

29-A

2e



Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLAN

**“Pequeñas Corrientes de Agua, Descripción
de Procedimientos de Construcción en
la Presa Derivadora Corrinchis”**

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a :
Rodolfo Silva Casarín

A s e s o r
ING. FERNANDO FAVELA LOSOYA

Sta. Cruz Acatlán, Edo. de México

1988

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

INTRODUCCION.....	I
CAPITULO 1	MARCO TEORICO
I.1 Definición de pequeña corriente.....	2
I.2 Características generales del proceso de construcción.	3
I.3 Alternativas de aprovechamiento.....	6
I.4 Descripción de la presa derivada "Corrinchis".....	9
CAPITULO 2	CONSTRUCCION A BASE DE CONCRETO
II.1 Aspectos generales del concreto.....	14
II.2 Proceso de construcción.....	21
II.3 Inspección del concreto.....	26
CAPITULO 3	CONSTRUCCION A BASE DE COLCRETO
III.1 Aspectos generales del colcreto.....	30
III.2 Proceso de construcción.....	39
III.3 Inspección del colcreto.....	45
CAPITULO 4	CONSTRUCCION A BASE DE MAMPOSTERIA
IV.1 Aspectos generales de la mampostería.....	49
IV.2 Proceso de construcción.....	52
IV.3 Inspección de la mampostería.....	55

CAPITULO 5

EVALUACION

V.1 Costos.....	58
V.2 Beneficios.....	87
CONCLUSIONES.....	90
BIBLIOGRAFIA.....	93

INTRODUCTION

INTRODUCCION

Las características hidrológicas del territorio nacional, nos obligan a construir obras para dotar a las comunidades de elementos necesarios para su subsistencia e incremento de sus actividades, logrando así su incorporación al desarrollo de nuestro país.

Es poca la experiencia que se tiene en México de un diseño basado en procedimientos de construcción orientados específicamente a obras pequeñas; aunque existen numerosas aplicaciones en otros países en donde se han utilizado con gran éxito. Muchas de estas naciones tienen problemas similares a los nuestros; limitaciones económicas y necesidad urgente de crear empleos. La tendencia a nivel mundial se traduce en la utilización de "Tecnología de construcción, y por lo tanto, de diseño adecuado a cada lugar donde se construye la obra". Esto evidentemente proporciona un uso más adecuado de equipos, normalmente económicos y simples de operar, incorporación a la obra de materiales de la zona y, lo que reviste especial importancia, uso de mano de obra local que, además de crear empleos durante la construcción, familiariza a los habitantes del lugar con la obra y los prepara para operarla y mantenerla.

Este trabajo pretende analizar de manera general al

III

concreto, colcreto y mampostería como alternativas de --- construcción de presas de gravedad para la captación de - corrientes pequeñas.

Es importante mencionar que este texto es parte de - una serie de tesis que pretenden ser una guía para la toma de decisiones en el diseño de estructuras necesarias - para el aprovechamiento de pequeñas corrientes de la re-- pública mexicana a partir de un proceso constructivo que - maximice la utilización de los recursos humanos y materiales propios del lugar en beneficio.

De manera resumida esta tesis intenta en su primer - capítulo considerar las características esenciales de una pequeña corriente; los parámetros que intervienen en la - selección de las estructuras de captación, así como, las alternativas de aprovechamiento que puede tener la utilización de un pequeño flujo de agua; y finalmente mencio-- nar las propiedades de anteproyecto con que cuenta la presa derivadora "Corrinchia".

En los capítulos segundo, tercero y cuarto se pre-- tende abarcar los aspectos generales, proceso de construgción e inspección del concreto, colcreto y mampostería -- respectivamente, dándoles un enfoque propio para la construcción de pequeñas presas.

En el capítulo quinto se realizará una evaluación -- primeramente económica para que posteriormente se analice

IV

la cantidad de generación de empleos en cada caso presentado.

El objeto de mencionar un ejemplo práctico en esta tesis, es el de realizar un estudio comparativo de costos índice y generación de empleos en una obra de pequeñas dimensiones, para poder tomarlos como referencia en la decisión de diseño y construcción.

Se maneja la consideración en este trabajo de equivalencia desde el punto de vista estructural, al concreto, al colcreto y a la mampostería, para una presa de gravedad.

CAPITULO 1

— MARCO TEORICO

- I.1. DEFINICION DE PEQUEÑA CORRIENTE.
- I.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROCESO DE CONSTRUCCION.
- I.3. ALTERNATIVAS DE AFROVECHAMIENTO
- I.4. DESCRIPCION DE LA PRESA DERIVADORA "CORRINCHIS".

I.1 DEFINICION DE PEQUEÑA CORRIENTE.

Entre los diferentes organismos que abordan este tema, no existe una concordancia en los parámetros que toman como referencia para definir con exactitud el concepto de aprovechamiento de pequeña corriente, por lo cual se tomará como base la realizada por la "Commission Internationale Des Grands Barrages", la cual enuncia lo siguiente:

Se consideran pequeñas corrientes o pequeños almacenamientos, todos aquellos menores de 10 metros de altura, medida desde la parte más baja de la superficie general de cimentación hasta la corona; y los que se encuentran entre 10 y 15 metros de altura que cumplan las siguientes condiciones:

- a) Longitud máxima de corona de 500 m.
- b) Capacidad útil en el vaso formado por la presa sea inferior a 1'000,000 m³.
- c) Gasto máximo de la avenida evacuable por la presa de 2,000 m³/seg.
- d) Presas que no presenten problemas particulares de cimentación.
- e) Presas de concepción habitual.

1.2 CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROCESO DE CONSTRUCCION

Antes de que pueda iniciarse el trabajo de construcción en el cauce de un río, debe desviarse el escurrimiento fluvial. Este desvío puede realizarse por medio del empleo de: Los canales o tajos a cielo abierto; túneles; conductos abiertos o cerrados a través de la cortina; y conductos de otros materiales como madera, plásticos, etc.

Un número muy grande de parámetros intervienen en la selección de la estructura y desvío, los que mayor influencia tienen son:

- a) Topográficos.- Generalmente nos determina la cuenca hidrográfica de captación y la localización del sitio para la derivación, además de una serie de datos complementarios.
- b) Hidrológicos.- Este aspecto comprende el análisis y determinación de los siguientes conceptos:
 - ° Régimen de la corriente.
 - ° Avenida máxima de proyecto.
 - ° Curva tirantes-gastos, de la corriente.
 - ° Capacidad de la obra de toma.
 - ° Poder destructivo de la corriente.

Los anteriores son entre otros, de los más importantes.

- c) Geológicos.- Generalmente es factible un tipo de obra para determinada clase de terreno, pero por razones económicas es recomendable tratar de localizar un sitio donde se tenga en el lecho material firme y resistente, así como laderas y cauces no erosionables ni deslavables.
- d) Mecánica de Suelos.- Mediante los procedimientos que ha establecido la mecánica de suelos, se determinan las características físicas y mecánicas de los materiales que se emplearán en la construcción de la presa, así como de los que se tenga en el sitio donde se cimentarán las estructuras a fin de que el diseño de las mismas esten de acuerdo con la clase y tipo de esos materiales.
- e) Planeación.- Interviene fundamentalmente en el aspecto económico de la presa, ya que se conocen factores que influyen en la determinación de los precios unitarios de los conceptos de obra y también en la elaboración de los programas y procedimientos de construcción. Por lo tanto en la memoria descriptiva de una proposición deberá incluirse este aspecto mediante un informe que contenga los siguientes conceptos:

- ° Existencia de materiales locales y regionales para construcción, (abundancia y calidad).
- ° Epocas de año recomendables para trabajar.
- ° Mano de obra especializada para trabajar.
- ° Caminos de acceso; existencia y necesarios.
- ° Maquinaria y equipo; existencia y costo.
- ° Transportes.
- ° Otros datos particulares a considerar en el aspecto económico de la obra.

La cimentación debe excavarse hasta encontrar roca sólida antes de que sea vaciado cualquier tipo de plantilla. Después de la excavación, las cavidades o grietas - en los estratos subyacentes se cierran o tapan con inyecciones de concreto, lechada o concreto coloidal. Con frecuencia se coloca una cortina de inyección, cerca del talón de la presa para reducir la filtración y subpresión.

En el caso de presas de gravedad en pequeñas corrientes, no se requieren resistencias mayores de 140 Kg/cm^2 , ya que este tipo de presas sustenta su estabilidad en su propio peso. Salvo raras excepciones o en partes específicas se utilizarán o requerirán resistencias mayores, - por lo que la alternativa de utilizar el concreto, colado o mampostería en la construcción de presas pequeñas resulta factible.

1.3 ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO

Los fines que persigue el aprovechamiento de una pequeña corriente através de una presa de gravedad se puede resumir en alguno de los siguientes:

- a) Irrigación.- El agua almacenada debe ser suficiente para regar eficientemente a un costo ecocómico, tanto por lo que toca a la inversión de capital como al costo de operación y mantenimiento. La calidad del agua puede ser tal que no sea peligrosa para los cultivos o para los suelos en que vaya a usarse.
- b) Dotación de agua a poblados.- La cantidad de agua debe ser la adecuada para satisfacer las necesidades requeridas. Sus conceptos importantes la demanda presente y un sobrante para afrontar los aumentos previsibles en los consumos. La calidad del agua debe ser tal que se pueda potabilizar y usarse para uso doméstico y en la mayoría de las aplicaciones industriales con métodos de tratamiento económicos.
- c) Abrevaderos.- La calidad del agua para el consumo del ganado debe servir para ese objeto. El estanque o presa debe estar situado en un lugar accesible al ganado, ya sea directamente o por medio del

uso económico de zanjas o tubos.

- d) Producción de energía.- Cuando se incluye la generación de potencia, la capacidad del equipo generador y las demandas de carga están íntimamente relacionadas a la cantidad de agua disponible y a la magnitud del almacenamiento. La altura de las presas para obtener energía la dictan generalmente estos requisitos.
- e) Control de avenidas.- En el estudio y proyecto de las obras para el control de avenidas deberán considerarse la relación del costo del control a los beneficios obtenidos por la reducción de los daños acumulados y el almacenamiento temporal debe ser suficiente para disminuir los gastos máximos o para reducir la frecuencia de las avenidas mayores.
- f) Fines turísticos.- Debe contarse con el volumen suficiente de agua para tomar en cuenta las pérdidas por evaporación y para mantener el nivel dentro de las limitaciones supuestas como base para el desarrollo de las zonas de esparcimiento y residenciales en sus riberas. El agua debe mantenerse libre de contaminación dentro de sus límites prácticos.
- g) Otros usos.- El aprovechamiento de pequeñas co---

I.4 DESCRIPCIÓN DE LA PRESA DERIVADORA "CORRINCHIS"

La presa derivadora se encuentra en el municipio de Mascota, Jalisco, al SO de Guadalajara (capital del estado), a una altitud de 1,200 metros, enclavada en la sierra Madre del sur, sobre el río Mascota.

La boquilla se encuentra labrada sobre rocas ígneas de tipo piroclástico ligeramente intemperizadas y cubiertas en la parte de los taludes por espesores no muy gruesos de suelo, por lo que se considera favorable para alojar una estructura de tipo rígido.

Geológicamente, el vaso de esta presa no presenta problemas de importancia y se considera impermeable.

El único material disponible para la construcción de la cortina es la roca, considerándose de calidad adecuada, ya que no existen bancos de grava-arena, ni de arcilla en volúmenes explotables en la zona de proyecto.

De acuerdo a la topografía, geología y la disponibilidad de materiales, el tipo de cortina recomendable es de sección gravedad, pudiéndose construirse ésta de concreto, colcreto, mampostería o de otro tipo de material cementante. Para este tipo de sección, la ubicación más conveniente del vertedor es sobre el cuerpo de ésta, con un tanque amortiguador como estructura disipadora.

El trato de la cimentación que se considera necesario

expresado en forma resumida, consistirá en limpia, tapete de consolidación y pantalla impermeable.

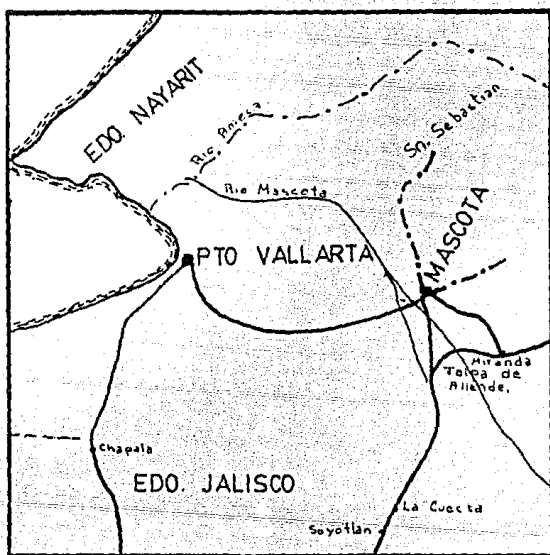
Los aspectos socio-económicos realizados para la factibilidad en su realización, nos muestran la ausencia de mano especializada en obras de construcción, ya que sus únicas actividades de sustento son la agricultura y la ganadería. Por lo que toda la maquinaria y equipo requerido tendrá que transportarse ya sea de Pto. Vallarta o de Guadalajara.

A continuación se enlistan las características hidráulicas más sobresalientes.

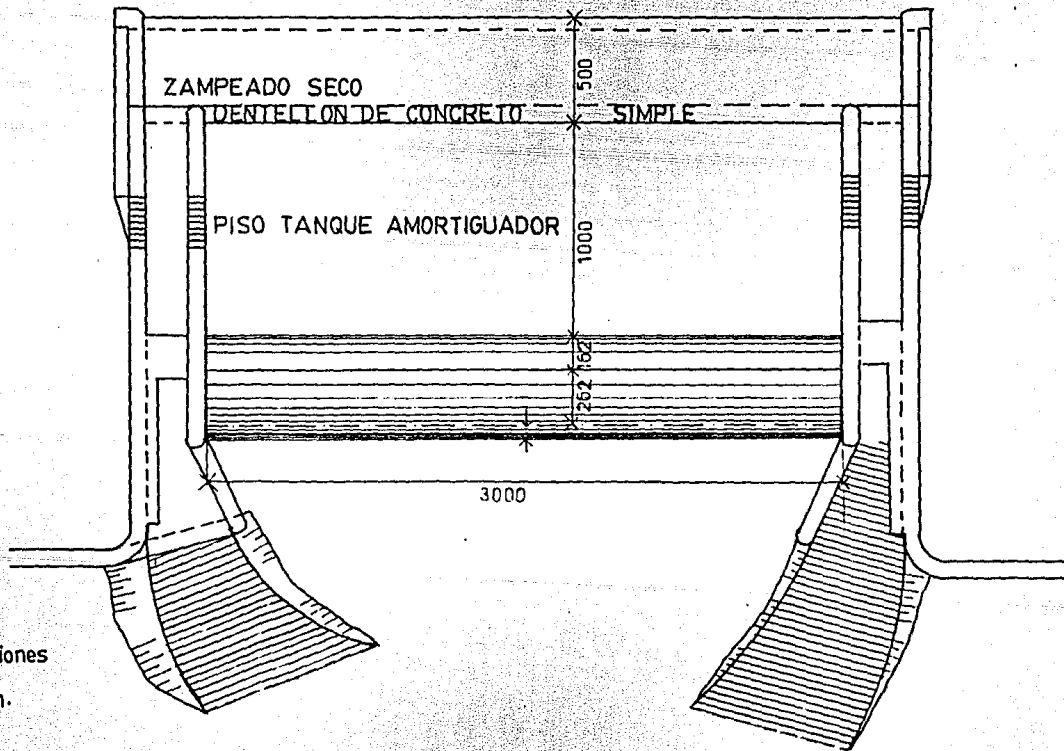
- Avenida máxima probable ----- 650m³/seg
- Avenida regularizada (presa de almacenamiento) ---- 100m³/seg
- Gasto normal de la toma margen derecha ---- 1.8m³/seg
- Gasto extraordinario de la toma margen derecha. -- 6.9m³/seg
- Gasto normal de la toma margen izquierda -- 1.4m³/seg
- Gasto extraordinario de la toma margen izquierda. -- 5.7m³/seg
- Longitud de cresta vertedora ----- 30.0 m.
- Carga sobre el vertedor ----- 1.40 m.
- Superficie de riego margen derecha ----- 1500 Ha.
- Superficie de riego margen izquierda ----- 1095 Ha.
- Periodo de retorno ----- 1000 años

Durante el año el periodo de estiaje se presenta durante los meses que comprende de marzo a mayo, con una fluctuación en la temperatura de 10° a 39° C, siendo el promedio de 25° C.

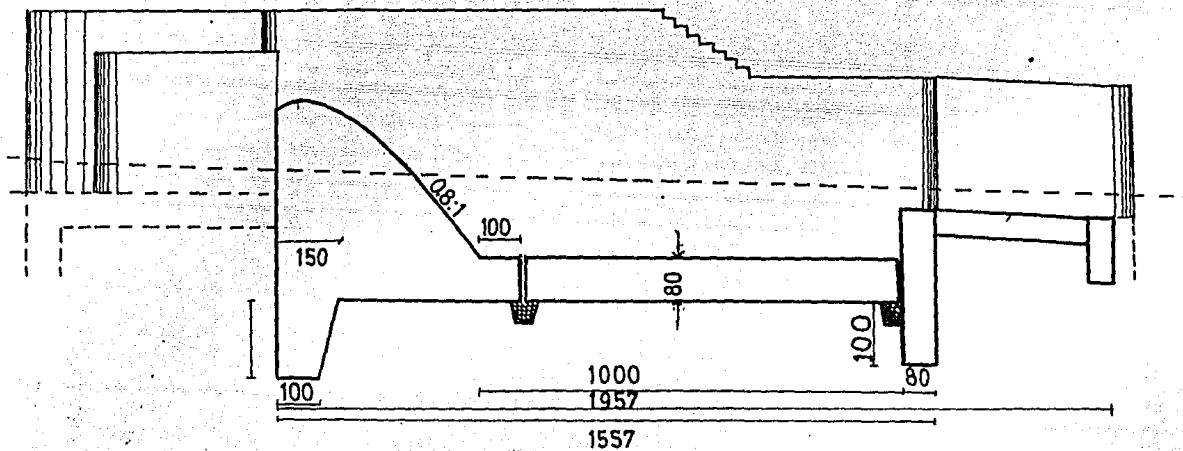
A continuación se anexa el croquis de localización y la vista en planta y corte de la presa derivadora.

CROQUIS

PLANTA



Acotaciones
en cm.



CORTE TRANSVERSAL

Acotaciones en cm.

CAPITULO 2

CONSTRUCCION A BASE DE CONCRETO

- II.1. ASPECTOS GENERALES DEL
CONCRETO.
- II.2. PROCESO DE CONSTRUCCION.
- II.3. INSPECCION DEL CONCRETO.

II.1 ASPECTOS GENERALES DEL CONCRETO.

El concreto es uno de los materiales de construcción más versátiles y durables. Está compuesto de arena, grava, roca triturada u otros agregados que se mantienen juntos entre sí por una pasta de cemento hidráulico y agua.

La mezcla de concreto más económica no siempre es la que tiene menor consumo de cemento por metro cúbico de concreto; en ocasiones, por la magnitud de la obra o por el pequeño volumen de concreto requerido en su construcción, resulta más económico emplear métodos conservadores y expeditos para el diseño de la mezcla. En las obras hidráulicas, el concreto debe cumplir fundamentalmente con una o dos de las siguientes condiciones: resistencia y/o impermeabilidad.

Para que una mezcla de concreto sea aceptable requiere ser manejable o trabajable. Esto quiere decir que el concreto debe tener cierta consistencia plástica para lograr colocarlo fácilmente, sin que se presente la separación o segregación de los agregados. Para que el concreto sea plástico y cohesivo debe tener suficiente pasta de cemento para envolver las partículas de los agregados; con esto se obtiene un concreto homogéneo y se eliminan al mismo tiempo las posibilidades de que se formen bolsas de pura grava y oquedades entre la grava.

Para llegar a establecer el proporcionamiento de un concreto es necesario efectuar previamente una serie de trabajos concernientes a la localización y selección de los bancos de agregados y al estudio de las características de esos materiales.

De acuerdo con el orden de los trabajos necesarios, se procede primeramente a recorrer los alrededores del sitio del proyecto en busca de bancos naturales de gravas y arenas que puedan proporcionar económicamente el volumen de agregados requerido en la obra.

Cuando los agregados naturales disponibles quedan muy distantes de la obra, se debe pensar en la utilización de agregados triturados y hacer un estudio económico comparativo para determinar qué tipo de agregados debe usarse. Los materiales triturados son más costosos por su elaboración, pero los kilómetros de sobre-acarreo pueden hacer, mayor el precio unitario de los agregados naturales. Frecuentemente resulta más económico el usar un consumo más alto de cemento en materiales de menor calidad, para alcanzar la resistencia requerida, que utilizar agregados de mejor calidad que se localizan a mayor distancia.

No todos los bancos tienen el material con la granulometría adecuada, pero se pueden estudiar y utilizar --

los agregados de bancos diferentes de acuerdo con los porcentajes que sean necesarios para una buena mezcla. A veces conviene combinar agregados naturales con triturados. La granulometría de la arena gruesa se puede mejorar añadiéndole un pequeño porcentaje de finos, ya sea arena fina, puzolana o hasta algún limo inorgánico en el caso de no disponer de otro material.

Los factores que intervienen en la selección entre agregados naturales y triturados son: costo, calidad y granulometría.

Los depósitos naturales, que se presentan como sedimentarios en cauces de corrientes de agua, son los más económicos y tienen las siguientes ventajas:

- 1.-Localización.-Generalmente se encuentran en los cauces de los ríos o arroyos en donde se construirá la obra.
- 2.-El arrastre hace subsistir el material de mejor calidad.
- 3.-El arrastre les da forma redondeada, con lo cual se logra un mejor acomodamiento en el concreto, requiriendo menor cantidad de pasta de cemento para conseguir la trabajabilidad deseada.
- 4.-El arrastre influye en una mejor granulometría. El material triturado difiere del agregado natural -

fundamentalmente en la forma, que es angulosa e irregular por el proceso de trituración o molienda. La forma del agregado triturado depende de la naturaleza u origen de la roca. La facilidad de explotación de un banco de roca y los costos de trituración dependen de las características petrográficas de la roca.

Las principales condiciones deseables de un banco de agregados, son las siguientes:

- Localización cercana al sitio del proyecto.
- Acceso fácil.
- Volumen de materiales suficiente para cubrir las necesidades del proyecto.
- Granulometría adecuada, sin gran cantidad de tamaños no utilizables que se clasifican como desperdicio.
- Explotación económica, sin despalmes, ni limpiezas superficiales; sin presencia de nivel freático, ni arcillas o materia orgánica.

Se considera que un agregado es físicamente bueno si es superficialmente resistente y si es capaz de resistir los agentes del intemperismo sin destruirse o descomponerse. Las partículas de minerales o rocas que son físi-

camente débiles, extremadamente absorbentes, fácilmente cribables, o que se hinchan cuando están saturadas, son susceptibles de descomposición por la exposición a procesos de intemperismo. El uso de estos materiales en el concreto reduce la resistencia o es la causa de la destrucción prematura, produciendo una unión débil entre el agregado y la pasta de cemento, o induciendo el agrietamiento, desconchamiento o ampollas.

El agua para la mezcla y curado del concreto debe ser razonablemente limpia y libre de cantidades perjudiciales de limo, materia orgánica, sales y otras impurezas. Antes de usarla para el concreto, el agua de una corriente que lleva una cantidad excesiva de sólidos en suspensión, debe dejarse reposar en depósitos de decantación o debe clarificarse por cualquier otro procedimiento. Algunas veces se especifica un límite de turbiedad de ---- 2000 p.p.m. para el agua de mezcla. Si el agua clara no tiene sabor salado o desagradable, puede usarse para mezclar y curar concreto sin más pruebas. Cuando se sospecha que un agua para curar el concreto contiene más de - 1000 p.p.m. de sulfato, debe analizarse.

Debido a su tamaño o localización, las estructuras - con frecuencia requieren el uso de cemento con propiedades especiales para asegurar durabilidad conveniente --

y vida económica. En la actualidad existen cinco tipos de cementos que son los más comunes: El cemento tipo I es para las construcciones de concreto de clase general; El cemento tipo II se usa donde se desea una producción de calor relativamente bajo, o cuando puede haber un ataque moderado por sulfatos; El cemento tipo III se usa donde es esencial que el concreto adquiera rápidamente resistencia; El cemento tipo IV genera menos calor que los otros y más lentamente; El cemento tipo V es especialmente conveniente donde estructuras, como los revestimientos de los canales, alcantarillas y sifones, van a quedar en contacto con suelos y aguas subterráneas que contienen sulfatos solubles en concentraciones que producirían un daño serio al concreto si se usaran otros tipos de cementos.

Excepto por lo que toca a la resistencia a la compresión, todas las propiedades del concreto, incluyendo la manejabilidad, durabilidad, permeabilidad, contraacción al secarse, exudación, etc., se mejoran mucho con la inclusión intencionada de 2 al 6% de aire; la cantidad óptima depende del tamaño máximo de agregado usado. También se obtienen beneficios adicionales que consisten en la disminución del agua y del cemento necesario y aumenta la facilidad en su acabado.

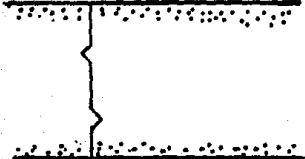
Otro aspecto de vital importancia, para que el concreto desarrolle correctamente sus propiedades son tanto el curado y colado correcto, así como el método más accesible y recomendable, según las características de la obra.

II.2 PROCESO DE CONSTRUCCION

El concreto para la presa, generalmente se coloca en bloques, dependiendo de las dimensiones de la estructura. Con una anchura máxima de 15 metros, la altura máxima de un colado simple, usualmente es de cerca de 1.5 metros. Las secciones se vuelan alternadamente para que cada bloque se deje varios días antes de que se vuel otro junto a él o encima. Después de que se vuelan las secciones individuales, se riegan con agua y se les protege del efecto desecante del aire. Después de que las formas se quitan, las superficies laterales de cada sección se pintan con una emulsión asfáltica para evitar adherencias con las secciones adjuntas y para formar las juntas de construcción que reducen los agrietamientos del concreto. Entre cada sección se ponen muescas o quijadas (ver fig. anexa) para transmitir el cortante de una sección a la adyacente y hacer que la presa trabaje monolíticamente; retenes metálicos para evitar filtraciones se colocan también en las juntas verticales de construcción, cerca del paramento de aguas arriba. Las galerías de inspección que permiten el acceso al interior de la presa en caso necesario, siempre que lo permita la dimensión de la estructura, estas se -

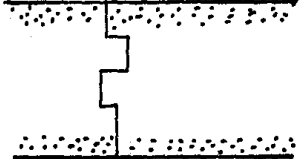
- Muestras y retenes para el agua, en las cortinas.

Paramento de aguas arriba.



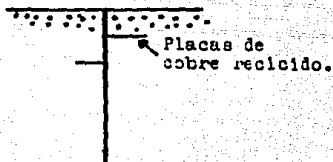
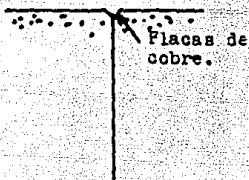
Paramento de aguas abajo.

Paramento de aguas arriba.



Paramento de aguas abajo.

- Retenes metálicos.



RETENES PARA EL AGUA

formarán conforme se va colando el concreto. Estas galerías pueden ser necesarias para las operaciones de inyectado, para la operación y conservación de las compuertas y válvulas, y como drenes para interceptar el agua que se filtra en la presa.

Cuando el concreto fragua, se deja libre una gran cantidad de calor y se eleva la temperatura de la masa. Conforme el concreto se enfría se encoge y pueden formarse grietas. Para evitarlas, se utiliza cemento especial de bajo calor, o mezclas con bajo contenido de cemento para el interior de la presa. De ser necesario los materiales que forman el concreto deben enfriarse.

Para poder obtener todas las ventajas de la dosificación mediante pesadas precisas, los materiales pesados deben manejarse correcta y cuidadosamente, con el objeto de que las revolturas que lleguen a la mezcladora salgan del equipo de medida, uniformes y completas.

Generalmente son más eficientes las mezcladoras basculantes que las de otro tipo, porque pueden descargarse rápidamente con el mínimo de segregación. Cualquiera que sea el tipo de mezcladora, para mantener la eficiencia de las aspas, éstas deben tener la separación correcta,

deben inspeccionarse con frecuencia, repararse cuando estén gastadas, y el interior del tambor debe mantenerse limpio y libre de depósitos de concreto o mortero endurecido.

Generalmente son necesarios más esfuerzo y atención para obtener un revenimiento uniforme en las mezcladoras de camión que en las estacionarias. Especialmente en clima cálido con frecuencia se pierde revenimiento en el mezclado en camiones. Esta pérdida se puede mantener al mínimo, disminuyendo el mezclado inicial a 30 revoluciones aproximadamente, evitando el exceso de mezclado. --- Otras precauciones que pueden tomarse en clima cálido son las siguientes:

- a.- Los tambores de las mezcladoras deben pintarse de blanco y mantenerse de ese color, para evitar un falso fraguado en la mezcla.
- b.- Los materiales deben mantenerse tan fríos como sea posible, dándoles sombra o riegos ligeros para producir enfriamiento por evaporación.
- c.- El agua debe estar fría y mantenerse fría, dándole sombra y pintado de blanco los tanques y tuberías superficiales.
- d.- Deben evitarse las demoras en la descarga y en -

el colado del concreto, organizando la obra para que sea rápido el manejo.

II.3 INSPECCION DEL CONCRETO

Para conseguir que el concreto fabricado en obra - tenga la manejabilidad deseada y proporcione la resistencia proyectada, es necesario que en la obra en construcción se atienda las siguientes condiciones al respecto:

- a) Estado de la arena.- La arena no deberá contener materia orgánica, ni finos arcillosos, en porcentajes apreciables.
- b) Agregados clasificados.- Los agregados (arena y grava) deben clasificarse correctamente. No se permitirán contaminaciones mayores de un 10% de tamaños diferentes en cada agregado.
- c) Estado del cemento.- Deberá comprobarse que su contenido está exento de hidrataciones parciales, lo que se manifiesta por la presencia de "grumos".
- d) Revisión de sitios de colado.- Previamente a la elaboración del concreto deben revisarse los moldes, para garantizar que están alineados, bien troquelados, fijados firmemente, limpios, tratados con aceite, etc., y que no se fugará la lechada o el mortero de concreto.
- e) Introducción de materiales.- Cuando los ingre-

dientes del concreto no puedan ser cargados simultáneamente, se tendrá un mejor mezclado si los materiales se introducen con el siguiente orden: - agua, gravas, cemento y arena.

f) Tiempo de mezclado.- Este no debe ser menor de 1½ minutos, ni mayor de 3 minutos, excepto cuando esté comprobado que en el cemento se presenta "fraguado falso". En este caso se debe determinar el tiempo mínimo de mezclado necesario para romper - el fraguado falso y puede ser entre 4 y 7 minutos.

g) Conducción de la mezcla.- En distancias relativamente pequeñas, es a base de "canalones" y "tolvas". La mezcla se mueve por gravedad y fluye normalmente.

De la alternativa escogida para su conducción, - deberá cuidarse que el concreto no se mueva a altas velocidades, ni que quede sujeto a bruscos - movimientos laterales o cambios de dirección, ni dejarlo caer de alturas mayores de un metro.

h) Colocación del concreto.- La colocación del concreto dentro del cuerpo por "colar", debe hacerse a partir de los lugares más alejados, o empezar por los sitios o puntos más bajos. Debe pro-

curarse la colocación del concreto en lugares -
donde no requiera moverse ni desplazarse o trasla-
darlo con pala.

- j) Acabado superficial.- Tendrá un "acabado" con su-
perficie aparentes, planas o curvas, de acuerdo
con los cuidados que exija en la troquelación y -
en la colocación de moldes o cimbras, se exigirá
que el material de los moldes se encuentre en -
buenas condiciones, para poder alcanzar la apa- -
riencia que se pretenda.
- k) Revenimiento.- Durante la fabricación del concre-
to, previamente a su colocación, se debe observar
que la consistencia de la mezola cumpla con lo -
especificado y se deberá medir por medio de la -
prueba de revenimiento.

CAPITULO 3

CONSTRUCCION A BASE DE COLCRETO

- III.1. ASPECTOS GENERALES DEL COLCRETO.
- III.2. PROCESO DE CONSTRUCCION.
- III.3. INSPECCION DEL COLCRETO.

III.1 ASPECTOS GENERALES DEL COLCRETO

"COLCRETO" es concreto con lechada fabricado introduciendo Colgrout dentro de los huecos del agregado grueso colocado previamente, generalmente con tamaño mínimo de $1\frac{1}{2}$ " ó 38 mm. por penetración por gravedad o métodos de inyección.

"COLGROUT" es la lechada coloidal que se produce mediante una mezcla a alta velocidad en una mezcladora de colcreto. Está compuesto de cemento, arena y agua en proporciones de los dos primeros de hasta 1:4 con un contenido mínimo de agua según el objeto que se desea. Es estable y puede bombearse y no necesita contener aditivos. No se mezcla inmediatamente con el agua.

El procedimiento de concreto en el cual puede usarse el agregado grueso en más cantidad, en cambio el consumo de cemento y arena es menor. El agregado grueso se vacía dentro de la forma y solamente alrededor del 40% de los materiales tienen que manejarse por mezcladora y se bombean a la obra o se inyectan por gravedad. Puede ser usado el agregado grueso no triturado tal como el de las canteras o de las excavaciones.

El colcreto no requiere compactación mecánica para -

dar un máximo de densidad. Es particularmente apropiado y económico para trabajos bajo el agua y en condiciones en las cuales la consolidación mecánica es imposible. El colcreto de alta densidad puede producirse empleando materiales de alto peso específico; arena y agregado grueso. Para colcretos de baja densidad puede espumarse en la mezcladora o mezclarse con espuma previamente formada o con materiales de poco peso.

Las dos más grandes ventajas económicas se obtienen, primeramente usando el mínimo absoluto de matriz que se necesita para ligar las piedras juntas, y en seguida apartar todo el agregado grueso en las operaciones de mezcla, y así, junto con lo anterior, se reducirá la cantidad de materiales que se necesitarán manejarse, a menos de una tercera parte.

Las características más importantes que presenta el colgrout realizado por medio de una mezcla hecha a gran velocidad son las siguientes:

- 1.- Cada partícula de cemento en la mezcla queda completamente mojada por la acción cortante de la alta velocidad de la mezcladora. El cemento queda totalmente mezclado con los otros componentes de la mezcla.
- 2.- Tiene algunas características coloidales que re-

sultan de la formación del material gelatinoso - del cemento. Esto lo hace casi inmisible o sea, no mezclable en el agua, evitando la negregación de la arena y reduciendo el sangrado a un mínimo.

- 3.- Su estabilidad y su fluidez le permiten ser bombeados a considerable distancia hasta el lugar - en que ha de colocarse y llenar uniformemente - los huecos del agregado.
- 4.- Normalmente se compone de los mismos materiales que los de la matriz tradicional del concreto, - v. g. composición normal de cemento Portland y - arena en cualquier proporción hasta 1 de cemento por 4 de arena.
- 5.- Puede hacerse usando cementos resistentes al ataque químico, tales como los aluminosos, los - resistentes al sulfato, etc., tomando las precauciones normales asociadas con cada tipo de cemento. Puede incorporarse puzolanas para combinarlas con la cal libre formada por la hidratación del - cemento Portland para impedir la acción agresiva de los sulfatos y el agua de mar.
- 6.- Puede usarse la arena que llene el requisito normal de graduación, menos de $3/16''$ para el concre-

to ordinario. Si solamente hay arena fina disponible también puede usarse ventajosamente.

7.- No requiere ningún aditivo, pero para propósitos especiales éstos pueden incorporarse eficientemente por medio de una mezcla hecha a alta velocidad. Entre los aditivos de uso normal hay agentes para plastificar, retardar o acelerar el fraguado de la mezcla, para eliminar la contracción, o para impartirle cualidades tixotrópicas o bien de liga especial o para inclusión de aire o de gas.

8.- Mezclando a alta velocidad se puede separar los agregados y las partículas más pequeñas de cemento. Esto da por resultado una mayor fluidez con bajas relaciones de agua/cemento que con las lechadas mezcladas normalmente. Ambas características son importantes en lechadas para inyectar en grietas pequeñas en roca y que requieren altas cualidades de ligazón.

Las características más importantes que presentan el colcreto son las siguientes:

- a.- Ninguna contracción acumulativa debida a que el agregado grueso tiene puntos de contacto y cualquier esfuerzo de contracción en la matriz es eliminado por su liga con el agregado. La matriz puede hacerse expansiva.
- b.- La fuerza compresiva depende de la relación ---- agua/cemento, en el mismo grado que la de un concreto tradicional perfectamente compacto. Suponiendo un agregado limpio y un procedimiento correcto, la mezcla apropiada de lechada para obtener la fuerza necesaria compresiva en el colcreto puede determinarse por medio de gráficas.
- c.- Se obtiene una densidad más alta que la del concreto tradicional cuando se usan materiales comunes en el concreto, ya que este contiene una proporción mayor de agregado grueso.
- d.- Alto grado de impermeabilidad, resistencia al desgaste y de la fuerza de liga.
- e.- Calidad uniforme independiente de la compactación o consolidación.
- f.- Ausencia de juntas o capas de lechosidad cuando se forma en grandes masas por operaciones continuas de inyectado.

g.- El coloreto bajo el agua es igual en calidad al colocado fuera del agua.

En este procedimiento, el agua usada para mezclar la lechada en los morteros o concretos lechadeados deberá tener las mismas propiedades que el agua para los concretos comunes.

Cualquier tipo de cemento puede usarse para el coloreto; se usará el mismo que para trabajos similares con concreto tradicional. En cemento deberá producir una lechada de bajas características de sangrado sin excesiva contracción. Los cementos de escorias, tienen generalmente, una mayor tendencia a producir un mayor sangrado del que muestran los cementos Portland. Los cementos Portland de fraguado rápido, como regla, muestra mayor contracción que la de otros tipos que no están molidos tan finos. En cemento deberá producir una lechada que no produzca un fraguado excesivamente rápido.

La arena consistirá de fragmentos de roca, fuertes, densos, durables y limpios. Estará libre de cantidades perjudiciales de sedimentos, arcilla, terrones, partículas suaves o de cascajo, álcali, materia orgánica, pizarras, micas y otras sustancias nocivas; con un tamaño máximo de 5 mm. y con una graduación según los requerimientos.

El agregado grueso al igual que la arena será lavado inmediatamente antes de colocarla en las formas o usarlo; y estará en una condición de limpieza y lavado adecuado en el momento de colocarlo. La condición del agregado grueso será similar al de la arena con respecto a la materia adherida al mismo. El tamaño máximo del agregado grueso puede ser tan grande como convenga a la manipulación, asentado que este tamaño no exceda $1/4$ de la mínima dimensión de la porción de la estructura en la que se emplea dicho agregado, y estipulando además que el tamaño máximo no debe exceder los $2/3$ del mínimo del claro entre las barras de refuerzo.

Con lo referente a los aditivos, los dos más importantes son: El fluidificador, el cual impartirá al mortero las propiedades de una suspensión coloidal para preservar los constituyentes del mortero, asegurando así la completa ligazón en las partículas inferiores del agregado y del refuerzo, actuará como un coloidal protector para inhibir el endurecimiento prematuro del mortero, facilitando así el bombeo y evitando los vacíos en la masa del agregado; El aditivo mineral contribuirá marcadamente a la resistencia última y a la impermeabilidad del concreto.

El colcocreto, permite que algunos materiales de la lo calidad se usen como agregado aun cuando estos serían - inadecuados para mezclas de concreto tradicional, traba jable y de la calidad deseada.

Puede eliminarse o reducirse considerablemente el - equipo de trituración o de cribado. Hace posible la cong trucción en lugares remotos con un mínimo de trabajo de planta y con mayor eficiencia porque la calidad de la - lechada premezclada adquiere mayor consistencia en la - mezcladora y no se requiere apisonamiento o compactación.

Ofrece una economía definitiva en el cemento ya que - en trabajos en masa ocupa un 22% mas de agregado grueso que el concreto.

En el campo, los huecos pueden reducirse de un 30 a un 35%, colocando agregado de estos tamaños en capas - sucesivas.

Evita interrupciones de trabajos debido a la escarcha durante la colocación de agregado, puede utilizarse pa - ra las siguientes inyecciones, ahorrando así tiempo y - trabajo. Bajo condiciones de clima cálido el vaciado - del concreto se facilita porque la lechada se bombea - dentro de su etapa final a pocos minutos de haber sido mezclada.

Puede asegurar la incorporación más completa y la dispersión de las puzolanas o de pequeñas cantidades de otros aditivos que pudieran necesitarse.

Contribuye a obtener un concreto completamente compacto para colocarse debajo del agua sin pérdida de cemento, debido a que el colgrout tiene dos veces la densidad del agua y se mezcla difícilmente con ella.

Este procedimiento hace posible la colocación de concreto denso en lugares en los que no sería conveniente colocar o consolidar al concreto tradicional.

III.2 PROCESO DE CONSTRUCCION

Se trata de un procedimiento de construcción en el cual se emplea un encofrado, cimbra resistente e impermeable, que tiene la forma necesaria, ésta se llena con el agregado grueso, cuyo tamaño varía desde un mínimo - de 4 cm. hasta un tamaño máximo limitado por la forma y dimensiones mínimas de la obra por ejecutar. Posteriormente, los espacios o huecos que quedan en el enrocamiento, se llenan con una mezcla de agua, cemento y arena. - Esta mezcla lleva el nombre de colgrout o "mortero coloidal" y su colocación en la obra se hace por simple vertido o mediante inyecciones y el conjunto obtenido puede compararse con el concreto en cuanto a densidad y resistencia.

La pasta de agua, cemento y arena que se conoce como mortero coloidal, se elabora mediante un mezclado mecánico (sin usar agregados químicos) en las revolventes llamadas colcreteras y que constan de dos depósitos cilíndricos, comunicados entre sí, abiertos por arriba - y con descarga por el fondo a través de bombas centrífugas (ver fig. anexa). En el primer cilindro o tambor - se vacía el agua que procede de un tanque medidor, para ser succionada por la bomba e impulsarla por una manguera con entrada tangencial al mismo tambor, produciéndose

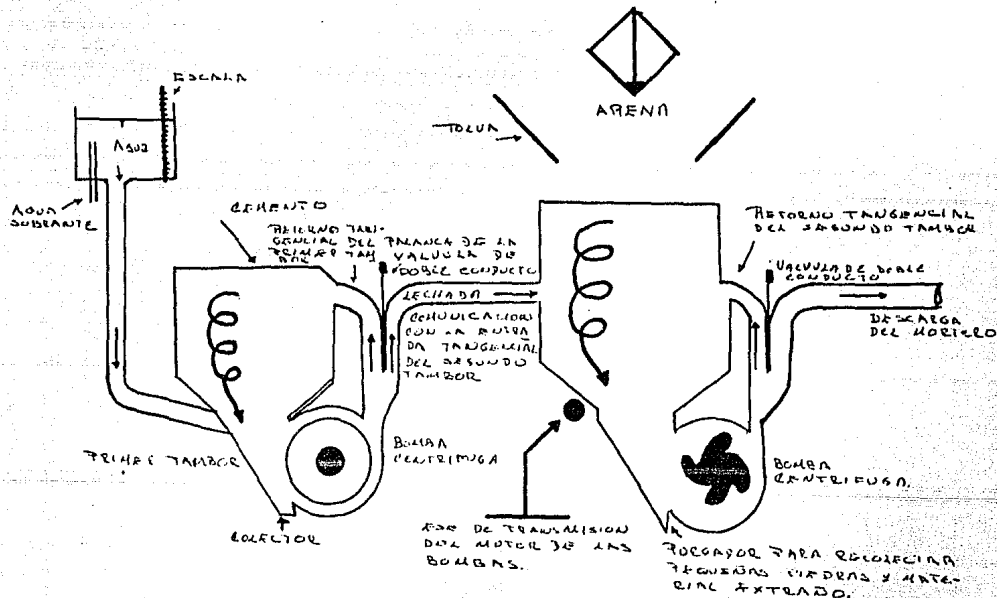
en el agua un movimiento vórtice con velocidad hasta de 1.500 r.p.m. . En ese instante se agrega el cemento en el agua circulante y después de un tiempo de 15 a 20 seg. de mezclado se forma la lechada, que debe cumplir con la relación agua-cemento prefijada. El tiempo de mezclado de la lechada deberá limitarse o prolongarse hasta cuando se observa que no existan grumos de cemento.

Por medio de un mecanismo simple, se cierra por estrangulación la manguera que conduce la lechada a entrar tangencialmente al mismo tambor y simultáneamente se abre la manguera que comunica a la mitad de la altura del segundo tambor, que es de mayores dimensiones. Al entrar la lechada en el segundo tambor, queda sujeta a un igual movimiento circular y en estas condiciones se le agrega la arena dosificada previamente, para estar mezclando durante un tiempo aproximado de 20 seg.. Después de este lapso, mediante otro dispositivo igual al anterior, se cierra la manguera que lleva al mortero a entrar tangencialmente al mismo segundo tambor, y se abre otra manguera que descarga el mortero en un tiempo de 70 a 80 seg.. Para ahorrar tiempo en la operación de la colodera, se dispone que mientras el segundo tambor mezcla y expulsa el mortero elaborado, en el primer tam-

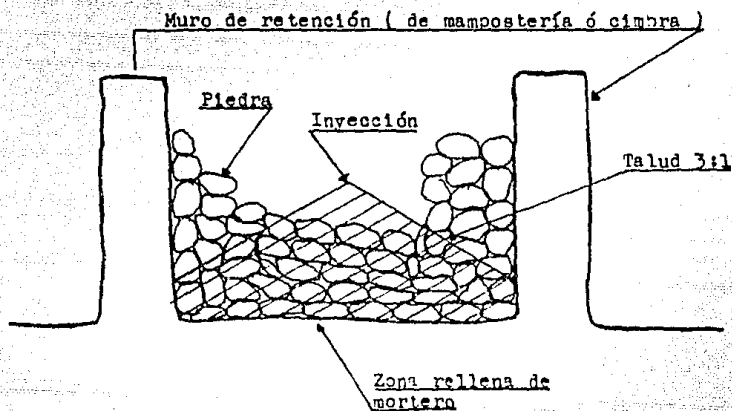
bor se esté mezclando el agua y el cemento, quedando preparada la lechada para pasar al segundo tambor.

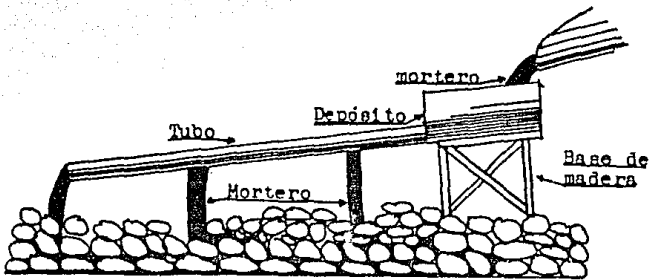
En el primer tambor el agua y el cemento son presionados a pasar con gran velocidad a través de una hendidura estrecha, en donde se presentan grandes consumos de energía por fricción interna del fluido, que hacen producir una mezcla coloidal de agua y cemento. En el segundo tambor se obtiene, por igual tratamiento, un mortero íntimamente mezclado, muy homogéneo y con la fluidez suficiente para permitir un llenado completo de las oquedades en el agregado grueso. Por la constitución coloidal de este mortero, no se presenta una inmediata segregación de los materiales y no existe avidéz por el agua. En virtud del mezclado mecánico a gran velocidad, el cemento llega a adquirir la consistencia coloidal (Los morteros elaborados en revolvedoras de concreto no presentan el mismo comportamiento).

COLCRETERA DE DOBLE TAMBOR

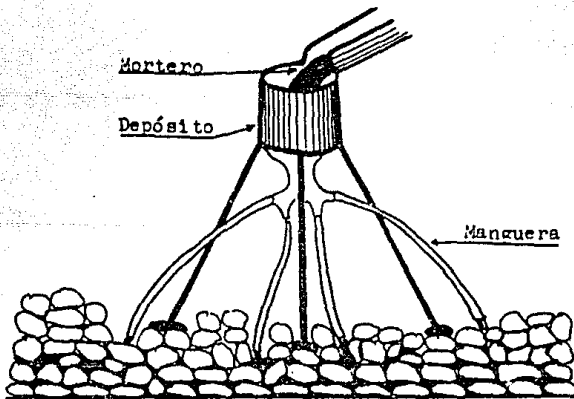


Forma de colocación del colcreteo.





Ejemplo de los posibles métodos de inyección del mortero coloidal.



III.3 INSPECCION DEL COLCRETO

La inspección de los materiales es semejante a la del concreto tradicional, es decir, se revisarán de igual manera las condiciones físicas del cemento, agua y de los agregados pétreos.

La inspección sobre el colgrout deberá verificar: - que tenga suficiente fluidez para penetrar en los huecos del agregado, tanto horizontal como verticalmente; que la inyección se haga a baja velocidad para permitir que haya suficiente tiempo para que penetre horizontalmente; que exista un flujo continuo para evitar un levantamiento vertical cuando la lechada permanece estacionaria y no fluye horizontalmente; que mantenga su fluidez durante el periodo de la inyección dentro de los tubos de lechada; no esotimarse ninguna cantidad de agua de mezcla por la absorción demorada de los materiales arenosos; hacer la inyección en cantidad suficiente para producir un avance vertical, para obtener en la práctica una economía al levantar los tubos de lechada a una altura razonable cuando sea necesario y no deberá permitirse que se impida el paso del aire desviándolo a lo largo de la superficie de las formas donde la resistencia a su penetración es menor que en los huecos de la masa del agregado.

En lo que respecta a la colocación del agregado grueso, este será manipulado y depositado en las formas de tal manera que la graduación de éste en el sitio, sea lo más uniforme posible. El agregado será ligeramente vibrado, apisonado o varillado durante las operaciones de colocación, a fin de reducir los vacíos a un mínimo económico.

Las formas serán de madera, acero, mampostería o algún otro material, la cimbra absorbente de revestimiento no será permitida. Las formas serán exactas a línea y grado. Donde sean colocadas las formas para superficies continuas en unidades sucesivas, se tendrá cuidado en la correcta colocación de la forma, sobre toda la superficie para obtener un alineamiento exacto de ellas y prevenir el escape del mortero.

Las superficies de las formas serán pulidas, libres de irregularidades, hendiduras, combaduras, o agujeros cuando se usen para caras perfectamente expuestas. Se usarán pasadores y tornillo para que el amarre interno esté garantizado cuando las formas sean removidas. Todas las formas estarán construidas de tal modo que puedan ser retiradas sin golpe de martillo o apalancándose contra el colcreto.

Las formas para superficies expuestas serán revestidas con aceite mineral que no mancha, el cual será aplicado un poco antes de la colocación del agregado grueso.

Cuando se requiera, durante el bombeo de la lechada de mortero, las formas serán ligeramente vibradas en el exterior y en la vecindad de la superficie del mortero para expulsar las burbujas de aire que a veces se adhieren en el interior del revestimiento y asegurar una película continua de mortero entre las partículas de mortero y las formas.

Todo aceite u anticorrosivo será removido de los cilindros de mezcla, mecanismos agitadores y otras partes del equipo en contacto con el mortero antes de que los mezcladores sean usados.

Todos los materiales serán medidos exactamente en volumen o peso antes de que se introduzcan al mezclador.

El tiempo de mezcla será tal que produzca un mortero perfectamente homogéneo y de la consistencia deseada. - Si es agitado continuamente, el mortero puede ser conservado en el mezclador o agitador hasta por espacio de dos horas a temperatura abajo de 20°0; un poco menos de --- tiempo a temperatura más alta. Si hay un lapso en la operación de inyección, el mortero será recirculado a través de la bomba, o a través del cilindro mezclador o agitador y bomba.

CAPITULO 4

CONSTRUCCION A BASE DE MAMPOSTERIA

IV.1. ASPECTOS GENERALES DE LA
MAMPOSTERIA.

IV.2. PROCESO DE CONSTRUCCION.

IV.3. INSPECCION DE LA MAMPOSTE-
RIA.

IV.1 ASPECTOS GENERALES DE LA MAMPOSTERIA

Se define este procedimiento constructivo como el conjunto de elementos estructurales que se construyen con piedra juntoada con mortero de cemento o de cal, o sin juntear. En el caso de mamposterías empleadas para la construcción de pequeñas presas de gravedad deberá ser juntoada con mortero de cemento, ya que en caso de utilizar mampostería seca o de mortero de cal, se produciría entre otros problemas un fenómeno de filtración dentro del cuerpo de la presa, en caso de no impermeabilizarla bien con un chapeo de concreto, en las secciones que pudiera tener contacto la presa con el agua.

A pesar del tratamiento que se les pudiera dar a las presas construidas de mampostería seca o juntoadas con mortero de cal, solo es recomendable las que sean juntoadas con mortero de cemento, por lo cual nos abocamos en la descripción de estas últimas.

Los materiales que se utilicen para la construcción de las pequeñas presas, deberán tener ciertas características esenciales, para garantizar la estabilidad de la misma, por lo cual se describirán a continuación las propiedades de los materiales.

En el caso de las piedras, deberán pesar como mínimo

treinta kg. y no menores de treinta cm. de espesor, -- excepto las que se emplean para acuñar. Se desecharán las piedras redondeadas, con cantos rodados sin fragmentar y aquellas que por estar agrietadas o intemperizadas, no garantizan la calidad de la obra. Las piedras que se utilicen deberán estar limpias y exentas de costras. Si las superficies tienen cualquier materia extraña que reduzca la adherencia, se limpiarán y serán rechazadas si tienen grasas, aceites o si las materias no son removidas.

El cemento que se utilice será de calidad normal, de fraguado ordinario debiendo estar en buenas condiciones en el momento de emplearse.

La arena deberá estar limpia, exenta de tierra o materia orgánica y de una granulometría adecuada, con fractura normal. Si solo hay arena fina, puede utilizarse sin reducir la resistencia del mortero. En el caso de no tener en una distancia para la cual resulte económico el acarreo agregados, puede optarse por usar arena fragmentada artificialmente.

El agua para la lechada de mortero, como del humedecimiento de las superficies de contacto para la colocación de la mampostería y curado, será fresca, limpia y libre de cantidades perjudiciales de agua negra,

aceites, ácidos, alcalí, sales y materia orgánica.

Se podrá utilizar aditivos en la elaboración del mortero, con estudio previo de su empleo.

Este procedimiento constructivo, es recomendable en lugares donde exista a una distancia no muy lejana, de tal forma que resulte económico su transporte, piedra en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de la obra, sin olvidar que esta piedra cumpla con los requisitos indispensables.

Otra de las ventajas de la mampostería es el hecho de requerir menos cantidad de maquinaria, la cual puede sustituirse por mano de obra, lo cual permite construir en lugares donde el acceso sea problemático.

Al igual que el colcreto, presenta un ahorro considerable en el consumo de materiales cementantes, ya que reduce la matriz de utilización de los mismos.

IV.2 PROCESO DE CONSTRUCCION

Una vez terminada y afinada la superficie de desplante, se compactará dicha superficie, sobre ésta se tenderá una plantilla de mortero, con la misma dosificación del que utilizará en la mampostería, con pedacería de piedra o sin ella, y con el espesor mínimo necesario para obtener una superficie uniforme.

Los morteros de cemento deberán elaborarse dosificando los materiales en volumen, tomando una parte de cemento y tres o cuatro partes de arena según sea necesario, la cantidad de agua será la mínima indispensable para que pueda ser manejable. Es posible hacer la dosificación en peso, pero se requerirían de más elementos en la obra, el mortero se podrá mezclar manual o mecánicamente.

Las mamposterías se construirán colocando en el desplante las piedras de mayores dimensiones. Las mejores caras de las piedras se aprovecharán para los paramentos, rostreándolas ligeramente en caso necesario. En los paramentos visibles no se admitirán salientes mayores de cuatro centímetros, en relación al plano teórico de construcción. Si las piedras son de origen sedimentario, se colocarán de manera que los lechos de estratificación queden normales a la dirección de la resultante de las

fuerzas. Antes de asentar una piedra en cualquier parte de la estructura, ésta deberá humedecerse bien; asimismo, deberán humedecerse los desplantes, las plantillas y las piedras sobre las que se coloque el mortero. Las piedras se juntarán con mortero, llenando completamente los espacios que quedan entre las piedras contiguas. Se acomodará cada piedra a manera de llenar lo mejor posible el hueco formado por piedras contiguas. Los huecos que resulten deberán llenarse totalmente con mortero y piedra chica. Antes que endurezca el mortero, se vaciarán las juntas de los paramentos visibles, para entallar las después, las piedras se asentarán teniendo cuidado de no aflojar las ya colocadas. En caso de que una piedra se afloje o quede mal asentada o provoque que se abra una de las juntas, será retirada y después de quitar el mortero del lecho y de las juntas, se volverá a asentar con mortero nuevo, humedeciendo otra vez el sitio de asiento. Al asentar las piedras, se procurará que las caras mayores en dimensión queden normales a la dirección de la resultante de las fuerzas, asegurando el cuatrapeo de unas con otras para obtener el mejor amarre posible.

En todas las mamposterías deberán usarse piedras a tizón, distribuidas regular y convenientemente para lograr una mejor trabazón. El área expuesta de estas piedras será, por lo menos una quinta parte del área del paramento y estarán distribuidas en forma regular.

El junteo del paramento se hará empleando mortero con la misma dosificación que el utilizado en la mampostería, rellenando y entallando la junta vaciada hasta el ras de la cara de la piedra. El entallado se hará después de que el mortero de la mampostería haya endurecido, humedeciendo bien la junta y rellenándola con mortero fresco, enrasándolo cuidadosamente. El paramento deberá conservarse mojado mientras se entallan las juntas. La superficie junteada deberá conservarse húmeda durante tres días después de terminado el junteo. Finalmente se limpiará todo el paramento y se corregirán los defectos que llegase a tener, a fin de darle una buena presentación.

El coronamiento o enrase de toda mampostería que quede expuesto a la intemperie, deberá cubrirse con un chapso de mortero de cemento, en la proporción antes utilizada, con un espesor mínimo de tres centímetros y dándole una pendiente transversal no menor de 2%. Una vez terminado, se curará durante tres días.

IV.3 INSPECCION DE LA MAMPOSTERIA

La mampostería, por el proceso constructivo amerita tener especial cuidado en algunos aspectos importantes, para obtener una obra de buena calidad. Estos aspectos son:

- Los desplomes aceptados para los paramentos no deberán ser mayores a los permitidos. Generalmente - del 2% de la altura.
- Las piedras colocadas deberán estar firmemente colocadas y bien cementadas.
- Verificar que no existan vacíos dentro del cuerpo de la presa entre piedra y piedra.
- Preferentemente el mortero se utilizará hasta treinta minutos después de haberse agregado el agua, desechando el que no se haya utilizado en este límite de tiempo.
- El avance de la construcción, en la colocación de las piedras, será horizontalmente, dejando entranques y salientes para el mejor amarre y unión de las diferentes capas de mampostería.
- Se inspeccionará que las juntas se aboquillen con mortero de tal modo que no resulten aristas.
- El curado de la mampostería deberá ser el mismo que para el concreto y cuando menos por un tiempo de tres días.

- La arena no deberá contener materia orgánica, ni finos arcillosos, en porcentajes apreciables; así como, no se permitirán contaminaciones mayores de un 10% en tamaño diferente al especificado.
- En lo que respecta a la colocación del agregado grueso, se procurará que la graduación sea lo más uniforme posible.
- En el cemento deberá comprobarse que su contenido está exento de hidrataciones parciales, lo que se manifiesta por la presencia de grumos.

CAPITULO 5

EVALUACION

V.1. COSTOS.

V.2. BENEFICIOS.

V.1 COSTOS

El análisis que a continuación se menciona en este capítulo, es una comparación de los costos por metro cúbico, en el que se consideraron los cargos por elaboración y colocación de los materiales.

Los costos de los materiales, maquinaria y mano de obra fueron cotizados para el año de 1988 en el mes de marzo, en el estado de Jalisco.

Las matrices analizadas para este tema, pretenden ejemplificar las alternativas en las cuales la utilización de maquinaria sea la mínima posible, para seguir en lo posible con el cumplimiento de los objetivos que pretende este trabajo.

Como se observará, no se incluye un programa de obra a seguir, por ser éste un análisis exclusivamente ilustrativo.

Las alternativas por ejemplificar son las siguientes:

- Concreto -Fabricado con revolvedora de un saco.
- Fabricado con revolvedora de dos sacos.
- Fabricado con revolvedora de tres sacos.
- Mampostería -Con mortero fabricado a mano.
- Con mortero fabricado con revolvedora de un saco.

-Con mortero fabricado con revolvedora de dos sacos.

-Con mortero fabricado con revolvedora de tres sacos.

Colcreto -Fabricado en colcretera de doble tambor y cimbra de madera.

-Fabricado en colcretera de doble tambor y cimbra de mampostería.

En todos los conceptos anteriores se considera que la colocación es manual.

En el caso del colcreto, solo se analizará la alternativa de fabricación del colgrout en colcretera de doble tambor ya que es la única que en la actualidad existe en el mercado nacional.

Primeramente se calcularán los costos horarios de la maquinaria a emplear, por lo cual, se dará a continuación el significado de las literales de las fórmulas a utilizar.

D.- Depreciación por hora efectiva de trabajo.

Va.- Representa el valor inicial de la máquina considerándose como tal el precio comercial de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional, descontándose el valor de las llantas en su caso.

Vr.- Representa el valor de rescate de una máquina y

es el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica.

Ve.- Representa la vida económica de la máquina expresada en horas de trabajo.

I.- Cargo por inversión por hora efectiva de trabajo.

Ha.- Número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año.

1.- Tasa de intereses anuales bancaria o propuesta.

S.- Cargo por seguros por hora efectiva de trabajo.

s.- Prima anual promedio, expresada en por ciento - anual del valor de la máquina.

M.- Cargo por mantenimiento mayor y menor por hora efectiva de trabajo.

Q.- Representa un coeficiente que incluye tanto el mantenimiento mayor como el menor. Se calculará con base en experiencias estadísticas; varía para cada tipo de máquina y de las distintas características del trabajo.

E.- Cargo por consumo de combustibles, por hora efectiva de trabajo.

F.- Coeficiente determinado por la experiencia, que variará de acuerdo con el combustible que se utilice. El cual es aproximadamente para:
Motores de gasolina: 0.2271 por H.P. operado/hora.

- Motores diesel: 0.1514 por H.P. operado/hora.
- C.- Representa el precio del combustible que consume la máquina.
- HP.- Potencia de la máquina en Horse Power.
- Pe.- Representa el precio de los aceites, que consumen las máquinas.
- L.- Cargo por consumo de lubricantes por hora efectiva de trabajo.
- Fa.- Coeficiente estadístico, que variará de acuerdo a la potencia de la máquina, en casos donde la potencia sea igual o menor de 100 HP será de - 0.0030
- Ca.- Capacidad del carter en litros.
- t.- Número de horas transcurridas entre dos cambios de aceite (generalmente es de 100 horas sucesivas para el equipo mayor).
- O.- Cargo por operación por hora efectiva de trabajo.
- So.- Suma de salarios por turno.
- H.- Horas efectivas de trabajo por turno.
- K.- Factor empírico, determinado por la experiencia.

----- COSTO HORARIO DIRECTO -----

MEZCLADORA DE CEMENTO DE DOBLE TAMBOR

Precio de adquisición ----- \$ 14'720,304.00
 Vida económica ----- 8,000 horas
 Horas trabajadas por año ----- 2,000 horas
 Valor de rescate ----- 10.00 %
 Fecha de cotización: Marzo de 1988

CARGOS FIJOS

Va-Vr \$14'720,304.00-\$1'472,030.40
 D-----= ----- = \$1,656.03
 Ve 8,000 horas

Va+Vr \$14'720,304.00+\$1'472,030.40
 I-----1= ----- x 0.3471 = \$1,416.83
 2Ha 4,000 horas

Va+Vr \$14'720,304.00+\$1'472,030.40
 S-----s= ----- x 0.020 = \$ 80.96
 2Ha 4,000 horas

M= K x D = 0.60 x \$1,656.03 = \$ 993.62

suma de cargos fijos \$4,147.44

CARGOS POR CONSUMOS

E= F x HP x C - 0.2271 x 10 HP x \$429.52 = \$ 975.44

Ca 2.0 lto.
 L= [+ (Fa x HP)] x Pe = [(-----) + (0.003 x 10HP)] x \$2115 = \$ 105.75
 t 100 hr

suma de cargos por consumo \$1,081.19

CARGOS POR OPERACION

O= So/H = \$18,595.00/ 6.4 horas = \$2,905.47

TOTAL \$8,134.10

----- COSTO HORARIO DIRECTO -----

REVOLVEDORA CONCHETO R-10 115

Precio de adquisición ----- \$ 4'836,944.00

Vida económica ----- 8,000 horas

Horas trabajadas por año ----- 2,000 horas

Valor de rescate ----- 10.00 %

Fecha de cotización: Marzo de 1988

CARGOS FIJOS

Va-Vr \$4'836,944.00-483,694.40
 D----- = \$ 544.16
 Ve 8,000 horas

Va+Vr \$4'836,944.00+483,694.40
 I----- = \$ 461.66
 2Ha 4,000 horas x 0.5471

Va+Vr \$4'836,944.00+483,694.40
 S----- = \$ 26.60
 2Ha 4,000 horas x 0.020

M= K x D = 0.60 x \$ 544.16 = \$ 326.49

suma cargos fijos \$1,358.91

CARGOS POR CONSUMO

E= F x HP x C = 0.2271 x 9.00 HP x \$429.52 = \$ 877.90

Ca 1.4 lto.
 L=[--+ (FaxHP)] x Pe = [(-----) + (0.003x9HP)] x \$2115 = \$ 85.72
 t 100 hr

suma de cargos por consumo \$ 964.61

CARGOS POR OPERACION

O= So/H = \$18,595.00/ 6.4 horas = \$2,905.47

TOTAL \$5,228.99

----- COSTO HORARIO DIRECTO -----

REVOLVEDORA CONCRETO R20-118

Precio de adquisición ----- \$ 21'916,266.00

Vida económica ----- 8,000 horas

Horas trabajadas por año ----- 2,000 horas

Valor de rescate ----- 10.00 %

Fecha de cotización: Marzo de 1988

CARGOS FIJOS

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{\$21'916,266.00 - \$2'191,626.60}{8,000 \text{ horas}} = \$2,465.58$$

$$I = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{\$21'916,266.00 + \$2'191,626.60}{4,000 \text{ horas}} \times 0.3471 = \$2,091.78$$

$$S = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{\$21'916,266.00 + \$2'191,626.60}{4,000 \text{ horas}} \times 0.020 = \$120.54$$

$$M = K \times D = 0.60 \times \$2,465.58 = \$1,479.35$$

suma de cargos fijos \$6,157.24

CARGOS POR CONSUMO

$$E = F \times HP \times C = 0.2271 \times 22.5 \text{ HP} \times \$429.52 = \$2,194.74$$

$$L = \left[\frac{Ga}{t} + (Fa \times HP) \right] \times Pe = \left[\left(\frac{3.8 \text{ lto}}{100 \text{ hr}} \right) + (0.003 \times 23 \text{ HP}) \right] \times \$2115 = \$248.51$$

suma de cargos por consumo \$2,417.87

CARGOS POR OPERACION

$$O = So/H = \$18,595.00 / 6.4 \text{ horas} = \$2,905.47$$
TOTAL \$11,480.59

----- COSTO HORARIO DIRECTO -----

REVOLVEDORA CONCRETO 3 SACOS-16S

Precio de adquisición ----- \$ 31'203,744.00

Vida económica ----- 8,000 horas

Horas trabajadas por año ----- 2,000 horas

Valor de rescate ----- 10.00 %

Fecha de cotización: Marzo de 1988

CARGOS FIJOS

Va-Vr \$31'203,744.00-\$3'120,374.40
 D-----
 Ve 8,000 horas = \$3,510.42

Va+Vr \$31'203,744.00+\$3'120,374.40
 I-----
 2Ha 4,000 horas x0.3471 = \$2,978.21

Va+Vr \$31'203,744.00+\$3'120,374.40
 S-----
 2Ha 4,000 horas x0.020 = \$ 171.62

M= K x D = 0.60 x \$ 3,510.42 = \$2,160.25

suma cargos fijos = \$8,766.50

CARGOS POR CONSUMO

E= F x HP x C = 0.2271 x 22.5 HP x \$429.52 = \$2,194.74

L= $\frac{Ca}{t} (F \times HP) \times Pe = \left[\left(\frac{5 \text{ lto.}}{100 \text{ hr suma de cargos consumo}} \right) + (0.003 \times 23 \text{ HP}) \right] \times \$2115 = \underline{\$ 248.51}$
 \$2,443.25

CARGOS POR OPERACION

O= So/H = \$18,595.00/ 6.4 horas = \$2,905.47

TOTAL \$14,115.23

----- COSTO HORARIO DIRECTO -----

VIBRADOR GASOLINA k8-W1

Precio de adquisición ----- \$ 2'973,084.00

Vida económica ----- 8,000 horas

Horas trabajadas por año ----- 2,000 horas

Valor de rescate ----- 5.00 %

Fecha de cotización: Marzo de 1988

CARGOS FIJOS

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{\$2'973,084.00 - \$148,654.20}{8,000 \text{ horas}} = \$ 353.05$$

$$I = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{\$2'973,084.00 + \$148,654.20}{4,000 \text{ horas}} \times 0.3471 = \$ 270.86$$

$$S = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{\$2'973,084.00 + \$148,654.20}{4,000 \text{ horas}} \times 0.020 = \$ 15.61$$

$$M = K \times D = 0.60 \times \$353.05 = \$ 211.83$$

suma de cargos fijos \$ 851.36

CARGOS POR CONSUMO

$$E = F \times HP \times C = 0.2271 \times 8 \text{ HP} \times \$429.52 = \$ 780.35$$

$$L = \left[\frac{Ca}{t} \times (F \times HP) \right] \times Pe = \left[\frac{1.2 \text{ lto.}}{100 \text{ hr}} \right] \times (0.003 \times 8 \text{ HP}) \times \$2115 = \$ 76.14$$

suma cargos por consumo \$ 856.49

CARGOS POR OPERACION

$$O = So/H = \$18595.00 / 6.4 \text{ horas} = \$2905.17$$

TOTAL \$ 4612.52

1.- Madera en cachetes:

$$(1.0 \times 1.0 / (0.305)^2) \times 1.5 = 16.12 \text{ pies tablón}$$

2.- Madera en refuerzos:

$$(1.5 \times 4/12) + (2.0/0.305) + (1.5 \times 4/12) + (1.75/0.305) \\ = 6.15 \text{ pies tablón}$$

3.- Madera en separadores:

$$(1.5 \times 1.5/12) + (1.0/0.305) = 0.61 \text{ pies tablón.}$$

4.- Madera en estacas:

$$(1.0 \times 2/12) + (0.60/0.305) = 0.33 \text{ pies tablón}$$

suma parcial 23.21 P.T.

desperdicio 25% +5.80 P.T.

suma total 29.01 P.T.

5.- Clavo

Usando clavo de 3"

En cachetes 20 clavos

En separadores 4 clavos

En refuerzos 6 clavos

total 30 clavos

$$30 \text{ clavos} \times 0.00575 \text{ Kg/clavo} = 0.1725 \text{ Kg}$$

6.- Alambre

Utilizando alambre recocido del No. 18, aproximadamente se utilizan 0.030 Kg. en amarres.

- CALCULO DEL COSTO DE LA CIMBRA POR METRO CUBICO DE -
CONCRETO Y COLCRETO

Primeramente calcularemos la cantidad de cimbra --
por metro cúbico concreto.

El área de contacto es de 310.46 m² (1)

El volumen de material a colocar es de 786.9 m³ (1)

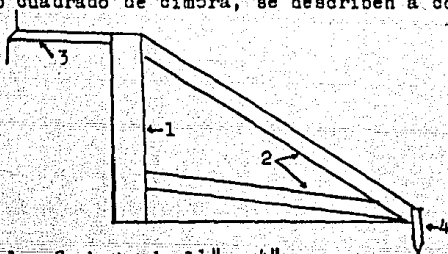
Por lo que el factor de utilización será:

$$\frac{310.46 \text{ m}^2}{786.90 \text{ m}^3} = 0.395 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

Considerando un 15 % por concepto de traslapes

$$0.395 \times (1 + 0.15) = \underline{0.454 \text{ m}^2/\text{m}^3}$$

La cantidad de materiales que se requieren por me-
tro cuadrado de cimbra, se describen a continuación.



- 1.- Cochete de 1½" x 4"
- 2.- Refuerzos de 1½" x 4"
- 3.- Separador de 1½" x 1½"
- 4.- Estaca de 2" x 2"

(1) Datos obtenidos del proyecto de la presa dera-
vadora "Corrinchis". De la biblioteca de la SARH.

RESUMEN DE MATERIAL :

Madera----- 29.01 P.T.
 Clavo de 3"----- 0.1725 Kg.
 Alambre recocido del No. 18----- 0.0300 Kg.

CIMBRA PARA EL CONCRETO

Considerando 6 usos para la madera y un 33 % de --
 aprovechamiento posterior del clavo.

Madera 29.01 P.T./6 usos = 4.84 P.T.

Clavo 0.1725 x 0.667 = 0.115 Kg.

Alambre No. 18 (0.030) x (1) = 0.030 Kg.

CIMBRA PARA EL COLCRETO

Considerando 8 usos, por no tener el mismo esfuerzo
 sometido o ejercido que el concreto y un 33 % de apro-
 vechamiento posterior del clavo.

Madera 29.01 P.T./8 usos = 3.63 P.T.

Clavo 0.1725 x 0.667 = 0.115 Kg.

Alambre del No. 18 = 0.030 Kg.

CALCULO DEL COSTO DE CIMBRA POR M3 DE CONCRETO

<u>Material</u>	<u>Factor de utilización</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Costo</u>	<u>Total</u>
Madera	0.454 M2/M3	4.84 P.T.	\$2200-	4834.19
Clavo 3"	0.454 M2/M3	0.115Kg	\$1800-	93.98
Alambre	0.454 M2/M3	0.030Kg	\$2000-	27.24

 suma por cargo de materiales

\$ 4,955.41

II Mano de Obra

1 carpintero \$ 18,269-/turno

1 ayudante de carpintero \$ 13,579-/turno

\$ 31,848-/turno

Rendimiento de 8 M2/turno

$$\frac{\$31,848\text{-/turno (0.454M2/M3)}}{8 \text{ M2/turno}} = \underline{\$ 1,807.37}$$

III Herramientas

10 % de la mano de obra

0.10 x 1807.37 = \$ 180.74/M3COSTO TOTAL \$6,943.52/M3CALCULO DEL COSTO DE CIMBRA POR M3 DE COLGRETO

<u>Material</u>	<u>Factor de utilización</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Costo</u>	<u>Total</u>
Madera	0.454 M2/M3	3.63 F.T.	\$2200-	3625.64
Clavo 3"	0.454 M2/M3	0.115Kg	\$1800-	93.98
Alambre	0.454 M2/M3	0.030Kg	\$2000-	27.24

suma de cargo por materiales				<u>\$ 3,746.86</u>

II Mano de Obra

1 Carpintero \$ 18,269-/turno

1 Ayudante de carpintero \$ 13,579-/turno

\$ 31,848-/turno

Rendimiento 8 M2/turno

$$\frac{\$ 31,848\text{-/turno (0.454M2/M3)}}{8 \text{ M2/turno}} = \underline{\$ 1,807.37}$$

III Herramientas

10 % de la mano de obra

0.10 x 1807.37

= \$ 180.74/M3

Costo total \$ 5,734.97

----- COSTO DEL CONCRETO -----

Las consideraciones que tomaremos para el cálculo de los costos unitarios, son las siguientes:

- Se analizarán tres formas de fabricación.
- El concreto será de un f'c de 140 Kg/cm², para todos los casos.
- El proceso de colocación será el mismo para todos los casos.

COSTO DE FABRICACION DE CONCRETO f'c 140 Kg/cm², HECHO CON REVOLVEDORA R-10 119.

I Materiales

Material	Cantidad	Desperdicio	Costo	Importe
Cemento	0.305 T.	3 %	\$165,000	\$51,810.00
Arena	0.403 M3	8 %	\$ 15,850	\$ 6,894.75
Grava	0.805 M3	8 %	\$ 15,850	\$13,773.65
Agua	0.207 M3	30 %	\$ 300	\$ 80.70
				\$ 72,559.10

II Mano de Obra

1 Camo	\$ 15,954-/turno
7 Peones (\$11,858-c/u)	<u>\$ 83,006-/turno</u>
	\$ 98,960-/turno

Rendimiento de 18 M3/turno

<u>98,960-/turno</u>	<u>\$ 5,497.78/M3</u>
18 M3/turno	

III Equipo

Revolvedora R-10 11S \$ 5,228.99/hora

Rendimiento de 2.25 M3/hora

<u>5,228.99/hora</u>	<u>\$ 2,323.99</u>
2.25 M3/hora	

IV Herramientas

10 % de mano de obra

0.10 x 5,497.78 \$ 549.78

COSTO TOTAL \$80,930.65

COSTO DE FABRICACION DE CONCRETO f'c 140 Kg/cm², HECHO
CON REVOLVEDORA R-20 11S.

I Materiales

Material	Cantidad	Desperdicio	Costo	Importe
Cemento	0.305 T.	3 %	\$165,000	\$51,810.00
Arena	0.403 M3	8 %	\$ 15,850	\$ 6,894.75
Grava	0.805 M3	8 %	\$ 15,850	\$13,773.65
Agua	0.207 M3	30 %	\$ 300	<u>\$ 80.70</u>

\$ 72,559.10

II Mano de Obra

1 Cabo	\$15,954-
7 Peones (\$11,858-c/u)	<u>\$83,006-</u>
	\$ 98,960-/turno

Rendimiento de 33 M3/turno

<u>98,960-/turno</u>	<u>\$ 2,998.79</u>
33 M3/turno	

III Equipo

Revolvedora R-20 119 \$ 11,480.59/hora

Rendimiento de 4.125M3/hora

<u>\$11,480.59/hora</u>	<u>\$ 2,783.17</u>
4.125 M3/hora	

IV Herramientas

10 % de mano de obra

0.10 x 2,998.79 \$ 299.89COSTO TOTAL \$ 78,640.95

COSTO DE FABRICACION DE CONCRETO f^c 140 Kg/om², HECHO
CON REVOLVEDORA DE 3 SACOS-169

I Materiales

Material	Cantidad	Desperdicio	Costo	Importe
Cemento	0.305 T.	3 %	\$165,000	\$51,810.00
Arena	0.403 M3	8 %	\$ 15,850	\$ 6,894.75
Grava	0.805 M3	8 %	\$ 15,850	\$13,773.65
Agua	0.207 M3	30 %	\$ 300	<u>80.70</u>
				\$72,559.10

II Mano de Obra

1 cabo	\$ 15,954-
8 Peones (\$11,858- c/u)	<u>\$ 94,864-</u>
	\$110,818-/turno

Rendimiento de 45 M3/turno

<u>\$110,818-/turno</u>	<u>\$ 2,462.62</u>
45 M3/turno	

III Equipo

Revolvedora 3 sacos-168	\$ 14,115.47/hora
-------------------------	-------------------

Rendimiento de 5.625M3/hora

<u>\$14,115.47/hora</u>	<u>\$ 2,509.42</u>
5.625 M3/hora	

IV Herramientas

10 % de mano de obra

0.10 x 2,462.62	<u>\$ 246.26</u>
-----------------	------------------

COSTO TOTAL \$ 77,777.40

COSTO DE SOLCACION DEL CONCRETO f \acute{e} 140 Kg/cm², HECHO
POR CUALQUIERA DE LOS METODOS ANALIZADOS.

I Material	Cantidad	Costo	Importe
Agua para curado	1.0 M3	300-	300-
Cimbra por M3 de con- creto	1.0	6943.52	6943.52
Fasarelas: 10 pzas de <u>1.5" x 12" x 8' / 250 M3</u>	0.48 P.T.	2200-	1056-

II Equipo	Cantidad	Costo	Importe
Carretilla caja honda y llanta neumática: <u>\$300,000-pza</u> 1000 M3	1.0	\$300-	\$300-
Vibrador Gasolina K8- W1; costo horario : \$4,612.52 y un rendi- miento de 2.5 M3/hr. <u>4,612.52 hr</u> 2.5 M3/hr	1.0	\$1,845-	\$1,845-
III Mano de Obra			
a) Vaciado 1 oficial albañil: \$ 15,954-			
4 peones (\$11,858-c/u) \$ 47,432-			
Los cuales rinden 8M3 por turno. <u>\$15,954- + \$47,432-</u> 8 M3/turno	1.0	\$7,923.25	\$7,923.25
b) Curado 1 peón \$ 11,858-, y -- rinden 100 M3/turno <u>11,858-/turno</u> 100 M3/turno	1.0	\$118.58	\$118.58
IV Herramientas 10% de la mano de obra 0.10 x 8,041.83	1.0	\$804.18	\$804.18

COSTO POR COLOCACION M3 \$ 19,290.53

En la siguiente lista se concentran los costos finales del concreto.

Alternativa	Costo Colocación	Costo Fabricación	Total
Concreto fabrica- do con revolvedora R-10 11S	\$19,290.53	\$80,930.65	\$100,221.18
Concreto fabrica- do con revolvedora R-20 11S	\$19,290.53	\$78,640.95	\$ 97,931.48
Concreto fabrica- do con revolvedora 3 sacos-16S	\$19,290.53	\$77,777.40	\$ 97,067.93

----- COSTO DE LA MAMPOSTERIA -----

Las consideraciones que tomaremos para el cálculo -
de los costos unitarios, son las siguientes:

- Se analizarán cuatro formas de fabricación.
- La mampostería será realizada con proporción 1:3,
para todos los casos.
- El proceso de colocación será el mismo para todos
los casos.

COSTO DE FABRICACION DE MAMPOSTERIA CON PROPORCION 1:3,
HECHO MANUALMENTE. EL MORTERO.

I Materiales

Material	Cantidad	Desperdicio	Costo	Importe
Piedra	1.5 M3	3 %	\$15,850-	\$23,775-
Arena	0.373M3	8 %	\$15,850	\$ 5,385.01

Material	Cantidad	Desperdicio	Costo	Importe
Cemento	0.149T.	3 %	\$165,000-	\$25,322.55
Agua	0.084M3	30 %	\$ 300-	\$ 32.76
				\$ 55,515.32

II Equipo	Cantidad	Costo	Importe
-----------	----------	-------	---------

Carretilla caja
honda y llanta-
neumática:
\$300,000-pza
1000 M3

1.0	\$300-	\$300-
-----	--------	--------

III Mano de Obra

a) Fabricación
1 cabo: 15,954-
10 peones
(11,858-c/u)
118,580-
\$134,534-

con un rendimiento
de 12 M3/turno

1/12	\$134,534-	\$11,211.17
------	------------	-------------

b) Colocación y
Transporte
1 albañil: 15,954-
2 peones(11858-c/u)
23,716-
\$ 39,670-

con un rendimiento
de 2.0 M3/turno

1/2	\$ 39,670-	\$19,835.00
-----	------------	-------------

IV Herramienta

10 % de la mano de
obra.

0.10	\$ 31,046.17	\$ 3,104.62
------	--------------	-------------

COSTO POR M3 DE MAMPONERIA \$89,966.11

**COSTO DE MAMPOSTERIA HECHA CON MORTERO DE PROPORCION
1:3, FABRICADO CON REVOLVEDORA R-10 118.**

I Materiales	Cantidad	Desperdicio	Costo	Importe
Piedra	1.5 M3	3 %	\$ 15,850-	\$23,775-
Arena	0.373M3	8 %	\$ 15,850-	\$ 6,385.01
Cemento	0.149T.	3 %	\$165,000-	\$25,322.55
Agua	0.084M3	30 %	\$ 300-	\$ 32.76
				\$ 55,515.32

II Equipo	Cantidad	Costo	Importe
Carretilla caja honda y llanta-neumática: <u>\$300,000-pza</u> 1000 M3	1.0	\$ 300-	\$ 300-
Revolvedora R-10 118 con rendimiento de - 2.25 M3/hora	1/2.25	\$5,228.99	\$2,323.99

III Mano de Obra

a) Fabricación 1 cabo; 15,954- 7 peones(11,858-c/u) : 83,006- con rendimiento de 18 M3 por turno.	1/18	\$98,960-	\$5,497.78
b) Colocación y Transporte 1 albañil; 15,954- 2 peones(11,858-c/u) : 23,716- con rendimiento de 2.0 M3/turno	1/2	\$39,670-	\$19,835.00

IV Herramientas	Cantidad	Coasto	Importe
10 % de la mano de obra.	0.10	\$25,332.78	\$2,533.28

COSTO POR M3 DE MAMPOSTERIA \$86,005.37

COSTO DE MAMPOSTERIA HECHA CON MORTERO DE PROPORCION
 1:3, FABRICADO CON REVOLVEDORA R-20 lbs.

I Materiales	Cantidad	Desperdicio	Costo	Importe
Piedra	1.5 M3	3 %	\$ 15,850-	\$23,775-
Arena	0.373M3	8 %	\$ 15,850-	\$ 6,385.01
Cemento	0.149T.	3 %	\$165,000-	\$25,322.55
Agua	0.084M3	30 %	\$ 300-	\$ 32.76
				\$ 55,515.32

II Equipo	Cantidad	Costo	Importe
Carretilla caja honda y llanta neumática. con rendimiento de 1000 M3	1/1000	\$300,000-	\$ 300-
Revolvedora R-20 11S con rendimiento de - 4.125 M3/hora.	1/4.125	\$ 11,480.59	\$2,783.17

III Mano de Obra

a) Fabricación			
1 cabo: 15,954-			
7 peones(11,858- o/u)			
: 83,006-			
con rendimiento de 33 M3 por turno.	1/33	\$98,960-	\$2,998.79
b) Colocación y transporte			

	Cantidad	Costo	Importe
1 albañil: 15,954-			
2 peones: (11,858-c/u)			
23,716-			
con rendimiento de --			
2.0 M3/turno.	1/2	\$39,670-	\$19,835.00
IV Herramientas			
10 % de la mano de obra	0.10	\$22,833.79	\$2283.38

COSTO POR M3 DE MAMPOSTERIA \$83,715.66

COSTO DE MAMPOSTERIA HECHA CON MORTERO DE PROPORCION

1:3 FABRICADO CON REVOLVEDORA DE 3 SACOS-16S.

I Materiales	Cantidad	Desperdicio	Costo	Importe
Piedra	1.5 M3	3 %	\$ 15,850-	\$23,775-
Arena	0.373M3	2 %	\$ 15,850-	\$ 6,385.01
Cemento	0.149T.	3 %	\$165,000-	\$25,322.55
Agua	0.084M3	30 %	\$ 300-	\$ 32.76
				\$ 55,515.32

II Equipo	Cantidad	Costo	Importe
Carretilla caja honda y llanta neumatica, con rendimiento de -- 1000 M3	1/1000	\$300,000-	\$ 300-
Revolvedora de 3 sacos -16S, con rendimiento de 5.625M3/hora.	1/5.625	\$14,115.47	\$2,509.42

III Mano de Obra

a) Fabricación			
1 cabo: 15,954-			
8 peones(11,858-c/u),			
con rendimiento de			
45 M3/hora	1/45	\$110,818-	\$2,462.62

	Cantidad	Costo	Importe
b) Colocación y Transporte.			
1 albañil: 15,954-			
2 peones(11,858-c/u):			
23,716-			
con rendimiento de --			
2.0 M3/turno.	1/2	\$39,670-	\$19,835.00

IV Herramientas

10 % de la mano de obra 0.10 \$22,297.62 \$2,229.76

GOSTO POR M3 DE MAMPOSTERIA \$82,852.12

En la siguiente tabla se concentran los costos de las diferentes alternativas analizadas en los conceptos de colocación y fabricación de los materiales de la mampostería.

Alternativa	Costo. por M3.
Mampostería hecha con mortero de proporción 1:3, fabricado manualmente.	\$ 89,966.11
Mampostería hecha con mortero de proporción 1:3, fabricado con revolvedora R-10 lls.	\$ 86,005.28
Mampostería hecha con mortero de proporción 1:3, fabricado con revolvedora R-20 lls.	\$ 83,715.66
Mampostería hecha con mortero de proporción 1:3, fabricado con revolvedora de 3 sacos -- 16S.	\$ 82,852.12

----- COSTO DEL COLCRETO -----

Las consideraciones tomadas para el cálculo de los costos unitarios, son las siguientes:

- Se analizará solo una forma de fabricación del col grout.
- En la colocación de los materiales, solo se analizará, la colocada manualmente.
- La cimbra que se utilizará podrá bien ser de mampostería (que ocupa aproximadamente el 15 % del volumen del colcreto) o de madera.

A) COSTO DEL COLCRETO DE PROPORCION 1:4 COLOCADO EN CIBRA DE MADERA.

Materiales	Cantidad	Desperdicio	Costo	Imposte
Cemento	0.117T.	3 %	\$165,000-	\$19,884.15
Arena	0.367M ³	8 %	\$ 15,850-	\$ 6,282.31
Agua	0.080M ³	30 %	\$ 300-	\$ 31.20
Piedra	1.5 M ³	3 %	\$ 15,850-	<u>\$24,488.25</u>
Subtotal				\$50,685.91
Cimbra				<u>\$ 5,734.97</u>
				\$56,420.88

II Equipo.	Cantidad	Costo	Importe
Carretilla caja honda y llanta neumática: con un rendimiento de 1000 M ³	1/1000	\$300,000-	\$ 300-

Equipo	Cantidad	Costo	Importe
Mezcladora de colcreto de doble tambor: con un rendimiento de 6.8 M ³ de colgrout, pero solo se necesitan - 0.33 M ³ de colgrout por M ³ de colcreto, la producción del mismo es - po hora.	1/20.61	\$8,134.10	\$ 394.74

III Mano de obra

a) Fabricación
 1 cabo: 15,954-
 7 peones(11,858-c/u)
 : 83,006-
 con un rendimiento de 54.4 M³ de colgrout - lo que equivale a - 164.85 M³ de colcreto

	1/164.85	\$98,960-	\$ 600.30
--	----------	-----------	-----------

b) Colocación y transporte.
 1 albañil: 15,954 -
 2 peones(11,858-c/u)
 : 23,716
 con un rendimiento de 2.0 M³/turno

	1/2	\$39,670-	\$19,835.00
--	-----	-----------	-------------

IV Herramientas

10 % mano de obra	0.10	\$20,435.30	\$2,043.53
-------------------	------	-------------	------------

GOSTO POR M³ DE COLCRETO \$ 79,594.45

B) COSTO DEL COLCRETO DE PROPORCION 1:4 COLCADO EN -
 CIMBRA DE MAMPOSTERIA.

Este caso es idéntico al anterior, pero con la diferencia que solo se ocupa un 85 % de colcreto y en lugar de la cimbra de madera utilizaremos mampostería -

del cual su costo en varias alternativas ya fue analizado, por lo cual las diferentes alternativas que manejaremos son las siguientes:

a) Coloreto colocado en mampostería fabricado su mortero manualmente.

Concepto	Cantidad	Costo	Importe
Material	0.85	\$50,685.91	\$43,083.02
Mano de obra	0.85	\$20,435.30	\$17,370.01
Equipo	0.85	\$ 694.74	\$ 590.53
Herramienta	0.85	\$ 2,043.53	\$ 1,737.00
Mampostería	0.15	\$89,966.11	\$13,494.92

COSTO TOTAL \$76,275.48

b) Coloreto colocado en mampostería fabricando su mortero en revolvedora R-10 113. Este concepto es idéntico al anterior, pero con el costo de la cimbra diferente.

Costo del coloreto \$ 62,780.56

Costo de la mampostería $0.15 \times \$86,005.37 = \$ 12,900.79$

COSTO TOTAL \$ 75,681.35

c) Coloreto colocado en mampostería de mortero fabricado en revolvedora R-20 113.

Costo del coloreto \$ 62,780.56

Costo de la mampostería $0.15 \times \$83,715.66 = \$ 12,557.35$

COSTO TOTAL \$ 75,337.91

d) Colcreto colocado en mampostería de mortero fabri-
cado en revolvedora de 3 sacos-16S.

Costo del colcreto \$62,780.56

Costo de la mampostería \$12,427.82

COSTO TOTAL \$ 75,208.38

COSTO DEL VOLUMEN DE MATERIAL A COLOCAR EN LA PRESA

<u>Alternativa</u>	<u>Volumen</u>	<u>Costo</u>	<u>Importe</u>
Concreto fabricado con revolvedora -- R-10 lls.	786.9M3	\$100,221.18	\$78'864,047.54
Concreto fabricado con revolvedora -- R-20 lls.	786.9M3	\$ 97,931.48	\$77'062,282.61
Concreto fabricado con revolvedora -- 3 sacos-16S.	786.9M3	\$ 97,067.93	\$76'382,754.12
Mampostería hecha con mortero de pro- porción 1:3, fabri- cado manualmente.	786.9M3	\$ 89,966.11	\$70'794,332.96
Mampostería hecha con mortero de pro- porción 1:3, fabri- cado con revolvedo- ra R-10 lls.	786.9M3	\$ 86,005.28	\$67'877,555.83
Mampostería hecha con mortero de pro- porción 1:3, fabri- cado con revolvedo- ra R-20 lls.	786.9M3	\$ 83,852.12	\$65'875,853.85

Mampostería hecha con mortero de proporción 1:3, fabricado con revolvedora de 3 sacos-153.	786.9M3	\$82,852.12	\$65'196,333.23
Colcreto colocado en cimbra de madera.	786.9M3	\$79,594.45	\$62'632,873.71
Colcreto colocado en cimbra de mampostería fabricada manualmente	786.9M3	\$76,275.48	\$60'021,175.21
Colcreto colocado en cimbra de mampostería fabricado su mortero en revolvedora R-10 113.	786.9M3	\$75,681.35	\$59'553,654.32
Colcreto colocado en cimbra de mampostería de mortero fabricado en revolvedora R-20 113.	786.9M3	\$75,337.91	\$59'283,401.38
Colcreto colocado en cimbra de mampostería de mortero fabricado en revolvedora de 3 sacos 153.	786.9M3	\$75,208.38	\$59'181,474.22

V.2 BENEFICIOS

En la construcción de pequeñas obras, podemos observar según el análisis hecho, que en el caso de tener en el sitio de construcción a un precio accesible, los costos de material y mano de obra, puede resultar más económico la sustitución de maquinaria por mano de obra.

Técnicamente resulta más conveniente la construcción a base de concreto, pues en este procedimiento constructivo es mucho más sencillo llevar un control de calidad, ya que se supervisa menos cantidad de personal que en los otros procedimientos. Debe utilizarse dependiendo de los costos de los materiales, mano de obra y el equipo, así como de la viabilidad de su transporte a la obra.

A continuación se establece la cantidad aproximada de mano de obra requerida específicamente para la obra en estudio.

<u>Procedimiento de construcción</u>	<u>Costo por</u>	<u>7 personas</u>
	<u>M\$</u>	<u>necesarias</u>
Concreto fabricado con revolvedora R-10 l18	\$100,221.18	1.195
Concreto fabricado con revolvedora R-20 l18	\$ 97,931.48	0.952

<u>Procedimiento de construcción</u>	<u>Costo por M³</u>	<u># personas necesarias</u>
Concreto fabricado con revolvedora de 3 sacos-169.	\$ 97,067.93	0.907
Mampostería hecha con mortero fabricado manualmente.	\$ 89,966.11	2.417
Mampostería hecha con mortero fabricado en revolvedora R-10 - 119.	\$ 86,005.28	2.000
Mampostería hecha con mortero fabricado en revolvedora R-20 - 119.	\$ 83,715.66	1.773
Mampostería hecha con mortero fabricado en revolvedora de 3 sacos 169.	\$ 82,852.12	1.722
Colcreto colocado en cimbra de madera.	\$ 79,594.45	1.597
Colcreto colocado en cimbra de mampostería fabricado su mortero en revolvedora R-10 119.	\$ 75,681.38	1.657
Colcreto colocado en cimbra de mampostería fabricado su mortero en revolvedora R-20 119.	\$ 75,337.91	1.623
Colcreto colocado en cimbra de mampostería fabricado su mortero en revolvedora de 3 sacos -- 169.	\$ 75,208.38	1.616
Colcreto colocado en cimbra de mampostería fabricado su mortero manualmente.	\$ 76,275.48	1.720

Según el objetivo que se fije se puede determinar - el procedimiento constructivo más adecuado a ejecutar.

En el caso analizado, puede sugerirse que la construcción se realice a base de colcreto, por resultar - el tipo de ejecución más económica, además de dar un - número razonable de empleos; En contraparte el concreto tanto económicamente como por el número de empleos generados para este caso en específico es el menos recomendable; El caso de la mampostería sería recomendable por ser el que más cantidad de empleos genera por metro cúbico fabricado y colocado.

De el método final que se realice tendrá que elaborarse un programa de obra, para lo cual es importante - recordar que el periodo de estiaje se presenta de marzo a mayo, de los cuales se puede presumir que utilizarán dos meses para la construcción de la cortina se tendría que colocar por lo menos 20 m³ de material cementante, por lo cual es factible realizarlo con cualquiera de las alternativas que se analizaron.

CONCLUSIONS

CONCLUSIONES

Independientemente del proceso constructivo que se seleccione para cada obra, los costos van a depender de la disponibilidad de los materiales y mano de obra de la zona que se analice.

En resumen, podemos concluir lo siguiente de cada proceso constructivo abordado:

- A base de concreto.- Es recomendable en zonas donde la piedra sea escasa, ya sea en calidad o cantidad, pero deberán existir agregados adecuados. Este proceso constructivo requiere de disponibilidad de mano de obra con experiencia en obras similares, pero es recomendable cuando se requiera una obra de gran calidad en su construcción.
- A base de colcreto.- Es quizá el proceso constructivo más recomendable en sitios donde se cuente con piedra y arena fina de buena calidad; es conveniente mencionar que para llevar a cabo este proceso constructivo, es necesario dar instrucción al personal que lleve a cabo el mismo, ya que en México aunque se tiene experiencia en la construcción de obras hidráulicas, este procedimiento ha quedado relegado en los últimos años como proceso constructivo para obras de pequeña dimensión.

- A base de mampostería.- Este proceso constructivo es recomendable donde el acceso de maquinaria es costoso o no existe en la zona, adicionalmente, - debe existir piedra en cantidad y calidad suficiente para satisfacer las necesidades constructivas. Presenta la ventaja de ser de los procesos constructivos analizados, el que mayor cantidad de mano de obra requiere, y ésta, en general, no necesita tanta experiencia y capacidad técnica para llevar a cabo la construcción.

Uno de los aspectos que se debe tener presente desde el momento que se toma la decisión de construcción de la obra hidráulica, es el mantenimiento y operación de la obra, ya que en gran parte, de ella depende la economía durante la vida útil de la obra.

BIBLIOGRAPHIA

BIBLIOGRAFIA

1. COLCRETE LIMITED, et. al. "MEZCADORA DE COLCRETO DE DOBLE TAMBOR", Tr. ANSBERTO MONOBE GALVAN, 1a. EDICION, - MEXICO. ED. SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS, 1976, - 55 pp.
2. FACULTAD DE INGENIERIA, "APUNTES DEL CURSO DE CONSTRUCCION I", MEXICO, ED. UNAM, 1976, 95 pp.
3. GUN LANE, et. al. "EL PROCEDIMIENTO COLCRETO", Tr. ANSBERTO MONOBE GALVAN, 1a. EDICION, MEXICO, ED. SECRETE--RIA DE RECURSOS HIDRAULICOS, 1976, 54 pp.
4. INSTITUTO DE INGENIERIA, "DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ES--TRUCTURAS DE MAMPOSTERIA", MEXICO, ED. U.N.A.M., no. - 403, 1977, 98 pp.
5. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS, "MANUAL DE O--BRAS CIVILES", OFE, MEXICO, TOMO A.2.12.1, 116 pp.
6. LINSLEY RAY Y FRANCINI JOSEPH, "INGENIERIA DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS", Tr. GUILLERMO A. FERNANDEZ DE LARA, 1a. EDICION, MEXICO, ED. S.E.C.S.A., 1984, 788 pp.
7. "MANUAL PARA LA ELABORACION DE PRECIOS UNITARIOS", S.R. H., MEXICO, TOMO VII, 1968, 358 pp.

8. MONOBE GALVAN, ANSBERTO, "COLCRETO", 1a. EDICION, MEXICO, ED. SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS, 1970, 94 pp.
9. "RESLAMENTO DE CONSTRUCCION", SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS, MEXICO, 1958.
10. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA, "REVISTA INGENIERIA AGRICOLA", MEXICO, S.A.G., no. 5, Julio de 1969, - 187 pp.
11. S.R.H., "PRESAS DE DERIVACION", S.R.H., MEXICO, 1976, - 245 pp.
12. SUAREZ SALAZAR, CARLOS, "COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACION", 3a EDICION, MEXICO, ED. LIMUSA, 1984, 451 pp.
13. UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR BUREAU OF RECLAMATION, "DISEÑO DE PRESAS PEQUEÑAS" 10a. EDICION, - Tr. JOSE LUIS LEPE, MEXICO, ED. C.E.C.S.A., 1981, 639 pp.