

MARIO BARRUNDIA GALVEZ

MANUAL PRACTICO SOBRE EL METODO DE  
CONSTRUCCION CON FORMALETA DESLIZANTE,  
USANDO EL SISTEMA HIDRAULICO.

R

(559)

Guatemala, Noviembre de 1,972.

D.L. 08 T(220)C

08 T(220)C  
MFN: 1055

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

MANUAL PRACTICO SOBRE EL METODO DE  
CONSTRUCCION CON FORMAleta DESLIZANTE,  
USANDO EL SISTEMA HIDRAULICO.

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la  
Facultad de Ingeniería  
de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

MARIO BARRUNDIA GALVEZ

Al conferirsele el título de:

INGENIERO CIVIL

Guatemala, Noviembre de 1,972.

**TESIS DE REFERENCIA**  
**NO**  
SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA  
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.

06  
TERRÓN

**JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

<b>Decano</b>	<b>Ing. Hugo Quán Má.</b>
<b>Vocal 1o.</b>	<b>Ing. Marco Tulio Samayoa B.</b>
<b>Vocal 2o.</b>	<b>Ing. Rodolfo González Morasso</b>
<b>Vocal 3o.</b>	<b>Ing. Adolfo Beherens</b>
<b>Vocal 4o.</b>	<b>Br. Jorge Luis Cabrera Morales</b>
<b>Vocal 5o.</b>	<b>Ing. Manuel María Rendón Paz.</b>
<b>Secretario</b>	<b>Ing. José Luis Terrón Calderón.</b>

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL  
EXAMEN GENERAL PRIVADO**

<b>Decano</b>	<b>Ing. Enrique Godoy S.</b>
<b>Vocal 1o.</b>	<b>Ing. Leonel Pinot L.</b>
<b>Examinador</b>	<b>Ing. Rodolfo González M.</b>
<b>Examinador</b>	<b>Ing. Guillermo Solares</b>
<b>Secretario</b>	<b>Ing. Eduardo Martínez B.</b>

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:**

Cumpliendo con lo establecido por la Ley Universitaria, presento ante vosotros, mi trabajo de Tesis titulado:

**MANUAL PRACTICO SOBRE EL METODO DE CONSTRUCCION CON FORMAleta DESLIZANTE, USANDO EL SISTEMA HIDRAULICO.**

Tema que me fuera asignado por la Junta Directiva de esta Facultad.



**DEDICATORIA**

**A LA MEMORIA DE MI PADRE:**

**José Francisco Barrundia**

**A MI MADRE:**

**Hazel Gálvez v. de Barrundia**

**A LA MEMORIA DE MI HERMANA:**

**Marta Barrundia de Pinetta**

**A MI ESPOSA:**

**Clara Luz Sánchez de Barrundia**

**A MIS HIJOS:**

**Mario  
Lillian Regina  
Annelisse**

**A MIS HERMANOS**

**A MIS SOBRINOS**

**A MIS AMIGOS**

**A LA FACULTAD DE INGENIERIA**

## CONTENIDO

- I.- Descripción general del sistema.
- II.- Consideraciones sobre el equipo.
  - II-1 Descripción.
  - II-2 Montaje.
  - II-3 Control durante el proceso.
  - II-4 Personal.
  - II-5 Desmontaje.
- III.- Personal
- IV.- Formaleta deslizante.
  - IV-1 Fabricación.
  - IV-2 Montaje.
  - IV-3 Controles durante el proceso.
  - IV-4 Desmontaje.
- V.- Obras falsas.
- VI.- Acero de refuerzo
  - VI-1 Consideraciones prácticas para su diseño y colocación.
- VII.- Concreto.
  - VII-1 Consideraciones prácticas para su diseño, elaboración y colocación.
- VIII.- Equipo general y previsiones.
- IX.- Conclusiones.

## INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por objeto primordial, dar a conocer la experiencia práctica en procedimientos con formaleta deslizante utilizando el sistema hidráulico, obtenida en la construcción de dos plantas para procesamiento y almacenamiento de granos, localizadas en las ciudades de Tegucigalpa y San Pedro Sula, en la Republica de Honduras, C. A. Construidas por la compañía guatemalteca Urruela y Sittenfeld Cía. Ltda. y en la cual el sustentante del presente trabajo tuvo la oportunidad de participar durante toda su ejecución.

Espero que todas las ideas vertidas puedan ser utilizadas como base para poder obtener resultados más beneficiosos en obras de este mismo tipo que indudablemente se construirán en Guatemala.

Es importante aclarar, que algunos puntos que se darán a conocer durante el desarrollo del trabajo, son absolutamente definitivos y otros son únicamente proposiciones, las que se pueden variar a conveniencia, de acuerdo a los requerimientos de cada obra en especial.

## CAPITULO I

### DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA

La Construcción con formaleta deslizante es similar a un proceso de extrusión. El concreto fresco es colocado en forma ininterrumpida dentro de la formaleta, la cual en un movimiento continuo va conformando la sección de concreto requerida. La velocidad del movimiento de la formaleta es regulada por la capacidad del concreto que va saliendo de la misma para mantener su forma y soportar su propio peso. El deslizado continuo es deseable y se deben tomar todas las previsiones posibles para que así sea, esto no quiere decir que no es posible que puedan suceder juntas, las que deben ser tratadas adecuadamente y conforme a las técnicas que para el particular existen.

La construcción con formaletas deslizantes es usada normalmente en estructuras verticales tales como silos, pilas para puentes, tanques de agua, edificios con características delizables, ó en estructuras horizontales, tales como drenajes, canales, tuneles, pavimentos de carreteras, etc.

Las formaletas verticales son movidas por: tornillos operados a mano, o por gatos hidráulicos, neumáticos, etc., los cuales se apoyan



en barras de acero lisas o tubos empotrados en el concreto endurecido. Las formaletas horizontales generalmente se mueven sobre un sistema de rieles. En ambos tipos de formaleta, la plataforma de trabajo, las tolvas de recibo para el concreto, y los andamios para los acabados, están fijos en la formaleta deslizante, y por lo tanto, forman un solo cuerpo en la operación de ascenso.

Está generalmente reconocido que el deslizado es un método de construcción más rápido que el de formaleta convencional, por lo tanto, si un ciclo de construcción es gobernado por el deslizado como parte principal, se puede obtener una más temprana fecha de terminación. Desde el punto de vista del propietario una fecha temprana de terminación significa una pronta recuperación de su inversión. Desde el punto de vista del constructor, una terminación más rápida significa reducir sus gastos fijos.

Bajo condiciones ideales el deslizado produce sustanciales costos bajos de construcción, los cuales dan resultados directos en los costos de la construcción total. Esto puede hacer posible la construcción de obras que de otra manera nunca podrían construirse por tener financiamiento limitado.

El deslizado es un sistema de automatización, por lo tanto, debería ser más ampliamente incluido en el diseño de estructuras. La eficiencia de su uso depende del diseño de la estructura y su adaptabilidad a los detalles de construcción. Para obtener esta automatización, todas las fases del trabajo deben ser organizadas y coordinadas de tal manera que engranen con cualquier otra fase de la estructura con un mínimo de conflicto.

No todas las estructuras son posibles de deslizar y cada una debe ser evaluada para determinar si es factible aplicar el



procedimiento. Lo anterior involucra que es necesario que el propietario, el Arquitecto y el Ingeniero estructural trabajen coordinadamente, ya que la aplicación del deslizado los favorece económicamente a todos.

formado por las siguientes partes:

- 1- Cables
- 2- Marcos (yudos y patas)
- 3- Patas de carga

4- **CAPITULO II** Tuberías para ...

**CONSIDERACIONES SOBRE EL EQUIPO DE DESLIZADO**

**2.1 DESCRIPCION**

Una de las primeras decisiones al planificar la construcción de una estructura deslizada, es la selección del sistema de levante a usar. Los que existen en la actualidad pueden clasificarse como sigue;

- a- Sistema Hidráulico
- b- Sistema Neumático.
- c- Sistema Eléctrico.
- d- Sistema Manual.

De los anteriores los más comunmente usados son el hidráulico y el neumático. El presente trabajo sólo considerará el primero.

**SISTEMA HIDRAULICO**

El equipo hidráulico, utilizado en cimbras deslizantes, está

formado por las siguientes partes:

- 1- Gatos
- 2- Marcos (yugos y patas)
- 3- Barras de carga
- 4- Tubería para conducción de aceite.
- 5- Bombas.

Figura No. 1

1. Barra de Carga
2. Gato Hidráulico
3. Yugo
4. Piernas
5. Espacio libre para colocar el acero de refuerzo
6. Piezas que determinan la separación entre la cercha superior y la inferior
7. Cercha superior (formada por 3 piezas)
8. Cercha inferior
9. Moldes Interior y exterior
10. Camisa para poder recuperar las barras de carga
11. Alzas colocadas a las cerchas superiores para lograr el depiome de los moldes
12. Pieza que se coloca para transmitir las cargas de una cercha a la otra
13. Altura adicional del molde exterior para evitar el derrame del concreto
14. Anillos de madera para evitar que las piernas pierdan su posición

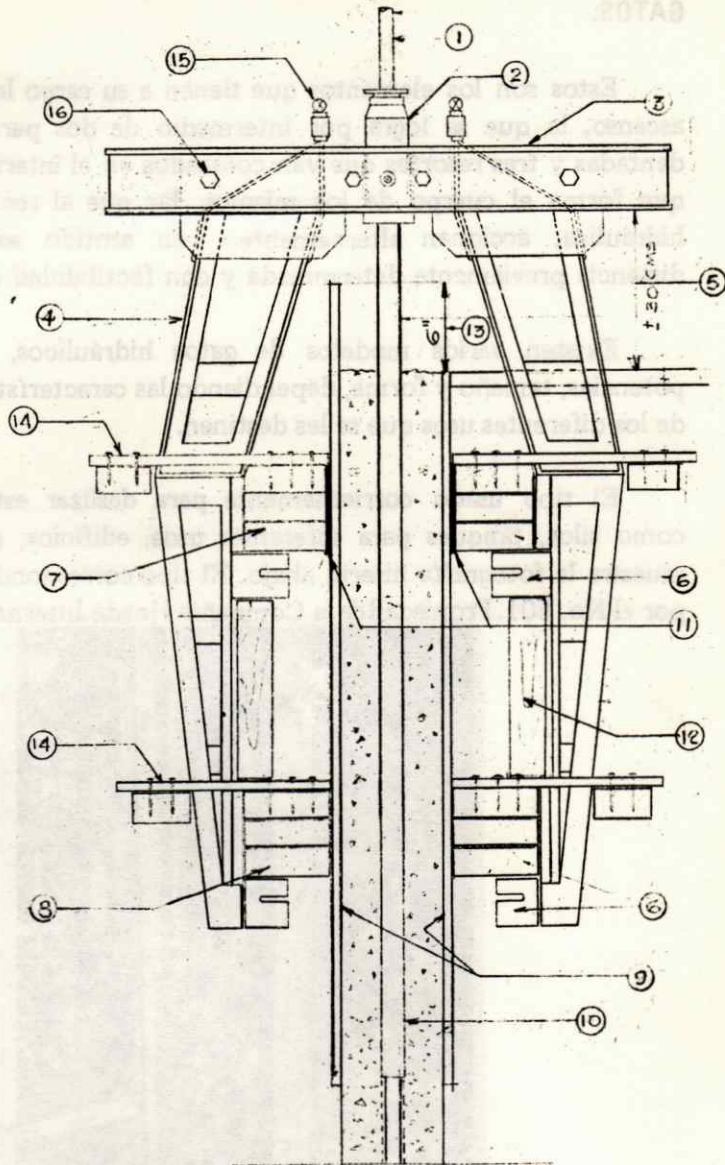


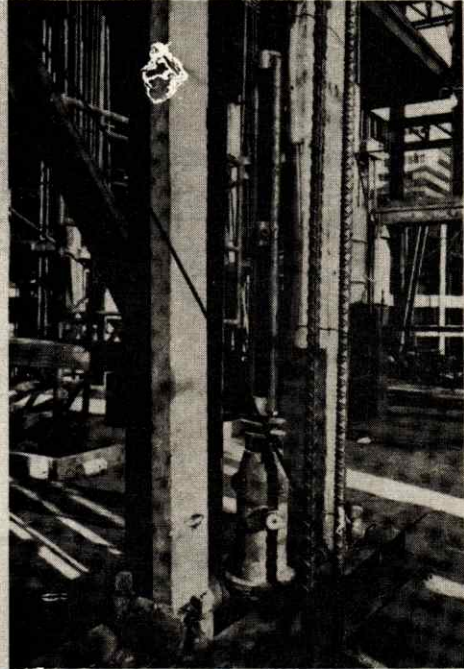
FIG. 1

## GATOS:

Estos son los elementos que tienen a su cargo la operación de ascenso, la que se logra por intermedio de dos pares de quijadas dentadas y tres resortes que van colocados en el interior del cilindro que forma el cuerpo de los mismos, las que al recibir la presión hidráulica, accionan alternamente en sentido ascendente una distancia previamente determinada y con factibilidad de graduación.

Existen varios modelos de gatos hidráulicos, de diferentes potencias, tamaño y forma, dependiendo las características anteriores de los diferentes usos que se les destinen.

El tipo usado corrientemente para deslizar estructuras tales como silos, tanques para diferentes usos, edificios, etc., es el que muestra la fotografía inserta abajo. El tipo corresponde al designado por el No. 501. Propiedad de la Compañía Heede International.





## MARCOS

Los marcos están formados por cuatro piezas metálicas principales, dos superiores en posición horizontal constituidas por canales de 6", llamadas yugos y dos laterales, en posición vertical, llamadas piernas. En lo sucesivo nos referimos a ellas en esos términos. . Ver Fig. No. 1

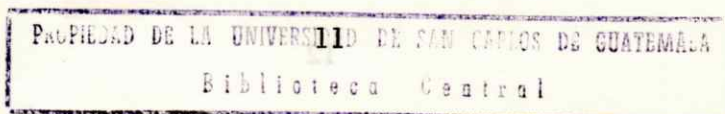
Los yugos tienen por objeto dos funciones: 1) Fijar los gatos, de tal forma, que no les permita ningún movimiento.

2) Fijar perfectamente en la posición requerida las piernas. Ambas funciones las desarrolla por medio de pernos. (Que generalmente son de 5/8" de diámetro y 5 1/2" de largo).

Las piernas tienen como función principal transmitirle a los gatos, la carga completa de la cimbra, incluyendo las cargas de los andamios de inspección y acabados, y de las plataformas de trabajo.

Las piernas están construidas de manera que al estar perfectamente colocadas en los yugos y estando éstos en forma horizontal, su parte inferior, o sea la que fija y soporta la cimbra queda en posición perfectamente vertical.

Los yugos permiten que las piernas puedan colocarse a diferentes aberturas para adaptarse a los diferentes anchos de muros, para lo cual tienen varias perforaciones en toda su longitud (los más corrientes), moduladas para poder obtener los espesores más comunes. En casos de dimensiones que no se puedan adaptar a las perforaciones de los yugos, se colocan las piernas en las perforaciones inmediatas superiores y se les ponen alzas de madera ó metálicas. para obtener el espesor requerido.



Existen unos sistemas de unión entre las piernas y los yugos, que funcionan a presión, obteniéndose en esa forma cualquier separación de las mismas, La Fig. No. 1 muestra este sistema.

Los marcos están diseñados para permitir una holgura, de aproximadamente 30 cms. entre la parte superior de la cimbra y la inferior de los yugos, dicha holgura tiene por objeto permitir la colocación del acero de refuerzo horizontal y de las cajas para obtener vacíos en las paredes. Ver fig. No. 1.

#### BARRAS DE CARGA

Son barras de acero, las cuales pueden ser sólidas o tubulares. Es más corriente usar las tubulares debido a su menor peso, lo que representa ventaja en su manipuleo y en costo de transporte. La desventaja que tienen con respecto a las sólidas, es su menor resistencia al pandeo.

Generalmente las barras tubulares son fabricadas de 1" de diámetro exterior y 1/8" de espesor de paredes, su longitud es de 10 pies, la unión entre barras se efectúa por medio de un niple de acero sólido de 2" de longitud, con rosca corrida, el cual se va adaptando conforme se van empalmando las barras.

La función de las barras es soportar todo el sistema, ya que ellas son el punto de apoyo de los gatos en su ascenso.

Es normal y sobre todo en muros de paredes gruesas, recuperar las barras de carga, al final de la operación de deslizado, para lograrlo es necesario evitar la adherencia del concreto a las mismas, para lo cual, se adaptan unas camisas de tubo de un diámetro un poco mayor que las barras y con una longitud igual a la distancia existente entre la parte inferior de los gatos, en los cuales se adaptan, y la parte



inferior de la cimbra deslizante. Esta camisa durante el ascenso va dejando una cavidad igual a su diámetro exterior y por lo tanto, la barra de carga queda libre. Ver fig. No. 1

#### TUBERIA PARA CONDUCCION DE ACEITE

La tubería para la conducción de aceite debe ser de alta presión, normalmente es de cobre de 1/2" de diámetro, las secciones normales al suministrarlas tienen una longitud de 10 pies. La tubería es flexible para poder adaptarse a las diferentes posiciones de los gatos.

La presión normal de trabajo de estas tuberías es de 150 kgs./cm<sup>2</sup>.

Su función es la de transmitir la presión desarrollada por las bombas a cada uno de los gatos.

Es muy importante en el momento de la planificación del sistema y para poder colocar el pedido, hacer un esquema de la distribución de los gatos para determinar la cantidad de tubería y accesorios necesarios. Al ejecutar el pedido se deben incrementar las cantidades como mínimo en un 20 o/o, para tener una reserva que cubra cualquier cambio de distribución de los gatos, pérdidas y deterioro.

#### BOMBAS HIDRAULICAS

Hay de diferentes tipos y capacidades, pero las más comunmente usadas, son las accionadas por motor eléctrico, con una capacidad para impulsar 125 gatos de 10 toneladas cada uno. El aceite que utilizan debe ser suministrado en envases sellados. Se usa el

mismo que en los motores de gasolina. El grueso del aceite para climas templados debe ser No. 30. Para climas calurosos se debe usar un aceite más grueso.

Las bombas impulsan el aceite a una presión de  $150 \text{ kg./cm}^2$ .

Tienen un depósito de aceite de aproximadamente 15 litros. Es muy importante chequear continuamente el nivel del aceite porque las bombas no deben trabajar nunca con menos del requerido.

## 2.2 MONTAJE.

Previo al montaje debe hacerse una revisión completa y minuciosa de todo el equipo. Para tal efecto es recomendable construir una sección de cimbra que permita el montaje de unas tres unidades completas. En ésta forma se procede a probar las bombas y todos los gatos, incluyendo las unidades de repuesto. La previsión anterior además de asegurar en gran porcentaje el buen funcionamiento de todo el equipo presenta la posibilidad de entrenar prácticamente a todo el personal suplementario que laborará durante el deslizado.

El primer paso para proceder con el montaje, es localizar y marcar claramente la posición de los gatos de acuerdo al plano de distribución de los mismos, elaborado en su oportunidad. Ejecutada la operación anterior se procede al montaje de los marcos que como se dijo en el inciso anterior, constan de yugos y piernas, la unión de ambas piezas se efectúa por medio de pernos de  $5/8''$  de diámetro y  $5''$  de longitud, suministrados con el equipo. Antes de proceder a asegurar las piernas a las cerchas hay que chequear perfectamente la horizontalidad de los yugos, la verticalidad de las piernas, la alineación de los marcos, la inclinación (desplome) y separación de la



cimbra y correr una nivelación cuidadosa de todos los marcos. Comprobados los requisitos anteriores se procede a su fijación, operación que se ejecuta utilizando dos soportes que para el efecto vienen integrados en algunos casos a las piernas, y que tienen una separación en sentido vertical de 57.5 cms. (Ver Fig. No. 1), y por lo tanto son los que determinan la distancia entre la cercha superior y la inferior. Cabe mencionar que dicha distancia se debe conocer antes del armado de la cimbra. Los marcos además de fijarse a la cimbra en la forma indicada anteriormente, se afianzan por medio de piezas de madera formado alrededor de las patas un anillo para evitar que las mismas puedan abrirse. (Ver fig. No. 1)

Concluido el montaje de los marcos, se procede con la colocación de los gatos, éstos van localizados en el centro de la cimbra y en medio de los dos canales que forman los yugos, los cuales los presiona por medio de la fuerza ejercida por dos pernos de 5/8" de diámetro colocados a ambos lados de cada gato. Ver fig. No. 1

La transmisión de la fuerza de los gatos a los yugos en la operación de levante es debida al anillo saliente, llamado anillo de arrastre, que para el efecto tiene el cilindro exterior de los mismos en su parte inferior, el cual tiene un diámetro mayor de la separación de los canales de los yugos, y por lo tanto, los arrastra en su movimiento ascensional.

Habiendo fijado perfectamente los gatos, se procede a la colocación de las camisas, las que se deben colocar cuando la recuperación de las barras de carga está programada. Dichas camisas generalmente van roscadas a la parte inferior de los gatos, es decir, al anillo de arrastre. La luz que debe quedar entre las camisas y la losa de cimentación no debe ser mayor de 5 cms. para evitar que la



adherencia de las barras de carga con el concreto sea muy grande impidiendo su rescate.

El paso siguiente corresponde al montaje de las barras de carga. Estas barras van colocadas en el centro de los gatos, al introducirlas hay que tener especial cuidado para no golpear ni sacar de posición las quijadas internas de los mismos. Es necesario vigilar que todas las barras estén perfectamente apoyadas en la losa de base, para evitar que se deformen en el momento de aplicación de carga.

Es muy importante tener la previsión de empalmar siempre una segunda barra, para evitar que los obreros, que como es lógico no están familiarizados con el sistema, dañen la rosca de empalme al estar a poca altura.

Al mismo tiempo de la colocación de las barras a través de los gatos se debe ir colocando un empaque de fibra flexible en la cabeza de los mismos. El objeto de dicho empaque es evitar la entrada de polvo o materiales extraños al interior de los gatos por la holgura que existe alrededor de la barra de carga.

El paso siguiente, es sin duda, el más delicado, y corresponde al montaje de la tubería de conducción de aceite.

Como se dijo en el capítulo correspondiente a la descripción del equipo, se debe elaborar un plano bien detallado, mostrando la localización de los gatos, el emplazamiento de la o de las casetas de control, lugares donde se colocan las bombas impulsoras y la distribución de la tubería de conducción de aceite. De acuerdo al plano anterior se colocan las válvulas de control de los gatos, las cuales van roscadas directamente al cuerpo de los mismos y sirven para obstruir o permitir el flujo de aceite, o lo que es lo mismo, la

presión . La función más importante de estas válvulas es controlar y corregir el avance ascensional de cada gato.

Existen dos criterios prácticos para determinar la ubicación de la tubería: uno de ellos hace preferencia por ubicarla semiculta, es decir, colocándola sobre la cara de la cercha más cercana al borde superior de la cimbra. La ventaja de la localización anterior es que en dicha posición, la tubería se encuentra bastante protegida de posibles roturas ocasionadas inconcientemente por los obreros, generalmente al manipular el acero de refuerzo. Tambien es más económica porque se utiliza menor longitud de tubo. La desventaja que se presenta es que durante el proceso de fundición, se va acumulando concreto de desperdicio sobre la cercha superior, ocultando parcial o totalmente la tubería y por lo tanto al ocurrir una falla en la misma, se hace muy difícil localizarla para su inmediata reparación. Tambien hay que hacer notar que las reparaciones en dicha posición son muy incómodas.

El otro criterio se inclina por localizar la tubería vista y a una altura con relación a la plataforma de trabajo de 1.50 mtrs. Este criterio, es el más generalizado, tiene el inconveniente de encontrarse muy expuesto a roturas debidas al elemento humano, pero sin embargo , tiene las ventajas de permitir un montaje más fácil, la tubería se coloca sin necesidad de curvas cerradas, las fallas y fugas se pueden detectar inmediatamente por cualquiera de los obreros, ya que debido a la presión, el aceite fluye notoriamente, la reparación de las fallas se efectúa en una posición más cómoda y con suficiente luz, aún cuando sea de noche.

Para prevenir las roturas debidas al elemento humano es recomendable pintar la tubería con pintura reflectiva de color amarillo o blanca, lo que la hace muy visible y la diferencia del color



del acero de refuerzo.

Adaptado el criterio de localización, se procede a su colocación, para ello se deben seguir en términos generales las recomendaciones siguientes: Se debe tratar en lo posible de reducir las uniones por ser puntos de posibles fallas. Evitar las curvas cerradas, por que éstas debilitan la tubería. Nunca se debe calentar la tubería para doblarla, siempre debe hacerse en frío. Debe tenerse cuidado al efectuar los dobleces, que no queden gargantas ni lastimaduras peligrosas, si ese fuera el caso es preferible desechar esa sección. Siempre hay que hacerle boquilla a las secciones a empalmar. Se debe usar herramientas adecuada para apretar los accesorios de emplame para evitar dañarlos. Cuando la tubería tenga obligadamente que atravesar lugares de tránsito se debe elevar la tubería como mínimo 2.00 mtrs. sobre la plataforma de trabajo, o si se adopta la solución de colocarla en contacto a la plataforma de trabajo, se debe proteger colocándole dos piezas de madera, una a cada lado de la tubería y con una separación entre ellas de más o menos 4 cms., el alto de las piezas puede ser de 1 1/2" con chaflanes en sus extremos para evitar provocar un tope a los elementos de transporte de concreto. Cuando por la magnitud de la obra se utilicen varios circuitos alimentados por bombas diferentes se debe adoptar una forma para identificar los circuitos, la forma más práctica y sencilla es colocándole a la tubería marcas de pintura visibles y de colores diferentes, según el circuito de que se trate, lo mismo se hace con las bombas.

Tomadas las previsiones anteriores y habiendo concluido la colocación de toda la tubería llegándola hasta la caseta de control, donde se localizan las bombas, se procede al montaje de las mismas y al acoplamiento de la tubería a ellas.

Las bombas, si son varias, lo que se determina por el número de

gatos, se pueden colocar en serie, para que exista una sola salida.

Es muy corriente que durante el proceso por ser continuo, día y noche, se suspenda por cualquier causa el suministro de energía eléctrica, se deben tener en la caseta de control y listas para ser conectadas bombas manuales o de gasolina, para que en el último de los casos se pueda sacar el molde, aunque se provoque una junta de construcción.

Todas las bombas vienen provistas de manómetros para chequear continuamente la presión ejercida por las mismas, la cual debe mantenerse alrededor de los 150 kgs./Cm<sup>2</sup>

Habiendo efectuado desde la colocación de los marcos hasta la conexión de las bombas, se puede dar por terminada la fase de montaje de equipo para el deslizado.

Es muy importante efectuar varias revisiones de la colocación y montaje del equipo antes del arranque de la operación, con el propósito de hacer las modificaciones necesarias en caso las hubiera. Dichas revisiones deben ser ejecutadas por los técnicos que van a tener a su cargo el control durante el proceso.

### **2.3 CONTROL DURANTE EL PROCESO**

El control del equipo durante el proceso, se limita a vigilar por personal específico, los siguientes renglones:

- 1- Bombas
- 2- Barras de Carga

3- Gatos hidráulicos

4- Tuberías de conducción de aceite y accesorios de acoplamiento.

**BOMBAS:**

El personal encargado de la operación de las mismas, debe estar bajo las órdenes directas del Ingeniero residente, quien es el encargado de determinar la velocidad de ascenso, o lo que es lo mismo, fijar los intervalos de funcionamiento de las bombas. Esta velocidad se determina tomando en cuenta los siguientes factores:

a) Suministro de concreto: por ejemplo, si es deficiente, el avance obligadamente estará de acuerdo al suministro. Si es abundante, la velocidad se incrementa hasta el máximo posible, que es lo deseable en todo proceso de deslizado.

b) Colocación del acero de refuerzo: Este es el renglón que generalmente gobierna la velocidad de avance, sobre todo, si por el tipo de estructura, dicha colocación es complicada. En estructuras como silos, donde en la mayoría de los casos el acero de refuerzo es bastante sencillo, éste factor no incide en la velocidad.

c) Tiempo de fraguado del concreto: En formaletas de poca altura, éste es un factor determinante en el avance de la cimbra. Es uno de los elementos que fijan, por lo tanto, la altura mínima de 3 pies para cimbras deslizantes, determinación basada en que el concreto normal y en condiciones también normales, ha sido demostrado prácticamente, que tarda 2 a 2 1/2 horas en adquirir la resistencia suficiente para soportarse así mismo, principio en el cual se basa la teoría de cimbras deslizantes.



Para medir prácticamente el grado de resistencia del concreto dentro de la cimbra, la cual es muy variable, debido a que depende mucho de la uniformidad de la elaboración del mismo, de la temperatura del medio ambiente, la intensidad de la vibración, se ha ideado una barra de hierro liso de 5/8" de diámetro en forma de bastón, que tiene por objeto medir la profundidad a la que penetra la misma dentro del concreto fresco, y se ha llegado a determinar, que cuando la profundidad de penetración en cimbras de altura entre 3 y 4 pies es de 2 pies o menor, el concreto ha adquirido la resistencia necesaria para poder continuar el ascenso.

Es muy importante llevar durante todo deslizado una libreta de registro, para el control de los movimientos de la cimbra, por lo tanto, la caseta de control debe proveerse de un reloj, para que el operador de las bombas pueda ir anotando la hora de cada accionamiento de las mismas. En la libreta de registro se debe consignar: la fecha, la hora, el número de avance, el nombre del operador, y todo lo que se considere de importancia de las observaciones con respecto al funcionamiento de las bombas. La libreta de registro debe contener como mínimo las siguientes columnas: Fecha ..... Hora .... N<sup>o</sup> de avance ..... Operador .... observaciones.....

Al momento de cambio de turno, y con una observación rápida a la libreta de registro es posible tener una visión clara del avance del turno anterior y las dificultades que se hayan tenido.

**Barras de carga:**

El control que se debe tener de ellas durante el deslizado, se limita a cuidar que no sufran flexiones debidas a: a) excentricidad en la colocación de los gatos, b) cuando atraviezan vanos ó aberturas c)

paredes muy delgadas. Dichas flexiones en las barras son sumamente peligrosas si no se detectan a tiempo ya que pueden llegar a producir hasta el rompimiento de las paredes de concreto ya extruído, además de sacar fuera de nivel la cimbra, con los consiguientes daños a la estructura. La situación anterior se presenta con mayor frecuencia, cuando se proyecta rescatar las barras, debido a la libertad con que quedan dentro de los muros, y porque en esa forma reducen a los mismos a la mitad de su espesor, por lo tanto, en estos casos se debe instruir al personal, de la importancia de una estrecha vigilancia de las barras.

Las previsiones adicionales que se toman para disminuir el problema anterior a un mínimo son las siguientes:

- a) Vigilar que el acoplamiento entre barras esté correcto.
- b) Determinar un sistema de arriostamiento de las barras que atraviezan espacios libres, tales como, puertas, ventanas, etc. El arriostamiento que ha dado buenos resultados en la práctica para los casos anteriores es como se indica en la figura No 2.

Cuando los muros son delgados y existe solo una capa de  
 acero de refuerzo, es necesario construir una pieza  
 adicional para ligar barras a la capa de acero, esta pieza debe  
 ser una barra van a quedar fijas dentro del  
 concreto. Estas piezas de acero deben tener a todas las barras y  
 a un espaciamiento no mayor de 40 cm en sentido vertical. En la  
 figura No 2 se muestra la forma de estas piezas de  
 ligar y la forma de colocarlas.

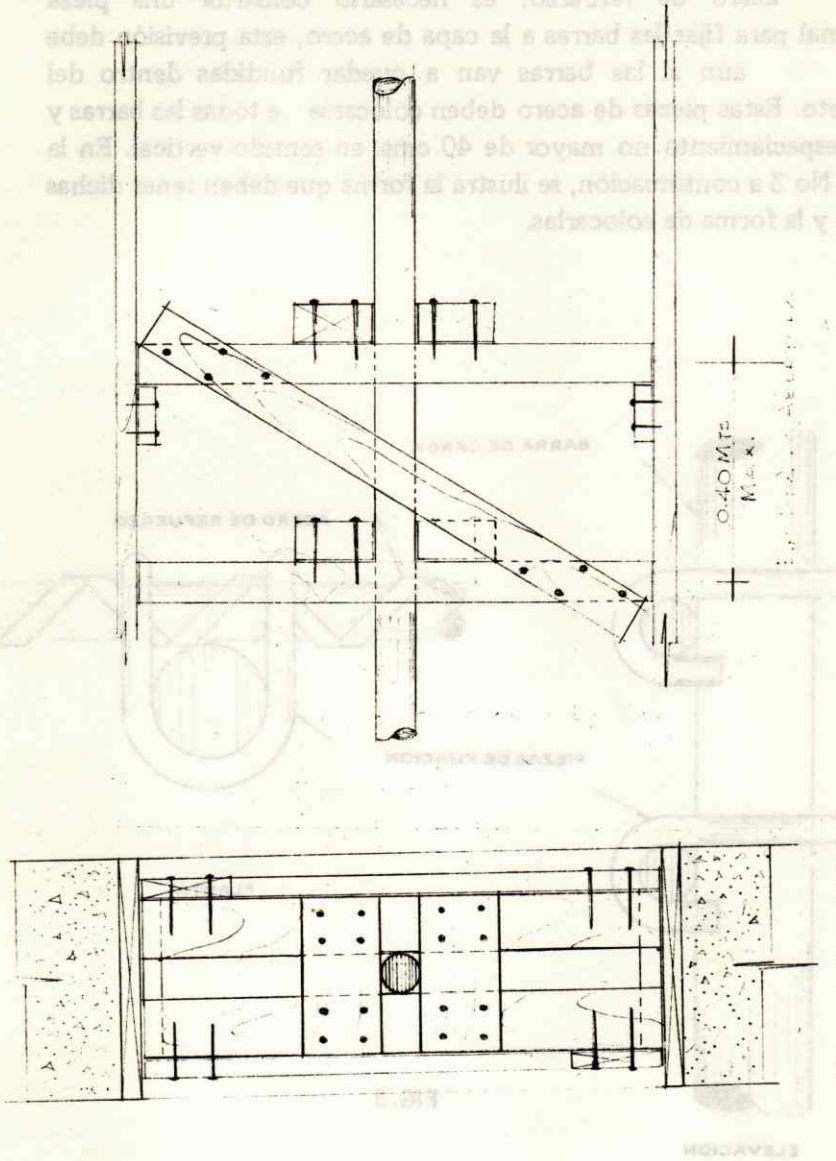


FIG. 2

c) Cuando los muros son delgados y existe solo una capa de acero de refuerzo, es necesario construir una pieza adicional para fijar las barras a la capa de acero, esta previsión debe aún si las barras van a quedar fundidas dentro del concreto. Estas piezas de acero deben colocarse a todas las barras y a un espaciamiento no mayor de 40 cms. en sentido vertical. En la figura No 3 a continuación, se ilustra la forma que deben tener dichas piezas y la forma de colocarlas.

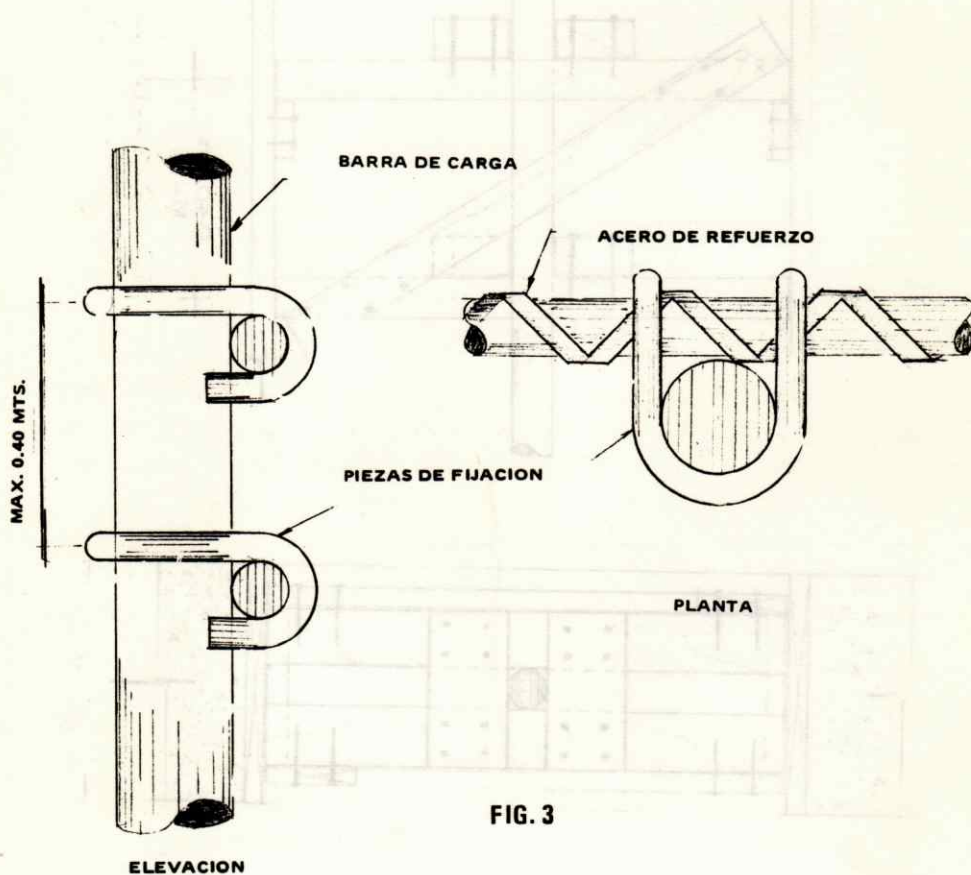


FIG. 3



## Gatos Hidráulicos:

Los problemas más corrientes que pueden presentar los gatos durante el deslizado son:

- a) Falla de los empaques internos, produciendo fugas de aceite.
- b) Desgaste de las quijadas, lo cual se detecta por el retraso que presenta el gato con respecto a los demás.
- c) Que las quijadas se salgan de lugar, produciendo el atascamiento del gato.

En los tres casos anteriores el procedimiento a seguir es sustituir inmediatamente el gato dañado y proceder a su reparación.

## Tubería de conducción de aceite y sus accesorios

Este es el renglón referente al equipo que normalmente presenta más fallas durante el deslizado, debido a su multitud de acoplamientos y que está muy expuesta al elemento humano. Las fallas de la tubería y sus accesorios son las más sencillas de detectar, porque el aceite en una falla se proyecta en forma muy visible hacia el exterior en forma de un chorro a presión, por lo tanto, la vigilancia es menos estricta, porque siempre los obreros que están cerca de la falla dan inmediatamente la voz de alarma.

El procedimiento a seguir en esta clase de fallas es cambiar la sección o el accesorio dañado, lo más pronto posible, para lo cual se suspende el accionamiento de las bombas. Después de una falla de esta naturaleza siempre hay que reponer el aceite que se perdió.

## 2.4 PERSONAL

El personal que tendrá a su cargo la revisión, el montaje y el control durante el proceso, debe ser altamente calificado y experimentado en trabajos de este tipo.

A continuación se detallan las generalidades mínimas que deben ser conocidas, tanto por los Ingenieros residentes como por los operadores y mecánicos, cada uno en su grado necesario, en realidad las indicaciones que se enumerarán son prácticamente las indispensables para operar un sistema de deslizado. Deben completarse con la observación directa de un sistema completo en activo.

Los Ingenieros residentes deben tener el conocimiento del equipo siguiente:

### GATOS:

- a) Como funcionan.
- b) Partes que los forman.
- c) Fallas que pueden ocurrir.
- d) Como se solucionan las fallas.
- e) Como se montan.
- f) Que capacidad tienen.
- g) Mantenimiento.

h) Como se operan.

**BOMBAS:**

a) Como funcionan.

b) Partes que las forman.

c) Fallas que pueden presentar.

d) Como se solucionan las fallas.

e) Como se instalan.

f) Que capacidad tienen.

g) Mantenimiento.

h) Como operan.

i) Como se protegen.

j) Su interconexión con los gatos.

**MARCOS:**

a) Como se instalan.

b) Sus conexiones con la cimbra.

c) Sus accesorios de montaje.

### TUBERIA DE CONDUCCION DE ACEITE:

- a) Localización adecuada de la tubería.
- b) Prueba de la tubería.
- c) Fallas y reparaciones de ellas.
- d) Capacidad de la tubería.
- e) Interconexiones y accesorios.
- f) Número de gatos a conectar a una misma bomba.

### CONTROLES:

- a) Que dispositivos de control hay.
- b) Como se instalan.
- c) Como se observan.
- d) Que indican las observaciones.
- e) Operación de acuerdo a lo que indiquen.

Los jefes de equipo y mecánicos deben tener los conocimientos generales siguientes:

- a) Como está planeado el sistema.
- b) Como están instalados, como se observan y que indican los



dispositivos de control.

- c) Como se manifiestan las posibles fallas de las partes del sistema y como corregirlas.
- d) Cuales son las partes de los diferentes accesorios del sistema y como se cambian.
- e) Funcionamiento y accionamiento de bombas y gatos.
- f) Medidas de emergencia en casos especiales.

Si el personal tiene los conocimientos básicos enumerados anteriormente, se puede asegurar que el proceso de deslizado será ejecutado, sin mayores problemas. Si no es posible contratar personal con la suficiente experiencia en el país, es recomendable recurrir a técnicos extranjeros pero nunca aventurarse con personal improvisado porque las consecuencias pueden llegar a ser desastrosas.

Si la contratación se efectúa con bastante anticipación a la puesta en marcha de la operación, es posible organizar cursillos impartidos por técnicos especializados para poder capacitar a obreros en la cantidad necesaria para poder llevar a feliz término la ejecución del deslizado.

## **2.5 DESMONTAJE**

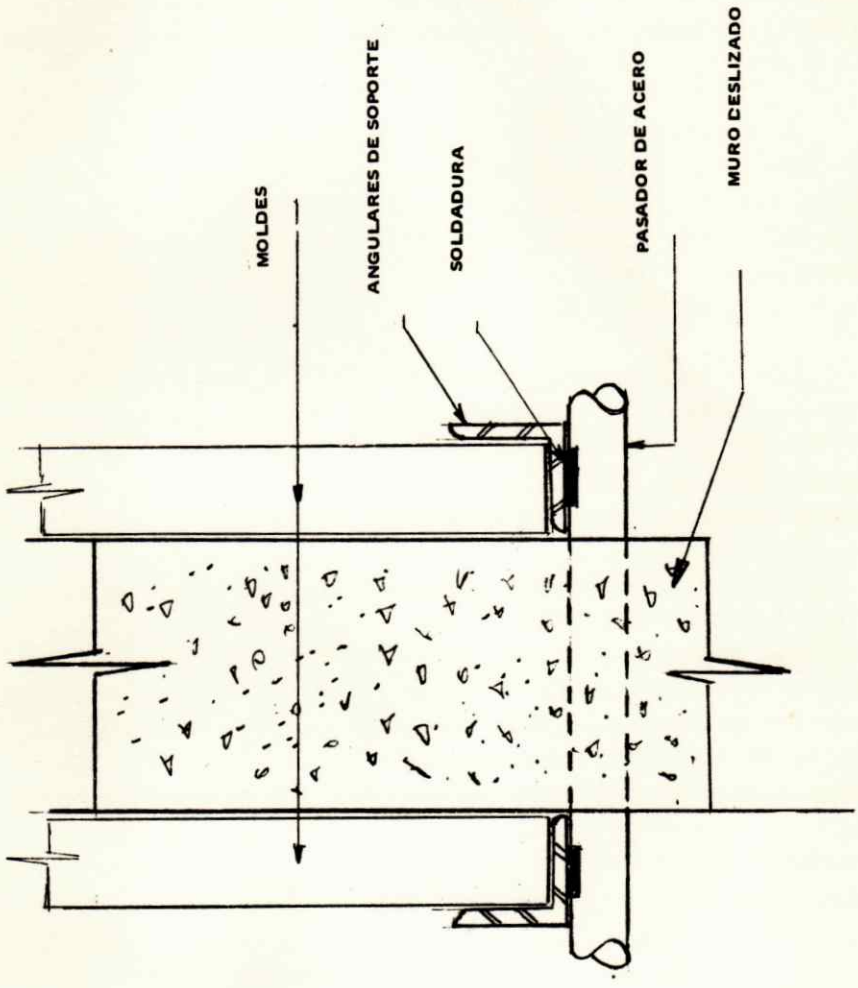
La operación de desmontaje del equipo es un punto que hay que considerar con la importancia que se merece. Hay que programar con suficiente anticipación el sistema a utilizar para el desmontaje y la organización del mismo. Hay dos factores básicos que inciden en la necesidad de su pronta ejecución:

a) El equipo corrientemente es arrendado, y existe una parte de la renta que se aplica directamente al tiempo de devolución del mismo, este tiempo incluye el que toma el desmontaje, la limpieza, clasificación, embalaje y transporte hasta el puerto de despacho de todo el equipo, por lo tanto, cuando menor sea el tiempo empleado para desarrollar las operaciones anteriores, menor será la renta aplicada al alquiler, beneficio que redunda directamente en los costos de la obra.

b) Generalmente la plataforma de trabajo se utiliza al concluir el deslizado de los muros, como formaleta para las losas de tapa de las estructuras en cuestión, por lo que es importante proceder con el desmontaje del equipo, previo a cualquier otra operación de construcción, debido a que dicho equipo interfiere y obstruye en forma determinante el área.

Los puntos anotados arriba indican la necesidad de organizar muy cuidadosamente la operación. Adicionalmente hay que tomar en cuenta, que si no se lleva un control estricto pueden ocurrir daños al equipo por mal desmontaje, sobre todo en la tubería, con los consiguientes cargos al costo de la obra.

Como el equipo es el que soporta la cimbra y toda la estructura que ha servido para el deslizado, hay que construir un soporte que lo sustituya con seguridad antes de proceder con su desmontaje. El soporte más comunmente usado es por medio de pasadores, los cuales se colocan en la parte inferior de la cimbra, atravesando los muros, en esa forma, soportan los dos moldes. Con este sistema se debe tener cuidado de fijar las dos caras del molde en su parte superior, para evitar que al quitar los marcos, que son los que los mantienen en posición, se puedan abrir. Dicha sujeción se puede obtener por medio de pernos. Ver Figura No. 4.



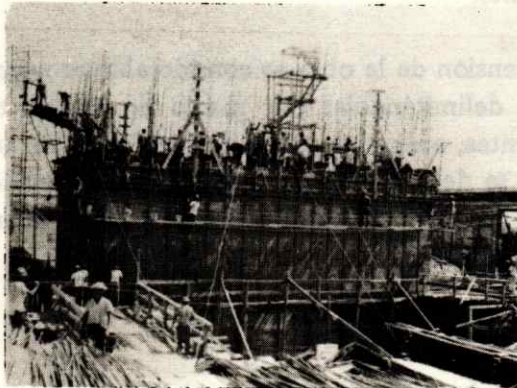


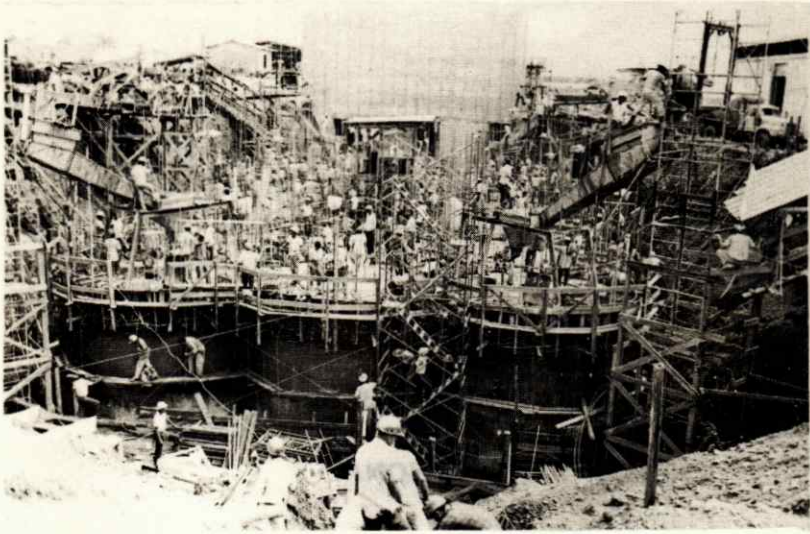
### CAPITULO III

#### PERSONAL

El presente capítulo tiene por objeto dar una idea general del personal necesario para llevar a feliz término un proceso de deslizado.

Con el fin de formar una idea gráfica de la cantidad de personal que participa en la ejecución de una obra por el método de formaleta deslizante, se inserta una fotografía del proceso de construcción de la planta para procesamiento y almacenamiento de granos construida en 1970 en la ciudad de San Pedro Sula, Honduras C. A. En dicha fotografía puede observarse la gran cantidad de obreros que se requirieron para su ejecución, en total, un promedio de 350 por turno de 12 horas c/u.





La característica del colado con el sistema de cimbras deslizantes es la uniformidad y continuidad de todas las operaciones. Las diferentes operaciones a realizar, a su vez, deben caracterizarse por una perfecta sincronización entre ellas, y por su pronta realización. Todo lo anterior, obviamente, demanda una planeación escrupulosa y una preparación detallada de las actividades.

La plataforma de trabajo durante el ascenso se asemeja a un hormiguero y a simple vista parece indicar una desorganización total, debido a las múltiples actividades que se deben desarrollar simultáneamente.

Si la extensión de la obra es considerable es necesario dividirla en secciones, delimitándolas por medio de marcas de pintura de colores diferentes, aplicadas sobre la plataforma de trabajo, en esa misma forma se debe dividir el personal, exceptuando al Ingeniero Jefe, porque la dirección de la operación debe estar solamente a cargo de una persona.

Es recomendable, que antes de comenzar la operación, se haga un ensayo lo más real posible, para que los obreros se familiaricen con la función a la que fueron designados.

Es común que las primeras horas después del arranque sean un poco desorganizadas, pero generalmente la operación se vuelve mecánica a las 4 ó 5 horas de trabajo, cuando ya todo el personal se encuentra identificado con el sistema, el ritmo de trabajo y su realización.

Todas las actividades deben simplificarse lo más posible, para evitar demoras y problemas en su ejecución. En virtud de la continuidad que exige el sistema, se trabajan las 24 horas del día. Con respecto a los turnos de trabajo, hay diferentes opiniones, pero lo más corriente y debido a la escasez de personal técnico, es dividir el día en turnos de 12 horas c/u, ahora bien si se cuenta con personal suficiente, lo más cómodo y descansado es hacer turnos de 8 horas c/u, esta última división debe ser tomada en cuenta sobre todo en climas difíciles, porque el trabajo al ser una operación continua convierte las jornadas sumamente agotadoras, sobre todo, al principio cuando el personal no está acostumbrado.

Los primeros días existe una fuerte deserción de personal, por lo que siempre hay que tener personal suplente y entrenado.

Para obtener el mayor éxito en el trabajo, se aconseja conservar siempre el mismo personal de cada turno, para todo el desarrollo de la construcción, y con la misma actividad a su cargo.

Si el período de duración del deslizado incluye Domingos o días festivos, hay que tener la previsión de reforzar los turnos con mayor



número de personal, sobre todo en las ramas de armadura, albañilería y peones, porque por experiencia se ha comprobado que en dichos días se produce un alto grado de inasistencia, lo cual puede producir trastornos de consideración a la buena marcha del sistema.

A continuación daremos en forma general una lista del personal necesario en cada uno de los turnos, para la ejecución del proceso. Por supuesto el número del mismo se determina de acuerdo a los requerimientos de cada obra.

I.- Personal no especializado

- 1.- Cuadrilla para descarga del concreto de los medios de producción a las torres elevadoras.
- 2.- Cuadrilla de descarga del concreto de las tolvas de recepción en la plataforma de trabajo a los medios de transporte para su distribución. (Generalmente carretillas de mano.)
- 3.- Cuadrilla de distribuidores de concreto, normalmente carretilleros.
- 4.- Cuadrillas de vibradoristas.
- 5.- Cuadrilla de limpieza constante de la plataforma de trabajo.
- 6.- Cuadrilla de albañiles encargados del resane y acabado de los muros interior y exteriormente.
- 7.- Cuadrilla encargada del suministro de los materiales

necesarios para el acabado y resane de los muros.

- 8.- Cuadrilla de armadores en la plataforma de trabajo.
- 9.- Cuadrilla encargada de la clasificación y suministro del acero de refuerzo a los armadores.
- 10.- Cuadrilla de carpinteros en la plataforma de trabajo.
- 11.- Cuadrilla encargada del suministro de materiales y piezas prefabricadas de madera a los carpinteros.
- 12.- Electricistas en la plataforma de trabajo y al pié de la estructura.
- 13.- Soldadores en la plataforma de trabajo y al pié de la estructura.
- 14.- Mecánicos en la plataforma de trabajo y al pié de la estructura.
- 15.- Servicios de enfermería en la plataforma de trabajo y al pié de la estructura.
- 16.- Cuadrillas para la elaboración de concreto, necesarias si éste es elaborado en la obra.
- 17.- Laboratoristas en concreto en la plataforma de trabajo y al pié de la estructura.

II.- Personal especializado:

- 1.- Cuadrilla para control de gatos.

- 2.- Cuadrilla para vigilancia de avance y limpieza de guías.
- 3.- Cuadrilla para control de niveles y de alineación de la cimbra.
- 4.- Operadores de bombas hidráulicas.
- 5.- Cuadrilla para el acoplamiento de barras de carga.
- 6.- Cuadrilla encargada del suministro de las barras de carga a la plataforma.
- 7.- Mecánicos especializados en equipo de deslizado.

El número del personal técnico director de las diferentes operaciones que tienen que desarrollar las cuadrillas anteriores, así como los capataces de las mismas, se debe determinar como se dijo anteriormente de acuerdo a cada obra en particular. Hay que tomar en consideración que generalmente el período de duración de un proceso de deslizado es bastante corto por lo que se recomienda no tener limitaciones con respecto al personal director.



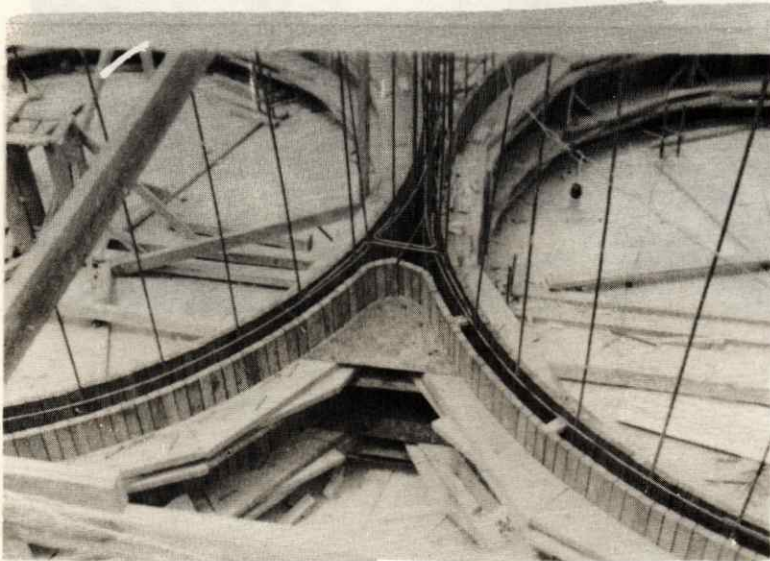
## CAPITULO IV

### FORMALETA DESLIZANTE

#### 4.1 FABRICACION

La perfecta construcción de la formaleta deslizante, es sin duda alguna el factor más importante para lograr un deslizado sin problemas.

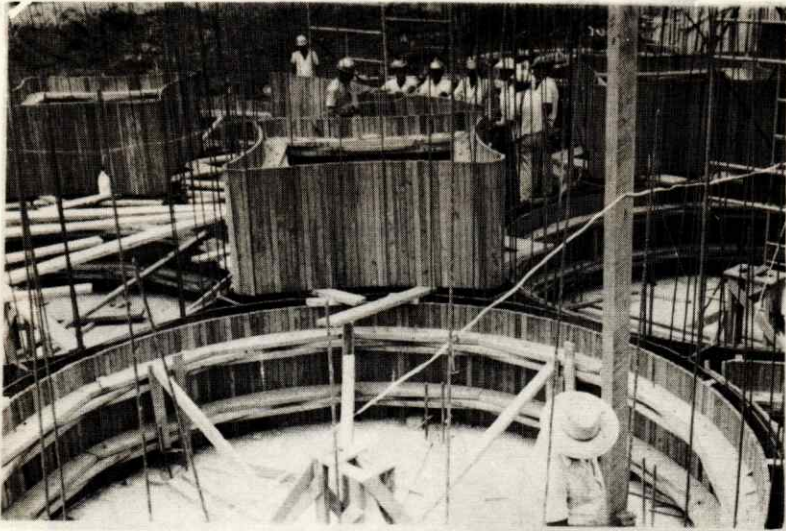
En la generalidad de los casos la formaleta es construida de acuerdo a las figuras siguientes:



CAPITULO IV  
FORMALETA DESLIZANTE

FABRICACION

La primera construcción de la formleta deslizante, es sin duda



La cimbra deslizante debe ser diseñada para soportar las siguientes cargas: a) La presión lateral ejercida por el concreto fresco, b) Las fuerzas verticales y posibles fuerzas de torsión resultantes de las diferentes cargas aplicadas en las plataformas de trabajo y c) La fricción del concreto en las formaletas.

La presión lateral producida por el concreto fresco y que se aplica directamente al diseño de la cimbra, puede ser calculada por medio de la siguiente fórmula:

$$p = c + \frac{6000 R}{T}$$

En la cual:

c- 100 (Constante)

Presión lateral en libras por pié cuadrado.

R- Velocidad de colocación del concreto, en pies por hora.

T- Temperatura del concreto en la formaleta en grados Fahrenheit.

En el caso general de formaletas deslizantes la constante "c" se toma igual a 100 cuando la vibración es bastante ligera, lo cual es posible debido a que el concreto se va colocando en capas delgadas de 6" a 10" de espesor y porque no hay necesidad de revibración. En estructuras para fines muy especiales como depósitos para almacenamiento de agua, etc., es necesario aplicar una vibración más fuerte para lograr una mayor densidad del concreto. En tales casos la constante "c" debe ser incrementada a un valor de 150.



El diseño de la formaleta y sus piezas de complemento debe ser ejecutado por un Ingeniero con suficiente capacidad y experiencia en cimbras deslizantes. Este mismo Ingeniero debe elaborar, antes de proceder con su construcción, planos detallados, mostrando las diferentes piezas componentes de la cimbra, la distribución de los clavos o de los pernos según sea el caso para la unión de las cerchas, la posición y dimensiones de las placas metálicas rigidizantes etc. Estos planos deben incluir todas las planillas de materiales exactamente detalladas para no tener problemas en el suministro y prefabricación dentro de los períodos programados para su respectiva ejecución, aspecto sumamente importante en un proceso de construcción con cimbra deslizante.

#### LA CIMBRA O MOLDE:

Puede construirse de los materiales siguientes:

- a) de madera sólida con un mínimo de 1" de grueso (Gralmente machihembrada;
- b) de triplay marino de 3/4"
- c) de planchas de metal de calibre 10

Lo más económico en nuestro medio es fabricar el molde con duelas de machihembre de madera de pino o conacaste de 1" de grueso como mínimo y con un ancho no mayor de 4", dependiendo las dimensiones anteriores de la forma de la estructura a la que deban adaptarse. ( El grueso de las mismas también lo determinan el uso para el que se ha programado la cimbra, es decir, si el molde se va a utilizar varias veces ó en una estructura muy alta, la acción de la fricción con el concreto lo desgasta, reduciendo en esa forma su

resistencia, por lo que hay que emplear en estos casos duelas más gruesas que las que determina el diseño estructural).

El alto del molde depende de la velocidad de deslizado requerida y del tiempo necesario para que el concreto tenga la resistencia suficiente para soportarse él mismo a la salida de la cimbra sin deformarse. La altura mínima para lograr la segunda condición anterior es de 3 1/2 pies, la más comunmente usada es de 4 pies. Moldes con más altura son usados cuando por las condiciones de la estructura, es necesaria una valocidad de deslizado mayor.

Es recomendable que la altura del molde exterior tenga en el extremo superior unas 6" más que el interior, funcionando como un tope para evitar que el concreto o cualquier otro material caiga facilmente hacia afuera de la cimbra, con el consiguiente peligro para los obreros que trabajan en el andamio exterior, y el desperdicio de concreto. Ver fig. No. 1.

Cuando los moldes son contruidos de madera y como en el proceso de deslizado los mismos están en continuo contacto con el concreto fresco, la madera debe ser impregnada con alguna sustancia resinosa para disminuir en esa forma la absorción de agua, condición que provoca:

- a) Aumento de volumen de la madera, lo cual puede llegar a deformar la cimbra.
- b) Ablandamiento de la madera, situación favorable para el desgaste por fricción.

Lo más económico y práctico para disminuir dicha absorción, es

sumergir las duelas como mínimo 72 horas en aceite diesel. Este tiempo puede reducirse a unas tres horas cuando es posible hervirlas en dicho aceite.

Como el tratamiento anterior no es definitivo hay que tomar la precaución al armar el molde, es decir, al unir las duelas entre sí y clavarlas a las cerchas, de dejar una holgura entre una y otra de 1/8" como mínimo. Si la anterior previsión no se toma en cuenta se corre el riesgo al presionarse las duelas entre sí, tiendan a desclavarse de las cerchas por el hinchamiento debido a la absorción de agua.

#### LAS CERCHAS:

Son las que sirven para darle la forma requerida a los moldes, por lo tanto, deben construirse con la rigidez y resistencia necesaria para poder soportar:

- a) La presión lateral del concreto fresco.
- b) El peso de toda la formaleta incluyendo la obra falsa y la fuerza de fricción, sin deflexionarse más allá de los límites permisibles.

Cuando la separación entre gatos es alrededor de 10 pies, las cerchas deben embreizarse entre sí, para actuar como armaduras verticales en los claros libres.

También se debe colocar una pieza de madera vertical entre la cercha superior y la inferior en cada punto de apoyo de los gatos, con el objeto de transmitir la fuerza que ejercen las piernas de los marcos en tales puntos.



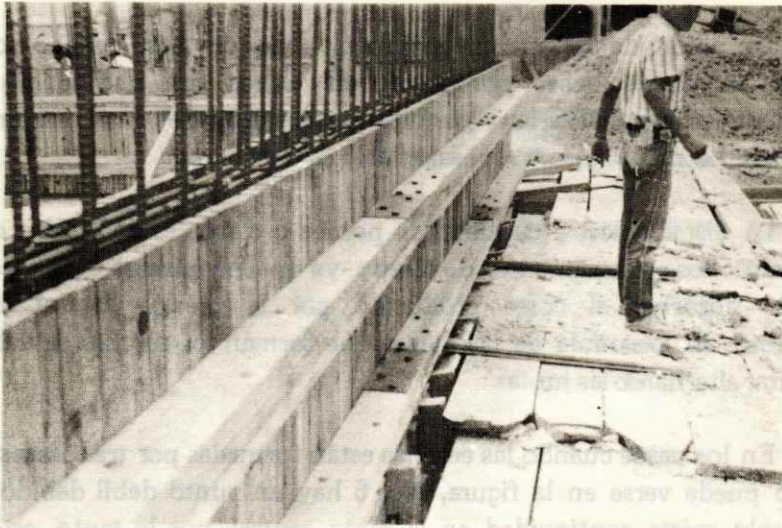
La dimensión mínima permitida en el ancho de las cerchas, es de 4 1/2" en estructuras circulares, tales como silos.

La unión de las piezas que forman las cerchas, cuando son varias, se puede hacer por medio de clavos con una longitud suficiente para atravesarlas y permitir aún ser doblados en el extremo opuesto. Lo más seguro y recomendable es usar pernos.

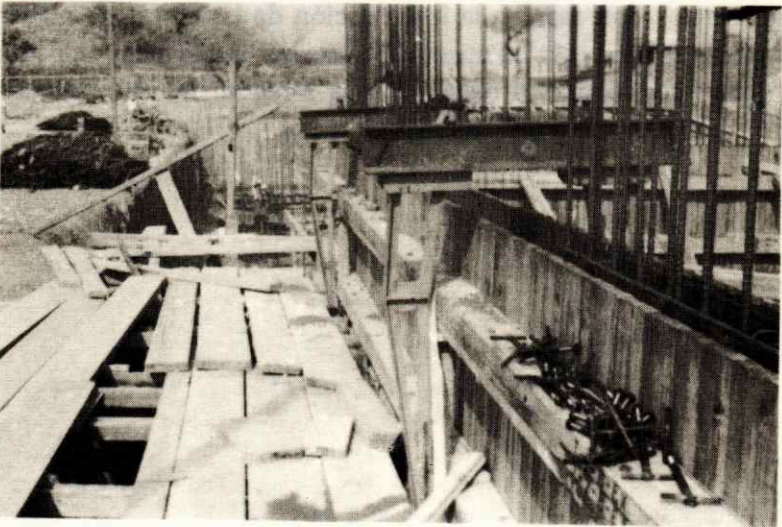
La distribución y cantidad de pernos o clavos se determina de acuerdo a los requerimientos de diseño, ya que los mismos tienen por objeto absorber el corte producido por la presión lateral del concreto. El ensamble de las piezas que forman las cerchas se debe ejecutar alternando las juntas.

En los casos cuando las cerchas están formadas por tres piezas y como puede verse en la figura, No. 5 hay un punto débil debido a que sólo existe continuidad en la pieza central, por lo tanto, estos puntos deben ser reforzados adecuadamente y la mejor forma de hacerlo es por medio de placas metálicas de un espesor y tamaño tal, que restituya con margen la interrupción de las piezas de madera. Estas piezas se fijan con los mismos pernos que sirven para unir las de las cerchas por lo que al determinar la longitud de los mismos es preciso diseñar primero las planchas de metal.

La dimensión máxima permitida en el ancho de las cerchas es de 4'30" en estructuras circulares, tales como aljibes.



En la parte superior de la cercha se coloca una capa de concreto que se compacta con un rodillo. La mejor forma de hacerla es por medio de placas metálicas de un espesor y tamaño tal.



Otro detalle muy importante en la fabricación de la formaleta para lograr que deslice con facilidad, es darle una pequeña inclinación en sentido convergente hacia su parte superior, es decir, la parte superior de la formaleta tendrá una dimensión un poco menor que el espesor de pared especificado y la parte inferior será un poco mayor. En esta forma la dimensión exacta del espesor de pared requerido se logrará más o menos a la mitad de la altura del molde y estará completamente libre en la parte inferior del mismo, por lo que el concreto en proceso de fraguado no tiene contacto con la formaleta. La cantidad de inclinación no se encuentra muy bien establecida, pero en la práctica corriente se le dá un pendiente a los moldes que oscila entre 1/8" a 1/2" en 4 pies de altura. También en algunos casos cuando las condiciones de diseño ó arquitectónicas así lo requieran, solo se le dá inclinación al molde interior, dejando el exterior vertical.

La convergencia de los moldes se logra colocándole a la cercha superior un alza del espesor requerido. En la práctica lo que se hace normalmente es adicionarle a dicha cercha una tira continua de plywood en la cara que estará en contacto con las duelas. (Ver Fig. No. 1)

Para armar los moldes es necesario dibujar plantillas a escala natural. La solución anterior permite hacer previamente todos los ajustes correspondientes y proceder al ensamble, por medio de clavos primeramente, de las piezas que forman las cerchas. Unidas las piezas hay que pulir perfectamente la superficie que estará en contacto con las duelas, para garantizar el ajuste de las mismas.

El siguiente paso es dividir las cerchas en secciones de tamaño conveniente para su manipuleo, numerelas y clasificarlas para que se puedan identificar fácilmente en el momento de su montaje. Es



necesario que esta fase de la operación sea también perfectamente supervisada para evitar confusiones y errores durante su erección.

Es recomendable que durante el armado de las cerchas se lleve un control muy escrupuloso del mismo, por ser esta operación de la que dependen todas las siguientes.

#### **MONTAJE:**

Al fundir la cimentación que soportará la estructura a deslizar, es muy importante para la perfecta localización de las paredes verticales y columnas y también para facilitar la colocación del acero de refuerzo manteniendo los recubrimientos especificados, armar una cercha sobre la capa superior del refuerzo de la cimentación fijándola perfectamente y en tal forma que el espesor de dicha cercha sobresalga de la superficie de concreto terminado, de manera que al efectuar el colado y en la localización de las paredes verticales y columnas llenar con concreto hasta la parte superior de las cerchas, de esa manera quedarán en la losa de cimentación las partes sobresalientes y que corresponden exactamente a la localización del arranque de los elementos verticales a deslizar, facilitando enormemente el montaje de la cimbra porque se tiene una base sólida para el apoyo de la misma, así como el replanteo del trazo.

Otra previsión importante que se debe tener en cuenta al colar la cimentación es dejar perfectamente localizados los ejes en cada uno de los diferentes ambientes a deslizar, porque al tener el molde colocado es sumamente difícil e inseguro colocar y chequear dichos ejes.

El orden del montaje de la cimbra debe ser como sigue: primero se trasladan los moldes interiores de todos los ambientes a su

respectivo lugar de acuerdo a la clasificación que se debió efectuar en el momento de su construcción es decir, que se debe proceder primero con el montaje de los costados interiores. Al haberse ejecutado dicho montaje es necesario para evitar que haya adherencia, entre el molde y el concreto, engrasar perfectamente toda la superficie que estará en contacto con el mismo, facilitando en esa forma el arranque del deslizado, el cual se debe comenzar al tener el molde lleno de concreto. En todo caso no debe exceder de 2 1/2 a 3 horas para evitar que el molde se pegue al concreto a pesar de la grasa colocada.

Al tener todos los moldes interiores, perfectamente alineados, centrados, nivelados y totalmente arriostrados, no olvidando el desplome (muy importante,) se debe proceder a colocar el acero de refuerzo horizontal hasta la altura de la cimbra, pudiéndose dejar el vertical a más altura, lo cual no interfiere con el proceso. El paso siguiente es proceder con el montaje de los costados exteriores. No hay que olvidar que se les debe colocar grasa gruesa previamente. Al fin de obtener las medidas de separación y el desplome requeridos de los costados, se deben usar separadores, los cuales se pueden construir de diversos materiales, pero lo más común es fabricarlos de madera. Dichos separadores deben ser removidos con cuidado, antes de dar comienzo con la operación de deslizado.

Se debe llevar una nivelación constante de los moldes durante todo el período de montaje de la cimbra.

Es importante hacer notar que el ensamblaje de todos los segmentos de la cimbra no es una tarea sencilla, debido al poco espacio que normalmente existe en el área de montaje, lo que dificulta enormemente el manipuleo, por lo tanto, es necesario tener un número suficiente de tirafuertes los que ayudan en forma



deslizadas son las siguientes: puertas y ventanas, vigas de entre pisos, llaves con dovelas generalmente para anclaje de paredes intermedias en los diferentes niveles y que no fué posible su deslizado integral con toda la estructura. Las dovelas se deben doblar dentro de sus cajas para ser enderezadas posteriormente.

A fin de vigilar y facilitar la colocación de todos los recesos y artículos incrustados se recomienda hacer planos de cortes en elevaciones de todos los pisos y de todos los muros a deslizar, mostrando claramente todos los recesos y artículos incrustados, perfectamente dimensionados y ubicados.

También es recomendable hacer tabulaciones complementando los cortes en elevación anteriores indicando los niveles en los que serán colocados durante el proceso, con excepción del acero de refuerzo. Los artículos incrustados deberán arreglarse en forma sucesiva y de acuerdo a su elevación.

Para fijar exactamente las elevaciones para las vigas, etc., se recomienda colocar postes verticales de madera de 4" por 4" a lo largo de toda la altura del edificio.

Todos los cajones para los recesos y los artículos incrustados deben ser fijados perfectamente al acero de refuerzo.

Los planos de cortes en elevación mencionados anteriormente deben ser elaborados y chequeados cuidadosamente y con suficiente anticipación para poder construir y clasificar perfectamente todas las cajas necesarias.

#### **REDUCCION DEL ESPESOR DE LAS PAREDES:**

En algunas estructuras y por condiciones de diseño, las paredes



disminuyen de espesor en diferentes etapas en su altura.

El procedimiento en éstos casos es el siguiente: Cuando la parte superior de la cimbra llega a la cota que indica cambio de espesor, se debe parar la ascensión, llenar la cimbra de concreto y cuando esta operación se concluye, se continúa la ascensión sin colocar concreto y hasta que el molde queda libre. En esta etapa se desarma el molde limpiándolo perfectamente y engrasándolo de nuevo y se vuelve a colocar en su nueva posición. También es posible insertar piezas de relleno en las caras interiores del molde. Cuando la reducción en espesor es solo en una de las caras, las barras de carga ya no quedan en el centro de los muros al cambiar el espesor, y por lo tanto la carga aplicada a los marcos metálicos que soportan a los gatos hidráulicos es excéntrica, situación que debe ser balanceada. Una forma corriente de corregir dicha excentricidad, es colocando camisas de tubo de un diámetro tal que las barras de carga puedan ser colocadas en su interior, dichas camisas deben quedar por lo menos un metro ancladas dentro del concreto y colocadas en una posición que al efectuarse la reducción de espesor queden centradas en los muros y paralelas a las barras de carga en uso. Al corregir el molde al nuevo espesor, se colocan barras de carga dentro de las nuevas camisas y se trasladan los gatos a esta nueva posición. El problema de la solución anterior es que hay que decidir si se rescatan las barras de carga originales con la pérdida de tiempo que esta operación implica ya que el rescate se debe hacer hasta que los gatos hidráulicos estén en su nueva posición, o se pierde la barra de carga. Cuando las barras de carga se utilizan como refuerzo de la estructura, no hay problema.

Es recomendable que antes de decidir una reducción de espesor en los muros, en las formas antes mencionadas, hacer un estudio económico de la operación. Generalmente y cuando se trata de muros de espesor normal, el ahorro en volúmen de concreto no

compensa el trabajo de modificar el molde y el tiempo perdido por la interrupción de la operación de deslizado.

#### 4.3 CONTROLES DURANTE EL PROCESO

La operación de deslizado debe ser conducida con suficiente cuidado para mantener las tolerancias especificadas o necesarias de la estructura terminada. Las tolerancias recomendadas por el ACI Committes 347, son las siguientes: la variación de espesor de los muros debe ser limitada a más o menos  $3/8''$  para paredes hasta  $8''$  de espesor, o más o menos  $1/2''$  para paredes con espesores mayores de  $8''$ . La desviación de cualquier punto deslizado medido en un plano horizontal con respecto a la proyección de su correspondiente punto de referencia en la base de la estructura, no debe exceder de  $1''$  por cada 50 pies de altura. ACI Committes 313 recomienda tolerancias más restrictivas para la construcción de tolvas de concreto verticales para almacenamiento.

El objeto del control de la forma durante el proceso, es para lograr una trayectoria recta y a plomo, libre de esfuerzos no considerados evitar que las dimensiones de diseño se alteren y prevenir movimientos torsionales. El primer paso para lograr los objetivos anteriores, es haber ejecutado todas las operaciones previas, con la suficiente precisión y arrancar la operación con la formaleta perfectamente nivelada.

Los controles de la cimbra durante el proceso se reducen a:

- a) Control de su nivel
- b) Control de la alineación y verticalidad de la estructura.

c) Control continuo de la altura de la estructura.

a) CONTROL DEL NIVEL DE LA CIMBRA

Este puede ser ejecutado por medio de las siguientes formas:

- 1.- Por medio de las barras de carga
  - 2.- Por medio del principio de vasos comunicantes.
  - 3.- Por medio de plomadas.
  - 4.- Por medio de medidas verticales, desde puntos fijos.
  - 5.- Por medio de nivelaciones, usando nivel de trípode.
- 1.- Por medio de las barras de carga:

Para este propósito se utilizan las abrazaderas de tope, las cuales pueden ser suministradas con todo el equipo. El procedimiento es el siguiente: momentos antes de dar principio con el deslizado, se hacen unas marcas perfectamente niveladas en todas las barras de carga, a una distancia tal que sea múltiple de un número entero de desplazamientos de los gatos, la distancia más usada es de 30 cms. (12") porque generalmente los gatos están calibrados para avanzar 1" por cada impulso, y la velocidad promedio normal es de una pulgada cada 5 minutos, por lo que los gatos alcanzarían a las abrazaderas cada hora. En ésta forma y efectuando una vigilancia continua es posible determinar los puntos en los cuales los gatos se encuentran rezagados, provocando los correspondientes desniveles.



## 2.- Aplicando el principio de los vasos comunicantes.

Esta forma de control consiste en la construcción y colocación de un depósito, al cual se le puedan acoplar mangueras en el fondo o lateralmente pero siempre lo más bajo posible. Dicho depósito se coloca en la posición más cercana al centro de la plataforma de trabajo, fijándolo a la misma perfectamente nivelado, efectuada ésta operación, se procede a acoplarle las mangueras, que de preferencia deben ser plásticas, blancas y transparentes, el diámetro no tiene mayor importancia. Dichas mangueras deben tener las longitudes necesarias para llegar a los puntos determinados para el control de nivel.

Los puntos de control de nivel, es recomendable que no estén separados entre sí, una distancia mayor a los 10 mtrs., en dichos puntos se colocan postes de madera de 4" por 4" de sección como mínimo, en forma vertical y perfectamente afianzados a la cimbra, de tal manera, de no permitirles ningún movimiento, aún al ser golpeados, la altura de los mismos debe ser alrededor de los 5 pies. Las mangueras se colocan en la cara más visible de los postes, fijándolas a ellos por medio de abrazaderas y en tal forma que su extremo superior esté unos 20 cms. más alto que el borde superior del recipiente central. Antes de iniciar el ascenso, se llena el recipiente central con agua, preferiblemente coloreada, con el objeto de volverla más visible dentro de las mangueras transparentes. El nivel del agua se calibra a una altura exacta y entera con respecto al nivel de la cimbra y a la base de la estructura a deslizar. Se chequean todos los niveles del agua en las mangueras, para verificar, como debe suceder, por el principio de vasos comunicantes, que todas tengan el nivel de agua idéntico al del recipiente central. Habiendo verificado los niveles, se procede a marcar en forma inborrable y visible, dicho nivel en todos los postes, de tal forma que con simples observaciones durante el proceso se puede determinar si existen desniveles en la cimbra.

### 3.- Por medio de plomadas:

Las plomadas sirven, tanto para determinar desniveles en la cimbra, como para vigilar la verticalidad de los diferentes elementos de la estructura. Los puntos de colocación de las mismas deben ser perfectamente determinados, por el Ingeniero experimentado, que tiene a su cargo la operación. Deben colocarse plomadas en el lado exterior como en el interior de los muros. Estas normalmente se suspenden de las cerchas, cuidando que no tengan ninguna interferencia con los andamios colgantes o con cualquier otra estructura de arrastre, de tal manera que su trayectoria sea libre y uniforme.

El peso que deben tener, es de aproximadamente 25 lbs. Estas pueden ser fabricadas en la obra, de las siguientes formas:

- a) Utilizando cilindros de prueba de concreto ya fallados.
- b) Utilizando segmentos de tubo redondo de 4" de diámetro llenos de concreto.
- c) Soldando concéntricamente segmentos de acero de refuerzo sobrante.

Las plomadas pueden suspenderse utilizando alambre de construcción cuidando que éste tenga la longitud requerida para cubrir toda la altura de la estructura más unos 10 mtrs. adicionales. El hilo de suspensión debe enrollarse en un carrete adecuado que permita fijarlo a la cimbra perfectamente y que sea de fácil maniobra para poder ir desenrollando el hilo conforme sea necesario, además debe tener un dispositivo para poder fijar el hilo. Es conveniente que las plomadas estén sumergidas por lo menos en agua, pero



preferiblemente en aceite, al pié de la estructura, para este fin se pueden usar toneles vacíos de 54 galones. Con esto se restringen en un buen porcentaje las oscilaciones y en esta forma se logra obtener lecturas más exactas de los posibles movimientos de la cimbra. Para el control y lectura de las plomadas se debe utilizar personal adiestrado previamente para tal propósito, con el objeto de que sus informes sean de confianza, debido a que durante el proceso y cuando la estructura ya tiene bastante altura, es muy difícil la comunicación directa, entre inspectores de plomos y los encargados del control en la plataforma de trabajo. Para llevar un record de los movimientos de la cimbra detectados a través de las plomadas, se utilizan hojas de control con columnas verticales, en las cuales deben estar perfectamente identificadas todas las plomadas, así como, los nombres de los encargados de su control, la hora y fecha de cada lectura, y una columna en la cual se anotan las desviaciones absolutas que hayan podido suceder, ésta columna es la que se utiliza para efectuar las correcciones respectivas.

La forma de efectuar las lecturas es muy simple y se reduce a lo siguiente: cuando la cimbra se ha elevado lo suficiente para permitir que las plomadas tengan una caída libre, altura que normalmente es de 1.00 mt., se suspende el ascenso el tiempo suficiente para correr una nivelación de los puntos de colocación de las plomadas, para comprobar su buena posición, efectuado lo anterior se procede a tomar la primera lectura, en presencia del Ingeniero encargado de la operación, con el objeto de evitar en lo posible los errores, ya que esta lectura es la que sirve de término de comparación con las subsiguientes. Las lecturas posteriores se limitan a medir la distancia que existe entre el hilo de suspensión a la altura de la primera lectura y el muro deslizado. Es recomendable que las lecturas se efectúen por lo menos cada 10 minutos, y que todas sean reportadas a la caseta de control, aunque no exista variación.



#### 4.- Por medio de medidas verticales desde puntos fijos:

Para poder efectuar esta forma de chequeo, es necesario que la cimbra no tenga movimiento, por lo que éste se utiliza siempre combinado con una forma continua de chequeo y solamente como comprobación.

El sistema consiste en predeterminar puntos fijos y de fácil acceso en la base de la estructura y en la cimbra, si es posible si no sobre la plataforma de trabajo, en número suficiente y de preferencia ubicados en líneas paralelas y en pares, es decir, uno frente a otro.

Como en el caso de las plomadas, cuando la cimbra ha tomado cierta altura, se suspende la ascensión, se nivela perfectamente la plataforma para comprobar su correcta posición y se procede por medio de una cinta métrica metálica a medir la distancia vertical, auxiliándose para ello con plomadas, entre los puntos previamente determinados en la cimbra o en la plataforma y la base de la estructura, este procedimiento se repite las veces que el Ingeniero residente, lo considere necesario, y como regla general debe hacerse todas las veces que la cimbra se detiene por cualquier otra circunstancia. Como se sobrentiende la forma de detectar los desniveles, es por comparación de los incrementos de las diferentes lecturas, con los incrementos de la primera lectura.

La forma de llevar record de las lecturas es por medio de un diagrama en el que se ubican todos los puntos de control perfectamente identificados y en otra hoja se les asigna una columna vertical a cada punto con su respectiva identificación, la primer columna vertical se utiliza para anotar la hora y fecha de cada lectura, y éstas a su vez se anotan bajo su respectiva columna. Las variaciones se determinan por simple observación.

Este sistema de control se utiliza siempre que el deslizado se efectúa por etapas, pero nunca como se dijo anteriormente como el único sistema.

5. Por medio de nivelaciones, usando nivel de trípode:

Este sistema de control no necesita de explicación alguna, ya que su ejecución es obvia, lo único que se debe mencionar es que, al igual que el sistema anterior, es necesario que la cimbra se encuentre sin movimiento, por lo que se considera como un sistema auxiliar de control. Es recomendable correr una nivelación cuando menos una vez cada 8 hrs. de preferencia cada 4 hrs.

b) CONTROL DE LA ALINEACION Y VERTICALIDAD DE LA ESTRUCTURA

La alineación y verticalidad de la estructura, debe ser chequeada por lo menos una vez cada 8 hrs. de movimiento y preferiblemente cada 4 hrs. En trabajos donde el deslizado se ejecuta por etapas, se debe chequear siempre la alineación y la verticalidad al principio de cada etapa.

La verticalidad de la estructura como se mencionó anteriormente puede ser chequeada por medio de plomadas.

La verticalidad también puede ser chequeada con tránsito, utilizando para el efecto tarjetas pintadas con pintura reflectiva en puntos estratégicamente localizados en la formaleta, contra tarjetas correspondientes en la base de la estructura.

c) CONTROL CONTINUO DE LA ALTURA DE LA ESTRUCTURA

El control constante de la altura de la estructura, es una



operación muy importante en todo proceso de deslizado, porque como es obvio, cualquier error en su determinación, equivoca la colocación de todos los elementos que se deben dejar empotrados a alturas definidas durante todo el desarrollo, tales como: recesos para vigas, para puertas y ventanas, anclajes para muros, etc. Lo anteriormente expuesto obliga a utilizar medios seguros para la determinación de la altura de la estructura en cualquier momento.

Las formas o métodos más comunmente usados, son tres:

a) Por medio de una cinta metálica, perfectamente a plomo, que su origen se fija en un lugar de cota bien definida, en la base de la estructura, y el carrete en la plataforma de trabajo en forma que la cinta pueda desenrollarse a medida que la cimbra se eleva. El mejor punto de ubicación, cuando se utiliza el sistema de vasos comunicantes para el control del nivel de la cimbra, es exactamente en la vertical que pasa tangente al recipiente central, en esa forma siempre se conocerá la cota del nivel de agua, y se puede determinar la altura de todos los puntos donde se encuentran las bocas de las mangueras.

b) Marcando elevaciones determinadas en las barras de carga e ir continuamente adicionando en forma acumulada todas las medidas efectuadas. Este método es susceptible de pequeños errores que pueden ser provocados por pandeos de las barras.

c) Por medio de postes de madera, que se van uniendo a medida que avanza la cimbra, la ventaja de este sistema es que es posible marcar visiblemente las cotas de importancia.

#### **4.4 DESMONTAJE**

El desmontaje de la cimbra deslizando es una operación que al igual que todas las operaciones anteriores debe ser muy bien planificada, para evitar riesgos a los obreros y pérdida de tiempo y



dinero.

Es muy usual que la plataforma de trabajo sea aprovechada como formaleta para la losa de cierre de las estructuras, para lo cual ésta debe ser previamente diseñada para soportar la carga muerta adicional, correspondiente al concreto de dicha losa. Como la plataforma se apoya en la cimbra deslizante, no es posible ejecutar el desencofrado de la misma sino hasta que la losa final tiene el tiempo suficiente de fraguado para autosoportarse.

Como se dijo en el capítulo anterior, cuando la cimbra llega a su altura final, y la operación de elevación se ha parado, el peso de la formaleta, andamios, etc., es transferido de las barras de carga a los muros de la estructura. Esto es generalmente logrado por medio de pasadores que se incertan en agujeros dejados en los muros para ese propósito, ubicados debajo de las piezas que forman las cerchas. Estos puntos de carga deben ser cuidadosamente planificados para evitar fallas de cualquier especie. Efectuada la operación de transmisión de cargas a los muros, se procede, en la forma que se explicó en el capítulo respectivo, al desmontaje del equipo.

Al hormigonar la losa terminal se debe tener la previsión de dejar agujeros ubicados estratégicamente, para poder colgar en ellos andamios para el desencofrado y al mismo tiempo utilizarlos para atravesar cables para soportar los segmentos de cimbra sueltos.

El costo de la labor de desencofrado y el costo del material usado, debe ser cuidadosamente investigado antes de decidir si se baja la formaleta cuidadosamente o simplemente se deja caer desde arriba.

Esta es una de las estructuras que más cuidado requiere para su diseño y construcción. Dadas plataformas como se ha mencionado con anterioridad, se apoyan directamente por medio de armaduras de metal o de madera, en la estructura de concreto, y tiene por función principal permitir la circulación de los chicos y personal técnico por toda el área de la construcción para poder desarrollar las operaciones de supervisión, control del concreto, vibrado del mismo, colocación del acero, etc.

## CAPITULO V

### OBRAS FALSAS

Cuando la plataforma de trabajo se va a utilizar como formata para la construcción de la estructura se debe tomar en cuenta para su diseño y construcción. Estas obras falsas se construyen en los lugares en los que se requiere el acceso a los andamios colgantes para la inspección y acabados y para la recepción del concreto. El acceso a ellas se vuelve muy difícil y peligroso si no se toman las precauciones necesarias para su construcción normal a seguir para el desmontaje, es necesario que se construyan para que se pueda tener el cuidado de ellas durante su uso. Las obras falsas pueden ser de concreto o de metal, se construyen para introducirse en las estructuras de concreto y se apoyan en los andamios para la elevación de cables o conductores. Es conveniente y para facilitar el desmontaje de la estructura se construyen dichas

- 1.- Plataforma de trabajo.
- 2.- Andamios colgantes para inspección y acabados.
- 3.- Caseta de control.
- 4.- Estructuras necesarias para la elevación del concreto.
- 5.- Estructuras para la recepción del concreto sobre la plataforma.
- 6.- Estructuras para la elevación de materiales.
- 7.- Estructuras para acceso a la plataforma de trabajo.

## 1.- Plataforma de trabajo:

Esta es una de las estructuras que más cuidado requiere para su diseño y construcción. Dicha plataforma como se ha mencionado con anterioridad, se apoya directamente, por medio de armaduras de metal o de madera, en la cimbra deslizante, y tiene por función primordial permitir la circulación de los obreros y personal técnico por toda el área de la construcción para poder desarrollar las operaciones de supervisión, colocación del concreto, vibrado del mismo, colocación del acero de refuerzo, de las partes empotradas, etc.

Cuando la plataforma de trabajo se va a utilizar como formaleta para la losa final de la estructura, se debe tomar en cuenta para su diseño, las cargas adicionales que en ese momento tendrá que soportar, siendo la más fuerte el peso muerto del concreto mismo de la losa. Esta debe ser construida previendo aberturas suficientes, ubicadas en los lugares de menor interferencia, para permitir el acceso a los andamios colgantes interiores. Las armaduras de soporte, deben ser diseñadas en tal forma que su desmontaje sea fácil y práctico, tomando en consideración que al estar fundida la losa final, el acceso a ellas se vuelve muy difícil y peligroso. El procedimiento normal a seguir para el desmontaje, es el siguiente: al fundir la losa final se debe tener el cuidado de dejar agujeros de tamaño adecuado en los extremos de las armaduras, los cuales cumplen dos funciones: La primera, permitir poder quitar el apoyo de unión entre la armadura y la cimbra deslizante, y la segunda para evitar que dichas armaduras al perder sus puntos de apoyo se desplomen, usándolos para la introducción de cables o cualquier otro tipo de aditamento, que sirva para soportar y bajar las armaduras ordenadamente. Es conveniente y para facilitar el desencofrado de la tarima propiamente dicha de la plataforma, utilizar las mismas armaduras,



suspendiéndolas a una altura del nivel de la losa, igual a la de un hombre y utilizando los registros que normalmente existen en éstas estructuras en la losa final para introducir madera con el objeto de construir un andamio provisional apoyado en las armaduras suspendidas, lo cual da comodidad y seguridad a la operación de desencofrado de la cimbra deslizante interior, de los andamios colgantes y por supuesto de la tarima que sirvió como plataforma de trabajo durante todo el deslizado, logrando al mismo tiempo sacar los materiales desencofrados por la parte superior, camino que es más cómodo para su disposición.

## 2.- Andamios colgantes para inspección y acabados:

Como su nombre lo indica, sirven para poder inspeccionar la forma y textura del concreto al salir de la cimbra, y en esa forma detectar cualquier anormalidad. En estos andamios es donde se localiza también, todo el personal de albañilería encargado del acabado de los muros.

La construcción de los mismos debe ser en forma sólida y segura, tomando en cuenta que no sólo se utilizan en el día, sino que también por las noches y que aunque exista suficiente iluminación artificial la visibilidad es más restringida.

Los andamios pueden tener diferentes formas y pueden ser de madera o de acero. A continuación y por medio de esquemas se detallan las dos formas más corrientes de andamios colgantes utilizados en diversas obras funcionando aceptablemente. Es más recomendable no importando su mayor costo en beneficio de la seguridad, el construido en acero.



### 3.- Caseta de Control:

En ésta como su nombre lo indica, es en la que se localizan todos los elementos de control, tales como, la central de bombeo, los instrumentos de control eléctrico, todas las piezas para repuesto del equipo, los elementos para intercomunicación, así como también, los planos de construcción de la estructura. Generalmente éste es el lugar en el que permanece constantemente el Ingeniero Director de la operación.

La localización de la caseta de Control, debe ser muy cercana al centro geométrico de la plataforma.

Para evitar que interfiera con el libre tráfico de los obreros en el área de su localización, es conveniente, construirla en un plano elevado, con la altura suficiente para permitir el paso debajo de ella. La posición elevada de la caseta permite adicionalmente otorgar al Director de la Operación, una visibilidad más clara sobre toda la plataforma de trabajo.

### 4.- Estructuras necesarias para la elevación del concreto:

El concreto puede ser elevado por diversas formas mecánicas, tales como grúas, bombas para concreto y torres. En nuestro medio, y debido a su factibilidad por motivo de su disponibilidad, hasta la fecha, solo se han utilizado torres elevadoras. Las grúas y bombas necesitan ser de gran potencia y en el caso de áreas de desplante extensas es necesario utilizar varias unidades de cada una, por lo que en nuestro país todavía no es posible hacerlo económicamente, por lo tanto, como se dijo anteriormente no hay otro recurso que utilizar torres elevadoras, éstas tienen la ventaja que pueden ser construidas de madera, si no es posible obtener torres desarmables metálicas, que



sin duda alguna son más convenientes. La localización de las torres debe ser perfectamente estudiada, tomando en cuenta la mejor distribución del concreto en la plataforma de trabajo, también hay que considerar los accesos para la descarga del concreto al pie de la torre.

Otro factor muy importante en la determinación de la posición de la torre es la orientación de los vientos, para evitar en lo posible la interferencia de éstos con la estructura que se va a deslizar. Si no se logra evadir dicha interferencia hay que seguir el procedimiento siguiente: Se ejecuta la erección de la torre con los vientos en su posición adecuada, y conforme la plataforma de trabajo se vaya elevando, los vientos que progresivamente vayan interfiriendo con la misma se sustituyen por otros que se fijan a la estructura ya deslizada.

Como observación práctica, es muy recomendable instalar un sistema de luces tipo semáforo en la plataforma de trabajo, al lado de la torre del elevador para indicar al encargado del malacate del mismo, que generalmente se encuentra a buena distancia del pie de la torre, cuando debe elevar el concreto y cuando no, este dispositivo es sumamente útil durante el trabajo nocturno.

La posición de erección de las torres debe ser perfectamente supervisada por una persona con experiencia, en términos generales hay que prestar especial atención a la base que servirá de apoyo a las mismas no debiendo nunca apoyarla sobre terreno de dudosa resistencia y tampoco muy próximas a excavaciones.

Otro aspecto importante que se debe tomar en cuenta es la verticalidad de su erección y la posición del malacate que accionará el cubo elevador, para no producir en la torre esfuerzos de torsión y

cargas excéntricas no consideradas. La verticalidad de las torres debe ser chequeada cuando menos una vez al día utilizando para ello un tránsito, debido a que los vientos pueden aflojarse por los esfuerzos producidos por el malacate.

#### 5.— Estructuras para la recepción del concreto sobre la plataforma:

Estas deben ser de preferencia de construcción metálica y con un dispositivo de compuerta de vaciado de fácil accionamiento, además como en el caso de la caseta de control se debe colocar a un nivel más alto que la plataforma de trabajo, para permitir el acceso de los medios de transporte del concreto debajo de la compuerta de descarga.

Las áreas donde se colocan las tolvas de recepción, deben reforzarse adecuadamente con gatos adicionales por ser puntos de mayor carga que el resto de la plataforma.

#### 6.— Estructuras para la elevación de materiales:

Los materiales que constantemente deben ser elevados a la plataforma de trabajo son en su mayoría los siguientes: acero de refuerzo, arena y cemento para los acabados, estructuras de madera para el bloqueo del concreto dentro de la cimbra y barras de carga.

La manera más económica y práctica que ha dado resultados aceptables aún en estructuras de 60 mts. de alto, es la utilización de poleas colocadas en la plataforma de trabajo y accionadas por tornos manuales al pié de la estructura, utilizando cable de manila de 3/4" de diámetro. El número de estos elementos de elevación de materiales es grande y se deben colocar en tal forma que el suministro de los materiales sea uniforme en todo el perímetro de la



estructura.

En estructuras de una altura mucho mayor de los 60 mts. debe de pensarse en otros medios de elevación de materiales, tales como, malacates pequeños accionados eléctricamente.

#### 7.- Estructuras para acceso a la plataforma de trabajo:

Lo ideal y que es utilizado normalmente en países de gran desarrollo económico es la utilización de elevadores mecánicos, para la transportación del personal.

Lo más corriente en nuestro medio, es la construcción de torres de madera con escaleras interiores, las cuales se destinan unas para el ascenso y otras para el descenso. También existen escaleras metálicas prefabricadas, las cuales tienen las ventajas sobre las de madera, de ser más seguras, más livianas y que se pueden ir instalando conforme progresa el ascenso de la estructura con lo cual se obtiene la ventaja de poder ir fijándola a la misma.

Nunca debe ser permitido subir ó bajar personal en los cubos elevadores de concreto, por los riesgos de cualquier falla tanto del cable, como del malacate. La utilización de las escaleras tanto para subir, como para bajar, debe ser una operación controlada, porque la experiencia ha enseñado que a las horas de cambio de turno, todos los obreros que bajan como los que suben, tienen la tendencia de hacerlo en forma desordenada y al mismo tiempo, con lo cual se sobrecargan peligrosamente las torres utilizadas para el efecto. Estas torres deben ser dotadas de suficiente iluminación eléctrica durante los turnos nocturnos y si el período de construcción es en época de lluvia colocarle a los peldaños algún aditamento antideslizante.



En general todos los elementos enumerados en los siete puntos anteriores, constituyen esencialmente para una obra de desarrollo normal las obras falsas básicas.

## CAPITULO VI

### ACERO DE REFUERZO

#### VI-1 CONSIDERACIONES PRACTICAS PARA SU DISEÑO Y COLOCACION

En sistemas de construcción continua con formaleta deslizante, el diseño del acero de refuerzo no debe atender únicamente a los requerimientos estructurales, sino que en éste caso es de mucha importancia para el buen éxito del sistema, tomar muy en cuenta la facilidad y como consecuencia la velocidad de colocación del acero. Este último aspecto es el que normalmente gobierna el rendimiento de ascenso por día de la estructura, y puede verse bastante afectado e incluso desvirtuar la mayor característica del sistema que es la velocidad, al no estudiar detenidamente las formas para facilitar la colocación del acero. Por lo tanto, en este sistema hay que gravar un poco el costo del acero de refuerzo a cambio de la economía que representa la pronta ejecución de la obra.

A continuación se darán recomendaciones prácticas en forma general y que la experiencia ha determinado que redundan en beneficio del tiempo de ejecución. Estas recomendaciones son las siguientes: El acero de refuerzo debe ser diseñado en secciones cortas

fácilmente manejables tomando en cuenta que los operarios trabajarán a alturas considerables, lo que dificulta su manipuleo, también hay que considerar que la colocación debe hacerse sobre la marcha y en el espacio reducido localizado entre la superficie de concreto fresco y la parte inferior de los yugos, espacio que generalmente no es mayor de 30 cms. (Ver fig. No. 1)

Otra observación para el diseño del acero en estructuras de forma rectangular es evitar que el acero longitudinal tenga escuadra en sus extremos, ya que colocar barras largas a través de todos los yugos es tarea difícil y lenta y si a ésta operación le adicionamos las escuadras en los extremos la colocación se torna crítica, si no imposible. Por lo tanto en casos como el anterior es mucho más práctico diseñar las barras longitudinales llegando sólo hasta las esquinas y una escuadra adicional con las longitudes de empalme requeridas por las especificaciones.

También es muy recomendable y hasta donde sea posible diseñar el menor número de piezas diferentes, para que su identificación tanto en el patio de clasificación como en la plataforma de trabajo, sea fácil y rápida, porque como lo exige el sistema, todo el acero que se va a utilizar en la construcción de la estructura deslizada debe prepararse y clasificarse completamente antes de la iniciación del deslizado. Para facilitar el suministro del acero de los patios de clasificación a la plataforma de trabajo es conveniente ordenarlo en forma horizontal conforme a su colocación en sentido vertical.

Las longitudes de barras que la experiencia ha determinado como más manejables, son las siguientes: para refuerzo horizontal, más o menos 4.50 mts., longitud conveniente económicamente por ser la mitad de una barra de 30 pies. El refuerzo vertical no debe



tener largos mayores de 3 mts., porque su fijación al empalmarlo y debido a su flexibilidad, se volvería dificultosa, usando longitudes mayores.

A continuación se darán recomendaciones para evitar problemas frecuentes: durante el proceso, por ejemplo; el refuerzo vertical tiene la tendencia de perder su espaciamiento y el recubrimiento especificado, situación que puede ser controlable al construir una estructura perimetral de tubo redondo, de un diámetro mínimo de 1 1/2 pulgada. Dicho tamaño es con el objeto de obtener la rigidez necesaria: el tubo en mención debe estar a una altura de más o menos 2 mts. del nivel de la plataforma de trabajo. Mantenedla en posición por medio de elementos verticales que pueden ser construidos con el mismo tubo y rigidamente fijados a la plataforma de trabajo. La posición que debe guardar el tubo perimetral superior debe coincidir tangencialmente con la posición del acero vertical con su respectivo recubrimiento, con lo cual se evita la tendencia del acero, a pegarse a la cimbra deslizante. Para guardar el espaciamiento requerido se colocan a la misma estructura perimetral, segmentos soldados de varilla de acero liso de 5/8 de pulgada de diámetro y una longitud determinada por la distancia entre capas del acero, colocados a cada lado de las barras verticales y con una holgura de 1/2 cms. adicional al diámetro del acero vertical, para que éste deslice fácilmente, sin atascarse.

También el acero de refuerzo longitudinal, y debido a la velocidad de colocación, tiende a perder su recubrimiento, pegándose a la formaleta deslizante, problema que provoca daños a la cimbra y aumenta la fricción en los puntos de contacto, haciendo que el trabajo de los gatos en esas áreas sea más fuerte, situación que puede provocar desniveles peligrosos. La forma práctica que existe para evitar este problema es la construcción y colocación de cuchillas hechas de perfil angular, de patas de un ancho igual al recubrimiento especificado y de una longitud de 20 cms. Estas cuchillas se fijan

firmeramente a la formaleta por medio de tornillos con tuerca para evitar que por la fricción con las barras de acero, se desprendan. La ubicación de las mismas es en el extremo superior de la cimbra deslizante y con un espaciamiento en sentido horizontal no mayor de 1.50 mts. Estas cuchillas se colocan con su vértice hacia arriba en tal forma que las barras que han perdido su recubrimiento se deslizan sobre la cuchilla y ésta al tener en su parte inferior una dimensión igual al recubrimiento las fuerza a su posición correcta.

Otra observación pertinente a este capítulo es la siguiente: cuando la estructura a deslizar es de paredes delgadas (de 15 a 20 cms. de espesor) y sólo existe una capa de refuerzo horizontal, las barras de carga como es normal tienden a pandearse, y debido al poco recubrimiento, rompen las paredes, provocando por consiguiente el desnivel de la cimbra y el atascamiento de los gatos respectivos. La forma de evitar o prever esta anomalía es por medio de la colocación de piezas de forma especial hechas de varillas de acero de refuerzo de 1/4" de diámetro, y que tienen por objeto amarrar las barras de carga con la capa de acero existente, evitando en esa forma en un gran porcentaje, las fallas antes mencionadas.

En muchas oportunidades, las barras de carga no se rescatan, y se le toma en cuenta como refuerzo estructural, en este caso hay que tener el cuidado de considerar que éstas son barras lisas, por lo que su adherencia es menor, también se deben considerar los traslapes.

Para concluir con este capítulo, no resta más que hacer hincapié en lo que respecta a la programación y preparación de todo el acero que se colocará durante el proceso, tomando especial cuidado en la elaboración de las planillas de corte, porque como es obvio, cualquier error en tamaño del acero cortado, tendría consecuencias muy lamentables. De lo anterior se deduce que la persona que tenga a su

cargo la elaboración de las planillas de corte, debe ser una persona experimentada y debe ser la misma la que tenga a su cargo la operación de control durante la preparación del acero de refuerzo.



aditivo que es muy corriente usar, cuando la distancia de acarreo del concreto es considerable, son separadores de aire. En general en cualquier clase de estructura diseñada es recomendable usar separadores de aire en el concreto, si estos no inciden en disminución de la velocidad de secado, ya que con el uso de los mismos se obtienen: mayor trabajabilidad de la mezcla, y por consiguiente mejores y más económicos acabados de las partes verticales.

## CAPITULO VII

### CONCRETO

El concreto desempeña una de las funciones principales en todo proceso de deslizado. El diseño de las mezclas debe ser muy específico, para que pueda adaptarse a las exigencias del proceso sin dificultad. Las especificaciones normales para este tipo de trabajo atienden preferencialmente a la trabajabilidad de la mezcla, al tamaño máximo del agregado grueso y a su resistencia.

En trabajos de deslizado, es ideal mantener el revenimiento de concreto entre 4" y 6", por supuesto sin menosprecio de la resistencia, por lo que las mezclas deben ser más ricas en cemento que las normales, para la misma resistencia, aumentando el costo de ellas. En casos especiales de estructuras de paredes anchas, (mayores de 20 cms.) de corta distancia de transporte del concreto y de fácil colocación del mismo, es posible el uso de mezclas con revenimientos más bajos.

El uso de acelerantes de fraguado, no es recomendable y sobre todo si la estructura es de paredes delgadas, los problemas que su empleo puede ocasionar se enumerarán más adelante. El tipo de

aditivo que es muy corriente usar, cuando la distancia de acarreo del concreto es considerable, son atrapadores de aire. En general en cualquier clase de estructura deslizada es recomendable usar atrapadores de aire en el concreto, si éstos no inciden en disminución de la velocidad de ascenso, ya que con el uso de los mismos se obtienen: mayor trabajabilidad de la mezcla, y por consiguiente mejores y más económicos acabados de los muros verticales.

Los agregados que producen los mejores resultados son los provenientes de los ríos, es decir, el agregado grueso de canto rodado, perfectamente graduado, así mismo la arena. Es muy recomendable tomar especial cuidado en las granulometrías de los agregados, ya que como es lógico, inciden directamente en la trabajabilidad de las mezclas.

Los agregados provenientes de cantera, deben evitarse hasta donde sea posible en trabajos de deslizado, debido a: su poca trabajabilidad, a que producen un acabado muy áspero y por ser de aristas muy agudas, dañan la cimbra deslizando.

Por todas las observaciones anotadas anteriormente se deduce que es indispensable para obtener resultados satisfactorios que durante todo el proceso de elaboración de concreto exista una supervisión muy estricta, ejecutada por un Ingeniero experimentado en la materia.

En todo proceso de deslizado es ideal la obtención de la máxima velocidad de ascenso posible, misma que depende directamente del suficiente suministro y pronta y ordenada colocación del concreto.

Debido a las muchas actividades que hay que desarrollar a un



mismo tiempo en la plataforma de trabajo, la operación de colocación de concreto es bastante dificultosa debido a la interferencia que los mismos obreros oponen, por lo tanto, es necesario hacer una planeación y ensayos previos, para así poder obtener un llenado de la cimbra ordenado y en capas uniformes. Dentro de la operación de colocación de concreto, debe considerarse el vibrado del mismo, el cual debe ser también planificado. Los vibradoristas deben ser aleccionados, porque la colocación del concreto se ejecuta por capas de un espesor de 6" a 8" y la profundidad de vibrado, no debe ser mayor que el espesor de cada capa, también es muy importante instruirlos con respecto al tiempo de vibrado, de tal forma, que sepan perfectamente cuando el concreto a obtenido su máxima densidad.

El principal y al mismo tiempo el mayor de los problemas que puede ocurrir durante el deslizado, es el desgarramiento del concreto, el cual puede ser producido por las siguientes causas:

- 1.- Desigualdad de llenado de concreto en la formaleta:  
Esto origina también desigualdad en el fraguado de concreto y consecuentemente, trae diferencia de fricción en la formaleta en movimiento, exponiendo al concreto vaciado en zonas rezagadas a desgarramiento por no tener tiempo suficiente para el fraguado y también a diferencia de nivel en la formaleta, ya que durante el avance en zonas llenadas más, regularmente habrá más restricción que en zonas rezagadas y aún llenadas recientemente.
- 2.- Desigualdad e irregularidad del vibrado:  
Esto origina cavidades y zonas de baja compactación de concreto, que por su misma inconsistencia están sujetas más fácilmente a desgarramientos del concreto, sí a lo anterior se



agrega que el concreto se vacía en zonas rezagadas llenando súbitamente cuando de hecho está formada una junta fría, la falta de vibración contribuye a una liga defectuosa exponiendo al concreto a desconchamiento y cavidades que debilita el apoyo y estabilidad de todo el sistema de deslizamiento.

3.- Falta de confinación y apoyo de la barra:

La barra se apoya lateralmente en el concreto que ha tomado la resistencia que le da el fraguado inicial realizado, ayudando indudablemente el armado vertical y principalmente el horizontal, cuando el concreto no tiene la capacidad para confinar la barra esta debe quedar sujeta por el armado del muro, pero si el armado es insuficiente se entiende de separación horizontal de más de 25 cm. la barra queda sin ninguna restricción, lo que le permitirá deformarse y fallar exponiendo a todo el procedimiento al fracaso. De lo expuesto en el inciso 2, se recalca lo inconveniente que es dejar rezagado el nivel de llenado del concreto vaciado, ya que el molde en movimiento por baja velocidad desarrollada no dá tiempo al fraguado conveniente, originando desconchamientos y desgarres con las consecuencias del caso.

4.- Defectos de fabricación y montaje de la formaleta:

Estos defectos son primordialmente, primero: fallas en el montaje de la formaleta, ésto se refiere en el caso de silos, a la excentricidad de las formas que debieran quedar concéntricas, si tal es, esta falla se manifiesta por reducción de sección. Este caso es sumamente crítico al estar deslizando estructuras con los espesores de muros mínimos permitidos (15 cms.). Desplomes divergentes (abierto arriba cerrado abajo), este problema se presenta por fallas en el montaje o secciones prefabricadas defectuosamente, la solución que se puede dar

como mínimo es dejar a plomo las caras del molde o corregir preferentemente con desplomes convergentes.

5.- Concreto fuera de especificación:

Uso de aditivos, esto se evitará a toda costa ya que si el aditivo, principalmente los retardantes de fraguado inicial, cuando no son usados bajo control directo y en la calidad más conveniente, se tiene un concreto de dudosas cualidades para deslizamiento, sobre todo si éste concreto no tiene un estricto control de tiempo desde que se vació a la mezcla provocándose súbita adherencia al molde tan pronto se ha vaciado y provocando la falla del procedimiento al no poder deslizarse.

Lo anterior se hace todavía más crítico si el concreto tiene agregados triturados exclusivamente, un concreto así es pobre en pasta, adicionando a esto un súbito endurecimiento por aditivo mal controlado, da por resultado la imposibilidad de deslizarse este tipo de concreto.

6.- Desnivel del molde:

Indiscutiblemente que la formaleta a nivel nos capacita a controlar el correcto avance vertical de la misma, no estando expuesto a tomar trayectoria de desplome, estos desniveles son contrarios al deslizamiento, en cuanto la formaleta llega a tal grado que ahorque la sección del muro deslizado provocando la destrucción. La formaleta al combarse tiende a cerrar la sección de muros, cuando éstos van vacíos o faltos de llenado este efecto primordialmente ocasiona la deformación de la formaleta, en general por diferencias de avance y de fricción de avance.

De lo anterior se concluye que, para asegurar un deslizamiento normal, primero: se cuidará rigurosamente hacer un llenado uniforme



de la formaleta, segundo: vibrar cuidadosamente el concreto vaciado en cada capa, haciendo ésto lo más regular posible, tercero: usar concreto de cualidades propias para deslizamiento ésto es: agregado fino natural, cemento normal y libre de aditivos, cuarto: nivelar continuamente para llevar un control riguroso del avance haciendo referenciamiento anticipado en nivel sobre la barra de apoyo de cada gato, llevar reporte horario del comportamiento de plomadas durante el avance.

Otra consideración básica referente a este capítulo es el tipo de acabado requerido. El acabado normal en estructuras deslizadas, es el resultante de la aplicación de planchas de madera, sobre el concreto húmedo durante el progreso del deslizado, o sobre la superficie seca después que la operación ha sido concluída y la cimbra desmontada. La primera de las formas enumeradas anteriormente es la más corriente. Como se explicó en capítulo anterior, los andamios para el acabado de los muros van suspendidos de la plataforma de trabajo, y los grupos encargados de la operación, se localizan en ellos, dándole al concreto fresco, la textura requerida.

La segunda de las formas consiste en la aplicación de un acabado posterior, por lo tanto, la superficie no se toca hasta después que la operación de deslizado ha sido ejecutada en su altura total y la formaleta ha sido removida. El tipo de andamios que se utilizan para esta clase de acabados es el de canasta, suspendido en su parte superior por cables que son operados por malacates localizados en la misma canasta. Usando este segundo sistema de trabajo se obtiene ahorro al no tener que ser construidos los andamios normales de acabado utilizados en el primer sistema, pero en sí el tipo de acabado es más caro.

El curado del concreto se debe de ir efectuando al mismo tiempo que la cimbra asciende. Dicho curado se puede obtener por la



aplicación de productos químicos existentes para ese efecto, siendo éste el camino más recomendable a seguir, aunque más oneroso que el curado por aplicación de agua que sería la segunda forma a utilizar. Cuando se cura el concreto utilizando agua las líneas de conducción de la misma pueden ser fijadas a los andamios para acabado y perforadas en tal forma que produzcan una llovizna continua sobre el concreto.

son muy convenientes por lo que en todo trabajo de deslizado siempre debe existir una planta eléctrica de emergencia con la capacidad suficiente para el funcionamiento de todo el equipo y la iluminación del área de trabajo.

4.- Bombas de agua: Durante todo el proceso de movimiento el suministro constante de agua a la plataforma de trabajo, la cual se destina preferentemente para el consumo de los obreros y la limpieza constante de la zona de trabajo.

### CAPITULO VIII

También es necesario cuando el trabajo se efectúa por medio de agua, por la gran cantidad de agua que se requiere para la ejecución de dicho trabajo teniendo para el efecto como mínimo una bomba

### EQUIPO GENERAL Y PREVISIONES

Además del equipo normal mencionado en los capítulos anteriores es necesario tener en la obra y perfectamente preparado para su uso inmediato y así poder garantizar la continuidad de la operación de deslizado, el siguiente equipo y herramientas que la experiencia ha demostrado son de una utilidad indiscutible:

- 1.- **Torre elevadora de concreto:** En los casos en que sólo es necesario, por la poca demanda de concreto, utilizar una sola torre elevadora es recomendable aunque ello represente aumento de costo, tener completamente preparada y pronta a ser usada una torre de repuesto.
- 2.- **Malacates:** Estos, sobre todo si son accionados por motores de combustión interna, fallan con frecuencia debido a la continuidad de su funcionamiento, por lo que es necesario tener siempre a la par de ellos un malacate de repuesto en perfectas condiciones de funcionamiento.
- 3.- **Planta eléctrica de emergencia:** Las fallas en el fluido eléctrico

son muy corrientes por lo que en todo trabajo de deslizado siempre debe existir una planta eléctrica de emergencia con la capacidad suficiente para el accionamiento de todo el equipo y la iluminación del área de trabajo.

- 4.- **Bombas de agua:** Durante todo el proceso es necesario el suministro constante de agua a la plataforma de trabajo, la cual se destina preferencialmente para el consumo de los obreros y la limpieza constante de la plataforma y herramientas de trabajo. También es necesario cuando el curado se ejecuta por medio de agua, por lo que se debe de garantizar la no interrupción de dicho servicio teniendo para el efecto como mínimo una bomba adicional con la capacidad suficiente para poder sustituir a la que se encuentra en uso, en caso de una falla.
- 5.- **Vibradores para concreto:** Es necesario tener en reserva suficiente cantidad de éstos, para poder sustituir a los que continuamente fallan. También es importante tener vibradores de gasolina para utilizarlos en los casos que la energía eléctrica falle.
- 6.- **Aspersores para curado:** Si el curado del concreto se efectúa por medio de productos químicos aplicados por medio de aspersores, es necesario tener varios de éstos de repuesto.
- 7.- **Equipo de laboratorio para concreto:** Para poder llevar un control continuo y estricto de la calidad de concreto suministrado, es indispensable tener en la obra equipo completo de laboratorio para concreto para poder determinar la calidad del mismo.
- 8.- **Poleas:** Tanto las que se utilizan en las torres elevadoras de



concreto como las de los tornos para subir materiales, se descomponen con frecuencia, por lo que hay que prevenirse con el suficiente número de los diferentes tipos empleados para repuesto.

9.- **Accesorios eléctricos:** En este campo el Ingeniero encargado de la operación debe ser asistido por un Ingeniero electricista experimentado y se deben tener en la plataforma de trabajo, todos los accesorios eléctricos susceptibles de falla.

10.- **Equipo de Oxiacetileno y Soldadura:** Este equipo es de continua utilidad durante todo el desarrollo de la operación por lo que siempre se deben considerar unidades de repuesto.

11.- **Compresores de aire:** Siempre y cuando sea posible aunque no en todos los casos se hace indispensable, es conveniente tener al pie de la obra, un equipo neumático completo, incluyendo mangueras de una longitud conveniente. La utilidad del mismo se reserva generalmente para los casos en los que se producen juntas de construcción y hay que limpiar las mismas perfectamente antes de continuar el deslizado.

12.- **Martillos de percusión:** Estos son de suma utilidad sobre todo en la operación de limpieza de concreto endurecido, tanto en la plataforma de trabajo como en las diferentes aberturas en los muros y que generalmente se les infiltra concreto.

13.- **Tirafuertes:** La utilidad de éstos es múltiple y sólo durante el desarrollo de un proceso se puede apreciar.

14.- **Mezcladoras para concreto:** Estas se deben de tener de repuesto en número y tamaño suficientes para poder producir el volumen de concreto mínimo requerido para no parar el sistema. Esto implica que adicionalmente a las mezcladoras se deben

mantener en la obra, stocks suficientes de agregados, cemento y agua, para por lo menos mantener dicha circunstancia un mínimo de ocho horas.

15.- **Teléfonos de baterías:** Es muy importante contar con el suficiente número de teléfonos para la intercomunicación entre los diferentes puntos de control y suministro de materiales. Es conveniente que dichos teléfonos sean accionados por baterías para que sea un medio de comunicación independiente de todo el sistema.

No se recomienda el uso de radios transmisores y receptores inalámbricos, porque son interferidos por los diferentes motores utilizados en el proceso.

#### **PREVISIONES:**

En general deberán tomarse las siguientes:

- 1.- Revisión de apoyos de las barras en cada gato colocado en yugo para elevación de ambos.
- 2.- Revisión de las líneas de presión, sus conexiones a cada gato y al sistema motriz proporcionado por las bombas hidráulicas.
- 3.- Verificación del llenado del depósito de aceite de las bombas hidráulicas.
- 4.- Pruebas de presión en la línea, subiendo dos pasos carrera para todos los gatos, éste también verifica físicamente el apoyo de las barras.

- 5.- Pasar nivelaciones después de la puesta en movimiento de todo el sistema.
- 6.- Calafateo de las partes inferiores de la cimbra para asegurar la eliminación de fugas de concreto vaciado en la primera fase de llenado del molde en el 80 o/o de su altura.  
También se verificará el alineamiento en las caras, convergencia y escuadras en las uniones. En la plataforma, revisar la guarnición, rampa para volteo, barandales interiores y conducciones de concreto de la torre de elevación a la carga de carretillas.
- 7.- Revisión del sistema de apoyo de armaduras para la plataforma entre placas de armaduras y largueros de cimbra.
- 8.- Pruebas de carga de la torre elevadora de concreto, pruebas de posición de los canalones conductores y verificación del sistema de apoyo, anclaje de vientos en torre, sujeción de guías y trayectoria recta vertical del bote para elevación.
- 9.- Verificación de Stock de varilla habilitada, elaboración de programa de varilla habilitada de acuerdo con el avance del deslizado. Pruebas de colocación antes de iniciar formalmente el deslizado, verificación de interferencias y dificultad en la colocación de varilla completa, determinar en base a estas modificaciones para la varilla habilitada correspondiente a esta zona.
- 10.- Verificar stock por niveles de todas las cajas que proveerán anclajes y apoyo de elementos que se construirán posteriormente al avance de la cimbra. Confrontando con los croquis de diseños que sirvieron de base para la fabricación.
- 11.- Verificar la instalación de emergencia, instalación para



iluminación, stock de refacción para cable, focos, swich, etc. línea de elevación de agua y sistema de intercomunicación de la zona inferior (desplante) a la zona de operación de elevación.

- 12.- Chequear físicamente al personal disponible para todas las operaciones de deslizamiento, y actividades complementarias, de acuerdo con las listas del personal elaboradas para cada turno.
- 13.- Verificar andamiaje colgante, perímetro exterior e interior que se colocará con personal de carpintería, una vez que la altura alcanzada por el molde permita su colocación, igualmente plomadas y niveles de manguera transparente.
- 14.- Otras previsiones importantes que hay que tomar en cuenta son: Mantener en bodega:
  - a) Un adhesivo para concreto para poder utilizarlo en los casos en que ocurran desgarramientos de concreto o juntas de construcción no previstas.
  - b) Material suficiente para poder fabricar en cualquier momento segmentos de formaleta que se adapten a la estructura a deslizar con el objeto de estar preparados para el caso de desgarres de concreto.
  - c) Perfiles de acero, sobre todo de forma angular de diferentes dimensiones que se utilizarían en caso de tener que reforzar algún elemento de los muchos que intervienen en el proceso.
  - d) Guantes de goma. Estos son necesarios si el desarrollo del

proceso se efectúa en época lluviosa y son para uso específico de los armadores, ya que la experiencia ha demostrado que el contacto del agua con el cemento y el roce de las barras de acero les dañan considerablemente las manos a tal punto de impedirles seguir trabajando.

- e) Anteojos protectores: Estos son de especial utilidad para los obreros encargados de la carga y descarga del concreto en las torres elevadoras.
- f) Extinguidores: Se debe de contar con número suficiente de extinguidores para incendios ubicados en los puntos claves ya que es muy corriente, que por la gran cantidad de conducciones eléctricas para los diversos fines necesarios en la construcción se produzcan cortos circuitos.
- g) Tener repuestos para todo el equipo complementario.

- 15.- Al iniciar la operación, así como, en cada cambio de turno se deben arrancar, todos los motores de combustión interna de repuesto que se tengan y verificar todos los elementos necesarios que se encuentren en bodega. Para llevar un ordenamiento de las operaciones anteriores se deben elaborar listas completas y detalladas para ese fin.

Todo lo expuesto anteriormente tiene como finalidad constituir una guía para este tipo de trabajo, esto quiere decir, que no se pretende la imposición de dichos conceptos, ya que cada obra en particular deberá ser atacada y analizada de acuerdo a sus requerimientos.

## CAPITULO IX

### CONCLUSIONES

- I.- En estructuras con características deslizables se han obtenido considerables costos bajos, comparativamente con estructuras similares, construidas con métodos convencionales.
- II.- La rapidez del sistema permite el uso de las estructuras en menor tiempo.
- III.- Los costos de formaleta son bajos en comparación con los métodos tradicionales, debido a que no hay que estar desencofrando y volviendo a encofrar a todo lo alto de la estructura.
- IV.- Se obtiene un mejor curado del concreto, porque éste empieza alrededor de dos horas después de su colocación dentro del molde.
- V.- Se obtiene una mejor densificación del concreto porque se puede ir vibrando continuamente y en capas delgadas.
- VI.- Se pueden obtener estructuras, tales como silos, depósitos de almacenamiento de agua, etc. prácticamente monolíticas, es decir, sin juntas de construcción.
- VII.- Se recomienda ampliar el presente trabajo en lo que respecta a construcción de estructuras horizontales, por medio de formaletas deslizantes.



## BIBLIOGRAFIA

1. Journal of The American Concrete institute Julio 1967: Proposed Revision of ACI 347-63: Recommended Practice for Concrete Formwork.
2. Slipform Construction of Buildings Charles J. Pankon.
3. Formwork for Concrete – Publications SP-4, ACI.
4. Concrete Construction Handbook Edited by Joseph J. Waddell, McGraw Hill Book Company.
5. Estimating Construction Costs. –R.L. Peurifoy, McGraw Hill Book Company.
6. Slipform Brochure of Heede International, Inc.
7. Tesis del Ingeniero Civil Julio Santolino Beltranena.
8. Tesis del Ingeniero Civil Juan Fermín Valladares, que se llama Fundiciones Continuas de Hormigon Armado, mediante el uso de formaletas móviles verticales.

UNIVERSIDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

**Mario Barrundia Gálvez**

**Vo. Bo.**

**Ing. Juan Francisco Urruela  
Asesor**

**Vo. Bo.**

**Manuel Castillo Barajas  
Director de Escuela  
de Ingeniería Civil**

**Imprímase:**

**Ing. Hugo Quan Má.  
Decano.**