



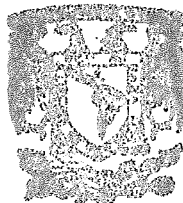
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES ACATLAN
INGENIERIA CIVIL

" PRESAS DE GAVIONES "
(PROCESO CONSTRUCTIVO)

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
RAMON ADRIAN SOSA UREÑA

ACATLAN, MEX.



ENEP. ACATLAN
DPTO. DE CERTIFICACION
Y TITULOS

1983

7339994-4

M-0078672



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN
COORDINACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA

CI/69/83

SR. RAMON ADRIAN SOSA URENA,
P r e s e n t e .

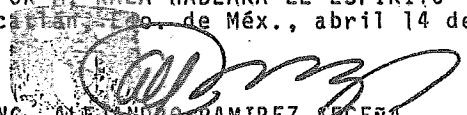
De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 10 de junio de 1982, me complace notificarle que esta Coordinación tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis: "Presas de Gaviones" (Proceso constructivo), el cual se desarrollará como sigue:

Introducción
Capítulo I: Erosión
Capítulo II: Sedimentación
Capítulo III: Diseño y Cálculo de las presas de Gaviones
Capítulo IV: Proceso Constructivo
Capítulo V: Bancos de Material
Capítulo VI: Obras de Protección de Gaviones.

Asimismo fue designado como Asesor de Tesis el señor Ing. Abel Angel López Martínez profesor de esta Escuela.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Acatlan, Edo. de Méx., abril 14 de 1983


ING. ALEJANDRO RAMIREZ LECENA,
Coordinador del Programa de Ingeniería.
ENEP - ACATLAN
COORDINACION DEL
PROGRAMA DE INGENIERIA

ARS'cam.

A MIS PADRES:

CORONEL INTENDENTE RAMON SOSA CASTILLO q.e.p.d.

BERTHA UREÑA DE SOSA

CON MI RESPETO, AGRADECIMIENTO, ADMIRACION Y CARIÑO.

A MIS ABUELOS:

FILIBERTO SOSA NIÑO DE RIVERA

TRINIDAD CASTILLO DE SOSA

RAMON UREÑA MORENO

CONRADA SOSA DE UREÑA.

A MIS HERMANOS:

ALVARO IGNACIO

VERONICA

BLANCA MARGARITA

ERWIN

A MIS SOBRINOS :

ROLANDO GUILLERMO

HECTOR EDUARDO

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS.

A LA ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN.
U . N . . A . M .

A MIS ASESORES:

ING. ABEL ANGEL LOPEZ MARTINEZ
ING. JOSE DE JESUS AVILA PRIETO

A LA DIRECCION GENERAL DE CONTROL DE RIOS E INGENIERIA DE
SEGURIDAD HIDRAULICA DE LA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y
RECURSOS HIDRAULICOS.

A MIS PROFESORES Y COMPAÑEROS.

PRESAS DE GAVIONES
(PROCESO CONSTRUCTIVO)

INTRODUCCION

CAPITULO I EROSION

- 1.1 EROSION
- 1.1.2 EROSION HIDRAULICA

CAPITULO II TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

- 2.1 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS
 - 2.1.1 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA
 - 2.1.2 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN CORRIENTES
- 2.2 CONTROL DE LA SEDIMENTACION
 - 2.2.1 DEPOSITO DE EMBALSES
 - 2.2.2 DISTRIBUCION DE SEDIMENTOS EN EL EMBALSE
 - 2.2.3 ESTIMACIONES A PARTIR DE MEDICIONES DIRECTAS.

CAPITULO III DISEÑO Y CALCULO DE LAS PRESAS
DE GAVIONES

- 3.1 GENERALIDADES
- 3.2 PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE SEDIMENTOS
 - 3.2.1. MUESTREO
 - 3.2.2 CURVAS GRANULOMETRICAS
 - 3.2.3 CALCULO DEL GASTO SOLIDO
 - 3.2.4 CALCULO DEL TIEMPO DE AZOLVAMIENTO

3.3 CALCULO DE UNA PRESA DE GRAVEDAD

CAPITULO IV PROCESO CONSTRUCTIVO

4.1 GENERALIDADES

4.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

4.3 PROCESO CONSTRUCTIVO

4.3.1 TRAZO DE LA PRESA DE GAVIONES

4.3.2 EXCAVACION PARA DESPLANTE Y EMPOTRAMIENTO DE LA PRESA DE GAVIONES

4.3.3 ARMADO DE LOS GAVIONES

4.3.4 COLOCACION DE GAVIONES

4.3.5 LLENADO DE LOS GAVIONES

4.3.6 EL CERRADO DE LA TAPA

4.4 COSTOS Y VOLUMENES DE OBRA

4.5 PROGRAMA DE OBRA

CAPITULO V BANCOS DE MATERIALES

5.1 BANCO DE MATERIALES

5.2 ESPECIFICACIONES

5.3 EXTRACCION DE UN BANCO DE MATERIAL POR MEDIO DE -
EXPLOSIVOS

CAPITULO VI LAS OBRAS REALIZADAS CON GAVIONES Y CONCLUSIONES.

6.1 LAS OBRAS REALIZADAS CON GAYIONES

6.2 CONCLUSIONES

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

Las obras hidráulicas en nuestro país tienen sus antecedentes en la época Prehispánica. Las civilizaciones de Mesoamérica, dejaron restos de su desarrollo en la agricultura de - riego, hay arqueólogos que señalan la existencia de numerosas - obras pequeñas en el altiplano central, es un hecho que los po- bladores de Mesoamérica practicaron la irrigación antes de la - llegada de los españoles, pues así se consigna en los Códices. Las obras para disponer y manejar el agua de riego deben haber sido rudimentarias, quizás temporales, en las que seguramente fueron transformadas por los europeos perdiendo con ésto, el sello indígena que pudieron haber tenido los primeros sistemas de regadío.

Las obras de Ingeniería más destacadas, destinadas a la agricultura y protección a centros de población, que perdu- raron mucho tiempo después, fueron las realizadas en la región lacustre del Valle de Anáhuac, en las riberas de los lagos y principalmente en la isla ocupada por la Ciudad de Tenochtitlán, en donde por necesidades de expansión de la superficie para cul-

tivo y prever las inundaciones de la población debido a que se asentaron en una cuenca cerrada, se construyó un sistema de diques o muros de madera, piedra y arcilla que frenaran la fuerza de las aguas de estos lagos y les impidieran llegar a Tenochtitlán, construyéndose primeramente el dique del Cerro de la Estrella en Iztapalapa a Atzacualco, en dirección Sur-Norte y con una longitud aproximada de 16 km, obra que se conoció como El Albarradón de Netzahualcóyotl o Albarrada Vieja de los Indios y que fue complementada con los diques en los lagos del Sur, uno de ellos en Tláhuac, dividiendo el lago en los de Chalco y Xochimilco y otro en Mexicaltzingo, separando las aguas de este último de las de la Laguna de Tenochtitlán.

Con estas obras dotadas de compuertas y esclusas, se consiguió separar completamente las aguas dulces de las saladas, se tuvo control de las aguas de la Laguna de Texcoco y las de los Lagos del Sur, todas a niveles superiores a la de la Laguna de Tenochtitlán.

Las grandes civilizaciones se han desarrollado cercanas a los ríos y lagos, de donde toman el agua indispensable -

para su subsistencia, también se han asentado en los valles, planicies y conos de eyección de los ríos en las costas.

Estos sitios tienen características, que desde el punto de vista topográfico son zonas de poca pendiente, en donde la sedimentación se realiza debido a las bajas velocidades de flujo de sus corrientes, con la consecuencia de pérdida de la capacidad hidráulica en los cauces de los ríos que las atraviesan.

Esto crea un problema, el cual se tiene que solucionar atacándolo desde su origen, con la reforestación, método que es definitivo, pero de alto costo económico.

El panorama lo podremos ilustrar con los ríos cercanos a la cuenca de la Cd. de México como son; Río Lerma, en el Valle de Toluca, Méx., Río Atoyac y sus afluentes El Ajejela y El Atzayanca que se originan en el Volcán Malinche en el Edo. de Tlaxcala.

El problema de estos ríos se debe a que, en la zona

en que se forman, existen grandes cantidades de arenas volcánicas, las cuales son fácilmente arrastradas por la corriente y depositadas en las partes planas de sus cuencas, en un principio los proyectos contra inundaciones fueron realizados mediante bordos, solución que cuando se volvía a sedimentar los cauces, eran aumentadas las dimensiones de sus bordos, creándose los cauces conocidos como cauces aéreos, ya que al depositarse el sedimento y llenarse la sección por donde el agua circula, la plantilla se va elevando.

La construcción de una batería de presas de gaviones tiene como objetivo principal evitar el transporte de los sedimentos de la cuenca alta a las planicies de las mismas, también como al reducirle la pendiente al cauce, el flujo baja su velocidad y decrece su poder erosivo, conservándose los cauces en la zona de montaña sin modificación notable. Así mismo, al atrapar el sedimento no lo deja llegar a las partes de poca pendiente en donde puede depositarse.

La solución de estas presas de gaviones, no es la solución definitiva contra el transporte de sedimentos por las co

rrientes fluviales, pero si se reduce el azolvamiento en las -
obras hidráulicas y cauces de los ríos, en zonas de planicie,
con estas presas se disminuirá el azolvamiento de las obras de
la zona, minimizando el costo de mantenimiento de las mismas,
en esta tesis se enfocará la realización de estas presas, des-
de un punto de vista de la autoconstrucción, simplificando su
proceso constructivo con el fin de facilitar su entendimiento.

CAPITULO I

EROSION

1.1 EROSION.

Podemos definir a la erosión como el proceso mediante el cual los agentes ambientales actúan sobre el suelo, atacando su integridad, transportando y depositando sus elementos en otros lugares. Los principales agentes erosivos son: el agua, el viento, los glaciales y la propia acción del hombre. Lo normal es que estos agentes no actúan aislados, sino en combinación.

La magnitud de la erosión y las formas de relieve que crea depende, fundamentalmente, de la intensidad de los agentes erosivos y de las características de los materiales que la sufren; si el fenómeno es "normal", se establece un equilibrio dinámico, la velocidad de desgaste es lo suficientemente lenta para que la rapidez de formación del suelo, por descomposición de las rocas, compense las pérdidas sufridas, se tiene entonces, la denominada erosión geológica.

Si el equilibrio dinámico llega a romperse por alguna razón, como podría ser a causa de la acción del hombre, manifiesta

tada por una explotación intensiva de las zonas boscosas, los efectos erosivos pueden acelerarse tomando proporciones catastróficas.

En la generalidad de los casos, la erosión del agua es el agente más importante en la pérdida de suelos. La erosión hidráulica, ya sea debida al ataque directo de la lluvia sobre el suelo o motivada por los torrentes fluviales, es un fenómeno cuya evolución normal no puede ser alterada por el hombre; sin embargo, éste puede evitar acelerarla con sus actividades.

1.1.2 EROSION HIDRAULICA.

Distinguimos dos formas principales de erosión debida a la acción del agua: erosión laminar o superficial y erosión en cauces, canales, cárcavas, etc. La erosión laminar es la debida a la remoción de la capa superficial del suelo por el impacto directo de las gotas de lluvia y por el consiguiente escurrimiento sobre la superficie del terreno. La erosión en cauces de arroyos y ríos, en canales, en cárcavas, etc., se refiere a

la remoción y transporte del material a causa de los flujos con centrados.

La erosión superficial o laminar depende de diversos factores estrechamente relacionados entre sí. Se han desarrollado algunas fórmulas empíricas para la determinación de las pérdidas del suelo debidas a la erosión laminar, entre las que se pueden mencionar encontramos a la de Musgrave que toma en cuenta las características físicas del suelo, el tipo de cubierta vegetal, la pendiente del terreno, la longitud del recorrido del flujo y desde luego, la intensidad de la lluvia.

Por lo que respecta al fenómeno de erosión en cauces, puede anotarse que está en función básicamente de las características hidráulicas del flujo y de la erodibilidad de los materiales del propio cauce.

Para fines prácticos, podemos clasificar a los materiales del cauce como cohesivos y no cohesivos. Como se ha visto, la resistencia al esfuerzo cortante de los materiales gravo arenosos depende, básicamente, del tamaño, forma y peso de las partículas y de la pendiente del fondo. En materiales cohesi-

vos, en donde existen fuerzas de diversa índole que tienden a ligar a las partículas, es preciso que se rompa esta liga antes de que se produzca la remoción y el transporte; así, es común encontrar cursos de agua en materiales arcillosos o limosos, que presenten secciones estables, para fuerzas tractivas capaces de transportar materiales no cohesivos de granulometrías mucho mayores.

La erodibilidad relativa de los materiales cohesivos, depende de diversos parámetros difíciles de valuar y un estudio teórico-experimental constituye un campo prácticamente abierto a la investigación. Por el momento, el procedimiento más confiable para determinar las tasas de erosión de los cauces formados por materiales cohesivos, está fundamentado en las mediciones directas en campo.

CAPITULO II
TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

2.1. TRANSPORTE DE SEDIMENTOS.

La hidráulica fluvial es la parte de la Hidráulica que permite conocer el comportamiento natural de los ríos, las formas como son arrastradas por las corrientes y posteriormente depositadas partículas del suelo y rocas denominadas sedimentos. Los efectos que producen en los ríos, las obras hidráulicas que son construidas en ellos, así como los efectos, principalmente destructivos que las corrientes pueden producir en dichas obras.

La presencia, movimientos y transporte de las partículas antes mencionadas deben tomarse en cuenta constantemente, al proyectar cualquiera de las obras que interfieran con una corriente natural; así, el control de los sedimentos es el problema fundamental de la hidráulica fluvial.

La hidráulica fluvial sólo trata con el movimiento de partículas sólidas provenientes de las rocas y suelos que son arrastrados, ya que los ríos de montaña con fuertes velocidades y pendientes, arrastran generalmente, mas material de fondo de

los ríos de la parte alta a las llanuras bajas y cercanas al mar, en términos generales, se puede mencionar que el material transportado en suspensión, depende más de la cantidad del material fino que la cuenca aporta al río, esto depende de los tipos de suelo, cobertura vegetal que los protege del impacto de las lluvias y pendiente del terreno.

2.1.1 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA.

La capacidad de una cuenca de drenaje para transportar materiales erosivos desde sus fuentes de producción hasta un punto de control en donde se colocará una presa de gaviones sobre la corriente, depende de un sin número de factores hidrológicos y fisiográficos. Las características hidrológicas más relevantes están intimamente relacionados con la intensidad de la precipitación y con la magnitud y distribución de los escurrimientos. Por su parte, los factores físicos más importantes resultan ser del tamaño del área de drenaje y las pendientes de la cuenca.

El monto total de la erosión superficial adicionada de

la erosión en los cauces naturales de una cuenca dada, se conoce como erosión bruta. No todos los materiales removidos en una cuenca llegan a la red natural de drenaje. El material erosionado, en peso o en volumen, que sufre transporte hasta un punto de control en la corriente, como podría ser un embalse, nos dá la aportación total de sedimentos hasta el sitio.

El aporte de los sedimentos para un área dada depende, fundamentalmente de la extensión superficial de la cuenca de drenaje. Con el fin de manejar datos sobre el aporte de sedimentos homogéneos para distintas cuencas se acostumbra expresar el aporte anual en relación al área total de drenaje, obteniendo así el "llamado coeficiente de rendimiento".

La tabla siguiente contiene datos derivados de mediciones en más de un millar de cuencas de drenaje en los Estados Unidos de América.

T A B L A 2.1.1.1

SUPERFICIE DE LA CUENCA (k m ²)		COEFICIENTE DE RENDIMIENTO (miles de m ³ / km ²)
menos de	26	1.86
26	a 260	0.76
260	a 2600	0.48
más de	2600	0.24

El cociente entre el coeficiente de rendimiento y el monte de la erosión bruta proporciona el llamado coeficiente de aporte de sedimentos (sediment. delivery ratio) generalmente, - este coeficiente se expresa como un drenaje de la erosión bruta.

La tabla siguiente contiene valores medios del coeficiente de aporte de sedimentos, observando en suelos arenosos - de praderas y lomas en los Estados Unidos de América.

AREA DE CUENCA (k m ²)	COEFICIENTE DE APORTE DE SEDIMENTOS (%)
0.26	65
26	18
260	10
1300	6

T A B L A 2.1.1.2

Los datos de la tabla anterior permiten apreciar que las tasas de sedimento disminuyen conforme aumenta el área de drenaje. En apoyo a lo anterior, puede anotarse que la probabilidad de que una partícula de sedimento se deposite en algún lugar de la cuenca, aguas arriba del punto de control sobre la corriente, aumenta conforme el área de la cuenca se hace más grande. Así, las amplias planicies por donde corren los ríos con cuencas de captación extensas propician el depósito de sedimentos, lo que no ocurre en los cauces de pendientes elevadas de las pequeñas cuencas tributarias. Otro argumento más al respecto es que la probabilidad de que una tormenta aislada cubra toda la cuenca de captación y propicie altas tasas erosivas, es mucho mayor para las cuencas pequeñas que las grandes.

Muchos hidrólogos han intentado establecer ecuaciones regionales de regresión entre áreas de cuencas y producción de sedimento que varían con la potencia 0.6 a 1.1 del área drenada.

Se han encontrado que la densidad de la red de drenaje

je natural es un factor que tiene mucha influencia en el coeficiente de aporte de sedimentos. El aporte resulta mucho mayor para cuencas de pendientes abruptas con arroyos bien definidos que para cuencas de poco relieve.

Otro factor significativo en el aporte de sedimentos es la pendiente de la cuenca. De los distintos métodos que se han desarrollado recientemente para cuantificar numéricamente la pendiente de una cuenca, esta el de la "relación de relieve" ha sido utilizado con éxito en distintos análisis de regresión. "La relación relieve" se puede determinar a partir de planos topográficos de la cuenca, como el cociente entre el desnivel máximo y el del cauce principal.

Las características de la lluvia (magnitud, distribución espacial y temporal) tiene una marcada influencia, tanto sobre el coeficiente de aporte de sedimentos. La ocurrencia de tormentas de alta intensidad en cuencas con cobertura vegetal provocan erosiones brutas importantes; si la magnitud e intensidad de la precipitación son tales que provocan el escurrimiento superficial, los sedimentos son transportados en distin

tas proporciones, dependiendo de la magnitud y frecuencia del escurrimiento.

Es bien sabido que el proceso lluvia-escurrimiento es un fenómeno difícil de modelar por depender de múltiples factores, como son las características de la lluvia, la capacidad de infiltración del suelo, las condiciones de humedad del mismo en el momento en que se presenta la lluvia, el tamaño y la forma de la cuenca de drenaje, etc. A iguales condiciones, el escurrimiento (y consecuentemente el aporte de sedimentos) es mayor para cuencas de pendientes pronunciadas y eficientes redes de drenaje natural.

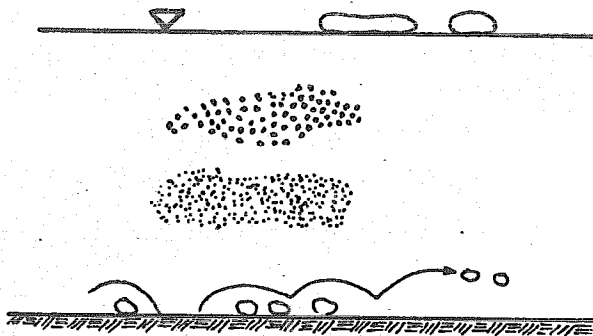
2.1.2 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN CORRIENTES.

Los ríos pueden arrastrar materiales sólidos en diversas formas, Ver Fig. (2.1.2.1)

--- Flotando: En esta forma son arrastrados todos los materiales cuyas densidades son menores a las del agua de la corriente, principalmente troncos, ramas de árboles, plantas y algunas clases de basura.

- Dilución: Así son transportados por el agua las sales y materiales sólidos muy pequeños procedentes de rocas y suelos.
- Suspensión: De esta manera son arrastradas todas las partículas que, ya sea, por su reducido tamaño o por la turbulencia de las corrientes son mantenidas dentro de las masas del líquido, como por ejemplo podemos citar a las arcillas y los limos que son arrastrados en suspensión, también las arenas y hasta gravas, si las turbulencias de la corriente lo permiten.
- Rodando o saltando sobre el fondo: son arrastradas de esta manera las arenas, gravas y cantos rodados. (Ver Fig. (2.1.2.1)

FIG. (2.1.2.1) FORMAS EN QUE SON ARRASTRADOS LOS MATERIALES S
LIDOS POR LOS RIOS.



En los ríos de montaña, con fuertes velocidades y pen-
dientes, arrastran generalmente más material en el fondo o sal-
tando y los ríos en su zona baja, cercana al mar, arrastran prin-
cipalmente arcilla y limo en suspensión. El volumen de sedimen-
to arrastrado es muchísimo mayor que la capacidad que dicha co-
rriente tiene para mover partículas en el fondo, al grado de que
en suspensión pueden llegar a transportar casi el 99% del total

del sedimento.

La capacidad que tiene una corriente para arrastar sedimentos en el fondo, está dada por las fórmulas de arrastre por lo tanto, la cantidad de material transportado está dado en función de las características hidráulicas de la corriente y de las características físicas de las partículas. Por otro lado, la capacidad de la corriente para arrastrar material fino en suspensión, no está limitada y en términos generales se puede mencionar que el material transportado en suspensión, depende más de la cantidad de material de los tipos de suelo que forman la cuenca, de la cobertura vegetal que los protege de los impactos directos de las gotas de lluvia, de la intensidad y duración de las lluvias, así como de la pendiente del terreno. La lluvia - al mover o desprender las partículas del suelo y roca, más adelante la concentración de esa agua llovida y que llega a escurrir, forma corrientes que al arrastrar o erosionar el terreno por donde pasan, son también un agente productor de sedimento. Los sedimentos arrastrados por los ríos pueden provenir de:

A) CONDICIONES NATURALES.

A 1.- Capas superficiales del terreno cuyas partí

culas son arrastradas por la lluvia, aquí la ero
sión es tanto mayor cuanto mayor sea la lluvia y
menor sea la protección debida a la vegetación -
al destruir los bosques y praderas para desarro-
llar la agricultura, se incrementa considerable-
mente el aporte de sedimentos.

A 2.- La erosión producida en el terreno por las co--
rrientes, tanto las pequeñas en las partes supe
- riores de la cuenca como las formadas por las -
primeras concentraciones del agua de lluvia, así
como los arroyos y los ríos propiamente dichos.

A 3.- Movimientos naturales de terreno por deslizamien
tos que ayudan a que mucho material quede suelto
y sin protección.

A 4.- El transporte leólico que levanta y arrastra par-
tículas que llegan y caen directamente a las co
- rrientes. En las regiones desérticas, el viento
es el principal agente del movimiento de partícu

las. Al mover y producirse corrientes generalmente torrenciales, esas partículas son arrastradas.

B) CONDICIONES ARTIFICIALES.

B 1.- Construcción de caminos, ferrocarriles, ciudades, etc.

B 2.- Procesos industriales, explotación de minas, transporte de materiales, todas estas actividades rompen, fracturan rocas y suelos y producen grandes cantidades de materiales en forma de partículas y polvo.

B 3.- Desechos de las ciudades y material arrastrado por el drenaje, que son arrojados directamente a ríos y lagos.

Comentaremos brevemente los aspectos a considerar en el diseño y mantenimiento de estructuras hidráulicas para que el funcionamiento no se vea interferido por problemas de acumulación de azolves.

En la ingeniería de presas, con el fin de prevenir los efectos derivados de la pérdida de la capacidad de almacenamiento durante el período de vida útil de la presa, la práctica común consiste en reservar un espacio suficiente en el embalse para que se alojen los sedimentos transportados por la corriente en ese lapso; es conveniente realizar estimaciones sobre el probable acomodo de los azolves en los embalses con el fin de proteger las obras de toma con una posible obstrucción o en la reducción de la capacidad hidráulica del cauce de los ríos a causa de la sedimentación.

Si la limitación física o económica impiden reservar una capacidad suficiente en el embalse para alojar azolves, deben de estudiarse las formas en que podrían reducirse la entra

da de sedimentos, o bien la manera de extraer los sólidos depositados en los vasos.

Para la prevención del sedimento existen algunas medidas de carácter permanente y también algunos métodos provisionales. Las medidas de carácter permanente, aunque de efectos lentos en cuanto a sus resultados, deben preferirse a los provisionales, estas medidas permanentes atacan de raíz el problema y desde el punto de vista hidráulico pero con carácter provisional es la construcción de presas filtrantes de retención de azolves. En los métodos permanentes pueden mencionarse la reforestación de las cuencas de drenaje y el uso de las prácticas de cultivos adecuados.

2.2.1 DEPOSITO EN EMBALSES

Del total de sedimentos que llegan a un vaso de almacenamiento normalmente, una parte de ellos sufre del depósito en el vaso y la fracción restante continúan hacia aguas abajo, siendo transportadas por las descargas de las presas, generalmente los sólidos en suspensión. La capacidad que tiene un al

macenamiento para atrapar y retener sedimentos es conocida como "eficiencia de atrape" y se expresa como un porcentaje del volumen total de sedimentos que ingresa al vaso.

Uno de los parámetros que tiene mayor influencia en la "eficiencia de atrape" es la distribución granulométrica del material transportado. Conforme a la corriente confluye al vaso de almacenamiento, la sección hidráulica aumenta y se presenta una reducción en la velocidad del flujo, lo que a su vez, incide a un decremento en la capacidad de transporte de sedimentos. Las partículas de mayor tamaño se depositan entonces en la zona de remanso, en tanto los materiales finos permanecen en suspensión un cierto tiempo, hasta que sufren un depósito en el fondo del vaso o bien son arrastrados junto con las descargas de la presa. La fracción del total de sedimentos que no resultan captadas por embalse depende básicamente en la velocidad de caída de partículas y del tamaño y características de operación de embalse.

La velocidad del intercambio de agua que ocurre en un embalse (sistema escurrimiento-capacidad de almacenamiento-

descarga) es un factor relevante en relación a la eficiencia de atrape del vaso. Un almacenamiento para riego o abastecimiento de agua, por ejemplo, opera en tal forma que capta agua en los meses lluviosos y la guarda para su utilización en los meses de escasez; el tiempo de permanencia del agua motiva que este tipo de presas, el atrape sea prácticamente total.

Por el contrario, una presa con fines exclusivos de control de crecientes, opera normalmente vacía y desaloja las avenidas que llegan a un vaso en un lapso de pocos días, lo que traducen en que sólo una fracción de los sedimentos transportados por las crecientes sufra depósito; así este tipo de vasos de regulación normalmente presentan menores "eficiencias de atrape" que los vasos de almacenamiento propiamente dichos.

Otro factor que tiene marcada influencia en la "eficiencia de atrape" de un embalse es el relativo a las dimensiones y ubicación de las estructuras de descarga de las presas. La capacidad hidráulica de las estructuras de salida es determinante en el tiempo de permanencia del agua en el embalse, así,

estructuras capaces de desalojar grandes caudales en poco tiempo propician una menor sedimentación en el vaso, que estructuras de descarga de poca capacidad. Por su parte, la localización de las estructuras de descarga en relación con la forma en que se distribuyen los sedimentos en el vaso, influye también en el volumen total de sedimentos atrapados. Las descargas de fondo resultan particularmente útiles en algunas presas pequeñas para remover los materiales depositados que se concentran en las porciones bajas del vaso.

2.2.2 DISTRIBUCION DE SEDIMENTOS EN EL EMBALSE

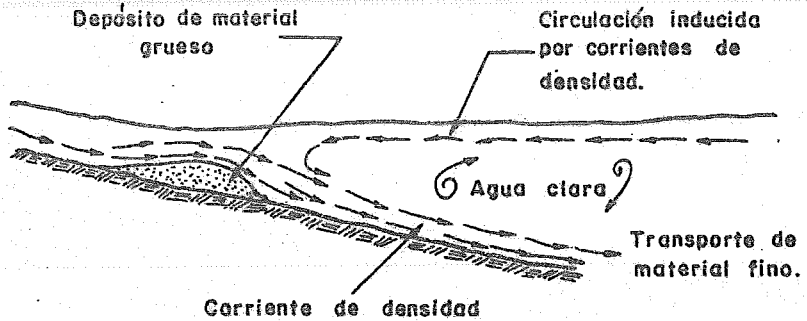
La manera en que se acomodan los sedimentos en un vaso de almacenamiento depende básicamente de las características de las partículas transportadas, de la estrategia de operación, de la magnitud de los escurrimientos, extracciones y de la forma del vaso.

Las partículas de sedimento transportadas por una corriente se ve sometidas a una fuerza horizontal en la dirección

del flujo y a una fuerza vertical debida a la gravedad terrestre.

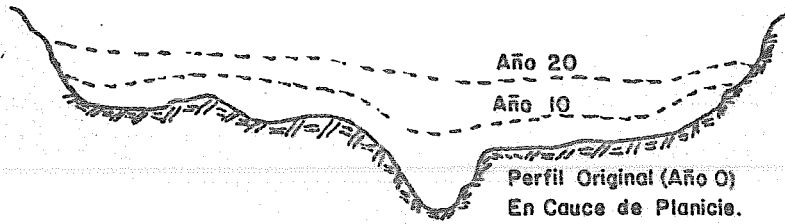
Como se ha mencionado, el incremento en la sección hidráulica transversal de la corriente, en la zona del remanso provocado por un almacenamiento, se traduce en una disminución de velocidad del flujo, lo que obliga primeramente a la depositación de las partículas de mayor tamaño; progresivamente los materiales más finos van siendo depositados, conforme va disminuyendo la capacidad de transporte de la corriente; si los materiales transportados presentan predominancia de granulometrías gruesas, el máximo depósito ocurre en la parte superior del embalse; por el contrario, si el sedimento está basicamente por materiales finos, la mayor parte del depósito tiene lugar hacia el fondo del vaso. La figura (2.2.1) ilustra en la forma esquemática este fenómeno en una presa de almacenamiento, así como su relación con el depósito de materiales finos.

Fig. 2.2.1



Por lo que respecta a la forma que se distribuyen los sedimentos finos en el fondo de un vaso y en el cauce de los ríos, resulta interesante observar la figura (2.2.2) que contiene una sección transversal típica de una corriente ligeramente aguas arriba del eje de una presa de almacenamiento.

Fig. 2.2.2



2.2.3 ESTIMACIONES A PARTIR DE MEDICIONES DIRECTAS.

La forma más adecuada para determinar el volumen de sedimentos transportados por una corriente es, sin lugar a dudas, la estimación a partir de datos obtenidos de mediciones directas. Los instrumentos para la medición de la cantidad de sólidos transportados por una corriente, aunque cada vez más precisos, presentan el problema de que no registran la totalidad de los volúmenes básicamente por lo que respecta al arrastre de fondo, una fracción del cual no es detectado con equipos usuales. El mejor enfoque para la solución del problema parece ser la aplicación combinada de los resultados de mediciones directas y la utilización de algún criterio teórico de la hidrología fluvial, que se vera en el inciso 3.2.3 del capítulo 3.

CAPITULO III

DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS PRESAS DE GAVIONES

3.1

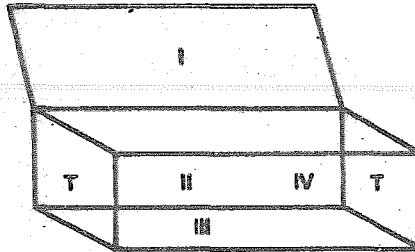
GENERALIDADES

Las presas filtrantes son estructuras de gravedad, -
formadas con gaviones, éstos se pueden definir como un paraleleg
pípedo rectangular construido con alambre galvanizado de triple
torción y tejido en malla exagonal de forma alargada, unida en-
tre sí y rellenas de roca, fig. (3.1.1.), con ciertas caracter
físticas granulométricas, existen oquedades, por las cuales -
circula el agua y éstas a su vez funcionan en forma de filtro.

Las estructuras de gaviones fueron inventadas en Italia
lia en 1890 y han sido utilizadas en proyectos de protección de
cauces y control de ríos entre otros muchos trabajos que se realiza
lizan en la ingeniería civil.

En México, la mayoría de sus ríos son jóvenes y por -
su muy especial formación orográfica, existen ríos y arroyos con
pendientes fuertes y grandes velocidades, factores principales -
que causan graves daños de erosión y transporte de material de -
fondo. El movimiento de grandes volúmenes de azolve es transporta

Fig. (3.1.1)



GAVION ARMADO

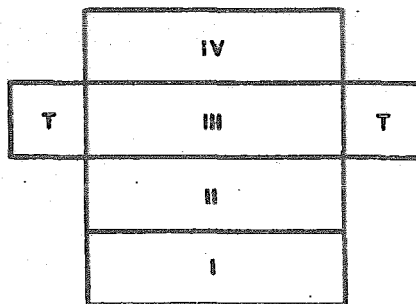
COMPONENTES DE UN GAVION

T = Cabezas.

I = Tapa.

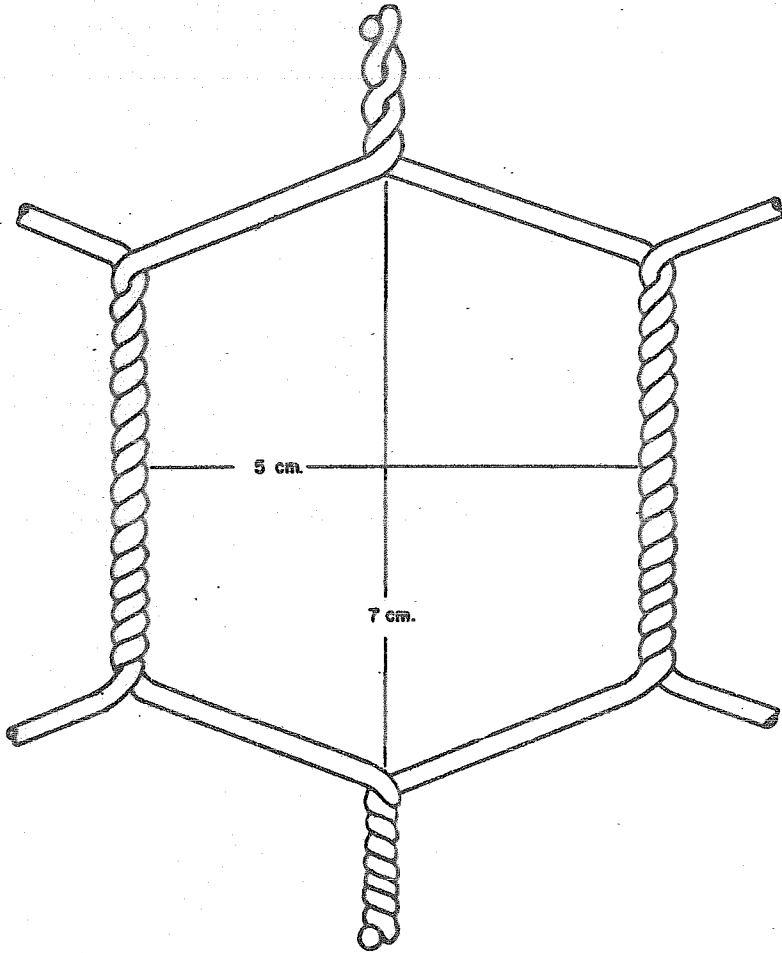
II y IV = Costas.

III = Base.



COMPONENTES DE UN GAVION

Fig. (3.1.1)



tado por el cauce del río o arroyo en su zona de montaña y al llegar a la zona de planicie, baja considerablemente su velocidad y deposita el material que transporta en las diferentes formas citadas en el capítulo anterior, antes de verterse al mar o en los vasos de las presas realizadas por el hombre.

El proceso mecánico del desazolve de las estructuras hidráulicas resulta económicamente injustificado por su alto costo de operación. En esta tesis se dará un enfoque para el aprovechamiento de este azolvamiento; asimismo, se manejará el concepto de la autoconstrucción de las presas filtrantes que están situadas en corrientes intermitentes de la cuenca alta o zona de montaña. Dependiendo de los tipos de terreno, este azolve se puede utilizar, por ejemplo, todos sabemos que el suelo vegetal tarda un tiempo considerable para su formación y éste es fácilmente erosionable, ésto aunado a una explotación inmoderada de los bosques o las malas aplicaciones de técnicas agrícolas, hacen que este suelo tanpreciado se arrastre y se deposite en otros lugares.

Con la aplicación de una batería de presas filtrantes,

este material puede ser fácilmente recuperado creando un beneficio agrícola, entre otros.

Si colocamos una estructura, la cual es capaz de reducir la velocidad del flujo, para que se realice el depósito de sedimentos, permitiendo el paso del agua en su primera etapa y posteriormente al cementarse en sus oquedades y no permitir el paso del líquido, lo capta; con esto, reduciremos enormemente los problemas de aguas abajo y por la filtración que puede existir en el vaso, se recarguen los acuíferos de la zona.

La flexibilidad de estas estructuras de gaviones es otra de sus características, por esta razón, las presas de gaviones pueden adecuarse a los asentamientos del terreno, si éstos ocurrieran, y para adecuar una estructura de este material al problema que se quiera solucionar, ya que éstas son maleables (espigones, corazas marginales, dentellones, protección a pilas de los puentes, etc.).

Las presas filtrantes de gaviones, aproximadamente, después de cinco años pasan a formar parte natural del cauce

formando un dique por el atrape y cementacion del material en las oquedades que existen entre las rocas, el gavión tiene un periodo de vida útil de 20 años, debido al proceso de galvanización que el fabricante realiza a los alambres formadores de éstos.

Estas presas están funcionando en la cuenca cerrada de la Ciudad de México controlando los escurrimientos, antes de su entubamiento, atrapando las partículas de suelo transportadas evitando así el depósito en el sistema de drenaje de la Ciudad, disminuyendo los costos por desazolvamiento de éstos en las zonas urbanas.

Para que el concepto de las presas de gaviones sea más objetivo, resolveremos en este capítulo un problema; en un Distrito de Riego, se utiliza el cauce de un arroyo como dren efectuándose las modificaciones para su funcionamiento hidráulico. Este dren funciona normalmente en tiempo de estiaje, pero en época de lluvias, éste se azolva con facilidad ya que el arroyo se forma en las montañas y arrastra una gran cantidad de sedimento por las razones que mencionamos en los capítulos 1 y 2 de esta tesis.

3.2 PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE SEDIMENTOS.

En este inciso se explicará la forma en que se tomaron las muestras y la utilización de fórmulas usadas en el cálculo del volumen de sedimentos, la distancia de ubicación de las presas, altura de cortinas y el cálculo de una cortina representativa de este ejemplo práctico, con datos obtenidos en campo y laboratorio.

3.2.1 MUESTREO.

Se realizaron las pruebas en 35 estaciones a 3 profundidades y se obtuvo la granulometría representativa gráfica

3.2.1.1

3.2.2 CURVAS GRANULOMETRICAS.

Debido a que en los cauces de las corrientes el material que constituyen los fondos de los ríos, esta granulometría es extendida, es decir, que en conjunto de los diámetros de las partículas de una muestra del fondo puede variar desde las de-

nominadas gravas hasta las de las arenas arcillas y limos que se encontrarían en la tabla 3.2.2.1

TABLA 3. 2. 2. 1

GRUPO				
Canto rodado	entre	400	mm y	250 mm
guijarro	entre	250	mm y	64 mm
Grava	entre	64	mm y	2 mm
Arena	entre	2	mm y	0.062 mm
Limo	entre	0.062	mm y	0.004 mm
Arcilla	entre	0.000	mm y	0.00024 mm

Nunca se tiene una distribución uniforme del tamaño de los granos del fondo provocado principalmente por el carácter aleatorio de las fluctuaciones de las velocidades y tirantes del flujo de un río. Por esta razón se realiza un muestreo para obtener la distribución de las curvas granulométricas, se efectúa un cribado de la muestra de la siguiente manera:

- a) Tomando en consideración el tamaño aparente de la muestra, se seleccionaron algunos tamaños de mallas.
- b) Se ordena de mayor abertura a menor, se coloca una charola en la parte inferior, se vacía la muestra y se coloca una tapa.
- c) La muestra se ha secado previamente anotando su peso seco, se agita por espacio de 10 minutos en una máquina vibradora de acuerdo con el equipo de cribado.
- d) Se pesa el material que ha quedado retenido en cada una de las mallas y en la charola.

En este caso se obtuvieron las curvas granulométricas de las muestras observándose un comportamiento similar. Obteniéndose de ellas una curva promedio para obtener los diámetros que son representativos y necesarios para el cálculo de sedimentos. Gráfica 3.2.1.1.

3.2.3 CALCULO DEL GASTO SOLIDO QS

Las partículas sólidas que forman el fondo de un cauce, son sometidas a la acción de las fuerzas hidrodinámicas como son: la fuerza de arrastre, sustentación y fuerza viscosa sobre la superficie de la partícula, cuya resultante si resulta mayor en las fuerzas de equilibrio como son: la gravedad y la cohesión, hará que las partículas sólidas interrumpen su estado de equilibrio. Las fuerzas de cohesión por otra parte, sólo son importantes para sedimentos que se encuentran en la clasificación de las arcillas y aluviones o arenas finas con un contenido

apreciable de aluvión.

Por consiguiente, las partículas sólidas tenderán a ser desplazadas de su estado de reposo original a partir de un cierto valor crítico que logre vencer la resistencia de las partículas.

Para evaluar la fuerza crítica de la corriente, capaz de iniciar el movimiento de las partículas, la forma más simple sería obtenerla a través de la velocidad media del escurrimiento o bien de la velocidad actuando cerca del fondo.

Numerosos investigadores han tratado de representar el inicio del movimiento de las partículas empleando el criterio de la velocidad media crítica; sin embargo, existe un gran inconveniente en este planteamiento, ya que en la naturaleza -

una misma velocidad media puede conducir a diferentes tipos de -
escurrimiento en el fondo, según sea la rugosidad del fondo y co-
mo el fondo no está bien definido, el empleo de este método es -
muy limitado.

Para la cuantificación del arrastre usaremos el méto-
do de Meyer-Peter y Muller, utilizada en la práctica por los pro-
yectistas de la Dirección General de Control de Ríos e Ingeniería
de Seguridad Hidráulica de la S. A. R. H., los datos necesarios
para aplicar las fórmulas que permiten cuantificar el arrastre
dentro de una capa de fondo son:

- a) Granulometría del material de fondo.
- b) Sección transversal del cauce.
- c) Elevación del agua o gasto líquido para los
cuales se desea conocer el arrastre.
- d) Pendiente media a lo largo del cauce.

El método de Meyer - Peter y muller sirve tanto para materiales de cualquier peso específico, como para muestras de material uniforme o con granulometría extendida.

La expresión establece que:

$$G_s = 8 \gamma_s D_m^{3/2} g^{1/2} \Delta^{1/2} \left[\frac{n'}{n} \right]^{3/2} \delta^* - 0.047 \quad]^{3/2}$$

donde:

G_s = Arrastre unitario en la capa de fondo en Kg/m.

γ_s = Peso volumétrico de la muestra en kg/m³.

γ_o = Peso volumétrico del agua en kg/m³.

D_m = Diámetro medio en las partículas del fondo, en m.

Se obtiene de la expresión $D_m = (\sum D_i p_i) / 100$

g = Gravedad

$$\Delta = \frac{\gamma_s - \gamma_o}{\gamma_o}$$

n' = Rugosidad debida a las partículas. Se obtiene

con la fórmula de Stricler, en s/m^{1/3}.

con D_{90} en mts. $n' = \frac{D_{90}^{1/6}}{26}$

n = Rugosidad total del cauce, se obtiene de la fór-

mula de Manning, en s/mts. $^{1/3}$

$$\tau_* = \frac{\gamma_o' R S}{(\gamma_s - \gamma_o) D_m} = \text{esfuerzo cortante de la partícula.}$$

R = Radio hidráulico en mts.

S = Pendiente media del cauce, dato de campo.

V = Velocidad media de la corriente en m/seg.

Meyer - Peter y Muller probaron materiales con pesos específicos comprendidos entre 1250 y 4200 kg/m³ y los diámetros medios de las muestras variaron de 0.4 a 30.0 mm

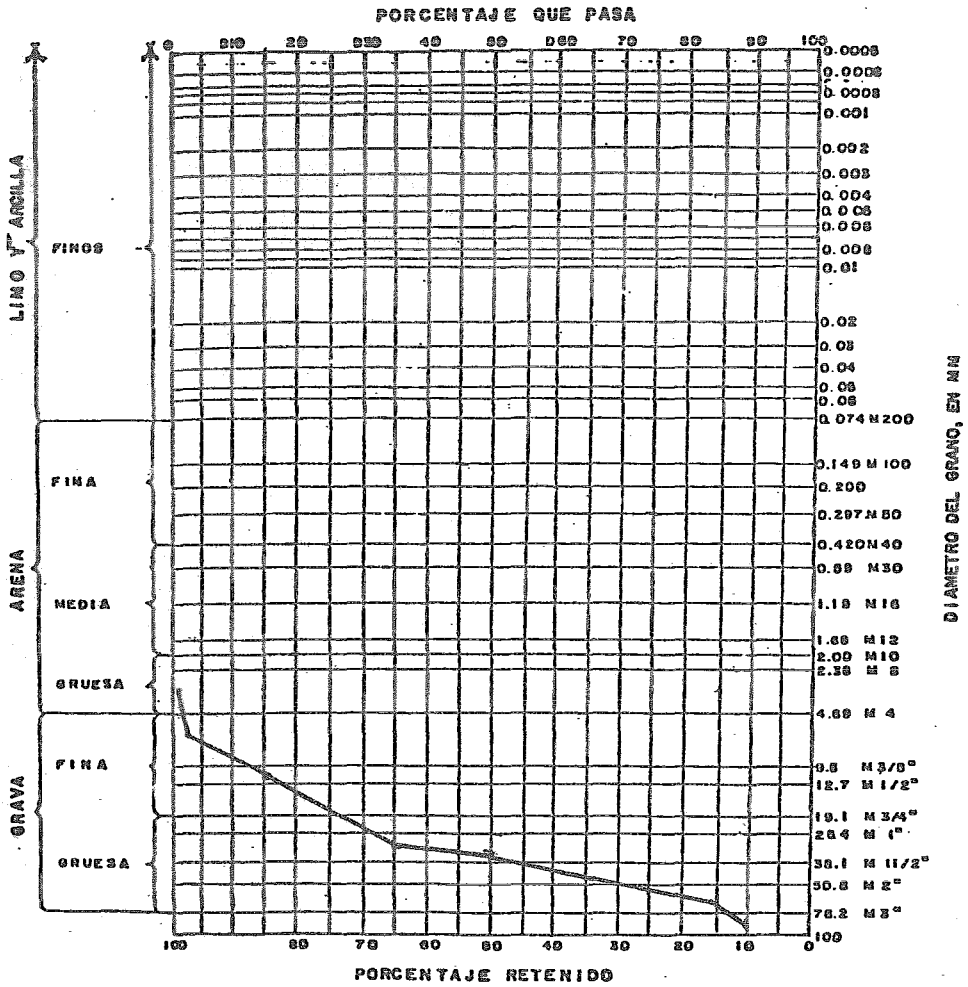
3.2.3.1 DATOS DEL PROBLEMA.- De la gráfica (3.2.1.1) granulométrica promedio, obtenemos estos diámetros necesarios para la cuantificación de sedimentos.

$$D_{16} = 11.785 \text{ mm}$$

$$D_{35} = 28.331 \text{ mm}$$

D_{50}	=	34.194	mm
D_{84}	=	69.85	mm
D_{90}	=	84.19	mm
D_m	=	45.67	mm
γ_s	=	2650	kg/m ³
g	=	9.81	
Δ	=	1.65	
n'	=	0.02546	m
n	=	0.025	
\bar{c}^*	=	0.348	
Q	=	96	m ³ /seg.
d	=	2	m
A	=	14	m ²
R_h	=	1.2487	
S	=	0.021	
V	=	6.657	m/seg.

GRAFICA (3.2.1.1.)



GS = 144.14 kg/seg - mt

QS Tot = 576.52 kg/seg

3.2.4 CALCULO DEL TIEMPO DE AZOLVAMIENTO.

El tiempo de azolvamiento de una presa filtrante, depende directamente del período de retorno con que se calculó el gasto de diseño ya que es el mismo que se utiliza para obtener el gasto de sólidos; ésto significa, que tendremos una ocasión en que se presente un evento extraordinario en un lapso de tiempo determinado, no obstante, existe el peligro que se presente otro evento superior al calculado, ya que éstos son cálculos de probabilidad y por lo tanto existen este tipo de riesgos.

Depende también de la topografía de la Boquilla y del Vaso, Fig. (3.2.4.1), en este caso en particular localizamos una boquilla en el arroyo 1 km. antes de entrar a la zona donde se construyó el dren, con las siguientes características:

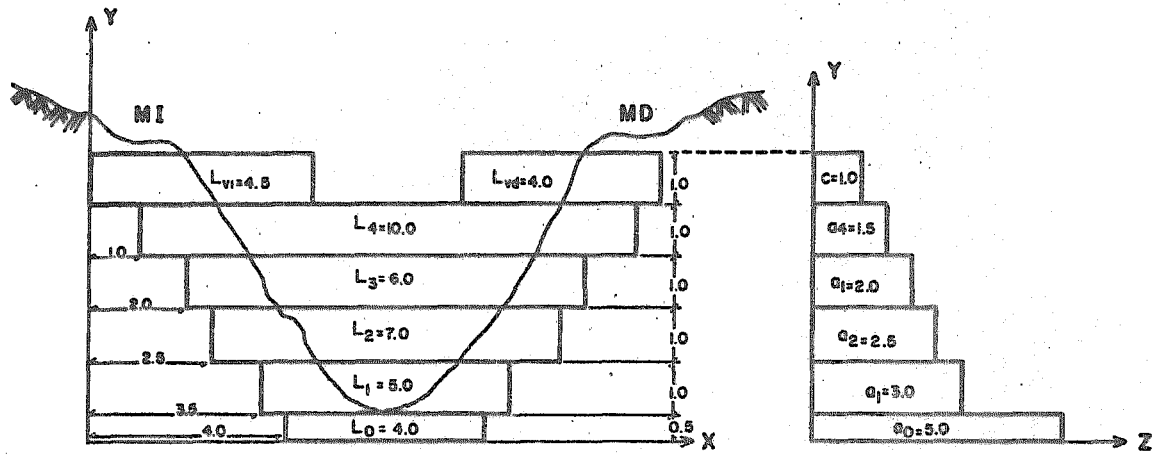


FIGURA
 ESC: 1:100
 ACOTACIONES EN METROS

Fig. (3.2.4.1)

43

altura (h) de 4.00 m, una sección de 40 m^2 , pendiente de 0.021, longitud del vaso de 190.50 m y el volumen del vaso es de 2540 m^3 , aproximadamente.

Con un escurrimiento de $96 \text{ m}^3/\text{seg.}$ en una hora, que es nuestro gasto de diseño obtenido en un período de retorno hidráulico de 10 años, nos arrastra un gasto sólido de 144.14 kg/seg-mt , teniendo una sección de 4 m de plantilla en el cauce, tenemos un gasto sólido total para esta sección de 576.54 kg/seg conocemos el peso volumétrico que es de 2650 kg/m^3 podemos conocer el tiempo en que esta presa se azolvará.

$$B = \frac{s}{G_s} = \frac{2650 \text{ kg/m}^3}{276.54 \text{ kg/seg.}} = 4.59 \text{ seg/m}^3$$

donde:

B = Tiempo en que se llenará 1 m^3 .

γ_s = Peso volumétrico de la muestra de arrastre.

G_s = Gasto sólido calculado.

Si para llenar 1 m^3 necesitamos 4.5 seg. con un evento de 3600 seg cada 10 años obtendremos un volumen de sólidos transportados de 800 m^3 , que es el 31.5% de la capacidad del vaso y con ésto garantizamos que nuestra obra tendrá una duración de 10 años o más.

3.3 CALCULO DE UNA PRESA DE GRAVEDAD.

Determinación del centro de gravedad de la obra cuyo objetivo es determinar la sección crítica unitaria donde se concentrarán las fuerzas horizontales y verticales que actúan sobre el muro. Ver tabla 3.3.1.1.

TABLA 3.3.1.1 SECCIONES CRITICAS

TENDIDO	(m ³) VOLUMEN	\bar{X} (m)	\bar{Y} (m)	\bar{Z} (m)	VX (m ⁴)	VY (m ⁴)	VZ (m ⁴)	
TVI	4.50	2.25	5.00	0.5	10.13	22.50	2.25	
TVD	4.00	9.50	5.00	0.5	38.00	20.00	2.00	
T 4	15.00	6.00	4.00	0.75	90.00	60.00	11.25	
T 3	16.00	6.00	3.00	1.00	96.00	48.00	16.00	
T 2	17.50	6.00	2.00	1.25	105.00	35.00	21.88	
T 1	15.00	6.00	1.00	1.50	90.00	15.00	22.50	
T 0	10.00	6.00	0.25	2.50	60.00	2.50	25.00	
					82.0	489.13	203.00	100.88

Así:

$$x_c = \frac{\sum V\bar{X}}{V} = \frac{489.13}{82.0} = 5.97 \text{ m}$$

$$y_c = \frac{\sum V\bar{Y}}{V} = \frac{203.00}{82.0} = 2.47 \text{ m}$$

$$z_c = \frac{\sum V\bar{Z}}{V} = \frac{100.88}{82.0} = 1.23 \text{ m}$$

TABLA 3. 3. 1. 2

DETERMINACION DE LA LINEA DE ACCION DEL PESO (P) DE LA OBRA

TENDIDO	VOLUMEN (m ³)	(m) \bar{Y}	(m) \bar{Z}	(m ⁴) $V\bar{Y}$	(m ⁴) $V\bar{Z}$
a ₄	1.50	4.0	0.75	6.00	1.13
a ₃	2.00	3.0	1.00	6.00	2.00
a ₂	2.50	2.0	1.25	5.00	3.13
a ₁	3.00	1.0	1.50	3.00	4.5
a ₀	2.50	0.25	2.50	0.625	6.25
TOTALES	11.50			20.625	17.01

Así:

$$Y_P = \frac{\sum VY}{V} = \frac{20.625}{11.50} = 1.79 \text{ m}$$

$$Z_P = \frac{\sum VZ}{V} = \frac{17.01}{11.50} = 1.48 \text{ m}$$

a) Cálculo de la línea de acción del peso de la obra,
cuyo objeto es determinar los momentos estáticos
con respecto a un punto considerado. Ver tabla
3.3.1.2 y figura 3.3.1

b) Cálculo de la superficie de mojado.

$$S = H \times 1.0 = 4.0 \times 1.0 = 4.0 \text{ m}^2$$

c) Cálculo del centro de gravedad de la superficie
de mojado.

$$\bar{h} = \frac{H}{2} = \frac{4.0}{2.0} = 2.00 \text{ m}$$

d) Cálculo del empuje hidrostático del agua.

$$E = S w \bar{h} = 4.0 \times 1.0 \times 2.0 = 8.00 \text{ ton}$$

$$E = \frac{1}{2} w H^2 = \frac{1}{2} \times 1.0 \times 16 = 8.00 \text{ ton}$$

Siendo w = peso específico del agua = 1000 kg/m^3

e) Cálculo del peso de la sección crítica unitaria.

$$P = V = 11.50 \times 2.65 = 30.475 \text{ ton}$$

Siendo = peso específico del material = 2650 kg/m^3

f) Determinación del factor de seguridad al deslizamiento.

$$F_d = \frac{P \cdot a}{E} = \frac{30.475 \times 0.5}{8.00} = 1.90 > 1$$

Siendo a = Coeficiente de fricción correspondien

te a mampostería gavionada sobre grava.

g) Determinación del factor de seguridad al volteamiento.

$$F_u = \frac{MPA}{MEA} = \frac{Pz p'}{EY'} = \frac{30.475 \times 3.52}{8.00 \times 1.33} = \frac{107.272}{10.64} = 10.09$$

$10.09 > 1$ El factor de volteamiento es mucho ma
yor que en la unidad o sea, el momen-
to del peso actuante es mucho mayor -

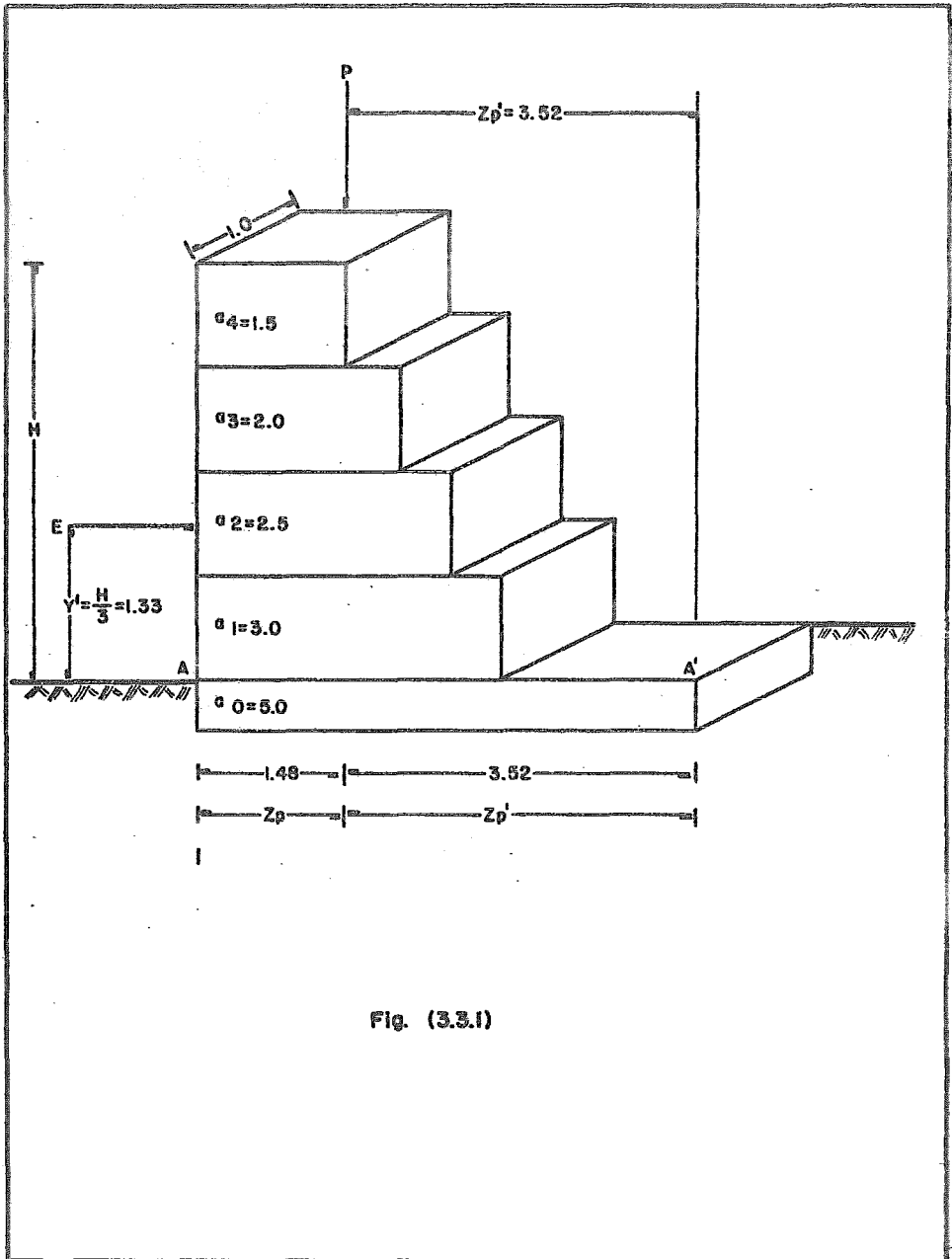


Fig. (3.3.1)

M-0028672

que el momento de empuje actuante.

h) Comprobación de la condición de equilibrio determinación del desplazamiento de la línea de acción de peso.

$$T_g = \frac{E}{P} = \frac{8.00}{30.475} = 0.263$$

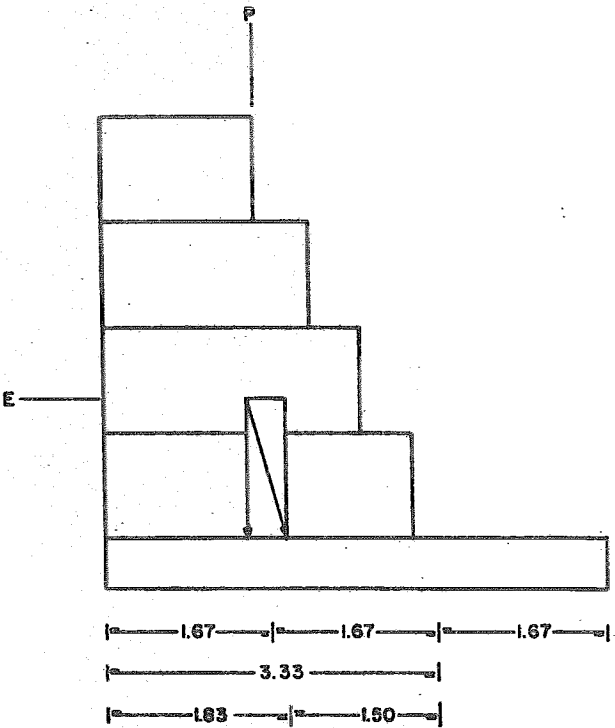
$$T_g = \frac{Z'}{Y'} ; Z' = T_g \quad Y' = 0.263 \times 1.33 = 0.35 \text{ m}$$

$$R = Z_p + Z' = 1.48 + 0.35 = 1.83 \text{ m}$$

Ver Fig. (3. 3. 2)

i) En este caso, por las condiciones de arrastre y topograficas, con una presa filtrante se detendría el arrastre de esa cuenca alta si fuera necesario implementar varias presas, tendríamos que para la determinación del desnivel que existiera entre -

Fig. (3.3.2)



presa y presa, para el cálculo de la altura que -
deba de tener las obras, se utilizará la siguiente
te fórmula:

$$H = L (J - j)$$

donde:

H = Altura de presa en m

L = Distancia horizontal entre presas en m

J = Pendiente del cauce en %

j = Pendiente de compensación (1.0% j 3%)

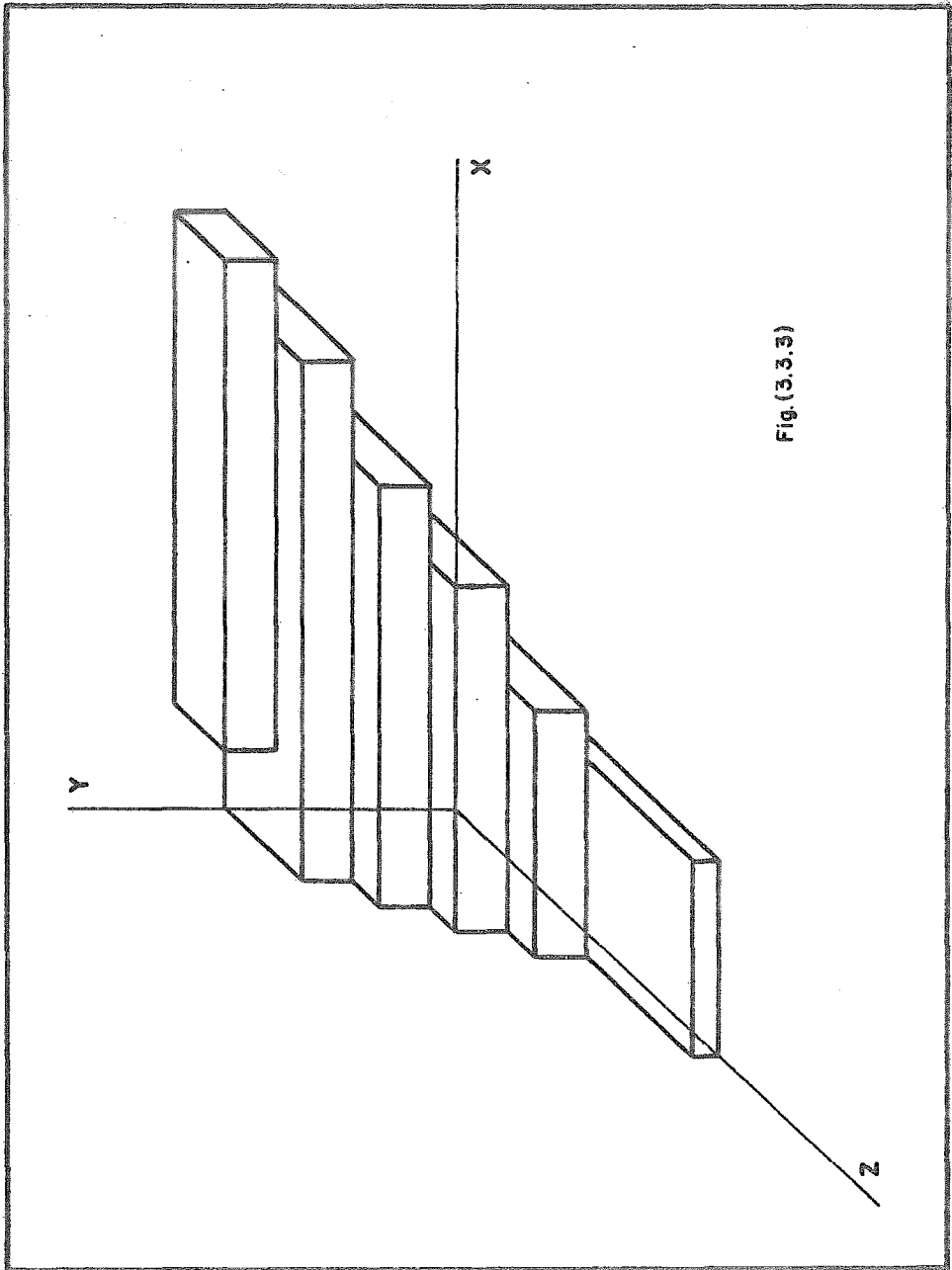


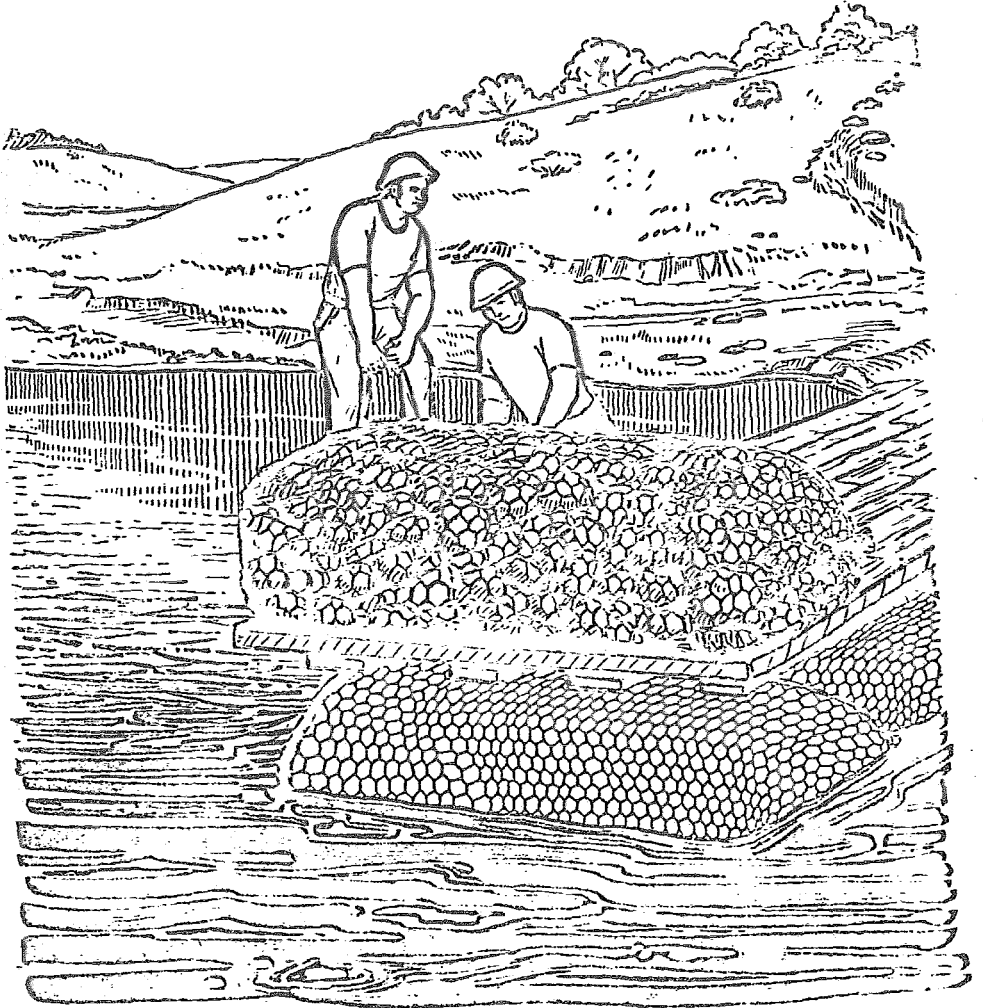
Fig. (3.3.3)

CAPITULO IV
PROCESO CONSTRUCTIVO

Dentro de las obras de corrección de cauces torrenciales, las presas construidas con gaviones metálicos ocupan un lugar preponderante, dadas las grandes ventajas y usos que éstos tienen, entre otras, rapidez en la construcción de obras por altos rendimientos de trabajo, gastos relativamente bajos, ejecución en cualquier época del año Fig. (4.1.1), facilidad de transporte incluso a lugares inaccesibles, el material con que está hecho el gavión (alambre) es fuerte y no se rompe ni se corroe con facilidad.

El uso de gaviones no requiere mano de obra especializada para su colocación, por ésto en esta tesis le daremos un enfoque autoconstructivo siguiendo los pasos de cálculo y la secuencia de armado y colocación, estas pequeñas obras de infraestruc-

FIG. (4.1.1.)



tura hidráulica, pueden ser realizadas por la gente del campo de nuestro país.

Los técnicos les podemos dar la asesoría de cálculo o bien entregar todo el cálculo realizado y ellos proporcionar la mano de obra en sus tiempos que no están en actividad, este proceso es fácil, logrando obras resistentes y duraderas que filtran el agua a manera de coladera, dejando aguas arriba de ésta los materiales más gruesos que a través del tiempo van modificando la pendiente del cauce y por lo consiguiente el flujo del agua disminuye su velocidad dando como resultado una estabilización de sedimentos. La principal materia prima que se utiliza para el llenado de los gaviones es la piedra.

4.2

MATERIALES Y HERRAMIENTAS.

- a) Gaviones de diferentes medidas (tabla 4.2.1)
- b) Alambre galvanizado del núm. 15 (2.4 mm \varnothing), 1 kg/m³
- c) Pinzas de electricista (2)
- d) Palas (2)
- e) Barretas (2)
- f) Picos (2)
- g) Martillo bola gruesa (1)
- h) Cinta métrica de 20 m (1)
- i) Piedra
- j) 30 m de mecahilo con divisiones a cada 0.50 m.
- k) Varilla de 150 m de long. y \varnothing de 2.54 cm (8)
- l) Guías de madera de 2.54 cm de espesor, 10 cm de ancho seccionados según la necesidad (25m)

TABLA 4.2.1

Gavión malla metálica de triple torsión de alambre - galvanizado, reforzado en sus aristas con alambre de diámetro 2 números mayor que el de la malla con escuadras de 5 x 7 cm.

DIMENSIONES (m)	PESO POR PIEZA (kgs)	VOLUMEN DE RELLENO (m ³)	P. U.
3.00 x 1.00 x 1.00	22.0	3.0	1314.10
2.00 x 1.00 x 1.00	16.5	2.0	943.20
1.50 x 1.00 x 1.00	12.0	1.5	659.50
4.00 x 1.00 x 0.50	22.2	2.0	1228.50
3.00 x 1.00 x 0.50	17.0	1.5	968.50
2.00 x 1.00 x 0.50	11.7	1.0	666.70
4.00 x 1.00 x 0.30	18.5	1.2	982.30
3.00 x 1.00 x 0.30	14.4	0.9	809.50
2.00 x 1.00 x 0.30	9.25	0.6	584.30

4.3 PROCESO CONSTRUCTIVO.

4.3.1 TRAZO DE LA PRESA DE GAVIONES EN LA BOQUILLA ..

Para el trazo de la presa, tenemos que tomar en cuenta las tres dimensiones, altura, ancho y profundidad del cuerpo que se quiera trazar, en este caso tendremos que utilizar una garrocha recta de madera de 6 m de longitud con divisiones a cada metro a fin de colocarla en el punto cero de la topografía de la boquilla y con la ayuda de mecahilo y dos ayudantes se realice la localización de los vértices del paramento vertical o mojado de nuestra presa, después de ubicar éstos se unirán con una línea todos los vértices con un bote con cal.

Realizada esta operación le daremos las dimensiones de ancho de la presa, midiendo de los vértices localizados hacia aguas abajo según las medidas de cada tendido correspondiente, la profundidad de los empotramientos se las daremos cuando se realice la excavación.

Para que el trazo sea más objetivo, mostramos la siguiente figura (4.3.1.1) en la que se puede observar el corte, perfil y planta del trazo y excavación de la planta.

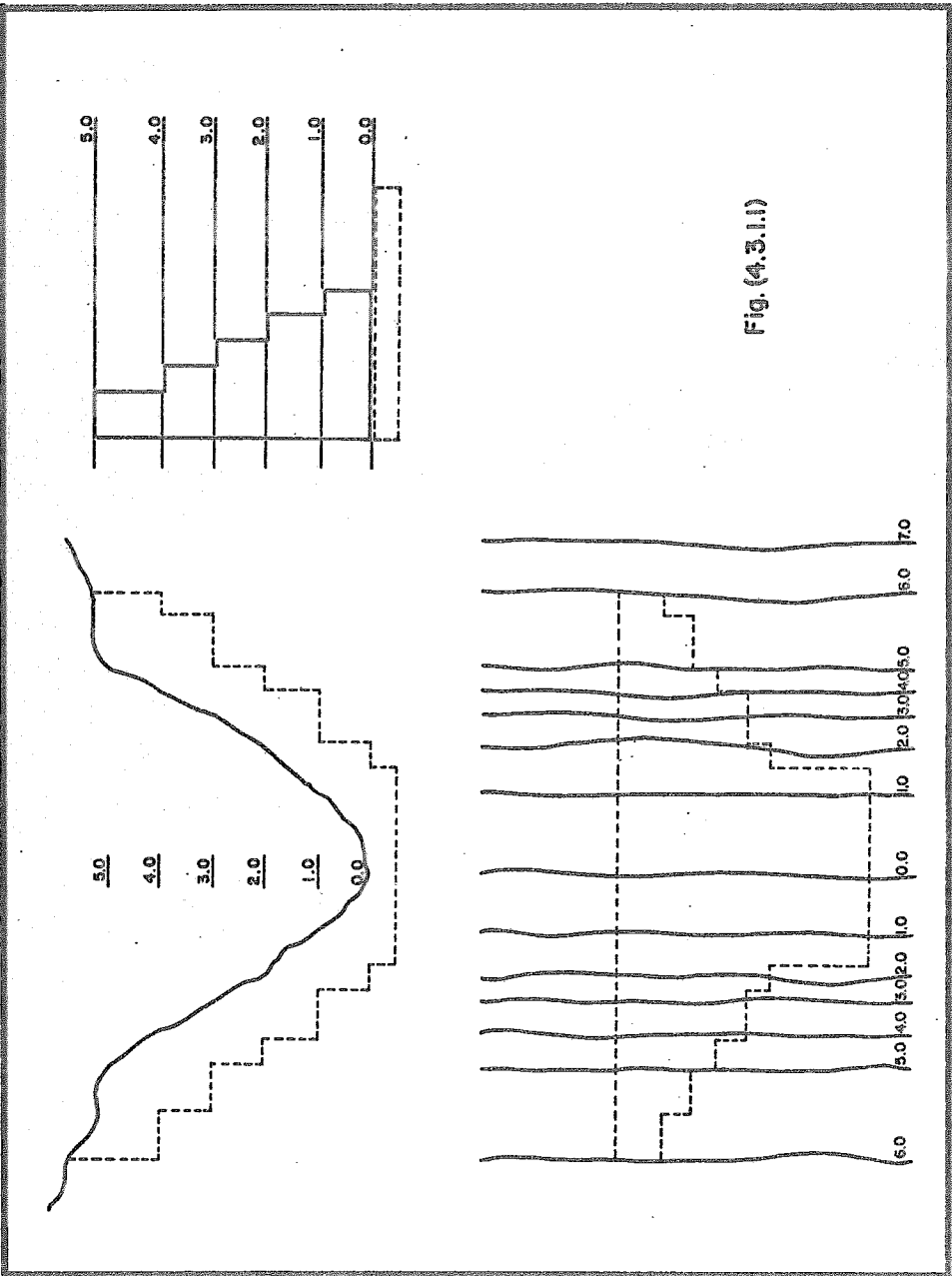


Fig. (4.3.1.1)

4.3.2 EXCAVACION PARA DESPLANTE Y EMPOTRAMIENTO DE LA PRESA DE GAVIONES.

El volumen de excavación para el empotramiento es de 40 m³, ésto quiere decir que alrededor del 50% del cuerpo de la presa estará empotrado a fin de evitar la socavación de la estructura.

La excavación se realizará del tendido TVD y TVI hacia el tendido T0, colocando el material producto de la excavación a 10 m de la obra en una hondonada para rellenarla y limpiar el cauce de ese material suelto, utilizando palas, picos, botes y carretillas para realizarlo. El material en donde se realiza la excavación es del tipo II tepetate duro con grava y es resistente a la intemperie, ésto quiere decir, que se puede efectuar la excavación sin sufrir derrumbes y después colocar los gaviones.

4.3.3 ARMADO DE LOS GAVIONES.

El armado de gaviones se realizará de la siguiente manera:

- Desplegar el gavión y extenderlo sobre el suelo.

- Levantar las paredes II y IV y las dos cabezas T de modo que forme un cuerpo rectangular, cuya tapa será el rectángulo I como se indica en la Fig. 3.1.1

- Se deben de ligar sólidamente todas las aristas - con alambre del número 15, amarrando con un vuelta de alambre en cada una de las escuadras coincidentes.

4.3.4 COLOCACION DE LOS GAVIONES.

La colocación de los gaviones se hará de la manera siguiente:

- Al colocar el gavión el personal que lo realice, lo hará según las posiciones que se indican en las figuras correspondientes a cada tendido.
- Todas las ligaduras entre los gaviones vecinos así como el armado de los mismos, se efectuarán con alambre galvanizado del núm. 15 (2.4 mm \emptyset) y en cortes tales que se pueda llevar a efecto una ligadura de principio a fin sin añadir alambre.
- El amarre entre gaviones adyacentes y superiores deberá efectuarse en todas las aristas verticales y horizontales del paralelepípedo rectangular que forma cada gavión.
- El alineamiento y acomodo de los gaviones se hará -

con una barra o varilla de 2.54 cm \varnothing con una longitud de 1.50 m. Pasando la punta por la malla de base, - más cercana del vértice a modo de palanca estirando lo más posible a fin de tensar con ese esfuerzo el gavión y que quede en el alineamiento que se requiera - después de realizar ésto, la barra se hincará en el suelo o en otro gavión inferior según sea el caso, retirando la barra una vez llenado el gavión.

4.3.5 LLENADO DE LOS GAVIONES.

Se llenarán de la siguiente manera:

- Se colocará piedra de mayor tamaño en los lugares que colindan con los componentes del gavión y en la parte central del gavión se colocará piedra de menor tamaño para reducir las oquedades.

4.3.6. EL CERRADO DE LA TAPA.

Esta operación se efectuara con una pequeña palanca de 40 cm. de longitud (amarrador), maniobrando la cual de tramo en tramo cada 30 cm. y obligando a coincidir de esta manera en una sólo arista los bordes de los gaviones contiguos y forzando así el cierre de la tapa con el siguiente tendido:

-- TENDIDO T0. Para este tendido colocaremos 8 gaviones, de éstos 4 son de las siguientes dimensiones: 3.00x1.00x0.50 m. y los otros 4 restantes de 2.00x1.00x0.50 m. como se muestra en la fig. (4.3.1), llenaremos el gavión aproximadamente a la mitad y en ese punto colocaremos 4 tensores de alambre de calibre 15 para dar mayor fuerza a nuestra estructura ver fig. (4.3.2), a continuación se termina el relleno y se realiza el siguiente armado de gavión, teniéndose todo el tendido y unidos entre sí se irán cerrando las 8 tapas de la base de la presa. Fig. (4.3.3).

Fig. (4.3.1)

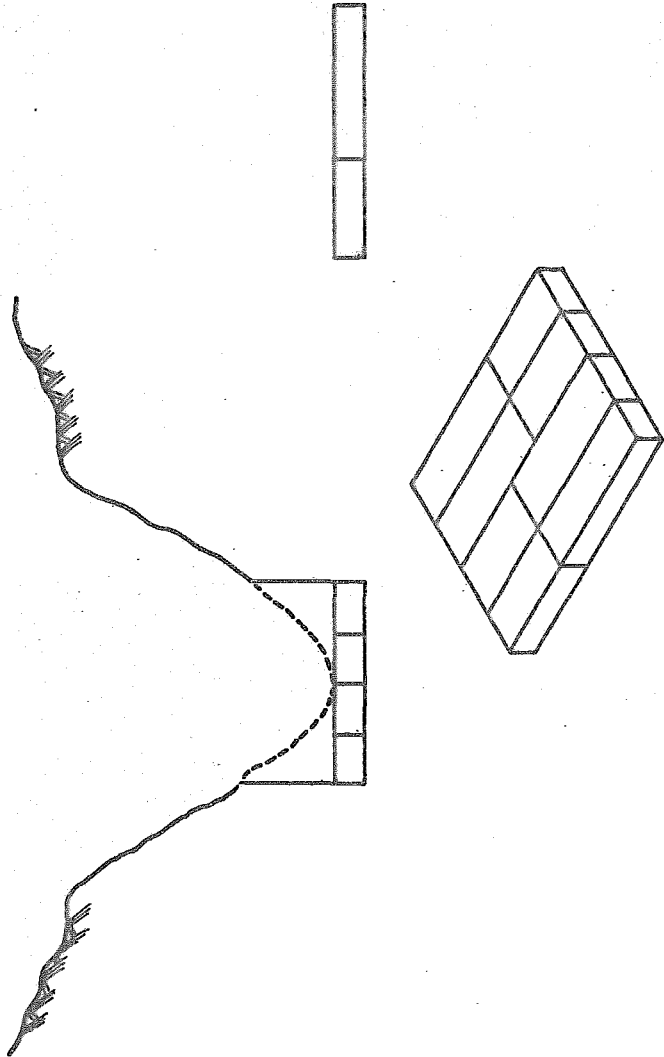


FIG. (4.3.2.)

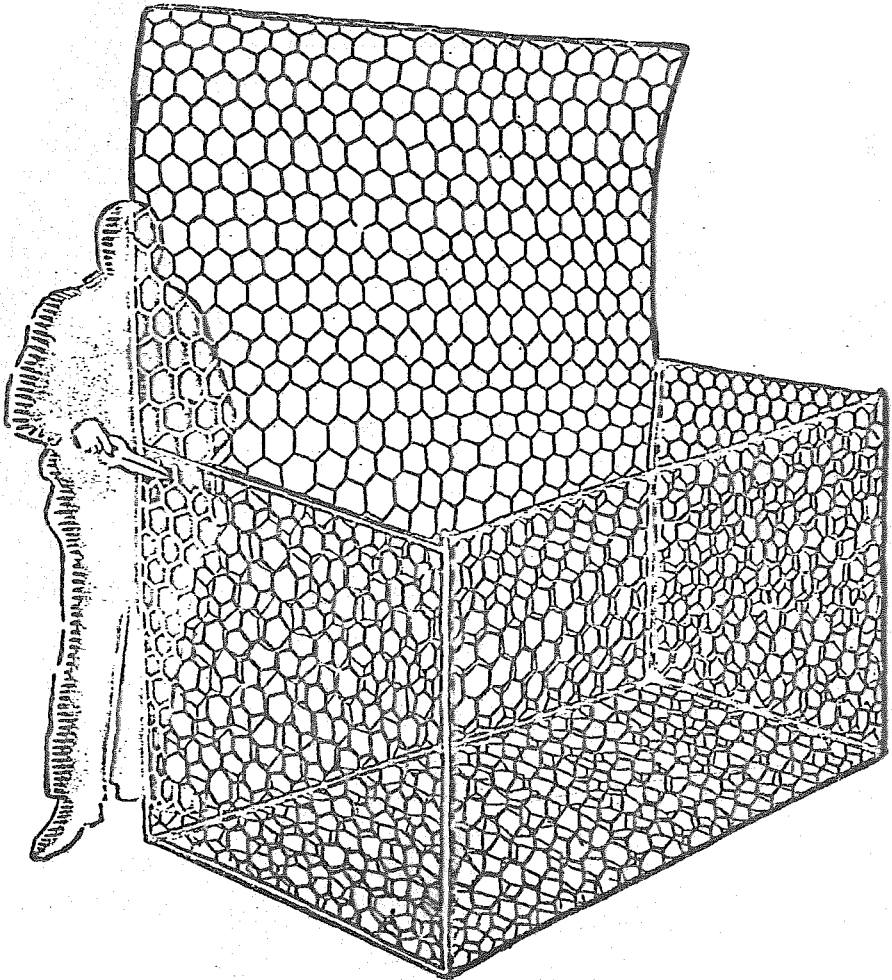
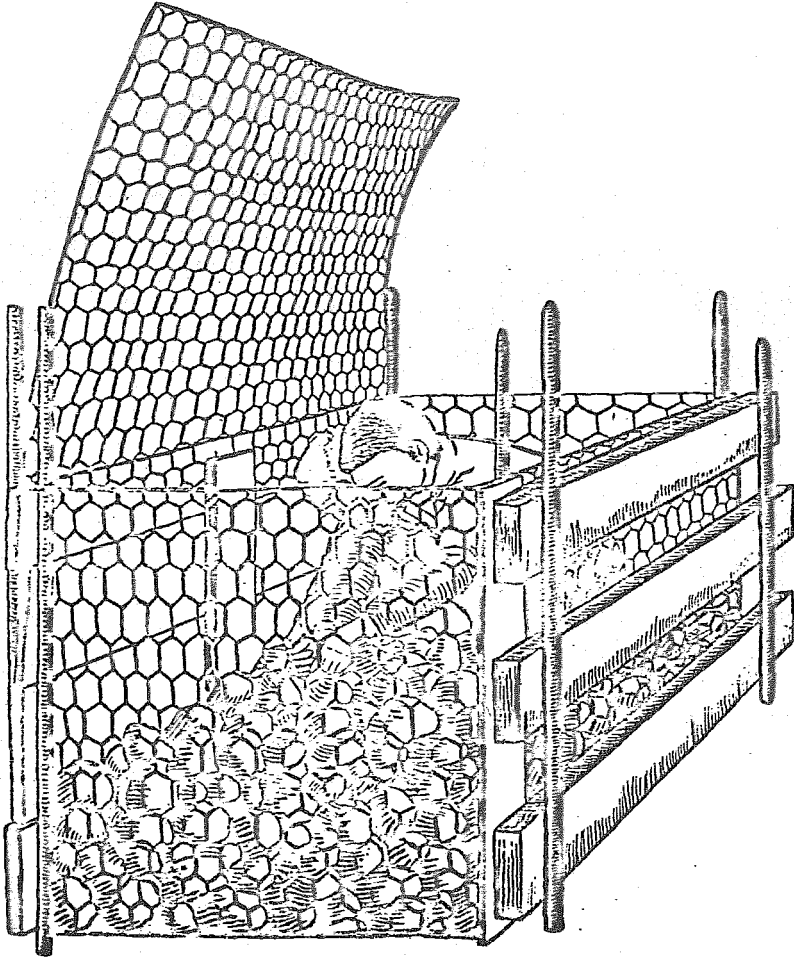


FIG. (4.3.3.)



-- TENDIDO T1. Utilizaremos en este tendido 6 gaviones, 3 de dimensiones 3.00x1.00x1.00 m y los otros 3 restantes de 2.00x1.00x1.00 m colocándolos como se muestra en la fig. (4.3.4) se unirán a las tapas del tendido T1, se repite el procedimiento de llenado del gavión, llenos éstos se cierran las cajas con alambre.

-- TENDIDO T2. Utilizaremos diez gaviones de las siguientes dimensiones: 7 de éstos de 1.50x1.00x1.00, 2 más de 2.00x1.00x1.00 m y uno de 3.00x1.00x1.00 m colocados como se muestra en la fig. (4.3.5)

-- TENDIDO T3. Utilizaremos 6 gaviones, 4 con dimensiones de 3.00x1.00x1.00m y 2 de 2.00x1.00x1.00 m colocados como se muestra en la figura (4.3.6) repitiendo la misma técnica de armado y relleno que en los anteriores tendidos.

-- TENDIDO T4. Se utilizarán 10 gaviones de 1.50x1.00x1.00 m colocándose como se muestra en la fig. (4.3.7), siguiendo el procedimiento mencionado.

-- TENDIDO TVD y TVI. Se utilizarán 4 gaviones, 2 para el TVI de $2.00 \times 1.00 \times 1.00$ m y para el TVD uno de $3.00 \times 1.00 \times 1.00$ m y otro de $1.50 \times 1.00 \times 1.00$ m, el dimensionamiento del vertedor en estos casos no es muy importante, puesto que la presa está diseñada para soportar el paso de la corriente sobre su corona.
Fig. (4.3.8)

Fig. (4.3.4.)

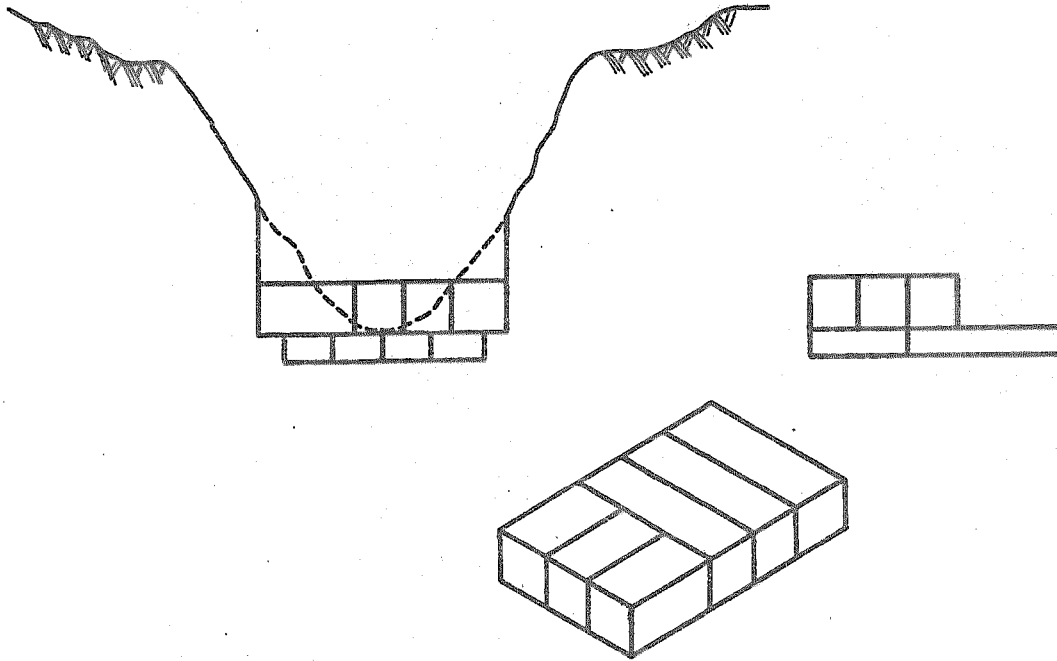


Fig. (4.3.5)

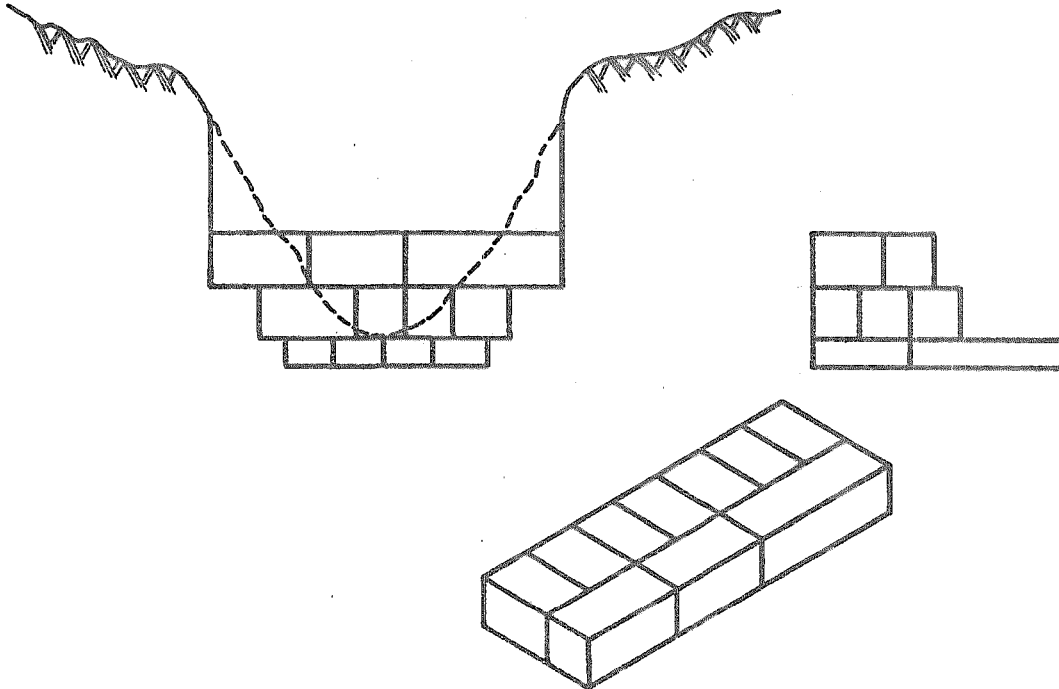


Fig. (4.3.6)

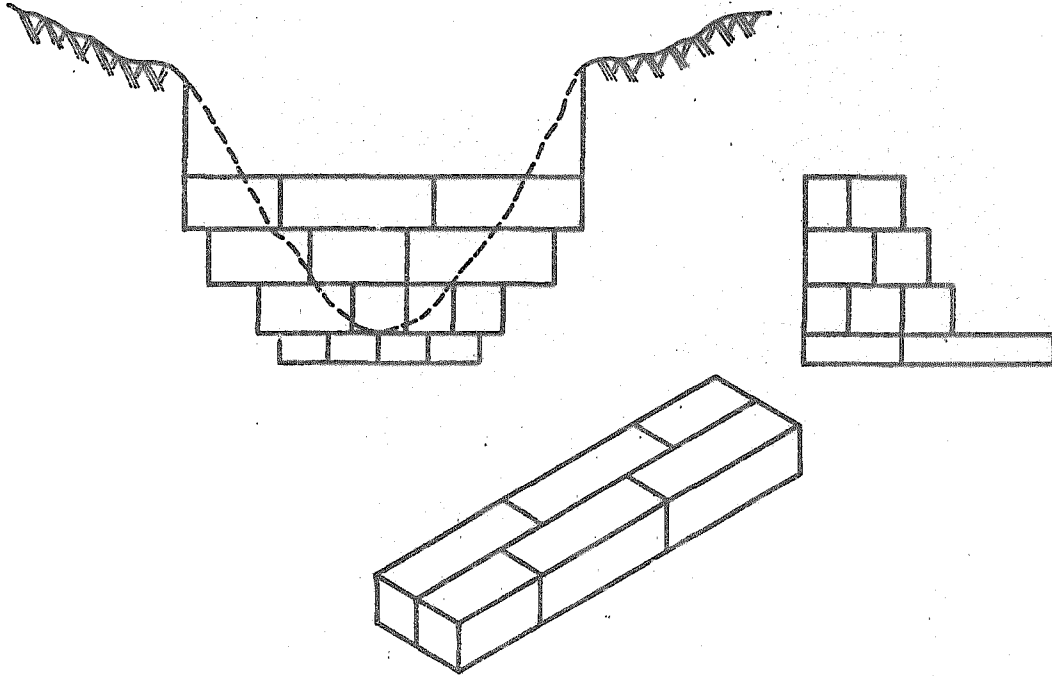


Fig. (4.3.7)

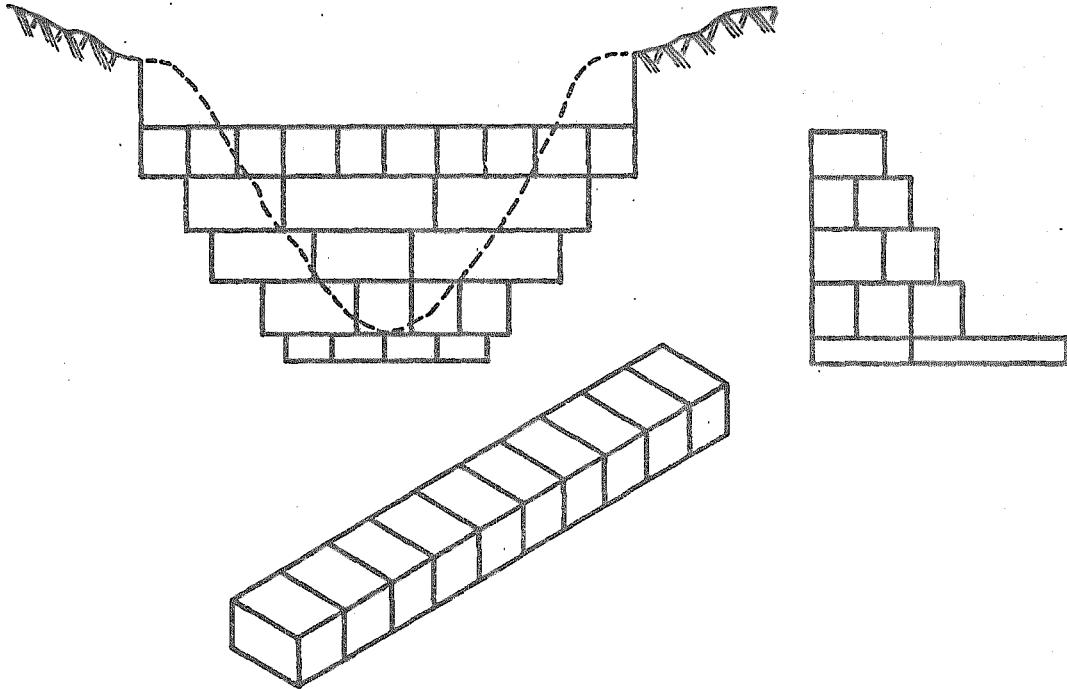


Fig. (4.3.8)

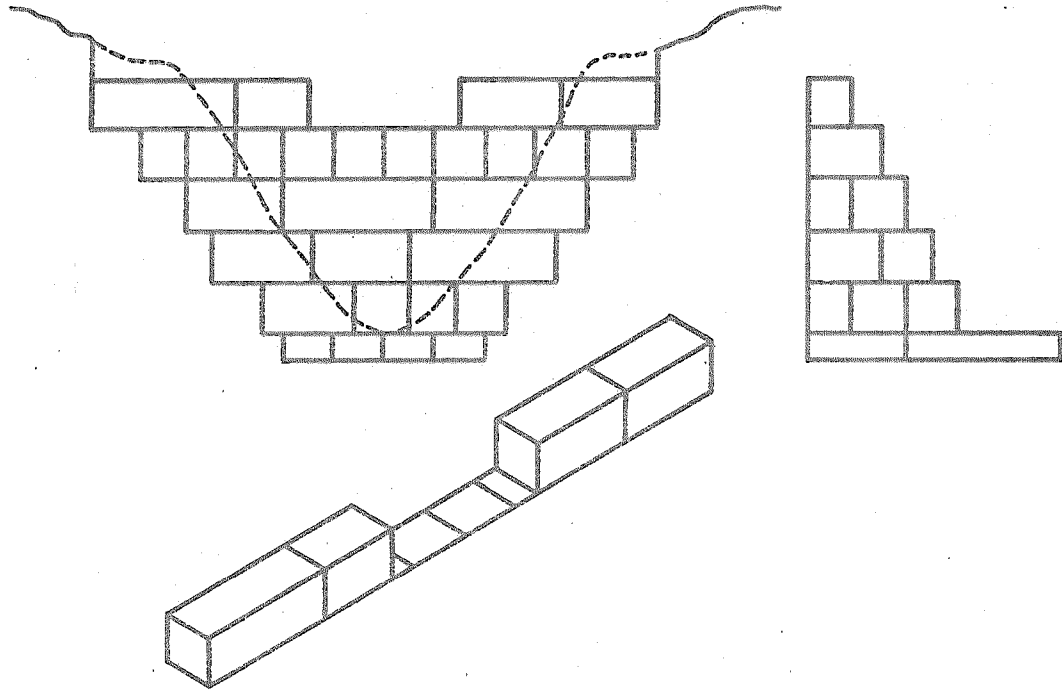


FIG (4.3.9.)



4.4.

COSTOS DIRECTOS Y VOLUMEN DE OBRA

Análisis del Salario Integral Anual

Días de Descanso por Ley

1° de Enero

21 de Marzo

1° de Mayo

5.17 días

16 de Septiembre

1° de Diciembre de c/6 años

25 de Diciembre

Días de Descanso por Costumbre

Jueves de Semana Santa

Viernes de Semana Santa

Sábado de Semana Santa

5 de Febrero

8 días

3 de Mayo

1° de Noviembre

2 de Noviembre

20 de Noviembre

Días de descanso por lluvias = 3 días

Domingos = 52

Total de días de descanso anual = 68.17

Días trabajados al Año: $365 - 68.17 = 296.83$

Días pagados en el Año: 365 de salario

+ 1.5, 25% = 6 días vacac.

15 Aguinaldo

381.5 Pagados al año.

Factor de trabajo: (días pagados al año/días trabajados al año)

Factor de trabajo = $381.5/296.83 = 1.2852$

Más los Impuestos por Ley

Seguro Social 19.69 %

Guarderías 1.0 %

Educación 1.0 %

Infonavit 5.0 %

Factor de trabajo total: factor de trabajo por días de descanso + impuesto por Ley = 1.5521

Salarios integrados peon : $337.25 \times 1.5521 = \$ 523.45$

oficial: $481.95 \times 1.5521 = \$ 748.05$

En este caso no calcularemos los precios unitarios con los costos indirectos ni salario integrado; utilizaremos para este cálculo los salarios líquidos de enero de 1982 y -

los desglosaremos de la siguiente manera:

Trazo y nivelación de la presa de gaviones en la boquilla, desarrollo para personal no especializado, rendimiento 15 m²/jornal.

CONCEPTO	REND.	UNIDAD	SALARIO NOMINAL	COSTO
2 peones	0.067	jornal	337.25	42.20
oficial	0.034	jornal	481.95	16.40
maestro	15	%	61.60	9.25
herramienta	3	%	61.60	<u>1.85</u>
				\$ 72.70

Excavación para desplante y empotramiento de la presa de gaviones, incluyendo el acarreo del material a 10 m. máximo de la obra, afine de fondo y talud, en material Tipo II - tepetate con grava, realizando la excavación con pala y pico, - rendimiento 2.5 m³/jornal.

CONCEPTO	REND.	UNIDAD	SALARIO NOMINAL	COSTO
4 peones	0.4	jornal	337.25	539.60
oficial	0.2	jornal	481.95	96.40
maestro	15	%	636.07	95.40
herramienta	3	%	636.07	<u>19.10</u>
				\$ 750.50

Armado de gaviones de diferentes medidas en el sitio de la obra.

CONCEPTO	REND.	UNIDAD	SALARIO NOMINAL	COSTO
Oficial	0.042	jornal	337.25	14.17
maestro	15	%	14.17	2.13
herramienta	3	%	14.17	0.50
				<u>16.80</u>
				\$ 16.80

Colocación de gaviones en obra, alineado y cosido -- con los gaviones vecinos, rendimiento 12 m³/jornal.

CONCEPTO	REND.	UNIDAD	SALARIO NOMINAL	COSTO
2 peones	0.084	jornal	337.25	28.35
oficial	0.042	jornal	481.95	20.25
maestro	15	%	48.60	7.30
herramienta	3	%	48.60	1.45
				<u>57.35</u>
				\$ 57.35

Obtención de piedra de pepena (10 cm ϕ 30 cm) y acarreo en carretilla con un radio no mayor a 160 m., incluye carga, acarreo y depósito en obra, rendimiento 7 m³/jornal.

CONCEPTO	REND.	UNIDAD	SALARIO NOMINAL	COSTO
4 peones	0.14	jornal	337.25	188.85
oficial	0.07	jornal	481.95	33.75
maestro	15	%	222.60	33.39
herramienta	3	%	222.60	6.71
				\$ 262.70

Llenado y cierre de gaviones con el material de relleno en la obra; rendimiento $5 \text{ m}^3/\text{jornal}$.

CONCEPTO	REND.	UNIDAD	SALARIO NOMINAL	COSTO
4 peones	0.2	jornal	337.25	269.80
oficial	0.1	jornal	481.95	48.20
maestro	15	%	318.00	47.70
herramienta	3	%	318.00	9.60
				\$ 375.30

Cálculo del volumen real de la obra.

Volumen del cuerpo de la obra : 82.00 m^3

Coef. de abundamiento en piedra : 0.5

Volumen real = Vol. C.P. + (vol. c.p. X coef. abun)

Volumen real = $82.00 \text{ m}^3 + (82.00 \times 0.5) = 123.00 \text{ m}^3$

VOLUMEN DE EXCAVACION

TENDIDO	VOL. DE EXC. (m ³)	PRECIO/ m ³ (\$ 750.50)
TVI	2.30	1,726.15
TVD	1.70	1,275.85
T4	3.50	2,626.75
T3	4.50	3,377.25
T2	6.40	4,803.20
T1	8.20	6,154.10
T0	13.40	<u>10,056.70</u>
TOTAL	40.00	\$ 30,020.00

Se utilizaron 44 gaviones de diferentes medidas:

- 4 de 3.00 X 1.00 X 0.50 m.
- 4 de 2.00 X 1.00 X 0.50 m.
- 9 de 3.00 X 1.00 X 1.00 m.
- 9 de 2.00 X 1.00 X 1.00 m.
- 18 de 1.50 X 1.00 X 1.00 m.

COSTO DE LA OBRA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO
Trazo y nivelacion	m ²	45.00	\$ 72.70	\$ 3,271.50
Gaviones (sum.)	Kg	677.30	\$ 57.40	\$ 38,877.00
Alambre (sum)	Kg	123.00	\$ 43.60	\$ 5,362.80
Piedra (pepena)	m ³	123.00	\$ 262.70	\$ 32,312.10
Armado	m ³	82.00	\$ 16.80	\$ 1,377.60
Excavación	m ³	40.00	\$ 750.50	\$ 30,020.00
Colocación	m ³	82.00	\$ 57.35	\$ 4,702.70
Llenado y Cierre	m ³	82.00	\$ 375.30	\$ 30,774.60
T O T A L :				\$ 146,698.30

4.5 PROGRAMA DE OBRA

Para este inciso utilizaremos una brigada compuesta - de: 1 maestro, 1 oficial y 4 peones.

- El primer día realizaremos el trazo de nivelación uti-
lizando al oficial y dos peones. Así también transportaremos -
los gaviones y el alambre a lomo de bestia de la estación del -
ferrocarril más próxima a la obra y esto lo harán el maestro y -
dos peones para que carguen a los animales y los dirijan a la -
obra.

- El segundo y tercer día, los cuatro peones efectuarán la pepena de la piedra en su primera etapa, recolectando 56 m³, el maestro y el oficial de obra, realizarán el armado de los 82 m³ de los gaviones de la obra.

- Del cuarto al séptimo día se realizará la segunda etapa de la pepena de piedra con un oficial y dos peones, recolectando los 67 m³ restantes, así también se iniciará la primera etapa de excavación, con el maestro y los otros dos peones, realizando un volumen de excavación de 25 m³.



- El octavo día se realizará la segunda etapa de excavación con todo el personal de la brigada, terminando los 15 m³ de excavación restante.

- Del noveno al onceavo día se realizará la colocación, llenado y cerrado de los gaviones simultáneamente, con la mitad de la brigada para cada concepto, terminando la colocación y la primera etapa de llenado y cierre.

- El doceavo y treceavo día se realizará la segunda etapa de llenado y cierre por toda la brigada, terminando así, la construcción de la presa de gaviones.

DIAGRAMA DE BARRAS

CONCEPTO	PERSONAL	RENDI- MIENTO	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14													
			[Gantt chart scale]													
TRAZO Y NIVELACION	OFICIAL Y 2 PEONES	15m ³ /JOR.	[Bar from 0 to 1.5, 1st stage]													
GAVIONES Y ALAMBRE	MAESTRO Y 2 PEONES	32.8m ³ /JOR.	[Bar from 0 to 1.5, 2nd stage]													
PIEDRA (PEPENA)	4 PEONES	7m ³ /JOR	[Bar from 1.5 to 7.5, 2nd stage]													
	1 OFICIAL Y 2 PEONES		[Bar from 1.5 to 7.5, 1st stage]													
ARMADO	OFICIAL Y MAESTRO	24m ³ /JOR.	[Bar from 1.5 to 3.5, 2nd stage]													
EXCAVACION	MAESTRO Y DOS PEONES	2.5m ³ /JOR.	[Bar from 3.5 to 6.5, 2nd stage]													
	MAESTRO, OFICIAL Y 4 PEONES		[Bar from 3.5 to 6.5, 1st stage]													
COLOCACION	OFICIAL Y 2 PEONES	12m ³ /JOR	[Bar from 8.5 to 10.5, 2nd stage]													
LLENADO Y CIERRE	MAESTRO Y 2 PEONES	5m ³ /JOR.	[Bar from 10.5 to 14.5, 2nd stage]													
	MAESTRO, OFICIAL Y 4 PEONES		[Bar from 10.5 to 14.5, 1st stage]													

 1^a ETAPA
 2^a ETAPA

CAPITULO V

BANCOS DE MATERIALES

5.1 BANCOS DE MATERIALES.

La ubicación de los bancos para obtener el material (piedra) en este caso, necesaria para la construcción de las presas filtrantes, deberá cumplir con las especificaciones - propuestas, en cuanto a su calidad, granulometría, sanidad, resistencia, etc., si por alguna razón no son aceptados los bancos que se propongan, será necesario extraer los materiales de otros que si cumplan con las condiciones.

La explotación de bancos "a cielo abierto", este término se aplica para designar cualquier excavación al descubierto hecha para obtener material óptimo.

Para la explotación de un banco es necesario hacer investigaciones, si éste tiene el suficiente material que satisfaga las necesidades de nuestra obra. En este caso los bancos de materiales serán los propios cauces y tomando en cuenta que en nuestro cauce no existiera el volumen necesario de piedra, pudiéramos recurrir a las obras que estén cercanas para solicitarles, de ser posible, nos proporcionen el material necesario.

ACARREO. La obra deberá estar tan cerca del banco como sea posible, para reducir el costo de acarreo, el aca--

rreo incluye el movimiento del material desde el banco hasta la obra dependiendo de las condiciones del material o directamente del banco a nuestra obra.

5.2 ESPECIFICACIONES.

GRANULOMETRIA. Esta deberá tener un diámetro no menor de 8 cm., para la colocación en los elementos formadores del gavión (tapa, base, cabezas y caras laterales). En el cuerpo interior se pueden utilizar piedras de menor tamaño, hasta gravas, si el material es obtenido de otro tipo de banco, su granulometría máxima deberá ser de 20 cm..

MATERIAL. Cantos rodados de piedra ignea con la sedimentación provocada por el paso de la corriente eliminando las piedras calizas.

5.3 EXTRACCION DE UN BANCO DE MATERIAL POR MEDIO DE -- EXPLOSIVOS.

La extracción consiste en separar un fragmento de roca de un banco o corte reducido al tamaño adecuado para el uso a que se destine.

Para trituración: El tamaño limitado por la abertura de la quebradora primaria.

Para enrocamiento. El tamaño limitado por proyecto especificaciones y por el equipo de carga y acarreo o por la capacidad de los tractores.

EXPLOSIVOS.

Definición: Por explosivos se entienden aquellas substancias de poca estabilidad química, que son capaces al incendiarse o detonar, de producir una gran cantidad de energía, la que producirá una explosión si esta está confinada, se aprovecha para separar la roca del banco (tronada).

FUERZA: Se entiende a la energía o potencia del explosivo; energía que a su vez determina el empuje o fuerza que desarrolla y por lo consiguiente el trabajo que es capaz de hacer.

VELOCIDAD: Es la rapidez expresada en metros sobre segundo con que se propaga la onda de detonación a lo largo de una columna de explosivos. Algunos explosivos violentos detonan mucho más rápidamente que otros cuando mayor es la rapidez de explosión, mayor suele ser el efecto, depende también hasta cierto punto de la fuerza y de la densidad.

DENSIDAD: De una dinamita se expresa en la forma y cantidad de dinamita nitrogliserina.

ACCESORIOS PARA VOLADURAS: Son productos o dispositivos empleados para cebar cargas explosivas, suministrar o transmitir una llama que inicie una explosión, o llevar una onda detonadora de un punto a otro o carga explosiva a otra.

MECHAS DETONANTES.

a) Mecha para Minas. Consiste en un núcleo de pólvora negra especial envuelta con varias cubiertas de hilaza o cintas y sustancias impermeables. Su objeto de hacer estallar al fulminante, por lo tanto debe arder en una forma contínua y uniforme la velocidad de ignición oscila entre 125 y 131 segundos por metro.

b) Ignitacord. Es un artefacto para encender mechas, tiene la apariencia de un cable de diámetro muy pequeño y arde progresivamente con una flama exterior corta y muy caliente que permite encender una serie de mechas de rotación, con la ventaja de que el tiempo necesario para que una persona inicie el encendido de la serie, es el mismo que se necesitará para encender una sola mecha.

Se surte en tres velocidades de combustión de 26 a 33 segundos por metro; de 52 a 65 segundos por metro y de 13 a 16 segundos por metro.

c) Primacord. Este producto es un cordón detonante -

que contiene un núcleo de trinitrato de pentaeritrilo (niperita) dentro de una envoltura impermeable reforzada con cubiertas que la protegen, tiene una velocidad de detonación muy alta de 6,400 metros por segundo, la fuerza con que estallará es suficiente para hacer detonar los explosivos violentos continuos dentro de un barreno, de modo que si se conecta al primer cartucho que se coloque en el barreno, actúa como agente iniciador a todo lo largo de la carga explosiva. El primacord se usa principalmente para disparos múltiples de barrenos grandes en la superficie, ya sean verticales y horizontales es limitado el número de barrenos que pueden dispararse en esta forma.

D E T O N A N T E S .

a) FULMINANTES.- Son tubos o casquillos cerrados en un extremo y que contienen una carga de explosivos de gran sensibilidad.

Estan hechos para detonar con las chispas del tren de fuego de la mecha para minas.

b) ESTOPINES ELECTRICOS.- Son fulminantes elaborados de tal manera que pueden iniciarse simultáneamente varias cargas de explosivos de gran potencia. Los estopines eléctricos tienen una carga básica de un explosivo de alta velocidad, una carga como cebo y una carga de ignición suelta o de tipo píllofa.

El dispositivo para la detonación con electricidad consiste en dos alambres con aislamiento de plástico, con un tapón de hule que mantiene los alambres en su lugar y un puente de alambre anticorrosivo de diámetro pequeño que une las terminales de los alambres debajo del tapón cuando se aplica la corriente eléctrica.

El puente se pone incandescente y detona el estopín. Estos llevan un alambre con aislamiento color rojo y el otro amarillo, estos colores distintos son de gran ayuda al hacer las conexiones.

c) ESTOPINES ELECTRICOS DE TIEMPO.- Estos son seme-

jantes a los antes mencionados con la diferencia que llevan en-
elemento de retardo colocado entre el puente de alambre y las -
cargas de detonación.

Existen dos tipos diferentes de estopines de tiempo,
los regulares Mark V y los estopines eléctricos de tiempo "MS".
La diferencia estriba particularmente en la duración del inter-
valo de retardo entre períodos consecutivos de serie.

MAQUINAS EXPLOSORAS.- Estas máquinas suministran la
corriente necesaria para disparos eléctricos. Hay dos tipos de
máquinas explosoras:

- a) Descarga de Condensador
- b) Descarga de Generador

Cálculo del costo horario de la maquinaria que se utilizará en la explotación de un banco de roca por medio de explosivos.

Cargador Frontal 955 - L 2 yd³

Vida económica :	5 años
Horas por año :	2 000
Motor :	Diesel
Potencia :	130 Hp
Capacidad carter :	19 lts.
Valor de adquisición :	\$ 11'479,500.00
20 % valor de rescate :	\$ 2'295,900.00
Valor a depreciar (V. D.) :	\$ 9'183,600.00

I.- Cargos Fijos (C.F.).

a) Depreciación	20%
b) Intereses	8%
c) Seguros	1.5%
d) Almacenaje	2%
e) Mantenimiento mayor y menor	15%
	<hr/>
	46.5%

$$C.F. = \frac{(V.D.) \times \% C.F.}{Hr. Anual} = \frac{9'183,600 \times 0.465}{2\ 000} = 2,135.20$$

II.- Consumos

	Hp Motor	X	Factor	=	Cons. Lts	Costo/Lt
Diesel	130	X	0.1514	=	19.70	\$ 4.00
						Costo \$ 78.70 hr.

Lubricantes

$$\text{Cambio} = \frac{\text{capacidad carter litros}}{\text{No. de Horas entre cambios}}$$

$$\text{Cambio} = 19 / 100 \text{ Hr} = 0.19$$

$$\text{Costo} = 0.19 \times 70.00 = \$ 13.30$$

Consumo aceite motor

$$\text{factor} \times \text{cons. comb.} \times \text{costo aceite}$$

$$0.0095 \times 19.70 \times 70.00 = \$ 13.10$$

Consumo Llantas

$$\text{Valor de adquisición/horas vida}$$

$$\text{Costo} = 50,000.00 / 2,000 = \$ 25.00 \text{ Hr.}$$

Suma de Consumos

Diesel	78.70
Cambio aceite	13.30
Consumo aceite	13.10
Liantas	<u>25.00</u>
	130.10

III.- Salaries

Personal	Salario diario	% Seg. Soc.	Total
Perador	\$ 505.00	1.2077	\$ 609.90
Ayudante	\$ 337.25	1,2077	\$ 407.30

Salario Nominal \$ 1,017.20 / Dfa

$$\text{Costo} = \frac{\text{Salario nominal/dfa} \times 381.50 \text{ dfa/año}}{\text{Horas/Anuales}}$$

$$= \frac{1,017.20/\text{dfa} \times 381.50 \text{ días/año}}{2000 \text{ horas/año}} = \$ 194.05$$

R E S U M E N

I .- Cargos Fijos	\$ 2,135.20
II .- Consumos	\$ 130.10
III.- Salarios	\$ 194.05
Suma Cargos Directos	\$ 2,459.35
35 % Indirectos	\$ 860.80
T O T A L	\$ 3,320.15 Hr

CAMION F - 600 (VOLTEO)

Vida económica	5 años
Horas por año	2000
Motor	Gasolina
Potencia	200 Hp
Capacidad carter	6.6
Valor de adquisición	\$ 1'275,000.00
20 % valor de rescate	\$ 225,000.00
Valor a depreciar (V. D.)	\$ 1'020,000.00

I.- Cargos fijos

a) Depreciación	20 %
b) Intereses	8 %
c) Seguros	1.5 %
d) Almacenaje	2 %
e) Mant. mayor o menor	<u>15 %</u>
S U M A	46.5 %

$$C. F. = \frac{(V. D.) \times \% C.F.}{Hr. Anual} = \frac{1'020,000.00 \times 0.465}{2,000} = \$ 237.15$$

II.- Consumos

	Hp Motor	X	Factor	=	Cóns Lts	Costo/lts
Gasolina	200	X	0.2271	=	45.42	\$ 10.00
					Costo \$	454.20

Lubricantes

$$\text{cambio} = \frac{\text{Cap. Carter Lts}}{\text{Nó. Hr. entre cambios}}$$

$$\text{cambio} = \frac{6.6}{100 \text{ Hr}} = 0.066$$

$$\text{costo} = 0.066 \times 45.00 = 2.97 \text{ hr.}$$

Consumo aceite motor

$$\begin{aligned} &\text{factor} \times \text{cons. comb.} \times \text{costo aceite} \\ &0.00075 \times 45.45 \times 45.00 \\ &\text{Costo } \$ 1.55 \text{ Hr} \end{aligned}$$

$$\text{Consumo Llantas} = \frac{\text{Valor de Adq.}}{\text{horas vida}} = \frac{56,000.00}{2,000.00} = \$.28.00$$

Suma consumos

Gasolina	454.20
Cambio aceite	2.95
Consumo aceite	1.55
Llantas	<u>28.00</u>
TOTAL	\$ 486.70

III.- Salarios

Personal	Sal. diario	% Seg. Sec.	Total
operador	490.00	1.2077	591.80
ayudante	337.25	1.2077	407.30

Salario Nominal \$ 999.10/día

Costo = $\frac{\text{Salario nominal/día} \times 381.50 \text{ días/año}}{\text{Horas anuales}}$

$$= \frac{999.10/\text{día} \times 381.50 \text{ días/año}}{2,000 \text{ Horas/año}} = 190.60$$

R E S U M E N

I .- Cargos fijos	237.15
II .- Consumos	486.70
III .- Salarios	190.60
Suma Cargos Directos	<u>914.45</u>
35 % Indirectos	<u>320.05</u>
T O T A L	1,234.50

Perforadora marca GARDNER- DENVER S - 580 B 7/8

I.- Cargos fijos

Renta equipo 200 Hr/mes = \$ 10,320.00

Cargo fijo hora = \$ 51.60

II.- Salarios

Personal	Sal. diario	% Seg. Sec.	Total
operador	362.25	1.2077	\$ 437.50

Salario nominal \$ 437.50

Costo horario $\frac{437.50/\text{día} \times 381.50 \text{ día/año}}{2,000 \text{ horas/año}} = \$ 83.45$

R E S U M E N

I. .- Cargos fijos	51.60
II .- Salarios	<u>83.45</u>
Suma Cargos Directos	135.05
35 % Indirectos	<u>47.25</u>
T O T A L	\$ 182.30

Compresor INGERSOLL - RAND DR 600

Vida económica	5 años
Motor	Diesel
Potencia	250 Hp
Capacidad Carter	26 Lts.

I .- Cargos fijos

Renta del equipo 200 hr/mes = \$ 160,000.00

Cargo fijo hora \$ 800.00

II.- Consumos

Diesel 250 X 0.1514 X 4.00 = \$ 151.40 hr

Lubricantes

Aceite cambio = $\frac{26 \times 70}{100}$ = \$ 18.20 Hr

Consumo = 250 X 0.1514 X 0.0095 X 4.00 \$ 1.45 hr

Suma de Consumos

Diesel \$ 151.40

Aceite 18.20

Aceite consumo 1.45

\$ 171.05

III.- Salarios

Personal	Sal. diario	% Seg. Soc.	Total
operador	\$ 364.50	1.2077	440.20

Salario nominal

$$\text{Costo horario} = \frac{440.20/\text{día} \times 381.50 \text{ día/mes}}{2,000 \text{ hr/año}} = \$ 83.95$$

R E S U M E N

I .- Cargos fijos	\$ 151.40
II .- Consumos	171.05
III.- Salarios	<u>83.95</u>
Suma cargos directos	406.40
35 % Indirectos	<u>142.25</u>
T O T A L	\$ 548.65

Cálculo del costo directo de un m³ en un banco de -
préstamo con altura máxima de 20 m. con un acarreo máximo 1 Km.

- Barrenación

Perforadora S - 580

Costo horario \$ 182.20

$$\text{Cargo} = \frac{\text{Costo horario} \times \text{capacidad nominal compresor}}{\text{eficiencia} \times \text{rendimiento horario}}$$

$$\text{Cargo} = \frac{182.20/\text{hr} \times 0.59 \text{ m/m}^3}{0.75 \times 6.50 \text{ m/hr}} = \$ 22.05$$

- Compresora

Compresor ingersoll - rand DR - 600

Costo horario \$ 548.65

$$\text{Cargo} = \frac{\text{Costo horario} \times \text{consumo aire} \times \text{cp. nominal de com.}}{\text{eficiencia} \times \text{potencia} \times \text{rendimiento horario}}$$

$$\text{Cargo} = \frac{548.65/\text{hr} \times 112 \times 0.59 \text{ m/m}^3}{0.75 \times 600 \text{ Hp} \times 6.5 \text{ m/hr}} = \$ 12.40/\text{m}^3$$

- Brocas y Acero de Barrenación

$$\text{Costo/Barrena} = \$ 12,926.25$$

$$\text{Carga} = \frac{\text{costo horario} \times \text{cap. nominal de comp.} \times \text{indirecto}}{\text{Rendimiento}}$$

$$\text{Carga} = \frac{12,926.25 / \text{barrena} \times 0.59 \times 1.35}{400 \text{ m/barrena}} = 26.35$$

$$\text{Broca } 100 \% \quad \text{Carga} = \$ 26.35/\text{m}^3$$

Afilación y mantenimiento 30 %

$$\text{Carga} = \$ 7.90/\text{m}^3$$

- Explosivos y artificios

$$\text{Explosivos costo} = \$ 26.25/\text{Kg}$$

$$\text{Carga} = \$ 26.25 \times 0.3 \text{ Kg}/\text{m}^3 = \$ 7.85$$

Artificios

$$\text{Éstopin} = \$ 123.75 \text{ c/u}$$

$$\text{Carga} = \$ 123.75 \times 1.10 \text{ (por manejo)} = 136.25/\text{barreno}$$

más el 15 % concepto de alambre de conexión y conducción

$$\$ 20.45/\text{Barreno.}$$

$$\text{T O T A L } 136.15 + 20.45 = \$ 156.60/\text{Barreno}$$

$$\text{Si la profundidad} + 2.0 = \text{Carga} = \frac{156.60}{4.05 \text{ m}^3/\text{barreno}} = 38.65$$

Carga y Acarreo

Cargador frontal 955 - L Rend. = 160 m³/hr

$$\text{Carga} = \frac{\$ 3,320.25/\text{hr}}{160 \text{ m}^3/\text{hr}} = 20.75/\text{m}^3$$

Camión F - 600 Rend. = 35 m³/hr

$$\text{Carga} = \frac{\$ 1,234.50/\text{hr}}{35 \text{ m}^3/\text{hr}} = 32.30/\text{m}^3$$

R E S U M E N

Perforación	\$ 22.05
Compresoras	\$ 12.40
Brocas y acero de barrenacion	\$ 26.35
Afilacion	\$ 7.90
Explosivos	\$ 7.80
Artificios	\$ 38.65
Carga	\$ 20.75
Transporte, 1Km.	\$ 32.30
25% afine y moneo	\$ 42.05
T O T A L	<u>243.90/m³</u>

La segunda alternativa utilizando a explosivo para ataque de banco.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO
Trazo y nivelación	M ²	45.00	\$ 72.70	\$ 3,271.50
Gaviones (Sum).	Kg.	677.30	\$ 57.40	\$ 38,877.00
Alambre (Sum).	Kg.	123.00	\$ 43.60	\$ 5,362.80
Piedra (Banco)	M ³	123.00	\$243.90	\$ 29,999.70
Armado	M ³	82.00	\$ 16.80	\$ 1,377.60
Excavación	M ³	40.00	\$750.50	\$ 30,020.00
Colocación	M ³	82.00	\$ 57.35	\$ 4,702.70
Llenado y cierre	M ³	82.00	\$375.30	\$ 30,774.60
T O T A L				\$144,385.90

Esta alternativa no es justificada, porque, el volumen de extracción es pequeño y con el equipo antes mencionado en poco tiempo se realizaría la explotación del banco, el equipo se alquila por un tiempo mínimo de un mes, en base a esto se hace el análisis de costos, con esta alternativa se necesitaría emplear mano de obra especializada. Cuando se realice una beteria de este tipo de presas si es aceptable este método de extracción de banco de materiales por medio de explosivo, ya que se reduce el tiempo para obtener la piedra.

CAPITULO VI

LAS OBRAS REALIZADAS CON GAVIONES Y CONCLUSIONES

6.1 LAS OBRAS REALIZADAS CON GAVIONES.

Son diversas y económicas, se tienen aplicaciones en las distintas ramas de la ingeniería, como podemos ver en las figuras de este capítulo.

En encauzamiento de ríos la utilización de gaviones metálicos en las obras de previsión son de gran ayuda, tanto por la rapidez de su colocación ya que así lo requiere en situaciones de emergencia, como en condiciones normales.

En las protecciones de las márgenes de los ríos nos ayudarán como defensa contra la erosión causada por la acción continua de la corriente en sitios en los cuales se presenta una erosión más fuerte y se podrá utilizar la coraza Biachini, la cual está constituida por un tramo continuo de malla metálica de triple torsión, a la cual van cosidos tramos de malla a modo de bolsas colocadas en una forma continua recubriendo por completo la primera tela, la parte superior se cose una vez efectuado el relleno de piedra.

Se recomienda clavar estacas entre trecho y trecho a través de la malla para fijar la coraza al terreno y evitar así su deslizamiento. Fig. (6.1.1)

El espesor de la bolsa es de 15 cm. una vez rellenas, con una altura de 1.00 m, un ancho de 2.00 m, la longitud de la coraza se determina por la altura de la margen o talud. A cubrir, fig. (6.1.2), formando una especie de cortina o colchón metálico flexible en los bordos de protección en zonas en las cuales los desbordamientos de los ríos se producen con frecuencia, debido a las avenidas y éstas generan inundaciones, es recomendable utilizar los gaviones metálicos como diques de protección ya que éstos al ser instalados pueden quedar como obra definitiva, es decir, con el paso del tiempo al ser captados los materiales de azolve, se nos formarán capas de material arenoso, las cuales formarán con el gavión metálico un compacto sólido que puede ser segmentado con mortero.

Asimismo, para cuando se trate del encauzamiento de un río, se utilizarán las mismas ventajas antes mencionadas. Fig. (6.1.3)

Los espigones constituyen un obstáculo al escurrimiento del agua provocando un cambio de dirección de las líneas de corriente y en su vecindad el depósito de material de arrastre o erosionado, ganando el terreno perdido por el poder erosivo. Fig. (6.1.4.).

Cuando por razones de acomodamiento del terreno y debido a la flexibilidad del gavión, éste adoptará la configuración del terreno. Fig. (6.1.5.).

FIG. (6.1.1.)

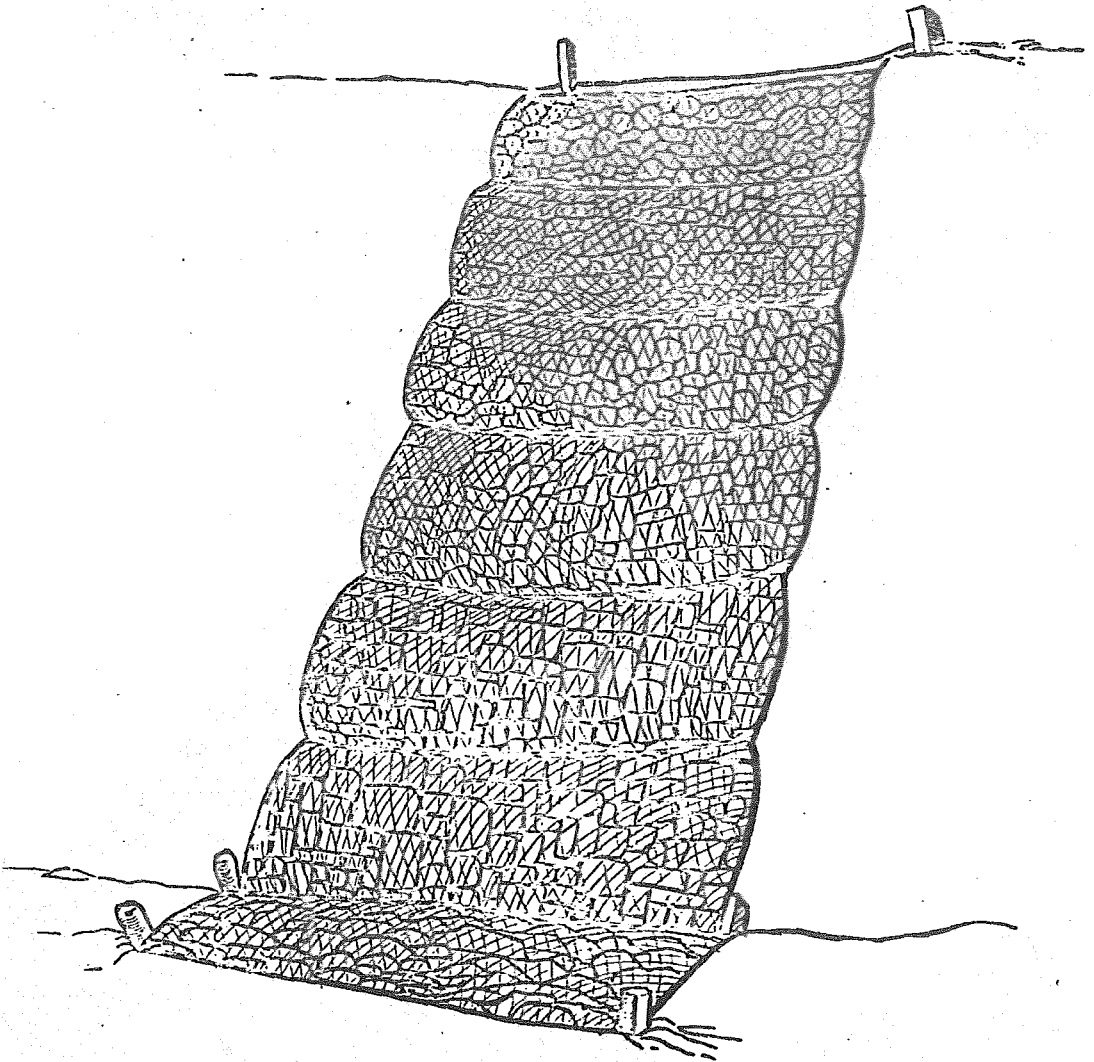
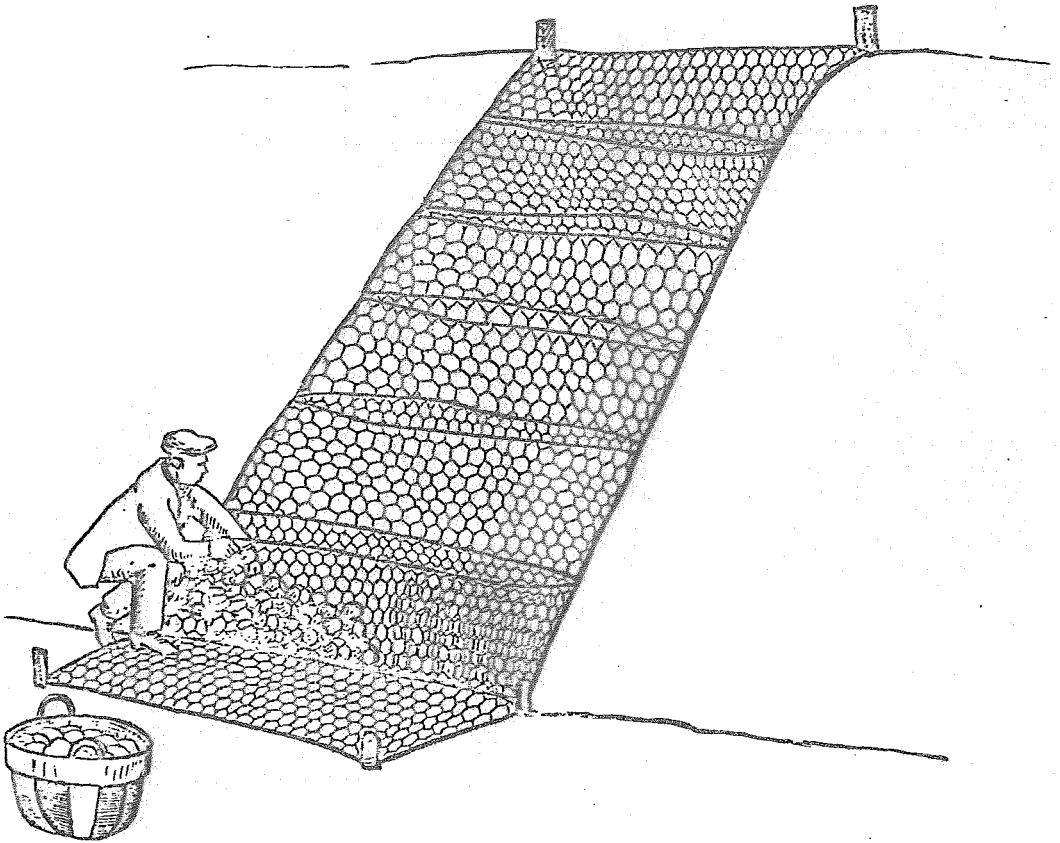


FIG. (6.1.2.)



PROTECCION DE MARGENES CONTRA LA EROSION,
POR MEDIO DE LA CORAZA BIANCHINI

FIG. (6.1.3.)

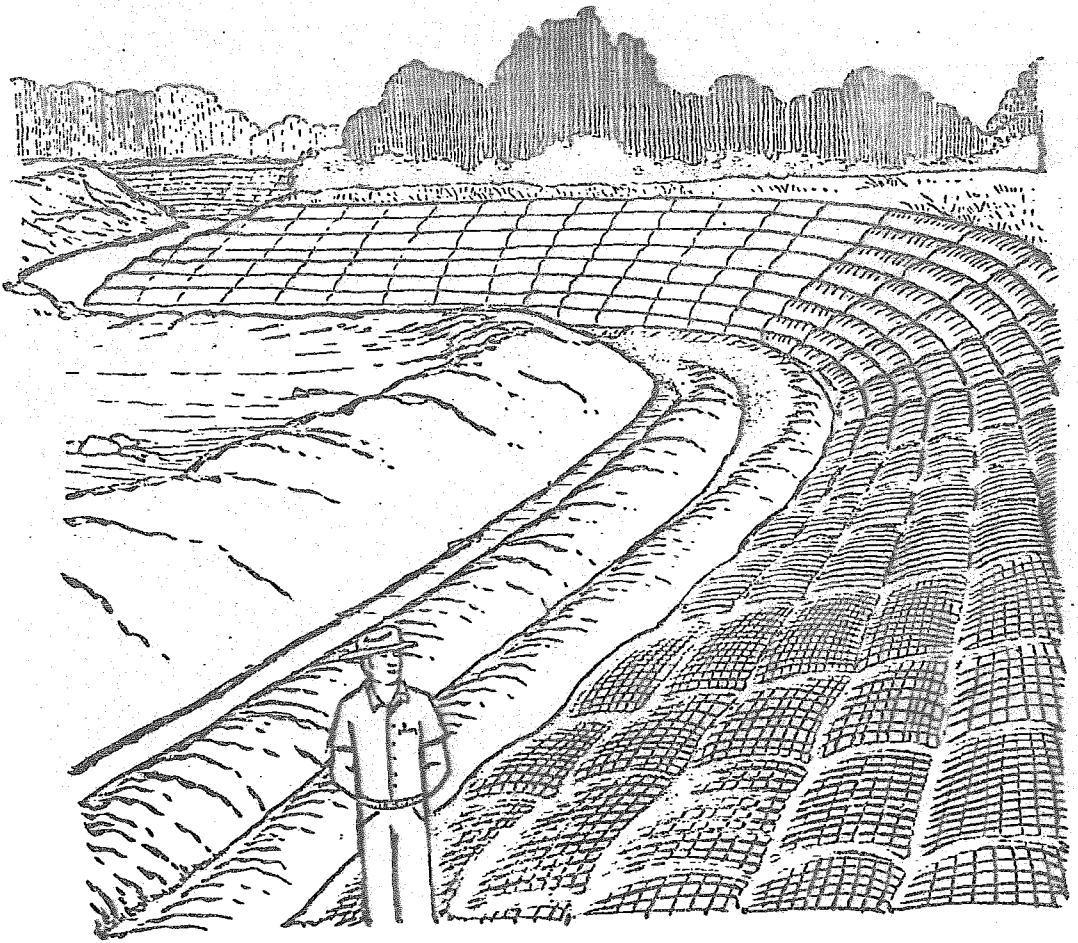


FIG. (6.1.4.)

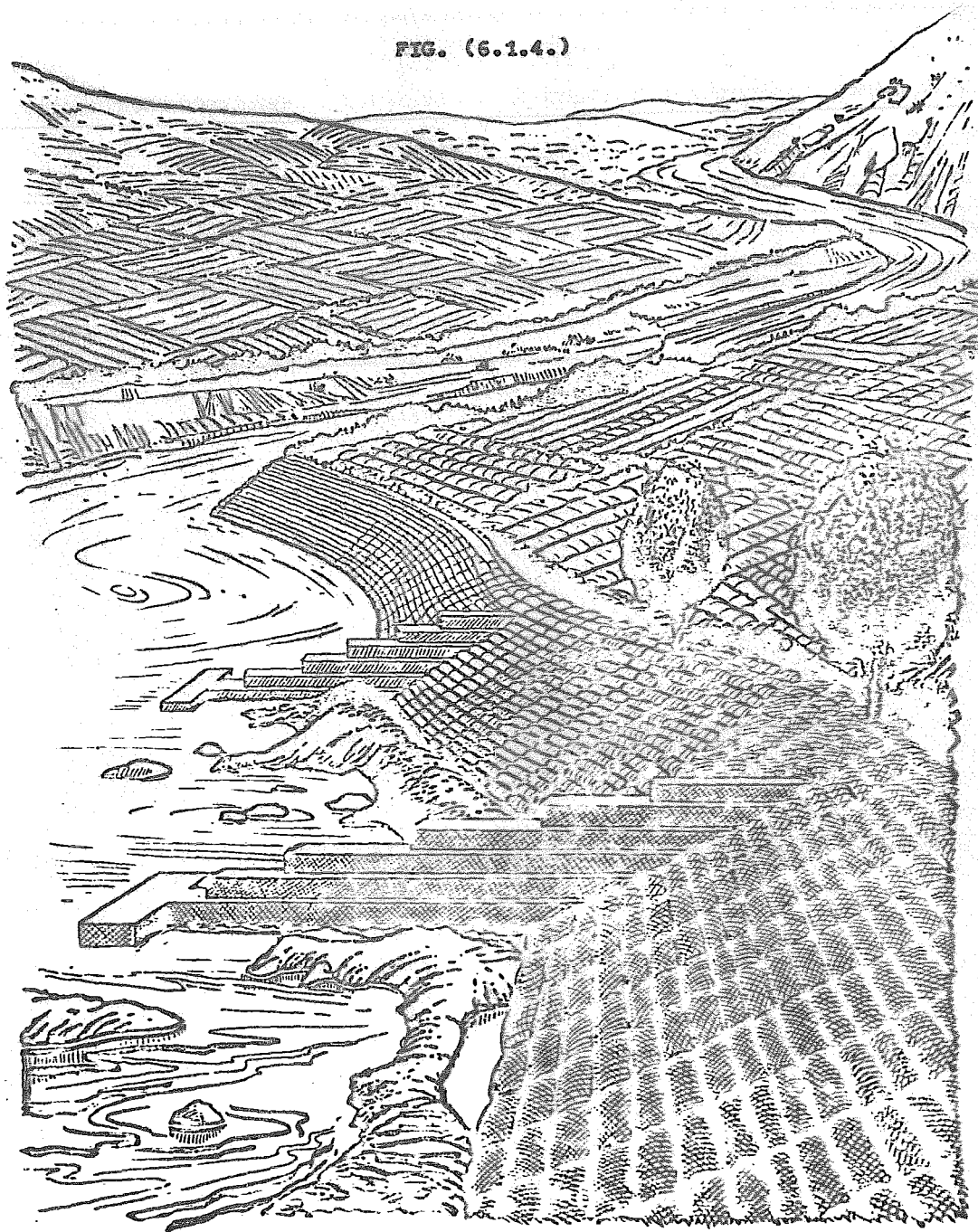
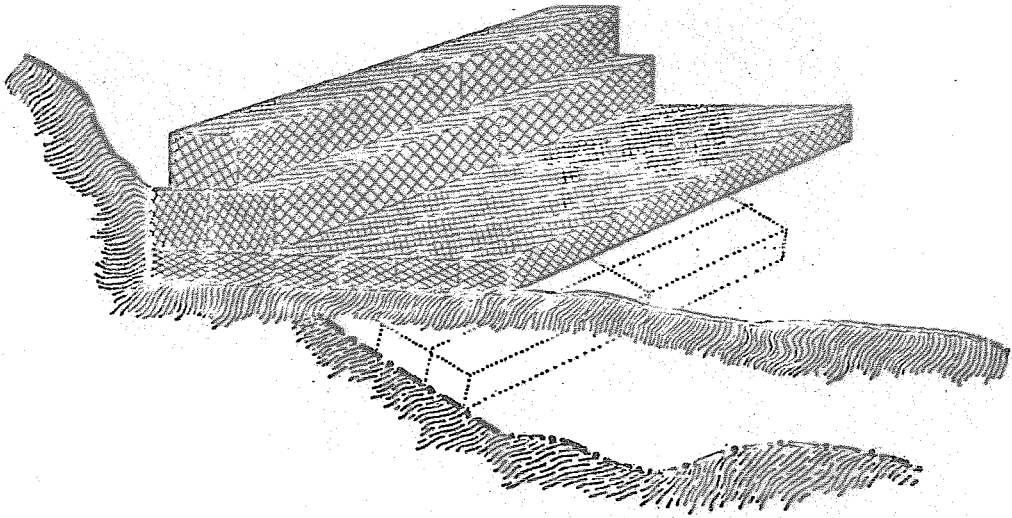
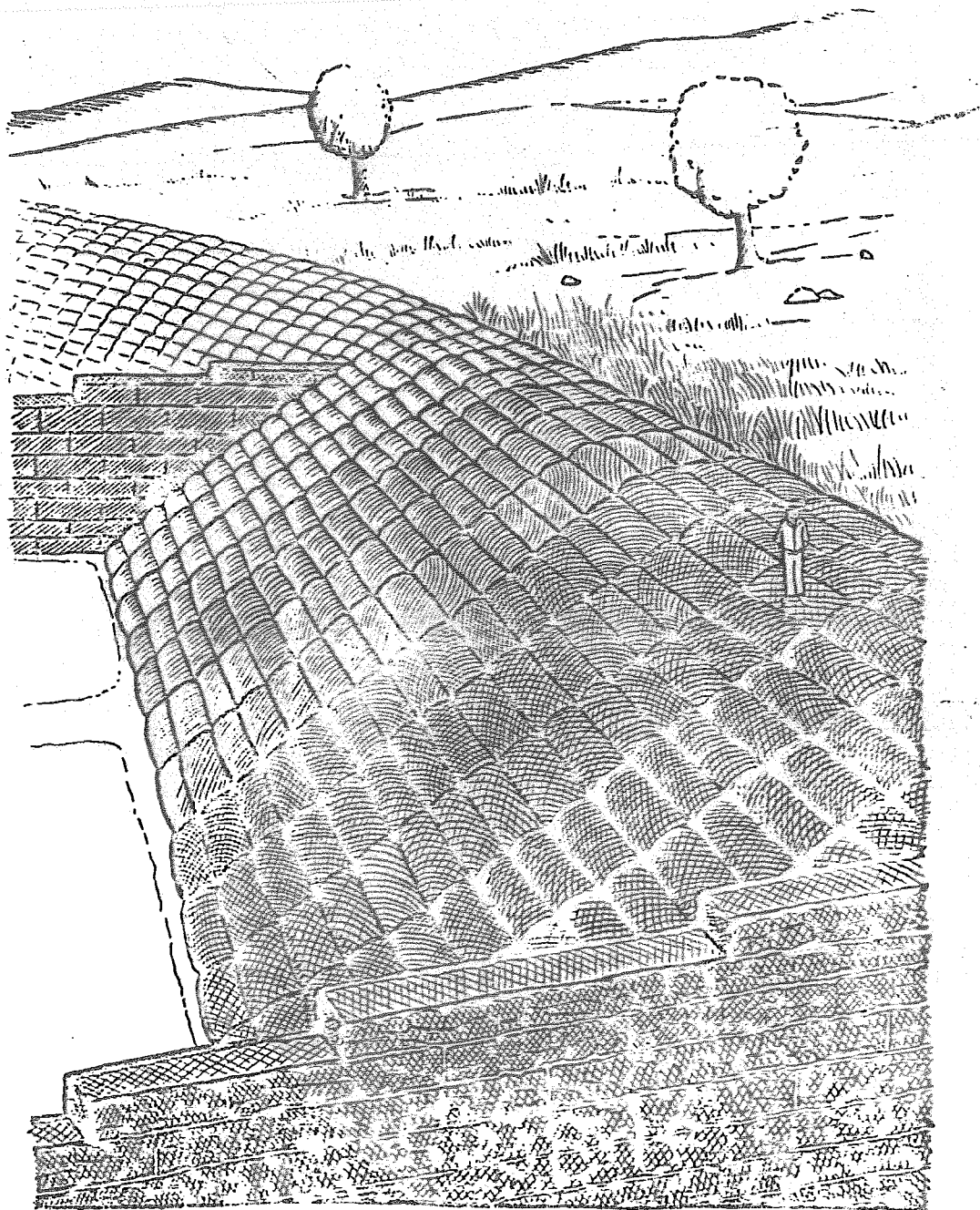


FIG. (6.1.5.)



CUANDO OCURRAN ASENTAMIENTOS, LOS GAVIONES METALICOS, ADOPTARAN LA CONFIGURACION DEL TERRENO

USO COMBINADO DE LOS GAVIONES METALICOS Y LA CORAZA BIANCHINI



6.2 CONCLUSIONES

En conclusiones se podría enumerar una serie de casos en los que se pueda emplear este sistema.

1.- En el escalonamiento de los techos de las corrientes en donde abundan los materiales altamente erosionables, - en cuyos cauces los diques transversales aumentan mucho en longitud por cada metro de altura (Presas Filtrantes).

2.- En diques o bordos en los cuales el terreno donde se realiza a fin de evitar una socavación al pie de una corza marginal.

3.- En la reparación urgente de las obras, en las -- cuales se corre el peligro de una inundación en poblados y zonas de cultivo o daños de la obras.

4.- Cuando no se cuenta con los recursos económicos-suficientes y abundando en las proximidades el material pétreo, se empleará en la construcción de laderas y como obra auxiliar-para la construcción de diques importantes.

5.- Como pasos provisionales, cuando se están construyendo caminos de acceso.

6.- Para ganar terreno el cauce de un río o defender por medio de espigones y que por razones especiales resulta antieconómico el empleo del mortero hidráulico.

7.- Protección a pilas y puentes al paso de las corrientes, restando así su poder erosivo y gastos de mantenimiento.

8.- Dando una consolidación a los taludes de los distintos terraplenes.

9.- Recarga de los acuíferos subterráneos y creación de abrevaderos.

10.- Bancos de materiales según sea el sedimento atrapado.

11.- El objetivo de esta tesis fue demostrar que este tipo de obras pueden ser realizadas fácilmente por los habitantes

tes de los lugares en que se desarrollen los programas de control de azolves, contribuyendo así a la solución de uno de los problemas importantes de inundaciones, ya que estos son perjudiciales a la agricultura de un país.

B I B L I O G R A F I A

- A. S. C. E. Sedimentation Engineering.
New York, 1977
- CHOW, VEN TE Handbook of Applied Hidrology. Mc Graw
Hill
New York, 1964
- SPRINGALL, ROLANDO Manual de Diseño de Obras Fluviales.
México 1981, S. A. R. H.
- D. G. C. R. I. S. H. Apuntes del Curso de Hidráulica Fluvial.
México 1981, S. A. R. H.
- F. I.- U. N. A. M. Apuntes del Curso de Erosión y Sedimenta
ción en Obras Hidráulicas.
México 1980, División de Educación Conti
nua.
- AYERBE Y VALLES, JESUS MA. Hidráulica Torrencial y su Aplicación de
la Corrección de Cárcavas y Torrentes.
Madrid 1960, E. N. A. Chapingo, México.
- DUPONT Manual de Explosivos
Dupont, S. A. de C. V.
- FRAENKEL, K. H. Manual sobre Voladura de Rocas.
México 1972, S. R. H.
- DEPLAN Sistema de Protección Pluvial de Cauces
de la Ciudad de Managua.
Managua, Nicaragua, C.A. 1976

M-0028672