

MANUAL FABRICACION DE TUBOS PARA EL CAMINO



Serie: Conservación vial #1



mopt

2004



Proyecto MOPT/GTZ

Convenio Costarricense Alemán de Cooperación Técnica Proyecto MOPT/GTZ

Asesoría de mantenimiento de caminos en lastre y tierra

Ministerio de Obras
Públicas y Transportes (MOPT)
Programa MOPT-KFW

Manual FABRICACION DE TUBOS PARA CAMINOS

San José, Costa Rica

2004

Presentación

Este manual forma parte de una serie de folletos referentes a la conservación vial participativa. Precisamente, el tema de la fabricación de tubos de concreto para la construcción de alcantarillas, es una de las tareas prioritarias a realizar para conservar los caminos en buen estado.

El sistema de drenaje de un camino está compuesto por varias obras tales como el bombeo, las cunetas, las contracunetas, los canales transversales, los canales de salida, los drenajes subterráneos y las alcantarillas. En su mayoría estas obras son sencillas de construir, a excepción de la fabricación de tubos para alcantarilla, que demanda mayor atención y trabajo.

En forma clara y sencilla, el manual explica el proceso de fabricación de tubos de concreto de 60 cm de diámetro. De acuerdo con la experiencia del Proyecto MOPT/GTZ, esta técnica permite producir tubos resistentes, sin incurrir en desperdicio de materiales.

Esperamos este manual sea útil a los miembros de las comunidades y a los funcionarios estatales relacionados con la conservación de caminos.

624.183 3
C766m Convenio Costarricense-Alemán de Cooperación Técnica.
Proyecto MOPT-GTZ.
Manual para fabricación de tubos. - 2.ed. -San José,
C.R.: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 1999.
34 p.: il.; 22 cm. -(Conservación Vial; no.1)

ISBN 9977-61-009-6

1. MANUAL. 2. FABRICAS DE TUBOS.
3. CAMINOS. 4 COSTA RICA. II Título. III. Serie.

CF: Centro de Información y Documentación, MOPT

Colaboraron en la elaboración de este manual:

Ing. Randall González Uribe
Ing. Eduardo Barquero Solano
Licda. Elizabeth Chango Trejos

C.F.: Centro de Información MOPT

Tabla de contenido

El agua y los caminos	3
El sistema de drenaje	5
Construcción de alcantarillas	15
Seguridad ocupacional	33

El agua y los caminos

Uno de los principales enemigos de los caminos es el agua.

Basta con observar como durante el invierno, cuando el agua se empoza, se forman huecos en el camino a causa del ablandamiento del suelo. Estos huecos aumentan su tamaño con el paso de los carros, carretas, motos y bestias. De esta forma, el camino comienza a deteriorarse aceleradamente.



Figura 1
Camino debilitado por causa del agua.



Figura 2
Camino destruido por erosión.

Conforme el agua va lavando la tierra o lastre de la superficie se forman grietas o caños que impiden el paso de los vehículos. En estos casos se dice que ocurre "erosión".

La erosión es el desgaste que provoca el agua cuando roza el lastre, la tierra y otros materiales que componen un camino.

Para resolver estos problemas tan graves el hombre construye en el terreno drenajes y desniveles para sacar el agua rápida y apropiadamente, del camino.

El sistema de drenaje es muy importante para mantener en buen estado un camino, por eso, todos los caminos deben tenerlo, inclusive aquellos construidos en zonas en donde llueve poco.

El sistema de drenaje

Son varias las obras necesarias para recoger o drenar bien el agua del camino. Entre ellas están las siguientes:

- * El bombeo
- * Las cunetas
- * Las contracunetas
- * Los canales transversales
- * Las alcantarillas
- * Los canales de salida
- * Los drenajes subterráneos

El bombeo

Existe la idea de que los caminos son planos, pero esto no es cierto.

Al mirar con cuidado una carretera o un camino bien construido, el centro está más alto que sus lados, tal y como es el techo de las casas. Esta forma, es lo que llamamos "bombeo".

El bombeo es una inclinación que escurre el agua de lluvia del camino. Es como los techos, en donde el agua va hacia las canoas.

En lugares donde la carretera tiene curvas, el bombeo es un poco diferente y toma el nombre de super-elevación, aquí la parte más alta no está en el centro, sino que está en uno de los lados. Es como la caída de un tobogán.

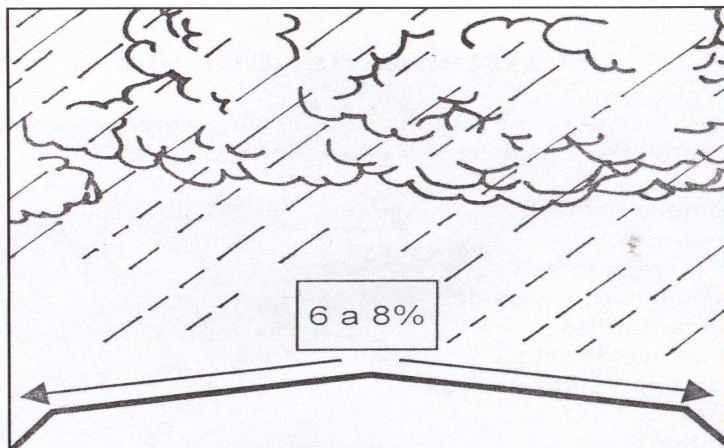


Figura 3
El bombeo escurre el agua hacia los lados del camino.

Las cunetas

Como el agua llovida va hacia los lados del camino, es necesario diseñar caños o cunetas en ambos extremos para llevarla hacia otras zonas.

Las cunetas transportan las aguas, que escurren por el camino y los alrededores, hasta un lugar donde no causen daño. Por lo general las llevan hasta los ríos más cercanos.

Las cunetas son de unos 60 cm de profundidad, sin embargo en lugares donde llueve mucho son a veces de hasta 1,0 metro de hondas.



Figura 4
Cuneta de un camino revestida de concreto

Es importante tenerlas siempre limpias de basura, piedras, tierra y otros materiales que arrastrados por el agua, se depositan de manera tal, que obstruyen el libre flujo del agua.

Las contracunetas

Las contracunetas son también zanjas como las cunetas, pero su profundidad es de unos 50 centímetros y se hacen en la parte de arriba de los taludes de corte.

Su trabajo consiste en evacuar el agua de los alrededores para evitar que llegue hasta el camino. Para entender mejor donde es que se encuentran las contracunetas vamos a explicar rápidamente, qué es un talud de corte.

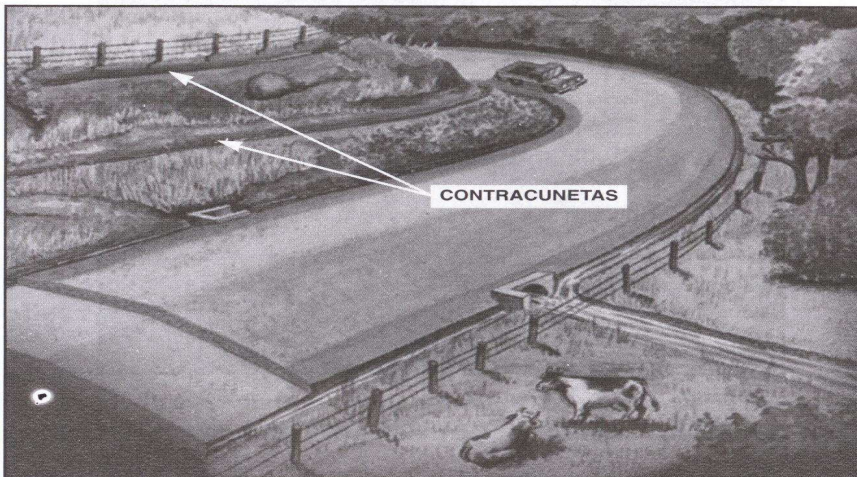


Figura 5
Contracuneta de un camino.

Los taludes de corte son paredones ubicados a la orilla del camino y diseñados con una inclinación apropiada para evitar deslizamientos.

Cuando están bien contruidos, los taludes evitan que la tierra o las piedras del corte de la montaña, caigan encima del camino. No obstante, cuando reciben mucha agua y ésta se acumula en sus poros o al pie del talud, la tierra se afloja y aparecen los derrumbes.

Las contracunetas, al estar en la cima de los taludes, evitan que el agua baje y los erosione. También evita que el terreno se cargue de agua.

Al igual que la cuneta, la contracuneta recoge el agua y la lleva hasta un lugar donde no haga daño; como a un río.

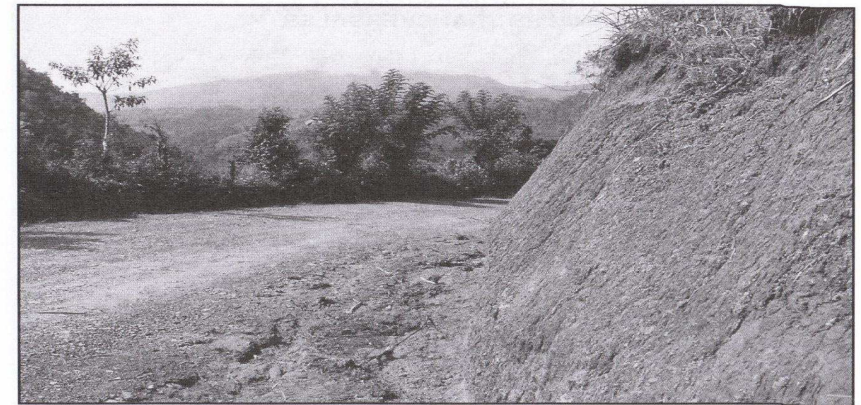


Figura 6
Talud de un camino.

Los canales transversales

En muchos lugares del camino donde las cuestas son fuertes, el agua corre hacia abajo.

Aquí el bombeo no puede escurrir el agua hacia las cunetas porque la inclinación del camino cuesta abajo es más fuerte.

CANALES TRANSVERSALES

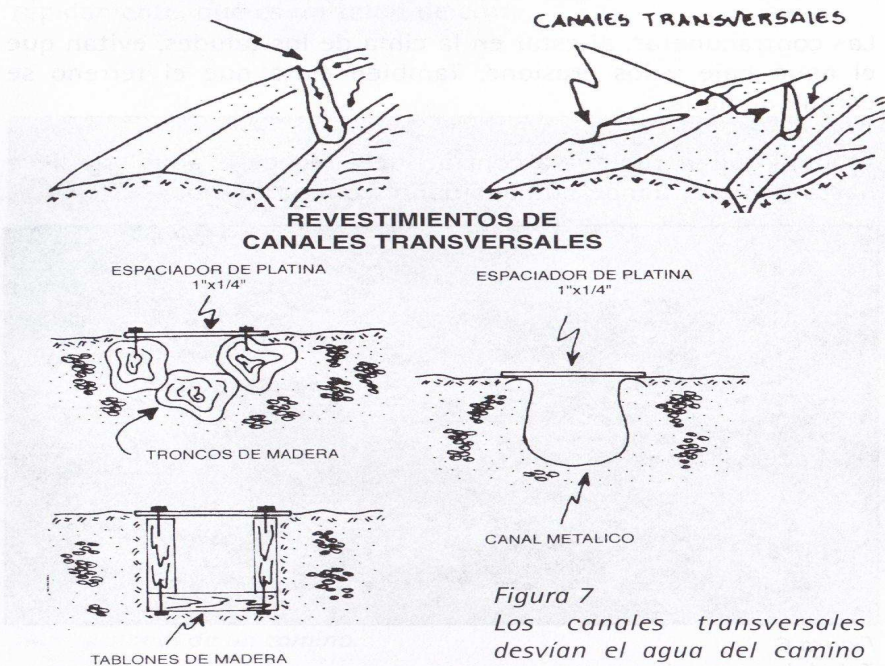


Figura 7
Los canales transversales desvían el agua del camino hasta la cuneta.

Cuando el agua corre hacia abajo toma cada vez más velocidad, ésto hace que el camino se lave y se formen carriles. Para evitar este daño se utilizan los canales transversales.

Estos canales son poco profundos y atraviesan el camino de lado a lado, se pueden construir también revestidos en madera, concreto o metal. Su tarea es recoger el agua que va cuesta abajo y desviarla a las cunetas.

Las alcantarillas

Las alcantarillas son hechas para pasar el agua de un lado a otro, llevándola por debajo del camino. Están construidas con tubos de concreto, plástico o metal que son colocados cuidadosamente, a lo ancho del camino.

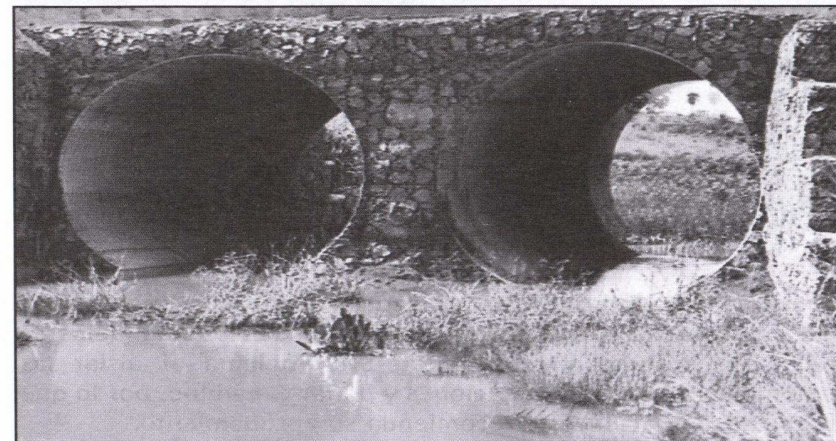


Figura 8
Alcantarillas de metal.

Cuando un camino baja y luego sube, el agua no tiene salida y se empieza a empozar en la parte más baja. Para evitar este problema se hacen las alcantarillas.



Figura 9 Colocación de una alcantarilla en la zanja

En este caso, la alcantarilla saca el agua por debajo de la carretera y la deposita luego en un río o en un canal de salida.

También, las alcantarillas son utilizadas cuando existen pequeños ríos o quebradas que atraviesan el camino. Estos riachuelos se crecen en invierno y representan un problema al aislar las comunidades, causar inundaciones y dañar el camino, por lo que en muchas situaciones se recomienda su entubamiento.

Los canales de salida

Los canales de salida sirven para llevar el agua de las cunetas o las alcantarillas a los ríos o quebradas. Cuando la cantidad de agua que transporta la cuneta es mucha y además, se unen las aguas de una alcantarilla, es necesario usar un canal de salida para sacar el agua.



*Figura 10
Canales de salida de un camino*

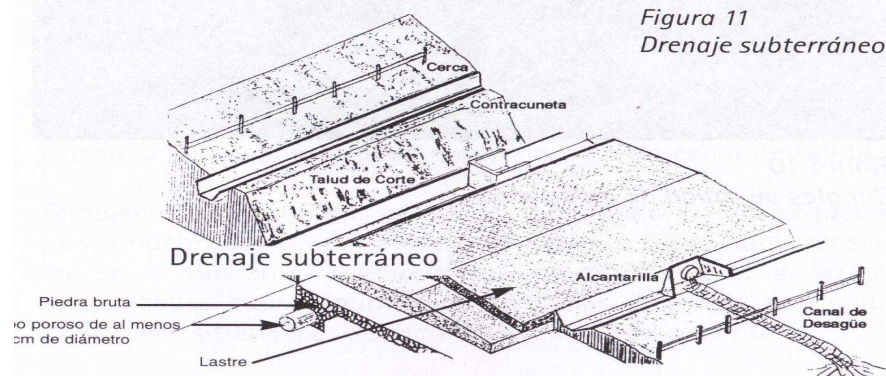
Los drenajes subterráneos

Para desviar el agua de lluvia del camino se diseñan las siguientes obras: cunetas, contracunetas, alcantarillas, canales transversales y otras obras de drenaje para aguas superficiales.

Pero existen otras aguas que no podemos ver, pues vienen por debajo de la tierra. A estas aguas que también deterioran el camino se les llama aguas subterráneas.

Las aguas subterráneas perjudican el camino, ya que humedecen el material de la superficie y la base, haciéndolo suave y débil.

Para evitar el deterioro por aguas subterráneas, se coloca un filtro de piedra gruesa que desvíe el recorrido del agua. Este filtro se construye debajo de la superficie del camino y se encarga de conducir el agua subterránea hasta un sitio en donde no cause problemas. Esta capa de piedra es conocida como un "subdrenaje".



Construcción de alcantarillas

En realidad todos los trabajos que forman el sistema de drenaje de un camino son delicados, sin embargo "la construcción de alcantarillas" requiere mayor atención.

La dificultad de construcción se resume en cuatro puntos:

- a) La excavación de la zanja requiere mucho trabajo y esfuerzo.
- b) Luego, los niveles o inclinaciones del fondo de la zanja deben permitir que el agua escurra hacia el canal de salida.
- c) La colocación debe ser precisa, para que todos los tubos queden bien alineados.
- d) Finalmente el relleno de la zanja y la compactación debe ser suficiente para que el material soporte el peso de los carros, sin deformarse.



Figura 12
Alineación de tubería

La construcción de alcantarillas, además de ser una obra que nuestros caminos requieren, es un trabajo caro.

La razón por la cual la construcción de una alcantarilla resulta costosa se debe a:

- a) Utilización de maquinaria pesada. (retroexcavador)
- b) Costo elevado de los tubos.

Sin embargo, con la participación de la comunidad, es posible abaratar la construcción de las alcantarillas y reducir los costos en la fabricación. Además es recomendable que la comunidad fabrique sus propios tubos porque los vecinos le toman más aprecio a la obra.



Figura 13
Preparación de zanja para instalar alcantarilla.

No obstante, la comunidad puede organizarse y hacer una comparación de costos, así como un análisis de las ventajas y desventajas de otras alternativas; como por ejemplo la compra de tubos fabricados por alguna empresa, ya sea en concreto, plástico o acero corrugado.

Si al final deciden fabricar los tubos en la localidad, se recomienda que sigan las siguientes indicaciones.

APRENDAMOS HACIENDO TUBOS

Para que la construcción de los tubos sea de calidad, es importante cumplir con los siguientes requisitos:

El concreto

El concreto es una mezcla de arena, piedra quebrada, cemento y agua, el cual por su resistencia, es utilizado en muchas obras.

Como si fuera una receta de cocina, las cantidades de arena, piedra y cemento deben ser medidas para obtener un concreto de resistencia.

Para medir la arena, la piedra y el cemento se usa un cajón de madera como el que se muestra en la figura 14.

La medida recomendada del concreto es:

- 1 cajón de cemento.
- 2 cajones de arena.
- 3 cajones de piedra quebrada. (cuartilla)



Figura 14
Cajón de madera para medir los materiales, de 30 x 30 x 30 cm.

Si la tanda es muy pequeña, se pueden duplicar las cantidades agregando 2 cajones de cemento, 4 cajones de arena y 6 cajones de piedra, si la capacidad de la batidora lo permite. Así es posible producir más cantidad de mezcla, sin variar la calidad y la resistencia del concreto.

Condición de los materiales

Los materiales requieren tener las siguientes condiciones:

- El agua debe estar limpia.
- La arena no debe tener tierra ni piedras gruesas, es decir, debe estar limpia y ser fina.

- La piedra quebrada no debe tener tierra, ni ser más gruesa que la piedra cuartilla o más pequeña que la quintilla.

Si alguno de estos materiales no cumple con lo recomendado se deberá preguntar a un ingeniero.

Con frecuencia existen dudas sobre la cantidad de agua que debe tener el concreto. Es importante saber que el exceso de agua disminuye su resistencia.

La cantidad de agua es una cuestión de ojo y tacto. Es difícil decir cuántas cubetas o baldes de agua debe tener una mezcla de concreto, porque muchas veces la arena y la piedra están húmedas.

La mezcla tendrá la cantidad de agua exacta cuando sea pastosa, no brille mucho, sea espesa y cueste moverla con la pala.

Cuando la mezcla parece una sopa, chorrea y se riega fácilmente de los carretillos, da como resultado un concreto de baja resistencia.

La armadura

Antes de preparar el concreto, la armadura del tubo debe estar lista.

La armadura es el esqueleto del tubo. Este esqueleto se hace con varilla de construcción número tres y se compone de cuatro parales y cinco aros.

Los parales son las varillas de donde están amarrados los aros. Para un tubo de 60 centímetros de diámetro y 1 metro de largo, los parales deben medir 92 centímetros de largo y los aros deben estar separados cada 23 centímetros.

La armadura debe ser cilíndrica de un tamaño parecido al tubo.

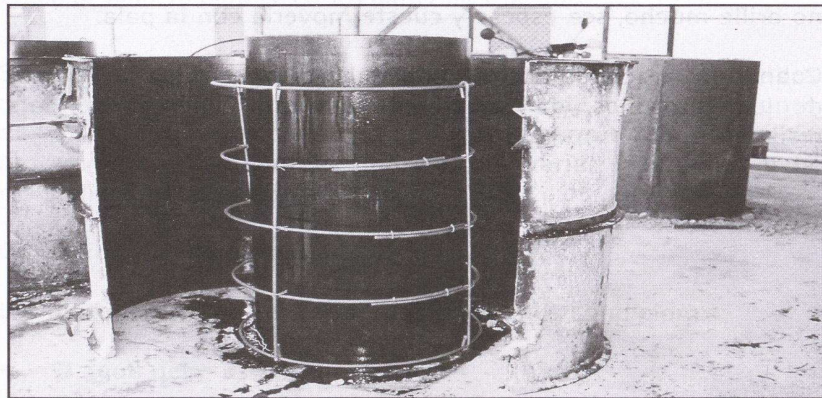


Figura 15
Armadura para un tubo de concreto.

Aros y parales

Las varillas para hacer la armadura son de acero número tres. Estas varillas las venden en los depósitos de materiales y ferreterías. Tienen una longitud de 6 metros.

Como los tubos a fabricar son casi todos de 60 centímetros de diámetro y 1 metro de largo, se recomienda cortar 1,04 m (un metro y cuatro centímetros) de la varilla y dejar el resto para hacer dos aros. Así no habrá desperdicio.

Los parales deben doblarse en sus extremos, para que agarren los aros de los extremos de la armadura.

Para doblarlos se usa una "grifa" o un tubo de hierro para cañería de media pulgada y de unos 30 centímetros de longitud.



Figura 16
Doblado de los extremos de los parales utilizando una grifa.

En una mesa, se miden 90 centímetros como primera guía para cortar el resto de los parales.

Muchas de las fábricas hacen los aros arrollándolos en el núcleo del molde, mientras otras utilizan platinas dobladas circularmente.

Luego, se dobla un extremo de la varilla hacia adentro con la grifa. Finalmente, se le da vuelta a la varilla y se dobla el otro extremo del mismo modo.

Los aros deben de formarse con trozos de varilla con una longitud mayor de 2 metros y 35 centímetros. Su forma circular se logra arrollando la varilla en un objeto cilíndrico o con una guía, como se indicó anteriormente



Figura 17
Confección de aros con un cilindro de metal.

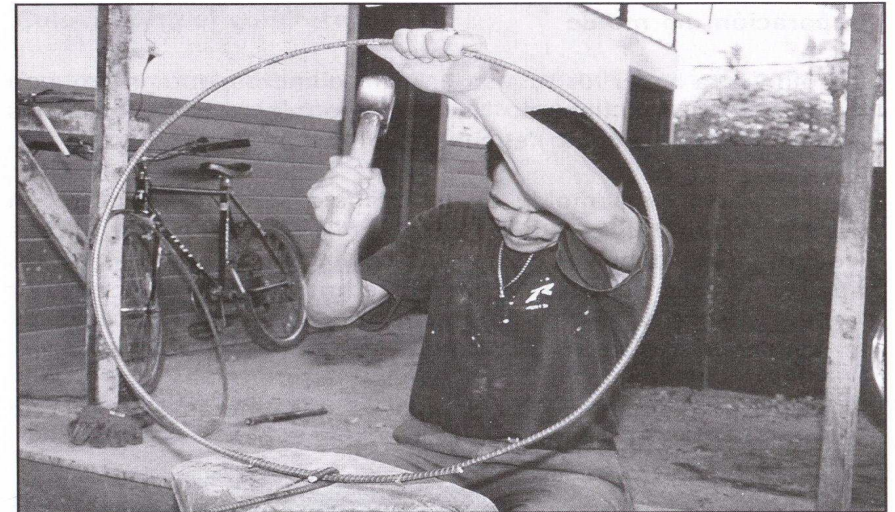


Figura 18
Unión de un extremo de un paral con un aro.

Como los tubos son de 10 centímetros de espesor y su diámetro interno es de 60 cm, los aros deben tener un diámetro de 70 cm para que estén en el centro del concreto.

Cada aro debe tener sus extremos entrecruzados unos 15 centímetros para amarrar y cerrar con comodidad.

Una vez hechos los aros y los parales se construye la armadura.

Los aros se unen a los parales con alambre negro de construcción, utilizando el amarre "pata de gallo", o similar.

Preparación del molde

El molde para hacer los tubos tiene dos cilindros, uno grande con bisagras y trancas, llamado "la camisa o las tapas " y otro más pequeño conocido como "el cilindro o núcleo".

La preparación del molde es un trabajo sencillo, consiste en lavarlo y quitarle cualquier pedazo de concreto que tenga pegado. Luego deben aceitarse las bisagras y las trancas de las tapas, y finalmente con una brocha se unta suficiente aceite por dentro de las 2 tapas y por todo el cilindro o núcleo, tratando de no dejar ningún sitio sin aceitar.

El aceite se compra en las bombas o gasolineras a un precio cómodo. Este es el aceite quemado de los carros.

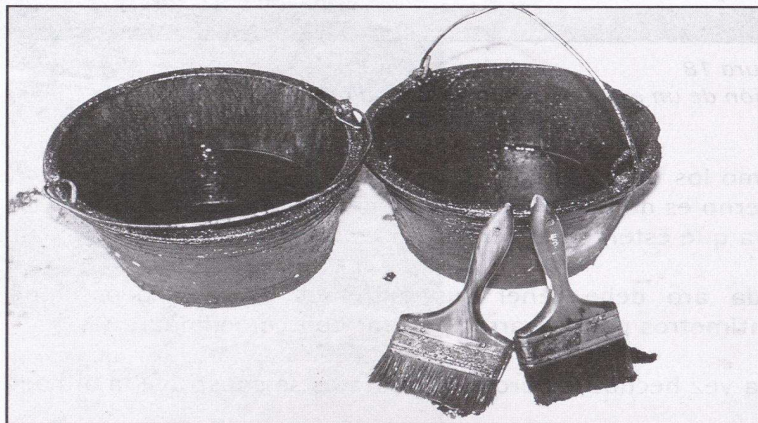


Figura 19
Cubetas y brochas para aceitar.

Colocación del concreto

Aceitadas y ensambladas las partes, el paso a seguir es colocar la armadura dentro del molde. Para ésto, se le coloca una capita de concreto en el fondo del molde, para evitar que la armadura quede sobre el suelo.

Con el molde aceitado y puesta la armadura, se chorrea el concreto dentro del molde.

Es bueno llenar el molde en tres tandas, cada vez que se llene se debe aplicar vibración al concreto para lograr una mejor distribución del material y evitar que queden espacios vacíos.



Figura 20
Relleno de un molde con concreto usando una cubeta.

Para llenar el molde con la mezcla se pueden usar cubetas o baldes. El concreto debe quedar bien distribuido en el molde para eliminar los espacios vacíos, conocidos como "Hormigueros".

El concreto es espeso, por lo cual es difícil distribuirlo dentro del molde, por tal razón es recomendable usar un vibrador.

El vibrador debe dejarse poco tiempo dentro del concreto porque si se deja largo rato deteriora la mezcla. También separa la piedra de la arena, quedando la piedra abajo y la arena arriba.

El vibrador debe meterse en cuatro o cinco lugares distintos del molde y mantenerlo un tiempo prudente. Por ejemplo, en una capa de concreto que llene un tercio del molde, el vibrador debe permanecer en cada sitio alrededor de 8 segundos.



Figura 21
Deterioros por procedimientos inadecuados en la preparación de la mezcla y en el patio de curado.

Sólo se debe vibrar una capa a la vez. No podemos vibrar capas, que ya han sido vibradas, porque separaríamos el agua de la mezcla y el concreto perdería consistencia.

También, el concreto se acomoda utilizando barras de varilla gruesa o reglas de 1 por 3 pulgadas y de 1 metro y medio de largo.

Con estas barras o reglas se moviliza el concreto por todos lados para sacar el aire atrapado. En este caso, la mezcla debe chuzarse, alrededor de 8 veces por capa, durante 10 segundos.

Una vez lleno el molde resta hacerle un acabado o enrasado.

Esta tarea consiste en retirar, de la parte superior del molde, el concreto sobrante. Por lo general, en las fábricas se usa una regla o bien una cuchara de albañilería.

Si no se utilizan aditivos especiales, los tubos deben permanecer dentro de los moldes 20 ó 24 horas antes de ser sacados al patio de curación.



Figura 22
Vibración del concreto.

Curado de los tubos

Antes de hablar sobre el curado, es necesario saber cómo sacar los tubos de los moldes. Para esta labor se necesita un tecle.

Este aparato se sujeta a la palanca de desmolde y se jala hacia arriba para despegar el tubo del núcleo.

El tecle no debe levantar mucho el conjunto molde-tubo-núcleo, pues puede soltarse el tubo del núcleo en forma rápida e inesperada. La caída del resto del molde con el tubo de concreto, podría romper fácilmente el tubo.

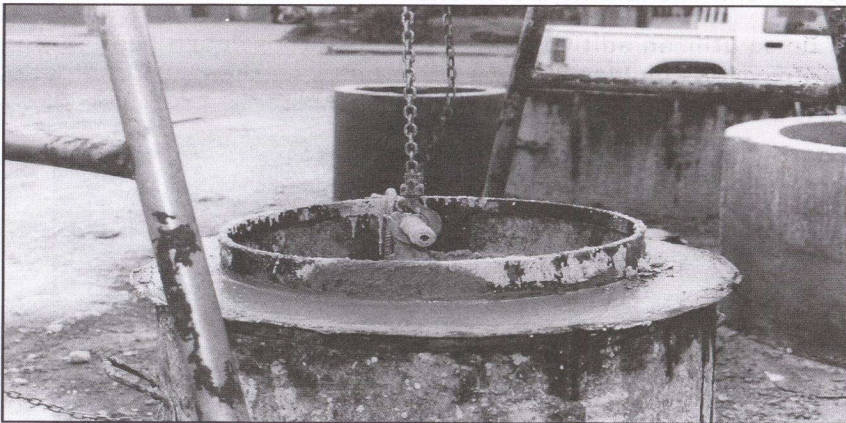


Figura 23
Molde lleno de concreto

Luego que se quita el núcleo, se quitan las tapas abriendo las trancas. El resultado final es el tubo de concreto, posteriormente, se utiliza una llanta para volcar el tubo y rodarlo hasta un patio de curado.



Figura 24
Levantamiento del núcleo del molde con el tecle.

Para curar un tubo de concreto, es necesario, mantenerlo húmedo en forma permanente. Al estar húmedo su resistencia aumenta día con día.

Los tubos deben mantenerse húmedos por lo menos durante 14 días, aunque lo recomendado son 21 días.

Los tubos no curados son quebradizos y de mala calidad porque el concreto se pulveriza. Muchos de ellos hasta se desmoronan.



Figura 25
Patio de curado.

El acomodo de los tubos requiere de atención. Cuando están frescos es recomendable no apilarlos, ni ponerlos unos encima de otros, pues se podrían quebrar con facilidad, ya sea por exceso de peso o por un simple desacomodo.

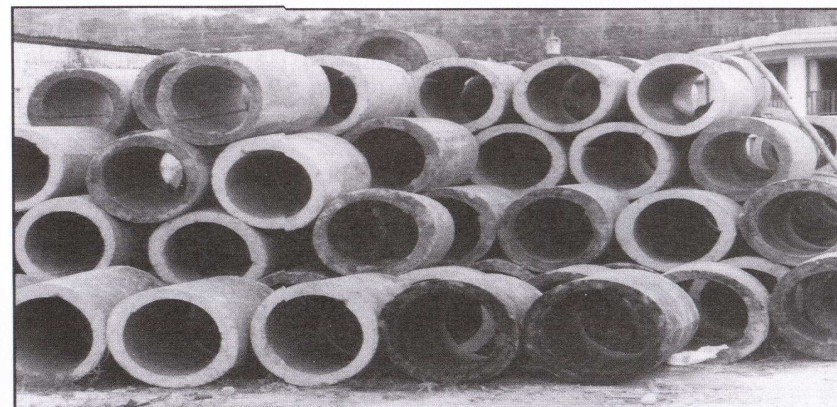


Figura 26
Apilamiento de tubos en más de tres niveles.

Después de 21 días, los tubos pueden apilarse hasta en 3 niveles, o bien llevarlos al sitio de su colocación.

De ser posible, es mejor esperarse un mes, tiempo necesario para que el concreto adquiera su resistencia máxima.



Figura 27
Daños por acomodos inadecuados.

Seguridad ocupacional

La colocación de tubería de concreto no es una tarea sencilla, desde la fabricación de los tubos, los trabajadores están expuestos a sufrir daños físicos que pueden imposibilitarlos a trabajar por un período de tiempo considerable.

Con el fin de proteger a las personas que laboran tanto en la fabricación como en la colocación de tubería, se sugieren las siguientes medidas de precaución:

Fabricación de tubos

- No use anillos, relojes de pulsera o vestimentas sueltas que puedan enredarse con partes en movimiento.
- Si está utilizando equipos como el vibrador y la mezcladora asegúrese de que los cables estén aislados, los empalmes o conexiones bien hechos y que el cable no esté sumergido en el agua.
- Manipule los moldes con cuidado, tanto a la hora de limpiarlos, como cuando son levantados con el tecla para sacar el tubo de concreto. No olvide que el molde es pesado, lo cual lo hace peligroso.
- Verifique que el bastidor, del cual se sujeta el tecla, esté en buen estado y tenga la capacidad para soportar el peso de los tubos.
- Manipule los tubos con cuidado, su peso los hace peligrosos. Para trasladar el tubo al patio de curado, tenga cuidado con sus pies y con sus manos.
- Nunca evite que un tubo se rompa tratando de atajarlo o utilizando su fuerza.



EQUIPO PARA LA FABRICACION DE TUBOS

- Botas de hule
- Guantes de cuero
- Botiquín de primeros auxilios.

EQUIPO PARA LA COLOCACION DE TUBOS

- Botas de hule.
- Espátula o guantes de hule
- Guantes de cuero
- Casco
- Botiquín de primeros auxilios.

Las condiciones climáticas de Costa Rica demandan como primer paso para la conservación de caminos en lastre y tierra, la construcción de sistemas de drenaje eficientes que ayuden a evacuar las aguas del camino.

Este manual para la "Fabricación de tubos de concreto para el camino" recoge la experiencia del Convenio Costarricense-Alemán de Cooperación Técnica, Proyecto MOPT/GTZ en la construcción de estos sistemas con la participación de las comunidades.

En lenguaje del manual, al igual que la serie conservación están dirigidos hacia miembros de asociaciones de desarrollo comunal, personal de las municipalidades, y cualquier otro conjunto de personas que deseen trabajar en la rehabilitación y mantenimiento de caminos.

En estas páginas, se indican detalles sobre el procedimiento para construir tubos de concreto con armadura de varilla de acero.

Otros títulos de la serie Conservación Vial son:

- Mantenimiento manual de caminos #2.
- Colocación de tubería y construcción de cabezales #3.