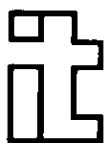


TRAZO Y REVESTIMIENTO
DE **CANALES**

*Tecnología apropiada para
microcentrales hidráulicas*



SEGURA , Jorge

Trazo y revestimiento de canales / Jorge Segura; Luis Rodríguez.-
Lima: ITDG, 1993.

DISEÑO / CONSTRUCCION / CANALES / ESTRUCTURAS
HIDRAULICAS

320 / S36

Descriptores OCDE - Esquema de Clasificación SATIS

ISBN 1 85339 164 6

© Tecnología Intermedia ITDG - Programa de
Hidroenergía, 1993.

Apartado 18-0620, Perú. Telef.: 466621; 467324

Autor : Jorge Segura

Revisión y corrección: Luis Rodríguez

Edición y producción: Tecnología Intermedia

Diseño y diagramación: Gonzalo Nieto

Ilustraciones: Pablo Núñez

Lima, agosto de 1993

Introducción

El uso de los pequeños recursos hidroenergéticos constituye una alternativa para el desarrollo de miles de centros poblados aislados y sin esperanza de conexión a la red eléctrica nacional.

Sin embargo, para ser una alternativa real hay que vencer algunas importantes dificultades como costos, disponibilidad de equipos, tecnología, capacitación para el mantenimiento y reparación de la infraestructura, etc.

El tema costos naturalmente va asociado a la disponibilidad de una tecnología local y apropiada. En ese sentido, ITDG en su esfuerzo por hacer viable el uso de las Microcentrales Hidroeléctricas para los sectores rurales pobres, publica, en esta oportunidad, un interesante método de construcción de canales denominado "METODO DE LAS CERCHAS".

Este método ha sido utilizado por ITDG para la construcción de canales en las instalaciones de microcentrales ejecutadas en diversas zonas del país, llegando a obtener reducciones de costos de hasta

el 50% en materiales y el 30% en mano de obra, en comparación al método tradicional de "Encofrados".

Este manual está escrito en forma sencilla y contiene todas las pautas para la aplicación del método antes señalado, desde el trazado y excavación, hasta el revestimiento y curado de la mezcla a fin de obtener una obra terminada de calidad y garantía.

Su uso no está limitado a la hidroenergía, creemos que su divulgación puede ser un aporte a otros campos como, por ejemplo, el riego.

El Programa de Hidroenergía IT-Perú cree que esta publicación constituirá un aporte valioso al uso eficiente del recurso hídrico en favor de los pobladores del medio rural.

Tecnología Intermedia

Trazo y construcción de canales

Canales

Canal es un conducto abierto, en el cual el agua circula por acción de la gravedad, sin ninguna presión, la superficie libre del agua está en contacto con la atmósfera.

Características del canal

Todo canal reúne dos características:

- Características Geométricas y
- Características Hidráulicas.

A continuación se ilustran cada una de ellas.

Características Geométricas: (Fig. 1)

- b = Borde interior
- B = Base inferior del canal
- B' = Base superior del canal
- b' = Borde exterior
- h = Profundidad del canal
- θ = Angulo del talud del canal
- A' = Sección Transversal del canal (puede ser rectangular, circular, trapecial o triangular)

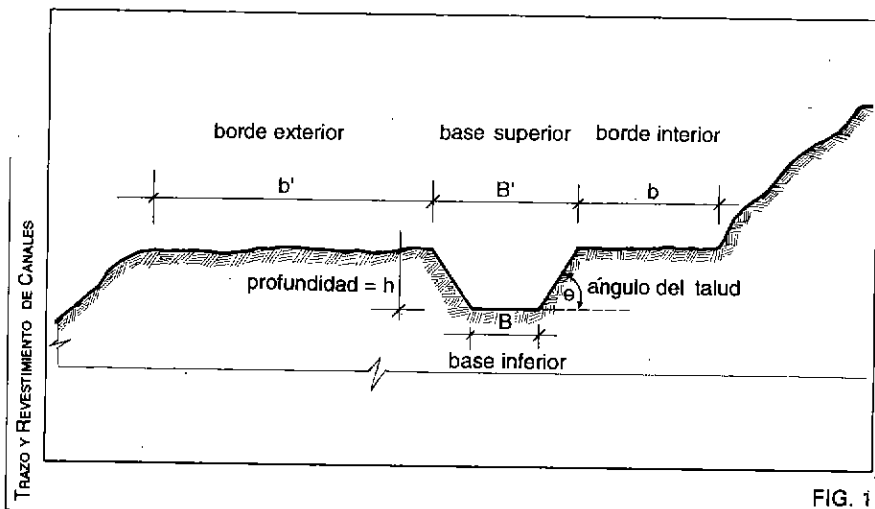
Características Hidráulicas: (Fig. 2)

- Q = Caudal del agua (litros/seg.)
- V = Velocidad del agua (m/seg.)

- A = Área de la sección transversal de la masa de agua que conduce el canal (m^2). Su forma depende de la sección transversal del canal.
- S = Pendiente o inclinación del fondo del canal, se expresa en tanto por ciento o en tanto por mil.
- d = Tirante de agua o profundidad.
- R = Radio hidráulico. $R = A/P$
- P = Perímetro mojado, es la suma de los dos taludes y la base inferior que están en contacto con el agua.
- n = Coeficiente de rugosidad. Su valor depende del material que está hecho el canal (tierra, concreto, piedra, etc.)

Tipos de canal: (Fig. 3)

Depende de la sección transversal del canal. Los más usados son: rectangulares, trapeciales, circulares y triangulares.



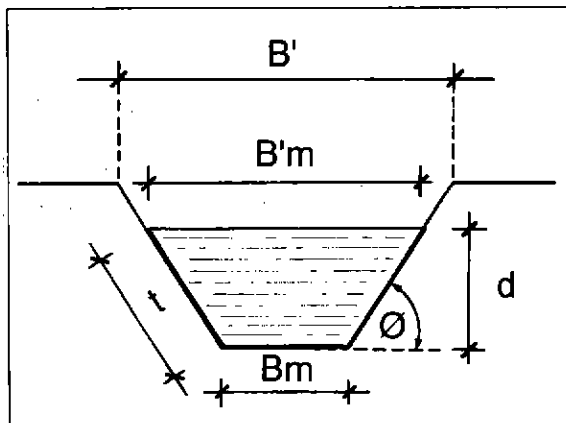


FIG. 2

$$A = \frac{(B'm + Bm) d}{2}$$

$$p = Bm + 2t$$

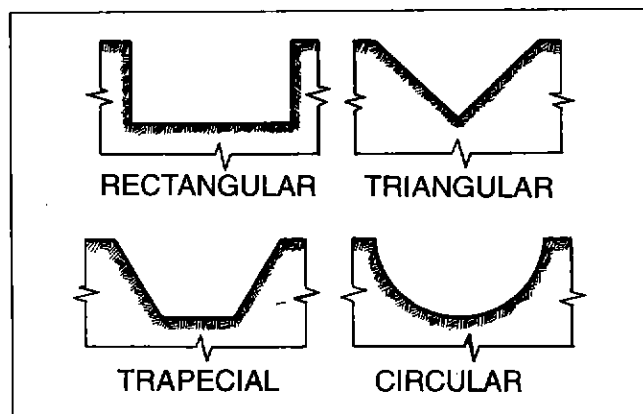


FIG. 3

Trazo y replanteo del canal de sección trapezoidal

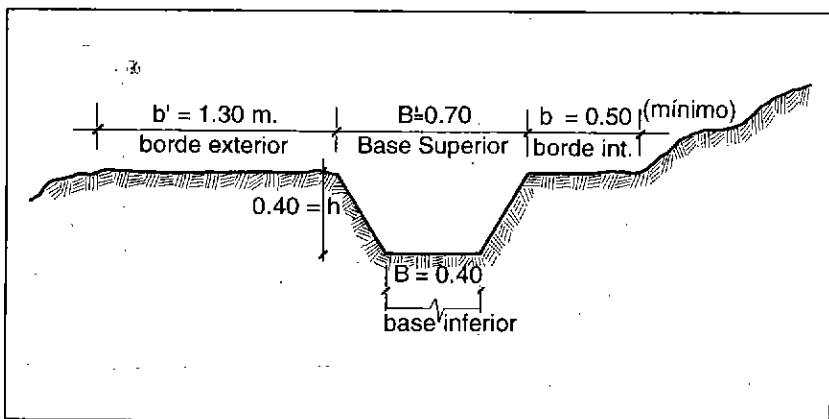
El trazo de canales es una actividad que se realiza después que se ha construido la plataforma, de acuerdo a las especificaciones técnicas.

Procedimiento

- Verificar las características geométricas, especificadas en el proyecto.
- Trazar el eje del canal, en recta y en curva.
- Trazar la base inferior y superior del canal, teniendo en cuenta si va a ser o no revestido.
- Replantear las medidas trazadas con las especificadas.

Verificación de las características geométricas del canal: debe especificar las medidas y detalles que aparecen en la figura 4.

FIG. 4



Trazo del eje del canal

El eje es una línea imaginaria que pasa por el centro de las bases y paralelo a los bordes de éstas. (Fig. 5)

El trazo del eje, comprende dos etapas: en tramo recto y en curva.

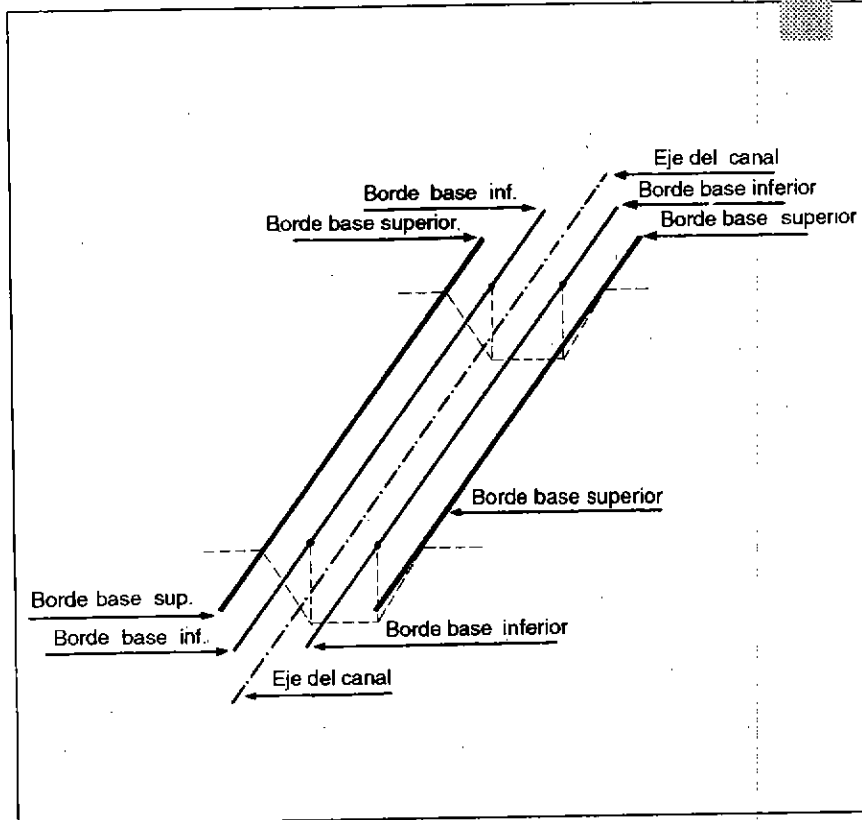


FIG. 5

a) En tramo recto (Fig. 6)

- Estacar más o menos cada 5m. a lo largo de la plataforma y a una distancia $X = B/2 + b$ del pie del talud de la plataforma.
- Tensar un cordel sobre las cabezas de las estacas extremas, o tratando que a la derecha e izquierda del cordel queden el mismo número de estacas. Luego marcar con yeso, cal o ceniza, de modo que intersecte continuamente en cada cambio de dirección (puntos de intersección = PI)

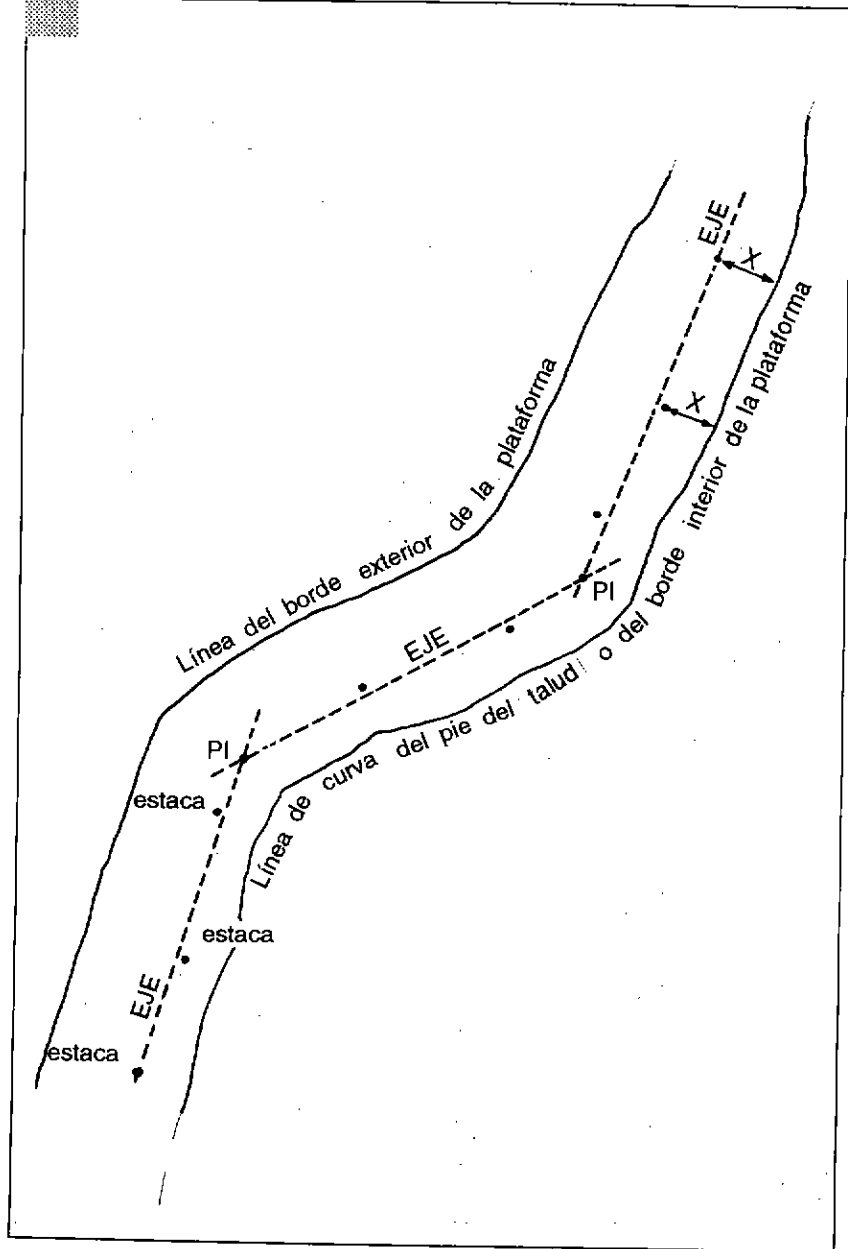


FIG. 6

b) En tramo curvo (Fig. 7 y 8)

El trazo consiste en determinar las curvas del canal. El criterio es obtener una curva suave y simétrica, de tal forma que el movimiento del agua sea uniforme como en el tramo recto.

Pasos:

1. Tomar una distancia "L", desde el PI, hacia la derecha e izquierda, determinando los puntos a y b.

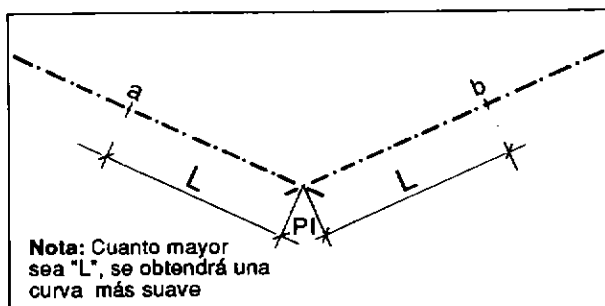
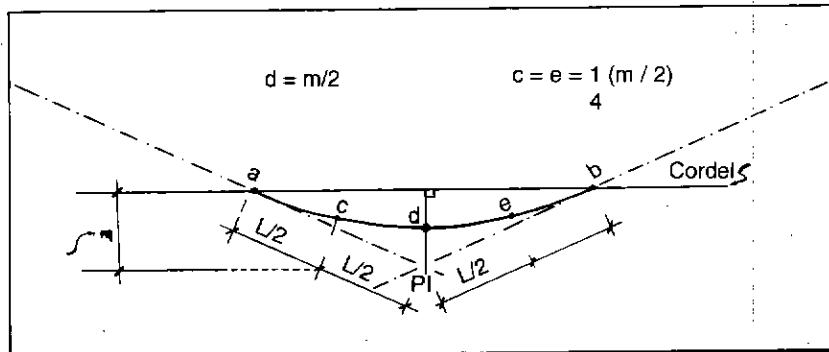


FIG. 7

2. Determinamos los puntos c, d, e; tensando un cordel de a hacia b. Luego tomamos la distancia: "m" perpendicular de PI al cordel. Luego los puntos c, d, e, se ubican a:

$$d = m/2 \quad c = e = \frac{1}{4} \left(\frac{m}{2} \right)$$

FIG. 8



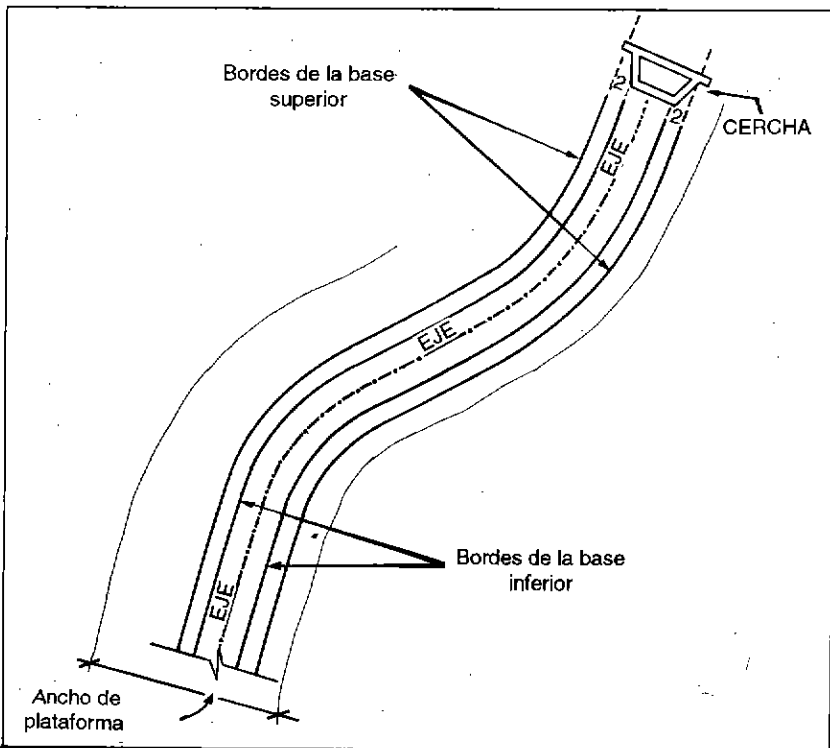
Luego con un cordel y con 5 personas, ubicándolas en dichos puntos, unimos los puntos a, c, d, e, b, obteniendo una curva suave y simétrica.

Se puede obviar las cinco personas colocando estacas en dichos puntos.

Trazar los bordes de las bases del canal (Fig. 9)

Obtenido el eje del canal en tramo recto y curvo, se comparte a partir de éste, mitad y mitad, la medida de las bases inferior y superior cuando no va a ser revestido. En cambio cuando va a llevar revestimiento, se tomarán las medidas exteriores de las bases de la cercha.

FIG. 9



Excavación de la caja del canal

Consiste en que la excavación sea la necesaria y se obtenga la sección trapezoidal requerida. La excavación se empezará por la parte central, no saliendo del ancho de la base inferior, hasta la profundidad especificada (Fig. 10) Luego excavamos los taludes no saliendo del ancho de la base superior.

La pendiente del fondo del canal debe ser verificada permanentemente con un nivel de ingeniero o con manguera de nivel.

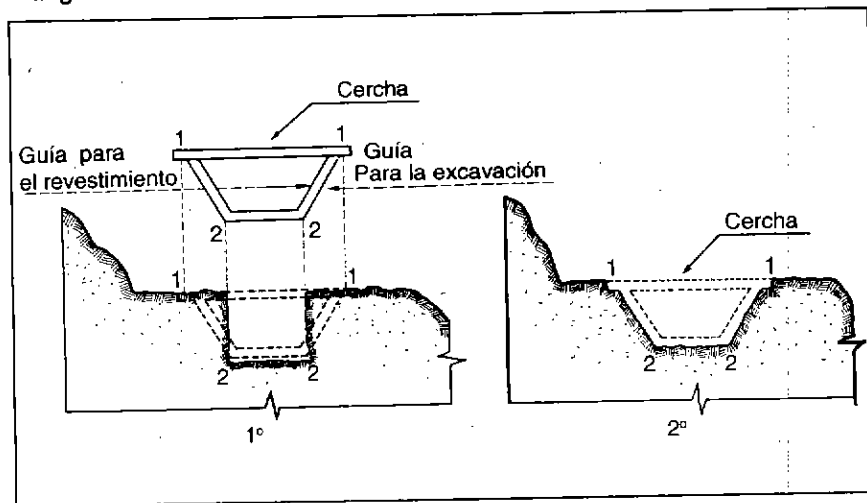
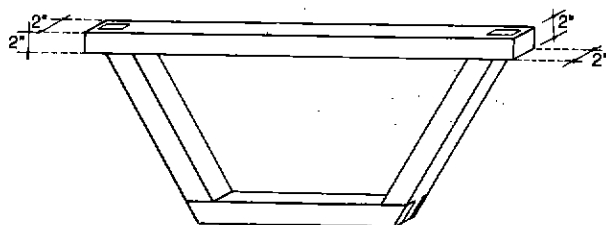


FIG. 10

Revestimiento del canal

Herramientas y equipo necesario

- Wincha de 3 y 30m.
- Cerchas: Listones de 2" x 2"
- Nivel de burbujas
- Plomada cilíndrica
- Escuadra del albañil
- Cordel



CERCHA

Desplazado de la cercha

Los empalmes deben ser espigados para dar mayor durabilidad y rigidez.

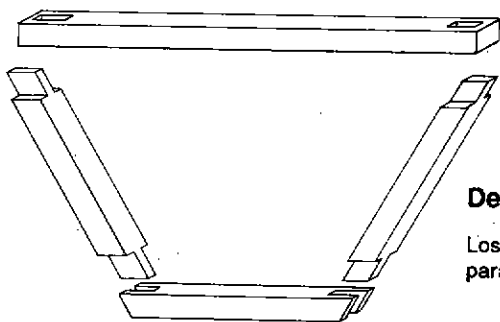
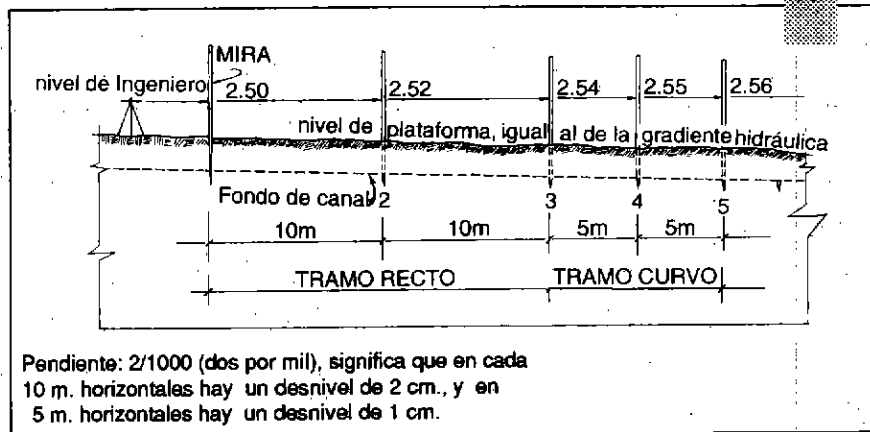


FIG. 11

- Nivel de ingeniero o manguera de nivel
- Plantillas
- Clavos de 2"
- Carretilla de 1p³
- Pico
- Lampa derecha
- Lampa de cuchara
- Comba de 3 a 4 libras
- Lata concretera
- Plancha de empastar
- Plancha de batir
- Badilejo
- Regla de pino oregón de 1 1/2" x 3" x 3.00 m.
- 1 1/2" x 3" x 1.50 m.

Materiales

- Arena gruesa
- Arena fina
- Piedra de 1/2 a 3/4"
- Cemento
- Alambre N^o 16
- Maderas (estacas)



Pendiente: 2/1000 (dos por mil), significa que en cada 10 m. horizontales hay un desnivel de 2 cm., y en 5 m. horizontales hay un desnivel de 1 cm.

Revestimiento del canal

FIG. 12

Consiste en colocar una capa de concreto de f'c: 175 kg/cm², al piso y paredes laterales del canal, formando un espesor uniforme y acabado pulido. Nivelar el acabado al espesor que determine la cercha.

Procedimiento:

a) Emplantillar cada 10m. en tramo recto y cada 5m. o menos en curva, teniendo en cuenta la pendiente de diseño.

De preferencia utilizar nivel de ingeniero para lograr mayor precisión.

b) Colocación de cerchas

Las cerchas guadoras o maestras se colocarán en cada plantilla, éstas deben ser alineadas, escuadradas con respecto al eje del canal y aplomadas; quedando fijas con estacas y alambre N^o 16, atortolado, clavados en ambos taludes. Posteriormente el albañil colocará cerchas intermedias cada 2.50 m. en tramo recto chequeando con manguera de nivel, la pendiente requerida.

(0.5 cm. de desnivel). También repetirá el alineamiento, escuadrado, aplome y fijación de cada una.

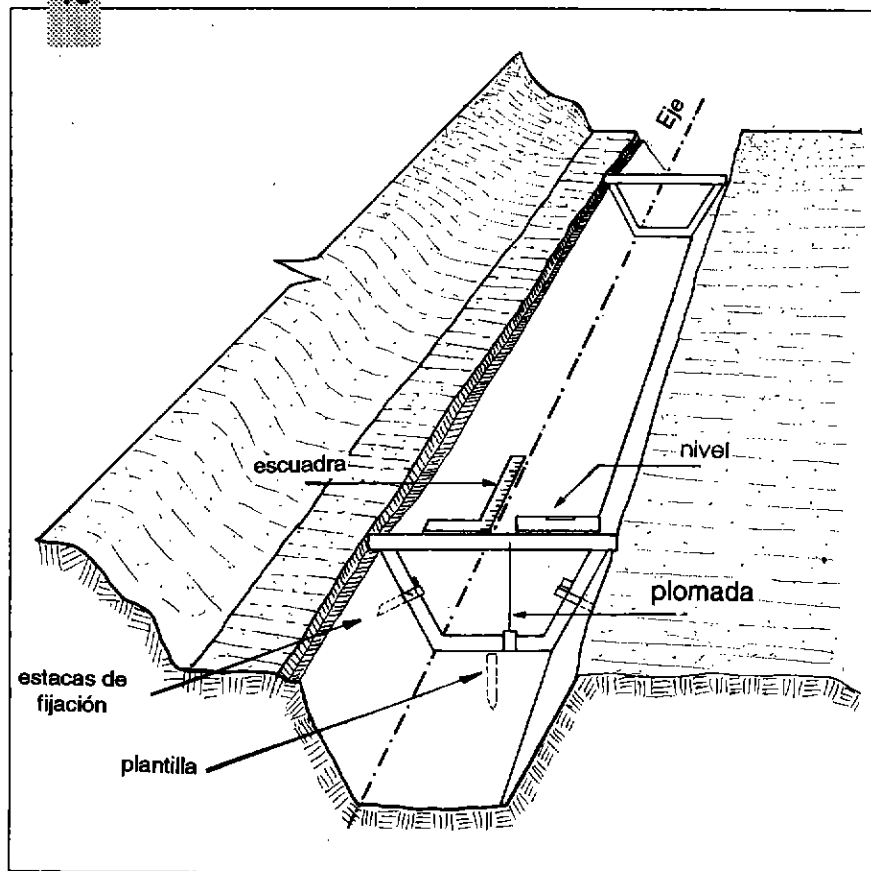


FIG. 13

c) Revestimiento

Preparación de la mezcla: f'c: 175 Kg/cm^2 en volúmen equivale a mezclar 1 bolsa de cemento, 2 carretillas de arena, 3 carretillas de piedra, cada carretilla = $1\text{p}3$.

Después de haber mezclado en seco estos materiales —3 vueltas como mínimo— se colocará agua, cuya cantidad en litros no debe ser mayor que la mitad del peso total del cemento ($1 \text{ kg} = 1 \text{ litro}$).

Luego se pañetea los taludes, compactando con la regla. Las estacas atortoladas que sirvieron para fijar se sacarán antes del acabado final.

Luego se procede a espolvorear cemento con arena fina 1:3 y plancha de empastar para darle un acabado pulido e impermeable.

Terminados los taludes, se procede igual con el piso del canal.

Para el acabado de los bordes se tendrá cuidado con que sean alineados, para lo cual se tomará regla o cordel de cercha a cercha.

d) Extracción de las cerchas

Generalmente se extrae después de 24 horas (climas fríos) y para que sea fácil su extracción, antes de hacer el revestimiento deberán llevar una capa de petróleo o de aceite quemado que ayudará también a su limpieza y conservación. Debemos evitar que al extraer las cerchas, los bordes extremos revestidos se deterioren.

e) Curado del canal revestido

El concreto fresco para endurecerse y llegar a la resistencia deseada debe perder humedad lentamente, ésto se consigue haciendo el curado que consiste en llenar totalmente de agua los cajones revestidos; durante 10 días, como mínimo.

Esto es fácil de hacer colocando champas en los extremos y permitir que se retenga el agua en los cajones revestidos hasta que queden llenos. Aguas arriba se hará provisionalmente un rebose para eliminar el agua excedente.

Esto permite además seguir la ruta del agua y verificar la pendiente. No se debe descuidar el curado, es muy importante.

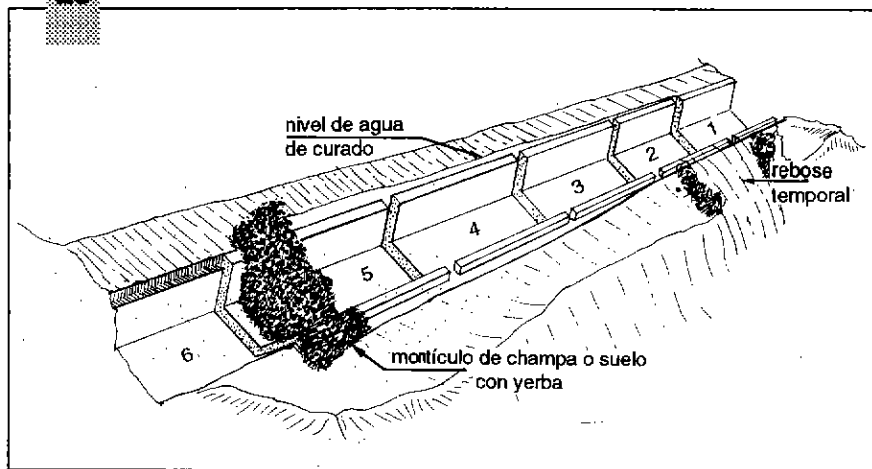
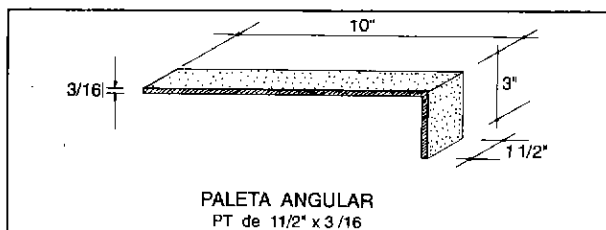


FIG. 14

f) Llenado de las juntas de dilatación

Las juntas de dilatación están determinadas por los espacios que dejan las cerchas al ser extraídas, cada 2.50 m. en tramo recto y variable en curva. Estas permiten al concreto expandirse o contraerse por efectos de temperatura evitando que los paños o cajones se rajen.

FIG. 15



El llenado de las juntas consiste en seguir los siguientes pasos:

- Limpiar las juntas de elementos extraños con la paleta angular cuyas dimensiones estarán de acuerdo al espesor de la junta.
- Compactar el suelo natural de la junta con la paleta angular. Dicha paleta tiene doble función: limpiar y compactar.

- c. Imprimir la superficie interior de la junta con una solución de brea con kerosene en proporción de 1 a 3, para que tenga, la viscosidad de pintura trabajable. Se debe aplicar con brocha.
- d. Colocar una mezcla caliente de brea con arena fina en proporción de 1 lata de brea por 4 latas de arena. Primero calentamos la brea y poco a poco se va agregando la arena removiéndola, hasta que tenga la consistencia de azúcar negra.

Esta mezcla se colocará primero a los taludes y después al piso por capas, compactándola con la misma paleta angular. Se debe procurar no sobresalir del nivel del revestimiento del canal.

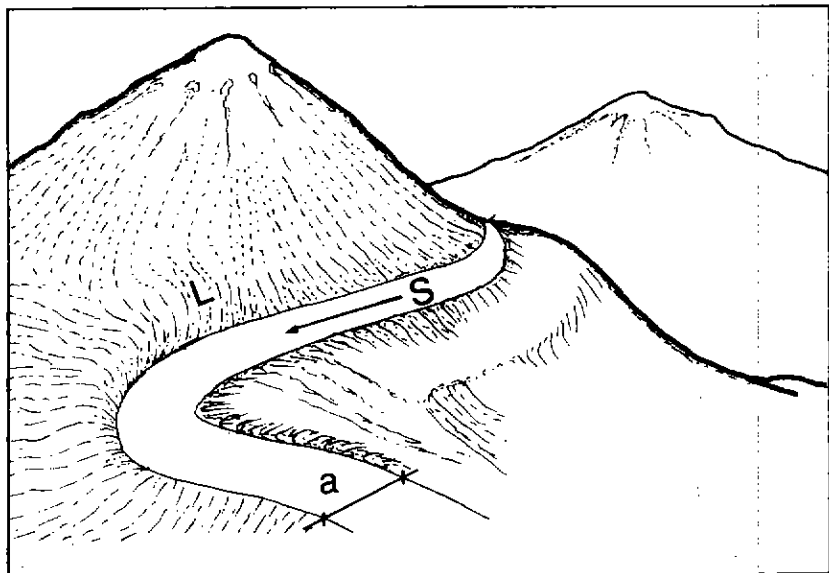
Trazo y apertura de la plataforma del canal

La plataforma es como una carretera de ancho y pendiente, por lo general constantes, sobre la cual se construye el canal.

Características de la plataforma

- a) Ancho: a
- b) Longitud: L
- c) Pendiente: S

FIG. 16



El ancho "a", está determinado por las características geométricas del canal:

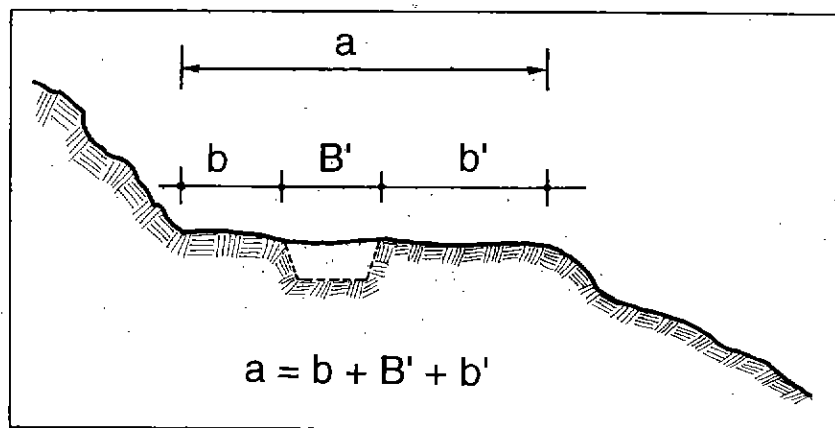


FIG. 17

Recomendaciones:

$b = 50$ cm. (mínimo)

$b' = 120$ cm. (mínimo)

B' = Depende de la sección del canal, previamente diseñado.

b , es el borde interior. Permite que los materiales arrastrados por la lluvia en dirección de la pendiente del talud del suelo natural, o los pequeños derrumbes, se depositen en él, y no directamente en la caja del canal, evitando de esta manera que el agua se embalse y se desborde lateralmente, ocasionando a veces el deslizamiento o rotura del canal y erosión de los suelos bajo la plataforma.

b' es el borde exterior; se usa generalmente para camino de personas, animales, pequeños vehículos motorizados (motocicletas), etc; para transportar y/o preparar mezclas de concreto para el revestimiento del canal, etc.

Ejemplo: Si la base de la plataforma de un canal de sección trapecial es de 0.90 m, el ancho mínimo de la plataforma será:

$$a = 0.50 + 0.90 + 1.20 = 2.60 \text{ m.}$$

La longitud de la plataforma, está determinada, generalmente desde la bocatoma hasta la cámara de carga.

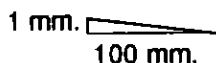
La pendiente de la plataforma, coincide con la pendiente del canal en toda su longitud. También se le llama gradiente hidráulica, o sea, la línea de la superficie libre del agua que llevará el canal.

La pendiente se expresa en tanto por ciento, o en tanto por mil.

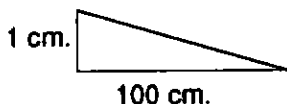
La pendiente se obtiene dividiendo el desnivel que existe entre dos puntos y la distancia horizontal entre los mismos.

Ejemplo: Decir que la plataforma se trazará con una pendiente del 1 por ciento significará que habrá un desnivel de:

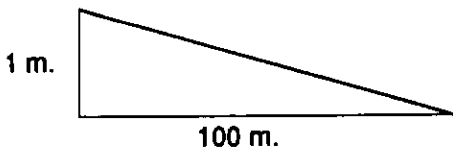
a) En milímetros: 1 mm. cada 100 mm. horizontales



b) En centímetros: 1 cm. cada 100 cm. horizontales

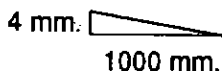


c) en metros: 1 m. cada 100 m.

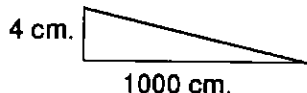


Ejemplo 2. Si la pendiente de la plataforma es del 4 por mil, significa que habrá un desnivel de:

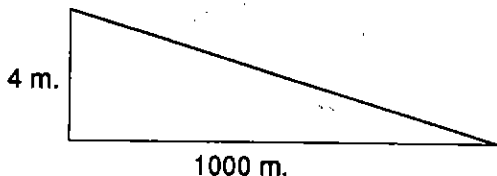
a) En milímetros: 4 mm. cada 1000 mm horizontales



b) En centímetros: 4 cm. cada 1000 cm. horizontales



c) En metros: 4 m. cada 1000 metros horizontales



Equivalencia entre la pendiente y números fraccionarios o decimales

Ejemplo:

$$2 \text{ por ciento} = \frac{2}{100} = 0.02$$

$$1.5 \text{ por ciento} = \frac{1.5}{100} = 0.015$$

$$2 \text{ por mil} = \frac{2}{1,000} = 0.002$$

$$3.5 \text{ mil} = \frac{3.5}{1,000} = 0.0035$$

etc.

En la práctica, para el trazo de la plataforma, podemos usar estas equivalencias, para encontrar el desnivel que debemos tener.

Ejemplos:

a) Cada 20 m. horizontales, con pendiente: 1.5 por ciento, bastará multiplicar:

$$20 \text{ m.} \times 0.015 = 0.30 \text{ m.}$$

b) Cada 10 m. horizontales, con pendiente 2 por ciento, se multiplicará:

$$10 \text{ m.} \times 0.02 = 0.20 \text{ m.}$$

c) Cada 20 m. horizontales con pendiente 2 por mil:

$$20 \text{ m.} \times 0.002 = 0.04 \text{ m.}$$

d) Cada 5 m, con pendiente 4 por mil:

$$5 \text{ m.} \times 0.004 = 0.02 \text{ m.}$$

e) Cada 2.50 m. con pendiente 2 por mil:

$$2.50 \text{ m.} \times 0.002 = 0.005 \text{ m.}$$

y así sucesivamente.

Otras características que presenta la plataforma, están determinadas por el tipo de suelo (características geológicas). A lo largo de la plataforma se pueden encontrar suelos limosos, arcillosos, pedregosos, rocosos, etc; no todos de taludes estables, algunos con presencia de humedad, necesidad de drenaje, etc. En todos los casos, la plataforma deberá de estar libre de materia orgánica, de rellenos, y debe ser siempre estable.

Requerimientos para el trazo de la plataforma

a) Hacer un reconocimiento de la zona, desde la bocatoma hasta la cámara de carga.

b) Verificar los planos de la bocatoma, con el canal de aducción, desarenador, canal de conducción, etc, en cuanto a las cotas de cada uno de ellos, to-

das las cotas deben ser coherentes, de acuerdo a la pendiente establecida en cada caso.

c) Contar con equipo e instrumento básico:

- Nivel de ingeniero
- Trípode
- Miras
- Winchas de 20 a 30 m.
- Estacas
- Machetes
- Comba de 3 a 4 libras
- Picos
- Lampas
- Pintura
- Brocha pincel de 1/4"

d) Personal

- Topógrafo
- Winchero
- Portaminas
- Estaquero
- Desmontador de vegetación
- Personal auxiliar.

e) Determinación de la cota inicial de la plataforma:

- Elegir cerca a la bocatoma un lugar apropiado, con suficiente visibilidad, para colocar en estación, el nivel.
- Colocar la mira en el lecho del río, frente a la ventana de captación, y tomar la lectura correspondiente.
- La cota inicial de la plataforma es la diferencia entre la primera lectura que hicimos en el paso anterior y la cota superior del canal de aducción.

f) Trazo de la plataforma

El trazo de la plataforma es un conjunto de estacas colocadas sobre el terreno, desde la bocatoma hasta la cámara de carga.

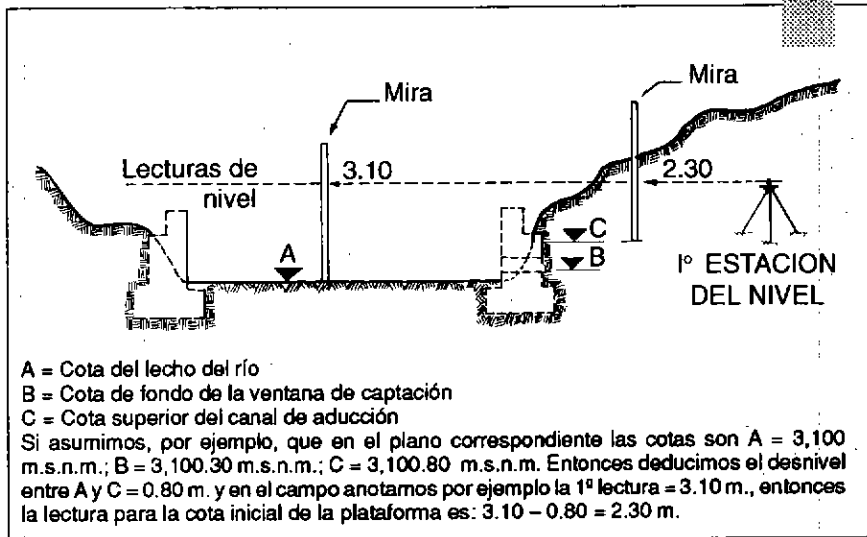


FIG. 18

En línea recta el estacado se hace cada 20 m. y en curva cada 10 m. Estas distancias en todo momento deben ser horizontales.

Colocada la primera estaca en la cota inicial de la plataforma, hacemos la lectura correspondiente, y las siguientes estacas en forma consecutiva se colocan tomando las lecturas respectivas, de acuerdo a la distancia y a la pendiente de diseño para el canal.

En la figura 19 se indica el trazo de la plataforma. La especificación es: pendientes = 2 por mil.

1 = estaca de la cota inicial de la plataforma y la primera lectura es 2.30m.

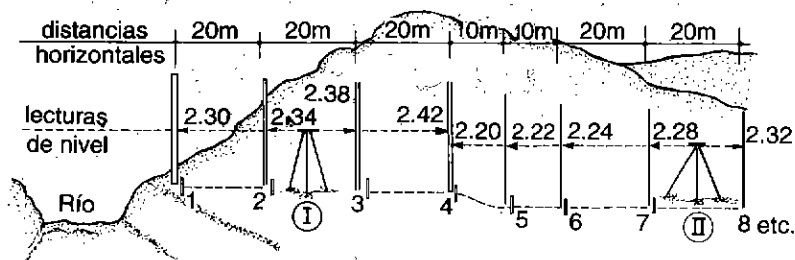
4 = estaca de la última lectura desde la estación I (2.42 m.) y la primera lectura desde la estación II (2.20 m.). Esta estaca se llama **punto de cambio**.

Las lecturas se anotan secuencialmente desde cada punto de estación de nivel. Según se muestra en tabla N° 1.

Trazo de plataforma, canal MCH:

Pendiente: 2 por mil

Fecha: 02.01.92



I, II... = estaciones de nivel

1 = 1ª estaca;

4 = estaca de la última lectura desde la 1ª estación, y también recibe el nombre: *punto de cambio*.

FIG. 19

Tabla Nº 1

Estaca Nº	Dist. Horiz.	Lectura p/ anotar	Observaciones
01	0+00	2.30	Lectura inicial en cota inicial
02	0+20	2.34	Lectura que se debe leer
03	0+40	2.38	Lectura que se debe leer
04	0+60	2.42	Lectura que se debe leer
Cambio	--	2.20	Lectura desde la estaca de cambio desde la estac. II curva.
05	0+70	2.22	curva
06	0+80	2.24	curva
07	0+100	2.28	material rocoso
08	0+120	2.32	material rocoso
etc.			

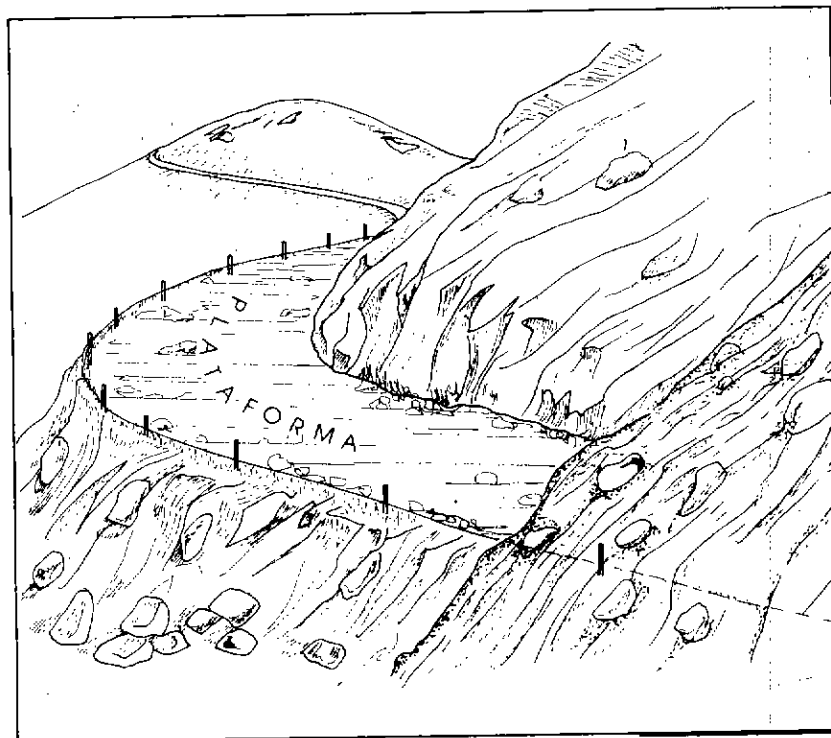
Apertura de la plataforma

Aperturar la plataforma es obtener una franja de terreno de ancho y pendiente uniformes, teniendo como referencia el borde exterior de la plataforma, o sea la línea imaginaria que une las estacas colocadas en el trazo de la misma.

Generalmente es un corte en ladera donde se emplea herramientas, equipos, maquinarias, etc. de acuerdo al tipo de suelo encontrado.

Sobre esta plataforma, es la que se construirá el canal, por lo cual en toda su longitud, debe estar libre de materia orgánica o de rellenos que atenten contra la estabilidad de la misma y del canal.

FIG. 20



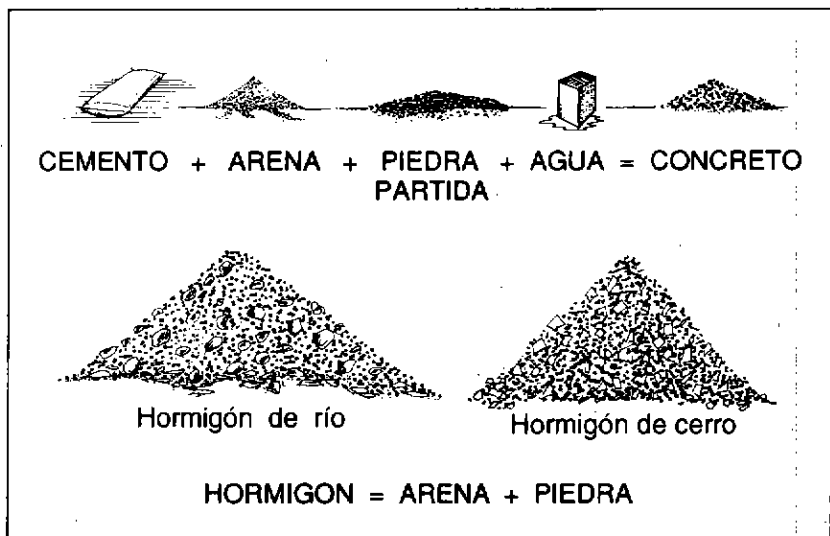
Dosificación de mezclas de concreto

El concreto es una mezcla de cemento, agregados y agua.

Los agregados son: el hormigón, la arena, la piedra, la escoria de altos hornos, etc.

El hormigón es una mezcla de piedra y arena natural, que se encuentran en las canteras. Cuando la cantera es de río, la piedra es redonda y cuando es de cerro, la piedra es angular. La arena que acompaña es gruesa y fina, y la piedra en ambos casos es de tamaño variable.

FIG. 21



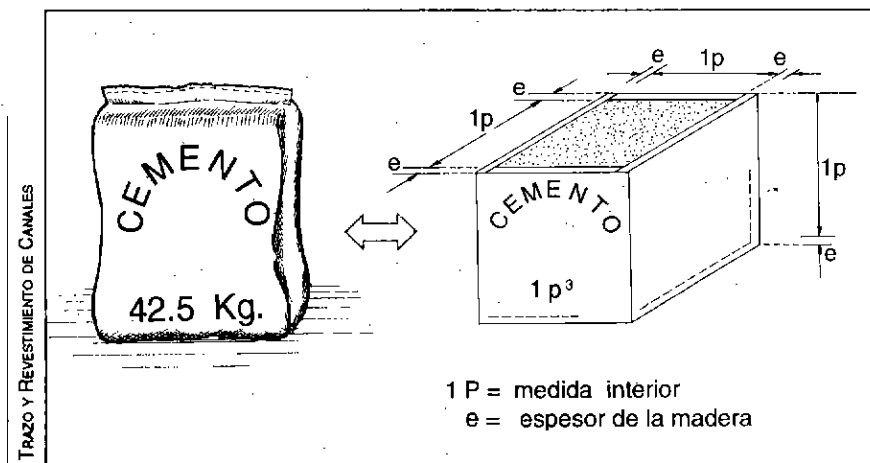
La dosificación de mezclas de concreto consiste en conocer la proporción de los agregados, del cemento y agua que deben mezclarse, para obtener la resistencia y el tipo de concreto deseado.

Existen dos métodos: Dosificación en peso y dosificación en volúmenes de los componentes de concreto. En ambos casos los agregados deben estar libres de materia orgánica, tener dureza y la granulometría (tamaño) recomendable o especificada, y el agua debe ser limpia, fresca, exenta de materia orgánica, de sales, ácidos, etc. El cemento debe ser fresco y estar en buenas condiciones.

La dosificación en peso, es la más recomendable, por los buenos resultados y economía que ofrece, pero es necesario contar con una planta dosificadora que consta de balanzas de buena capacidad, mezcladoras, equipo de transporte, silos de cemento, de agregados clasificados por diámetros, etc.

La dosificación en volúmenes, es una deducción lógica de la dosificación al peso, donde se convierten los pesos de los componentes a volúmenes, en base de los pesos volumétricos de los agregados y del cemento.

FIG. 22



En nuestro país el cemento se comercializa en bolsas de 42.5 Kg. de peso, cuyo volúmen es de 1 pie cúbico.

Las proporciones en volúmen, se dan en una sola unidad de volúmen para todos los agregados, a excepción del agua.

Los datos que se muestran en la siguiente tabla, han sido deducidos de la dosificación en peso, y se vienen empleando con mucha confiabilidad, pero vale señalar que un buen concreto no depende solamente de las proporciones que exige la dosificación, sino de otros parámetros que veremos más adelante.

Las proporciones varían de acuerdo a la resistencia y a la compresión ($f'c$). Esta resistencia dependerá del tipo de la obra. Se trabaja generalmente con concretos de 140; 175; 210 Kg/cm² de $f'c$; otros pueden ser de más alta resistencia.

Tabla N° 1		
f'c	Proporción de cemento y agregados: c : a : p	Agua (lit/bolsa)
140	1 : 2 : 4	28
175	1 : 2 : 3	25
210	1 : 2 : 2	22

Significa que para obtener un concreto de 140 Kg/cm² debo mezclar:

1 bolsa de cemento, 2 bolsas de arena y 4 bolsas de piedra partida, en el caso que escoja una bolsa como unidad de medida, y 28 litros de agua.

Si tomo una lata como unidad de medida, entonces debo mezclar: 1 lata de cemento, 2 latas de arena y

4 latas de piedra partida, pero el agua varía según su equivalente.

Para el caso del revestimiento de canales usando el método de las cerchas, el concreto que usamos es de $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$, el espesor es de 2 pulgadas, equivalente a 5 cm. por lo tanto la piedra triturada es de 1/2 pulgada. La dosificación que usamos es 1:2:3.

En las obras se usan carretillas, para este caso debemos calibrar la carretilla, es decir conocer cuantos pies cúbicos van en ella.

Generalmente una carretilla tiene 1 p3 al ras, entonces para una dosificación por ejemplo de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, emplearemos:

1 bolsa de cemento, 2 carretillas de arena y 2 carretillas de piedra triturada. Tener en cuenta que las carretillas son al ras.

Un buen concreto, para que alcance su resistencia de diseño $f'c$, no sólo depende de la dosificación, sino también de otros factores que no debemos descuidar, ellos son:

- Relación agua/cemento, en peso
- Mezclado
- Transporte
- Colocación
- Consolidación
- Curado

La relación en peso de agua a cemento: a/c para cada una de estas dosificaciones son:

f'c	a/c
140	0.66
175	0.59
210	0.51

Si la relación a/c es alterada, o sea si colocamos más agua de la necesaria, la resistencia del concreto baja y la estructura puede fallar al no soportar los esfuerzos de compresión.

El mezclado del concreto debe hacerse preferentemente con mezcladora. Tiene que ver con el tiempo de mezclado (no más de 1.5 minutos), el orden al colocar los agregados y el cemento, el agua, etc.

Cuando no se usa mezcladora y el mezclado se hace a pulso se recomienda que los agregados y el cemento dosificados, se mezclen en seco, mínimo tres veces, hasta adquirir un color uniforme. Luego, extender la mezcla y colocar el agua para batirla, tratando que el agua no se escurra.

El transporte del concreto puede ser horizontal o vertical. El horizontal, cuando hay que trasladarlo a ciertas distancias del lugar del mezclado y vertical, cuando hay que trasladarlo a otros niveles (pisos). Los equipos de transporte son especiales, no deben transmitir al vibración al concreto antes de ser colocado, de lo contrario la piedra se separará del concreto fresco.

La colocación consiste en no vaciar a alturas que modifiquen la homogeneidad del concreto fresco.

La consolidación del concreto consiste en hacer vibrar al concreto fresco cuando ya está colocado o

vaciado con la finalidad de hacerlo más resistente a los agentes externos (intemperismo). Se usan vibradoras de concreto para cada tipo de estructura.

Para el transporte del revestimiento, es recomendable reducir al mínimo la distancia entre el lugar donde se hace la mezcla y el lugar donde se aplica. Es preferible hacer la mezcla, in situ. Al colocar el concreto en los taludes del canal y en el fondo, es necesario compactarlo con regla de albañil para darle la consolidación necesaria.

El curado del concreto consiste en que éste debe perder la humedad o el agua de la mezcla en forma lenta. El curado facilita que éste alcance su resistencia de diseño, además que sea impermeable o durable. El curado se consigue cubriendo al concreto con agua, no menos de 14 días, inmediatamente después del primer día de vaciado, pudiendo variar a 12 ó 18 horas y no un día completo. Mucho dependerá del clima, temperatura, etc.