

Ministerio de Obras Públicas y Transportes

Proyecto MOPT/GTZ

**COLOCACIÓN DE TUBOS Y
CONSTRUCCIÓN DE CABEZALES**



Serie:
Conservación Vial, #3



Colocación de Tubos y Contrucción de Cabezales

Ministerio de Obras Públicas y Transportes

Proyecto MOPT/GTZ

**COLOCACIÓN DE TUBOS Y
CONSTRUCCIÓN DE CABEZALES**

Serie Conservación Vial #3

625.734
C766m

Convenio Costarricense-Alemán de Cooperación Técnica
Proyecto MOPT-GTZ.
Colocación de tubos y construcción de cabezales.-1ed.
-San José, C.R.: MOPT-GTZ, 2000.
57p.:il. ; 22cm. -(Conservación Vial; n° 3)

ISBN 9977-61-010-X

1. MANTENIMIENTO DE CAMINOS. 2. CONSERVACION VIAL. 3. CAMINO VECINAL. 4. DRENAJES
5. TUBOS. 6. ALCANTARILLA. 7. COSTA RICA.
II. Título III. Serie.

CF: Centro de Información y Documentación, MOPT

Colaboraron en la elaboración de este manual:
Proyecto MOPT/GTZ
Ing. Randall Gonzáles Uribe
Arq. Carlos Umaña

PRESENTACION

Este manual forma parte de una serie de folletos referentes a la Conservación Vial Participativa. El tema de colocación de tubos se refiere a una de las tareas que se realiza en estrecha cooperación entre el MOPT, las municipalidades y las comunidades, mientras que la construcción de cabezales forma parte de los aportes de las comunidades.

Un buen sistema de drenaje, compuesto por un bombeo adecuado, cunetas, contracunetas, canales transversales, drenajes subterráneos y alcantarillas con sus respectivos canales de salida, garantiza un buen estado del camino por mucho tiempo. En su mayoría estas obras pueden ser construidas por las mismas comunidades. Los conocimientos necesarios para esto los resumimos en una serie de "Conservación Vial", que son videos didácticos sobre diferentes componentes de caminos en lastre y tierra con sus respectivos manuales.

El lenguaje del manual, al igual de la serie "Conservación Vial" está dirigido hacia miembros de asociaciones de desarrollo comunal, personal de las municipalidades, y de cualquier conjunto de personas que deseen trabajar en la rehabilitación y mantenimiento de caminos.

¡Esperamos que este material sea útil a los miembros de las comunidades y a los funcionarios estatales en el esfuerzo de **conservar nuestros caminos!**

TABLA DE CONTENIDO

A. El sistema de drenaje	5
B. Componentes del sistema de drenaje	7
C. Colocación de la tubería	9
D. Canales de salida	10
E. Construcción de la alcantarilla	12
F. Cabezales	39
G. Seguridad ocupacional	53
H. Mantenimiento del Sistema de drenaje	56
Anexos	57

A. EL SISTEMA DE DRENAJE

El buen estado del camino depende en gran parte de la existencia de un sistema de drenaje, que permita evacuar en forma eficiente el agua.

Además del deterioro provocado por el paso de los vehículos, si el camino carece de sistema de drenaje, las frecuentes e intensas lluvias ocasionan severos daños en la superficie de ruedo. Como consecuencia, hay un deterioro acelerado y ocurre una pérdida económica en la inversión que las instituciones y comunidades destinan para mejorar el camino.

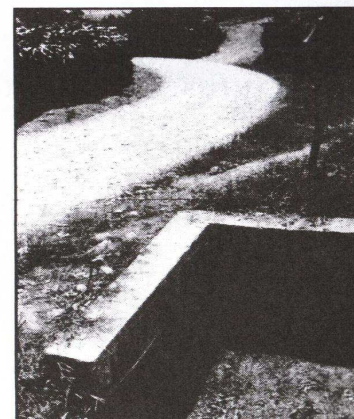


Foto 1: Cabezal CA-6 en camino vecinal Pérez Zeledón

Por esta razón, la rehabilitación de un camino contempla la construcción de una serie de obras que en su conjunto son denominadas sistema de drenaje, y que aún cuando parecen muy sencillas, son verdaderas obras de ingeniería, de importancia mayúscula.

La instalación de un sistema de drenaje y su mantenimiento adecuado tiene muchas ventajas tales como:

- Prevención de daños mayores por condiciones climáticas extremas.
- Diminuye los costos de operación de los vehículos.
- El camino se mantiene transitable durante todo el año al disminuirse la erosión.
- Se producen ahorros importantes para la economía del país y los usuarios.
- Aumenta la vida útil del camino.

El buen estado del camino representa un motor de desarrollo económico y social para una comunidad, con la facilidad de acceso comienza a ser factible la visita médica, la educación y hasta el intercambio cultural entre diferentes poblaciones.

B. COMPONENTES DEL SISTEMA DE DRENAJE

Las siguientes obras integran un sistema de drenaje:

- El bombeo o pendiente transversal de la calzada
- Las cunetas
- Las contracunetas
- Los canales transversales
- Las alcantarillas
- Los canales de entrada y salida
- Los drenajes subterráneos



Cada una de estas obras, desde diferentes puntos, cumple la función de movilizar las corrientes de agua que pueden dañar el camino.

La mayor parte de esta agua desemboca en las alcantarillas, cuya misión es encauzar la corriente hacia los canales de salida.

Las alcantarillas se construyen con tubos de concreto, plástico o metal que cuidadosamente, son colocados a lo ancho del camino. El Proyecto MOPT/GTZ recomienda la construcción de alcantarillas de concreto con la participación de la comunidad, pues así es posible abaratar y distribuir los costos, y a la vez, los vecinos aprecian más las obras.

No obstante, la comunidad puede organizarse y hacer una comparación de costos, con otras alternativas.

En el Manual Fabricación de Tubos, Serie de Conservación Vial #1, se explica en detalle el proceso de producción de la tubería de concreto.

Como parte de la secuencia de materiales didácticos, se diseñó este *Manual de Colocación de tubos y Construcción de los Cabezales*, con el fin de que también los miembros de la comunidad puedan colaborar activamente en estas tareas, en coordinación con los funcionarios de la Municipalidad

local, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, y la capacitación del Proyecto MOPT/GTZ.

C. COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA

La colocación de una alcantarilla consiste en excavar una zanja, con dimensiones adecuadas, para instalar cuidadosamente, los tubos en su fondo. Los tubos se colocan en línea recta, unidos cara a cara. La alcantarilla deberá tener suficiente capacidad como para evacuar los máximos caudales de agua, a criterio del ingeniero del proyecto, considerando el conocimiento local de los vecinos de la comunidad.



Foto 2: Colocación de tubos con ayuda comunal.

¿Qué debemos conocer antes de empezar a excavar la zanja?

Para el funcionamiento del sistema de drenaje es fundamental decidir, cuál debe ser la ubicación de la alcantarilla a construir. La posición exacta de cada alcantarilla debe responder a un estudio de campo conocido como "Inventario de Necesidades" realizado por el inspector y el ingeniero, el cual toma en cuenta las siguientes condiciones:

- Tamaño de la microcuenca.
- Pendiente del camino.
- La intensidad de la lluvia en la zona.
- Tipo de suelo.
- Cantidad de agua que se debe encauzar.
- Area de descarga.

También es importante valorar los canales de salida, principalmente, para evitar que el agua erosione terrenos en los alrededores y que se presente algún tipo de contaminación en fuentes de agua potable o en zonas protegidas.

D. CANALES DE SALIDA

Cuando se ubica el sitio de construcción de una alcantarilla, es fundamental comunicarse con los propietarios de los terrenos en donde se construirán los canales de salida, con el fin de participarlos de la decisión y lograr un buen acuerdo.

Los canales de salida deben tener una sección mínima de 2 metros cuadrados y en los casos de salidas en pendiente, se recomienda revestir la sección posterior al cabezal, tal y como se ilustra en la Fig. 1 (ver también anexo).

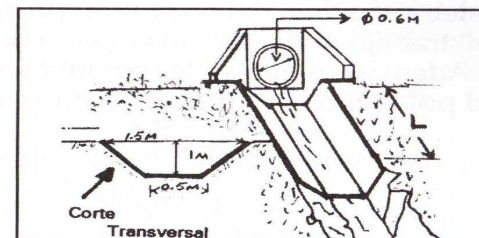


Figura 1: Canal de salida revestido, para alcantarilla 0,6m.

Es importante recordar que el MOPT y la Municipalidad con "La Ley General de Caminos Públicos y sus Reformas", tienen el derecho para la construcción de desagües en la propiedad privada. Esta misma ley obliga a los propietarios a efectuar su limpieza:

Artículo 20 de Ley General de Caminos Públicos:

"Todos los poseedores de bienes raíces, por cualquier título, están obligados a recibir y dejar discurrir dentro de sus predios, las aguas de los caminos cuando así lo determine el desnivel del terreno y, cuando sus fundos estén inmediatos a los desagües de un camino, deberán mantener estos desagües limpios, en perfecto estado de servicio y libres de obstáculos....."

(Ley General de Caminos Públicos y sus Reformas". Ley No. 5060 de 22 de Agosto de 1972, publicada en al Gaceta. Tercera edición, p.20, San José, Costa Rica, 1986)

La ley recomienda a la municipalidad enviar comunicación a los vecinos propietarios de esos fundos, para realizar los trabajos respectivos. En caso que los propietarios no acepten colaborar, la ley establece multas cobrando al propietario el costo del trabajo más un 50% por concepto de recargo. Además, expresa la colaboración de la autoridad policial para hacer práctica la ley.

Cuando se ha definido técnicamente, el sitio exacto en donde se debe ubicar la alcantarilla, se inicia la excavación.

E. CONSTRUCCIÓN DE LA ALCANTARILLA

Se deben considerar los siguientes puntos:

- Ancho de la zanja
- Longitud de la zanja
- Profundidad de la zanja
- Excavación de la zanja
- Conformación de la zanja
- La cama del tubo y su función
- La pendiente
- Bajar los tubos a la zanja
- Alineamiento de los tubos
- Pega de los tubos
- Relleno de la zanja

1. El ancho de la zanja

El ancho de la excavación donde se ubicarán los tubos debe facilitar los trabajos de colocación. Una excavación muy angosta dificulta bajar los tubos, ubicarlos en línea recta, pegarlos entre sí y compactar el relleno.



Figura 2: Ancho de excavación de zanja para tubos 60 cm.

Por otro lado, si la excavación es muy ancha, se gastará más dinero, más tiempo y más material rellenándola.

El ancho adecuado de la zanja lo define el diámetro del tubo. Así por ejemplo, para colocar tubos con un diámetro de 60 cm, que es equivalente a 24 pulgadas, se procede de la siguiente forma:

1. Si el tubo es conocido como de 60 cm, implica que el diámetro interno mide 60 cm.

2. Luego se mide el espesor de la pared del tubo. En este caso se supone que los tubos tienen 10 cm de espesor.

3. Es necesario dejar 30 cm a cada lado del tubo en la zanja, para facilitar su acomodo y la compactación del relleno.

4. Se suma cada una de estas cantidades para obtener el ancho final:

- 60 cm (diámetro del tubo)
- 20 cm (dos veces el espesor de la pared)
- 60 cm (los 30 cm a cada lado del tubo)

= 1,40 m.

En otras palabras, el ancho de la zanja se deriva de:

(diámetro interno) + (2 espesor de la pared) + (30 cm a cada lado para compactación)

y para tubos de 60cm. el ancho necesario es:

Ancho de zanja: $60\text{ cm} + 2 \cdot 10\text{ cm} + 60\text{ cm} = 1,40\text{ m}$

Ejercicio: *¿Cuál debería ser el ancho de la zanja para tubos de 1 metro de diámetro?*

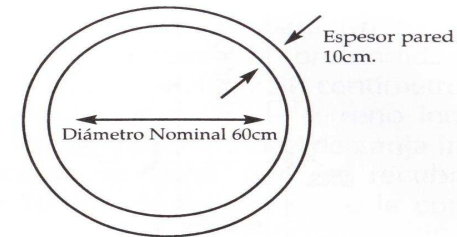


Figura 3: Dimensiones de tubo de concreto 60 cm

Realice los cálculos y verifique si 1,80 metros son suficientes.

2. La longitud de la zanja

La longitud de la alcantarilla debe ser suficientemente amplia, para evitar que los cabezales queden ubicados dentro de la calzada y se conviertan en un peligro para el conductor.

Los cabezales ubicados dentro de la calzada también representan un obstáculo para futuras ampliaciones del camino.

Para evitar estas situaciones y sobre todo, si el camino es angosto, las alcantarillas deben ubicarse a una distancia no menor de 1,5 metros del borde original de la superficie de ruedo, a ambos lados como se muestra en el siguiente dibujo:

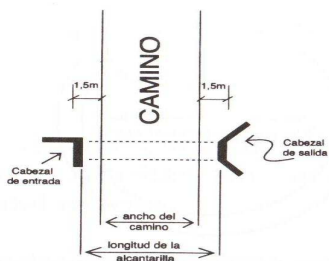


Figura 4: Longitud de la alcantarilla en un camino

3. La profundidad de la zanja.

La profundidad de la zanja siempre tiene que contemplar una profundidad adicional mínima de 70 cm, a la cual hay que sumarle el diámetro externo del tubo.

Por ejemplo: Si usamos un tubo de 60 centímetros, debemos sumar el espesor de la pared más la profundidad adicional de la zanja; o sea, 70 centímetros. En este ejemplo la profundidad será:

Profundidad de la zanja se deriva de:

(diámetro interno)+(2 *espesor de pared)+(70 cm de recubrimiento mínimo)

$$\text{Profundidad de la Zanja} = 60\text{cm} + 2 * 10\text{cm} + 70\text{cm} = 1,50\text{m}$$

Esta operación indica que para un tubo de 60 centímetros de diámetro, la profundidad de la excavación será de 1 metro y 50 centímetros, salvo casos en que la topografía del terreno inmediato, no permita lograr la profundidad de zanja indicada. En estos casos se debe dar un recubrimiento mínimo de 70 cm. de relleno sobre la corona del tubo.

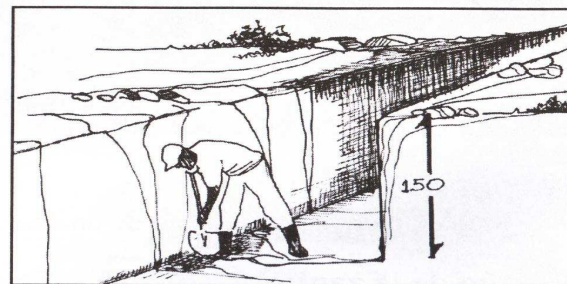


Figura 5: Profundidad de la zanja para excavación

La profundidad de excavación se mide con una cinta métrica, la cinta da la distancia que existe entre el fondo de la zanja y la parte superior. Para tener una guía en la parte superior, es recomendable usar una regla que pase de lado a lado el ancho de la zanja.

Ejercicio: Verifique si para un tubo de 90 cm de diámetro externo, la zanja puede ser de 1,60 m de profundidad

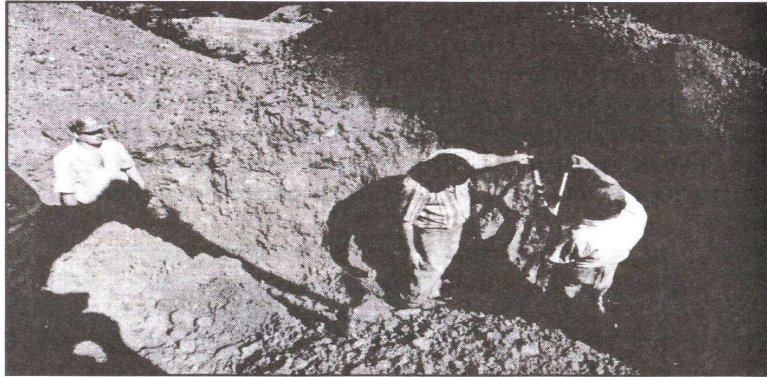


Foto 3: Medición de la profundidad de una zanja.

4. Excavación de la zanja

Para construir una alcantarilla, primero se debe localizar el sitio exacto donde se colocará la tubería de acuerdo con el Inventario de Necesidades y luego marcar dos líneas paralelas como guías de excavación de la zanja. Las líneas nos indican el ancho de la excavación, así como su recorrido.

Estas líneas son útiles cuando la excavación de la zanja es muy larga y corremos el peligro de hacerla torcida.

Marcada la zanja en el camino, se inicia la excavación.

La zanja puede ser excavada en forma manual o mecánica, utilizando un retroexcavador.

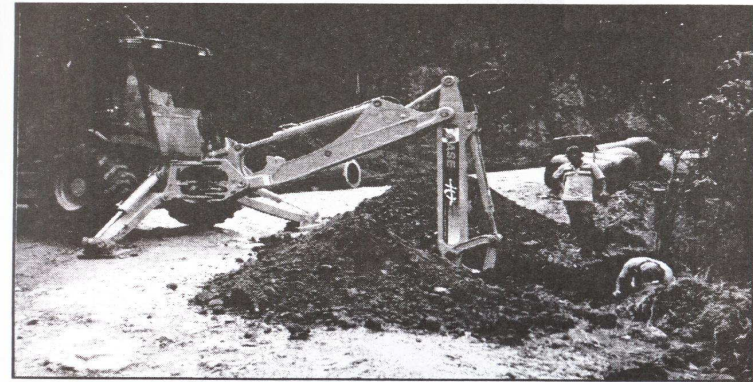


Foto 4: Excavación para una alcantarilla utilizando un retroexcavador

La excavación manual se hace con picos y palas. Si se quiere avanzar rápido, pues el trabajo es duro, es necesario utilizar una cuadrilla balanceada con el rendimiento necesario.

La excavación con retroexcavador ocupa poca mano de obra, ya que la máquina extrae el material rápidamente. Por lo general, casi todas las excavaciones de las zanjas se hacen con maquinaria.



Foto 5. Excavación de una zanja a mano

5. Trabajos de conformación de la zanja.

Inicialmente, es común que el piso quede disperejo, a causa de las diferentes paladas y picos hay partes más altas y otras más bajas. Para emparejar el fondo se usa una pala hasta dejarlo plano. La tarea de emparejar consiste en eliminar las partes altas y rellenar las partes bajas. A este trabajo se llama conformación del piso de la zanja. Esto se realiza de acuerdo con la pendiente indicada y con ayuda de la cuerda que define la elevación inicial y final de la zanja, que más adelante se explica.

También de las paredes de la zanja puede caer tierra suelta sobre el piso, en estos casos, lo mejor es cortar con la pala todos estos lugares flojos. Esta labor forma parte de la conformación de una zanja y se llama conformación de paredes.



Foto 6. Trabajos de conformación de una zanja.

Cuando el operador del retroexcavador posee la pericia suficiente, la zanja no requiere de conformación adicional.

6. ¿Qué es la cama del tubo y para qué sirve?

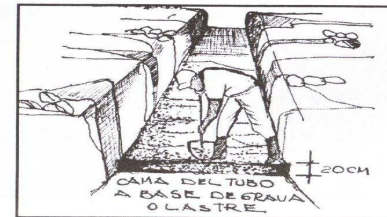


Figura 6. Zanja con cama de lastre.

Si el fondo es duro, y el suelo existente es grava o roca y no hay piedras mayores, el tubo se puede colocar directamente sobre el suelo de la zanja.

Si el fondo es suave, de suelo arcilloso o de una roca deformable, no se recomienda instalar el tubo. Primero hay que hacer una cama.

La cama de un tubo es donde el tubo va colocado, por tal razón, si lo acostamos sobre el suelo natural se dirá que la cama es de tierra y si lo acostamos sobre una capa de arena o lastre esparcido y compactado en el fondo de la zanja, la cama se conocerá como de lastre o grava fina.



Foto 7: Compactación de la cama de la alcantarilla.

Estas camas se necesitan para dar firmeza al fondo. Usualmente, se esparce a lo largo y ancho del fondo de la zanja una capa de 15 a 20 cm de lastre o grava fina. Luego, se compacta el material con un pisón de mano o un "sapo brincón" hasta que al caminar se sienta firme, o el equipo de compactación rebote.

Este trabajo se hace porque en los suelos suaves, el peso de los tubos puede hundir la tierra. Si esto sucediera, unos tubos se podrían hundir más que los otros y entonces el agua se saldría de la tubería, provocando socavación y el colapso del paso.

7. La pendiente

¿Para qué sirve la pendiente en una alcantarilla?

La pendiente es la inclinación que obliga al agua a moverse de un lugar alto a otro más bajo. Esto es posible observarlo en la naturaleza, cuando un río baja desde una montaña hasta un valle.

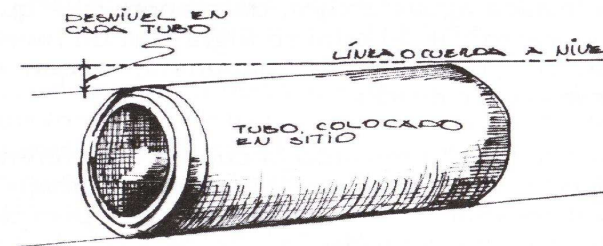


Figura 7: Desnivel de la tubería en una alcantarilla

El peso del agua hace que corra por el camino más fácil, por esta simple razón es que corre de bajada. Sin embargo, el hombre puede desviar la corriente de agua en los caminos por medio del uso de alcantarillas con una pendiente adecuada.

¿Cómo construir la pendiente de una alcantarilla?

Después de trabajar en el piso de la zanja y dejarlo plano, es necesario clavar dos estacas como guías de la pendiente.

Estas estacas se clavan medio metro antes del primer tubo y medio metro después del último. Por ejemplo, si los tubos miden 1 metro de largo y la alcantarilla que vamos a instalar es de 8 tubos, la separación de las estacas es de 9 metros.

En una estaca se amarra una cuerda de referencia a 50 ó 40 centímetros del piso de la zanja denominada "estaca aguas arriba". Luego, llevamos el otro extremo de la cuerda hacia la otra estaca (estaca aguas abajo), de manera que quede tensa y horizontal, lo cual se logra con un nivel de cuerda, con un nivel de manguera, o con otro instrumento apropiado.

Una vez que se ha tensado la cuerda de referencia, se procede a marcar en la "estaca aguas abajo", el desnivel necesario, que deberá tener el piso de la zanja o la cama del tubo.

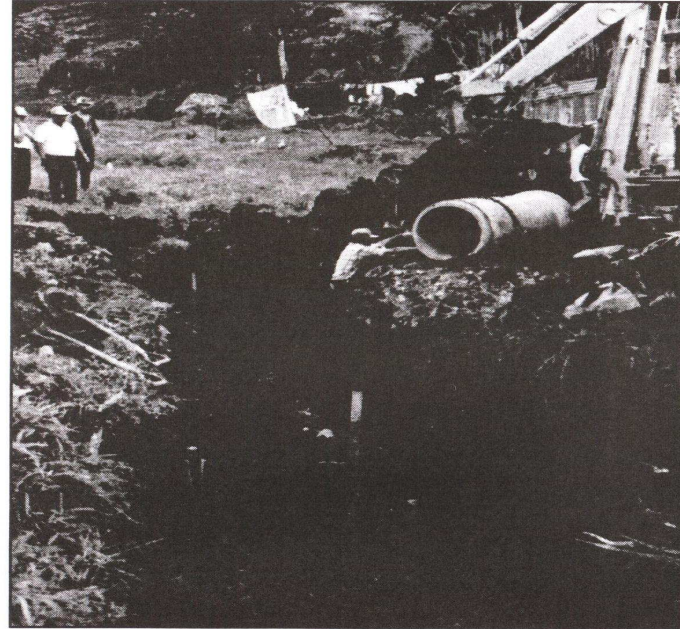


Foto 8: Estacas aguas arriba y aguas abajo para alineamiento de la tubería

La pendiente recomendada para las alcantarillas es de un tres por ciento (3%), lo que significa bajar 3 centímetros en la zanja, por cada metro de avance. Esto significa que la salida del tubo debe quedar 3 centímetros más abajo que la entrada, por cada metro de longitud de la tubería.



Foto 9: Medición de pendiente con nivel de manguera.

¿Cómo podemos colocar una pendiente de un 3 por ciento en el fondo de la zanja?

Para calcular cuánto debe ser el desnivel total en una alcantarilla de 8 metros, se procede del siguiente modo:

Si por ejemplo, la pendiente recomendada es 3%, se multiplica 3 por los 8 metros de largo y se divide entre 100. El resultado nos dará el desnivel necesario en metros.

$$\text{Desnivel} = \frac{\text{pendiente} * \text{longitud alcantarilla}}{100}$$

$$\text{Desnivel} = \frac{3\% * 8 \text{ metros}}{100}$$

$$\text{Desnivel} = 0,24 \text{ metros}$$

O lo que es lo mismo 24 cm, en los 8 metros de alcantarilla.

Ejercicio: ¿Cuánto desnivel se requiere para la alcantarilla, si el inspector vial recomienda una pendiente del 5%?

Luego se traza este desnivel en la zanja, por medio de algún método apropiado, entre los que destacan:

- Nivel de cuerda
- Nivel de manquera
- Nivel de mano

Posteriormente se procede a ajustar el piso de la zanja, excavando o rellenando, hasta lograr que tenga el declive necesario.

Se recomienda usar una reglita o varilla de guía para chequear con la cuerda.

8. ¿Cómo bajar los tubos a la zanja?

Cuando se bajan los tubos a la zanja manualmente, se usan cuerdas y cuando se utiliza el retroexcavador se requiere de una cadena con gancho u otro equipo adecuado.



Foto 10: Los tubos se bajan a la zanja

La cadena pasa por dentro del tubo, el operador del retroexcavador debe tener mucho cuidado de que los tubos viajen en el aire en forma horizontal para facilitar la colocación.

También se puede utilizar un portatubos, que se puede construir fácilmente en un taller.

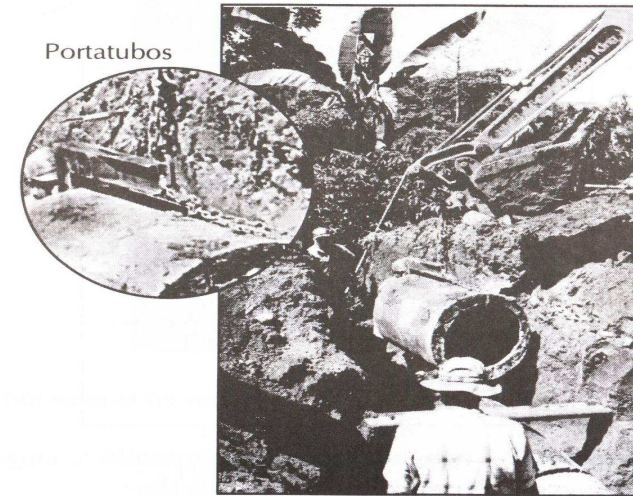


Foto 11: Bajando los tubos con ayuda de un portatubos

Bajar los tubos con el retroexcavador es lo ideal, se hace más rápido y facilita el trabajo de alineamiento.

Si no se cuenta con la máquina los tubos pueden rodarse con mecates, con un tablón o con un trípode y tecla.

Los tubos no se deben dejar caer bruscamente sobre el suelo, sino, se deben bajar suavemente para evitar daños o accidentes.

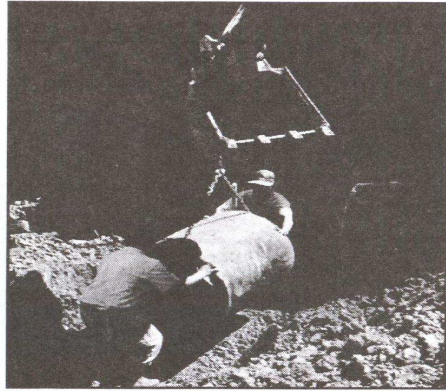


Foto 11: Trabajadores orientan los tubos en la posición correcta

9. ¿Qué es el alineamiento?

El alineamiento de los tubos consiste en instalarlos en línea recta y deseablemente, perpendiculares al eje de la vía. Al bajar los tubos en la zanja se deben colocar en fila, para así facilitar el recorrido del agua que viaja en su interior.

El alineamiento se hace manualmente, con barras metálicas y con ayuda del retroexcavador, pues el operador puede usar la máquina para empujar los tubos.

Hay un trabajo muy práctico que se utiliza para alinear los tubos, el cual consiste en clavar dos

estacas, a un lado de las que se habían utilizado, para el desnivel.

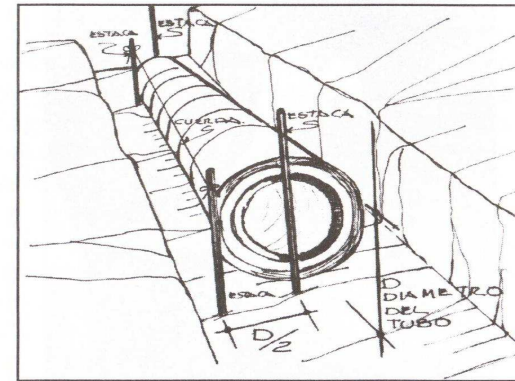


Figura 8: Alineamiento de los tubos con estacas paralelas

La distancia de separación entre éstas dos estacas será igual a la mitad del diámetro del tubo, de manera que tensando una cuerda entre ellas, ésta quede al lado extremo de la tubería.

Puestas las dos estacas, se les amarrará una cuerda la cual nos servirá como una guía de alineamiento de los tubos. La cuerda deberá ir de lado a lado de la zanja y a una altura igual, a la mitad de la altura del tubo. A la par de esta cuerda se arrimarán los tubos y siguiendo la línea de la cuerda se alinean.



Foto 12: Colocación de estacas paralelas de alineamiento

Los tubos alineados deben formar hasta donde sea posible un tubo continuo, deben calzar bien, y no traslaparse. También cuando los tubos tienen en su interior un borde que no los hace totalmente lisos, se recomienda instalarlos con esa parte hacia arriba para facilitar el recorrido del agua y evitar el atascamiento de basura y el desgaste de los tubos.

Nota: El alineamiento debe revisarse también con la vista, ubicando la visual en la parte superior interna y externa de los tubos. Estos controles mejoran el alineamiento.

10. Pega de Uniones

Una vez alineados los tubos debemos rellenar las juntas con mortero. El mortero es una mezcla de arena + cemento + agua, que se hace en el sitio de trabajo, y se coloca en las uniones para impedir que el agua entre o salga por ellas. La idea es evitar fugas que deterioren el funcionamiento de la alcantarilla.

Existe un tipo de tubo con cejilla o campana para lograr un mejor acople, pero esta condición sólo es indispensable en casos de tuberías de aguas negras.

En el caso de las alcantarillas para aguas superficiales y de lluvia, se considera suficiente el "solaqueo" de las juntas o topes de los tubos con mortero de cemento y la construcción de cabezales, para que los tubos no se separen o desacomoden.



Foto 13: Relleno de juntas por la parte superior de los tubos

El relleno de las juntas se hace por encima hasta la mitad del tubo, con una espátula o cuchara de albañilería. Colocar mortero por debajo del tubo es difícil, por tal motivo, para sellar la parte restante de la unión, es necesario que un trabajador se introduzca en la alcantarilla y rellene la junta.

Es conveniente utilizar algún tipo de papel para cubrir el mortero que externamente se colocó y de esta forma evitar su contaminación cuando se rellena la zanja.

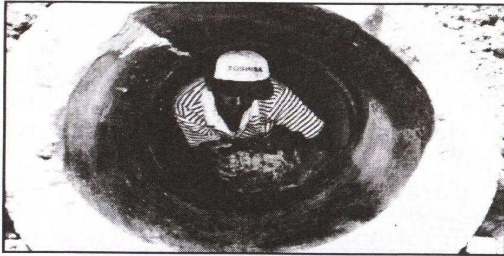


Foto 14: Relleno de la parte inferior de las juntas por dentro de los tubos.

Para ambos casos, afuera o adentro, el mortero puede ser colocado con una espátula o también con las manos, si se usan guantes.

Lo que es importante es que la totalidad de la junta quede rellena y no solamente la superficie.

11. ¿Cómo rellenar la zanja?

Después de alinear los tubos y solaquear las juntas, lo que sigue es el relleno de la zanja con material selecto como lastre o grava, con un tamaño de grano no mayor de 7 cm. Esta labor se puede hacer manualmente, a pala, o usando el retroexcavador.

En este caso, el retroexcavador deja caer suavemente un poco de lastre o arena, y espera a que los trabajadores dentro de la zanja esparzan el material hasta formar una capa no mayor de 15 centímetros (si se usa un "sapo brincón" a gasolina), o de 10 cm, si la compactación del material se hace a mano con un pisón de 10 ó 15 kg. de peso.



Foto 15: Retroexcavador depositando material en el interior de la zanja.

Después de compactar la primera capa de lastre, se coloca y compacta otra capa de 15 ó 10 cm. Así se sigue hasta que se haya rellenado toda la zanja.



Foto 16: Compactación del material de relleno con un sapo brincón.

Hay varios aspectos a destacar en esta tarea de relleno:

Primero: Se debe tener cuidado de rellenar y compactar el material que forma el asiento del tubo. Muy a menudo, debido a la incomodidad del área, esta no se solaquea lo suficiente y quedan espacios vacíos.

Segundo: Es conveniente que el material de relleno, tenga la humedad adecuada para la compactación.

La humedad necesaria se puede constatar si al tomar material y apretarlo con el puño se forma un terrón. El agua en abundancia no permite compactar el material y al secarse, deja espacios vacíos en el material.

Finalmente, el relleno debe quedar con un nivel igual al del camino. No hay necesidad de dejarlo más alto, pues si la compactación ha sido buena, el material no se bajará.

Tercero: El tipo de compactador.

Los pisones de mano y los “sapos” son conocidos como compactadores porque se encargan de compactar bien el material de relleno por medio de golpes. Son varios los compactadores que se utilizan en los rellenos, unos son más pesados, mientras otros son más livianos y muchos de ellos son mecánicos, tal es el caso del “sapo brincón”.

Los compactadores manuales necesitan ser pesados. Algunos de ellos son hechos con un pedazo de riel de metal, al cual se le suelda un tubo en el centro. Su forma es parecida a la de una escoba.



Foto 17: Compactación con un pisón de mano

Otros son hechos con un tarro de pintura relleno con concreto. Cuando el concreto endurece no hace falta quitar el tarro. Estos compactadores resultan ser muy prácticos y pesados.

Existe el compactador hecho de madera, pero se necesita conseguir una madera bastante pesada para su construcción.

F. CABEZALES

1. ¿Qué es un cabezal y para qué sirve ?

Los cabezales son muros de concreto que se hacen al inicio y al final de la alcantarilla.

Los cabezales son los encargados de proteger el tubo inicial y al tubo final de la alcantarilla para evitar socavaciones o desacomodos. Estas estructuras evitan que el agua lave la tierra que sirve de base a los tubos principalmente, en los extremos de la alcantarilla.



Foto 18: Colapso de alcantarilla sin cabezales

Además, los mantiene unidos y ayuda a los conductores a visualizar los lugares donde hay una alcantarilla. Por esta razón, el cabezal debe quedar como mínimo 25 cm más alto del nivel del camino.

El alineamiento de los cabezales debe corresponder con el de la vía, es importante que el ancho del camino se mantenga y no disminuya en el sector donde se ubica la alcantarilla.

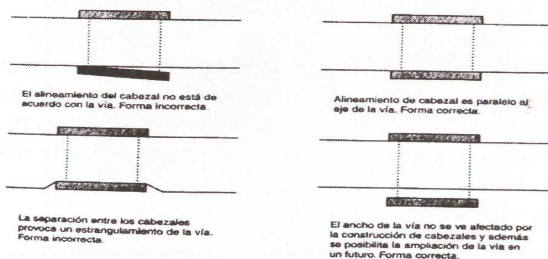


Figura 9: Formas correctas e incorrectas de ubicar en los extremos de la alcantarilla cabezales.

Por otra parte, la construcción de los cabezales se debe realizar inmediatamente después de la colocación de la alcantarilla, con el fin de evitar el desacomodo de los tubos, el desmoronamiento de los alrededores de la alcantarilla y el deterioro de la vía.



Foto 19: Alcantarilla y camino deteriorado por falta de cabezales y estructuras de protección.

2. Tipos de cabezales

La construcción y forma de un cabezal depende de las necesidades del camino y de los demás elementos del sistema de drenaje. Un cabezal funciona eficientemente, cuando se realiza una valoración de la forma del camino, cantidad y dirección del caudal de agua, y los componentes del sistema de drenaje. Estos elementos se deben tomar en cuenta para seleccionar un tipo de cabezal, cuya estructura permita evacuar el agua en forma fluida.

Los cabezales más utilizados se pueden clasificar de la siguiente forma:

1. Cabezales rectos, conocidos como (CA-1)
2. Cabezales rectos con aletones, conocidos como (CA-2)
3. Cabezales en forma de letra L, conocidos como (CA-6)
4. Tomas o cajas conocidas como TM.

2.1 Cabezales rectos CA-1

Los cabezales rectos son los más comunes y su uso se recomienda, en partes donde el camino es plano, pues recoge agua de las cunetas ubicadas en sus extremos.

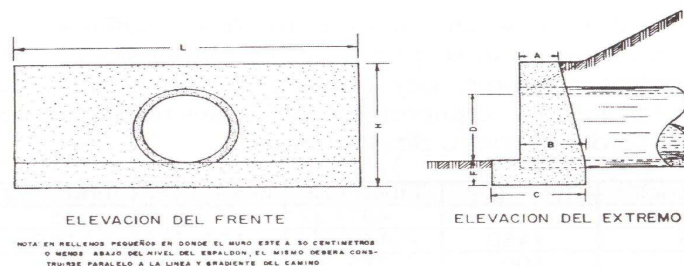


Foto 20: Cabecial tipo CA-1

También se recomienda en áreas de suelo estable, no propensas a deslizamientos de las paredes de la toma. Por su forma, este tipo de estructura también se construye, en puntos donde se ubica un canal de salida para el agua.

De acuerdo con el Manual de Normas y Diseños para la Construcción de Carreteras, Plan Vial 1966, estas son las medidas recomendadas para la construcción de cabezales CA-1, tomando como referencia las letras de los dibujos.

Distancia	Tubos de 60	Tubos de 90	Tubos de 120
A	25	30	30
B	45	60	75
C	65	80	90
D	61	91	122
F	25	25	25
H	115	145	175
L	240	360	480



Cuadro 1: Dimensiones de cabezales CA-1, según el diámetro de la alcantarilla

2.2 Cabezales rectos con aletones CA-2

Los cabezales rectos con aletones se construyen en lugares donde muy a menudo o en forma permanente se presentan caudales fuertes, que deben ser encauzados debidamente, para evitar socavaciones del camino, o cuando el suelo es inestable. En estos casos los aletones también sirven de apoyo al muro y a la vez, evitan que el cabecial colapse. Además amplían la longitud del relleno.

Los aletones aumentan la capacidad de un cabecial y se requieren en sitios en donde la retención del terreno, no puede ser cubierta por un cabecial recto.

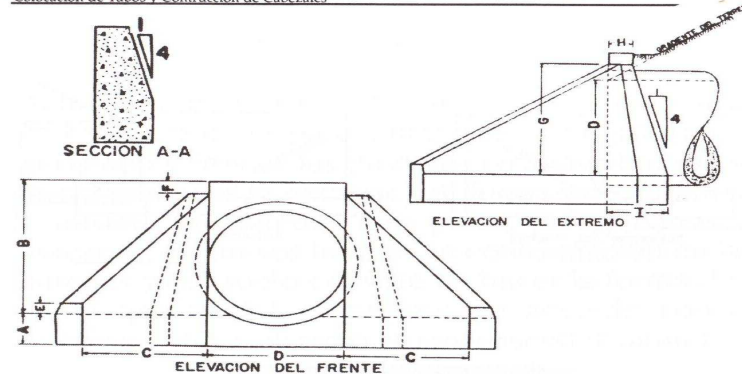
De acuerdo con el *Manual de Normas y Diseños para la Construcción de Carreteras, Plan Vial 1966*, estas son las medidas recomendadas para la construcción

de cabezales CA-2, tomando como referencia las letras de los dibujos. No se presentan las dimensiones para diámetros menores, por cuanto, por lo general, las alcantarillas que requieren los cabezales tipo CA-2 son mayores de un metro de diámetro.

Distancia	Tubos 107	Tubos 122	Tubos 137	Tubos 152
A	45	45	45	45
B	1450	160	175	195
C	100	115	125	140
D	107	122	137	152
E	15	15	15	15
F	15	15	15	15
G	130	145	160	180
H	25	25	25	30
I	58	61	65	75
J	170	190	215	240
K	200	230	250	280
L	200	230	250	280
M	34	36	40	43
N	15	15	16	17
O	30	30	30	35
P	173	199	216	242
R	33	36	40	4

Cuadro 2: Dimensiones de cabezales CA-2, según el diámetro de la alcantarilla

En caso de diámetros mayores se debe consultar el *Manual de Normas y Diseños para la construcción de carreteras*, para diámetros menores es preciso la valoración de un ingeniero.

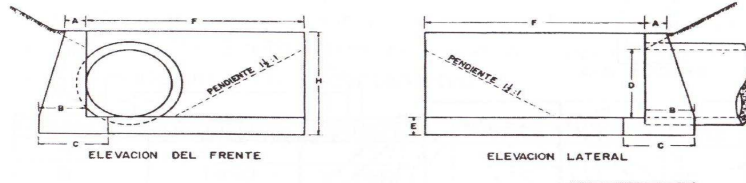


2.3 Cabezales en forma de L (CA-6)

Los cabezales en forma de " L " cortan el agua que viaja por la cuneta desviándola hacia la alcantarilla. Después del cabezal, la cuneta queda vacía y empieza a llenarse de nuevo en otro cabezal ubicado adelante.

De acuerdo con el *Manual de Normas y Diseños para la Construcción de Carreteras, Plan Vial 1966*, estas son las medidas recomendadas para la construcción de cabezales CA-6, tomando como referencia las letras de los dibujos.

Distancia	Tubos de 60	Tubos de 90	Tubos de 120
A	25	30	30
B	50	60	65
C	70	85	100
D	61	91	122
F	20	25	30
H	150	230	300
L	115	150	180



Cuadro 3: Dimensiones de cabezales CA-6, según el diámetro de la alcantarilla

En caso de diámetros mayores, o de ser necesarios utilizar otros tipo de cabezal, consultar el *Manual de Normas y Diseños para la construcción de carreteras, Plan Vial 1966*.

Finalmente, debemos recordar que las dimensiones recomendadas para los cabezales mencionados, deben ajustarse y adaptarse según sean las condiciones en el sitio.

2.4 Tomas o cajas (TM)

Este tipo de cabezal debe ser usado en curvas verticales cóncavas y en terrenos muy planos, en donde una zanja profunda no sea recomendable. Las dimensiones deben ser definidas por el profesional responsable de la obra.

3. Construcción de Cabezales

Antes de construir el cabezal, se limpia el terreno de los alrededores para quitar la maleza, además es necesario eliminar las piedras cercanas al tubo. Se inicia entonces la excavación, luego se conforman o alisan las paredes con picos, palas, barras o macanas, según sea la caja. La conformación de las paredes y del suelo consiste en hacer la forma del cajón que tendrá el cabezal de acuerdo con el diseño.

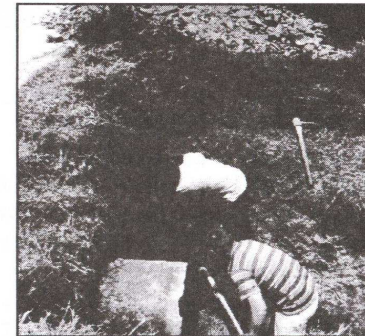


Foto 21: Conformación de las paredes y del suelo para construir cabezal.

Para efectuar la excavación se mide la longitud necesaria (L) a cada lado del tubo y con la pala se corta la tierra hasta dejar la pared vertical. Luego con la pala, se forma una escuadra tratando de formar las paredes de aproximadamente, 30 ó 40 centímetros de espesor, según las indicaciones

anteriores.

Para conformar se continúa trabajando en estas paredes hasta la profundidad de unos 30 centímetros, por debajo de la boca del tubo, para luego dejar parejo el fondo.

Los cabezales acabados deben de quedar unos 25 cm más altos del nivel del camino. De esta manera el suelo no se desprenderá en forma de deslizamientos pequeños. También ayuda al conductor a visualizar los lugares en los cuales se ubica una alcantarilla.

4. Construcción de la formaleta.

La formaleta se construye con madera o con formaleta modular. En el primer caso, se usan tablas de 1"x 10", reglas de 1"x 3" y piezas de 2"x 3", o su equivalente en centímetros.

Su forma depende del tipo de cabezal a construir y el trabajo debe ser guiado por personal técnico capacitado. Esto por cuanto, según sea el sitio de construcción, así será el tipo de arriostramiento y soporte de la estructura de la formaleta.

Por ser la más común, se describen a continuación los pasos para la construcción de una formaleta para cabezal CA-1.



Foto 22: Formaleta exterior para un cabezal CA-1

En este caso, la formaleta debe tener dos partes, una grande que se coloca contra el tubo, tapándole la boca y otra más pequeña que se coloca en frente de la formaleta grande.

Primero se coloca la formaleta grande. Esta formaleta es apuntalada o fijada con reglas que se meten en la tierra y luego se clavan a la formaleta. Esta formaleta debe estar bien firme y recta.

Se coloca un nivel o una plomada para ajustarla. La formaleta estará en la posición ideal cuando la burbuja del nivel o la posición del plano así lo indique.

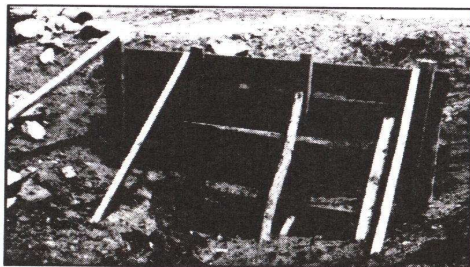


Foto 23: Formaleta principal o exterior, colocada y apuntalada para un cabezal CA-1

Luego de colocar esta formaleta se utilizan dos tablas a los lados para evitar que el concreto se desperdicie. Estas tablas son de unos 30 centímetros de ancho y su altura puede ser mayor o igual a la altura de la formaleta grande.

La formaleta interna, o la que queda hacia el camino es más pequeña y se coloca a la altura que ha de quedar el cabezal terminado.



Foto 24: Formaleta exterior e interior para cabezal CA-6

Con una cinta medimos 30 centímetros a partir de la formaleta grande, se coloca la formaleta pequeña dejando el espacio. Esta formaleta se fija a la grande con espaciadores de regla de unos 35 centímetros de largo, que son clavadas en la parte superior de las dos formaletas. Los pedazos de tabla fijan la formaleta pequeña y la mantienen debidamente separada, para luego chorrear el concreto.

Deben usarse estacas en el piso o tensores de alambre negro, para que la formaleta no se abra. Es importante recordar que las alfajillas deben colocarse como elementos estabilizadores de la tabla de la formaleta, para evitar que se deforme. En el caso de formaleta modular, deben seguirse las recomendaciones del distribuidor.

5. Elaboración y tipo de concreto utilizado.

El tipo de concreto utilizado para el cabezal es una mezcla de arena, piedra quebrada, cemento y agua. Si a esta mezcla se le agregan piedras grandes, se le conoce con el nombre de “concreto ciclópeo”.



Foto 25: Concreto para cabezal mezclado a mano

6. ¿Cómo colocar el concreto dentro de la formaleta?

El concreto se trae en carretillo, con las palas es sacado del carretillo y colocado en el interior de la formaleta. Se recomienda humedecer la formaleta con agua para que la madera no absorba el agua, que tanto necesita el concreto para endurecer.

Después de colocar una capa de concreto de unos 10 o 15 cm, se colocan piedras limpias de manera que queden separadas y bien distribuidas. Luego se aplica más concreto, encima se distribuyen piedras, luego se coloca concreto hasta taparlas completamente, de nuevo se repite el mismo procedimiento.

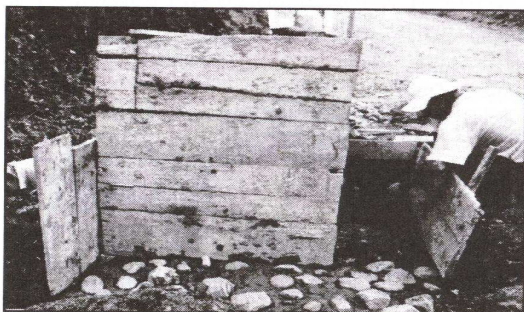


Foto 26: Proceso de llenado de la formaleta con concreto ciclópeo

Finalmente, con un codal se alisa la parte superior de la chorrea para que el concreto quede liso en su superficie. De ser posible, se afina con una llaneta de albañilería.

7. ¿Cuándo debemos quitar la formaleta?

A pesar de que el concreto tarda 28 días en alcanzar su resistencia final, la formaleta se puede quitar un día después, si esto se hace con cuidado. Es decir, tenemos que dejar el concreto dentro de la formaleta por lo menos 24 horas para que no se fracture o deforme.

Las formaletas utilizadas en un cabezal se pueden reutilizar varias veces para hacer otros cabezales.

Es muy importante mantener húmedo el cabezal, en todo momento, durante al menos 22 días, con el fin de que el concreto alcance la resistencia deseada.

G. SEGURIDAD OCUPACIONAL

Existe la posibilidad de que en las actividades laborales ocurran accidentes, algunos muy graves por lo que es aconsejable seguir ciertas normas de precaución para evitarlos.

La colocación de tubería de concreto no es una

tarea sencilla, y los trabajadores están expuestos a sufrir daños físicos que pueden imposibilitarlos a trabajar por un período de tiempo considerable, o incluso incapacitarlos.

En los casos en que las zanjas requieran ser de profundidades mayores que un 1,5 m. Se recomienda el uso de ademes, como el que se indica en la Fig.9. Estos ademes son muy útiles no sólo para proteger a las personas, sino también las construcciones aledañas a la zanja.

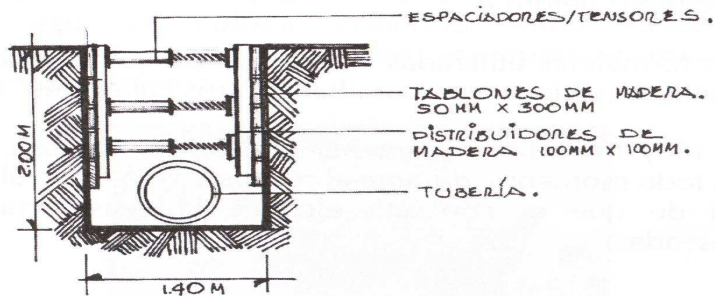


Figura 9: Ademe para soporte de las paredes, en una zanja de 2,0 m de profundidad.

En general, con el fin de proteger a las personas que laboran en la colocación de tubería y construcción de cabezales sugerimos que se tomen las siguientes precauciones:

1. Para los trabajadores que colocan los tubos se recomienda:

- No entrar a la zanja si es profunda y angosta, hasta que se instalen ademes para estabilizar las paredes del suelo.
- Existe el riesgo de desprendimientos de tierra, los tubos no deben estar apilados a la par de la zanja, pues un movimiento cualquiera, puede hacer que rueden fácilmente y caigan adentro de la zanja maltratando a un trabajador.
- Usar una cadena en buenas condiciones para levantar y bajar los tubos. Es recomendable revisarla detalladamente, para que ningún tubo se suelte en el aire.
- Los trabajadores deben estar atentos cuando el retroexcavador levanta y baja los tubos.
- Para colocar el mortero en las uniones de los tubos, tanto en su parte interna como externa, se tiene que utilizar una espátula, o bien guantes de hule. No se debe colocar el mortero con las manos descubiertas.
- Nunca inicie el relleno de la zanja cuando hay trabajadores dentro de ella, o dentro de la alcantarilla.

- Tanto para la colocación como para la fabricación de tubos se recomienda utilizar el equipo adecuado.

2. Para la colocación de tubos, se recomienda utilizar:

- Espátula o guantes de hule.
- Guantes de cuero.
- Casco.
- Un botiquín de Primeros Auxilios.

H. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE

El sistema de drenaje de los caminos, que tanto requiere de la disposición de alcantarillas, cuya construcción se ha descrito en detalle en este folleto, requiere de un mantenimiento continuo, que garantice el funcionamiento deseado.

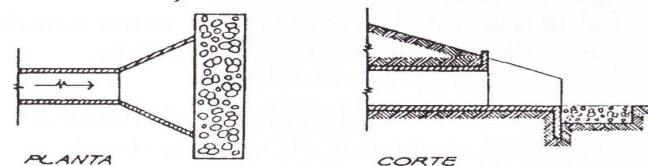
Para ello es necesario realizar actividades tales como:

- Limpieza de alcantarillas y cabezales
 - Limpieza de canales de entrada y salida
 - Limpieza de cunetas y contracunetas
- y otras más que se detallan en el Folleto #2 "Mantenimiento Manual, de la Serie Conservación Vial.

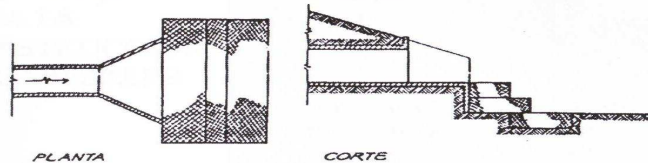
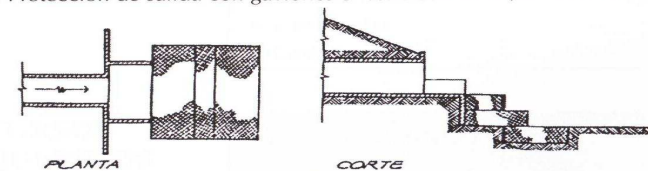
Colocación de tubos y construcción de cabezales

Anexos

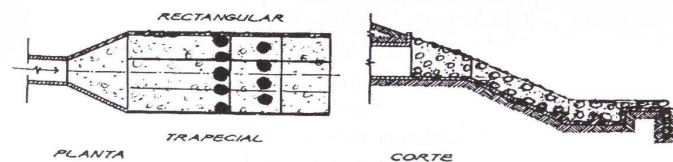
Cuando la velocidad del agua provoca erosión en un tramo adyacente a la desembocadura de la alcantarilla, se recomienda proteger el canal de salida. Algunos ejemplos típicos, se muestran en los siguientes dibujos:



A.) Protección de salida con gaviones o lastre cemento (erosión moderada)



B) Protección por diferencias de nivel



C) Protección por diferencias de nivel

Los elementos más usuales que se disponen para controlar la erosión son: enrocamientos, engavionados, muros, tablestacados, dientes de protección de fundaciones, disipadores de energía, saltos, etc. Los más sencillos son aquellos que conforman estructuras no rígidas.

Es deseable que las dimensiones de estos canales sean compatibles con el caudal de salida.

Asimismo, es deseable aprovechar el material pétreo (piedras) existentes en la zona donde se construyen.

**RECURSOS
REQUERIDOS
PARA LA
COLOCACION
DE TUBOS**

Equipo:

- Back Hoe
 - Compactador manual
- Herramientas o equipo menor
- Palas
 - Carretillos
 - Nivel de cuerda
 - Cadena para bajar los Tubos
 - Balde
 - Cinta métrica
 - Guantes
 - Casco
 - Espátula
 - Botiquín de primeros auxilios

Materiales

- Cemento
- Lastre

**RECURSOS
REQUERIDOS
PARA LA
CONSTRUCCION
DE CABEZALES**

Herramientas o equipo menor

- Batidora
- Carretillos
- Baldes
- Martillo
- Cinta métrica
- Botas de hule
- Casco
- Guantes de cuero
- Botiquín de primeros auxilios

Materiales

- Cemento
- Arena
- Piedra quebrada
- Grava de río
- Madera para formaleta

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

Este manual para la colocación de tubos y construcción de cabezales se complementa con el Manual No. 1 "Fabricación de tubos" de la misma Serie Conservación Vial.

Según el Concepto de la Conservación Vial Participativa, desarrollado por el Proyecto MOPT/GTZ, basado en una estrecha cooperación del MOPT, los gobiernos locales y las comunidades para la Conservación Vial, el sistema de drenajes es parte de los aportes de las comunidades.

Este material está dirigido hacia los miembros de asociaciones de desarrollo comunal, personal de municipalidades, y la población en general que deseen participar en el gran esfuerzo de mejorar la red de los caminos vecinales.

**Otros títulos de la serie
Conservación Vial son:**

- **Fabricación de tubos**
- **Mantenimiento Manual
y muy pronto Organizaciones**