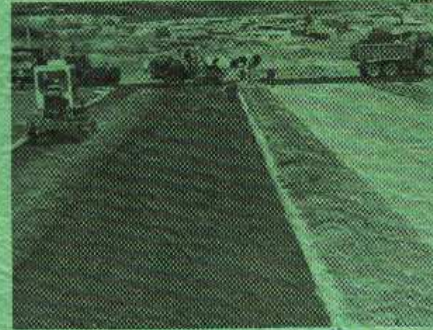


625.76
D 618 m
C / 2

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
DIVISION DE OBRAS PUBLICAS

MANUAL PARA ADIESTRAMIENTO DE INSPECTORES DE OBRAS VIALES



SEPTIEMBRE 1980



PRESENTACION

La urgente necesidad de tener personal técnico capacitado para inspeccionar las obras viales que realiza el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, en las cuales los factores económicos son sumamente elevados, han promovido que la División de Obras Públicas, a través de su Subdirección y de la Dirección General de Vialidad, específicamente del Departamento de Laboratorio de Materiales y del Departamento de Adiestramiento, patrocine un curso básico para Inspectores de Obras Viales, el cual en términos generales sigue el contenido del Manual de Caminos Vecinales Tomo III presentado por la Delegación de Costa Rica al XIII Congreso Panamericano de Carreteras. Dicho curso se complementa con diferentes trabajos realizados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Se agradece a todas las personas que participaron en la adaptación y reproducción de este Manual y en la programación, coordinación y ejecución del curso correspondiente.



El presente tomo sobre el mantenimiento de caminos vecinales, ha sido preparado con base en el Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras, Alcantarillas y Puentes, publicado por la Secretaría Permanente del Tratado General de Integración Económica Centroamericana (SIECA), en julio de 1974, en los Manuales del Instituto de Asfalto (Estados Unidos de Norteamérica); y en otros estudios realizados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes de la República de Costa Rica.



INDICE

	PAGINA
CAPITULO I	
INTRODUCCION	
1.1 Definición de Mantenimiento de Caminos Vecinales	1
1.2 Importancia del Mantenimiento de Caminos Vecinales	1
1.3 Establecimiento de un Sistema para la Calificación de Caminos Vecinales	1
1.3.1 Aspectos Generales	1
1.3.2 Determinación del Tramo a Calificar	2
1.3.3 El Sistema de Calificación	2
1.3.4 Fórmulas para Calificación de Mantenimiento	3
1.3.5 Quienes intervienen en la Calificación	3
Hoja para Calificación de Caminos en Subbase	5
Hoja para Calificación de Mantenimiento de Carreteras Pavimentadas	6
CAPITULO II	
MANTENIMIENTO DE LA CALZADA	
2.1 Clasificación de las calzadas	7
2.1.1 Calzadas de Tierra	7
2.1.2 Calzadas Revestidas	7
2.1.3 Calzadas Asfaltadas	8
2.1.4 Calzadas de Concreto Hidráulico	8
2.2 Operaciones de Mantenimiento de las Calzadas de Tierra y las Revestidas	9
2.2.1 Inspección	9
2.2.2 Operaciones de Mantenimiento	9
2.2.3 Procedimiento de Trabajo	9
2.3 Operaciones de Mantenimiento en Calzadas Asfaltadas	11
2.3.1 Humedad y Bases Granulares	11
2.3.2 Viga Benkelman	13



	PAGINA
2.3.3 Mezclas de Bacheo	13
2.3.4 Capas de Imprimación y Liga	14
2.3.5 Colocación de las Mezclas de Bacheo	14
2.3.6 Compactación de las Mezclas de Bacheo	15
2.3.7 Agrietamientos	16
2.3.8 Distorsión (Deformaciones)	41
2.3.9 Hundimiento sobre Zanjas	49
2.3.10 Desintegración. Generalidades	49
2.3.11 Peligro de Resbalamiento	51
2.3.12 Tratamientos Superficiales (Problemas Especiales)	54
2.4 Operaciones de Mantenimiento de los Pavimentos de Concreto Hidráulico	57
2.4.1 El Asfalto en el Mantenimiento de Pavimentos de Concreto Hidráulico	57
2.4.2 Sellado de Juntas y Grietas	58
2.4.3 Inyecciones de Asfalto	59
2.4.4 Carpetas de Recubrimiento	60
2.4.5 Juntas y Grietas	60
2.4.6 Distorsión	70
2.4.7 Bombeo	72
2.4.8 Desintegración	73
2.4.9 Peligro de Resbalamiento	78
2.5 El Concreto Hidráulico en Operaciones de Mantenimiento de los Pavimentos del mismo material	79
2.5.1 Métodos de Mantenimiento	79
2.5.2 Forma y Tamaño de los Agujeros para efectuar el Bacheo	80
2.5.3 Demolición del Pavimento	81
2.5.4 Preparación de la Subrasante	81
2.5.5 Colocación del Material en el Bache	81
 CAPITULO III	
MANTENIMIENTO EN DERECHOS DE VIA	
3.1 Limpieza y chapeo	84
3.1.1 Descripción	84
3.1.2 Inspección	84
3.1.3 Forma de efectuar la operación de limpieza y chapeo	84
3.2 Espaldones (Hombros)	87
3.2.1 Especificaciones	87

	PAGINA
3.2.2 Inspección	88
3.2.3 Limpieza	88
3.2.4 Mantenimiento y Reparación	88
3.3 Taludes	88
3.3.1 Especificaciones para la construcción de taludes y Recomendaciones para su Conservación	89
3.3.2 Frecuencia de la Operación	93
3.4 Derrumbes	93
3.4.1 Eliminación de Derrumbes	94
3.4.2 Prevención de Derrumbes	95
3.5 Deslizamientos	99
3.5.1 Causas	99
3.5.2 Inspección	100
3.5.3 Reparación	100
3.6 Hundimientos	101
3.6.1 Inspección	101
CAPITULO IV	
DRENAJES	
4.1 Cunetas y Contracunetas	103
4.1.1 Mantenimiento y Reparación	105
4.1.2 Encauzamiento de las aguas	105
4.1.3 Control de la Erosión	105
4.1.4 Frecuencia de Operación	105
4.2 Tuberías	105
4.2.1 Inspección	106
4.2.2 Mantenimiento y Reparación	106
4.2.3 Encauzamiento de las aguas	106
4.3 Cajas	108
4.4 Subdrenajes	108
4.4.1 Remoción de material inapropiado y construcción de una capa permeable	109
4.4.2 Trincheras estabilizadas	110

	PAGINA
4.4.3 Subdrenajes transversales de penetración	111
4.4.4 Pozos de Alivio	112
4.4.5 Subdrenajes y Capas Permeables	112
4.5 Obras Especiales de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1 Gaviones	113
4.5.1.1 Tipos de Gaviones	113
4.5.1.2 Materiales para la construcción de Gaviones	113
4.5.1.3 Construcción de Gaviones	113
4.5.1.4 Mantenimiento de Gaviones	113
4.5.1.5 Aplicaciones de Gaviones	113
4.5.1.6 Ventajas y Desventajas de los Gaviones	113
4.5.1.7 Tipos de Estructuras de Gaviones	113
4.5.1.8 Estructuras de Gaviones para Retención de Sólidos	113
4.5.1.9 Estructuras de Gaviones para Protección de Taludes	113
4.5.1.10 Estructuras de Gaviones para Protección de Puentes	113
4.5.1.11 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Arte	113
4.5.1.12 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa	113
4.5.1.13 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Saneamiento	113
4.5.1.14 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Riego	113
4.5.1.15 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Drenaje	113
4.5.1.16 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Control de Erosión	113
4.5.1.17 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.18 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.19 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.20 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.21 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.22 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.23 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.24 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.25 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.26 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.27 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.28 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.29 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.30 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.31 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.32 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.33 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.34 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.35 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.36 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.37 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.38 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.39 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.40 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.41 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.42 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.43 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.44 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.45 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.46 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.47 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.48 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.49 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113
4.5.1.50 Estructuras de Gaviones para Protección de Obras de Defensa contra la Erosión	113

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 DEFINICION DE MANTENIMIENTO DE CAMINOS VECINALES

El mantenimiento de caminos consiste en las operaciones necesarias para lograr que los diferentes componentes se mantengan, hasta donde sea posible, en la condición óptima que tenían al terminar su construcción.

Esto propiamente es lo que se llama mantenimiento rutinario.

Se considera también como operaciones de mantenimiento de caminos los mejoramientos tales como los refuerzos a los pavimentos, y los trabajos de emergencia como reparación de daños causados por las fuerzas de la naturaleza.

Cuando se trata de obras de restauración de gran magnitud tales como ampliaciones, desvíos o reconstrucción de bases o subbases en largos tramos, a esto se le llama mejoramiento.

1.2 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO DE CAMINOS VECINALES

El mantenimiento adecuado de un sistema de caminos es la única forma de prestar un servicio eficiente y seguro a los usuarios, y de proteger las cuantiosas inversiones en caminos.

Todo camino nuevo o recientemente mejorado, bajo la acción de los elementos naturales y bajo la acción del tránsito, empieza a deteriorarse desde el momento en que se pone en servicio.

Solamente la atención diaria de mantenimiento permite mantener los caminos en condición al nivel de las especificaciones originales.

Un camino bien diseñado y bien construido podría ser una inversión relativamente permanente, si se prestara la atención debida a su mantenimiento. Si por el contrario se abandona, y se permite que los pavimentos se deterioren y los espaldones, cunetas, y taludes se erosionen, que los puentes y alcantarillas se dañen al poco tiempo se necesitará la total reconstrucción, con la consiguiente pérdida, ya que el gasto de restauración es siempre mucho mayor que el de mantenimiento rutinario sistemático, el cual habría impedido la restauración.

1.3 ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA PARA LA CALIFICACION DEL MANTENIMIENTO DE CAMINOS VECINALES

1.3.1 ASPECTOS GENERALES

Es de suma importancia establecer un sistema para la calificación del manteni-

miento de caminos. Esta calificación nos dará los elementos de juicio necesarios para determinar el grado de deterioro de una ruta, su buen o mal mantenimiento, y la prioridad que se le debe dar a determinada ruta para la programación de su mantenimiento. Esta calificación en cierto modo reflejará la capacidad del personal para efectuar esas labores, la disponibilidad del equipo necesario para su mantenimiento sobre todo algo muy importante: El interés que el profesional responsable del mantenimiento le preste a esta labor.

1.3.2 DETERMINACION DEL TRAMO A CALIFICAR:

Para la calificación del mantenimiento es necesario dividir la Ruta en estudio en un número determinado de tramos de camino de características homogéneas y límites determinados e invariables, cada uno de ellos constituye una unidad independiente para efectos de calificación, programación, control de costos e información estadística.

1.3.3 EL SISTEMA DE CALIFICACION:

La calificación de mantenimiento de caminos se basa en la inspección de los tramos determinados en que se ha dividido la ruta a calificar.

Los principales elementos de un camino que se debe evaluar son:

a) Superficie de rodamiento:

Con los siguientes defectos: baches, grietas, conformación, erosión, fallas (deslizamientos, asentamientos), rugosidad, desintegración.

b) Hombros:

Con los siguientes defectos: baches, erosión, vegetación, conformación.

c) Cunetas y zanjas:

Con los siguientes defectos: capacidad, vegetación, obstáculos, socavación.

d) Estructuras (no incluye puentes):

Con los siguientes defectos: alcantarillas quebradas, obstrucciones, cajas y cabezales dañados.

e) Derecho de vía:

Con los siguientes defectos: vegetación excesiva, derrumbes.

f) Señalización:

Se debe calificar la existencia de señalamiento horizontal y/o vertical.

A cada elemento y a cada defecto se le asigna un puntaje máximo.

Para cada tramo calificado con todos los elementos en óptimo estado de mantenimiento, la calificación es 100 puntos. La calificación de un tramo con defectos se obtiene rebajando de 100 un número de puntos que depende de los defectos y de la intensidad de los mismos.

De acuerdo a la puntuación obtenida, la calificación final de mantenimiento se agrupará en tres rangos que serán:

Bueno –	de 76 a 100 puntos
Regular –	de 51 a 75 puntos
Malo –	de 0 a 50 puntos

1.3.4 FORMULAS PARA CALIFICACION DE MANTENIMIENTO:

Se ha determinado que un camino con recubrimiento de material selecto o uno de tierra tendrá ciertos defectos que no tiene un camino pavimentado.

Por ejemplo es muy frecuente encontrar defectos de conformación en un camino no pavimentado, mientras que en uno pavimentado este defecto casi no existe. Del mismo modo la intensidad con que puede aparecer un defecto en un camino sin pavimentar es diferente a uno pavimentado.

De ahí que se debe hacer una separación entre los elementos, intensidad de los mismos que aparecen en un camino no pavimentado y en uno pavimentado. A continuación se muestran los dos tipos de fórmulas que se ha encontrado representan más fielmente los defectos de mantenimiento de un camino.

1.3.5 QUIENES INTERVIENEN EN LA CALIFICACION?

La calificación de una ruta debe de ser realizada por profesionales con suficiente experiencia para poder determinar rápidamente la existencia de un defecto, la frecuencia con que se presente y el valor que pueda tener ese defecto dentro de la puntuación establecida.

Es necesario que de antemano el profesional se familiarice con la fórmula apropiada y que comprenda el análisis de cada uno de los defectos señalados. Es muy recomendable que antes de proceder a realizar una calificación definitiva el Ingeniero practique calificar tramos de caminos que hayan sido calificados por personal técnico debidamente adiestrado.

Se puede afirmar que una persona es competente para realizar una calificación cuando sus resultados no difieren en más de un 20 / de más o menos del valor obtenido por una persona adiestrada en estas calificaciones.

La calificación de una ruta o de uno o varios tramos de la misma, deberá realizarse preferiblemente por tres personas en conjunto.

Estas tres personas serán:

1. El Ingeniero Jefe de la Zona correspondiente
2. El Supervisor Inmediato del Jefe de la Zona, que será el Ingeniero Regional o Ingeniero de Distrito.
3. El Ingeniero Jefe del Departamento de Mantenimiento a nivel nacional.

La calificación final será el promedio de las calificaciones de estas tres personas.

MINISTERIO OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES COSTA RICA		CALIFICACION DE CAMINOS EN SUB-BASE		PROYECTO _____	
				LONG. _____	
				TRAMO _____	
				FECHA INSPEC. _____	
				PUNTAJE	
A. CAMINOS				PARCIAL	SUBTOTAL
1. EN LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO (P. MAX. 40)					
a. Baches (10 P. si no existen)					
b. Fallas (Deslizamiento, asentamiento, etc.) (10 P. si no hay)					
c. Conformación (10 P. si esta bien conformado)					
d. Erosión (10 P. si no hay)					
2. EN CUNETAS Y ZANJAS DE DRENAJE (P. MAX. 20)					
a. Capacidad (suficiente sección de escorrentía) (5 P. si es sufic)					
b. Vegetación excesiva (4 P. si no la hay)					
c. Obstáculos (Palizadas, basura, sedimentos) (6 P. si no hay)					
d. Socavación (5 P. si no hay)					
3. EN LOS ESPALDONES (P. MAX. 10)					
a. Erosión (especialmente por excesiva lluvia) (5 P. si no hay)					
b. Drenajes insuficientes por desniveles (3 P. si son suf.)					
c. Vegetación en exceso (2 P. si no hay)					
4. EN ESTRUCTURAS (P. MAX. 15)					
a. Alcantarillas (quebraduras, obstrucciones , cabezales quebrados, otros) (15 P. si están bien)					
5. EN DERECHO DE VIA (P. MAX. 10)					
a. Vegetación excesiva (6 P. si no hay)					
b. Derrumbes (4 P. si no hay)					
B. SENALIZACION (P. MAX. 5)					
				TOTAL :	
ESCALA DE CALIFICACION		PUNTOS	CALIFICACION :		
Bueno _____		76 - 100	Por Ing. Zona _____		
Regular _____		51 - 75	Por Depto Mantenimiento _____		
Malo _____		0 - 50	Por Ing Regional _____		
OBSERVACIONES					

MINISTERIO OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES COSTA RICA	CALIFICACION DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS	PROYECTO _____ LONG. _____ FECHA INSPEC. _____	
		PUNTAJE	
		PARCIAL	SUBTOTAL
1. <u>EN LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO</u> (P. MAX. 40)			
a. Baches _____ (15 P. si no existen)			
b. Fallas (deslizamientos, asentamientos) _____ (5 P. si no hay)			
c. Rugosidad _____ (10 P. si esta bien conformado)			
d. Cuero lagarto, desnudamiento, desprendimiento _____ (10 P. si no hay)			
2. <u>EN CUNETAS Y ZANJAS DE DRENAJE</u> (P. MAX. 15)			
a. Capacidad (suficiente sección) _____ (6 P. si es sufic.)			
b. Obstáculos (veget, palizadas, basuras, sedimentos) _____ (6 P. si no la hay)			
c. Sacavación _____ (3 P. si no hay)			
3. <u>EN LOS ESPALDONES</u> (P. MAX. 10)			
a. Baches, erosión _____ (4 P. si no hay)			
b. Drenajes insuficientes por desniveles _____ (3 P. si no hay)			
c. Vegetación _____ (3 P. si no hay)			
4. <u>EN ESTRUCTURAS</u> (P. MAX. 10)			
a. Alcantarillas (quebraduras, obstrucciones, cabezales _____ (10 P. si no hay) danados, etc.)			
4. <u>EN DERECHO DE VIA</u> (P. MAX. 15)			
a. Vegetación excesiva _____ (10 P. si no hay)			
b. Derrumbes _____ (5 P. si no hay)			
6. <u>SENALIZACION</u> (P. MAX. 10)			
a. Vertical _____ (5 P. si la hay)			
b. Horizontal _____ (5 P. si la hay)			
		TOTAL:	
ESCALA DE CALIFICACION	PUNTOS	CALIFICACION:	
Buena _____	76-100	Por Ing. de Zona: _____ INS.	
Regular _____	51-75	Por Depto. Mantenimiento: _____ INS.	
Malo _____	0-50	Por Ing. Regional: _____ INS.	
OBSERVACIONES: _____			

CAPITULO II

MANTENIMIENTO DE LA CALZADA

2.1 CLASIFICACION DE LAS CALZADAS:

Dependiendo de la superficie de rodamiento, las calzadas se agrupan en varios tipos.

2.1.1 CALZADAS DE TIERRA:

Son aquellas en donde los vehículos circulan prácticamente sobre el terreno natural, libre de materia vegetal. Algunas veces tienen revestimientos muy ligeros y sus alineamientos y drenajes son muy deficientes, razón por la cual la circulación solo es posible durante el verano y con vehículos de doble tracción.

2.1.2 CALZADAS REVESTIDAS:

Son aquellas donde los vehículos circulan sobre una superficie recubierta con material seleccionado para subbase al descubierto. Pueden ser de dos tipos:

- a— Las que han sido revestidas con la necesidad de atender el tránsito de vehículos automotores tanto en invierno como en verano, pero que no tienen normas geométricas apropiadas.
- b— Las que teniendo normas geométricas de diseño apropiadas han sido revestidas con un material adecuado, como una primera etapa para su posterior pavimentación, protegiendo en esta forma la calzada de los efectos atmosféricos y de los producidos por el tránsito.

El espesor de material a colocar no deberá ser menor de 15 centímetros de material adecuado, y en caso de calzadas que se pavimentarán posteriormente, el espesor se calculará de acuerdo al tránsito que la calzada soportará hasta su pavimentación definitiva, más un espesor adicional por la pérdida de material debido a los agentes atmosféricos.

Las calzadas revestidas presentan los siguientes inconvenientes:

- a— Son muy permeables, permitiendo que la humedad llegue fácilmente a la subrasante, con lo cual ésta se hace más plástica y provoca un flujo de materiales de la subrasante hacia la subbase, produciéndose la contaminación de esta última, lo que trae como consecuencia la pérdida de las propiedades mecánicas de la subbase.

- b- La pérdida de humedad también conlleva la pérdida de cohesión entre las partículas, permitiendo la trituración de sus componentes por acción del tránsito, cambiando sustancialmente la granulometría original.

2.1.3 CALZADAS ASFALTADAS:

Son aquellas por las cuales los vehículos transitan sobre una superficie compuesta por la unión de un agregado pétreo o una arena con un ligante asfáltico. Estas uniones pueden ser del tipo conocido como tratamientos superficiales, concretos asfálticos, mezclas de arena-asfalto, etc.

Cualquiera que sea el tipo de cubierta que tenga la calzada, la estructura de un pavimento consta de los siguientes elementos, los cuales constituyen los pavimentos flexibles.

- a) Una subrasante compactada y conformada, mejorada si fuera necesario.
- b) Una capa de subbase de material selecto, compactada a humedad óptima y densidad máxima.
- c) Una capa de base granular o base estabilizada con cemento, cal ó emulsión asfáltica, debidamente conformada y compactada a máxima densidad.
- d) Una capa de imprimación de asfalto del tipo apropiado, aplicada sobre la base preparada.
- e) Una capa de liga con un material asfáltico del tipo apropiado para servir de liga entre la base y el concreto asfáltico.
- f) Un pavimento asfáltico que puede ser:
 - i) Tratamientos superficiales, simples, dobles o múltiples.
 - ii) Mezclas de arena-asfalto.
 - iii) Mezclas de agregado-asfalto.

2.1.4 CALZADAS DE CONCRETO HIDRAULICO:

Son aquellas en donde los vehículos circulan sobre una superficie cubierta con concreto hidráulico. A este tipo de pavimento se le denomina como pavimento rígido.

La estructura de este tipo de calzadas consta de los siguientes elementos:

- a) Una subrasante conformada, compactada y mejorada si fuese necesario.
- b) Una capa de subbase de material selecto, compactado a humedad óptima y densidad máxima.

- c) Losas de concreto hidráulico, reforzadas o no con acero.

2.2 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE LAS CALZADAS DE TIERRA Y LAS REVESTIDAS:

2.2.1 INSPECCION:

La inspección de estos tipos de calzadas, de ser posible, debe hacerse diariamente por parte de los inspectores y encargados del mantenimiento de los caminos en la zona, quienes deberán informar a sus Jefes Superiores (Ingeniero Jefe de Zona), del resultado de la inspección, así como de los trabajos ejecutados diariamente en las labores de mantenimiento.

Además de las calzadas, la inspección incluirá los hombros, las cunetas, las contracunetas, las alcantarillas, los puentes, el derecho de vía, los taludes (en corte y relleno), etc. De los reportes y sus operaciones surgirán o se modificarán los programas de mantenimiento, ya sean preventivos, normales, especiales o de emergencia.

2.2.2 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO:

Por los desperfectos que sufran estos tipos de calzadas, especialmente en la época lluviosa, se requiere de por lo menos una reparación completa todos los años, generalmente al principio del verano.

Para este tipo de trabajo es conveniente establecer equipos de mantenimiento los cuales deberán contar como mínimo del siguiente equipo y personal:

- 1 motoniveladora
- 5 vagonetas (camiones de volteo) de 5 m³ de capacidad
- 1 cargador frontal de llantas de hule
- 1 compactador de 8-10 toneladas
- 1 tanque de agua
- 1 encargado
- 6 peones

2.2.3 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO:

El procedimiento ideal para el mantenimiento de este tipo de calzadas es que el encargado con su personal auxilie a la maquinaria en la eliminación de los baches, así como de los materiales indeseables (contaminados, sobretamaño, etc.). La reparación de la calzada en forma completa debe hacerse después de corregir los baches.

A. REPARACION DE BACHES:

La reparación de los baches conlleva un estudio para determinar la causa de su formación; generalmente provienen de bolsas de materiales inadecuados que quedaron bajo la subrasante o bien por falta de drenaje o subdrenaje.

- A.1 Con el auxilio del cargador frontal se elimina todo el material indeseable.
- A.2 El personal de la cuadrilla procede a cuadrar el bache.
- A.3 Se rellena con lastre o toba, procurando que se encuentre con su humedad óptima.
- A.4 Se compacta hasta obtener su densidad máxima.

Si el bache es muy profundo, para obtenerse mejores resultados debe de compactarse en varias capas, de acuerdo al equipo de compactación de que se disponga.

B. REPARACION DE LAS CALZADAS:

Una vez reparado los baches debe procederse de la siguiente manera:

- B.1 Con la motovineladora se conforma o reconforma la superficie, eliminando todas las ondulaciones y canalizaciones producidas por el tránsito de vehículos, dejando el material suelto sobre la calzada.
- B.2 De los bancos se procede a cargar y transportar el material al tramo de carretera a reparar, colocándolo a un lado del camino, en promontorios convenientemente espaciados de acuerdo al volumen transportado y al ancho y espesor a colocar.
- B.3 Con la motoniveladora se procede a construir un camellón formado por el material suelto y el de los promontorios; luego el material se extiende en media calzada y se le agrega agua en una cantidad que esté ligeramente arriba de la humedad óptima.
- B.4 Para obtener una mezcla de los materiales con una humedad uniforme se homogeniza la mezcla de agua-material llevando el material de una orilla de la calzada a la otra con la ayuda de la motoniveladora, formando un nuevo camellón.

Si fuese necesario se repite la operación hasta que el material esté debidamente homogenizado.

- B.5 Cuando el material se encuentre en condiciones óptimas se procede a extenderlo en una o dos capas, teniendo cuidado que ninguna sea menor de 10 centímetros de espesor -para evitar laminación-, ni mayor de 20 centímetros por la dificultad de compactar adecuadamente espesores grandes de material.

Es conveniente que inmediatamente después de extender el material se le dé la compactación inicial, lo cual permite obtener una mejor conformación de la capa de material.

- B.6 Terminada la conformación, se continúa la compactación hasta obtener la densidad máxima deseada.
- B.7 A continuación se procede a limpiar las cunetas del material que les hubiese caído y posteriormente a su reacondicionamiento, de acuerdo a la sección transversal establecida, incluyendo además la limpieza de entradas y salidas de alcantarillas, y la conformación de los espaldones.

Para que el trabajo dé los menores resultados es muy importante seguir los pasos antes indicados, en su orden, teniendo presente que la longitud de cada tramo a reparar no debe de exceder en 300 metros.

2.3 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO EN CALZADAS ASFALTADAS:

El mantenimiento de los pavimentos asfálticos, como se presenta en este capítulo, es aplicable a todos los elementos de los mismos incluyendo los hombros y áreas de estacionamiento. Como fuente fueron tomadas las informaciones del Instituto de Asfalto, entidad que se dedica a este tipo de investigaciones.

La función básica del personal de mantenimiento, con su correspondiente maquinaria, equipo y materiales, es procurar con el mejor empeño y dedicación conservar las carreteras asfaltadas en las mismas condiciones en que fueron construidas, tomando en cuenta el deterioro debido al tránsito normal de vehículos y a los agentes atmosféricos. Por esta razón, es muy importante contar con un personal especializado que determine el momento oportuno para realizar los trabajos necesarios para la conservación de las carreteras, tales como:

- a) Aplicar nuevos riegos asfálticos para reavivar calzadas envejecidas por el tiempo o agentes atmosféricos.
- b) Construir nuevos tratamientos para reponer el desgaste por el tránsito.
- c) Efectuar las repaciones en los sitios donde por razones de construcción o tránsito, muestren afloramiento de asfalto, volviendo la superficie lisa y resbalosa, o donde la superficie se esté desintegrando.
- d) Reparar los baches, hundimientos, deslizamientos, etc. para evitar en el futuro daños mayores.

2.3.1 HUMEDAD Y BASES GRANULARES:

La mayoría de los pavimentos asfálticos son construidos sobre una base granular, colocada sobre una subbase de material seleccionado.

Tanto la base como la subbase se construyen sobre una subrasante preparada. Las bases prestan un buen servicio cuando están debidamente drenadas, pero cuando el agua las satura pierden sus características de resistencia al tránsito de los vehículos. La saturación de las bases es la causa de la mayor parte de los problemas de mantenimiento, que no se elimina rellenando los

hundimientos, baches, grietas, etc.; sino hasta que se drene totalmente la humedad por medios apropiados.

Este fenómeno se produce concretamente por tres causas:

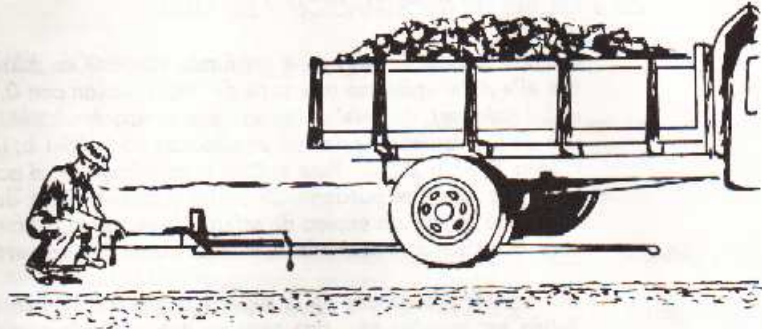
- a) Cunetas azolvadas (obstruidas) que no permiten el drenaje natural de las aguas, lo que ocasiona una elevación del nivel freático de las mismas, saturando entonces toda la estructura del pavimento.
- b) Espaldones (hombros) con una elevación superior al pavimento, lo que no permite el drenaje transversal de las aguas lluviosas, factor que también propicia la saturación de la estructura del pavimento.
- c) Subdrenaje insuficiente.

Cuando la saturación de la estructura del pavimento no es corregida rápidamente, se corre el peligro de que por el efecto del tránsito de los vehículos, los materiales arcillosos de la subrasante sean "bombeados" hacia la subbase y la base, volviéndose ésta plástica y permitiendo inicialmente deflexiones mayores que las normales, posteriormente se producen los agrietamientos y finalmente ocurre la destrucción total.

Es por lo tanto muy importante que cuando se investiguen fallas de la superficie asociadas con deflexiones excesivas, se analice la presencia de posibles materiales plásticos o de agua retenida en la base; en el caso que solo sea humedad, al mismo tiempo de efectuar la reparación de la carpeta, se debe eliminar el agua, ya sea corrigiendo la altura de los hombros, profundizando las cunetas a su proyección original o corrigiendo y colocando los subdrenajes necesarios. Si además de humedad existe contaminación de los materiales de la subbase y/o base de material plástico proveniente de la subrasante, la reparación puede requerir la remoción total del área dañada hasta alcanzar el material sano, además de la necesaria corrección de hombros, cunetas y subdrenajes, para prevenir que después de corregido, el bache o falla vuelva a repetirse. Aún más, de no seguirse un estudio adecuado al corregir un bache o falla en una carpeta, este defecto vuelve a repetirse cuantas veces se repare, porque se está tratando de eliminar "el efecto y no la causa". Esta es la verdadera razón, por la que hay tramos de carretera que jamás tienen buena su carpeta asfáltica, deteriorándose cada vez más, por causas del tránsito y la falta de impermeabilización que permitan un aumento continuo de contaminación y humedad en la estructura.

2.3.2 VIGA BENKELMAN

La extensión de las áreas de deflexión excesivas pueden determinarse fácilmente con un aparato llamado Viga Benkelman, el cual se ve en la correspondiente figura.



Consiste en una viga delgada que se coloca entre un par de ruedas dobles del eje trasero de un camión cargado; uno de los extremos de la viga, queda entre las llantas dobles, apoyándose sobre el pavimento. El camión se mueve hacia adelante lentamente y el rebote total de la deflexión del pavimento se lee por medio de un extensómetro; el rebote de la deflexión es el movimiento hacia arriba que experimenta una superficie cuando se remueve la carga que actúa sobre ella. Las lecturas de los rebotes de las deflexiones deben tomarse en un número suficiente de lugares, para poder delimitar el área completa de deflexiones excesivas antes de realizar las reparaciones. Las áreas de deflexiones excesivas pueden estimarse, comparando las deflexiones en el área dañada con la deflexión promedio en áreas donde el pavimento se comporta normalmente.

2.3.3 MEZCLAS DE BACHEO

Muchos parches después de colocados exudan asfalto, se hacen inestables y están sometidos a desplazamientos; generalmente, puede ser causada por permitir el tránsito antes de que cure el material, la causa es un exceso de asfalto en la mezcla de bacheo, pero también cuando éste proviene de una mezcla almacenada.

Las mezclas de bacheo de alta calidad, fabricadas en caliente, aunque tienen costo más alto que otros materiales producen parches de mayor duración; como el mayor costo de un parche reside en su colocación, no en el valor del material, resulta más conveniente y económico el uso de materiales de mejor calidad.

Se ser posible, es aconsejable usar pequeñas plantas mezcladores portátiles,

diseñadas para trabajos de poca envergadura y para operaciones de mantenimiento, equipadas con un pequeño secador y un tambor mezclador. El asfalto se almacena en un tanque colocado en el remolque de la planta mezcladora y el agregado en el camión que transporta la planta. El rendimiento en el lugar del trabajo, es de 5 a 10 toneladas por hora de material mezclado en caliente.

2.3.4 CAPAS DE IMPRIMACION Y DE LIGA:

Cuando la base de un bache profundo consiste en material no tratado, sobre ella debe aplicarse una capa de imprimación con 0.75 a 1.00 litros (0.1 a 0.4 galones), de asfalto líquido por metro cuadrado, recomendándose el uso de los siguientes asfaltos: emulsiones SS-1; SS-1 h; líquidos MC-1; MC-2 o bien RC-1 o RC-2. Para aplicar la imprimación, si no se dispone de un equipo de riego, se pueden utilizar métodos manuales, debiendo tener cuidado en no aplicar un exceso de asfalto; la cantidad utilizada para imprimir la base debe ser solamente la suficiente para unir las partículas superficiales.

Los bordes preparados de la superficie que rodea el área que se va a reparar deben ser regados con una capa de liga, a fin de asegurar su unión con el material de bacheo.

Si las capas de imprimación y de liga son de emulsión asfáltica, antes de colocar la mezcla de bacheo se debe dejar que transcurra el tiempo suficiente para que la emulsión rompa y se evapore la mayor parte del agua. Igualmente, a los asfaltos de curado rápido o curado medio debe dárseles tiempo de penetrar y curar antes de colocar la mezcla de bacheo.

Cuando el bacheo es superficial, es necesario aplicar una capa ligera de liga, pues la ausencia de ella o una capa demasiado gruesa, puede originar un plano de deslizamiento. Los métodos de aplicación son similares a los utilizados para la imprimación excepto que las cantidades utilizadas son mucho más pequeñas.

2.3.5 COLOCACION DE LAS MEZCLAS DE BACHEO:

Después que el área a bachear ha sido debidamente preparada, incluyendo la limpieza de los bordes y la aplicación correcta de las capas de imprimación o de liga, sólo falta colocar y compactar la mezcla. Esta nunca debe descargarse por gravedad desde el camión a la superficie del bache, pues podría provocarse la disgregación del material. Las paladas de mezcla deben colocarse primero contra los bordes, en lugar de ser apiladas en el centro y extendidas hacia afuera.

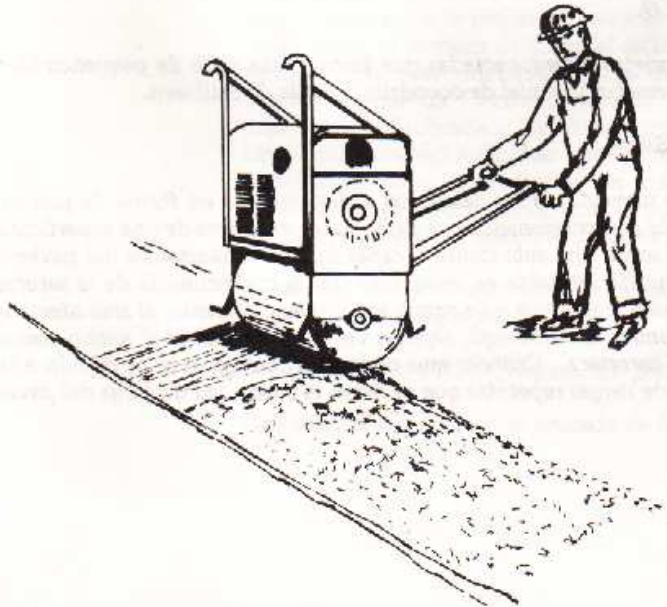
Al construir una junta, nunca debe empujarse el material desde el centro del bache a los bordes. Si se requiere más material en el borde, debe depositarse allí, y el exceso eliminarse después. La cantidad de material colocado en el área del bache debe ser suficiente para evitar que después de la compactación, la superficie del parche quede más baja que el pavimento

adyacente, sin embargo, si se coloca demasiado material quedará una elevación. Un alambre y/o una regla, utilizadas debidamente, pueden ser de gran ayuda para producir una superficie pareja al pavimento.



2.3.6 COMPACTACION DE LAS MEZCLAS DE BACHEO:

Al compactar un parche, la primera y segunda pasadas del rodillo o del compactador vibratorio o las ruedas del camión de mantenimiento



(si se usan éstas), no deben cubrir más de 15 cm. de ancho del material en el borde del bache, operación que debe repetirse luego en el lado opuesto, para compactar el material en las juntas del borde. La compactación debe entonces proseguirse desde el lado bajo hacia el alto, cubriendo cada pasada y avanzando unos cuantos centímetros más hacia adentro del bache. Cuando se utilizan equipos y procedimientos adecuados, la superficie del parche debe quedar al mismo nivel que la superficie del pavimento circundante. Sin embargo, si se utilizan compactadores de mano o se usa cualquier otro método de compactación empleando equipos livianos, la superficie del parche debe quedar ligeramente más alta que la del pavimento para que los vehículos compriman más el parche debe quedar al mismo nivel que la superficie del pavimento circundante. Sin embargo, si se utilizan compactadores de mano o se usa cualquier otro método de compactación empleando equipos livianos, la superficie del parche debe quedar ligeramente más alta que la del pavimento para que los vehículos compriman más el parche.

2.3.7 AGRIETAMIENTOS:

Los agrietamientos pueden aparecer bajo diversas formas. En algunos casos, el simple relleno de las grietas puede ser el tratamiento adecuado para eliminarlas; en otros, puede requerirse la remoción completa del área afectada y la instalación de drenes, antes de proceder a efectuar la reparación. Siempre es importante determinar las causas del agrietamiento, antes de iniciar cualquier trabajo de reparación.

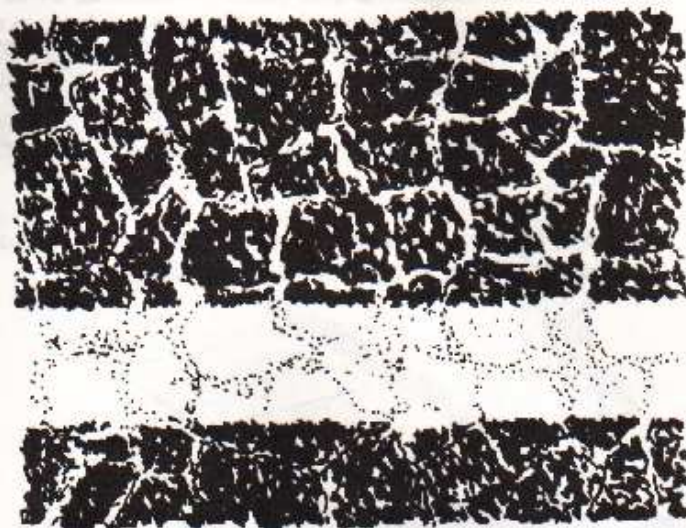
Las técnicas de reparación tratadas en esta sección para la corrección de las distintas formas de agrietamientos no son, necesariamente, las únicas formas correctas de hacer el trabajo. Sin embargo, son métodos ya probados con los que se obtienen reparaciones duraderas.

A. AGRIETAMIENTOS EN FORMA DE PIEL DE LAGARTO O COCODRILO

Son grietas interconectadas que forman una serie de pequeños bloques que semejan una piel de cocodrilo o malla de gallinero.

CAUSAS:

En la mayoría de los casos, los agrietamientos en forma de piel de cocodrilo son ocasionados por deflexiones excesivas de una superficie apoyada sobre una subrasante o capas inferiores inestables del pavimento. El soporte inestable es, generalmente, la consecuencia de la saturación de bases granulares o de subrasantes. Generalmente, el área afectada no es grande; sin embargo, algunas veces puede cubrir el ancho completo de la carretera. Cuando esto ocurre, probablemente es debido a la acción de cargas repetidas que exceden la capacidad de carga del pavimento.



REPARACION:

Como las grietas en forma de piel de cocodrilo son usualmente el resultado de la saturación de bases o subrasantes, la corrección debe incluir la remoción del material húmedo y la instalación del drenaje necesario. Para obtener un parche resistente se debe emplear únicamente un material asfáltico mezcla en planta. (Esta puede ser la reparación menos costosa, debido a que se realiza en una sola operación usando un solo material). Si no se dispone de material asfáltico mazclado en planta, se puede colocar un nuevo material granular de base, compactándolo en capas que no excedan de 15 cms. de espesor. La base granular debe ser luego imprimada y bacheada. Cuando sea necesario, pueden realizarse reparaciones temporales aplicando parches superficiales o capas de sello con agregado en las áreas afectadas. En todos los casos, las reparaciones deben hacerse lo más inmediatamente posible después de que aparezcan las grietas, para evitar mayores daños al pavimento.

En el caso de agrietamientos por sobrecarga, un recubrimiento debidamente diseñado corregirá la falta.

BACHEO PROFUNDO (Reparación permanente)

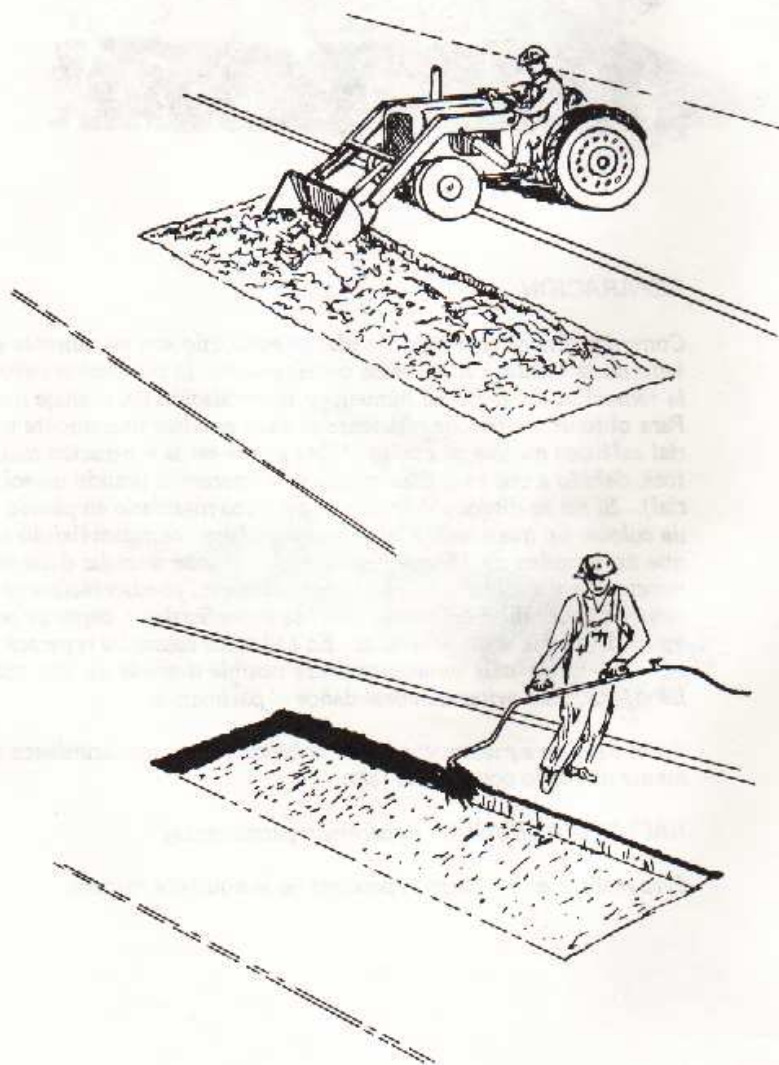
Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- a) Se remueve la superficie y el material de base hasta la profundidad que sea necesaria para alcanzar un apoyo firme, extendiéndose al menos 30 cms. en el pavimento sano, fuera del área agrietada.

Esto puede significar que parte del material de la subrasante también tendrá que ser removido. El corte cuadrado o rectangular debe hacerse con caras rectas y verticales, con dos lados del corte paralelos al eje central de la carretera.

Con una sierra de pavimento se facilita hacer un corte rápido y limpio.

- b) En el caso que el agua sea la causa de la falla, se instalará el drenaje necesario antes de rellenar el agujero.



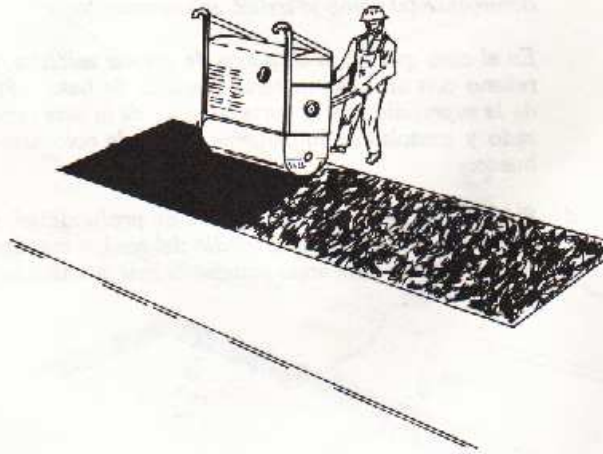
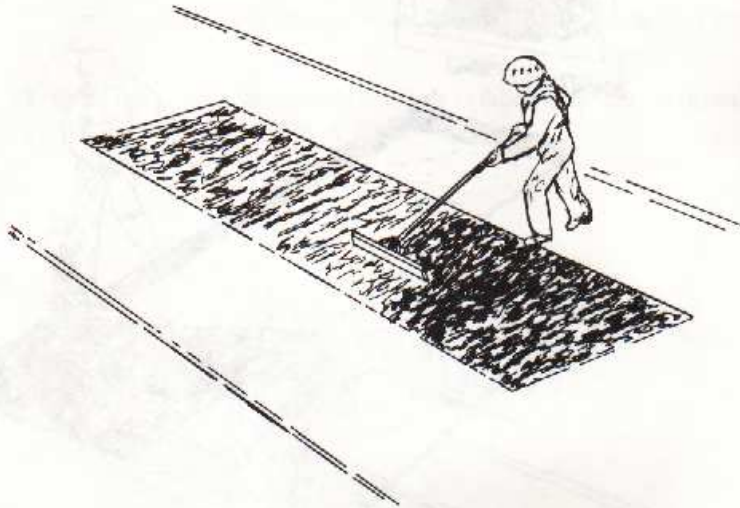
- c) A continuación se aplica una capa de liga a las caras verticales y luego se rellena el hueco con una mezcla asfáltica densamente graduada, mezclada en planta, preferiblemente en caliente.



Para evitar la segregación de la mezcla, esta debe extenderse cuidadosamente tal como se indicó anteriormente.

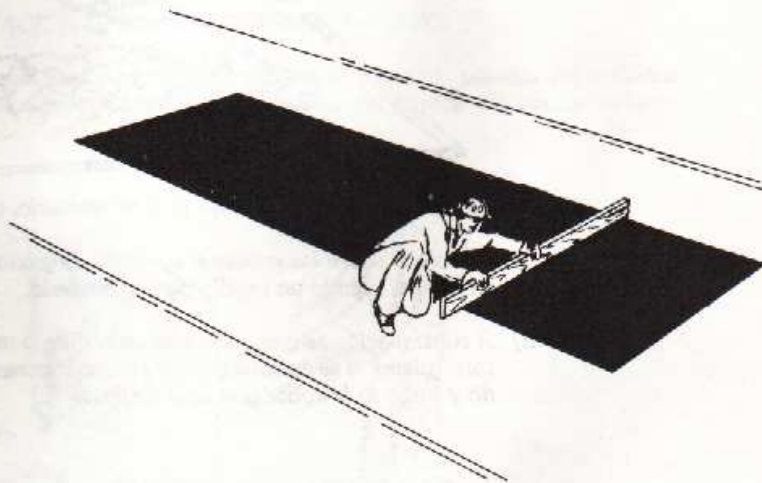
En el caso que no se disponga de mezcla asfáltica, puede hacerse el relleno con un buen material granular de base. Parte del material de la superficie y de la parte superior de la base removida, desmenuzado y mezclado completamente, puede colocarse en el fondo del hueco.

- d) Si el hueco tiene más de 15 cms. de profundidad, el material debe compactarse en capas por medio del equipo más apropiado al tamaño del trabajo, para áreas grandes es más práctico un rodillo.



- e) Cuando la mezcla asfáltica se coloca directamente sobre la subrasante, no se requiere imprimación. En el caso de emplear una base granular debe ser imprimada. La reparación se completa luego colocando mezcla asfáltica de preferencia en caliente y compactándola hasta dejarla a nivel con la superficie adyacente. Si no se dispone de mezcla asfáltica en caliente, se puede utilizar material mezclado en planta usando asfalto líquido.

Para verificar la nivelación y el alineamiento del bache se utiliza un alambre o regla.



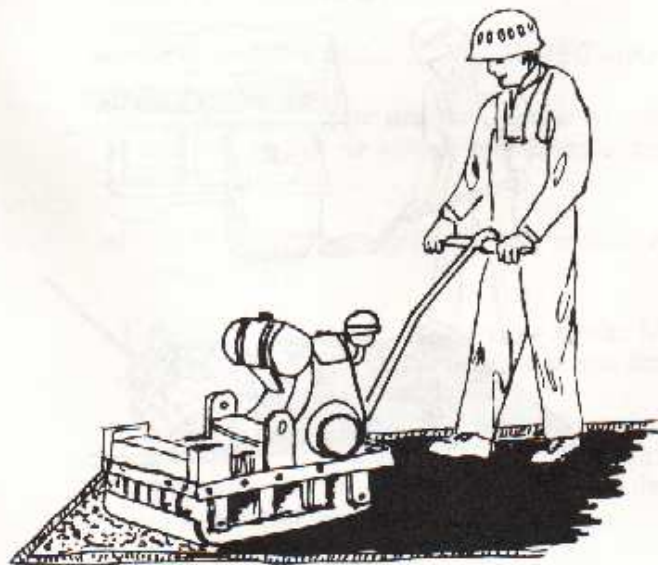
BACHEO SUPERFICIAL (reparación provisional)

Este procedimiento se utiliza para reparar superficies con grietas de más de tres milímetros de ancho. Para la realización de este trabajo se procede de la siguiente manera:

- a) Se abre una zanja poco profunda alrededor del área que se va a bachear, de tal forma que los bordes resulten con caras verticales.



- b) El área se barre con cepillos y, si es necesario, con aire comprimido.
- c) Se coloca sobre las grietas el agregado de graduación fina, mezclado en planta, usando un cepillo para extenderlo.
- d) A continuación se compacta con un rodillo o un compactador vibratorio plano, o se apisona con las ruedas traseras de un camión cargado y luego se le aplica una capa de pega.





e) Después se coloca un parche delgado con material asfáltico mezclado en planta.



Antes de compactarlo deben limpiarse los bordes cuidadosamente, removiendo las partículas gruesas con un raspador y un rastrillo. La compactación se realiza con un compactador vibratorio plano o con un rodillo;



Si no se dispone de ninguno de ellos, podrá realizarse con las ruedas del camión que transporta la mezcla.

PARCHES DE SELLO CON AGREGADO (reparación provisional)

Este procedimiento se usa para reparar superficies con grietas de menos de tres milímetros de ancho, procediendo de la siguiente manera en la ejecución del trabajo:

- a) Se limpia el área agrietada con cepillo y, si es necesario, con aire comprimido.
- b) Se riega la cantidad necesaria de asfalto líquido o emulsión de curado rápido o curado medio sobre el área limpia.

Generalmente, para la capa de sello es suficiente de 0.60 a 1.00 litro (0.15 - 0.25 galones) por metro cuadrado, pero si a través de las grietas se pierde una cantidad excesiva de asfalto, puede emplearse una cantidad ligeramente superior.



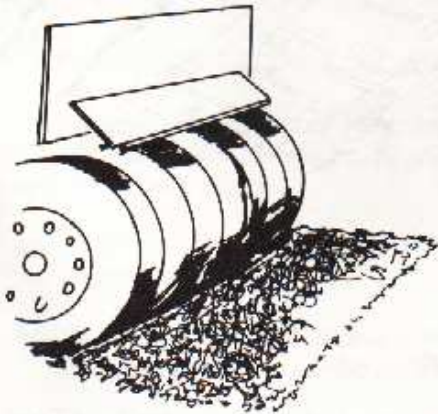
Se aplican los agregados de cubierta inmediatamente después de regar el asfalto.

Para este tipo de parche, un buen tamaño de agregado es el comprendido entre la malla N^o 4 y la malla N^o 10.

Se apisona la capa de sello con una apisonadora de ruedas neumáticas.

Si no se dispone de una apisonadora, pueden emplearse entonces las ruedas del camión que transporta el agregado.

e) Si es necesario elevar el nivel del área reparada al de las zonas adyacentes del pavimento, puede aplicarse una segunda capa de sello.



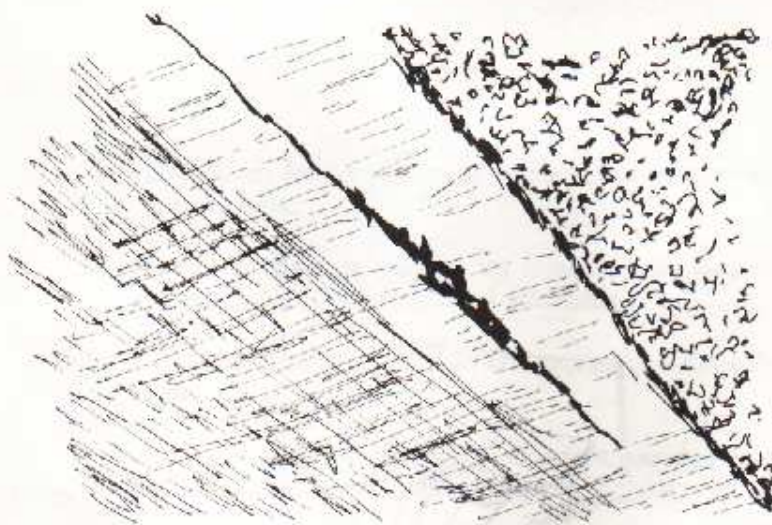
PARCHES DE SELLO CON LECHADO (reparación provisional)

Este procedimiento generalmente es utilizado cuando las grietas han sido causadas por exceso de carga y se procede de la siguiente manera:

- a) *Se limpia el área agrietada con cepillo y, si es necesario, con aire comprimido.*
- b) *Se aplica la lechada de emulsión asfáltica de acuerdo al método y normas establecidas.*

B. GRIETAS EN LOS BORDES

Son grietas longitudinales que aparecen a unos 30 cms. o más del borde del pavimento, acompañado o no de grietas transversales que se extienden hacia el hombro.



CAUSAS:

Generalmente, las grietas en los bordes son debidas a falta de soporte lateral (hombro), pero también pueden haber sido ocasionadas por el asentamiento o desplazamiento del material que se encuentra debajo del área agrietada, que a su vez puede ser el resultado de drenaje deficiente o encogimiento debido a la evaporación del agua en los suelos cercanos. En los tres últimos casos, los arbustos o cualquier vegetación fuerte próxima al borde del pavimento pueden también ser la causa.

REPARACION:

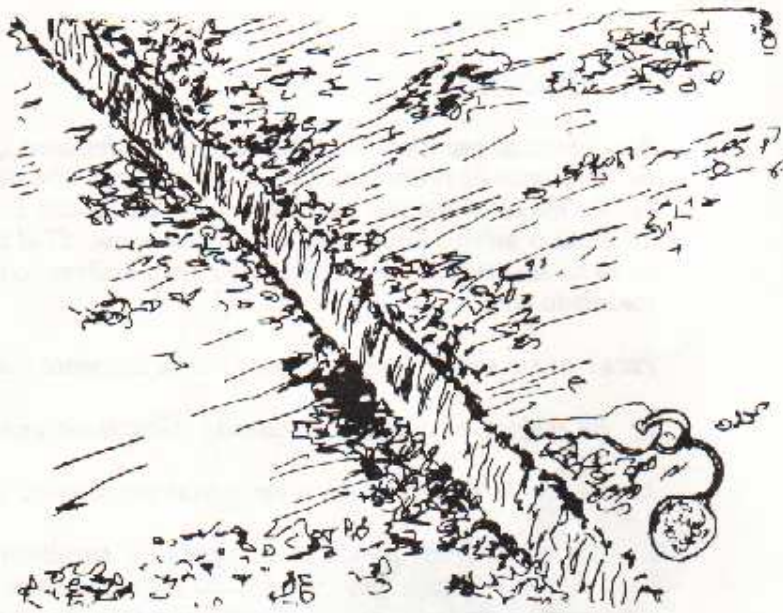
Para efectuar reparaciones provisionales, se rellenan igual que en el caso de las grietas de reflexión como se explica más adelante: para reparaciones de mayor duración, se rellenan las grietas con lechada de emulsión asfáltica o asfalto líquido mezclado con arena. Si el borde del pavimento se ha asentado, se debe llevar a su nivel utilizando material de bacheo mezclado en planta.

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- a) Se mejora el drenaje, instalando subdrenaje cuando sea necesario.*
- b) Se limpia el pavimento y las grietas con cepillo y aire comprimido.*
- c) Se rellenan las grietas con lechada de emulsión o asfalto líquido mezclado con arena, moviéndolo repetidas veces con una escobilla de goma hasta lograr una penetración total en las grietas.*
- d) Se aplica una capa de liga.*
- e) Se nivelan los bordes asentados, extendiendo material asfáltico mezclado en planta, comprobando la nivelación con una regla o un alambre. La comprobación es conveniente hacerla con un compactador vibratorio plano o con una apisonadora. Los bordes del parche deben quedar limpios y rectos.*
- f) Se remueven los árboles, hierbas o cualquier otra vegetación, que se encuentren próximos a los bordes del pavimento, excepto la grama cuando se encuentre protegiendo los hombros.*

C. GRIETAS LONGITUDINALES A LO LARGO DE LOS BORDES

Una grieta longitudinal a lo largo del borde es realmente una hendidura, podría decirse también que es la separación de la junta entre el pavimento y el hombro. Sin embargo, se trata como una grieta.



CAUSAS:

Una causa corriente de agrietamiento de las juntas entre el pavimento y el hombro se debe al cambio alternativo de húmedo a seco de la superficie bajo el hombro. Puede deberse a drenaje deficiente ocasionado por hombros más altos que el pavimento por una elevación formada por la grama o el material que rellena la junta, o por depresiones en el borde del pavimento. Estos factores estancan el agua y permiten que se mantenga a lo largo de las juntas, filtrándose a través de ellas. Otros factores pueden ser: el asentamiento del hombro, la retracción de la mezcla y los daños ocasionados a las juntas, por los camiones que se montan sobre ellas.

REPARACION:

Cuando la causa es el agua, el primer paso consiste en mejorar el drenaje, eliminando la causa de su estancamiento. Luego se repara la grieta, tal como se indica más adelante para las grietas de reflexión.

D. GRIETAS A LO LARGO DE LA JUNTA DE LOS CARRILES

Las grietas en las juntas de los carriles son separaciones longitudinales a lo largo de la junta entre ellos.

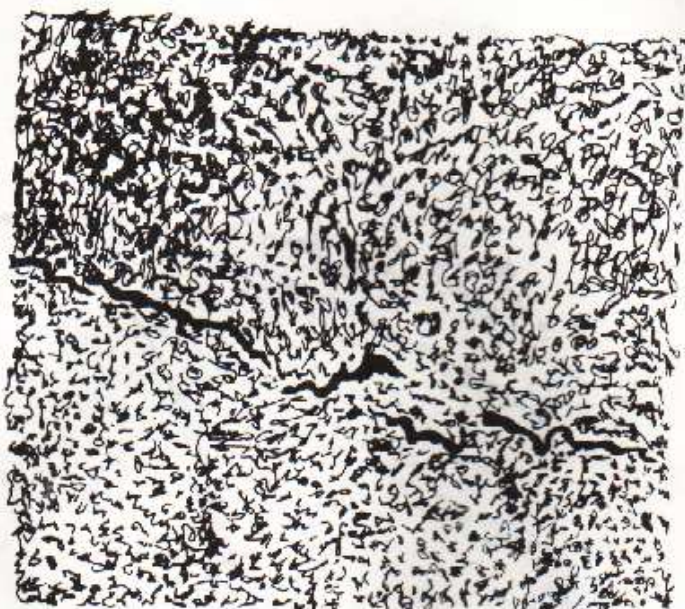


Este tipo de grietas es debido, generalmente, a la debilidad de la junta entre las capas contiguas de pavimento, cuando éste se está extendiendo. Para repararlos, se procede también como las grietas de reflexión

E. GRIETAS DE REFLEXION

Son aquellas que aparecen en las carpetas asfálticas y que reflejan la configuración de las grietas de la estructura del pavimento que se encuentra debajo.

Las grietas pueden ser de apariencia longitudinal, transversal, diagonal o en bloques. Aparecen con más frecuencia en los recubrimientos asfálticos sobre concreto hidráulico y sobre las bases tratadas con cemento. Pueden aparecer también en las carpetas de pavimentos asfálticos, cuando las grietas en el pavimento viejo no han sido debidamente reparadas.



CAUSAS:

Las grietas de reflexión son ocasionadas por los movimientos horizontales o verticales del pavimento que se encuentra debajo de la carpeta, producidos por la expansión y contracción debidas a cambios de temperatura o de humedad. También pueden ser ocasionados por el tráfico o por movimientos del suelo, y por la pérdida de humedad en las subrasantes que tengan alto contenido de arcilla.

REPARACION:

Las grietas de menos de tres milímetros de ancho son demasiado pequeñas para ser selladas efectivamente; las grandes de más de tres milímetros de ancho, se pueden llenar con lechadas de emulsión asfáltica o con un asfalto líquido liviano mezclado con arena fina, usándose también compuestos asfálticos especiales o materiales asfálticos de mayor viscosidad.

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- a) *Se limpian las grietas con un cepillo de cerdas duras y/o con aire comprimido.*
- b) *Cuando las grietas son grandes, se utiliza una maestra de mano y un cepillo, y se rellenan aplicando sin exceso un asfalto líquido*

mezclado con arena o una lechada de emulsión asfáltica. Después de curado, se sella con asfalto líquido utilizando una regadera y una maestra de mano.

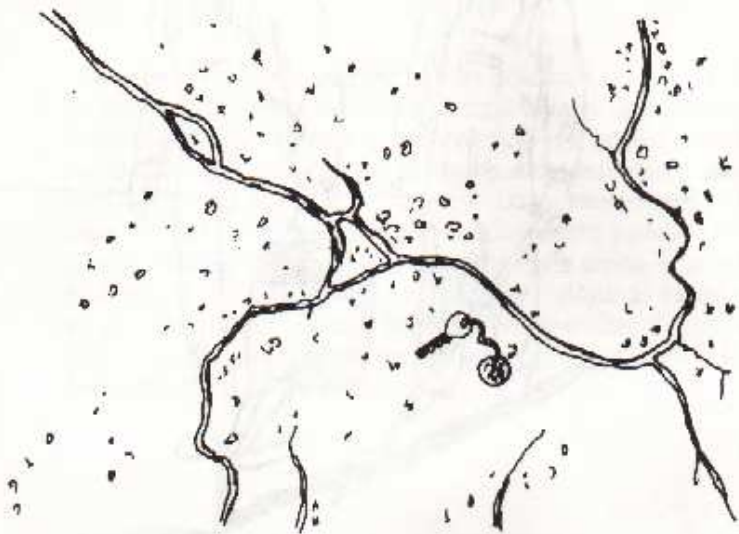


c) Se recubre con arena seca la superficie de la grieta rellenada, para evitar que el tránsito levante el material de relleno.



F. GRIETAS DE ENCOGIMIENTO

Las grietas de encogimiento son grietas interconectadas que forman parte de bloques grandes, generalmente con vértices agudos.



CAUSAS:

Generalmente es difícil determinar si las grietas de encogimiento han sido ocasionadas por cambios de volumen de la mezcla asfáltica, de la base o de la subrasante. Con mucha frecuencia son producidas por los cambios de volumen de las mezclas fabricadas con agregado fino y que tienen un alto contenido de asfalto de baja penetración. En estos pavimentos, la ausencia de tráfico apresura la aparición de las grietas de encogimiento.

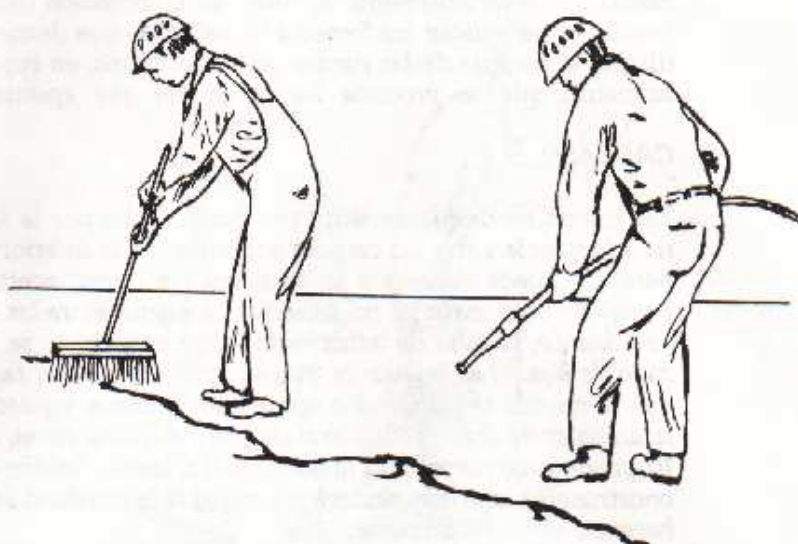
REPARACION:

Se rellena con un asfalto líquido liviano mezclado con arena fina o con una lechada de emulsión asfáltica, seguida de un tratamiento superficial o un sello de lechada sobre toda la superficie.

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- 1) *Si se usa emulsión asfáltica*

- a) Se remueve toda la materia suelta de las grietas y de la superficie del pavimento con cepillos y aire comprimido.



- b) Se humedece con agua la superficie del pavimento y todas las caras agrietadas.
- c) Cuando todas las superficies estén humedecidas uniformemente, sin que haya exceso de agua, se aplica una capa de liga de emulsión asfáltica, diluida en una parte del agua.
- d) Se prepara la mezcla de lechada asfáltica rellenando con ella las grietas, emparejándola con una maestra de mano; si las grietas son muy numerosas, se aplica a toda la superficie un sello de lechada.
- e) Cuando la lechada adquiere una consistencia firme, se aplica un tratamiento superficial o un sello de lechada a toda la superficie empleando equipo especial para esta operación, dejándola curar hasta que la superficie quede firme para evitar que el tránsito la levante.
- 2) Si se usa un asfalto líquido mezclado con arena, se procede en igual forma que para las grietas en los bordes con excepción del punto f.

G. GRIETAS DE DESPLAZAMIENTO

Son grietas en forma de luna creciente que se orientan en la dirección del empuje de las ruedas sobre la superficie del pavimento, no significando que invariablemente apunten en la dirección del tránsito. Por ejemplo, si se aplican los frenos a un vehículo que desciende en una pendiente, el empuje de las ruedas queda invertido, en cuyo caso el desplazamiento que se produce forma grietas que apuntan hacia arriba.

CAUSAS:

Las grietas de desplazamiento son ocasionadas por la falta de una buena adherencia entre las carpetas superficial y la inferior. La falta de adherencia puede deberse a la presencia de polvo, aceite, barro, agua o cualquier otro material no adhesivo existente entre las dos carpetas; generalmente, la falta de adherencia existe cuando no se ha colocado una capa de liga. Las grietas de desplazamiento pueden también deberse a que la mezcla tenga un alto contenido de arena, y pueden producirse si la arena es de grano redondo o angular. Algunas veces, el desplazamiento puede producirse bajo la acción del tránsito, debido a que durante la construcción una compactación inapropiada ocasionó la rotura de la adherencia entre las carpetas.



REPARACION:

La única manera apropiada para reparar un grieta de desplazamiento es remover la carpeta superficial alrededor de la grieta, hasta donde exista buena adherencia entre las capas, bacheando después la superficie con un material asfáltico mezclado en planta.

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

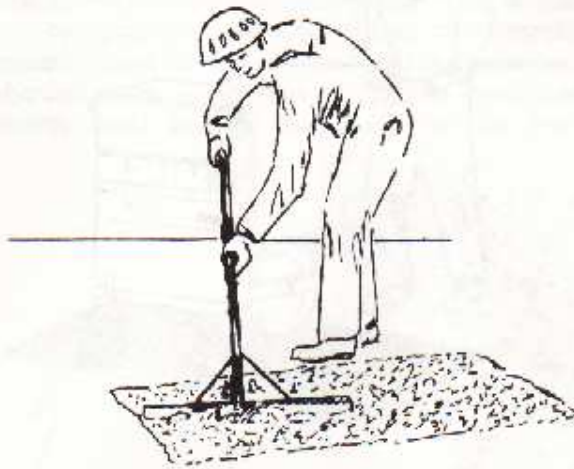
- a) Se remueve el área desplazada, extendiéndose unos 30 centímetros más allá de los bordes dañados, y haciendo las caras del corte en forma vertical y rectas. Usando una sierra mecánica para pavimentos se realiza el trabajo en forma efectiva y rápida.



- b) *Se limpia la superficie expuesta de la carpeta inferior con un cepillo y aire comprimido.*
- c) *Se aplica una capa de liga ligera.*



- d) *Se coloca suficiente material asfáltico mezclado en planta, de manera que al compactarlo se obtenga una superficie a nivel con el pavimento circundante.*
- e) *Se extiende la mezcla cuidadosamente para evitar su segregación.*



- f) *Se nivela el parche, usando una regla o un alambre.*



- g) Se compacta por medio de un rodillo metálico o un compactador vibratorio.



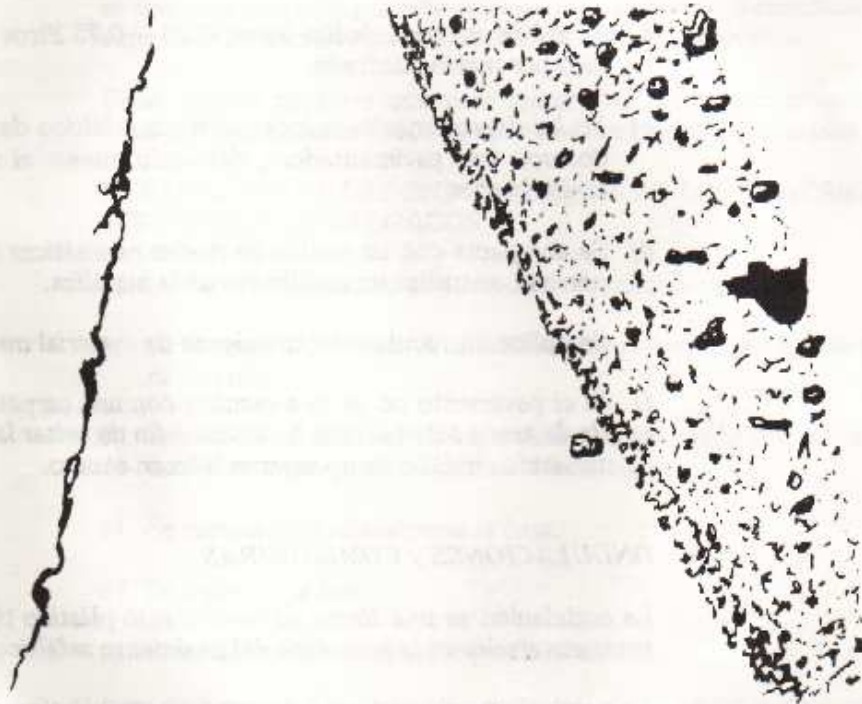
H ^o GRIETAS DE AMPLIACION

Las grietas de ampliación son grietas longitudinales de reflexión que aparecen en los recubrimientos asfálticos colocados sobre las juntas de una sección nueva y otra vieja de un pavimento ensanchado.

Las causas que originan este tipo de grietas son similares a las que originan las grietas de reflexión y para su reparación se procede de igual forma.

2.3.8 DISTORCION (Deformaciones)

La distorsión de un pavimento es cualquier cambio en la forma original de su superficie, normalmente originada por una deficiente compactación de las capas de pavimento, por contener demasiados finos o demasiado asfalto las mezclas de la superficie, por hinchamiento de las capas inferiores o asentamientos. Igualmente que los agrietamientos, la distorsión se presenta bajo diferentes formas: ahuellamientos o rodadas, combaduras, ondulaciones, hundimientos e hinchamientos. En la misma forma como se procede con cualquier otro defecto, el tipo de distorsión y sus causas deben determinarse antes de aplicar una medida correctiva. Las técnicas de reparación abarcan desde el enrasamiento de la superficie, rellenándola con material nuevo, hasta la completa remoción del área afectada y su reemplazo.



A. AHUELLAMIENTOS (Rodadas o carrileras)

Son las depresiones canalizadas que se forman en los pavimentos asfálticos bajo las huellas de las ruedas.

CAUSAS:

Los ahuellamientos pueden producirse por la consolidación o por el movimiento lateral bajo el tránsito de unas o más de las capas inferiores, o por desplazamientos en la propia capa asfáltica superficial o por exceso de carga. Generalmente se originan, bajo la acción del tránsito,

en los pavimentos asfálticos nuevos que han tenido poca compactación durante la construcción, o también por movimientos plásticos en las mezclas que no tengan suficiente estabilidad para soportar el tráfico.

REPARACION:

Se enrasa el pavimento rellenando las depresiones con mezcla asfáltica producida en planta precedida de una ligera capa de liga, luego se coloca un recubrimiento asfáltico delgado de mezcla en planta.

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- a) Se determinan los límites de las depresiones con una regla o con un alambre, demarcando las áreas a rellenar.
- b) Se aplica una capa de liga ligera, 0.25 – 0.75 litros (0.05–0.20 galones) por metro cuadrado.
- c) En las depresiones se coloca concreto asfáltico densamente graduado, con una pavimentadora, debiendo quedar el material rebajado en los bordes.
- d) Se compacta con un rodillo de ruedas neumáticas en caso de no disponerse, se utiliza un rodillo de rueda metálica.
- e) Se aplica un recubrimiento delgado de material mezclado en planta.
- f) Si el pavimento no se va a recubrir con una carpeta, se aplica un sello de arena sobre el área bacheada a fin de evitar la entrada de agua, teniendo cuidado de no regar asfalto en exceso.

B. ONDULACIONES y COMBADURAS

La ondulación es una forma de movimiento plástico tipificada por crestas transversales en la superficie del pavimento asfáltico.

La combadura es una forma de movimiento plástico consistente en un hundimiento y un levantamiento localizados en la superficie del pavimento.

Ocurren usualmente en los sitios donde los vehículos frenan durante la bajada, en las curvas cerradas y donde los vehículos golpean un borde.

CAUSAS:

Las ondulaciones y combaduras generalmente se producen en las capas asfálticas que carecen de estabilidad; esta puede ser debida a que la mezcla sea demasiado rica en asfalto, que contenga una alta proporción de agregados finos, o agregados finos o gruesos demasiado redondos o de

textura demasiado lisa, o que el cemento asfáltico se encuentre demasiado blando. También puede ser debida a humedades excesivas, a contaminación con aceite, o a la falta de aireación cuando se colocan las mezclas utilizando asfalto líquido.

REPARACION:

Si el pavimento ondulado está formado por una base de agregado y un tratamiento superficial delgado, una medida correctiva satisfactoria consiste en escarificar la superficie, mezclarla con la base y extender y compactar esta mezcla antes de repavimentar.

Si el pavimento tiene una base y una superficie asfáltica de más de 5 centímetros de espesor, las ondulaciones superficiales pueden eliminarse con una máquina plancha-calentadora, aplicando a continuación una capa de sello o una carpeta superficial de mezcla en planta.

Debe tenerse presente que para lograr una reparación efectiva de las áreas combadas, éstas deben ser siempre removidas y bacheadas.

REPARACION DE LAS ONDULACIONES EN LOS TRATAMIENTOS SUPERFICIALES DELGADOS

Para realizar este trabajo se procede de la manera siguiente:

- a) Se escarifica y rompe la superficie, de preferencia con una cortadora rotativa.
- b) Se mezcla el material de superficie desmenuzado con el material de base, hasta una profundidad de 10 centímetros.
- c) Se compacta y reconforma la base.
- d) Se imprima la base.
- e) Se aplica un tratamiento superficial nuevo.

REPARACION DE ONDULACIONES EN LAS SUPERFICIES ASFALTICAS GRUESAS

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- a) Se alisa la ondulación con una planta-calentadora hasta obtener una superficie libre de irregularidades. Si es necesario llegar hasta el borde de una cuneta revestida, se debe cortar un escalón con la cortadora rotativa, debiendo ser del espesor de la capa de sello que se va a colocar, de manera que sus bordes no tengan que ser rebajados.
- b) Se cubre la superficie alisada con una capa de sello asfáltico mezclado en planta o con una emulsión de lechada asfáltica.

Para reparar las zonas combadas, se utiliza el sistema de bacheo profundo, descrito en la sección "Grietas de lagarto o cocodrilo".

C. HUNDIMIENTOS DE LA RASANTE

Los hundimientos son áreas localizadas en partes bajas, de tamaño reducido, que pueden estar o no acompañadas de agrietamientos.

Los hundimientos, generalmente penetran varios centímetros (2 ó más) por debajo de la rasante, provocando estancamiento del agua. Estos depósitos de agua no solamente son una causa de deterioro del pavimento sino también un peligro para los usuarios de la carretera.

CAUSAS:

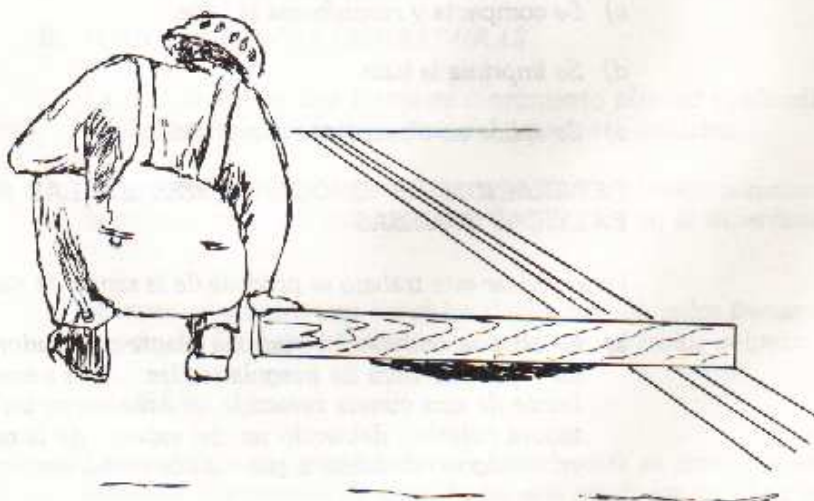
Los hundimientos pueden ser ocasionados por un tránsito más pesado que aquel para el que ha sido diseñado el pavimento, por el asentamiento de las capas inferiores del pavimento o por haberse empleado métodos constructivos deficientes.

REPARACION

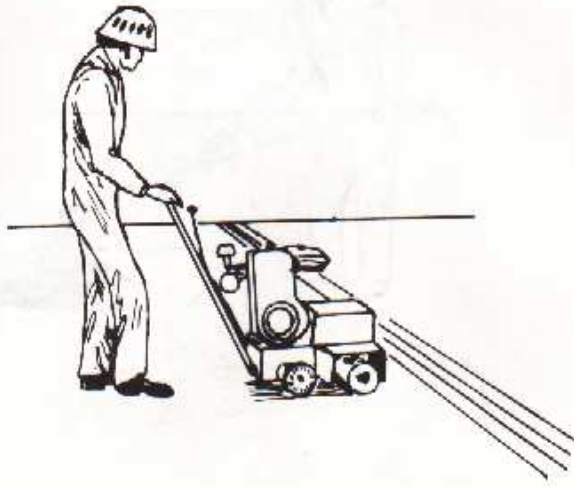
Las depresiones deben llenarse con material asfáltico mezclado en planta y compactarse hasta emparejar con el pavimento circundante.

Para realizar este trabajo se procede a la siguiente manera:

- a) Se delimitan los bordes de la zona hundida con una regla o con un alambre, marcándolos sobre la superficie del pavimento.



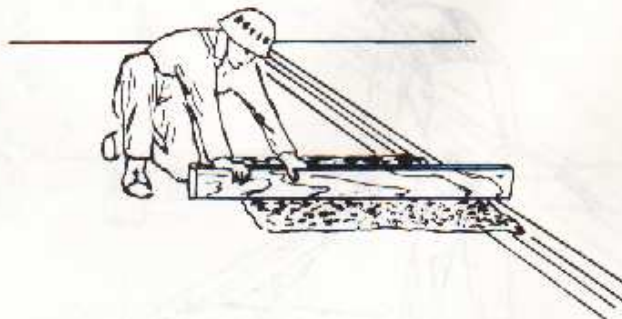
- b) Si se dispone de una máquina de lijar se rebaja el área a fin de obtener una cara vertical alrededor de los bordes; si no se dispone de este equipo, este paso puede omitirse.
- c) Se limpia perfectamente toda el área, abarcando unos 30 centímetros más allá de los límites marcados.



- d) Se aplica una ligera capa de adherencia de 0.25 a 0.75 litros (0.05 a 0.20 galones) por metro cuadrado sobre la superficie limpia.



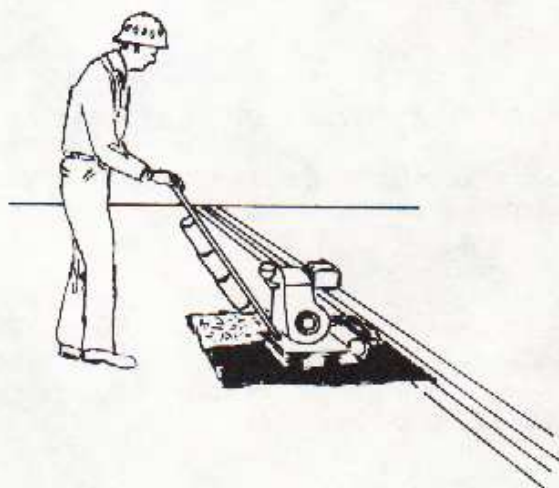
- e) Se deja curar la capa de adherencia.



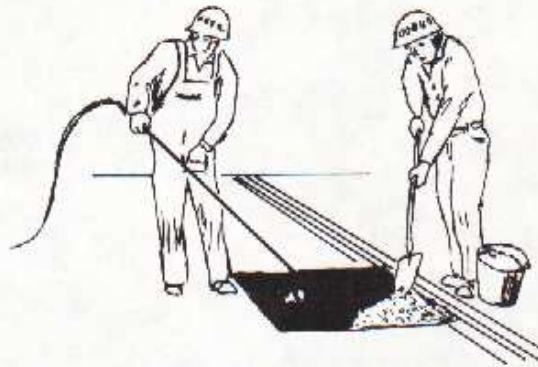
- f) *Se extiende sobre la depresión suficiente material asfáltico mezclado en planta en caliente, hasta alcanzar, cuando se compacte, el nivel original.*

Si se dispone de mezcla en planta con asfalto líquido (colocación en frío), la mezcla, deberá airearse perfectamente antes de colocarla en la depresión, lo cual es necesario para que se evaporen los solventes y el agua que pueden motivar la inestabilidad del parche.

- g) *Si el pavimento no ha sido rebajado (paso b), los bordes del parche deben ser acufados, rastrillando y manipulando cuidadosamente el material, debiendo tenerse cuidado al rastrillar para evitar la separación de las partículas gruesas y finas de la mezcla.*



- h) *Se verifica la lisura del parche con una regla o con un alambre.*
- i) *Se debe compactar perfectamente el parche con un compactador vibratorio plano, con rodillo o con apisonadores.*
- j) *Se coloca un sello de arena sobre el área bacheada para evitar la entrada de agua, cuidando de no aplicar un exceso de asfalto.*



D. LEVANTAMIENTOS O HINCHAMIENTOS

Estos consisten en desplazamientos de un pavimento hacia arriba, debido al hinchamiento de la subrasante o de alguna parte de la estructura del pavimento.

Los levantamientos son causados, principalmente por el hinchamiento de los suelos expansivos debido a la humedad. Para repararlos se procede como en el caso del bacheo profundo, tal como se explicó en la reparación del agrietamiento "piel de cocodrilo", teniendo presente el empleo del drenaje adecuado.

2.3. 9 HUNDIMIENTO SOBRE ZANJAS

Son hundimientos del pavimento que se encuentran sobre zanjales que han sido excavados para la colocación o para la reparación de drenajes e instalaciones de servicios públicos.

Estos son causados, usualmente, por la falta de adecuada compactación del relleno y para repararlos se procede como se explicó anteriormente, en el párrafo D.

2.3.10 DESINTEGRACION. Generalidades

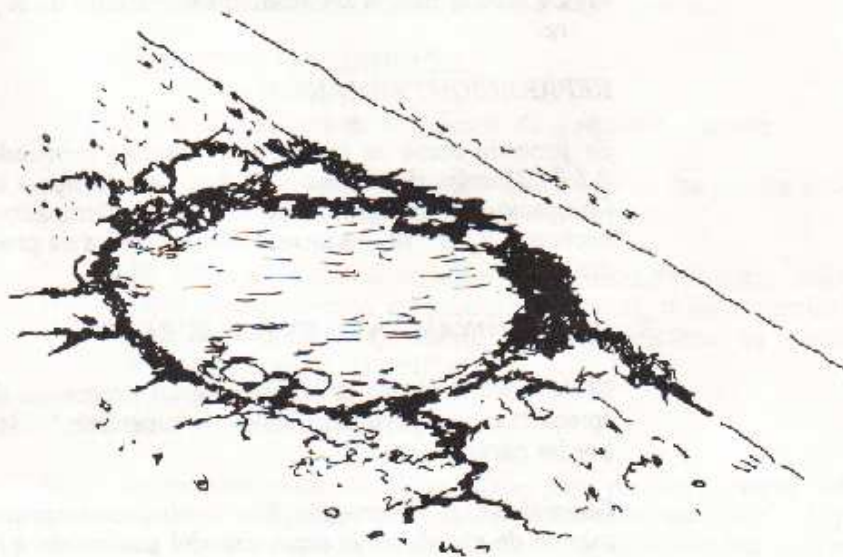
La desintegración es la rotura del pavimento en fragmentos pequeños y sueltos o, también, la disgregación de las partículas del agregado. Si este proceso no se detiene en sus comienzos, puede progresar hasta hacer necesaria la completa reconstrucción del pavimento.

Dos de los tipos más comunes de desintegración del pavimento son: los baches y el desmoronamiento en los bordes. Los métodos de reparación pueden consistir desde sellos simples hasta el bacheo profundo.

Las técnicas de reparación recomendadas en esta sección no son, necesariamente, las únicas formas correctas de realizar el trabajo. Sin embargo son métodos que han sido probados y han dado resultados satisfactorios.

A. BACHES

Son cavidades de distintos tamaños y formas, que se producen en el pavimento como resultado de una desintegración localizada.



CAUSAS

Los baches son causados, generalmente, por debilidad del pavimento, resultante de escasez de asfalto, carpeta demasiado delgada, demasiados finos, pocos finos, drenaje deficiente u otras causas.

REPARACION

Generalmente los baches aparecen cuando es difícil hacer una reparación permanente, requiriéndose entonces aplicar medidas de emergencia. Las reparaciones temporales consisten, usualmente, en la limpieza del hueco y su relleno con un material asfáltico de bacheo mezclado en planta. La reparación permanente se realiza abriendo un hueco hasta alcanzar el material firme tanto en los lados como en el fondo y luego rellenándose con un nuevo material de base y de superficie.

REPARACION DE EMERGENCIA:

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- a) Se limpia el hueco de todo el material suelto y del agua.
- b) Si es posible se utiliza una plancha-calentadora con el fin de calentar y ablandar la superficie asfáltica que rodea el hueco.
- c) Se rellena con material asfáltico mezclado en planta y se rastrilla hasta dejar la superficie lisa.
- d) Se compacta con un compactador vibratorio plano o con un rodillo.
- e) Se seca el parche compactado por medio de la plancha-calentadora.

REPARACION PERMANENTE:

Se procede como se indicó en el bacheo profundo en las secciones 2.3.3 Mezclas de bacheo; 2.3.4 Capas de liga e imprimación; 2.3.5 Colocación de mezclas de bacheo; 2.3.6 Compactación de mezclas de bacheo y 2.3.7 A. Agrietamientos en forma de piel de lagarto o cocodrilo.

B. DESMORONAMIENTO EN LOS BORDES

El desmoronamiento es la disgregación progresiva de las partículas de agregado de un pavimento desde la superficie hacia abajo o desde los bordes hacia adentro.

Generalmente, el agregado fino se desprende primero y deja algunas marcas de viruela en la superficie del pavimento a medida que la erosión continúa, las partículas mayores se van rompiendo y el pavimento

pronto adquiere un aspecto áspero y rugoso, típico de una superficie erosionada.

CAUSAS

El desmoronamiento en los bordes puede ser causado por falta de compactación durante la construcción; construcción durante tiempo húmedo o frío, agregados sucios o desintegrados, escasez de asfalto en la mezcla o calentamiento excesivo de la mezcla asfáltica.

REPARACION

Las superficies con bordes desmoronados, las superficies secas o meteorizadas y las superficies porosas, son condiciones que requieren generalmente un tratamiento superficial; estos pueden considerarse como una medida de mantenimiento correctivo o como preventiva. En el primer caso, se utilizan para corregir una situación existente; en el segundo, se utilizan para evitar que una condición prevista se transforme en realidad.

REPARACION DE EMERGENCIA

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- a) Se barre de la superficie todo el polvo y material suelto que sobre ella se encuentren.
- b) Se aplica un sello en cantidad de (0.5 a 1.0 litros) 0.1 a 0.25 galones por metro cuadrado, dependiendo de la textura y porosidad del pavimento.
- c) Se abre el tránsito hasta que el sello haya curado.

REPARACION PERMANENTE

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- a) Se inicia el proceso de igual manera que en los puntos anteriores (a), (b), y (c) para reparación de emergencia.
- b) Se aplica un tratamiento superficial (sello de lechada, sello de asfalto líquido liviano mezclado con arena), o un tratamiento con mezcla en planta, dependiendo de las condiciones de la superficie y de la intensidad del tráfico.

2.3.11 PELIGRO DE RESBALAMIENTO

Pocos pavimentos secos son resbaladizos, pero pueden volverse resbaladizos cuando están mojados. Una de las causas más frecuentes es la presencia de una delgada película de agua sobre una superficie lisa otra, es la de una gruesa película de agua que hace que el vehículo a altas velocidades

pierda el contacto con la superficie del pavimento y se deslice sobre la superficie del agua como un acuaplano. La condición del pavimento liso es, generalmente, el resultado de la existencia de una película de asfalto sobre la superficie o de agregado pulido por el uso en la carpeta de rodamiento. El resbalamiento también puede producirse en superficies contaminadas por el derrame de aceite o sobre ciertos tipos de arcillas. La reducción de los peligros de resbalamiento se logra restaurando la superficie del pavimento, de forma que el agua pueda fluir alrededor de las partículas de agregado permitiendo el contacto entre los neumáticos y el agregado, usando para ello tratamientos que van desde la limpieza de la superficie contaminada hasta la remoción del exceso de asfalto y la repavimentación para mejorar las condiciones de drenaje superficial.

A. EXUDACION O AFLORACION DE ASFALTO

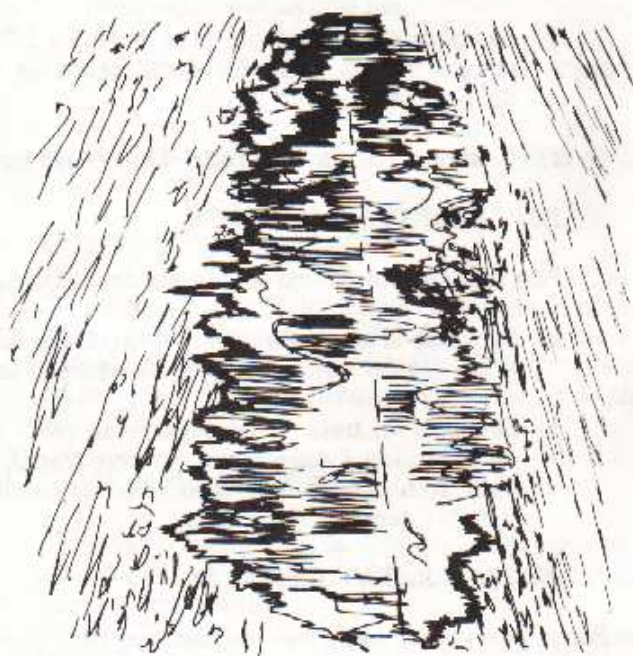
La exudación es la salida hacia la superficie del asfalto de un pavimento con la consiguiente formación de una película de este material sobre la superficie.



pierda el contacto con la superficie del pavimento y se deslice sobre la superficie del agua como un acuaplano. La condición del pavimento liso es, generalmente, el resultado de la existencia de una película de asfalto sobre la superficie o de agregado pulido por el uso en la carpeta de rodamiento. El resbalamiento también puede producirse en superficies contaminadas por el derrame de aceite o sobre ciertos tipos de arcillas. La reducción de los peligros de resbalamiento se logra restaurando la superficie del pavimento, de forma que el agua pueda fluir alrededor de las partículas de agregado permitiendo el contacto entre los neumáticos y el agregado, usando para ello tratamientos que van desde la limpieza de la superficie contaminada hasta la remoción del exceso de asfalto y la repavimentación para mejorar las condiciones de drenaje superficial.

A. EXUDACION O AFLORACION DE ASFALTO

La exudación es la salida hacia la superficie del asfalto de un pavimento con la consiguiente formación de una película de este material sobre la superficie.



CAUSAS

La exudación o afloración generalmente se produce en tiempo caluroso y consiste en un exceso de asfalto en una o más de las capas del pavimento. Esto puede resultar cuando se usa una mezcla en planta demasiado rica, una capa de sello mal construida, una imprimación o capa de sello mal construida, una imprimación o capa de liga demasiado gruesa, o un solvente que arrastra el asfalto hacia la superficie. También, el tránsito demasiado pesado puede ocasionar la compresión del pavimento que contiene demasiado asfalto, obligando éste a brotar hacia la superficie.

REPARACION

En muchos casos, la exudación puede corregirse esparciendo repetidamente arena caliente o agregado fino proveniente de cerniduras de escoria o de roca, que absorben el exceso de asfalto. Algunas veces, cuando la exudación es ligera, un tratamiento superficial con mezcla en planta o un sello de agregado, usando agregado absorbente, es la única forma de corregirla. En otras, una carpeta niveladora de mezcla en planta, con bajo contenido de asfalto, puede ser efectiva para absorber el exceso de asfalto sin embargo, con este tratamiento, es necesario colocar una nueva carpeta sobre la de nivelación para evitar el desgaste.

Una máquina alisadora de pavimentos, tal como una plancha-calentadora, puede remover el exceso de asfalto, pero cuando se encuentre que las superficies estén excesivamente cargadas, éstas deberán ser totalmente removidas.

REPARACION CON AGREGADO FINO

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- a) Se esparcen sobre el área afectada agregado fino proveniente de cerniduras de escoria, arena o roca cuyo tamaño máximo no sobrepase un centímetro; el agregado debe ser calentado a no menos de 150° C y extendido a razón de 5 a 7 kilos (12 a 15 libras) por metro cuadrado, ó la cantidad que sea necesaria.
- b) Inmediatamente después de extendido el agregado, se apisona con un rodillo de ruedas neumáticas.
- c) Cuando el agregado se ha enfriado, se barren las partículas sueltas.
- d) Si es necesario, se repite el proceso.

REPARACION CON UNA PLANCHA-CALENTADORA

En este caso, el procedimiento es el siguiente;

- a) *Se remueve la película de asfalto con la plancha-calentadora.*
- b) *Se deja la superficie tal como queda, aplicando después un tratamiento superficial con mezcla en planta o una capa de sello.*

B. AGREGADOS PULIDOS

Son partículas de agregado existentes en la superficie del pavimento, cuyas caras han sido pulidas. Incluye tanto a las gravas sin triturar, lisas por naturaleza, como a las rocas trituradas que se desgastan rápidamente bajo la acción del tránsito.

CAUSAS

Algunos agregados, particularmente algunos tipos de calizas, se pulen rápidamente bajo el tránsito de los vehículos otros, tales como algunas gravas, son lisos por naturaleza y si se utilizan sin triturar en la superficie del pavimento, resultan peligrosos por resbaladizos, en especial cuando estén mojados.

REPARACION

La única forma efectiva de reparar un pavimento construido con agregados pulidos es recubriendo la superficie con un tratamiento antiresbaladizo. Para ello se debe aplicar un tratamiento superficial de mezcla en planta, un sello de arena o un sello de agregado. El agregado debe ser duro y angular, tal como la arena silícea y otro material comprobado como no pulimentable; definitivamente los agregados de origen calcáreo no son deseables.

Para efectuar la reparación de un tratamiento superficial con mezcla en planta se procede de la siguiente manera:

- a) *Se aplica una capa de pega ligera en cantidad de (0.25 a 0.75 litros) 0.06 a 0.20 galones por metro cuadrado.*
- b) *Se extiende material mezclado en planta (tipo 4 a ó 4 b del Instituto de Asfalto), utilizando un agregado como escoria triturada o arena silícea. Si no se dispone de este tipo de mezclas, podrá usarse un sello de arena o de agregado.*
- c) *Se apisona con rodillos de ruedas neumáticas o de ruedas de acero.*

2.3.12 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES (Problemas especiales)

Debido a los métodos de construcción, en los tratamientos superficiales pueden producirse algunos defectos que no aparecen en la superficie de otros tipos de pavimentos asfálticos: entre éstos se incluyen la pérdida del agregado de cubierta y el estriado de la superficie.

Algunos de los defectos de los pavimentos asfálticos descritos anteriormente en este capítulo —ondulaciones, hundimientos, hinchamientos, baches y desmoronamientos de los bordes— se presentan más frecuentemente en los pavimentos construidos por los métodos de los tratamientos superficiales y ocurren porque la delgada superficie asfáltica es colocada, generalmente, sobre una estructura de pavimento diseñada con bajas especificaciones.

A. PERDIDA DEL AGREGADO DE CUBIERTA

Es el desprendimiento, bajo la acción del tránsito del agregado de un pavimento tratado superficialmente.

CAUSAS

Varias causas pueden ocasionar la pérdida del agregado de cubierta. Si el agregado no se esparce inmediatamente (antes de transcurrir un minuto) después de aplicar el asfalto a la superficie del pavimento, este puede haberse enfriado demasiado para retenerlo. Si el agregado se coloca demasiado empolvado o muy húmedo, el asfalto puede ser incapaz de retenerlo bajo la acción del tránsito. Si el agregado recién extendido no es apisonado inmediatamente después de colocado, puede quedar deficientemente embebido en el asfalto para resistir la acción del paso de los vehículos. Por otra parte, si para compactarlo se utiliza la apisonadora de ruedas de acero, el agregado puede desprenderse en las pequeñas depresiones donde no toca la aplanadora. Otras razones son: tiempo demasiado frío cuando se aplica el tratamiento; permitir el tránsito rápido demasiado pronto sobre el nuevo tratamiento superficial; y una superficie que absorbe parte del asfalto, dejando muy poco para retener el agregado.

REPARACION

Para reemplazar el agregado perdido se puede esparcir sobre las áreas afectadas arena gruesa caliente, después de esparcida debe ser apisonada inmediatamente con un rodillo de ruedas neumáticas, de manera que se embeba dentro del asfalto. Si el agregado se ha desprendido sólo parcialmente, el tratamiento más práctico puede ser la colocación de un sello de agregado absorbente.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- a) *En un día caluroso, se esparce arena gruesa, calentada a no menos de 150° C, sobre el área que ha perdido el agregado de cubierta.*
- b) *Se apisona antes que la arena llegue a enfriarse siquiera unos pocos grados, con un rodillo de ruedas neumáticas, para embeber el agregado dentro del asfalto.*

B. ESTRIAS LONGITUDINALES

Son líneas de asfalto, delgadas, que se forman paralelas al eje de la vía.



CAUSAS

Varias causas pueden originar las estrias longitudinales, entre ellas:

- a) Que la barra regadora del distribuidor del asfalto no esté ajustada a la altura correcta para que se sobrepongan adecuadamente los chorros regados.
- b) Que la barra regadora se eleve a medida que la carga en el distribuidor disminuye.
- c) Que las boquillas de la barra regadora no estén ajustadas al ángulo correcto, o no estén puestas todas en el mismo ángulo, que sean de tamaños inadecuados o diferentes diámetros; o que algunas estén obstruidas con asfalto frío o tengan alguna imperfección.
- d) Que la velocidad de la bomba de asfalto no sea apropiada.
- e) Que el asfalto esté demasiado frío.
- f) Que la presión de la bomba sea demasiado baja.

Una sola estría en el eje puede ser causada por escasez de asfalto o por asfalto demasiado frío en la junta de empate entre dos aplicaciones.

REPARACION

El único método satisfactorio para reparar las estrías longitudinales es alisando la superficie y aplicando un nuevo tratamiento superficial. Es mucho más fácil evitar las estrías longitudinales que corregirlas y se evitan siguiendo cuidadosamente las recomendaciones de los fabricantes y de los distribuidores de asfalto, antes de usarlos y mientras se colocan.

C. ESTRIAS TRANSVERSALES

Son líneas alternas de asfalto, delgadas y gruesas, que cruzan transversalmente la vía, y que pueden ocasionar ondulaciones en la superficie del pavimento. Las estrías transversales son causadas por irregularidades en la barra del distribuidor durante el riego del asfalto, debidas a desgaste o a partes flojas, por una velocidad de bombeo no adecuado o por una falla en el motor.

Para su reparación se procede de la forma como se indicó en la sección "ondulaciones" y "estrías longitudinales"

2.4 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO

La función básica del mantenimiento con su correspondiente maquinaria, equipo y materiales es procurar con el mayor empeño y dedicación, conservar este tipo de calzadas en las mismas condiciones que fueron construidas, tomando en cuenta el deterioro debido al tránsito normal de vehículos y de los agentes atmosféricos. Por esta razón, es muy importante contar con personal experimentado que determine el momento oportuno para realizar los trabajos necesarios para la conservación de este tipo de carreteras, tales como: resellado de juntas y grietas, reparación de grietas de esquina, reparación de partes de losas, cambio total de losas, etc.

2.4.1 EL ASFALTO EN EL MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO

El asfalto juega un papel importante en el mantenimiento de los pavimentos de concreto hidráulico, empleándose para sellar las juntas y grietas, rellenar cavidades y levantar las placas hundidas, renovar las partes desintegradas y cubrir las superficies resbaladizas. Mas específicamente, el asfalto y las mezclas asfálticas se utilizan en el mantenimiento de pavimentos de concreto hidráulico para lo siguiente:

- Restaurar el nivel de diseño y la suavidad de las superficies
- Reparar y retardar la espalación, las escamaduras y otros deterioros.

- Reparar áreas muy dañadas
- Mejorar la resistencia al deslizamiento.
- Mantener las juntas y grietas libres de materias extrañas
- Proteger y preservar el relleno de las juntas originales.
- Impedir la entrada de agua en las bases o subbases
- Evitar el bombeo y estabilizar la subrasante.
- Evitar el balanceo de las placas o losas.

Por consiguiente el asfalto sirve perfectamente para reparar muchas fallas de los pavimentos de concreto de cemento hidráulico, pero esto sólo se logra si se utiliza correctamente. Las técnicas que se exponen en este capítulo no son las únicas correctas, pero son métodos que han sido probados y con los cuales se han obtenido resultados satisfactorios.

Para la utilización de las mezclas de bacheo, capas de liga, colocación de las mezclas de bacheo y compactación de parches, veáanse los correspondientes puntos anteriores.

2.4.2 SELLADO DE JUNTAS Y GRIETAS

El sellado de las juntas y grietas se hace para evitar la infiltración del agua, proteger el material de relleno de las juntas o impedir la entrada de materias extrañas. En épocas pasadas, los asfaltos de penetración, solos o mezclados con polvillo mineral, fueron los materiales selladores más comúnmente utilizados, siendo empleados todavía en muchos lugares. Pero en los últimos años los compuestos de asfalto y caucho han recibido mayor atención porque, entre otras ventajas, tienen menos tendencia a hacerse quebradizos en climas fríos y ablandarse bajo el tránsito, en tiempo caluroso. La tabla indica varios tipos de selladores de asfalto y caucho para grietas y juntas.

SELLADORES ASFALTICOS PARA JUNTAS Y GRIETAS EN PAVIMENTOS DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND

MATERIAL	TIPO	Especificación	
		ASTM	AASHO
Asfalto-caucho	Aplicado en frío	D - 1850	---
Asfalto-caucho	Mastique aplicado frío	D - 1850	---
Asfalto-caucho	Aplicado en caliente	D - 1190	M - 173

El equipo utilizado para el sellado de juntas y grietas varía desde pequeñas jarras manuales, hasta aplicadores a presión montados sobre camiones o en remolques. Las jarras manuales normalmente se llevan en una caldera central; cuando se utilizan calderas, éstas deben ser, preferiblemente de pared doble, en baño de aceite, para evitar que el sellador se dañe por exceso de calentamiento; cuando se usan compuestos de asfalto y caucho, la caldera que se emplee debe ser únicamente de este tipo.

Para evitar que las juntas o grietas se llenen en exceso, debe utilizarse una maestra del tipo indicado, esta maestra utilizada adecuadamente permitirá hacer un trabajo limpio.

Los aplicadores a presión, montados sobre camión o en remolque, pueden utilizar los materiales selladores que se aplican en frío o en caliente. Tienen válvulas de control y están equipados con boquillas del tamaño y forma necesarios para dirigir el material sellador hacia la ranura. Este equipo es muy práctico y rápido y se evita el derramamiento excesivo del material sellador sobre la superficie del pavimento.

Antes de aplicar cualquier sellador, las juntas y grietas deben limpiarse; las ranuradoras mecánicas, los compresores de aire y los chorros de arena aligeran el trabajo y lo hacen más fácil. El compresor de aire debe estar equipado con boquillas de la forma y tamaño necesarios para dirigir el chorro de aire hacia la grieta que se va a sellar.

Solamente se debe colocar la cantidad de material indispensable para rellenar la junta o la grieta. Cuando se utilizan selladores en caliente para rellenar grietas profundas, el material puede encongerse un poco al enfriarse; en estos casos se debe añadir una cantidad adicional de sellador para llenar la abertura y dejarla a nivel con la superficie.

Cuando se está sellando una carretera, un carril debe mantenerse abierto al tránsito mientras se realiza el trabajo en otro. Una buena práctica de trabajo es empezar la operación de relleno en el eje central y después seguir hacia los bordes del pavimento, evitando en esta forma interferir con la corriente de vehículos.

Si el pavimento va a ser puesto en servicio inmediatamente después de sellado, el material debe ser protegido para que no sea levantado por las ruedas de los vehículos. Esto puede realizarse espolvoreando sobre las juntas y grietas, arena fina, polvo mineral, aserrín de madera dura o materiales similares. Los selladores aplicados en frío pueden ser cubiertos con cinta de papel engomado.

2.4.3 INYECCIONES DE ASFALTO

Como consecuencia del bombeo bajo las placas (losas) o del asentamiento de la subrasante, se pueden producir cavidades debajo de los pavimentos de concreto hidráulico. Cuando esto ocurre, deben rellenarse para restaurar el apoyo del pavimento y para evitar mayor erosión. Las inyecciones de asfalto se utilizan para este propósito, pues llenan las cavidades,

levantan las placas hundidas, y forman una capa impermeable que evita que el material fino sea bombeado de nuevo. Para efectuar inyecciones, sólo debe utilizarse asfalto de baja penetración o de alto punto de ablandamiento.

2.4.4 CARPETAS DE RECUBRIMIENTO

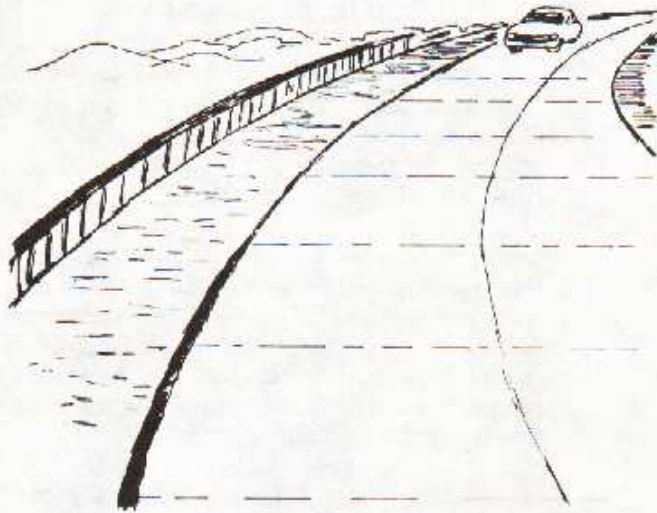
Para muchos tipos de defectos de los pavimentos de concreto de cemento hidráulico, la aplicación de una carpeta asfáltica de recubrimiento es el tratamiento más efectivo y más económico aunque de aspecto no muy agradable. Los pavimentos deformados generalmente pueden ser restaurados con una carpeta asfáltica de recubrimiento los que sufren desintegración pueden ser salvados y reforzados de esa misma manera, los pavimentos resbaladizos a su vez pueden hacerse antiresbalantes con una carpeta asfáltica de recubrimiento apropiada. Muchas veces este tipo de tratamiento es considerado más como construcción que como mantenimiento; sin embargo, los recubrimientos pueden utilizarse en tramos cortos como operaciones de conservación.

2.4.5 JUNTAS Y GRIETAS

Los concretos hidráulicos tienen como característica natural que cambian de volumen con los cambios de temperatura. Si en el diseño no se prevén técnicamente juntas que permitan estos cambios, las losas se agrietarán en forma irregular. Para que las grietas se produzcan nítidas y en línea recta, deben diseñarse y fabricarse durante su construcción.

Las juntas pueden penetrar todo el espesor de la placa o solamente a una profundidad de un sexto a un cuarto de su espesor. Aquellas que tienen la profundidad completa son juntas que se dejan entre placas para permitir la expansión, controlar el agrietamiento o satisfacer requerimientos de construcción. Las juntas superficiales se forman cortando el pavimento para forzar a que el agrietamiento se produzca a lo largo de un plano de debilidad; dependiendo de su función, se llaman juntas de expansión, juntas de contracción o juntas de construcción y pueden extenderse en dirección transversal, longitudinal o diagonal.

Otro tipo de junta es la que se construye entre la placa (losa) de pavimento y el hombro; esta es una junta de construcción longitudinal llamada junta de hombros.



También hay otros tipos de juntas que tienen propósitos especiales y se mantienen de la misma manera que los tipos principales.

Todas las juntas y grietas deben mantenerse selladas con algún material adhesivo, para evitar daños en el pavimento debido al agua o a materiales extraños. El asfalto, con o sin un aditivo tal como el caucho, es utilizado casi universalmente como un sellador de juntas y grietas.

Los métodos empleados para sellar juntas y grietas son esencialmente iguales y consisten en limpiar la parte superior de la hendidura y rellenarla con un material sellador. Para ser efectivo, el material sellador debe adherirse a los lados de la abertura; por esta razón, cualquier material debe ser eliminado. Si en la abertura se ha acumulado arena, grava, polvo o cualquier otro material extraño, debe ser removido, pues ellos pueden ocasionar el desconchamiento de los bordes cuando la junta o grieta se cierra en época calurosa debido a la expansión de la placa. Cualquier material sellador viejo que se haya endurecido también tiene que ser removido.

Si el trabajo es pequeño la operación de limpieza puede realizarse a mano, utilizando escobas de fibras duras o de cerdas de acero y barras con puntas biseladas que penetren en la abertura. Para trabajos grandes, la limpieza puede hacerse más rápidamente con cortadoras rotatorias mecánicas, sierras mecánicas para cortar pavimentos, compresores de aire o equipos similares.

En los lugares donde las juntas o grietas son muy estrechas o tengan los bordes astillados será necesario hacer trabajos especiales; al presentarse estas condiciones las juntas deben ensancharse con una sierra mecánica o una cortadora rotatoria antes de aplicar el material sellador.

A. RESELLADO DE LAS JUNTAS

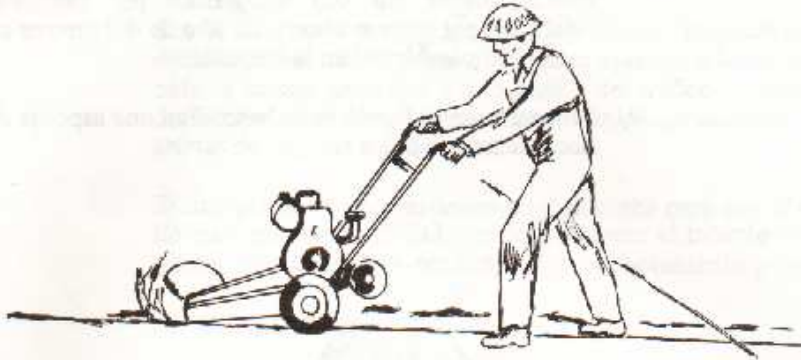
Las juntas necesitan mantenimiento periódico. El sello de la junta puede requerir reemplazo por diversas razones, entre ellas por haberse utilizado un tipo de material inadecuado, por haberse sobrecalentado el material sellador, o por no haberse limpiado adecuadamente la junta antes del sellado.

En todos los casos, las juntas que necesitan un resellado deben limpiarse hasta unos dos o tres centímetros de profundidad. Antes de aplicar el nuevo sello todas las superficies interiores y alrededor de las juntas deben ser limpiadas y secadas, eliminando residuos del relleno o del sello viejo en los bordes. Para proporcionar una cara interior no adhesiva para el sello, deben insertar dentro de la hendidura esponjas de goma o plástico, o cinta de papel.

El siguiente método para la limpieza y resellado de juntas ha sido encontrado satisfactorio.

- a) Se extrae el material del sello viejo hasta una profundidad de dos o tres centímetros.

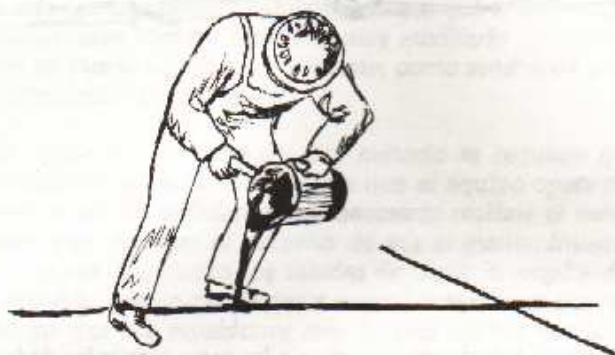




- b) *Se aplica un chorro de arena a las caras verticales de la junta y a la superficie del pavimento abarcando varios centímetros a cada lado de la junta. Para remover los residuos de sello viejo que puedan haber quedado se emplean herramientas manuales.*



- c) Se aplica un chorro de aire comprimido a la junta, a una presión no menor de 6.5 kilogramos por centímetro cuadrado (90 lb/pulg²) con un chorro de aire de 4.2 metros cúbicos por minuto (150 pies³/min) en la boquilla.
- d) Se inserta en el fondo de la hendidura una esponja de goma o plástico, o cinta de papel.



- e) Se coloca el sello en una sola aplicación, haciendo que exteriores de las juntas transversales se eleven para evitar que el material de sellado escurra hacia los hombros.

B. EXCESO DE SELLO EN LA JUNTA

Corrientemente sucede que en el material de sello de la junta se alojen arena y guijarros, ocupando un espacio necesitado por el propio material de sellado, entonces cuando la placa se expande el sello aflora y forma una protuberancia. Algunas veces hay tal cantidad de materia extraña en la junta que ocasiona el desconchamiento de la placa; cuando esto ocurre, el sello debe ser removido. En muchos casos, el exceso de sello puede ser eliminado cortándolo con una pala caliente de borde cuadrado o con una cortadora rotatoria mecánica. Cuando la cantidad de material aflorado es demasiado grande, el trabajo puede hacerse mejor utilizando una cuchilla.

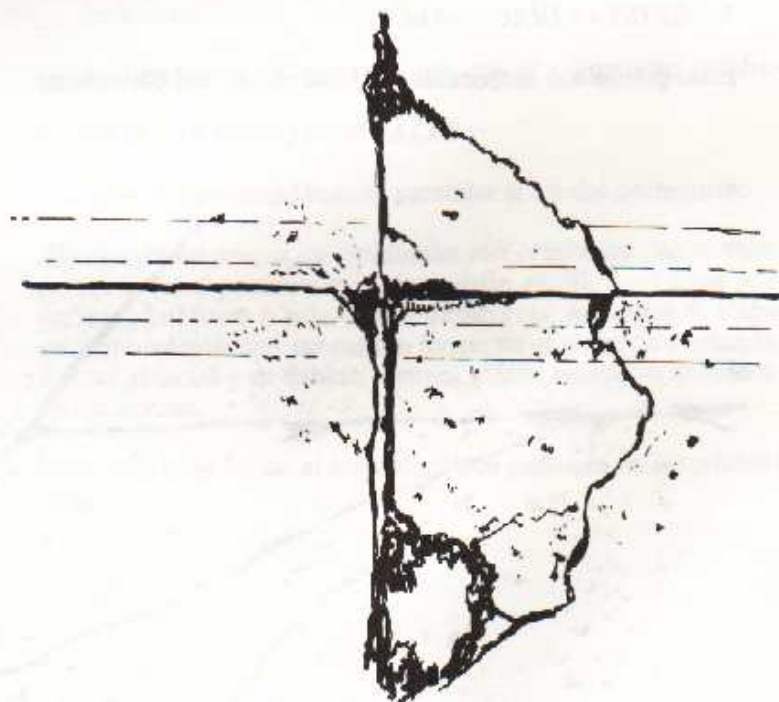
C. SELLADO DE LAS GRIETAS

En los pavimentos de concreto de cemento hidráulico, las grietas se definen como "hendiduras irregulares, aproximadamente verticales debidas a causas naturales o a la acción del tráfico". Incluidas bajo esta definición están las grietas transversales, longitudinales, diagonales, las grietas de esquina y las de restricción.

Si una grieta no es lo suficientemente ancha para que el material de sello penetre con facilidad, no debe hacerse el intento de sellarla. Las grietas anchas deben ser limpiadas perfectamente antes de sellarlas.

1. GRIETAS DE ESQUINA

Son grietas diagonales que forman un triángulo cuyos otros dos lados son un borde longitudinal o una junta y una junta transversal o una grieta.



CAUSAS

Estas grietas pueden ser ocasionadas por las cargas al actuar sobre esquinas sin soporte, curvadas o alabeadas, o también por la acción de las cargas sobre puntos débiles de la subrasante bajo la placa.

REPARACION

Para realizar esta operación se remueve la esquina rota y se bachea con un concreto asfáltico densamente graduado.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- a) Se remueve la esquina rota.*
- b) Se es necesario, se nivela la subrasante y se imprima.*
- c) Se aplica una capa de liga a los lados de la placa.*
- d) Se coloca en capas que no exceden de 10 centímetros de espesor, material asfáltico mezclado en planta densamente graduado.*
- e) Se apisona con un compactador vibratorio plano.*
- f) Se termina la superficie emparejándola con la superficie circundante.*

2. GRIETAS DIAGONALES

Estas grietas son diagonales a la línea del eje del pavimento.



CAUSAS

Las grietas diagonales generalmente son causadas por las cargas que actúan sobre los extremos de placas sin soporte. Debido a estas cargas la fundación se asienta y la placa se ondula; luego el suelo de la subrasante es expulsado hacia afuera, principalmente a lo largo del borde produciéndose una grieta diagonal.

REPARACION

La reparación de este tipo de grietas consiste en llenar los vacíos que se encuentren debajo del pavimento y en limpiar y sellar las grietas.

Para realizar el trabajo se procede de la siguiente manera:

- a) *Se aplica un chorro de arena a las caras verticales de la grieta, hasta una profundidad mínima de 2.5 centímetros y sobre la superficie del pavimento, extendiéndose unos 2 ó 3 centímetros a cada lado de la grieta.*
- b) *Se limpia la grieta con un chorro de aire comprimido.*
- c) *Se rellena la mitad de la grieta con un compuesto de asfalto y cuacho seleccionado según tabla*
- d) *Se inyecta bajo la placa, utilizando el procedimiento señalado anteriormente.*
- e) *Se termina de llenar la grieta con el compuesto asfalto-caucho.*

3. GRIETAS LONGITUDINALES

Son grietas aproximadamente paralelas al eje del pavimento.

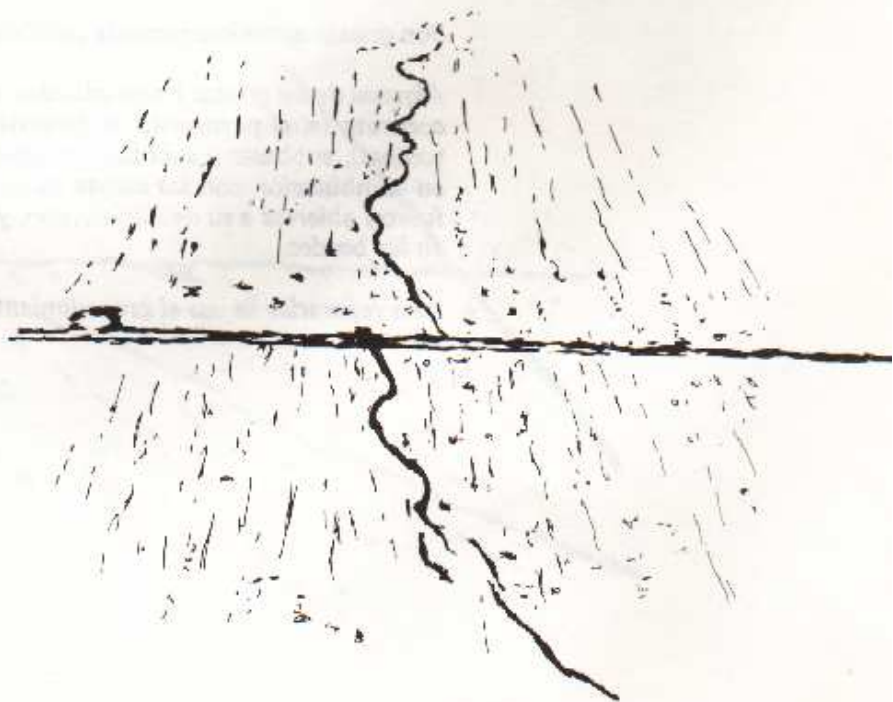
Algunas de las grietas longitudinales son originadas por contracción del concreto (si el pavimento es demasiado ancho y no tiene junta longitudinal), subbases o subrasantes expansivas, esfuerzos de alabeamiento en combinación con las cargas, juntas en el eje poco profundas que no fueron abiertas a su debido tiempo, y falta de apoyo debido a bombeo en los bordes.

Para repararlas se usa el procedimiento indicado en las grietas transversales



4. GRIETAS POR RESTRICCIÓN DE MOVIMIENTOS

Son grietas que se desarrollan cerca de los bordes exteriores del pavimento a unos 90 cms. o menos y que progresan en forma irregular hacia la junta longitudinal.



CAUSAS

Las grietas por restricción de movimientos son causadas por materias extrañas, tales como gravas duras que se alojan profundamente en la junta transversal, impidiendo la expansión de las placas.

REPARACION

La junta transversal bloqueada debe ser limpiada y sellada. Para realizar esta operación se utiliza el procedimiento siguiente:

- a) *Se extrae el material de sello viejo y la materia extraña que se halle en la junta transversal, hasta la profundidad requerida para remover toda contaminación.*
- b) *Se utiliza una máquina de limpiar juntas para limpiar las caras verticales de la junta y eliminar las materias extrañas de la superficie del pavimento, extendiéndose por lo menos hasta unos tres centímetros a cada lado de la junta.*
- c) *Se aplica un chorro de arena a las caras verticales de la junta y de las grietas y a la superficie del pavimento, abarcando unos tres centímetros a cada lado de la junta. El aire comprimido tendrá una presión mínima de 6.5 Kg/cm², con un chorro de aire de 4.2 m³/minuto.*
- d) *Se sellan las juntas y las grietas con dos aplicadores de un compuesto de asfalto-caucho seleccionado según tabla.*

5. GRIETAS TRANSVERSALES

Son grietas que forman aproximadamente ángulos rectos con la línea del eje del pavimento.

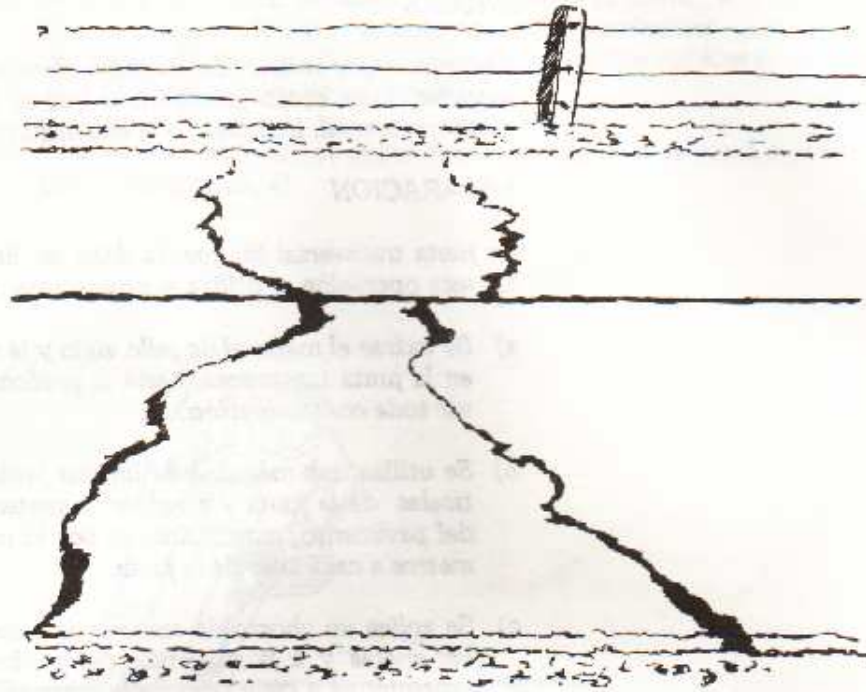
CAUSAS

Algunas de las principales causas de las grietas transversales son: exceso de carga, flexión repetida de placas bombeadas, fallas de fundaciones blandas, falta de juntas, juntas demasiado superficiales y contracción del concreto.

REPARACION

Las grietas deben de limpiarse de toda materia suelta y rellenarse con un sellador de asfalto-caucho. Si la grieta es debida a bombeo, el vacío formado debajo del pavimento debe ser rellenado.

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:



- a) Se aplica un chorro de arena a las caras verticales de las grietas hasta una profundidad mínima de unos tres centímetros, y a la superficie del pavimento abarcando al menos unos tres centímetros a cada lado de la grieta.
- b) Se limpia la grieta con aire comprimido.
- c) Se rellena la grieta con un compuesto de asfalto-caucho seleccionado según tabla.

2.4.6 DISTORSION

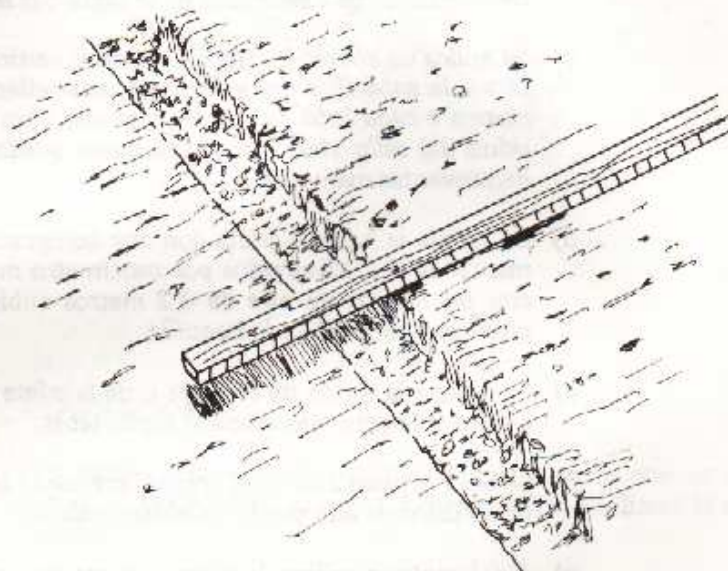
La distorsión es cualquier cambio de la superficie del pavimento de su forma original. Los escalones de falla son una de las formas predominantes de distorsión en los pavimentos de concreto de cemento hidráulico. El bombeo no puede clasificarse como distorsión, pero ocasiona escalones de falla y placas hundidas y, por consiguiente, se incluye en esta sección. Las principales causas de la distorsión son los suelos expansivos, y los asentamientos de la fundación.

Si no son demasiado extensas, algunas de las formas de distorsión (tales como las debidas a asentamientos) pueden remediarse elevando la placa hasta llevarla a su nivel original. Una manera de hacer esto es inyectando un

asfalto de baja penetración o de alto punto de ablandamiento bajo la placa. Algunas veces, la superficie del pavimento está tan distorsionada que la reparación más económica es la colocación de una carpeta de recubrimiento de concreto asfáltico.

A. FALLAS DE ESCALON

Un escalón de falla es una diferencia de elevación entre dos placas en una junta o en una grieta.



CAUSAS

Los escalones de falla generalmente se originan por la acción simultánea de una transferencia inadecuada de las cargas entre las placas y la consolidación o reducción de volumen de las capas que están debajo de las placas; también pueden ser debidas a la expulsión o bombeo del material de la fundación.

REPARACION

Cuando sea posible, las placas falladas deben ser llevadas a su nivel original mediante la inyección de cemento asfáltico de alto punto de ablandamiento, levantando el lado bajo durante el proceso. Antes de comenzar la inyección, la junta o grieta debe ser parcialmente llenada

con un sellador de juntas. En algunos casos puede ser necesario colocar parches con forma de cuña para nivelar, y después aplicar una carpeta asfáltica de recubrimiento.

El procedimiento a seguir para realizar este trabajo es el siguiente:

- a) Se extrae el material de sello viejo, si existe, hasta una profundidad de unos tres centímetros.
- b) Si es necesario, se utiliza una máquina de limpiar juntas para limpiar las caras verticales de la junta o grieta y para eliminar los materiales extraños de la superficie del pavimento, abarcando unos tres centímetros a cada lado de la junta o grieta.
- c) Se aplica un chorro de arena a las caras verticales de la junta o grieta y a la superficie del pavimento, extendiéndose unos tres centímetros a cada lado de la junta o grieta. Para remover cualquier residuo del sello viejo que pueda haber quedado se pueden utilizar herramientas manuales.
- d) Se limpia la junta o grieta con aire comprimido a una presión no menor de 6,5 kilogramos por centímetro cuadrado (90 lb/pulg²) con un chorro de aire de 4,2 metros cúbicos por minuto (150 pies³/por minuto) en la boquilla.
- e) Se rellena la mitad de la junta o de la grieta con un compuesto de asfalto y caucho seleccionado según tabla.
- f) Se lleva la placa a su nivel original mediante la inyección de cemento asfáltico de alto punto de ablandamiento.
- g) Finalmente se rellena la junta o grieta con un compuesto asfáltico a base de caucho.

2.4.7 BOMBEO

El bombeo es la eyección de mezclas de agua, arena, arcilla o limo, debido al movimiento de las placas bajo el paso de las cargas; este puede ocurrir a lo largo de las juntas transversales o longitudinales, de las grietas, o a lo largo de los bordes del pavimento.

CAUSAS

El bombeo o expulsión del material fino es ocasionado por la presencia de agua libre en la subrasante o subbase y a las cargas muy pesadas que pasan sobre la superficie del pavimento y deflectan las placas.



REPARACION

Los vacíos bajo el pavimento deben ser llenados con un asfalto de alto punto de ablandamiento que también impermeabilizará la subrasante y la subbase.

2.4.8 DESINTEGRACION

La desintegración es la rotura del pavimento en pequeños fragmentos sueltos, incluyendo el desalojo de las partículas de agregado. Si el proceso no se detiene en sus comienzos, puede progresar hasta requerir la completa reconstrucción del pavimento.

Los tipos comunes de desintegración en los pavimentos de concreto de cemento hidráulico que pueden ser reparados con asfalto son los quebrantamientos, la espalación y las escamaduras. Los tratamientos van desde el bacheo superficial hasta los recubrimientos completos.

A. QUEBRANTAMIENTOS

El quebrantamiento es la fracturación o el levantamiento localizado en un pavimento de tipo rígido, que se produce usualmente en una grieta transversal o en una junta.

CAUSAS

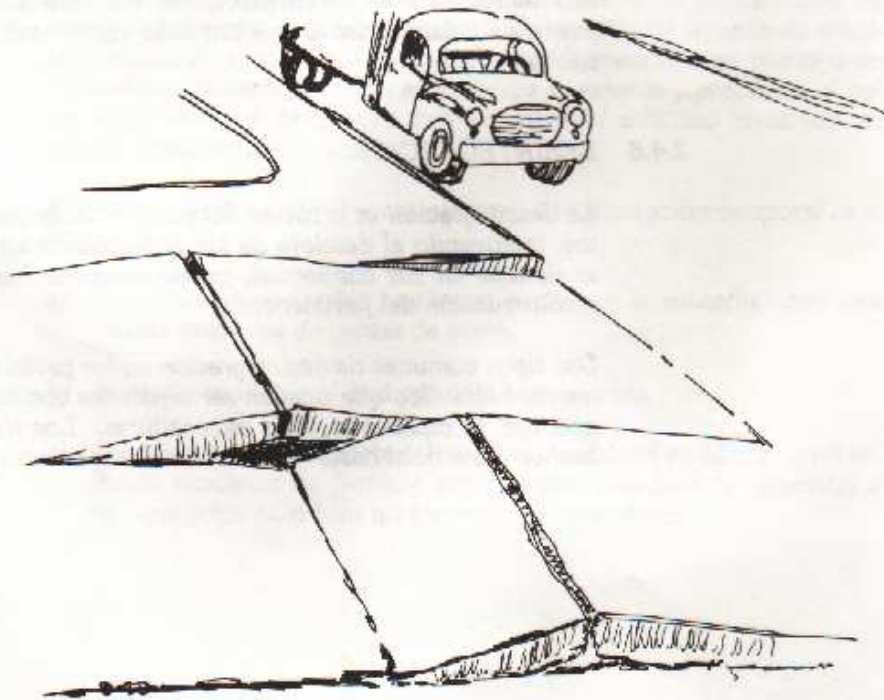
Muchos quebrantamientos son ocasionados por la expansión excesiva de las placas durante la época calurosa. La presión se eleva hasta que las placas no pueden resistirla más y luego éstas se levantan o fracturan disgregándose a lo largo de la junta transversal o de la grieta.

REPARACION

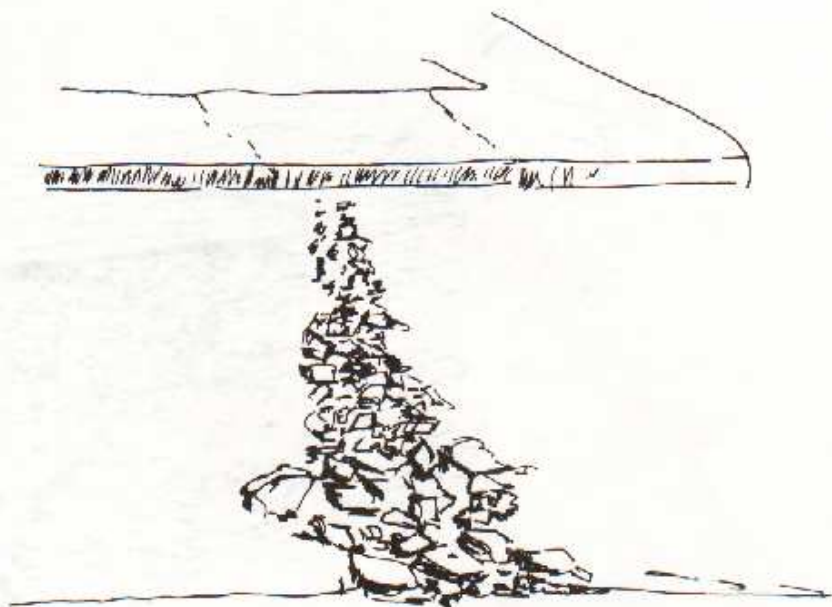
El concreto asfáltico puede utilizarse para una reparación de emergencia o permanente de la placa dañada. La placa debe ser cortada, preferiblemente con una sierra mecánica, para eliminar todo el área afectada. Para reponer el pavimento, se utiliza después concreto asfáltico densamente graduado.

El método a seguir para realizar este trabajo es el siguiente:

- a) Se remueve la porción dañada de la placa, aserrándola en un corte recto y limpio con una sierra de pavimento.



- b) Si se requiere, se nivela la subbase, y se imprime.



- c) Se aplica una capa de liga a los lados de la placa.
- d) Se coloca un material asfáltico mezclado en planta densamente graduado, y se compacta en capas no mayores de 10 centímetros de espesor cada una. Si el área no es suficientemente grande para utilizar un rodillo normal, se deben utilizar martinentes mecánicos o compactadores vibrantes planos.
- e) Se termina la superficie emparejándola con el pavimento circundante.

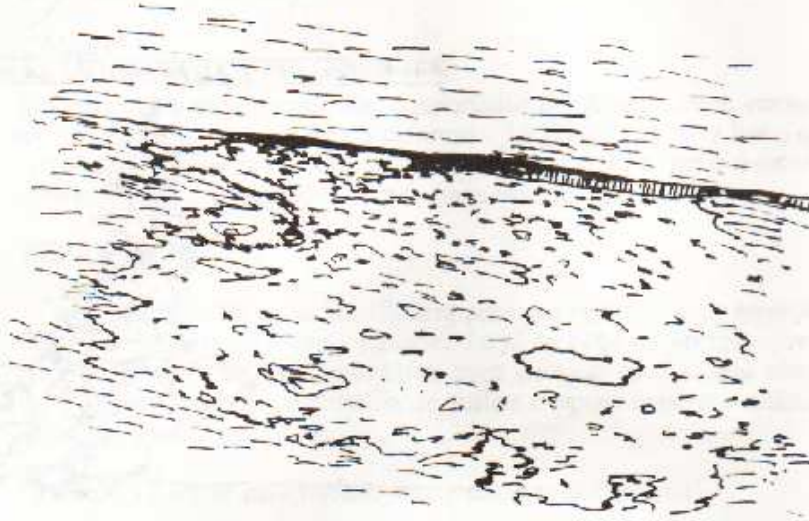
B. ESCAMADURAS

La escamadura es el deterioro de la superficie de los pavimentos de concreto de cemento hidráulico.

En algunos casos la escamadura puede progresar y penetrar profundamente en el pavimento.

CAUSAS

Las principales causas de las escamaduras son: el exceso de acabado, uso de mezcla o agregados inadecuados y curado deficiente.



REPARACION

Si las áreas escamadas no alcanzan un centímetro de profundidad, se puede hacer una reparación temporal con un sello de lechada de emulsión asfáltica, o un sello de material asfáltico mezclado en planta o un tratamiento superficial. Si la escamadura es extensa y profunda, el pavimento debe ser recubierto con un material asfáltico mezclado en planta densamente graduado.

El procedimiento a seguir para efectuar una reparación temporal es el siguiente:

- a) Se remueven todas las partículas sueltas de la superficie con una escoba mecánica de cerdas de acero.
- b) Se pica y se limpia el área con aire comprimido.
- c) Se aplica un sello de material asfáltico mezclado en planta, o un sello de emulsión de lechada asfáltica para restaurar la superficie a su nivel original, o bien un tratamiento superficial.

C. ESPALACION O ASTILLADURA

Se clasifica como espalación o astilladura a la rotura o división del pavimento en numerosas partículas en las juntas, grietas o bordes; generalmente, los fragmentos resultantes tienen bordes biselados.



CAUSAS

La espalación puede ser causada por diferentes factores; algunas de las principales causas son: fragmentos duros de grava alojados en las juntas o grietas, mecanismos de transferencias de cargas, juntas aserradas y mortero débil.

REPARACION

Para reparar la espalación se debe utilizar materiales asfálticos mezclados en planta.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- a) Se desportilla el área espalada hasta encontrar materia resistente, cortando bordes rectos y haciendo los lados tan verticales como sea posible.

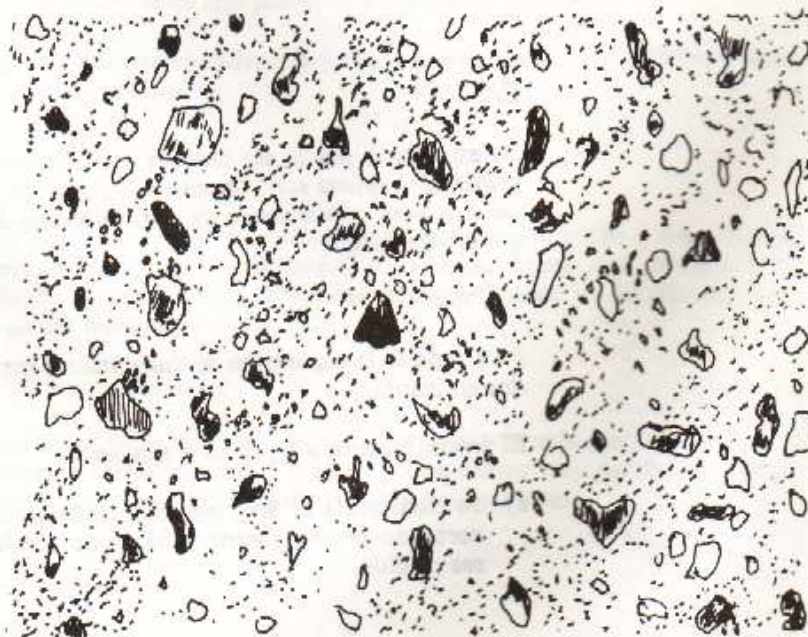
- b) Se limpia el área con aire comprimido.
- c) Se aplica una ligera capa de liga.
- d) Se llena el hueco con material asfáltico mezclado en planta densamente graduado, colocando suficiente mezcla para emparejarlo con el pavimento circundante después de la compactación.
- e) Se compacta con un compactador vibratorio plano.

2.4.9 PELIGRO DE RESBALAMIENTO

Numerosas causas pueden hacer que un pavimento sea resbaladizo cuando está mojado, siendo una de las principales la presencia de agregado pulido en la superficie. Las partículas del agregado pueden ser gravas lisas sin triturar o pueden ser del tipo que se desgasta bajo la acción del tráfico; el resbalamiento también se desarrolla por la contaminación de la superficie.

A. AGREGADO PULIDO

Son partículas de agregado, en la superficie del pavimento, cuyas caras se han hecho lisas debido al desgaste.



Esto incluye tanto a las gravas naturales, lisas por naturaleza, como a las rocas trituradas que se desgastan rápidamente bajo la acción del tráfico.

CAUSAS

Algunos agregados se pulen rápidamente bajo la acción del tránsito; otros, tales como algunos tipos de gravas, son lisos por naturaleza. Si estos agregados se utilizan sin triturar en un pavimento, constituirán un peligro al resbalamiento, pues son extremadamente resbaladizos cuando están mojados.

REPARACION

La forma más efectiva y económica de reparar un pavimento con agregados pulidos es recubrir su superficie con un tratamiento antirresbaladizo. Para reducir la probabilidad de que aparezcan grietas de reflexión, el recubrimiento debe tener como mínimo 7.5 centímetros de espesor.

- a) Se aplica una capa ligera de 0.05 a 0.40 galones (0.25 a 0.75 litros) por metro cuadrado.
- b) Se coloca una carpeta de mezcla asfáltica en planta, utilizando agregado no pulimentable y de ángulos agudos.
- c) Se compacta con rodillos de ruedas neumáticas y de rueda de acero.

2.5 EL CONCRETO HIDRAULICO EN OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE LOS PAVIMENTOS DEL MISMO MATERIAL

Las reparaciones de losas de concreto hidráulico de acuerdo a los procedimientos enunciados anteriormente, empleando productos asfálticos dan buenos resultados por ser materiales de fácil manejo y uso corriente en carreteras, así como de fraguado rápido a la vez que permiten causar pocas molestias al tráfico: condiciones que hacen su uso frecuente sobre todo en la estación lluviosa. Aun cuando este procedimiento es bueno, se recomienda cuando se cuenta con estación seca, personal especializado, equipo y materiales específicos, realizar estas operaciones utilizando concretos hidráulicos de las mismas especificaciones con que originalmente fueron construidos los pavimentos.

2.5.1 METODOS DE MANTENIMIENTO

Es importante tomar en cuenta que independientemente al tipo de bacheo a ejecutarse, antes de enviarse las cuadrillas de reparación, deben realizarse trabajos específicos, que tienen que ser ejecutados por técnicos especializados o personas capacitadas.

Estas labores previas al mantenimiento propiamente dicho, comprenden la determinación de:

- a) áreas dañadas
- b) límites a reparar
- c) causas de las fallas
- d) medidas para evitar su repetición
- e) hacer un registro de las áreas a reparar para calcular el personal, equipo y materiales a emplearse.
- f) y todos los demás datos que sean de importancia para el buen mantenimiento de los concretos hidráulicos.

2.5.2 FORMA Y TAMAÑO DE LOS AGUJEROS PARA EFECTUAR EL BACHEO

La forma y tamaño de los agujeros a bacheo es muy importante es cuanto a la durabilidad y costo del bacheo. Los baches a repararse deben agrandarse hasta una forma y tamaño tales que su reparación sea funcional y durable. Los agujeros a bacheo que por su forma y tamaño han dado los mejores resultados en la práctica, son los siguientes:

- Baches rectangulares que tengan un mínimo de 1.20 metros de largo en el sentido de la junta transversal por el ancho de una vía o bien por el ancho completo de la carretera.
- Baches rectangulares con la base a lo largo de las orillas interiores o exteriores de los pavimentos, con una distancia mínima de 1 m. a las juntas transversales y 1.20 m. mínimo en su dimensión perpendicular a las juntas longitudinales; lo conveniente sería que esta dimensión llegara al centro de la losa y debe tenerse como regla general que la nueva junta normal al tráfico no quede sobre la rodada de los vehículos, como se indica en la figura.
- Baches en forma irregular cuyos límites están determinados por dos extremos de las roturas. Es recomendable que los cortes tengan en sus caras un mínimo de 1.20 m., ángulos no menores de 60° y una distancia mínima a la junta transversal de 1.00 m. y como regla general ninguna junta debe quedar sobre la rodada de los vehículos como se indica en la figura.
- Baches en forma triangular con base a lo largo de las orillas interiores o exteriores de los pavimentos. Se recomienda que la distancia mínima a las juntas transversales sea de 1.00 m., los ángulos interiores de 60° , la dimensión de sus lados no menores de 1.20 m. y su vértice fuera de la rodada de los vehículos como se indica en la figura.

- Baches en forma de triángulo rectángulo con sus lados apoyados en las juntas longitudinales y transversales deben tener una longitud no menor de 1.20 m. y su vértice no debe quedar sobre la rodadura de los vehículos.

En cuanto a la profundidad de los baches se recomienda tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

En los primeros 4 ó 5 cms. de profundidad el corte debe ser vertical y liso, el resto debe tener la cara áspera para dar mayor adherencia entre los materiales y en una pendiente que puede variar desde la vertical hasta un máximo de 1:4.

2.5.3 DEMOLICION DEL PAVIMENTO

Para obtener las condiciones anteriores es necesario marcar los baches claramente utilizando pintura y regla. Es importante contar con cuadrillas entrenadas que sigan exactamente en los cortes el trazo marcado con la regla y la pintura. Para hacer este trabajo se recomienda usar una sierra para cortar concreto en los primeros 4 ó 5 cms. de profundidad, el resto se romperá o quebrará en pequeños pedazos por medio de cinceles neumáticos, martillos de aire, taladros de mano o almádanas. El área quebrada debajo del corte de la sierra se deja marcadamente rugosa e irregular, pero en planos verticales o en una pendiente máxima de 1:4; esto tiene por objeto dar mayor adherencia entre el material del bache y el pavimento existente, facilitando la transmisión de las cargas y restringiendo sus movimientos.

Si no se tienen sierras de concreto, pueden usarse martillos de aire con barrenos de cincel para hacer el primer corte. Operadores experimentados en el empleo de este equipo, pueden moviendo continuamente el cincel a lo largo de las líneas marcadoras de los baches hacer cortes similares a las obtenidas en las sierras en los primeros 4 ó 5 cms.; el resto del trabajo en la demolición del bache se hace como se indicó anteriormente.

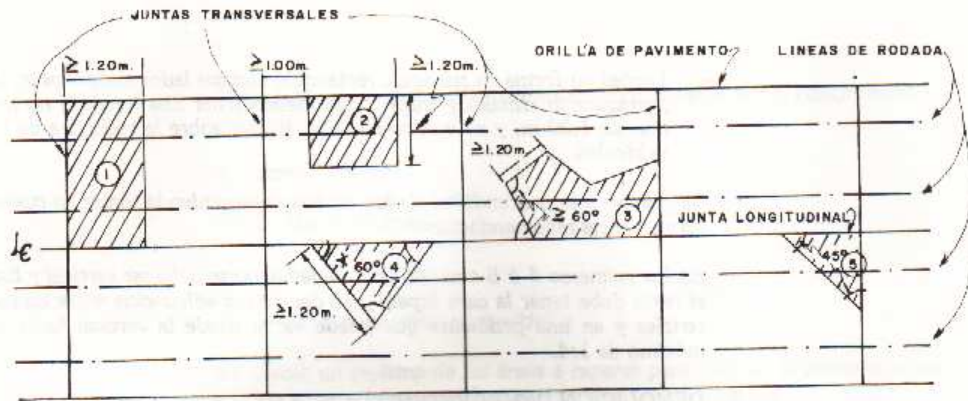
2.5.4 PREPARACION DE LA SUBRASANTE

Terminada la demolición de la parte dañada, se procede a eliminar el material de la losa así como eliminar y corregir el material de base.

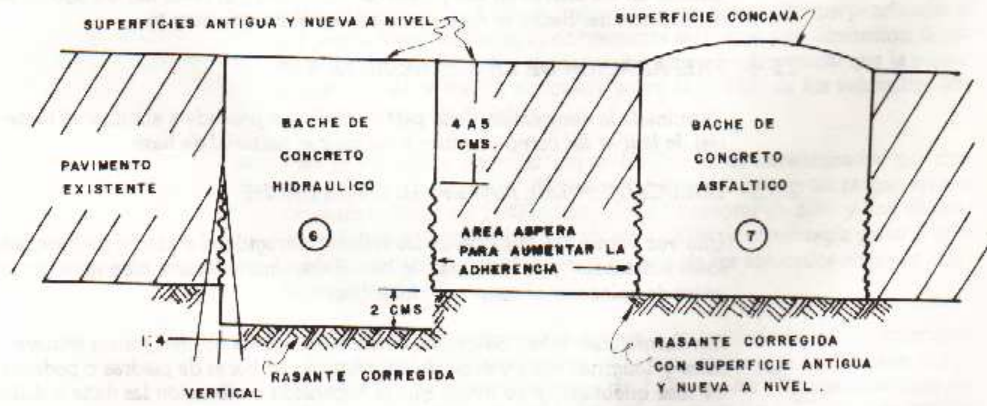
2.5.5 COLOCACION DEL MATERIAL EN EL BACHE

Una vez eliminada la causa de las fallas y corregido el material de base, las losas existentes y el material de base deben humedecerse bien unas horas antes de colocarse el concreto hidráulico.

Las formaletas deben colocarse únicamente en los bordes, juntas transversales y longitudinales y éstas deben conservarse libres de piedras o pedazos de losa quebrada, para evitar que la expansión o vibración las dañe o dañe las losas adyacentes.



NOTA: ES IMPORTANTE NOTAR ADEMAS DE LOS ANGULOS Y DIMENSIONES ANOTADAS QUE LOS CORTES ESTAN TOTALMENTE FUERA DE LAS LINEAS DE RODADA DE LOS VEHICULOS.



Es recomendable que el bache tenga como mínimo 2 cms. más de profundidad que la antigua losa en la parte inferior y en la parte superior debe tener las mismas pendientes (longitudinal y transversal).

Debe tenerse especial cuidado cuando el bache sea reparado con concreto asfáltico que la base quede a la misma altura de la subrasante de la losa, e imprimir las para evitar la formación de bolsas de agua que posteriormente permita la formación de un nuevo bache.

CAPITULO III

MANTENIMIENTO EN DERECHOS DE VIA

3.1 LIMPIEZA Y CHAPEO

3.1.1 Descripción

En las labores de mantenimiento de carreteras, se denomina limpieza y chapeo a la operación de cortar todo el exceso de vegetación que dentro del derecho de vía haya crecido.

Es importante que la vegetación tanto en los hombros como en los taludes se mantenga a una altura razonablemente baja, que permita:

- a) La máxima visibilidad de la vía y de las señales de tránsito.
- b) El escurrimiento de las aguas superficiales y de lluvias.
- c) Una mejora en el panorama de la vía para evitar tensiones a los usuarios.

3.1.2 INSPECCION

Con el objeto de mantener las carreteras libres de obstáculos, basuras, y malezas, es necesario que dentro de la rutina diaria del trabajo, se observe una vigilancia permanente para lograr este propósito.

3.1.3 FORMAS DE EFECTUAR LA OPERACION DE LIMPIEZA Y CHAPEO

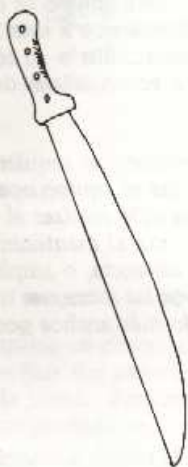
Se recomiendan tres métodos:

- A) Método Manual
- B) Método Mecanizado
- C) Método Químico (Hierbidas)

A) METODO MANUAL

En los países en donde hay abundancia de mano de obra es muy frecuente el uso del método manual para la limpieza y chapeo del derecho de vía. La herramienta más usada es un cuchillo de 70 centímetros de longitud.

Cuando se usa el cuchillo se recomienda que el trabajador utilice a la vez una vara de madera que termine en gancho, llamada "garabato". Esta tiene varios usos: permite que el trabajador no se agache demasiado, obteniéndose más rendimiento al no fatigarse; que no tome con la mano la maleza evitando



MACHETE



GARABATO

así el contacto directo con animales y plantas dañinas; facilita la recolección de la maleza cortada.

Una vez cortada la maleza se recoge en varios montones y se quema, evitando con esto botarla en sitios distantes del trabajo. Al quemar la maleza debe de tenerse especial cuidado para que el fuego no se propague más allá del derecho de vía.

B) METODO MECANICO

Este método utiliza principalmente una chapeadora rotatoria acoplada a un tractor de llantas de hule (agrícola). Este equipo es de alto rendimiento y bajo costo de operación. Es conveniente que a este equipo lo acompañen dos trabajadores con sus cuchillos para auxiliarlo en zonas en que la chapeadora no se puede acercar lo suficiente, como señales de tránsito, puentes, alcantarillas, árboles grandes, etc.

Para la aplicación correcta de este método se requiere que los espaldones sean lo suficientemente anchos para que el equipo opere cómodamente. De no tener el ancho suficiente será necesario realizar el movimiento de tierra necesario para adaptar el derecho de vía al mantenimiento mecanizado de maleza, ya sea ampliando los taludes de corte, o ampliando los rellenos. Es recomendable que en proyectos nuevos las secciones transversales se diseñen de manera que los espaldones sean lo más anchos posibles para permitir la limpieza mecanizada.

C) METODO QUIMICO

Este método se lleva a cabo mediante el uso de sustancias químicas llamadas hierbicidas. Los hierbicidas resultan muy efectivos en el control de la vegetación.

Existen dos tipos principales de hierbicidas:

1. Los que matan toda la parte del arbusto o vegetación que está expuesta al aire, pero no matan la raíz.
2. Los que matan tanto la parte aérea de la mata, como también la raíz.

El uso de uno de los dos tipos de hierbicidas dependerá del grado de limpieza que se necesite. Por ejemplo alrededor de señales de tránsito, en cunetas y otros sitios especiales, será preferible la eliminación de la vegetación o la esterilización total del terreno. Pero en los espaldones y en general en el resto del derecho de vía no es conveniente la esterilización del terreno porque con las lluvias de seguro se provocará la erosión del terreno, además en la época seca del año se presentarían problemas por exceso de polvo en la carretera con los naturales inconvenientes que esto ocasiona a los usuarios.

Con la aplicación de los hierbicidas bastará con un máximo de dos aplicaciones por año (al principio y al final del invierno) para mantener el derecho de

vía en condiciones aceptables.

Vale la pena mencionar que si el derecho de vía se mantiene sembrado con zacate o grama, existen hierbidas que no atacarán al zacate y solamente reaccionarán con el resto de la vegetación dañina y de hoja ancha.

Es recomendable que el equipo que se utilice tenga un tanque de 500 galones de capacidad como mínimo, y que tenga los tubos y boquillas de descarga de alta capacidad capaces de cubrir las secciones de derecho de vía que se quieran tratar, en una sola pasada y a una velocidad razonable para obtener un buen rendimiento.

3.2 ESPALDONES (Hombros)

3.2.1 ESPECIFICACIONES

Los hombros deben conservar como mínimo la misma pendiente de la superficie de rodadura, pero generalmente es recomendable que tengan un 2 / más que aquella, para facilitar la evacuación rápida de las aguas superficiales. Es importante que los hombros mantengan la misma pendiente de diseño; pues generalmente ocurre que debido a un mantenimiento deficiente el espaldón se va haciendo más alto que la superficie de rodadura, provocando efectos nocivos como:

- a) Deficiente evacuación de las aguas superficiales hacia la cuneta, ocasionando que el agua permanezca más tiempo en la calzada, lo que facilita infiltraciones a la base y subbase con el correspondiente deterioro del pavimento.
- b) Por falta de la conformación adecuada impide que esta zona se ocupe como área de estacionamiento ocasional para los vehículos que así lo necesitan.

Los hombros deben de construirse apoyados en la subrasante, con un material selecto o granular y con un acabado de los siguientes tipos:

- Una capa de imprimación con un producto asfáltico, cuidando que la imprimación se mantenga adecuadamente. Con este sistema el espaldón se conservará en óptimas condiciones casi indefinidamente.
- Una capa de tierra orgánica, recubierta con vegetación apropiada (zacate o grama). Es importante un eficiente mantenimiento en este caso para conservarlos en la forma en que fueron construidos. Especial cuidado debe tenerse de no dejarlos completamente desnudos pues esto provocará una rápida erosión en presencia del agua.

Este método es más económico en su construcción, pero su mantenimiento es más alto.

Es importante tomar en cuenta que otra de las funciones principales del hombro

es servir de soporte lateral a la estructura del pavimento. Esto implica que la unión de ambos debe mantenerse cuidadosamente, ya que de no ser así el escurrimiento de las aguas se podría realizar en la unión de ambos materiales, provocando la consecuente socavación en la base y la subbase, que producirían fallas en la superficie de rodamiento y en general en la estructura, que se manifestarán como grietas, desquebrajamientos, hundimientos, etc.

3.2.2 INSPECCION

Esta operación se debe de realizar frecuentemente ya que los espaldones pueden presentar fallas por razones de uso o de construcción. En general se recomienda una revisión cuidadosa al inicio y al final de la estación lluviosa.

3.2.3 LIMPIEZA

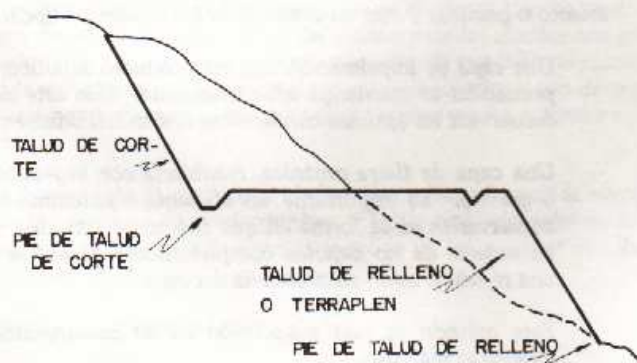
Los hombros deben de mantenerse siempre limpios y libres de obstáculos como piedras, palos, pequeños derrumbes, etc.

3.2.4 MANTENIMIENTO Y REPARACION

El mantenimiento y reparación de los hombros debe realizarse de acuerdo a las recomendaciones anteriores, y las especificaciones para bases, subbases, imprimaciones, limpieza y chapeo.

3.3 TALUDES

Las carreteras en toda su longitud están limitadas lateralmente por taludes de corte o de relleno.



3.3.1 ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE TALUDES Y RECOMENDACIONES PARA SU CONSERVACION

Para que los taludes puedan conservarse correctamente, deben cumplirse las especificaciones tanto de construcción, como de mantenimiento y/o reparación.

A- ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE TALUDES



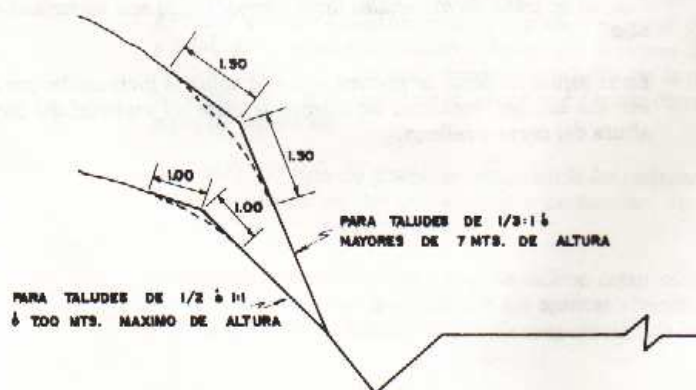
Los taludes deben de construirse con pendientes que varían en relación a su altura: cuando se trate de taludes de corte en roca se construyen con una pendiente de $1/4:1$, independientemente de su altura; lo mismo que cuando se trate de materiales limo-arenosos, que son materiales muy estables.

En la siguiente tabla se presentan datos sobre la inclinación que deben tener los taludes, tomando en cuenta la clase de material del terreno y la altura del corte o relleno.

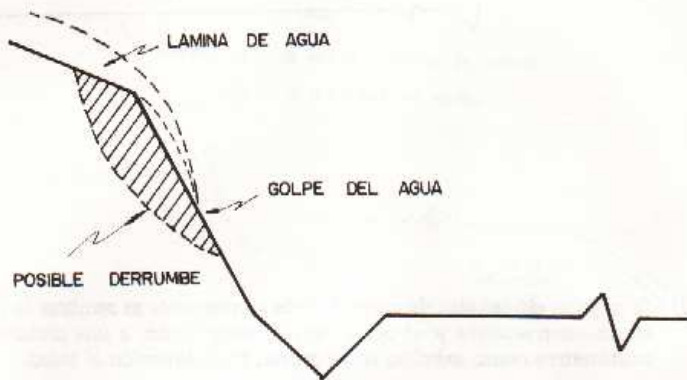
CLASE DE MATERIAL	ALTURA	INCLINACION
CORTE		
Roca	Cualquiera	1/4:1
Limo-Arenoso	Cualquiera	1/4:1
Material Común	0 a 3 metros	1:1
Material Común	3 a 7 metros	1/2:1
Material Común	Más de 7 metros	1/3:1
RELLENO		
Todo material	0 a 3 metros	2:1
Todo material	Más de 3 metros	1 1/2:1

TALLADO DE TALUDES EN CORTE

Una vez que los taludes han sido cortados es conveniente que se les redondee la parte superior. Si este trabajo no se hizo durante la construcción debe de efectuarse como parte del mantenimiento de las carreteras, recomendándose como buena práctica hacerlo a 1.50 metros para arriba y para abajo de la línea de corte de la ladera.



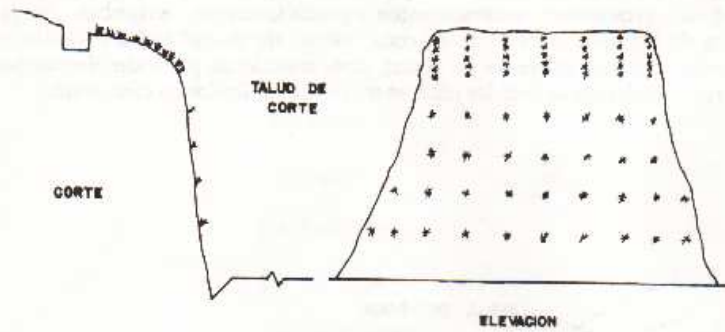
Si el redondeo de los taludes no se hace a su debido tiempo, es posible que el agua al caer de la ladera al corte, no corra pegada al terreno, sino que salte al llegar a la orilla, golpeando el talud, provocando socavamientos y posteriormente derrumbes. Por la misma razón en la cara de los taludes de corte en roca, deben eliminarse todos los salientes que no permitan un escurrimiento suave de las aguas, pues además de provocar derrumbes pueden ocasionar serios accidentes al caer las piedras sobre los vehículos en circulación.



B- REPARACION Y MANTENIMIENTO DE LOS TALUDES

Quando los taludes de corte o de relleno se han estabilizado, es conveniente protegerlos de tal manera que se conserven en la forma en que fueron diseñados, recomendándose el siguiente procedimiento.

- Si los taludes tienen sus caras lisas, es conveniente cubrirlas con gramíneas rastreras, como Quicuyo en climas fríos, y estrella africana en climas cálidos. También pueden emplearse otras gramíneas similares que estén más aclimatadas a la zona, trabajándose en la siguiente forma.



- a) Si se trata de taludes de corte, lo más conveniente es sembrar la grama entre la contracuneta y el corte propiamente dicho, a una distancia de 30 centímetros como máximo entre grúas, y en dirección al talud.

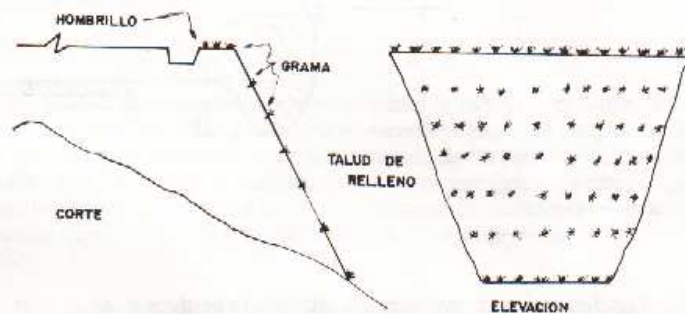
Este tipo de grama es muy exuberante y en poco tiempo se tendrán los taludes completamente recubiertos. Inclusive las raíces son profundas y expansivas, formando un colchón protector muy impermeable, además del aspecto agradable que presentará. Cuando se necesita un recubrimiento más rápido se puede acelerar, sembrando en la cara del talud matas de grama.

- b) Si se trata de taludes de relleno que son más accesibles para trabajarlos y también más susceptibles a erosionarse, es conveniente sembrar la grama también a treinta centímetros de distancia entre sí pero en sentido horizontal, en el entendido que en el hombrillo la grama debe sembrarse en dirección del talud. En ambos casos la siembra de la grama puede hacerse en época seca, si se puede regar, en caso contrario conviene hacerlo al principio de las lluvias.

En cuanto al tipo de grama, se recomienda las rastreras pues tienen la ventaja que además de dar una excelente protección, no crecen demasiado y su mantenimiento es económico.

Los taludes tanto en corte como en relleno están constantemente expuestos a la erosión por la acción de los agentes atmosféricos, tales como el viento, la lluvia, la temperatura y la evaporación de la humedad del suelo,

cuando están secos y son poco cohesivos, fácilmente son arrastrados cambiando las pendientes de construcción de los taludes y facilitando derrumbes y asentamientos. En épocas secas y con altas temperaturas, la evaporación alcanza tal grado que resquebraja los suelos y con las lluvias el agua se filtra, provocando derrumbes y deslaves; en algunos suelos, el aumento o disminución del volumen provocado por cambios de temperatura y/o humedad, es causante de derrumbes o deslizamientos.



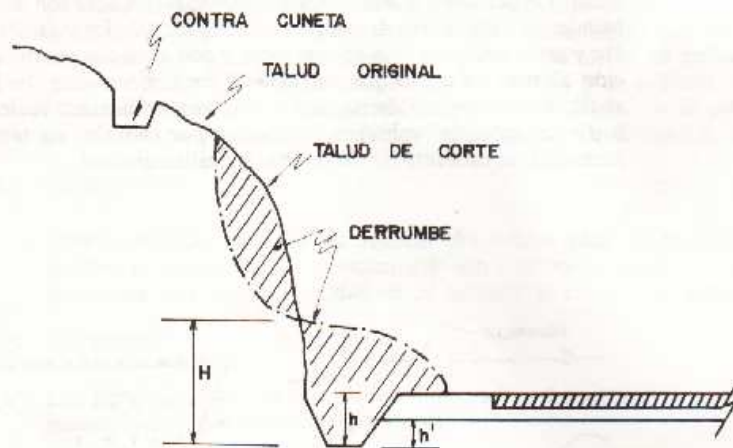
3.3.2 FRECUENCIA DE LA OPERACION

El mantenimiento de los taludes debe de realizarse periódicamente para evitar daños mayores, y por supuesto mayores trabajos, con gran demanda de recursos.

3.4 DERRUMBES

Se les llama a los desprendimientos de los suelos en los taludes de corte.

Estos pueden ser pequeños o grandes, pero siempre tendrán un efecto negativo para la estructura de la carretera, pues al obstruirse la cuneta se producen daños directamente en la calzada, además de los peligros para los usuarios al estrecharse el área de circulación.



Los derrumbes causan efectos totalmente nocivos pues:

- Evitan el libre flujo del agua en las cunetas.
- Siendo la altura del derrumbe (H) superior a la de la línea central de la carretera, la humedad del pavimento no se elimina saturando los materiales y facilitando la destrucción del mismo.

3.4.1 ELIMINACION DE DERRUMBES

Los derrumbes deben ser eliminados en el menor tiempo posible. Por supuesto esto depende de la magnitud del mismo y de los medios con que se cuente para removerlo. Si son relativamente pequeños la cuadrilla de mantenimiento encargada del tramo correspondiente puede eliminarlo; si son de gran magnitud conviene por rapidez y economía usar equipo como cargadores, palas, tractores, etc.

Es importante la escogencia de un sitio adecuado para la eliminación del material proveniente de los derrumbes. El sitio escogido debe ser lo suficientemente amplio para permitir la entrada y salida de los equipos que lleguen a descargar material.

Se debe tener especial cuidado en:

- a) Que los materiales descargados no obstruyan o desvíen la entrada o salida de alcantarillas, canales, tuberías, etc.
- b) Que los materiales descargados no se coloquen sobre rellenos; ya que si no se compactan fácilmente se saturan provocando posteriores deslizamientos.

3.4.2 PREVENCIÓN DE DERRUMBES

Se puede decir que existen dos tipos de derrumbes. Los previsibles y los no previsibles. Para los primeros se aconseja aplicar lo expuesto en el Artículo 3.3 y para los segundos, eliminarlos siguiendo los procedimientos que se indican a continuación.

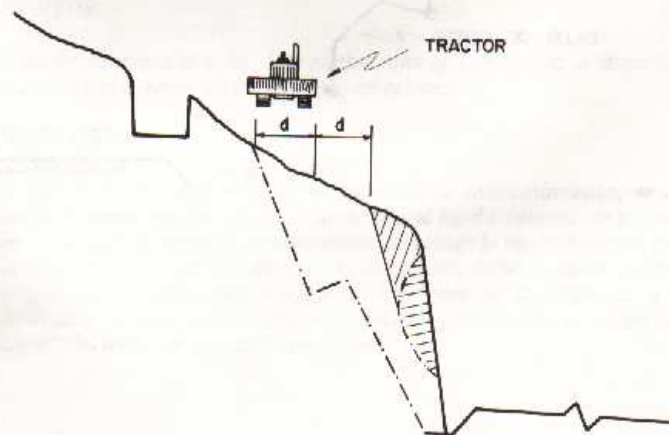
- Cuando el talud se desploma pero el material no es deleznable, es aconsejable cortarlo o tallarlo con un arreglo de reposo mayor que el original, eliminando la concavidad dejada por el derrumbe.

Para ejecutar estos trabajos puede seguirse el procedimiento de terrazas construyendo una o más según sea la altura del talud. El ancho de cada terraza debe de ser de por lo menos dos veces el ancho del tractor; para que este tenga suficiente espacio para maniobrar cómodamente.

- Cuando el talud proviene de un material deleznable, la nueva línea del talud deberá ser más acostada entre más deleznable sea el material y mayor altura tenga el talud.

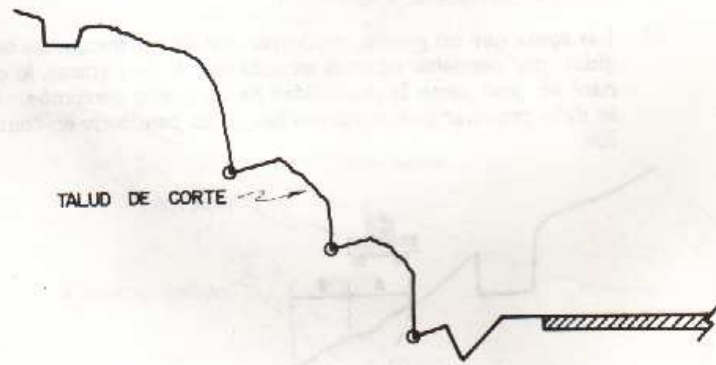
El método de las terrazas es el más recomendado para la conservación de los taludes pues presentan dos ventajas muy favorables que son:

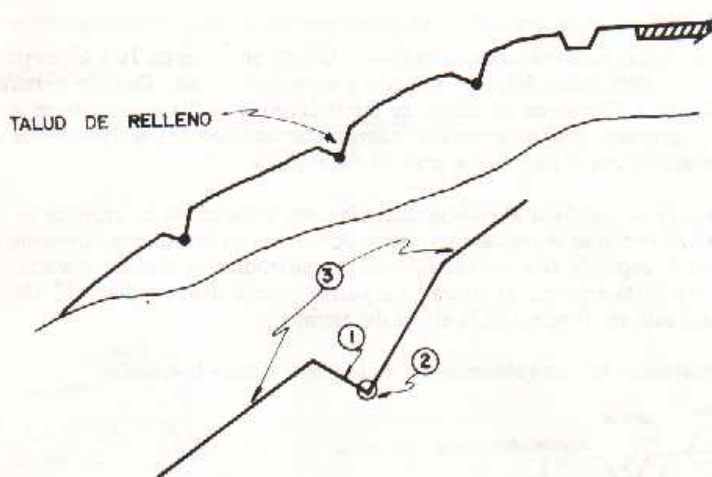
- a) Los nuevos derrumbes (si se produjeran) caerán sobre las mismas terrazas y no sobre el camino, y si cayera sobre el camino, solo sería una pequeña parte del derrumbe.
- b) Las aguas que no puedan recogerse con las contracunetas serán recogidas por pequeñas cunetas en cada una de las terrazas, lo que eliminará en gran parte la posibilidad de un nuevo derrumbe. Para esto se debe procurar que la terraza tenga una pendiente en contra del talud.





En aquellos taludes, tanto de corte como de relleno, donde para su estabilización es necesario construir terrazas relativamente grandes, se recomienda el siguiente procedimiento.





Las terrazas se construirán siguiendo planos horizontales longitudinalmente con pequeñas inclinaciones en sentido transversal, que permitan el escurrimiento del agua.

El piso de la terraza (Nº 1 en dibujo) debe de ser inclinado para que el agua en vez de correr en la cara del talud (Nº 3 en dibujo) erosionándolo, escurra hacia el fondo (Nº 2). El piso (Nº 1) debe de protegerse ya sea con piedra o grama.

Este procedimiento se recomienda por ser rápido y económico y porque no se necesita más que un tractor de oruga de tamaño pequeño o mediano.

Después de construidas las terrazas en los taludes de corte, es necesario protegerlas construyendo en la parte superior y a una distancia no menor de cinco metros del borde, una contracuneta que se aconseja impermeabilizar para proteger las terrazas de posibles filtraciones que provocarían un efecto negativo, pues en vez de proteger podrían facilitar la formación de nuevos derrumbes.

La contracuneta también evita que el agua de las laderas corra en el plano de los taludes.

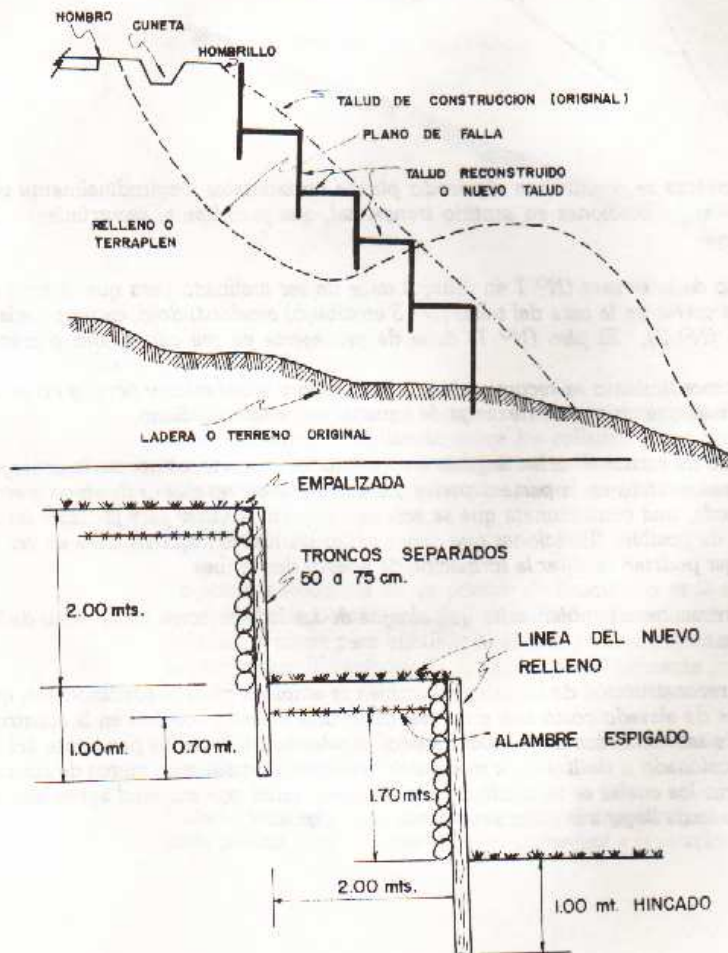
En la reconstrucción de los taludes también se emplean otros procedimientos, que aunque de elevado costo son muy efectivos; uno de estos consiste en la construcción de tablestacados de troncos rústicos, siguiendo las líneas de pendiente del talud erosionado o deslizado, a manera de ir formando pequeños muros de contención tras los cuales se va conformando el nuevo talud con material apropiado de relleno hasta llegar a la parte superior de los troncos.

El tablestacado de troncos se empieza por la parte inferior o pie del talud, con piezas de tres metros de altura, hincándolos a distancias que varían de cincuenta a sesenta y cinco centímetros, centro a centro, según las condiciones del terreno. De esta manera se levanta una empalizada de troncos rústicos de pequeño diámetro.

Al terminar la empalizada, se coloca el relleno en capas de 10 a 20 centímetros de espesor, compactándolas de acuerdo a especificaciones. Cuando el relleno ha alcanzado 1.70 metros de altura, se inicia la segunda fila a dos metros de distancia de la primera, y se amarran con alambre las cabezas de los troncos del primer tablestacado con el piso de los troncos del segundo.

Después se continúa el relleno hasta la parte superior de los troncos de la primera fila. Al terminar la primera terraza se continúa con la segunda, llevando con el relleno la segunda fila del tablestacado, repitiéndose la misma operación sucesivamente hasta alcanzar la altura de la parte superior del terraplén. El número de terrazas está en función de la altura del terraplén.

Construidos los terraplenes se deben proteger contra la erosión.

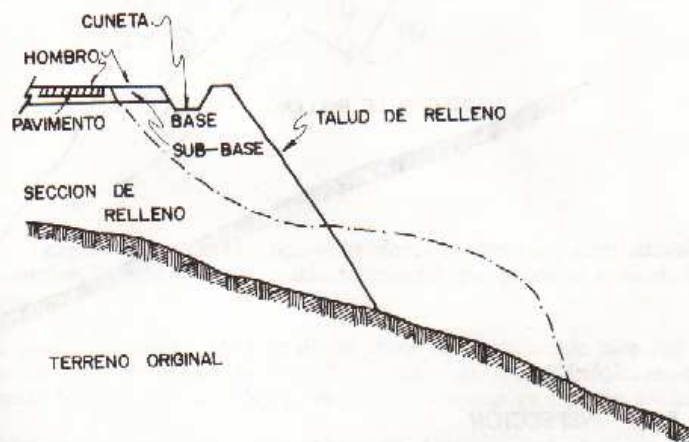


3.5 DESLIZAMIENTOS

Se llama deslizamientos a los desplazamientos de los materiales en los rellenos.

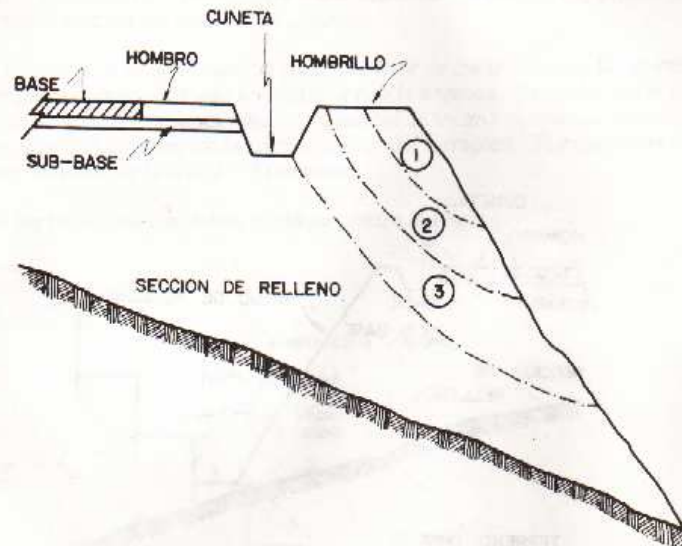
3.5.1 CAUSAS

Las causas de los deslizamientos pueden ser:



- Taludes no contruidos con las especificaciones de inclinación o estructura de los suelos empleados.
- No haber realizado en el terreno donde se asientan los rellenos, - durante su construcción - una adecuada limpia y chapeo con su correspondiente rampeo, para darle adherencia entre el terreno original y el nuevo.
- No construir subdrenajes apropiados en terrenos húmedos.
- Rellenos que durante su construcción no fueron compactados con humedad óptima y densidad máxima.
- Aguas que provenientes de cunetas o subdrenajes descargan sobre los taludes; o aguas superficiales que no se encauzan apropiadamente a terreno firme.

Generalmente el hombrillo comienza a deteriorarse a causa de las lluvias, paso de peatones, paso de ganado, etc. y de no repararse rápidamente se corre el riesgo que el deterioro avance, hasta llegar al punto de no tener suficiente apoyo lateral, aún cuando la cuneta sea revestida, rompiéndose y obligando al agua a precipitarse sobre el relleno destruyéndolo rápidamente.



3.5.2 INSPECCION

Los deslizamientos excepto casos muy especiales, pueden controlarse si se mantiene una estricta vigilancia sobre los rellenos, pues generalmente comienzan por pequeños asentamientos o grietas en la corona, que paulatinamente facilitan las filtraciones hasta formar los planos de deslizamiento.

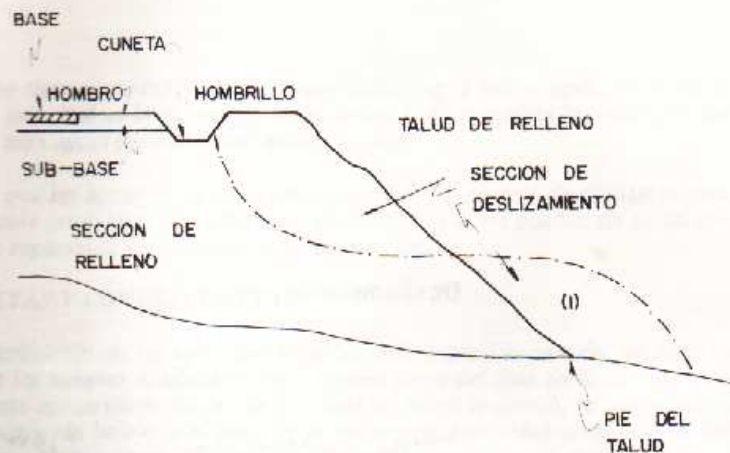
3.5.3 REPARACION

La primera evidencia de un posible deslizamiento es la aparición de grietas sobre la calzada o sobre el talud de relleno. Es entonces cuando es importante estudiar la causa para eliminar el efecto, procediendo a sellarlas inmediatamente para evitar filtraciones de agua que posteriormente prorroguen deslizamientos.

Si esto llegara a ocurrir debe procederse a reparar el daño siguiendo los métodos recomendados anteriormente.

Cuando los deslizamientos son de gran envergadura y sea necesario usar maquinaria pesada para su reparación, se procederá a repararlos en forma similar a los

derrumbes, con las siguientes variantes:



- a) La sección de deslizamiento (1) debe eliminarse cuando esté saturada.
- b) El trabajo debe principiarse por la parte inferior del talud, distribuyendo el material en capas no mayores de 20 centímetros, en rampas suficientemente anchas que permitan una buena movilidad a la maquinaria, tanto de acarreo como de compactación. Las capas deben de compactarse a la densidad máxima.

Es importante escoger materiales de buena calidad para realizar el relleno, y posteriormente proteger el talud de acuerdo a los artículos anteriores.

3.6 HUNDIMIENTOS

Se denomina hundimientos a las depresiones que se forman en la superficie de rodamiento de la carretera, tanto en corte como en relleno.

3.6.1 INSPECCION

En los recorridos que efectúa el personal de mantenimiento, se debe inspeccionar la presencia de hundimientos, con el fin de determinar su causa y proceder a corregir el origen y posteriormente realizar la reparación del hundimiento. En algunos casos los hundimientos, se pueden deber a fallas geológicas, a una compactación deficiente, a aguas subterráneas no controladas, a subdrenajes obstruidos, a alcantarillas que se quiebran y provocan el consecuente hundimiento del material que está por encima, etc.

Deslizamiento



CAPITULO IV

DRENAJES

Los drenajes tienen una función muy importante para la conservación de las carreteras, pues su función principal es la de evacuar en el menor tiempo posible las aguas que fluyen a/o de las vías, ya sean aguas superficiales o subterráneas.

En el caso que las aguas no se controlen a través de un sistema de drenaje adecuado, los daños que puede producir en los diferentes elementos de la vía pueden ser de tal gravedad, que no admiten reparación y sea necesario reconstruirlos.

4.1 CUNETAS Y CONTRACUNETAS

La eliminación de las aguas provenientes de la superficie de rodamiento se realiza a través de las cunetas, trasladándolas a lugares fuera del área de la carretera. Es muy importante conservar el fondo de la cuneta tal como se diseñó, ya que la profundidad debe de ser más baja que el nivel de la subrasante para interceptar además las aguas subterráneas provenientes de los diferentes elementos de la estructura del pavimento.

Las contracunetas son cunetas construidas en la parte alta de los taludes de corte, y su función es cortar las aguas que discurren por las pendientes naturales, antes de que dañen el talud de corte.

Las cunetas generalmente tienen la misma pendiente longitudinal que la de la calzada, sin embargo cuando esta pendiente es muy fuerte y los terrenos son muy deleznable, es aconsejable revestir las cunetas para evitar su erosión.

En algunos casos será necesario construir quiebra-gradientes para que las aguas pierdan energía y no dañen las cunetas.

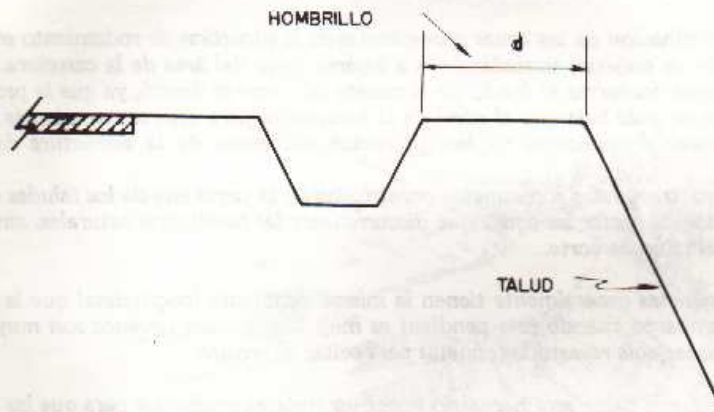
El revestimiento de las cunetas puede usarse empleando diferentes materiales.

Los más usados son:

- a) Cunetas revestidas con cascote y mortero
- b) Cunetas revestidas con cascote y hormigón
- c) Cunetas revestidas con material bituminoso
- d) Cunetas revestidas con toba cemento plástica
- e) Cunetas revestidas con concreto asfáltico en caliente.
- f) Cunetas revestidas con concreto asfáltico en frío
- g) Cunetas revestidas con concreto hidráulico

En los rellenos todas las cunetas deben de protegerse, revistiéndolas por alguno de los medios señalados.

Es importante que la cuneta quede suficientemente retirada del talud de relleno, formando entre ambos un hombrillo mínimo de 60 centímetros. El objeto de un hombrillo fuerte, es darle suficiente protección a los taludes de rellenos. Es muy corriente observar que estos se destruyen por falta de hombrillo amplio, pues al caer el agua en él, lo debilita y destruye, dando lugar a que la cuneta se rompa y toda el agua escurra directamente sobre el talud.



Es importante que las salidas o desfogues de las aguas se realicen lo más lejos posible del pie del talud de relleno. Si por razones técnicas o constructivas esto no fuera posible será absolutamente necesario revestir el canal de salida de las aguas dentro del talud de relleno.

Cuando los terrenos sean deleznable o erosionables y a los canales de salida no se les pueda dar una pendiente hidráulica razonable, los canales deben protegerse adecuadamente, recomendándose seguir el mismo procedimiento de los canales de salida en taludes de rellenos.

Tanto en las cunetas como en las contracunetas debe inspeccionarse el hombrillo, comprobando que esté lo suficientemente sólido, y que estas mantengan la sección transversal original, ya que si no tienen suficiente capacidad pueden provocar socavamientos que pondrían en evidente peligro la estructura de la carretera.

Una buena práctica es la de inspeccionar todos los drenajes cuando se suceden lluvias intensas, para determinar su correcto funcionamiento.

4.1.1 MANTENIMIENTO Y REPARACION

Por ser el agua no controlada el mayor enemigo natural de las carreteras, el mantenimiento de cunetas y contracunetas es muy importante, ya que con esto se logra conservarlas en un estado tal que permiten que las aguas sean desalojadas rápidamente.

Por lo tanto, el mantenimiento y reparación de las obras de drenaje debe realizarse continua y cuidadosamente.

4.1.2 ENCAUZAMIENTO DE LAS AGUAS

Todas las aguas deben desalojarse preferentemente a través de las cunetas, contracunetas, subdrenajes para lograr un absoluto control de las mismas. Cualquier cantidad de agua por pequeña que sea, si no está controlada tarde o temprano causará daños en los elementos de las carreteras, que pueden ser desde insignificantes hasta de grandes proporciones.

4.1.3 CONTROL DE LA EROSION

Un buen control y manejo de las aguas provenientes de las cunetas es siempre necesario, ya que cualquier elemento de la carretera aún bien protegido puede dañarse si sobre él hay escurrimiento de aguas mal controladas.

La pendiente ideal será aquella que no cause sedimentación ni cause erosión, considerándose que una pendiente mínima del 1/2 % no permite sedimentación, y una pendiente máxima del 2 % no causará erosión.

4.1.4 FRECUENCIA DE OPERACION

Las operaciones de mantenimiento en cunetas y contracunetas deben de realizarse constantemente, pero en especial a la entrada y durante la época lluviosa. Una buena práctica es la de realizar inspecciones cuando se presentan aguaceros fuertes, pues así se podrá determinar fácilmente si son de suficiente capacidad, y si se presentan obstáculos o puntos especiales que deben mejorarse para su correcta funcionalidad.

4.2 TUBERIAS

Las tuberías evacúan las aguas provenientes de las cunetas o de las cuencas hidrográficas, las cuales pueden ser permanentes como los riachuelos o variables como las aguas de lluvia.

La corriente de agua debe de entrar y salir de las tuberías en línea recta, pues un cambio brusco de la dirección en cualquier extremo provocará retardamiento en su circulación.

4.2.1 INSPECCION

Las tuberías que únicamente desaguan aguas de lluvia deben inspeccionarse con frecuencia, especialmente al inicio y durante el invierno; las que tienen escorrentía permanentemente deben de inspeccionarse en forma periódica.

Los principales puntos a inspeccionar son:

1. *Verificar la unión de los tubos, especialmente cuando son de concreto, pues son muy susceptibles a separarse por asentamientos del terreno de apoyo.*
2. *Verificar el desgaste, tanto en los tubos de concreto, como en los metálicos.*
3. *Observar posibles socavamientos a la entrada y salida de las tuberías.*
4. *Observar posibles quebraduras de los tubos, y de las cajas y cabezales.*

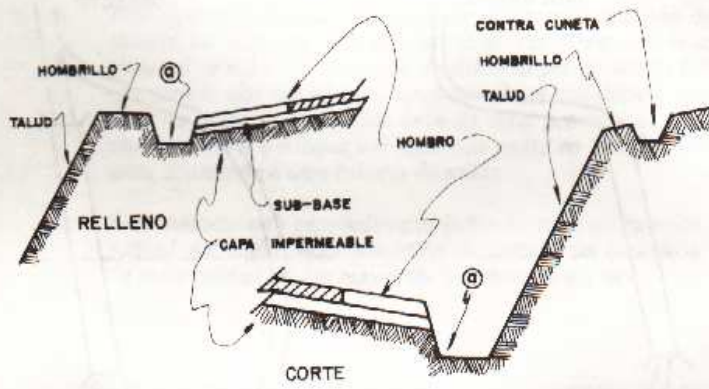
4.2.2 MANTENIMIENTO Y REPARACION

Las tuberías deben de mantenerse en buenas condiciones de funcionamiento sin desmejoramiento de su calidad, recomendándose proceder de inmediato cuando sea necesario seguir los siguientes lineamientos.

1. *Impermeabilizar las uniones de los tubos de concreto, con una mezcla de arena-cemento, limpiando previamente de cualquier impureza y material suelto.*
2. *En las tuberías que se han erosionado se puede seguir alguno de los siguientes sistemas, según sea el deterioro que presenten.*
 - i. *Colocar una capa de concreto no menor de 5 centímetros, reforzada con varilla Nº 2, espaciadas a 5 centímetros en ambas direcciones.*
 - ii. *Recubrir las juntas o las superficies gastadas después que hayan sido picadas y limpiadas con un cemento asfáltico de alta penetración.*
 - iii. *Recubrir los tubos gastados con medios tubos teniendo cuidado que las nuevas uniones no coincidan con las antiguas.*
3. *Cuando los aletones y los muros no presentan fallas o grietas, deben repararse conforme a los puntos 1 y 2 descritos anteriormente.*
4. *Las fundaciones socavadas deben rellenarse con concreto hidráulico de mediana resistencia y los rellenos socavados deben reponerse con materiales similares a los originales.*

4.2.3 ENCAUZAMIENTO DE LAS AGUAS

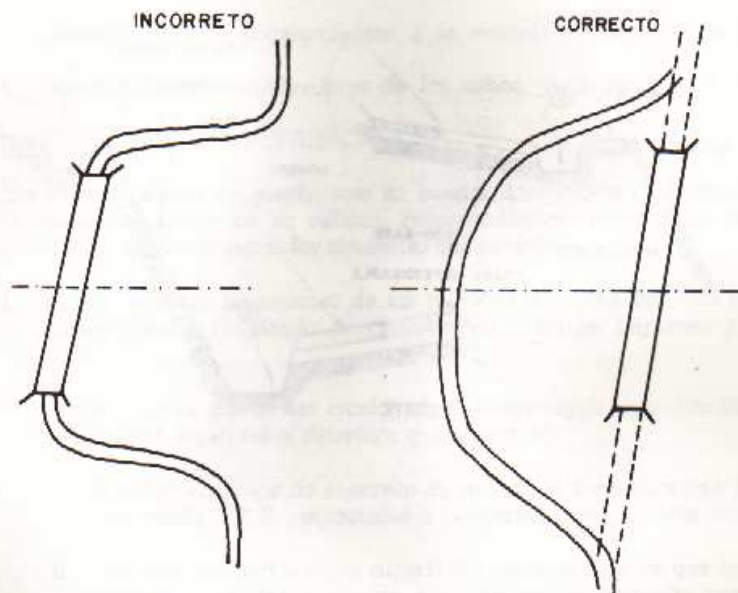
En el funcionamiento de las tuberías es muy importante que las aguas fluyan de manera encauzada, suave, sin choque a la entrada, y tengan una salida libre. Si estas condiciones se mantienen se eliminarán muchos problemas de



mantenimiento.

Para lograr este propósito, debe eliminarse cualquier obstáculo que interfiera con la libre circulación del agua. Aquellas tuberías que por deficiencia en su construcción o funcionamiento presenten problemas, deben de mantenerse en observación para reparar los daños o corregir los defectos.

El uso de gaviones para el encauzamiento de las aguas resulta práctico por su rapidez de colocación y economía en materiales y mano de obra.



4.3 CAJAS

Las cajas sustituyen a las tuberías para permitir el paso de mayores volúmenes de agua o bien para soportar rellenos más grandes.

Las operaciones de mantenimiento de las tuberías también son aplicables a las cajas.

4.4 SUBDRENAJES

Los principales métodos que se usan para controlar las condiciones de flujo de agua en terracerías y mejorar las condiciones de estabilidad de cortes, terraplenes, y pavimentos, son los siguientes:

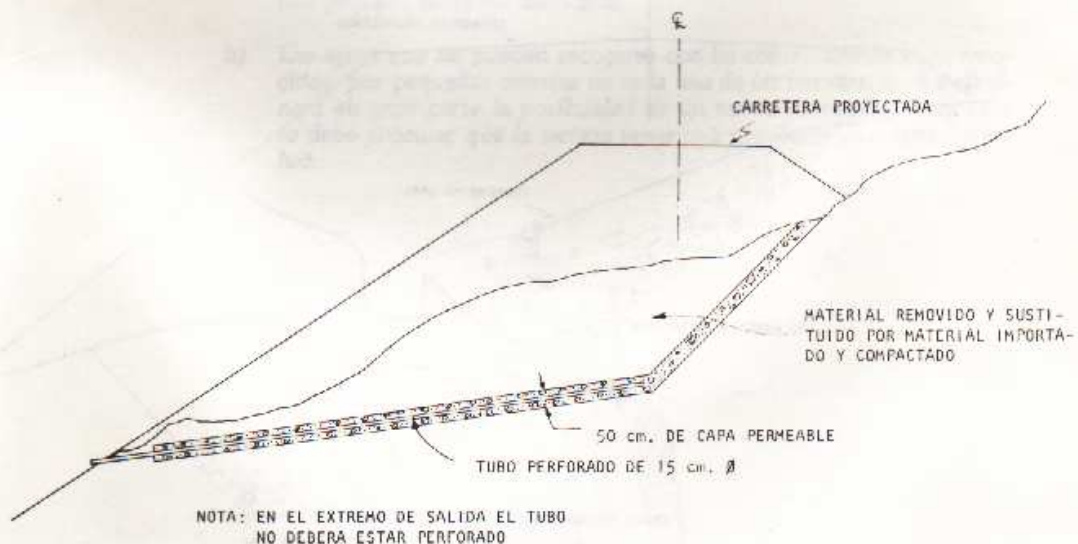
1. Remoción de material inapropiado y construcción de una capa permeable.
2. Trincheras estabilizadas.
3. Subdrenajes transversales de penetración.
4. Pozos de alivio.
5. Subdrenajes y capas permeables.

4.4.1 REMOCION DE MATERIAL INAPROPIADO Y CONSTRUCCION DE UNA CAPA PERMEABLE

Esta operación consiste en remover el material saturado de mala calidad y sustituirlo por uno de calidad aceptable. Previamente a la colocación del nuevo material se colocará una capa de material permeable de 0.50 metros de espesor que será la que dé salida al agua que fluye por debajo del terreno natural. La capa de material permeable debe de estar provista de una tubería perforada o porosa para el desfogue del agua que capte en el sitio. Esta tubería deberá de estar conectada a otra tubería de salida.

Este método está especialmente indicado para mejorar las condiciones de estabilidad del suelo de cimentación de terraplenes cuando el espesor de material de mala calidad no sea mayor de 5 metros de espesor.

1. REMOCION DE MATERIAL BLANDO Y COLOCACION DE UNA CAPA PERMEABLE BAJO TERRAPLENES

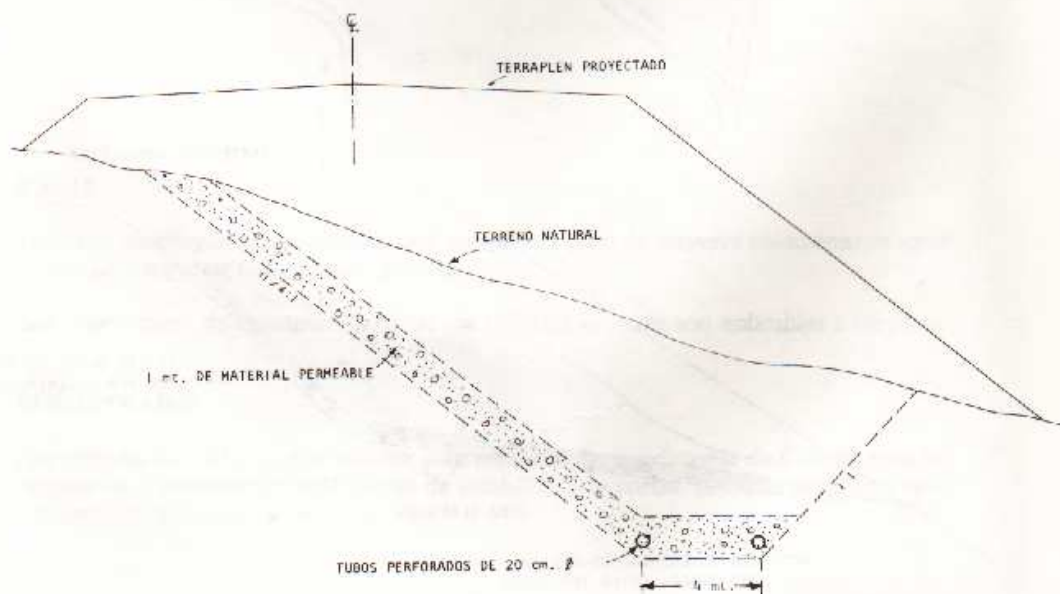


4.4.2 TRINCHERAS ESTABILIZADAS

Cuando el espesor de material a sustituir es mayor de 5 metros el procedimiento anterior resulta difícil y costoso de realizar y en estos casos es suficiente con mejorar las condiciones de estabilidad en el terreno natural en una zona de magnitud tal que la estabilidad del terreno se vea incrementada en la debida proporción. El procedimiento de las trincheras estabilizadas tienen como finalidad captar el flujo del agua en la zona bajo el terraplén a construir, disminuyendo en esta forma las fuerzas de filtración y las presiones del agua en la zona mencionada.

Este método consiste en excavar una trinchera como se muestra en la figura y colocar capas permeables en el talud terreno arriba y en la base de la trinchera, después de lo cual vuelve a rellenarse la trinchera excavada usando el mismo material que fue excavado. Estas trincheras dependiente de la relación de sus dimensiones en el sentido longitudinal y transversal al camino, se clasifican como trincheras longitudinales o trincheras transversales.

Las trincheras siempre llevan un sistema de tubería perforada para evacuar el agua que la capa permeable está captando. En el caso de una trinchera longitudinal, suelen construirse desfogues transversales; las trincheras son de 3 a 15 metros de profundidad y los taludes con que deben construirse dependerán del terreno de que se trate, pues lo único que se requiere es que dichos taludes sean estables durante la construcción de la misma. Para alturas menores de 5 metros inclinaciones 1:1 han sido satisfactorias pero para alturas mayores se recurre a taludes de 1 1/2:1. El ancho de las bases de la trinchera debe ser el requerido para que las máquinas de excavación trabajen eficientemente. En la práctica un ancho de 4 metros satisface este requisito.



TRINCHERA ESTABILIZADORA LONGITUDINAL

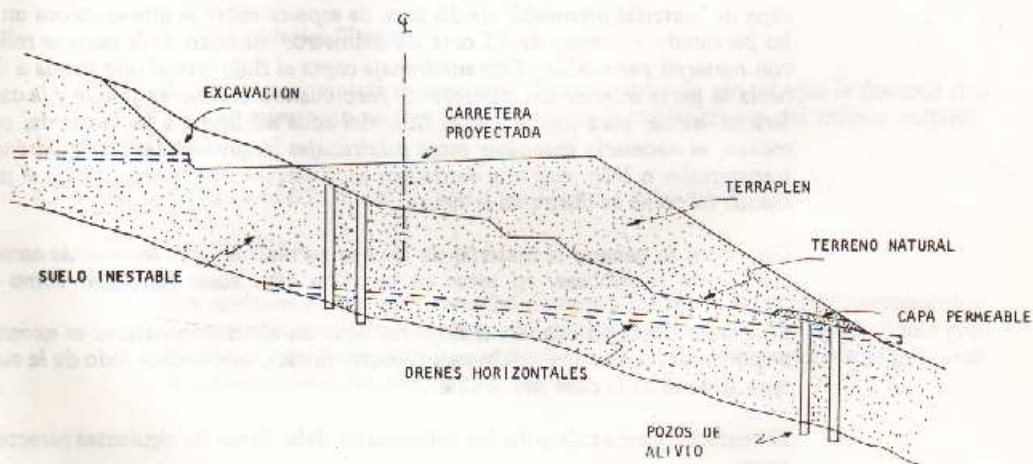
4.4.3 SUBDRENAJES TRANSVERSALES DE PENETRACION

Los subdrenajes transversales de penetración se utilizan tanto para mejorar las condiciones de los cortes, como la del suelo de cimentación de los terraplenes. Estos subdrenajes se construyen hasta en longitudes de 200 metros y sus inclinaciones varían de un 3 ‰ a un 20 ‰.

Se construyen efectuando perforaciones de 7.5 a 10 centímetros de diámetro, en las que posteriormente son colocados tubos de acero perforado de 5 centímetros a los cuales se les ha sometido a un recubrimiento con asfalto. Estos tubos en su extremo de salida deben de estar conectados a un tubo colector de un diámetro de 20 centímetros que dé salida al agua recolectada.

Los subdrenajes transversales de penetración tienen la ventaja de drenar el agua a profundidades mayores de las que puede llegar una trinchera estabilizadora, aunque por lo general se requiere gran número de ellos para obtener una buena eficiencia. Se recomiendan espaciamientos entre 5 y 10 metros. (Ver figura correspondiente).

DRENES HORIZONTALES Y POZOS DE ALIVIO



4.4.4 POZOS DE ALIVIO

Estos pozos se han construido hasta unos 15 centímetros de profundidad, se construyen de la siguiente manera: Primeramente se ejecuta una perforación del orden de 60 cms. de diámetro. Posteriormente se inserta un tubo perforado de 15 cms. de diámetro al centro de la perforación y se rellena el hueco entre el tubo y el suelo con material permeable. Como su finalidad es abatir las presiones hidrostáticas bajo el suelo de cimentación de los terraplenes, estos pozos suelen construirse en la parte en que empieza el terraplén del lado del terreno arriba. Por lo general conviene construir dos filas de pozos con separación de 3 metros entre los pozos de una misma hilera.

Cuando se recurre al uso de pozos de alivio combinados con subdrenajes transversales, estos últimos deberán construirse en la zona del pie del talud del terraplén del lado terreno abajo, en tal forma que intercepten los pozos de alivio en la parte inferior de los mismos. Estos subdrenajes pueden espaciarse a 5 metros y debe de procurarse que conecten físicamente con los pozos de alivio.

4.4.5 SUBDRENAJES Y CAPAS PERMEABLES

Este tipo de subdrenajes es particularmente efectivo para mejorar las condiciones de estabilidad de los pavimentos en carreteras cuando se tienen problemas de agua, aunque también cooperan en parte a la estabilidad del corte del lado del subdrenaje.

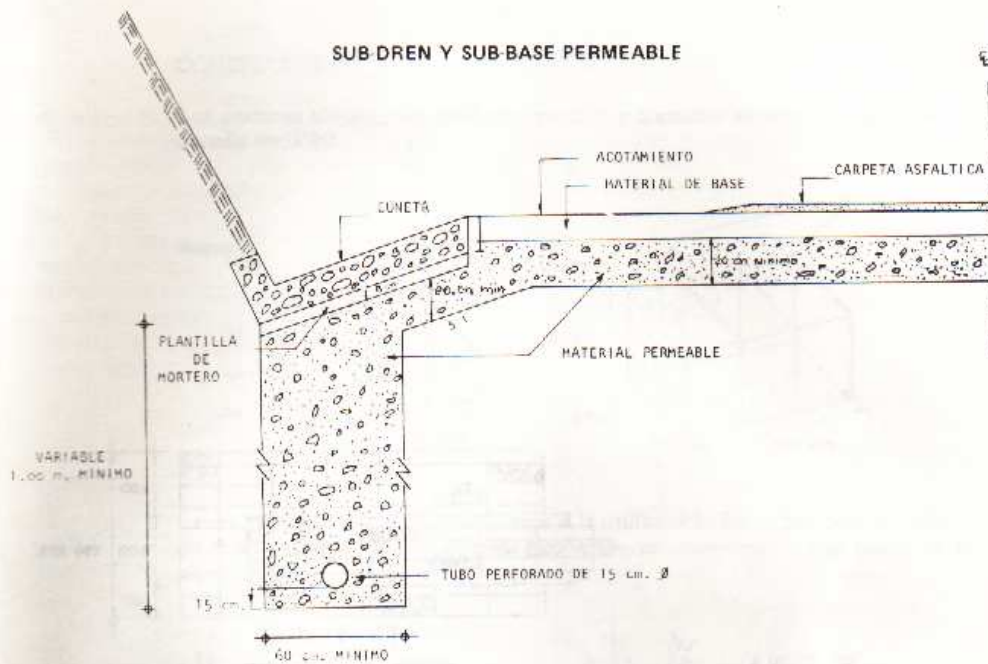
El subdrenaje consiste esencialmente en una zanja de 60 centímetros de ancho mínimo y de 1 a 3 metros o más de profundidad. En esta zanja se coloca una capa de material permeable de 15 cms. de espesor sobre la que se coloca un tubo perforado o poroso de 15 cms. de diámetro. El resto de la zanja se rellena con material permeable. Este subdrenaje capta el flujo lateral que tiende a fluir hacia la parte inferior del pavimento; pero cuando el flujo es grande y la carretera es ancha, para lograr que el flujo del agua no llegue a las capas del pavimento, es necesario combinar estos subdrenajes longitudinales con subdrenajes transversales o bien, con una verdadera capa permeable construida bajo el pavimento tal como se ilustra en la figura.

Como por lo general el material de la capa permeable tiene las mismas características de la subbase, en estos casos dicha capa suele funcionar como tal.

En cortes de cajón cuando el flujo del agua en el terreno natural es excesivo, se pueden requerir dos subdrenajes longitudinales, uno a cada lado de la carretera, además de la capa permeable.

El material permeable para los subdrenajes debe llenar las siguientes características:

1. Ser más permeable que el suelo que lo rodea para captar los flujos de agua.
2. Los vacíos entre las partículas del material filtrante deben de ser tales que sea imposible el arrastre de partículas del suelo a proteger, hacia los huecos



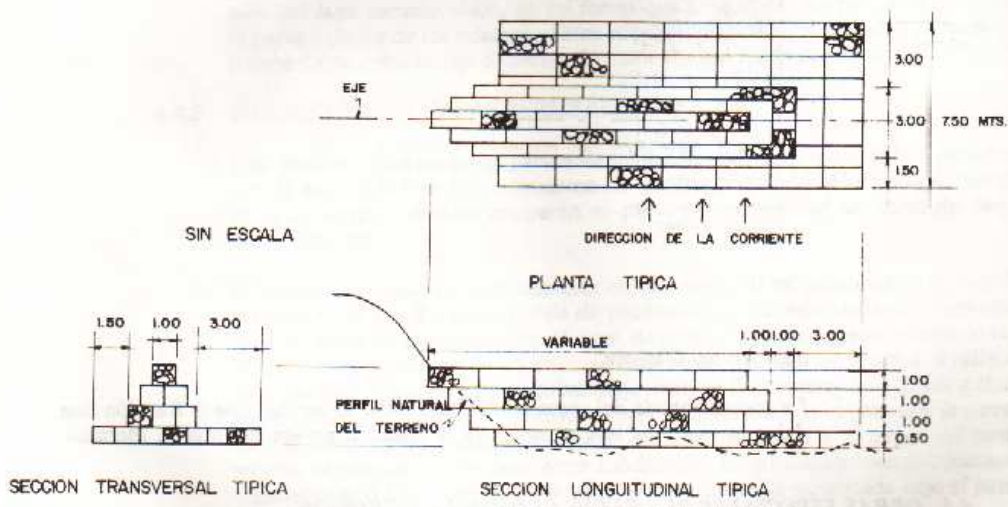
del material filtrante.

3. La granulometría del material filtrante debe de ser tal, que la fracción fina del mismo no se lave a través de la fracción gruesa del mismo material.

4.5 OBRAS ESPECIALES DE DEFENSA CONTRA LA EROSION

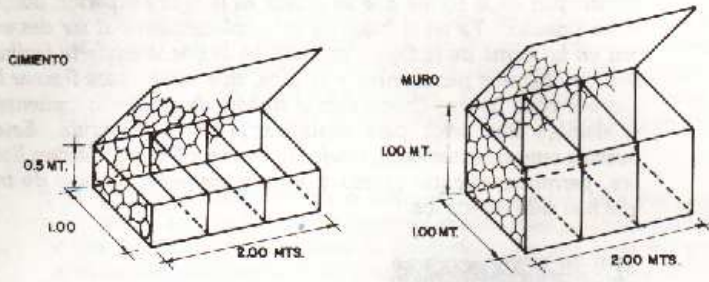
4.5.1 GAVIONES

Los gaviones tienen gran variedad de usos y mucha utilidad en el mantenimiento y reparación de las carreteras; en el encauzamiento de las aguas; como protección contra la erosión o socavamiento de muros, protección de taludes, alas de tuberías, bóvedas, cajas y puentes, etc.

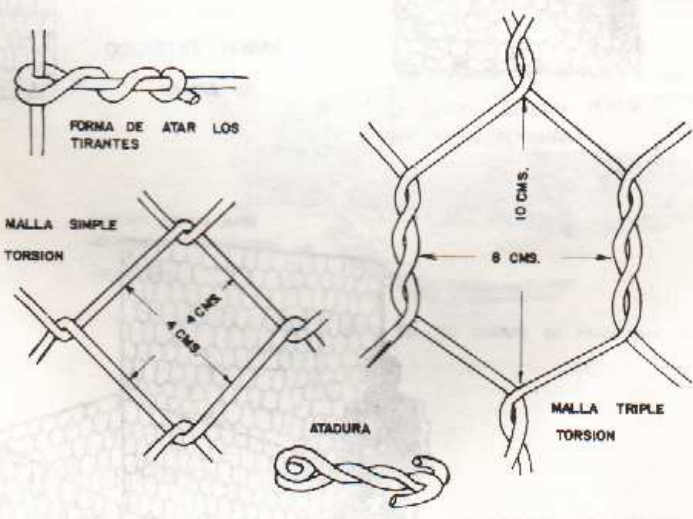


CONSTRUCCION

Los gaviones son de muy fácil construcción y consisten en simples cajones de tela o malla metálica.



La malla que se usa es muy diferente a la utilizada en las cercas, con una diferencia fundamental, que los gaviones se construyen generalmente con mallas de triple torsión.



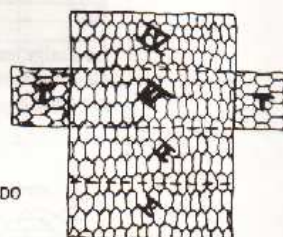
En las gráficas puede observarse que en la malla corriente las uniones son simples traslapes y esto hace que no se pueda parar, mientras que la de los gaviones tiene en las uniones una triple torsión que le imparte rigidez.

GAVIONES PARALELEPIPEDICOS

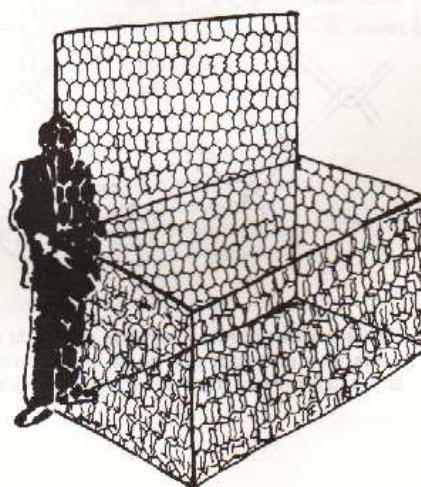
El gavión paralelepípedo consiste en una caja de forma prismática regular, formada de un enrejado metálico, debidamente galvanizado, que se llena de canto rodado o del material adecuado que más a mano se dispone. Estos gaviones se construyen en la forma que se indica en la figura superior, ocupando así el mínimo espacio. Ya en el lugar de su emplazamiento al ser desarrollados, aparecen en la forma de la figura inferior en la que se advierte fácilmente lo que serán los distintos paramentos y la tapa, que servirá para formar la caja tal como aparece en la figura. Queda sólo el trabajo de coser debidamente sus aristas con el alambre adecuado, para estabilizar la forma adquirida. Estos gaviones dispuestos convenientemente, unidos unos con otros por fuertes ligaduras de alambre, permiten ejecutar rápida y económicamente la serie de trabajos para los que han sido diseñados.



GABION PLEGADO PARA SU
TRANSPORTACION



GABION EXTENDIDO
SIN ARMAR



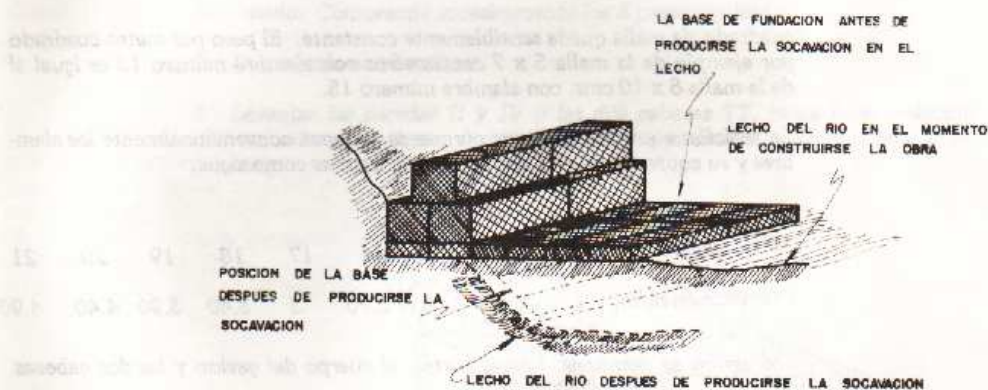
GABION EN EL PROCESO
DE ARMADO

Los gaviones se utilizan principalmente en: 1. la base de fundación; 2. el cuerpo de la obra.

LA BASE DE FUNDACION

Protege de un modo eficaz la obra contra las socavaciones. La constituyen generalmente gaviones de escaso espesor (treinta o cincuenta centímetros como máximo), sobresaliendo en su posición del paramento exterior, formado por otros gaviones sobrepuestos a aquellos. Este saliente mayor tiene por objeto favorecer su inclinación por la flexibilidad a medida que una erosión se produzca en el terreno.

La longitud de este saliente o banqueteta, debe ser igual a dos veces la profundidad de las socavaciones que razonablemente sean posibles, medidas desde la rasante donde se apoya la base de fundación. Es una regla del todo empírica y aconsejada únicamente como fruto de una larga experiencia.



EL CUERPO DE LA OBRA

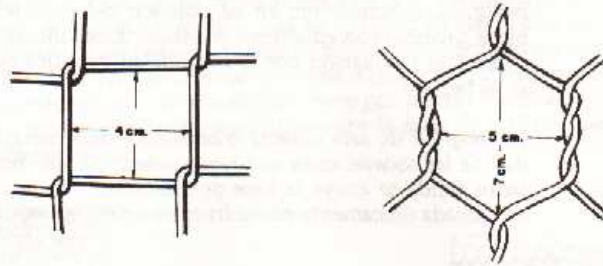
Está constituido por gaviones de dimensiones variables, adecuados al caso, dispuestos en una o varias hiladas según la altura que deba alcanzar la obra y el empuje a que deba oponerse.

CONSTITUCION DEL GAVION

El gavión paralelepípedo está formado por un enrejado metálico a triple o a simple torsión. Las mallas, en el primer caso, tienen la forma de un exágono alargado en el sentido de una de sus diagonales. Las dimensiones de una malla

se miden como indica la figura. En la simple torsión la malla es de forma cuadrada, definida por la longitud de uno de sus lados.

Los gruesos del alambre varían según las dimensiones de las mallas, aumentando proporcionalmente con la escuadrilla de éstas de modo que el peso por metro



cuadrado de malla queda sensiblemente constante. El peso por metro cuadrado por ejemplo de la malla 5 x 7 centímetros con alambre número 13 es igual al de la malla 8 x 10 cms. con alambre número 15.

La relación entre los números por que se designan convencionalmente los alambres y su equivalencia en milímetros de grueso es como sigue:

Nº de alambre:	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Diámetro en m/m:	2	2.20	2.40	2.70	3	3.40	3.90	4.40	4.90

Un gavión se compone de tres partes: el cuerpo del gavión y las dos cabezas.

El cuerpo del gavión se divide en cuatro rectángulos iguales o desiguales (según deban ser las dimensiones del mismo).

El rectángulo I formará la tapa del gavión

El rectángulo III formará la base del mismo

Los rectángulos II y IV serán sus paredes.

Las dos cabezas T serán las paredes laterales que cerrarán definitivamente el paralelepípedo, cuya formación queda completa.

Los alambres que forman los bordes, son generalmente unos dos números mayor al empleado en la tela metálica.

La definición de un gavión paralelepípedo se obtiene así:

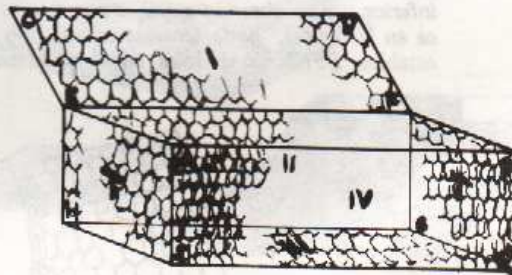
- 1 por la longitud en metros del largo, ancho y alto del gavión;
- 2 por las dimensiones en centímetros de la abertura de la malla;
- 3 por el grueso del alambre galvanizado, ya sea expresado por su número comercial o en milímetros.

Por ejemplo un gavión paralelepípedo puede ser definido por las indicaciones siguientes : gavión de 3 metros de largo por 1 de ancho y por 0.50 metros de alto, malla de 8 x 10 cm., alambre número 15 o sea 2.40 mm. de diámetro. Gavión de 4 x 1 x 1, malla 5 x 7 cm., alambre número 13, o sea 3 mm de diámetro.

CONSTRUCCION DE LOS GAVIONES

Su armado. Comprende sucesivamente los 3 pasos siguientes:

- 1 Desplegarlo en el suelo.
- 2 Levantar las paredes II y IV y las dos cabezas TT, hasta hacer coincidir sus aristas contiguas, formándose así una verdadera caja con la tapa abierta.



- 3 Con pedazos de alambre galvanizado (de longitud conveniente), ligar fuertemente las aristas AI - BJ - EH - y FG.

OBSERVACIONES

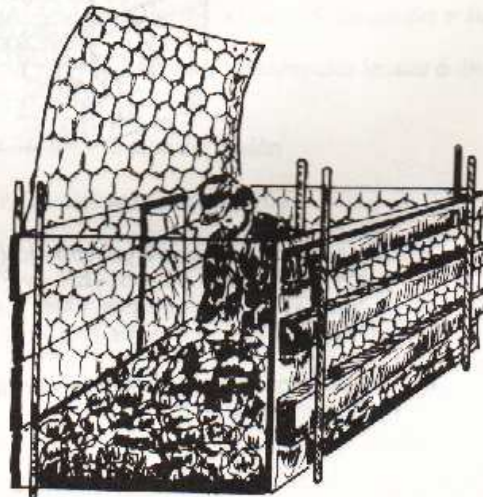
- 1 Generalmente, para las ligaduras, se emplea alambre del número 15 (2.40 mm de diámetro).

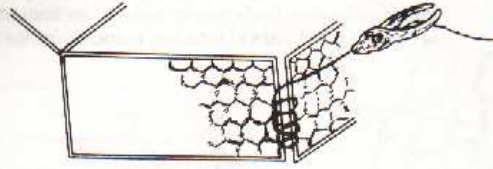
- 2 El alambre empleado en los bordes del gavión es generalmente dos números superior al del enrejado.
- 3 La cantidad de alambre necesaria para el completo cosido del gavión es aproximadamente el 5 %, del peso de éste, por ejemplo: mil kilos de gaviones precisarán unos 50 kilos de alambre para el cosido de los mismos.
- 4 Cuando la altura del gavión o caja haya sido proyectado con un diseño especial y alcance cierta dimensión, es conveniente atirantar interiormente los paramentos opuestos, a fin de que al ser relleno el gavión no presenten dichos paramentos convexidades en su superficie.

Con el mismo objeto, y tendiendo siempre a que el gavión, una vez relleno, aparezca perfectamente regular, no presentando deformidad alguna en su estructura, es conveniente, antes de llenarlo escuadrar sus paramentos en el sentido de su mayor longitud por medio de un entablonado que se sostiene por puntales, generalmente de hierro, tal como se observa en la figura.

Se coloca el gavión en la posición conveniente según haya sido proyectada la obra, procurando que el paramento en cuya arista gire la tapa; sea el que se encuentra en contacto con el gavión anteriormente relleno, es decir, la tapa ha de poder ser cerrada por el espacio libre que deberá ocupar el gavión siguiente, se ligan cuidadosamente las aristas verticales que se hallen contiguas en los gaviones en contacto.

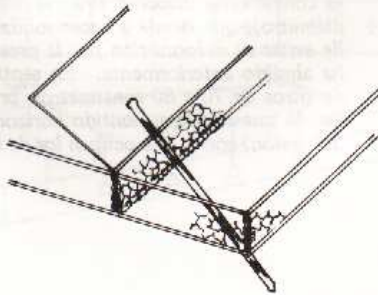
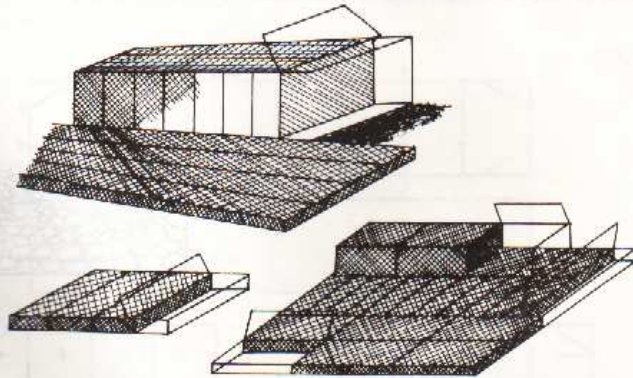
Se utiliza una palanca o barra de hierro o acero de un metro cincuenta de largo aproximadamente y de veinte a veinticinco milímetros de grueso, para obtener la perfecta tensión de la tela metálica antes de llenar el gavión, lo que se logra pasando las puntas de las barras aludidas por las mallas más próximas al vértice inferior y maniobrando aquéllas como unas verdaderas palancas (según se indica en la figura), hasta tenerlas en posición vertical, en las que se las mantiene estables, BFHI hincándolas en el suelo por medio de un mazo o martillo.



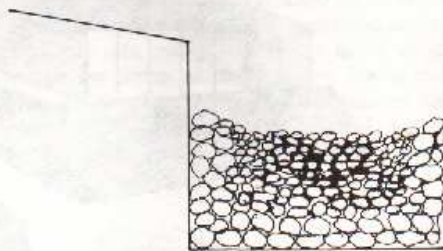
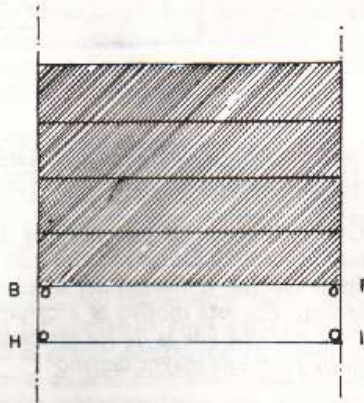


Deberá disponerse desde luego de varias de estas palancas (cuatro al menos) para utilizar una en cada arista; dichas palancas se retiran posteriormente.

Para el relleno de los gaviones que forman la fundación de la obra, es conveniente utilizar los cantos rodados más pequeños y de dimensiones más regulares a fin de facilitar la flexión del saliente que hemos indicado, al iniciarse una socavación. Por este motivo se acostumbra adoptar para estos gaviones una malla más estrecha que la de los gaviones del cuerpo de la obra, si para esto se dispone de piedra de mayor tamaño



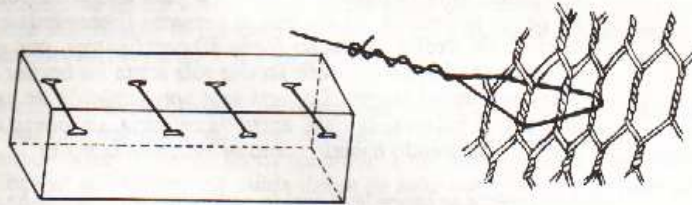
Para los demás gaviones en general, no tiene tanta importancia la mayor o menor esquadria de la malla, ya que cuando la piedra del relleno sea muy irregular, puede colocarse la de mayor tamaño en contacto con la tela metálica y reservar la más pequeña para el interior, como se indica en la figura



TIRANTES

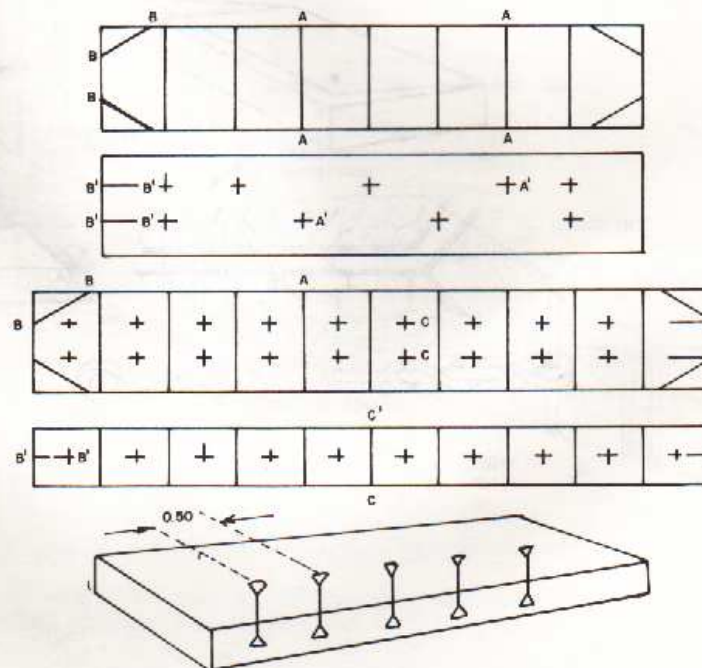
A medida que adelante el relleno y a cada treinta y tres centímetros de altura, es conveniente disponer tirantes horizontales de alambre N^o 15 (2.40 mm de diámetro), que tienda a hacer solidarios los paramentos o caras opuestas a fin de evitar su deformación por la presión del material que se retiene, tal como se ha aludido anteriormente. En sentido longitudinal, pueden distanciarse unos de otros de 70 a 80 centímetros, procurando alternar la posición que ocupen los de una hilada en sentido horizontal (si entran varias según la profundidad del gavión) con la que ocupen los de la hilada inmediata inferior.

Estos tirantes han de ser atados a las redes metálicas por ligaduras que alcancen varias mallas como se indica en las figuras.



GENERALIDADES

En todos los gaviones, cualquiera que sea su situación en la obra, es conveniente disponer, además de los tirantes referidos, de ligaduras diagonales que unan los paralelos con sus adyacentes útiles sobre todo en los gaviones que ocupan los extremos de cada hilada. En los gaviones de fundación, es además útil colocar tirantes de unión verticales que unan las paredes horizontales opuestas, es decir las que están en contacto con el suelo y con la tapa del gavión. Aseméjase esta disposición a la empleada corrientemente en los colchones como se indica en las figuras.



CIERRE DEL GAVION

Terminado el relleno, falta ya sólo la operación para cerrar la tapa para tener completamente terminado el gavión y para ello se dispone generalmente, de una pequeña palanca o llave con el extremo ligeramente curvado, maniobrando la cual, de trecho en trecho (cada 30 centímetros, por ejemplo), como indica la figura se obliga a coincidir en una sola arista los bordes de las caras contiguas, formando así el cierre. Lograda esta aproximación en cada parte donde ha accionado la palanca, se deja, antes de retirarla, un punto de sutura con alambre suelto, procurando hacerlo como se indica en la figura.

Finalmente se procede al cosido ordinario, como ya se ha descrito.

Completado el trabajo que afecta a cada gavión, hasta añadir que deben igualmente coserse las aristas de cada gavión con las correspondientes de los gaviones contiguos y que gracias a esta disposición se logra una íntima trabazón en toda la obra, constituyendo un verdadero bloque que tendrá sobre los similares de mampostería, la ventaja enorme de ser eminentemente flexible, que es la característica de estos sistemas, verdaderamente insustituibles para defensas fluviales y para multitud de aplicaciones.

