

32 29.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**PROCESO CONSTRUCTIVO DE CAMINOS
RURALES**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N

BALTAZAR CONTRERAS SOLANO
PAULINO FRANCO FRANCO



Ciudad Universitaria, México, D.F.

1990



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

CAPITULO	I	INTRODUCCION	1
CAPITULO	II	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	7
CAPITULO	III	MEJORAMIENTO DE BRECHAS	10
CAPITULO	IV	PROYECTO	22
CAPITULO	V	TERRACERIAS	36
CAPITULO	VI	OBRAS DE DRENAJE	48
CAPITULO	VII	REVESTIMIENTO	67
		CONCLUSIONES	76

I N T R O D U C C I O N

El desarrollo político, económico y social de un país depende de sus recursos y de su acervo cultural y son las vías de comunicación un elemento primordial de ese fin.

El desarrollo económico y político de México ha estado ligado estrechamente con el desarrollo caminero.

La importancia de las vías de comunicación se ha incrementado en forma constante y paralela a la evolución natural de las obras de ingeniería.

En un principio, los caminos se requirieron únicamente para el tránsito de personas y bestias de carga, posteriormente fueron utilizados para la circulación de vehículos ligeros como carruajes, en la actualidad se construyen para soportar un tránsito cada vez mayor, tanto en intensidad como en magnitud.

Esto ha tenido como consecuencia que cada vez se tomen más en cuenta en un proyecto todos y cada uno de los factores que en él intervienen, logrando con esto proyectos más integrales.

LOS CAMINOS PREHISPANICOS

En la época prehispánica, mexicas y mayas contruyeron caminos que les permitieron conquistar, dominar y comerciar en extensas zonas del territorio Americano.

A diferencia de Europa, los caminos en México no se relacionan con la aparición de la rueda, ya que las culturas prehispánicas desconocían su aplicación mecánica y se carecía de bestias de tiro y carga, lo que no fue obstáculo para desarrollar una amplia red de caminos, calzadas, veredas y senderos.

En la zona dominada por las mayas, caracterizada por la presencia de terrenos pantanosos, muchos caminos mantuvieron su trazado recto y se tendieron por encima de lagos, esteros y pantanos. En esta región se hicieron las calzadas utilizando la piedra blanca del lugar lo que dió lugar a su nombre o camino blanco.

En la zona central, los caminos construidos por los aztecas, se empleaban frecuentemente para el envío de mensajes en los principales se colocaban torres donde pernoctaban los indígenas que actuaban como correos, cada correo comunicaba oralmente el mensaje o entregaba pictogramas con la noticia.

El Imperio Azteca en México, se extendió de la costa del Golfo de México, hasta la costa del pacífico, por rutas trazadas por los indígenas.

Los conquistadores españoles quedaron impresionados con las cuatro calzadas de tierra firme en el Valle de Anáhuac que cruzaban de Tlatelolco a Ixtapalapa y del reino de Tacuba al de Texcoco. Los caminos de los Mexicas fueron descritos por los conquistadores como muy recios, angostos y empinados.

En la región Maya, Cobá y Uxmal fueron centros de donde irradiaban una serie de caminos que comunicaban amplias zonas. Cobá estaba enlazada con el otro centro importante de la Península de Yucatán- Chichénitza, por camino de cien kilómetros con una anchura de nueve metros y medio.

Los purepechas contaron igualmente con una red caminera bastante desarrollada, cuyo centro principal fue Tzintzuntzan. En la cultura tarasca (Estado de Michoacán).

LOS CAMINOS VIRREINALES

El camino indígena se transforma en camino Virreinal al consumarse la conquista.

Durante la conquista y posteriormente, la dominación, los españoles aprovecharon muchas de estas veredas para ser transportados por los indígenas hacia sus destinos, siendo esto, como obligación para los "Tamemes" sin pagarles y ser tratados como bestias.

A ello se había anticipado Fray Bartolomé de las Casas, quien fue "El Padre de los Indios" y quien se preocupara por los indios que tuvieran mejor trato y no se les obligara a cargar contra su voluntad y - sin pagarles por aquel trabajo, haciéndole saber al Rey de España los sufrimientos que pasaban aquellos indios y se promulgaran leyes en España- para defenderlos de aquella tiranía, ya que en México no se le hacía caso a las peticiones hechas por Fray Bartolomé de las Casas.

Junto con los conquistadores llegaron a México las bestias de carga, modificando en forma sustancial al transporte, ya que se empezaron a usar las carretas y los carros tirados por mulas o caballos.

Esto obligó a modificar las características físicas de los caminos primitivos. Se mejoraron las rutas, se suavizaron las pendientes y se amplió la superficie de rodamiento.

A tal grado se desarrolló esta actividad, que en el siglo -- XVII la importancia de los caminos no se medía por sus características- sino por el tamaño y número de las "recuas" que los recorrían. Un buen - camino era el que soportaba "recuas" hasta de cien mulas.

En 1522 Hernán Cortés ordenó la construcción del camino México-Veracruz, convirtiéndose la primera brecha en camino. En el mandato - del Virrey Antonio de Mendoza se construyeron los caminos para unir a México con Acapulco, Oaxaca, Tehuantepec y Huatulco; México con Michoacán, Colima, Jalisco y Pánuco; México con los minerales de Taxco y Sultepec; - México con Zacatecas y Durango. Sus sucesores abrieron dos nuevas rutas- directas a Puebla, con ramales que llegaban al Valle de Atlixco e Izúcar se construyeron también rutas hasta Otumba Apan, Tepetlaozcat y Calpulal-
pan.

Al final del virreinato se contaba en México con siete mil kilómetros de "Caminos Reales" por los cuales se podía transitar en carretas.

LOS CAMINOS EN EL MEXICO INDEPENDIENTE

Las prolongadas luchas por la independencia dañaron los caminos en forma considerable y se sumaron al abandono que venían sufriendo desde principios de siglo.

Desde fines de 1810 fué imposible para los soldados realistas llegar al puerto de Acapulco; los caminos de tierra adentro fueron cortados y quedaron aislados Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas, toda la Nueva Galicia, hoy Jalisco.

La inestabilidad política y la falta de recursos públicos impidió que una vez consumada la independencia se mejoraran la red de caminos, cuya construcción y conservación quedó a cargo de la Secretaría de Estado y despacho de Relaciones Exteriores e Interiores, creada el 8 de noviembre de 1821.

El primer esfuerzo formal se hizo en 1842 cuando se creó un cuerpo civil de ingeniería de caminos, Puentes y calzadas que no tuvo acción práctica, ya que en 1846 fue sustituida por la Dirección General de colonización e Industria y que nuevamente sería substituida en 1853 por la Secretaría de Fomento, con iguales resultados.

La construcción de caminos tuvo que enfrentar a la resistencia de dueños de ciertas propiedades, al establecerse el impuesto de peaje, los comerciantes elevaron los precios y ante el descontento popular, Benito Juárez tuvo que suprimirlo en 1862.

En 1901 se concluyó el de paso de porras a San Marcos, en Aguascalientes y en 1902 se firmaron contratos para la construcción de los caminos de Chiapas de Corzo y a la Frontera con Guatemala y de Mazatlán a Culiacán y se inició el puente sobre el río Grijalva, en el paso de Chiapas, - - obras que se terminaron en 1909.

Más no todo fué fácil, cuando se tuvieron las primeras experiencias del automovilismo en México, allá por 1905 eran muy cortos los recorridos que los vehículos podían emprender por la falta de caminos apropiados, - circunscribiéndose sus proyectos, casi en la generalidad de los casos, a - las calles de las ciudades.

LOS CAMINOS DE MEXICO MODERNO

En 1917 Venustiano Carranza creó la Dirección de Caminos y puentes, dependiente de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.

Un año después, quedó lista la carta General de caminos que sirvió de apoyo a los proyectos de apertura, modificación, localización y reparación de carreteras.

El 6 de abril de 1925, el Presidente Plutarco Elias Calles creó la Comisión Nacional de Caminos que recibió facultades para administrar y - ampliar los impuestos recaudados sobre ventas de gasolina y sobre tabacos - labrados.

A partir de 1928 la Comisión Nacional de Caminos asumió la responsabilidad técnica de la ejecución de los proyectos y desde entonces las

carreteras y caminos de México han sido proyectados, ~~construidos~~ y conservados por ingenieros y empresas mexicanas.

En 1932, la Comisión Nacional de Caminos pasó a depender de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, con el nombre de Dirección General de Caminos, hasta 1958.

LA RED ACTUAL DE CARRETERAS

El Gobierno trazó entonces un programa de Caminos Vecinales, cuyo fin era transformar parte de los 330 mil kilómetros de brechas existentes, en caminos transitables en todo el tiempo.

Así mismo se intentaba reducir el desempleo rural, utilizando en estos trabajos mano de obra campesina. Este programa permitió a la red-carretera de México crecer en una década en aproximadamente sesenta mil kilómetros.

Sin embargo la crisis financiera, a partir de 1982, obligó a las autoridades a un nuevo cambio, ampliar la comunicación con escasez de recursos.

Esta situación, al parecer, será la constante de los próximos años y obliga al ingeniero a un nuevo reto: el empleo de técnicos de bajo costo que permitan financiar este tipo de obras, sobre todo tomando en cuenta que la inflación afecta fundamentalmente los presupuestos para inversiones de largo plazo, como es el caso de la gran parte de las carreteras.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

I.- PROCEDIMIENTO

Tomando en cuenta las especificaciones básicas para el proyecto geométrico y las normas de construcción para los caminos rurales, y con la idea de aprovechar los recursos existentes tales como brechas, fuerza de trabajo sub-empleada en el medio rural, así como los materiales regionales, es necesario decidir acerca de la técnica a emplear.

Dentro de esta técnica pueden considerarse tres alternativas: La que utilice en forma intensiva la fuerza de trabajo aunada al uso de implementos agrícolas locales; la tradicional con empleo de maquinaria de construcción y la combinación de las dos anteriores.

La decisión está supeditada a la disponibilidad de la fuerza de trabajo, a los volúmenes por mover, a la clasificación de los materiales, etc.

II.- EMPLEO INTENSIVO DE MANO DE OBRA .

La alternativa, que considera el empleo intensivo de la fuerza de trabajo e implementos agrícolas provenientes de las propias comunidades, significa, desde luego, un mayor plazo para terminar los trabajos; pero en cambio, está acorde con la política de crear empleos, tendiendo así a reforzar la economía local.

III.- EMPLEO DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCION.

La segunda alternativa, que considera en forma preferente el empleo de maquinaria de construcción, significa la continuidad de los procedimientos tradicionales, dependientes económicamente del extranjero, ya que en un gran porcentaje esa maquinaria y sus refacciones proceden de otros países

originando por lo tanto, una importante fuga de divisas.

La ejecución de los trabajos en los caminos rurales, en general comprende el movimiento racional de volúmenes de materiales, por lo que el empleo de equipo significaría una modificación de las especificaciones, para atender las características de fabricación de la propia maquinaria; llevaría implícito también un gravamen adicional al costo de las obras por el traslado del equipo al lugar de los trabajos, localizados generalmente en sitios de difícil acceso, y un exceso de capital invertido, para cuya recuperación sería necesaria adjudicarle numerosas obras a través de varios años.

IV.- USO COMBINADO DE LA MANO DE OBRA Y LA MAQUINARIA.

En la primera alternativa, la mano de obra debe utilizarse en forma intensiva en todos aquellos conceptos y partes de la obra en que así se considere conveniente, siempre y cuando no eleve excesivamente el costo de la obra, no se prolongue innecesariamente la duración de los trabajos y sobre todo, no se interfiera con las actividades agropecuarias propias de los campesinos.

Lo anterior no significa que la maquinaria no deba ser usada en este tipo de obras; el estudio de ambas alternativas, debe llevar a la conclusión de que la metodología más adecuada será la que considere, en cada caso, las condiciones particulares del camino, las de la zona donde se encuentre localizado y que además, tome en cuenta los recursos materiales y humanos disponibles para la realización de la obra.

Si después de efectuar un análisis de las condiciones Socioeconómicas de la obra, en las circunstancias particulares de la región, se llega a la --

conclusión de que es necesario el empleo de maquinaria como complemento o en sustitución de la mano de obra, no debe objetarse su uso.

En cada caso se deberá analizar el procedimiento aplicable más adecuado, quizás lo conveniente sea emplear aquella que combine el uso intensivo de mano de obra con el apoyo de maquinaria.

V. - USO DE HERRAMIENTA.

Conociendo el trazo y el proyecto del camino, tendremos elementos que nos permitan determinar dónde usar mano de obra y dónde apoyar la construcción con maquinaria, con los siguientes elementos de juicio:

Trabajos que la mano de obra pueda ejecutar con la herramienta tradicional conocida, como son:

Palas, picos, cabahoyos, machetes, hachas y carretillas.

Con las herramientas tradicionales, efectuar trabajos cuyo rendimiento reditúe el pago hecho durante un jornal para optimizar los recursos.

El apoyo de maquinaria y equipo, se hará en trabajos donde la mano de obra rebase los costos estimados por jornal.

Habiendo determinado cuándo debemos emplear mano de obra y cuándo apoyarnos con maquinaria y equipo, programaremos la construcción del camino rural en las diferentes fases que a continuación se mencionan:

- a) Desmante y desenraice
- b) Despálme
- c) Terracerías
- d) Drenaje
- e) Revestimiento

MEJORAMIENTO DE BRECHAS

Nuestro país cuenta con un gran número de brechas que fueron construídas por los propios habitantes del medio rural, fundamentalmente para fines agrícolas, ganaderos, de explotación maderera, comerciales, a veces mineros o bien simplemente de comunicación.

Estas brechas originalmente hechas para el paso de bestias de carga y silla, se fueron posteriormente adaptando lo mejor posible para permitir el paso de vehículos, primero de tracción animal y después de motor. En la mayoría de los casos, esta adaptación se hizo con técnica rudimentaria.

Los miles de kilómetros de brechas existentes en todo el territorio nacional, en general son transitables únicamente en épocas en que no llueve, pero son susceptibles de mejorarse para permitir su operación normal durante todo el año.

Estas brechas representan un potencial considerable que de ninguna manera debe desaprovecharse, y es así que el programa de Caminos Rurales establece como prioridad que se mejoren las brechas, siempre y cuando comuniquen a algún poblado, a tierras en producción o susceptibles de cultivarse.

Si las condiciones de las brechas son buenas en cuanto a alineamiento horizontal y vertical y calidad del suelo, o sea que se ajusten a las especificaciones fijadas anteriormente, bastará únicamente hacerle un retrazo, una nivelación y un seccionamiento para determinar una rasante con la sección que origine al menor movimiento de tierras; al mismo tiempo estos trabajos sirven para hacer una evaluación de cantidades de obra y costos.

Existen brechas en las que sus condiciones no son totalmente favorables y requieren de ciertos trabajos para que cumplan con las especificaciones

de Caminos Rurales. En tales casos hay que modificar el alineamiento horizontal para:

- a) Eliminar tramos con pendiente mayor del 12 %
- b) Eliminar tramos con grados de curva de mas de 60 °
- c) Eliminar tramos cuyo suelo es de mala calidad;
- d) Para acortar la longitud total del camino.

Tratándose de terreno plano, no siempre es aconsejable modificar la brecha y menos aún cuando se trate de terrenos de cultivo, ya que, por una parte, se deja de cultivar el área de terreno que ocupa el camino, y por otra, el camino nuevo tardará mucho tiempo en tener, una estructuración que permita el paso de los vehículos y se desaprovecha la consolidación natural que ya tiene la brecha. Por lo general, estos tramos de camino nuevo quedarán sin uso por la rapidez con que se deterioran y el usuario seguirá utilizando las antiguas brechas.

Crterios y Procedimientos.

Hay casos en los que para mejorar las características geométricas y estructurales de la brecha, es conveniente modificar, el trazo esto sucede:

- a) Cuando se tienen pendientes muy fuertes.
- b) Cuando dificulte las maniobras en forma excesiva a los vehículos que transitan por ella, debido a la existencia de curvas de radio pequeño.
- c) En terrenos planos, donde las brechas tienen un desarrollo excesivo, es procedente efectuar modificaciones rectificando el alineamiento, ahorrándose así longitud, con la consiguiente economía en obras de drenaje y revestimiento.

d) Cuando las terracerías de las brechas presenten profundas irregularidades y que para corregirlas sea necesario utilizar materiales procedentes de banco o de préstamos laterales; con una pequeña modificación en el alineamiento, se puede obtener economía en las obras y en muchos casos una mejor ubicación del camino.

Existen situaciones hidrológicas que hacen obligado modificar el trazo de brechas estas son:

a) Cuando la brecha cruza una curva de río. En este caso, el río puede invadir el camino por efectos de erosión de la margen del lado exterior de la curva.

b) Cuando la brecha cruza un río que sufre desbordamientos. Bajo estas condiciones el camino puede requerir terraplenes y alcantarillas de alivio que lo hacen muy costoso.

c) Cuando la brecha se desarrolla en forma paralela a un cauce divagante que pueda atacar al camino. En este caso, si la cercanía de río y brecha es un tramo largo, puede ser necesario modificar el trazo y aún cambiar la ruta.

d) Cuando la brecha cruza un río en una sección en la que el cauce es muy ancho en comparación con otras secciones cercanas, deberá considerarse la posibilidad de modificar el trazo a fin de lograr un cruce de menor longitud, aunque eso obliga a proyectar una obra de drenaje más costosa ahora bien, si los cruces pueden resolverse por medio de vados, sería factible aceptar secciones del cauce relativamente amplias.

e) Cuando la brecha cruza varias veces el mismo cauce, habrá de efectuarse una comparación entre el costo necesario para construir toda

la obra requerida con el alineamiento existente y costo por una ruta nueva.

- f) Cuando la brecha pasa por terrenos inundables, se deben hacer también estudios comparativos similares. Generalmente, estos tramos requieren de terraplenes más altos del nivel máximo registrado para evitar que el agua invada la superficie de rodamiento. Estos terraplenes pueden resultar muy costosos, así como de obras de drenaje transversal que funcionen como vasos comunicantes para evitar la generación de cargas hidráulicas en un lado del camino, que puedan ocasionar tubificación, que con el tiempo destruirá el terraplén; Además, si el suelo donde se desplanta el terraplén está formado de arcillas muy expansivas, puede causar problemas permanentes de conservación del camino.

Conviene también modificar el trazo de la brecha cuando se presentan una o varias de las siguientes condiciones geotécnicas:

- a) Cuando se prevean cortes importantes en rocas de origen ígneo; en especial los basaltos y las riolitas.
- b) Cuando se prevean cortes mayores de tres metros en rocas sedimentarias cuya estratificación bufe hacia el camino, o bien cuando se prevean cortes en balcón en condiciones semejantes.

En el primer caso, se presentarán caídas constantes sobre el camino que pueden llegar a obstruirlo; en el segundo, existe la posibilidad de que el camino deslice ladera abajo.

- c) Cuando la brecha existente se aloje en una ladera que presente signos de inestabilidad, tales como árboles inclinados, abundante fracturamiento de las rocas o grietas en su superficie, etc. Estas laderas pueden ser estables bajo el tránsito normal de una brecha y no necesariamente lo serán al construir un camino tipo E.

- d) Cuando la zona sea inundable o muy húmeda y el terreno de cimentación del camino esté constituido de alta compresibilidad o por turbas. Esta situación es frecuente al cruzar pantanos o lechos de lagos secos, donde casi siempre es preciso construir terraplenes cuyos costos de construcción y de conservación son muy altos.
- e) Cuando la brecha se aloje en zonas de médanos y se prevean cortes y terraplenes en o sobre ellos.
- f) Cuando se prevean cortes en laderas que presentan artesianismo, o aguas arriba de zona donde abunden los pozos artesianos.
- g) Cuando se prevean, terraplenes sobre suelos susceptibles de tubificación, de acuerdo a lo que se indica a continuación:

SUSCEPTIBILIDAD DE LOS SUELOS A LA TUBIFICACION.

- | | |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gran resistencia a la | <p>1.- Arcillas muy plásticas (IP 15%) , bien compactados.</p> <p>2.- Arcillas muy plásticas (IP 15%) , deficientemente compactados.</p> |
| Resistencia media | <p>3.- Arenas bien graduadas o mezclas de arena y grava, con contenido de arcilla de plasticidad a media (IP 6%), bien compactadas.</p> <p>4.- Arenas bien graduadas o mezclas de arena y grava con contenido de arcilla de plasticidad media (IP 6%) , deficientemente compactadas.</p> |

5.- Mezclas no plásticas, bien graduadas y bien compactadas, de grava de arena y limo con IP 6%.

Baja resistencia a la tubificación.

6.- Mezclas no plásticas, bien graduadas y deficientemente compactadas, de grava, arena y limo, con IP 6%.

7.- Arenas limpias, finas, uniformes (IP 6%) -- bien compactadas.

8.- Arenas, limpias, finas, uniformes (IP 6%) deficientemente compactadas.

Los criterios generales para aprovechar las brechas son:

- a) En los casos en que la topografía del terreno sea muy accidentada, se aprovecha la brecha haciendo sólo pequeñas modificaciones donde se requiera.
- b) Por razones económicas, solamente en forma excepcional y justificada se efectúan modificaciones al alineamiento vertical u horizontal.
- c) Los trabajos de terracerías resultan mínimas por que los alineamientos horizontal y vertical de la brecha se apegan a la superficie del terreno natural, sin embargo, habrá tramos en los que sea necesario realizar cortes. El volumen y clasificación de materiales, de estos cortes, determinan la conveniencia de ejecutarlos exclusivamente a mano o bien con apoyo de maquinaria de construcción.
- d) La geometría de las curvas de radio pequeño se mejoran ampliando dicho radio, para que la circulación de los vehículos que transiten por el camino no requieran efectuar maniobras excesivas.

e) Para asegurar el tránsito de vehículos en todo tiempo, se cubren las terracerías en un ancho de 4.00 m. con una capa de 15 a 20 cms. de espesor de material de revestimiento. El material que se use como revestimiento debe cumplir con las especificaciones y de preferencia extraerlo de bancos cercanos a la obra.

El tendido y afine de esa capa protectora debe efectuarse invariablemente a mano.

La capa de revestimiento no siempre se tiende a todo lo largo del camino, sino únicamente en los tramos en que existe baja calidad de las terracerías, ya que muchas veces se encuentran tramos que se denominan "autorrevestidos", o sea, que la calidad de los materiales que forman las terracerías hace innecesaria la colocación de otra capa protectora.

f) Las obras de drenaje se construyen aplicando o adaptando, en su caso, los proyectos tipo de alcantarillas y puentes, cuyas características permiten utilizar al máximo los materiales de construcción de la región.

g) Las normas que deben cumplir las brechas en todos sus tramos para que se consideren como caminos rurales aparecen en el capítulo tercero.

A continuación, las figuras Nos. 1 a 6, ilustran la formación de la sección de una brecha, lo cual lleva implícito que todas las actividades se realicen a mano y por tanto, que los volúmenes por mover sean pequeños y su costo razonable.

La figura No. 1 Muestra una sección transversal con talud en corte para mejorar la brecha. Se forman las cunetas, se perfilan los hombros se afinan y da bombo a la superficie de rodamiento a fin de-

recibir la capa de revestimiento.

La figura No. 2 ilustra una sección transversal en cañón para mejorar la brecha. Se forman las cunetas, se perfilan los bordes; se completan y da bombeo a la superficie de rodamiento a fin de recibir la capa de revestimiento.

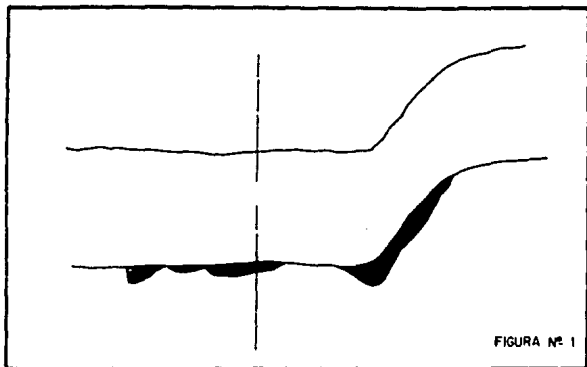
La figura No. 3 Representa el caso de una sección transversal en terreno plano con posibilidad de drenaje en algún escurrimiento para desahogar las cunetas; con el producto de la excavación se completa y da bombeo a la superficie de rodamiento a fin de recibir la capa de revestimiento.

La figura No. 4 Muestra una sección transversal en corte en balcón. El producto del corte se utiliza para completar la sección de construcción con su bombeo. Sería recomendable que a la terracería de relleno se le compactara mediante un sistema práctico por ejemplo con un rodillo formado por un tambor de 200.0 lbs. relleno con desperdicio de metales pesados ahogados en concreto, a fin de que al rodarlo mediante un eje central de tubo de acero; resista el trabajo a que será sometido; de esta forma, las terracerías recibirán la capa de revestimiento y se nulifica su función como superficie de rodamiento.

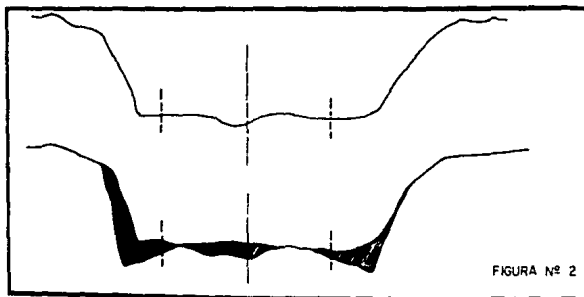
La figura No. 5 Ilustra una sección transversal en terreno plano donde se presenten dificultades para el drenado de aguas pluviales. Sería necesario formar terraplenes con materiales de préstamos laterales que puedan ser acarreados en carretilla. Mediante el rodillo descrito para la figura anterior, sería factible y conveniente compactarlos por capas.

La figura No. 6 Representa una sección transversal en terreno donde se requiere apoyar todo el ancho de la plantilla del casino en terreno firme.

SECCION TRANSVERSA CON TALUD



SECCION TRANSVERSAL EN CAJON



SECCION TRANSVERSAL EN TERRENO PLANO

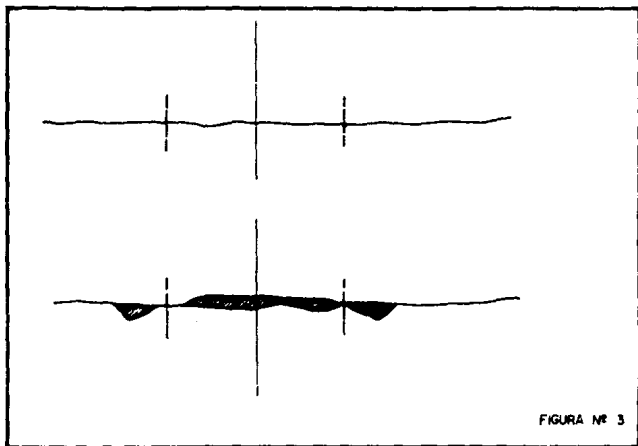


FIGURA Nº 3

SECCION TRANSVERSAL EN CORTE EN BALCON

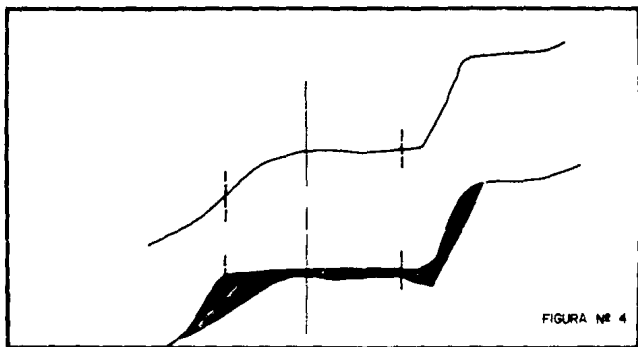
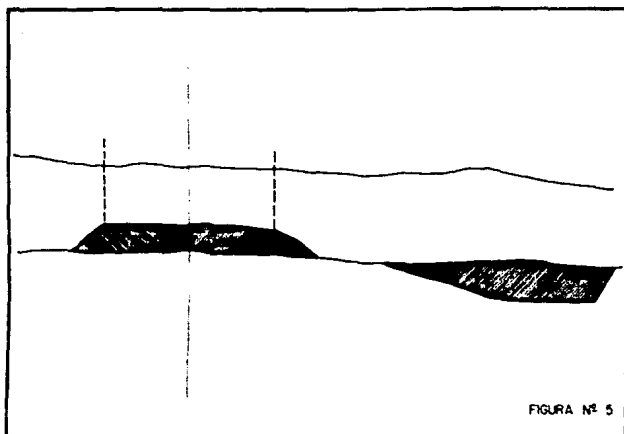
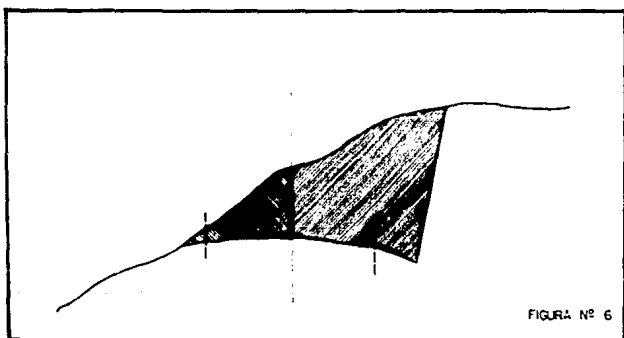


FIGURA Nº 4

SECCION TRANSVERSAL EN TERRENO PLANO



SECCION TRANSVERSAL EN TERRENO FIRME



P R O Y E C T O

Se entiende por proyecto al conjunto de planos, especificaciones, documentos y datos complementarios, a los que debe sujetarse la ejecución de una obra.

I I.- Introducción

Se pretende construir caminos de bajo costo para lograr una mayor distribución de los recursos presupuestarios, es por ello que un aspecto importante del programa es el aprovechamiento de muchos kilómetros de brechas que con pequeñas modificaciones pueden ser acondicionadas para que cumplan con las normas.

II.- Localización y Proyecto

Los estudios de localización son fundamentales e indispensables para el proyecto de los caminos de especificaciones modestas; es indudable que de la correcta localización dependerá el buen comportamiento del camino; por lo que es importante que los estudios sean realizados por personas que posean amplia experiencia en esta rama.

El detalle con el que deben elaborarse los estudios de localización - depende, desde luego, de las condiciones que se presenten en cada caso. Habrá oportunidades en que por tratarse de un camino de corta longitud, en una zona que no presente dificultades, un simple reconocimiento sea suficiente para fijar la ruta, y habrá otras en las que será necesario estudiar varias rutas para seleccionar la más conveniente.

En estos casos la Dirección General de Caminos Rurales solicita la colaboración de otras direcciones generales de la Secretaría, como por ejemplo, la de Carreteras Federales, para obtener datos relacionados con la fotogrametría; la de Servicios Técnicos para estudios geotécnicos y la de Ingeniería de tránsito para entronque con otras carreteras.

Con objeto de facilitar los trabajos, conviene recopilar los mapas, fotografías aéreas y cartas geológicas que existan de la zona en estudio. En México, el Instituto Nacional de Estadística, geografía e Informática (INEGI), edita cartas topográficas geológicas, edafológicas, de uso del suelo, etc., que cubren una gran porción del país, con fotografías aéreas, prácticamente tienen cubierta la totalidad del territorio nacional. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.) en su Departamento de fotogrametría, dispone de fotografías aéreas y restituciones de muchas regiones del país.

Con las rutas dibujadas en los mapas, se pueda, en el gabinete, observar cuáles son las ventajas y desventajas de cada una de ellas y disminuyen y simplifican los reconocimientos de campo.

En la selección de rutas, se considera en primer lugar el aspecto, socioeconómico, pues lo que se busca es comunicar los poblados y centros agrícolas y ganaderos; luego se consideran las topografías del terreno, los sistemas naturales de drenaje, las condiciones favorables o desfavorables de los materiales, volúmenes de cortes y terraplenes etc. Es también importante cuidar al aspecto de afectaciones a propiedades y construcciones.

Con la ruta general ya definida, se procede a elaborar el estudio preliminar y el proyecto definitivo, no necesariamente a todo lo largo de la ruta, sino en los tramos cuya construcción esté por iniciarse. Estos trabajos se harán previamente, de acuerdo con el manual de Proyecto Geométrico de Caminos Rurales.

III.- Características del Proyecto.

Con base en las especificaciones geométricas, contenidas en las normas de servicios técnicos para proyecto geométrico de carreteras, para los ca

minos tipo E, y con la experiencia obtenida en la construcción de caminos rurales se consideran como normas de proyecto geométrico de caminos rurales.

IV.- Sección Transversal.

Los elementos que integran la sección transversal son: la corona, - las cunetas y los taludes.

La corona es la línea comprendida entre las aristas superiores de - los taludes de terraplén y /o las interiores de las cunetas de un corte. La sección transversal queda definida por la rasante, el ancho y la pendiente transversal para los cuales se fijan las siguientes normas:

a) Rasante

El proyecto de la rasante está condicionado por el drenaje general y debe procurarse que implique espesores mínimos en terraplén. Estos, deben conducir a una conservación más sencilla y económica debido a que los asentamientos presentados por falta de compactación son menores.

b) Ancho

El ancho de la corona es de 4.0 Mts.

c) Pendiente Transversal

La pendiente transversal es aquella que permite desalojar, en un -- tiempo corto, el agua que cae sobre la corona del camino; por lo que se recomienda una pendiente transversal de 3 a 5 % hacia ambos lados del eje cuando el tramo del camino esté en tangente, y además, que su superficie sea revestida. Se aplica el - valor del 4% en caso de tener superficie empedrada o adoquinada.

d) Sobreelevación.

La sobreelevación máxima en las curvas horizontales es del 10% y se recomienda también en estos casos, darle un tratamiento especial a la superficie- de rodamiento para que los vehículos no resbalen.

El ancho de 4 m. de la corona no permite el cruzamiento o rebase de vehículos, en tonces para permitirles estas maniobras es necesario proyectar ampliaciones a la corona con las dimensiones y separaciones que fija el proyectista, en función de la visibilidad y el volúmen de tránsito a que estará sujeto el camino, Estas ampliaciones constituyen los libraderos.

En terreno plano o lomerío suave, es factible construir libraderos a cada 100 M.- siempre que haya visibilidad. Entre ambos; En terreno montañoso y escarpado se lo calizaran en aquellos lugares en que se domine un buen tramo de caminos hacia adelante, para evitar que dos vehículos que transitan en sentido opuesto se encuentren entre dos libraderos ya que por lo angosto del camino cualquier maniobra se dificulta.

La cuneta es una zanja de sección triangular, construída paralelamente al eje del camino y se aloja a partir de la corona; tratándose de una sección en balcón, solamente se construye la cuneta del lado del corte; tratándose de corte, se construíra una cuneta a cada lado de la corona. El objeto de esta cuneta es recoger y encauzar hacia afuera del corte el agua que escurre de la superficie del camino - debido al bombeo, así como la que escurre por los taludes de los cortes.

Los taludes de las terracerías del camino, son superficies inclinadas que limitan un corte o un terraplén. En el caso del corte, este talud tiene una inclinación - que garantice la estabilidad del material que forma el terreno natural; en el caso del talud de un terraplén, es aquél cuya inclinación la fija el derrame natural del material que forma el propio terraplén.

V.- Criterios para el proyecto geométrico.

Tanto para modificaciones importantes en el mejoramiento de brechas,

como para proyecto de caminos nuevos, es conveniente tomar en cuenta las siguientes normas:

Definida la ruta más conveniente, se efectúan los levantamientos topográficos necesarios para realizar el proyecto, así mismo, mediante las secciones de construcción, se determinan los volúmenes de corte y terraplén y los acarrees y sobreacarrees. De acuerdo con el proyecto se hace el trazo en el terreno.

En terrenos planos y lomerío suave el trazo puede definirse mediante alineamientos con balizas, las mediciones pueden hacerse concinta y la nivelación con nivel de mano.

En terrenos montañosos se usa tránsito, nivel fijo y nivel de mano para trazar, nivelar y seccionar respectivamente.

Cuando se trata de un camino alojado en una ladera con pendiente transversal fuerte, se hace un análisis económico para estudiar dos alternativas: mover la línea a fin de que la sección quede en terreno firme, o bien, construir muros de contención para alojar la sección en balcón que resulta del proyecto; siempre que el muro garantice la seguridad de las terracerías.

El proyecto debe apegarse al terreno natural tanto como sea posible, evitando el abuso de máximas pendientes y grados de curva.

El ancho del derecho de vía lo determinará el Residente de Caminos Rurales, aplicando su criterio según las condiciones de la zona y del camino. En términos generales, se requiere únicamente la faja de terreno que pueda alojar el camino, la que en caso, comprende los cortes y terraplenes altos; en terreno plano se recomienda un ancho total de 15.00 m. para futuras ampliaciones.

VI.- Entronques

Los cruces de un camino con otras vías de comunicación terrestre originan intersecciones que pueden ser a nivel o a desnivel. En caminos rurales son siempre a nivel.

El proyecto de un entronque a nivel debe evitar al conductor maniobras excesivas para incorporarse a las corrientes de tránsito.

Para el proyecto de un entronque se consideran los volúmenes-horario de tránsito de los caminos que se intersectan su composición, la velocidad de operación y la topografía local.

Adicionalmente, el alineamiento o las pendientes de los caminos que confluyen a la intersección intervienen en el dimensionamiento del entronque. Para ello se han elaborado dos proyectos tipo y generalmente de ellos se selecciona al que mejor se adapta a las condiciones locales.

VII.- Estudios Geotécnicos.

Para el adecuado proyecto de un camino, es indispensable efectuar un estudio geotécnico, mediante el cual se determinen las condiciones del terreno en el cual se va a cimentar el camino, así como la localización de los bancos de material de donde se va a extraer el revestimiento que cubrirá la superficie de rodamiento.

El detalle con que se realizan los estudios, depende de la importancia del camino y de la etapa del proyecto en la que se trabaja, según se describe en seguida:

- a) Estudio geotécnico en la etapa de reconocimientos.

Los aspectos geotécnicos deben considerarse tan importantes como los topográficos y socioeconómicos para la elección de ruta. A este nivel, el estudio se efectúa más fácilmente con ayuda de cartas geológicas y edafológicas de la región y - aprovechando las ventajas que ofrece la fotointerpretación.

Con las fotos y las cartas se obtiene la zonificación, con las características - generales de los diferentes materiales que integran la zona donde se desarrolla - cada posible ruta; el estudio se complementa con visitas al campo para estable - cer correlaciones con los rasgos observados en el gabinete. Con esta información se está en posibilidad de desechar las rutas con problemas obvios, como zonas -- pantanosas, Zonas de inundación cruces con ríos divagantes, laderas inestables, etc.

Para seleccionar alguna de las rutas, se requiere saber el costo apro - ximado de cada una de ellas, pues al final se escogerá la que a igualdad de ser - vicio, resulte de menor costo, tanto de construcción como de operación. El costo se determina conociendo el volúmen de material por mover y las dificultades para su excavación; es también importante determinar las inclinaciones estables de - cortes y si habrá facilidades para obtener materiales para terracerías y revesti - miento o serán necesarios acarreos largos.

b) Estudio geotécnico en la etapa de proyecto preliminar.

El estudio en esta etapa se encamina a establecer los lugares por - donde es conveniente que aloje el camino dentro de la ruta seleccionada. los da - tos necesarios se obtienen de la información recabada en la etapa de reconocimie - to e de las observaciones hechas mediante recorridos por la faja donde se ubicá - ra el camino. sin que se requieran muchas exploraciones ni muchos ensayos de la - boratorio.

c) Estudio geotécnico del trazo definitivo. El detalle y cuidado con que se efectúa el estudio en esta etapa, depende de la importancia del camino y principalmente, de los movimientos de tierra previstas. En proyecto que involucran pequeños movimientos de tierra, será suficiente con la información de los estudios de las etapas de reconocimientos y del proyecto preliminar, pero si involucran movimientos importantes, deberá efectuarse un estudio más completo que le son indispensables y que se pueden resumir de la siguiente manera:

- Coeficientes de variabilidad volumétrica
- Taludes de cortes de terraplenes
- Métodos de excavación de los materiales
- Tratamiento de los materiales para su utilización en la construcción del camino.
- Utilización de los materiales obtenidos de los cortes.
- Bancos de materiales.
- Recomendaciones para cimentación de obra de drenaje.
- Recomendaciones para protección de las terracerías.

La obtención de esta información, se logra con exploraciones a base de pozos a cielo abierto, repartidos a lo largo del eje definitivo; efectuando el muestreo de materiales de despalle y programando los ensayos de laboratorio necesarios. Los pozos a cielo abierto pueden ser de 2.0 m. de profundidad. El muestreo se debe hacer cada 2 pozos, es decir, tomando muestra en uno y efectuando clasificación visual en el otro.

Es necesario complementar la información de los sondeos con la mayor información geológica posible, como morfología, afloramientos de rocas, cobertura de suelos,-

cortes naturales, cañadas y granulometría simplificada, límites de plasticidad, contenido de agua, peso volumétrico natural, peso volumétrico seco máximo cada vez que cambie el material, etc.

Algunos conceptos importantes de los diferentes aspectos del estudio geotécnico son los siguientes:

a) Coeficientes de variabilidad volumétrica.

son los parámetros que multiplicados por el volumen que ocupa el material en el lugar donde se extrae, dan el volumen que ocupará en el terraplén - 75 cms.

Durante el estudio de campo, con la clasificación geotécnica y observaciones sobre homogeneidad, estratigrafía, echados, afloramientos, etc., se llegan a clasificar los materiales con porcentajes de cada uno de los grupos A-B-C.

d) Utilización de los materiales obtenidos en los cortes.

Mediante la clasificación geotécnica, considerando las condiciones que tendrán los materiales después de removidos y si la curvamasa lo indica, se decide si se utilizarán o no en la formación de terraplenes. Las normas de calidad de la Secretaría sólo rechazan los materiales con límite líquido mayor de - 100% pero siempre conviene tener mucho cuidado con todos los materiales del tipo CH (arcillas inorgánicas de alta plasticidad), MH (limo inorgánicos de alta compresibilidad limos micáceos o diatomáceos y limos elásticos), OH (arcillas orgánicas de mediana a alta plasticidad, limos orgánicos de mediana plasticidad) y PT (turba y otros suelos altamente orgánicos).

e) Tratamientos de materiales.

Debe preverse que algunos materiales, tal como se obtienen de los cortes, no pueden ser utilizados en la formación de terraplenes y proporcionar-

los procedimientos para mejorar sus características a fijar los préstamos para sustituirlo.

f) Bancos de materiales.

Cuando se requiere prestar material para terraplenes y para capa su brasante, se tiene que emprender la exploración de las zonas a las que se les - consideren posibilidades, tanto en lo que se refiere a calidad, como a volúmen- aprovechable y economía de extracción y acarreo. Los materiales para capa subra sante se someten a las pruebas de laboratorio respectivas.

En los sitios probables a utilizarse como bancos para terracerías, capa subrasante y revestimientos, se deberán realizar pozos cada 2 500 m², de 2m. de profundidad mínima. Deberán extraerse muestras representativas y realizarse los- siguientes ensayos de laboratorio.

- Granulometría
- Límites de plasticidad
- Contenido de agua
- Peso volumétrico natural
- 2 pesos volumétricos secos máxima por banco

g) Cimentación de alcantarillas.

En el sitio donde se proyecta alguna alcantarilla se realiza un estudio de explo ración sonera, mediante pozos a cielo abierto u observaciones superficiales, pa- ra efectuar la clasificación geotécnica y determinar las condiciones de los mate riales. Utilizando correlaciones con parámetros de resistencia, es posible obte- ner valores aproximados de capacidad de carga y proyectar las cimentaciones, pe ro aplicando factores de seguridad mayores que en los casos de exploración más -

detallada.

h) Recomendaciones para la protección de las terracerías.

Durante el estudio de campo, se tienen que prever los problemas que pueden efectuar la operación del camino, y se tienen que dar las recomendaciones pertinentes. Generalmente estos problemas tienen que ver con escurrimientos y flujos de agua y las soluciones se encuentran en las obras de drenaje y subdrenaje.

VIII.- Alcance.

Cuando se elabore el proyecto detallado, se deben cubrir los siguientes aspectos.

a) Orientación, trazo y nivelación preliminar, con levantamiento topográfico en una faja de 60 m. a cada lado; para cruces importantes, la faja será de 100m. como mínimo a cada lado. Cálculo de coordenadas, dibujo de la planta topográfica y del perfil de la preliminar.

b) Proyecto del trazo definitivo en la planta topográfica, conforme a las especificaciones de proyecto para caminos rurales.

c) Trazo definitivo, con una orientación solar o polar por lo menos - cada 5 Km. nivelación del eje definitivo y secciones transversales del terreno, - de 10m. a 20m. a cada lado del eje de la línea definitiva, dependiendo del ancho máximo que se requiere para dibujar el proyecto geométrico de la Sección de construcción.

d) Referencia de los puntos sobre tangentes (P S T), de principio y terminación de curvas (P C y P T) y de los puntos de inflexión (I).

e) Cálculo de la orientación y coordenadas.

f) Dibujo de la planta topográfica y referencias.

g) Proyecto y cálculo de la subrasante. Determinación de espesores de

cortes y terraplenes. Dibujo del perfil definitivo con indicación de cruces.

n) Registro de trazo, nivelación y secciones de topografía de la línea preliminar. Registro de trazo, referencias, nivelación y secciones transversales de la línea definitiva.

i) Con relación al drenaje, se elabora el informe de campo para el proyecto; el registro de campo y nivelación del eje de la obra. Se calcula su longitud. Se elaboran también los planos constructivos de las obras menores de 6 m. de claro y se anota la ubicación aproximada de las obras mayores.

IX.- Normas para la presentación de proyectos.

La presentación de los planos de proyecto, fundamentalmente deben cubrir los requisitos de forma y contenido.

Forma. Es importante este aspecto, pues en la medida que se establece un sistema apropiado, se podrá lograr.

a) Uniformidad. es fundamental lograr uniformidad en la presentación de los planos de proyecto con el fin de no tener variedad en cuanto a su tamaño. Para cubrir la mayoría de las necesidades que se presenten en el proyecto, se requiere dos tipos.

- Tamaño carta.

- Tamaño doble carta.

El ancho y el largo del plano están en función del tipo de hoja tamaño carta tal como se indica en el manual de proyecto geométrico de Caminos Rurales.

b) Manejabilidad.- Las condiciones anteriores facilitan el manejo de los planos durante la construcción de la obra.

c) Archivo.- El que los planos guarden relación con respecto a la hoja tamaño carta, permite establecer un sistema para doblarlos y archivarlos con facilidad.

Contenido. Es indispensable que todo plano constructivos reúna en su contenido los datos mínimos que permitan la ejecución de la obra, tales como: topográficos, acotaciones, escalas, etc., dependiendo ello de la importancia y características del proyecto.

Paisaje.-

Los objetivos que persigue el proyecto del paisaje de un camino son, en general, - mejorar la apariencia del camino y sus alrededores, aumentar la seguridad de los usuarios y proteger al camino contra la erosión, los derrumbes y los azolves.

Los caminos rurales se integran fácilmente al paisaje por sus constantes curvas, - tal como lo requiere la topografía; los grandes cortes, terraplenes y bancos de préstamos de material que interrumpen el paisaje son raras y, dependiendo del tránsito y de la pendiente, se revisten con piedras provenientes de la zona lo que les da un carácter local. Durante la elección de la ruta y durante el proyecto del camino deberán tenerse en mente todas sus cualidades estéticas con objeto de hacerlas resaltar.

Con respecto a la seguridad del usuario, deberán preverse pendientes suaves en las curvas horizontales en corte, con objeto de aumentar la visibilidad del camino.

Los taludes de los terraplenes deberán tener la mínima inclinación posible, que resulte económica y que a la vez permita el crecimiento de vegetación; estas medidas aumentan la sensación de seguridad del conductor al mismo tiempo que reducen la erosión del talud, con el consiguiente ahorro en conservación. La inclinación mínima para los taludes en estos casos, es de 1.5:1.

Es muy conveniente dotar a los terraplenes, cortes y bancos de material, a lo largo del camino, de una cubierta vegetal para protegerlos de la erosión y al mismo tiempo darles un buen aspecto.

Las plantaciones de árboles dentro del derecho de vía del camino, son recomendables si se tiene en cuenta que nunca deberán plantarse en el lado interior de las curvas horizontales, ni al inicio y terminación de las curvas verticales en cresta, a fin de no disminuir la visibilidad, ni al fondo de las curvas. Verticales en columpio, para no obstaculizar el libre flujo de las corrientes en ríos y arroyos.

TERRACERIAS

I. CLASIFICACION DE TERRACERIAS.

Se entiende por terracería los trabajos que se llevan a cabo para hacer una excavación, acarreo, relleno, deposito, terraplén en o con el material de un lugar determinado.

Las terracerías que se construyen en los caminos rurales, de acuerdo al tipo de terreno en que se ubique la localización del mismo, se han clasificado - en tres grupos que son:

- a) Material "A"
- b) Material "B"
- c) Material "C"

En la clasificación de los materiales, deberá aplicarse un criterio basado en las observaciones que se hagan en los frentes de ataque, ya que un mismo frente puede tener las tres clasificaciones, dos ó una, en forma de capas o bien entreveradas, de cuya apreciación se determinará la clasificación definitiva.

Si el corte por clasificar está compuesto por materiales de diferente - grado de dificultad para su extracción y carga, cuando muestren separación definitiva, cada material se clasificará por separado, tomando en cuenta los volúmenes parciales; posteriormente se computará la clasificación general del volumen total, considerando siempre los diferentes tipos de materiales.

Cuando el corte por clasificar este formado por material C alternado - en capas o con bolsas de otros de menor clasificación en proporción tal que el - material C constituya por lo menos el noventa por ciento (90%) del volumen total el conjunto se considerará como material C y por lo tanto en estos casos, la clasificación del conjunto será 0-0-100. En aquellos casos en que la disposición de los materiales y el espesor de sus capas sea tal que permita atacarlos con eficiencia en forma aislada, los distintos volúmenes se clasificarán por separado, - aún cuando el volumen del material C sea igual o mayor que el noventa por ciento

(90%) del volúmen total del corte por clasificar.

MATERIAL "A" es el blando o suelto, que puede ser eficientemente excavado con escrepa de capacidad adecuada para ser jalada con tractor de orugas, - de noventa (90) a ciento diez (110) caballos de potencia en la barra, sin auxilio de arados o tractores empujadores aunque ambos se utilicen para obtener mayores rendimientos. Además, se considera como material A, los suelos poco o nada cementados, con partículas hasta de siete punto cinco (7.5) centímetros (3"). Los materiales más comunmente clasificados como material A, son los suelos - agrícolas, los limos y las arenas.

Se puede extraer con la pala sin afloje previo.

MATERIAL "B" es el que, por la dificultad de extracción y carga, puede ser excavado eficientemente por tractor de orugas con cuchillas de inclinación variable de (140) a ciento sesenta (160) caballos de potencia en la barra o con pala mecánica de capacidad mínima de (1) metro cúbico sin el uso de explosivos, aunque por conveniencia se utilicen éstos para aumentar el rendimiento; o bien, que pueda ser aflojado con arado de seis (6) toneladas jalado con tractor de orugas, de ciento cuarenta (140) a ciento sesenta (160) caballos de potencia en la barra. Además se considera como material B, las piedras sueltas menores de setenta y cinco (75) centímetros y mayores de siete punto cinco (7.5) cm. (3) Los materiales más comunmente clasificados como material B, son las rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y tepetates.

Se requiere afloje con zapapico auxiliado con barreta y extracción con pala.

MATERIAL "C", es el que por su dificultad de extracción, puede ser excavado mediante el empleo de explosivos; también se considera como material C, las piedras sueltas con una dimensión mayor de setenta y cinco (75) centímetros

Entre los materiales clasificados como material C, se encuentran las rocas basálticas, las areniscas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos y andesitas sanas.

Requiere barrenación, afloje con explosivos y extracción a mano y pala

II.- DESMONTE.

El desmonte consiste en eliminar la vegetación (materia orgánica) de la zona (plantilla) que ocupará el camino. Se realiza en una franja de un metro a cada lado de lo que será la superficie de rodamiento del camino, a partir de los cerros del mismo: excepto cuando en la zona de los cortes queden árboles de tamaño tal que pongan en peligro su estabilidad, en tal caso, esta franja será mayor. Su ejecución se hace invariablemente a mano.

En los bancos de materiales, este desmonte se efectúa en todo el área por excavar.

El desmonte comprende la ejecución de una o varias de las operaciones que siguen:

a) Tala: Corte de árboles y arbustos.

Cuando se corten árboles de cierto tamaño se promueve que los vecinos del lugar retiren y aprovechen esa madera, si legalmente les pertenece.

Cuando se requiera se obtendrá el permiso de las autoridades forestales de acuerdo a las disposiciones vigentes.

b) Roza: Eliminación de la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.

c) Desenraice: Extracción de troncos y tocones con raíces ó cortandolos.

El producto aprovechable del desmonte, se coloca en el lugar donde no obstruya el funcionamiento de las obras de drenaje, incluidas las contracunetas

Cuando hay necesidad de quemar la maleza, se extremarán las precauciones para evitar que se propague el fuego.

Las herramientas empleadas en estas operaciones son: Las hachas, serruchos y machetes, para la tala: Palas zapapicos y azadones para la roza y desenraice. Se emplean, además, hachas o dinamita para la extracción de tocones, o simplemente quemándolos cuando sea factible, si estos son muy grandes; Cuidando que los residuos de gran tamaño, no se mezclen con el material que será utilizado en las terracerías.

PARA FINES DE DESMONTE SE CONSIDERAN EN ESTE TRABAJO LOS SIGUIENTES TIPOS DE VEGETACION:

- a) Manglar.
- b) Selva o bosque.
- c) Monte de regiones áridas, o semi-áridas.
- d) Monte de regiones desérticas, zonas cultivadas y de pastizales.

- La vegetación tipo manglar es la constituida predominantemente por mangles y demás especies de raíces aéreas, típicas de los esterros y pantanos de los climas cálidos.
- La vegetación tipo selva es la constituida predominantemente por arboles típicos de las zonas bajas y cálidas: son ejemplos de vegetación selvática las siguientes variedades: Palmeras, amates, chicozapotes, ceibas, caobas, mangos, cedros, parotas, cerones, chocas y chijoles. La vegetación tipo bosque, es la constituida predominantemente por arboles típicos de las zonas altas de clima templado o frío; son ejemplo de vegetación de zonas boscosas las siguientes variedades; pinos, madroños, oyameles, abedules, piñoneros, encinos y eucaliptos.
- La vegetación de monte de regiones áridas o semi-áridas es la constituida predominantemente por árboles de poca altura y diámetro reducido y por arbustos. Ejemplos de esta vegetación son: mezquites, pirules, tejocotes, huizaches y espinos.

- La vegetación de monte de regiones desérticas zonas cultivadas y de pastizales, se caracteriza por estar constituida predominantemente por cactáceas, - vegetación de sembradíos o zacatales, respectivamente, ejemplos de este tipo de vegetación son: sahuaros, oréganos, nopales, biznaças, candelillas, pitahayas, magueyes, guayules, gobernadoras, ocotillos, mezquitales; sembradíos de maíz, trigo, arroz, cebada, caña; así como zacate y herbáceas. salvo indicaciones en contrario de la dependencia que este ordenando los trabajos, las operaciones de desmonte se ejecutarán a mano, en caso de que se requiera ejecutarlas con maquinaria, el equipo sera previamente autorizado por la dependencia.

Cuando se haga a mano el corte de los arboles, deberá quedar a una altura máxima sobre el suelo de setenta y cinco (75) centímetros, excepto en - las superficies en que deba efectuarse el desenraíce. Las ramas de los árboles situados fuera de las áreas desmontadas, que queden sobre la corona de - las terracerías deberán ser cortadas.

El desmonte deberá estar terminado cuando menos a quinientos (500) metros, pero a no más de mil quinientos (1,500) metros adelante del frente de ataque de las terracerías.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena ocasionados por trabajos de desmonte efectuados indebidamente, serán de la responsabilidad del ejecutor.

III.- DESPALME.

Se entiende por despalme la operación que consiste en remover un determinado espesor del terreno natural, que por sus características es inadecuado para formar parte de la cama del camino o para emplearse en la construcción de terraplenes. En la mayoría de los casos, este material es orgánico y cuando - existe, deben despalmarse los cortes que vayan a servir para la formación de - terraplenes, los préstamos laterales o de banco y el área de despalme de los

terraplenes. En todos los casos, se seccionará el material extraído, a fin de conocer su volúmen.

El espesor del despalme dependerá de varios factores. En el caso de Caminos Rurales, el factor que más influye para fijar el valor máximo es el económico. Generalmente un valor que varíe de 15 a 25 cm. es aceptable.

La remoción del material se efectúa con palas y zapapicos, traspaleándolo a las orillas del camino donde se almacena. Posteriormente podrá ser acarreado en carretillas a los sitios que se considere necesario, con objeto de que cumpla alguna función, tal como favorecer el crecimiento de la vegetación en taludes de cortes o terraplenes.

Deberá ponerse especial cuidado en que el material se coloque en el sitio en que no afecte al drenaje o sea motivo de azolve en las obras.

IV.- CORTES .

Los cortes son excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, terraplenes y rellenos, que tienen por objeto preparar y/o formar la sección geométrica del camino.

a) Cortes en material "A"

Se emplea zapapico para aflojar el material y pala, para cargarlo o traspalearlo cuando se requiere el acarreo se realiza en carretillas o equipo de transporte.

b) Cortes en material "B"

Se emplean zapapicos. En algunos casos, para mejorar los rendimientos de los trabajadores, se utilizan explosivos para aflojar el material; con frecuencia pólvora.

En las demás operaciones, se sigue el método descrito para el material "A".

c) Cortes en Material "C"

Se requiere el uso de explosivos y comprende las siguientes actividades.

1.- Barrenación.

Es la operación de hacer orificios en la roca para alojar los explosivos. Puede hacerse a mano o con equipo.

Cuando la barrenación necesaria sea reducida y en la región se consigan barreteros, se prefiere la barrenación con herramienta de mano para dar ocupación a la gente de la localidad.

2.- Colocación de explosivos y voladura.

En la barrenación y en la operación de colocar los explosivos y su voladura, es recomendable que sean efectuados por mano de obra especializada.

La experiencia es indispensable para ubicar los barrenos y cargarlos. De lo contrario, no solamente se corren peligros muy serios, sino que las malas cargas y tronadas producen una fragmentación inferior a la deseada y por defecto o por exceso, son operaciones antieconómicas.

Cuando el caso lo amerite, se buscará el asesoramiento de expertos en explosivos.

3.- Extracción y Carga.

Una vez realizada la tronada, la roca queda fragmentada de tal manera que se facilita la extracción y carga del material.

La carga se hace, de preferencia, a mano; si los fragmentos son grandes, se marcean. Cuando la distancia es corta, el acarreo de los materiales puede hacerse en carretillas; en caso contrario se utilizan camiones de volteo.

4.- Afinamiento de taludes.

El afinamiento de los taludes se hace amacizándolos a mano, con zapapico y pala; es decir retirando los materiales inestables, operación que reduce considerablemente el riesgo de derrumbes.

Medidas que se recomiendan para evitar accidentes.

- Entre menos personas manejen los explosivos, menores serán los riesgos de accidente.
- Organizar la mano de obra de acuerdo a sus conocimientos.
- El polvorín será manejado por una sola persona.
- La cuadrilla debe conocer exactamente cuales son sus deberes individuales.
- El personal que maneje los explosivos deberá conocer perfectamente los procedimientos para su transporte, colocación y tronado.
- Los trabajadores novatos deben recibir siempre instrucciones precisas y trabajar bajo la supervisión de una persona experimentada hasta que hayan demostrado capacidad en el manejo de los explosivos.

V.- TERRAPLENES.

Los terraplenes son rellenos que se forman sobre el terreno natural con materiales compensados producto de los cortes, de préstamos laterales o préstamos de banco, dando con ellos la forma geométrica que las normas señalen para la sección de la construcción, cuyos taludes dependerán del tipo de material que los forma en su ángulo de reposo. (figura No. 8).

Una vez obtenido el material para la formación del terraplén, se tiende por capas a lo largo del camino y se afina hasta lograr la sección proyectada. (figura No. 9).

Secciones transversales mixtas de construcción. Son las que transversalmente se construyen con la forma geométrica que las normas señalen, parte en

corte y parte en terraplén, cuyos taludes dependerán del tiempo de material que los formen en su ángulo de reposo y la inclinación transversal del terreno natural. (figura No. 9).

VI.- APINAMIENTO DE TERRACERIAS.

Las terracerías se afinan para darles el bombeo y sobreelevación fijados en el proyecto, a fin de que el revestimiento tenga un espesor uniforme y pueda alcanzar el bombeo a la sobreelevación de proyecto.

Cuando haya transcurrido algún tiempo después de terminadas las terracerías y no se haya colocado el revestimiento, deberán afinarse nuevamente antes del tendido de éste.

Para efectuar el afinamiento se colocan estacas a lo largo del eje del camino, de preferencia a cada 20 M. y en los puntos que se estimen necesarios, a fin de distribuir el volumen de la cuadrilla y poder controlar el encomendo a cada trabajador.

Aprovechando las estacas centrales como referencia, se colocan las que van a las orillas de la subcorona y las de las cunetas y, mediante hilos, se determinan las pendientes que correspondan al bombeo o a la sobreelevación.

Dado que las estacas del eje corresponden al cadenamamiento del camino, es conveniente aprovecharlas a fin de que sirvan de referencia para ordenar, de acuerdo al kilometraje, el acarreo de los materiales para las obras de drenaje y de revestimiento.

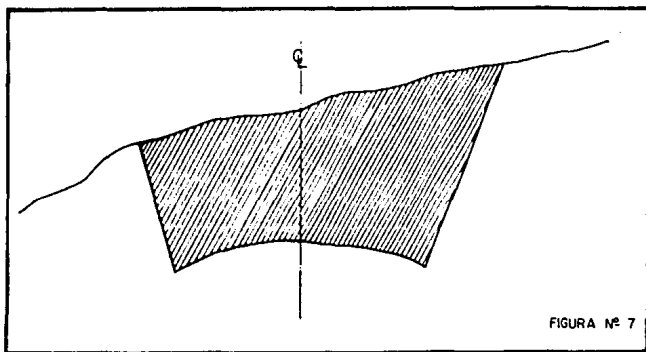
Como las estacas sobre el camino se pierden facilmente, se colocan fuera de éste a distancias apropiadas.

El afinamiento se hace con pala y se requiere del auxilio del zapapico.

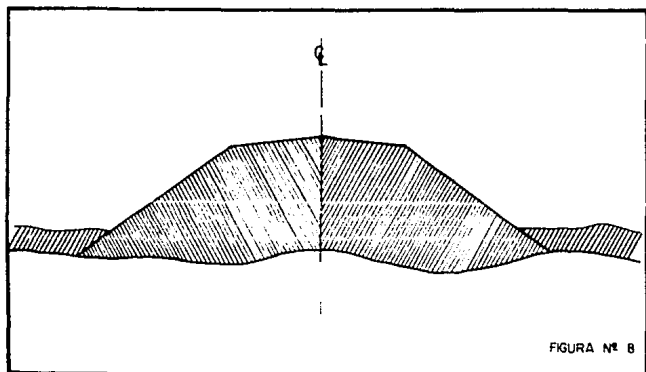
El acarreo del material sobrante se puede efectuar con carretilla, en algunos casos hasta palearlo simplemente.

En el afinamiento de las terracerías se considera la formación de las cunetas. Para facilitar esta operación, se pueden fabricar bastidores rústicos con la forma correspondiente o, marcar en los mangos de los zapapicos y de las palas, el ancho y la profundidad de la cuneta. Los bastidores permiten verificar que la sección construída corresponda a la proyectada.

Contracunetas. Las contracunetas se excavan con zapapico y pala, dando el ancho, la profundidad y la inclinación de los taludes que se hayan fijado en el proyecto. Si se encuentran piedras, se procura sacarlas con barreta o cuña y marro



TERRAPLENES



SECCION TRANSVERSAL MIXTA

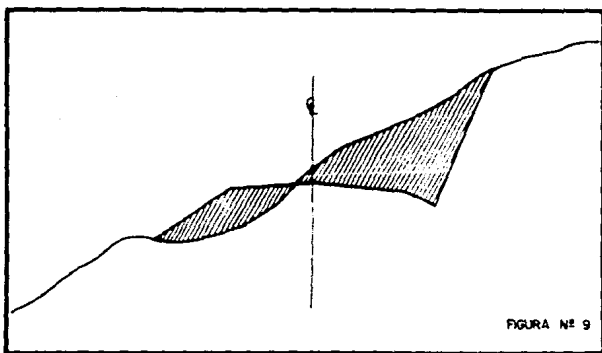


FIGURA Nº 9

OBRAS DE DRENAJE

VI.- OBRAS DE DRENAJE.

Las obras de drenaje tienen por objeto dar paso al agua que por no poder desviarse en forma, tiene que cruzar de un lado a otro del camino.

1.- Localización y Tipo de Obra.

El recorrido previo de la brecha o de la posible ruta para ubicar el camino, permite localizar oportunamente las obras de drenaje y determinar el tipo más conveniente para cada una.

Para efectuar la localización, también se puede recurrir a la fotografía aérea o, a las cartas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INDGI).

Para el diseño es posible utilizar los proyectos tipo para alcantarillas y Puentes para Caminos Rurales, elaborados por la Dirección General de Caminos - Rurales.

Las características de los proyectos tipo, llevan implícita la recomendación de emplear materiales locales en la construcción de las obras, lo cual beneficia a la región y, en general, abate los costos y el tiempo de ejecución.

El sitio de cruce debe garantizar la construcción de una obra segura, -- económica y fácil de mantener. Para su localización deben considerarse los siguientes puntos:

a) Elegir tramos estables que no requieran de obras de encauzamiento o - protección contra la erosión, salvo que estas obras sean menos costosas que el - cambio de alineamiento del camino.

b) En el caso de ríos divagantes, debe darse mucha atención a los procesos y tendencias anteriores por medio de cartas topográficas y fotografías aéreas obtenidas en diferentes fechas, a fin de localizar el mejor sitio.

c) Los cruces de abanico aluviales ocasionan problemas fuertes y permanentes de conservación, debido al depósito de material de arrastre y a la tendencia del cauce principal a divagar. En estos casos conviene cruzar el cauce en el extremo del agua, arriba del abanico, o librarlos si es factible.

Es recomendable construir las obras que garanticen la transitabilidad permanente del camino, o con interrupciones razonables y que contribuyan a alargar su vida útil, pues por regla general, un camino con buenas y suficientes obras de drenaje, es más económico de conservar con relación a otro que carezca de las obras necesarias.

II.- Drenaje Transversal.

El camino cruza en su desarrollo numerosas corrientes de agua y escurrideros, en algunos casos, con aguas permanentes y en otros totalmente secos en el estiaje.

Para que estos cruces no impidan o no interrumpan el tránsito, se construyen obras transversales al camino que permiten el paso de agua.

Los tipos de obras son múltiples y sus características de construcción varían de permanentes o provisionales. Sobre ellos existen proyectos e información suficiente en el Albúm de Proyecto Tipo para Alcantarillas y el Puente para Caminos Rurales.

A continuación, se resumen algunas consideraciones sobre los tipos de obra más importantes.

a) Alcantarilla de Madera.

En las regiones en donde abunda la madera, se construyen obras de una vida útil razonable, ya sea con madera rollizada o labrada con hacha.

Estas obras permiten un avance rápido de la construcción del camino y, por lo tanto, su pronta utilización.

Posteriormente pueden sustituirse esas obras por obras definitivas.

b) Alcantarilla de Tubo.

Se consideran tres tipos:

1.- De Mampostería.

Es una obra recomendable para los casos de cauce definitivo, caudal reducido y rasante suficiente para alojarla. Su selección está supeditada a la disponibilidad de piedra en la zona del camino. Su construcción es sencilla y no requiere de mano de obra especializada. La selección de la obra no es circular, sino compuesta en la parte superior por el equivalente de una bóveda rebajada y en la parte del piso por un arco.

2.- De Concreto.

Estos tubos preferentemente deberán fabricarse sobre el camino o en sus indicaciones, en lugares en donde existan los agregados pétreos y se cuente con los moldes adecuados y necesarios.

Cuando se fabrican en planta, el acarreo de estos tubos a distancias considerables resulta antieconómico; además de que, por su peso, no son fácilmente manejables y el riesgo de agrietamiento es elevado; por ello, se recomienda utilizarlos solamente en casos francamente favorables en su fabricación, acarreos y manejabilidad.

Asimismo, con el fin de que los tubos respondan a las Normas de Construcción de los Caminos Rurales, deberán ser sometidos a un estricto control de calidad; por lo que solamente que no se puedan construir alcantarillas de mampostería o de lámina, se colocarán tubos de concreto prefabricados.

3.-De lámina scanalada.

Su empleo es recomendable cuando por inclemencias del clima no es posible construir obras con mampostería o concreto y cuando existen condiciones desfa

vorables en el terreno de cimentación (terrenos húmedos y blandos). Conviene también emplearlos cuando se tenga premura por terminar alguna obra y, los casos en que por dificultad de acceso sólo es posible acarrear piezas ligeras.

Salvo indicación en contrario del proyecto y lo de la SCT, no se emplearán tubos con diámetro menor de setenta y cinco (75) centímetros en la construcción de alcantarillas.

El tubo o el arco podrá formarse con una (1) o más placas ensambladas o remachadas.

Las láminas de metal base estarán galvanizadas en ambas caras.

Cuando lo fije el proyecto, la lámina galvanizada deberá tener un recubrimiento adicional para protegerla contra la erosión o la corrosión, consistente en una doble capa de cemento asfáltico, aplicada por el procedimiento de inmersión.

c) Bóveda y Arcos.

Existen numerosos ejemplos en el Álbum de Proyecto Tipo de Alcantarillas y el Puente para Caminos Rurales, con los que se puede resolverse la gran mayoría de los casos en que haya de construirse una bóveda o un arco para ello, se requiere solamente que existan materiales en la región, especialmente piedra, y se cuente con la rasante alta o se trate de salvar una barranca profunda.

Ambos tipos de obras son aconsejables porque su construcción es sencilla, se permite utilizar mano de obra en forma intensiva y son económicos y resistentes.

d) Losas de Concreto Reforzado.

Usualmente estas losas se apoyan sobre estribos de mampostería y,

en algunos casos, sobre estribos de concreto o mixtos.

Son recomendables para cauces amplios y rasantes relativamente bajas, - pues no requieren colchón. En el caso de cauces encajonados, la solución se busca mediante bóvedas.

Las obras o base de losa de concreto reforzado requieren mayor cantidad, de materiales industrializados, como cemento y acero de refuerzo, así como del empleo de mano de obra especializada.

e) Alcantarillas de Cajón.

Son estructuras de sección rectangular con paredes, parte superior y piso de concreto reforzado; el conjunto trabaja como un marco rígido debido a su fabricación monolítica, y pueden ser necesarias en suelos muy blandos ya que reparten las cargas en una superficie grande. Su empleo en caminos rurales es excepcional ya que son costosas.

Pendientes. En el proyecto y construcción de las obras de drenaje transversales al camino es común respetar la pendiente natural del escurrimiento, - a fin de no alterar sus condiciones naturales. Sin embargo, debe recordarse - el binomio operatividad-economía, y si se trata de una alcantarilla alojada - en el escurrimiento natural, cuya longitud eleve en forma considerable el costo, podría ser que con un pequeño esviaje (sin modificar las condiciones de - entrada de la obra, respecto al cauce natural), se acorte sustancialmente sin poner en peligro la funcionalidad de la obra.

Esta recomendación puede ser aplicada a cauces de gasto mínimo; por ejemplo, en las obras de alivio o las alojadas en escurrideros a los que descargan las contracunetas.

Cuando la pendiente es mayor de 18% y se trata de alcantarillas de tubo

de concreto o de lámina, éstas se anclan al terreno mediante muros de mampostería a distancia y profundidades convenientes.

Las pendientes excesivas son peligrosas para cualquier tipo de obra por la velocidad del agua y los materiales que acarrea. Una velocidad muy fuerte - desgasta en forma rápida la estructura, además de que erosiona principalmente la salida de la obra, pudiendo hacerla fallar totalmente por socavación. Tam - bién puede deslavar los terraplenes de acceso.

Si la velocidad es mayor que 5 M/S., y el material del cauce es suscep - tible a la erosión puede ser necesario tomar alguna medida para disipar la ener - gía del escurrimiento de la salida. Esta medida puede ser en la forma de un de - lantal inclinado hacia arriba para inducir la formación de un salto hidráulico.

También puede ser satisfactorio un tanque de amortiguación de nergía, - o el uso de un tramo de tubo que alije la descarga del terraplén. Dicho tubo - puede tener un diámetro mayor para reducir la velocidad en la sección, de sali - da; la condición óptima sería que la velocidad en esta sección fuese la misma - en el cauce que antes de construir la alcantarilla.

En cuanto a los arrastres que propician corrientes en este tipo de si - tuaciones, si están constituidos por partículas relativamente pequeñas (límos, - arenas, gravas, etc.) se pueden construir pozos desarenadores con capacidades - que dependerán del volúmen de azolves esperado y de la frecuencia con que se - realicen las inspecciones correspondientes a la conservación del camino.

Si el volúmen de azolves es considerable y trae consigo bolcos grandes - que puedan dañar y obstruir la alcantarilla, será necesario construir muros se - cos de mampostería, que detengan, desde aguas arriba, los arrastres, y su capa

idad dependerá también de los volúmenes esperados y de la frecuencia con que pu
ta efectuarse su limpieza.

En caso de arrastres de ramas o árboles, para evitar el taponamiento de la
alcantarilla, es necesario construir rejillas aguas arriba, que detengan estos --
arrastres; las rejillas pueden construirse a base de polines de acero, cables de
acero, etc.

Lo señalado en este inciso, vale para todo tipo de pendientes; es importan-
te anotar que en el diseño de las obras de drenaje deben considerarse, además de
los criterios puramente hidráulicos, los relativos al efecto del arrastre sólido-
de las corrientes. Así, podría darse el caso de que se construyera una obra sobra-
da desde el punto de vista hidráulico, para dar paso a los cuerpos de arrastre.

III.- Vados, Fuente-Vados y Puentes.-

Vados.

Existen en el país una gran cantidad de ríos y arroyos secos con escurri -
mientos insignificantes durante el estiaje; en la temporada de lluvias poseen una
lámina de agua que sólo en contados días aumenta e impide cruzar a los vehículos.

Cuando este sea el caso y el cauce sea amplio, la obra apropiada podrá ser
un vado que permita cruzarlo aún con una pequeña lámina de agua. Esto, siempre -
y cuando las interrupciones del paso de vehículos por avenidas extraordinarias -
no sean excesivas para el régimen e importancia del tránsito. En muchos de los -
caminos la interrupción de 2 o 4 horas no causa mayores perjuicios.

A cambio de este ocasional inconveniente, la construcción del vado es se
cilla y muy económica en comparación con la de un puente y sus terracerías de ag
ceso.

Para la elección de este tipo de obras, se toman en cuenta las siguientes-
recomendaciones.

a) Por sus características geométricas, los vados tienen una influencia notable en la circulación de los vehículos, y si no se construyen suficientemente "tendidos", pueden llegar a construir un obstáculo que obligue al usuario a disminuir en forma brusca la velocidad, lo cual es peligroso.

b) En los cauces donde la erosión sea un factor importante, por el tipo de material del cauce o por la velocidad de la corriente, el proyecto de los vados incluye delante y lavaderos con dentellones, del lado de aguas abajo, a fin de evitar la socavación y destrucción de la estructura, así como dentellones - aguas arriba, hasta una profundidad mayor que la socavación.

Existen casos en que la profundidad esperada de socavación es muy grande y conviene construir un vado sin dentellones; se prefiere tener que reconstruir - el vado cada vez que sea dañado por las avenidas, en vez de hacer una inversión inicial muy fuerte.

c) Con el propósito de no alterar el régimen natural de la corriente, los vados deben apearse, lo más posible al nivel del escurrimiento.

d) La superficie de rodamiento del vado se zampea o se protege en concreto simple, según el análisis económico respectivo y tomando en cuenta la velocidad de la corriente y el material que arrastra ésta.

Puente-Vados.-

En cauces amplios con tirantes bajos permanentes, cuyas crecientes son de baja frecuencia y el cauce principal está bien definido y algo profundo, puede diseñarse un puente vado en dicho cauce.

Puentes.-

Solamente se construyen puentes cuando el régimen del escurrimiento no

permite la construcción de vados o Puente-Vados.

En estos casos, los estudios de campo y los proyectos son tan complejos como lo exija la práctica de la Ingeniería Civil. El Residente de Obras deberá recurrir a la asesoría de personal especializado.

Obras de Protección contra la socavación.-

Además de los dentellones ya mencionados, los cuales tienen la función de fijar algunas estructuras al terreno y de protegerla contra la socavación, es necesario considerar las obras de protección contra la socavación de pilas y estribos.

Para proteger las pilas existen dos tipos principales de obras: El primero, es por medio de una pantalla vertical colocada aguas arriba a modo de alejar los cambios de dirección de flujo, o sea, los vórtices que generan la socavación. Una variable de este tipo consiste en construir pantallas perimetrales al elemento estructural del fondo del cauce por otro más resistente a la erosión. El material más práctico para este tipo de protección consiste en el enrocamiento, colocado perimetralmente al elemento estructural que se trata de proteger.

Para proteger los estribos puede utilizarse también material consistente en fragmentos de roca, o bien construir diques de encauzamiento desde la estructura hacia aguas arriba.

Es importante tratar de conservar las condiciones naturales del afluente superficial que existía antes de construir el camino, para evitar efectos de remanso aguas arriba, inundaciones de terrenos, etc.

IV.- Elementos para determinar el tipo de Obras de Drenaje Transversal.

Son múltiples los factores que influyen en la selección del tipo de obra de drenaje, a saber:

- a) Área hidráulica
- b) Altura del terraplén

Cuando se trate del mejoramiento de brechas, se verificará que la rasante -- existente permita alojar las obras de drenaje seleccionadas. En su defecto, se hacen modificaciones que requiera la rasante o se cambia el tipo de obra si es to es posible.

En el caso de caminos nuevos, no se debe seleccionar arbitrariamente el - tipo de obra, pues puede ocasionar una rasante elevada, lo que siempre es in - conveniente en caminos rurales.

- c) Condiciones de la sección del cauce.

- En cauces angostos, bien definidos y con profundidad sensiblemente - mayor de un metro, el tipo indicado es la bóveda de mampostería, siempre que exista piedra adecuada cerca de la obra.

- Si el caudal lo permite, por reducido, se proyecta un tubo de mampos - tería, o bien, como excepción, la colocación de tubos de concreto ó de lámina.

- Cuando se pueda cruzar el cauce con terraplén de poca altura, se da - preferencia a las losas de concreto con estribos de mampostería, sin colchón, es decir al nivel de la rasante.

Si las condiciones del cauce reflejan en forma natural las de un vado y el régimen y características de la corriente en tiempo de lluvias las confir - man, se proyecta un vado.

Si se trata de un cruce amplio con tirantes bajos permanentes y sólo con - siderables durante crecientes de baja frecuencia, y además el cauce principal está bien definido y algo profundo, y no arrastra cuerpos flotantes de gran - tamaño, puede diseñarse un puente-vado en dicho cauce principal, el cual es - una obra que tiene ampliación cuando se decide dar paso a las corrientes de -

a través de la estructura, y permitir que el agua de fuertes avenidas invada la rasanté a través de vados en la parte restante del camino afectado por el cauce de avenidas.

- Si se requiere cruzar un cauce relativamente amplio, con tirantes grandes y permanentes, es necesario proyectar un puente que podría construirse por medio de losas apoyadas en pilas y estridos, o a base de bóvedas, si el material de la región lo permite.

d) Aprovechamientos.

La proximidad o lejanía de los centros de aprovisionamiento de los materiales industrializados como cemento, varilla, cimbra, así como la posibilidad de su obtención oportuna, pueden ser factores decisivos en la elección del tipo de obra.

e) Tiempo disponible para la construcción.

La proximidad de la temporada de lluvias, la urgencia de dar un paso en un tramo determinado, o la limitación en el tiempo de ejecución del camino debida a una programación especial y justificada, pueden influir también en la selección del tipo de obra, ya que por la premura del tiempo, podría descartarse la construcción de una obra adecuada para el problema particular por su largo tiempo de ejecución, en tal caso se adaptaría otro tipo de obra que aunque menos apropiada, sería de construcción relativamente rápida.

f) Condiciones de cimentación.

Antes de adoptar como definitivo un determinado tipo de alcantarilla, es necesario saber si el terreno le proporcionara un apoyo adecuado. En terreno firme se puede desplantar cualquier tipo de obra, pero debe tomarse en cuenta la dificultad para efectuar las excavaciones requeridas por algunas alcantarillas.

En terreno húmedo y de baja capacidad de carga, se pueden construir tubos, pero debe construirse una plantilla de material de buena calidad para apo

varlos; en este caso, el tipo más adecuado de alcantarilla puede ser el cajón de concreto.

Para el proyecto de bóvedas, debe tomarse en cuenta que la mampostería posee baja resistencia a la flexión y que por lo tanto sus apoyos no deben sufrir asentamientos diferenciales fuertes. Por otra parte si el terreno es susceptible de erosionarse o socavarse, se tiene que pensar en una obra que posea un piso adecuado como los tubos o los cajones.

V.- Drenaje Longitudinal .

El drenaje longitudinal está constituido por las contracunetas, canales, bordos, bordillos, etc.

a) Las cunetas triangulares, como generalmente deben construirse, tienen 1.00 m. de ancho y 0.33 m. de profundidad formada por dos planos, uno con el talud del corte y el otro con talud de 3.1

b) Se deben evitar las cunetas de gran longitud, mediante la construcción de obras de drenaje transversal (o de alivio). Si la cantidad de agua que recoge es tal que necesita mayor sección se amplía un poco.

Comunmente será más económico colocar un mayor número de obras, que ampliar las cunetas.

c) Existe otro tipo de cuneta diferente a la descrita, que se designa como badén. Su talud mínimo, generalmente es el de la pendiente del bombeo o el de la prolongación de la superficie de rodamiento. Son recomendables en zonas poco lluviosas, ya que su sección permite solamente encauzar un caudal de agua reducido, por lo que, además se desalaja con frecuentes obras transversales, que en ocasiones son pequeños vados.

d) Las siguientes recomendaciones son útiles al proyectar o construir las cunetas.

- Cuando el material natural es muy erosionable, se les debe proteger con zampeado, junteado con mortero y con plantillas de suelo cemento en los extremos de la corona.

- Al final del corte, para evitar erosiones en los terraplenes, se encauza convenientemente el agua de la cuneta. En algunos casos es necesario hacer lo mediante lavaderos, que son canales zampeados, a fin de llevar el agua hacia un cauce natural sin dañar el terraplén.

- En tramos prolongados con pendientes fuertes, sucede a menudo que el agua fluye sobre la corona del camino cuando se ha perdido el bombeo, o debido a que la pendiente longitudinal del camino es mayor que la transversal, o por las canalizaciones que el tránsito provoca en la superficie de rodamiento. Cuando se presenta esta situación, el agua abre surcos grandes que puede imposibilitar el paso de los vehículos, e incluso hace fallar los terraplenes. Para solucionar este problema, se proponen las siguientes alternativas:

1.- Empedrar la superficie de rodamiento.

2.- Construir bordillos transversales al camino, que intercepten y desvíen el agua hacia las cunetas o lavaderos construídos ex-profeso. Dichos bordillos pueden construirse con suelo cemento u otro material, y deben ser muy graduales para no provocar la disminución de velocidad de los vehículos y sus consiguientes problemas si van en ascenso.

3.- Construir rejillas transversales que intercepten el flujo y lo desfoguen por medio de canaletas.

En un camino por construir, para evitar este problema, deben darse quebiebres al alineamiento vertical, a fin de desalojar el agua en los columpios y de evitar que se acumule y escurra longitudinalmente.

Contracunetas.

Las contracunetas son pequeños canales que se contruyen, en lugares adecuados, para interceptar el agua que escurre hacia el camino y de esa forma - evitar que se dañen los cortes o la superficie de rodamiento.

a) Proyecto.-

Por su calidad de canal, la contracuneta debe ser proyectada como tal, es decir, procurar que su pendiente sea suave y uniforme, y que su trazo no tenga cambios bruscos de dirección. Por otra parte, para que se cumplan con su cometido deben ubicarse lo más cercano posible a los cerros de los cortes (sin que se ponga en peligro la estabilidad de los taludes) y seguir una dirección más o menos perpendicular a la pendiente del terreno, es decir tener la dirección general de las curvas de nivel. Cuando el eje del camino sigue aproximadamente la línea de máxima pendiente, las contracunetas son innecesarias, porque el agua corre en dirección a los escurrideros.

Cuando el eje del camino sigue aproximadamente las curvas del nivel pero se aloja cercano al parte-aguas (caso frecuente en caminos rurales), tampoco hacen falta porque la cantidad de agua que escurre es pequeña. No debe perderse - de vista, la vital importancia que significa no descargar la contracuneta en cada escurridero que se presente, si no en aquellos escurrideros o cauces más importantes, y los menores encauzarlos a éstos por medio de la contracuneta.

b) Se acostumbra construir las cunetas mediante una zanja cuyas dimensiones dependen de las necesidades hidráulicas: En muchos casos en los caminos rurales puede ser suficiente una profundidad de 30 cm., y el ancho que sea práctico excavar con las herramientas de mano. Se recomienda que para no alterar la superficie del terreno, siempre que sea posible, se forme el canal con un bordo de material del lugar o de banco y que el piso sea la superficie natural del terreno.

C) Condiciones Geotécnicas.

Para decidir la construcción de una contracuneta, es muy importante considerar las condiciones geotécnicas del terreno donde se construye el camino. A continuación se mencionan algunos casos en los que se pueden o deben evitar las contracunetas.

- Si el corte se excava en roca, no tiene caso construirlas porque no existe problema de erosión.

- En terrenos constituidos por suelos estratificados con estratos hacia el camino o por rocas muy alteradas y fracturadas, no conviene construirlas porque seguramente provocarán problemas de derrumbes.

d) Es recomendable que el cruce del arroyo o río, sea normal al eje del mismo, en casos excepcionales, deberá esviajarse.

Bordillos.

En los terraplenes relativamente altos localizados en lompitos, es recomendable construir, siempre que el material lo requiera, bordillos y lavaderos para evitar la erosión de los taludes y los consiguientes desprendimientos de material de la corona del camino. Junto a los bordillos, se recomienda construir en la superficie de rodamiento, una plantilla de suelo-cemento, de 1 cm. de espesor, con objeto de evitar la erosión.

Canales o zanjas interceptoras.

Cuando un camino, en corte o terraplén, está expuesto a ser atacado por un flujo importante de agua en forma extendida, es decir, sin cauce definido conviene construir canales laterales o zanjas interceptoras, que capturen dichos escurrimientos y los desfoguen en algún sitio en que ya no representen peligro para el camino.

Bordos.

Hay casos en que en un camino puede ser dañado por escurrimientos pro

venientes de los desbordamientos de una corriente natural, o por flujo en lámina sin cauce formado. Bajo estas condiciones, puede ser necesario construir bordos laterales que desvíen las aguas hacia los sitios en que ya no amenacen la estabilidad del camino.

VI.- Materiales en construcción en Obras por Administración.

Adquisición y abastecimiento de Materiales. El programa de abastecimiento del cemento, la piedra, la arena, la grava, el agua, etc., es básico para poder iniciar las obras, continuarlas sin contratiempos y asegurar su terminación. De esta forma no quedarán obras inconclusas y se terminarán dentro del plazo estipulado.

Con el número y tipo de obras, se determinarán los volúmenes de los distintos materiales de construcción, esto permite programar oportunamente su abastecimiento.

El número de camiones por utilizar, se fija tomando en cuenta esa programación, aunada al conocimiento de las distancias de los centros abastecedores y los diversos tipos de caminos por los que se afectarán los acarrees (pavimentado, revestido y brechas). Se considera además, la capacidad de las unidades las velocidades permisibles para camión cargado y vacío, y el tipo de materiales para acarrear. Una buena programación, debe comprender también el abastecimiento oportuno, a lo largo del camino, de todos los materiales que cada obra necesita; agregados pétreos, madera, agua, cemento, acero de refuerzo, etc., actividad en que son corresponsables tanto el Residente de construcción como el Residente General.

Para la adquisición y acarreo de estos materiales, se toma en cuenta lo siguiente:

a) Cemento.

Es imperativo el abastecimiento de este material a las residencias y a los frentes de trabajo, de conformidad con los programas y avances. A la obra debe remitirse solo el cemento necesario, para no dejar obras incompletas. Si la canti-

dad requerida es considerable, se programan remesas parciales.

Debido a las constantes variaciones de los precios en el mercado y en ocasiones a su escasez inesperada, conviene planear la adquisición del cemento que se va a necesitar en la construcción de la obra, mediante la celebración de un contrato con la empresa proveedora, de acuerdo a un programa de entregas con su debida carta de depósito.

De acuerdo a dicho programa, se prevén los locales adecuados, con las instalaciones mínimas que garanticen la buena conservación del cemento, según lo indicado en las especificaciones de construcción de Caminos Rurales.

b) Explosivos y Similares.

Del calendario de actividades y material predominante, se deriva la cantidad y tipo de explosivos por utilizar en varios caminos, y se acuerda con la empresa abastecedora su acarreo hasta los lugares de almacenamiento (polvorines).

Por razones de seguridad, la cantidad almacenada en el polvorín será la mínima que permita no interrumpir los trabajos.

c) Acero de refuerzo.

Las variaciones en el precio de mercado, señalan la necesidad de obtener, con la debida anticipación, el acero de refuerzo, aunque no se traslade todo el volumen hasta el lugar de las obras.

Cuando alguna de ellas requiera una cantidad importante, se puede abastecer en varias remesas.

d) Tubos de concreto.

Con un control eficiente, se pueden construir tubos de concreto sobre el terreno si se cuenta con bancos de materiales apropiados. De esta forma se disminuyen los costos de acarreo y se proporciona mayor ocupación a la mano de

obra regional.

En ocasiones al no contar con estos factores favorables, se tendrá que recurrir a su adquisición. En estos casos, se recomienda acordar con el fabricante que los tubos sean transportados hasta el lugar de cada obra.

Debe cuidarse en cualquier caso, que la distribución sea oportuna y correcta, pues el exceso de tubos en una obra, obliga movimientos costosos para corregir errores.

Por otra parte, la carga, la descarga, el almacenaje, la estiba y la colocación de los tubos, son operaciones que requieren de sumo cuidado para que no se dañen.

Los tubos deberán cumplir con las normas de calidad especificadas; por lo que el control debe ser solicitado a las unidades de laboratorio.

VII.- Programa de Construcción de las Obras de Drenaje.

Calendario de trabajo.

El calendario de trabajo de las obras de drenaje debe ser muy estricto, para la oportuna defensa de los terraplenes que se vayan ejecutando.

Un desfase respecto a las terracerías puede ocasionar daños al camino y poner en peligro su estabilidad, además de las molestias y perjuicios que causaría a los usuarios.

Fuerza de trabajo.

Los albañiles o el personal especializado, se reclutan con oportunidad y "sobre la marcha" se capacita a los ayudantes de albañil o "medias cucharas" y a los auxiliares de los carpinteros, fierros, etc. El número de obreros estará en función del volumen de obra a realizar y las fechas de terminación.

Herramientas.

Para no entorpecer el avance de las obras, es indispensable proporcio-

nar a las cuadrillas las herramientas necesarias, como, artesas, palas, carretillas, niveles, cucharas, marros, martillos, plomadas, botes, etc., de acuerdo con el número de operarios de que se disponga y de la actividad por realizar.

Control de Obras.

La esmerada atención del Ingeniero Residente y el empleo de buenos maestros albañiles o personal especializado en general, llevan al control efectivo de los trabajos y a la obtención de la calidad exigida a los mismos.

R E V E S T I M I E N T O

I.- GENERALIDADES SOBRE EL REVESTIMIENTO.

Inmediatamente después de la construcción de las terracerías, debe protegerse para evitar su destrucción, ya sea por efectos del tránsito o por los agentes atmosféricos. La protección se efectúa mediante el revestimiento, para lo cual se utilizan materiales seleccionados de acuerdo con las normas de calidad exigidas.

El revestimiento es la capa de material casi siempre pétreo, colocada sobre las terracerías como superficie de rodamiento temporal, que permite el tránsito de vehículos en cualquier época del año, cuya granulometría va de fino a grueso con tamaños máximos hasta de 3" pulgadas y de constitución inerte, que permita abatir la plasticidad superficial de las terracerías.

En algunos casos, las terracerías del camino pueden reunir características favorables para ser utilizadas como superficie de rodamiento; sin embargo, estas condiciones son excepcionales.

En los caminos en montaña, donde existen pendientes superiores a 8 %, o en zonas lluviosas en que los vehículos resbalan muy fácilmente cuando la superficie de rodamiento está mojada, con el subsecuente peligro para el usuario, es conveniente empedrar pequeños tramos, sobre todo en regiones donde exista piedra cercana a la obra.

Aunque el costo de los empedrados es más elevado, la superficie de rodamiento que se obtiene requiere de un bajo costo de conservación, evita la erosión y mejora las condiciones de tránsito del camino.

En algunos caminos ubicados en zonas donde no se dispone de materiales de buena calidad y las condiciones de clima son severas, se tienen problemas continuos por deformación de la superficie de rodamiento, a pesar de las labores periódicas de conservación. Estos problemas se producen por deformaciones

de la subrasante o por desplazamiento del revestimiento. Durante la construcción se deben prever situaciones, y proceder a evitarlas mediante las estabilizaciones convenientes.

Hay ocasiones en que la estabilización necesaria puede ser de tipo mecánico, es decir, de simple compactación. En otros casos es necesario estabilizar mediante la adición de alguna sustancia cementante; las más usuales son: La cal, el cemento y el agua de mar; la forma en que actúan estas sustancias en los materiales muy plásticos es modificando algunas de sus características químicas, reduciéndoles de plasticidad y haciéndolos menos susceptibles a los cambios volumétricos; en los materiales de baja o nula plasticidad actúan como aglutinantes.

Las estabilizaciones con sustancias cementantes son más apropiadas en la subrasante; mientras que los revestimientos, salvo pocas excepciones solo requieren compactación; en la construcción de un camino donde se prevean problemas, lo adecuado será estabilizar la subrasante, con ello se logra buen apoyo sobre el que casi cualquier revestimiento funcionara bien.

II.-LOCALIZACION DE BANCOS.

Antes de iniciar la construcción del camino, se localizan los bancos de materiales para revestimiento; cuando existen varios bancos y en igualdad de condiciones de calidad, se elige el más económico; Para ello se tomarán en cuenta los conceptos de extracción, tratamiento, afectaciones y acarreo al lugar de tendido. También se toma en cuenta la facilidad de su extracción con herramientas de mano.

Independientemente de las recomendaciones anteriores, debe tomarse en cuenta que en los casos de terracerías formadas por material arcilloso, el revestimiento adecuado será el de características gravosarenosas, con el fin de aumentar su plasticidad y por el contrario, si las terracerías son de material arenoso o cualquier otro material de nulo o bajo valor cementante, el revestimiento-

deberá ser de características gravaarcillosas, con el objeto de aglutinar ambos materiales.

Los bancos de material pétreo localizados por el laboratorio para utilización. Asimismo, se procederá a hacer los arreglos necesarios para liberar la zona con los dueños (ejidatarios o pequeños propietarios) o bien con los representantes de SARH, cuando los materiales sean de cauces de río, debiendo tener cuidado de no extraerlos aguas arriba de obras que puedan perjudicarse por la socavación o cambio de curso del cauce como consecuencia de la extracción de material; tampoco es conveniente hacerlo aguas abajo, cercano a obras de drenaje y puentes, y se deberá respetar las indicaciones que para su explotación aconseje la SARH.

Es usual que algunos bancos sean rechazados por los laboratorios, al no cumplir los materiales con los requisitos señalados en las normas de calidad establecidas ante esta situación, el criterio del Residente de Obra se tendrá que aplicar, teniendo en cuenta, ante todo, los costos de los acarreos y el comportamiento físico de los materiales.

En la relación de bancos se anota la ubicación y longitud de las desviaciones para llegar a ellos; el tipo de material, su clasificación aproximada, la capacidad estimada de los bancos, el posible volumen de despalle y la superficie por desmontar. También se incluyen los informes de laboratorio.

Selección de materiales. Para que funcione adecuadamente un revestimiento, se requiere que la capa de materiales que lo constituyen sea estable, resistente a la acción abrasiva del tránsito, relativamente impermeable y posea la acción capilar que le permita reemplazar la humedad que se pierde por evaporación y que es necesaria para mantener ligadas las partículas; además debe ser de bajo costo. Los materiales que cumplen con estas exigencias son mezclas de grava, arena, limo y arcilla. Los principales aspectos que se deben conside--

rar en la selección de materiales son los siguientes:

a) Granulometría.

La estabilidad de la capa se logra con una buena granulometría, es decir, con una mezcla de materiales que contengan las cantidades adecuadas de los distintos tamaños de partícula. Las normas de calidad de la S.C.T., permiten utilizar gran variedad de materiales, pero deben preferirse aquellos con una distribución más o menos uniforme de partículas de gruesas a finas.

b) Plasticidad de la porción de finos.

La porción de finos es importante porque sirve como aglutinante y como regulador de humedad. Los materiales con bajo pero no nulo índice de plasticidad son preferibles a los totalmente inertes. Las limitaciones que se pueden fijar son: límite líquido máximo de 35%, índice plástico entre 4 y 9%.

c) Contenido de agua.

d) Peso volúmetrico natural.

e) 2 pesos volumétricos secos máximos. por banco.

f) Resistencia de las partículas gruesas para que el revestimiento sea capaz de resistir la abrasión; Se requiere que las partículas gruesas sean duras. Se deben preferir los materiales que tengan una pérdida en la prueba (desgaste) de los Angeles de no más de 50%.

Puentes de material. Los materiales, para revestimiento se obtienen principalmente de cauces de ríos y arroyos, de terrazas y de abanicos aluviales; se pueden obtener también de cortes en rocas intemperizadas y en muy raras ocasiones mediante el triturado de rocas sanas. Como en muchos casos es difícil que en su estado natural los materiales cumplan con los requisitos anotados se tienen que someter a ciertos tratamientos; el más frecuente y sencillo es el de cribado.

La eliminación de desperdicio del material para revestimiento debe ha-

cerse en el lugar de extracción, ya que de otra forma, se acarrea material inútil, con el consecuente incremento en el costo y el desagradable aspecto de un exceso de desperdicio a los lados del camino, por lo que es recomendable evitar los préstamos laterales dentro del derecho de vía.

Conviene solicitar la intervención de la Unidad de Laboratorio, a fin de que bajo su asesoría se localicen y elijan los bancos, y se efectúen las pruebas mínimas de calidad requeridas.

III.- EXTRACCION DE MATERIALES.

Antes de iniciar el aprovechamiento del banco, se secciona, desmonta y despalma. Durante el seccionamiento se dejan las referencias necesarias para apoyar los seccionamientos futuros.

La extracción se inicia simultáneamente a la construcción de las terracerías para que todo tramo terminado de éstas se proteja de inmediato.

El procedimiento de extracción es semejante a la excavación de los cortes, en cuanto al uso de las herramientas.

En ocasiones, los trabajadores forman cuevas, lo cual significa siempre un gran peligro para ellos, debe impedirse a fin de evitar derrumbes y sus consecuencias.

Si el tipo de material lo permite, se puede aflojar con pico y pala cargando a mano, previniendo en el sistema de explotación del banco, que la excavación de los frentes se haga en escalones de no mas de 2m. ó con talud suficiente para permitir el trabajo sobre ellos; este talud es en general no mayor de 3:1.

Lo anterior es de primordial importancia, ya que a veces la falta de observancia de esta precaución ha originado accidentes fatales.

La explotación escalonada del banco permite que las personas que laboran en él, se encuentren en un plano superior al del camión y la carga se haga a nivel o hacia abajo, con el consiguiente aumento en el rendimiento. En algunos casos conviene construir tolvas rudimentarias para facilitar la carga del camión.

De acuerdo con la política de utilizar mano de obra regional en los conceptos de trabajo en que sea posible, la extracción, cuando la clasificación del material lo permite. Debe ejecutarse siempre con herramienta de mano.

Cuando la mano de obra no es abundante a la clasificación del material impide su uso, se acepta la utilización de cargadores frontales para la extracción y carga del material de revestimiento, previa autorización de las autoridades competentes.

Cuando se emplean los cargadores frontales, el equipo de transporte se programa de tal forma que los tiempos inactivos sean mínimos, aumentando o disminuyendo el número de camiones de acuerdo al volumen de extracción.

IV.- C A R G A .

Se insiste en la importancia de efectuar la carga de materiales con herramientas de mano porque con ello se proporciona mayor ocupación a la gente de la región.

Este procedimiento permite, además que haya menor desfase entre la construcción de las terracerías y su revestimiento, ya que no es necesario terminar grandes tramos para justificar el traslado de un cargador frontal.

Cuando la carga se efectúa a mano, los trabajadores deben organizarse en "cuadrillas" o grupos y asignarles tareas. Los horarios para cada cuadrilla, deben cubrir el total de las horas hábiles, durante las que se dispone del equi

po de transporte.

V.- ACARREOS.

Para el acarreo y descarga del material de revestimiento en el camino, es conveniente que todos los camiones tengan la misma capacidad en volúmen. Así fijado el espaciamiento para descargar y extender el material, es posible obtener un espesor uniforme. Este sistema facilita el control del trabajo.

En los acarreos de los materiales se utilizan camiones del contratista correspondiente, y si resultan insuficientes, se recurre al alquiler de camiones cuyos propietarios se encuentren a vecinados en la zona de influencia de las Residencias de Construcción.

La flotilla de camiones se determina teniendo en cuenta el sistema de extracción y carga, con equipo o herramienta de mano, el tiempo de acarreo y el volúmen de materiales por tender.

Para el tiro de los materiales, se cuantifica el volúmen en metros cúbicos por metro lineal del camino; se instruye a los cabos y se les explica de manera sencilla como determinar las distancias de descarga de cada camión, según la capacidad en volúmen de éste.

Es conveniente poner marcas (como pueden ser piedras o estacas) para que el espaciamiento del tiro sea lo más uniforme posible y consecuentemente lo sea el espesor resultante, para poder llevar un control adecuado de los volúmenes que se colocan en el camino. También, con objeto de no tener mermas que redunden en perjuicio de la obra y de los costos de la misma, conviene tener la necesaria vigilancia para que los camiones se carguen a toda su capacidad.

La distancia de acarreo del revestimiento influye considerablemente en el costo del camino. Por ellos debe utilizarse el mayor número posible de bancos a lo largo de todo el camino.

VI.- TENDIDO Y CONTROL DE ESPESORES.

La capa de revestimiento debe tener un espesor mínimo de 15 cms. de material suelto y, preferentemente de 20 cms. Debe abarcar todo lo ancho de la subcorona.

Antes de tender el revestimiento, se corrigen las deformaciones que presente la subrasante como resultado del tránsito sobre las terracerías, o de erosiones o azolves producidos por la lluvia y el viento. Es decir, se hace un afinamiento de la subcorona que comprenda la restitución del bombeo en caso de que se hubiera perdido.

Inmediatamente después de descargarlo un camión, el material debe tenderse para que los camiones que le sigan pasen sobre él y mejoren su acomodo. Posteriormente se procede al afinamiento. El material se extiende con pala y se esparce con rastrillo.

Es conveniente que en todos los casos se haga lo posible por el revestimiento, pues con ello se pueden evitar muchos problemas que se originan con la deformación de la superficie que propicia el encharcamiento y la infiltración de agua a la estructura del camino.

Cuando se carezca de maquinaria especializada se puede aplicar compactación utilizando el equipo disponible; por ejemplo, se puede utilizar algún camión, de los que se usan para el acarreo del material, cargado al máximo posible y pasándolo de manera que las ruedas cubran varias veces todo el ancho del camino; cuando se dispone de tractor, la compactación puede lograrse mediante el procedimiento de bandeado.

En los caminos donde el movimiento de tierras es importante, los espesores de corte y terraplén hacen indispensable la utilización de maquinaria y

procedimientos más completos.

Se comprueba que la capa de material tenga el espesor fijado, cubra todo el ancho del camino, cuente con el bombeo necesario y cumpla con los requisitos de calidad establecidos.

El desfasamiento máximo permisible entre el frente de terracerías terminadas y su revestimiento, es de 500 m.

C O N C L U S I O N E S

CONCLUSIONES:

Ante el hecho evidente de que toda actividad del hombre está ligada al transporte, por tener estos efectos importantes en la vida económica y social de los seres humanos.

La construcción de caminos de cualquier índole, constituye una de las actividades del hacer humano que lleva implícito su deseo de progreso, la satisfacción de sus necesidades de intercambio comercial y cultural, el disfrute de los satisfactores que el desarrollo de la técnica y los patrones de utilización imperante determinan y, esencialmente la comunicación física entre las personas, calidad inherente a su naturaleza social. Por todo ello, el camino, entendido en su sentido más amplio, ha significado un campo de acción presente siempre en la actividad del hombre.

Por lo que , la rehabilitación de las zonas de menor desarrollo, económico relativo, debe apoyarse en la realización de las obras y servicios de infraestructura básica adecuadas, para lograr su necesario desenvolvimiento. Es por ello que la construcción de caminos rurales permite el fortalecimiento de las estructuras económicas, sociales y culturales de los poblados campesinos del país; la provocación de movimientos demográficos que determinen un mejor acomodo de la población rural y un freno razonable al crecimiento de las grandes concentraciones urbanas; y sobre todo, una preparación más firme y robusta, para alcanzar más altos niveles de bienestar social para las personas que habitan en el campo mexicano, al mejorar las posibilidades de empleo, fortalecer el mercado interno y distribuir más equitativamente el ingreso.

La necesidad de hacer llegar rápidamente a todos los habitantes del

país los beneficios de la comunicación permanente, debe motivar la realización de caminos rurales de costo reducido, construidos bajo sistemas de mano de obra y de tal manera, que puedan evolucionar para tener mejores especificaciones, cuando el nivel de tránsito que soporten justifique nuevas inversiones.

Las decisiones de construir los caminos rurales, al igual que las carreteras de todo tipo, deben basarse en técnicas de programación que conduzcan al mejor aprovechamiento de los recursos, a fin de que la red carretera en conjunto, coadyuve eficientemente al desarrollo económico y al desenvolvimiento social de la colectividad mexicana.

BIBLIOGRAFIA

"APUNTES DE FERROCARRILES"
DEL ING. SILVIO MANUEL SEDAS ACOSTA
(PROFESOR DE LA ESIA - I.P.N.

"REVISTA DE INGENIERIA"
ORGANO OFICIAL DE LA FAC. DE ING.
No. 3 1982
DIRECTOR GENERAL ING. ALFONSO ALVAREZ A.

"REVISTA MEXICANA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA"
No. 2 ABRIL, MAYO Y JUNIO 1973
DIRECTOR
ING. MANUEL LANDA M.

NORMAS PARA CONSTRUCCION E INSTALACIONES PARA
CARRETERAS Y AEROPISTA DE LA S.C.T.

- TERRACERIAS 3.01.01
 - ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE 3.01.02
 - PAVIMENTOS 3.01.03
- EDICION 1984