

300615  
24  
2ej



# UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA  
Con estudios Incorporados a la U. N. A. M

## SISTEMA DE CIMBRAS DESLIZANTES APLICADO A LA CONSTRUCCION DE CUBOS DE ELEVADORES CON FACHADA SEMICIRCULAR PARA EL HOTEL CONRAD EN SAN JOSE DEL CABO, B. C. S.

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A  
**LUIS TERRAZAS SALAS**

DIRECTOR DE TESIS  
M. EN I. FRANCISCO JAVIER RIBE MARTINEZ DE VELASCO  
MEXICO, D. F. 1993

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE

## INTRODUCCION

## OBJETIVO

### CAPITULO I. CARACTERISTICAS, ANTECEDENTES, Y APLICACION DE LA CIMBRA DESLIZANTE.

#### 1.1 Descripción

#### 1.2 Antecedentes

#### 1.3 Aplicación

##### 1.3.1 Ventajas

##### 1.3.2 Desventajas

### CAPITULO II. DISEÑO DE CIMBRAS DESLIZANTES

#### 2.1 Descripción

#### 2.2 La tendencia en el diseño

#### 2.3 Estrcutracion típica interior para una forma rectangular y semicircular

### CAPITULO III. EQUIPO HERRAMIENTAS DE MONTAJE TIPICOS

#### 3.1 Diferentes Sistemas

## **CAPITULO IV. PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION**

- 4.1 Planeación del trabajo**
- 4.2 Fabricación de la forma**
  - 4.2.1 Moldes**
  - 4.2.2 Estructura de rigidez**
  - 4.2.3 Plataforma de trabajo**
  - 4.2.4 Andamios Colgantes**
- 4.3 Montaje de la cimbra deslizante**
- 4.4 Equipo de Accionamiento**
  - 4.4.1 Descripción**
  - 4.4.2 Sistema de apoyo y guía de los  
elementos motrices**
- 4.5 Acero de refuerzo**
- 4.6 Colado de concreto**
  - 4.6.1 Velocidad de levantamiento**
  - 4.6.2 Operación de Colado**
- 4.7 Control de la forma**
- 4.8 Organización y Ciclo de trabajo**
- 4.9 Recesos y Artículos incrustados**

## **CAPITULO V. TRABAJOS PRELIMINARES Y COMPLEMENTARIOS**

- 5.1 Trabajos Preliminares**
- 5.2 Trabajos Complementarios**

**CAPITULO VI. ANALISIS DE COSTOS, TIEMPOS DE EJECUCION, CICLO  
DE MOVIMIENTOS Y FORMATOS DE REGISTRO**

**6.2 Cuantificación por m<sup>2</sup> de Cimbra para cada  
Edificio**

**6.3 Costo Total del Proyecto**

**6.4 Tiempo de Ejecución**

**6.5 Costo Unitario**

**6.6 Fuerza de Trabajo Necesaria**

**6.7 Equipo y Herramientas Necesarios**

**6.8 Ciclo de Movimientos**

**6.9 Formatos de Registro**

**6.10 Análisis con Cimbra Tradicional**

**CONCLUSIONES**

**BIBLIOGRAFIA**

## INTRODUCCION

En la actualidad, donde todo se ve como un sistema, se ha ordenado el proceso creativo y es menos comun encontrar obras no racionalizadas. El enfoque del sistema ha ayudado grandemente a valorar los proyectos como un todo, dándole a cada elemento el valor que tiene en lo individual, en conjunto y en cada una de las etapas, es decir, en el momento del desempeño pleno de sus funciones, dicho sistema presupone que todas las alternativas existen potencialmente y que éstas deben desarrollarse, comprenderse y analizarse en todas las etapas del proceso constructivo (planeación, programación, organización, construcción y control).

Es un hecho que los grandes proyectos se han vuelto cada dia más complejos y que la técnica tiende a especializaciones más numerosas; ¿Cuántas obras se han llevado a cabo pensando únicamente en la cimbra? O, a la inversa ¿cuántas otras sin pensar en la solución de la misma? Así para resolver adecuadamente el sistema dinámico del proceso constructivo, es indispensable la participación colectiva de especialistas en la planeación, la programación, la construcción y el control.

El ingeniero especialista en cimbras juega un papel preponderante, sobre todo en la fase de planeación, pues

normalmente contribuye en el establecimiento de los objetivos, en el enfoque del sistema, en la generación de alternativas y en la selección de aquella que mejor satisfaga los objetivos. Ejemplos claros de tales objetivos son la forma, la funcionalidad y la operación, el tiempo de ejecución y el costo. Dicho especialista también participa en el diseño y optimización de los procedimientos, en la elaboración de las especificaciones y normas y, finalmente, en el control de la ejecución de los trabajos.

El sistema de Cimbra Deslizante es una opción en la construcción de estructuras altas de concreto, hasta hace pocos años el empleo de ésta cimbra era un sistema exclusivo para la construcción de silos; pero fue a partir del uso generalizado de la ingeniería de sistemas cuando, al contemplar el proyecto como el conjunto de ideas para llevar a cabo una realización se generaron alternativas de solución de toda índole, y así se llegó al empleo, en forma ventajosa, de la cimbra deslizante para núcleos de elevadores y para edificios completos. Las principales características de este sistema, que hacen ventajoso su empleo, fundamentalmente son dos: 1) Tiempo (rapidez de ejecución) y 2) Estructura racional (elementos rígidos multiformes).

La utilización de la cimbra deslizante en la ejecución de las obras de concreto permite lograr dos grandes economías: La velocidad de cimbrado, y descimbrado y una reducción del tiempo crítico del programa, en relación a las actividades de montaje y operación de los equipos de elevación vertical.

El objetivo de esta tesis es reafirmar la conveniencia en la utilización de métodos constructivos a base de cimbras deslizantes, su diseño, su procedimiento de ejecución, así como el control y el costo en la construcción de cubos de elevadores.

El contenido de este trabajo será el siguiente:

El primer capítulo ofrecerá una descripción del sistema de cimbras deslizantes, sus antecedentes, ventajas, y desventajas.

El segundo capítulo expondrá detalladamente los criterios en el diseño bajo un análisis de solicitudes diversas para establecer los elementos necesarios para la realización del trabajo.

El tercer capítulo expondrá detalladamente el equipo y herramientas de montaje típicos de la cimbra deslizante.



El cuarto capítulo describirá detalladamente el procedimiento de ejecución del deslizado de una cimbra.

El quinto capítulo expondrá las características que se deben tomar en cuenta para antes del deslizamiento y después del mismo.

El sexto capítulo ofrecerá una información sobre costos, tiempos de ejecución, rendimientos, mano de obra que se requiere, desarrollo de actividades, materiales necesarios, equipo a utilizar así como el debido uso de formatos de registro para el control del sistema.

Finalmente las conclusiones darán a conocer al lector una descripción completa y detallada acerca del sistema constructivo de cimbras deslizantes, la reducción de tiempo de ejecución con este sistema, el uso de la alta tecnología en la edificación, particularmente en la construcción de cubos de elevadores con fachada semicircular, basándose en las exposiciones y referencias técnicas de los capítulos anteriores.

## OBJETIVO

El objetivo de esta tesis es refirmar la conveniencia en la utilización de métodos constructivos a base de cimbras deslizantes, su diseño, su procedimiento de ejecución, así como el control y el costo en la construcción de cubos de elevadores.

## CAPITULO 1. CARACTERISTICAS, ANTECEDENTES Y APLICACION DE LA CIMBRA DESLIZANTE.

### 1.1 Descripción.

La cimbra deslizante es de uso común en la construcción, lográndose plazos de colado considerablemente menores que los obtenidos cuando se usan cimbras tradicionales.

Este sistema consiste en el empleo de moldes de madera, metálicos o mixtos empujados por gatos hidráulicos, de tal forma que se va deslizando a la velocidad planeada según los requerimientos del colado de concreto.

La forma y diseño de este tipo de cimbras es variable dependiendo basicamente del elemento a colar, pudiendo ser de forma rectangular, cuadrada, circular o poligonal.

### 1.2 Antecedentes.

Las primeras construcciones en las que se empleo cimbra deslizante, fue en silos en 1903 en U.S.A. después en 1924 en Alemania y seguidamente en U.R.S.S. Vino después un cierto intervalo para aplicarse en una torre de tanque elevado para almacenamiento de agua en Alemania en 1931, en chimeneas de forma cilindrica en alemania en 1932, en diques y en faros también en alemania en 1933 y en 1939

respectivamente. Posteriormente en depósitos, en pilas para puente, torres para televisión, salas de maquinas, machones

para presa en arco en el año de 1959 y un túnel inclinado en Canadá en 1967.

ICA promovió su introducción a Mexico del metodo "Concreto Prometo" en tiempos del proyecto hidráulico de la presa Sta. Rosa en los años 60's, posteriormente paso a los trabajos del proyecto hidroeléctrico de infiernillo. Despues de estos, se fundó Slipform de Mexico en sociedad con tecnicos y capital Sueco, Hasta 1969 en que ICA la tomo bajo su control, hasta la fecha contando en su haber de realizaciones en obras Nacionales e Internacionales como:

Plantas de Almacén y Recibo de Granos de la República de Honduras para el Banco Nacional de Fomento.

Pilas de Puente El Bayano carretera del Darien, República de Panamá.

Pilas del Puente El Incienso Cd. de Guatemala, República de Guatemala.

Tanques de Agua Potable en Punta Arenas, República de Costa Rica.

Chimenea en Termoeléctrica, República de El Salvador.

Plantas de Almacenamiento de Arroz en República Dominicana.

Proyecto Hidroeléctrico del Alto Anchicaya, Colombia.

Proyecto Hidroeléctrico de San Carlos, Colombia.

Proyecto Agua Potable y Almacenamiento del Río Chingaza, Colombia.

Proyecto Hidráulico de Tomatlán Jal.

Pilas del Puente Coatzacoalcos, Ver.

Proyecto Hidráulico Las Piedras, Jal.

Proyecto Hidroeléctrico en Chicoasen, Chiapas.

Lumbreras del Drenaje Profundo de la Cd. de Mexico.

Proyecto Hidráulico Paso de Piedras, Ver.

Cemento Portland Nacional Hermosillo, Son.

Cemento Tolteca Zapotiltic, Jal.

Ademas un sin fin de aplicaciones en cubos de elevador, silos, tanques elevados, pedes tales, monumentos, etc.

### 1.3 Aplicación.

El uso de la cimbra deslizante usualmente es aplicado a la construcción sistematizada con logros a corto plazo de estructuras altas y de gran sección para esto es condición, observar en un proyecto a deslizar, la continuidad la operación de deslizar una planta de sección constante o

uniformemente variable, logrando óptimo resultado al enfocar su uso a estructuras de concreto armado como:

- Silos de almacenamiento.
  
- Pilas para puente.
- Muros de contención o cercados.
- Edificios habitacionales como en el caso de hoteles, oficinas, casa habitación.
- Obras de toma para bombeo de agua marítima o pluvial, plantas de bombeo.
- Chimeneas.
- Torres para generadores eléctricos de accionamiento eólico.
- Construcción pesada en obras hidroeléctricas en frentes como casa de máquinas.
- Obra de Toma, cámaras de oscilación, túneles de desvío, desfogue, etc.
- Lumbreras, cortinas en concreto de sección masiva, paramentos inclinados, cara impermeable de cortina de enrocamiento (presas de riego o hidroeléctricas).
- Canales de irrigación (paramentos inclinados de la sección).
- Vertedores de demasías, pedestales, columnas de edificios simultáneo con trabes.

### 1.3.1 Ventajas.

Se puede asegurar que casi toda la gama usual de estructura de concreto armado que se proyectan en la actualidad son susceptibles a realizarse con cimbra deslizante, su solución con este procedimiento conlleva las siguientes ventajas:

- Menor tiempo de ejecución.
- Mano de obra, la estrictamente necesaria para lograr avance uniforme.
- Mayor limpieza a la ejecución.
- Sistematización de toda actividad concurrente a realizar los trabajos en: armado de varilla, elaboración, elevación y vaciado de concreto, preparación y provisiones de elementos de estructura a realizarse en etapas complementarias. Logrados los aspectos anteriores el resultado es atractivo en volumen de obra ejecutada en corto tiempo y en consecuencia abatimiento de costo.

### 1.3.2 Desventajas.

La cimbra deslizante no es solución universal a todo problema de cimbra en una estructura de concreto armado. Por ejemplo, elementos de poca altura y sección irregular no se presta al uso de este método, por consiguiente su uso puede resultar oneroso al no obtener agilidad en la ejecución y al no amortizar debidamente su inversión inicial.

Así también secciones asimétricas y con interferencia de elementos horizontales; pueden limitar e imposibilitar el uso de este procedimiento de cimbrado, otro aspecto importante es el de no adoptar las medidas de diseño que permitan expedir el uso del sistema, provocando fallas en la ejecución con los consecuentes resultados negativos en el acabado de la estructura, el orden y regularidad del armado de refuerzo y la deformación de las secciones geométricas proyectadas, así como su verticalidad ante prácticas erróneas pudieran provocar el rechazo y demolición por ejecución defectuosa fuera de la concepción del proyecto.



## CAPITULO II. DISEÑO DE CIMBRAS DESLIZANTES

### 2.1 Descripción

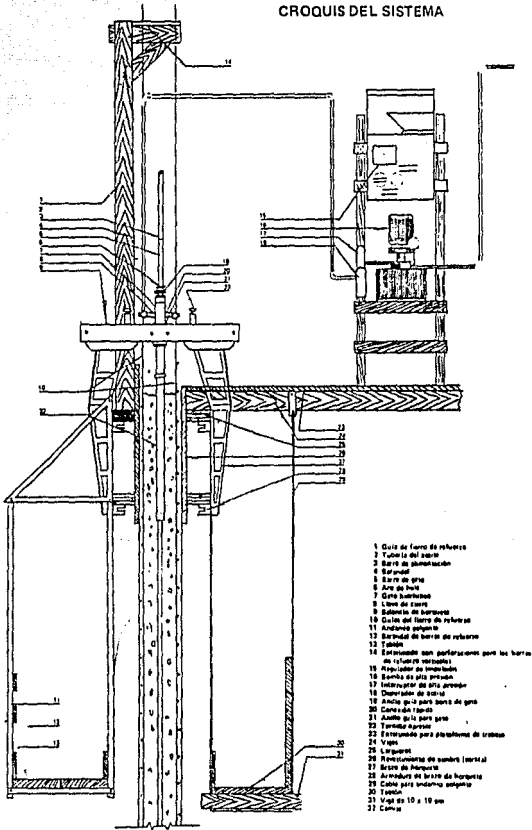
El método consiste en la ejecución de dos caras de cimbra en la base de los dos muros a erigir, estas son, de una altura que varía de un metro, a un metro veinte centímetros y en ciertos casos excepcionales hasta dos metros, colocadas a los lados de los paños de los muros, es una cimbra de construcción muy rígida, exacta y no apoyada al piso, esta suspendida por el uso de yugos, estos son de madera o metálicos y unidos a estos, unos dispositivos de levantamiento apoyados en unas barras metálicas que son de diámetro de 25 mm. a 32 mm. Ver figura No. 1 que indica un detalle típico de la cimbra en sus dispositivos para levantamiento y demas accesorios; como plataforma de trabajo, bomba de accionamiento, etc.

El concreto es vaciado en la forma hasta llenarla. Y se procede al levantamiento una vez transcurrido un lapso de tiempo que permite el desarrollo del fraguado inicial (2.5 hs), a medida que el endurecimiento del concreto permita esto, sin llegar a la adherencia contra las caras de la cimbra, esta es elevada por medio de los dispositivos de

elevación o elementos motrices y consecuentemente se llenará en capas conforme se eleva y vacia la forma estableciendo

una acción continua - Endurecimiento del concreto - Elevación de la forma - Llenado de concreto - Control de trayectoria, principalmente plomo y posición constante respecto a la original - Armado horizontal y vertical de acero de refuerzo, hasta alcanzar la altura del elemento según el proyecto.

## CROQUIS DEL SISTEMA



- 1 Guía de fierro de rebote
- 2 Tubo del aceite
- 3 Barril de penetración
- 4 Barandil
- 5 Barril de gas
- 6 Arce de fierro
- 7 Gato succionado
- 8 Línea de acero
- 9 Edificio de bombas
- 10 Guía del fierro de rebote
- 11 Andamio plegable
- 12 Barandil de barras de rebote
- 13 Toldo
- 14 Estanqueado con perforaciones para las barras de (sobre el suelo)
- 15 Repetidor de impulsión
- 16 Bomba de alta presión
- 17 Interruptor de alta presión
- 18 Distribuidor de agua
- 19 Anillo guía para barra de gas
- 20 Cámara trípode
- 21 Anillo guía para gas
- 22 Tormenta de gas
- 23 Estanqueado para plataformas de trabajo
- 24 Vigas
- 25 Limpieza
- 26 Revestimiento de suabre (barra)
- 27 Barra de perforación
- 28 Arrabobes del brazo de perforación
- 29 Cable para impulso de gas
- 30 Toldo
- 31 Viga de 10 x 10 cm
- 32 Cama

## 2.2 La Tendencia en el Diseño.

Para deslizar una obra, además de contar con la cimbra, elementos portantes y elementos motrices, se buscará integrar esto a una estructura auxiliar que dará unidad y rigidez estructural a toda la forma con objeto de garantizar desde el arranque a la terminación, la forma del proyecto. Específicamente lo anterior se refiere a lograr una estructuración rígida de cara a cara dentro del perímetro interior de la forma, incluso esta estructura cumplirá otro propósito: el de servir de apoyo a la plataforma de trabajo, la que también se utiliza para trabajos de colado, armado de varilla y terminado manual de la superficie de concreto.

A continuación se exponen los requerimientos generales que condicionan un proyecto arquitectónico, con el objeto de desarrollar el deslizado de cimbra en forma económica y eficiente.

1. Trazar una planta tipo que rija en toda la altura; esto permitirá a la cimbra permanecer constante durante todo el proceso de izaje. Si es posible los espesores de muros permanecerán constantes en toda la altura, aunque los

espesores en muros pueden reducirse por la inserción de paneles adosados a la forma original o por corrimiento de caras, previsto en el diseño y construcción de la cimbra.

En algunas ocasiones el ahorro de concreto es más que la compensación que podría resultar del costo de mano de obra adicional, por modificar la forma, no mencionando el costo por demora.

## 2. El acero de refuerzo, su disposición y calibre.

La disposición y calibre del acero de refuerzo dentro del molde llega a afectar la eficiencia de la operación de la cimbra deslizante, las típicas concentraciones de varilla en trabes y vigas para su anclaje deberán mantenerse en un mínimo de tal forma que esto no represente un obstáculo que haga interrumpir el proceso de izaje. Estos casos son frecuentes en la interconexión de elementos horizontales de una estructura. Es importante apuntar que durante un deslizado debe tenerse con anticipación la varilla habilitada por lo menos en un 33 % del total requerido en el nivel por armar.

El anclaje de acero horizontal perpendicular al paño deslizado, para varilla de No. 2.5 a No. 5 podrá alojarse en fajas tangentes al paño de la cara de la cimbra deslizante, posterior al paso de la cimbra esta varilla se endereza hasta quedar normal a la cara deslizada; para acero de mayor

diámetro, la varilla se anclará dentro de casetones al ras de la forma deslizante; pasada la cimbra se despejará la varilla para empalmarse por soldadura, se usará acero

conveniente para el uso de soldadura, esto se determinará antes de iniciar la construcción.

3. Inserción de volúmenes para formar vanos y preparaciones necesarias para completar la estructura.

Estos vanos e inserciones son producto de un minucioso estudio y planeación del proyecto estructural, que se ha determinado deslizar. Su nivel y posición son importantes para la complementación estructural de elementos horizontales de interconexión. El número de inserciones, tamaño, posición y nivel determinado en proyecto deberá asegurarse en el proceso de izaje para aprovecharse íntegramente durante el trabajo de complementación estructural.

### 2.3 Ejemplo de Estructuración Típica Interior para una Forma Rectangular.

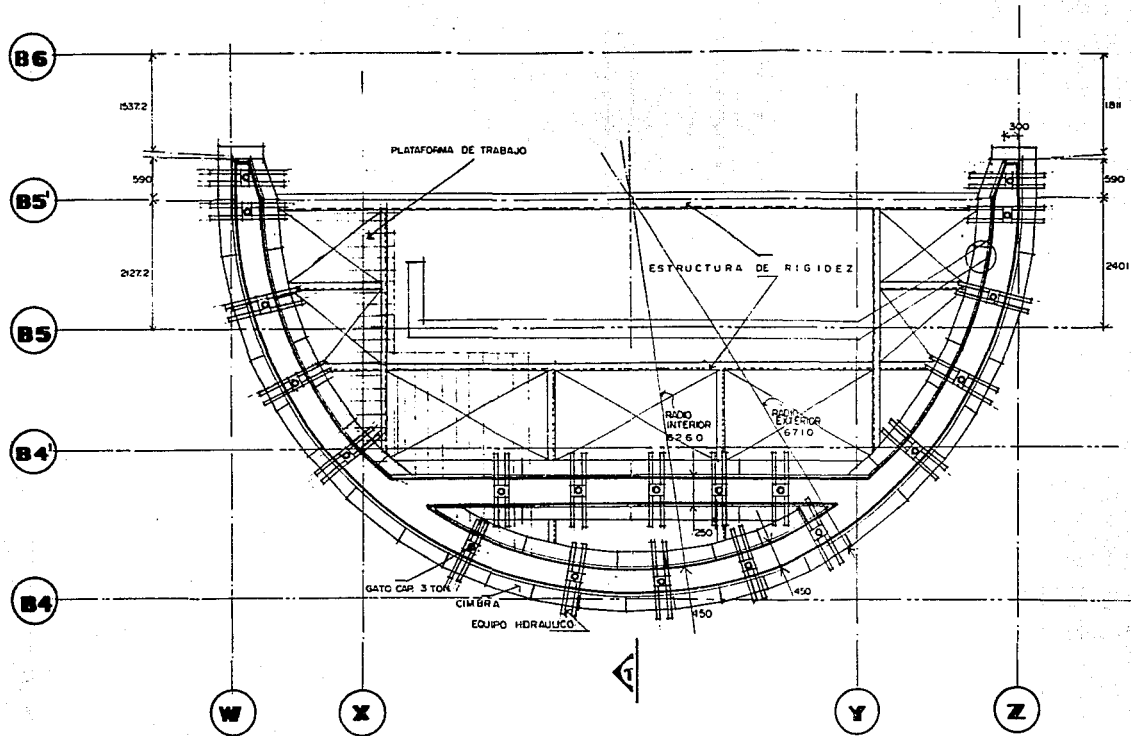
1. Armaduras principales; sujetas a carga vertical y fuerzas horizontales axiales y laterales.
2. Contraventeo cruzado en dos plantas sobre cuerda superior e inferior.
3. Cara interior de la cimbra.
4. Cara exterior continua de la cimbra.

## 5. Plataforma de Trabajo.

Lograda una estructuración adecuada se obtiene lo siguiente:

1. Unidad del conjunto que responderá mejor a las operaciones de control, corregir tenedencias a desplome, desnivelación de las caras, etc.
2. Garantizar alineamiento de muros de acuerdo al proyecto arquitectónico en todo momento del movimiento de deslizado.
3. Bajo condiciones aseguradas de control de la forma, se desarrollará mayor velocidad con el consiguiente ahorro en mano de obra, arrendamientos de equipo, etc.

# ESTRUCTURACION INTERIOR PARA UNA FORMA SEMICIRCULAR.





## CAPITULO III. EQUIPO Y HERRAMIENTAS DE MONTAJE TÍPICOS DE LA CIMBRA DESLIZANTE.

### 3.1 Diferentes Sistemas

Se ha elegido como base de clasificación de los sistemas a deslizar, según las características de conjunto YUGO/GATO.

Atendiendo al tipo de yugo a usar estos pueden ser: metálicos o de madera.

En las figuras No. 2 y 2A se indican algunos yugos más usuales sin mencionar el sistema "Concretor Prometo" que se tratará en el siguiente párrafo.

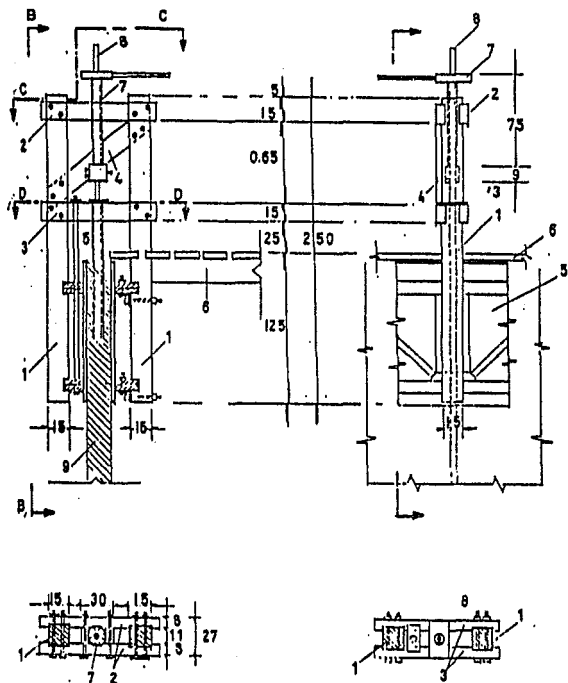


FIG. 2 - YUGO DE MADERA

- 1- PIERNA DEL YUGO; 2- PIEZA CABEZAL SUPERIOR; 3- PIEZA CABEZAL INFERIOR;  
 4- DIAGONALES; 5- PANEL DE CIMBRA; 6- PLATAFORMA DE TRABAJO; 7- GATO DE TORNILLO;  
 8- BARRA DE APOYO; 9- MURO DE CONCRETO.

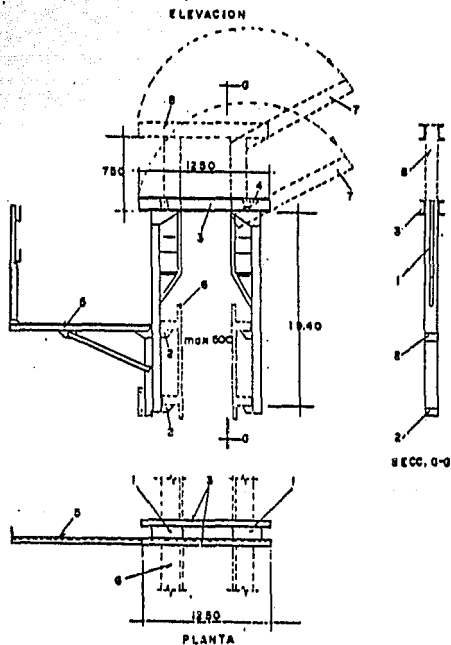


FIG. 2A - YUGO ALEMAN

1- PIERNAS DEL YUGO; 2- MENSULAS DE APOYO; 3- CABEZAL DEL YUGO; 4- PERNOS PARA SUJETAR EL CABEZAL A LAS PIERNAS; 5- MENSULAS PARA APOYO DE LA PLATAFORMA SUPERIOR DE TRABAJO; 6- PANELES DE CIMBRA; 7- CABEZAL EN POSICION ABATIDA LIBRE; 8- YUGO PERALTADO

El tipo de yugo a usar, casi generalmente es accesible al dispositivo de elevación o gato para accionar el conjunto cimbra-plataforma. Estos yugos pueden ser de diseños estándar disponibles en el mercado o bien diseñarse y construirse específicamente para un problema particular.

Quizá la diferencia fundamental de cada sistema sea dada por el elemento motriz o dispositivo de elevación conocido como gato. Así tenemos tres grupos principales:

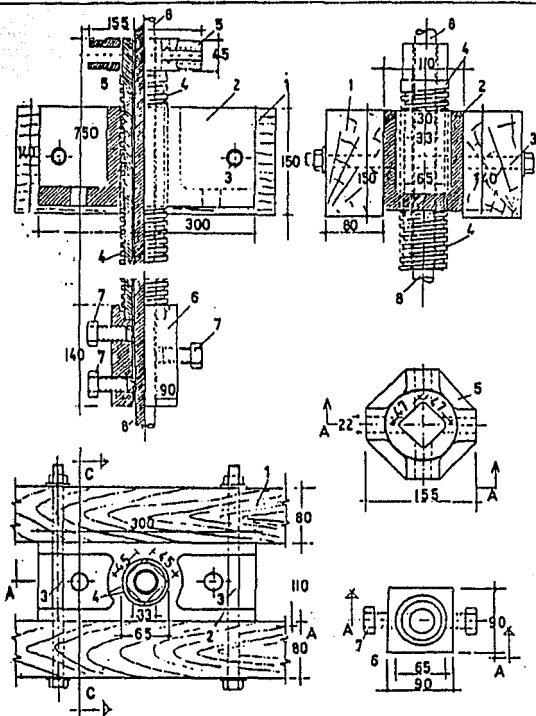
- 1.- Sistema de gatos mecánicos - operación manual.
- 2.- Sistema de gatos automáticos - operación por medio de aire comprimido.
- 3.- Sistema de gatos hidráulicos - automáticos operación por medio de fluido a presión (aceite para dispositivos hidráulicos).

Los sistemas a base de operación manual son todavía usados en obras discretas dimensiones y en obras en que no hay forma de obtener energía eléctrica o en aquellas en que no es rentable una instalación automática.

Los gatos empleados en este sistema pueden ser:

- 1.- De tornillo
- 2.- De tornillo - palanca (sistemas Dyker hoff y Wydman).

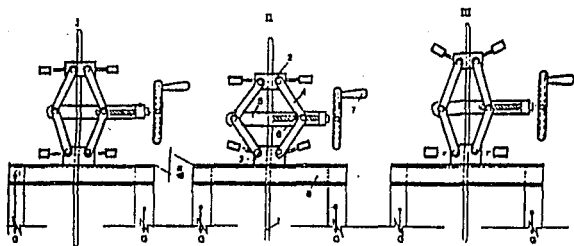
En las figuras Nos. 3-1, 3-2 y 3-3, se ilustran algunos gatos de los aquí mencionados.



**FIG. 3-1 GATO DE TORNILLO DE OPERACION MANUAL**

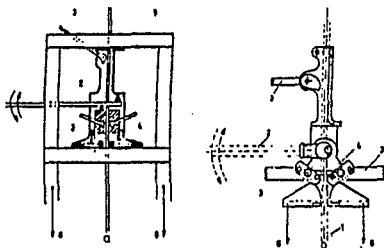
1- CABEZAL SUPERIOR TRANSVERSAL DEL YUGO; 2- BRIDA ROSCADA; 3- PERNOS PARA FIJAR LA BRIDA ROSCADA A LA TRANSVERSAL DEL YUGO; 4- TORNILLO EJE CUERDA CUADRADA; - - 5- CRUCETA DE TORCION; 6- MANGUITO FIJO A BASE DEL TORNILLO; 7- TORNILLOS PARA SUJETAR EL MANGUITO; 8- BARRA DE APOYO.

**FIG. 3-2 GATO CON SISTEMA DYCKERHOFF Y WYDMANN**



1- BARRA DE APOYO; 2- GARRA SUPERIOR; 3- GARRA INFERIOR; 4- BRAZOS ARTICULADOS;  
5- PIEZA DE APOYO PARA IMPULSAR; 6- TORNILLO; 7- MANIVELA DEL TORNILLO; 8- YUGO  
G- PESO DE LA CIMBRA; ah- PASO DEL GATO -; I, II, III: TRES POSICIONES SUCEсивAS DEL  
GATO.

**FIG. 3-3 GATO CON SISTEMA DE ELEVACION DE PALANCAS -  
(MC-DONALD KLOTZ)**



a)- ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO; b)- VISTA LATERAL; 1- BARRA DE APOYO; 2- BRAZO DE  
PALANCA PARA LEVANTAR; 3- BRAZOS PARA FRENAR; 4- APOYO CORREDIZO; 5- YUGO; - -  
6- PESO DE LA CIMBRA

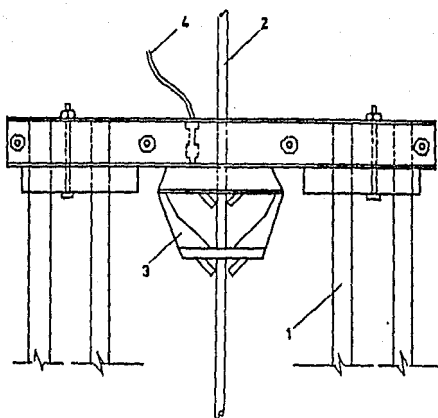
Sistemas automáticos. Sistema accionado por aire comprimido, de patente sueca marca "Constructor Impex, A/B. Estocolmo". El material empleado es aluminio en el cuerpo y acero en las muelas de agarre. Los gatos son elevados por la acción del aire comprimido a una presión de 5 ó 6 atmósferas, conducidos por tubos metálicos flexibles; se mueven sobre barras de 26 mm. y su carrera es de 13 mm. (1/2") aunque pueden calibrarse para desarrollar mayor carrera de acuerdo a las necesidades del trabajo. ver figura No. 4.

Este sistema es empleado en construcciones elevadas y sus características principales son: Rapidez - Sencillez en la operación y exactitud. Aunque es poco accesible en nuestro medio.

Sistemas con dispositivos de levantamiento por accionamiento hidráulico. Estos sistemas son usados con mayor frecuencia, están constituidos por "gatos hidráulicos" unidos a una red común conductora de aceite a presión por una bomba de motor eléctrico o de gasolina y de ubicación central.

El principio de funcionamiento es el mismo para las diferentes marcas disponibles para este uso. Dos de las tres marcas más reputadas son de origen sueco, estas son "Interconsult" y "Concretor Prometo" y la alemana "KG-II-A".

**FIG. 4 - GATO NEUMATICO**



1- YUGO; 2- BARRA DE APOYO; 3- GATO NEUMATICO; 4- CONDUCTOS DE AIRE.



**FIG. 5 FASES DE FUNCIONAMIENTOS DE LOS GATOS HIDRAULICOS DE MECANISMO TIPO -----  
"INTERCONSULT".**

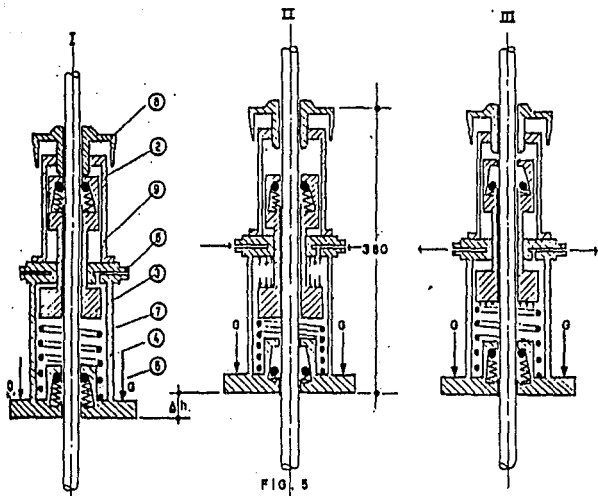
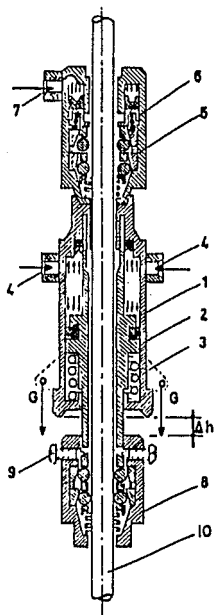


FIG. 5

1- BARRA DE APOYO; 2- GARRA SUPERIOR; 3- PISTON; 4- CILINDRO; 5- GARRA INFERIOR;  
6- ENTRADA Y SALIDA DE ACEITE; 7- RESORTE PARA REGRESAR EL PISTON A SU POSICION  
INICIAL; 8- TAPA SUPERIOR PARA RECTIFICAR EL GATO; 9- CAMARA SUPERIOR Ah = PASO  
DEL GATO O CARRERA (10-50 mm.).

**FIG. 6 - GATO HIDRAULICO DEL TIPO KG-11-A CON DISPOSITIVO DE AGARRE EN EL MISMO**



1- CAMARA DEL PISTON; 2- PISTON; 3- RESORTE PARA REGRESAR AL PISTON EN POSICION INICIAL; 4- ENTRADA Y SALIDA DEL ACEITE A LA CAMARA DEL PISTON; 5- GARRA SUPERIOR; 6- PISTON DE LA GARRA SUPERIOR; 7- ENTRADA Y SALIDA DE ACEITE A LA CAMARA DE LA GARRA SUPERIOR PARA TRABAR O DESTABAR; 8- GARRA INFERIOR; 9- TORNILLOS PARA DESTABAR LA GARRA INFERIOR A MANO; 10- BARRA DE APOYO; G- CARGA DE LA GIMBRA Y PLATAFORMA;  $\Delta h$ -CARRERA DEL GATO.

Las figuras 5 y 6 muestran detalles en sus fases de accionamiento y partes de los mismos, para las marcas Interconsult y KG-II-A.

Los aspectos importantes que caracterizan la instalación de estos sistemas son los siguientes:

1. Las bombas eléctricas que llevan la Presión del fluido en circuitos conectados a cada gato, estarán localizadas lo más posible en el centro de gravedad del conjunto de gatos dispuesto para el deslizamiento.

2. La presión se distribuirá a cada gato por medio de circuitos que agrupen de 8 a 15 gatos formando series al comando central de la bomba.

3. Ya que habrá circuitos largos y Cortos por su lejanía o proximidad a la bomba, en los circuitos largos se colocarán menor número de gotas que en los cortos, el objeto es repartir mejor la presión y lograr simultaneidad con el accionamiento.

4. En caso de usar dos o más bombas para el accionamiento de todos los gatos, estas se unirán entre sí a manera de formar un circuito suplementario que solucionará de emergencia la falta de una bomba averiada, sin detrimento del

accionamiento de los gatos, mientras es sustituida por la refacción.

Como información adicional se agrega que, las bombas de accionamiento de gatos, tienen capacidad para operar de 80 a 100 Pza a una presión en el fluido de 60 a 100 atm.

Sistema de Gatos "Interconsult". Es sencillo y robusto, trabaja con seguridad, en caso de avería de un gato es relativamente fácil su cambio, la capacidad de carga de gato es de 3 a 5 ton. aunque la carga de una barra de 25 mm que soporta sin deformarse es de 2.7 ton., en virtud de esto y de que en condiciones normales de un deslizamiento hay gatos más cargados que otros con una sobrecarga que llega hasta un 50% de lo normal, es recomendable considerar la carga de trabajo de estos gatos en 2.0 ton.

Su carrera se regula entre 10 a 50 mm., la carrera de uso normal media está entre 20 y 30 mm.

El número de ciclos de levantamiento fluctúa en intervalos que van de 5 a 30 min.

El ritmo medio normal de levantamiento es de 5 a 8 impulsos/hora y su peso (sin aceite) es de 15 kg.

Sistema KG-II-A. No difiere en gran medida de otros sistemas de gatos hidraulicos, ni en principio de diseño ni en modo de funcionamiento.

Estos gatos se desplazan sobre barras verticales de 26 mm., con una carga de 3.0 ton., tienen una carrera de 25 mm. en cada impulso de levantamiento.

A diferencia del sistema "Interconsult" y "Concretor Prometo" este tipo de gato tiene dos juegos de muelas que forman una garra superior y otra inferior dispuestas en el exterior del cuerpo principal, pistón central.

El sistema de sujeción (garras) a la barra de apoyo, está compuesto de dos grupos de rodillos dispuestos en forma de collar. El elemento novedoso que aporta esta marca como perfeccionamiento en la explotación de estos gatos, es la facilidad de desaccir de la barra un gato desde el comando central, desprendiendo tanto la garra inferior como la superior.

Las garras superiores pueden desaccirse de la barra de apoyo en todos los gatos simultaneamente por medio de un circuito adicional de presión especial para este objeto, desde el comando central. El quitar de funcionamiento las garras superiores, es poder realizar movimientos de ascenso y descenso de la cimbra al nivel que está y evitar que el

concreto se pegue a la cimbra, en caso de haber necesidad de bajar velocidad de colado e interrumpirlo.

Para desprender la garra inferior, se puede hacer manualmente en cada gato, ya que está sujeta al cuerpo principal por medio de dos tornillos.

El desarmar fácilmente las garras de un gato, permite en todo momento cambiar ya sea un gato o una barra averiados, lo que constituye la ventaja de este perfeccionamiento en este tipo de gatos.

#### DESCRIPCION DEL SISTEMA "CONCRETOR PROMETO"

Este sistema fué inventado en Suecia durante la década de los años cuarenta, fué primeramente empleado en la erección de los silos para productos agrícolas, a partir de entonces se ha desarrollado y usado en campos cada vez mas amplios revolucionando el deslizado de cimbra por sus cualidades sobresalientes.

En 1948 se exportó por primera vez y desde entonces se ha entregado y distribuido para muchos clientes en el mundo. "Concretor Prometo" se ha usado en 20 países en el mundo.

Las características distintivas del sistema es, uniformidad en la simultánea elevación de todos los puntos de la cimbra.

Esta elevación uniforme se realiza por un número determinado de gatos hidráulicos - ver figura No. 7, montados sobre barras de apoyo (huecos y sólidos) de 25 mm. de diametro. Este número de gatos depende de las características de diseño estructural de proyecto a eregir, todos los gatos están conectados en circuito a una línea de alta presión, originada en una bomba hidráulica.

La bomba es operada por un hombre o dos en caso de un número extraordinario de puntos de elevación y cuando la estructura es especialmente complicada. El operador lleva el control del avance de todo el conjunto incluso controla el nivel y en cierto sentido dirige otra operaciones que se realizan simultáneas a la del deslizado.

Para deslizar grandes estructuras monolíticas, los gatos hidráulicos son usados en combinación con un yugo estandar de esta manera - Ver figura No. 8; estos portan la cimbra y están diseñados para ajustarse a diferentes espesores y son facilmente armables y desmontables.

La uniforme elevación y frecuencia de impulsos, efecto simultáneo para toda la cimbra, previene desgarramiento y distorsiones, tambien evita la adherencia del concreto a la cimbra, la protege y elimina el peligro de deterioro del concreto.

FIG. 7 - PARTES DE GATO HIDRAULICO "CONCRETOR

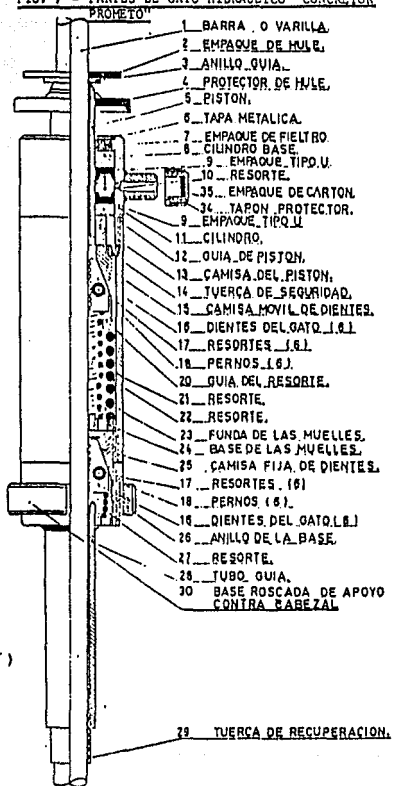
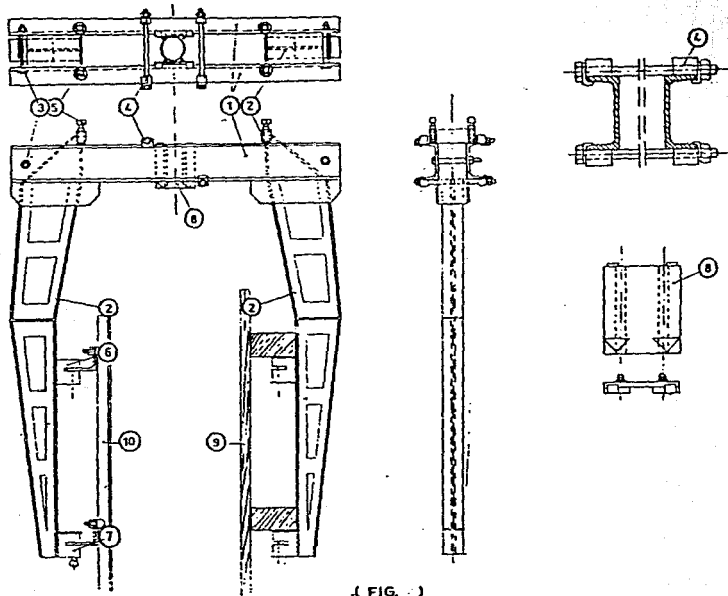




FIG. 8 - EJEMPLO DE YUGO PORTANTE DE CIMBRA  
DESILIZANTE "CONCRETOR PROMETO"



( FIG. )

YUGO TIPO CONCRETOR PROMETO

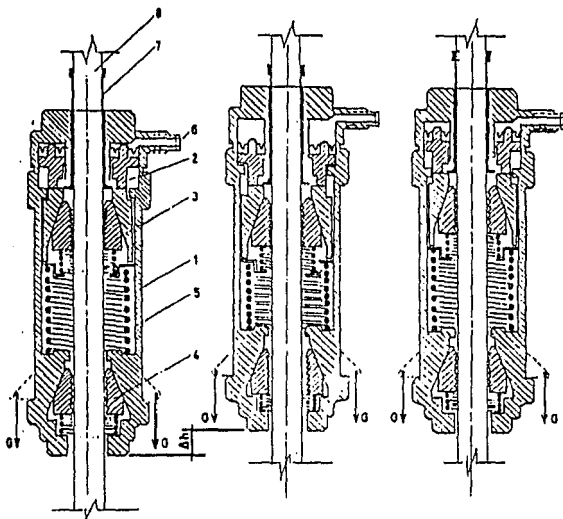
No.	PIEZAS	DESCRIPCION
1	2	VIGA DE YUGO
2	2	BRAZO DE YUGO
3	2	PERNO 5/8" X 130 MM
4	2	ABRAZADERA PARA VIGA DOBLE T
5	2	TORNILLO DE GRAPA
6	2	BLOQUE DE SUJECION SUPERIOR
7	2	BLOQUE DE SUJECION INFERIOR
8	2	ACCESORIOS DE GATO MOVIBLE. PLACA DE APOYO
9	2	MOLDE DE MADERA
10	2	MOLDE DE ACERO LAMINADO TIPO UP

El sistema "Concretor Prometo" es muy parecido en instalación y funcionamiento al sistema "Interconsult". Las características más notables son las siguientes: En los gatos C.P. el agarre y apoyo a la barra se logra por medio de bloques dentados alrededor de la barra. Los conductos del fluido a presión son metálicos y las bombas hidráulicas desarrollan de 100 a 200 atmosferas de presión, pueden estar conectadas a un dispositivo de control automático que opera al sistema a intervalos fijos de tiempo. Estos gatos no son regulables en la carrera que desarrollan por cada impulso y están fabricados para usarse en barras de 25 mm. o 28 mm. de diametro, la fuerza de levantamiento en condiciones óptimas de presión puede llegar hasta 6.00 ton.

Un gato C.P. se compone de una parte principal o cuerpo del pistón en cuya parte inferior se acopla el yugo que soporta la cimbra y plataforma. Otra parte interior que es un pistón anular situado en la parte superior interior de la parte principal, dentro del pistón anular está la garra superior que encaja hacia arriba empujada por un potente resorte y la garra inferior que encaja en la parte inferior del cuerpo principal. - Ver figura 7 y 9. En la parte superior el cuerpo principal en la cámara del pistón va una conexión para la entrada y salida del aceite y en la parte inferior del pistón lleva un niple cola, al que se acopla una camisa "Conduit" para proteger a la barra de apoyo del concreto

fresco y poder recuperarla en caso de haberse planeado así; también da protección a la barra contra el flambeo. En la figura 9, se muestra las fases de movimiento y partes de un gato de esta marca.

**FIG. 7. - FASES DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS GATOS HIDRAULICOS DE BOCAS DENTADAS**  
"CONCRETOR PROMETO"



1- CUERPO DE LA BOMBA; 2- PISTON ANULAR; 3- GARRA SUPERIOR; 4- GARRA INFERIOR;  
 5- RESORTE PARA REGRESAR EL PISTON A SU POSICION INICIAL; 6- CONDUCTO DE ENTRA-  
 DA Y SALIDA DEL ACEITE; 7- TUBO LIMITADOR DE AVANCE; 8- BARRA DE APOYO; C- CARGA  
 DE LA CIMBRA Y PLATAFORMA; Ah- CARRERA DEL GATO.

## CAPITULO IV. PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION.

### 4.1 Planeación del trabajo

Con el fin de realizar el trabajo en el menor plazo y al costo más económico, deberán cubrirse los requisitos siguientes:

1. Hacer un plan de trabajo detallado, definiendo las necesidades de equipo, materiales, personal y documentos de diseño. Así como elaborando los programas de trabajo.

2. Definir un ciclo uniforme para la ejecución del trabajo.

3. Ejecutar el levantamiento de cimbra deslizante en forma continua, día y noche o si se establecen jornadas diurnas, tomar providencias para parar y reanudar el izaje con toda seguridad y calidad.

4. Emplear la misma cantidad de personas por cada turno, y procurar conservar a los mismos trabajadores por turno, además de asignar a cada trabajador el mismo tipo de trabajo, para incrementar la eficiencia.

5. Utilizar equipo de accionamiento hidráulico automático o eléctrico automático para lograr uniformidad en el paso de ascenso del sistema.

## 4.2 Fabricación de la Forma.

### 4.2.1. Moldes

a) Los moldes podrán ser metálicos en su cara de contacto o de madera; si son de madera: serán de duela de

espesor 38mm X 65 cm. de ancho, pulida y machihembrada, deberán clavarse en los largueros con clavos de 89 mm. (3 1/2").

b) Los largueros serán de tres piezas de 38mm. X 152mm. bien pulidos del lado en que estarán en contacto con el molde.

c) Se juntarán las tres piezas usando clavo de 125mm. y se sujetarán entre sí con perno de 0 13 mm. (1/2) X 140mm. (5 1/2").

d) La superficie en contacto con el concreto tendrá una aplicación de resina epóxica, dos capas colocada una de otra en un espacio mínimo de 4 horas.

e) Después se ensamblarán los elementos del molde, rellenándose las juntas en las esquinas.

f) Los chaflanes deberán tener una dimensión mínima de 2" sujetarse perfectamente a los moldes ya sea con clavo o tornillo.

g) Para facilitar el deslizamiento del molde, la medida superior deberá tener aproximadamente 20mm. menos que la medida inferior. Esto es; las caras se desplomarán

convergiendo hacia adentro ambas superficies de contacto de la forma deslizante.

h) Cimbra Metálica - Lo deseable en un proyecto a deslizar, es usar cara metálica de contacto, por razones de tiempo y económicas es más rápido construirla en madera, esto se adecua mejor en obras de menor magnitud, como en el caso de pequeñas pilas para puente, tanques elevados, silos y cubos de elevadores.

La cimbra metálica es más elaborada en su manufactura, requiriendo instalaciones y equipo adecuado y mayor inversión; teniendo ventajas notables, menor coeficiente de fricción (menor adherencia al concreto), menos peso y mejor resultado en el acabado de la superficie del concreto.

#### 4.2.2. Estructura de Rigidez

a) Las formas deslizantes, invariablemente deberán reforzarse con objeto de lograr máxima rigidez y consecuentemente, invariabilidad de la forma geométrica de la sección de la estructura a deslizar.

Es conveniente que esta estructura sea resuelta a base de armaduras atornilladas a los largueros de la cimbra deslizante.

Estarán capacitadas para recibir cargas vivas y cargas muertas que gravitarán sobre la plataforma de trabajo, así mismo empujes horizontales desarrollados durante el colado y armado de la estructura.



b) Se debieran reforzar de la siguiente forma:

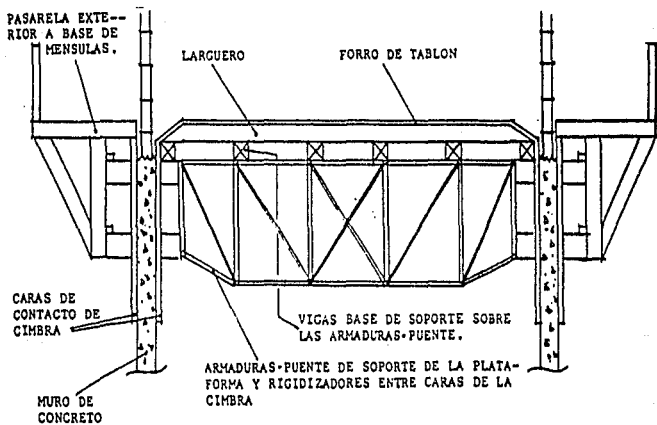
Para garantizar la continuidad de las caras deslizantes en el conjunto de la Sección a deslizar si la forma es de madera. Se usarán segmentos de placa de unión entre sección y sección de la forma de madera, quedando ligadas por tornillería y tuercas entre largueros y caras de contacto.

En el caso de estructura metálica éstas se reforzarán para su continuidad por medio de placas de unión soldadas o atornilladas.

#### 4.2.3. Plataforma de Trabajo

a) Las plataformas deberán hacerse de tabla de 1" para el forro y en caso de usarse boggies para el transporte de concreto se necesita de 2" de espesor; la sección de la madera para forro se calculará según las cargas vivas y muertas que gravitan en esta estructura.

b) Será de la siguiente forma:



Disposición típica de plataforma interior y exterior en una estructura vertical de concreto armada deslizada.

#### 4.2.4. Andamios Colgantes

a) Los andamios colgantes deberán hacerse con estribos a base de varilla de refuerzo de  $0\ 1/2"$ , con dos piezas de  $2" \times 4"$  y plataforma de tablón de  $2" \times 6"$ . La elevación de la plataforma colgante deberá ser de 2 metros debajo de la parte inferior de la cimbra.

b) Los barandales deberán hacerse de barras de refuerzo de  $0\ 1/2"$ .

#### 4.3 Montaje de la Cimbra Deslizante.

1.- La obtención de los moldes tratará de hacerse sobre la plantilla a escala natural, para evitar el máximo los errores.

2.- En el piso de arranque se trazarán los muros.

3.- Colar una guía y apoyo de concreto de aproximadamente 15 cm de altura, para facilitar el montaje de los moldes. (Esta guía no es indispensable).

4.- Armar, en muros una altura de 1 m. pudiendo dejar a mayor altura las varillas verticales.

5.- Presentar los costados: primero los costados interiores engrasando perfectamente, con anterioridad, los lados en contacto con los muros.

6.- Ensamblaje de todos los elementos, no olvidando el desplome de 7.5 mm que deben tener todos los costados para facilitar el deslizamiento.

7.- Los costados deben apoyarse perfectamente sobre los yugos del sistema para evitar que las medidas y el desplome cambien al continuar el montaje.

8.- A fin de obtener las medidas de separación y el desplome correcto de los costados, se usarán separadores al montar los costados exteriores.

9.- Se irá llevando una nivelación durante el montaje de todos los elementos de la cimbra deslizante.

10.- Montaje del equipo elevador de las cimbras y colocación de la plataforma de trabajo.

11.- Terminado lo anterior deben examinarse todas las medidas y desplomes, efectuando una estricta renivelación del conjunto y asegurándose de la correcta sujeción de todas las partes.

12.- Revisión y prueba del equipo; planta de concreto, sistema de elevación y distribución del concreto, vibradores.

13.- Limpieza e inicio del colado.

14.- Todos los andamios colgantes deberán estar preparados para su montaje, en cuanto la altura de la cimbra deslizante lo permita.

#### 4.4 Equipo de Accionamiento.

##### 4.4.1. Descripción

El equipo de elevación del sistema deslizante estará constituido por elementos motrices de accionamiento hidráulico, su capacidad para desarrollar fuerza fluctuará entre 2.5 a 5.0 ton. máxima por elemento. También la utilización de gatos hidráulicos con capacidad de 22 ton. son usuales en el método de estructura portante para deslizar.

##### 4.4.2. Sistema de Apoyo y Guía de los Elementos Motrices.

Será resuelto por medio de barras metálicas, recuperables o no recuperables, el diámetro si es tubería circular o el lado si es perfil cuadrado no excederá  $1/6$  al espesor de pared a deslizar, la tubería será interconectada colinealmente en posición vertical y a plomo.

La disposición de elementos motrices o "gatos" quedará resuelta a cumplir las siguientes condiciones:

- a) Contrarrestar fricción entre el concreto en proceso de fraguado y la cimbra de contacto.
- b) vencer las cargas que gravitan sobre el sistema deslizante y aún el peso propio.
- c) Estar capacitado a responder instantáneamente a las

medidas de control de trayectoria.

Para lo anterior el sistema de "gatos" se agrupará en circuitos estratégicos, relacionados en forma regular a los centros de gravedad de las cargas a vencer, con fuerza desarrollada por el conjunto de gatos.

Cada circuito de gatos en operación estará interconectado con los demás teniendo la particularidad de cancelarse individualmente para efecto de control de trayectoria.

Los circuitos de gatos interconectados entre si se accionarán simultáneamente por un impulso emanado de un centro de fuerza formado por las bombas de accionamiento hidroeléctrico, localizado estratégicamente y a una altura conveniente para visualizar los señalamientos de control de cada "gato" en operación.

Un equipo automático de gatos/bombas de accionamiento hidroeléctrico cumple los requerimientos arriba señalados.

#### 4.5 Acero de Refuerzo.

1.- En vista de que el levantamiento de los moldes es muy rápido, se recomienda tener habilitado el refuerzo de acero, señalando en las varillas verticales la posición de las horizontales y marcarlas según su lugar.

2.- El acero de refuerzo deberá armarse continuamente al mismo tiempo que la elevación de las formas. El fierro vertical se empalmará cuando sea necesario, mientras que el

acero horizontal se irá colocando entre el gato elevador y el muro de concreto. Es evidente la importancia de la sincronización del acarreo y armado del refuerzo con las operaciones de colado.

3.- Con el fin de facilitar el manejo y colocación del acero de refuerzo, la longitud de sus piezas no deberá ser mayor de 4 ó 5 m. y si es posible, evitense los ganchos en las varillas.

4.- Para garantizar el recubrimiento al acero de refuerzo, deberá verificarse su correcta posición desde el inicio del proceso; y en el transcurso del deslizado; el oficial fierrero lo mantendrá en su posición en forma manual si el diámetro del acero lo permite, de no ser así se auxiliará de los elementos de apoyo.

5.- Con objeto de facilitar la colocación del refuerzo se aconseja poner una guía de madera de 2.5 a 3 m. de alto sobre la boca del molde, esta guía encausará la varilla vertical dentro del muro deslizado.

#### 4.6 Colado del Concreto.

##### 4.6.1. Velocidad de Levantamiento.

1.- En general, la velocidad de levantamiento debe ser no menor de 4.0 m. por 24 horas a una temperatura ambiente promedio de 20 a 28 grados centígrados.

2.- Se recomienda lograr mantener una velocidad de levantamiento promedio de 20 cm. por hora. por eso es necesario tener un suministro/hora promedio de concreto convenientemente estudiado.

#### 4.6.2. Operacion de Colado.

1.- La operación de colado debe empezar en las primeras horas de la mañana, despues de que todos los preparativos estén terminados y el último control y chequeo de las formas, equipos se haya efectuado

2.- Ya en conexión con el montaje de la forma todas las varillas verticales se habrían colocado hasta una altura de 3 a 5 metros y también todas las varillas horizontales dentro de la altura de la forma.

3.- Es necesario colar uniformemente por lo menos hasta la mitad de la altura de la forma, para que el levantamiento del sistema pueda empezar después de 2 a 3 horas.

4.- El levantamiento debe empezar relativamente despacio, cuando la forma se ha colado completamente, la velocidad puede aumentarse.

5.- El colado del concreto debe hacerse normalmente con ayuda de vibradores de 0 38 mm.

6.- El colado de concreto debe hacerse en capas de concreto de un espesor de 10 a 15 cm. y alternativamente de izquierda a derecha a cada mitad del muro.



7.- El manejo del vibrador se hará con mucho cuidado para evitar que los costados se adhieran a la superficie de concreto y hasta una profundidad igual al espesor de la capa colada.

8.- En caso de que sea necesario para el levantamiento del sistema es indispensable levantar las formas hasta tener la seguridad de que los costados no estén adheridos al concreto.

9.- Cuando el colado tiene 10 a 15 cm. para alcanzar la elevación final se habrá de para el colado temporalmente y levantar la forma con rapidez hasta la elevación final y proseguir el colado. Esto es con el fin de dejar el molde perfectamente nivelado mientras termina el colado.

10.- Especialmente en el colado en cimbra deslizante, es necesario para evitar que el concreto pierda humedad, trabajar con revenimiento que mantenga su fluidéz y sea manejable. (Ideal para estas actividades es revenimiento 12-15 cm.).

#### 4.7 Control de la Forma.

1.- A fin de controlar la verticalidad de muros y columnas se colocarán plomadas suficientes que se vigilarán estrechamente.

2.- Una estricta nivelación deberá hacerse, cuando menos una vez cada 8 horas.

3.- Conviene llevar un croquis y reportes de los desplazamientos de las plomadas, para facilitar las correcciones, que deba hacer el operador de la forma.

4.- Para conocer en cada momento la elevación a la que se encuentra la forma, se propone:

a) Marcar en la tubería, por la que trepan los gatos, las cotas significativas.

b) Colocar una cinta metálica en el fondo, que se desenrolla a medida que sube el molde deslizante.

c) Colocar un poste de madera desde la planta baja, con las marcas de elevación necesarias.

5.- Si se prefiere puede instalarse una tubería de plástico para llevar una nivelación continua, aprovechando el principio de los vasos comunicantes.

6.- La velocidad del ascenso será la mayor posible misma que depende del equipo de suministro de concreto, acero e inserciones, temperatura ambiente y consistencia del concreto.

7.- La uniformidad y continuidad de las operaciones dará mucho mejor acabado en los parámetros de muros y columnas.

#### 4.8 Organización y Ciclo de Trabajo.

1.- El colado con el sistema de cimbras deslizantes debe caracterizarse por la uniformidad y continuidad de todas las operaciones.

2.- Las diferentes operaciones a realizar, a su vez, deben caracterizarse por una perfecta sincronización entre ellas y por su pronta realización.

3.- Todo lo anterior, obviamente demanda una planeación escrupulosa y una preparación detallada de las actividades.

4.- En virtud de la continuidad que exige el sistema, se trabajan las 24 horas del día, recomendándose la división en tres turnos de 8 horas cada turno o en dos turnos de 12 horas por cada día.

5.- En muy poco tiempo todo el personal estará familiarizado con el sistema de formas deslizantes, con el ritmo de los trabajos y sabrán perfectamente realizarlos.

6.- Para el mayor éxito de este trabajo, se aconseja se conserve siempre el mismo personal de cada turno, para todo el desarrollo de la construcción y con la misma actividad a su cargo.

#### 4.9 Recesos y Artículos Incrustados.

A fin de vigilar y facilitar la colocación de todos los descansos y artículos incrustados se recomienda elaborar dentro del diseño del sistema deslizante cortes en elevaciones de todos los pisos incluyendo los descansos y artículos incrustados debidamente marcados.

## CAPITULO V. TRABAJOS PRELIMINARES Y COMPLEMENTARIOS.

### 5.1 Trabajos Preliminares

Es imprescindible contar con la superficie de cimentación para desplantar los elementos verticales de una estructura que se deslizará, esto conlleva la preparación de tuberías y ductos de instalaciones provenientes de la estructura vertical, sean estos mecánicos, hidráulicos o eléctricos. Simultáneo a los trabajos de cimentación e instalaciones se procederá a la ejecución de instalaciones para la elevación de concreto, instalación eléctrica para iluminación y toma de fuerza para el accionamiento de equipo de cimbra deslizante, vibradores para concretos soldadoras. Con respecto a la elevación de concreto este puede realizarse con el uso de torres elevadoras al pie de la obra, grúa torre de base estacionaria, grúa sobre camión. En caso de requerir movilidad puede usarse bombeo si el volumen inicial de llenado y durante el izaje lo amerita. Estos aspectos de preparativos en un deslizado son tan importantes que en ellos estriba el éxito de un deslizado en el tiempo justo.

El acceso vertical del personal mediante escaleras metálicas o elevadores mecánico eléctricos, son también aspectos preliminares a realizar y son parte del éxito planeado para la consecución de la estructura.

La preparación de placas insertas, anclajes, vanos en las puertas de la estructura que permitirán la conexión de elementos estructurales horizontales posteriores al paso de la forma implican un trabajo exhaustivo de previsión para el logro total de la estructura. Dicha previsión arranca desde el diseño de la función de la estructura y simultáneamente el diseño estructural. Todos los artículos a insertar requerirán una planeación de fabricación determinando aquí su naturaleza definitiva, como es el caso de inserción de cuerpos volumétricos que posteriormente deban retirarse o destruirse para dar paso a la inserción y conexión de la estructura horizontal definitiva, esto es trabes, ménsulas, losas, rampas, gargolas, ductos, etc.

También como parte de los preparativos se cuenta el proveer de instalación de agua para efecto de curado de la superficie del concreto expuesto al paso de ascenso de la forma.

Otro aspecto no menos importante es el habilitado de varilla horizontal y vertical en los muros y columnas a deslizar. Dicho habilitado deberá coordinarse con el diseño del sistema de cimbra deslizante de tal forma que el despiece facilite la colocación ágil y exacta según lo marca el diseño estructural. De no ser así la colocación de varilla

La preparacion de placas insertas, anclajes, vanos en las puertas de la estructura que permitirán la conexión de elementos estructurales horizontales posteriores al paso de la forma implican un trabajo exhaustivo de previsión para el logro total de la estructura. Dicha previsión arranca desde el diseño de la función de la estructura y simultáneamente el diseño estructural. Todos los articulos a insertar requeriran una planeación de fabricacion determinando aquí su naturaleza definitiva, como es el caso de inserción de cuerpos volumétricos que posteriormente deban retirarse o destruirse para dar paso a la inserción y conexión de la estructura horizontal definitiva, esto es trabes, ménsulas, losas, rampas, gargolas, ductos, etc.

Tambien como parte de los preparativos se cuenta el proveer de instalación de agua para efecto de curado de la superficie del concreto expuesto al paso de ascenso de la forma.

Otro aspecto no menos importante es el habilitado de varilla horizontal y vertical en los muros y columnas a deslizar. Dicho habilitado deberá coordinarse con el diseño del sistema de cimbra deslizante de tal forma que el despiece facilite la colocación agil y exacta segun lo marca el diseño estructural. De no ser así la colocación de varilla

puede significar un serio impedimento para el ascenso del sistema desvirtuando a la postre los resultados.

Cabe también apuntar que dentro de los preparativos podemos situar el de control de calidad de los materiales que constituirán el concreto de la estructura. De su diseño de mezcla debemos tener el dato de fluidez, consistencia, tiempo de fraguado inicial, final, granulometría de agregados y, si el concreto es fabricado en sitio o llevado de planta; en el primer caso se preparará una área específica para agregados y cemento y las instalaciones para el adecuado funcionamiento de la planta productora del concreto. Para la distribución del concreto en la plataforma se fabricarán con antelación, de acuerdo al plano de disposición, las plataformas y equipo de cimbra deslizante y todos los artefactos que permitan el colado oportuno al paso de ascenso de la cimbra como son tolvas, canalones, mangueras o tubería, trompas, bocas de descarga para llenado de vagues o carretillas si es el caso, forros banquetas a la orilla de la boca del molde que permitan el arrastre de concreto, etc.

## 5.2 Trabajos Complementarios

Citaremos en primer lugar la colocación de todos los aditamentos insertos en los muros o columnas deslizadas, para esto se habilitará al personal en equipo específico para que localice en el tiempo y nivel logrando la exacta colocación del elemento, sean placas, anclas, vano, caja, tornillo, etc., cabe citar que al paso de la cimbra dicho personal se abocará a descubrir limpiar y preparar dichos elementos insertos para proceder a la construcción de los elementos de estructura horizontal. Esto, como trabajo complementario, puede ser tan importante como la erección de la estructura vertical para determinar el proyecto de estructura.

Otra parte de los trabajos complementarios lo representa el de la limpieza del concreto escurrido en la superficie deslizada, el tapado de huquedades por falla en el acomodo de agregado entre la varilla y también el tapado de poro en la superficie por efecto de aire incluido en el concreto.

También cabe citar que en la mayoría de los trabajos se determina utilizar la estructura de la plataforma u obra falsa al final del deslizado para la losa tapa o losa azotea según la estructura proyectada. Es trabajo complementario el



nivelar, preparar la superficie de contacto y anclar y dejar preparativos para el bajado posterior al uso de la estructura.

CAPITULO VI ANALISIS DE COSTOS, TIEMPOS DE EJECUCION  
DESARROLLO DE ACTIVIDADES Y FORMATOS DE REGISTRO

6.1 PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de cuatro edificios de cubos de elevadores con fachada semicircular en San Jose del Cabo, B.C.S.

Las cuatro estructuras a deslizar son dos de ellas de 9 niveles y las otras dos de 6 niveles con una altura de entepiso de 3.66 m. En las figuras siguientes se muestra la disposicion de los edificios.

6.2 Cuantificacion por M2 de Cimbra para cada Edificio

ZONA DE FUENTE

Edificio No. 1

Muro Semicircular Interior  $\times 6.26 \times 2 \times 0.5 = 19.67$

Muro Semicircular Exterior  $\times 6.71 \times 2 \times 0.5 = 21.08$

Muro Perpendicular Interior 7.50

---

Total de ml 48.25

Altura de Entrepiso 3.66 m

Area de Contacto por Nivel  $48.25 \times 3.66 = 176.50 \text{ m}^2$

No. de Niveles = 6

Area Total de Cimbra  $176.50 \times 6 = 1,059.60 \text{ m}^2$

=====

Edificio No. 2 IDEM

### ZONA DE ELEVADORES

Muro Semicircular Interior  $\times 6.41 \times 2 \times 0.50 = 20.14$

Muro Semicircular Exterior  $\times 6.71 \times 2 \times 0.50 = 21.08$

Muros Intermedios  $5.29 \times 2 = 10.58$

$6.61 \times 2 = 13.22$

$4.31 \times 2 = 8.62$

$4.80 \times 2 = 9.60$

$0.20 \times 2 = 0.40$

$0.46 \times 2 = 0.92$

Columnas  $0.59 \times 5 \times 2 = 5.90$

$0.30 \times 5 = 1.50$

$0.15 \times 6 = 0.90$

Muro Fachada  $2.96 \times 2 = 5.92$

$0.30 \times 1 = 0.30$

Muros Semicirculares  $\times 1.49 \times 2 \times 0.50 = 4.68$

$\times 1.69 \times 2 \times 0.50 = 5.31$

$\times 0.41 \times 2 \times 0.50 = 1.29$

$\times 0.61 \times 2 \times 0.50 = 1.92$

Total de ml 112.28

Altura de Entrepiso 3.66 m

No. de Niveles = 9

Area Total 112.28 x 9 = 3,698.50 m2

DESCUENTO DE AREA POR VANOS

Vanos Zona Poniente 5.795 x 1.22 x 2 x 7 niveles = (102.50)

3.660 x 4.52 x 2 = ( 33.09)

---

Total de m2 ( 135.59)

Area Total de Cimbra Edificio Zona Poniente:

3698.50 - 135.59 = 3562.91 m2

=====

Vanos Zona Oriente 3.89 x 2 x 3.66 = ( 28.48)

4.10 x 2 x 3.66 = ( 30.01)

5.66 x 1.22 x 7 niveles = ( 48.54)

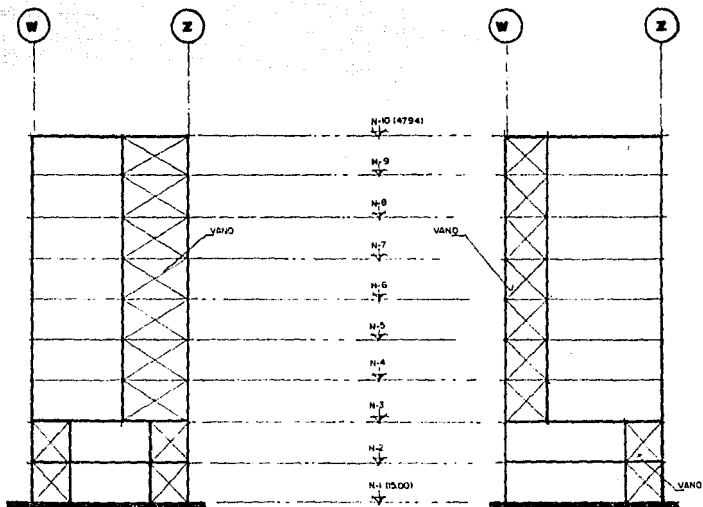
---

Total de m2 ( 106.83)

Area Total de Cimbra Edificio Zona Oriente:

3698.50 - 106.83 = 3591.67 m2

=====

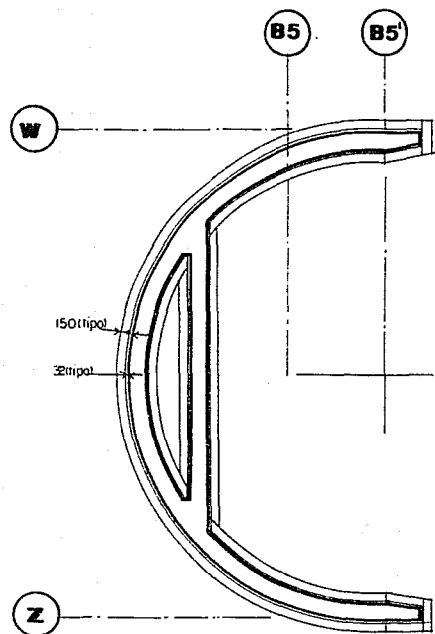


**ZONA ORIENTE**

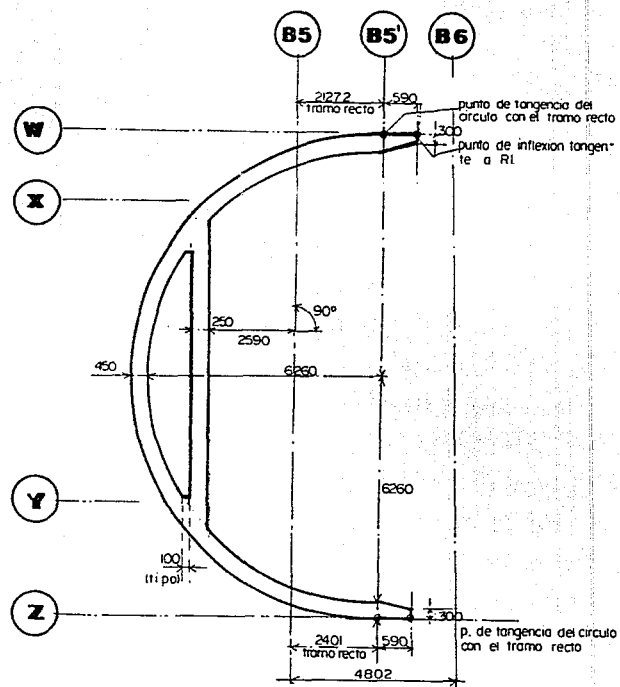
**ZONA PONIENTE**

DETALLE DE ELEVACION NUCLEO DE ELEVADORES  
(VANOS)

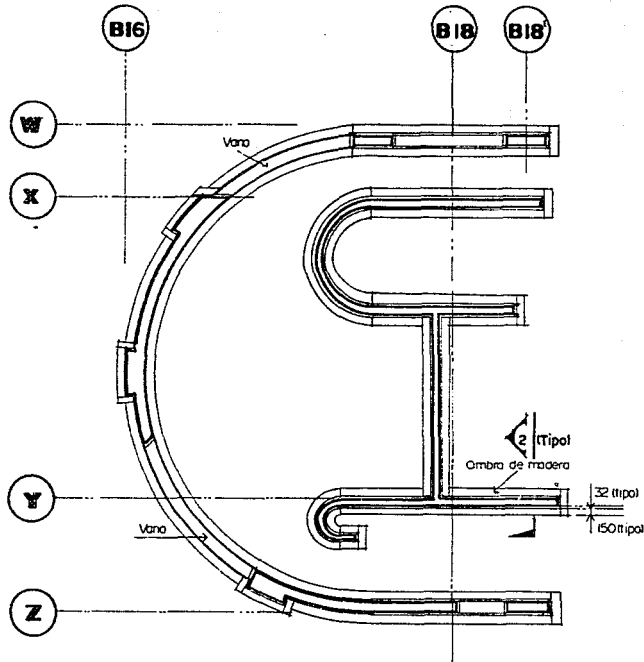
DETALLE DE ELEVACION NUCLEO DE ELEV.  
(VANOS)



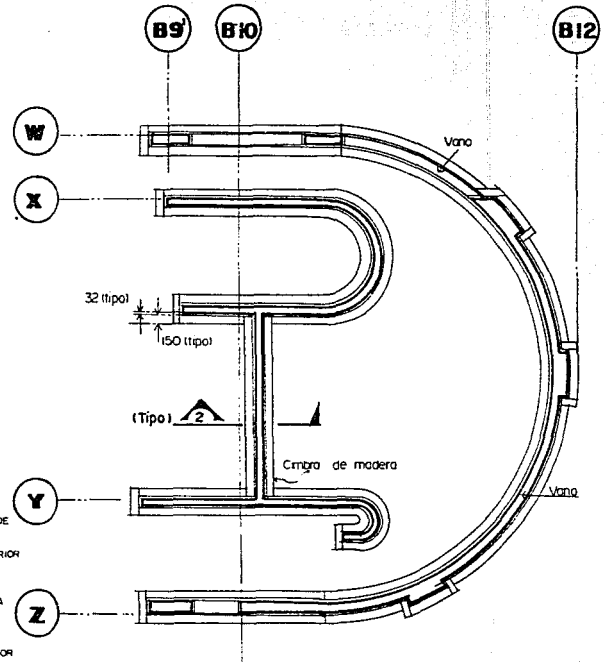
**PLANTA DE CIMBRA**  
(MUROS DE APOYO DE PUENTE)



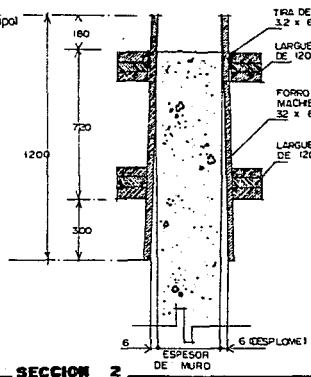
**PLANTA DE GEOMETRIA DE MUROS  
A DESLIZAR (A. DE PUENTE)**



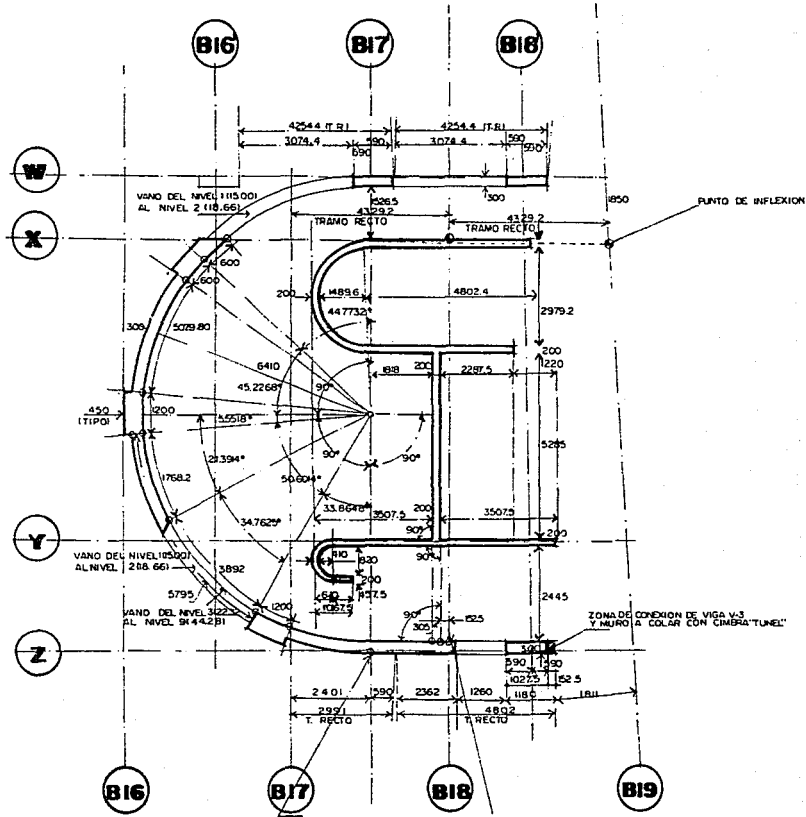
**PLANTA DE CIMBRA**  
 (MUROS DE NUCLEO DE ELEV. ZONA  
 O R I E N T E . . )



**PLANTA DE CIMBRA**  
 (MUROS DE NUCLEO DE ELEV. ZONA  
 P O N I E N T E . . )

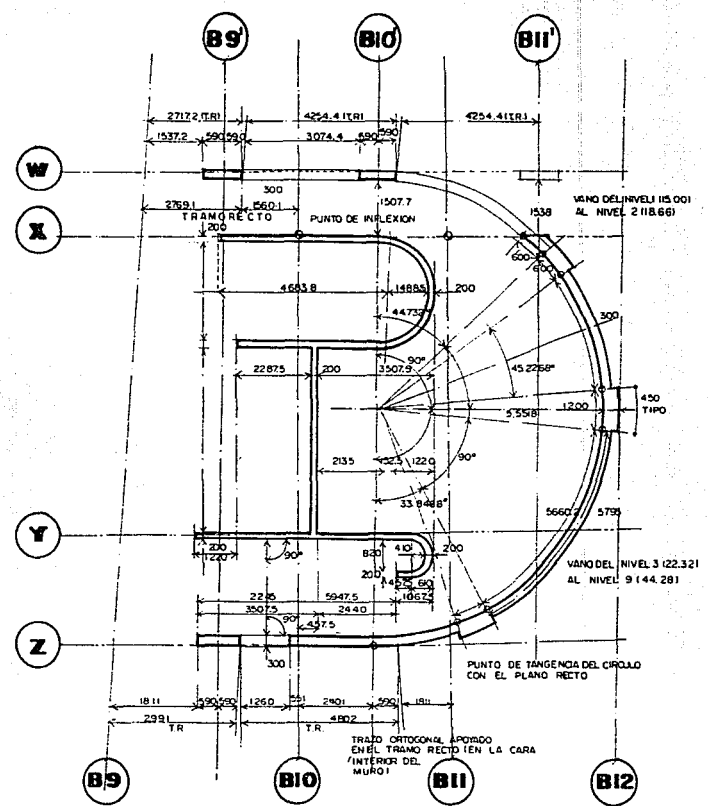


**SECCION 2**  
 (tipo)



**PLANTA DE GEOMETRIA DE MUROS A DESLIZAR**

( N. DE ELEVADORES ZONA O R I E N T E . )



**PLANTA DE GEOMETRIA DE MUROS A DESLIZAR**

( N. DE ELEVADORES ZONA P O N I E N T E . )



### 6.3 Costo Total del Proyecto

Fecha: 15 de Enero de 1991

1) Ingeniería del Sistema y coordinación en campo, para todo el proyecto

87'426,900.00

2) Suministro de moldes y estructura de rigidez:

215'995,000.00

3) Arrendamiento de Equipo Hidráulico

6'747,000.00 x 19 semanas =

128'193,000.00

4) Participación de 4 técnicos para deslizado

6'715,000.00 x 4.5 semanas =

127'585,000.00

5) Personal de Apoyo y Equipo Auxiliar,

40'356,834.00

6) Total

87'426,900.00

215'995,000.00

128'193,000.00

127'585,000.00

40'356,834.00

---

599'556,734.00

#### 6.4 Tiempo de Ejecución

Fabricacion de molde y estructura de rigidez	3	semanas
Fletes	1.5	semanas
1er. Montaje	1	semana
1er. Deslizado	1	semana
1er. Desmontaje	1	semana
2o. Montaje	1	semana
2o. Deslizado	1	semana
2o. Desmontaje	1	semana
3er. Montaje	2	semanas
3er. Deslizado	1	semana
3er. Desmontaje	1.5	semanas
4o. Montaje	1.5	semanas
4o. Deslizado	1	semana
4o. Desmontaje	1.5	semanas
<hr/>		
TOTAL	19	semanas

## 6.5 Costo Unitario

Edificio 1 Zona Puente	1,059.60 m2
Edificio 2 Zona Puente	1,059.60 m2
Edificio Zona Oriente	3,591.67 m2
Edificio Zona Poniente	3,562.91 m2

---

Cimbra Total	9, 273.78 m2
--------------	--------------

### Costo por m2 :

\$ Total Proyecto	\$ 599'556,734.00
-------------------	-------------------

---

Cimbra Total	9,273.78 m2
--------------	-------------

$\$/m2 = \$ 64,650.74$

### Costo por Semana:

\$ Total Proyecto	\$ 599'556,734.00
-------------------	-------------------

---

No. Semanas	19
-------------	----

$\$/Semana = \$ 29'450,354.00$

## 6.6 Fuerza de Trabajo Necesaria

Personal de apoyo:

4 Ayudantes

1 Soldador

Fuerza de Trabajo durante el deslizado:

4 Tecnicos en planeacion y montaje

1 Cuadrilla de colado ( 5 peones + 2 oficiales )

4 Parejas de fierros sin incluir habilitado (1 of.+ 1 ay.)

1 Cabo

2 Ayudantes (curado)

3 Oficiales soldadores de varillas

2 Carpinteros

## 6.5 Equipo y Herramientas Necesarios

Grúa torre para montaje y elevacion de materiales

Alumbrado general y tomas de corriente

Pulidora para limpieza

Aceite hidráulico

## 6.6 Ciclo de Movimientos

- 1.- Habilitado de Elementos
- 2.- Aplicacion de Grasa y Desmoldante
- 3.- Clasificacion de Guia, su Uso
- 4.- Montaje y Armadura para Plataforma de Trabajo
- 4'.- Movimiento a Siguiete Posición
- 5.- Montaje de Yugos y Gatos Hidráulicos
- 6.- Montaje y Ajuste de Cimbra
- 7.- Revision de Plomos, Niveles y Trazo
- 8.- Inicio de Deslizado
- 9.- Armado de Escaleras de Seguridad Paralelo al Deslizado
- 9'.- Revision de Plomos Niveles Soportes de Velocidad del  
Deslizado con Ing. Especializado en Cimbras Hasta la  
Terminación
- 10.- Desmontaje y Limpieza

**CUADRO DE ORGANIZACION DE PERSONAL**

**QUE INTERVIENE EN UN DESLIZAMIENTO DE CIMBRA**

**TURNO DE 12HRS**

**COORDINACIÓN  
GENERAL INGENIEROS ESPECIALIZADOS.  
EN CIMBRA DESLIZANTE (UNO POR TURNO).**

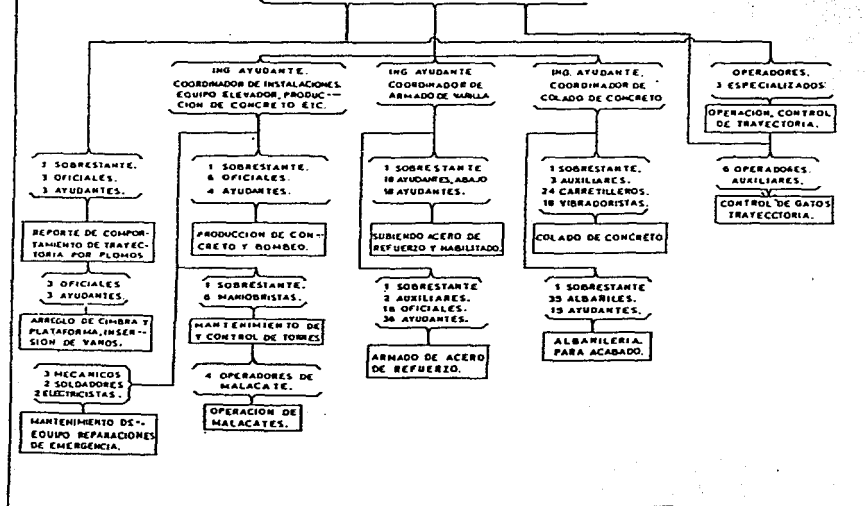


TABLA DE RESULTADOS DEL DESLIZAMIENTO DE CIMBRA

EDIF.	UBIC.	(*) Tiempo en Hrs. del - Desliz.	Altura Alcanzada	Velocidad Promedio Alcanzada	Volúmen Colado de Concreto	Consumo Conc/Hr. Promedio	Máximo Desplome Promedio

(\*) En este Tiempo, está incluido el tiempo perdido por falta de suministro de Concreto u otras causas.

## 6.9 FORMATOS DE REGISTRO

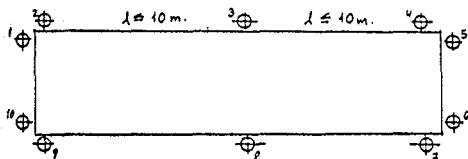
REGISTRO DE AVANCE  
TIPICO EN UN PROCESO DE DESLIZADO

PERIODO \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

NO. IMPULSO	AVANCE TEORICO MM.	AVANCE EFECTIVO MM.	TIEMPO HORAS	ALTURA ALCANZADA M.	IMPULSOS/ HORA	VELOCIDAD PROMEDIO M./HORA	OBSERVACIONES



CONTROL DE PLOMOS EN UN PROCESO DE DESLIZADO DE CIMBRA



REGISTRO DE PLOMOS

CROQUIS DE LOCALIZACION DE PLOMOS

— NORMALMENTE 2 POR ESQUINA INTERMEDIOS A CADA 10 M. APROX. —

PLOMADA NO.	LOCALIZACION INICIAL RESPECTO A PAÑO	TIEMPO DE LECTURA	DESPLAZAMIENTO VS. LCC. INICIAL	DIFERENCIA RESPECTO A TOLERANCIA	TENDENCIA DE GIRC	OBSERVACIONES

REGISTRO DE INSERCIONES

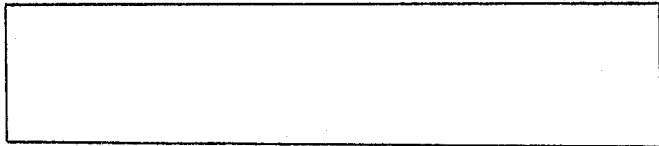
(VANOS PARA PUERTAS, VENTANAS, NICHOS, EMPORTE DE VIGAS, PLACAS Y ANCLAS).

INVENTARIOS DE FORMAS, VOLUMENES y ARTICULOS



No.	_____	_____	_____	_____	_____
No. DE PIEZA	_____	_____	_____	_____	_____
CANTIDAD	_____	_____	_____	_____	_____

POSICION EN PLANTA



CRUCIOS DE LOCALIZACION

NIVEL DE  
POSICION  
(DESDE...  
DESPLANTE.)

\_\_\_\_\_

## 6.9 Analisis con Cimbra Tradicional

Analizando con cimbra tradicional se obtendrian los siguientes resultados:

1.- A partir de un análisis de precios unitarios se obtiene su costo directo (Ver Análisis Anexo):

Como se muestra en el análisis el costo por m2 es menor que el resultado obtenido para un m2 de cimbra deslizado pero cabe mencionar los siguientes criterios de análisis:

Del Análisis de costo directo se tiene un rendimiento promedio de 8 m2 por jornal de 8 horas, en un día serian 24 m2, lo cual indica que cimbrar y descimbrar los cuatro edificios seria de:

$$9273.78 / 24 = 386.41 \text{ días}$$

Con cimbra deslizando se tiene todo el proceso de armado, cimbrado, colado, descimbrado y curado en 19 semanas, es decir, 133 días así que se tiene una reducción del 65.58 % en tiempo.

Si se desea que el análisis de costo directo de cimbra tradicional tuviera el mismo rendimiento al de la cimbra deslizando el cual es de 69.73 m2 diarios se incrementaría el costo de la mano de obra y equipo en un 190 %.

COMPRAR EN CUALQUIER ELEMENTO DE LA ESTRUCTURA CON GUELA Y/O TRIPLAY A CUALQUIER ALTURA EN CUALQUIER NIVEL, INCL. TODOS LOS CARGOS POR SEMINISTRO, HABILITADO, ELEVACION, COLOCACION, REMOCION, DESPERDICIOS FLETES, MANEJOS, CHAFLANES, DETALLADO, LIMPIEZA PREVIA AL COLADO, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO P.U.O.T. 15-FEB-91

MATERIALES	U	P.U.	CANT.	IMPORTE
ANDAMIOS TUBULARES H=4.50 M	M2	294.12	7.50	2,058.84
ALAMBRE RECOCCIO No. 16	KG	1,926.50	0.20	385.30
CLAVO DE 3"	KG	2,500.00	0.25	625.00
DIESEL	LT	483.96	1.00	483.96
TRIPLAY PINO 16 MM	M2	25,000.00	0.10	2,500.00
MADERA DE PINO DE 4"x4"	PZA	1,515.00	1.66	2,511.87
MADERA DE PINO DE 2"x4"	PZA	1,515.00	1.06	1,602.87
			SUMA	10,167.84
MANO DE OBRA				
AYUDANTE GRAL.	JOR	61,745.93	0.1213	7,489.78
OF. CARPINTERO	JOR	118,723.69	0.1213	14,401.13
CABO	%	21,390.96	0.0500	1,094.55
			SUMA	22,985.51
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
HERRAMIENTA	%	21,890.96	0.03	656.73
ELEVACION MATERIALES GRUA TORRE	%	21,890.96	0.05	1,094.55
			SUMA	1,751.28
			COSTO DIRECTO	34,904.63 /M2

TIENE CON FALLA DE ORIGEN

## 2.- Análisis de tiempo

El tiempo de armado, cimbrado, colado, descimbrado y curado de una estructura comun, es decir, un muro recto de 21.08 m de largo x 3.66 m de altura que equivale a las dimensiones del muro semicircular para cada nivel de los edificios en cuestión sería de:

8 horas armado

8 horas cimbrando

3 horas colando con concreto premezclado bombeado

12 horas tiempo de maduración de concreto

4 horas descimbrando

4 horas curando

total de horas = 39 hrs. / nivel.

tomando los nueve niveles serian:  $39 \text{ hrs.} \times 9 \text{ niveles} = 351$  hrs. para la construcción de este edificio.

Con el sistema de cimbra deslizante como se demuestra en el capítulo sexto y cuarto se tiene una velocidad promedio de 0.25 m/hr. Lo cual queda de la siguiente manera:

$3.66 \text{ m} \times 9 \text{ niveles} = \text{altura total del edificio} = 32.94 \text{ m}$

$32.94 / 0.25 \text{ m/hr.} = 131.76 \text{ hrs.}$

Con este criterio de análisis se demuestra que en tan solo 131.76 se puede levantar un muro de éstas dimensiones y tener una reducción en tiempo del 62.46 %.

A fin de reafirmar la reducción en el tiempo, se puede observar que 351 horas de duración para construir con cimbra tradicional equivale a levantar dos edificios de las características anteriormente descritas y con un grado de dificultad mucho mayor.

### 3.- Análisis de tiempo por m<sup>2</sup>

Si se considera el mismo ejemplo expuesto en el punto anterior, se tiene un tiempo de 39 horas para construir un muro recto de 77.15 m<sup>2</sup>, es decir, si se analiza por regla de tres:

$$x = 39 \text{ hrs.} / 77 \text{ m}^2 = 0.506 \text{ hrs.}$$

Es decir se tiene media hora por m<sup>2</sup>.

Si se tiene un área de contacto para los cuatro edificios de 9273.78 m<sup>2</sup>, el tiempo para construirlos sería de:

$$9273.78 \text{ m}^2 / 24 \text{ hrs.} = 193.20 \text{ días.}$$

El tiempo de ejecución con cimbra deslizante es de 133 días lo cual indica una reducción en el tiempo de 60 días como mínimo para un análisis de una estructura de un grado de complejidad conocido, pero cabe mencionar que las estructuras construidas con cimbra deslizante tienen un grado de complejidad mucho mayor.

## CONCLUSIONES

El sistema de cimbra deslizante es una opción en la construcción de estructuras altas de concreto, como se mencionó en la introducción de este trabajo y realmente es difícil que exista un sistema que reduzca más los tiempos de ejecución, como se vió en el capítulo sexto en tan solo una semana podemos alcanzar una altura de 33 metros.

Se concluye que el uso de este sistema reduce los tiempos de ejecución notablemente, lo cual es de gran importancia, no solo el tiempo es importante sino que se tiene una optimización de recursos, es decir, en un deslizado se trabaja noche día durante el colado, así que podemos considerar que el tiempo uso del equipo queda implícito en el sistema, reduciendo así el costo por renta de maquinaria y equipo.

Otro aspecto importante es el hecho de que para construir con cimbra tradicional forzosamente necesitamos construir los elementos estructurales adyacentes al muro como son trabes y losas. Con el sistema de cimbra deslizante se puede levantar un muro de 33 m de altura con un máximo desplome de media pulgada, lo cual indica que no requiere de ningún tipo de elemento estructural en que apoyarse.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Tudor Dinesco Andrei Sandru Constantin Rodulesco  
Les Cofrages Glissants Technique et Utilization  
Editions Eyrolles  
Paris
- 2.- H. R. Gill  
Concrete Formwork Designer's Hand Book  
Concrete Publications Limited  
London
- 3.- Charles J. Pankow  
Advanced Building Constructions System-Slipforming  
Construction of Building  
U.S.A.
- 4.- Revista Mexicana de la Construccion  
IMCYC
- 5.- J.G. Richardson  
Cimbras Diseño  
Tomo I  
IMCYC



6.- Francisco Robles F.V.

Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado

LIMUSA

Mexico

7.- Phil M. Ferguson

Teoria Fundamental del Concreto Reforzado

Cia. Editorial Continental, S.A.

Mexico