

870115-2

Universidad Autónoma de Guadalajara

*Incorporada a la Universidad Nacional
Autónoma de México.*

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**Construcción de una Cortina de Concreto
Compactado con Rodillo (CCR) Presa Trigomil.**

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
Antonio Blas Zúñiga Hernández

Guadalajara, Jalisco. Febrero de 1993.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 :

página

CAPITULO I.

INTRODUCCION .

| | |
|---|----|
| 1.- Localización | 1 |
| 2.- Objetivo | 5 |
| 3.- Descripción de la obra | 5 |
| 4.- División de las estructuras de la presa .. | 7 |
| 4.1. Glorieta | 7 |
| 4.2. Limpieza de laderas | 8 |
| 4.3. Galerías de exploración, inspección y tratamiento | 8 |
| 4.4. Obra de toma provisional | 10 |
| 4.5. Ataguías | 12 |
| 4.6. Desvío | 13 |
| 4.7. Cortina | 14 |
| 4.8. Vertedor | 15 |
| 4.9. Obra de toma definitiva | 18 |
| 4.10. Tapón de cierre | 21 |

CAPITULO II.

EL CONCRETO C. C. R .

| | |
|--------------------|----|
| 1.- Historia | 23 |
|--------------------|----|

| | | |
|-----|-------------------------------------|----|
| 2.- | Descripción de los materiales | 28 |
| 3.- | Mezclado | 30 |
| 4.- | Transporte | 31 |
| 5.- | Colocación de los materiales | 32 |
| 6.- | Curado | 33 |
| 7.- | Aspecto económico | 44 |
| 8.- | Concepto de diseño | 45 |

CAPITULO III.

P R O G R A M A C I O N .

| | | |
|-----|---------------------------|----|
| 1.- | Programa de obra | 48 |
| 2.- | Selección de equipo | 48 |
| 3.- | Mano de obra | 67 |
| 4.- | Materiales | 78 |

CAPITULO IV.

C O N T R O L D E O B R A .

| | | |
|-----|------------------------------------|-----|
| 1.- | Organización de la obra | 81 |
| 2.- | Topografía | 90 |
| 3.- | Administración | 91 |
| 4.- | Maquinaria | 95 |
| | 4.1. Programa de utilización | 97 |
| | 4.2. Inventario físico | 98 |
| | 4.3. Reparación de equipo | 100 |

CAPITULO V.

PROCEDIMIENTO C O N S T R U C T I V O .

| | |
|--|-----|
| 1.- Preliminares | 102 |
| 2.- Ejecución de los trabajos | 117 |
| Limpieza de laderas | 117 |
| Galerías de exploración, inspección, <u>drena</u> je y tratamientos | 117 |
| Obra de toma provisional | 118 |
| Ataguías y limpieza del cauce | 119 |
| Obra de desvío | 120 |
| Piezas precoladas | 120 |
| Cortina | 123 |
| Vertedor | 126 |
| Obra de toma definitiva | 126 |
| Tapón de cierre | 127 |

CAPITULO VI.

| | |
|-------------------------------|-----|
| C O N C L U S I O N E S | 128 |
|-------------------------------|-----|

| | |
|-------------------------------|-----|
| B I B L I O G R A F I A | 130 |
|-------------------------------|-----|

CAPITULO I.

INTRODUCCION.

1.- LOCALIZACION.

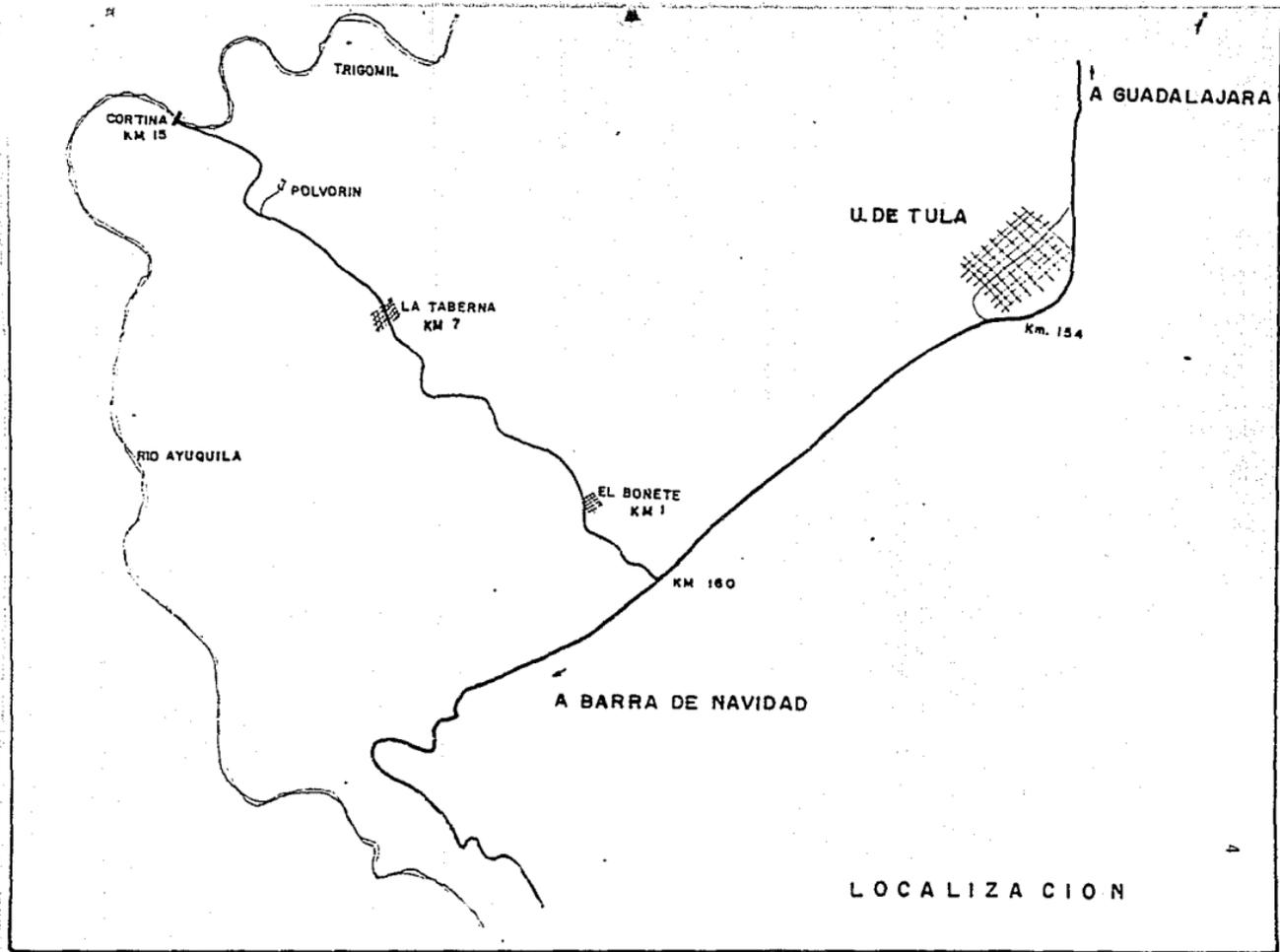
El proyecto Trigomil está localizado aproximadamente a 104'22' Latitud Norte y 19'58' Longitud Oeste, sobre el río Ayuquila, del sistema "Ayutla - Ayuquila - San Pedro" y que es afluente del río Armería, que atraviesa hasta el estado de Colima.

La cortina estará ubicada a unos 15 km. aproximadamente, aguas abajo del vaso de Tacotán, en operación actualmente, a unos 2 km. del caserío de Trigomil, del cual toma su nombre y al oeste del poblado de Unión de Tula, Jalisco, municipio al que pertenece.

ACCESO A LA OBRA:

Partiendo de la carretera Federal No. 180, Guadalajara - Unión de Tula - Barra de Navidad, en el km. 150, punto denominado El Bonete, se desvía a la derecha por una terracería de 14 km. de longitud rumbo al poblado de la Ta--

berna, camino que a 7 km. de este sitio termina en el área del proyecto.



LOCALIZACION

2.- O B J E T I V O :

Atendiendo a las necesidades cada vez mayores del -- sector agrícola y a las políticas prioritarias del Gobierno Federal, la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SARH) - ha proyectado una presa de almacenamiento de agua, ubicada en el sitio conocido como Trigomil municipio de Unión de Tula, Jalisco, y a la cual se le ha denominado como Presa de Almacenamiento Trigomil, que beneficiará con irrigación las tierras altas de "El Grullo - Autlán - El Limón" que - en la actualidad no están integradas a el sistema de riego existente. Con ello se duplicará la superficie irrigada.

3.- D E S C R I P C I O N D E L A O B R A :

La obra será una cortina de tipo rígido, de gravedad de concreto compactado con rodillo (CCR) de forma semi-trapecial recta con una altura de 100 m. en su profundidad, - una longitud de 270 m. en la corona, un ancho máximo en la base de 78 m. y de 5 m. de ancho en la corona. El volumen total de concretos es del orden de 450,000 m3. entre CCR y convencional.

D A T O S P R I N C I P A L E S :

| | |
|--|------------------|
| Capacidad total de almacenamiento | 350,000 m3. |
| Elevación de la corona | 1,212.30 m. |
| Elevación del N.A.M.E. | 1,209.36 m. |
| Elevación de la cresta vertedora | 1,201.40 m. |
| Elevación del nivel mínimo de operación | 1,164.20 m. |
| Longitud de la cresta vertedora | 75.00 m. |
| Gasto de diseño del vertedor de demasías | 3,655.00 m3/seg. |
| Gasto de diseño de la obra de toma | 30.00 m3/seg. |

4. DIVISION DE LAS ESTRUCTURAS DE LA PRESA:

4.1. G L O R I E T A :

Consiste en una excavación en la margen izquierda, - de 25 metros de ancho, 30 metros de largo y un corte de 60 metros. Con un volumen de 30,000 m3, para el monumento - - mirador - estacionamiento, y que facilita los trabajos durante la construcción de la cortina por ser muy pronunciados los taludes.

4.2. LIMPIEZA DE LADERAS :

La limpieza de las márgenes izquierda y derecha de los taludes entre las trazas de la cortina, de todo material suelto, rocoso y vegetal, así como el despalme, hasta encontrar roca sana, representa un volumen de excavación de unos 60,000 m3 aproximadamente.

4.3 GALERIAS DE EXPLORACION, INSPECCION Y TRATAMIENTO:

Se hicieron 6 galerías (túneles) en las laderas que fueron excavadas en roca, con diámetro de 3.20 m. cada una para exploración y hacer tratamientos de inyección en las laderas, para posteriormente revestirlas de concreto, las cuales también se utilizaron para inspección de filtraciones; el volumen aproximado de excavación es de 2,675.00 m3.

4.4. OBRA DE TOMA PROVISIONAL:

Contiene una Obra de Toma Provisional ubicada sobre la roca de la margen derecha del río, fuera de los límites del agua, y consiste en un cajón de concreto convencional que atraviesa todo el cuerpo de la cortina, de unos 300 m. de longitud, de 3.0 m. de ancho por 3.50 m. de altura, ésta servirá como desvío del río provisionalmente, mientras se hace el definitivo. Después se instaló una tubería de 1.54 m. de diámetro con sus respectivas válvulas y rejillas en la toma dentro del cajón y relleno con concreto para empacar la tubería de acero y funcionó como una Obra de Toma Provisional, durante la construcción.

4.5. ATAGUIAS :

Se construyeron dos ataguías para el primer desvío - del río por la Obra de Toma Provisional. Una aguas arriba, otra aguas abajo, para poder limpiar su cauce y construir la estructura de desvío.

Después, éstas se retiraron para encauzar el río por dicha estructura.

Al final de la obra construyeron otras dos ataguías, una aguas arriba, y otra aguas abajo, para desviar el río nuevamente por la obra de toma provisional, para poder colocar el tapón de concreto del propio desvío y así sellar la cortina.

Las dimensiones de estas ataguías fueron aproximadamente de 40 m. de longitud, un ancho medio de 15 m. y una altura de 7 m. para la de aguas arriba, y para la de aguas abajo fué de 25 m. de longitud, un ancho medio de 12 m. y una altura de 3 m.

Los materiales que se utilizaron para la construcción de estas ataguías fueron: arcilla y protección de roca de desperdicios y limpieza de los taludes con un volumen aproximado de 15,000 m³.

4.6. D E S V I O :

Es una estructura de concreto convencional, en el --
 desplante de la cortina, que forma un cajón de 15 m. de an --
 cho por 8 m. de altura, atravesando todo el cuerpo de la -
 cortina por donde circulará el río durante el tiempo de --
 construcción de la presa. Contiene la losa de desplante, -
 los muros laterales, dos muros columnas centrales que divi --
 den el claro en 3 partes iguales y una losa armada en el -
 techo. Los volúmenes principales de esta obra son:

| | | |
|---------------------------|-------|------|
| Escavación en roca | 3,200 | m3 |
| Concreto en losa inferior | 4,910 | m3 |
| Concreto en muros | 3,415 | m3 |
| Concreto en columnas | 685 | m3 |
| Concreto en losa superior | 649 | m3 |
| Acero de refuerzo | 154.9 | Ton. |

4.7. CORTINA :

Sobre la estructura del desvío y de la obra de toma provisional, que son de concreto convencional, se colocará concreto rodillado, que es un concreto fabricado como el convencional, pero con una granulometría distinta, la cual contiene mayor porcentaje de finos y menos de agua, para obtener un revenimiento cero, lo que hace que tenga una apariencia diferente, y también su colocación difiere del convencional, porque su acarreo y colocación se efectúa en las mismas unidades en que se transportan y colocan los materiales para una presa de materiales graduados.

La resistencia del concreto compactado con rodillos a utilizar será de $f'_{c} = 180 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

La cara inferior aguas arriba, de la cortina está cubierta por una capa de concreto de 1.50 m. x 0.30 m. y 25 cm. de espesor, sobre esta preparación el CIR lleva una capa de concreto convencional de 1.50 m. de espesor. Esta capa de aguas arriba es completamente vertical, aunque en la base se lleva una leve inclinación.

La cara de aguas abajo cuenta con un espesor de 0.30 m. x 1.50 m. con las capas de CIR solamente expuestas en la parte del-

4.7. CORTINA :

Sobre la estructura del desvío y de la obra de toma-provisional, que son de concreto convencional, se colocará concreto rodillado, que es un concreto fabricado como el convencional, pero con una granulometría distinta, la cual contiene mayor porcentaje de finos y menos de agua, para obtener un revenimiento cero, lo que hace que tenga una apariencia diferente, y también su colocación difiere del convencional, porque su acarreo y colocación se efectúa en las mismas unidades en que se transportan y colocan los materiales para una presa de materiales graduados.

La resistencia del concreto compactado con rodillos a utilizar será de un $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$. a los 90 días.

La cara húmeda (aguas arriba) de la cortina está cubierta por unos precolados de 0.90 m. X 0.90 m. y 25 cm. de espesor, entre estos precolados y el CCR lleva una capa de concreto convencional de 1.50 m. de espesor. Esta cara de aguas arriba es prácticamente vertical, aunque en la base lleva una leve inclinación.

La cara de aguas abajo quedó con un talud de 0.80 : 1.00 con las capas de CCR aparente excepto en la zona del-

vertedor. Antes de la corona se remató con concreto convencional los últimos 7 m. de altura.

Los volúmenes principales de esta obra son:

| | |
|---------------------------------|------------|
| Concreto rodillado | 350,000 m3 |
| Concreto convencional | 50,000 m3 |
| Concreto en precolados | 2,700 m3 |
| Acero de refuerzo en precolados | 300 Ton. |

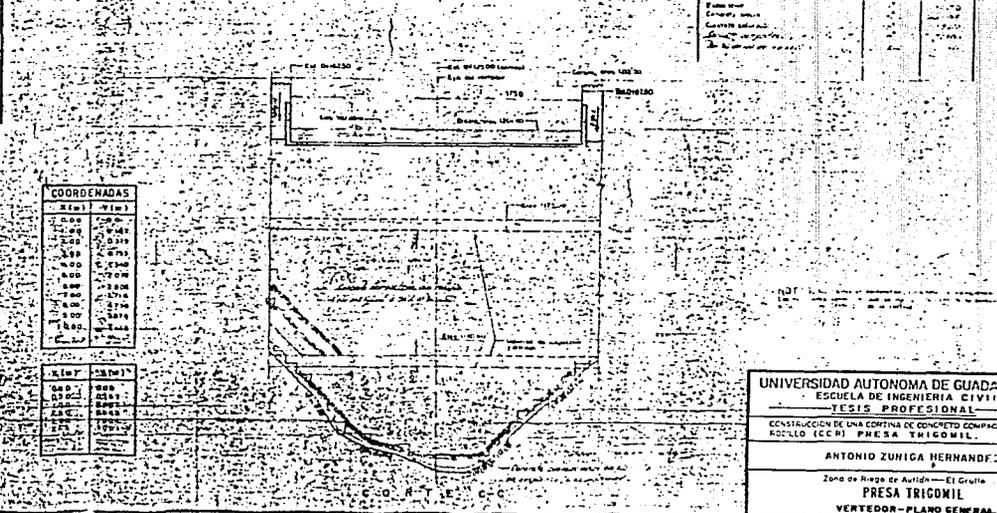
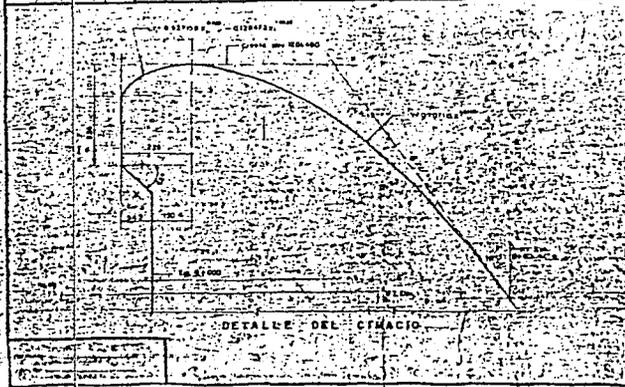
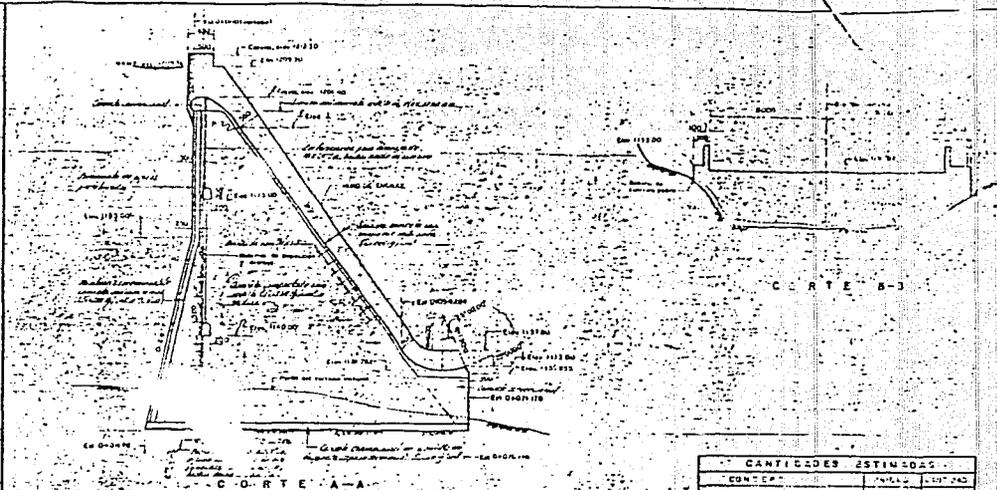
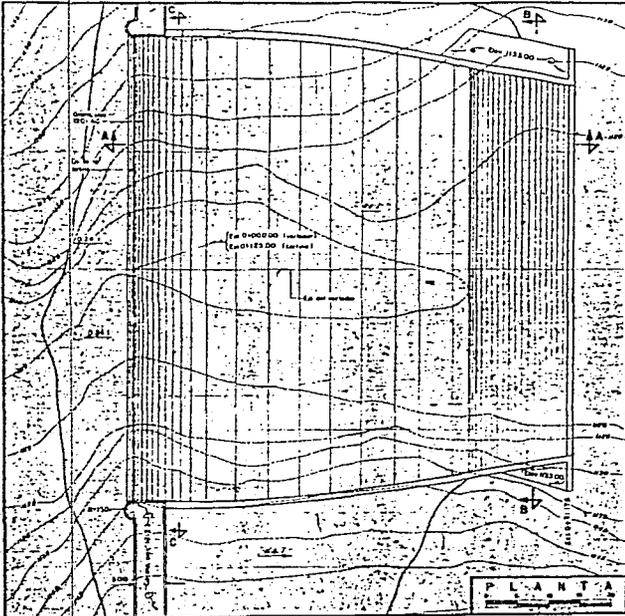
4.8. VERTEDEDOR :

Integrado en el cuerpo de la cortina, va el vertedor que es una estructura de concreto armado convencional, consistente en un cimacio de derrama en la parte superior, la losa armada de escurrimiento rápido con sus respectivos muros laterales y un deflector salto de ski, que descarga -- las excedencias de agua de la presa directamente sobre la roca del lecho del río.

Sus dimensiones son:

| | |
|----------------|----------|
| Longitud | 75.00 m. |
| Ancho promedio | 67.50 m. |

| | |
|---------------------------------|----------|
| Espe ^s or de la losa | 0.80 m. |
| Concreto | 6,630 m. |
| Acero de refuerzo | 78 Ton. |



| CANTIDADES ESTIMADAS | | |
|----------------------|--------|----------|
| CONTEN. | UNIDAD | CANTIDAD |
| ... | ... | ... |
| ... | ... | ... |
| ... | ... | ... |
| ... | ... | ... |

| COORDENADAS | |
|-------------|------|
| X(m) | Y(m) |
| 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | 0.40 |
| 2.00 | 0.75 |
| 3.00 | 1.00 |
| 4.00 | 1.15 |
| 5.00 | 1.20 |
| 6.00 | 1.15 |
| 7.00 | 1.00 |
| 8.00 | 0.75 |
| 9.00 | 0.40 |
| 10.00 | 0.00 |

| X(m) | Y(m) |
|-------|------|
| 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | 0.40 |
| 2.00 | 0.75 |
| 3.00 | 1.00 |
| 4.00 | 1.15 |
| 5.00 | 1.20 |
| 6.00 | 1.15 |
| 7.00 | 1.00 |
| 8.00 | 0.75 |
| 9.00 | 0.40 |
| 10.00 | 0.00 |

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 TESIS PROFESIONAL
 CONSTRUCCION DE UNA CORTINA DE CONCRETO COMPACTO
 RODILLO (CCR) PRESA TRIGONIL.
 ANTONIO ZUNIGA HERNANDEZ
 Zona de Riesgo de Autlán - El Cruce
 PRESA TRIGONIL
 VERTEDERO - PLANO GENERAL

4.9. OBRA DE TOMA DEFINITIVA:

Es un conducto alojado en el cuerpo de la cortina, - de cota más alta y dimensiones mucho mayores que la de la obra de toma provisional, tiene una longitud aproximada de 110 m. y un diámetro de 2.13 m.

En la cara húmeda de aguas arriba, lleva una estructura de rejillas, y aguas abajo conecta con una tubería de 6 m. de diámetro, y a continuación lleva la estructura de salida, construida en concreto convencional, con su caseta de control, válvulas de operación y obturación, para controlar el gasto.

Como volúmenes principales tiene:

| | |
|-----------------------|----------------------|
| Concreto convencional | 1,210 m ³ |
| Acero de refuerzo | 53 Ton. |

4.10. TAPON DE CIERRE :

Finalmente al terminarse la construcción de la presa se colocó un tapón gigantesco de concreto en la estructura de desvío, con lo cual quedó terminada la obra y se empezó a embalsar.

Este tapón tiene un volumen aproximado de 10,500 m³ de concreto.

CAPITULO II

EL CONCRETO C. C. R.

En años recientes se ha desarrollado un concreto nuevo y económico: el concreto compactado con rodillos (CCR), es similar en cuanto a su concepto, a la tierra estabilizada con cemento, excepto que tiene agregados grandes y se endurece para formar un concreto real. Sus propiedades a largo plazo (90 días) son iguales a las del concreto convencional utilizado en la construcción de presas. El concreto compactado con rodillo debe someterse a un control de calidad, especialmente al mezclarlo, manejarlo y colocarlo. La economía de este concreto estriba principalmente en los procedimientos de colocación, pero también influye considerablemente su mezclado, manejo y transporte.

1.- HISTORIA :

El concepto de concreto compactado con rodillo que ahora está evolucionando rápidamente, tal vez comenzó en la conferencia de la Engineering Fundation celebrada en Asilomar, California en 1970 y 1972.

En la primera conferencia sobre "Construcción Rápida de Presas de Concreto", el Profesor Jerome M. Raphael presentó una ponencia titulada "La optimización en las presas de gravedad" en la que se expone una extrapolación del suelo cemento, aplicando los conceptos sobre colocación y compactación de un terraplen de materiales granulares enriquecidos con cemento mediante el equipo de movimiento de tierras y compactación. En dicha ponencia postuló que el incremento en la resistencia al esfuerzo cortante del cemento enriquecido con material granular, puede dar como resultado una reducción significativa de la sección transversal de una presa, en comparación con una presa de materiales graduados. Con el uso de métodos de colocación continua similares a los usados en las presas de materiales graduados, puede lograrse un ahorro en tiempo y dinero con respecto a la construcción de las presas de gravedad de concreto.

En la segunda conferencia titulada "Construcción Económica de Presas de Concreto", Robert W. Cannon presentó la ponencia "Construcción de Presas de Concreto Utilizando Métodos de Compactación de Tierras" y en 1972 en el simposium del ACI "Nuevos Métodos de Mezclado y Colocación de Concreto" realizada en Dallas, Texas, Cannon expuso una ponencia titulada "Compactación de Concreto Masivo con Rodillo Vibratorio". En ambas ponencias Cannon mostró los resultados obtenidos de pruebas aplicadas a concretos transportado por camiones, esparcido por un cargador frontal y compactado con rodillo vibratorio. La mezcla de concretos se proporcionó de acuerdo con una extrapolación de una mezcla masiva interior, típica para la construcción de presas; se incrementó en 0.5 m³, el agregado grueso y el mortero se redujo en la misma proporción. Esto es básicamente el procedimiento usado en "Las Recomendaciones Prácticas para la Selección de Proportionamientos para Concretos de Cero-Revenimiento" según el ACI 211.3-75.

En Jackson, Missisipi, y en Lost Creek Dam, Oregon, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos llevó a cabo más pruebas con mezclas de concretos similares en una planta central de mezclado convencional, transportando, colocando y compactando con el equipo común de movimiento de tierras.

Los resultados de las muestras obtenidas de estas -- secciones experimentales han indicado que el concreto compactado con rodillo tiene propiedades equivalentes a las del concreto masivo convencional. Datos adicionales pueden revelar algunas diferencias respecto al bajo contenido de agua y a la consistencia del CCR. Existe cierta escasez de unión en las juntas frías, debido, sobre todo, a la segregación de las primeras cargas de concreto colocadas en la capa anterior. Se logró el mejoramiento de las juntas antes de las mezclas de las grandes masas de agregados, al colocar una delgada capa de mortero.

A principios de 1970 se colocaron aproximadamente -- 314,000 m³ de concreto de CCR en la presa de Tarvela en Pakistán, para reemplazar la roca y sección de terraplén -- deslavado cuando un túnel de desagüe se derrumbó mediante el primer llenado de embalse. El concreto se coló en 44 -- días y se registró un rendimiento de más de 7,600 m³ diarios con un máximo de 19,000 m³ por día. Este método de colocación fué el único viable de reparación que pudo emplearse con éxito en un periodo muy restringido, antes de la temporada de lluvias y del llenado del embalse.

La primera colocación estructural de CCR en Estados Unidos tuvo lugar en 1976 en la planta nuclear TVA'S Belle

fonte, donde se usaron 6,000 m³ de CCR para llenar 3 m. la cimentación sobre la que se construiría el edificio de tur bina de aproximadamente 10 m. Esta aplicación efectivamente demostró la factibilidad de este tipo de colocación en áreas confinadas y también el primer intento de colocación-controlada bajo condiciones de construcción normal en un periodo prolongado. El CCR pudo colocarse solamente en un turno por un día, porque lo requirió la capacidad total de la planta de concreto y no fué una actividad crítica del programa de construcción.

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos ha realizado extensos estudios de la factibilidad del uso de bancos de cantos rodados en el CCR de la presa propuesta, Zintel Canyon cerca de Kenwick, Washington. Las comparaciones de costo entre el CCR y una presa de materia les graduados en el mismo sitio, han indicado una ventaja del 10 al 15% para la del concreto.

En 1978, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, utilizó 7,500 m³ de CCR al final de la obra de toma en el Chena River Project, Alaska. Se empleó equipo estandar para el movimiento de tierras y la compactación, así como una planta convencional de concreto y un material arenoso bien graduado especificado para la zona -

de transición de la cortina.

Fue considerada la posibilidad de usar CCR en la construcción de la presa de Revelstoke en el río Columbia por la British Columbia Hydro and Power Authority. Los estudios mostraron que se podía tener un ahorro sustancial utilizando este método de colocación; no obstante, la falta de precedentes de su uso en estructuras de esta magnitud y de otros factores relacionados con la seguridad, impidieron la adopción de este método de colocación.

En Japón, la represa aguas arriba de la presa Okawa fue construida con CCR.

En México en el año de 1985, se proyectó la Presa Trigomil, ubicada en el estado de Jalisco. Este proyecto será el primero en importancia que se construya en el país con el procedimiento constructivo de CCR, por ser la cortina más alta en el mundo en su tipo y de mayor volumen de concreto.

Los pruebas de campo y aplicaciones en la construcción han demostrado la factibilidad de CCR como un proceso constructivo para la rápida colocación de losas, tales como capas sencillas de pavimento para carreteras y aeropuer

tos, y múltiples capas para presas, cimentaciones, etc...

2.- DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES :

El concreto compactado con rodillo es un concreto seco, que ha sido compactado con vibración externa mediante rodillos lisos vibratorios. Difiere del convencional principalmente en su consistencia. Para una consideración efectiva, el CCR deberá ser lo suficientemente seco para soportar el peso del equipo vibratorio pero lo suficientemente húmedo para permitir una distribución adecuada del cemento a lo largo de la masa durante el mezclado y el proceso de vibrado. La consistencia requerida tiene un efecto directo en la proporción de la mezcla.

En la construcción de capas la mezcla regular de CCR puede usarse sobre el concreto colado previamente, previendo que el concreto viejo tenga la suficiente plasticidad para mezclarlo mediante vibración con el concreto fresco.

Las operaciones de producción y procesamiento de los agregados del concreto convencional son costosas y tardadas. En general se tiene que instalar una planta para lavar si fuera necesario, triturar y mezclar las mate-

rias primas. El CCR normalmente usa las gravas disponibles con un procesamiento mínimo. Sin embargo, si así se desea, se pueden usar los agregados procesados existentes para el concreto convencional. En la presa Tarbela, en Pakistán se usó un método que utilizaba el material adyacente en el lecho del río, sin procesar, para procesar concreto a un índice de producción de 12,000 m³, colocándolo sobre las 24 horas del día. En un proyecto propuesto por el grupo de ingenieros de CCR para Kenewick, Washington, se tiene que -- agrupar los materiales por tamaños, provenientes de una fuente seleccionada de grava de préstamo, para hacer un -- mezclado volumétrico en un proceso de mezclado continuo. -- Los grupos por tamaños van de 0 a 1, de 1 a 2 y de 2 a 3 -- pulgadas. El foso contiene finos naturales en forma de sedimentos al 10% de peso, pero no se eliminan; las pruebas de laboratorio a gran escala han demostrado que si se quitan los finos del CCR y se agrega una arena combinada procesada para subsituírlos hacen que aumenten los costos de material y no tienen ningún efecto significativo sobre la calidad de el concreto a largo plazo. Si se quitan los finos, pueden también aumentar los costos, puesto que se requerirán factores más altos del cemento y se necesitará un mayor esfuerzo para compactarlo durante su colocación.

3.- MEZCLADO :

El CCR se puede mezclar en varias formas, dependiendo de el equipo disponible, se puede resolver por peso como en el caso del concreto convencional y se puede mezclar en una revolvedora estandard. Se puede revolver volumétricamente mediante mezclado continuo; o se puede tomar directamente de la fuente de grava sin controlar su carga y se puede mezclar con cemento y agua, haciendo que los tres ingredientes caigan verticalmente a través de una serie de deflectores.

Las técnicas de procesamiento cargo y mezclado de -- agregados varían considerablemente. Depende principalmente de la calidad de los agregados disponibles y de la calidad exigida para el producto final. El diseñador debe saber -- que se puede obtener un material macizo de buena calidad -- sin los controles restrictivos del concreto convencional.

4.- TRANSPORTE :

La movilización del concreto convencional al área de colocación requiere de camiones especializados con capacidades (generalmente de 5 a 7 m³). El CCR se puede transportar en camiones de volteo inferior, como los que comúnmente se usan para colocar grava y terracería. La capacidad de estos camiones es de 7 a 25 m³. Se usan con éxito los camiones de volteo trasero, pero requieren de un control más cuidadoso debido a la segregación potencial de los materiales cuando se vacían.

Después de vaciarlos, los materiales se dispersan -- con una motoconformadora o con un tractor. Se puede minimizar la segregación causada al vaciarlos, mezclándolos durante las operaciones de dispersión. Si fuera necesario colocar los materiales contra cimbras o entibados, se puede utilizar equipo más pequeño como las apisonadoras de poste neumático. El equipo de dispersión de la compactación inicial deposita el material en capas uniformes de 20 a 30 -- cm. de espesor.

5.- COLOCACION DE LOS MATERIALES :

Después de dispersar el material, se tiene que consolidar o compactar en una masa apretada que tenga un mínimo de vacíos. En el concreto convencional ésto se logra por vibración interna que es laboriosa, tardada, cara y que requiere supervisión estrecha, así como control de calidad. En el caso de CCR la consolidación se hace mecánicamente - utilizando equipo de compactación vibratorio. Esto aumenta la producción, reduce la mano de obra requerida y facilita el control de calidad. En las áreas estrechas, por ejemplo junto a la cimbras, el tamaño del equipo estará limitado - por el espacio disponible para la maquinaria, (en los E.U. A. se ha tenido éxito al colocar y compactar el CCR en - áreas confinadas y contra cimbras en condiciones de campo). Se puede usar el mismo tipo de equipo para compactar la tierra sobre los muros de retención que para el CCR en estas situaciones. El esfuerzo de compactación requerido es de acuerdo a la profundidas y nivelación de las capas, pero básicamente requiere un trabajo semejante al que se necesita para las terracerías selectas. El control de campo indica verificar la densidad cuando ya está colocado o especificado un número mínimo de pasadas para diferentes tipos y tamaños de rodillos vibratorios.

Probablemente las juntas entre las capas necesiten una atención especial, dependiendo del grado de hidratación entre las capas contiguas y del tamaño máximo de los agregados. Se recomienda que si la hidratación no ha producido un fraguado inicial rígido en la capa previamente colocada, las colocaciones posteriores no requieren un tratamiento especial. Si transcurre un tiempo prolongado entre la colocación de las capas sucesivas, aproximadamente de 8 a 24 horas, puede necesitarse una de espesor de agregados de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de pulgada, como máximo antes de poner las mezclas de mayor tamaño. Un procedimiento alternativo consistía en escarificar la superficie. Se deben de hacer pruebas de campo completas, a escala, para determinar las técnicas necesarias para obtener un producto con la calidad requerida para la mezcla dada y el equipo disponible.

6.- CURADO :

Después de colocarlo, se debe obtener el curado y -- protección correctos para que el concreto pueda obtener su resistencia máxima sin sufrir las consecuencias de la contracción nociva, debido a un secado precoz o cualquier -- otra reacción adversa. Quizás no sea necesario curar el -- CCR macizo, si el material de la superficie externa del --

gran volumen es crítico para la integridad estructural general. La superficie externa se puede considerar como sacrificial. Si los 30 cm. externos de una presa de 90 metros de espesor no está curado, no hará que la presa falle. El diseño inicial no tiene dimensiones tan precisas. Esta capa externa, si no se cura y protege, tendrá muy pobre calidad estructural, pero su presencia impedirá pérdidas de humedad de la masa interior y la protegerá de las rápidas fluctuaciones de la temperatura cotidiana. Este razonamiento justifica la eliminación del curado deliberado aplicando humedad o membranas. Si fuera necesario se podría utilizar el curado húmedo, pero se tendrían que aplicar con sumo cuidado para que no se deslave el cemento del CCR no hidratado. El método de aplicación de las membranas tiene un cierto grado de dificultad al rociarlas sobre la superficie áspera del CCR y normalmente no se recomendarían.

En cuanto al control de calidad del CCR, se usan diferentes técnicas para alcanzar los mismos objetivos que para el concreto convencional. Los cilindros compresivos no son la solución, puesto que son difíciles de preparar con la mezcla seca y no se pueden considerar como representativos del material de la estructura. En algunos casos -- los cilindros no pueden hidratarse al punto al que se pueden probar, sino hasta después de que se haya completado --

la estructura. Se pueden hacer cilindros para contar con datos históricos, utilizando una sobrecarga y algo de compactación, pero de ninguna manera deben de considerarse como medio de control.

Los núcleos son mejores como fuente de datos históricos, pero, como los cilindros, quizás no se pueden probar sino hasta después de haber completado la estructura. Se puede lograr un mejor control en campo si se verifica la densidad, la humedad y los factores del cemento ya colocado. Si son correctos y si se usa la fuente de agregados y cemento desiguales, las resistencias posteriores deben ser exactamente iguales a las que se diseñaron en un principio y en este caso las pruebas de compresión resultarán redundantes.

La densidad y la humedad se pueden determinar con exactitud con decímetros nucleares utilizados para la colocación de tierras. Las determinaciones del contenido del cemento y un segundo método para verificar la humedad se pueden completar más o menos en 15 minutos, utilizando el sistema Kelly Vaile, para el que se requiere alrededor de \$2,000 US dolares de equipo de laboratorio de campo, empleando las técnicas de titulación con cloruro y flumafotometría. Este sistema se desarrolló en Inglaterra y ha sido

exhaustivamente evaluado por el laboratorio de Investigación de Ingeniería de la Construcción del Ejército de los Estados Unidos (Figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6).

FIGURA 1

RELACION ENTRE LA DENSIDAD RELATIVA Y LA RELACION PASTA/MORTERO.

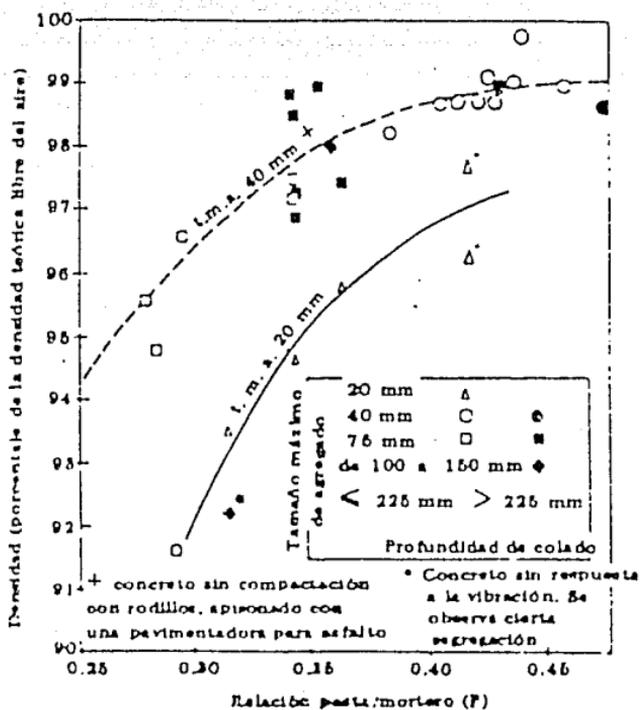


FIGURA 2

RELACION ENTRE LA ADHERENCIA DE LAS CAPAS Y LA RELACION W
 PASTA/MORTERO.

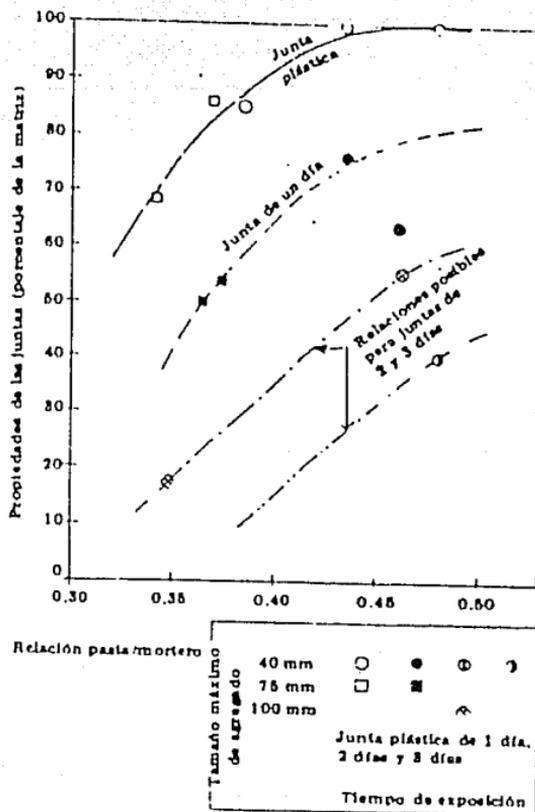
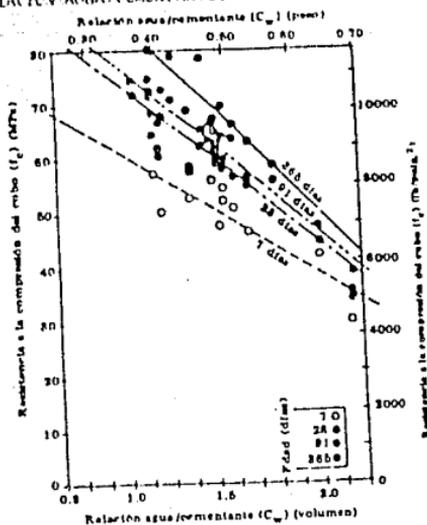


FIGURA 3

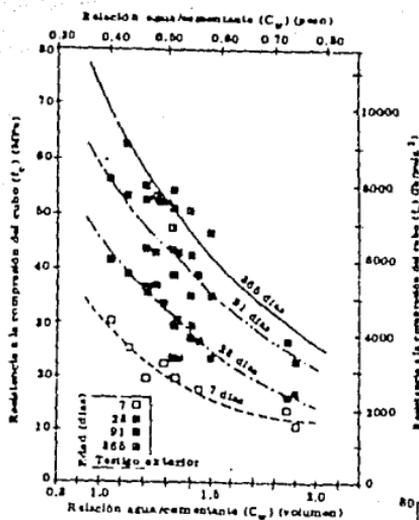
RELACION ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CUBO, A EDAPUS DE HASTA 365 DIAS, Y LA RELACION AGUA/CEMENTANTE.

$$w/c = 0$$



RELACION ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CUBO, A EDADES DE HASTA 365 DIAS, Y LA RELACION AGUA/CEMENTANTE

$$b) C_f = 0.6$$



$$c) C_f = 0.8$$

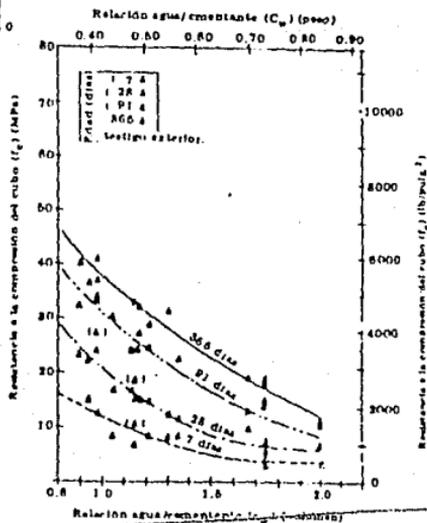


FIGURA 4

RELACION ENTRE LA RESISTENCIA A LA TENSION DIRECTA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CUBO, A LOS 28 DIAS Y PARA DISTINTAS RELACIONES CEMENTA/ARENA/AUMENTANTE.

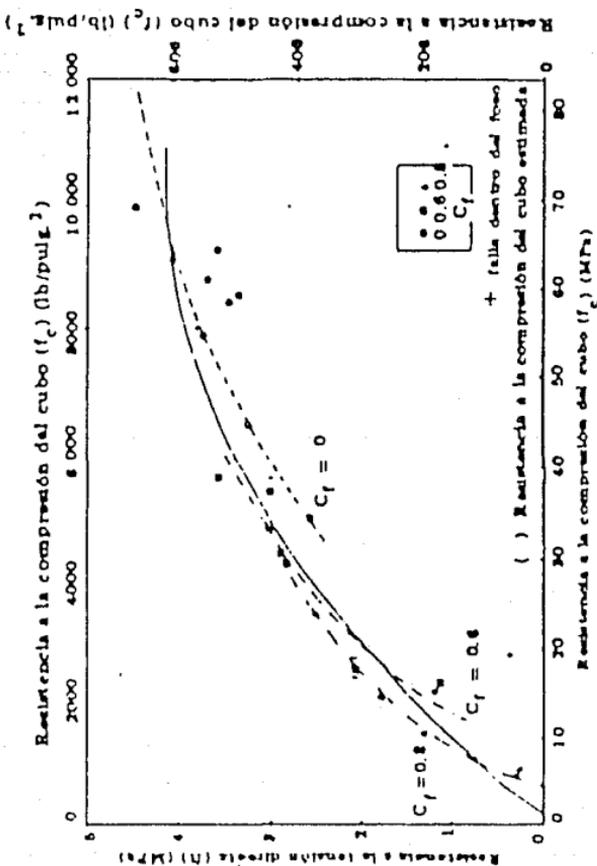


FIGURA 5

RELACION ENTRE LA RESISTENCIA A LA TENSION DIRECTA Y LA RELACION AGUA/CURRIANTE A LOS 25 DIAS.

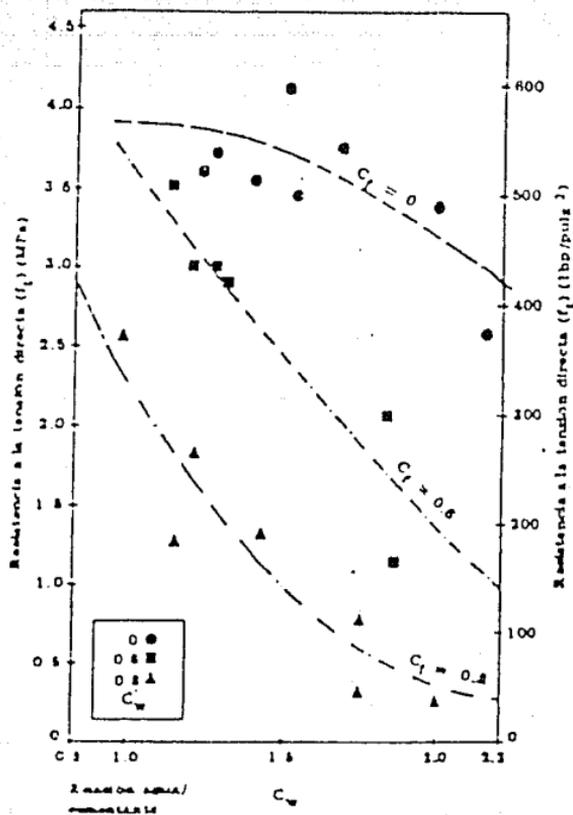
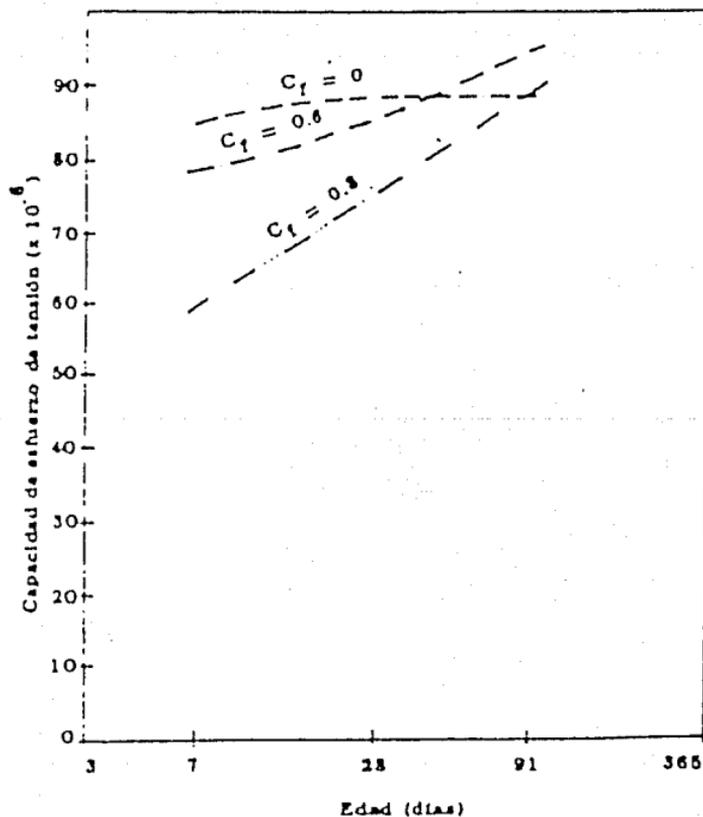


FIGURA 6

INCREMENTO ESTIMADO DE LA CAPACIDAD DE ESFUERZO DE FUNCIÓN ALCANZADA CON LA EDAD EN MEZCLAS APROPIADAS PARA LA COMPACTACION CON RODILLOS, CON DIFERENTES RELACIONES DE CENIZA VOLANTE/CEMENTANTE.



a) $Z = 0.50$, $P = 0.44$

7.- ASPECTO ECONOMICO :

Los ahorros monetarios resultantes del uso de CCR, -
proviene primordialmente de su rápida colocación con mano
de obra minimizada. Estos resultados puede mostrar el tiem
po de construcción requeridos para erigir una presa de ta-
maño medio a velocidades de producción realista, en una se
mana de 6 días hábiles, dos turnos por día. El mezclado y-
el procesamiento de agregados también puede contribuir a -
los ahorros globales. En vista del aumento del costo de la
construcción, debido a los gastos generales, la inflación-
y contratos laborales a largo plazo desconocidos, el hecho
de que las estructuras de CCR se pueden colocar más rápido
que el concreto convencional es una gran ventaja. Por ejem
plo, una estructura de concreto macizo localizado en un --
clima que sufre inviernos muy crudos, puede tardar en cons-
truirse dos años calendario con concreto convencional, qui
zás en ocho meses de colocación activa y cuatro meses de -
paro. Se necesitará un total de 10 meses para completar --
las colocaciones, el contratista tendrá que extenderse has
ta el siguiente año calendario; sin embargo si empleara --
concreto rolado, posiblemente puede completar todo el pro-
yecto en seis meses, evitando así los tremendos gastos ge-
nerales que se generarían durante el periodo de paro por -
el invierno y eliminaría la segunda temporada de construc-

8.- CONCEPTOS DEL DISEÑO:

Una de las consideraciones del diseño más críticas - de cualquier estructura de concreto macizo es el esfuerzo-térmico desarrollado por la hidratación del cemento. Básicamente, mientras más alto sea el factor del cemento, más-alto será el calor inicial generado por la hidratación. -- Cuando la masa se hidrata a temperaturas elevadas y des- - pués se enfría a condiciones ambientales promedio, los es- fuerzos térmicos pueden producir un agrietamiento estructu- ral significativo. Para mantener este fenómeno bajo con- - trol, el concreto macizo convencionalmente colocado se - - pre-enfría agregando hielo, lo que implica un gran gasto, - en el agua de mezclado y congelando los agregados, o se -- post-enfría con serpentines de refrigeración incrustados. - Las alturas de colados generalmente se limitan de 1.50 a - 2.30 metros y se requiere de un periodo de espera de tres- a diez días entre colocaciones sucesivas. El concreto com- pactado usa factores de cemento muy bajos del orden de 50 a 150 kg/m³ y por lo tanto tiene una elevación de la tempe- ratura interna relativamente baja causada por el calor ge- nerado por la hidratación del cemento. Puesto que las ca- pas son delgadas como de 25 cm. En lugar de usar coladas - pesadas de 1.50 a 2.30 m. la cantidad de masa que produce- este calor también se minimiza. El área de cada capa de --

CCR es tan grande por cada unidad de volumen de material colocado que permite que el calor se disipe con bastante facilidad, a menos de que se coloquen rápidamente las capas sucesivas que cubren las superficies, que de no ser -- así, quedarían expuestas. La gran área de capa expuesta -- también puede ser nociva. La temperatura del concreto puede distribuirse durante los turnos nocturnos y elevarse -- significativamente cuando se expone al sol durante la tarde del día siguiente. Si la capa de material que continúa-se coloca durante la noche siguiente, el calor absorbido durante el día queda atrapado.

Cuando se colocan materiales macizos de CCR, es imperativo hacer una evaluación completa de las propiedades -- térmicas entre las que se incluyen el aumento de temperatura adiabática, la fluencia, las restricciones de los ci- - mientos y la capacidad de la deformación bajo tensión.

Recientemente se hizo un estudio de los elementos finitos para una presa de 34.75 metros de altura por 152 metros de largo, construida con CCR, que demostró que usando una mezcla interior de 54 kg/m³ y una mezcla de 108 kg/m³, toda la presa se podría colocar sin las juntas verticales-típicas de las estructuras monolíticas de concreto macizo-convencionales. En este estudio se presupuestó una veloci-

dad de colocación continua de 179.40 m³/hr sin pre o post-enfriamiento.

CAPITULO III

PROGRAMACION

1.- PROGRAMA DE OBRA :

El programa establecido para concurso indica Noviembre de 1987, como fecha de terminación, presentando desfase en la realidad hasta enero de 1992, debido a que el país no contó con el presupuesto necesario para la terminación de la obra.

2.- SELECCION DE EQUIPO :

Para la selección de equipo en cuanto a tipo, capacidad y cantidad del mismo, la obra se dividió en las siguientes etapas:

- A).- Limpieza de laderas
 - B).- Excavaciones en roca
 - C).- Desvío y construcción de cortina
-

A).- LIMPIEZA DE LADERAS :

Esta limpieza se realizó en ambas laderas desde la elevación máxima de la cortina hasta el nivel de desplante en forma descendente.

El material producto de la limpieza de las laderas estaba compuesto por material común, vegetación, bloques gruesos y medianos, y una capa superficial de roca facturada, materiales que impiden la liga apropiada de la cortina con el terreno.

Al mismo tiempo, se realizaron otros trabajos como son: plataformas para almacén, taller mecánico, comedores, oficinas, caminos de acceso, tanto para la glorieta como para la cortina, así como caminos auxiliares para trasladar a los sitios de trabajo, equipo, materiales y personal.

Para todos los trabajos de remoción de materiales, se requirió de tractores sobre orugas, auxiliándose con equipo menor como son: compresores portátiles de 250 y 600 PCM, track-drill y perforadoras de piso, etc.

Debido a los grandes volúmenes por mover, como por las características del material y las condiciones de car-

ga se seleccionó equipo de carga de diferentes tipos y capacidades como son:

- a).- Cargador sobre orugas 977 L Caterpillar
- b).- Cargador sobre neumáticos michigan 45 B
- c).- Cargador sobre neumáticos michigan 85
- d).- Cargador sobre neumáticos caterpillar 988
- e).- Retroexcavadora caterpillar 235

Para seleccionar el equipo de acarreo se tomaron en cuenta las mismas consideraciones que en la carga:

- a).- Camión volteo ligero de 6 m3
- b).- Camión volteo white de 10 m3

También se programó equipo ligero auxiliar:

- a).- Camioneta pick-up, F-150
- b).- Camioneta estacas, F-350 de 3 ton.
- c).- Camión de pasajeros.

Para los caminos de acceso y auxiliares, se programó equipo para su formación y mantenimiento:

- a).- Motoconformadora CM-17
- b).- Pipa de agua de 8 m3

B).- EXCAVACIONES EN ROCA:

Estas excavaciones se dividen básicamente en dos partes: excavaciones a cielo abierto y excavaciones en túnel. El equipo utilizado se seleccionó de acuerdo a las siguientes actividades:

- a).- Extracción.
- b).- Carga y acarreo del material.

EXTRACCION:

Para la excavación a cielo abierto se utilizaron perforadoras sobre orugas de 3" de diámetro, track-drill y -- compresor de 600 PCM.

CARGA Y ACARREO DEL MATERIAL:

En las excavaciones a cielo abierto se utilizó cargador caterpillar sobre neumáticos 988 y camiones de volteo ligeros. En los túneles hubo la necesidad de utilizar motos boogies de 1 m³ para el acarreo del material y la carga se realizó a mano, debido a que era imposible el acceso para cualquier otro equipo.

C).- DESVIO Y CONSTRUCCION DE CORTINA:

La cortina de la presa está compuesta de concreto -- convencional y concreto CCR. Para seleccionar el equipo necesario se programaron las siguientes actividades:

- a).- Obtención de los agregados.
- b).- Fabricación del concreto.
- c).- Transporte y colocación.
- d).- Compactación.

A).- OBTENCION DE LOS AGREGADOS:

GRAVA: Para su explotación se utilizó un track-drill de 3" de diámetro y compresor de 600 PCM. Las dimensiones requeridas se controlaron desde las voladuras mediante el diseño de plantillas de barrenación. Posteriormente la roca producto de voladuras se trituró en una trituradora - - Telsmith formada por un primario 36 X 42", un secundario - 1300 S, un terciario 48 FC, cribas y bandas transportadoras.

Se anexa croquis de trituración.

| INSTALACION PLANTA TRITURACION | |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| A | ALIMENTADOR VIBRATORIO 48" x 16" |
| B | TRITURADOR PRIMARIO 36" x 46" |
| C | TRANSP. DE BANDA 42" x 152 Mts |
| C' | TRANSP. DE BANDA 36" x 19 Mts |
| D | CRIBA VIBRATORIA 8' x 24' |
| E | TRITURADOR SECUNDARIO 1,300-S |
| F | TRANSP. DE BANDA 36" x 32 Mts |
| G | TRANSP. DE BANDA RADIAL 24" x 39 Mts |
| H | TRANSP. DE BANDA 36" x 16 Mts |
| I | CRIBA VIBRATORIA 7' x 16' |
| J | TRANSP. DE BANDA 24" x 15 Mts |
| K | TRANSP. DE BANDA 24" x 15 Mts |
| L | TRANSP. DE BANDA RADIAL 36" x 39 Mts |
| M | TRANSP. DE BANDA 30" x 76 Mts |
| N | TRANSP. DE BANDA RADIAL 24" x 39 Mts |

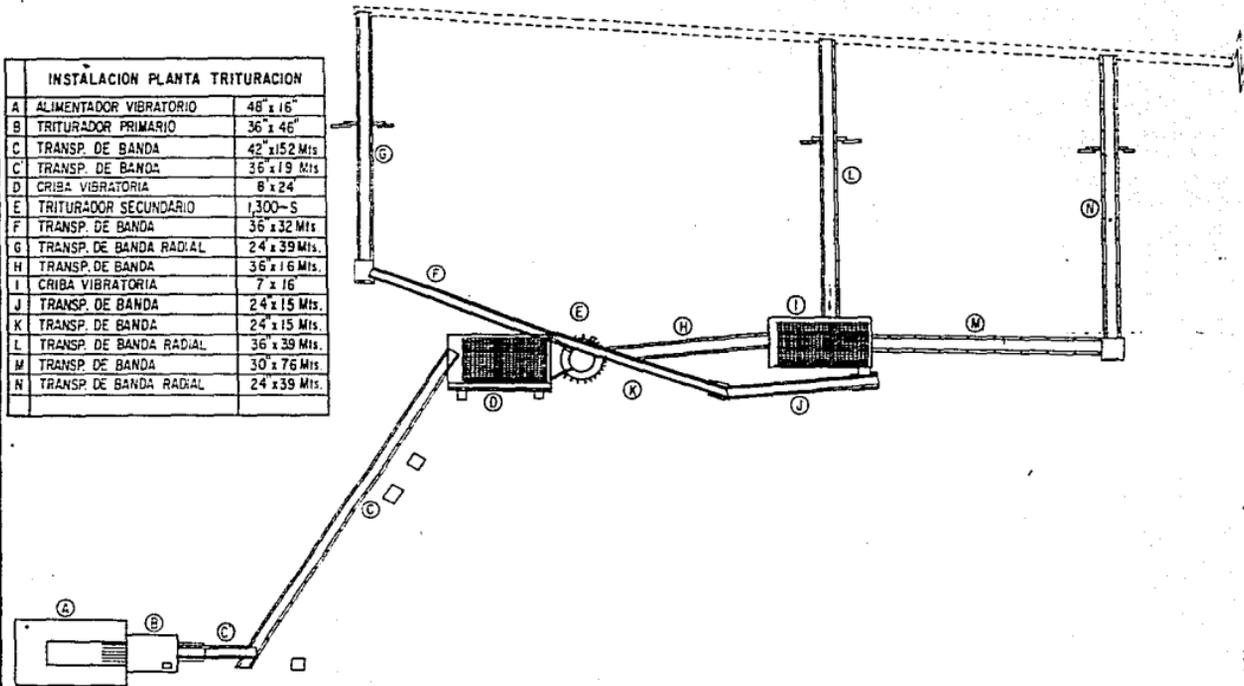
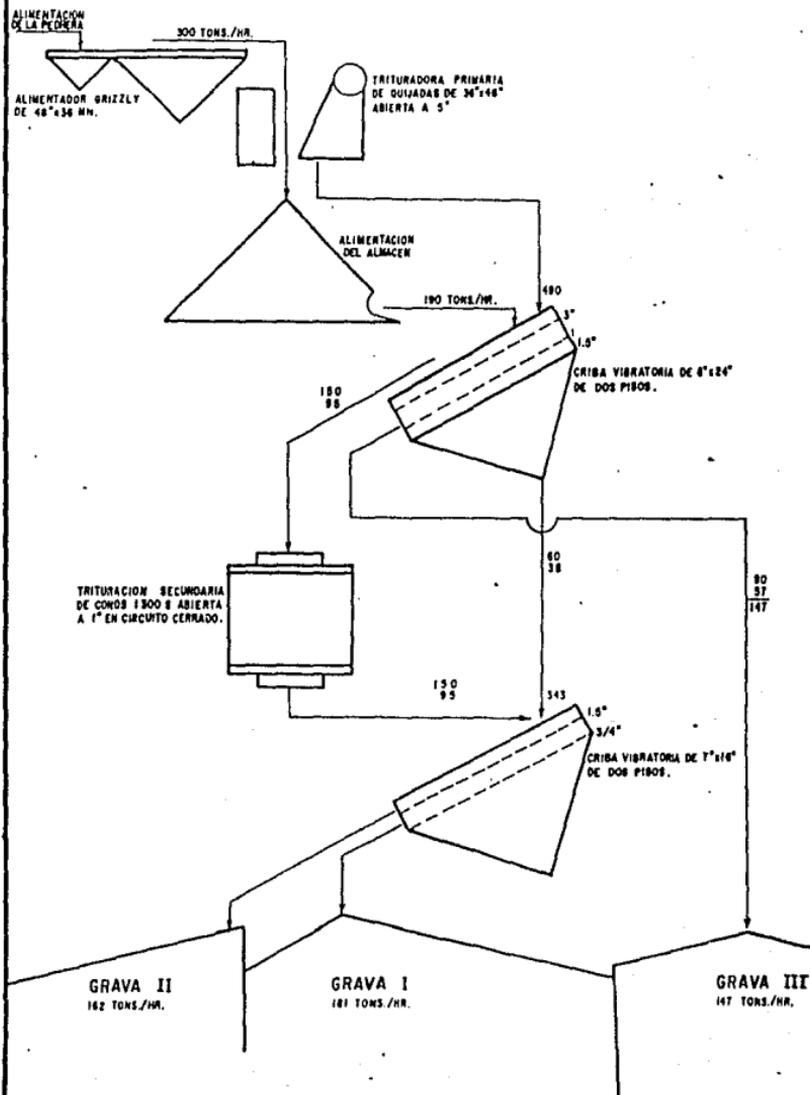
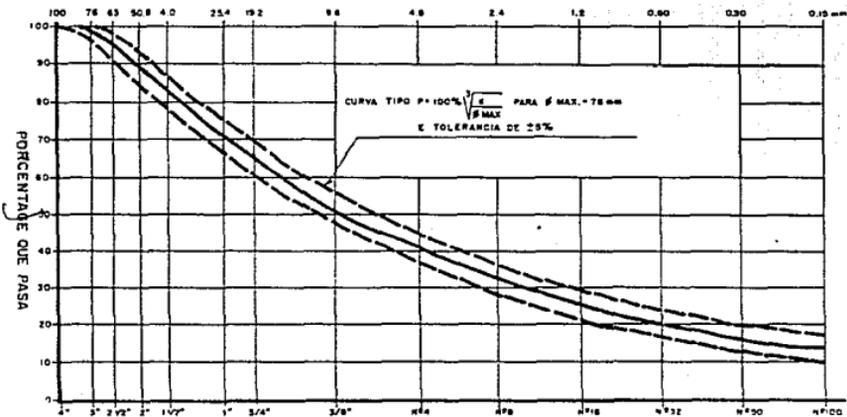


DIAGRAMA DE FLUJO



CURVA TIPO PARA GRANULOMETRIA DE AGREGADOS PARA C.C.R.

B).- FABRICACION DEL CONCRETO:**CONVENCIONALES**

Se utiliza una planta de concreto Odisa de 75 m³ por hora y una planta de concreto oru, la cual a su vez tiene un rendimiento de 15 m³ por hora.

C.C.R.

Se utiliza una planta KS-70, así como un sofisticado sistema de alimentación del cual se anexa diagrama para -- mostrar mejor dicho dicho procedimiento.

C).- TRANSPORTE Y COLOCACION :**CONVENCIONALES**

Se programaron ollas revoledoras sobre camión de 6 m³ de capacidad.

C.C.R.

Se diseñó un sistema de tuberías y bandas a lo largo de la ladera y de acuerdo a la ubicación de la planta - -- KS-70, la cual se encuentra en un nivel más alto de la cortina. Para su extendido se utilizarán cargadores sobre ruedas y motoconformadoras CM-17.

D).- CAPACITACION:

Se programó equipo vibratorio:

Vibrocompactador CA-25 así como equipo auxiliar menor como bailarinas y rodillos manuales PR-8. Para poderse dar cuenta más ampliamente de la magnitud de la obra, se - relaciona en la tabla No. 14 anexa, todo el equipo utilizado en la construcción de la presa que nos ocupa.

Se anexa programa de utilización de equipo e inventario de maquinaria.

INVENTARIO FISICO DE EQUIPO

MES DE: ABRIL DE 1991

| # EDIC. | DESCRIPCION | CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA | | | CARACTERISTICAS DEL MOTOR | | | |
|--------------|----------------------|-------------------------------|---------|-------------|---------------------------|---------------|----------|------------|
| | | MARCA | MODELO | SERIE | TIPO | MARCA | MODELO | SERIE |
| 61-42120041 | RETROEXCAVADORA ✓ | CATERPILLAR | 235 | 33C474 | DIESEL | CATERPILLAR | 3306 | 3887178 |
| 61-422208115 | CARS. S/GRUAS ✓ | CATERPILLAR | 955L | 13183882 | DIESEL | CATERPILLAR | 3304 | 78958154 |
| 61-422340008 | CARS. S/NEUMAT. ✓ | MICHIGAN | 45B | 4189A757HEC | DIESEL | PERKINS | 6.354 | TJ02281200 |
| 61-422340134 | CARS. S/NEUMAT. ✓ | MICHIGAN | 45B | 4189A429 | DIESEL | PERKINS | 6.354 | TJ02281487 |
| 61-422340135 | CARS. S/NEUMAT. ✓ | MICHIGAN | 45B | 4189A434HEC | DIESEL | PERKINS | 6.354 | TJ02281714 |
| 61-422340155 | CARS. S/NEUMAT. ✓ | MICHIGAN | 45B | 4189A628HEC | DIESEL | PERKINS | 6.354 | TJ02281668 |
| 61-422340172 | CARS. S/NEUMAT. ✗ | CATERPILLAR | 968B | 50005003 | DIESEL | CATERPILLAR | 3406 | 5/P/C |
| 61-422340207 | CARS. S/NEUMAT. ✗ | CATERPILLAR | 968B | 50005926 | DIESEL | CATERPILLAR | 3409 | 48416641 |
| 61-422340268 | CARS. S/NEUMAT. ✗ | TEREX | K-PAC | L3631818 | DIESEL | GENERAL MOTOR | 71237438 | 1204-84014 |
| 61-425800036 | COMPACTADOR MIXTO ✓ | I.RAND | SP-5600 | 5386-6 | DIESEL | GENERAL MOTOR | 50437081 | 400171211 |
| 61-425800040 | COMPACTADOR MIXTO ✓ | I.RAND | SP-560 | 4310 | DIESEL | GENERAL MOTOR | 50437081 | 4011200 |
| 61-425800056 | COMPACTADOR MIXTO ✗ | I.RAND | SP560 | 5829 | DIESEL | GENERAL MOTOR | 50437081 | 35172925 |
| 61-425800080 | COMPACTADOR MIXTO ✓ | DYNAPAC | 0425A | 6229229 | DIESEL | CATERPILLAR | 3206 | 904-9241 |
| 61-425800080 | TRITURADORA PRIM. ✓ | TELSMITH | 26145 | 7533 | ELECTRICO | SIEMENS | 200 HP | 0137026682 |
| 61-425800085 | TRITURADORA SEC. ✓ | TELSMITH | S/H | S/H | ELECTRICO | S/M | S/H | S/H |
| 61-425800100 | TRITURADORA SEC. ✓ | TELSMITH | 13808 | 9258 | ELECTRICO | SIEMENS | 5/P/C | 6137026682 |
| 61-425800100 | PLANTA DE CRIBADO ✓ | TELSMITH | 50716 | 3189 | ELECTRICO | TOSHIBA | 150HP | 479528 |
| 61-425800100 | PLANTA DE CRIBADO ✓ | TELSMITH | 59304 | 6241 | ELECTRICO | TOSHIBA | 50HP | 479528 |
| 61-425800105 | PLANTA DE CONCRETO ✓ | CRU | 1040 | 5/P/C | ELECTRICO | S/M | 5/P/C | 5/P/C |
| 61-425800145 | PLANTA DE CONCRETO ✓ | ASTEC | 8570 | 30139700 | ELECTRICO | LINCOLN | 125HP | 3664549 |
| 61-425800201 | PLANTA CONCRETO ✓ | CRU | 1040 | 5/P/C | ELECTRICO | S/M | 5/P/C | 5/P/C |
| 61-425800200 | PLANTA DE LUZ ✓ | FENNY | 12936 | 5/P/C | DIESEL | CLARKINS | 5/P/C | 5/P/C |
| 61-425800251 | PLANTA DE LUZ ✓ | CATERPILLAR | 50046 | 20470154 | DIESEL | CATERPILLAR | 0753 | 4891411 |

INVENTARIO FISICO DE EQUIPO

MES DE: ABRIL DE 1991

| # EDN. | DESCRIPCION | CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA | | | CARACTERISTICAS DEL MOTOR | | | |
|--------------|-----------------|-------------------------------|---------|--------------|---------------------------|---------------|----------|------------|
| | | MARCA | MODELO | SERIE | TIPO | MARCA | MODELO | SERIE |
| 61-AS1180474 | PLANTA DE LUZ | CAR | CR000G | S/P/C | DIESEL | CATERPILLAR | S/P/C | 0687128 |
| 61-AS1180410 | PLANTA DE LUZ | DELO | 5000G. | 39E75 | DIESEL | GENERAL MOTOR | 71657305 | 16VA11326 |
| 61-AS1180562 | PLANTA DE LUZ | CATERPILLAR | 500 KMS | 59485464 | DIESEL | CATERPILLAR | 3412 | 61205197 |
| 69-AS1180533 | PLANTA DE LUZ | CATERPILLAR | 500KMS | 59847185 | DIESEL | CATERPILLAR | S/P/C | S/P/C |
| 61-AS1180579 | PLANTA DE LUZ | CATERPILLAR | 500KMS | 6F86218 | DIESEL | CATERPILLAR | 3412 | 6128985 |
| 61-AS2202254 | COMP. PORTATIL | B. DENVER | 57025 | 605841165 | DIESEL | PERKINS | 6.354 | 3246414169 |
| 61-AS2202266 | COMP. PORTATIL | B. DENVER | 775 | 605841125 | DIESEL | PERKINS | 6.354 | 720096548 |
| 61-AS2202278 | COMP. PORTATIL | B. DENVER | 87025 | 605841278 | DIESEL | PERKINS | 6.354 | 720096548 |
| 61-AS2202312 | COMP. PORTATIL | B. DENVER | 87025 | 60584218 | DIESEL | CUMMINS | 44505 | 28102981 |
| 61-AS2202337 | COMP. PORTATIL | I. SAND | 87025 | 180771089452 | DIESEL | CUMMINS | 1 | 34512275 |
| 69-47402468 | TRAC. S/DIUSAS | CATERPILLAR | 658 | 25X1976 | DIESEL | CATERPILLAR | 3286 | 61904205 |
| 61-475020037 | GRUA HIDRAULICA | LINK-BELT | 8025 | 45371663 | DIESEL | GENERAL MOTOR | 50457811 | 40802602 |

MAQUINARIA MAYOR 35

INVENTARIO FISICO DE EQUIPO

MES DE: ABRIL DE 1991

| # ECON. | DESCRIPCION | CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA | | | TIPO | CARACTERISTICAS DEL MOTOR | | |
|--------------|---------------------|-------------------------------|--------------|-------------|-----------|---------------------------|----------|------------|
| | | MARCA | MODELO | SERIE | | MARCA | MODELO | SERIE |
| 61-8157A0003 | VOLQUETE AUT. PROP. | USA | 1526H | BHFB0599 | DIESEL | DEUZ | LKSA | 987129572 |
| 61-8191C0131 | TRASP. BANDAS | ENSA | 24X18 | 148578 | ELECTRICO | ENSA | 7.5 H.P. | 100720 |
| 61-8191C0135 | TRASP. BANDA | ENSA | 24X18 | KR141887 | ELECTRICO | S/M | S/P/C | S/P/C |
| 61-8191C0252 | TRASP. BANDA | COISA | 24X18 | 2882111 | ELECTRICO | SIEBENS | 7.5 H.P. | 76880143 |
| 61-8191C0254 | TRASP. BANDA | COISA | 24X18 | 289918 | ELECTRICO | SIEBENS | E212 | 713A |
| 61-8191C0255 | TRASP. BANDA | COISA | 24X18 | 289978 | ELECTRICO | SIEBENS | 7.5 H.P. | S/P/C |
| 61-8191C0257 | TRASP. BANDA | COISA | 24X18 | 289948 | ELECTRICO | S/M | S/P/C | S/P/C |
| 61-8191C1034 | TRASP. BANDA | TELESMITH | 24" X 22 | PK783348 | ELECTRICO | LINCOLN | 15 H.P. | 245798 |
| 61-8191C1024 | TRASP. BANDA | BARBER G. | 24X18 | IC457182 | ELECTRICO | ASEA | S/P/C | 1873 |
| 61-8191C1026 | TRASP. BANDA | BARBER G. | 24X18 | IC457184 | ELECTRICO | S/M | S/P/C | S/P/C |
| 61-8191C1027 | TRASP. BANDA | BARBER G. | 24X18 | IC457185 | ELECTRICO | ASEA | S/P/C | 18665 |
| 61-8191C1029 | TRASP. BANDA | BARBER G. | 24X18 | IC457186 | ELECTRICO | S/M | S/P/C | S/P/C |
| 61-8191C1029 | TRASP. BANDA | BARBER G. | 24" X 18 1/2 | 87187 | ELECTRICO | GENERAL ELECT | CP 10 | 25 |
| 61-8191D1003 | TRASP. BANDA | TELESMITH | 24" X 45 | FK215X242 | ELECTRICO | LINCOLN | 20 H.P. | 2457631 |
| 61-8191D1009 | TRASP. BANDA | TELESMITH | 24X46 | VP12242031 | ELECTRICO | LINCOLN | 58P | 2315687 |
| 61-8191D1010 | TRASP. BANDA | TELESMITH | 24X46 | FK215X241 | ELECTRICO | LINCOLN | 20P | 2457597 |
| 61-8191D1011 | TRASP. BANDA | TELESMITH | 24X46 | FK215X243 | ELECTRICO | LINCOLN | 20P | 2457623 |
| 61-8191E0218 | TRASP. BANDA | COISA | 24" X 18 1/2 | S/P/C | ELECTRICO | SIEBENS | 7.5P | 76880143-2 |
| 61-8191E0214 | TRASP. BANDA | ENSA | 24" X 18 1/2 | S/P/C | ELECTRICO | S/M | S/P/C | S/P/C |
| 61-8191E1005 | TRASP. BANDA | TELESMITH | 28" X 20 M | PK-88-8-341 | NEUMATICO | LINCOLN | 20P | 2457603 |
| 61-8191E1020 | TRASP. BANDA | BARBER G. | 20" X 18 1/2 | IC459143 | ELECTRICO | ASA | 15 H.P. | M9042526 |
| 61-8191E1051 | TRASP. BANDA | BARBER G. | 20" X 18 1/2 | IC459144 | ELECTRICO | ASA | 15 H.P. | M9042515 |
| 61-8191E0231 | TRASP. BANDA | COISA | 39X18 | 12353030 | ELECTRICO | S/M | S/P/C | S/P/C |

INVENTARIO FISICO DE EQUIPO

MES DE: ABRIL DE 1991

| # ECON. | DESCRIPCION | CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA | | | CARACTERISTICAS DEL MOTOR | | | |
|--------------|---------------------|-------------------------------|---------|--------------|---------------------------|---------------|---------|-----------|
| | | MARCA | MODELO | SERIE | TIPO | MARCA | MODELO | SERIE |
| 61-819161001 | TRASP. BANDA | TELSMITH | 2615CM | PX-50-337-02 | ELECTRICO | LINCOLN | 15PP | 2497980 |
| 61-819161012 | TRASP. BANDA | TELSMITH | 36750 | S/N | ELECTRICO | LINCOLN | 15PP | 2497979 |
| 61-819161053 | TRASP. BANDA | WABER G. | 36"X16" | 10A89148 | ELECTRICO | GENERAL ELECT | SCS56-C | 276493148 |
| 61-819501000 | ALIMENT. VIRRAT. | TELSMITH | 48X16 | 0588 | ELECTRICO | FELLAND | CSPP | 8165441 |
| 61-823180188 | PERFORAD.S/DRUGAS | ATLAS COPCO | 81872 | 85073A | NEUMATICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-823181005 | PERFORAD.S/DRUGAS | G. DENVER | RYE412 | 8499443 | NEUMATICO | BARDNER EDWE | 1782319 | 382459 |
| 61-823399547 | PERF.NEUMAT.PISO | G. DENVER | SS3 | 383679 | NEUMATICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-823399561 | PERF.NEUMAT.PISO | G. DENVER | S-58 | 6373 | NEUMATICO | S/M | S/M | S/S |
| 61-823399563 | PERF.NEUMAT.PISO | G. DENVER | S-58 | 6-488 | NEUMATICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-823482598 | PERF.NEUMAT.PIERNA | ATLAS COPCO | 8E035 | 89435 | NEUMATICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-823482660 | PERF.NEUMAT.PIERNA | ATLAS COPCO | 8E035 | 008248 | NEUMATICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-823500208 | ASPIRADORA PAVIMENT | ATLAS COPCO | 7E341 | 419690 | NEUMATICO | S/M | S/M | S/S |
| 61-826582957 | DIRFAC. DE PLACAS | DYNAPAC | CH13 | 2530381 | BAEOLINA | WOLER | K181 | 712201 |
| 61-826582131 | DIRFAC. DE PLACAS | DYNAPAC | CH13 | 2489 | BAEOLINA | WOLER | K181 | 908000 |
| 61-831200076 | OLLA REVOLVEDORA | WHITE | 4964MTD | 49640923 | DIESEL | CUMMINS | NTC050 | 18855372 |
| 61-831200081 | OLLA REVOLVEDORA | WHITE | 4964MTD | 49641041 | DIESEL | CUMMINS | NTC050 | 28122314 |
| 61-831200079 | OLLA REVOLVEDORA | WHITE | 4964MTD | 49641488 | DIESEL | CUMMINS | NTC050 | 28126675 |
| 61-831200099 | OLLA REVOLVEDORA | WHITE | 4964MTD | 49641489 | DIESEL | CUMMINS | NTC050 | 28126261 |
| 99-831200081 | OLLA REVOLVEDORA | DIWA | 1990 | 164102900 | DIESEL | CUMMINS | 6CT8.3 | 42889921 |
| 99-831200082 | OLLA REVOLVEDORA | DIWA | 1990 | 164102900 | DIESEL | CUMMINS | 6CT8.0 | 42889922 |
| 61-835280050 | TOLVA P/AGREGADOS | COISA | 1CM/3 | S/SERIE | S/T | S/M | S/M | S/M |
| 61-835280053 | TOLVA P/AGREGADOS | COISA | 1CM/3 | 58275 | S/T | S/M | S/M | S/M |
| 61-835280054 | TOLVA P/AGREGADOS | COISA | 1CM/3 | 58265 | S/T | S/M | S/M | S/M |

INVENTARIO FISICO DE EQUIPO

MES DE: ABRIL DE 1991

| # EQUIP. | DESCRIPCION | CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA | | | CARACTERISTICAS DEL MOTOR | | | |
|--------------|--------------------|-------------------------------|----------|-----------|---------------------------|---------|----------|------------|
| | | MARCA | MODELO | SERIE | TIPO | MARCA | MODELO | SERIE |
| 61-B354-S/N. | SILO PARA CEMENTO | COMPACTO | 70 TON. | S/P/C | S/T | S/M | S/N | S/M |
| 61-B354C0029 | SILO P/CEMENTO | ODISA | 70TONS | S/N | S/T | S/M | S/N | S/N |
| 61-B354C0038 | SILO PARA CEMENTO | ODISA | 20M/3 | S/N | S/T | S/M | S/N | S/N |
| 61-B354C0032 | SILO PARA CEMENTO | ODISA | 90TONS | S/N | S/T | S/M | S/N | S/N |
| 61-B354D0014 | SILO PARA CEMENTO | CARSA | 90TONS | T13350345 | S/T | S/M | S/N | S/N |
| 61-B354D0027 | SILO PARA CEMENTO | ODISA | 90TONS | S/M | S/T | S/M | S/N | S/N |
| 61-B354D0029 | SILO PARA CEMENTO | ODISA | 90TONS | S/N | S/T | S/M | S/N | S/N |
| 61-B354D1000 | SILO PARA CEMENTO | TYPISA | 40M/3 | S/N | S/T | S/M | S/N | S/N |
| 61-B354D1002 | SILO PARA CEMENTO | ODISA | 90TONS | S/N | S/T | S/M | S/N | S/N |
| 61-B354D1003 | SILO PARA CEMENTO | ODISA | 90TONS | S/N | S/T | S/M | S/N | S/N |
| 61-B354D1007 | SILO PARA CEMENTO | S/M | 90TONS | S/N | S/T | S/M | S/N | S/N |
| 61-B354F0025 | SILO PARA CEMENTO | S/M | 60TONS | S/N | S/T | S/M | S/N | S/N |
| 61-B354F1004 | SILO PARA CEMENTO | S/M | 120TONS | S/N | S/T | S/M | S/N | S/N |
| 61-B354F1006 | SILO PARA CEMENTO | LINCOLN | 135TONS | S/N | S/T | S/M | S/N | S/N |
| 61-B354G0024 | SILO PARA CEMENTO | S/M | 90TONS | S/N | S/T | S/M | S/N | S/N |
| 61-B361C0060 | BOMBA P/CONCRETO | SCHWING | BP42000H | 171485000 | DIESEL | DEUT | BFL4L913 | 7734928 |
| 61-B369A0011 | SOPLADOR P/CEMENTO | B. DENVER | 75DLS9 | ILEGIBLE | ELECTRICO | REMBA | 40HP | 4182591718 |
| 61-B369A0014 | SOPLADOR P/CEMENTO | SYCSA | 4.5X9 | ILEGIBLE | ELECTRICO | S/M | S/P/C | S/P/C |
| 61-B369A0015 | SOPLADOR P/CEMENTO | ODISA | CEL9 | S/M | ELECTRICO | REMBA | 40HP | 390257264 |
| 61-B369A0020 | SOPLADOR P/CEMENTO | SYCSA | 450760 | 05797 | ELECTRICO | SIEMENS | 1LA4364 | 444482 |
| 61-B369A0022 | SOPLADOR P/CEMENTO | SYCSA | 450760 | 05797 | ELECTRICO | SIEMENS | 35473 | 4444-1 |
| 61-B369A0023 | SOPLADOR P/CEMENTO | SYCSA | 4507-60 | 05797 | ELECTRICO | SIEMENS | 60CP | E-42003 |
| 61-B369B0018 | SOPLADOR P/CEMENTO | BETICO | 031EP41 | 65370 | DIESEL | PERKINS | 4.236 | LS02715500 |

INVENTARIO FISICO DE EQUIPO

MES DE: ABRIL DE 1991

| # EDON. | DESCRIPCION | CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA | | | CARACTERISTICAS DEL MOTOR | | | |
|--------------|----------------------|-------------------------------|----------|-------------|---------------------------|---------------|----------|------------|
| | | MARCA | MODELO | SERIE | TIPO | MARCA | MODELO | SERIE |
| 61-837180710 | VIBRAD. CONC. GAS. | DYNAPAC | MXB | 1858 | GASOLINA | KOHLER | K201 | 726117 |
| 61-837180711 | VIBRAD. CONC. GAS. | DYNAPAC | MXB | 1701 | GASOLINA | KOHLER | K191 | 74367 |
| 61-837180716 | VIBRAD. CONC. GAS. | DYNAPAC | MXB | 1707 | GASOLINA | KOHLER | K191 | 741737 |
| 61-837241851 | VIBRAD. PARED ELECT | BOSCH | 18134 | F802154843 | ELECTRICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-837241854 | VIBRAD. PARED ELECT | BOSCH | 18134 | F802154835 | ELECTRICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-837388982 | VIBRAD. CONC. ELECT. | BOSCH | 61868 | S/SERIE | ELECTRICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-837388993 | VIBRAD. CONC. ELECT. | BOSCH | 61868 | S/SERIE | ELECTRICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-837388994 | VIBRAD. CONC. ELECT. | BOSCH | 61868 | S/SERIE | ELECTRICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-837381813 | VIBRAD. CONC. ELECT. | BOSCH | 19683 | S/SERIE | ELECTRICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-837600861 | VIBRAD. PARED NEUMA | STV | A84618 | ILEGIBLE | NEUMATICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-85128839 | PLANTA DE LUZ | HOTTONOTOPES | 3000G | ILEGIBLE | DIESEL | PERKINS | 4-226 | LN308N1194 |
| 61-851288584 | PLANTA DE LUZ | FLAVELEC | 3000G | F2098079799 | DIESEL | CUMMINS | 4839 | 444264589 |
| 61-851288585 | PLANTA DE LUZ | FLAVELEC | 3000G. | K219080022 | DIESEL | CUMMINS | 4839 | 444264589 |
| 61-851288583 | PLANTA DE LUZ | FLAVELEC | 3000G | A011847804A | DIESEL | CUMMINS | 481731 | 445100284 |
| 61-852744141 | COMPRESOR P/TALLER | SYCSA | S/N | S/N | ELECTRICO | ASA | S/M | HST1241112 |
| 61-853140029 | TRANSF. POTENCIA | EEPSA | 100KVA | 9210 | ELECTRICO | S/M | 99 | S/M |
| 61-856240015 | CONVERT. ELECT. AF. | BOSCH | ILEGIBLE | ILEGIBLE | ELECTRICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-856240043 | CONVERT. ELECT. AF. | BOSCH | 2KVA | S/P/C | ELECTRICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-856240045 | CONVERT. ELECT. AF. | BOSCH | 2KVA | 1200192 | ELECTRICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-856240046 | CONVERT. ELECT. AF. | BOSCH | 2KVA | ILEGIBLE | ELECTRICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-875100371 | BRISA HIAS S/CANTON | FORD | 1920 | ACSJXA78370 | GASOLINA | FORD | 70212 | ACS37473 |
| 61-881140374 | TALADRO DE COLUJIA | ARBOGA | EE38 | 287688 | ELECTRICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-881240325 | TORNO HORIZONTAL | IMER | P400 | 40723 | ELECTRICO | GENERAL ELECT | F8025800 | 68080 |

INVENTARIO FISICO DE EQUIPO

MES DE: ABRIL DE 1991

| # EDIC. | DESCRIPCION | CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA | | | CARACTERISTICAS DEL MOTOR | | | |
|--------------|--------------------|-------------------------------|--------|-------------|---------------------------|---------|----------|------------|
| | | MARCA | MODELO | SERIE | TIPO | MARCA | MODELO | SERIE |
| 61-8861A0451 | SOLDADORA DIESEL | LINCOLN | SHECO | 341797 | DIESEL | PERKINS | 4.236 | LD008M4394 |
| 61-8861A0573 | SOLDADORA DIESEL | LINCOLN | SHECO | 348370 | DIESEL | PERKINS | 4.236 | LD008M1076 |
| 61-8861A0686 | SOLDADORA COMB. | LINCOLN | SHECO | 343880 | DIESEL | PERKINS | 4.236 | LD008M1073 |
| 61-8861A0611 | SOLDADORA DIESEL | LINCOLN | SHECO | 343840 | DIESEL | PERKINS | 4.236 | LD008M1073 |
| 61-8861A0531 | SOLDADORA DIESEL | LINCOLN | SHECO | 343891 | DIESEL | PERKINS | 4.236 | LD008M1073 |
| 61-8861A0559 | SOLDADORA DIESEL | LINCOLN | SHECO | 3481799 | DIESEL | PERKINS | 4.236 | LD008M7866 |
| 61-8863A0598 | SOLDADORA RECT. | MULLER-INFRA | SR3033 | 2891062 | ELECTRICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-8863A0634 | SOLDADORA RECT. | ISSA | RS3500 | 2552 | ELECTRICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-8863A0657 | SOLDADORA RECT. | ISSA | RS3500 | 2551 | ELECTRICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-8888A0117 | EPO. DE LUBRIC. | FORD | 1981 | AC3JX532214 | GASOLINA | FORD | 302V3 | AC3JX53221 |
| 61-8912A1029 | LAVADORA PRESTIG | GHELI | DT150F | 009491 | ELECTRICO | S/P/C | S/P/C | S/P/C |
| 61-8939A0271 | BOMBA AGUA A/PRES | BAYNES | 414 | Y95801 | ELECTRICO | S/DEDS | 1LA22562 | F90115123 |
| 61-8939A0272 | BOMBA AGUA A.PRES. | BAYNES | 414 | Y95802 | ELECTRICO | S/M | S/M | S/M |
| 61-8942B0224 | BOMBA POZO PROF. | PABLO DE ALBA | 108 | S/SERIE | ELECTRICO | U.S. | 60P | 04776232 |
| 61-8942B0225 | BOMBA POZO PROF. | PABLO DE ALBA | 108 | S/SERIE | ELECTRICO | U.S. | 60P | 03776232 |

MAQUINARIA MEDIC 187

INVENTARIO FISICO DE EQUIPO

MES DE: ABRIL DE 1991

| # EDON. | DESCRIPCION | CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA | | | CARACTERISTICAS DEL MOTOR | | | |
|--------------|--------------------|-------------------------------|----------|-----------------|---------------------------|---------------|--------|------------|
| | | MARCA | MODELO | SERIE | TIPO | MARCA | MODELO | SERIE |
| 61-C11300038 | AUTOBUS PASAJEROS | DINA | 53235 | 50313131183 | DIESEL | CUMMINS | S/P/C | 24188852 |
| 62-C11300037 | AUTOBUS PASAJEROS | FORD | 8600 | AC2E6R36476 | GASOLINA | FORD | 333V | AC2E6R3647 |
| 6-C11300031 | AUTOBUS PASAJEROS | FORD | 1991 | AC21EC38912 | DIESEL | PERKINS | S/P/C | S/P/C |
| 3-C11300032 | MICROBUS PASAJEROS | CHEVROLET | 1991 | 380P4232M1190 | GASOLINA | CHEVROLET | 292 | M1190742 |
| 5-C11300034 | AUTOBUS PASAJEROS | MESA | 1975 | 4150HEK28304972 | DIESEL | GENESAL MOTOR | S/P/C | 8VA328515 |
| 3-C11300035 | AUTOBUS PASAJEROS | DODGE | 1978 | L016423 | DIESEL | PERKINS | 6.354 | ILESTBLE |
| 61-C11500073 | REMOLQUE POLV. | BOMANZA | 1500 | 85TC840000022 | S/T | S/M | S/M | S/M |
| 61-C11700163 | CANTONETA CONSI | VOLKSWAGEN | 1985 | ZSELD28590 | GASOLINA | VOLKSWAGEN | 1600 | ILESTBLE |
| 61-C11700173 | CANTONETA CARRY AL | FORD | 1984 | AC2F8639547 | GASOLINA | FORD | 302V8 | AC2F863954 |
| 61-C11700195 | CANTONETA CARRY AL | FORD | 1987 | AC2LEY61275 | GASOLINA | FORD | 302V8 | |
| 61-C12100079 | PLATAFORMA CAJA BA | MOYABA | 70 TONS. | S/P/C | S/T | S/M | | |
| 61-C12300431 | CANTON REDILLAS | FORD | 1988 | ACSJBT36216 | GASOLINA | FORD | 335-2V | ACSJBT3621 |
| 61-C12500034 | REMOLQUE P/CEMENTO | FLEISHAUF | 20 KS. | D1C17768 | S/T | S/M | S/M | S/M |
| 61-C12500037 | REMOLQUE P/CEMENTO | FLEISHAUF | 20K/3 | D1E270901 | S/T | S/M | S/M | S/M |
| 61-C12500039 | REMOLQUE P/CEMENTO | FLEISHAUF | 20 KS. | D1E331782 | S/T | S/M | S/M | S/M |
| 61-C12500011 | REMOLQUE P/CEMENTO | FLEISHAUF | 20 KS. | S/M | S/T | S/M | S/M | S/M |
| 61-C12500012 | REMOLQUE P/CEMENTO | FLEISHAUF | 20K3 | SFC | S/T | S/M | S/M | S/M |
| 61-C12500017 | REMOLQUE P/CEMENTO | FLEISHAUF | 20 M/3 | D1E233217 | S/T | S/M | S/M | S/M |
| 61-C12500018 | REMOLQUE P/CEMENTO | FLEISHAUF | 20 KC. | D1E270781 | S/T | S/M | S/M | S/M |
| 61-C12500024 | REMOLQUE P/CEMENTO | FLEISHAUF | 20 M/3 | 178750R8FV | S/T | S/M | S/M | S/M |
| 61-C12500025 | REMOLQUE P/CEMENTO | FLEISHAUF | 20 KC. | 163900R8FV | S/T | S/M | S/M | S/M |
| 61-C12500028 | REMOLQUE P/CEMENTO | FLEISHAUF | 20K3 | S/P/C | S/T | S/M | S/M | S/M |
| 67-C13500318 | CANTON PIPA AGUA | DINA | 5500 | 150327628 | DIESEL | PERKINS | 6.354 | TU16002259 |

INVENTARIO FISICO DE EQUIPO

MES DE: ABRIL DE 1991

| # ECON. | DESCRIPCION | CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA | | | CARACTERISTICAS DEL MOTOR | | | |
|--------------|-------------------|-------------------------------|---------|---------------|---------------------------|-------------|--------|------------|
| | | MARCA | MODELO | SERIE | TIPO | MARCA | MODELO | SERIE |
| 61-C13300315 | CANTON PIPA CORR. | G. DEWEE | 1990 | C1517MEX07429 | DIESEL | MERCEDES B. | 0Y066A | 3999004269 |
| 63-C142A1253 | CANTONETA PICK UP | FORD | 1986 | AC60051375 | GASOLINA | FORD | 302V8 | 251325 |
| 61-C142A1284 | CANTONETA PICK-UP | FORD | 1987 | AC1JL57376 | GASOLINA | FORD | 302V8 | AC1JL57376 |
| 61-C142A1374 | CANTONETA PICK-UP | DAISUN | 1989 | 8U7200270 | GASOLINA | DAISUN | 1600C | MS7B11126 |
| 61-C142A1391 | CANTONETA PICK-UP | FORD | 1990 | AC2L6K34536 | GASOLINA | FORD | 302V8 | AC2L6K3453 |
| 61-C142A1447 | CANTONETA PICKUP | CHEVROLET | 1990 | 3000000L0M133 | GASOLINA | CHEVROLET | 292 | LM125813 |
| 61-C142A1465 | CANTONETA PICK UP | CHEVROLET | 1990 | 3000000L0M133 | GASOLINA | CHEVROLET | 350 | LM133971 |
| 61-C142A1573 | CANTONETA PICK UP | FORD | 1991 | AC2LXK57999 | GASOLINA | FORD | 302V8 | 31642 |
| 2-C142R0001 | CANTONETA PICKUP | DODGE | 1989 | L945615 | GASOLINA | DODGE | 360 | 177181 |
| 61-C143A1313 | CANTONETA ESTACAS | FORD | 1987 | AC3JES62056 | GASOLINA | FORD | 302V8 | AC3JES6205 |
| 61-C143A1314 | CANTONETA ESTACAS | FORD | 1987 | AC3JEL50465 | GASOLINA | FORD | 302V8 | AC3JEL5046 |
| 61-C143A1363 | CANTONETA ESTACAS | FORD | 1986 | AC3JCL55240 | GASOLINA | FORD | 302V8 | AC3JCL5524 |
| 61-C143A1402 | CANTONETA ESTACAS | FORD | 1990 | AC3JES58957 | GASOLINA | FORD | 302V8 | AC3JES5895 |
| 64-C143R0001 | CANTONETA ESTACAS | DODGE | 1979 | L901549 | GASOLINA | DODGE | 360 | 112510E |
| 2-C143R0002 | CANTONETA ESTACAS | DODGE | 1987 | L641846 | GASOLINA | DODGE | 360 | 157263 |
| 61-C154H0398 | CANTON VOLTED | WHITE | 4964NTD | 49640989 | DIESEL | CUMMINS | NTC350 | 10855341 |
| 61-C154H0667 | CANTON VOLTED | WHITE | 4964NTD | 49642024 | DIESEL | CUMMINS | NTC350 | 11822555 |
| 61-C154H0668 | CANTON VOLTED | WHITE | 4964NTD | 49642529 | DIESEL | CUMMINS | NTC350 | 11832418 |
| 61-C154H0797 | CANTON VOLTED | DINA | 861K | 089221100 | DIESEL | CUMMINS | NTC350 | 43126325 |
| 61-C154H0799 | CANTON VOLTED | DINA | 861K | 089221200 | DIESEL | CUMMINS | NTC350 | 43126160 |
| 61-C154H0800 | CANTON VOLTED | DINA | 861K | 089221300 | DIESEL | CUMMINS | NTC350 | 43124359 |
| 61-C731B1051 | TRACTOCANTON | DINA | 861K | 084232600 | DIESEL | CUMMINS | HTC400 | 43125640 |

VEHICULOS 45

3.- MANO DE OBRA:

Para la construcción de la obra se requiere de la organización de plantillas de personal o departamentos para llevar a cabo las diversas actividades de construcción como son:

- a).- Ingeniería
 - b).- Administración
 - c).- Maquinaria
 - d).- Fabricación de CCR Y liga
 - e).- Trituración
 - f).- Pedrera
 - g).- Obra de toma
 - h).- Colocación de CCR
 - i).- Concretos convencionales
 - j).- Limpieza general
 - k).- Colocación de precolados
 - l).- Planta de concreto convencional
 - m).- Precolados
 - n).- Acarreo de cemento
 - o).- Topografía
 - p).- Servicios generales
-

El total del personal programado en las etapas de la obra fué el indicado en la siguiente plantilla:

A).- INGENIERIA:

| | |
|-------------------------------|---|
| Superintendente de maquinaria | 1 |
| Jefe de obra construcción | 1 |
| Jefe de obra maquinaria | 1 |
| Jefe de frente construcción | 5 |
| Jefe de frente maquinaria | 3 |
| Auxiliar técnico | 2 |
| Secretaria de departamento | 1 |
| Chofer camioneta | 3 |

TOTAL 17

B).- ADMINISTRACION

| | |
|------------------------|---|
| Jefe administrativo | 1 |
| Contador | 1 |
| Jefe de personal | 1 |
| Jefe de almacén | 1 |
| Encargado de compras | 1 |
| Cajero | 1 |
| Auxiliares | 3 |
| Capturista de datos | 1 |
| Secretaria de sección | 5 |
| Checador de materiales | 1 |
| Operador de radio | 1 |
| Tomador de tiempo | 1 |
| Archivista | 1 |
| Despachadores | 2 |
| Enfermera | 1 |
| Choferes | 2 |

TOTAL

24

C).- MAQUINARIA :

| | |
|--------------------------------|----|
| Sobrestante de soldador | 1 |
| Sobrestante de maquinaria | 1 |
| Sobrestante eléctrico | 2 |
| Auxiliar técnico de maquinaria | 1 |
| Mecanógrafo maquinaria | 1 |
| Mecánico diesel | 2 |
| Mecánico de gasolina | 2 |
| Llantero | 2 |
| Oficial eléctrico C.d. | 2 |
| Oficial eléctrico CA | 2 |
| Oficial soldador | 4 |
| Oficial lubricador | 4 |
| Oficial tornero | 1 |
| Operador de tractocamión | 1 |
| Chofer de camión | 13 |
| Ayudante general | 4 |
| Velador | 1 |

TOTAL

44

D).- FABRICACION DE CCR Y LIGA :

| | |
|--------------------------|-------|
| Sobrestante | 1 |
| Cabo de oficios | 4 |
| Operador planta concreto | 2 |
| Operador planta luz | 2 |
| Operador de traxcavo | 2 |
| Oficial soldador | 4 |
| Chofer de camioneta | 2 |
| Maniobrista | 5 |
| Ayudante general | 16 |
| Velador | 1 |
| | <hr/> |
| TOTAL | 41 |

E).- TRITURACION :

| | |
|------------------------|-------|
| Sobrestante | 2 |
| Cabo de oficio | 3 |
| Operador trituradora | 6 |
| Operador cargador 90-C | 2 |
| Oficial soldador | 2 |
| Chofer de camioneta | 1 |
| Auxiliar técnico | 1 |
| Ayudante general | 18 |
| Velador | 1 |
| | <hr/> |
| TOTAL | 38 |

F).- PEDRERA:

| | |
|-----------------------|-------|
| Sobrestante | 1 |
| Operador de compresor | 2 |
| Operador track-drill | 2 |
| Ayudante general | 2 |
| | <hr/> |
| TOTAL | 7 |

G).- OBRA DE TOMA :

| | |
|----------------------------|----|
| Sobrestante de concreto | 1 |
| Sobrestante de carpinteros | 1 |
| Cabo de oficios | 2 |
| Cabo de carpinteros | 2 |
| Oficial soldador | 3 |
| Oficial carpintero | 18 |
| Oficial flerrero | 4 |
| Oficial albañil | 10 |
| Auxiliar técnico | 1 |
| Ayudante general | 12 |
| Operador bomba de concreto | 1 |

TOTAL

55

H).- COLOCACION DE CCR :

| | |
|---------------------------|-------|
| Sobrestante | 2 |
| Cabo de oficio | 2 |
| Ayudante general | 16 |
| Operador planta de luz | 2 |
| Operador vibrocompactador | 4 |
| Operador de tractocami3n | 6 |
| Operador ATC | 2 |
| Chofer de camioneta | 3 |
| | <hr/> |
| TOTAL | 43 |

I).- CONCRETOS CONVENCIONALES:

| | |
|------------------------------|-------|
| Cabo de oficio | 2 |
| Operador de olla revolvedora | 4 |
| Oficial albañil | 4 |
| Ayudante general | 16 |
| Perforista | 2 |
| | <hr/> |
| TOTAL | 28 |

J).- LIMPIEZA GENERAL

| | |
|--------------------|-------|
| Operador compresor | 2 |
| Ayudante general | 10 |
| | <hr/> |
| TOTAL | 12 |

K).- COLOCACION DE PRECOLADOS :

| | |
|-----------------------------|-------|
| Operador de grúa hidráulica | 2 |
| Oficial albañil | 2 |
| Ayudante general | 4 |
| | <hr/> |
| TOTAL | 8 |

L).- PLANTA DE CONCRETO CONVENCIONAL:

| | |
|------------------------------|-------|
| Cabo de oficio | 2 |
| Operador planta de luz | 2 |
| Operador de traxcavo | 2 |
| Operador de olla revolvedora | 8 |
| Ayudante general | 8 |
| Velador | 1 |
| | <hr/> |
| TOTAL | 23 |

M).- PRECOLADOS :

| | |
|-----------------------|-------|
| Operador de grua hiab | 2 |
| Ayudante general | 2 |
| | <hr/> |
| TOTAL | 4 |

N).- ACARREO DE CEMENTO :

| | |
|------------------------|-------|
| Sobrestantes de camino | 1 |
| Checador de materiales | 3 |
| | <hr/> |
| TOTAL | 4 |

O).- TOPOGRAFIA:

| | |
|-----------------------|-------|
| Jefe de topógrafos | 1 |
| Topógrafo | 1 |
| Auxiliar de topógrafo | 1 |
| Cadeneros | 4 |
| | <hr/> |
| TOTAL | 7 |

P).- SERVICIOS GENERALES :

| | |
|-------------------|---|
| Cocineras | 2 |
| Campamentero | 1 |
| Galopinas | 2 |
| Afanadoras | 4 |
| Veladores | 6 |
| Choferes | 5 |
| Ayudante general | 1 |
| Delegado sindical | 1 |

| | |
|-------|----|
| TOTAL | 22 |
|-------|----|

4.- MATERIALES :

Para la solicitud o programación de éstos, se tomó como guía el programa general de obra, tanto para la obtención de roca, como de concretos.

A).- OBTENCION DE ROCA:

Se previó que los materiales (explosivos y artificios) fueran suministrados con suficiente anticipación a su empleo para evitar demoras en su entrega, para lo cual se contó con dos proveedores en la obra.

El siguiente cuadro muestra los consumos anuales para la obtención de roca y excavación del tunel:

| CONSUMO POR AÑO MATERIALES | | | | | |
|----------------------------|----------|--------|--------|--------|--------|
| CONCEPTO | UNIDAD | 1986 | 1987 | 1988 | TOTAL |
| Godyne 1" | ton | 35.8 | 7.8 | 6.0 | 49.1 |
| Godyne 2" | TON | 148.7 | 75.4 | 63.4 | 287.5 |
| Agenteexpl. | TON | 346.9 | 458.8 | 385.5 | 1191.2 |
| Estopín MS | PZA(mls) | 17.0 | 14.0 | 11.0 | 42.0 |
| Cordondet. | km | 20.0 | 20.0 | 15.0 | 55.0 |
| Cañuelas | MTS | 500.0 | 500.0 | 500.0 | 1500.0 |
| Fulminantes | PZA | 1200.0 | 1200.0 | 1000.0 | 3400.0 |

| CONSUMO POR AÑO HERRAMIENTA | | | | | |
|-----------------------------|--------|------|------|------|-------|
| CONCEPTO | UNIDAD | 1986 | 1987 | 1988 | TOTAL |
| Barras 1 1/2"x3m | PZA | 156 | 78 | 66 | 300 |
| Coples 1 1/2" | PZA | 188 | 94 | 80 | 362 |
| Zancos 1 1/2" | PZA | 50 | 25 | 22 | 97 |
| Brocas 3"x1 1/2" | PZA | 239 | 120 | 101 | 460 |

Se anexa resumen de el programa de materiales para -
barrenación a cielo abierto y en sección túnel.

REPORTE DIARIO DE EXPLOSIVOS Y ARTIFICIOS

| DESCRIPCION | Unidad | Saldo Anterior | Entradas | Salidas | Saldo Actual |
|--------------------------------|--------|----------------|----------|---------|--------------|
| Godyne de 1" x 8" (25 kilos) | Caja | 29 | -0- | -0- | 29 |
| Godyne de 2" x 16" (25 kilos) | Caja | 212 | -0- | -0- | 212 |
| | | | | | |
| Anfomex (25 kilos) | Saco | 332 | -0- | -0- | 332 |
| Carbonitro | Saco | | | | |
| Mecha Clover (50 Mts) | Mts. | 138.8 | -0- | 6 | 122.8 |
| Primarcord Reforzado (500 Mts) | Rllo | | | | |
| E-Cord (500 Mts) | Rllo | 4 | -0- | -0- | 4 |
| Fulminantes No. 6 (100 Pzs) | Pza | 90 | -0- | 6 | 84 |
| Estopines de 5 Mts M S, 25 | " | 33 | -0- | -0- | 33 |
| Estopines de 5 Mts 50 | " | 75 | -0- | -0- | 75 |
| " 75 | " | 109 | -0- | -0- | 109 |
| " 100 | " | 127 | -0- | -0- | 127 |
| " 125 | " | 180 | -0- | -0- | 180 |
| " 150 | " | 108 | -0- | -0- | 108 |
| " 175 | " | 103 | -0- | -0- | 103 |
| " 200 | " | 42 | -0- | -0- | 42 |
| " 225 | " | | | | |
| " 250 | " | 189 | -0- | -0- | 189 |
| " 275 | " | | | | |
| " 300 | " | 83 | -0- | -0- | 83 |

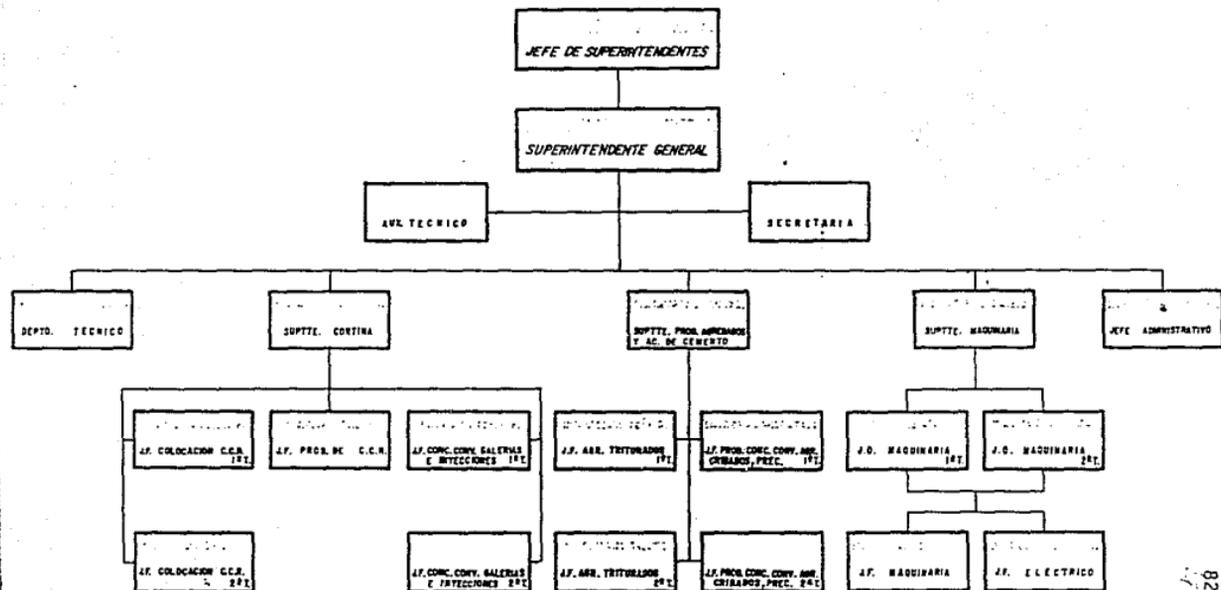
C A P I T U L O IV

CONTROL DE OBRA.

1.- ORGANIZACION DE LA OBRA:

Para la construcción, control, supervisión, programación, administración y mantenimiento de equipo, se contó con una jefatura de superintendentes, una superintendencia general, una superintendencia de construcción, otra de maquinaria y una de planeación, también con un departamento de administración, así como una ramificación de personal técnico, como se puede ver en el organigrama anexo.

OBRA : PRESA TRIGOMIL

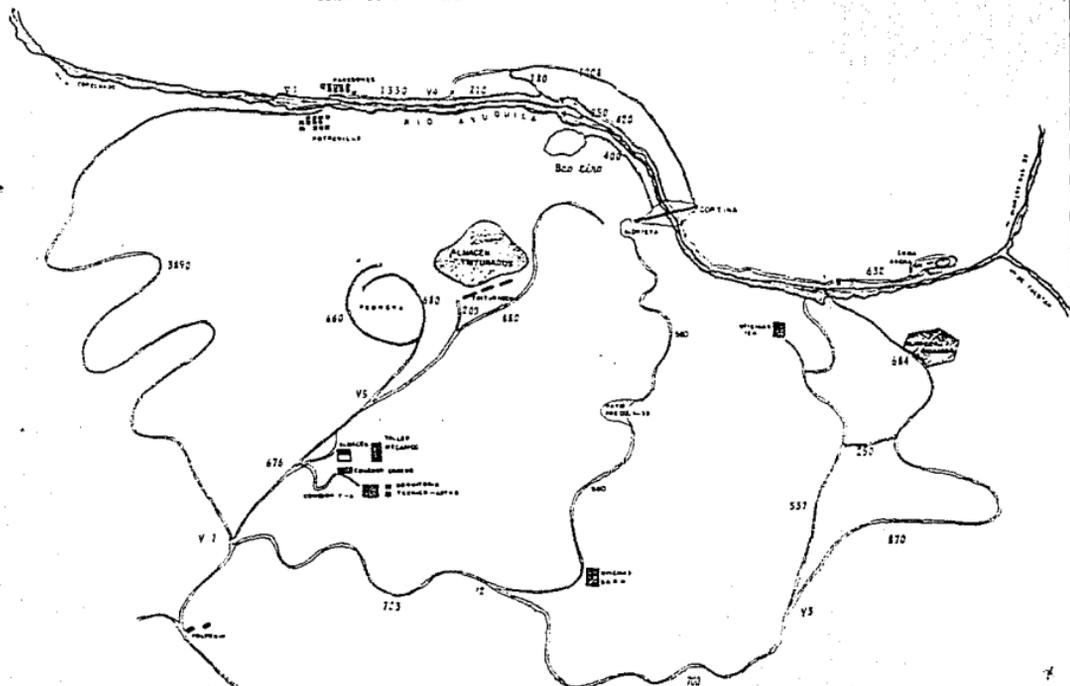


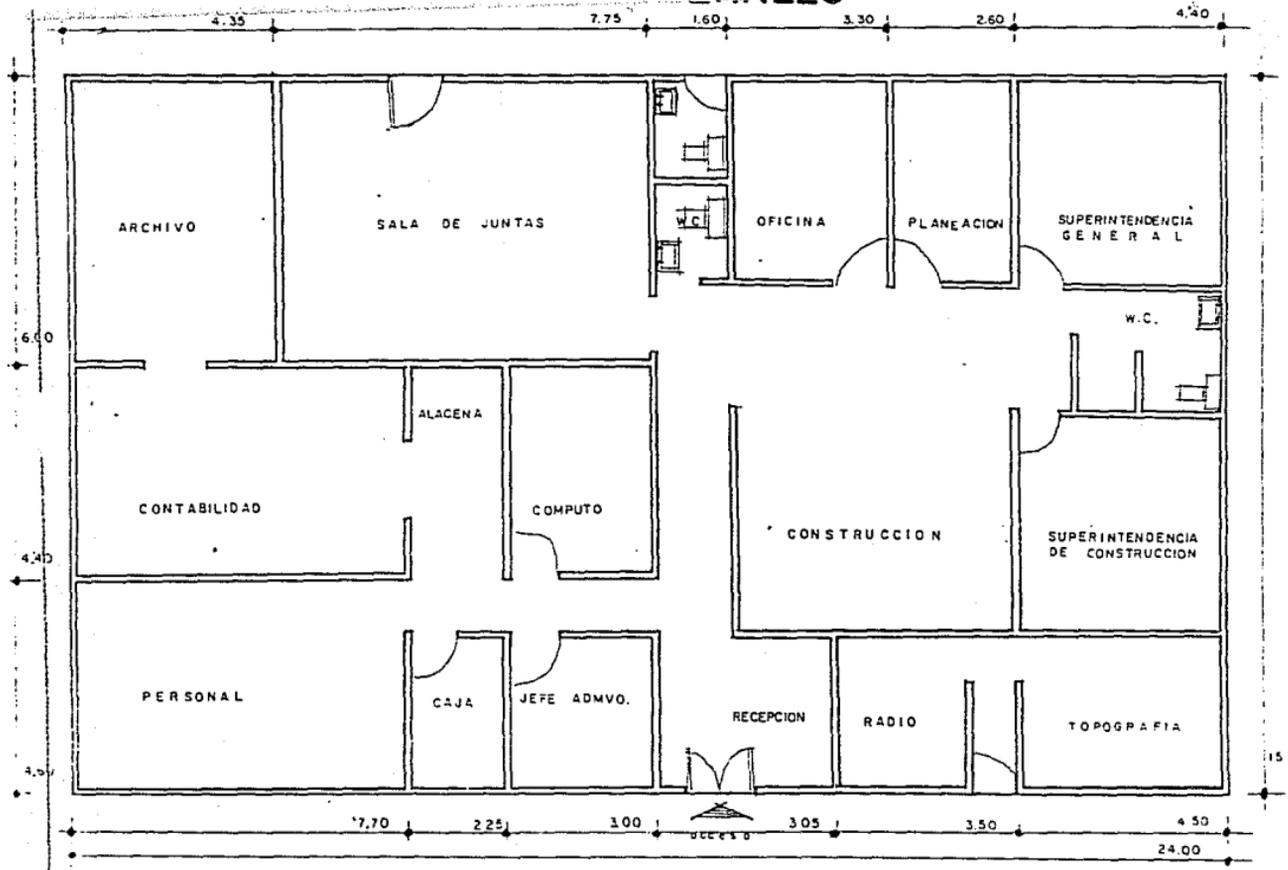
Al inicio de la obra se hizo una distribución del --
área disponible para la ubicación de oficinas, bodegas, al
macenamientos de materiales, taller mecánico, comedores y-
campamentos.

Se anexa croquis de las instalaciones de la obra.

INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

OBRA 86 03 PRESA TRIGOMIL

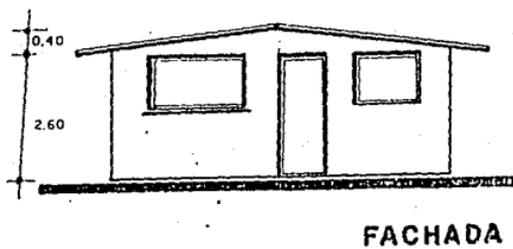
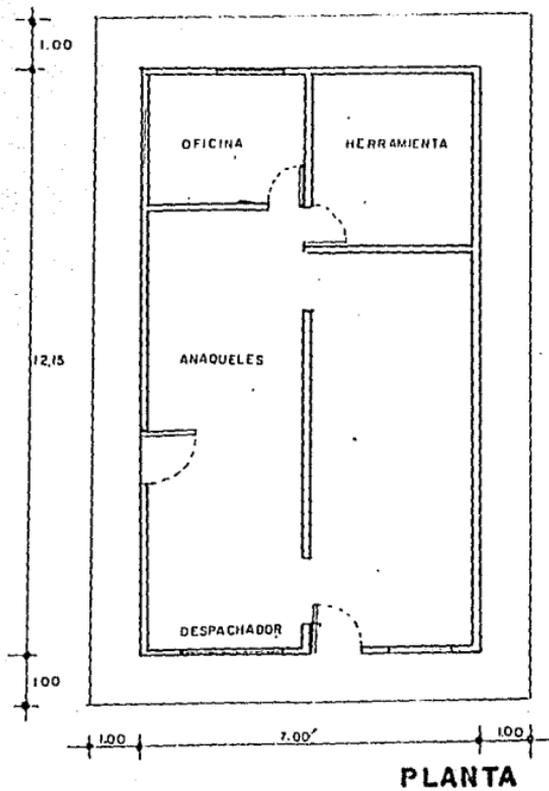




PLANTA

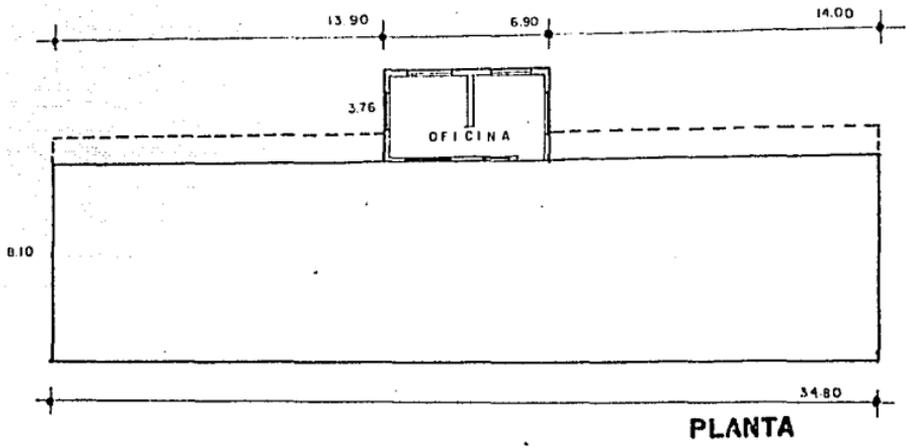
ALMACEN GENERAL

86

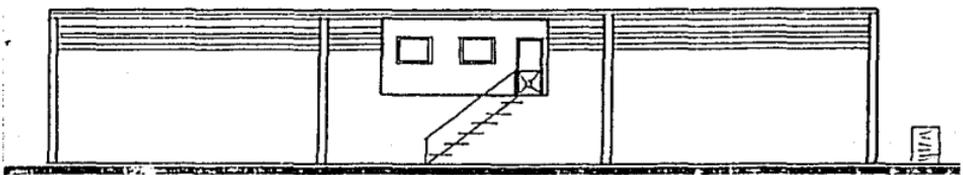


TALLER MECANICO

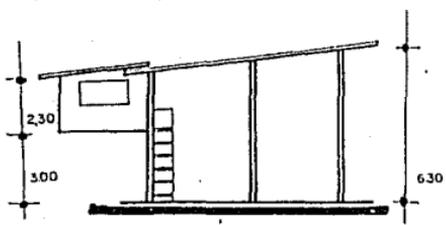
87



PLANTA



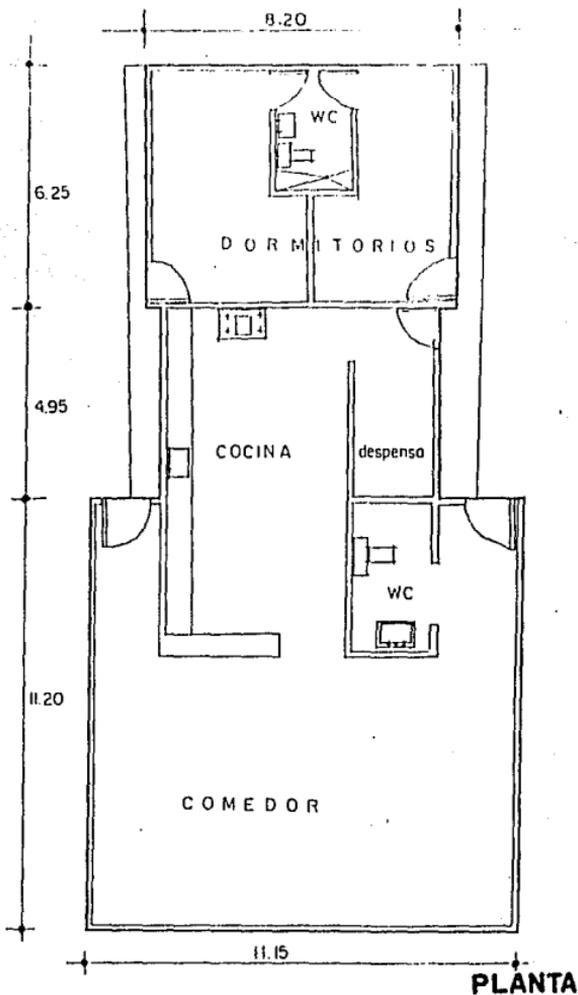
VISTA FRONTAL



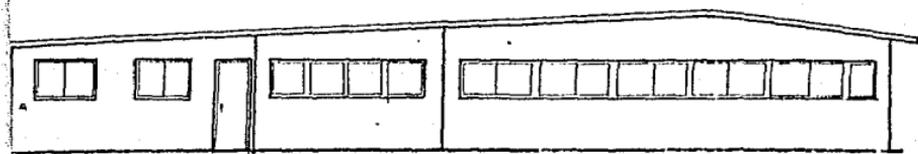
VISTA LATERAL

COMEDOR TECNICO

88



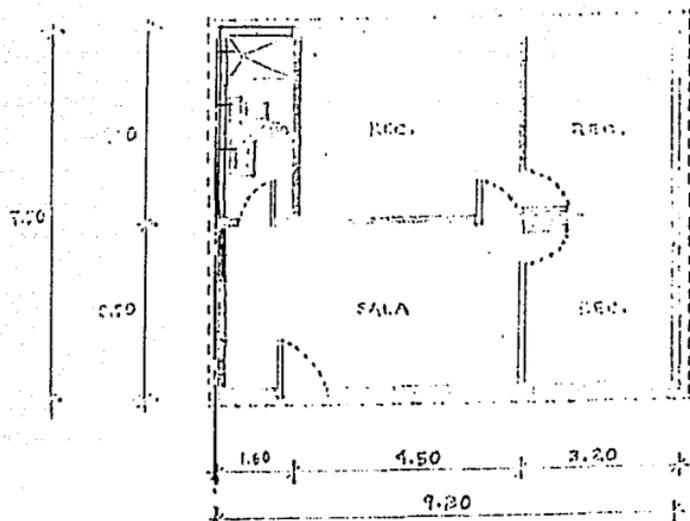
PLANTA



VISTA LATERAL

DORMITORIO INGENIERIA

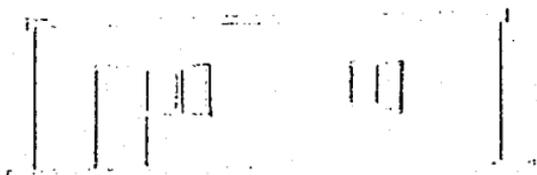
INST. HIDRAULICA



PLANTA

NOVO 85.01002

N.



ELEVACION

2.- TOPOGRAFIA :

A) LEVANTAMIENTO DE PRELIMINARES :

Como en toda construcción, es necesario estudiar y registrar el terreno en el cual se construirá dicha obra, ya que cualquier movimiento de material, excavación, limpieza para el desplante, etc., deberá registrarse para su cuantificación y cobro.

B) TRAZO Y NIVELACION:

Por indicaciones de programa se inició el seccionamiento en la ladera de la margen izquierda que consistió en levantamientos de perfiles en cada estación aguas abajo y aguas arriba hasta rebasar las trazas de desplante de la cortina. Posteriormente se dibujaron las mismas en ambas laderas para registrar los avances en los trabajos de desplante.

3.- ADMINISTRACION :

Se describen únicamente las funciones de servicio a la obra; sin tomar en cuenta otras, como son: departamento de personal, almacén, contabilidad, compras, fletes, personal en departamento administrativo.

| | |
|-----------------------------|---|
| Jefe administrativo | 1 |
| Contador | 1 |
| Auxiliar de contabilidad | 3 |
| Operador máquina cont. | 1 |
| Archivista | 1 |
| Cajero | 1 |
| Jefe de almacén | 1 |
| Secretaria | 1 |
| Auxiliar de almacén | 4 |
| Capturista de datos | 1 |
| Jefe de personal | 1 |
| Auxiliar de personal | 3 |
| Jefe de tomadores de tiempo | 1 |
| Tomadores de tiempo | 1 |
| Encargado de compras | 1 |
| Auxiliar de compras | 2 |
| Chegador de materiales | 8 |
| Carpentero | 3 |

| | |
|----------------------|----|
| Encargada de comedor | 1 |
| Galopinas | 10 |
| Afanadoras | 4 |
| Veladores | 15 |
| Choferes | 10 |
| Operadora de radio | 1 |
| Servicios (peones) | 14 |

| | |
|-------|----|
| TOTAL | 90 |
|-------|----|

OFICINAS E INSTALACIONES:

Las oficinas generales, personal, contabilidad, construcción, son propiedad de la empresa y se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

Oficinas generales: Superintendente general, Administración, Planeación, Jefatura de Superintendencia, Caja, - Radio y Topografía.

Administración: Jefe administrativo, Departamento de Personal, Departamento de Contabilidad y Archivo.

Almacén Central: Un Cuarto de Herramientas en el Ta-

lter Mecánico, Gasolinera, Bodega de Cemento y Polvorines.

Taller Mecánico: Existe uno, central, frente al almacén, siendo propiedad de la empresa.

CAMPAMENTOS Y SERVICIOS:

El campamento obrero se encuentra en la ciudad de -- Unión de Tula, es un eficio rentado por la empresa que tiene capacidad para albergar a 150 personas con todos los -- servicios.

El campamento técnico se encuentra también en Unión de Tula, es una casa rentada por la empresa con capacidad para 20 personas, cuenta con un comedor totalmente equipado, recámara para visitas, cuarto de TV y juegos.

El servicio de comedor obrero, se encuentra concesio nado a un particular, y el comedor técnico cuenta con personal a cargo de la obra y manejado por la misma. En ambos casos se obtiene la recuperación de costo por medio de lis ta de raya por descuentos a trabajadores por el consumo de alimentos.

COMUNICACIONES:

La comunicación dentro de la obra y hacia fuera de ella juega un papel de suma importancia y los medios para lograrlo son de diversas formas.

Las existentes en obra para la comunicación interior son de tipo radio transmisor-receptor de frecuencia modulada, enlazados a una frecuencia común, previamente autorizada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La comunicación hacia el exterior de la obra se logra por medio de un radio transmisor-receptor de banda lateral única, que enlazado a una frecuencia determinada con una central de radio localizada en México, permite la comunicación con cualquiera de las obras que tengan este medio de comunicación o telefónicamente enlaza cualquier parte que cuente con este servicio.

La comunicación con el exterior de la obra también - ésta se está logrando desde la obra por medio de un enlace telefónico conectado al radio receptor-transmisor, ubicado en una oficina en Unión de Tula, Jal.

El servicio de radio comunicación es proporcionado -

por el Departamento de Radiocomunicación e Instalaciones - Eléctricas de la empresa, al cual se le presenta un programa de necesidades y éste se encarga de hacer los trámites-jurídicos ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para que asignen y autoricen frecuencias y así mismo-proporcione el servicio de instalación y mantenimiento de-las unidades existentes en la obra.

En la obra existe el siguiente equipo de radiocomu-
nicación:

Un radio de banda lateral único
5 radio bases de frecuencia modulada
1 enlace telefónico de frecuencia modulada
18 radios móviles de frecuencia modulada
2 líneas telefónicas

4.- MAQUINARIA :

En la obra, el control de equipo se lleva a cabo co-
mo en todas las empresas dedicadas a la construcción, és-
tas tienen sus formas de clasificar que les permite un me-
jor análisis.

El agrupar debidamente el equipo, clasificarlos y de signarlo en forma conveniente, es necesario para su mejor cuidado y aprovechamiento, facilitando el control de las funciones productivas que, con las máquinas, se realiza, - así como los servicios que requiere para su mejor rendimiento. Por tanto se agrupan las máquinas de motor diesel, siendo éstas extraordinariamente importantes para la vida de la empresa; se identifican aquellas que puedan dar mayor producción o se pueden ubicar máquinas iguales en determinado frente de trabajo.

El agrupar y clasificar adecuadamente el equipo, ayuda a generalizar su nomenclatura, evitando equivocaciones al tratar de comprar, rentar, vender o transportar equipo entre frentes de la obra o entre obras de la empresa.

Es de gran importancia uniformizar el lenguaje para que todas las personas relacionadas con el control, mantenimiento y producción del equipo estén enterados que en un momento determinado se está tratando de un tipo de máquina específico, evitando así pérdidas de tiempo que se traduce en costo.

Esta agrupación de las máquinas, en forma general, - para controlar el equipo es de la siguiente manera:

- a).- Maquinaria mayor
- b).- Maquinaria menor
- c).- Vehículos
- d).- Equipo especializado

4.1. PROGRAMAS DE UTILIZACION:

De acuerdo con el departamento de Construcción, se elaboraron programas de utilización del equipo necesario para la construcción de la obra, los cuales son revisados y actualizados cada tres meses.

Una vez debidamente autorizados los programas se pasaron al departamento de Control Físico de Equipo.

Maquinaria para construcción pesada envía el equipo a la obra, amparado en un control que tiene toda la información técnica de cada máquina que llega a la obra, del cual se tiene que dar acuse de recibo a dicho departamento para que éste a su vez pueda llevar el control técnico administrativo.

4.2. INVENTARIO FISICO :

El mantenimiento es la serie de actividades que coordina una persona o grupo de personas encaminado a lograr y asegurar el aprovechamiento más ventajoso del equipo de construcción para el desempeño de sus funciones y que la recuperación de la inversión sea mejor. Esta inversión puede ser entre otras cosas maquinaria.

Se entiende que el mantenimiento debe ser una función integral o parte muy importante de cualquier organización, pues maneja una fase de gran prioridad entre las operaciones de dicha organización. Estas funciones pueden enumerarse de la manera siguiente:

- 1.- Mantenimiento del equipo y maquinaria de la empresa en la obra.
- 2.- Lubricación e inspección del equipo.
- 3.- Reforma del equipo existente.
- 4.- Nuevas instalaciones de equipo.

En la obra el mantenimiento ha sido de tipo preventivo, auxiliado por los diagnósticos elaborados por el personal especializado del taller mecánico existentes en la obra; a estas actividades se les puede denominar como man-

tenimiento predictivo.

La característica principal de este mantenimiento es teórica y se enfoca fundamentalmente a detectar fallas antes de que éstas sucedan para dar tiempo a corregirlas sin perjudicar el equipo, basándose en el análisis estadístico de vidas útiles de piezas de desgaste, de los estudios y análisis realizados por el laboratorio y del diagnóstico -- del campo.

El mantenimiento predictivo está auxiliado de programas de muestras de aceite para el laboratorio, programas de mantenimiento preventivo y programas de diagnóstico.

El aplicar adecuadamente el mantenimiento predictivo, debe tener como consecuencia eliminar problemas, tales como:

a).- Sustituir en forma rutinaria partes costosas solo por estar del lado seguro.

b).- Estimar qué tiempo le queda de vida a los baleros, engranes, motores, etc.

c).- Sacar de servicio al equipo fuera de programa -

por fallas imprevistas.

El mantenimiento preventivo se puede considerar como todas las operaciones de ajuste, comprobación, reemplazo de partes o conjunto, lubricación y limpieza que, como rutina a intervalos definidos, son necesarios para asegurar que el equipo está en condiciones apropiadas para su uso. También puede decirse que es la serie de actividades cuyo fin es evitar el desgaste excesivamente prematuro que hacen las reparaciones costosas, originando tiempos muertos.

El mantenimiento preventivo se lleva a cabo auxiliado por:

- 1 Equipo de lubricación (orquesta)
- 1 Equipo de lavado montado en un vehículo
- 1 Vehículo para reparto de combustible
- 6 Plantas de soldar

4.3. REPARACION DE EQUIPO :

La reparación de equipo es uno de los renglones del costo de la obra en los que se debe de poner especial atención.

La reparación de equipo o mantenimiento correctivo puede ser programado o por falla súbita.

El mantenimiento correctivo programado se efectúa -- después de cierto lapso de tiempo, que basado en la experiencia se sabe que es el límite óptimo para hacerlo.

El camino seguido para el mantenimiento correctivo - programado, es el pre-establecido por la política de la -- empresa.

En maquinaria mayor, el costo generado por este tipo de reparaciones cargada a la reserva de mantenimiento creado para la correcta operación de todo el sistema, implica también grandes inversiones para la empresa, el cual no deja de ser bastante alto, pero que a la larga se reditúa el asegurar la producción y el avance de colocación de todos los conceptos fuertes de la obra.

CAPITULO V

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

1.- PRELIMINARES :

El suroeste del estado de Jalisco, en la zona de los municipios de Unión de Tula y de Autlán de Navarro se caracteriza por sus intrincadas serranías.

El aprovechar al máximo los pequeños valles existentes para desarrollos agropecuarios, ha sido preocupación permanente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

La Secretaría construyó sobre el río Ayutla la presa Tacotán de donde, usando el cauce del río Ayuquila como canal de conducción para cruzar los imponentes cajones de la sierra de la Vainilla, entrega sus aguas en el valle de -- Autlán - El Grullo - El Limón, en donde se ha desarrollado un próspero distrito de riego.

Quince kilómetros aguas abajo de la presa Tacotán, - el río Ayuquila recibe como afluente al río San Antonio -- que aporta en época de lluvia caudales importantes; es justo después de este sitio donde se escogió, empleando en su

construcción el novedoso sistema de Concreto Compactado -- con Rodillo, la localización de la boquilla de Trigomil para alojar en ella la primera cortina de gran magnitud que se construye en nuestro país.

Este procedimiento constructivo se está utilizando -- principalmente en los Estados Unidos de Norteamérica, con magníficos resultados, tanto en lo económico, como en la -- rapidez de construcción.

La presa Trigomil, nombre que se le dió por el lugar donde se construye, beneficiará a tierras del valle que -- aún no están integradas al sistema de riego, duplicando -- con ello la actual superficie irrigada, además controlará las avenidas, evitando así las inundaciones.

Se hace notar que este proyecto es de gran importancia por ser la cortina, en su tipo, la más alta del mundo -- y de mayor volumen de concreto.

El relieve topográfico de la zona, en donde está enclavada la obra, presenta características muy particulares: la boquilla seleccionada para la construcción de la cortina es de inmejorable configuración, una "V" casi perfecta -- en un área estrecha del río en donde fueron aprovechables-

los dos grandes taludes de ambas márgenes, rebasando en calidad de características aprovechables a todas las obras - de este género.

La extracción de la roca, para producir los agrega-- dos a utilizar en la elaboración de los concretos, se obtuvo mediante la explotación de un material llamado pórfido-- granítico localizado en la cima de la montaña, que forma - el macizo de la margen izquierda.

Al ser analizados los procedimientos convencionales-- de construcción, se encontró que debido a lo peculiar del-- proyecto, estos procedimientos podrían llevarse a cabo so-- lo con fuertes inversiones, que ocasionarían sobrecostos - excesivos y a la vez complicaciones técnicas en la elaboración y colocación del concreto convencional y esencialmen-- te en la del concreto compactado con rodillo.

Tomando en cuenta lo anterior, las primeras y más importantes decisiones a tomar, giraron en torno al método - más adecuado para emprender la construcción de la obra, -- dentro de los programas establecidos y con costos razona-- bles, proponiéndose y estudiando alternativas de acción -- que hiciesen económicas las instalaciones y con acarreos - mínimos de materiales para la fabricación del concreto com

pactado con rodillo, así como el menor uso de camiones para el acarreo de los concretos.

Primeramente se tomó la decisión de manejar los materiales de la siguiente manera: partiendo del banco, que es la parte más alta, se construyeron dos plataformas de explotación de roca y más abajo, una de carga de producto. - En el siguiente nivel, se instaló la toma receptora de roca que alimentó a la trituradora primaria, siendo el equipo de 36 X 46" que ofrecía un rendimiento de 140 m³/hr. El producto de éste se transportó por un sistema de bandas a una criba vibratoria de 8 X 24' que mantenía un rendimiento de 240 m³/hr y separaba las gravas de tamaño de 3" a 1 1/2" denominándosele a este grava No. 3. Se descargaba la grava No. 3 en una banda transportadora que la enviaba al almacén correspondiente y el producto restante de tamaño menor a 3" constituía el material que pasaría a el triturador secundario 1300 S, con un rendimiento nominal de 140 m³/hr descargando éste a una banda transportadora, que llevaba el material a una segunda criba vibratoria de 7 X 16" manteniendo un rendimiento de 180 m³/hr y separando la producción de la grava de 1 1/2 a 3/4" denominada grava No. 2, conduciéndose a su vez, mediante su banda transportadora, a el almacén respectivo; el material que no pasaba por la malla de 3/4" se reciclaba hacia el triturador terciario -

48FC, de 140 m³/hr de rendimiento, el cual tenía integrada la malla de 3/4" a finos, procesaba lo que sería la grava No. 1, colocándose este material en un tercer almacén y el último sobre los tres balcones en desnivel preparados para su utilización.

Los equipos de trituración se localizaron en las proximidades del banco de roca, en una zona de la ladera de pendientes pronunciadas, diseñando el montaje de los grupos de trituración de acuerdo a la topografía existente.

Los tres tipos de gravas que se producían se almacenaron en la propia ladera, para lo cual paralelamente a -- las instalaciones de las trituradoras, se construyeron los almacenes de agregados para la elaboración de los concretos. El siguiente paso era el transporte de los agregados, incluyendo al conjunto de elementos que intervienen para el manejo y acarreo de éstos, desde su lugar de almacenamiento hasta la planta que elaboraría el concreto.

El procedimiento convencional implicaría lo siguiente:

- carga de los agregados
 - transporte de los agregados
-

- descarga de los agregados en las tolvas receptoras en la planta de concreto.

El movimiento de los agregados sería necesariamente con cargadores frontales, y para el acarreo con camiones era necesario construir un camino de acceso con un desarrollo de cinco kilómetros, con pendientes máximas de 10%, y un ancho de corona de 7 metros, el que permitiría llegar a una plataforma para la descarga en las tolvas receptoras de la planta de concreto.

La construcción del camino implicaría fuertes cortes en material "C" y un desarrollo excesivo por las fuertes pendientes del terreno natural. Como dato de referencia, indicaré que el desnivel entre los almacenes de agregados y la planta de concreto era de 120 metros con una distancia de 400 metros en línea recta.

Por los altos costos que se generarían con este procedimiento, fué necesario implementar nuevos sistemas constructivos, proponiéndose la ejecución de un túnel de recuperación de agregados.

Bajo los almacenes de agregados se excavó y se revestió con concreto armado este túnel, con una longitud de --

120 metros y una pendientes del 25%.

El túnel permite la recuperación de los agregados -- con una banda transportadora de 42" montada en el interior de éste, y por medio de alimentadores de plato, distribuidos en la longitud del túnel, permite el seleccionar el -- tipo de agregado a utilizar.

Al término del túnel de recuperación se instaló otra banda de 42", la cual va a nivel de terreno natural y con una pendiente promedio del 25%. La longitud de esta banda es de 80 metros y transporta los agregados ladera abajo -- hasta una tolva receptora, continuando el acarreo por medio de acero de 24" de diámetro, la cual substituye a la banda transportadora en la parte final del acarreo, ya que las pendientes sucesivas son muy fuertes. La tubería con pendientes máximas del 75%, conduce los agregados hasta un repartidor de los mismos, el cual almacenó temporalmente - en las tolvas de la planta de concreto el material a utili zar en su producción.

Cabe mencionar que este sistema de tubería inclinada tuvo que ser cambiado por un nuevo procedimiento de transporte, ya que la fricción de las gravas dentro del mismo - era tan grande que la vida útil del tubo era de tan solo -

una semana. El nuevo sistema que se utilizó fué por medio de banda transportadora - tubo vertical, de 24" de diámetro, y así sucesivamente hasta el repartidor. Disminuyendo con ésto la fricción dentro de las tuberías de acero. Este nuevo sistema de carga, transporte y alimentación de agregados permitiría mover 600,000 m³ de agregados en un lapso de 12 meses.

Para tener acceso a los diferentes frentes de trabajo, fué necesario construir una red de caminos con un desarrollo de aproximadamente 14 kilómetros, en ambas márgenes del río, así como tres vados para cruzarlo.

Uno de los caminos más importantes sería el que llega a la boquilla a nivel de la corona en la margen izquierda. En este lugar se haría una ampliación al final del camino que se le denominaría "la glorieta". Este fué una excavación en material "C" de 25 metros de ancho por 30 metros de largo y por 36 metros de altura, en la elevación - 1,212.30 correspondiente a la corona de la presa.

En esta glorieta se alojaría el monumento y el estacionamiento con mirador. Durante el periodo de construcción fué utilizada para instalar las plantas dosificadoras mezcladoras que se encargarían de producir los concretos -

para la presa. Aunado a ésto también se instalaron todos los equipos auxiliares para las dosificadoras como fueron silos de almacenaje en cemento y ceniza con una capacidad para alojar hasta 2,500 toneladas de material, las plantas de luz, las tolvas receptoras de los agregados que provienen del túnel de recuperación, los sopladores para el manejo del cemento y la ceniza, compresores, casetas de control, etc...

El transporte de concreto era el siguiente problema por resolver. Inicialmente se había concebido que el concreto fuera vaciado de las plantas a camiones DUMPCRETE, que lo llevaría hasta su lugar de colocación en la cortina lo cual conduciría a dos alternativas de acarreo: la primera consistente en el acondicionamiento de un camino con una longitud de 9 kilómetros con ampliaciones y abatimiento de pendientes que requerían de grandes cortes. La segunda consistía en un camino de acceso de 3 kilómetros aproximadamente con pendientes máximas del 10% y un ancho de corona de 7 metros. Este camino se alojaría por la ladera de la margen izquierda y tendría cortes en roca en el 100% de su longitud.

En las dos alternativas se tendría que considerar el mantenimiento de los caminos; sin embargo, no importando --

cual de ellas se llevaría a cabo, se tenía también como -- uno de los grandes inconvenientes, el tiempo que tardaría en llegar el concreto desde su fabricación, hasta su lugar de colocación, por lo cual este procedimiento de transporte en sus dos formas se deshechó y se decidió por un sistema de tubería de 24" de diámetro que se instaló en la ladera de margen izquierda, y permitiría recibir de manera directa el concreto de la planta y vaciarlo hasta el sitio de su colocación.

Esta tubería tendría una longitud de 90 metros y se instaló en pendientes que variaban del 40 al 65%, contaría con un amortiguador en la parte final del tubo que evitaría la segregación del concreto; además de esto se instalaría una tolva receptora que permitiría conducir el concreto de manera uniforme a través de un transportador de banda de 24" y finalmente, por medio de canalones, hasta el lugar de colocación. Este sistema permitió bajar el concreto desde la planta donde se fabricaba hasta el sitio más alejado de la cortina en tan solo 60 segundos y sin utilizar un solo camión.

La planta dosificadora que se montó en la glorieta para los concretos convencionales del desplante de la cortina, fué equipada con dos ollas revoledoras logrando una

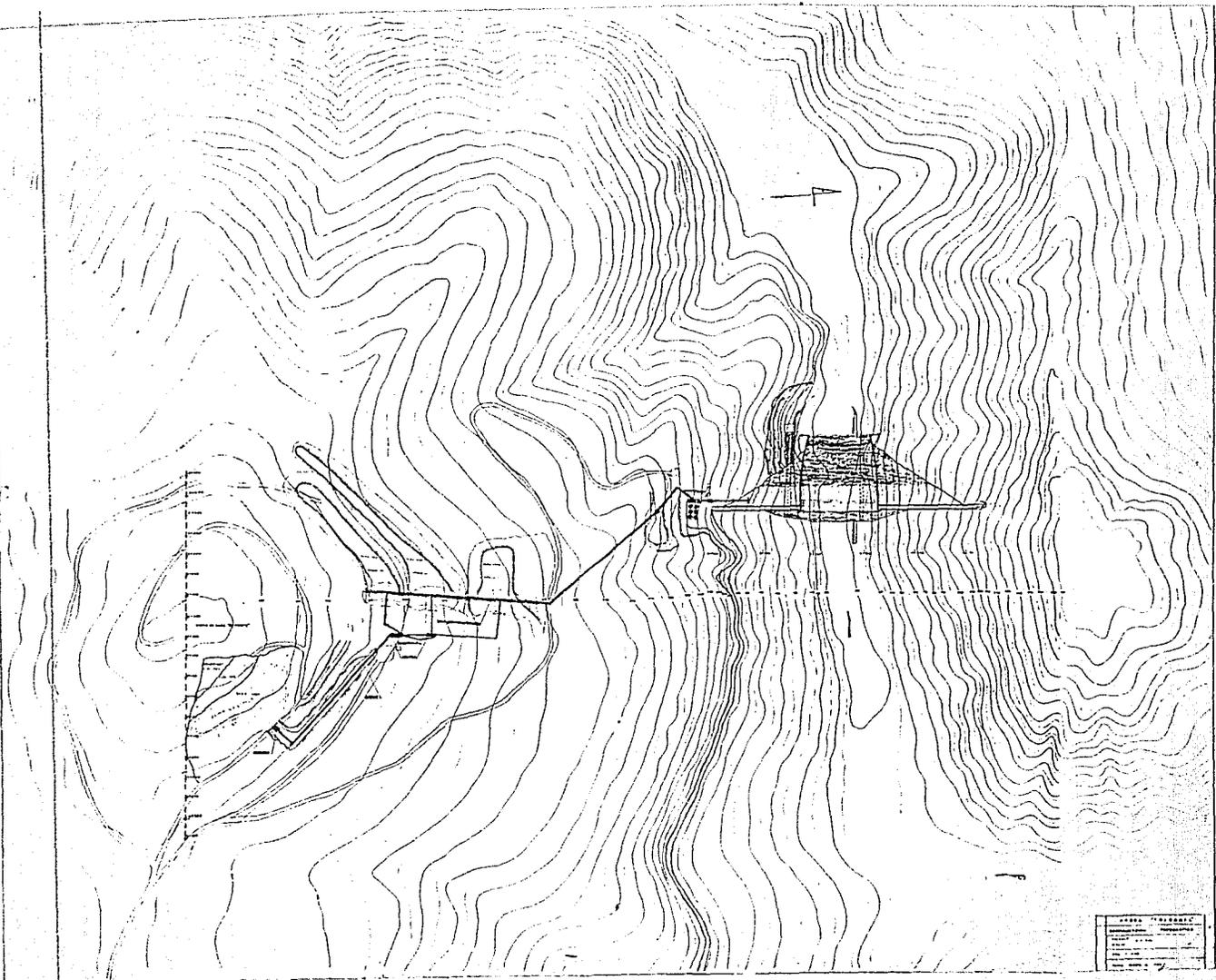
producción de 60 m³/hr, satisfaciendo con este rendimiento las necesidades de concreto antes de la etapa del concreto compactado con rodillo.

Para el concreto compactado con rodillo hubo necesidad de adquirir un equipo especializado, de fabricación -- extranjera, que produjera de manera continua este concreto y que además satisficiera con los requerimientos de calidad de éste. El equipo es denominado Pug-mill.

En cuanto al transporte para el concreto compactado con rodillo del pug-mill en la elevación de 1,212 hasta el desplante del cuerpo de la cortina en la elevación 1,121, se pensó en utilizar la misma tubería que se había empleado para el concreto convencional ya que se tenía información de que en otra obra similar en Brasil, el concreto había fluído por tubería de acero de los mismos diámetros y con pendientes muy parecidas a las de Trigomil, sin embargo, al intentarlo la tubería se obstruía ya que fluía muy despacio o simplemente no avanzaba el material. Este resultado llevaría a tratar de mejorar el sistema en diversas formas, como fueron: colocar vibradores de pared a lo largo de la tubería, abrirle ventanas en la parte superior, modificar las pendientes por tramos, impulsar el material manualmente en lugares estratégicos del recorrido, para lo

que se tuvo que poner andamio en toda su longitud, aumentar la humedad de la mezcla, etc...

Estos esfuerzos por lograr que bajara el concreto me diante este sistema duraron 45 días, trabajándose las 24 - horas del día sin que diera resultado.



La situación en la obra se tornó alarmante, ya que - el impacto económico, por estar prácticamente parada la -- producción con toda su infraestructura instalada de costos altísimos y mano de obra contratada, generaba pérdidas con siderables para la empresa. Ante ésto se tuvieron que con-- siderar nuevas alternativas para el transporte del concre-- to, se volvió a estudiar la posibilidad de hacerlo a tra-- vérs de camiones, instalar un sistema de bandas transporta-- doras den zig-zag, aumentar considerablemente la pendiente de la tubería y finalmente, un sistema alternativo de banda -- transportadora-tubería vertical, y así sucesivamente.

El grupo de ingenieros que participaron en esta obra tenían que decidir rápidamente cual de las alternativas se debía utilizar, ya que en todas se tenía el gran inconveniente del tiempo que tardaría en instalar el nuevo sistema, en algunas no se contaba con el equipo necesario para llevarlas a cabo y había que conseguirlo, y en otras no se tenía la seguridad de que diera resultado, que sería el ca so de la que finalmente se escogió: el sistema alternativo de banda transportadora colocada horizontalmente - tubería -- vertical y así sucesivamente.

Este sistema tenía que cubrir 120 metros en sentido horizontal y 90 metros en el vertical, se requería de 6 --

bandas transportadoras y 6 tramos de tubería de acero de 24" de diámetro en longitudes de 15 a 20 metros, así como de las estructuras de apoyo para las bandas que eran de 18 metros de altura promedio e instalaciones eléctricas para el funcionamiento de los motores de las bandas; además, -- ningún tipo de grúa podía ayudar para instalar este sistema en la ladera por sus fuertes pendientes y por no tener acceso alguno que llegara a ella, por lo que toda esta instalación tenía que hacerse con maniobras del personal.

La decisión tomada fué la correcta; en tan solo tres semanas se logró instalar todo el sistema y el 15 de febrero de 1991 se colocó la primera capa de concreto compactado con rodillo en la presa Trigomil. El sistema de trans--porte fué un éxito y se utilizó durante toda la construc--ción de la cortina. De esta forma, se aprovechó la topograffa del lugar, utilizando los desniveles existentes para - manejar por gravedad y en forma escalonada, los materiales existentes en el mismo sitio, desde el bando de roca, su - explotación, el proceso de trituración, el transporte de - los agregados triturados, la fabricación de los concretos - y la bajada de los mismos hasta el sitio de su colocación, logrando con ésto, obtener un procedimiento constructivo - que permitiera llevar a cabo la obra de manera adecuada y - en el tiempo establecido.

2.- EJECUCION DE LOS TRABAJOS :

De acuerdo con el orden del programa de construcción las actividades desarrolladas fueron las siguientes:

LIMPIEZA DE LADERAS :

Sobre las márgenes del río y entre trazas de la cortina, se llevó a cabo la limpieza consistente en la remoción de vegetación, roca intemperizada y material suelto, hasta dejar expuesta la roca sana para el correcto empotramiento de la cortina. Para esta actividad se utilizó el equipo tradicional para el movimiento de tierras como son tractors sobre orugas D8K o similar, retroexcavadoras 235 cargadores frontales y camiones de acarreo.

GALERIAS DE EXPLORACION, INSPECCION, DRENAJE, TRATAMIENTOS :

En cada ladera se excavaron tres túneles-galería con sección de tipo portal de 3.20 metros de diámetro y longitud de 50 metros en cada túnel, que posteriormente fueron revestidos de concreto.

El procedimiento constructivo fué el siguiente: primeramente la sección del trazo para proceder a barrenación de 1" de diámetro, utilizando perforadoras de pierna y a 3 metros de profundidad. La cuña que se utilizó en la plantilla de barrenación fué la llamada "cuatro de espadas". La carga de estos barrenos se hizo con explosivo godyne de -- 1"X8" y los iniciadores fueron estopines utilizando tiem--pos desde 25 hasta 200 milisegundos.

Para la rezaga se utilizó un cargador frontal en las galerías más bajas: 3, 4 y 1. En la 2, 5 y 6 la rezaga fué manual utilizando boogies. El volumen excavado fué de - -- 2,675 m3.

OBRA DE TOMA PROVISIONAL:

Estructura ubicada en la margen derecha, desplantada en roca sana fuera de los límites del agua y quedando alojada dentro del cuerpo de la cortina.

Consiste en una estructura de concreto hidráulico reforzado, de sección cajón de 3.50 metros de ancho por 3.50 metros de altura y 300 metros de longitud dentro de la - - cual se colocó una tubería de acero de 1.50 metros de diá-

metro con sus respectivas válvulas y rejillas; después se relleno en cajón con un concreto simple de 150 kg/cm³ de resistencia, quedando empacada la tubería.

Esta estructura sirvió como desvío provisional del río mientras se construía el definitivo.

ATAGUIAS Y LIMPIEZA DEL CAUCE :

Al terminar la obra de toma provisional se construyeron las ataguías aguas arriba y aguas abajo de la cortina. La primera encauzaba el río hacia el desvío provisional y la segunda evitó que el agua regresara al recinto de la cortina quedando con ésta seca el área donde se desplantaría la presa. Los escurrimientos se controlaron con dos cárcamos de bombeo, esto permitió la limpieza del cauce dentro de las trazas de la cortina de manera escrupulosa para poder colar una plantilla de regularización y desplante del desvío definitivo.

Las dimensiones de la ataguía aguas arriba era de 40 metros de longitud, un ancho medio de 15 metros y una altura de 7 metros. La de aguas abajo de 25 metros de longitud ancho medio de 12 metros y altura de 4 metros. Los materia

les que se usaron en su construcción fueron arcillas de un banco ubicado a 2 kilómetros aguas arriba de la cortina.

OBRA DE DESVIO :

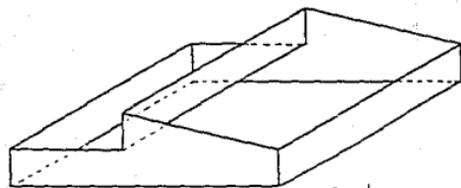
Fué necesario colar todas las oquedades con bloques de concreto hasta formar una superficie regular para desplantar la losa inferior.

Esta obra consiste en un cajón de concreto convencional de 15 metros de ancho por 8 metros de altura, atravesando todo el cuerpo de la cortina en el sentido del río, por donde circularía el río durante la construcción de la presa.

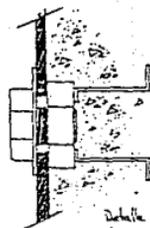
Estructuralmente está formada por una losa de desplante, dos muros laterales, dos muros-columnas centrales que dividen al claro en tres partes iguales y una losa armada superior que a su vez sería el desplante el concreto compactado con rodillo.

PIEZAS PRECOLADAS :

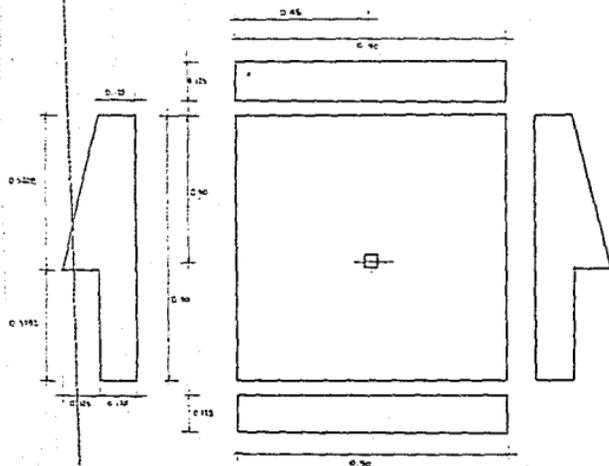
Estas piezas de concreto reforzado de 90 X 90 centímetros y de 25 centímetros de espesor, sirvieron para formar el parámetro de aguas arriba de la cortina. Entre la cara que formara este parámetro y el concreto compactado con rodillo se coló una franja de concreto convencional, que junto con las piezas precoladas formaron una membrana impermeable.



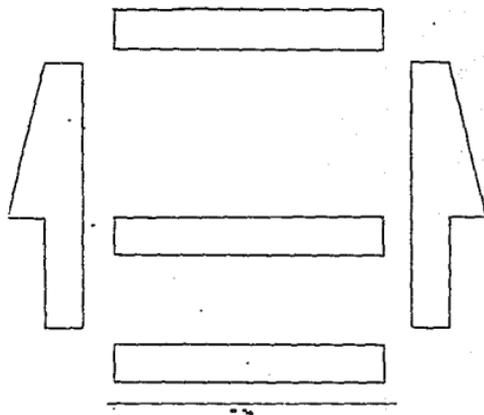
isométrico



Detalle para
ligadura de cables.



Vista posterior



Vista frontal
HOLDES PARA PRECOLADOS.
PRESA TRIGONAL

CORTINA :

Unicamente se ha indicado la preparaci3n para iniciar la etapa de concreto compactado con rodillo, puesto que solo se ha colocado concreto convencional. El desplante para el concreto compactado con rodillo estaba listo, las laderas limpias, los sistemas de fabricaci3n y transporte del concreto compactado con rodillo estaban ya probados, por lo que es aqu3 donde se inici3 la construcci3n del cuerpo de la cortina que es la estructura principal de la presa.

Los materiales que se utilizaron para la fabricaci3n del concreto compactado con rodillo son: grava desde 3" -- hasta finos, cemento, ceniza volante y agua. El revenimiento de la mezcla debe de ser cero, lo que le da una apariencia similar a la que tienen las bases estabilizadas con cemento.

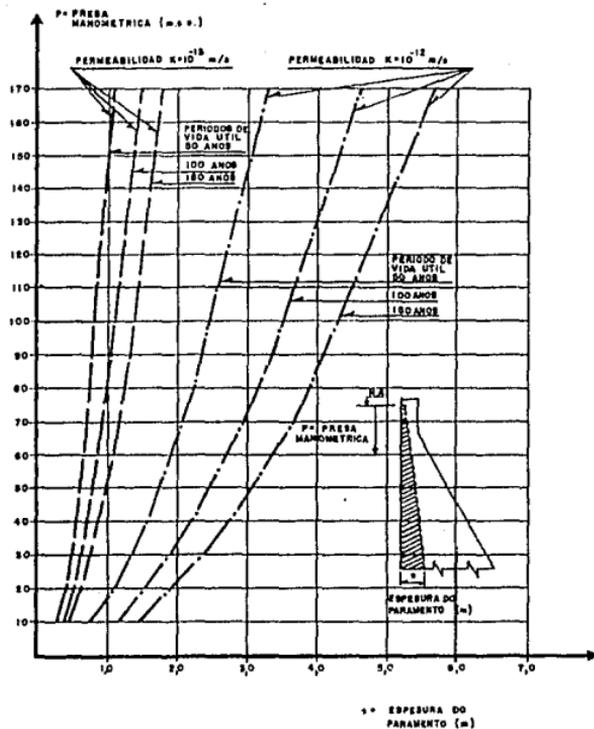
El procedimiento se pone en marcha, el pug-mill mezcla los materiales y los manda a trav3s del sistema ladera abajo, el material se recib3 en camiones volteo de 10 m3 de capacidad, que fueron distribuidos a lo largo de la cortina, un cargador frontal lo extiende dejando una capa uniforme de 30 cent3metros de espesor y un rodillo vibratorio

de 10 toneladas de peso lo compacta con 6 pasadas para lograr el 100% de compactación.

El curado de las capas se hizo con un sistema de riego por aspersión. Para el empotramiento o liga entre las rocas de las laderas y el concreto compactado con rodillo se colaba una franja de concreto convencional de 60 centímetros de espesor promedio.

El tratamiento entre capa y capa del concreto compactado con rodillo, antes de que transcurrieran 6 horas, era solamente humedeciendo la capa anterior. Después de pasado este tiempo y para poder colocar una nueva capa de concreto compactado con rodillo, además de humedecer, se tenía que colocar una capa de concreto de liga que varía del concreto compactado con rodillo únicamente en el tamaño de los agregados, que van de 1 1/2" a finos y aumenta el consumo del cemento. Esta capa se dejaba de 8 centímetros de espesor e inmediatamente se le colocaba el concreto compactado con rodillo encima hasta llegar a formar la capa de 30 centímetros de espesor. La capa de aguas abajo guardó la inclinación proyectada, que fué de 0.8 a 1 centímetros, con las capas del concreto compactado con rodillo aparentes.

La parte superior de la cortina se terminó con con--



GRAFICA PARA DETERMINAR ESPESOR DE PARAMENTO IMPERMEABLE

creto convencional sobre el concreto compactado con rodillo, que consiste en una estructura de 14 metros de altura por 7 metros de ancho y a lo largo de toda la corona de la cortina, con excepción de la zona vertedora.

VERTEDOR :

Es una estructura de concreto reforzada convencional con una $f'c=350$ kg/cm², integrada en el cuerpo de la cortina y ubicada en la parte central de ésta, consiste en una cimentación de derrame, losa armada de escurrimiento rápido, un aireador, muros laterales y finalmente una cubeta deflectora o salto de ski que descarga las excedencias de agua de la presa directamente sobre la roca del lecho del río. Esta estructura se fué colando simultáneamente al cuerpo de la cortina de concreto compactado con rodillo.

OBRA DE TOMA DEFINITIVA :

Conducto alojado en el cuerpo de la cortina del lado de margen izquierda en la elevación 1,162. La tubería que se colocó fué de acero A-36 y de 3.10 metros de diámetro.

Para su construcción se dejó el espacio donde iba -- alojada la tubería sin colocar en esa zona el concreto compactado con rodillo y se coló una plantilla de concreto -- convencional para recibir a la tubería. Una vez soldados los tramos y completada la longitud se arropó con concreto convencional de $f'c=150$ kg/cm², posteriormente se siguió - colocando concreto compactado con rodillo.

Esta obra de toma cuenta con 2 válvulas de chorro di vergente que controlan el gasto para el riego, además esta estructura cuenta con caseta de operación y control al final de la misma.

TAPON DE CIERRE :

Al término de la construcción de la cortina se volvieron a formar las ataguías para desviar el río por la -- obra de toma provisional, pudiendo así, colar los ductos - del desvío definitivo cuyo volumen aproximado fué de 10,500 m³ de concreto.

Con esta etapa se terminó la construcción de la cortina iniciándose el embalse al cerrar la válvula de la - - obra de toma provisional.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES.

Dentro de los beneficios que proporciona el concreto compactado con rodillo y que justifican la utilización de este procedimiento constructivo, se tienen las siguientes:

1.- La utilización de los recursos naturales del lugar y la ejecución del proyecto en un tiempo correspondiente al 25% del que normalmente se requiere en presas de diseños tradicionales, originando una reducción en el costo.

2.- También se abate el costo de construcción por no tener que usar cimbra y porque el fraguado es inmediato.

3.- Se obtiene una compacidad mayor en el concreto, reduciéndose la permeabilidad del mismo y, por tanto, las filtraciones, sobre todo al colocarse en capas sucesivas - con espesores de 25 a 40 centímetros, lo cual hace que el calor de hidratación generado por el cemento se reduzca -- considerablemente evitando mayores variaciones volumétricas del concreto, evitándose agrietamientos y dando como resultado una mejor impermeabilidad del mismo.

4.- Finalmente, como el tiempo de construcción se reduce, es posible iniciar a corto plazo la recuperación de la inversión hecha para el proyecto.

El proyecto de la presa Trigomil, representa el inicio de la aplicación en la construcción de un procedimiento novedoso en México, como lo es el concreto compactado con rodillo, que ofrece grandes perspectivas para emplearse con mayor frecuencia no solo en presas, sino también en diversas estructuras como son: carreteras, aeropuertos, rellenos masivos, cimentaciones, diques, etc... por las ventajas que ofrece económicamente y su rapidez de ejecución.

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

- 1.- Concreto Compactado con Rodillo.
Informe del Comité 207 del ACI, ACI 207.5R - 80.
- 2.- Pavimentación y Losas de CCR: lo más profundo es lo más económico.
Ernest Shrader y R. McKinnon.
- 3.- Experiencia en Concreto Compactado con Rodillos.
Ernest Shrader. Enero de 1986.
- 4.- Comité ACI 207, "Roller Compacted Concrete" Detroit, 1980, 22 páginas.
- 5.- Divisao de Controle de Concreto "Aplicacao de concreto adensado controla vibratoria" Reporte RE-03/78, - Itaipu Binanciona 1978, (Traducido al inglés por - - Construction Industry Reserarch and Information Association Library, Londres).
- 6.- Ernest Scharader. K., "Roller Compacted Concrete", Military Engineer Vol. 69, Sept.-Oct. de 1977, pags. 314 a 317.