

2 of 155

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



## DESCRIPCION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA DE CIMBRA MECCANO

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
Ingeniero Civil  
P R E S E N T A  
**VICTOR MANUEL ROMERO ALVA**  
MEXICO, D. F. 1989



## **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.

## I N D I C E

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	ANTECEDENTES.....	3
III.	CARACTERISTICAS TECNICAS.....	6
	A. Descripción del sistema.....	6
	B. Componentes del sistema.....	8
	C. Herramienta y equipo de un operador Meccano....	54
	D. Equipo especial para el colado.....	54
	E. Sistema de fijación de páneces.....	54
	F. Identificación de componentes del Sistema Meccano.....	56
	G. Especificaciones del fabricante.....	57
	H. Materiales del sistema.....	58
	I. Vida útil de la cimbra Meccano.....	59
IV.	PROCESO CONSTRUCTIVO.....	61
	A. Descripción del proceso constructivo.....	61
	B. Fase I "Construcción de la losa de cimentación".....	64
	C. Fase II "Construcción de la vivienda".....	79
V.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	100
VI.	AUDIOVISUAL.....	104
VII.	CONCLUSIONES.....	112
	BIBLIOGRAFIA.....	114

## I. INTRODUCCION.

Desde su inicio, la humanidad ha enfrentado problemas para edificar viviendas; las épocas de guerras y postguerras o las localidades apartadas o sin recursos, son un ejemplo de ello. El hecho de que el hombre considerara importante edificar una morada que satisficiera ciertas necesidades como: protección del medio ambiente, comodidad para su descanso, facilidades para la obtención de sus consumos básicos y su adaptación social mediante la estancia en una comunidad, provocó problemas graves a la industria de la construcción.

Poco a poco, se han ido superando los diferentes tipos de barreras que se han presentado; actualmente, nos encontramos ante un gran desempleo, escasez de materiales y altos costos, carencia de personal capacitado, falta de liquidez en empresas públicas y privadas, que aunados a problemas sociales y económicos por los que atraviesa nuestro país, originan que los desarrollos de vivienda de interés social conlleven calendarios de obra forzados, reducción de calidad en la vivienda, falta de liquidez en la administración de las obras, altos costos de financiamiento y sobre todo, la contracción de programas tanto del sector público como del privado.

Es de mi especial interés, conocer a fondo un sistema constructivo que permita resolver lo anteriormente expuesto, como lo es el sistema "MECCANO".

A lo largo de este trabajo lo desarrollaré, comenzando con sus antecedentes y orígenes en el capítulo II.

En el capítulo III se expone cada una de las características técnicas que componen el sistema.

El proceso constructivo se desarrolla en el capítulo IV, donde se guía paso a paso al constructor con la ayuda de figuras representativas y planos para su mejor interpretación.

El "Sistema Mecanno" tiene muchas ventajas, pero también desventajas, de las cuales hablaré en el capítulo V.

El capítulo VI, a través de un audiovisual acompañado de una serie de diapositivas, facilitará la mejor comprensión de lo que constituye este sistema.

Finalmente, las conclusiones y comentarios sobre la investigación efectuada, integran el capítulo VII.

## II. ANTECEDENTES.

A partir del siglo pasado, se iniciaron los colados de concreto, utilizando en su primera fase como elemento de retención en el vaciado, madera.

Desde la Segunda Guerra Mundial, la cimbra metálica empezó a cobrar auge en los volúmenes masivos de construcción, principalmente en Francia, Italia, Alemania y España, ya que al terminar los devastadores bombardeos, surgió la necesidad de concluir con gran rapidez y de brindar a los elementos de cimbrado la máxima vida y calidad de acabado posible.

El sistema MECCANO se desarrolló en España, teniendo grandes operaciones. En 1981 se inició la fabricación del sistema MECCANO en México, logrando su máximo desarrollo tecnológico; esto debido al incremento de equipo (accesorios adicionales para la construcción en niveles), a la tecnología del concreto, a la reducción de personal operativo, al bajo costo de la mano de obra y a la calidad de la construcción.

Su utilización en la República Mexicana ha sido extensa, construyéndose más de 60,000 unidades a la fecha, en desarrollos de vivienda unifamiliar, multifamiliar, de interés social, turísticos, hospitales y en general; para obras que requieren colados con rapidez y a bajo costo, según las necesidades del proyecto.

Un ejemplo muy significativo de la utilización de este sistema en México, surgió por los sismos que estremecieron al Distrito Federal en Septiembre de 1985, donde aproximadamente 250,000 damnificados perdieron sus viviendas y el Gobierno de la República, en busca de una pronta solución al grave problema, creó un organismo

descentralizado llamado "Renovación Habitacional Popular", que por decreto presidencial del Lic. Miguel de la Madrid Hurtado, se expropiaron todas aquellas viviendas que sufrieron daños por consecuencia de los sismos antes mencionados. Estas viviendas ubicadas principalmente en el Centro de la Ciudad, como en las colonias de Tepito, Bongojito, Cuauhtémoc y Roma, entre otras, eran vecindades viejas y la mayoría carecían de los servicios necesarios, con baños comunes y en condiciones muy desagradables. Los inquilinos pagaban rentas congeladas muy bajas y por tal motivo los caseros poco hacían para mantener las viviendas en buenas condiciones.

El programa de Renovación Habitacional Popular tenía una gran tarea por delante: Un programa de reconstrucción de viviendas muy ambicioso pero muy necesario. Para marzo de 1987, los 250,000 damnificados resolvieron su problema de vivienda. En promedio duplicaron su espacio de habitación; si el 63% carecía de servicios sanitarios, hoy todos lo tienen. El 97% que antes rentaba su vivienda, es hoy propietario de una vivienda digna, gracias a que el programa liquidó a los antiguos propietarios y mediante un crédito de vivienda muy accesible en base al salario mínimo, todos aquellos damnificados lograron obtener una vivienda de su propiedad, mejorando sus condiciones a la media del Distrito Federal.

El Programa de Renovación Habitacional Popular generó, en su etapa más intensa 115,200 empleos directos relacionados con la construcción, la supervisión, los estudios, proyectos y la administración.

Los alcances del programa fueron muy positivos, los cuales se lograron en poco más de dos años; desde su creación hasta su liquidación, el programa concluyó 44,437 viviendas y accesorias afectadas por los sismos, las cuales comprendieron los siguientes programas:

SUBPROGRAMA	NUMERO DE VIVIENDAS
Reparaciones menores	4,486
Rehabilitación	11,649
Vivienda nueva	28,302
<b>TOTAL:</b>	<b>44,437</b>

En la construcción de la vivienda nueva se utilizó el sistema MECCANO por sus características, obteniéndose muy buenos resultados debido al bajo costo en construcción y a la rapidez en sus colados.

A la fecha, el Programa de Renovación Habitacional Popular está finiquitado en su totalidad, pero el Gobierno de la República al ver los resultados positivos y por las necesidades actuales de vivienda en el Distrito Federal, creó una segunda fase, llamada FASE II, con los mismos objetivos que la primera para satisfacer a los habitantes de nuestra ciudad en sus necesidades de vivienda.

Actualmente, en esta FASE II se está utilizando también el sistema MECCANO para la construcción de vivienda nueva.

### III. Características técnicas.

#### A. Descripción del sistema.

El sistema constructivo Meccano consiste en el diseño de una cimbra metálica, que a través de su operación en los vaciados, permite una vida superior a cualquier otro material. Sus componentes fundamentales son una serie de formaletas y elementos de acero, llamados "Páneles Estándar", con escuadras interiores y exteriores, que unidos entre sí, por medio de tornillos y tuercas de acero autocentrantes, conforman cualquier clase de molde para un vaciado monolítico de concreto. También son utilizados para vaciados de columnas, vigas, losas, techos y cimentación, escaleras, túneles, puentes, estructuras, bardas, y chimeneas.

Los páneles estándar mencionados anteriormente, también se ensamblan con "páneles especiales", cuando, debido a las dimensiones del proyecto, es necesario efectuar ajustes en medida; por esto mismo, el sistema es adaptable en su totalidad a cualquier proyecto arquitectónico. Los páneles unidos entre sí, forman módulos, los cuales a su vez, también se ensamblan entre sí para formar el molde con tornillos y tuercas autocentrantes. Para formar las caras de la superficie de contacto de los muros, se utilizan tornillos distanciadores que nos darán el espesor del muro deseado.

Tomando como referencia los proyectos de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, se especifica en los páneles de los módulos la localización de las salidas de las instalaciones o elementos de fijación o amarre, que posteriormente se podrán localizar en el proceso

constructivo. Las instalaciones en el sistema Meccano, se recomiendan ahogadas ya que por su rapidez en instalación, representan uno de los factores en reducciones de tiempo y costo en el proceso de edificación.

El producto final del sistema Meccano, es una vivienda de concreto armado con superficies tersas, que permitirán aplicar cualquier tipo de acabados directamente, con auxilio en algunos casos, de la aplicación de aditivos, con el fin de brindar una mayor adherencia.

**B. COMPONENTES DEL SISTEMA.**

Los elementos que integran este sistema son los siguientes:

- 1.- Páneles estándar.
- 2.- Páneles especiales.
- 3.- Páneles cuña longitudinal.
- 4.- Páneles cuña transversal.
- 5.- Páneles doble cuña.
- 6.- Páneles cartela.
- 7.- Páneles cartela cuña transversal.
- 8.- Escuadras interiores estandar.
- 9.- Escuadras interiores cierre de muro.
- 10.- Escuadras interiores epeciales.
- 11.- Escuadras interiores cuña.
- 12.- Escuadras exteriores estándar.
- 13.- Escuadras exteriores especiales.
- 14.- Viguetas de refuerzo.
- 15.- Angulos cuña.
- 16.- Escuadras de unión.
- 17.- Chapas cierre de muro.
- 18.- Tornillos y tuercas autocentrantes.
- 19.- Distanciadores para muros.
- 20.- Cimbra losa de cimentación.
- 21.- Anclas para cimbra losa de cimentación.
- 22.- Plantilla.
- 23.- Palancas alineadoras.
- 24.- Puntales telescópicos.
- 25.- Distanciadores de puertas.
- 26.- Escaleras.
- 27.- Estabilizadores para muros.
- 28.- Patines para movimientos de páneles.
- 29.- Ganchos para sujeción de páneles en movimiento.
- 30.- Palancas para extraer ángulos cuña en descimbrado.

- 31.- Pernos para sacar distanciadores.
- 32.- Grúas para elevación de paneles.
- 33.- Bancos para limpieza de paneles.
- 34.- Posicionadores de paneles.
- 35.- Regla para nivelación.
- 36.- Carros elevadores.
- 37.- Pasarelas deslizantes de seguridad.

#### **DESCRIPCION DE CADA ELEMENTO.**

##### **1.- Paneles estándar.**

Son aquellos elementos cuyas medidas vienen en múltiplos de 50 mm., teniendo piezas desde 100 x 100 mm. hasta 500 x 1000 mm. (Ver Fig. III. 1).

##### **2.- Paneles especiales.**

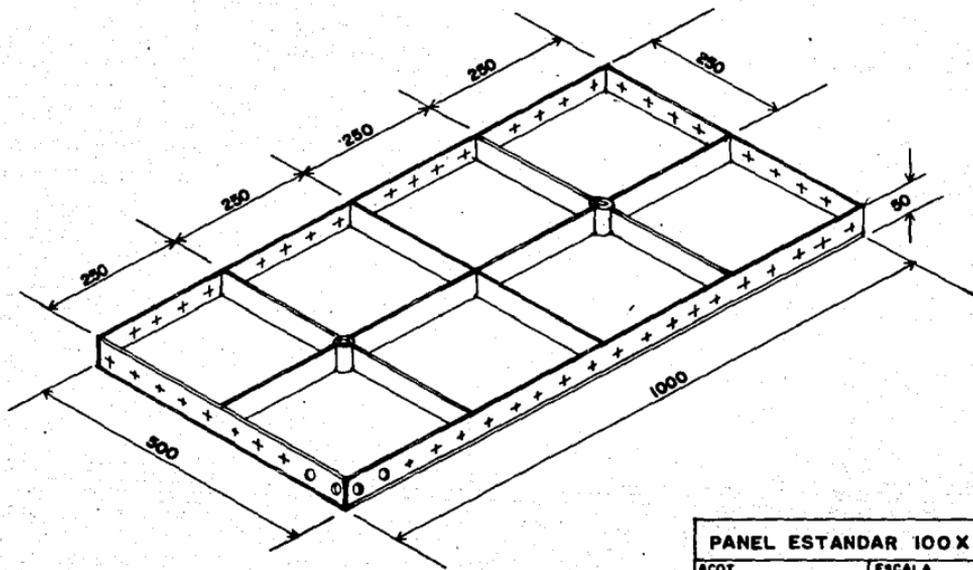
Por necesidades de ajuste del proyecto arquitectónico, estas piezas tienen medidas diferentes a los paneles estándar. Su forma puede ser rectangular o irregular. (Ver Fig. III. 2).

##### **3.- Paneles con cufa longitudinal.**

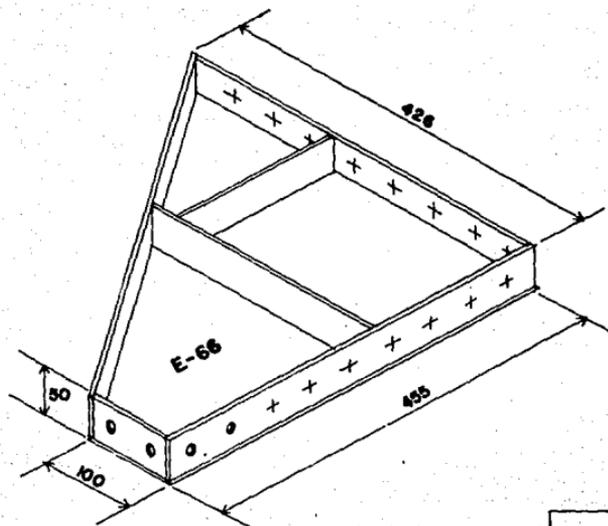
Están compuestos de dos elementos ensamblados expresamente en planta con una diagonal de  $30^\circ$  en uno de los extremos de cada elemento y que permite facilitar el descimbrado a lo largo del panel. (Ver Fig. III. 3).

##### **4.- Paneles con cufa transversal.**

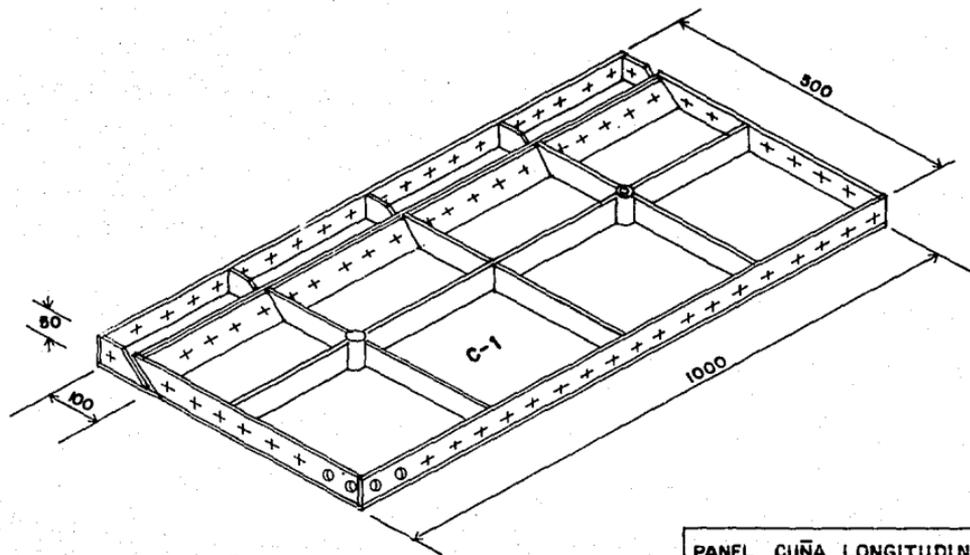
A diferencia de los paneles con cufa longitudinal, la diagonal de  $30^\circ$  en uno de los extremos de cada elemento de los paneles con cufa transversal, permite facilitar el descimbrado a lo ancho del panel. (Ver Fig. III. 4).



<b>PANEL ESTANDAR 100X 50</b>	
ACOT.	ESCALA
mm	1:75
<b>FIG. III.1</b>	



PANEL ESPECIAL		
ACOT.	m. m	ESCALA 1:50
FIG. III.2		



PANEL CUÑA LONGITUDINAL

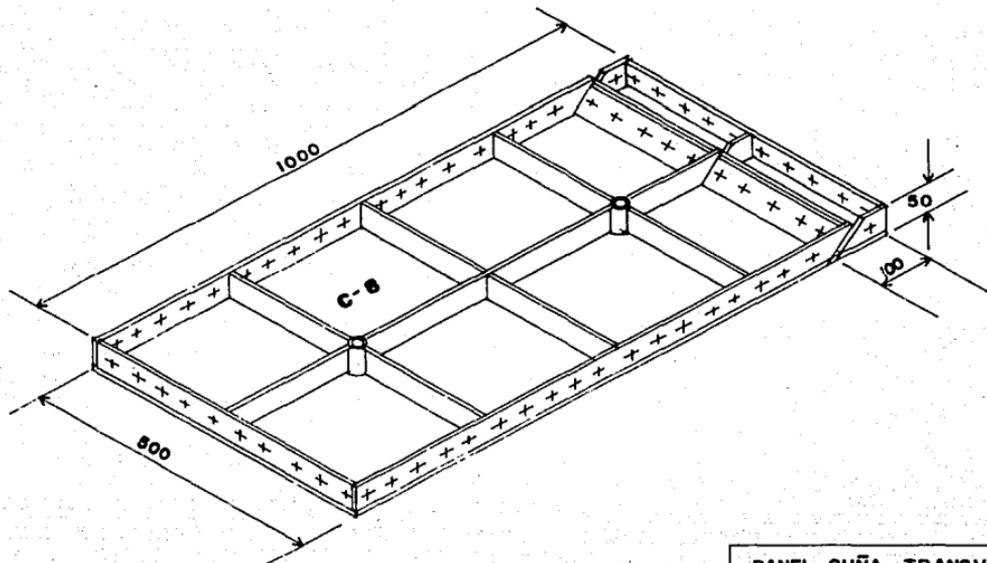
ACOT.

m m

ESCALA

1:75

**FIG. III.3**



<b>PANEL CUÑA TRANSVERSAL</b>	
ACOT.	ESCALA
mm.	1:75
<b>FIG. III.4</b>	

### **5.- Páneles con doble cuña.**

Son aquellos compuestos de cuatro elementos ensamblados expresamente en planta con una diagonal de  $30^{\circ}$  en uno de los extremos de cada elemento permitiendo que el descimbrado sea más fácil a lo largo y a lo ancho del pánel.

(Ver Fig. III. 5).

### **6.- Páneles cartela.**

Estos páneles se utilizan para proporcionar la pendiente requerida en el proyecto arquitectónico. (Ver Fig. III. 6).

### **7.- Páneles cartela con cuña transversal.**

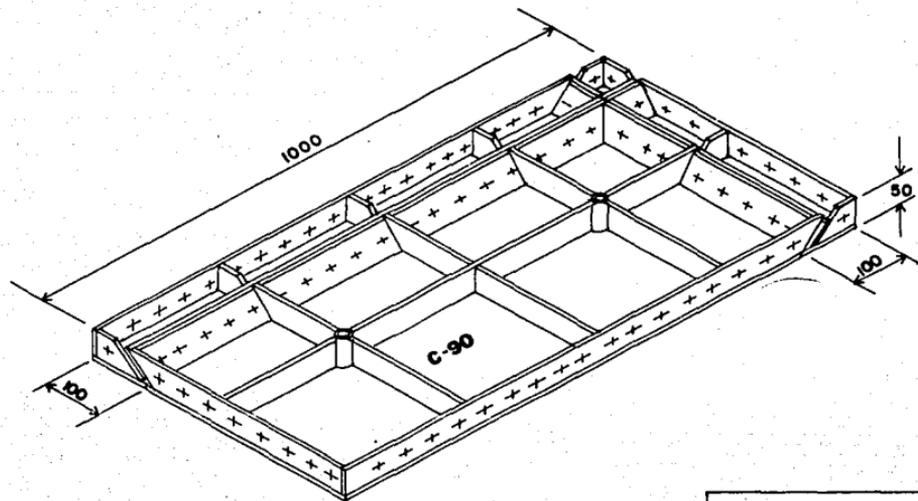
Son también usados para dar la pendiente que se requiera en el proyecto arquitectónico y se forman de dos elementos ensamblados en planta, con una diagonal de  $30^{\circ}$  en uno de los extremos de cada elemento para facilitar el descimbrado a la ancho del pánel. (Ver Fig. III. 7).

### **8.- Escuadras interiores estándar.**

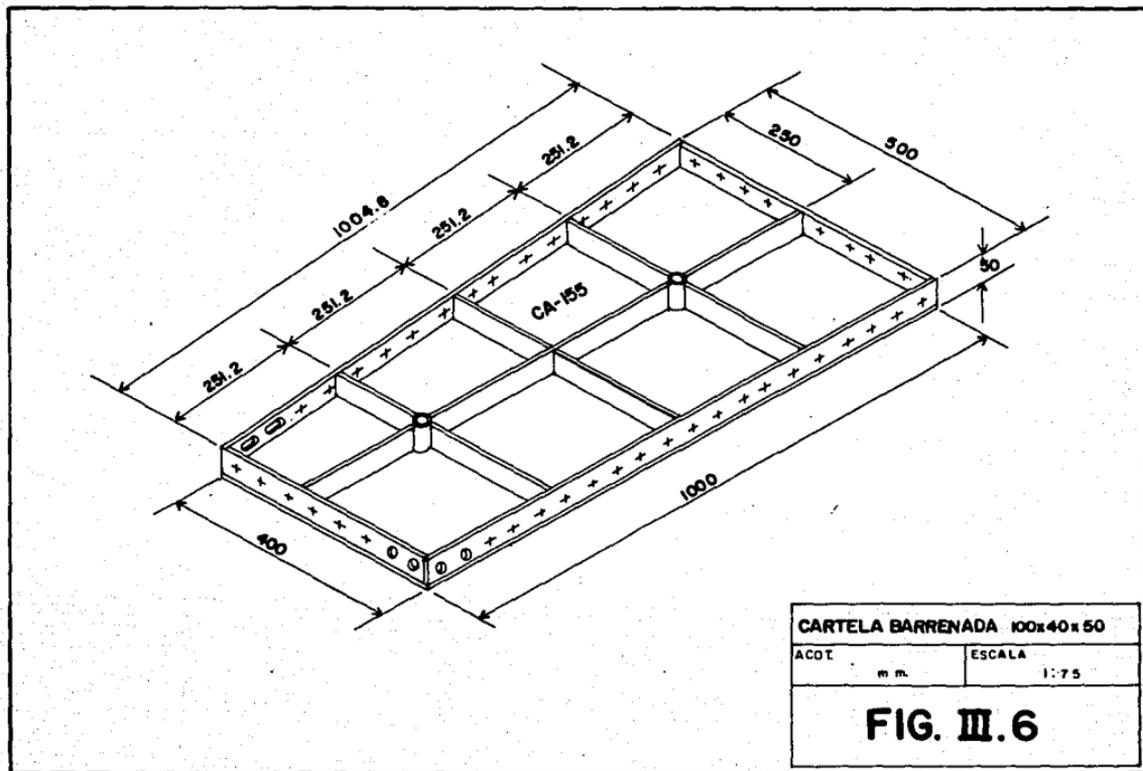
Permiten la unión de los muros interiores y la unión de un muro con losa; sus medidas siempre son en múltiplos de 100 mm. (Ver Fig. III. 8).

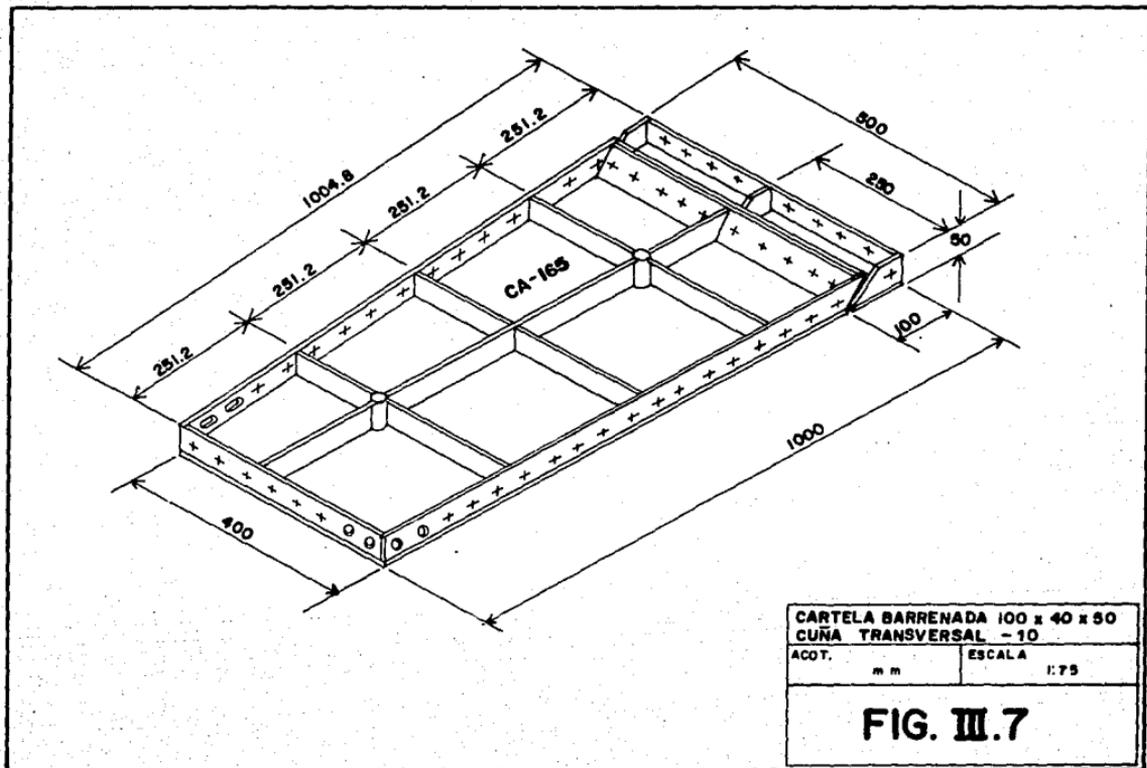
### **9.- Escuadras interiores cierre de muro.**

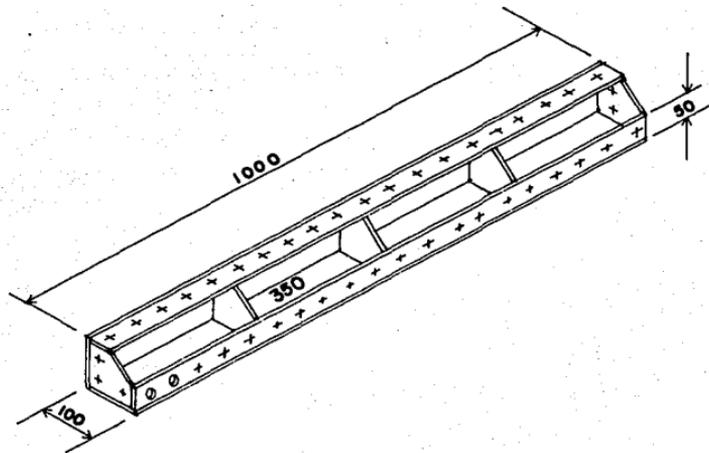
Estas escuadras tienen en uno de sus extremos una superficie de contacto al concreto y se utilizan para rematar en losa de techo y/o muro; pueden tener diferentes medidas. (Ver Fig. III. 9).



<b>PANEL DOBLE CUÑA</b>	
ACOT.	ESCALA
mm	1:75
<b>FIG. III.5</b>	







**ESCUADRA INTERIOR ESTANDAR 100**

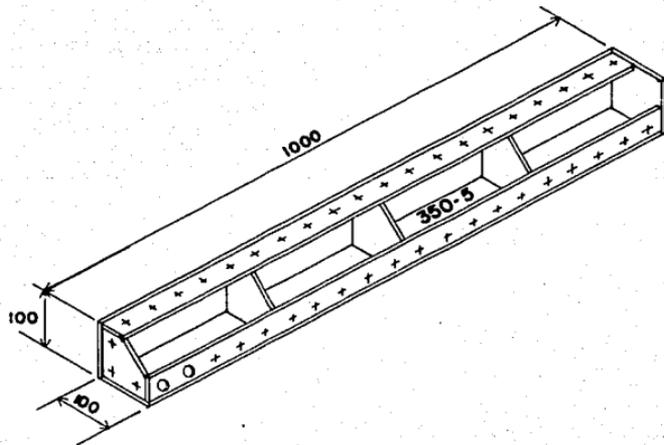
ACOT.

ESCALA

mm

1:75

**FIG. III. 8**



ESCUADRA INTERIOR 100 CIERRE  
DE MURO

ACOT.

mm

ESCALA

1:75

**FIG. III.9**

**10.- Escuadras interiores especiales.**

Son aquellas que se utilizan para mantener una pendiente con grados de inclinación o bien para tener medidas que no sean múltiplos de 100 mm. (Ver Fig. III. 10).

**11.- Escuadras interiores cuña.**

Escuadras que coinciden con una línea de descimbrado en la cimbra para losa de techo monolítica. (Ver Fig. III. 11).

**12.- Escuadras exteriores estándar.**

Elementos que permiten la unión de dos muros exteriores y la unión de un pánel en forma perpendicular con otro pánel.

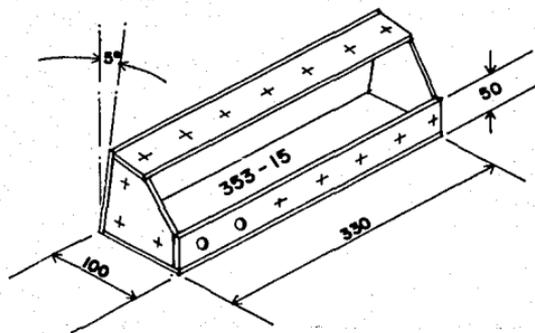
Su forma es de dos platinas a 90° y sus medidas son en múltiplos de 100 mm. (Ver Fig. III. 12).

**13.- Escuadras exteriores especiales.**

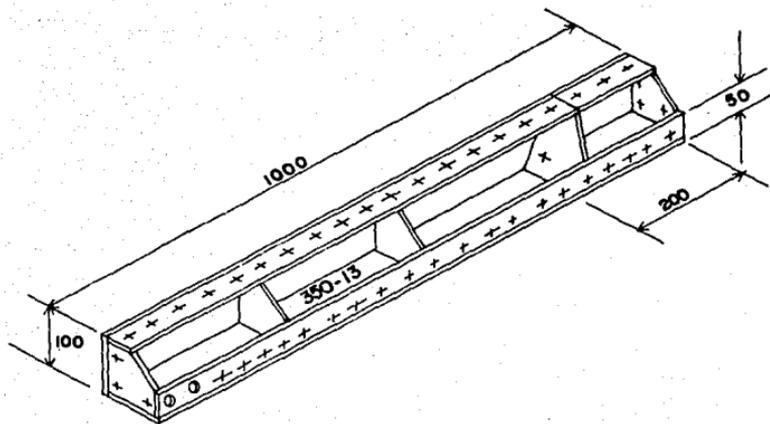
A diferencia de las escuadras exteriores estándar, las especiales no vienen en múltiplos de 100 mm.; por lo que respecta a su utilización, son exactamente para lo mismo. (Ver Fig. III. 13).

**14.- Viguetas de refuerzo.**

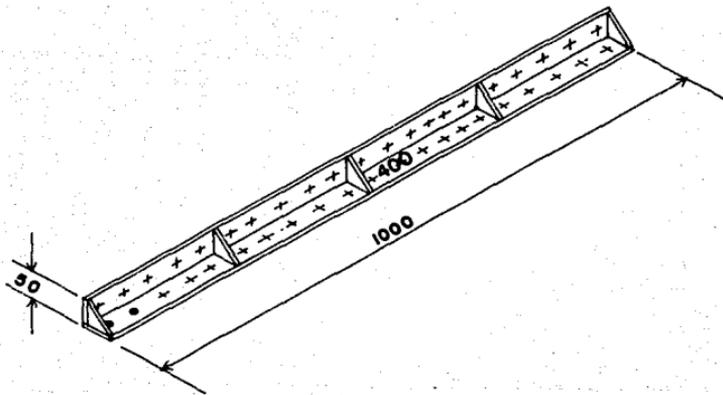
Se utilizan para alinear un ensamble o reforzarlo en base a tres puntos de apoyo, aumentando en 5,000 kg/m<sup>2</sup> la resistencia a la presión del concreto (Ver Fig. III. 14).



<b>ESCUADRA INTERIOR ESPECIAL</b>	
<b>33 x 5° (85°)</b>	
ACOT.	ESCALA
mm	1:75
<b>FIG. III.10</b>	



<b>ES CUADRA INTERIOR 100 CUÑA 20</b>	
ACOT.	ESCALA
mm.	1:75
<b>FIG. III.11</b>	



**ESCUADRA EXTERIOR 100**

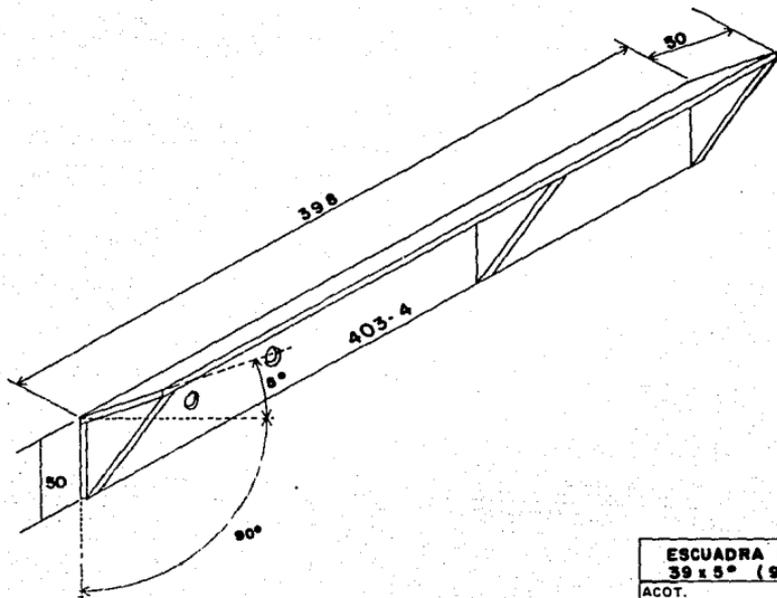
ACOT.

mm

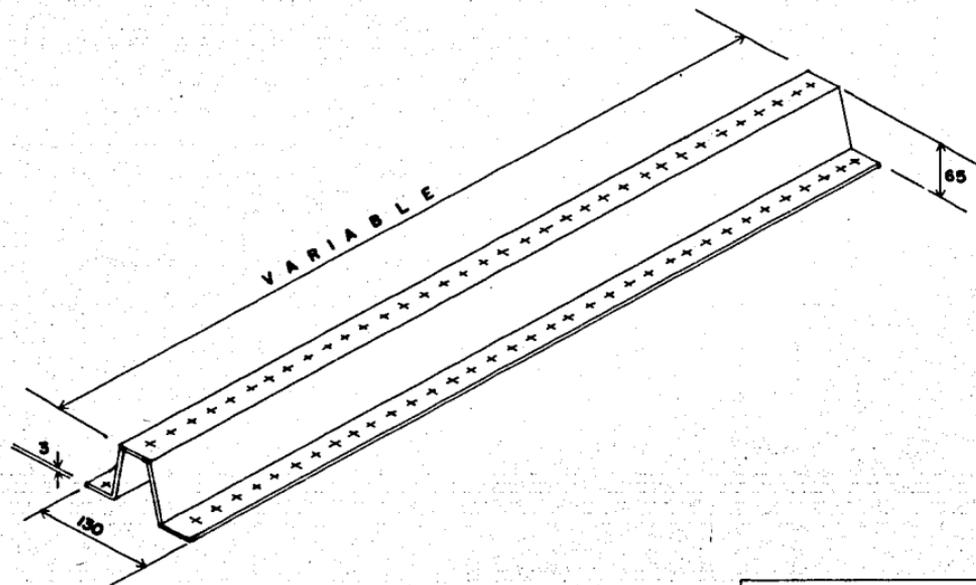
ESCALA

1:75

**FIG. III.12**



<b>ESCUADRA EXTERIOR ESPECIAL</b>	
<b>39 x 5° (95°)</b>	
ACOT.	ESCALA
m m	1:25
<b>FIG. III.13</b>	



<b>VIGUETAS DE REFUERZO (LONG. VARIABLE)</b>	
ACOT	ESCALA
mm	1:50
<b>FIG. III.14</b>	

**15.- Angulos cufia.**

Son aquellos elementos que se colocan en la parte inferior de muros interiores y exteriores permitiendo una holgura de la cimbra de muros con la de la losa techo. (Ver Fig. III. 15).

**16.- Escuadras unión.**

Son ángulos de  $90^{\circ}$  con perforaciones en cada cara, que permiten la unión a las platinas de los paneles de: viguetas de refuerzos, ángulos de refuerzo, puntales, estabilizadores. También se usan como elementos de unión en plantilla y cimbra losa de cimentación. (Ver Fig. III. 16).

**17.- Chapa cierre de muro.**

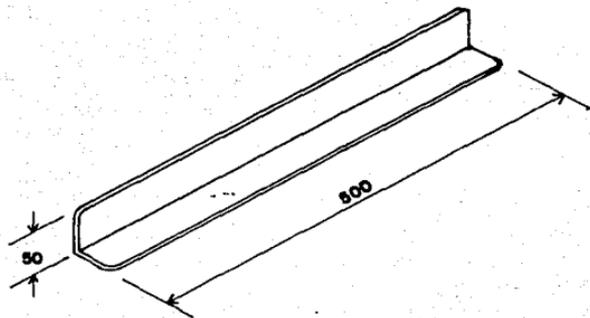
Sirven para unir dos paneles entre sí o con escuadras interiores, para cerrar el paso del concreto. (Ver Fig. III. 17).

**18.- Tornillos y tuercas autocentrantes.**

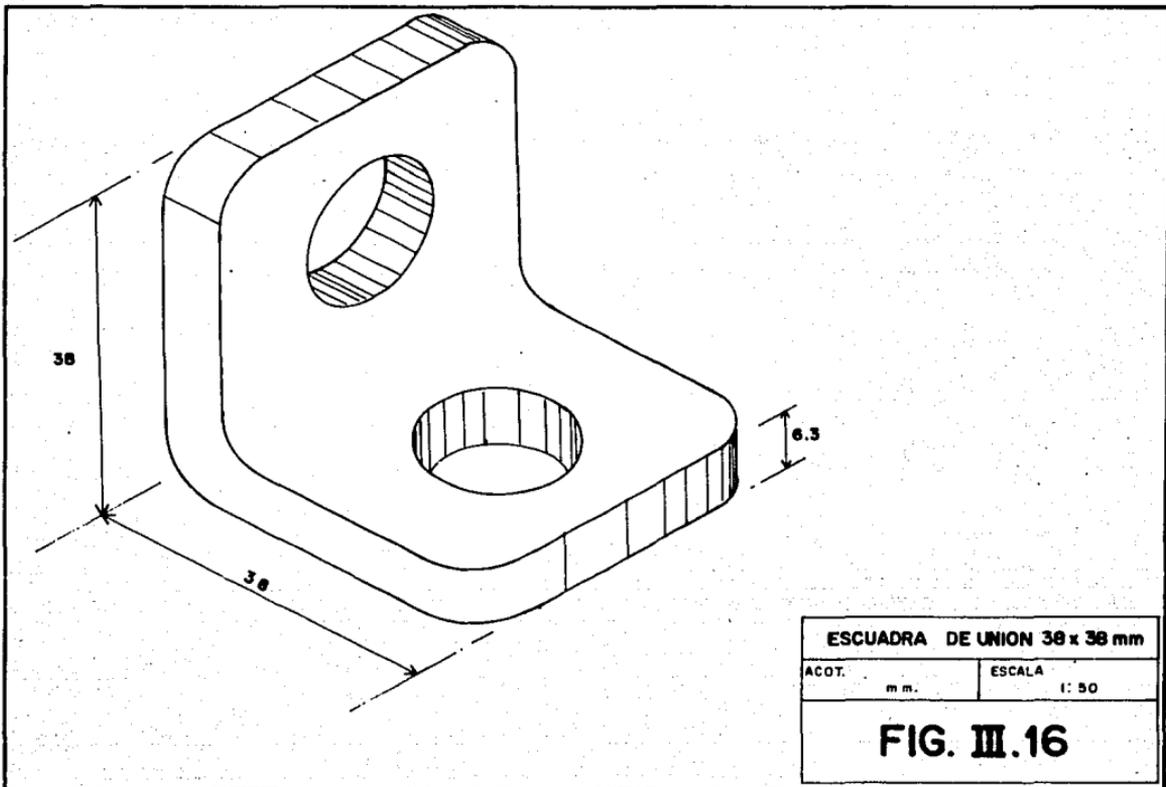
Utilizados en la unión de dos componentes del sistema, teniendo un asiento cónico cada uno, que centran o alinean su ensamble. (Ver Fig. III. 18).

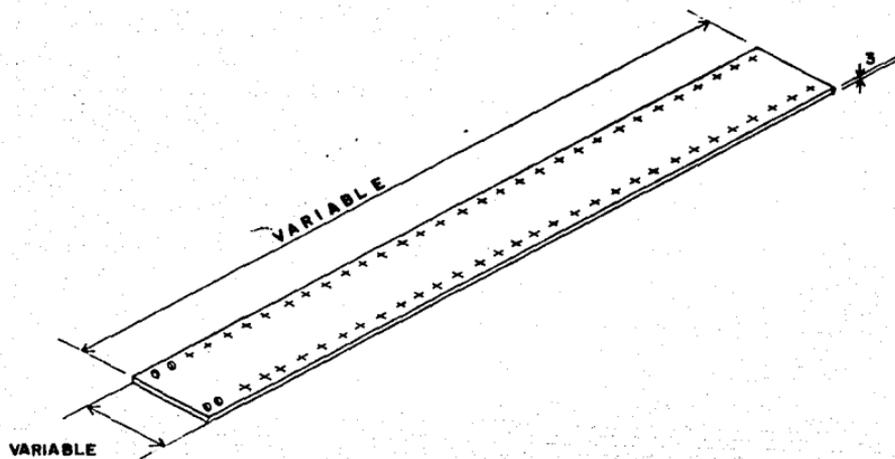
**19.- Distanciadores para muro.**

Con estos elementos se permite la unión de dos caras de un muro exterior con uno interior; también son llamados separadores en otros sistemas; estos distanciadores son recuperables y cónicos para permitir su fácil salida en el descimbrado. (Ver Fig. III. 19).



<b>ANGULOS CUÑA 50 cm</b>	
ACOT.	ESCALA
mm	1:50
<b>FIG. III.15</b>	





**CHAPAS CIERRE DE MURO**

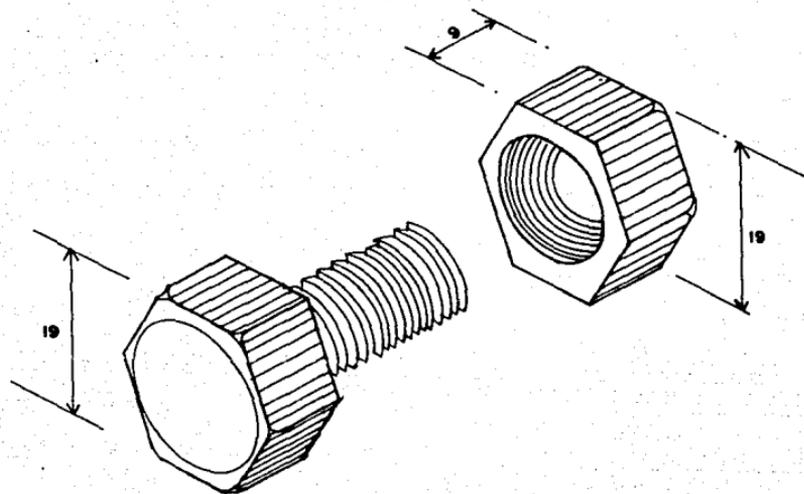
ACOT.

m m

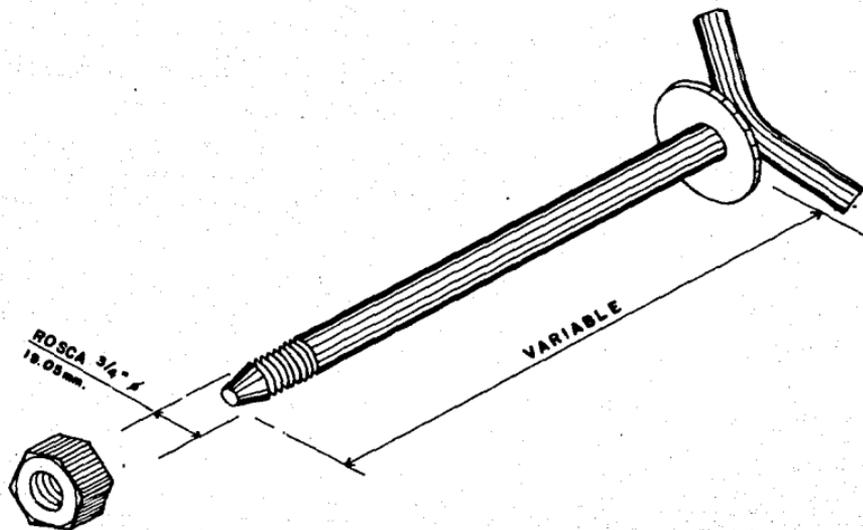
ESCALA

1:100

**FIG. III.17**



<b>TORNILLOS AUTOCENTRANTES CON TUERCA</b>	
ACOT. ...	ESCALA
m m	1:5
<b>FIG. III.18</b>	



**DISTANCIADOR DE MURO CON TUERCA**

ACOT. mm.

ESCALA 1:20

**FIG. III.19**

### **20.- Cimbra losa de cimentación.**

Son los elementos que sirven como fronteras de la losa de cimentación. Su forma está relacionada con el proyecto a realizar y su peralte con el cálculo estructural.

(Ver Fig. III. 20).

### **21.- Anclas para cimbra losa de cimentación.**

Las anclas permiten rigidizar y fijar en la posición deseada la cimbra losa de cimentación; tienen la punta cónica para facilitar su clavado en el terreno, así como un maneral que facilita su manejo y extracción al concluir el colado de la losa. Su colocación está determinada en las perforaciones y guías que tiene la cimbra losa de cimentación. (Ver Fig. III. 21).

### **22.- Plantilla.**

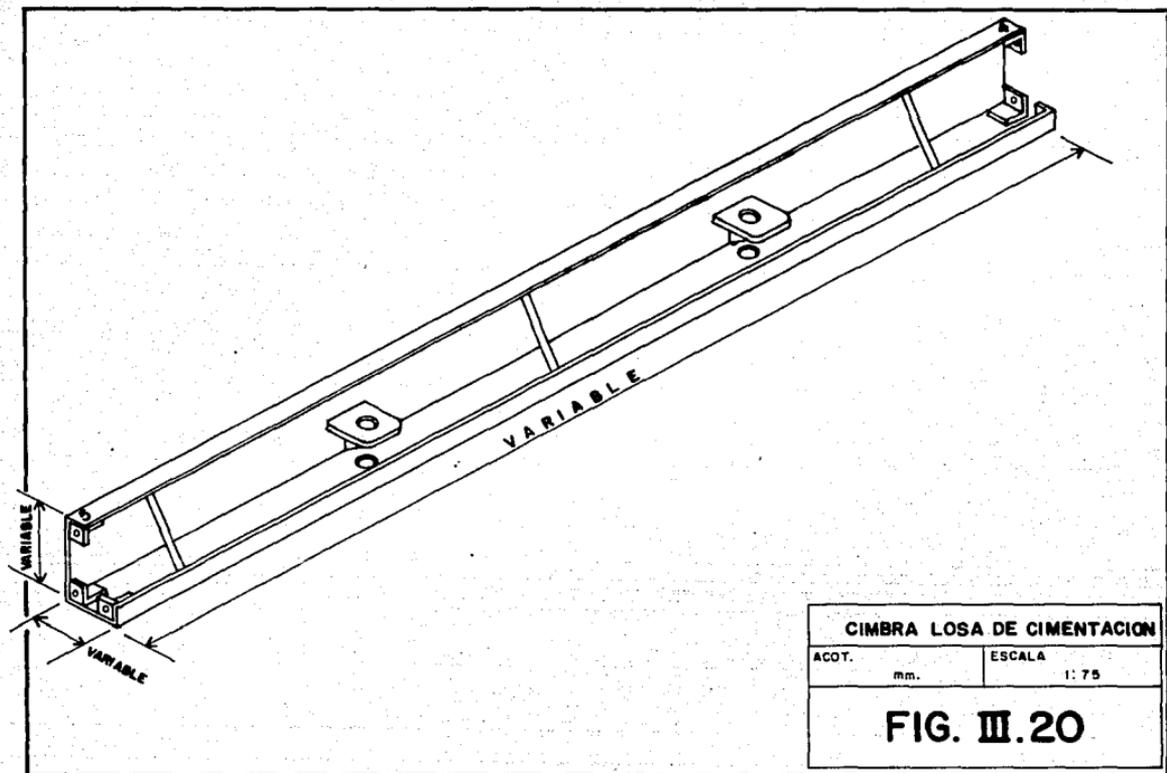
Es el elemento que reproduce las dimensiones de los muros, sus formas y con la cual se efectúa la labor de replanteo. Están fabricadas con tubular dimensionado y soldado especialmente en planta para eliminar errores en el ensamble del molde, además facilita la posición de los arranques de la malla o varilla, la colocación de posicionadores e indica la localización de puertas.

(Ver plano IV. 3).

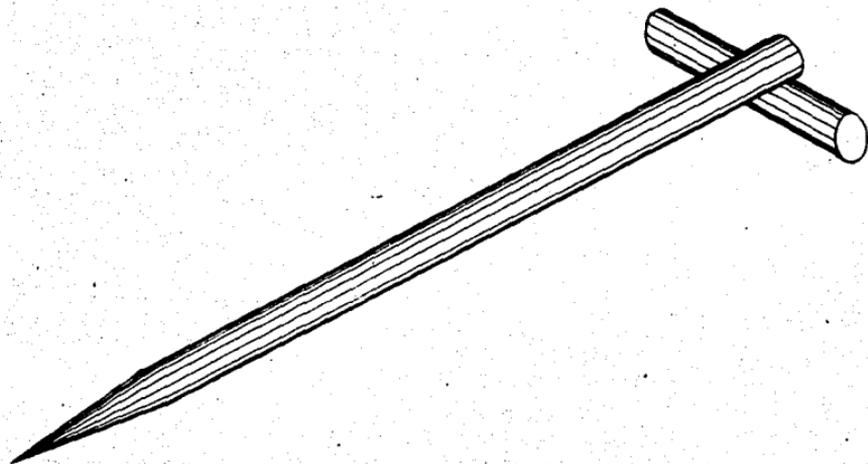
### **23.- Palancas alineadoras.**

Las palancas alineadoras facilitan el centrado, alineamiento o movimiento de los paneles y escuadras, en general de cualquier elemento del sistema "MECANNO" que tenga unión entre sí con otro similar o diferente.

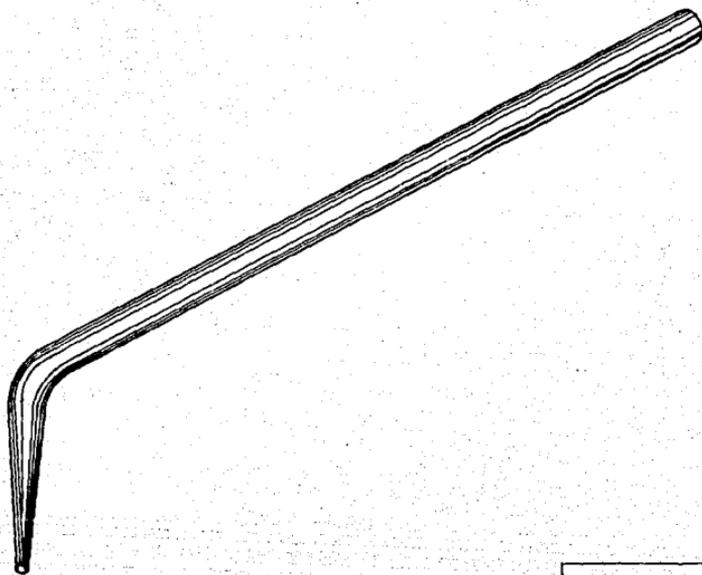
(Ver Fig. III. 22).



<b>CIMBRA LOSA DE CIMENTACION</b>	
ACOT.	ESCALA
mm.	1:75
<b>FIG. III.20</b>	



<b>ANCLAS PARA CIMBRA LOSA DE CIMENTACION</b>	
ACOT.	ESCALA
mm	1:20
<b>FIG. III.21</b>	



**PALANCA ALINEADORA**

ACOT.	ESCALA
mm.	1:20

**FIG. III.22**

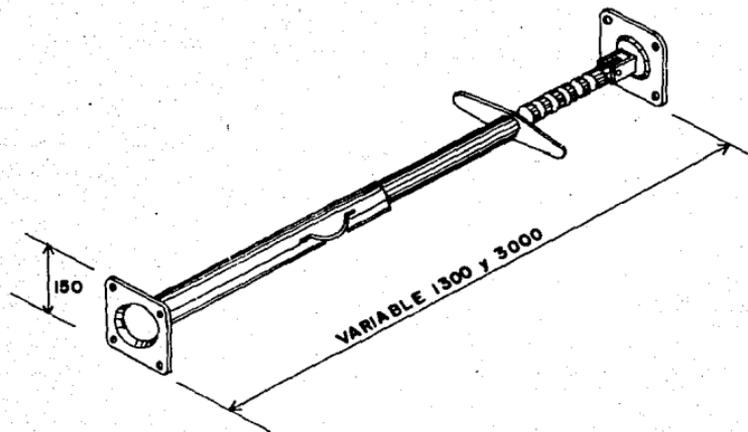
#### 24.- Puntales telescópicos.

Son los elementos de soporte de una losa de techo "MECCAND" o bien de cualquier otro elemento de cimbrado, como pueden ser viguetas o moldes plásticos de losa reticular, entre otros. Su base es articulada con perforaciones a cada extremo, el cuerpo exterior tiene una altura de 1500 mm. con una perforación que permite regular la altura del cuerpo interior que tiene una altura de 1600 mm. de extensión total y con perforaciones que regulan su altura a cada 100 mm., brindando la característica de un telescopio. En la parte superior está compuesto de una base con perforaciones en los extremos que permite su fijación a la propia cimbra o a una vigueta de refuerzo, unidas entre sí por medio de tornillos y tuercas autocentrantes. La base se une al puntal a través de un elevador de tornillo que permite, por medio del giro de una manivela, la regulación milimétrica a la altura deseada. La capacidad de carga de un puntal telescópico es de 3500 kg/m<sup>2</sup>. (Ver Fig. III. 23).

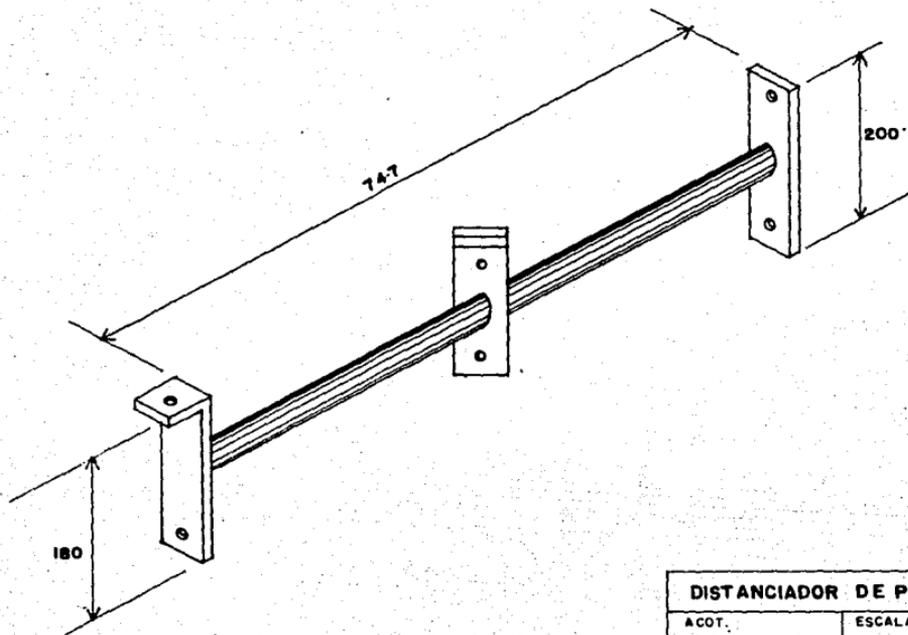
#### 25.- Distanciadores de puertas.

Los distanciadores permiten mantener la apertura de la distancia proyectada para las puertas, ya que la presión del colado puede ocasionar el cierre de los muros y afectar su medida. Sus medidas varían de acuerdo al proyecto y su sistema de fijación es alternado dependiendo si se une a una chapa cubremarcos, a una platina de un pánel, a chapas cierre de muro o a una platina y base en cada extremo. En la parte central lleva 2 placas con una inclinación de 30° que permiten el ensamble o desensamble al cimbrar o descimbrar en caso de cerramiento del molde.

(Ver Fig. III. 24).



PUNTALES TELESCOPICOS	
ACOT. .	ESCALA
mm.	1:100
FIG. III.23	



<b>DISTANCIADOR DE PUERTA</b>	
ACOT.	ESCALA
mm.	1:50
<b>FIG. III.24</b>	

**26.- Escaleras.**

Elementos auxiliares en la operación del molde que permiten ensamblar a una altura superior al nivel de piso terminado (n.p.t.), con caja para almacenar tornillos y tuercas; también sirven para subir a un nivel superior, para vaciar un molde, armar y verificar instalaciones, entre otras. (Ver Fig. III. 25 y III. 26).

**27.- Estabilizadores para muros.**

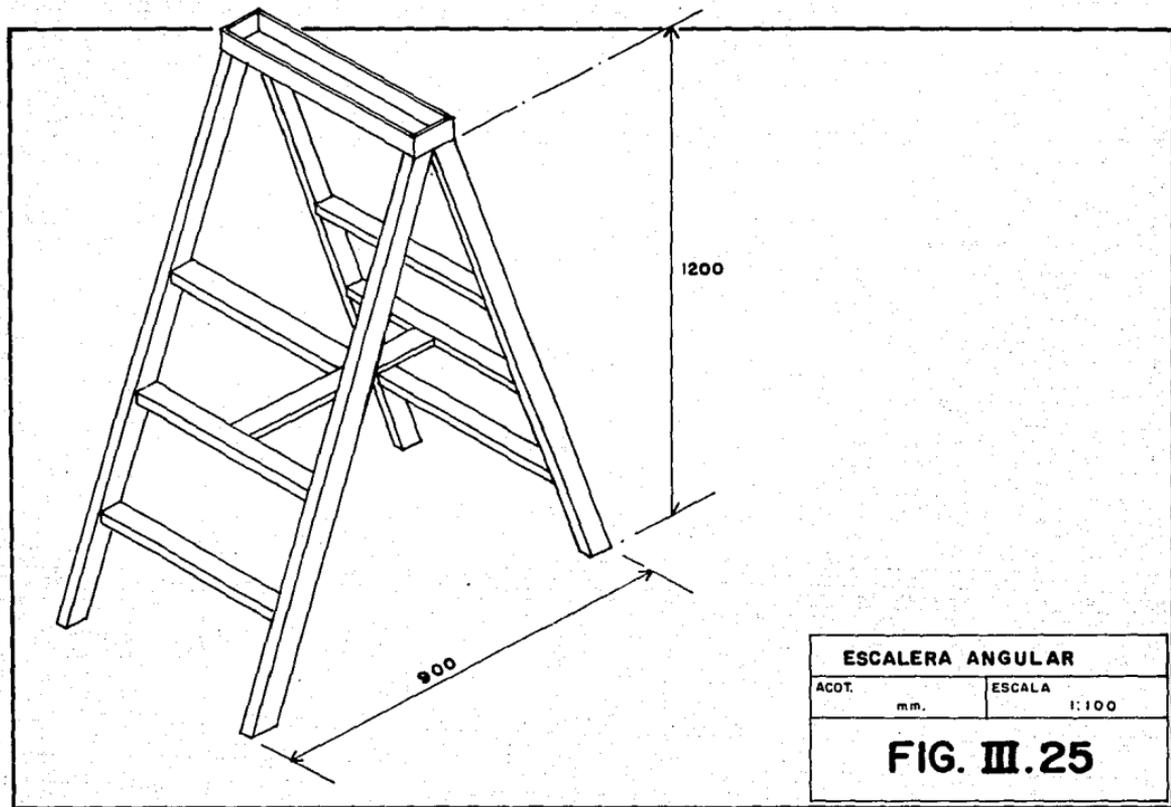
Se utilizan para rigidizar un muro estabilizándolo a una posición deseada; cuando por diseño queda libre en una punta el extremo del muro o bien por longitud o altura se desea alinear y asegurar una rigidez en el vaciado. Consta de dos brazos articulados con bridas de sujeción en los extremos para unir con las platinas de los paneles y cuenta con un tornillo con manivela de ajuste que permite nivelar la caída del muro y rigidizar el mismo. (Ver Fig. III. 27).

**28.- Patines para movimiento de paneles.**

Permiten transportar módulos de paneles en el interior de la losa de cimentación sin necesidad de que el personal los cargue, ya que cuenta con ruedas montadas sobre baleros con capacidad de carga de 300 kg. (Ver Fig. III. 28).

**29.- Ganchos para sujeción de paneles en movimiento.**

Sirven para sujetar módulos de la cimbra para su transportación al descimbrar o ensamblar. (Ver Fig. III. 29).



**ESCALERA ANGULAR**

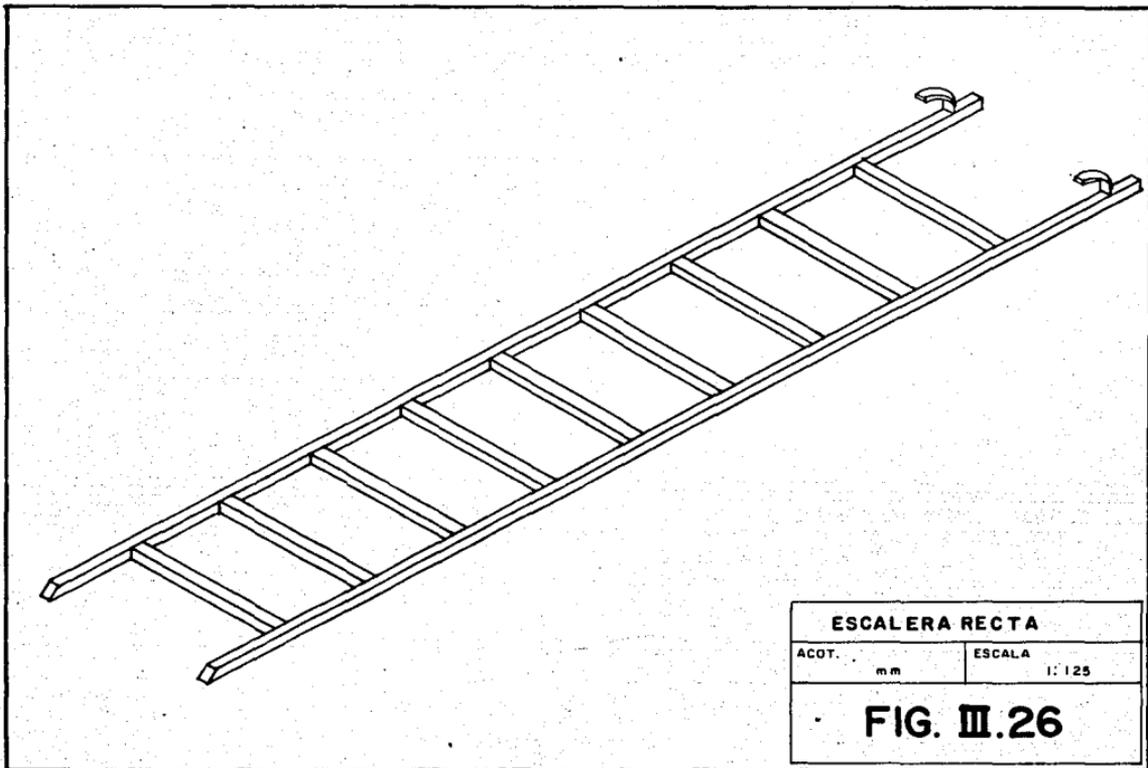
ACOT.

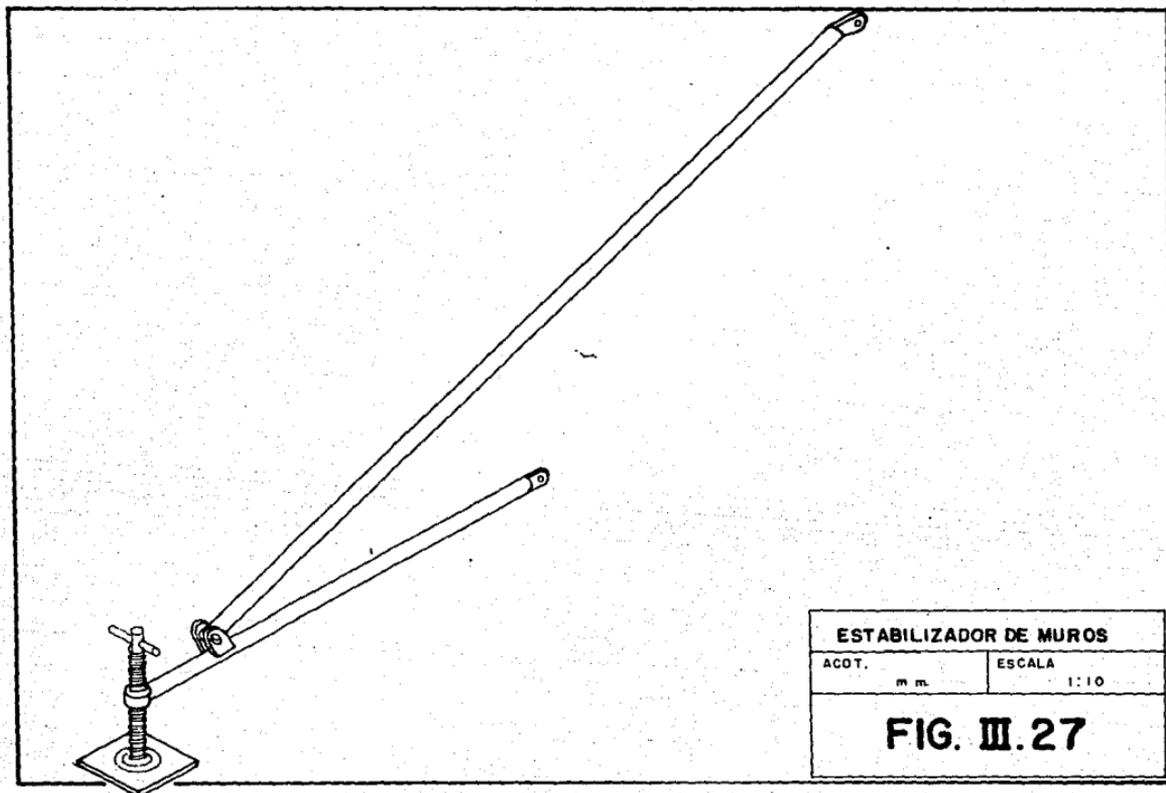
mm.

ESCALA

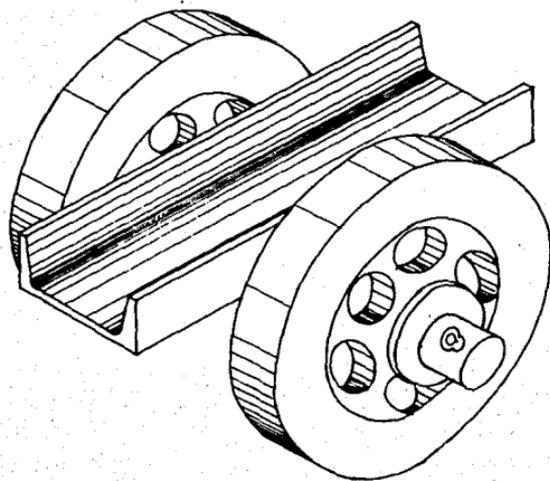
1:100

**FIG. III.25**





<b>ESTABILIZADOR DE MUROS</b>	
ACOT.	ESCALA
m m.	1:10
<b>FIG. III.27</b>	



**PATINES PARA MOVIMIENTO  
DE PANELES**

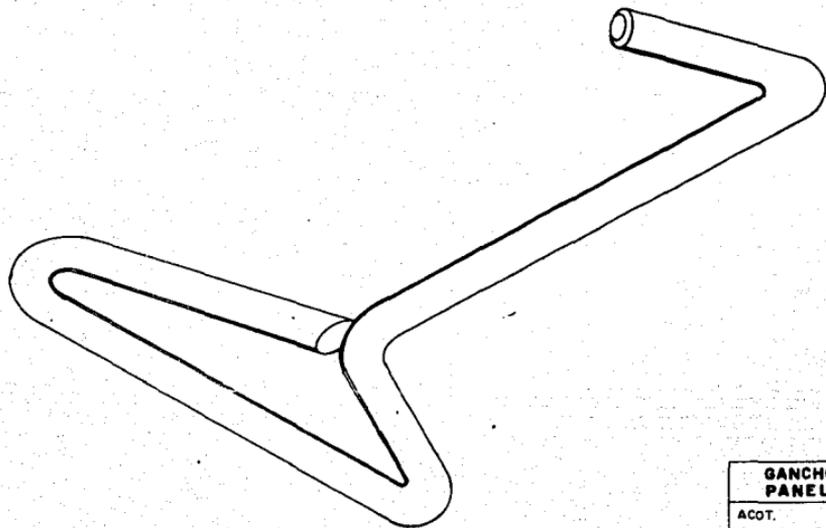
ACOT.

mm.

ESCALA

1: 2 5

**FIG. III.28**



<b>GANCHOS PARA SUJECION DE PANELES</b>	
ACOT.	ESCALA
mm.	1: 1.25
<b>FIG. III.29</b>	

### **30.- Palancas para extraer ángulos cufia en descimbrado.**

Palancas que permiten extraer los ángulos cufia al momento del descimbrado. (Ver Fig. III. 30).

### **31.- Pernos para sacar distanciadores.**

Son los elementos que se ajustan a través de una protuberancia a la punta del distanciador al momento de extraerlos y al golpear el perno contra el distanciador no los deforma ni los afecta, facilitando su salida. (Ver Fig. III. 31).

### **32.- Grúas para elevación de paneles.**

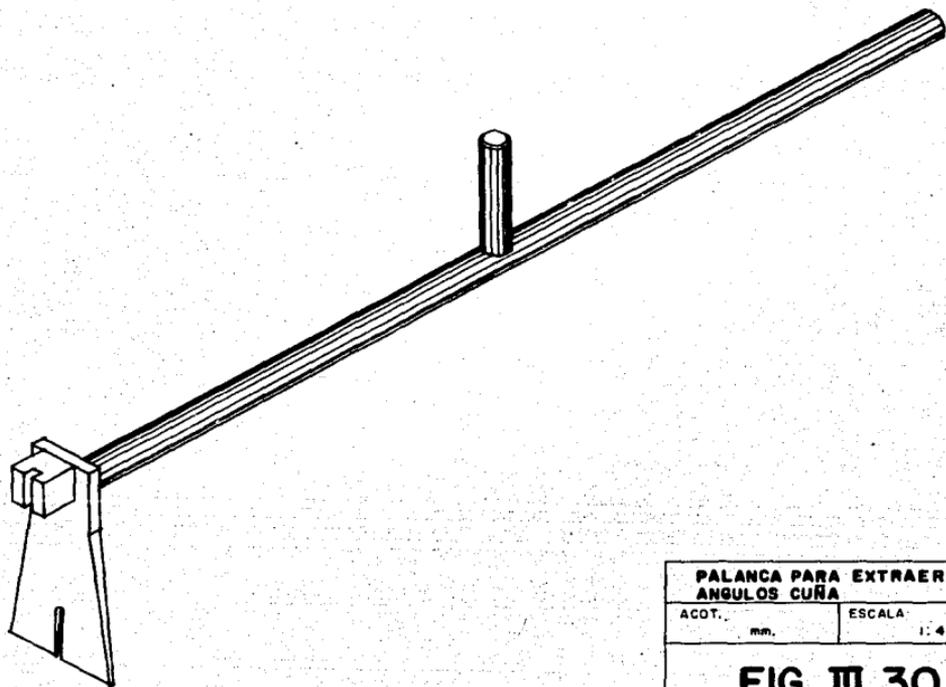
Permiten elevar un módulo al trasladar la cimbra al segundo nivel para su ensamble, su capacidad de carga es de 250 kg. (Ver Fig. III. 32).

### **33.- Bancos para limpieza de paneles.**

Son mesas para efectuar la limpieza de los paneles, posterior a su descimbrado y antes de efectuar el siguiente ensamble. (Ver Fig. III. 33).

### **34.- Posicionadores de paneles.**

Determinan el espesor del muro, se instalan en base a la posición que marca la plantilla y se clavan a la losa de cimentación con clavos para concreto. Al ensamblar los paneles, la superficie de contacto de los mismos deberá apoyarse en el extremo correspondiente del posicionador. (Ver Fig. III. 34).



**PALANCA PARA EXTRAER  
ANGULOS CUÑA**

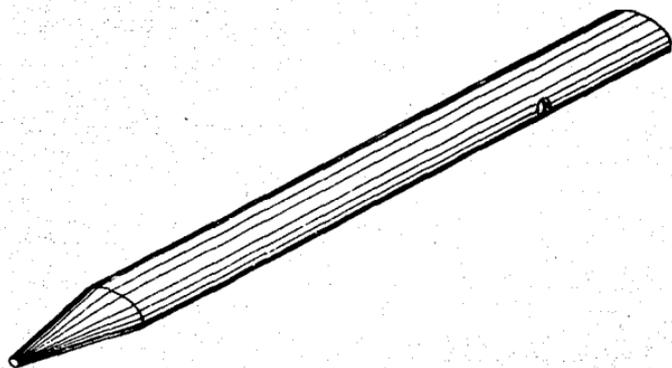
ACOT.

mm.

ESCALA

1:4

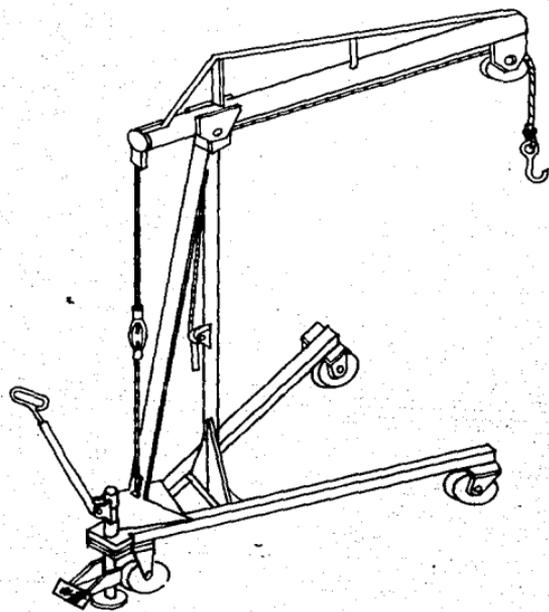
**FIG. III.30**



**PERNO PARA EXTRAER  
DISTANCIADORES**

ACOT.	mm.	ESCALA	1: 20
-------	-----	--------	-------

**FIG. III.31**



**GRUA PARA ELEVACION DE  
PANELES**

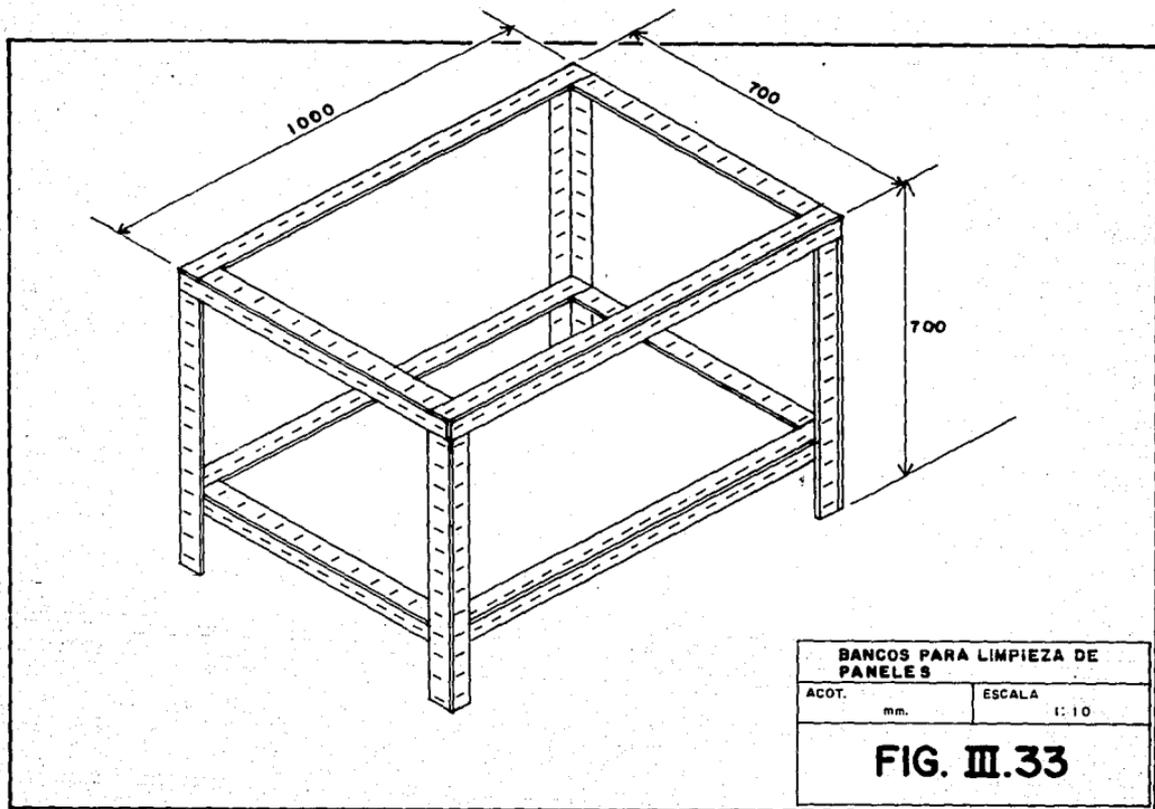
ACOT.

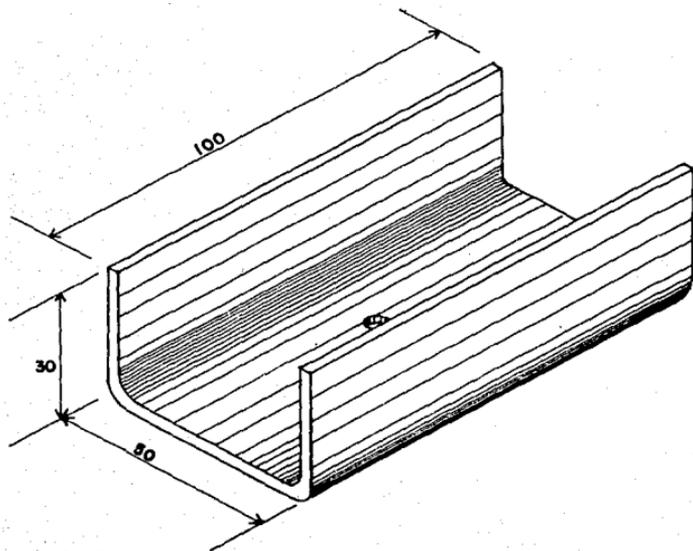
mm.

ESCALA

1: 20

**FIG. III.32**





<b>POSICIONADOR DE PANEL</b>	
ACOT.	ESCALA
mm.	1:1
<b>FIG. III.34</b>	

### **35.- Regla para nivelación.**

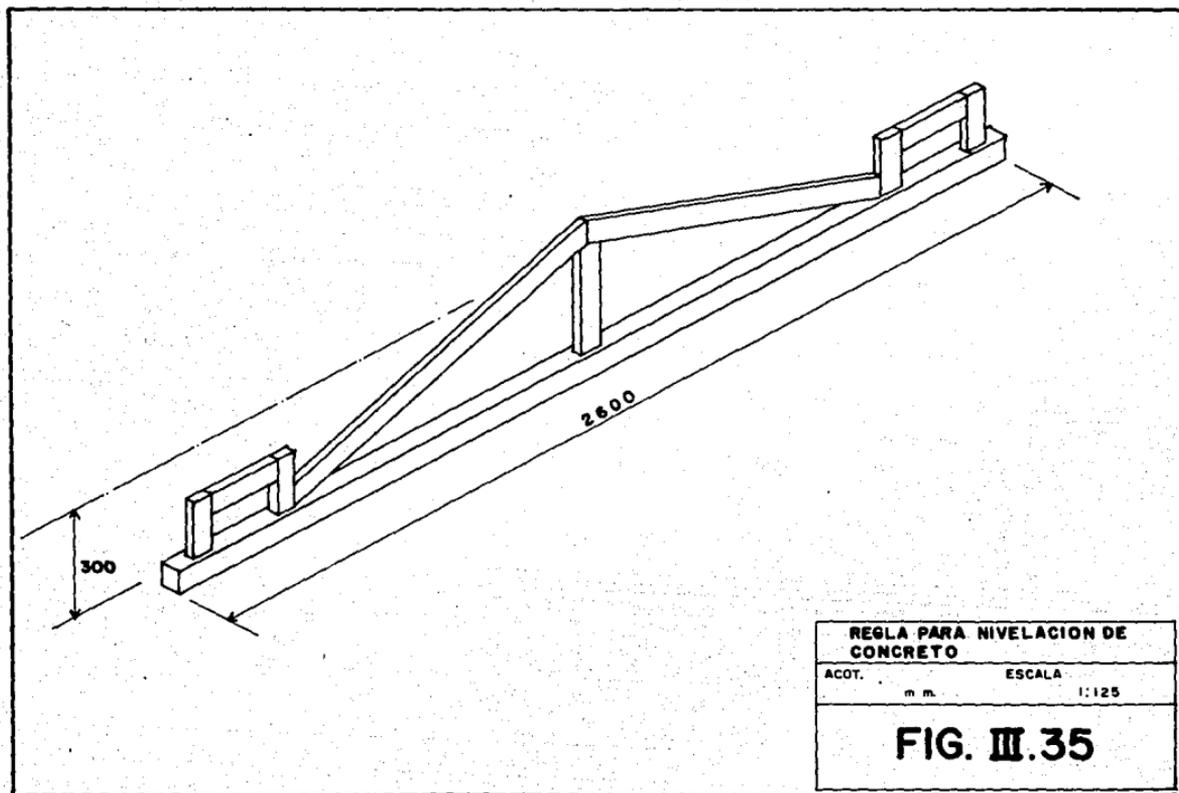
Sirve para enrasar, nivelar y pulir el concreto de la losa de cimentación, losa de entrepiso y losa techo, apoyado en las fronteras de la cimbra losa de cimentación y de los pánles de los muros o cartelas al concluir los vaciados respectivos. (Ver Fig. III. 35).

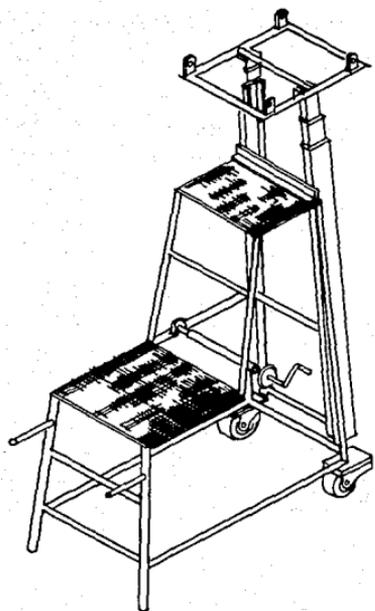
### **36.- Carros elevadores.**

Facilitan el ensamble de losas de entrepiso o azotea y así evitan que los operadores carguen las cimbras de losas. (Ver Fig. III. 36).

### **37.- Pasarelas deslizantes de seguridad.**

Se utilizan para ensamblar los módulos exteriores y soportar materiales fuera de la vivienda, en niveles superiores al segundo piso que permiten trabajar al personal sin problemas.





<b>CARRO ELEVADOR</b>	
ACOT. m.m.	ESCALA 1: 12.5
<b>FIG. III.36</b>	

### C.- Herramienta y equipo de un operador Meccano.

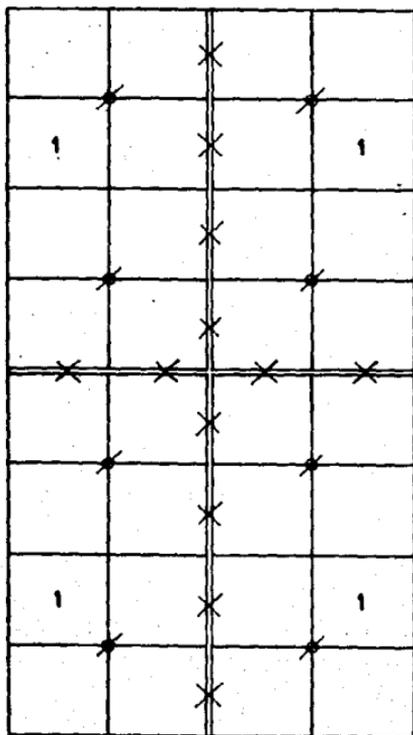
- Casco de protección.
- Guantes de carnaza.
- Botas de casquillo.
- Matracas (llaves reversibles).
- Llaves de estrias o espafolas.
- Palanca alineadora.
- Gancho para sujeción de paneles.
- Sólo para el vaciado:
  - . Pala.
  - . Cuchara.
  - . Regla para nivelación.
  - . Martillo de hule.
  - . Vibrador.
  - . Botas de hule.

### D. Equipo especial para el colado.

Aunque el sistema permite efectuar colados manuales, por la rapidez del mismo, se utilizan bombas para concreto en especial de una pluma telescópica para efectuar vaciados de 1 m<sup>2</sup> cada minuto y medio, en espesor de 10 cm., que normalmente se llevan a cabo en viviendas de interés social. El personal utilizado es a razón de un hombre cada 4 metros cuadrados de construcción. No se requiere de personal calificado a excepción de fierrenos para armado estructural, albañiles para el vaciado del molde, plomero y electricista para instalaciones.

### E. Sistema de fijación de paneles.

(Ver Fig. III. 37).



— UNION CON  
 — OTRO MODULO

X- Tornillos y tuercas autocentrantes.

Ø- Tornillo distanciador con tuerca.

1- Codificación de paneles.

FIG. III.37 FIJACION DE PANELES

## F. Identificación de componentes del Sistema "Meccano".

a) Páneles estandar.- Se identifican con un número progresivo del 1 al 135; cada número indica un tamaño.

b) Páneles especiales.- Se distinguen con una letra "E", seguida de un número (E-29); son piezas con dimensiones variables y formas diversas.

c) Páneles cufa.- Se reconocen con una letra "C", seguida de un número (C-40), son piezas con dimensiones variables.

d) Páneles cartela.- Se identifican con las letras "CA", seguidas de un número (CA-24), son piezas con una inclinación, usadas en muros que soportan losas inclinadas.

<> - Chapa cierre de muro.

CH - 1 V5 - Chapa cierre de muro No. 1, ventana 5.

CH - 2 P5 - Chapa cierre de muro No. 2, puerta 5.

En la nomenclatura de chapas cierre de muro, el triángulo indica únicamente su localización en el plano; las letras "CH-1", indican también chapa y un número progresivo de un grupo de chapas, V5 ventana y el número de ventanas a que corresponde y P5 puerta y el número de puerta a que corresponde.

PU - 1 Puntales telescópicos de 3.00 m.

PU - 2 Puntales telescópicos de 1.30 m.

VR - 1 Vigüeta de refuerzo de 2.00 m.

VR - 2 Vigüeta de refuerzo de 3.00 m.

ES Estabilizador de muros.

D - 2 Distanciadores de puertas.

En su nomenclatura la letra indica que es distanciador de puerta, y el número, su localización.

### **6. Especificaciones del Fabricante.**

El material con el cual se encuentran fabricados la mayor parte de los elementos, es acero calibrado de 3 mm., de espesor, y en el caso de los paneles que tienen contacto directo con el concreto, llevan refuerzos cada 25 cm. y que permite alcanzar una resistencia por presión del concreto de 1,000 kg/m<sup>2</sup> sin embargo, puede aumentarse la resistencia con el auxilio de vigüetas de refuerzo y ángulos de refuerzo que tiene el propio sistema y con los cuales se pueden alcanzar resistencias de hasta 20,000 kg/m<sup>2</sup>.

El peso de la cimbra es de 36 Kg/m<sup>2</sup>, en operación de los moldes se manejan módulos de 2 m<sup>2</sup>. que alcanzan un peso de 72 a 75 kg., y que con dos personas se transportan con facilidad.

## H. Materiales del Sistema.

El sistema opera con los dos materiales más resistentes para la construcción, que son el concreto y el acero.

El concreto se puede trabajar sin aditivos y acelerantes, sin embargo con el sistema y por necesidades del programa de obra, se han realizado pruebas con diferentes materiales que pueden facilitar la operación de construcción o reducir tiempos o resolver problemas en el desarrollo de la misma, tales como:

- Reductores de agua.
- Retardantes.
- Acelerantes.
- Superfluidizantes.
- Impermeabilizantes.

Y desde luego se recomienda el uso de desmoldantes, sobre todo para evitar imperfecciones en el acabado al descimbrar.

Dependiendo del cálculo estructural del proyecto se manejan resistencias de concreto desde 100 Kg/cm<sup>2</sup>, hasta 200 kg/cm<sup>2</sup>, se puede trabajar con revenimientos de la planta de concreto de 20 a 22, o si se prefiere se podrá utilizar 10 u 11, y con la ayuda del superfluidizante se podrá alcanzar revenimientos de 21 a 23 sin cambiar las características de relación agua-cemento.

En acero se puede utilizar varilla o malla de alta resistencia, dependiendo del cálculo estructural. En varilla se utilizan diámetros de 3/8" a 5/16" y en malla de 6 x 6 4/4 a 6 x 6 8/8.

En instalaciones, la eléctrica utiliza los materiales habituales conducidos en poliducto, la hidráulica con tubería de cobre y la sanitaria con P.V.C.

Los acabados se pueden aplicar directamente como; pintura, tiroles, papel tapiz, mosaicos, entre otros, sin necesidad de enyesar o efectuar aplanados posteriores, ya que al descimbrar queda una superficie tersa y uniforme.

### **I. Vida útil de la cimbra "MECCANO".**

La vida útil de la cimbra está calculada en 500 colados aproximadamente, teniendo el cuidado que a continuación se describe:

- 1.- Limpieza de la cimbra posterior a cada colado.
- 2.- Uso de desmoldantes tales como aceite quemado, diesel, petróleo.
- 3.- Manejo adecuado de la cimbra al efectuar movimientos como:
  - a) No golpear ni aventar bruscamente la cimbra en su movimiento.
  - b) No colocar objetos pesados en la cimbra.
  - c) No utilizar en otras actividades o fines diferentes a su destino final.

4.- Al ensamblar, preparar los posicionadores que permiten su colocación adecuada y evitan forzamientos innecesarios, así como no golpear con martillos de fierro si se fuerza su entrada y sobre todo colocarla en su posición correcta de dimensión. Es importante no voltear los pánels cuando coinciden con opuestos y llevan distanciadores, porque nunca van a entrar en los pánels mal colocados.

5.- Utilizar siempre el equipo original de planta para garantizar su correcto funcionamiento.

6.- Colocar siempre los distanciadores completos, porque la presión del concreto puede producir deformaciones en los pánels que no los tengan.

7.- Asegurarse al descimbrar que se quitaron correctamente todos los tornillos que unen el siguiente módulo, los distanciadores y los ángulos de refuerzo o cuñas que permiten la holgura necesaria para descimbrar.

En los casos en que por algún motivo algunas platinas se lleguen a enchuecar, pueden ser golpeadas por una madera o un pedazo de aluminio o cobre que amortigüe el golpe al momento de enderezar. Esto se debe a un descuido o golpeteo que es normal en el proceso constructivo.

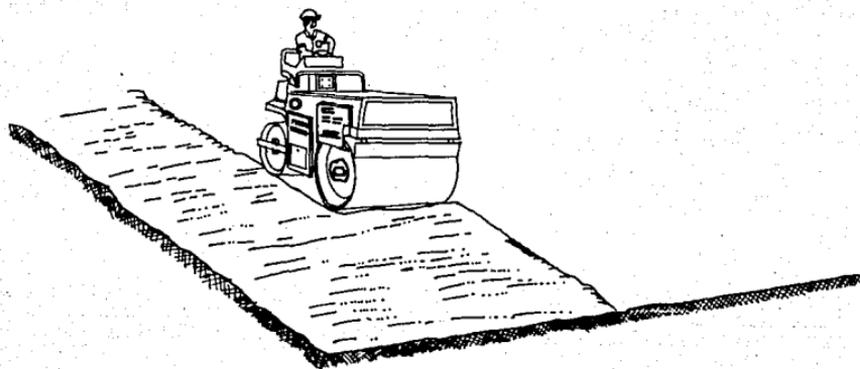
#### **IV. PROCESO CONSTRUCTIVO.**

##### **A. Descripción del proceso constructivo.**

Partiendo de un terreno nivelado, mejorado y compactado, (Ver Fig. IV. 1), según sean las necesidades del proyecto y dependiendo del tipo o tipos de suelos existentes en el terreno por construir, se lleva a cabo el siguiente proceso constructivo:

##### **FASE I. "Construcción de la losa de cimentación".**

- Ensamble de la cimbra losa de cimentación.
- Colocación de la plantilla sobre la cimbra losa de cimentación y trazo de muros.
- Excavación para contratrabes, instalaciones hidráulicas y sanitarias.
- Armado de contratrabes, losa de cimentación, colocación de puntas de amarre, instalaciones hidráulicas y sanitarias.
- Colado de la losa de cimentación.
- Colocación de la plantilla para fijar posicionadores de paneles.



**FIG. IV.1 COMPACTACION DE TERRENO**

**FASE II. "Construcción de la Vivienda".**

- Ensamble de muros interiores y colocación de ángulos cufia.
- Armado estructural de muros y colocación de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas.
- Ensamble de muros exteriores, colocación de distanciadores y ángulos cufia.
- Colocación de chapas cierre de muro, distanciadores de puertas, estabilizadores de muros y viguetas de refuerzo.
- Ensamble de losa de entrepiso o techo, y colocación de puntales.
- Armado estructural de la losa de entrepiso o techo y fijación de instalaciones eléctricas con ramaleo.
- Vaciado de Concreto.
- Descimbrado.
- Resanes.
- Acabados.

## B. FASE I " Construcción de la Losa de Cimentación ".

### 1.- Ensamble de cimbra losa de cimentación. (Ver Fig. IV. 2).

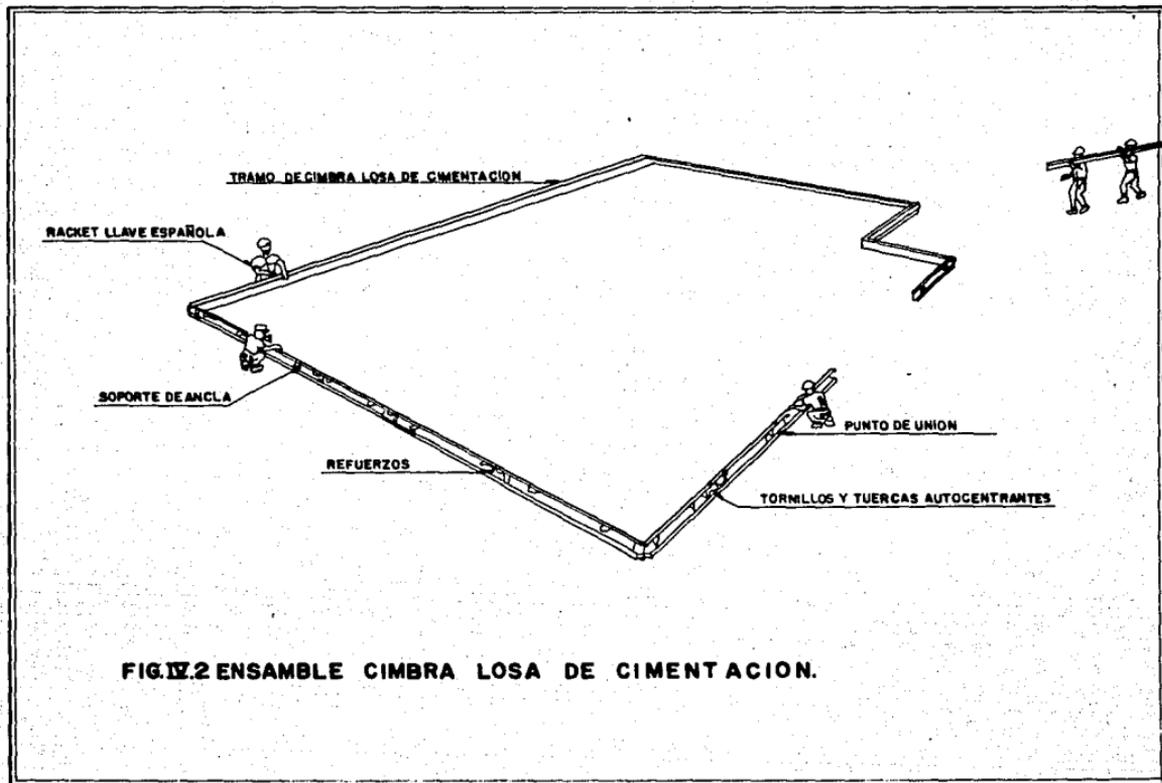
El sistema de fijación "MECCANO", es a base de tornillos y tuercas autocentrantes. El ensamble de la cimbra se inicia de acuerdo al plano IV.1 en forma progresiva, colocando el tramo 1-2, continuando con el tramo 3-4, 5-6, y así sucesivamente, hasta efectuar el cerramiento.

En el plano IV. 2 se detallan las escuadras para la cimbra de cimentación.

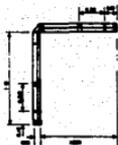
La cimbra losa de cimentación está determinada para la cimentación de N modelos, según las necesidades de cada proyecto, por lo tanto, es necesario usar los materiales específicos para cada proyecto, indicado en el plano antes mencionado.

También es importante colocar las varillas clavadas en el terreno para sostener la cimbra de los niveles en posición alineada (horizontalmente), sobre todo durante la colocación de la plantilla, ya que si sufre un hundimiento, provocaría; falsedad en los trazos, una superficie irregular en la losa de cimentación y problemas al ensamblar el molde.

Una vez ensamblada la cimbra losa de cimentación, se debe alinear perfectamente, asegurando su posición con las anclas que para tal fin se proporcionan y que se clavan en las perforaciones que tiene la cimbra a cada metro en la mayoría de los casos.



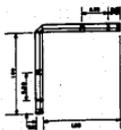




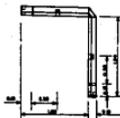
(a)



(b)



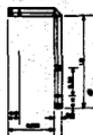
(c)



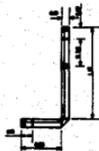
(d)



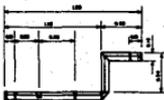
(e)



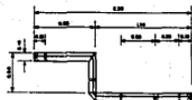
(f)



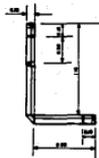
(g)



(h)



(i)



(j)



TUBO CUBO 200 x 100 mm  
 ESCALA 1:1.0

<b>UNAM</b>			
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>			
PLANO DETALLES DE ESCUADRAS CUERNA LIGA DE CIMENTACION			
PROF: ING. RAFAEL ALBA	FECH: MAYO 70	ESCALA: 1:25	
REVISO: ING. SALVADOR HERRERA	CONCEDE: ING. SALVADOR HERRERA	SECCION: IX-2	

## **2.- Colocación de la plantilla sobre la cimbra losa de cimentación y trazo de muros. (Ver Fig. IV. 3).**

La plantilla está determinada para el mismo número de modelos que la cimbra losa de cimentación, por lo que se deberán observar las indicaciones del plano IV. 3, donde se especifican los elementos para cada uso en particular.

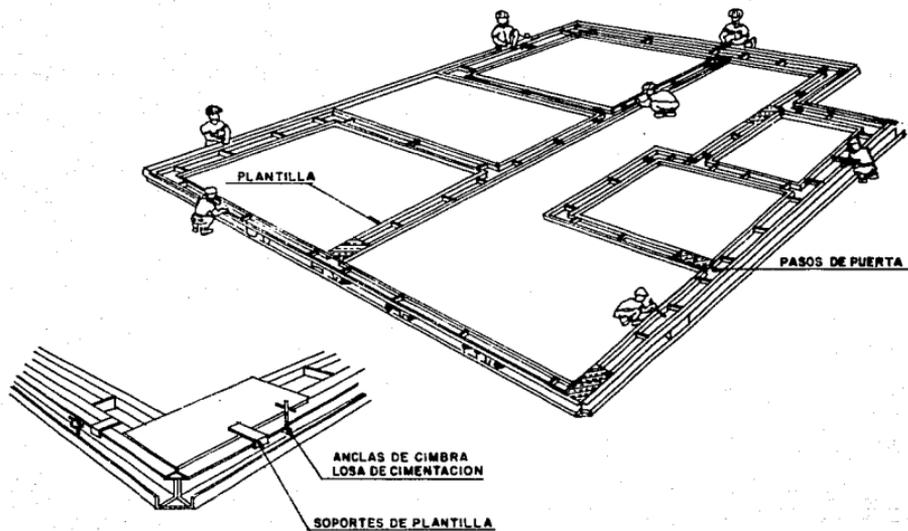
Previamente a su colocación, se debe ensamblar la plantilla con el mismo sistema de fijación "MECCANO" (tornillos y tuercas autocentrantes), utilizando como referencia el plano antes mencionado, el cual indica las uniones con numeración progresiva del 1 al n y en el cual se identifica la posición que debe guardar la misma de acuerdo al proyecto.

Ya ensamblada la plantilla, se procede a colocarla sobre la cimbra losa de cimentación, apoyándola con los soportes que se tienen para tal efecto. Al tenerla ensamblada con la cimbra losa de cimentación, se debe trazar de acuerdo a la cara interna\* del tubular que corresponda y que indica la distribución de muros y puertas.

Así mismo, los plomeros deben proceder a marcar las salidas de las instalaciones.

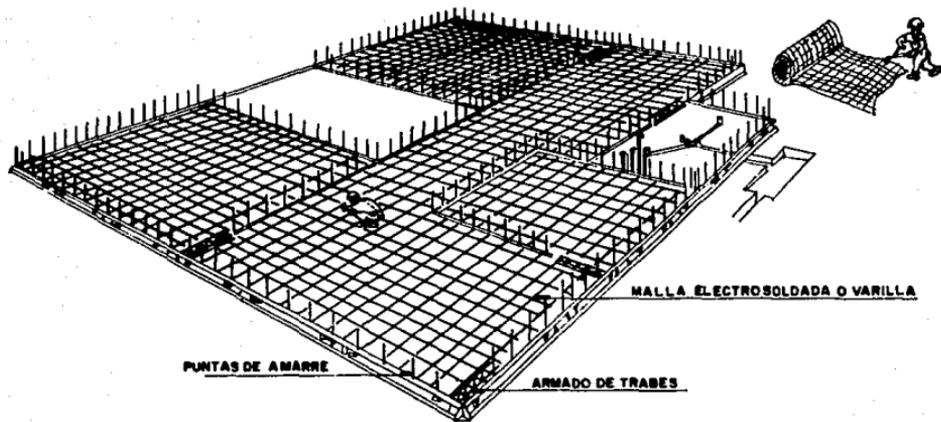
## **3.- Excavaciones de contratraves e instalaciones sanitarias e hidráulicas. (Ver Fig. IV. 4).**

Efectuadas las operaciones antes indicadas, se procede quitar la plantilla para que se inicien las excavaciones de contratraves e instalaciones sanitarias e hidráulicas.



**FIG. IV.3 ENSAMBLE DE PLANTILLA PARA TRAZO DE EXCAVACIONES.**





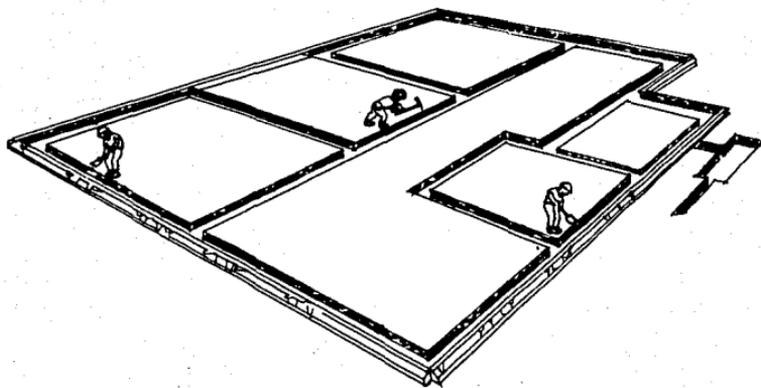
**FIG. IV.5 ARMADO ESTRUCTURAL DE LOSA DE CIMENTACION**

4.- Armado de contratrabes, losa de cimentación, colocación de puntas de amarre, instalaciones hidráulicas y sanitarias. (Ver Fig. IV. 5).

El armado de contratrabes, losa de cimentación y la colocación de puntas de amarre, deberán ser realizados de acuerdo al cálculo estructural.

La colocación de instalaciones hidráulicas deberá ser de acuerdo al plano de instalaciones, dejando las salidas preparadas antes de efectuar el colado de la losa de cimentación.

La verificación de puntas de amarre y las salidas de instalaciones con la plantilla, serán revisadas después de haber efectuado el armado estructural, así como las preparaciones de las instalaciones hidráulicas y sanitarias. Se deberá revisar su posición con la colocación de la plantilla sobre la cimbra losa de cimentación, ya que de existir cualquier desplazamiento, este puede ser corregido antes del colado de la misma.



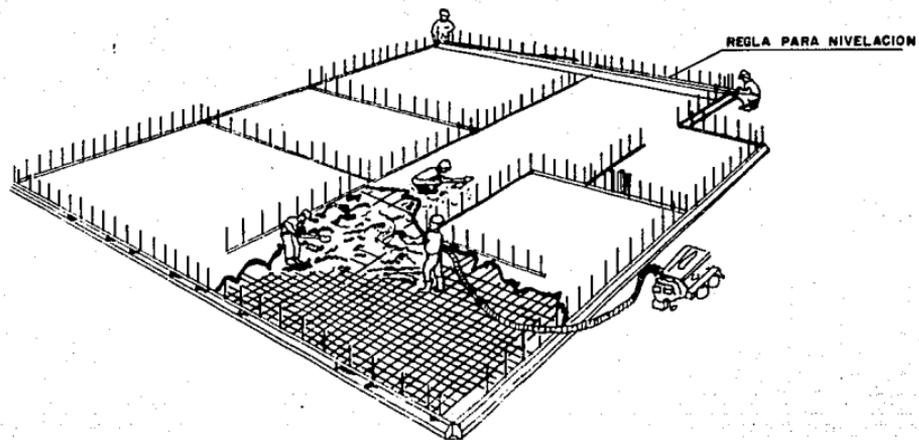
**FIG. IV.4 EXCAVACION DE TRABES DE LOSA DE CIMENTACION**

**5.- Colado de losa de cimentación. (Ver Fig. IV. 6).**

Una vez revisado el armado estructural, la posición de instalaciones, las puntas de amarre, la estabilidad y fijación de la cimbra losa de cimentación, se procede a revisar el revenimiento del concreto para iniciar el vaciado de acuerdo a las especificaciones del armado estructural y el acuerdo sostenido con el proveedor del concreto.

Siempre es recomendable iniciar el vaciado del concreto por el frente o parte posterior del proyecto, de acuerdo a las posibilidades de acceso que existan para la olla de concreto; evitando que se derrame el contenido fuera de la frontera que marca la cimbra losa de cimentación, no moviendo el armado estructural ni las instalaciones y paleando el concreto, iniciando el llenado de las trabes y posteriormente el de la losa de cimentación.

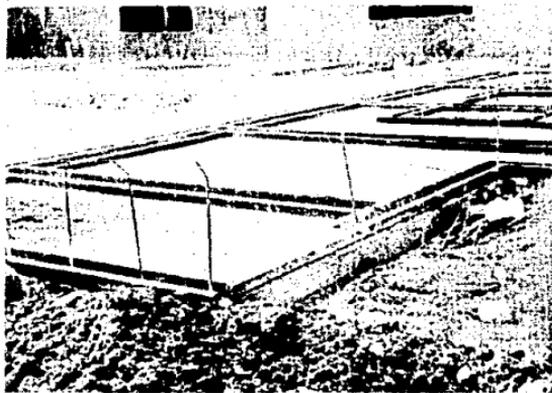
Ya extendido el concreto total o parcialmente de acuerdo a la llegada de la olla y al personal que se utilice, se procede a enrasar el concreto con la regla para la nivelación, jalando y regresando lateralmente hasta dejar una superficie plana y uniforme.



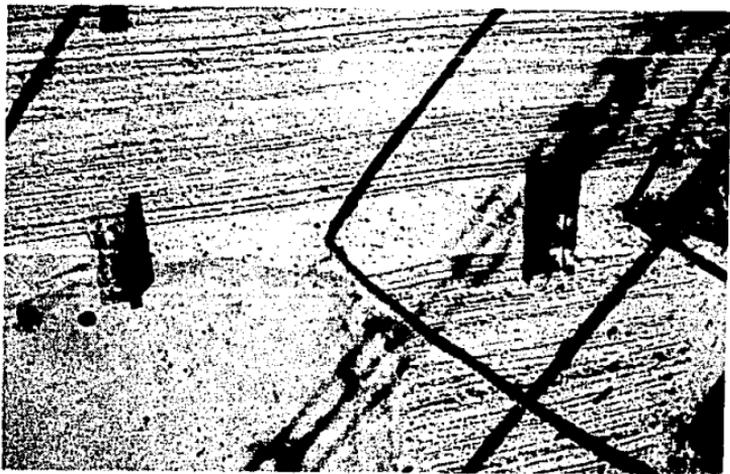
**FIG. IV.6 COLADO DE LOSA DE CIMENTACION**

**6.- Colocación de plantilla para fijar posicionadores de paneles. (Ver fotografías IV. 1 y IV. 2).**

Después del vaciado y terminación de los trabajos de la losa de cimentación, sobre la misma, se apoya la plantilla, alineándola con la cimbra y revisando así su alineamiento. En seguida, se procede a la colocación de los posicionadores, con clavos para concreto en cada extremo de la plantilla, es decir, cuatro posicionadores en cada extremo y que evitarán el desplazamiento de la plantilla durante la colocación de los posicionadores. Estos se colocarán pegados a cada lámina que une tubular con tubular, evitando el golpear la plantilla. Una vez colocados, se procede a retirar la plantilla, habiendo culminado el proceso de losa de cimentación.



Fotografía IV. 1. PLANTILLA.



Fotografía IV. 2. POSICIONADORES DE PANELES.

**NOTAS IMPORTANTES:**

1.- En este último proceso, si durante la colocación de la plantilla, se observa que ésta se fuerza al entrar, es debido a que hubo algún desplazamiento de instalaciones o de puntas de amarre; para corregirlo, se deberá recorrer el objeto que se haya desplazado.

2.- Es importante que no se golpee la plantilla ni que se force en su colocación, ya que esto reduciría la vida de la misma.

3.- Al concluir el proceso de la losa de cimentación se deberá desarmar dicha cimbra, desclavando las anclas y desatornillando las uniones, limpiando perfectamente ambas partes para aumentar su vida útil.

4.- Tanto la plantilla como la cimbra losa de cimentación, se podrán manejar en módulos mayores a los que tiene su despiece. Esto será a criterio del residente de obra y/o a la capacidad del personal que las maneje.

## C. FASE II. " Construcción de la Vivienda".

### 1.- Ensamble de muros interiores y colocación de ángulos cufia. (Ver Fig. IV. 7).

A pesar de que en un inicio el molde puede ensamblarse por cualquier parte del proyecto, para establecer un orden secuencial, se recomienda se inicie su ensamble por la parte interior, siguiendo las indicaciones que marcan los planos IV. 4 y IV. 5 . Así mismo, al momento de ensamblar los paneles se deberán colocar en la parte inferior, entre el piso y el panel, los ángulos cufia que se requieran para poder facilitar el descimbrado al concluir el colado. El ensamble de los paneles se efectuará con tornillos y tuercas autocentrantes.

Este proceso también incluye el ensamble de la cimbra de escaleras, según determine cada proyecto, el cuál se especifica en el plano IV. 7.

Es importante tener preparado lo siguiente, para iniciar el ensamble:

a) En caso de que se inicie el ensamble sin tener el descimbrado anterior, se deberán tener los paneles a un lado del perímetro de la vivienda por colar. Si ésta ya fue colada; se recibirán los módulos que se vayan descimbrando de la vivienda anterior.

b) El personal, con su equipo de protección, dividido en cinco cuadrillas de 4 personas que atacarán una zona cada uno.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

c) La herramienta requerida, tal como: llaves reversibles, llaves de estrías o espafolas, ganchos para ejecución de paneles en movimiento, palancas alineadoras, entre otras.

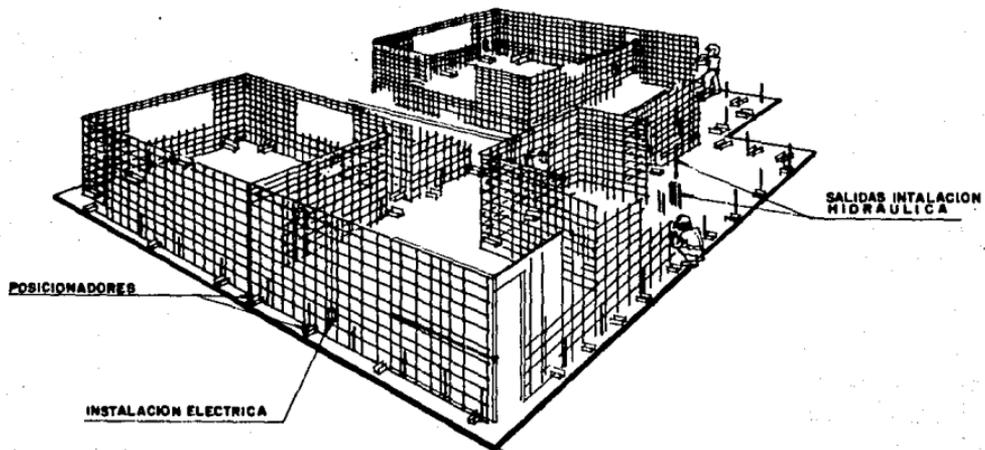
Cuando se manejan módulos, deberán ser inspeccionados al momento de tenerlos en el lugar en que se van a ensamblar, vigilando su alineamiento; y si en caso de que el movimiento de los mismos ocasione aflojamiento de los tornillos y tuercas, así como desajuste, se deberá alinear nuevamente donde corresponda.

## **2.- Armado estructural de muros y colocación de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. (Ver Fig. IV. 7).**

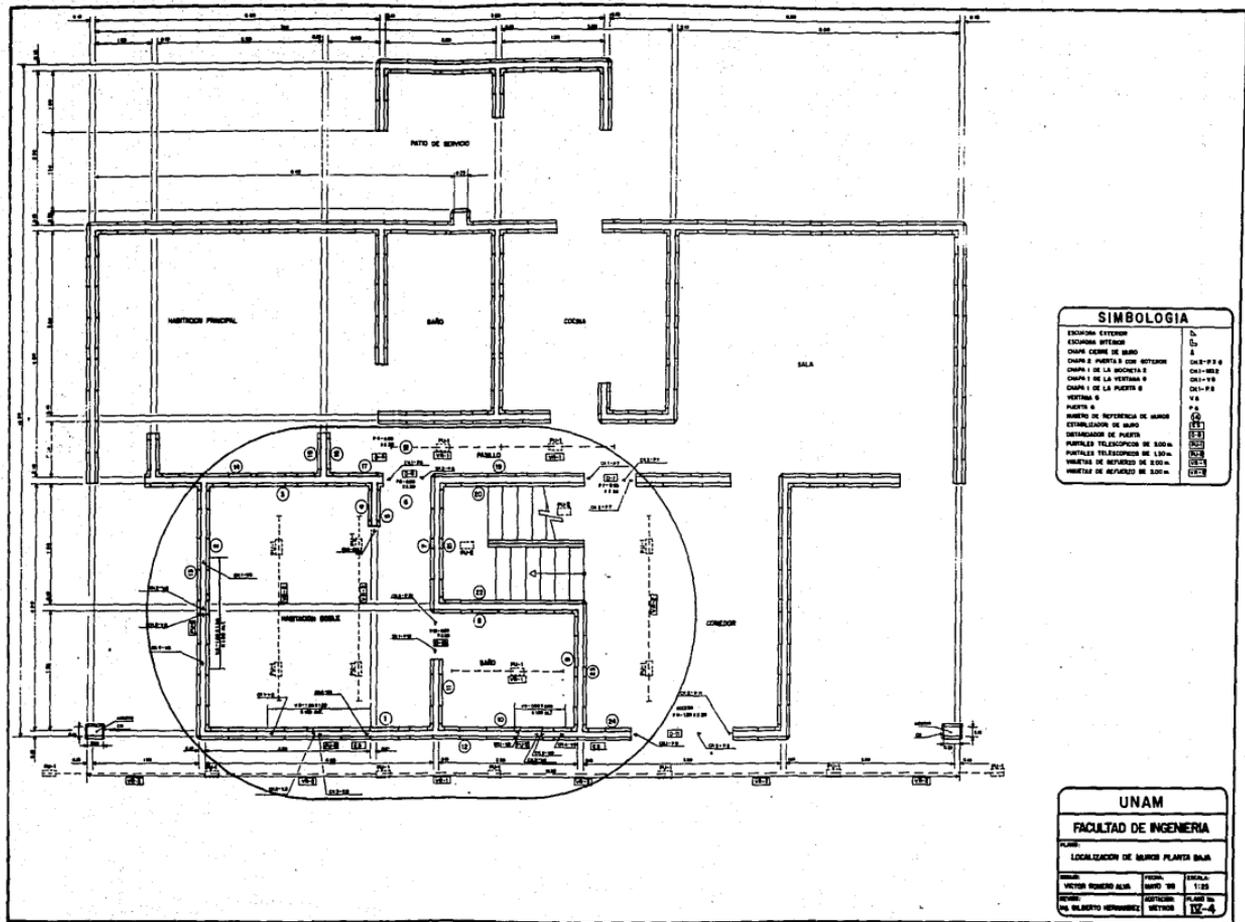
Al momento de llevar un avance del 25% aproximadamente en el ensamble de muros interiores y colocación de ángulos cuña, se debe iniciar el armado estructural de muros, así como la colocación de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas (nota: las dos primeras pueden trabajarse desde que la losa de cimentación permita su inicio), que deberán efectuarse de acuerdo al proyecto, así como el armado.

En el armado estructural, se pueden usar distanciadores plásticos, amarres de alambre recocido, o bien, distanciadores de varilla para evitar que la malla se apoye sobre una cara del muro; aunque es difícil que suceda, ayuda para rigidizar el armado.

En las instalaciones hidráulicas y sanitarias, se debe tener especial cuidado en no pisar la tubería o golpearla y además supervisar al plomero para que las uniones no tengan fallas.

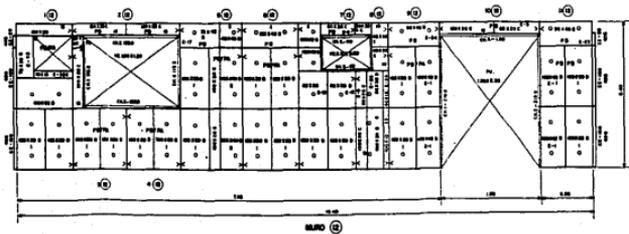
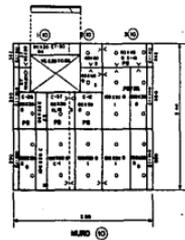
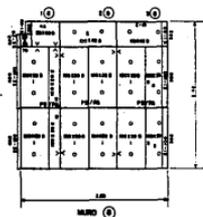
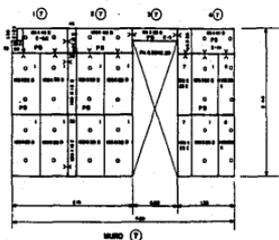
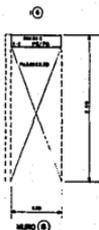
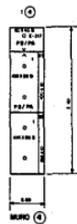
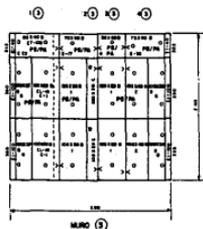
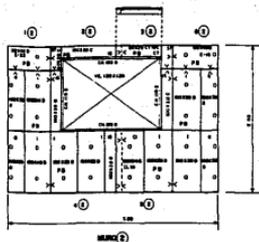
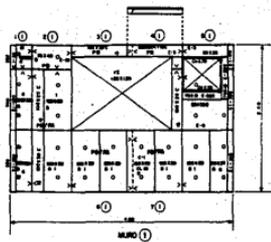


**FIG. IV.7 ARMADO ESTRUCTURAL Y ENSAMBLE  
INTERIOR DE MUROS**

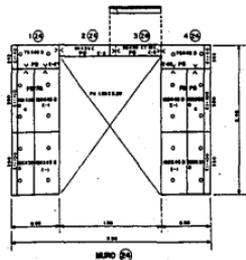
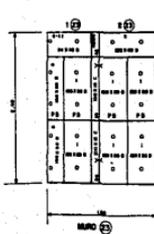
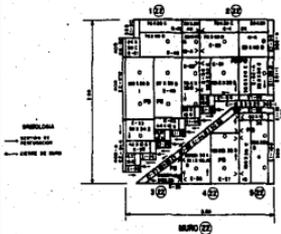
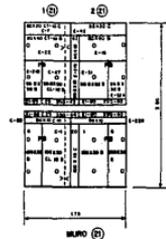
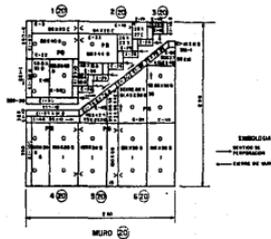
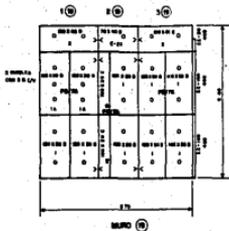
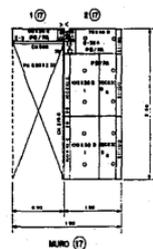
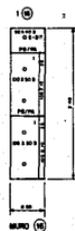
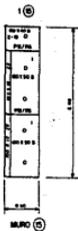
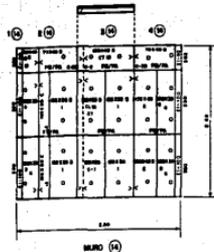
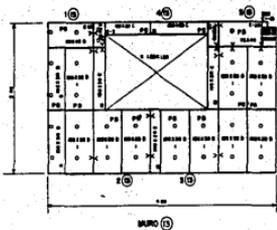


SIMBOLOGIA	
EXTERIORES EXTERIORES	□
EXTERIORES INTERIORES	□
CUARAS CERRE DE PUERTO	□
CUARAS 2 PUERTAS CON VENTANAS	□
CUARAS 1 DE LA VENTANA 1	□
CUARAS 1 DE LA VENTANA 2	□
CUARAS 1 DE LA PUERTA 2	□
VENTANAS 2	□
PUERTAS 2	□
PUERTOS DE REFERENCIA DE PUERTOS	□
ESTRUCTURAS DE PUERTOS	□
DEBILITACIONES DE PUERTOS	□
PUERTOS TELESCOPICOS DE 300mm	□
PUERTOS TELESCOPICOS DE 150mm	□
PUERTOS DE REFERENCIA DE 300mm	□
PUERTOS DE REFERENCIA DE 150mm	□

UNAM			
FACULTAD DE INGENIERIA			
PLANO			
LOCALIZACION DE BANCOS PLANTA BAJA			
PROF.	FECHA	ESCALA	
ING. ROBERTO ALVA	AGOSTO '98	1:25	
PROF.	REVISOR	PLANO No.	
ING. SILVESTRE HERRERA	ING. JESUS	107-4	



<b>UNAM</b>		
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>		
PLANO: MUROS PLANTA BAJA 1 A 12		
ESCALA:	FECHA:	PROYECTISTA:
1:100	1/10	1/10
PROYECTO:	SECCION:	NUMERO DE:
RECONSTRUCCION DEL	SECCION	11-5



**UNAM**  
FACULTAD DE INGENIERIA

MUROS PLANTA BAJA. 13 A 24

PROF.:	FECHA:	ESCALA:
SECTOR: INGENIERIA ALTA	MURO 24	1:25
PROF.:	PROF.:	PROF.:
ING. ALBERTO RAMIREZ	ING.:	ING.:
	ING.:	ING.:

**13-6**

### **3.- Ensamble de muros exteriores, colocación de distanciadores y ángulos cuña. (Ver Fig. IV. 8).**

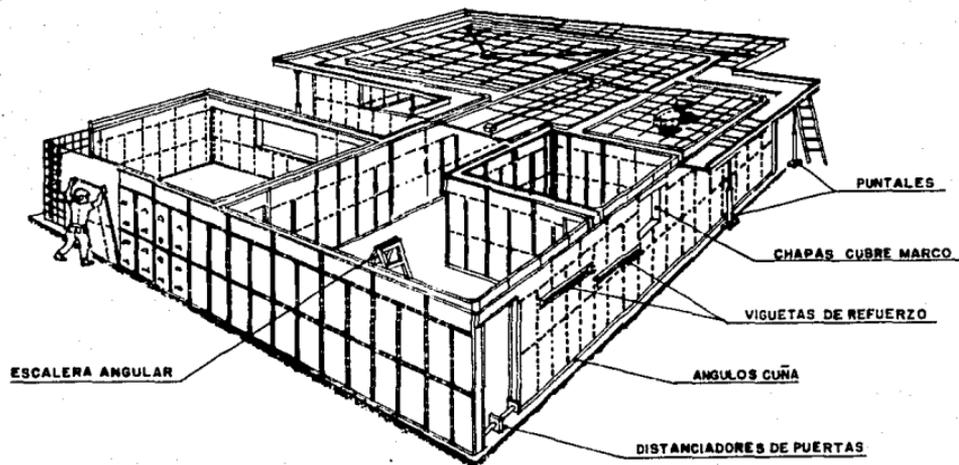
Cuando el armado estructural de muros, y las instalaciones, se encuentren con un avance del 25% aproximadamente, una cuadrilla puede comenzar a cerrar muros del molde, colocando los paneles y ángulos cuña en la misma forma en que se hizo con los muros interiores. Como se indica en el Plano IV. 6 y basándonos en el Plano IV. 4 donde se indica la localización de cada muro. En este caso, se colocarán los distanciadores con su tuerca, recomendándose que estos mismos sirvan de guía para el fin deseado, ya que si se llega a presentar un desnivel y se tienen apretados los tornillos autocentrantes, se pueden provocar dificultades para atravesar el distanciador. Así mismo, si no se tuvo precaución al colocar la malla o si llega a coincidir algún barrenado con un cruce de malla, impedirá el paso del distanciador. Si así sucediera, se deberá desviar la malla.

### **4.- Colocación de cierre de muro, distanciadores de puertas y estabilizadores de muros. (Ver Fig. IV. 8).**

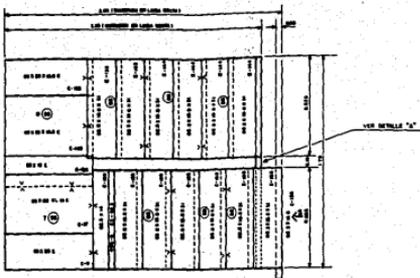
Una vez ensamblado el molde por lo correspondiente a los paneles, escuadras, cuñas, tornillos, y distanciadores, procederemos a cerrarlo, así como a asegurar su rigidez colocando:

- a) Chapas de cierre de muros en puertas y ventanas.
- b) Distanciadores de puertas en las áreas que se indican en el plano.
- c) Estabilizadores de muros en los puntos que se indican el plano.

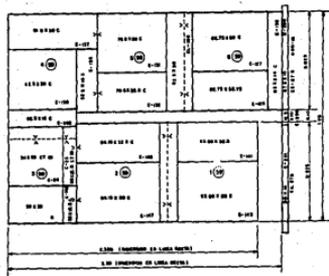
Su fijación, en todos los casos, también es con tornillos y tuercas autocentrantes.



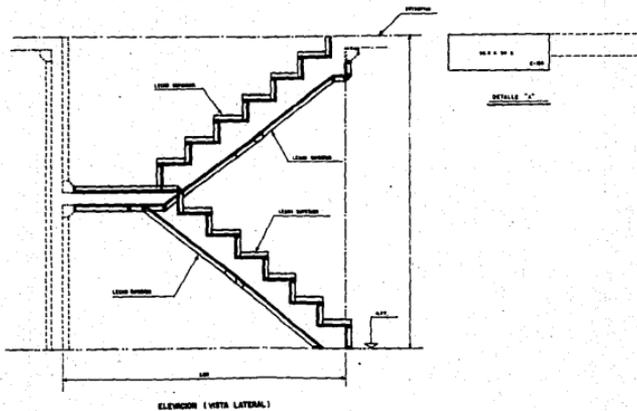
**FIG. IV.8 ENSAMBLE CIMBRA DE MUROS Y LOSA DE AZOTEA  
O ENTREPISOS**



(LECHO SUPERIOR DE LA ESCALERA P.B.) 34



(LECHO INFERIOR DE LA ESCALERA P.B.) 35



ELEVACION (VISTA LATERAL)

<b>UNAM</b>			
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>			
PLANO:			
LECHO SUPERIOR E INFERIOR DE ESCALERA			
PROYECTO:	ESCALA:	PROYECTISTA:	FECHA:
FICHERO: 0000000 ALBA	1:50.00	OSCAR LAY	19.05.68
PROYECTO:	PROYECTADO:	REVISADO:	APROBADO:
DR. SILVESTRE HERRERA	ALBERTO	ALBERTO	ALBERTO
METROS		METROS	
		100-7	

**5.- Ensamble de losa de entrepiso o techo.**  
**(Ver fotografía IV. 3).**

Con el auxilio de los carros elevadores, se coloca y ensambla la losa de entrepiso y patios de servicio, vigilando las posiciones de las cuñas de la losa, que deberán coincidir con las de las escuadras interiores.

Al ensamblar, se deberá asegurar la losa con puntales telescópicos de acuerdo a las indicaciones del Plano IV. 8.

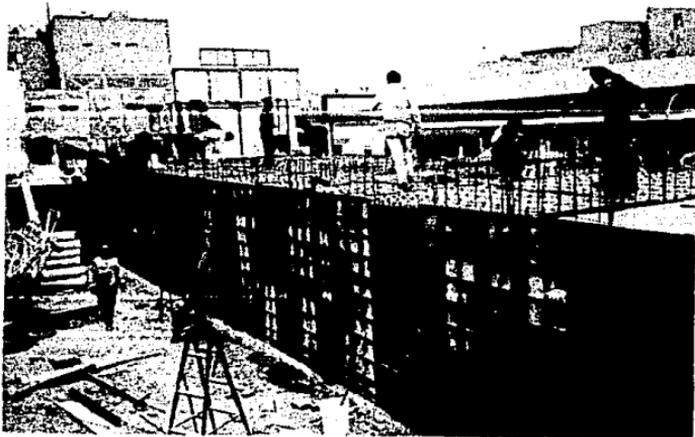
**6.- Armado estructural de la losa de entrepiso.**  
**(Ver fotografía IV. 4).**

Cuando se ha avanzado en un 50% en el ensamble de la cimbra losa de entrepiso, se inicia el tendido o colocación de la malla del lecho inferior, así como los bastones de refuerzo estructural que se indiquen en los planos de proyecto.

Al mismo tiempo, se procederá a la colocación de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias especificadas en los planos correspondientes.



Fotografía IV. 3.  
ENSAMBLE LOSA DE  
ENTREPISO O TECHO.



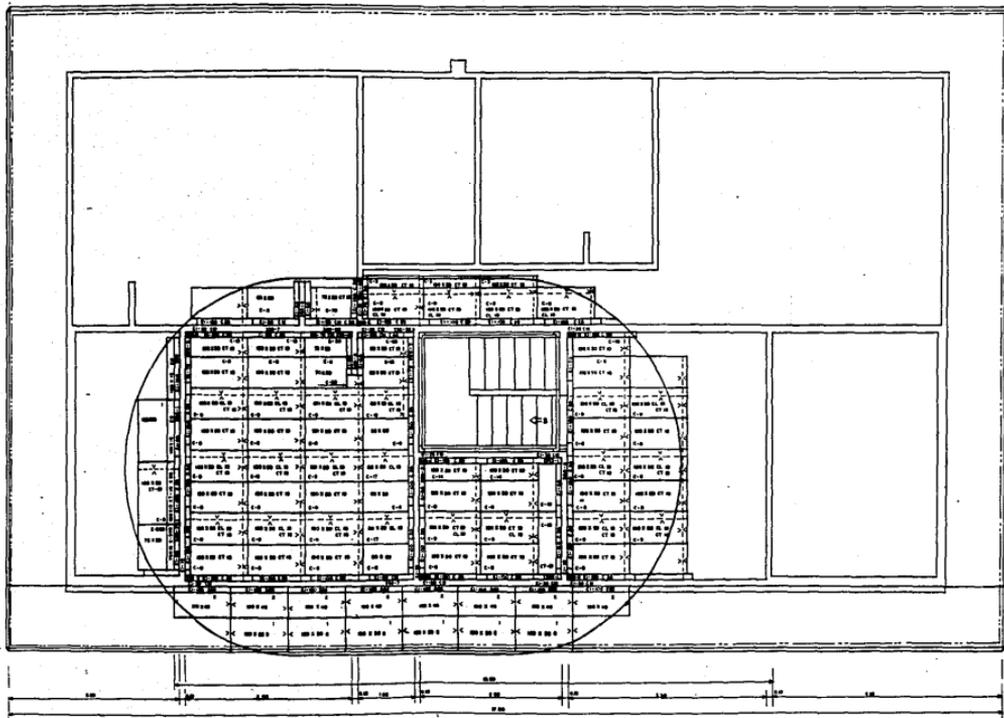
Fotografía IV. 4. ARMADO ESTRUCTURAL Y COLOCACION DE  
INSTALACIONES EN LOSA DE ENTREPISO O TECHO.

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

PLANO:  
LOSA DE ENTRENADO O AZOTEA

DISEÑO: VICTOR ROMERO ALBA	FECHA: MAYO 198	ESCALA: 1:25
PROYECTO: ING. GUAYCÓN MORALES	CONTINENTE: MEXICO	FOLIO DE: IV-8



### 7.- Vaciado de concreto. (Ver Fig. IV. 9).

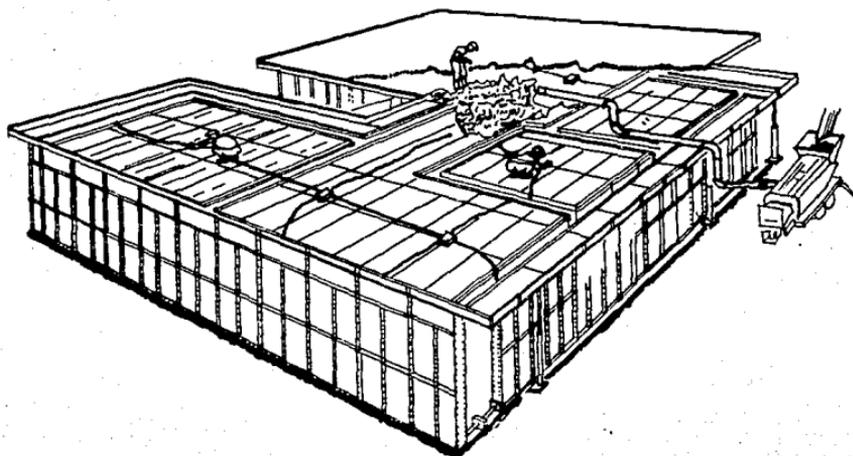
El molde deberá ser cuidadosamente supervisado previo a su vaciado, revisando: tornillos autocentrantes, distanciadores, estabilizadores, puntales y alineamiento.

El revenimiento del concreto deberá ser revisado para cada olla al momento de su recepción y al final del vaciado, para garantizar que las especificaciones del proyecto se cumplan.

Es necesario una rigurosa supervisión en el llenado, golpeando con los martillos de hule cada parte del molde y especialmente en: esquinas, partes inferiores, ventanas y en general, todas aquellas partes consideradas como difíciles de llenar.

El vaciado se realiza iniciando en la parte posterior y terminando en el frente, tratando de llenar en la forma más continua y posible, siguiendo las cavidades que tiene el molde para muros.

Una vez teniendo los muros completamente llenos, se procede al llenado de la losa de entrepiso o techo, enrasando al momento de tener una sección llena, ejemplo: una recámara, sala-estancia, entre otras.



**FIG. IX.9 VACIADO O COLADO DEL MOLDE**

**B.- Descimbrado. (Ver Figs. IV. 10, IV. 11 y IV. 12).**

El descimbrado se realizará al tener verificada la resistencia mínima requerida iniciando el aflojamiento y el retiro de los paneles y ángulos cuña respectivamente, que se encuentran en todo el contorno de la vivienda con las palancas que se tienen para tal fin.

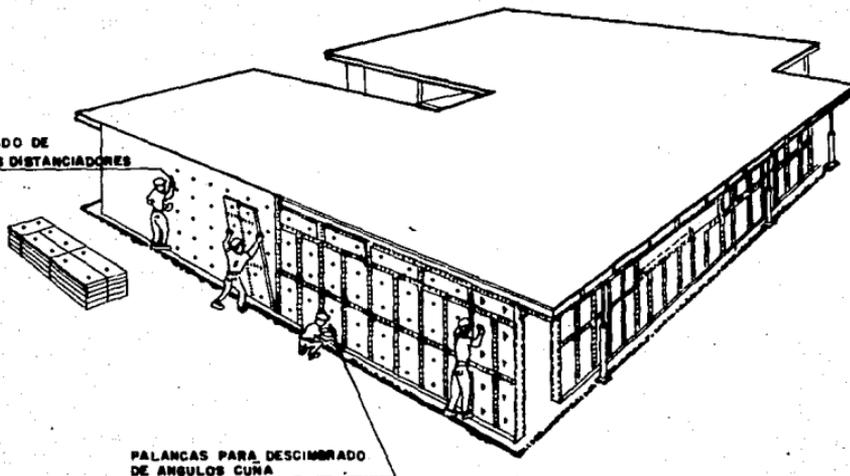
Es importante revisar que no existan tornillos y tuercas que impidan la salida de los paneles. Nunca se deberá golpear la cimbra, para alargar su vida útil.

Una vez retiradas las cuñas, se procederá a definir las cuadrillas de descimbrado que efectuarán las siguientes operaciones por separado:

- Retirar tornillos y tuercas.
- Descimbrado.
- Transporte de paneles.

**NOTA:** Se recomienda que estas operaciones no se mezclen para evitar pérdidas de tiempo y entorpecimiento.

**TAPONADO DE  
AGUJEROS DISTANCIADORES**



**PALANCAS PARA DESCIMBRADO  
DE ANGULOS CUNA**

**FIG. IX10 DESCIMBRADO DE MUROS**

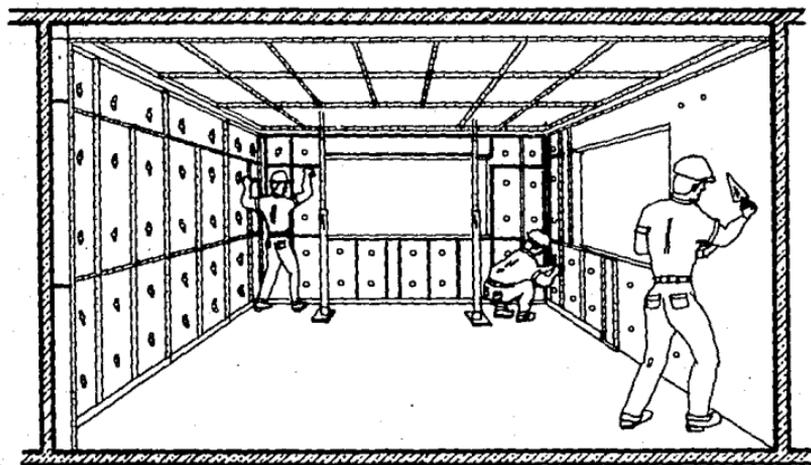


FIG. IX11 DESCIMBRADO DE MUROS

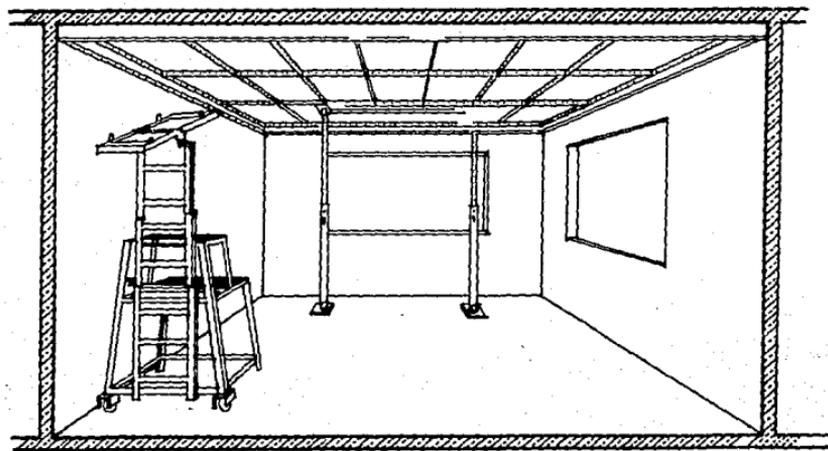


FIG. IX.12 DESCIMBRADO DE LOSA

#### 9.- Resanes. (Ver fotografía IV. 5).

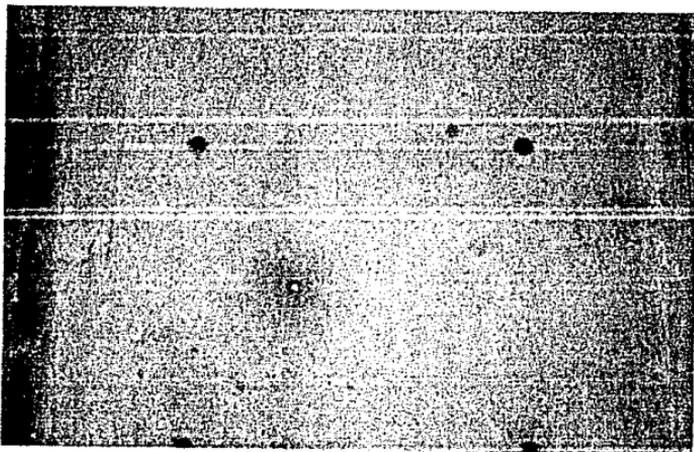
Al extraer los distanciadores durante el descimbrado, los agujeros, consecuencia de los mismos, son taponeados con mezclas de cemento-arena y aditivo expansivo para evitar grietas en el concreto. Una vez terminados los trabajos de resanes, la superficie quedará lista para cualquier tipo de acabado.

#### 10.- Acabados. (Ver fotografías IV. 6, IV. 7 y IV. 8).

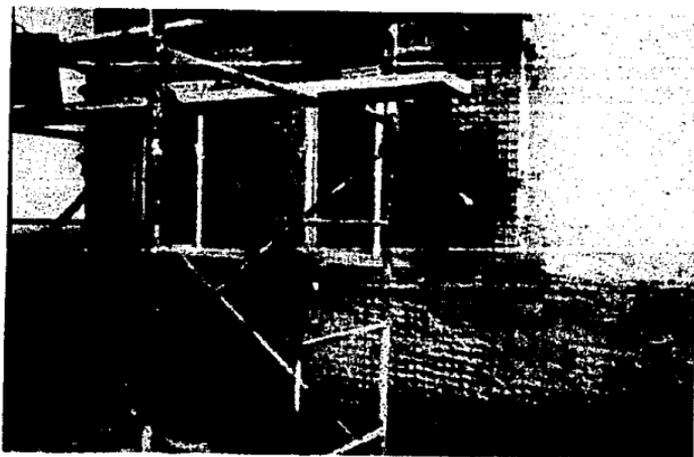
El molde del sistema permite aplicar cualquier tipo de acabados por la superficie tersa y uniforme que resulta del descimbrado. Los materiales más usados para los acabados son:

- Pintura.
- Tiroles.
- Papel tapiz.
- Mosaicos.
- Azulejos, entre otros.

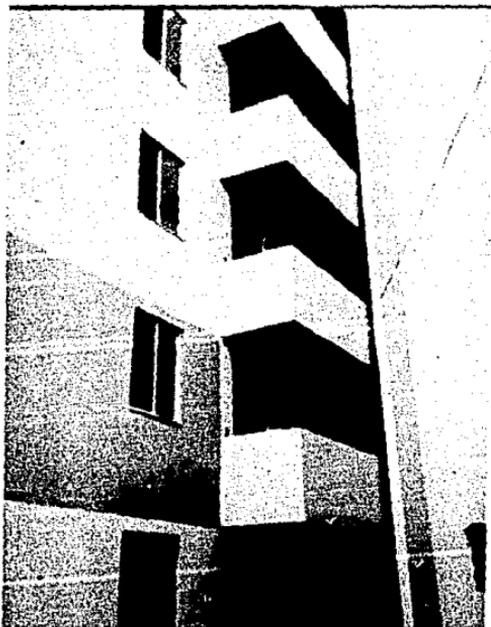
Para la aplicación de estos acabados, no es necesario enyesar o efectuar aplanados por las razones antes expuestas.



Fotografia IV. 5. RESANES.

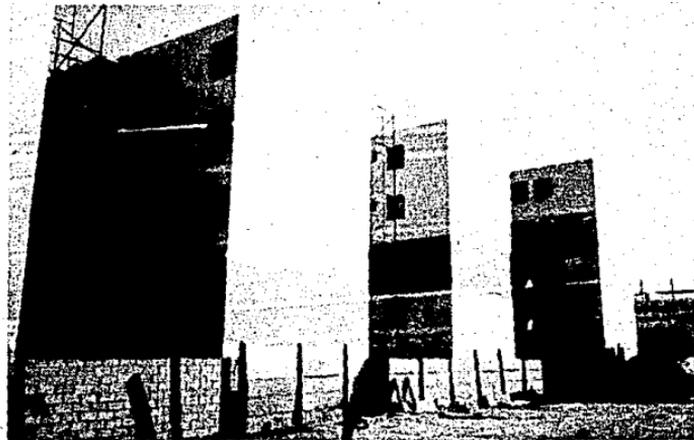


Fotografia IV. 6. ACABADOS.



Fotografía IV. 7.

ACABADOS.



Fotografía IV. 8. ACABADOS.

## V. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

El sistema "Meccano" por sus características técnicas, brinda al constructor ventajas incomparables con respecto a los sistemas tradicionales, entre las cuales destacan:

1.- Debido a la unión de paneles estandar con paneles especiales, el sistema es adaptable en un 100% a cualquier proyecto arquitectónico, con esto el proyectista no se ve limitado al proyectar, sino que tiene toda la libertad de realizar el proyecto, según las necesidades del mismo.

2.- Solidez incomparable en su estructura debido a la resistencia de sus materiales constructivos; ya que como se mencionó en el capítulo III ("Características Técnicas"), el sistema opera con los dos materiales más resistentes para la construcción, que son el concreto y el acero.

3.- Al ser una construcción monolítica, la capacidad de la estructura es antisísmica; dicha capacidad se encuentra situada y aceptada en los límites que enmarca el nuevo reglamento de construcción, que a raíz de los sismos de septiembre de 1985, tuvo que ser modificado, aumentando los factores de seguridad contra sismos.

4.- En las excavaciones de cimentación, se ahorra tiempo y costo debido a que no son profundas, ya que las construcciones se edifican sobre losas de cimentación, que no requieren de excavaciones profundas.

5.- El hecho de que no se necesite ranurar muros o losas, facilita la colocación de las instalaciones que quedan integradas en el ensamble del molde, permitiendo una vez más, disminuir el costo y eliminar los tiempos muertos.

6.- No se requiere de personal calificado, ya que el mismo fabricante lo capacita en un periodo máximo de una semana, por lo que no existe dependencia de tecnología.

7.- Por ser un sistema industrializado, permite un fácil control de actividades y elimina la posibilidad de utilizar demasiado personal, que en ocasiones causa errores costosos; por ésto, con el sistema "Meccano" se reduce en un 50% la mano de obra y en un 25% los materiales, en promedio. Así mismo, al ser un sistema por procesos, se operará en un todo, que agiliza la actividad en conjunto.

8.- Los desperdicios se reducen considerablemente por sus parámetros de insumos perfectamente identificables, y por la utilización de materiales de uso directo.

9.- Por el resultado final del molde en muros y losas al dejar una textura fina y tersa, se reducen los resanes y se obtiene una superficie lisa para cualquier tipo de acabado.

10.- Rapidez en la construcción considerando ciclos de 48 horas máximo por vaciado, abatiendo costos directos de construcción (ver figura V. 1).

11.- Los gastos de administración de obra se reducen, ya que se requiere de un menor número de personal supervisando y también en un menor tiempo.

12.- Los gastos financieros también disminuyen al producir una vivienda en un menor tiempo, debido al corto programa de obra.

13.- Permite usar sistemas mixtos, por ejemplo; muros colados con el sistema "Meccano" y losas aligeradas de entrepiso, de vigueta y bovedilla, reticulares o las que se requiera, dependiendo del tipo de proyecto.

14.- La vida útil de la cimbra tiene la mayor garantía en el mercado, considerando 500 usos con un mínimo de mantenimiento.

15.- El sistema ha sido aprobado por:

El fondo de vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE), el Fondo Nacional de Habitación Popular (FONHAPO), el Departamento del Distrito Federal (D.D.F.), La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), Renovación Habitacional Popular (R.H.P.) y el Programa Emergente de Vivienda (Previ FASE II).

A pesar de sus múltiples ventajas, el sistema aún cuando son pocas, también tiene desventajas:

1.- Al utilizar el concreto como material constructivo la capacidad térmica y acústica es baja; esto se puede solucionar utilizando agregados minerales o químicos, con asesoría del departamento técnico del fabricante.

2.- Los tornillos y tuercas autocentrantes se pierden con relativa facilidad, por lo que se debe procurar al descimbrar, utilizar una pequeña bolsa para almacenarlos al extraerlos.

3.- Cabe la posibilidad de que el sistema sea incosteable, esto cuando la cimbra se aplica en menos de 125 ocasiones, por lo que el proyecto deberá contemplar un mínimo de 30 casas de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> cada una.

OBRA: "SISTEMA MECCANO"		1 DIA								2 DIAS							
UBICACION:		HORAS								HORAS							
No.	CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ensamble Losa de Cimentación	■															
2	Colocación de Plantilla		■														
3	Excavación de Datas e Instalación			■	■												
4	Armado Estructural de Cimentación				■	■											
5	Colocación de Instalaciones					■	■										
6	Verificación de Puntas de Amarre						■	■									
7	Colado Losa de Cimentación							■	■								
8	Colocación de Posicionadores									■	■						
9	Ensamble de Muros Interiores										■	■					
10	Armado Estructural en Muros											■	■				
11	Colocación de Instalaciones												■	■			
12	Ensamble de Muros Exteriores													■	■		
13	Losa														■	■	
14	Colocación de Distanciadores															■	■
15	Colocación de Instalaciones en Azotea																■
16	Vaciado de Concreto																■
	Tiempo considerado para vivienda																
	hasta 80 m <sup>2</sup>																

FIG. IX.1 PROGRAMA DE OBRA

## VI. AUDIOVISUAL.

En la Segunda Guerra Mundial, los devastadores bombardeos a las principales ciudades en Europa, provocaron enormes pérdidas humanas y materiales; principalmente en las viviendas, donde muchas familias perdieron su hogar. A raíz de este problema, surgió la necesidad de construir vivienda con gran rapidez, para proporcionar a la población un lugar donde vivir. Fue así como la cimbra metálica empezó a cobrar auge en los volúmenes masivos de construcción.

En los años 80's, se introdujo a México el "Sistema Meccano", que es un sistema industrializado para vivienda, diseñado en base a cimbra metálica.

Sus componentes fundamentales son una serie de formaletas y elementos de acero llamados "Páneles Estándar", con escuadras interiores y exteriores, que unidas entre sí, por medio de tornillos y tuercas de acero autocentrantes, conforman cualquier clase de molde para un vaciado monolítico de concreto.

Los páneles estándar también se ensamblan con páneles especiales; cuando, debido a las dimensiones del proyecto, es necesario efectuar ajustes; por esto, el sistema es adaptable en su totalidad, a cualquier proyecto arquitectónico. Los páneles, unidos entre sí, forman módulos, los cuales a su vez, se ensamblan entre sí para formar el molde con tornillos y tuercas. Para la superficie de contacto de los muros, se utilizan tornillos distanciadores que nos darán el espesor del muro deseado.

Tomando como referencia los proyectos de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, se especifica en los paneles de los módulos su localización. Las instalaciones en el Sistema Meccano, se recomiendan ahogarlas ya que por su rapidez en instalación, representan uno de los factores en reducción de tiempo y costo en el proceso de edificación.

El sistema cuenta con un paquete de accesorios que es único en su clase, evitando gastos indirectos en obra para completar el proceso constructivo; entre los más importantes destacan:

1.- Paneles estándar: son aquellos elementos cuyas medidas vienen en múltiplos de 50 mm, teniendo piezas desde 100 X 100 mm, hasta 500 X 1000 mm.

2.- Paneles especiales: por necesidades de ajuste del proyecto arquitectónico, estas piezas tienen medidas diferentes a los paneles estándar. Su forma puede ser rectangular o irregular.

3.- Paneles con doble cufia: están ensamblados con una diagonal de 30° en uno de los extremos de cada elemento, facilitando el descimbrado a lo largo y a lo ancho del panel.

4.- Paneles cartela: se utilizan para proporcionar la pendiente requerida en el proyecto arquitectónico.

5.- Escuadras interiores: permiten la unión de los muros interiores o la unión de un muro con losa.

6.- Escuadras exteriores: permiten la unión de dos muros exteriores o la unión de un pánel en forma perpendicular con otro.

7.- Vigueta de refuerzo: se usan para alinear un ensamble o reforzario en base a 2 ó 3 puntos de apoyo, aumentando la resistencia hasta en 5.000 Kg/m<sup>2</sup>.

8.- Chapas cierre de muro: se utilizan para unir 2 pánels entre sí o con escuadras interiores para cerramientos.

9.- Tornillos con tuercas autocentrantes o grapas: utilizados en la unión de 2 componentes del sistema, teniendo un asiento cónico cada uno que centran o alinean su ensamble.

10.- Cimbra losa de cimentación: elementos que sirven como fronteras de la losa de cimentación; su forma está relacionada con el proyecto a realizar y su peralte con el cálculo estructural.

11.- Plantilla: reproduce las dimensiones de los muros, sus formas y con la cuál se efectúa la labor de replanteo.

12.- Palancas alineadoras: Facilitan el alineamiento de los pánels al ensamblar los módulos.

13.- Puntales telescópicos : brindan la altura necesaria en los niveles de las losas y rigidizan el molde durante el vaciado y fraguado del concreto.

14.- Distanciadores de puertas: sirven para evitar desplazamientos de los elementos durante el colado.

15.- Carros elevadores: facilitan el ensamble de losas de entrepiso o azotea y así evitan que los operadores carguen las cimbras.

Y más de 120 elementos que de acuerdo a las necesidades que marque cada proyecto, se utilizarán para el diseño y uso de los moldes.

El proceso constructivo se desarrolla de tal forma que reduce los tiempos de edificación en comparación a los sistemas tradicionales. El proceso se inicia nivelando y compactando el terreno; la primera fase consiste en "La construcción de la cimentación", que en el Sistema Meccano son en base a losas de cimentación, salvo en los casos que por características pésimas del suelo y edificaciones de gran altura, se requieran cimentaciones especiales. Los peraltes estarán de acuerdo al proyecto.

Estas se realizan utilizando la cimbra losa de cimentación que se ensambla y nos sirve de frontera, permitiendo que al ensamble de la plantilla, se traçen las excavaciones de las contratrabes que nos marque el proyecto.

Ya ensamblada la cimbra y hechas las excavaciones, se procede a efectuar el armado, trabajando simultáneamente con las preparaciones de las instalaciones sanitarias, eléctricas e hidráulicas, cuando así lo requiera el proyecto.

Una vez que tengamos verificadas las instalaciones y el armado, procederemos a efectuar el colado, iniciando en las contratrabes y continuando con la losa, enrasando, nivelando y puliendo a nivel de piso terminado.

Posterior al colado, se deben verificar las instalaciones y puntos de amarre para continuar el armado de los muros, esto con la finalidad de corregir cualquier movimiento que se haya presentado durante el colado.

Al tener colada la losa, se procede a colocar la plantilla y fijar posicionadores de módulos o paneles que guiarán el ensamble del molde para la siguiente fase.

La segunda fase se inicia ensamblando los módulos, ya sea del colado anterior o habilitados para su primer uso en muros; se coloca en la parte inferior de los módulos los ángulos cufia que nos facilitará quitarlos posteriormente en el descimbrado. El ensamble se realiza partiendo de una esquina, utilizando si es necesario, estabilizadores de muro y de preferencia por la parte exterior aún en niveles superiores.

Una vez ensamblados los módulos de una cara de los muros, se introducen los distanciadores, siendo importante vigilar que no se bloqueen con un tramo de varilla o malla a su paso.

Tanto el armado como las instalaciones, se trabajarán simultáneos al ensamble del molde.

Se ensamban los módulos de muros hasta cerrar el molde continuando con la losa de entrepiso o azotea, según sea el caso y trabajando en forma simultánea las preparaciones de instalaciones y el armado estructural de la losa.

Al tener ensamblado el molde en su totalidad con armado, se deben vigilar los siguientes aspectos:

Los tornillos o grapas autocentrantes así como los distanciadores de muros deben estar apretados, los distanciadores de puertas y puntales colocados, chapas de cierre y en general que no exista la ausencia de un elemento que permita fuga de concreto o desplazamiento en el momento del colado; vigilar el calzado del armado y verificar los niveles con los planos.

Una vez revisados los aspectos anteriores, se procede a realizar el colado; el bombeo del concreto se recomienda realizarlo con pluma telescópica, aunque se puede colar con bomba de manguera rígida; la diferencia estriba en facilidad y una mayor o menor rapidez del colado.

El Programa de Obra se considera a razón de un colado en ciclos de 24 a 48 horas máximo dependiendo del proyecto.

Se recomienda colar en la tarde para permitir durante los tiempos muertos de la noche, el fraguado del concreto, hasta lograr una resistencia mínima para poder descimbrar.

El sistema permite trabajar hasta 10 niveles de altura o mayores alturas en casos especiales.

El descimbrado se realiza desarmando los módulos de los muros de acuerdo a las flechas de descimbrado que indican los planos, este se puede realizar en casos extremos o necesarios a partir de las 6 horas del colado.

Una vez descimbrados los muros, se procede a descimbrar los módulos de la losa de entrepiso o azotea, permitiendo dejar apuntalamientos por el tiempo que se requiera, independientemente al descimbrado y a la utilización del sistema en colados siguientes.

Los agujeros que quedan al extraer los distanciadores, son taponeados en el momento requerido con mezclas de cemento arena y aditivo expansivo.

Las viviendas "Meccano" como producto final tienen una gran solidez, ya que el concreto utilizado será de una resistencia de 200 Kgs/Cm<sup>2</sup> y al ser colados monolíticamente, brindan características antisísmicas. Las superficies finales son tersas y con esto permiten aplicar cualquier tipo de acabados directamente, con el auxilio de aditivos en algunos casos, brindan una mayor adherencia.

El mantenimiento de las mismas es menor que con los materiales tradicionales y en la actualidad tienen una aceptación por sus habitantes que ha superado la antigua idea de que una casa de concreto es fría, muy caliente o fea. Se han realizado investigaciones con agregados pétreos al concreto y químicos que brindan un mayor confort térmico en la vivienda.

Los moldes Meccano son fabricados en planta con láminas de 3 mm. de espesor y con el mantenimiento adecuado, tienen una garantía de 500 colados como mínimo.

Este sistema permite la combinación de sistemas mixtos en losas, ya sea vigueta y bovedilla o losas aligeradas, manteniendo su característica monolítica que otros sistemas no lo permiten, por su proceso de descimbrado.

El "Sistema Meccano" ha sido, y es, un apoyo importante para nuestro país, prueba de ello fue exitosamente la construcción de vivienda nueva en el programa de reconstrucción "Renovación Habitacional Popular", a raíz de los sismos de septiembre de 1985, y lo es actualmente el Programa Emergente de Vivienda, "Fase II", pero lo que es aún más importante, es que crezca, y sobre todo, que conserve lo que hasta hoy ha logrado.

Por la gran demanda de vivienda, el ingeniero en México debe incrementar sus esfuerzos a niveles nunca antes previstos, para lograr el desarrollo de tecnologías industrializadas, adecuar los sistemas de organización y control, desarrollar materiales que brinden mayores resistencias y en general, construir más, con mejor calidad y a un menor costo.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU".

## VII. CONCLUSIONES.

En la actualidad, considero que en cada rama de la actividad humana, siempre hay un reto que nos orienta a superarnos y a poder brindar el mejor esfuerzo en el trabajo que realizamos; ya que hoy en día, lo que marca la pauta de eficiencia obligada para proporcionar el mejor resultado y optimización de recursos, es no solamente la necesidad de ofertar un producto que satisfaga las necesidades requeridas y exigidas por la demanda que permite su existencia en el mercado, sino también las necesidades financieras individuales y de grupo que son tan importantes.

En mi opinión, el éxito de cualquier sistema se basa en la buena adaptación a las necesidades del momento para poderlas resolver adecuadamente. En México, los problemas de edificación de vivienda subsisten, ya que el 50% de sus habitantes no poseen una vivienda digna. Por ello, creo que es fundamental redoblar los esfuerzos en la construcción de viviendas a niveles nunca antes previstos; lo cual requiere del desarrollo de tecnologías industrializadas, de la capacitación de personal en la construcción, de adecuar los sistemas de organización y control, de desarrollar materiales más económicos y ligeros que brinden mayores resistencias, y en general, de construir más, con mejor calidad y a un menor costo.

Bajo las condiciones antes expuestas, el "Sistema Meccano" ha demostrado, por sus características, desde su introducción a México en 1981 y con mayor fuerza en la actualidad, ser uno de los sistemas constructivos con mejores cualidades para apoyar la edificación de viviendas en nuestro país; ya que no sólo permite reducir la utilización de mano de obra y personal calificado, los

consumos de materiales y desperdicios, el ciclo de construcción al menor tiempo posible; así como lograr construcciones en cualquier medio, eliminando traslados de equipo y/o materiales ajenos a la localidad en que se desarrolle la obra; y construir viviendas de excelente calidad al mínimo costo permisible.

El "Sistema Meccano" ha sido y es un apoyo importante para nuestro país; prueba de ello fue exitosamente el programa de reconstrucción "Renovación Habitacional Popular", y lo es ahora "FASE II", pero lo que es aún más importante es que crezca y sobre todo, que conserve lo que hasta hoy ha logrado.

**BIBLIOGRAFIA.**

. SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. Palabras pronunciadas por el Lic. Manuel Camacho Solís, durante el acto de evaluación del Programa de Renovación Habitacional Popular. México, D.F., 31 de marzo de 1987.

. DIRECCION GENERAL DE INSUMOS Y NORMAS DE VIVIENDA DE LA SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. Magnitud, características y evolución de los empleos generados por el Programa de Renovación Habitacional Popular. México, D.F., enero de 1987.

. SUBSECRETARIA DE VIVIENDA DE LA SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. Programa emergente de vivienda, resultados al 2º de junio de 1986. México, D.F.

. VILALTA, REYERO JULIAN. Colados monolíticos de vivienda de interés social. Anuario Latinoamericano de la construcción. México 1984.

. OBRAS. Tecnologías para la vivienda. Revista Obras del mes de octubre de 1987. México, D.F.

. TROQUELMEX, S.A. Manual de capacitación del Sistema Meccano. México, D.F.