyos y de algunas grietas, por diversos procedimientos y utilizando diferentes materiales y equipos. (Véanse los gráficos 23 y 24.)

En todos los casos se requiere una limpieza previa de las cavidades para eliminar polvo, basura, material suelto y depositado y para drenarlas y secarlas, cuando contienen agua o lodo. Para ello se utilizan simplemente escobas y el secado puede lograrse rápidamente con antorchas. La cavidad deberá hacerse regular, cortando las orillas verticalmente para que pueda recibir y retener mejor el material de bacheo.

Cuando el estado del material de la base o el terreno mismo constituyen áreas de una consistencia poco firme, que puede deberse a la humedad o a otras causas, deberá profundizarse más el corte y sustituirse el material inconsistente por otro más estable, o más impermeable, etc. Cuando el hoyo es de más de 5 centímetros de profundidad debe rellenarse y compactarse en capas de unos 5 centímetros de espesor, emparejándolas hasta el nivel de la superficie. Esta operación puede realizarse con una apisonadora manual o con un rodillo o llanta de camión.

Después deberá impregnarse el hoyo con una capa de asfalto fluido para que ligue y afirme el parche; puede aplicarse con una brocha o por rociamiento.

Para esta operación suelen convenir asfaltos ligeros de varios tipos y graduaciones como los RC-250 u 800, RS-1 o RS-2, MC-800 o cemento asfáltico caliente, aplicado en una capa fina que debe ser muy delgada y extenderse muy ligeramente porque el exceso de bitumen puede provocar un reblandecimiento del material.

Sobre esta capa se coloca la mezcla de relleno necesaria para lograr la adherencia y consistencia que requiere el material de bacheo y ofrecer una superficie estable y duradera.

En la mezcla deben cuidarse las proporciones del asfalto para obtener la estabilidad y duración deseadas. También la clase y la graduación del agregado influyen en el resultado.

Las mezclas bituminosas se aplican por lo general con palas.

El material de bacheo se nivela a mano y se extiende con rastrillos, raspadores, escobas o palas para lograr una colocación uniforme y deberá hacerse de manera que se obtenga una superficie lisa para el tránsito. La mezcla debe colocarse en capas que no pasen de 2.5 a 3.7 centímetros, después de compactadas.

/Todo bacheo

Todo bacheo deberá compactarse antes de abrir el camino al tránsito para evitar que éste desplace y arrastre la mezcla y para que no se produzcan rugosidades, que harían el área porosa y propensa a deslaves y disgregaciones.

La compactación puede lograrse por medio de un camión cargado, un rodillo convencional o portátil, o con una apisonadora de mano, aplicados de manera que permitan obtener el espesor y la densidad apropiadas.

Además de los rodillos de motor convencionales, existen en el mercado unidades de compactación pequeñas, pero muy efectivas —como rodillos manuales, calentadores, planchas alisadoras y autocalentadores, placas compactadoras vibratorias, rodillos vibratorios de acero, apisonadoras mecánicas portátiles, etc.— que tienen la ventaja de ser ligeras y de poderse emplear en obras de pequeño bacheo. Para trabajos de mayor importancia es preferible usar otros equipos. (Véanse las fotografías 48, 49 y 50.)

i) Tipos de bacheo. El rellenado de bacheo más usual puede ser de tres clases: superficial o de "pintura", de penetración y de premezclados.

El tratamiento superficial o de "pintura" es una reparación temporal que puede considerarse un tratamiento superficial o de sello mínimo para reparar en una zona pequeña un comienzo de disgregación o de desgaste, baches pequeños etc., para recubrir agrietamientos ligeros y prevenir la infiltración del agua de la superficie. Este tipo de operación consiste en "pintar", cubriéndola con una capa delgada de algún material asfáltico líquido, una superficie que ha sido previamente limpiada y secada, en aplicarle a continuación otra capa delgada de agregado, y en compactarla finalmente.

La cantidad de asfalto que debe echarse dependerá de las condiciones de la superficie y del tipo de rugosidades, agrietamientos, absorción, etc., que presente. Por lo general basta una proporción de alrededor de 1.33 litros por metro cuadrado, que puede aplicarse con brocha o rociarse por medio de un tanque a presión. Para ello se puede utilizar un tanque distribuidor ordinario u otro más pequeño (de entre 500 y 2 000 litros de capacidad), instalado en un remolque de dos ruedas; el bitumen se bombea con una manguera, o distribuidora manual. Después se añade una capa de agregado del

/tamaño que

tamaño que corresponda a la cantidad de asfalto empleada. Se requieren diversos tipos de agregado según el tipo de asfalto empleado, en las proporciones siguientes:

PROPORCIONES DE CANTIDAD DE MATERIALES DE ACUERDO CON LOS TIPOS DE
ASFALTO Y A GRADUACION DE LOS AGREGADOS

(Per metro cuadrado)

| Litros | Tipo de asfalto | Graduación del Agregado | | |
|--------|----------------------------------|-------------------------|---------|--------|
| | | 1 cm | 0.5 cm | arena |
| 1.15 | MC-250 u 800, RC-800, RS-2 | 11.25 kg | - | - |
| 0.75 | MC-250 u 800, RC-250 u 800, RS-1 | - | 6.75 kg | - |
| 0.55 | MC-250, RC-70 o 250, RS-1 | - | - | 4.5 kg |

La superficie tratada debe cubrirse con agregado seco y extenderse para obtener la distribución más uniforme posible y eliminar el sobrante.

Luego debe pasarse el rodillo para compactar la superficie.

Los tratamientos de penetración son composturas de carácter permanente de gran utilidad por su bajo costo relativo. Pueden efectuarse fácil y rápidamente con un mínimo de equipo y poca mano de obra.

La operación completa equivale a la construcción de un pavimento de macadam bituminoso de penetración.

En el hueco limpio, seco y conformado, se coloca una capa bastante espesa de agregado mineral de penetración que se esparce uniformemente y se compacta. El agregado deberá ser de un solo tamaño y se consolidará con una apisonadora o rodillo. Sobre esta capa deberá esparcirse y rociarse uniformemente, para que penetre hasta el fondo, el material de liga asfáltico. Puede ser un cemento asfáltico de 85 a 100, o de 120 a 150 de penetración, un tipo de RC-800 o RC-3000, o una emulsión asfáltica RS-1 o RS-2. Los cementos, "cut back" o asfalto diluido con aceite delgado, se deben calentar antes de aplicarse; la emulsión asfáltica, en cambio, puede colocarse en frío; el uso de una liga fría o caliente depende de las diferencias de graduación y de la forma de aplicar el agregado.

/El material

El material de liga puede sacarse de una caldera y aplicarse a mano con recipientes esparcidos, pero es preferible utilizar un distribuidor pequeño de bitumen que tenga una manguera con esparcidor.

Aplicada la primera capa de material asfáltico, debe rellenarse el resto del hueco con piedra limpia, escoria desmenuzada o grava fina y pasarse el rodillo. Sólo debe echarse el agregado necesario para rellenar el hoyo y extenderse con escobas o una barredora al pasar el rodillo para lograr una distribución uniforme del relleno y evitar que queden huecos. El exceso de agregado deberá retirarse antes de aplicar la capa de sello (que deberá ser de la misma graduación y de la misma clase que el material bituminoso utilizado para la capa de penetración). Después de colocada la capa de sello, se pasa el rodillo y se barre el área bacheada.

La cantidad de material requerido por metro cuadrado de bacheo para esta operación depende de la profundidad del bache a rellenar y figura en el cuadro siguiente:

CANTIDAD DE MATERIAL REQUERIDO POR METRO CUADRADO DE BACHEO

| Operación | Unidad | Profundidad del bache | | |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|---------|---------|
| | | 7.5 cm | 3.7 cm | 2.5 cm |
| <u>Primer agregado</u> | kg/m ² | 143 | 66 | 33 |
| Tamaño agregado | cm,max-min. | 6.0-2.5 | 4.0-2.0 | 2.0-1.0 |
| Primer asfalto | litros/m ² | 6.9 | 2.75 | 1.6 |
| <u>Segundo agregado</u> | kg/m ² | 22 | 14 | 11 |
| Tamaño agregado | cm,max-min. | 2.5-0.5 | 1.2-0.3 | 1.0-0.3 |
| Segundo asfalto | litros/m ² | 3.5 | 2.75 | 2.3 |
| <u>Tercer agregado</u> | kg/m ² | 14 | 5 | 6 |
| Tamaño agregado | cm,max-min. | 1.0-0.3 | 0.5-0.1 | 0.5-0.1 |
| Sello asfáltico | litro/m ² | 1.6 | 1.6 | 1.6 |

/Las operaciones

Las operaciones de la reparación de un bache por este procedimiento pueden observarse en el esquema de un corte longitudinal de la obra, terminada la perforación básica (véanse los gráficos 23 y 24 de nuevo y la fotografía 51).

Estas reparaciones son muy efectivas pero debe evitarse la tendencia a usar demasiado material asfáltico ajustándose a las indicaciones y procurando que la zona reparada quede al nivel del pavimento, porque si sobresale da lugar a problemas de reblandecimiento del área y a desplazamiento del material; tampoco debe permitirse el paso del tránsito hasta que el bacheo esté curado.

El procedimiento más sencillo para el relleno de hoyos y grietas consiste en bacheo con materiales bituminosos premezclados. Se utilizan mezclas frías o calientes. Una vez limpio, seco, conformado e impregnado de material asfáltico, el hoyo se rellena con el material premezclado como en los casos anteriores.

La mezcla debe aplicarse de preferencia en capas delgadas que se compactan una por una antes de aplicarse la siguiente; de este modo resulta más fácil la compactación y mayor la estabilidad que se logra. Por consiguiente, cuando el hoyo es profundo, la mezcla quedará en varias capas delgadas, compactadas de una en una, y cada una de un espesor ya compactado aproximado de 2.0 a 4.0 centímetros. La totalidad de la mezcla deberá sobresalir entre medio y un centímetro del nivel del pavimento adyacente, para lograr la compactación por la acción del tránsito.

La compactación final también puede realizarse con una apisonadora, o, de no ser posible, con las ruedas del camión en el que se haya transportado la mezcla.

ii) Mezclas para bacheo. Ya se ha dicho que para el relleno de baches se usan dos tipos de mezclas, frías o calientes. Las mezclas calientes se usan más porque son más fáciles de aplicar, de manejar y de controlar, y proporcionan mayor uniformidad al trabajo; además pueden usarse en cualquier tiempo. Ambos tipos de mezclas pueden adquirirse en el mercado o prepararse en el lugar de la obra.

iii) Mezclas frías. El tratamiento con mezclas frías debe realizarse cuando la temperatura ambiente es elevada. Tienen la ventaja de poderse

/conservar para

conservar para otras ocasiones. Las que se obtienen en planta están elaboradas con materiales de graduación requerida según el uso a que se destinan. Por lo general se elaboran mezclando agregado local con algún asfalto líquido que permita utilizarlos de inmediato o almacenarlos durante algún tiempo. En algunas obras conviene sin embargo hacer las mezclas en el lugar en que se trabaja para adaptarlas mejor a las necesidades, aunque la operación requiere el uso del equipo apropiado y una mayor supervisión. Cuando se necesita obtener una mezcla de graduaciones densas por medio de una motoniveladora, se suele utilizar agregado local, que debe estar limpio y graduado, sin exceder en más del 7 por ciento del que atraviesa el tamiz número 200; un agregado demasiado fino produce una mezcla dura y quebradiza, difícil de manejar. El asfalto debe controlarse también porque su aplicación excesiva se traduce en una falta de consistencia. En todo caso, la cantidad y la calidad requeridas dependen del tipo de agregado: cuanto más fino o denso exige más asfalto.

En el cuadro siguiente figuran las diversas proporciones en que se deben mezclar ambos materiales para obtener una mezcla fría satisfactoria:

| Clase de material bituminoso | Porcentaje de agregado que pase un tamiz | | Material bituminoso | |
|------------------------------|--|---------|-------------------------|--|
| | No. 10 | No. 200 | Porcentaje de la mezcla | Litros por metro cúbico de agregado seco |
| | | | | |
| Asfalto cut-back | 60 | 7 | 5.5 | 98.0 |
| MC-250, MC-800 | 50 | 3 | 4.8 | 85.0 |
| | 40 | 2 | 4.4 | 77.5 |
| Asfalto de cura lenta | 60 | 7 | 5.1 | 90.0 |
| SC-800 | 50 | 3 | 4.3 | 75.0 |
| | 40 | 2 | 3.9 | 67.5 |

/La proporción

La proporción del asfalto contenida en la mezcla puede apreciarse a simple vista por su color y cohesión. El mezclado y la aireación del material deben prolongarse hasta que la humedad y las sustancias volátiles se hayan evaporado suficientemente. Deberán usarse grados más densos cuando la mezcla —que puede conservarse durante algún tiempo— se emplea al poco tiempo de su preparación.

Para obtener mezclas de graduación abierta, sólo se varían las proporciones del material agregado dentro de los siguientes límites:

| <u>Tamiz</u> (número) | <u>Porcentaje que pasa</u> <u>por el tamiz</u> |
|--------------------------|---|
| 3/4 (1.25 cm) | 100 |
| 4 | 10-30 |
| 8 | 0-10 |

Los materiales asfálticos requeridos son los del tipo de cura rápida (cutbacks) como el RC-800 o las emulsiones asfálticas MS-1 o SS-1, en una proporción de 4.5 y 5.0 por ciento, respectivamente, por unidad peso de la mezcla. Estas mezclas deben utilizarse rápidamente porque no se conservan mucho tiempo, como sucede con las más densas. Su aplicación requiere la protección de la superficie con una capa de sello.

iv) Mezclas calientes. Deben aplicarse y trabajarse dentro de ciertos límites de temperatura, generalmente altos, que varían en función de su grado de densidad. Por lo general se usan de inmediato y no pueden almacenarse. Tanto las que se producen en plantas centrales como las que se hacen en pequeñas mezcladoras portátiles son para uso inmediato. Se elaboran con un agregado recalentado y cemento asfáltico ligero caliente; deben aplicarse y extenderse conservándose a una temperatura de entre 107° y 150°C y el rodillo debe pasarse mientras están calientes porque al enfriarse no pueden trabajarse.

Da buenos resultados un agregado de una densidad que permita el paso de un 2 a un 8 por ciento por un tamiz número 200. Puede usarse cualquier mezcla asfáltica caliente regular, aunque es preferible no emplear asfaltos de baja penetración.

/En el mismo

En el mismo lugar de la obra se pueden preparar innumerables tipos de mezclas calientes, de los diferentes grados de densidad que convienen a distintos tipos de obras, con resultados satisfactorios.

En la preparación de los materiales de la mezcla pueden introducirse variaciones en cantidad, o en calidad, y de temperatura en función del grado de densidad requerido por las diversas aplicaciones, o del estado del tiempo al realizar el trabajo.

Algunas mezclas calientes, de graduación densa, pueden almacenarse por excepción, por retener humedad y sustancias volátiles. Se procesan estas mezclas a temperaturas más bajas de las usuales y pueden aplicarse y trabajarse en capas "frías". Una mezcla de este tipo se elabora con un agregado y una liga asfáltica "cutback" de MC-250 y se procesa en una planta mezcladora calorífica convencional a una temperatura de unos 71°C sin pasar en ningún caso de los 93°C.

En este tipo de mezclas el agregado se calienta entre 38° y 93°C y con ello se reduce la humedad a menos de un 2 por ciento. Cuando resulta difícil su aplicación, una pequeña cantidad de cal (1 por ciento) la facilita. La graduación típica y satisfactoria del agregado de esta mezcla es la siguiente:

| <u>Tamiz</u> (número) | <u>Porcentaje que pasa</u> <u>por el tamiz</u> |
|--------------------------------------|---|
| 3/4 | 100.0 |
| 4 | 86.0 |
| 10 | 62.0 |
| 40 | 18.0 |
| 80 | 5.3 |
| 200 | 3.0 |
| MC-250 (requerido para la mezcla) | 5.2 |

La proporción del material asfáltico a mezclar (como el MC-250) que se requiere es del 5.2 por ciento por unidad del peso de la mezcla.

/También puede

También puede usarse alguno de los materiales asfálticos siguientes (se indica la temperatura a que deben emplearse):

SC-250 para almacenarse bastante tiempo en climas secos y cálidos, calentándose para la mezcla a una temperatura de entre 65° y 93°C;

SC-800 para períodos largos de almacenamiento, calentándose a una temperatura de entre 80° y 121°C;

MC-800 para usarse al poco tiempo de haberse hecho, calentándose normalmente a una temperatura de entre 65° y 93°C; y

RC-250 sólo para conservarse muy corto tiempo, caso en el que debe calentarse a una temperatura de entre 27° y 65°C.

Para otras mezclas calientes de menor densidad se usan asfaltos más ligeros que deben aplicarse enseguida y no pueden almacenarse mucho tiempo. Para ellas se suele utilizar un agregado de graduación abierta que queda retenido totalmente en un tamiz No. 8. El agregado no necesita calentarse para mezclarse con una emulsión asfáltica ni debe tener demasiada humedad. Conviene usar un "cutback" RC-800 de rápido curado o una emulsión asfáltica MC-1, en una proporción del 4 al 6 por ciento del peso total de la mezcla.

b) Reparación de las superficies

El mantenimiento de las superficies debe incluir la reparación de daños ocasionados por el tránsito como deformaciones, desgaste, hundimientos, etc.

Las obras, como los materiales y equipos que se necesitan, varían de acuerdo con la importancia de las reparaciones.

Los simples tratamientos superficiales y de relleno de baches y grietas son, por lo general, reparaciones de carácter temporal que exigen en el futuro obras de mayor envergadura e incluso la reconstrucción del área afectada. La reparación definitiva requiere casi siempre el fortalecimiento de la superficie misma, el de la base, el de la subbase, la renivelación y reconformación del camino, y, finalmente, un acabado del tratamiento superficial adecuado al tipo de pavimento. Sólo con todo ello puede ofrecerse al tránsito un camino resistente, de superficie lisa y suave.

Para cualquier tratamiento de los que se especifican más adelante, existen lineamientos básicos de los procesos, que se anotan a continuación.

Como para cualquier obra de conservación y reparación, debe prepararse previamente el área afectada antes de iniciar la compostura propiamente dicha, efectuándose ante todo la limpieza, retirando el material suelto, y dejando el área libre de basura, piedras, agua, lodo, etc.

Inicialmente se procede a fortificar y reconformar el área, sustituyendo y colocando el material que se necesite para estabilizarlo, nivelarlo y reconformarlo, dejándolo similar al del resto del camino, y procediendo finalmente a colocar el tratamiento adecuado para la superficie y a sellarlo.

En las operaciones específicas que se realizan en la actualidad se tiende a mejorar las prácticas más usuales --pero más difíciles, complicadas y lentas-- que pueden implicar desde la escarificación, remezclado de materiales y nivelación, hasta la compactación y recubrimiento finales.

i) Tratamiento ligero de recompactación. Es una de las operaciones indicadas para componer una zona que requiere fortalecimiento y reconformación. Se puede realizar con material premezclado haciendo la mezcla en el lugar de la obra.

Cuando se emplea material premezclado debe prepararse la superficie aplicándole una capa de liga de menos de medio litro de asfalto, "cutback" de eura media (MC-70), por metro cuadrado, esparcirse uniformemente para impregnar el área, y colocarse después un material premezclado (frío o caliente) en cantidad suficiente para que pueda extenderse en una ligera capa ya compactada de 1 a 2 centímetros de espesor. El agregado de la mezcla debe ser de graduación fina de un tamaño no mayor de 1.70 centímetros (tres cuartos de pulgada). (Véase la fotografía 52.)

El material premezclado se distribuye por medio de una motoniveladora; en áreas más pequeñas también se utilizan esparcidoras manuales con cuchillas, máquinas especiales y rastras.

Al extenderse la mezcla con la motoniveladora se empareja a la vez la superficie raspando y rebajando los promontorios y depositando la mezcla en las depresiones. La compactación apropiada del material se obtiene con un rodillo de llantas que liga el material nuevo con el viejo renovando así la superficie. El resultado final dependerá del cuidado con que se haya hecho la distribución y el extendido de la mezcla. (Véase la fotografía 53.)

/Cuando la

Cuando la mezcla del material se realiza en el lugar de la obra, el proceso a seguir para su aplicación es el siguiente:

Una vez preparada el área se procede a bachearla con agregado premezclado para nivelar las desigualdades. El material a emplear para la mezcla se coloca junto a la zona que se repara y debe consistir en un agregado mineral que pase totalmente por el tamiz número 3/4 (1.70 centímetro) en una proporción de 33 kilogramos por metro cuadrado.

La mitad del pavimento que queda más cerca del material se rocía con asfalto líquido en una proporción de 1.4 litros por metro cuadrado (SC o MC) y sobre ella se echa el material que se puso más cerca en cantidad suficiente para que cubra el asfalto, cuidando que no se ensucie.

Después se hace lo mismo con la otra mitad del pavimento. Para mezclar en forma uniforme el material sobre el pavimento se utilizan palas o cuchillas. En muchos casos se necesita echar más asfalto al agregado durante esta operación. Por último se efectúa la compactación de todo el trabajo. Cuando la cantidad de agregado utilizada no es muy grande tiene que hacerse algún acabado de detalle. Los rodillos de llantas se utilizan con muy buenos resultados.

ii) Refuerzo mediano o cubierta superficial. Es una operación para reforzar y renovar zonas desgastadas que consiste en aplicar a la superficie del camino un material premezclado que se distribuye de preferencia desde una caja esparcidora remolcada por un camión. La caja esparcidora puede engancharse también al camión que transporta la mezcla caliente.

El chofer del camión puede operar la compuerta trasera para dar salida al material premezclado; una barra permite graduar el material dejándolo al nivel deseado; el uso de rodillos metálicos y de llantas de hule es esencial para la compactación. También se puede realizar, nivelar y extender la mezcla por otros medios convencionales, con resultados similares.

iii) Tratamiento de emparejamiento de la superficie para reparar pavimentos desgastados, con grietas muy profundas. La aplicación de los tratamientos superficiales anteriores no sirve para reparar daños más importantes que sufren los caminos por la acción del tiempo, el uso y la lenta oxidación, y que dan lugar a zonas muy frágiles y agrietadas en demasía. Estos daños deben

/arreglarse,

arreglarse, sin pérdida de tiempo para que no se destruya el camino, reparando las grietas de las orillas y deteniendo el proceso de destrucción, pero resulta antieconómico y lento realizar estas operaciones rellenando a mano, una por una, las grietas cuando son muchas. Por eso se recomienda recurrir a un proceso de nivelación, operación para la que pueden emplearse materiales premezclados. Se prepara la superficie con una capa espesa de liga asfáltica, en una proporción de 4.6 litros de MC-70 por metro cuadrado. La mezcla deberá llevar un agregado de graduación muy fina, de un centímetro o menos, y extenderse cuidadosamente en la superficie en una proporción de 13 a 25 kg por metro cuadrado; se empareja por medio de cuchillas y se apisona a la vez repetidamente con un rodillo neumático; pueden usarse también dragas de cepillo. Esta operación se puede mejorar agregando una cubierta superior de menor espesor o aplicando un sello con una capa ligera de arena.

El rellenado también puede realizarse por medio de una recompactación ligera con arena. Inicialmente se escarifica completamente el pavimento deteriorado y se vuelve a distribuir convenientemente por medio de un barrido. Luego se esparcen de 0.5 a 0.7 litros de MC-250 (o de la serie de asfaltos "cutbak" RC-800 o MC-800) por m² y se cubren con arena en una proporción de 2.5 a 5.5 kg por m². La mezcla se recompacta con una motoniveladora llenándose todas las grietas. Se termina la operación con una compactación del material de relleno por medio de un rodillo de llantas de hule.

c) Cierre y sellado de grietas

Las grietas e intersticios de la superficie de un camino dan lugar a que el agua se filtre a la base, a la subbase y al terreno mismo, reblandeciéndolo y reduciendo su capacidad de soporte y su estabilidad.

Las grietas pequeñas son producidas por asentamientos de la base y del suelo cuando el pavimento tiene poca compactación y por la expansión y contracción del mismo que se deben a los cambios de temperatura frecuentes.

Estas grietas se van ampliando gradualmente y llegan a ser en ocasiones de más de dos centímetros de ancho. Deben repararse cuanto antes para evitar daños mayores —como la oxidación, disgregación o desmenuzamiento de la superficie— y rellenarse, cerrarse y sellarse evitando así la filtración del agua a la estructura.

/Cuando son

Cuando son pocas las grietas pueden repararse una por una rellenándolas con material asfáltico, pero cuando el área está muy agrietada y en una gran extensión, resulta preferible aplicar a todo el sector del pavimento una capa de sello completa. En estos casos un mantenimiento rápido y oportuno no resulta muy caro y evita los gastos más considerables de la reparación de daños progresivamente mayores. Estas obras deben realizarse de preferencia en buen tiempo (ni frío ni caliente y sin lluvias), aunque de considerarse necesario deben llevarse a cabo lo antes posible.

Cualquiera que sea la forma en que se haga el relleno y sellado de las grietas, deben observarse ciertos requisitos, comunes a cualquier procedimiento, para la preparación y aplicación de los tratamientos.

Las grietas pequeñas deben limpiarse directamente con aire comprimido para desalojar el polvo, o barrerse bien con una escoba de cerdas duras. Las más anchas deben limpiarse de preferencia con una cuchilla o con una herramienta especial.

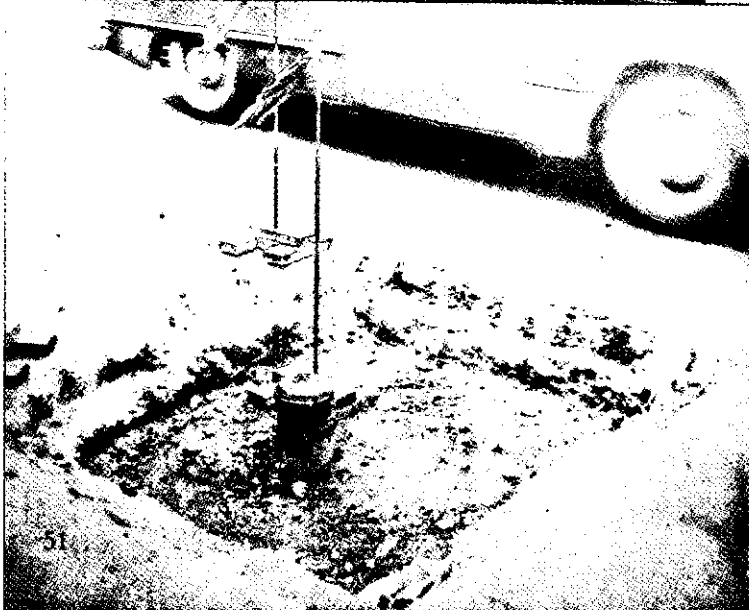
i) Relleno de grietas. Después se procede al relleno de las grietas, que debe hacerse con sumo cuidado para que sea efectivo. El material de sello debe echarse por la abertura sólo en la cantidad suficiente para rellenar la grieta porque el exceso puede dar lugar a que el tránsito destruya gradualmente el piso por desplazamiento del material que lo forma.

Para asegurar una penetración y distribución uniforme del relleno se utiliza un rellenedor de grietas como los que se pueden ver en el gráfico 25 y en las fotografías 54, 55 y 56.

Inmediatamente después de aplicar un material bituminoso de una caldera vertedora, se utiliza una rellenedora de grietas (squeegee) de bordes de hule para hacerlo penetrar, alisarlo en la superficie y eliminar el sobrante; se repite la operación en las demás grietas. Como el material queda expuesto al tráfico deberá ser recubierto con arena fina o polvo de roca, dándose así por terminado este tipo de reparación.

Para el relleno se suele recomendar el uso de materiales asfálticos de baja viscosidad, como los "cutbacks", RC-800, MC-800 o emulsiones asfálticas "para relleno de grietas". También se pueden utilizar materiales asfálticos más espesos, pero no penetran hasta el fondo de las grietas angostas y sólo

/Las impregnan



49. Rodillo calentador de asfalto / 50. Apisonadora de mano / 51. Bache preparado para un relleno final, después de haber sido limpiado y cortado / 52. Esparcimiento del material premezclado en un tratamiento ligero de recompactación / 53. Rodillo de llantas / 54. Relleno de grietas.

las impregnan superficialmente, dejando vacíos en el interior. Para rellenar grietas de más de 1.0 centímetro de ancho se pueden usar materiales asfálticos más densos; entre ellos se recomienda el uso de un agregado fino (arena, grava menuda o ambas cosas) mezclado con una disolución acuosa de una emulsión asfáltica de liga (emulsión asfáltica SS-1 por ejemplo). En una mezcladora se revuelven los materiales y se vierten directamente en la grieta. La consistencia de esta combinación es la preferible para el relleno. También es satisfactorio el uso de materiales premezclados con agregados de graduación fina y asfaltos; preparados en caliente o en frío, se vierten en las grietas más anchas y se sella después la superficie con algún asfalto líquido.

También se pueden utilizar otros compuestos asfálticos especiales que se aplican en frío o en caliente. Algunas combinaciones de asfalto y caucho han dado asimismo buenos resultados para el sellado de grietas.

ii) Capa de sello. Este tratamiento es más radical y se aplica a superficies más dañadas, llenas de grietas, que no pueden ir arreglándose de una en una por resultar antieconómico, aparte de necesitarse detener el proceso de disgregación del pavimento. Con la aplicación de la capa de sello a la superficie bituminosa afectada se protege el pavimento del aire y la humedad, se renueva una superficie reseca y gastada y se refuerza la estructura del pavimento, deteniendo el deterioro causado por el uso. Además se obtiene una superficie sin huellas de rodaduras, no resbaladiza. Para la aplicación de la capa de sello pueden seguirse diversos procedimientos.

Sello de asfalto ligero. En zonas no muy extensas resulta muy conveniente este tratamiento, que es una de las operaciones de mantenimiento más baratas, rápidas, fáciles y efectivas; pero debe efectuarse en época seca y no muy fría. La reparación consiste en aplicar a la superficie una capa de sello de asfalto ligero (MC-250 u 800), en una proporción de medio a un litro por metro cuadrado, que se recubre después con una ligera capa de arena. También se puede realizar el tratamiento esparciendo emulsiones y líquidos asfálticos con rellenadores de grietas (squeegees) manuales, sobre todo cuando se trata de operaciones de relleno de grietas como las de lagarto y del emparejamiento de la superficie.

/Sello con

Sello con emulsiones asfálticas diluidas. Es un tratamiento muy sencillo que consiste en la aplicación de una emulsión asfáltica diluida, sin añadir cubierta de agregado mineral; se aplica sobre superficies asfálticas, nuevas o viejas, y puede tratarse de alguna mezcla prefabricada de las que se encuentran a la venta o elaborarse en el lugar de la obra. Es una operación que se recomienda para sellar el pavimento o mejorar la superficie cuando no se desea cambiar la textura de la existente; no se requiere el uso de material granular. Sólo debe aplicarse a superficies lo bastante porosas para absorber el material bituminoso del sello. Se utiliza una emulsión asfáltica (SS-1) a la que debe agregarse aproximadamente un 25 por ciento de agua limpia. Nunca debe echarse la emulsión en el agua, sino lo contrario. También puede hacerse la disolución a partes iguales de agua y emulsión. El agua y la emulsión asfáltica deben batirse hasta lograr una mezcla uniforme. La emulsión deberá vaciarse en el distribuidor a una temperatura no menor de 16°C. La suspensión de la emulsión asfáltica y el agua deberá aplicarse a una temperatura de entre 38° y 60°C; cuando la temperatura atmosférica sea menor de 16° o el tiempo extremadamente seco, no deberá colocarse. La proporción más conveniente oscila entre los límites de 0.2 y 0.5 litros por metro cuadrado, con base en la cantidad de emulsión antes de diluirse, y deberá ser fijada con exactitud por el ingeniero.

Debe desviarse el tránsito desde que se aplique la emulsión hasta que haya quedado curada (lo cual se conoce por el color negro azabache que adquiere). En condiciones normales el hecho ocurre en dos horas o menos.

Sello de emulsión asfáltica de película ligera. Consiste en una aplicación muy ligera, de medio centímetro o menos de espesor, de una mezcla de agregado fino con una emulsión asfáltica de cura lenta. Por este procedimiento se rellenan todas las grietas, aunque no se corrigen ni preservan los asentamientos de la base o su debilidad. También se rellenan los vacíos superficiales de las áreas en disgregación proporcionándoles cierta nivelación. Se trata, en consecuencia, de una reparación temporal, no definitiva, que aplaza el deterioro progresivo de la superficie hasta que puede realizarse un tratamiento radical.

La obtención de la consistencia cremosa de la mezcla requerida para esta operación se logra agregándole la cantidad apropiada de agua. La emulsión asfáltica y el agua para cada 50 kilogramos de agregado, deben añadirse en la siguiente proporción:

| | |
|--|--------------------------------|
| Emulsión asfáltica (SS-1) | 8 a 12 litros |
| Agua (variable de acuerdo con la consistencia requerida) | 4 litros de base (más o menos) |

Capa de sello regular. Este tratamiento es parecido pero más radical que los anteriores, La proporción del agregado que se esparce depende del tamaño del mismo; la requerida por metro cuadrado será la precisa para obtener una capa de un espesor de más del 10 por ciento del grueso de la capa de agregado. La cantidad de material asfáltico que se necesita habitualmente es aproximadamente de medio litro por cada 5.5 kg de agregado por metro cuadrado. Se especifican algunas proporciones en el cuadro siguiente:

| Tipo de agregado | Tamiz No. 8 | Cantidad de agregado (kg) | Cantidad de asfalto (litros x m ²) |
|------------------|-------------|---------------------------|--|
| 1.25 cm | | 9.0-11.0 | 1.0-1.5 |
| Arena | | 5.0- 7.0 | 0.5-1.0 |

Capa de sello con agregado. Es un tratamiento especial para superficies asfálticas muy desgastadas. Para el tratamiento superficial se puede utilizar un cemento asfáltico de cura rápida "cutback" o una emulsión de alta viscosidad, que se recubre con una capa de agregado para eliminar el polvo, pres-tándole mayor resistencia a la superficie y facilitando una buena adherencia al material para un recubrimiento posterior. Cuando se aplica una cubierta ligera, de unos 10 kg por metro cuadrado, el tratamiento previo requiere un asfalto de la densidad necesaria para producir una coloración café claro.

Capa de sello, con mezclas prefabricadas de graduación abierta. Este tratamiento se recomienda cuando las condiciones son muy diversas. Las mezclas que se emplean contienen un agregado de grado abierto que se mezcla en una planta pavimentadora con un 5 por ciento de cemento asfáltico y se extiende sobre la superficie en una capa de alrededor de un centímetro de espesor con una máquina pavimentadora. Se recomiendan cementos asfálticos de una penetración de 85-100 o de 120-150.

/d) Rehabilitación

d) Rehabilitación de la superficie

Todas las operaciones indicadas sirven para reparar ciertos deterioros específicos de los caminos. El mantenimiento integral de las carreteras incluye reparaciones de la superficie del pavimento asfáltico que implican la realización de diversas operaciones ya descritas, puesto que las mismas consisten, por lo general, en reparaciones provisionales que evitan que se extiendan los daños o se produzcan otros nuevos, aunque con el tiempo se precise realizar obras más completas y permanentes, o incluso la reconstrucción total del pavimento. (Véanse las fotografías 57, 58 y 59.)

La rehabilitación de la superficie incluye, pues, reparaciones de carácter permanente y radical para los casos graves de deterioro que pueden efectuarse por diversos procedimientos, según el estado de la carretera y la importancia de los daños a reparar, pero no se resuelven con las operaciones más sencillas, pero temporales que se realizan como mantenimiento regular.

i) Repavimentación. Cuando el deterioro de una superficie asfáltica es muy grande, el material bituminoso deberá escarificarse y volverse a mezclar, solo o agregándole mezcla nueva, compactarse y aplicársele el recubrimiento superficial adecuado. Este método proporciona resultados excelentes pero es muy costoso. Se inicia con la escarificación del área y puede requerir agregar material; si se trata de más del 50 por ciento, deberá efectuarse una nueva escarificación.

Para lograr los mejores resultados conviene reparar previamente el pavimento viejo y realizar el bacheo y el rellenado de grietas por los procedimientos más adecuados. Se aplica luego una capa niveladora, de espesor y dimensiones que varían, para emparejar las áreas irregulares y reforzar los lugares débiles. Se limpia la superficie, o se barre o riega. Si se riega deberá dejarse secar totalmente antes de continuar los trabajos.

La repavimentación debe aplicarse en dos capas, recomendándose que tengan un espesor mínimo de 7.5 centímetros una vez hecha la compactación.

Quando se agregue material nuevo al escarificado, deberá procurarse que sea lo más parecido al existente, tanto en graduación como en cantidad de agregado y de asfalto.

/ii) Tratamiento

ii) Tratamiento superficial de calentamiento. Es un método que proporciona excelentes resultados cuando se realiza con cuidado porque devuelve a las áreas tratadas sus características originales. Se adapta mejor a los caminos de cubierta asfáltica con agregado de graduación fina, y a los de concreto asfáltico, que a los construidos con mezclas de agregados de alta graduación porque en éstos pueden disgregarse las orillas al mezclarse o revolverse las nuevas zonas del pavimento con las anteriores.

La mayoría de las cubiertas asfálticas se construyen de un grueso de 7.5 centímetros, la mitad del cual corresponde a la mezcla de la capa superior de la cubierta. Cuando la superficie sufre un desgaste de un centímetro, se recalienta esa parte y se agregan unos 2,5 centímetros más de una nueva mezcla de asfalto similar a la original, que restaura totalmente el pavimento. (Véanse de nuevo las fotografías 58 y 59.)

4. Equipos de mantenimiento

El mantenimiento general de caminos de pavimento asfáltico requiere el uso de máquinas y herramientas especiales, aunque en algunos casos convenga y se aconseje utilizarlas con ciertas adaptaciones y pequeños aditamentos, y en otras se usen las destinadas a obras de distinta naturaleza que también pueden servir para trabajos en las carreteras por razones prácticas y económicas.

Actualmente existen en el mercado equipos, maquinaria y herramientas especiales que permiten efectuar, con la debida perfección, todas las operaciones que requiere el mantenimiento y la reparación de pavimentos asfálticos; al efectuarse los trabajos con un alto grado de mecanización, se necesita mayor calificación de los obreros y la supervisión de los mismos, pero se obtiene un trabajo mucho mejor en calidad y en cantidad.

Puede decirse a este respecto que el alto grado de capital inicial requerido por estas operaciones se compensa con los buenos resultados, el ahorro de tiempo, la alta productividad de las obras, la duración de los equipos y la posibilidad de emplearlos extensivamente.

Las condiciones en que se encuentra Centroamérica aconsejan, sin embargo, limitar su adquisición y uso, y utilizar en vez de estos equipos, hasta donde sea posible, otros más sencillos y económicos.

/Existen equipos

Existen equipos especializados más pequeños, y algunos manuales, que se pueden emplear con muy buenos resultados en las operaciones de mantenimiento rutinario, son más económicos y requieren mayor cantidad de mano de obra menos calificada, cuyo trabajo debe supervisarse cuidadosamente. En el mercado se pueden adquirir los que se anotan a continuación.

a) Mezcladoras de material asfáltico para bacheo (véase la fotografía 60)

Existen diversos tipos de máquinas para preparar pequeñas cantidades de mezcla de agregado mineral y materiales asfálticos, y para elaborar mezclas frías y mezclas calientes. Todas cuentan con aditamentos para el secado del agregado y se obtienen instaladas en remolques para su fácil traslado. Resultan utilísimas para las operaciones de bacheo, rellenado de grietas y otras reparaciones para las que se requiere el uso de pequeñas cantidades de las mezclas.

b) Compactadoras vibratorias manuales

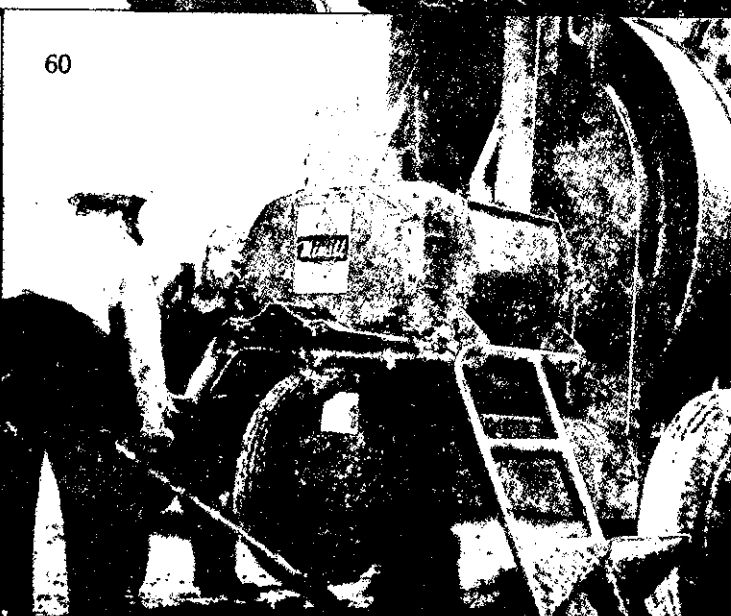
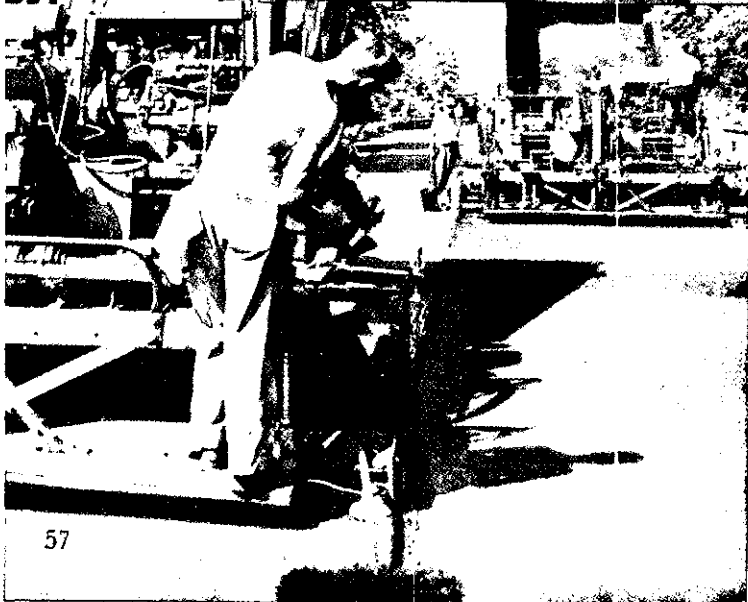
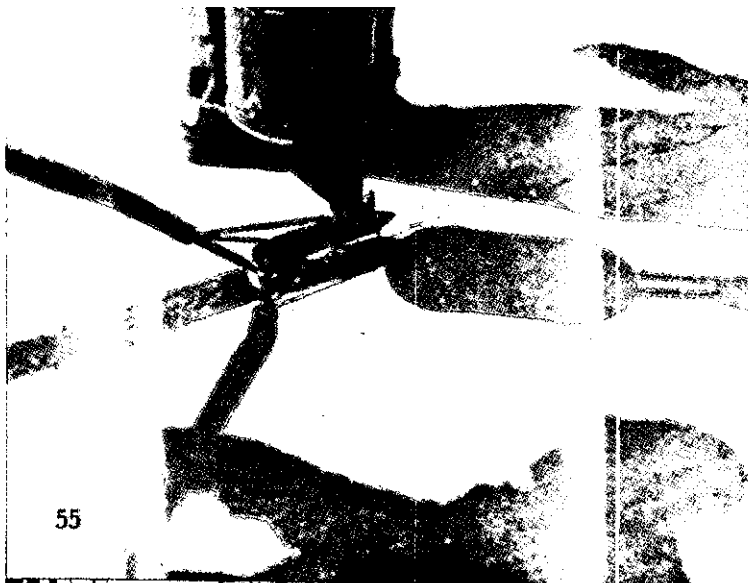
Son unidades pequeñas, de operación manual, que al vibrar realizan una acción compactadora adicional. Se utilizan para efectuar trabajos en áreas reducidas, inaccesibles o de difícil acceso para máquinas más grandes y pueden usarse con mezclas frías o calientes.

Se emplean para compactar bacheos, capas de mezclas extendidas en áreas pequeñas, aplicación de tratamientos de penetración, etc. (Véase la fotografía 61.)

c) Rodillos vibratorios

Consisten en una pequeña rueda de acero a la que se adapta una unidad que produce una vibración. Resultan excelentes para reparaciones de bacheo y otras clases en áreas pequeñas que requieren una compactación fuerte, y sirven para compactar totalmente la mezcla como se necesita para obtener una superficie lisa y regular y obtener una liga firme de los materiales, así como para compactar otras reparaciones de la superficie con otros materiales de cualquier clase.

/d) Esparcidoras



55. Operación de relleno / 56. Acabado de relleno de grietas / 57. Repavimentación con máquina esparcidora de mezcla / 58. Obras de repavimentación / 59. Obras de repavimentación / 60. Mezcladora de material asfáltico para bacheo.

d) Esparcidoras de asfalto

Son unidades muy útiles para la repavimentación de áreas pequeñas y obras de refuerzo mediano; trabajan mejor con material caliente, que puede esparcirse con facilidad y en forma apropiada, pero también pueden esparcir material frío. Son apropiadas para operaciones de bacheo, para colocar capas de sello en arcos pequeños, para aplicar capas de imprimación e impermeabilización. También pueden adaptárseles aditamentos para otros usos. (Véase el gráfico 26.)

e) Esparcidoras de agregado

Las esparcidoras pequeñas pueden montarse en la parte trasera de un camión para esparcir en áreas reducidas el agregado de una capa de sello o para cualquier otro tipo de capa que se requiera en la cantidad deseada, para colocarlo uniformemente en baches de tamaño regular que se hayan rellenado con un tratamiento de penetración y en operaciones de repavimentación. Tienen la ventaja de poder adaptarse en el mismo lugar de la obra. (Véanse las fotografías 62 y 63.)

f) Remolques calentadores para bacheo

Se trata de unidades pequeñas que pueden montarse en la parte trasera de un camión y utilizarse para calentar el material premezclado. Constituyen un buen procedimiento para colocar el material caliente de bacheo, que puede trabajarse a satisfacción independientemente de la temperatura ambiente, y realizarse por lo tanto en cualquier tiempo. Estas unidades se utilizan también para otras operaciones en áreas pequeñas que requieren mezclas calientes.

g) Pulimentadoras y repavimentadoras

Son unidades muy útiles para los trabajos de reconstrucción que requieren el pulimento de superficies secas y desgastadas, para la preparación de hoyos y grietas que deben rellenarse posteriormente, para pulimentar y suavizar superficies ásperas, rugosas y onduladas y para proporcionar cierta nivelación a algunas superficies.

h) Barras o tubos esparcidores de asfalto para remolques pequeños

Son barras de diversa longitud que permiten verter y distribuir material asfáltico líquido; se utilizan con pequeños remolques tipo tanque de una

/capacidad

capacidad aproximada de entre 1 000 y 2 000 litros. Como facilitan una distribución uniforme resultan muy útiles para las operaciones de colocación de capas de sello, imprimación del suelo, tratamientos de penetración, etc. (véase el gráfico 27.)

i) Combinación de caldera y barril pequeños de uso manual

Se utiliza para verter asfalto caliente directamente en obras pequeñas.

j) Raspador liviano para realizar bacheos manualmente

Es un aparato muy útil para distribuir el material de relleno y para nivelar y emparejar la superficie del área rellenada. (Véase la fotografía 64.)

k) Rodillos pequeños calentadores de asfalto

Además de su acción compactadora, el poder calorífico que tienen estas máquinas ablanda y facilita la colocación al hacer más maleables los materiales asfálticos que son muy duros o tienden a endurecerse.

l) Motoperforadoras portátiles

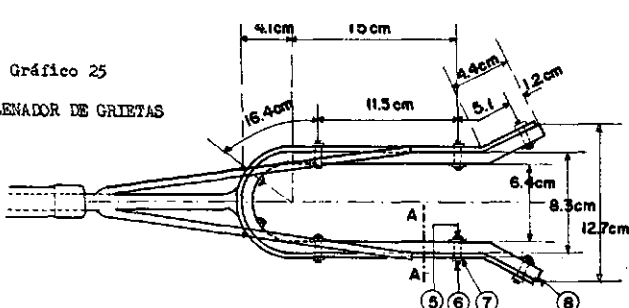
Se utilizan para perforar el pavimento y para compactar la tierra y el material de bacheo. (Véase el gráfico 28.)

m) Rellenadores de grietas (squeegees)

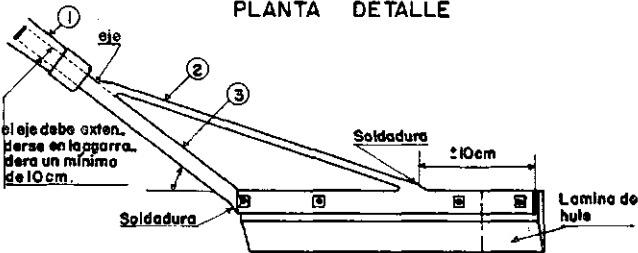
Es un aditamento que sirve para hacer penetrar totalmente el material de relleno de las grietas y para emparejarlo y nivelarlo al mismo tiempo con la superficie, compactándolo al aplicarle cierta presión. Se comprende su utilidad para lograr un relleno muy perfecto.

Ya se ha indicado en la descripción de métodos y operaciones el uso de otros equipos manuales sencillos (mangueras distribuidoras, bombas apisonadoras, rastrillos, etc.) que son baratos y de fácil adquisición y de las adaptaciones de herramientas ordinarias o incluso destinadas originalmente a otros tipos de trabajo a que puede recurrirse para estas reparaciones.

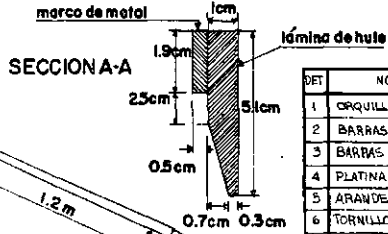
Gráfico 25
RELLENADOR DE GRIETAS



PLANTA DETALLE



CORTE DETALLE



SECCIONA-A

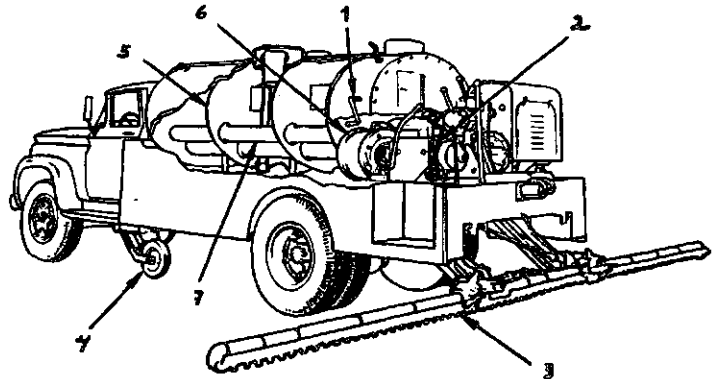
| DET | NOMENCLATURA | PZA |
|-----|--------------------------------------|-----|
| 1 | ORQUILLA PARA MANUBRIO Nº1 | 1 |
| 2 | BARRAS DE ACERO DE 1/2"x10" LARGO | 2 |
| 3 | BARRAS DE ACERO DE 1/2"x10" LARGO | 1 |
| 4 | PLATINA DE ACERO 3/16"x24"x20" LARGO | 1 |
| 5 | ARANDELA PLANA Nº 10 | 8 |
| 6 | TORNILLO DE MAQUINA Nº 10 x 7/8" | 8 |
| 7 | TUERCA CUADRADA Nº 10 | 8 |
| 8 | LÁMINA DE HULE 3/8"x2"x20" | 1 |

CONJUNTO DETALLE

rellenador de grietas

Gráfico 26

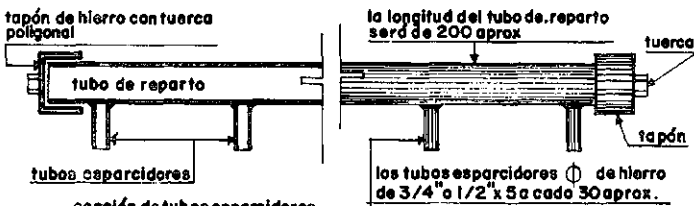
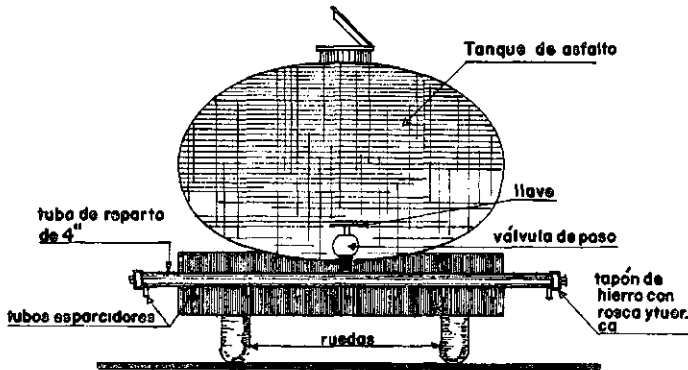
UNIDAD ESPARCIDORA DE ASFALTO DE TIPO PESADO



1. Válvula de control
2. Quemadores
3. Barra esparcidora
4. Rueda medidora
5. Placa aisladora
6. Bomba
7. Tuberías

Gráfico 27

TUBOS ESPARCIDORES



sección de tubos esparcidores, tubo de reparto y tapón

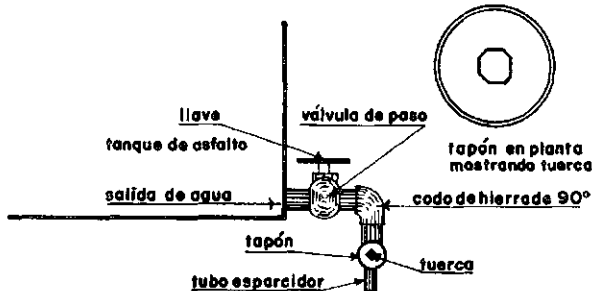
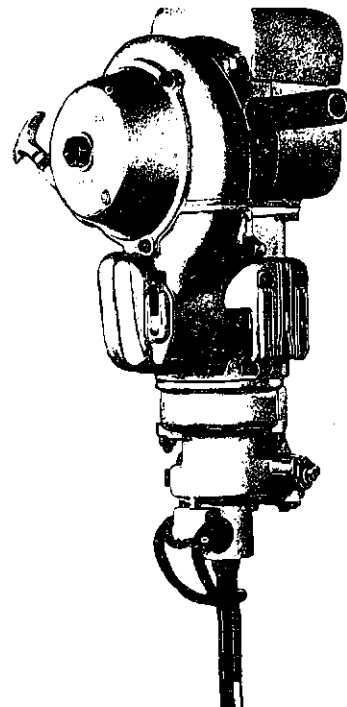


Gráfico 28

MOTOPERFORADORA PORTÁTIL



5. Mano de obra

Como se ha señalado, las operaciones importantes para el mantenimiento de pavimentos asfálticos requieren generalmente un alto grado de mecanización, al que corresponde el empleo de menor cantidad de mano de obra no especializada, pero mayor calificación de la habitual y mayor supervisión técnica.

Estas relaciones pueden modificarse y adaptarse al medio y a los recursos disponibles en los países en desarrollo, simplificando las operaciones para que puedan realizarse con una mayor proporción de mano de obra no calificada, empleando herramientas manuales sencillas y materiales como emulsiones, asfaltos rebajados ("cutbacks") y mezclas del comercio o para bacheo frío que se preparan para operaciones sencillas en el lugar del trabajo.

Casi todas estas pequeñas obras y reparaciones pueden hacerse por cuadrillas de peones regulares y sin necesidad de recurrir a los especialistas que se necesitan para las obras más importantes (tratamientos de superficies, etcétera).

Como la posibilidad de realizar el mantenimiento a base de mano de obra depende de la magnitud y clase de obras que se necesite llevar a cabo, se recomienda no descuidar el mantenimiento de los caminos y que se realice rutinariamente para reparar con oportunidad los daños pequeños antes de que su importancia exija soluciones más complicadas; deben prevenirse ante todo las averías graves de las carreteras que implican obras más costosas y difficiles, trabajos más extensos y especializados y mayor uso de maquinaria, y que no pueden solucionarse por los métodos y operaciones de mantenimiento y mejoramiento que se han señalado, puesto que se trata de obras de verdadera reconstrucción.

6. Especificaciones aconsejables para asfaltos líquidos

En los cuadros 1 a 5 figuran las especificaciones para asfaltos líquidos del Asphalt Institute de los Estados Unidos de Norteamérica. Se recomienda realizar las pruebas de laboratorio que exijan equipo y materiales específicos por los procedimientos de la AASHO (American Association of State Highway Officials) y de la ASTM (American Society for Testing Materials), en la forma que se indica en las notas de los cuadros.

/Cuadro 1

Cuadro 1

ASFALTOS

(Métodos de prueba: AASHO)

| Tipo de material | Pavimentos asfálticos | | | Asfalto de relleno | | | Asfalto para recubrir tuberías |
|---|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------|--|--|-----------------------------------|
| | 64 | 64P | 65 | 71 | 71B | | 71A |
| Item No. | 90-100 | 110-120 | 60-70 | 50-60 | A | B | 25-50 |
| Grado Homogéneo | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si |
| Requerimientos generales | El material debe estar libre de agua | | | | | | |
| Gravedad específica a 25°C a/ | 1.00-1.04 | 1.00-1.04 | 1.00-1.04 | 1.00-1.04 | 1.00-1.04 | 1.00-1.04 | 1.00-1.04 |
| Penetración a 25°C, 100 gramos, en 5 segundos | 90-100 | 110-120 | 60-70 | 50-60 | 30-45 | 30-45 | 25-50 |
| Penetración a 40°C, 200 gramos, en 1 minuto | - | - | - | - | - | - | - |
| Razón de penetración (40°C/25°C x 100) | 30.0+ | 30.0+ | 30.0+ | 55-70 | 60-75 | 60-75 | 80-90 |
| Porcentaje pérdida a 162.8°C b/ | 1.0- | 1.0- | 1.0- | 1.0- | 1.0- | 1.0- | 1.0- |
| Porcentaje penetración de residuos | 60.0+ | 60.0+ | 60.0+ | 60.0+ | 60.0+ | 60.0+ | 60.0+ |
| Porcentaje solubilidad en CS ₂ c/ | 99.5+ | 99.5+ | 99.5+ | 99.5+ | 99.5+ | 99.5+ | 99.5+ |
| Punto de inflamación, °C | 175+ | 175+ | 175+ | 200+ | 200+ | 200+ | 175+ |
| Ductibilidad a 25°C | 60+ | 60+ | 60+ | 10+ | 4+ | 4+ | - |
| Punto de ablandamiento °C (B.R.) | - | - | - | 60-75 | 71-82 | 82-93 | 88-110 |
| Usos típicos | Construcción de penetración | Construcción de penetración | Mezcla caliente de planta | Junturas y grietas | Relleno de juntas de losetas de tráfico ligero | Relleno de juntas de losetas de tráfico pesado | Recubrimiento de tubos corrugados |

a/ Los límites de gravedad específica sólo se aplican a asfaltos de petróleo.
 b/ Límite de 1 por ciento para asfaltos de petróleo; de 3 por ciento para asfalto natural fluido.
 c/ 99.5+ asfalto del petróleo, 95.0+ Bermúdez; 81.0+ Cubano; 66.0+ Trinidad.

Cuadro 2

EMULSIONES ASFALTICAS

(Métodos de prueba: AASHO)

| | Item No. | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 70B | 70B | 70M | 70 | 70C |
| Designación de material | RS-1 | RS-2 | MS-1 | MS-3 | - |
| Porcentaje de agua | 45- | 40- | 32-37 | 30-35 | 50-55 |
| Porcentaje de asfalto | 55+ | 60+ | 63-68 | 65-70 | 45-50 |
| Homogéneo | Si | Si | Si | Si | Si |
| Gravedad específica a 25°C | 1.00+ | 1.00+ | 1.00+ | 1.00+ | 1.00+ |
| Porcentaje de ceniza | 2.0- | 2.0- | 2.0- | 2.0- | 2.0- |
| Viscosidad Furol a 25°C | 30-100 | - | Satisfac- | Satisfac- | Satisfac- |
| | | | torio | torio | torio |
| Viscosidad Furol a 50°C | - | 50-300 | - | - | - |
| Sedimentación en 5 días | 3.0- | 3.0- | 3.0- | - | 3.0- |
| Cemento mezclado | - | - | - | - | - |
| Prueba de tamiz, porcentaje | 0.1- | 0.1- | 0.1- | 0.1- | 0.1- |
| Desemulsibilidad N/50 (35) | 30-95 | 50-95 | - | - | - |
| Desemulsibilidad N/10 (50) | - | - | 5-45 | 40-85 | 5-45 |
| <u>Base de asfalto para emulsiones</u> | | | | | |
| Gravedad específica a 25°C | 1.00-1.05 | 1.00-1.05 | 1.00-1.05 | 1.00-1.05 | 1.00-1.05 |
| Penetración a 25°C, 100 gramos en 5 segundos | 100-200 | 100-200 | 100-200 | 100-200 | 100-200 |
| Penetración a 4°C, 200 gramos en 1 minuto | - | - | - | - | - |
| Razón de penetración (4°C/25°C x 100) | 30+ | 30+ | 30+ | 30+ | 30+ |

//(Continúa)

Cuadro 2 (Conclusión)

| | Item No. | | | | |
|---|--|-----------------------------|-------------------|--|---------------------|
| | 70B | 70B | 70M | 70 | 70C |
| Solubilidad en CS ₂ , por ciento | 97.5+ | 97.5+ | 97.5+ | 97.5+ | 97.5+ |
| Ductibilidad a 25°C | 60+ | 60+ | 60+ | 60+ | 60+ |
| Punto de inflamación °C | 175+ | 175+ | 175+ | 175+ | 175+ |
| Penetración de residuos de destilación a 25°C | 100-175 | 100-175 | 100-175 | 100-175 | 100-175 |
| Aceite en la destilación, por ciento | 2.0- | 2.0- | 2.0- | 2.0- | 2.0- |
| Usos típicos | Tratamientos superficiales. Rocío de penetración en bacheos. | Tratamientos superficiales. | Mezclas en sitio. | Bacheo, mezclas en sitio y mezclas en planta | Curado de concreto. |

Nota: La emulsión asfáltica se someterá a examen, mediante muestra de un lote no menor de 75 000 litros, tomada de la planta. Las muestras deberán examinarse de acuerdo con los requerimientos indicados en este cuadro. El material recibido deberá ser examinado dentro de los 30 días siguientes a su entrega y de resultar defectuoso no será aceptado ni pagado.

Cuadro 3

ASFALTOS DE CURADO RAPIDO (CUTBACKS)

(Métodos de prueba: AASHO)

| | Item No. | | | | | | |
|--|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 69C | 69 | 68 | 67-M | | | 64R |
| | SI | SI | SI | A | B | C | SI |
| Homogéneo | | | | | | | |
| Designación de material | RC-0 | RC-1 | RC-2 | RC-2 | RC-3 | RC-4 | RC-5 |
| Requerimientos generales | El material debe estar libre de agua | | | | | | |
| Gravedad específica a 25°C/25°C ^{a/} | 0.88-0.93 | 0.90-0.95 | 0.92-0.97 | 0.92-0.97 | 0.93-0.98 | 0.94-0.99 | 0.96-1.01 |
| Viscosidad furol a 25°C | 75-150 | - | - | - | - | - | - |
| Viscosidad Furol a 50°C | - | 75-150 | - | - | - | - | - |
| Viscosidad Furol a 60°C | - | - | 100-200 | 100-200 | 250-500 | - | - |
| Viscosidad Furol a 82°C | - | - | - | - | - | 125-250 | 300-600 |
| Destilación, porcentaje total destilado a 360°C (Vol.) a 160°C | 20+ | 15+ | 10+ | 10+ | 5+ | 3+ | 0+ |
| A 190°C | 55+ | 45+ | 40+ | 40+ | 30+ | 25+ | 15+ |
| A 225°C | 75+ | 65+ | 60+ | 60+ | 55+ | 50+ | 45+ |
| A 260°C | 85+ | 80+ | 75+ | 75+ | 70+ | 65+ | 55+ |
| A 315°C | 90+ | 88+ | 87+ | 87+ | 85+ | 83+ | 80+ |
| Residuos de la destilación a 415°C porcentaje volumen por diferencia | 45+ | 60+ | 70+ | 70+ | 74+ | 78+ | 82+ |
| <u>Pruebas de residuos de la destilación</u> | | | | | | | |
| Fenetración a 25°C, 100 gramos en 5 segundos | 80-120 | 80-120 | 80-120 | 80-120 | 80-120 | -80 | 80-120 |

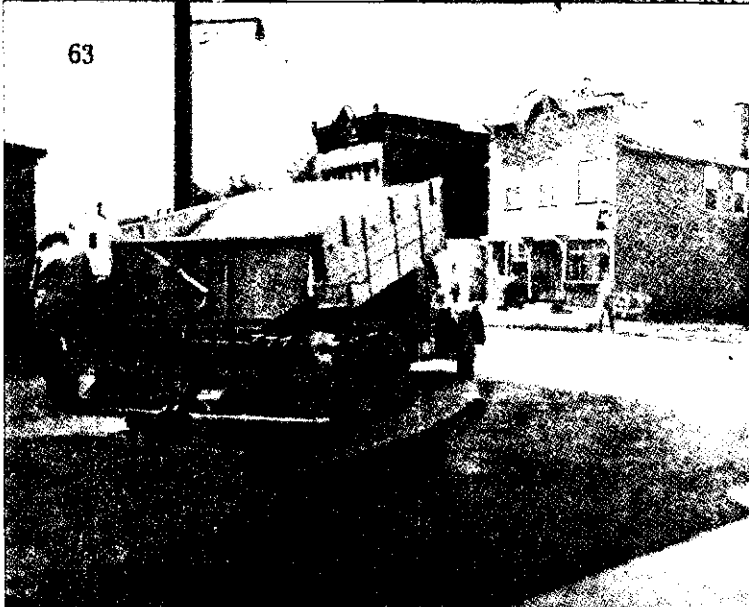
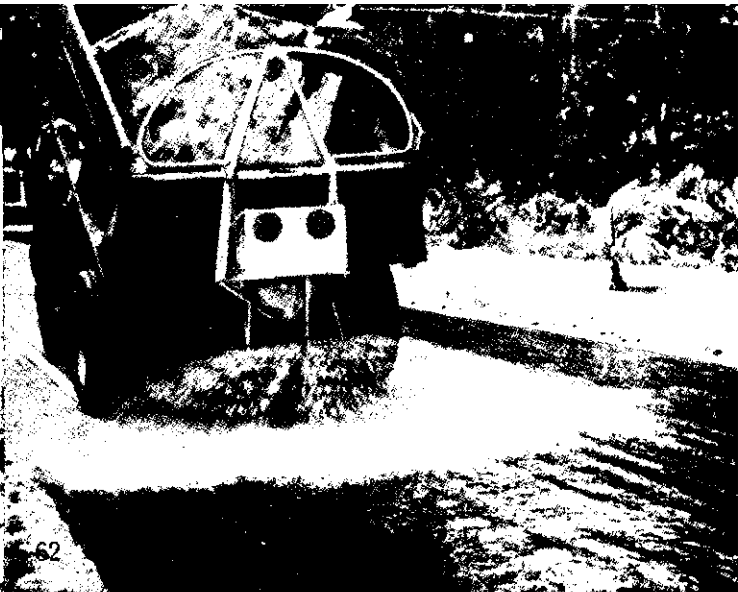
/(Continúa)

Cuadro 3 (conclusión)

| | Item No. | | | | | | |
|---|----------|-----------------------------|---------|----------------------------------|--|------------------------------------|----------------------------|
| | 69C | 69 | 68 | 69M | | | |
| | | | | A | B | C | |
| Solubilidad en CCl ₄ <u>b/</u> | 99.5+ | 99.5+ | 99.5+ | 99.5+ | 99.5+ | 99.5+ | |
| Ductibilidad a 250C | 60+ | 60+ | 60+ | 60+ | 60+ | 60+ | |
| Usos típicos | Curado. | Tratamientos superficiales. | Bacheo. | Mezclas en sitio en tiempo frío. | Mezclas en sitio en tiempo medio en plantas móviles. | Mezclas en sitio en tiempo cálido. | Mezclas de planta tipo 3A. |

a/ Los límites de gravedad específica sólo se aplican a productos de petróleo.

b/ 99.5 por ciento + productos del petróleo, 90 por ciento + asfalto natural ablandado.



61. Máquina que puede utilizarse para escarificar el pavimento y el material de bacheo con un aditamento / 62. Esparcidora de agregado / 63. Esparcidora de agregado / 64. Raspador liviano / 65. Camino de concreto bien conservado / 66. Reparación de un pavimento de concreto.

Cuadro 4

ASFALTO LIQUIDO DE CURADO MEDIO

(Métodos de prueba AASHO)

| Item No. | 67B | 67C | 67D | Asfalto MC para estabi- lización de ber- mas <u>d/</u> | 67E | 67F | 67G |
|--|--------------------------------------|--|--|--|---|--|---|
| Designación de material | MC-0 | MC-1 | MC-2 | | MC-3 | MC-4 | MC-5 |
| Requerimientos generales | El material debe estar libre de agua | | | | | | |
| Gravedad específica a 25°C/25°C <u>a/</u> | 86-94 | 90-96 | 92-97 | 92-97 | 94-98 | 96-1.00 | 98-1.02 |
| Punto de inflamación, abierto °C | 38+ | 38+ | 66+ | 66+ | 66+ | 66+ | 66+ |
| Viscosidad Furol a 25°C | 75-150 | - | - | - | - | - | - |
| Viscosidad Furol a 50°C | - | 75-150 | - | - | - | - | - |
| Viscosidad Furol a 60°C | - | - | 100-200 | 100-200 | 250-500 | - | - |
| Viscosidad Furol a 82°C | - | - | - | - | - | 125-250 | 300-600 |
| Destilación: por ciento de destilación total a 360°C. A 225°C | 25- | 20- | 10- | 10- | 5- | 0 | 0 |
| A 260°C | 40-70 | 25-65 | 15-55 | 15-55 | 5-40 | 30 | 20 |
| A 315°C | 75-93 | 70-90 | 60-87 | 60-87 | 55-85 | 40-80 | 20-75 |
| Residuos de la destilación a 415°C, por ciento volumen por diferencia | 50+ | 60+ | 67+ | 67+ | 73+ | 78+ | 82+ |
| Pruebas de residuos: penetración 25°C, en 100 gramos en 5 segundos | 120-200 | 120-200 | 120-200 | 200-300 | 120-200 | 120-200 | 120-200 |
| Ductibilidad a 25°C <u>b/</u> | 100+ | 100+ | 100+ | 100+ | 100+ | 100+ | 100+ |
| Por ciento solubilidad en CCl ₄ <u>c/</u> | 99.5+ | 99.5+ | 99.5+ | 99.5+ | 99.5+ | 99.5+ | 99.5+ |
| Usos típicos | Imprima- ción. | Tratamien- tos super- ficiales ligeros. | Tratamien- tos super- ficiales pesados. | Curado me- dio de aceite para are- na o gra- va. Mez- clas para bermas. | Tratamien- tos super- ficiales pesados o fríos. Plan- tas de mez- clas fijas Agregado fino. | Mezclas en planta o en sitio con agre- gado gra- duado ma- yor de 2.5 cm. | Mezclas en planta con agregado graduado, mayor de 2.5 cms. |

a/ Los límites de gravedad específica sólo se aplican a productos de petróleo; b/ Si el residuo resulta muy suave para la ductibilidad a 25°C, esta prueba deberá hacerse a 16°C; c/ 99.5%+ para productos de petróleo, 90.0%+ asfalto natural ablandado; d/ El material para estabilización de bermas contendrá un agente antidisgregador satisfactorio.

Cuadro 5
ALQUITRANES PARA CAMINOS
(Métodos de prueba: AASHO)

| Designación del material ^{a/} | Item No. | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----------|-----------|---|-----------|---|-----------|-----------|--|------------|------------|--|-------------|
| | 74 | | | 73 | | 73A | | | 72 | | | 75 | |
| | RT-2 A | RT-3 B | RT-4 C | RT-5 A | RT-6 B | RT-7 A | RT-8 B | RT-9 C | RT-10 A | RT-11 B | RT-12 C | RTCB-5 A | RTCB-6 B |
| Consistencia: | 8-13 | 13-22 | 22-35 | | | | | | | | | | |
| Viscosidad específica Engler a 40°C | | | | 17-26 | 26-40 | | | | | | | 17-26 | 26-40 |
| Viscosidad específica Engler a 50°C | | | | | | 50-80 | 80-120 | 120-200 | | | | | |
| Prueba de flotación a 32°C | | | | | | | | | 75-100 | 100-150 | 150-220 | | |
| Prueba de flotación a 50°C | | | | | | | | | | | | | |
| Gravedad específica a 25°C/25°C | 1.08+ | 1.09+ | 1.09+ | 1.10+ | 1.10+ | 1.12+ | 1.14+ | 1.14+ | 1.15+ | 1.16+ | 1.16+ | 1.09+ | 1.09+ |
| Bitumen total, por ciento de peso | 88+ | 88+ | 88+ | 83+ | 83+ | 78+ | 78+ | 78+ | 75+ | 75+ | 75+ | 80+ | 80+ |
| Agua, por ciento de volumen | 2.0- | 2.0- | 2.0- | 1.5- | 1.5- | 1.0- | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0- | 1.0- |
| Destilación, por ciento por peso: | | | | | | | | | | | | | |
| A 170°C | 7.0- | 7.0- | 5.0- | 5.0- | 5.0- | 3.0- | 1.0- | 1.0- | 1.0- | 1.0- | 1.0- | 0.0-8.0 | 0.0-8.0 |
| A 200°C | | | | | | | | | | | | 5+ | 5+ |
| A 235°C | | | | | | | | | | | | 8.0-18.0 | 8.0-18.0 |
| A 270°C | 35.0- | 30.0- | 30.0- | 25.0- | 25.0- | 20.0- | 15.0- | 15.0- | 10.0- | 10.0- | 10.0- | | |
| A 300°C | 45.0- | 40.0- | 40.0- | 35.0- | 35.0- | 30.0- | 25.0- | 25.0- | 20.0- | 20.0- | 20.0 | 35.0- | 35.0- |
| Punto de ablandamiento de residuos de destilación °C | 35-65 | 35-65 | 35-65 | 35-70 | 35-70 | 35-70 | 35-70 | 35-70 | 40-70 | 40-70 | 40-70 | 40-70 | 40-70 |
| Usos típicos | Capa de imprimación y tratamiento superficial ligero. | | | Tratamiento superficial y mezclas en sitio. | | Tratamiento superficial, mezclas en sitio, mezclas en planta y sello. | | | Tratamiento superficial. Mezclas en planta, penetración, relleno de grietas y sello. | | | Bacheo y tratamiento superficial, mezclas en planta cuando se desea una colocación rápida. | |

^{a/} Las iniciales RT corresponden a la abreviatura en inglés "Road Tars" (alquitranes para caminos).

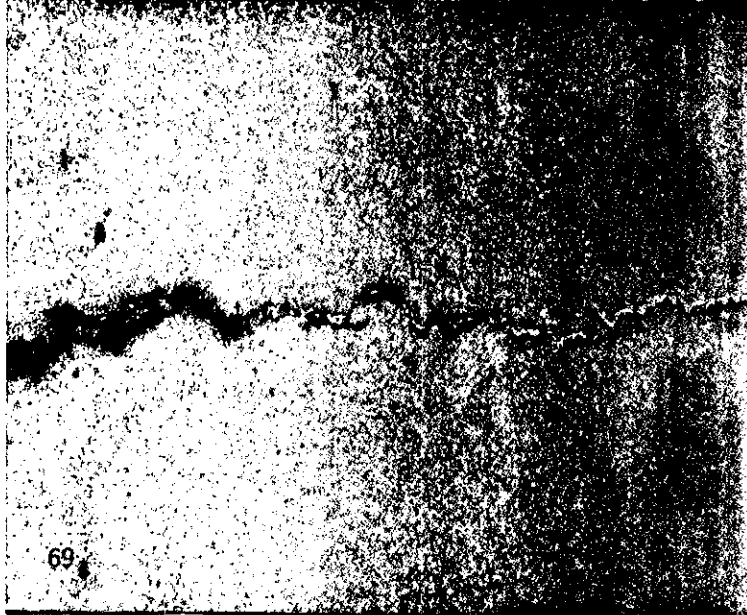
B. Mantenimiento



67



68



69



71

67. Concreto astillado / 68. Concreto astillado / 69. Grieta en el concreto / 70. Grieta longitudinal / 71. Pavimento de concreto destruido por hundimientos debidos a un mal drenaje y a fallas en el suelo.

B. Mantenimiento de pavimentos de hormigón

1. Generalidades

Para el mantenimiento del drenaje, las estructuras, los hombros, las cunetas y los taludes de los caminos de pavimento de hormigón deben seguirse métodos parecidos a los descritos en las secciones precedentes.

El mantenimiento de los caminos construidos con concreto-cemento portland como el de todas las superficies pavimentadas, se refiere ante todo a la reparación sistemática de los daños y deterioros que ocasionan el tiempo, el tránsito y los agentes físicos. Las reparaciones que corresponden a las operaciones de mantenimiento con más frecuencia se refieren a las grietas, las áreas astilladas y los baches.

Como estos caminos están construidos con las mejores especificaciones y los materiales más durables y resistentes, ofrecen menos problemas de deterioro pero también exigen una mayor atención y reparaciones oportunas para preservar su estado y las inversiones elevadas que suponen.

Como la calidad de los caminos es buena, el mantenimiento representa relativamente menos trabajo, y es más fácil y económico que los de los caminos de ~~características~~ más elementales.

La solución de los problemas es sencilla pero se necesita el uso de materiales y equipos especiales. Con frecuencia se trata de operaciones muy semejantes a las de reparación de pavimentos asfálticos.

2. Reparaciones

a) Grietas

Las grietas pequeñas de las superficies de hormigón se reparan en forma muy parecida a las de los pavimentos asfálticos. Se rellenan con un asfalto líquido de tipo bastante delgado que debe vaciarse con cuidado en cada una, procurando que no se desborde. Cuando se llenan demasiado, el exceso causará daños al pavimento al circular los vehículos pesados. Por medio de una rellensora ("squeegee"), o con un rodillo especial, puede aplicarse la cantidad justa y evitar que se sobrellenen. Cuando aparecen demasiadas grietas

/en áreas

en áreas pequeñas —por ejemplo, cerca de una juntura— habrá que cortar el pavimento y retirar el material del área defectuosa para construir una sección nueva. Cuando el área es grande o abarca una gran sección del camino tendrá que recurrirse a alguno de los tratamientos superficiales o a la aplicación de capas de concreto asfáltico a las que se hace referencia en la sección de mantenimiento de pavimentos de asfalto. (Véanse las fotografías 65 y 66.)

b) Áreas astilladas

Resulta muy difícil obtener una superficie lisa y pareja en las áreas astilladas, porque estas averías se deben por lo general a haberse mezclado en exceso el material de la superficie de hormigón durante la construcción. En las áreas astilladas, los daños suelen ser de poca profundidad.

Ante todo se necesita retirar todas las astillas, limpiar la superficie perfectamente y dejarla completamente seca. A continuación se aplica una capa muy tenue de asfalto delgado, que se recubre con una mezcla de asfalto y arena, o roca triturada, muy fina. El material aplicado no debe ser excesivo. Finalmente se compacta muy bien.

Las orillas de este tipo de bacheo pueden cubrirse con una ligera capa de asfalto delgado para obtener un buen sello.

Una vez recubierta el área, deberá nivelarse la superficie del material asfáltico, que debe haberse aplicado con el mayor cuidado y verificarse su compactación para evitar que la nueva superficie quede con un nivel y un acabado distintos a la original. (Véanse las fotografías 67, 68, 69, 70 y 71.)

c) Baches

El bacheo de las secciones averiadas puede efectuarse por dos procedimientos, según las características y el tamaño de las roturas. Cuando es mayor de dos metros cuadrados y se ha desplomado la sección —como sucede frecuentemente cerca de las juntas—, puede levantarse con una máquina especial llamada "inyector de lodo" (mud-jack). Primero se hacen varias perforaciones en la sección desplomada a medio metro unas de otras; a continuación se mezclan doce partes de arena fina con una de cemento y el agua

/suficiente

Gráfico 29

METODO DE REPARACION DE PAVIMENTOS DE HORMIGON

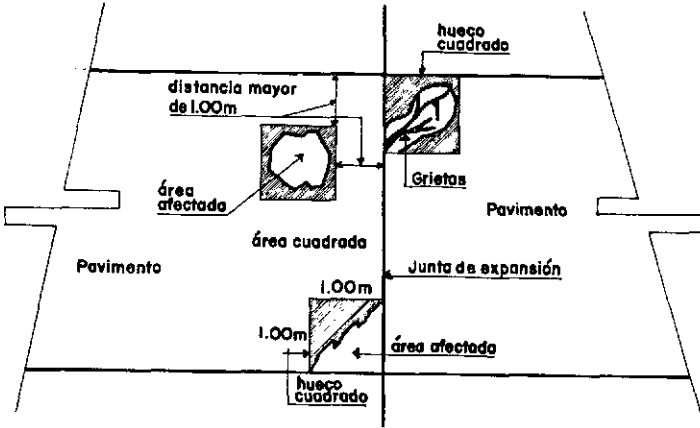


Gráfico 30

RELLENO DE BACHES CON SOCAVAMIENTO DE PAVIMENTO DE HORMIGON

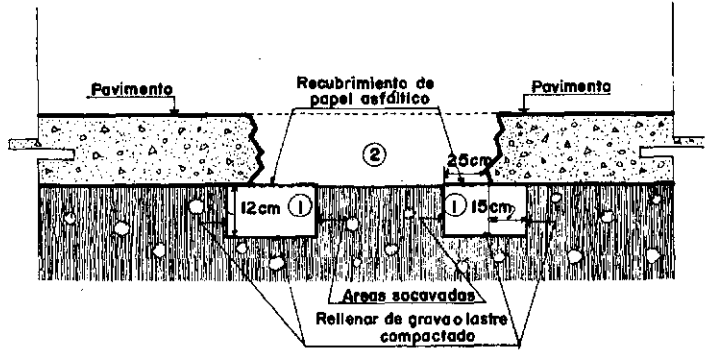
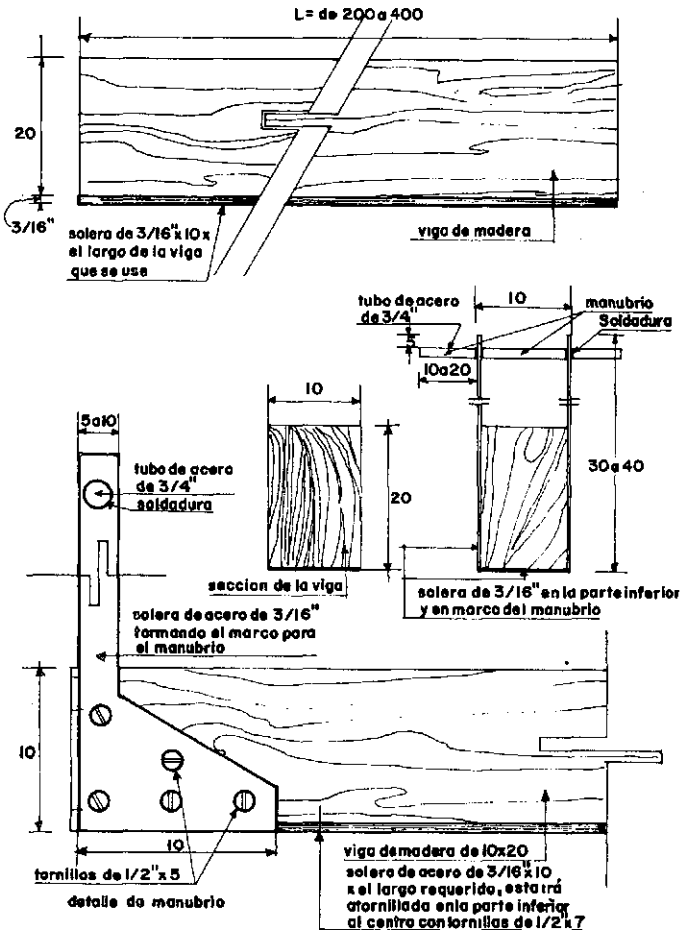


Gráfico 32

CONSTRUCCION DE CAMINOS POR ETAPAS

Gráfico 31

RASADOR O NIVELADOR



| CARACTERÍSTICAS | SECCION TÍPICA CAMINO PRIMITIVO | | | | | SECCION TÍPICA CAMINO TIERRA | | | | | CAMINO SUP. PAVIMENTADA CON CRISTALIZACION, SOLADAMIENTOS | | | | |
|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---|--|--|---|---|---|--|--|---|---|---|
| | E | T | A | P | A | E | T | A | P | A | E | T | A | P | A |
| ALINEAMIENTO | Segue curvas del terreno | Superior al sendero, curva máxima 35° | Superior al sendero, curva máxima 20° | Corresponde al uso final previsto. Curva máxima 10° | Corresponde al uso final previsto. Curva máxima 10° | Superior al sendero, curva máxima 35° | Superior al sendero, curva máxima 20° | Corresponde al uso final previsto. Curva máxima 10° | Corresponde al uso final previsto. Curva máxima 10° | Corresponde al uso final previsto. Curva máxima 10° | Superior al sendero, curva máxima 35° | Superior al sendero, curva máxima 20° | Corresponde al uso final previsto. Curva máxima 10° | Corresponde al uso final previsto. Curva máxima 10° | Corresponde al uso final previsto. Curva máxima 10° |
| PENDIENTES DE VÍA | No mayores del 2.5% | No mayores del 2.5% | Máximas del 20% | Máximas del 10% | Máximas del 10% | Máximas del 20% | Máximas del 10% | Máximas del 10% | Máximas del 10% | Máximas del 10% | Máximas del 20% | Máximas del 10% | Máximas del 10% | Máximas del 10% | Máximas del 10% |
| DRENAJE LATERAL | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Cunetas | Cunetas | Inexistente | Inexistente | Cunetas | Cunetas en ambos lados, tipo normal | Cunetas en ambos lados, tipo normal | Inexistente | Inexistente | Cunetas en ambos lados, tipo normal | Cunetas en ambos lados, tipo normal | Cunetas en ambos lados, tipo normal |
| DRENAJE TRANSVERSAL | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Alcantarillas (tellos o pedregas) | Alcantarillas de tubos de concreto o de albañilería | Alcantarillas (tellos o pedregas) | Alcantarillas (tellos o pedregas) | Alcantarillas de tubos de concreto o de albañilería | Alcantarillas de tubos de concreto o de albañilería | Alcantarillas de tubos de concreto o de albañilería | Alcantarillas (tellos o pedregas) | Alcantarillas (tellos o pedregas) | Alcantarillas de tubos de concreto o de albañilería | Alcantarillas de tubos de concreto o de albañilería | Alcantarillas de tubos de concreto o de albañilería |
| CRUCES DE CORRIENTE | Vedas | Vedas | Vedas | Vedas permanentes, gaviones, puentes de tellos, inexistentes | Vedas permanentes, archedos | Vedas permanentes, gaviones, puentes de tellos, inexistentes | Vedas permanentes, gaviones, puentes de tellos, inexistentes | Puentes permanentes, archedos | Puentes permanentes, archedos | Puentes permanentes, archedos | Puentes permanentes, gaviones, puentes de tellos, inexistentes | Puentes permanentes, gaviones, puentes de tellos, inexistentes | Puentes permanentes, archedos | Puentes permanentes, archedos | Puentes permanentes, archedos |
| HOMBROS | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente |
| PAVIMENTO | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente | Inexistente |
| TALUDES | Se recubren, máximo pendiente posible | Se recubren, máximo pendiente posible | Se recubren, máximo pendiente posible | Se recubren, máximo pendiente posible | Se recubren, máximo pendiente posible | Se recubren, máximo pendiente posible | Se recubren, máximo pendiente posible | Se recubren, máximo pendiente posible | Se recubren, máximo pendiente posible | Se recubren, máximo pendiente posible | Se recubren, máximo pendiente posible | Se recubren, máximo pendiente posible | Se recubren, máximo pendiente posible | Se recubren, máximo pendiente posible | Se recubren, máximo pendiente posible |
| SEÑALES PREVENTIVAS | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes |
| MANTENIMIENTO | Esparadizos, acarreo vecinos | Esparadizos, acarreo vecinos | Esparadizos, acarreo vecinos | Esparadizos, acarreo vecinos | Esparadizos, acarreo vecinos | Esparadizos, acarreo vecinos | Esparadizos, acarreo vecinos | Esparadizos, acarreo vecinos | Esparadizos, acarreo vecinos | Esparadizos, acarreo vecinos | Esparadizos, acarreo vecinos | Esparadizos, acarreo vecinos | Esparadizos, acarreo vecinos | Esparadizos, acarreo vecinos | Esparadizos, acarreo vecinos |
| BARBERAS DE GUARDA | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes | Inexistentes |



suficiente para lograr una mezcla de textura lodosa, y la mezcla se bombea por las perforaciones a la presión necesaria para levantar el pavimento.

Debe controlarse con exactitud la presión cuando el pavimento empieza a elevarse para evitar un levantamiento excesivo.

Una vez nivelada la sección con la contigua se sellan las perforaciones con un tapón de asfalto.

Con más frecuencia suele suceder que un área relativamente pequeña se rompe y necesita retirarse el material y reconstruirse el pavimento. En este caso habrá que: 1) investigar la causa del daño; 2) si la causa es una base blanda, deberá retirarse y sustituirse el material reblandecido; 3) si se ha debido al tránsito, habrá que hacer un bacheo muy resistente en ese lugar; 4) en cualquier caso, el bache deberá cortarse en forma de un cuadrado no menor de un metro de lado y el corte junto al hormigón viejo se hará en una línea vertical. (Véase el gráfico 29.)

Cuando un lado del bache queda a menos de un metro de la orilla del pavimento, o de una junta de expansión, deberá quitarse toda la sección y repavimentarse con hormigón nuevo.

Una vez encuadrado el bache y compactado bien el piso, todos los lados que limitan con el hormigón antiguo deberán excavar-se como se indica en el gráfico 30.

Hecha la preparación para colocar el hormigón, deberá humedecerse el suelo y excavar-se en las secciones adyacentes. Estas cavidades pueden llenarse de hormigón y nivelarse. Cuando el hormigón del relleno de las áreas socavadas se ha endurecido, se recubre con papel asfáltico y luego se echa el hormigón para rellenar el bache principal. El suelo debe mojarse bien antes de efectuar esta operación.

Cuando se requiera dar forma habrá que hacer el corte muy recto con alineación y elevación perfectas y un buen estacado para prevenir movimientos, y la parte interior deberá pintarse de aceite.

En estos casos de manejo de cantidades pequeñas generalmente no puede controlarse la mezcla de hormigón con la misma precisión que en cantidades grandes para grandes obras por lo que deben hacerse adaptaciones diversas al método para realizar el bacheo.

/Primero habrá

Primero habrá que precisar el tipo de cemento de que se dispone. Cuando es de buena calidad, y el tipo de fraguado, rápido, será más fácil obtener un buen bacheo. Deberá utilizarse en cualquier caso algún procedimiento de fraguado rápido para evitar tener que cerrar el camino más de 24 horas.

El bacheo sólo debe realizarse a una temperatura ambiente no menor de 5 grados C.

i) Cuando se dispone de cemento de fraguado rápido se debe aplicar en unos dos minutos, mezclando una parte de cemento con una parte y media de arena limpia y 3 partes de piedra triturada limpia, o grava lavada. Sólo deberá agregarse a la mezcla el agua necesaria para lograr un hormigón suave y manejable al que pueda dársele un buen acabado. El exceso de agua producirá un bacheo débil y un acabado imperfecto.

Las cantidades de los materiales deben medirse con una caja apropiada, nunca hacerse la mezcla a base de paletadas o al tanteo, porque así se obtienen siempre malos resultados.

Conviene utilizar cajas de 32 x 32 x 66 centímetros o de 32 x 32 x 33 centímetros para que las mediciones equivalgan a la capacidad de las hormigoneras de "2 sacos" y de "1 saco", respectivamente. Las cajas con asas pueden vaciarse fácilmente en las hormigoneras o mezcladoras.

ii) El hormigón de fraguado rápido puede también obtenerse con cloruro de calcio. En estos casos las proporciones de la mezcla deben ser: una parte de cemento, una parte y media de arena limpia, tres partes de piedra triturada limpia, o grava, y una cincuentava parte de cloruro de calcio; se mezclan durante un minuto o un minuto y medio.

La proporción de cloruro de calcio es de 1 kg para la mezcla medida en la caja de 32 x 32 x 36 centímetros o de 0.5 kg para la caja de dimensiones más reducidas (32 x 32 x 33 centímetros).

iii) Para producir hormigón de fraguado rápido, existe un tercer método que requiere el uso de cemento estándar, en una mezcla proporcional de 1/1.5/3 pero el tiempo de mezclado aumenta a 5 minutos. Debe hacerse con mucho cuidado para evitar el exceso de agua, que se traduciría en una pérdida de la solidez que se obtiene por el aumento del tiempo de mezclado.

Una vez colocado el hormigón, el sobrante deberá eliminarse con un rasero pesado y plano. También puede utilizarse para ello una barra acanalada de hierro o un tablón de unos 10 x 20 centímetros y 4 metros de largo, adaptándole unas agarraderas en cada extremo para convertirlo en un rasero de gran utilidad. El rasero debe moverse a lo ancho del hormigón fresco con movimientos alternos en pasadas de unos 30 cm y avanzando de 5 a 10 cm en cada pasada. (Véase el gráfico 31.) El bache deberá rellenarse de hormigón de manera que pueda pasarse el rodillo en un arco de alrededor de 10 a 5 cm en la primera pasada del rasero y de 3 a 6 centímetros en la segunda. Todas las depresiones deben quedar rellenas de hormigón bien mezclado en el primer paso, y retirarse el sobrante de la mezcla, para que no se debilita y se astille la superficie. La primera porción de la mezcla y la primera pasada sobre ella debe hacerse con el rasero inclinado ligeramente hacia adelante. Al mismo tiempo, las orillas del bache deberán cortarse verticalmente con una pala para que el mortero se adapte exactamente al corte del hormigón original, evitándose el debilitamiento causado por las perforaciones. Después de haberse vertido el mortero, debe pasarse lo antes posible una arpillera o cualquier trapo duro sobre la superficie, seguidas de una banda de acabado de no menos de 20 centímetros de ancho. A continuación la superficie debe modelarse en ambas direcciones con el borde recto de un tablón de unos 3 metros de largo. (Véase el gráfico 31.) Si se comprueban depresiones o protuberancias en algunos lugares, deberán eliminarse con una regla aplanadora de un metro. En esta etapa debe usarse una afiladora de radio pequeño para rematar todos los lados del bache. El acabado final deberá hacerse después pasando una arpillera o una escoba, para dar a la superficie un acabado similar al del hormigón adyacente.

En cuanto el bacheo haya quedado lo bastante endurecido para que no se marquen huellas en él, deberá cubrirse con una lámina de plástico muy delgada para acelerar el secado rápido de la superficie. En los bordes de la lámina de plástico deben colocarse piedras o montones de tierra para evitar que se la lleve el viento. Cuando se considere preciso, podrán colocarse tablones sobre la lámina de plástico para evitar marcas en la superficie y permitir el paso.

/Si no se

Si no se dispone de estas láminas también puede utilizarse cualquier material impermeabilizante. No es muy recomendable curar el bacheo, para evitarlo puede cubrirse con una capa de unos 20 centímetros de espesor de paja o heno que deberá mantenerse seca durante el período de fraguado. En todo tiempo de bacheo de hormigón deberá transcurrir un mínimo de 24 horas de fraguado antes de abrir el área reparada al tránsito.

Cuando se utiliza un hormigón de normas mínimas (estándar) sin haberse aumentado el tiempo del mezclado, el camino deberá mantenerse cerrado al tránsito dos semanas por lo menos.

Mientras se llevan a cabo las operaciones de reparación con hormigón deberán protegerse del clima y cerrarse al tránsito hasta que hayan quedado totalmente terminadas.

Ya se ha indicado la forma de protegerlas del clima, y especialmente del agua, mientras se realiza el curado del cemento.

El tránsito, además de entorpecer y retardar las obras, puede dañarlas impidiendo que se obtengan resultados satisfactorios. Por eso conviene desviarlo de las áreas en reparación hasta que las obras queden listas. Puede detenerse o desviarse por medio de señales de prevención colocadas a distancias convenientes para que las obras no den lugar a más problemas de los inevitables, como retrocesos y desviaciones en lugares inapropiados y pérdidas de tiempo en maniobras, a veces muy peligrosas o imposibles. También pueden colocarse obstáculos al paso, como barricadas al principio y al final del área de trabajo (que pueden ser pedruscos, troncos, etc.).

El paso de las personas, para que continúen las obras en las zonas de trabajo y se protejan los lugares en reparación hasta que queden listos, puede facilitarse colocando "puentes" sobre las reparaciones. Estos puentes pueden consistir en simples tablones, en enrejados, etc., que soporten el peso de las personas.

Anexo A

CONSTRUCCION DE CAMINOS POR ETAPAS

1. Intruducción

Para obtener el mejor rendimiento de los fondos destinados a la construcción de caminos, es indispensable combinar debidamente los aspectos de ingeniería propiamente dichos con una administración adecuada.

El mejoramiento gradual y constante de un camino por medio de operaciones de mantenimiento que consisten en trabajos muy sencillos y similares equivale a una construcción por etapas, que se distribuye en trabajo y en erogaciones a lo largo de un período determinado. Las posibilidades técnicas de mejorar gradualmente una vía de comunicación han sido comprobadas repetidamente así como su visibilidad y la manera de llevarlo a la práctica. Hasta cierto punto, este aspecto técnico de la construcción no ofrece problemas en lo que se refiere al trabajo mismo porque los países centroamericanos disponen de la mano de obra, los materiales y el equipo que se necesitan para llevarlo a cabo.

Al distribuirse el costo de las obras en varias etapas, se requieren cantidades relativamente pequeñas, las cuales son más fáciles de obtener que el equivalente del costo total. El problema financiero no es en esta forma excluyente ni incompatible con la posibilidad de poner en práctica una política de mejoramiento y avance de los sistemas de caminos; como el costo total se distribuye en cantidades parciales reducidas, el mayor problema estriba en la administración y organización de los trabajos.

Lo más difícil de definir y de llevar a la práctica viene a ser la organización y administración de esta política operativa; el señalamiento, adjudicación, planeamiento, supervisión, etc., de las obras, y su coordinación con la política general del país o de la región en materia de caminos.

La organización y administración de estos trabajos debe planificarse de manera que facilite el mantenimiento técnico requerido por los caminos. Es decir, deben estudiarse y analizarse las mejoras que se necesiten, su oportunidad y los resultados positivos a que esas mejoras puedan dar lugar. Resulta ocioso repetir la importancia que tiene para los países

/centroamericanos

centroamericanos el mejoramiento de las vías existentes y la integración de un sistema de comunicaciones que facilite y fomente el desarrollo de todas las actividades.

Por lo general, la construcción de carreteras constituye una actividad dinámica, de largo plazo, que es a la vez causa y efecto del desarrollo económico. Poner en práctica una política de mejoramiento por etapas de los caminos interesa exactamente por las mismas razones. Y si la dirección técnica, la mano de obra, los materiales y el equipo pueden obtenerse con relativa facilidad, nada debe impedir resolver el problema administrativo de coordinar, organizar y hacer factible su realización.

Lo más conveniente parece que es centralizar este tipo de actividades, conceder autonomía para la adopción de decisiones de carácter técnico, y mantener al mismo tiempo cierta rigidez en el manejo de los presupuestos regulares que se destinan a estas obras, a los que deben ajustarse los gastos, procurando que las soluciones técnicas, los métodos y las combinaciones de ambas actividades permitan obtener de hecho los mayores rendimientos de los fondos disponibles. En esa forma podrá garantizarse la continuidad de la construcción por etapas, e irse logrando especificaciones cada vez mejores para las vías de comunicación existentes hasta llegar al camino de la calidad requerida, que llene las necesidades del área a la que sirve.

2. Administración

Al centralizarse las actividades del mejoramiento de los caminos, a base de mantenimiento, las obras deberán ser administradas directamente por la Dirección General de Caminos (DGC). En el aspecto operativo deberán establecerse ante todo las secciones en que habrá de dividirse el camino, las clases de obras que necesite cada una y la supervisión técnica directa que debe proporcionarse en cada etapa. Todas las obras deberán disponerse a través de la dependencia de la DGC que haya quedado encargada del mantenimiento, y colocarse bajo la responsabilidad directa de un ingeniero jefe que supervise, organice y disponga los recursos necesarios para los trabajos. Como se ha dicho, el ingeniero jefe de mantenimiento deberá contar

/con cierta

con cierta autonomía. La DGC se ocupará de que el personal encargado de realizar las obras tenga la debida preparación para poder dejar a su criterio e iniciativa el empleo de la mano de obra, la asignación del trabajo y su realización por el procedimiento y en el momento que considere conveniente, etc. Deberán establecerse asimismo los mínimos de trabajo exigibles, para el buen mantenimiento de una carretera de modo que ofrezca el mejor servicio a los usuarios compatible con la utilización oportuna de los recursos.

3. Organización

La organización de los trabajos se haría teniendo en cuenta la división en las zonas y secciones de mantenimiento que se hubieran establecido, el número de cuadrillas disponible y la etapa de trabajo a realizar, en parte como mantenimiento y en parte como mejoramiento, mencionada en líneas anteriores. La supervisión, asignación de materiales y equipos, etc., se hará en la forma que permita sacar de ellos el mejor provecho de acuerdo con lo programado para cada etapa.

La naturaleza de las obras determinará el tipo de mantenimiento a realizar: de rutina o intensivo. Para los trabajos más complicados podrá requerirse la cooperación de la sección dedicada a la construcción de caminos, o la colaboración de pequeños contratistas cuando se necesiten equipos más complejos o deban hacerse obras distintas a las habituales.

También puede solicitarse el préstamo o alquiler del equipo necesario y recurrirse al uso temporal de mano de obra especializada, dirección, etc.

4. Desarrollo de las etapas^{3/}

El costo de la construcción de caminos, que en todas partes de lugar a problemas de gran importancia, supone problemas mayores en los países en proceso

^{3/} Los procedimientos que se señalan se refieren a zonas de países en desarrollo donde la temperatura no es muy baja; deben modificarse para las regiones con climas fríos.

de desarrollo donde pueden llegar a tener incluso repercusiones políticas. En los datos sobre carreteras existentes en los diversos países se observan las necesidades de los sistemas de caminos de los países de Centroamérica y se comprenden mejor si se tiene presente que los países en etapas de desarrollo más avanzadas cuentan, por cada 1 000 habitantes, hasta con 30 km de caminos de los cuales más del 70 por ciento tiene algún tipo de pavimento permanente.

Los países de Centroamérica necesitan disponer, teóricamente, de un kilometraje de caminos pavimentados tres veces mayor que el actual y de caminos ocho veces mayor para atender a las necesidades del desarrollo moderno. Como esto no se podrá lograr de repente y las necesidades son apremiantes, el mejoramiento de la situación a que puede aspirarse depende de la intensidad con que se recurra al método del mejoramiento por etapas.

En este anexo se explica el sistema que puede seguirse con el propósito mencionado.

Se parte del caso típico de un lugar en el que sólo existe un camino muy primitivo. Puede tratarse en algunas ocasiones de convertirlo en un camino transitable en todo tiempo; en otras, de estabilizar el polvo mediante un tratamiento ligero o, en casos extremos, de transformarlo en una carretera con buenas especificaciones.

Para todos estos casos se explica a continuación el desarrollo sistemático por etapas, y se señalan las diversas fases de construcción. (Véase el gráfico 32.)

a) Primera etapa

El sendero. El camino más primitivo suele ser un sendero natural trazado por el paso de los animales y del hombre. Carece de drenaje o de puentes y sólo pueden trasladarse las mercancías a hombros o a lomo de animales.

La primera etapa de mejoramiento será la construcción de puentes, sólo para peatones, sobre las mayores corrientes de agua que interrumpen el paso. Se ensancharán las secciones estrechas de la ruta y se marcarán los vados, indicando la profundidad del agua. Todo ello puede hacerse con mano de obra local y algún asesoramiento.

Características del sendero típico (Véase el gráfico 32)

| | |
|---------------------|----------------------------------|
| Alineamiento | Conformación natural del terreno |
| Pendientes | Hasta del 25 por ciento |
| Derecho de vía | Irregular |
| Drenaje | Inexistente |
| Cruces de corriente | Vados |
| Otras obras | Inexistentes |

b) Segunda etapa

El camino primitivo. Se iniciaría el mejoramiento del sendero ampliando la sección de la vía transitable y rectificando el alineamiento y las pendientes, para facilitar el paso en tiempo seco de carretas, bicicletas, camiones livianos y "jeeps".

Los vados pueden pavimentarse con piedras o concreto.

Características del camino primitivo (Véase el gráfico 32)

| | |
|---------------------|---|
| Alineamiento | Mejor que el de los senderos (curva max. 35°=50 km) |
| Pendientes | Hasta de 20 por ciento como máximo |
| Derecho de vía | Min. 30 metros |
| Drenaje | Cunetas laterales |
| Cruces de corriente | Alcantarillas hechas por medio de troncos o piedras |
| Hombros | Vados pavimentados, gaviones, puentes de madera |
| | Inexistentes |

Estas mejoras pueden hacerse con algunos peones y una yunta, aunque requieren mayor supervisión y dirección que el simple mejoramiento de un sendero.

Facilita estos trabajos el uso de un bulldozer, aunque puede ser más asequible el empleo de obreros que vivan en las proximidades.

c) Tercera etapa

En esta etapa se compone el camino primitivo mejorando algo el trazado, sus características geométricas y la amplitud de la vía. Si es posible, se reconstruyen y mejoran algunas secciones. Las zonas con desigualdades del terreno y de arena se nivelan y se mezclan con arcilla para que el piso quede más consistente. A los terrenos de arcilla, que se llenarán de baches y de lodo en la estación lluviosa, se agrega arena o grava.

/Los vados se

Los vados se mejoran con gaviones o puentes de madera, de troncos o de albañilería, cuando el camino atraviesa pequeñas corrientes.

Mejoras más importantes requieren el uso de bulldozers, grúas y moto niveladoras grandes, aunque pueden realizarse también con peones y animales de tiro.

En esta tercera etapa el camino conformado no necesita mucha anchura (salvo en algunos lugares de cruce). Lo primero que debe construirse para situaciones críticas son algunas alcantarillas, con troncos u otros materiales fácilmente obtenibles; cuando resultan demasiado caras, pueden construirse vados aunque deberán pavimentarse los cruces hondos para evitar la erosión y facilitar el paso.

Mientras se realizan los trabajos de alineamiento y ensanche, se van conformando casi naturalmente los hombros y se inicia la construcción de una zanja lateral que más adelante, en una etapa posterior, dará lugar a la cuneta. El espacio de los hombros en proceso de conformación deberá sembrarse de hierbas. El camino obtenido hasta esta etapa sólo ofrecerá tránsito simultáneo seguro para un vehículo, pero bien mantenido proporcionará una vía transitable casi todo el año y a muy poco costo.

El mantenimiento de los caminos de tierra se consigue a satisfacción con mano de obra y dragas móviles de tracción animal. En los países en proceso de desarrollo no abunda la maquinaria pero sobra la mano de obra y los animales de tiro son baratos; deben aprovecharse por lo tanto para este tipo de construcciones, así como los tractores agrícolas cuando los haya.

También durante esta misma etapa deberá iniciarse la adquisición de los terrenos adyacentes al camino para el derecho de vía. Los dueños de las tierras colindantes, que resultan favorecidos al disponer de una vía mejorada, suelen donar la mayoría de las áreas para los derechos de vía necesarios. Es de suma importancia, en cualquier caso, obtener amplitud suficiente de terrenos adyacentes a la vía para el desarrollo futuro del camino.

d) Cuarta etapa

Caminos transitables en todo tiempo. Si durante la tercera etapa el camino ha sido construido y mantenido sistemáticamente, se habrá logrado una

/base firme

base firme para proceder a la construcción de una superficie transitable en todo tiempo. El mejoramiento del trazado, la formación de carriles amplios para el paso simultáneo de dos vehículos, y la construcción de drenajes, son las operaciones más importantes de esta cuarta etapa; en ellas deben participar contratistas bajo la dirección de ingenieros.

Durante esta cuarta etapa es ineludible la adquisición de las zonas laterales adecuadas para el derecho de vía y para el trazado definitivo del camino, así como la rectificación del gradiente de las curvas y la suavización de las pendientes que pueda aconsejar el diseño previsto.

Cuando la legislación permite adquirir por compra o expropiación zonas laterales a lo largo de los caminos, debe hacerse uso de ese derecho en esta cuarta etapa. Debe tenerse presente la posibilidad de combinar el ejercicio de este derecho con el establecimiento de la reforma agraria o la retitulación de la propiedad.

Cuando se establezca el trazado definitivo del camino deberá procurarse el uso de curvas máximas de 10° y pendientes no más pronunciadas de 10 por ciento, y un derecho de vía de por lo menos 30 metros.

Los cambios del trazado y de la amplitud de la vía habrán de requerir probablemente grandes cortes y rellenos para formar terraplenes en muchas partes, que deberán aprovecharse siempre que sea posible para mejorar la gradiente de las curvas y las pendientes proyectadas para el camino final.

En esta etapa deben procurarse establecerse el trazado y las pendientes que más se acerquen a los previstos para el camino definitivo. Se lograrán economías importantes reduciendo al mínimo las secciones de cruce de vehículos. Al aumentarse el ancho de la vía transitable se construirán los dos carriles de circulación simultánea, sin desviaciones. Los hombros se construyen al formarse las cunetas o zanjas de drenaje a ambos lados del camino.

También se realiza en esta cuarta etapa el importante mejoramiento de la construcción de puentes permanentes y estructuras de drenaje; deben ser lo bastante amplios para dos carriles de tránsito, de 8 metros de ancho como mínimo.

El material para el recubrimiento del pavimento será el que pueda obtenerse localmente (grava, mezcla de arena y arcilla u otro material similar). Después de esparcirse y compactarse la mezcla por los procedimientos corrientes, el camino podrá abrirse al tránsito, pero deberá contarse con un mantenimiento continuo de la vía a base de motoniveladoras pesadas o dragas. El costo de mantenimiento se reduce cuando se dispone de fondos para tratamientos ligeros de la superficie con algún petróleo apropiado, material asfáltico o cloruros para estabilizar el polvo y eliminar el agua (agentes impermeabilizantes). En Centroamérica podrían experimentarse con el mismo fin mezclas de melazas como las que se han empleado satisfactoriamente en la India, y materiales locales, como los subproductos y desperdicios de bajo costo de ciertas industrias.

Se aconseja aplicar tratamientos para conservar la superficie que son poco costosos y evitan la pérdida anual de los 2 o 3 centímetros del material de recubrimiento que arrastran la erosión y las lluvias. Los caminos construidos en esta etapa serán recorridos por conductores no familiarizados con la ruta, por lo que deberán instalarse las señales preventivas normales en todos los puntos que lo requieran y las informativas que se consideren útiles en los cruces de caminos o de carreteras.

e) Quinta etapa

Se pasa a la quinta etapa cuando el volumen de tránsito hace necesario un camino mejor y más moderno.

La subbase se reconforma y se aumenta el espesor de la capa de la superficie por el mismo procedimiento seguido en la etapa anterior, agregando el material para el refuerzo requerido. La base debe construirse con material nuevo como grava, arena-arcilla o cemento. La parte superior del pavimento debe recibir un revestimiento de concreto asfáltico premezclado.

Cuando se rectifique el trazado y las características del suelo lo permitan, puede resultar económico recubrir de cemento la base.

La capa de la subbase, de material permeable, deberá profundizarse hasta un nivel que quede bajo los hombros del camino, para que el drenaje de la base sea positivo. En las cunetas, que se reforzarán con piedra o grava

/en los sectores

en los sectores de los taludes de tierra laterales, se abrirán canales de drenaje para eliminar el agua que se filtre. Los canales de los hombros de las secciones de relleno deberán pavimentarse, abriéndose desagües hacia los taludes a intervalos frecuentes.

También deberán instalarse protecciones en los taludes elevados y peligrosos. En los cortes rocosos donde puedan producirse desprendimientos se construirán protecciones a las orillas de los hombros; pueden ser muros de albañilería, caso en el que los desagües deberán quedar a 2 metros de intervalo como máximo.

En los cruces de corrientes deben instalarse alcantarillas de albañilería o de concreto, o tuberías de concreto, y construirse puentes permanentes para dos carriles de tránsito sobre todos los arroyos.

Deben instalarse asimismo las señales preventivas y direccionales de las características adoptadas internacionalmente.

El derecho de vía deberá cercarse cuando se requiera evitar la irrupción de animales en el camino.

El trazado deberá hacerse por lo general para velocidades de entre 80 y 100 km por hora.

Es imprescindible la construcción de canales de drenaje (contracunetas) a lo largo y en la parte superior de los taludes elevados para evitar las erosiones de la vía causadas por los torrentes en las épocas de grandes lluvias.

5. Políticas

Este aspecto abarca infinidad de factores que requieren tanto la participación pública como la privada. Para los países centroamericanos sólo cabe considerar de momento la participación del sector público a través de los organismos directamente relacionados con las actividades de planificación, construcción y mantenimiento de caminos, y de las instituciones de financiamiento.

Entre las actividades del estado, las más importantes por lo que se refiere a caminos son la construcción, el mejoramiento y el mantenimiento de las vías de comunicación. Se encargan los gobiernos de las adquisiciones y de las adjudicaciones de los fondos que se destinan a las diversas actividades, y de establecer y supervisar la forma de su utilización.

La política de los gobiernos en esta materia se realiza generalmente a través de organismos especializados, las Direcciones Generales de Caminos, dentro de los Ministerios de Obras Públicas.

Sólo se mencionarán aquí la organización, administración, construcción y el mejoramiento por etapas de obras relativamente sencillas, sin desconocer por ello la importancia que estas actividades suponen en otros tipos de caminos ni los problemas que ya se han mencionado.

Las condiciones en que se encuentran actualmente los países centroamericanos aconsejan conceder la mayor atención al mantenimiento de las rutas existentes y a su mejoramiento para evitar la descapitalización que supondría su abandono, su obsolescencia y su destrucción, aparte de la pérdida de las inversiones realizadas. Al mismo tiempo, el desarrollo por etapas de los caminos primitivos o construidos con bajas características iniciales, permitirá ir transformándolos en vías de mejor calidad que vendrán a reforzar y ampliar el sistema vial existente.

Las posibilidades técnicas y financieras de este desarrollo por etapas son seguras y prácticas. Sólo necesitan resolverse los problemas a que da lugar la administración y organización del sistema. El mayor es tal vez la adopción, dentro de la política general de los gobiernos, del desarrollo de los sistemas viales por este procedimiento.

/La mejor forma

La mejor forma de resolver la cuestión será estudiarla directamente con los organismos gubernamentales interesados; podrá encontrarse así alguna solución práctica y operativa a corto plazo sin perder de vista las posibilidades y limitaciones específicas de cada país. Cualquier fórmula teórica que pudiera anotarse en estas páginas quedaría lejos de la realidad y no serviría a ninguna política determinada.



Anexo B

GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS

/En las operaciones

En las operaciones de mantenimiento se utilizan numerosas expresiones y términos cuyo significado puede variar de un país a otro, e incluso entre distintas localidades de un mismo país, y algunas poco difundidas en Centroamérica. Se ha considerado útil por ese motivo definir algunos de los términos más usuales, aclarando así la significación de los que aparecen en el texto de este manual.

1. Definiciones generales

1. Carretera. Vía pública utilizada para el tránsito general que incluye las zonas laterales que confinan con los predios colindantes con el camino.

a) Clases de carreteras

2. Carretera troncal. Caminos que forman parte de la red principal de un país; se destinan preferentemente al tránsito directo y forman parte de una ruta continua entre dos o más ciudades importantes.

3. Carretera ramal. Caminos que enlazan poblaciones de importancia y se unen entre ellos y con una carretera troncal.

4. Camino local. Caminos que dan acceso, principalmente, a propiedades colindantes (residenciales, comerciales, etc.). Pueden tener características de carreteras secundarias, de penetración o vecinales, según el objetivo a que se destinen y el estado en que se encuentren.

5. Carretera regional o internacional. Carreteras de gran importancia, troncales en algunos casos de las redes nacionales, que conectan dos o más países. Por excepción se incluyen en esta categoría algunas troncales de sistemas nacionales que, sin hallarse unidas a ciudades de otros países, conectan rutas regionales y amplían la zona de influencia de los territorios que sirven. Entre ellas figuran las secciones centroamericanas de la Carretera Panamericana, que unen la frontera mexicano-guatemalteca con la frontera costarricense-panameña —conocida con el nombre de "Carretera Interamericana"— y las 12 rutas que constituyen el Plan Vial Centroamericano.

6. Carretera nacional. Por definición lo son todas las de un país, pero el término se asimila al de carretera troncal que une dos o más poblados de importancia. También puede considerarse zonal, primaria o ramal, a

/La vez, por

la vez, por su localización o su densidad de tránsito, por las rutas con que conecta y los poblados por los que pasa, así como por su longitud.

7. Carretera zonal. Camino que une varias poblaciones de una zona determinada y puede estar o no integrada al resto del país por otra que la conecta con carreteras troncales o ramales, o con otros centros de población.

8. Carretera primaria. Caminos construidos con las especificaciones estándar más altas del sistema, de gran extensión, que conectan poblaciones y centros económicos de importancia.

9. Carretera secundaria. Carretera transitable generalmente en todo tiempo, construida con especificaciones menos altas que la primaria y que conecta poblados con las carreteras primarias y otros puntos.

10. Caminos de penetración. Caminos construidos con especificaciones muy sencillas, de poca longitud y de tránsito temporal, que enlazan poblados dispersos con otras rutas del sistema vial.

11. Carretera vecinal. Camino construido generalmente con bajas especificaciones, de tránsito estacional y corta longitud, destinado principalmente a dar acceso a poblados y a conectarlos con la red principal, o con otros caminos similares.

b) Características de las carreteras

12. Carreteras pavimentadas. Caminos construidos generalmente con altas especificaciones, que tienen pavimentos asfálticos o de concreto de cemento portland. Se construyen en esta forma las carreteras troncales y las internacionales y primarias.

13. Carreteras sin pavimentar. Figuran en este grupo tres tipos de caminos:

a) Recubiertos: Transitables en todo tiempo, construidos con especificaciones normales, y con la superficie nivelada pero sin ninguna clase de pavimento; el piso puede ser de grava, arena, etc.

b) Tierra y arcilla: Construidos y conformados de tierra y/o arcilla compactada. Pueden transitarse todo el año si se les aplica un mantenimiento adecuado.

c) Senderos y veredas: Naturales, casi sin conformación, transitables sólo en tiempo seco.

/c) Partes de

c) Partes de la carretera

14. Derecho de vía. Area que comprende el terreno sobre el que está construido el camino y zonas adyacentes laterales, que se utilizan para instalaciones y otras obras complementarias. Queda delimitado por las propiedades colindantes a ambos lados del camino.

15. Vía transitable, calzada o carril. Parte del camino por la que circulan los vehículos.

16. Lecho del camino. Parte del camino sobre la que se construyen las capas de subbase, de base, la superficie y los hombros.

17. Plataforma del camino. Toda el área destinada al tránsito de vehículos, incluidos los hombros donde pueden estacionarse.

18. Terraplén. Espacio de terreno cuyas depresiones se rellenan al conformar un camino y cuya parte superior se utiliza como calzada o lecho del mismo.

19. Corona. De la zona destinada al tránsito de los vehículos, es la parte más alta del centro del camino; sobresale de los hombros o bermas. Su mayor elevación permite que el agua de la lluvia resbale hacia los lados e impide el encharcamiento del camino.

20. Carril. Ancho de la carretera por el que puede transitar un vehículo.

21. Hombros o bermas. Partes contiguas a cada lado de la calzada destinadas al estacionamiento y a maniobras de los vehículos; sirven de soporte lateral a la base y a la superficie y quedan entre la zona de tránsito y las cunetas.

22. Zona lateral del camino. Zona del camino adyacente a los bordes exteriores de la plataforma de circulación donde se colocan los drenajes y otras instalaciones.

23. Cuneta. Zanjas que se construyen a cada lado del camino para recoger el agua de lluvia que se desaloja de la vía transitable. Su profundidad se mide desde el ras del hombro o berma hasta el fondo de la zanja.

24. Talud. Pendiente lateral del terreno, adyacente a la cuneta.

/d) Estructura

d) Estructura del camino

25. Subbase. Parte del lecho preparada para conformar y servir de soporte a la base y a la capa de la superficie del camino. Puede estar constituida por el terreno mismo, natural o trabajado, o por una capa que se le superpone de cualquier material apropiado.

26. Base. Capa o capas de cierto espesor de agregado que se colocan sobre la subbase. Además de la resistencia que proporciona al distribuir las cargas verticales de los vehículos sobre el lecho del camino, facilita el drenaje (en algunos casos se denomina subrasante a la combinación de las capas de la subbase y de la base juntas). Sobre la base se agrega la capa de la superficie.

27. Superficie. Parte del camino sobre la que circulan los vehículos; puede estar pavimentada o no, y está constituida (salvo en los caminos de tierra o similares) por una o varias capas de diversos materiales que sirven para dar mayor resistencia y protección al camino.

28. Pavimento. Parte del camino que se construye sobre la base y se destina a resistir y distribuir el peso de los vehículos y a mejorar las condiciones de seguridad y de comodidad del tránsito.

29. Drenaje. Sistemas para eliminar el agua del camino. Son de muchos tipos y varían de acuerdo con la clase de camino, de terreno y de los métodos y formas empleados para su construcción. Entre ellos figuran las cunetas, las alcantarillas, los puentes, las tuberías, etc. Según las necesidades y los tipos de caminos, forman parte o se colocan en la subbase, en la base, en la superficie o en los lados de la vía. Un buen drenaje incluye desde la subbase hasta la base misma del camino y se complementa con estructuras adicionales.

30. Alcantarilla. Instalación para desalojar el agua del camino y de las zonas adyacentes. Se colocan en las cunetas y desalojan el agua acumulada hacia otros lugares, cruzando en ocasiones bajo el camino para ~~eliminarla~~ eliminarla totalmente.

2. Operaciones, reparaciones, materiales y equipos

31. Ablandamientos. Reblandecimiento del material ocasionado generalmente por humedad excesiva, depósitos y filtraciones de agua en la subbase y en la base; también pueden deberse a resequeidades excesivas, a erosión causada por el viento y a defectos de compactación y de estabilización de la capa de la superficie.

32. Aceitado del camino. Derivado del petróleo ligero o diluido que se pone sobre una superficie sin tratar, para estabilizar el polvo. Suele ser una etapa de la construcción de una superficie de bajo costo, en un camino que puede irse perfeccionando por etapas a lo largo de varios años.

33. Aceite para caminos. Derivado pesado del petróleo que sólo se utiliza en asfaltos líquidos de curación lenta.

34. Agregado. Mineral desmenuzado, natural o artificialmente, en trozos o partículas de forma y tamaño estables, que se usa específicamente como material duro e inerte para las mezclas (puede ser grava, roca triturada, arena, etc.). Se utiliza para las subbases, las bases y en las mezclas para las capas de la superficie.

35. Agregado fino. Material que pasa el tamiz No. 8.

36. Agregado grueso. Material que retiene el tamiz No. 8 (aproximadamente de 0.2 cm por partícula).

37. Aplanadora. Máquina autopropulsada provista de rodillos destinada a compactar y aplanar los suelos y algunos materiales.

38. Aplanadora vibratoria. Máquina autopropulsada o remolcable, provista de rodillos que se hacen vibrar para compactar y aplanar los suelos.

39. Arcilla. Componente del suelo con marcadas características plásticas. Cuando está húmeda se moldea fácilmente, y seca tiene la suficiente cohesión para formar terrones que difícilmente se desmenuzan con la presión de los dedos. El diámetro máximo de sus granos es de 0.005 milímetros.

40. Arena. Material fino constituido por partículas minerales de entre 0.05 y 2.00 milímetros de diámetro.

41. Asfáltica (emulsión). Emulsión de cemento asfáltico y agua que contiene una ligera cantidad de algún agente emulsionador (sosa, silicatos, arcilla coloidal, aceites sulfonados, jabón, etc.).

/42. Asfáltico

42. Asfáltico (cemento). Residuo sólido o semisólido que se obtiene de la destilación del petróleo. Requiere calentamiento para volverse fluido.

43. Asfalto. Material compactante, de consistencia sólida, semisólida o líquida, constituido sobre todo por bitúmenes. Se encuentra en estado natural y se obtiene como residuo de la refinación del petróleo.

44. Asfalto de curación lenta. (SC). Asfalto líquido que se compone de cemento asfáltico y un aceite pesado.

45. Asfalto de curación media. (SM). Asfalto líquido compuesto de cemento asfáltico y de un solvente de evaporación mayor que el aceite, tipo kerosene.

46. Asfalto de curación rápida. (RC). Asfalto líquido compuesto de cemento asfáltico y de un solvente de evaporación rápida como la gasolina.

47. Asfalto diluido. (cut-back). Cemento asfáltico fluidificado por la incorporación de cantidades variables de algún solvente obtenido de la destilación del petróleo (gasolina, kerosene o aceites livianos). Penetra y cura rápidamente.

48. Asfalto líquido. Material asfáltico fluidificado por algún solvente o por agua.

49. Asfalto petróleo. Asfalto refinado obtenido del petróleo crudo.

50. Bache. Hoyo de la superficie del camino causado por desintegración o desplazamiento del material.

51. Bacheo. Operación de compostura o relleno de los baches para igualar el nivel de la superficie.

52. Barredora motorizada. Escoba o cepillo autopropulsado que se utiliza para barrer el material suelto del pavimento.

53. Barredora sopladora. Máquina remolcada o autopropulsada, provista de uno o más cepillos rotativos (o de algún otro dispositivo barredor) y de un dispositivo de aire comprimido, utilizada principalmente para el barrido y la eliminación del polvo en trabajos de pavimentación (generalmente de asfalto) y de limpieza de los caminos.

54. Bitúmenes. Mezclas de hidrocarburos de origen natural o pirogénico, o combinación de ambas clases, frecuentemente acompañadas de derivados

no metálicos, gaseosos, líquidos, semisólidos o sólidos y totalmente solubles en disulfito de carbón.

55. Bulldozer (tractor de pala recta). Hoja de cuchilla recta montada en un bastidor que se adiciona a una máquina propulsora y puede manejarse a voluntad. La hoja forma ángulo recto con el eje longitudinal de la unidad motriz. Se utiliza para empujar, arrastrar o desplazar la tierra y otros materiales.

56. Capa de sello. Tratamiento muy delgado que se utiliza para mejorar la textura y la impermeabilidad de una superficie. Se realiza con material de agregado, asfalto ligero diluido, emulsiones, arena, etc.

57. Capa de sello asfáltica. Tratamiento superficial muy delgado que se aplica sobre una superficie bituminosa.

58. Capa de sello asfáltica (primera). Aplicación inicial de asfalto muy líquido y de baja viscosidad que penetra en las superficies no bituminosas y porosas. Esta operación se realiza para impregnar la superficie de asfalto, llenar huecos, recubrir y compactar las partículas minerales sueltas y endurecer el suelo para que reciba la siguiente capa de pavimento.

59. Cemento (cantidad). Peso del cemento contenido en la unidad de las mezclas de hormigón recién colocadas.

60. Clinker. Producto de la molienda fina de una mezcla convenientemente proporcionada de materiales arcillosos y calizos, que se calcina casi hasta la fusión.

61. Conformación del camino. Trazado y obras básicas para dar su forma definitiva al camino. Sobre ella se construyen la subbase, la base, el pavimento, los hombros y las cunetas.

62. Compactación. Operación controlada para obtener un peso unitario adecuado de los suelos con base en ensayos de laboratorio. Se efectúa la compactación ejerciendo presión para proporcionar coherencia y dar fuerza y estabilidad a los materiales.

63. Consolidación. Eliminación de los vacíos del suelo como resultado de la expulsión del agua y del aire intersticial; relleno de los vacíos y compresión del material.

/64. Conservación.

64. Conservación. Trabajos necesarios para evitar que cualquier clase de camino o estructura pierda prematuramente sus características originales.

65. Distribuidor de agregado. Máquina, generalmente remolcada, compuesta esencialmente de un recipiente en forma de tolva provisto en su interior de una hélice para la mezcla y distribución uniforme del agregado sobre la superficie a pavimentar. Esta máquina es abastecida casi siempre por camiones de volteo que vierten el material directamente sobre la tolva a la vez que la remolcan.

66. Distribuidor de asfalto. Máquina, generalmente autopropulsada, compuesta esencialmente de un tanque con aislación térmica, dispositivos de calentamiento, barra o barras esparcidoras y otros accesorios para distribuir y aplicar uniformemente materiales asfálticos sobre la superficie. También pueden montarse o manejarse desde un camión o remolque.

67. Emulsión bituminosa. Dispersión de cemento asfáltico en agua, obtenida por medios mecánicos y mediante la incorporación de un agente emulsificador que puede ser arcilla coloidal, silicatos, jabón, aceites vegetales sulfonados, etc.

68. Erosión. Desgaste, desintegración, desplazamiento ocasionado generalmente por el agua o el viento o cualquier otro fenómeno físico, o por el mismo tránsito.

69. Escarificadora. Máquina remolcada, montada sobre un bastidor con ruedas, con uno o más dientes de acero para romper suelos, pavimentos, etc. Algunas motoniveladoras y tractores llevan como aditamento máquinas de características similares para los mismos fines.

70. Esparcidora autopropulsada. Esparcidoras equipadas con sus propias unidades motrices y dos tolvas. La esparcidora arrastra un vehículo que vacía su carga en la tolva receptora. El agregado es llevado por bandas transportadoras a la tolva esparcidora.

71. Esparcidor (camión). Camión equipado con elevadores hidráulicos para vaciar el agregado en las esparcidoras.

72. Esparcidora de agregado. Máquina para esparcir el agregado a voluntad, en proporción uniforme, sobre la superficie del camino.

/73. Esparcidora

73. Esparcidora giratoria. Esparcidoras enganchadas a camiones de volteo o instaladas en ellos. El agregado es conducido al disco esparcidor a través de una abertura regulable. La velocidad del disco también se puede regular para obtener a voluntad el tamaño deseable del agregado.

74. Esparcidora mecánica. Cajas esparcidoras montadas sobre ruedas. Se enganchan a camiones de volteo.

75. Excavadora. Máquina autopropulsada o remolcable provista de un brazo que acciona una cubeta, cuchara o pala, con la que se excava o se eliminan la tierra o los materiales sueltos.

76. Fluidificantes. Derivados del petróleo que se agregan a un asfalto para ablandarlo o fluidificarlo.

77. Fusor de asfalto. Tanque fijo o transportable, aislado térmicamente y provisto de dispositivos de calentamiento, destinado a transportar y mantener en estado líquido, y a la temperatura deseada, los materiales asfálticos.

78. Grava. Material mineral granular que resulta de la desintegración natural de las rocas. El tamaño de sus partículas varía entre 2.0 y 76.2 milímetros.

79. Grieta. Hendidura o separación del material del camino, causada por el movimiento de la base y del terreno, o por el peso del tránsito.

80. Hormigón. Mezcla de piedra triturada, arena o grava, y mortero (mezcla de concreto).

81. Hormigonera. Sirve para hacer mezclas de concreto de cemento portland y consiste esencialmente en un recipiente rotativo para mezclar los distintos materiales que componen el hormigón.

82. Lodo. Componente del suelo que en estado seco tiene apenas la cohesión necesaria como para formar terrones de fácil desmenuzación. El tamaño de sus partículas varía entre 0.002 y 0.050 milímetros.

83. Mantenimiento. Operaciones regulares y extraordinarias requeridas para conservar y mejorar el estado de los caminos y procurar que se mantengan como fueron construidos inicialmente. Incluyen trabajos y reparaciones de cualquier parte de la estructura y de las instalaciones del camino e implica inspecciones, revisiones, limpieza, reparaciones e incluso reconstrucciones.

84. Material graduado. Materiales separados o clasificados en fracciones, por el tamaño de sus partículas, que reúnen especificaciones o composiciones granulométricas determinadas, o ciertos requisitos.

85. Mortero. Mezcla de cemento concreto, arena y agua.

86. Motoconservadora (Road-Patrol). Máquina niveladora ligera, auto propulsada, de potencia reducida, destinada exclusivamente a trabajos de conservación de caminos.

87. Motoniveladora (Motograder). Máquina pesada, autopropulsada, con una cuchilla que puede colocarse en diferentes posiciones para conformar los caminos. Sirve para hacer cortes, cunetas, para el mantenimiento de los hombros, premezclados, etc.

88. Mototrailla. Máquina autopropulsada que consiste en una unidad motriz articulada con una caja metálica, que sirve para excavar, cargar, transportar y distribuir el material del suelo y otros materiales sueltos.

89. Nivelación. Alineación y reformas que se hacen al terreno natural para facilitar el tránsito y hacerlo más seguro recortando y redistribuyendo el material al ir conformando el camino.

90. Niveladora. Máquina remolcada cuyo principal elemento es una cuchilla que puede colocarse en diferentes posiciones; se utiliza para diversos trabajos de construcción y conformación del camino.

91. Paliación del polvo. Aplicación de asfalto líquido, ligero o diluido, que se hace sobre una superficie sin tratamiento para suprimir o estabilizar el polvo. Habitualmente se emplea un asfalto líquido (SG-70, MC-30, MC-70, o emulsión asfáltica diluida).

92. Pavimentadora asfáltica. Máquina autopropulsada para la construcción de pavimentos asfálticos. Consta esencialmente de una tolva para recibir el material premezclado, y de elementos para su esparcimiento, conformación y compactación y para el acabado del pavimento.

93. Pavimentadora de hormigón. Máquina autopropulsada para construir pavimentos de hormigón. Consta de varios elementos para la preparación y esparcimiento de la mezcla y para la conformación y el acabado de la superficie.

94. Planta de trituración. Conjunto móvil o fijo de maquinaria para triturar materiales pétreos o similares y obtener diversos tamaños de agregados. Contiene los mecanismos necesarios para las diversas etapas de trituración y dispositivos para seleccionar el material y recibirlo.

95. Pulverizadora mezcladora. Aparato remolcable o autopropulsado que tiene un sistema de paletas rotativas múltiples para roturar y mezclar los materiales que se utilizan para la construcción, reconstrucción y reparación del suelo y un dispositivo que los distribuye en la superficie sobre la que se mueve.

96. Rastra. Aparato manual o mecánico para barrer o alisar los caminos.

97. Rodillo de acero. Rodillo cilíndrico pesado de acero para aplanar el pavimento. Puede engancharse a un remolque.

98. Rodillo liso. Cilindro remolcable, generalmente de acero, para aplanar o compactar suelos y algunos materiales.

99. Rodillo neumático. Máquina remolcable o autopropulsada, provista de una serie de ruedas con llanta neumática, que se emplea para la compactación de suelos y de ciertos tipos de pavimento.

100. Rodillo "pata de cabra". Máquina remolcable que consta de uno o más cilindros provistos de salientes radiales y montados en un bastidor común. Al gravitar el peso de la máquina sobre pequeñas áreas, se obtiene una notable compactación del suelo.

101. Superficial (degradación). Desgaste progresivo de la vía transitada, que puede llegar a destruirse. También se denomina desgaste de la superficie.

102. Superficial (tratamiento asfáltico). Aplicación de materiales asfálticos de cualquier tipo sobre la superficie del camino, a la que se añade una cubierta de agregado que aumenta su espesor; por lo general consiste en una capa de menos de 2.5 centímetros.

103. Superficial (tratamiento múltiple). Aplicación de dos o más tratamientos ligeros a la superficie del camino, uno sobre otro. En esta forma se aumenta el espesor de las superficies desgastadas y se impermeabilizan mejor las capas de la base, aparte de reforzarse el camino.

104. Superficial (tratamiento simple). Aplicación única de asfalto sobre cualquier clase de superficie de un camino, a la que se agrega una capa ligera de agregado de tamaño uniforme. El espesor de este tratamiento viene a ser el del tamaño máximo de las partículas del agregado que se usa. Se emplea para mejorar superficies desgastadas e impermeabilizar capas de agregado.

105. Tierra o arena. Componente natural del terreno, consistente principalmente en materiales minerales y orgánicos, que se utilizan para rellenar depresiones cuando se hace la conformación y puede también emplearse como componente de ciertas mezclas, especialmente para la reparación de algunos baches y grietas.

106. Tractor. Máquina autopropulsada de múltiples aplicaciones. Sirve para arrastrar, tirar o empujar diversas máquinas y equipos.

107. Trailla. Máquina remolcada que consiste en una caja metálica con un mecanismo para excavar, cargar, transportar y esparcir tierra y materiales sueltos.

108. Zanjadora. Máquina generalmente autopropulsada. Su elemento principal es una cadena giratoria de canchilones excavadores. Se utiliza para construir, profundizar, ensanchar y limpiar zanjas. Casi siempre tiene una banda transportadora, dispuesta en sentido transversal al del avance de la máquina, para verter el material extraído hacia los lados o sobre vehículos de transporte.