

## BIBLIOGRAPHIC DATA SHEET

1. CONTROL NUMBER  
PN-AAH-5782. SUBJECT CLASSIFICATION (695)  
TC00-0000-0000

## 3. TITLE AND SUBTITLE (240)

Conformacion a cuchilla de superficies de agregados

## 4. PERSONAL AUTHORS (100)

## 5. CORPORATE AUTHORS (101)

AID/DS/ENGR; U.S. Dept. of Transportation

## 6. DOCUMENT DATE (110)

1976

## 7. NUMBER OF PAGES (120)

56p.

## 8. ARC NUMBER (170)

625.7.A265b

## 9. REFERENCE ORGANIZATION (130)

DS/ENGR

## 10. SUPPLEMENTARY NOTES (500)

## 11. ABSTRACT (950)

## 12. DESCRIPTORS (920)

Aggregates  
Roads  
Maintenance  
Gravel  
Clays  
Equipment

## 13. PROJECT NUMBER (150)

## 14. CONTRACT NO.(140)

DS/ENGR

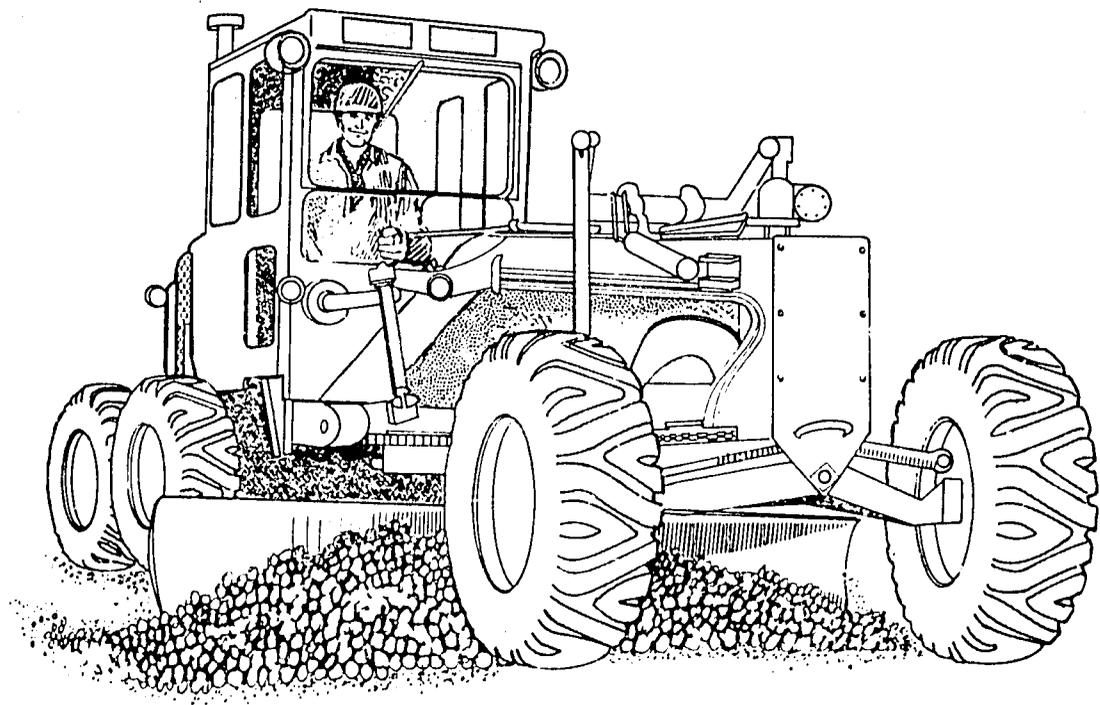
15. CONTRACT  
TYPE (140)

## 16. TYPE OF DOCUMENT (160)

025.1  
A265b

14-1117 F- 10

# CONFORMACION A CUCHILLA DE SUPERFICIES DE AGREGADOS



U.S. AGENCY FOR  
INTERNATIONAL  
DEVELOPMENT



**CONFORMACION A CUCHILLA  
DE SUPERFICIES DE AGREGADOS**

**Office of Engineering  
Agency for International Development  
Department of State**

**Office of Assistant Secretary for Policy,  
Plans and International Affairs  
Department of Transportation**

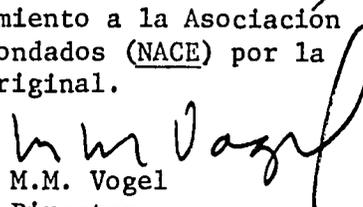
**Washington, D. C.**

**1976**

## PROLOGO

La Agencia para el Desarrollo Internacional se complace en ofrecerle esta version española de "Blading Aggregate Surfaces" y espera que le sea util a los funcionarios en los paises de habla hispana en lo que atane a la nivelacion de caminos. Esta edicion se preparo con la cooperacion del United States Department of Transportation.

Se hace constar el agradecimiento a la Asociación Nacional de Ingenieros de Condados (NACE) por la preparacion del documento original.



M.M. Vogel

Director

Office of Engineering

Agency for International Development

Washington, D.C., U.S.A.

## Tabla de Materias

<u>Sección</u>	<u>Página</u>
TEMA DEL FOLLETO	1
AGREGADOS Y CAMINOS DE SUPERFICIES DE AGREGADOS	3
La Mezcla de Agregados	4
Material fino (finos)	5
Equipo Necesario para Conservar Caminos de Superficies de Agregados	6
LA CONSERVACION DE SUPERFICIES DE AGREGADOS: EMPAREJAMIENTO Y REFORMACION	8
Emparejamiento	8
El bombeo	12
La costra	16
Pasadas sobre la superficie	18
Las bermas	20
Conformación a cuchilla en tiempo seco	22
Desagües (agujeros de drenaje)	22
Reformación	24
Reformación de la superficie de un camino y las bermas de agregados	26
Reformación de la calzada sin reformar las bermas	30
CONFORMACION A CUCHILLA EN CONDICIONES ESPECIALES	32
Intersección de Caminos de Superficies de Agregados	32
Intersección de un Camino de Superficie de Agregados y una Carretera Pavimentada	34

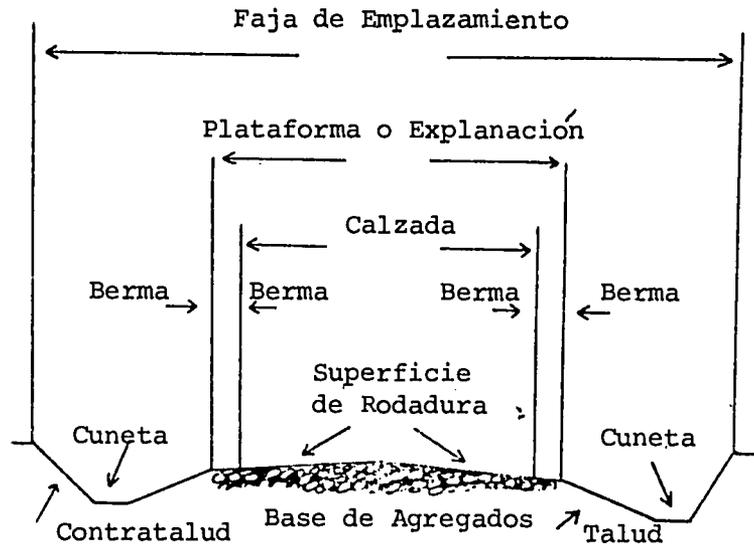
Cruce de Caminos con Vías Ferroviarias	36
Caminos que Cruzan Puentes	38
En las Entradas al Camino	40
En Cumbres de Rasantes	42
En el Fondo de los Valles de Rasantes	44
Caminos en Curva	46
LA CONDICION DE LA HOJA	49
SEGURIDAD DEL PERSONAL Y EQUIPO	51

## TEMA DEL FOLLETO

En esta guía se encuentran sugerencias útiles para operadores de motoniveladoras con respecto a la conformación a cuchilla de caminos de superficie de agregados. Dichas sugerencias pueden ser muy valiosas para la instrucción práctica del operador en la obra. Este folleto puede ayudar a mejorar los trabajos de conservación vial y reducir así el costo de mantener en buenas condiciones los caminos de superficie de agregados.

Utilice las sugerencias de acuerdo con el juicio, experiencia y conocimiento que tenga de las condiciones locales, tales como el carácter del terreno y el clima.

La guía puede resultar útil tanto para capataces nuevos como para los que ya tienen experiencia, y también para los operadores de motoniveladoras y el personal no especializado que trabaja en caminos de superficie de agregados.



Sección típica de un camino de superficie de agregados

## AGREGADOS Y CAMINOS DE SUPERFICIES DE AGREGADOS

Todas las carreteras, inclusive las de poco tráfico, deben construirse de tierra y materiales que garanticen su utilidad en toda clase de tiempo.

Los suelos que se usan para construir caminos se diferencian de las siguientes maneras: algunos se hinchan al mojarse, otros se pulverizan por la acción del tráfico pesado y otros son tan duros que es casi imposible trabajar con ellos.

Se llaman agregados a los suelos de grano grueso o a las partículas de minerales. Los agregados bien duros y difíciles de quebrar son los mejores para formar las superficies de caminos y sus bermas. Los tipos principales de agregados son:

- Piedra triturada que se produce quebrando o triturando alguna roca (generalmente caliza).
- Grava y arenas naturales que por lo regular se encuentran en cauces de ríos corrientes o secos.
- Escorias - producto secundario de la manufactura del hierro y el acero.
- Arcilla cocida o arcilla esquistosa dilatada - producto secundario de industria mayor o producida comercialmente como agregados.

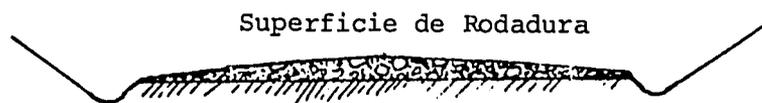
Existen otros materiales indígenas que dan buenos resultados para producir agregados para las superficies de caminos. Estos son:

- Conchas marinas trituradas que se encuentran en las regiones a lo largo de la Costa del Golfo de México y cerca de mares y océanos.
- Suelo natural - apropiado para la superficie de caminos existentes en ciertas partes del centro de los Estados Unidos, tales como Kansas.
- Basalto triturado - piedra dura de grano fino.
- Horsteno - piedra semejante al cuarzo.

### La Mezcla de Agregados

Una combinación apropiada de agregados de diferentes tamaños produce una superficie en el camino que puede usarse en toda clase de tiempo. En los caminos que conducen poco volumen de tráfico resulta más económica una superficie de agregados porque los materiales para construir tal superficie se suelen encontrar localmente.

Para construir una superficie de rodadura, se mezclan agregados de diferentes tamaños y se esparce la mezcla sobre la base del camino. El tamaño del grano más grande generalmente no pasa de 2 cm. La combinación de diferentes tamaños permite que las partículas se entremezclen y consoliden para producir una superficie fuerte y cerrada.



Los agregados de distintos tamaños se compactan para formar una superficie de rodadura resistente.

## Material fino (finos)

A una mezcla de agregados de diferentes tamaños se le añade material fino para llenar los espacios pequeños (los vacíos) entre las partículas.

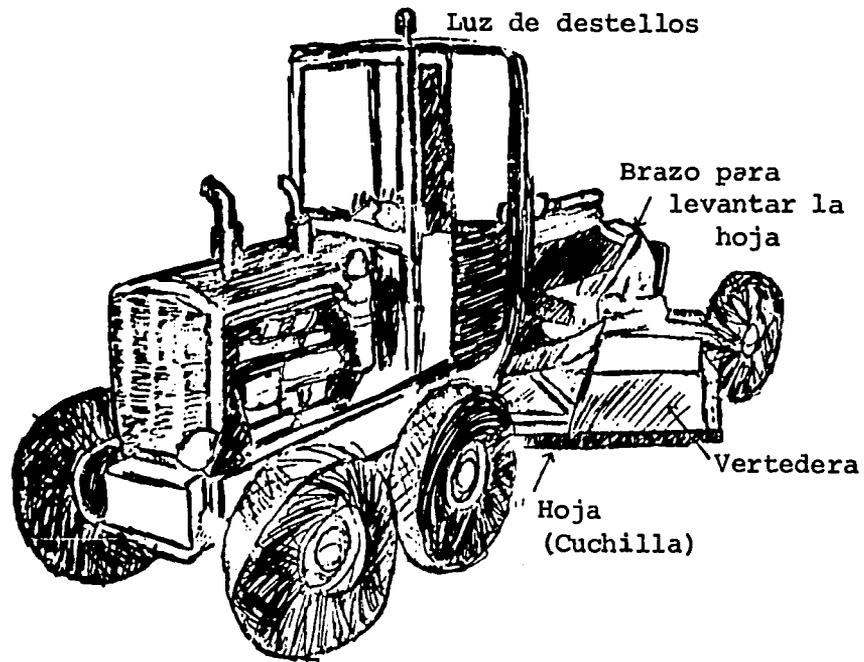
- El material fino, conocido también por el término aglutinante o rellenedor, constituye un ingrediente principal de la mezcla porque cuando se le añade agua, los finos actúan como cemento para aglutinar los agregados.
- Los agregados húmedos no se secarán para formar una superficie de rodadura resistente si les faltan finos.
- La presencia de polvo sobre la superficie de agregados indica que los finos se están disipando.



Los agregados de distintos tamaños se mezclan con los finos.

Equipo Necesario para Conservar Caminos de Superficies de Agregados

Se utilizan diferentes clases de equipo para conservar los caminos de superficie de agregados. El que más se usa es la motoniveladora.



Motoniveladora

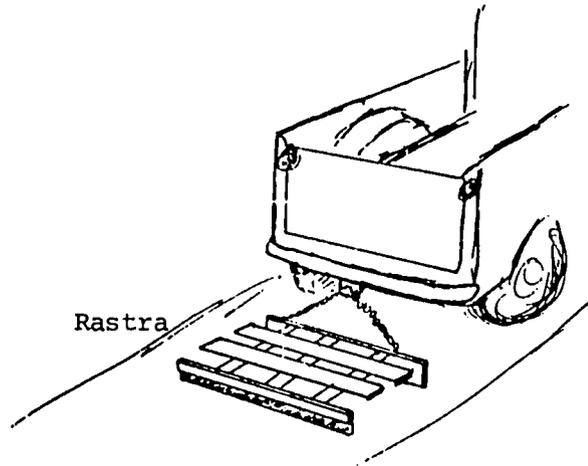
Otras clases de equipo son los siguientes:

- Hojas (cuchillas) de arrastre
- Hojas montadas en otros vehículos
- Rastras de una o múltiples hojas

Se usa con frecuencia equipo liviano (tractores segadoras, camionetas, etc.) cuando el agua destruye los caminos para remolcar rastras pequeñas. Esto se hace principalmente para airear la superficie a fin de que se seque. El uso de una motoniveladora pesada (el proceso normal para conformar a cuchilla) en este caso solo serviría para empeorar la situación, ya que se formarían más charcos en el material mojado inestable, dejando profundos surcos que se llenarían de agua.

En casos de necesidad, cuando hay tanto trabajo que no dan abasto las niveladoras, pueden usarse rastras.

Con cualquier tipo de equipo que se use, el método empleado para conservar las superficies de agregados de los caminos es casi siempre el mismo.



LA CONSERVACION DE SUPERFICIES DE AGREGADOS:  
EMPAREJAMIENTO Y REFORMACION

Para mantener un camino en buenas condiciones la superficie y las bermas deben recibir la atención debida.

Las operaciones de conservación que figuran en esta guía son:

- Conformación a cuchilla para emparejar las superficies y bermas de los caminos y
- Conformación a cuchilla para reformar los agregados en las superficies y las bermas de los caminos.

Significado

Emparejamiento

Se utiliza el proceso de arrastre para emparejar la superficie de un camino.

En general, se empareja un camino cuando los agregados y los finos están húmedos. La operación puede llevarse a cabo durante el tiempo seco pero no se debe penetrar tan hondo que se dañe la costra dura (véase la página 16).

La acción rastreadora y aplanadora creada por la curva de la vertedera de la motoniveladora ayuda a consolidar la superficie del camino al conformarse a cuchilla.

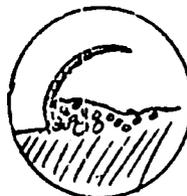
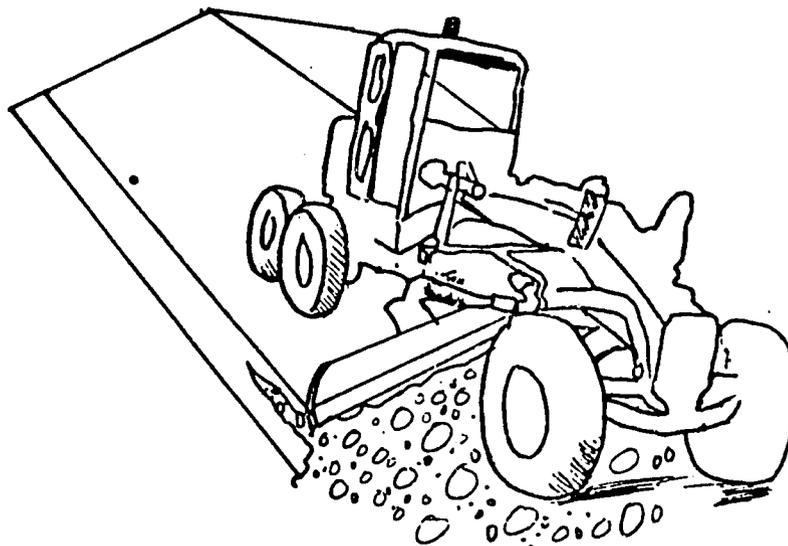
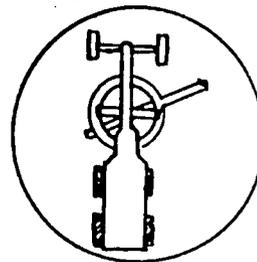
La rapidez de la conformación a cuchilla depende de la motoniveladora, de la presión de las llantas y el estado de la superficie del camino. Si se va muy de prisa la motoniveladora saltará, por lo que será imposible efectuar un trabajo satisfactorio.

## Procedimiento

### Para rastrear la superficie de un camino:

- Examine la hoja (la cuchilla) de la motoniveladora para cerciorarse de que está en buenas condiciones.
- Mueva la vertedera hasta que la extremidad de la hoja llegue al borde de la calzada, donde comienza la berma.
- Incline la vertedera hacia adelante para conseguir una acción rastreadora en vez de una cortante (véase la figura en la página 10).
- Incline la vertedera a un ángulo de  $35^{\circ}$  a  $40^{\circ}$  para esparcir el material suelto hacia el centro del camino.
- Incline ligeramente las ruedas delanteras a un ángulo de  $10^{\circ}$  a  $15^{\circ}$  con la posición vertical en la dirección en que los agregados ruedan a lo largo de la hoja.

Ligera inclinación



Incline la vertedera para producir una acción rastreadora.

- Conforme periódicamente la superficie del camino contra la dirección del tránsito para evitar la disipación de los agregados hacia las extremidades de puentes, alcantarillas, intersecciones y cruces de ferrocarril.
- Detenga la máquina para reparar a mano deficiencias menores tales como huecos, surcos y malas condiciones de desagüe. Siempre tenga a mano una pala.

## Significado

### El bombeo

El camino debe conformarse de tal manera que el centro quede más alto que los bordes para que el agua corra lo más pronto posible hacia las cunetas. Esto constituye el proceso de darle bombeo al camino.

Probablemente la parte más importante de la operación es mantener un bombeo en el camino. La falta de bombeo causa que el agua retenida ablande la superficie, produciendo baches, corrugaciones y, en general, un camino escabroso.

La elevación del bombeo representa el grado de pendiente transversal en el camino. Para facilitar el mejor desagüe, el camino debe de tener un bombeo de 3 a 4 cm de elevación para cada metro de ancho medido desde el centro del camino a los bordes de la calzada donde empiezan las bermas (bombeo de 3 a 4%).

El bombeo más apropiado se forma como la letra A; o sea, una línea recta, bajando desde el centro del camino hasta las orillas de las bermas. El bombeo de tipo A es difícil de conservar porque los vehículos tienden a ir por el centro de un camino de superficie de agregado, a horcajadas del bombeo. A medida que el tráfico continúa usando el centro del camino, la superficie a ambos lados de su eje se consolida. Por lo tanto, cuando se efectúa el trabajo de rastreo, la cuchilla de la máquina se gasta más por el lado que toca el centro duro del camino. Por esta razón la cuchilla se desgasta en forma de media luna. El bombeo que resulta del uso de tal cuchilla gastada se parece a una letra U invertida, o a la forma de una parábola; de ahí, el término bombeo parabólico.

Un defecto del bombeo parabólico es que es relativamente plano en el centro del camino; lo que resulta en que se conserve más

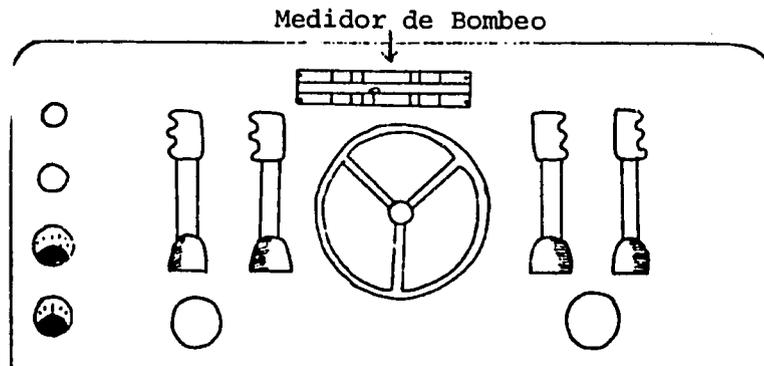
la humedad, frustrando el propósito del bombeo. Cuando el camino se encuentre mojado y listo para reformarse, es posible (con cuchillas nuevas) reconstruir el bombeo de tipo A (véase Reformación, páginas 24-31).

El mejor modo de lograr que un camino tenga el bombeo debido es usar un medidor de bombeo o de inclinación en la motoniveladora. El medidor se monta en la motoniveladora para que indique en todo momento la cantidad de bombeo durante la conformación.

### Procedimiento

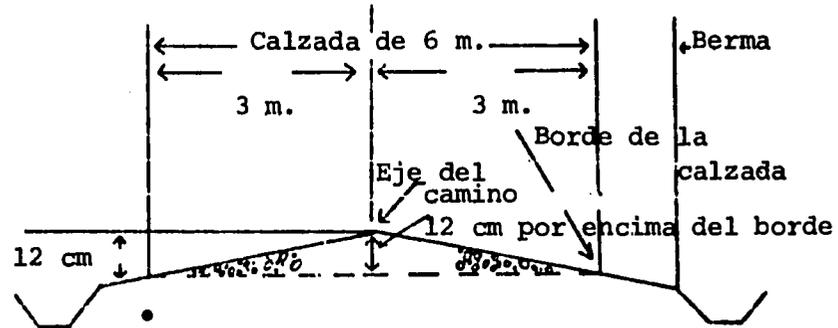
#### Para dar bombeo al camino:

- Levante el extremo de la hoja cerca del centro del camino para que esté más alto que el otro extremo en el borde del camino.
- Use un medidor de inclinación para tener la seguridad que se está dando el bombeo debido.

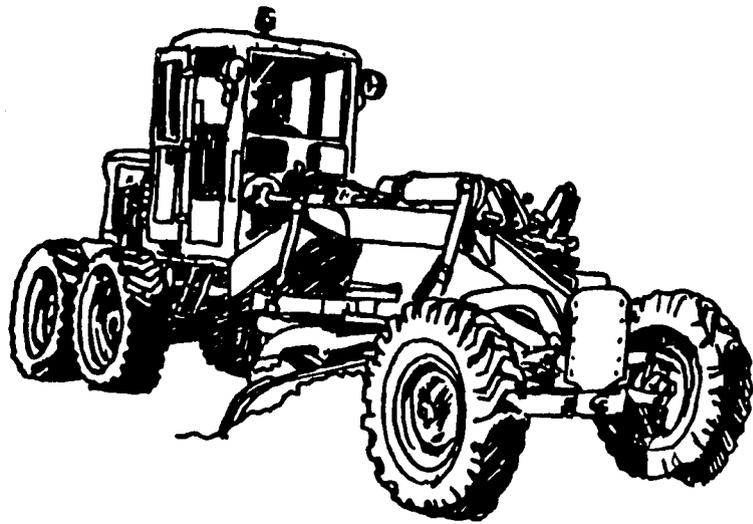


Medidor de bombeo montado en el tablero de control

•Tenga cuidado de no penetrar muy hondo en la berma del camino. Si el corte es muy hondo, esto quedará un surco cerca del borde del camino y la berma que impedirá el desagüe hacia la cuneta.



Un bombeo de 4% en un camino con calzada de 6 m. produce una elevación central de 12 cm.



La motoniveladora

## Significado

### La costra

Agregados y finos mezclados debidamente se secarán para formar una costra dura que proveerá una superficie de rodadura. La costra soportará el tráfico hasta que se quiebre; también impedirá la penetración del agua manteniendo la base del camino estable.

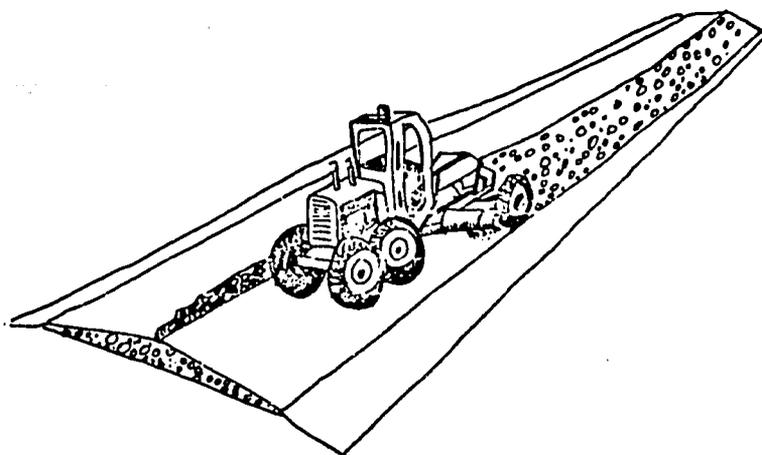
Cuando se empareje el camino, no se debe quebrar la costra dura de su superficie.

Con el tiempo, el tráfico y la acción del clima quebrarán la costra por completo y la carretera tendrá que reformarse.

### Procedimiento

Para evitar que se quiebre la costra:

• Aplíquese a la hoja solamente la presión que sea necesaria para emparejar la superficie y arrastrar el material excesivo a través de ella.



Pase la cuchilla sin romper la costra.

## Significado

### Pasadas sobre la superficie

Una sola pasada sobre la superficie del camino conforma esa superficie una sola vez. En la mayoría de los caminos, una pasada a cada lado del eje (una vuelta) basta para emparejar la superficie porque la hoja de la motoniveladora suele ser suficientemente ancha para abarcar una mitad de la superficie.

Cuando se conforma a cuchilla, los agregados generalmente se corren hacia el extremo trasero de la hoja y su acumulación excesiva forma un camellón.

Los agregados del camellón formados por la pasada a un lado del camino deben esparcirse sobre el otro lado cuando éste se conforma.

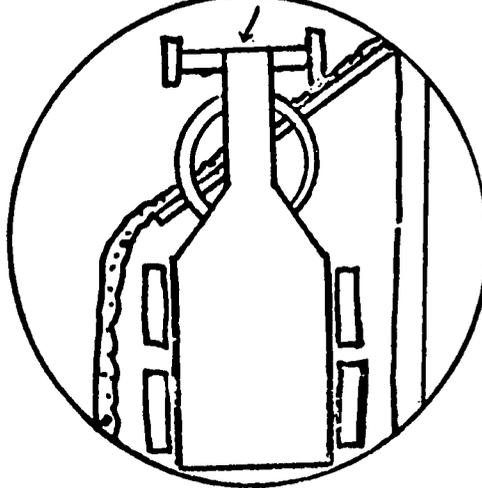
Cuando la hoja de la motoniveladora no es suficientemente larga para conformar la superficie de la calzada y la berma al mismo tiempo, se necesita hacer una segunda pasada en la misma dirección para conformar calzada y berma y mover al centro del camino cualquier camellón dejado atrás en la primera pasada.

## Procedimiento

### Para mover el camellón durante las pasadas:

- Incline la hoja de la motoniveladora durante la primera pasada para que el material sobrante forme un camellón hacia el centro del camino.
- Esparza el camellón desde el centro hacia la otra mitad del camino cuando se da la segunda pasada.

Ligera inclinación



Para dar la primera pasada mueva la hoja hasta el borde del camino e inclínela para formar un camellón con el material sobrante en el centro del camino.

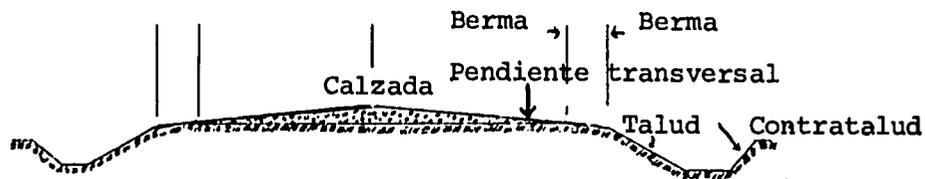
## Significado

### Las bermas

Una berma es el espacio adicional de ancho variable que se encuentra a lo largo del borde de la calzada que añade más anchura a la superficie del camino. Es posible que la berma tenga una superficie de agregados igual al de la calzada y, en tal caso, debe de conformarse del mismo modo.

Las bermas deben tener declive para que el agua corra hacia las cunetas.

La pendiente transversal de las bermas debe igualar o ser un poco mayor que la de la calzada del camino, a fin de facilitar el desagüe.

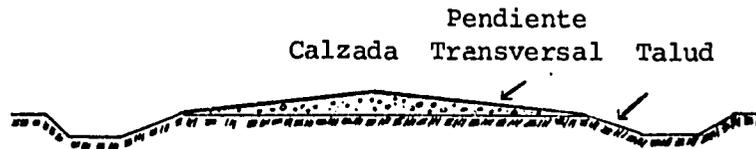


En caminos anchos la pendiente transversal de las bermas debe ser igual o mayor que la de la calzada.

## Procedimiento

### Para conformar las bermas:

- Conforme las bermas de tal manera que su pendiente transversal iguale o sea un poco mayor que la de la calzada.
- Haga siempre la conformación de tal modo que la parte interior de la berma esté al nivel del borde de la calzada. (Esto se hace para que el agua corra del camino a la cuneta y no se forme una zanja paralela a ésta.)
- Conforme las bermas lo necesario para recuperar los agregados desprendidos y los valiosos finos, así como para destruir vegetación indeseable.
- Esparza los agregados desprendidos y los finos de la berma por la calzada para ayudar a formar el bombeo y estabilizar los agregados en la superficie.



En caminos estrechos, la calzada se extiende hasta el borde del camino. La berma es muy pequeña, si existe.

## Significado

### Conformación a cuchilla en tiempo seco

Hay veces que es necesario conformar un camino durante largos períodos de sequía para eliminar el exceso de agregados secos desprendidos de su superficie.

En ciertas condiciones, es posible formar con los agregados sobrantes un pequeño camellón al borde del camino. Tenga cuidado de no empujar el camellón tan cerca de la orilla de la berma que se derrame parte en la cuneta.

Cuando el camellón de agregados desprendidos se humedece (por la lluvia o por haberse regado) se debe esparcir sobre la superficie del camino.

Reduzca a un mínimo estos camellones, ya que constituyen un peligro para el tráfico.

### Desagües (agujeros de drenaje)

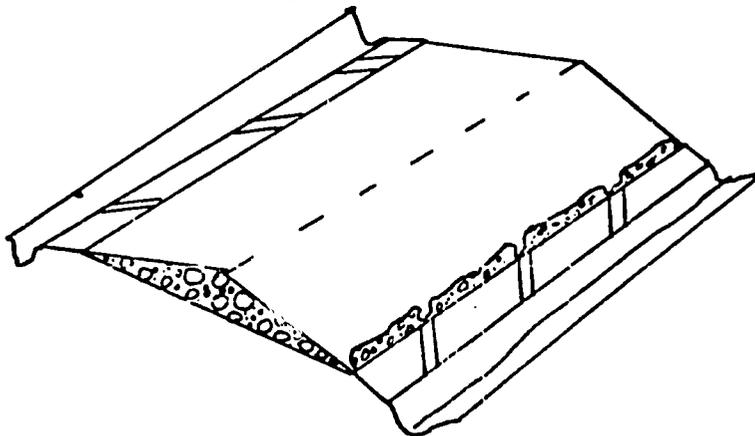
Para mantener a un camino en buenas condiciones es necesario que tenga buen desagüe. Cuando se dejan camellones en los bordes del camino se deben hacer aberturas a cortos trechos para evacuar el agua. De otra manera, el agua correrá a lo largo del camino retenida por el camellón y erodará la berma en las partes bajas del camino.

Si los camellones no se quitan después de cada lluvia, las lluvias siguientes empezarán a formar zanjas longitudinales.

## Procedimiento

### Para conformar en tiempo seco:

- Incline la vertedera hacia adelante para efectuar una acción de rastreo en vez de una cortante.
- Mueva la vertedera a un ángulo de 30° a 45° para formar un camellón con los agregados desprendidos a la orilla del camino.
- Esparza los agregados desprendidos sobre la superficie del camino cuando esté conformando un camino estrecho; no los deje en forma de camellón.
- Cuando sea práctico, riegue agua sobre los agregados que se están esparciendo sobre la superficie del camino.
- Cuando se formen camellones, haga aberturas (desagües o agujeros de drenaje) a cortos tramos en el camellón para facilitar el desagüe del camino.
- Empareje periódicamente las bermas y quite la vegetación y los materiales de construcción acumulados que puedan retener el agua en el camino.



Desagües en el camellón para que el agua corra hacia la cuneta

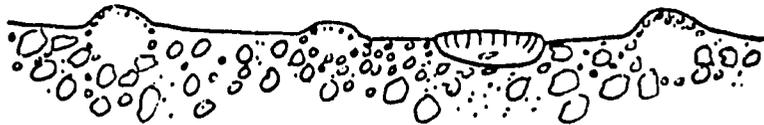
## Reformación

La reformación de un camino no es sólo emparejar su superficie.

Después de una temporada de lluvia o nieve que se ha derretido lentamente, el tráfico desparrama los agregados, allana el bombeo, hace baches y surcos hondos en el camino y produce una superficie escabrosa con corrugaciones semejantes a las de una tabla de lavar. Estas condiciones no se pueden corregir con sólo emparejar la superficie; se tiene que reformar la base de agregados.

La reformación consiste en mezclar de nuevo los agregados de la base para obtener la combinación debida de finos y agregados de diferentes tamaños, y luego conformar a cuchilla esta mezcla para formar una superficie con bombeo apropiado. Al mezclar de nuevo es posible que sea necesario añadir más agregados y finos a la superficie de la calzada y bermas, especialmente en sitios rugosos o deslavados.

La formación y conservación apropiada de una costra puede ser motivo de satisfacción personal ya que la calidad de la costra y la duración de su utilidad reflejan pericia en combinar materiales finos y gruesos que, junto con la humedad, forman la costra deseada.



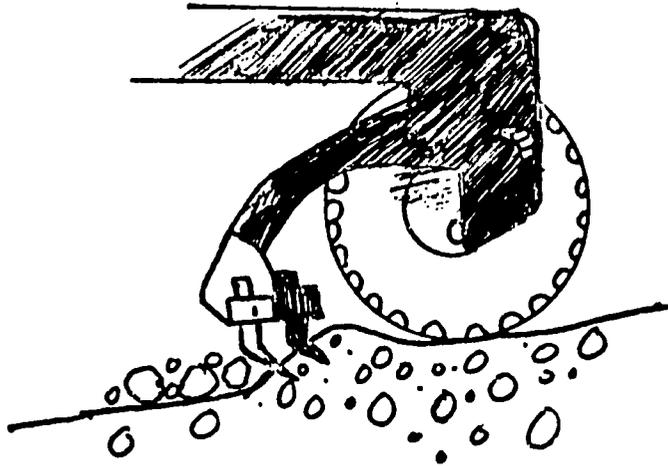
La reformación empareja protuberancias y baches.

El arte de producir la mezcla debida es un proceso de tanteo que depende del tipo de materiales a mano. La experiencia proporcionará el juicio necesario para determinar la mezcla exacta.

Al volver a mezclar los materiales, la costra que constituye lo que queda de la vieja superficie de rodadura tiene que romperse, muchas veces con el uso del escarificador. El escarificador es un accesorio de la motoniveladora que se usa cuando la costra está demasiado dura para ser cortada fácilmente con la cuchilla.

Después de haberse mezclado de nuevo la base de agregados, se conforma para obtener una superficie pareja con el bombeo que corresponde. (Por supuesto, un nuevo juego de cuchillas da los mejores resultados.) El tráfico consolidará esta base y se formará una costra para dar lugar a una nueva y lisa superficie de rodadura.

Tal como en el proceso de emparejamiento, la reformatión se debe hacer cuando los agregados están húmedos. Si se hace en tiempo seco, se le debe añadir agua a los agregados para humedecerlos.



El escarificador ayuda a romper la costra.

## Significado

### Reformación de la superficie de un camino y las bermas de agregados

La mezcla de finos y agregados en el proceso de reformación requiere mas de una sola pasada con la motoniveladora. Varios factores determinan cuantas pasadas serán necesarias: la anchura de la calzada y de las bermas, la cantidad de agregados desprendidos y la profundidad de los baches y las corrugaciones.

Al terminarse la reformación el camino debe de tener el bombeo debido.

Las bermas deben tener un declive desde el borde de la calzada hasta la cuneta para que el agua pueda correr desde la calzada por las bermas hasta la cuneta. Las bermas deben tener una pendiente transversal igual a la de la calzada o un poco más pronunciada.

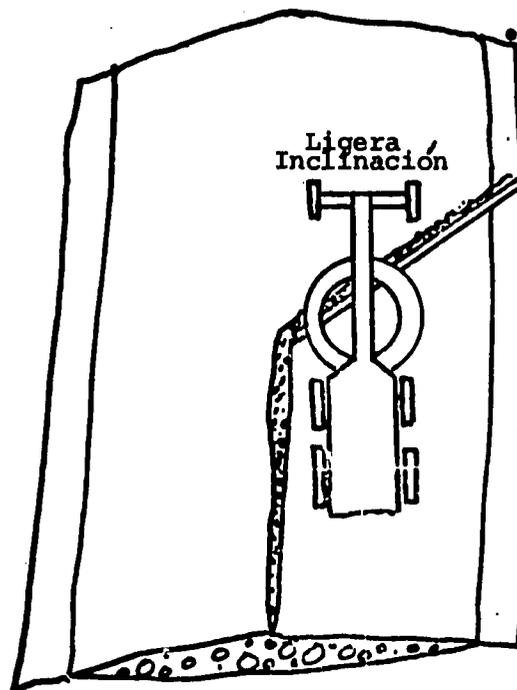
## Procedimiento

### Para reformar la calzada y las bermas:

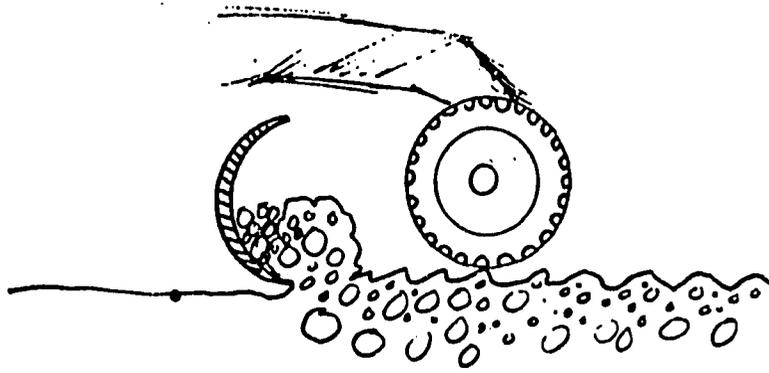
(Se trata solamente de bermas de agregados, no de tierra.)

•Hable con su capataz para ver si se necesita añadir más agregados o finos a la calzada y bermas, especialmente en sitios rugosos o deslavados.

•Para hacer la primera pasada, mueva la vertedera de tal modo que el extremo de la hoja llegue al borde exterior de la berma.



Mueva la hoja hasta el borde exterior de la berma en la primera pasada.



Al reformar, la cuchilla enrasa protuberancias y baches.

- Ponga la vertedera en posición de cortar.
- Incline la vertedera a un ángulo de 30° a 45° para que al mezclar se corran y ruedan los agregados hacia el centro del camino.
- Desde la posición vertical, incline ligeramente las ruedas delanteras a un ángulo de 10° a 15° en la dirección en que el agregado rueda a lo largo de la hoja.
- Aplique suficiente presión en la hoja para enrasar las bermas y las corrugaciones de la calzada.
- Cuando sea necesario, se debe escarificar, pero solamente a la profundidad del bache o la protuberancia media, generalmente de 5 a 8 cm.
- Preste mucha atención a la acción de la hoja y ajuste continuamente los reguladores para lograr el efecto correcto de corte y mezcla.
- Revise el trabajo para determinar si se necesitan más pasadas en la misma dirección a fin de continuar mezclando y cortando hasta el fondo de los baches y surcos, y formando camellones de agregados al centro del camino.
- Esparza la mitad de los agregados sobre cada lado de la calzada y bermas, conformando el material para dar el bombeo debido.
- Conforme la berma dando declive hacia la cuneta de modo que la pendiente transversal de la berma sea por lo menos la misma que la de la calzada.

### Significado

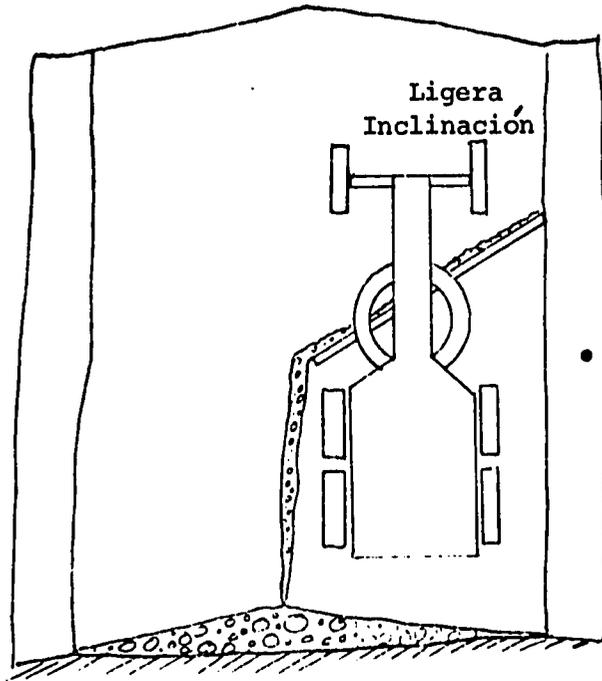
#### Reformación de la calzada sin reformar las bermas

La calzada se puede reformar sin necesidad de reformar también las bermas. La operación de conformar a cuchilla es la misma excepto que no se incluyen las bermas.

### Procedimiento

#### Para reformar la calzada sin reformar las bermas:

- Mueva la vertedera de tal manera que para la primera pasada, la extremidad de la hoja quede donde termina la calzada y empieza la berma.
- Emplee el mismo procedimiento de conformar a cuchilla que se utiliza para reformar la calzada y bermas (véanse las páginas 27 y 29).



Para reformar la calzada sin conformar las bermas, en la primera pasada mueva la vertedera hasta el borde de la calzada.

## CONFORMACION A CUCHILLA EN CONDICIONES ESPECIALES

Algunos tramos de caminos requieren atención especial cuando se conforman a cuchilla.

### Significado

#### Intersección de Caminos de Superficies de Agregados

Comenzando a unos 20 o 30 metros antes de la intersección de dos caminos de superficie de agregados, el bombeo debe eliminarse gradualmente hasta que, en el punto de intersección, no se note bombeo en ninguno de los dos caminos. Si no se elimina el bombeo, los vehículos saltarán al cruzar la intersección, especialmente en un camino donde no hay que parar.

### Procedimiento

Cuando se conforma la intersección de dos caminos de superficies de atregados:

- Gradualmente elimine el bombeo en cada camino, comenzando a unos 20 o 30 metros antes de la intersección.
- Revise el trabajo para determinar si se necesitan pasadas adicionales para eliminar el bombeo y garantizar que las bermas tengan pendiente en el punto en que las carreteras se cruzan (véase la figura en la página 35 que muestra una situación similar). •

### Significado

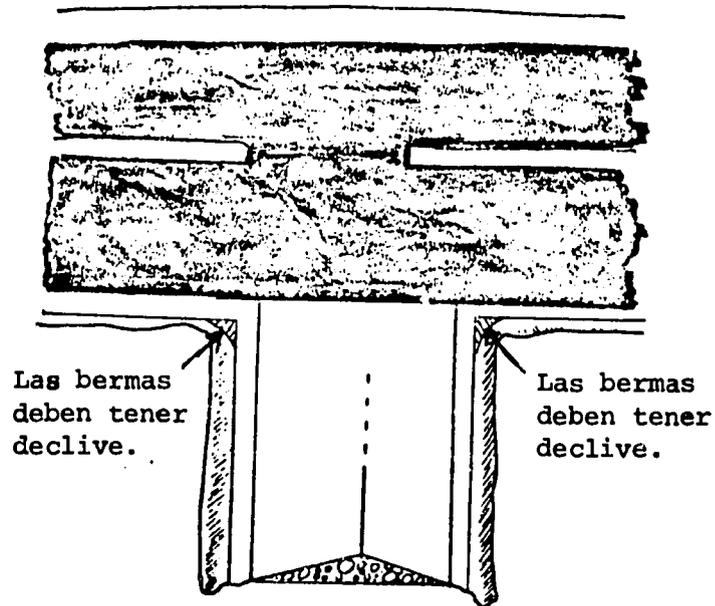
#### Intersección de un Camino de Superficie de Agregados y una Carretera Pavimentada

Comenzando a unos 20 o 30 metros antes de la intersección, se debe eliminar gradualmente el bombeo del camino de superficie de agregados para que en el punto de intersección no exista bombeo en ese camino. Ambas vías deben tener el mismo nivel en el punto donde se cruzan.

### Procedimiento

#### Cuando se conforma la intersección de un camino de superficie de agregados y una carretera pavimentada:

- Elimine gradualmente el bombeo en el camino de superficie de agregados, comenzando unos 20 a 30 metros antes del cruce de las vías.
- No deje agregados desprendidos en la carretera pavimentada. Coloque la motoniveladora sobre el pavimento, baje la hoja, ponga la máquina en marcha atrás y expulse los agregados.
- Revise el trabajo para determinar si se necesitan pasadas adicionales para eliminar el bombeo y para cerciorarse de que las bermas tienen pendiente en el punto en que las vías se cruzan.



Elimine el bombeo del camino de superficie de agregados donde intersecta a la carretera pavimentada.

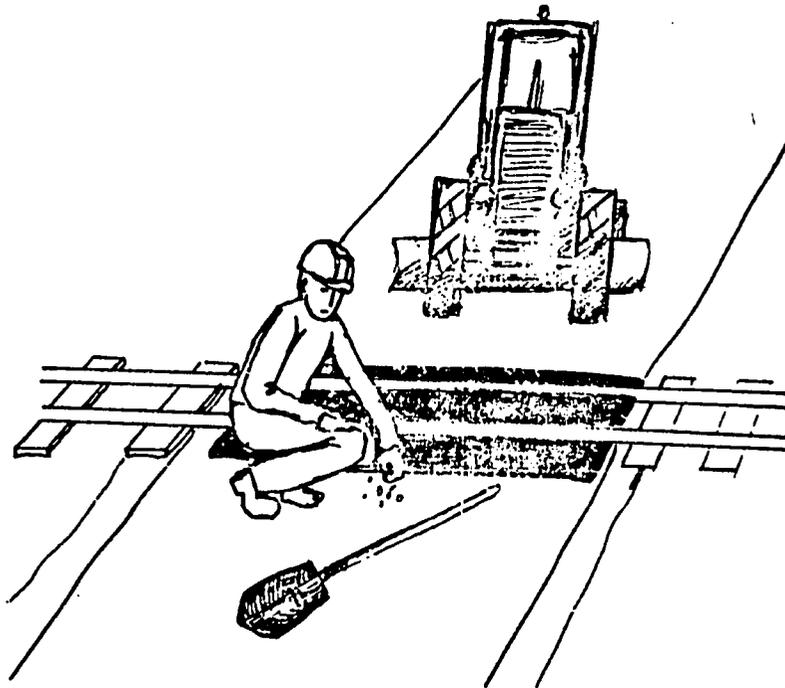
## Significado

### Cruce de Caminos con Vías Ferroviarias

El bombeo debe eliminarse gradualmente a ambos lados de la vía ferroviaria para que no exista bombeo donde el camino cruza la vía férrea.

No deben dejarse agregados en el cruce, ya que estos podrían encajarse contra los rieles y causar un descarrilamiento.

Para mantener un buen acceso a los cruces de ferrocarril, en muchos casos será necesario usar una pala.



Deben quitarse los agregados sueltos de las vías férreas.

## Procedimiento

### Quando se conforma un camino que cruza una vía ferroviaria:

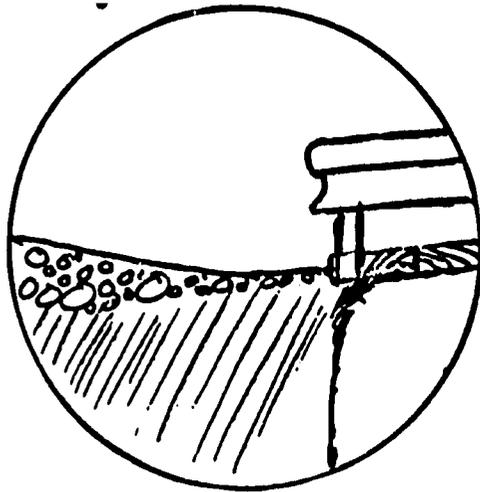
- Elimine gradualmente el bombeo del camino, comenzando a unos 20 o 30 metros antes de que el camino cruce la vía férrea.
- No deje agregados sueltos en las vías ferroviarias.  
Detenga la motoniveladora después de haber conformado el camino a ambos lados del cruce y revise el trabajo para cerciorarse de que no hay agregados en ninguna parte de la vía férrea, ni entre los rieles y los bordes de metal paralelos a ellos. Si los hay, quíte-los con una escoba o una pala.
- Revise su trabajo para determinar si se necesitan pasadas adicionales para eliminar el bombeo y llegar al nivel de la vía férrea.

## Significado

### Caminos que Cruzan Puentes

La mayoría de los pisos o tableros de puentes de madera no tienen bombeo; sin embargo, las calzadas de casi todos los otros tipos de puentes, especialmente los de hormigón, sí tienen bombeos de varios grados.

Cualquiera que sea la forma del piso del puente, el bombeo del camino siempre debe atenerse al del puente. La superficie del camino debe conformarse a una corta distancia en ambos lados del puente para que tenga la misma altura que tiene el tablero o el piso del puente.

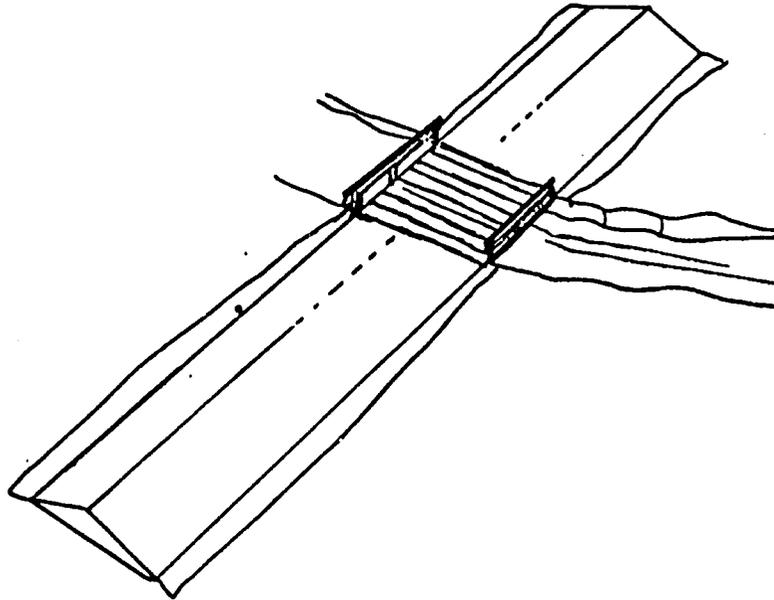


Camino que termina al mismo nivel que el puente.

## Procedimiento

### Cuando se conforma un camino que cruza un puente:

- Forme gradualmente el bombeo en el camino para que conforme al piso del puente, comenzando a unos 20 o 30 metros desde las extremidades del puente.
- Revise su trabajo para determinar si se necesitan pasadas adicionales para que el bombeo del camino se conforme al piso.
- No arrastre agregados desprendidos hacia el puente, a no ser que el puente esté destinado a tener una superficie de agregados. Confírmelo con el ingeniero.
- No deje que los agregados se acumulen junto a las extremidades del puente. Lleve la motoniveladora al puente, baje la hoja, ponga la máquina en marcha atrás y elimine los agregados excesivos. Esto también ayuda para emparejar el acceso.



Elimine el bombeo a ambos lados del puente.

## Significado

### En las Entradas al Camino

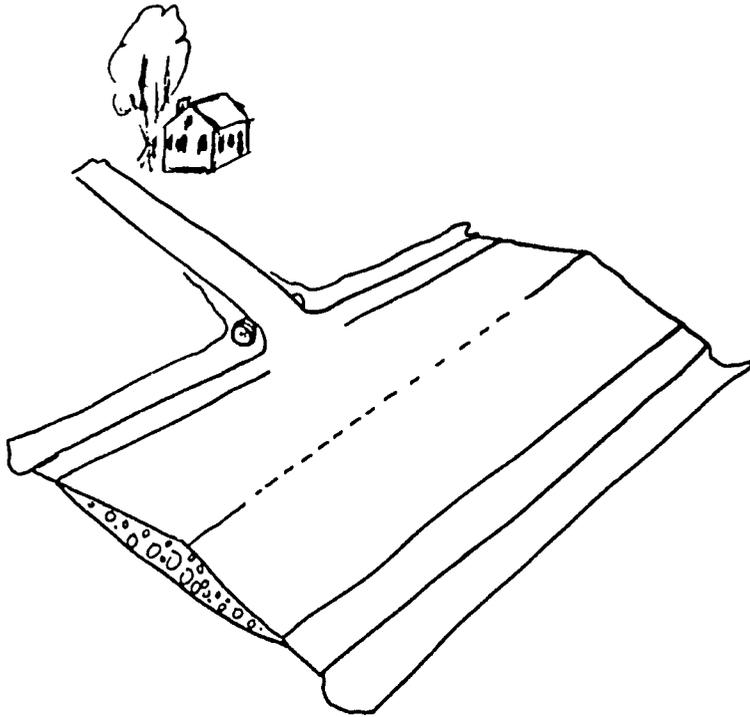
Cuando se empareja o reforma un camino que pasa junto a una entrada, se debe prestar atención al nivel de la superficie final del camino. Aunque el camino tiene preferencia, no debe haber una "caída" ni un "salto" desde el borde del camino a la entrada.

El borde del camino y el comienzo de la entrada deben estar a la misma altura. Para efectuar esta conexión rasa (no forme lomos en la rasante del camino), debe eliminarse el bombeo de la entrada donde empalma con el borde del camino.

### Procedimiento

#### Cuando se conforma un camino frente a una entrada:

- Conforme el borde del camino para que esté al nivel exacto que tenga el acceso a la entrada.
- No alze la hoja para depositar agregados desprendidos en frente de la entrada.
- Si es necesario, haga pasadas adicionales para emparejar el acceso a la entrada.



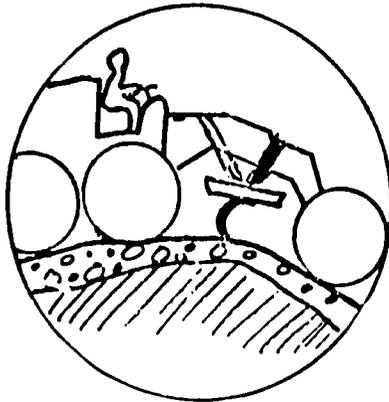
El borde del camino debe estar al mismo nivel que la entrada.

## Significado

### En Cumbres de Rasantes

Reajuste la hoja de la motoniveladora al cruzar cimas con bruscos cambios de rasantes. Cuando las ruedas delanteras de la motoniveladora cruzan la cima y comienzan el descenso, la hoja penetrará en la superficie del camino desprendiendo la superficie de agregados.

Si al descender se aumenta la presión sobre la hoja, esta penetrará en la superficie lo cual podría causar una pendiente resbaladiza con excesiva cantidad de agregados acumulados al pie de la misma.



No rebaje los agregados en una cima.

## Procedimiento

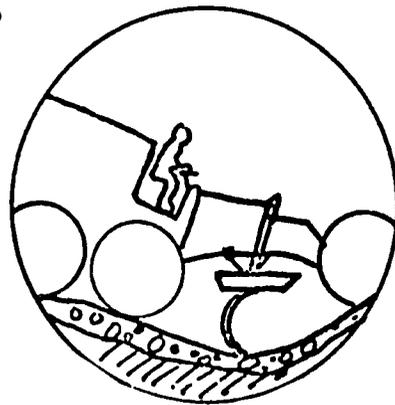
### Quando se conforman las cumbres de rasantes:

- Mientras las ruedas delanteras y traseras pasan sobre la cima, mueva gradualmente la hoja hacia arriba y después hacia abajo otra vez de modo que no penetre en la superficie de agregados de la cumbre.
- Revise su trabajo para determinar si se necesitan pasadas adicionales sobre la cima para emparejar los agregados.
- Tenga cuidado de no cortar muy hondo durante el descenso, cuando aumenta la velocidad de la máquina; cambie a una velocidad más baja; no use la hoja como freno.

### Significado

#### En el Fondo de los Valles de Rasantes

Reajuste la hoja de la motoniveladora al conformar una camino en el fondo de un valle. Cuando las ruedas delanteras de la motoniveladora cruzan el valle y comienza el descenso, la hoja se separará de la superficie del camino ya que las ruedas traseras todavía no han llegado al fondo del valle. Los mandos de la motoniveladora deben ajustarse continuamente para impedir que los agregados se acumulen en el fondo del valle.



No acumule agregados sueltos en un valle.

### Procedimiento

#### Cuando se conforma el fondo de un valle de rasante:

- Mientras las ruedas delanteras y traseras pasan por el fondo del valle, mueva gradualmente la hoja hacia arriba y después hacia abajo para impedir que se acumulen agregados.
- Revise su trabajo para determinar si se necesitan pasadas adicionales para obtener una superficie pareja con el bombeo que corresponde en el fondo del valle.

## Significado

### Caminos en Curva

En los caminos en curvas, el borde exterior es más elevado que el interior. Esto se llama peraltar o sobreelevar el camino. Peraltar la carretera ayuda a que los vehículos mantengan su estabilidad al recorrer una curva.

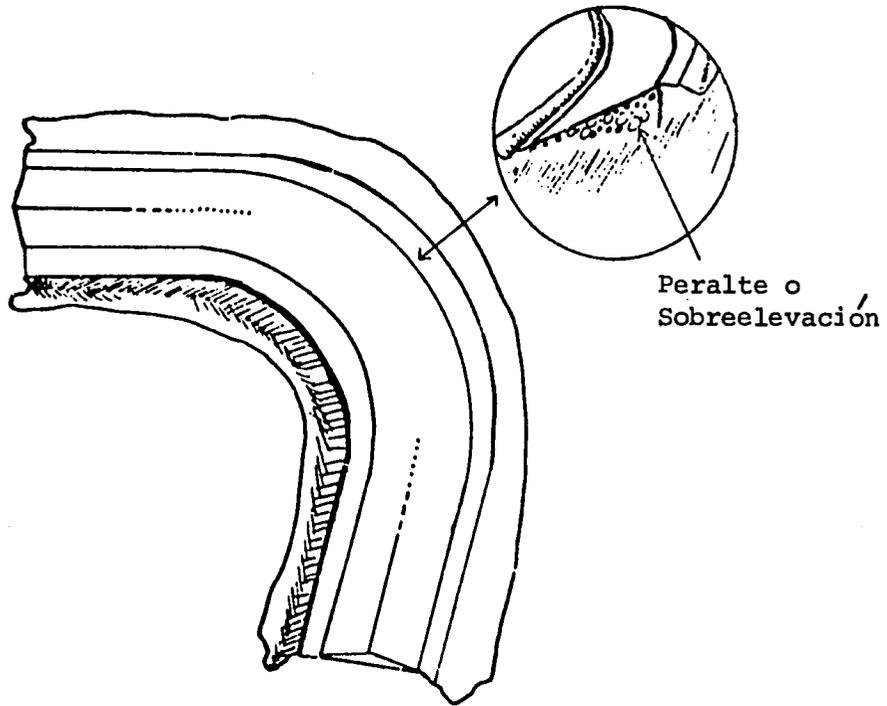
El bombeo se debe eliminar gradualmente poco antes de comenzar la parte curva del camino y se peralta la curva al conformarse.

Se debe tener cuidado cuando se peralta el camino. La calzada no debe estar tan inclinada que cause que un vehículo yendo a baja velocidad patine y se salga del camino cuando su superficie esté mojada o cubierta de nieve. Sin embargo, la sección curva del camino se debe sobreelevar lo suficiente para que un vehículo andando a la velocidad debida no se desvíe hacia la berma exterior.

## Procedimiento

### Cuando se conforma un camino en curva:

- Elimine el bombeo en la superficie elevando gradualmente la extremidad de la hoja en el borde exterior del camino unos 20 o 30 metros antes de entrar en la curva (use su medidor de inclinación).
- En el punto donde comienza la curva, el borde exterior de la calzada debe tener aproximadamente la misma elevación con respecto al borde interior, o sea, que debe haber una línea casi recta de borde a borde de la calzada, con declive hacia el interior de la curva.
- Conforme el borde exterior de la sección curva a una altura superior a la del borde interior (sobreeleve o peralte el camino).
- No forme bombeo en la parte curva del camino.
- Cambie en forma gradual y pareja la superficie del camino de bombeo a peralte y de nuevo a bombeo.
- Incline la berma en la parte peraltada del camino hacia abajo desde el borde de la calzada hasta la cuneta (véase la figura de la página 48).



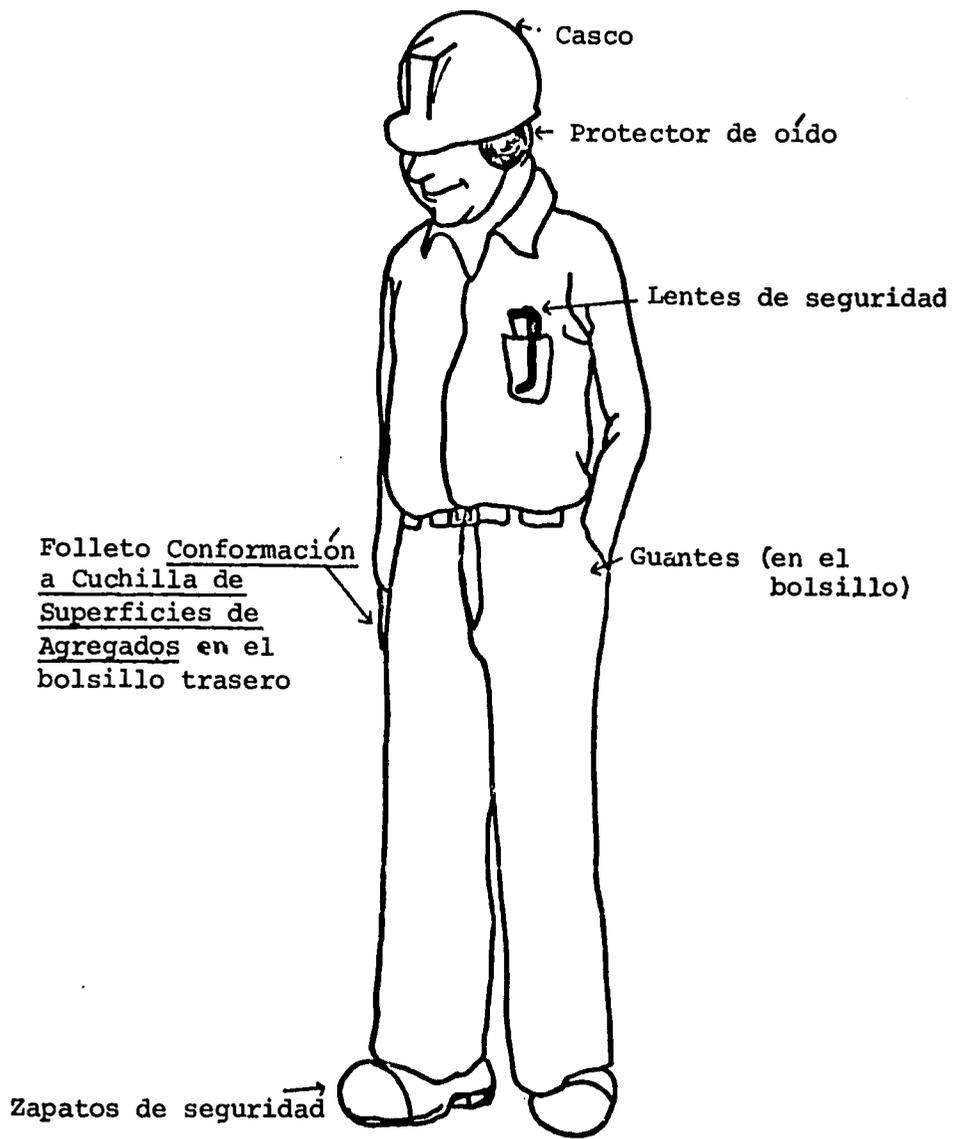
Calzada peraltada en curva

## LA CONDICION DE LA HOJA

La condición de la hoja de la motoniveladora afecta la velocidad y la calidad del emparejamiento y la reformación de un camino.

Se necesita mucha fuerza motriz para cortar las corrugaciones en los caminos y mezclar los materiales. El uso de una hoja gastada reduce a la mitad la velocidad de trabajo de la motoniveladora.

Revise la condición de su hoja cada vez que comience a conformar el camino para determinar si necesita reemplazarla con una hoja nueva.



## SEGURIDAD DEL PERSONAL Y EQUIPO

Puede resultar muy peligroso maniobrar una motoniveladora en un camino, especialmente cuando hay tráfico. Los peligros se pueden reducir observando las medidas de seguridad adecuadas con respecto al personal, equipo y las señales a usar.

### Como protección:

Use siempre un casco de seguridad cuando conforme a cuchilla.

Use siempre zapatos de seguridad y los aparejos de seguridad debidos cuando esté trabajando.

Coloque banderillas de color a cada extremidad de la vertedera cuando esté conformando a cuchilla.

En la parte trasera de la motoniveladora, coloque un triángulo que diga "Vehículo Lento."

Use una luz de destello en la motoniveladora cuando esté trabajando.

Encienda los faros de la motoniveladora cuando trabaje en contra del tráfico.

Tenga un apagafuegos colocado visiblemente en la motoniveladora y asegúrese de que está debidamente cargado.

Use el espejo retrovisor para observar los vehículos que desean pasar.

Cerciórese de que hay una pala en buenas condiciones en la motoniveladora.

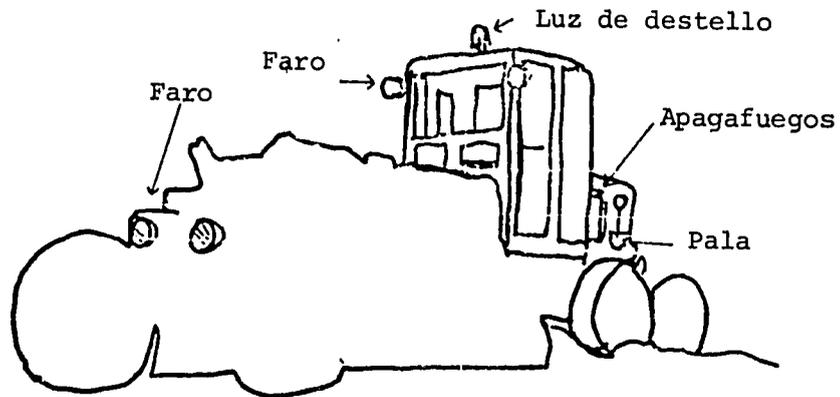
Cuando trabaje cuesta abajo, ponga la transmision de la motoniveladora en baja para frenar la máquina.

Siempre baje la hoja cuando se aparte de la motoniveladora.

Mueva la hoja al centro de la máquina y ciérrela con llave cuando la estacione.

Siempre quite la llave de encendido cuando abandone la motoniveladora.

Emplee señales y abandonados donde sea necesario para dar aviso a los usuarios del camino sobre la existencia de una obra o como advertencia si se deja la motoniveladora sola.



Use equipo de seguridad en la motoniveladora.