



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

283

136

APLICACION DE LOSAS EXTRUIDAS PREFABRICADAS
A LA VIVIENDA POPULAR (PROCESO CONSTRUCTIVO
Y ANALISIS ECONOMICO COMPARATIVO)

MIGUEL ANGEL MIRANDA LOPEZ
ARMANDO A. ROSALES HERNANDEZ

México, D. F.

1984



ING. CIVIL



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta 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

	Pág.
PROLOGO	1
TEMA I.- Introducción.	4
TEMA II.- Fabricación de losas en planta.	9
Actividades previas al proceso de extrusión.	10
Proceso de extrusión.	
Descripción del proceso.	
II.1 Control de calidad de prefabricados	
a).- Concreto	15
b).- Acero de presfuerzo	23
c).- Equipo	27
d).- Izado y estiba de elementos	28
TEMA III.- Procedimiento Constructivo General.	31
III.1 Cimentación	32
III.2 Losa Muro	41
III.3 Angulos Portantes.	51
III.4 Losas de rigidez	57
III.5 Postensado de losas de rigidez	64
III.6 Losas de entrepiso	73
TEMA IV.- Instalación Hidraulica sanitaria y eléctrica.	80
TEMA V.- Escaleras	84
TEMA VI.- Muros divisorios y acabados.	96

TEMA VII.- Análisis económico con prefabricados.	100
Presupuesto costo directo	103
Programa de obra	
TEMA VIII.-Análisis económico sistema tradicional	104
Presupuesto costo directo	112
Programa de obra	
CONCLUSIONES.	113
BIBLIOGRAFIA	119

PROLOGO

Consciente del grave problema que en los últimos años ha venido representando la escasez de vivienda popular a nivel nacional, el gobierno de la República ha tratado de dar solución a la creciente demanda, creando instituciones cuyo objetivo principal está dirigido al financiamiento y construcción de centros habitacionales, que cumplan con el propósito de ofrecer vivienda a las clases más desfavorecidas a bajo costo y con programas de crédito al alcance de cualquier economía.

Dichas instituciones han venido trabajando acertadamente adoptando un sistema propio de viviendas unifamiliares y multifamiliares capaces de satisfacer las necesidades mínimas que exige actualmente nuestra población. El método tradicional de construcción aplicado al sistema de producción en serie de viviendas tipo, da como resultado la optimización de costos, tiempos, espacios y requisitos mínimos de seguridad y confort con los que debe de cumplir la vivienda de interés social.

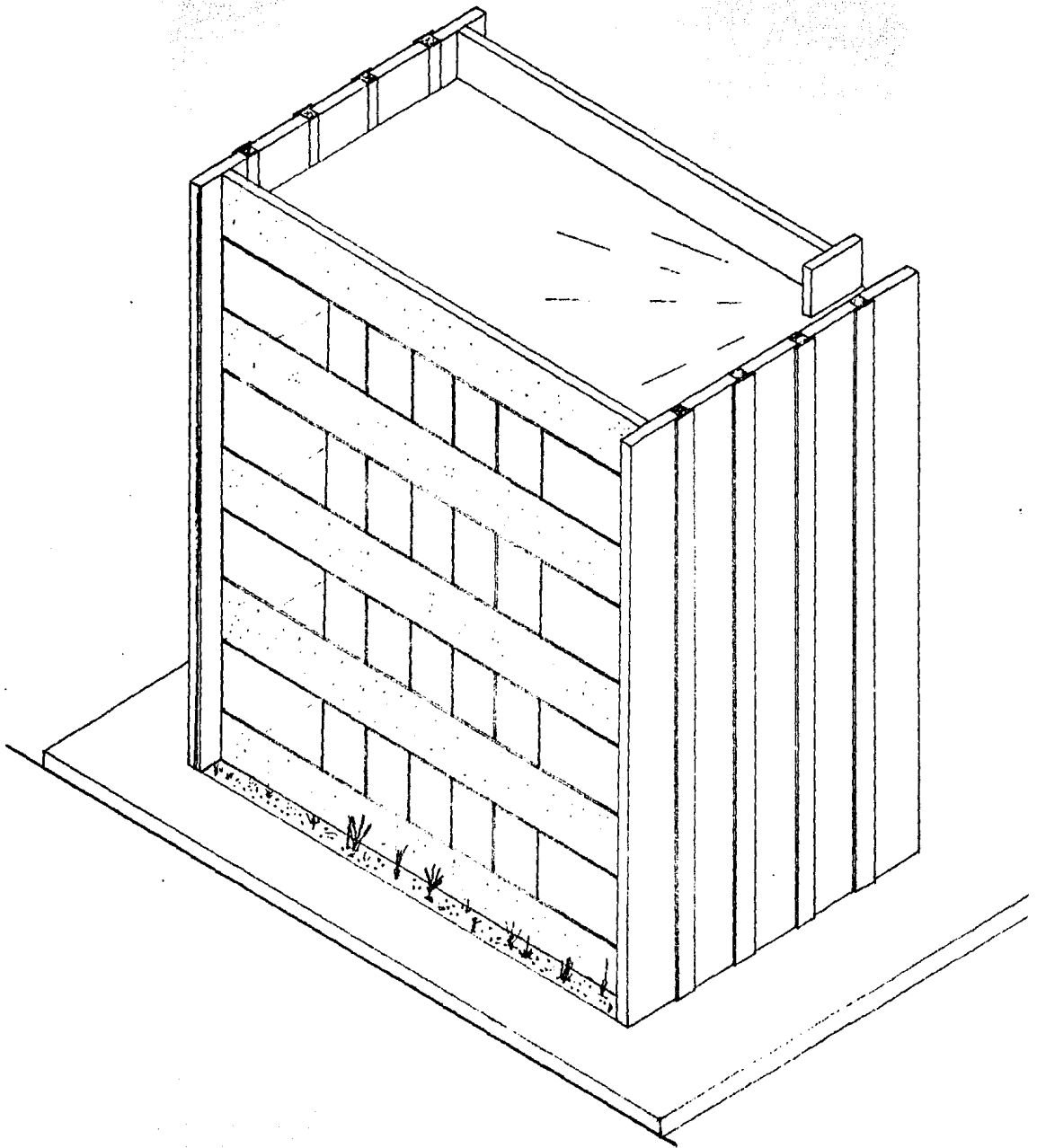
El objetivo del presente trabajo es proponer una solución que cumpla con los requisitos antes mencionados e inclusive logre alcanzar la importancia de los procedimientos constructivos que prevalecen hasta la fecha.

Con la importancia que ha venido tomando en los últimos años el concreto prefabricado, ha surgido una variedad de elementos estructurales aplicables a los sistemas constructivos modernos de edificación de vivienda multifamiliar.

Debido a la versatilidad que ofrecen las losas extru^ídas prefabricadas en cuanto a manejo, ligereza, funcionamiento y economía se refiere, inferimos que es el elemento estructural unitario idóneo para implementar un novedoso sistema constructivo de edificación, que cumple satisfactoriamente con las condiciones que nos proporciona un sistema tradicional.

Con el empleo de losas extru^ídas prefabricadas se logran abatir considerablemente los tiempos de construcción y como consecuencia de esto se obtendrán obras comparablemente más económicas y seguras cumpliéndose así el objetivo esencial de la ingeniería.

De esta forma y al término de la presentación de este trabajo dejamos a consideración las aplicaciones posteriores de este método.



T E M A I

INTRODUCCION

En la actualidad el uso de las estructuras de concreto preesforzado es bastante generalizado, debido a que las exigencias tanto de calidad como de tiempo de ejecución predominan para la elaboración y ejecución de un proyecto. Pero remontémonos a los orígenes de esta buena técnica, cuando a principios de siglo Eugenio Freyssinet en Francia realiza las primeras investigaciones sobre las técnicas del preesfuerzo.

No fue sino hasta el año de 1928 cuando Freyssinet pudo desarrollar su teoría sobre el preesfuerzo, debido a que en años anteriores no se contaba con concretos de alta calidad ni con aceros de alta resistencia, los cuales eran la base para la elaboración de pruebas que avalaran su teoría.

Esta nueva teoría impulsó el desarrollo de las estructuras de concreto y las revolucionó al grado de que su aplicación se extendió a todo tipo de elementos estructurales.

La aplicación del concreto preesforzado adquiere mayor importancia debido a la aguda escasez de acero que se presentó en Europa al finalizar la Segunda Guerra Mundial durante el período de reconstrucción, ya que es sabido, que las estruc

turas preesforzadas necesitan menor cantidad de acero, comparada con la utilizada en tipos convencionales de construcción. Sin embargo, a pesar de todas las ventajas que presentan las estructuras preesforzadas, se necesitó tiempo para mejorar y probar las condiciones de servicio, economía y seguridad, que nos ofrece hoy en día el concreto preesforzado.

Para poder comprender el principio fundamental en el que se basa la teoría del concreto preesforzado, tomaremos como estructura auxiliar una viga de concreto libremente apoyada en sus extremos sujeta a cargas permanentes y a cargas variables.

En esta primera condición se aplicará un incremento a la carga variable tal que inicialmente provoque una deformación de la pieza, para más tarde producir agrietamientos en la parte inferior y posteriormente la falla debido a la baja resistencia que presenta el concreto a los esfuerzos de tensión.

Existen dos formas de absorber los esfuerzos de tensión que no es capaz de absorber el concreto simple:

a) Con el empleo de refuerzo, consistente en barras de acero que se colocarán en la zona donde se desarrollan los esfuerzos de tensión, mismos que serán absorbidos por el acero.

b) Capacitando al concreto para resistir esfuerzos de tensión.

Esto se puede lograr mediante la técnica del preesfuerzo que consiste en introducir al concreto esfuerzos de compresión de tal magnitud que puedan equilibrar los esfuerzos de tensión que se presentan bajo la presencia de cargas.

En este caso, el concreto reacciona como si tuviese una alta resistencia a la tensión propia y en tanto que los esfuerzos de tensión no excedan a los esfuerzos de precompresión, no podrán presentarse agrietamientos en la parte inferior de la viga.

La transmisión de los esfuerzos de compresión hacia el concreto, se realiza mediante dos métodos ampliamente desarrollados hoy en día:

I) Pretensado.- Comprende tres etapas fundamentales:

1.- Se tensa el acero de preesfuerzo (alambres o torones) a las presiones de diseño calculadas, anclándose en los muerdos ubicados en los extremos de la mesa.

2.- Vaciado del concreto dentro de los moldes que dan forma al elemento, quedando en contacto el concreto con el - -

acero.

3.- Cuando el concreto ha alcanzado suficiente resistencia a la compresión (85% según especificaciones del ACI), se libera al acero de los muertos de anclaje, transfiriendo -- la fuerza al concreto a través de la adherencia existente entre ambos.

II) Postensado.- Consta de cuatro etapas básicas:

1.- Habilitado y Colocación del acero complementario, al mismo tiempo que se colocan los cables provistos de los ductos de protección.

2.- Vaciado de Concreto dentro de los moldes que darán forma a la pieza, teniendo especial cuidado de no dañar ni romper los ductos protectores.

3.- Tensado de los cables de presfuerzo cuando el concreto ha alcanzado la suficiente resistencia a la compresión.

4.- Inyectado a presión de los cables de preesfuerzo con lechada de cemento, con el fin de brindar al acero la adecuada protección contra la corrosión.

De lo anterior se pueden deducir las ventajas que pro

porcionan las estructuras preesforzadas, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- Producción sistematizada a gran escala.
- Reducción del peso propio entre un 20% y un 40%.
- Reducción de la cantidad de acero como consecuencia de la utilización de aceros con resistencias de 4 a 5 veces superiores a la de los aceros utilizados en concreto reforzado.
- Acabados aparentes de mayor calidad

El objeto de este primer tema es dar al lector de este trabajo una idea generalizada sobre los principios en los que se basan el diseño y construcción de los elementos de concreto preesforzado.

TEMA I I

FABRICACION DE LOSAS EN PLANTA

Las losas extruidas prefabricadas son placas de concreto pretensado elaboradas como su nombre lo indica mediante el procedimiento de extrusión. Se emplea principalmente en la construcción de techos, entrepisos y muros o paneles de fachada, se fabrican mecánicamente mediante máquinas extrusoras en camas de aproximadamente 150.00 metros de longitud cortándose posteriormente mediante sierra mecánica a la medida deseada. El ancho nominal de las piezas depende de la marca y tipo de máquina de que se dispone.

Su producción se lleva a cabo en diferentes peraltes encontrándose entre los más comerciales, de 8, 10, 15, 20, 25 y 30 cm.

La cantidad de acero de presfuerzo es variable de acuerdo al peralte de la pieza, longitud, intensidad de carga, condiciones finales de servicio, lo que permite elegir siempre la pieza idónea para que se cumplan las especificaciones de proyecto.

Los materiales que se emplean para la fabricación de este tipo de losas son:

1. Concreto $f_c = 350 \text{ kg./cm.}^2$
2. Cemento Portland Normal tipo I.
3. Acero de presfuerzo calidad G-270K.
4. Agregados naturales.

ACTIVIDADES PREVIAS AL PROCESO DE EXTRUSION.

Las siguientes actividades deberán ser llevadas a cabo cuidadosamente para asegurar una buena consistencia y acabado de las piezas.

a)- Las mesas deberán ser limpiadas de cualquier residuo y otro material mediante un cepillo de alambre. Esto incluye toda la superficie del molde, la cabeza y costados de los rieles.

b)- Las mesas deberán cubrirse con una película antiadherente (desmoldante).

c)- Se tienden los cables de presfuerzo en toda la longitud de la mesa.

d)- Se anclan los cables de presfuerzo a un extremo fijo de la mesa.

e)- En el extremo opuesto al anclaje fijo se realiza

el proceso de tensado, mediante gatos hidráulicos impulsados con corriente eléctrica. Quedando al mismo tiempo anclado - este extremo de los cables.

f)- Se procede a la limpieza de los cables, con el fin de liberarlos de toda partícula de polvo o grasa que pudiera afectar su adherencia con el concreto.

PROCESO DE EXTRUSION.

Se realiza mediante maquinaria especializada completamente equipada de tal forma que sus únicos requerimientos son la alimentación constante de concreto y energía eléctrica.

Los principales elementos que integran una máquina de extrusión son los siguientes.

- a)- Tolva alimentadora de concreto.
- b)- Motor eléctrico que permite el deslizamiento de la máquina a velocidad controlada.
- c)- Vibradores de concreto integrados.
- d)- Gusanos de acero rotatorios.
- e)- Molde de sección transversal constante.

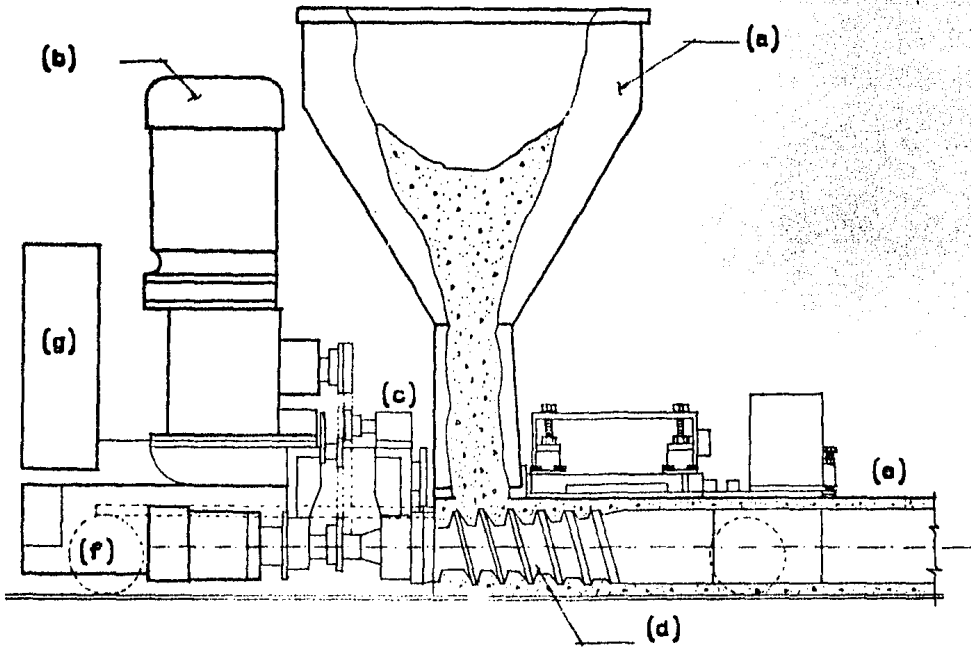


DIAGRAMA DE MAQUINA EXTRUSORA

- f)- Sistema generalizado de rodamiento.
- g)- Equipo eléctrico de transformación de corriente.
- h)- Cortadora de concreto.

DESCRIPCION DEL PROCESO.

Después de efectuar las actividades previas al proceso de extrusión, se procede al colado de las piezas; el proceso se describe a continuación.

Inicialmente se conecta la máquina a la corriente eléctrica, y se espera un tiempo de aproximadamente 5 minutos hasta que adquiera su velocidad de trabajo (en esta etapa el deslizamiento es nulo). Inmediatamente después se procede al llenado de la tolva alimentadora de concreto, iniciándose a su vez el deslizamiento de la máquina. La perfecta distribución del concreto se logra mediante el par de vibradores integrados que funcionan bajo la acción de un dispositivo excéntrico que permite obtener una mezcla homogénea, que será distribuida a todo lo largo de la mesa por medio de los gusanos de acero rotatorios, el extremo de los gusanos rotatorios quedan salida al concreto está provisto de cilindros de acero lisos que conjuntamente con el molde proporcionan la sección transversal final de la pieza.

Es importante mencionar que el abastecimiento de con

creto hacia la extrusora deberá ser en forma continua, sin - interrupciones que pudieran provocar discontinuidad en las - características del concreto (fraguado inicial, junta fría, - etc). Al término del colado se retira la máquina extrusora - y a continuación se lleva a cabo el proceso de curado a vapor de la pieza, el que consiste en cubrir con una membrana plás- - tica el elemento colado para inmediatamente después inyectar- - el vapor de agua.

Terminado el curado de la pieza y de acuerdo a las - especificaciones que trataremos en el punto II.1 (control de - calidad de prefabricados) se procederá a realizar el corte de los cables de presfuerzo quedando de esta forma en condicio-- - nes de realizar los cortes a las medidas de proyecto, por me- - dio de la cortadora de concreto, concluyendo así el proceso - de extrusión.

II.1 CONTROL DE CALIDAD DE PREFABRICADOS.

El control de calidad en la elaboración de elementos estructurales prefabricados de concreto es de suma importan-- - cia, debido a que los materiales que se utilizan, deben de -- cumplir rigurosamente con las especificaciones del reglamento de construcciones del Departamento del Distrito Federal.

La supervisión que se llevará a cabo en planta se -

concentrará específicamente a los materiales referentes a --
concretos hidráulicos acero de refuerzo, presfuerzo y estruc-
tural. Se pondrá especial atención en los concretos y en el
acero de presfuerzo que se utilizarán en la fabricación de --
las losas extruidas pretensadas, ya que debido a las condicion
es de servicio a que se encuentran sujetas estas losas, se -
requerirá para su elaboración, aceros y concretos de alta re-
sistencia.

De acuerdo a las normas y especificaciones conteni -
das en el Reglamento de Construcciones del Departamento del -
Distrito Federal, los materiales deberán cumplir con los si--
guientes requisitos:

a) CONCRETO.

Los agregados fino y grueso, al descargarse en la -
tolva dosificadora por peso, debe ser de buena calidad, uni--
formes en granulometría y contenido de humedad.

La producción de un concreto uniforme será difícil -
si no se siguen las especificaciones relativas a la selección
preparación y manejo adecuado de los agregados.

AGREGADO GRUESO, TAMAÑOS.

La segregación en un agregado grueso se reduce prácticamente al mínimo, mediante la separación del material en fracciones de varios tamaños y la dosificación de estas fracciones por separado. El control eficaz de la segregación se logra adecuadamente cuando la proporción de medidas máximas a mínimas en cada fracción se mantiene a no más de cuatro, para agregados menores de 25.4 mm. de diámetro, y de dos, para los tamaños mayores;

Para un control eficaz de granulometría es esencial que las operaciones de manejo no aumenten significativamente la cantidad de los materiales de menor tamaño en los agregados, antes de su uso en concreto.

La granulometría de los agregados al entrar en la mezcladora debe ser uniforme y dentro de los límites especificados.

Los análisis de mallas del agregado grueso deben practicarse con frecuencia para asegurarse que cumple con los requisitos de granulometría.

AGREGADO FINO.

El agregado fino debe controlarse para reducir al mínimo las variaciones en la granulometría, manteniendo uniformes las fracciones más finas y teniendo cuidado de evitar la excesiva eliminación de los finos durante el proceso.

Las variaciones en granulometría durante la producción del concreto deben ser reducidas al mínimo y ésta debe cumplir con los requisitos de la norma -ASTM-C 33 de tal forma que el módulo de finura del agregado fino se mantenga entre el valor de diseño, ± 0.20 .

Las cantidades excesivas de finos menores que la malla No. 200, aumentan el requerimiento de agua de mezclado, la velocidad de pérdida por revenimiento, la contracción por secado y reducen la resistencia.

ALMACENAMIENTO.

El almacenaje en montones de agregado debe mantenerse al mínimo, pues aun bajo condiciones ideales los finos tienden a acumularse. Sin embargo, cuando es necesario almacenar en montones, el uso de métodos incorrectos acentúa problemas con los finos y también causa segregación, rompimiento del agregado y una excesiva variación en la granulometría.

Los montones deben construirse en capas horizontales o suavemente inclinadas, no por volteo. Sobre los montones no deben operarse camiones, bulldozers, u otros vehfculos, puesto que, además de quebrar el agregado, a menudo dejan tierra sobre -- los depósitos. Debe tenerse una base dura para evitar la contaminación del material con el del fondo, y el traslape de -- los diferentes tamaños debe evitarse mediante muros apropia-- dos o amplios espacios entre los montones. No debe permitirse que el viento separe los agregados finos secos y los depósitos no deben contaminarse oscilando cucharones o cangilones sobre los diferentes tamaños de agregados almacenados en montones.

Las tolvas de agregados deben mantenerse tan llenas como sea práctico, para reducir al mínimo el resquebrajamiento y los cambios de granulometría al extraer los materiales.- Los materiales deben depositarse verticalmente en las tolvas y directamente sobre el orificio de salida.

CONTROL DE HUMEDAD.

Se debe asegurar un contenido de humedad estable en el agregado cuando sea dosificado. El uso de agregados que tiene cantidades variables de agua libre, es una de las causas más frecuentes de la pérdida del control de la consistencia del concreto (revenimiento).

En algunos casos puede ser necesario mojar el agregado grueso en los montones de almacenamiento o en las bandas transportadoras, para compensar el alto grado de absorción o suministrar enfriamiento. En estos casos, los agregados deben pasarse sobre cribas secadoras apropiadas, para impedir que el exceso de agua libre vaya a las tolvas.

Además, debe darse tiempo suficiente para el drenaje del agua libre del agregado fino, antes de trasladarlo a las tolvas de la planta de dosificación.

ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO.

Todo el cemento debe almacenarse en estructuras protegidas contra la intemperie, apropiadamente ventiladas, para impedir la absorción de humedad.

Las facilidades de almacenamiento para cemento a granel deben incluir compartimentos separados para cada tipo de cemento que se utiliza. El interior de un silo de cemento debe ser liso, con una inclinación mínima de 50 grados respecto a la horizontal en el fondo, para un silo circular, y desde 55 a 60 grados para un silo rectangular. Los silos de almacenamiento deben ser vaciados con frecuencia preferentemente una vez por mes, para impedir la formación de costras de cemento.

Debe tenerse cuidado de evitar el traslado del cemento a un silo que no le corresponda, y emplear métodos eficaces para eliminar la incomodidad del polvo durante la carga y traslado.

El cemento envasado en sacos debe ser apilado sobre plataformas, para permitir la apropiada circulación de aire.- Para un período de almacenamiento de menos de 60 días, se recomienda evitar que se superpongan más de 14 sacos de cemento y para períodos mayores no deben superponerse más de 7 sacos. Como precaución adicional, se recomienda que se utilice primero - hasta donde sea posible- el cemento viejo.

El objetivo final es obtener uniformidad y homogeneidad en el concreto producido, como lo indican propiedades físicas tales como: peso unitario, revenimiento, contenido de aire en las sucesivas cargas de las mismas proporciones de mezcla.

El revenimiento será el mínimo requerido para que el concreto fluya a través de las barras de refuerzo o para que pueda ser bombeado en su caso, así como para lograr un aspecto satisfactorio. Deberá concordar con el valor especificado en cada caso. En el caso particular, los concretos para la elaboración de losas extruidas no deberán tener un revenimiento mayor de 2 cms., ya que con esto se obtendrá una sección -

transversal satisfactoria (con este revenimiento se obtiene el mínimo de deformación en las extrusiones).

La resistencia del concreto en compresión axial se determinará mediante ensayos en cilindros de quince centímetros de diámetro y treinta centímetros de altura, los cuales deberán ser sometidos a las mismas condiciones de fraguado a las que se somete el elemento. Para cada tipo de concreto se tomará un mínimo de tres cilindros por cada día de colado, pero no menos que tres por cada cuarenta metros cúbicos de concreto.

La resistencia a la compresión del concreto para elementos pretensados no deberá ser menor que 280 kg/cm^2 , ni menor de 245 kg/cm^2 para elementos postensados.

CURADO DEL CONCRETO.

El proceso de curado aplicado a las estructuras prefabricadas, se realiza mediante el método de curado a vapor, el cual tiene las siguientes finalidades:

1. Mantener un contenido de humedad satisfactorio y una temperatura favorable en el concreto durante la hidratación de los materiales cementantes, de manera que puedan desarrollarse las propiedades deseadas en el concreto.

2. Acelerar el desarrollo de la resistencia del - -
concreto a temprana edad.

3. Volver a utilizar las cimbras y el espacio para-
la prefabricación en forma costeable.

Descripción del proceso.

Una vez concluida la colocación y el vibrado del con-
creto, se procede a cubrir el elemento en cuestión con una ca-
pa de polietileno, la cual formará una cámara impermeable al-
momento de la inyección del vapor a presión.

La aplicación del vapor deberá efectuarse en forma -
ininterrumpida, durante lapsos de tiempo que oscilan entre 8-
y 12 horas, a una temperatura constante entre los 52°C y 85°C.

La duración del proceso de curado estará en función-
de la resistencia que deberá tener el concreto del elemento -
prefabricado, para poder continuar con el proceso de fabrica-
ción.

La resistencia mínima del concreto, antes de termi--
nar con el proceso de curado, deberá ser del 85% de su resis-
tencia nominal de proyecto, ya que ésta es la resistencia re-
querida para poder efectuar la transferencia del presfuerzo -

al elemento.

Para establecer el tiempo de terminación del curado, se utilizan cilindros de prueba elaborados y curados en las mismas condiciones que el elemento al cual se le aplica el proceso. En el momento en que el concreto haya alcanzado la resistencia mínima requerida, se podrá dar por concluido el proceso de curado.

b) ACERO DE PRESFUERZO.

Generalmente el refuerzo utilizado en el presfuerzo es en forma de alambres de alta resistencia a la tensión estirados en frío, o varillas de aleación en conjunto para formar torones.

Los alambres varían en su diámetro desde 2 hasta 8 mm., pero el diámetro más pequeño de uso general para elementos estructurales es de 4 mm. Con objeto de asegurar la máxima adherencia entre el acero y el concreto, debe suministrarse el acero en condiciones desengrasadas. Además del desengrase, a menudo el alambre está dentado para lograr mejores condiciones de adherencia.

Además de los alambres existen torones, los cuales son grupos de alambres torcidos en forma de hélice alrededor-

de un eje longitudinal común, el cual se forma mediante un alambre recto. El tipo más usado es el de siete alambres cuyo diámetro varía desde 6.4 mm. hasta 18mm.

En lo que se refiere a control de calidad para aceros de presfuerzo, se consideran de suma importancia los siguientes aspectos:

Los cables o torones no deberán estar expuestos a agentes altamente corrosivos ni a climas cuya humedad afecte directamente las propiedades del acero, ya que, al reaccionar estas sustancias con el acero producen capas de óxido, que reducen el área nominal del alambre o del torón.

Los cables de presfuerzo deberán estar completamente limpios, es decir libres de polvo, aceites, grasas y sustancias que pudieran disminuir o evitar la adherencia con el concreto.

Las operaciones de calentamiento o soldadura cerca de los cables de presfuerzo deben efectuarse cuidadosamente, de tal manera que dichos cables no estén sujetos a temperaturas excesivas, chispazos de la soldadura ni se usen como líneas de tierra.

Para elementos estructurales presforzados el recubri

miento mínimo de concreto, por especificación, no deberá ser menor de 5 cm. De la misma manera, la separación entre cables de presfuerzo paralelos, no deberá ser menor que la misma dimensión.

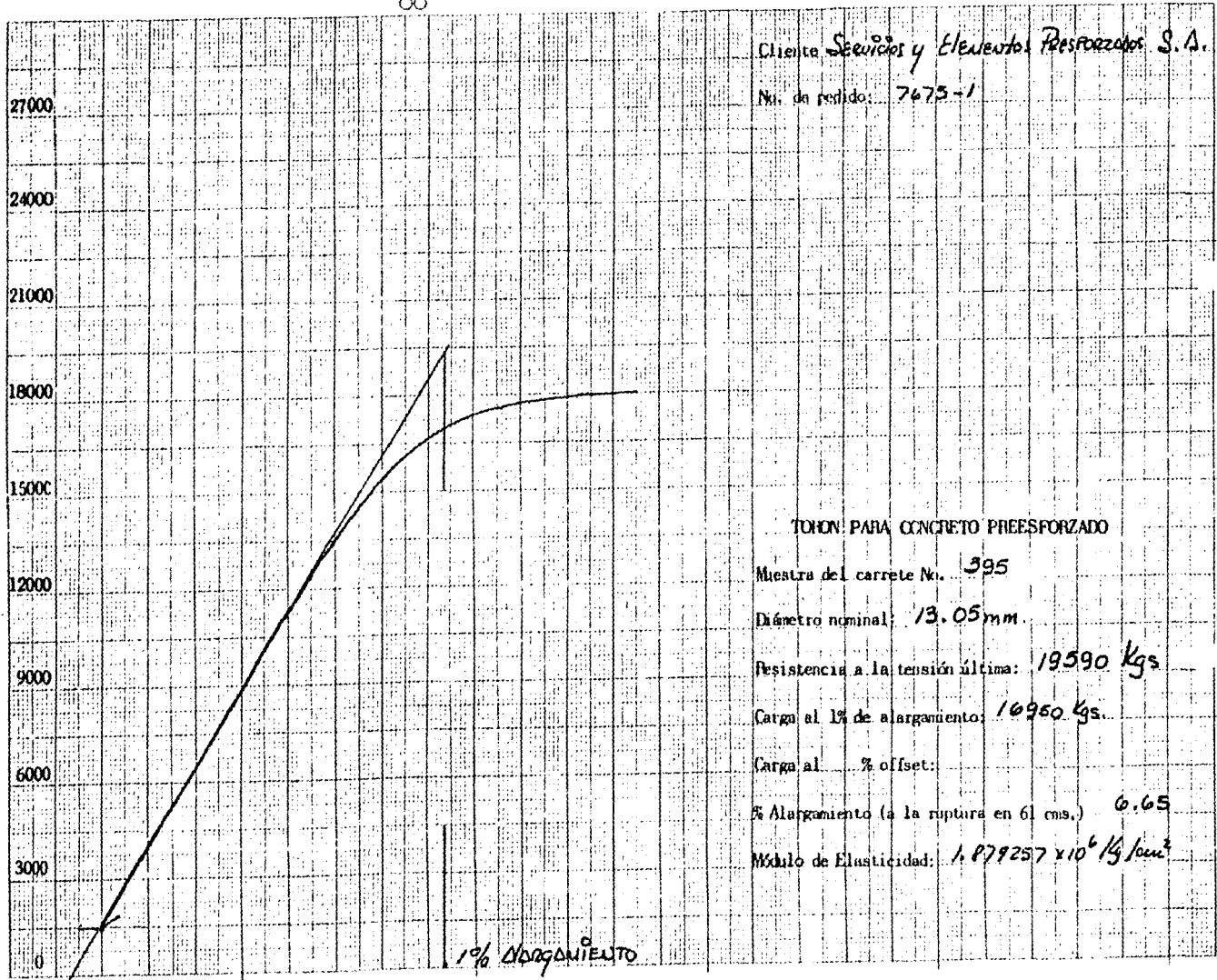
Con el objeto de tener información más confiable acerca de las propiedades generales de los cables de presfuerzo, se requiere realizar pruebas de laboratorio de muestras de cable a utilizar. La prueba más común es la de tensión, con esta prueba se deberá demostrar que dicho material cumple con los requisitos mínimos para el diseño de piezas presforzadas. Los datos más importantes que debemos conocer serán:

1. Esfuerzo de fluencia (f_y) no será menor que 16800 kg/cm^2 .

2. Esfuerzo último de fluencia (f_u) = 19500 kg/cm^2

Por lo general, el esfuerzo de fluencia que proporciona el fabricante en sus productos está por arriba del valor mínimo hasta en un 10%.

A continuación se muestra una gráfica de una prueba a la tensión para torón de 1/2" de diámetro:



Cliente *Servicios y Elementos Reforzados S.A.*
 No. de pedido: *7675-1*

TONON PARA CONCRETO PREESFORZADO

Muestra del carrete No. *395*

Diámetro nominal: *13.05 mm.*

Resistencia a la tensión última: *19590 Kgs*

Carga al 1% de alargamiento: *10950 Kgs.*

Carga al % offset:

% Alargamiento (a la ruptura en 6l cms.) *6.65*

Módulo de Elasticidad: *1.879257 x 10⁶ Kg/cm²*

26

1% ALARGAMIENTO

c) EQUIPO.

El aspecto más importante del equipo en el pretensado consiste básicamente en la mordaza temporal que retiene a los alambres o torones durante y después del tensado. El método de tensado podrá variar pero la mordanza no, ya que aún está constituida por un barrilete y una cuña.

Generalmente la cuña esta constituida por dos o tres piezas con un collar y una grapa de alambre que mantiene a ambas en la misma posición relativa. Es importante que la cuña quede fija al rededor del alambre o torón y dentro del barrilete en posición concéntrica para que todos los elementos de la cuña se introduzcan a la misma distancia dentro del barrilete. La cuña deberá tener ranuras en la superficie en contacto con el torón e independientemente de que se emplee varias veces, deberá examinarse cuidando que dichas ranuras persistan en buenas condiciones, previo a su uso.

Deberá tenerse especial cuidado en que el funcionamiento de los gatos hidráulicos sea adecuado, es decir no existan fugas de aceite en las bombas de inyección y sus conductos, ya que esto provoca una disminución considerable en la fuerza de tensión suministrada al cable. Por otro lado los manómetros deberán estar perfectamente calibrados con objeto de obtener la mayor precisión en la toma de lecturas

y la correlación entre presión manométrica y deformación de cables.

d) IZADO Y ESTIBA DE LOS ELEMENTOS.

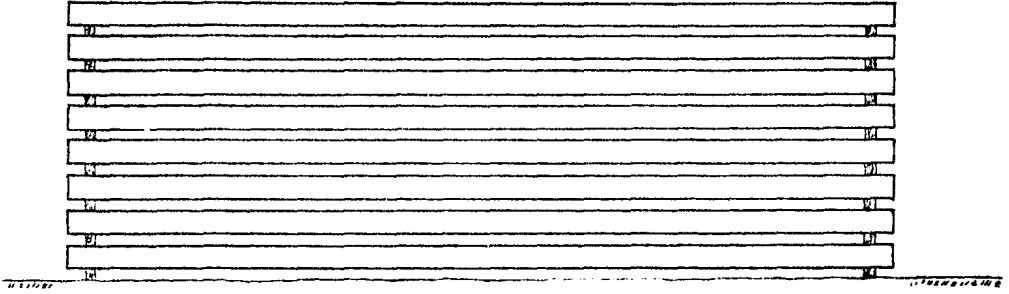
El izado y estiba de las unidades pretensadas es de vital importancia ya que la mayoría de estas unidades se diseña como elementos de un solo claro, apoyados libremente en -- sus extremos. Esta es la manera como se usarán en la estructura y así deberán manejarse y almacenarse.

Para la condición de izado se recomienda que los estrobos o cables de izado no formen ángulos menores a 45° con respecto al eje longitudinal de la pieza, ya que si se encuentra en esta condición la pieza puede sufrir un incremento de esfuerzos no deseables, para los cuales probablemente la pieza no está diseñada.

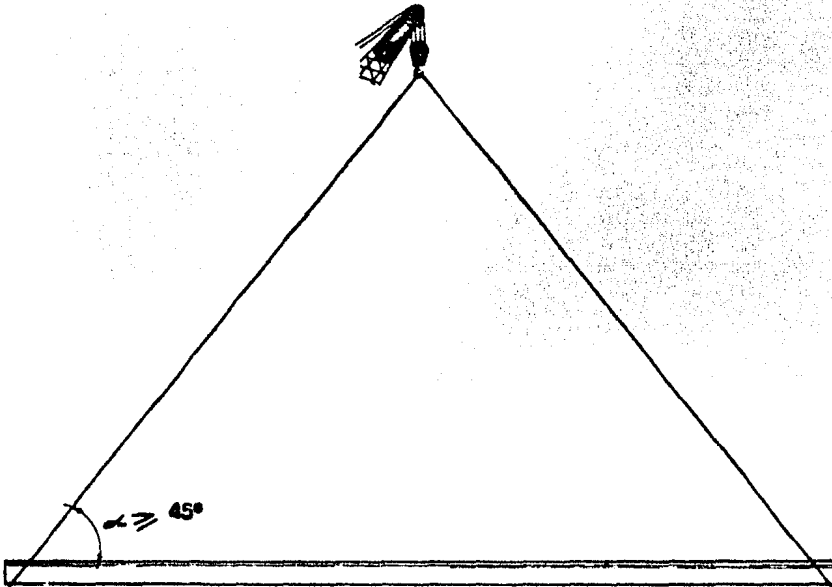
Se deberá también tomar en cuenta que para realizar la estiba máxima de piezas es necesario conocer el esfuerzo de aplastamiento del concreto, el cual deberá respetarse para realizar el máximo de estibas.

Donde se estiben las unidades, los bloques separadores de madera deben también quedar colocados cerca de los -- extremos y lo que es más importante dispuestos verticalmente-

unos arriba de otros sobre un mismo eje. Los elementos pre-tensados de un solo claro no pueden actuar como voladizo, lo que se evita colocando los apoyos lo más cerca posible a los extremos de la pieza.



ESTIBA ADECUADA DE LORAS EXTRUIDAS



CORRECTO IZADO DE LAS LORAS EXTRUIDAS

T E M A I I I

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO GENERAL

Este capítulo está destinado a la descripción del -- procedimiento constructivo de un edificio tipo de vivienda -- multifamiliar el cual cumple con los requisitos mínimos de seguridad y servicios, con los cuales se intenta satisfacer la gran demanda de vivienda existente en el país.

El edificio en cuestión, consta de una área total - construida de 345 m², distribuida en cuatro niveles, de la -- cual el área habitable por nivel es de 55.5 m² (esta área de 55.5 m² corresponde a una vivienda).

La construcción se desplanta sobre una superficie de terreno de 10.40 x 12.43 m. distribuida de la siguiente forma.

- 72.8 m² correspondientes a la planta tipo de la vivienda
- 12.81 m² destinado a acceso y cubo de escaleras.
- 42.72 m² de estacionamiento y áreas verdes.

Con respecto al área habitable, su distribución es - de la forma siguiente:

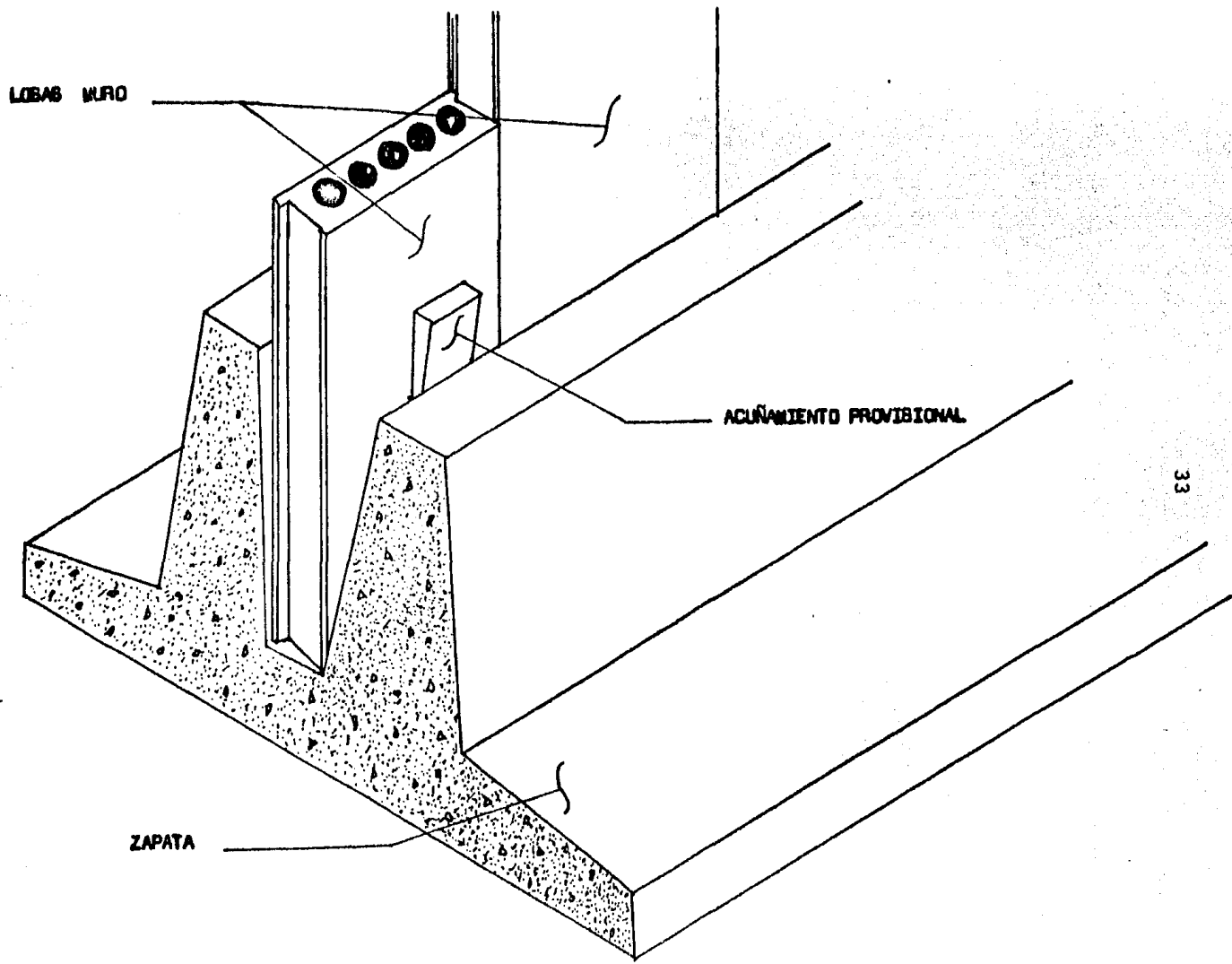
- Tres recámaras de 3.20 m x 2.70 m.
- Una sala comedor con cocineta de 7.30 x 2.70 m.
- Un baño de 2.45 x 1.55 m.
- Un patio de servicio de 1.25 x 2.45 m.

Se tendrá una altura libre de piso a techo de 2.40 m., quedando con esta dimensión dentro de las especificaciones que marcan los reglamentos.

III.1 CIMENTACION.

La cimentación de este edificio se resolvió a base de zapatas corridas de concreto reforzado coladas en el lugar, en el sentido de los 5.40m, que es el sentido de los muros de carga; con una sección transversal en forma de candelero. En el sentido de los 10.40m, las zapatas se encuentran unidas por dos contratraveses de concreto reforzado de sección transversal rectangular de 0.30m x 0.80m.

Para el caso particular del edificio tipo, la dimensión de la base de la zapata, resultó ser de 2.00m., debido a que la capacidad de carga del terreno donde se construyó el edificio en cuestión es de 10 ton./m². El ancho de la base de la zapata estará en función de la capacidad de carga y de las características del terreno en donde se pretenda edificar una construcción de este tipo.



LOBAS MURO

ACUÑAMIENTO PROVISIONAL

ZAPATA

EMPOTRAMIENTO DE LOBAS MURO

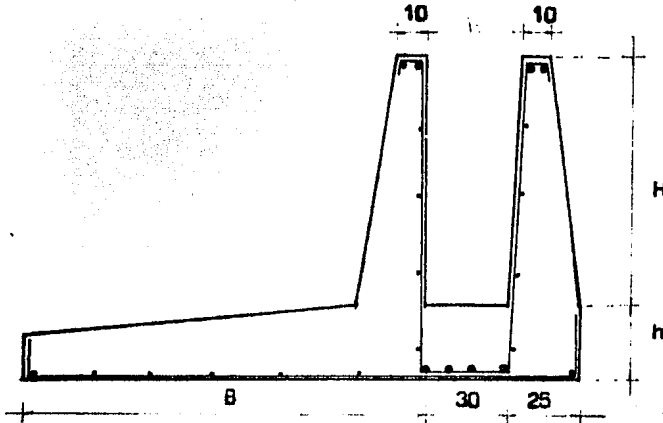
La sección transversal del candelero presenta una longitud destinada al empotramiento de las losas muros, de 0.75 m., la cual se considera suficiente para hacer la transmisión de momentos y carga axial que arrojó el análisis de la estructura.

Las contratraves de concreto reforzado, que se encuentran en sentido perpendicular a las zapatas, tienen como función la rigidización de la cimentación, así como provocar asentamientos uniformes y evitar por lo tanto asentamientos diferenciales que pudieran provocar daños a la estructura.

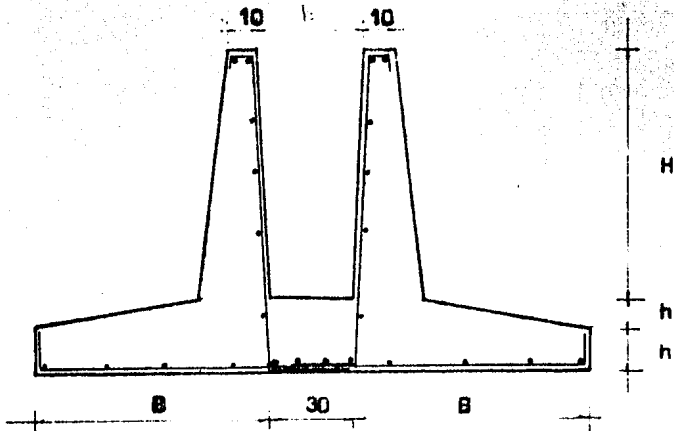
Por no tratarse de elementos prefabricados, ya que la cimentación se colará monolíticamente en el lugar, los materiales empleados no serán de alta resistencia, siendo éstos, concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

En un principio, la cimentación al igual que la estructura, se pensó resolver por medio de elementos prefabricados, pero existen diversos factores, tanto técnicos como de aspecto económico que impiden llevar a cabo esta idea, y de los cuales mencionaremos los más importantes:

- Dada la importancia que tiene la cimentación en cualquier tipo de estructura por las condiciones de trabajo-



ZAPATA EN COLINDANCIA

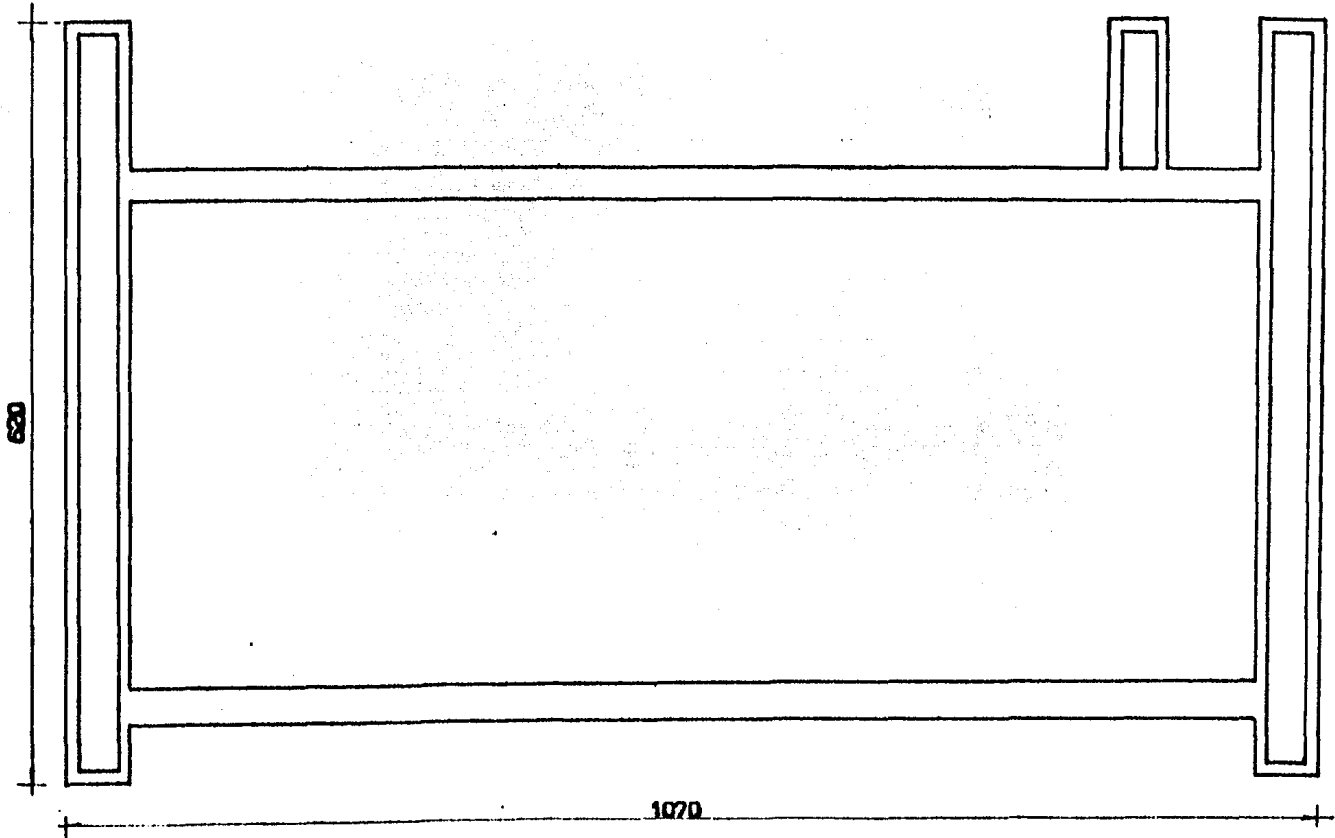


ZAPATA NO COLINDANTE

a la que está sujeta, se requiere por tanto de una estructura continua, monolítica y lo suficientemente rígida para garantizar el adecuado funcionamiento de la estructura; por lo que se recomienda evitar la aplicación de juntas constructivas en las cimentaciones. Debido a lo anterior y si se decidiera -- realizar la cimentación con elementos prefabricados, surgiría inevitablemente la necesidad de ejecutar las juntas constructivas, las cuales no garantizan ni la continuidad, ni la rígidez deseadas, obteniendo una estructura seccionada, que no -- tendría el mismo funcionamiento de una estructura monolítica.

- En contraposición al punto anterior, sí existe una forma de realizar la cimentación con elementos prefabricados, esto es, seccionando la estructura en las contratraves, en -- los puntos donde los momentos son nulos (ver figura) y en -- los cuales se aplicarían con menor riesgo las juntas constructivas. Si observamos con atención las dimensiones que presentan los elementos (a) y (d), se pueden apreciar las dificultades que se provocarían en las maniobras y transporte de estos elementos. En lo que respecta a las maniobras los ganchos de izaje se colocarían en los centros de gravedad de los brazos de la pieza, lo que nos provocaría la adición de acero de - - refuerzo solamente necesario para esta condición.

En lo que respecta al transporte, habría que habilitar plataformas especiales, debido a que las dimensiones de -



PLANTA GENERAL DE CIMENTACION

una plataforma común no son suficientes para alojar un elemento de 6.20 m. de ancho. Adicionalmente a esto, el circular por las carreteras de la República con esta pieza, implicaría ocupar el espacio de dos carriles de tres metros de ancho como mínimo, cosa que resulta imposible, puesto que esto nos llevaría a la obstrucción total del tránsito en una carretera de dos carriles.

- Los aspectos económicos que crean la inconveniencia de la prefabricación en la cimentación quedan implícitos en los puntos anteriores, y en resumen son los siguientes:

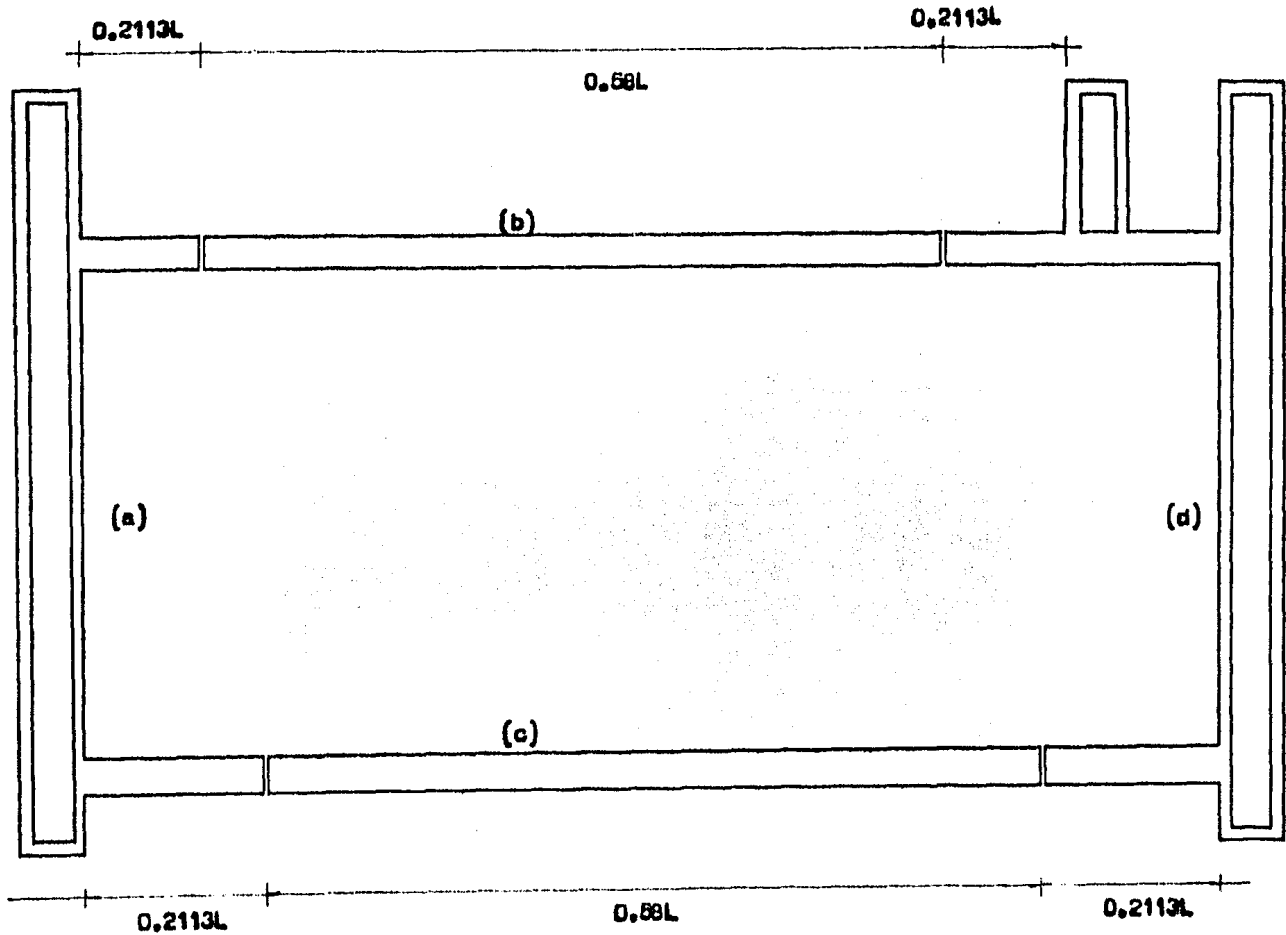
1. Elaboración de moldes metálicos para dar las dimensiones a la zapata en cada condición de terreno.

2. Acero de refuerzo adicional por condiciones especiales de trabajo.

3. Costo adicional por maniobras, transporte y montaje.

4. Acondicionamiento de plataformas para el transporte.

Las razones antes mencionadas nos llevan a la decisión de no utilizar elementos prefabricados en la cimentación



PLANTA DE CIMENTACION SECCIONADA

de este edificio.

En base a lo anteriormente expuesto, se decide como solución óptima, la realización de una cimentación de concreto reforzado colada en el lugar. El aspecto constructivo de esta cimentación requiere de los trabajos para una cimentación tradicional de concreto reforzado, los cuales son:

1. Trabajos preliminares (limpia y trazo del terreno)
2. Excavación.
3. Habilitación de acero de refuerzo.
4. Cimbra de contacto.
5. Colado del concreto.
6. Curado del concreto.

Cabe hacer notar, que bajo el criterio del sistema constructivo que se propone, uno de los objetivos primordiales es el de minimizar los tiempos de ejecución de la obra. En este primer concepto que se refiere a cimentación, el minimizar el tiempo de ejecución de ésta, requiere de la utilización de cemento del tipo II (resistencia rápida) en la elaboración del concreto, con lo que se obtiene la ventaja de poder retirar la cimbra de contacto a las 72 horas de haber realizado el colado, ya que a esta edad el concreto ha adquirido entre el 85% y el 90% de la resistencia del proyecto. Bajo estas condiciones de resistencia es posible ya proceder a - -

efectuar el montaje de las losas muro.

III.2 LOSAS MURO.

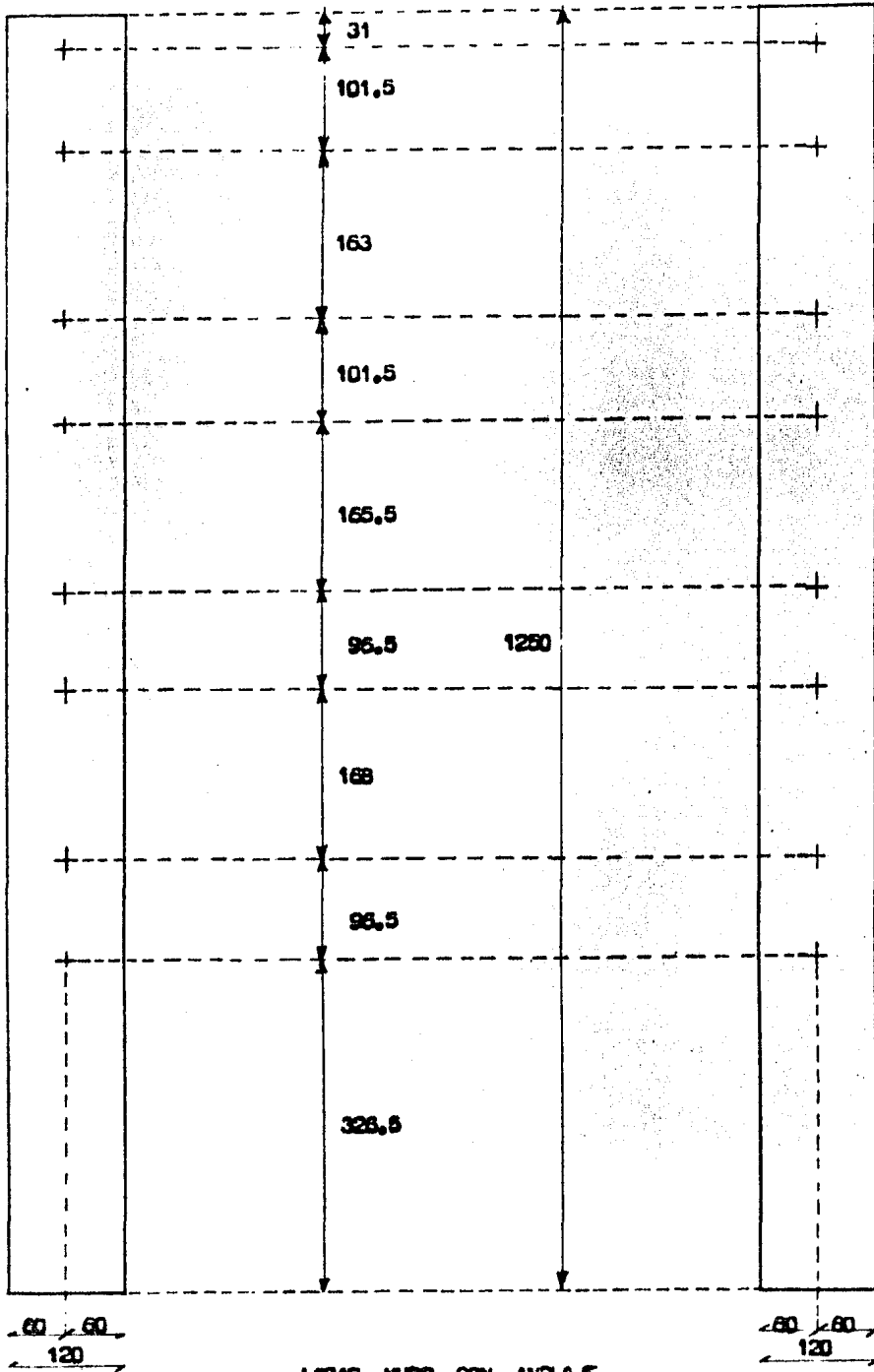
Las losas muro son elementos verticales encargados de transmitir las cargas a la cimentación. Para garantizar la transmisión de las cargas y momentos a la cimentación, las losas muro deberán quedar empotradas en la sección candelero de la cimentación.

La longitud de empotramiento requerida para que esta función sea realizada satisfactoriamente debe ser como mínimo de 0.75 m.

El procedimiento de colocación de estas losas, comprende tres aspectos principales:

1. Colocación de las losas dentro de la sección candelero, repartiéndolas adecuadamente según lo indica la planta estructural, a lo largo de la zapata de cimentación. Estos trabajos deberán realizarse con una grúa cuya capacidad mínima deberá ser de 40 ton. con un radio de giro mínimo de 9 m. Se recomienda que el montaje se realice comenzando con las piezas que requieran mayor radio de giro.

2. Nivelar y plomear perfectamente las piezas. Para



LOBAS MUPO CON ANCLAJE

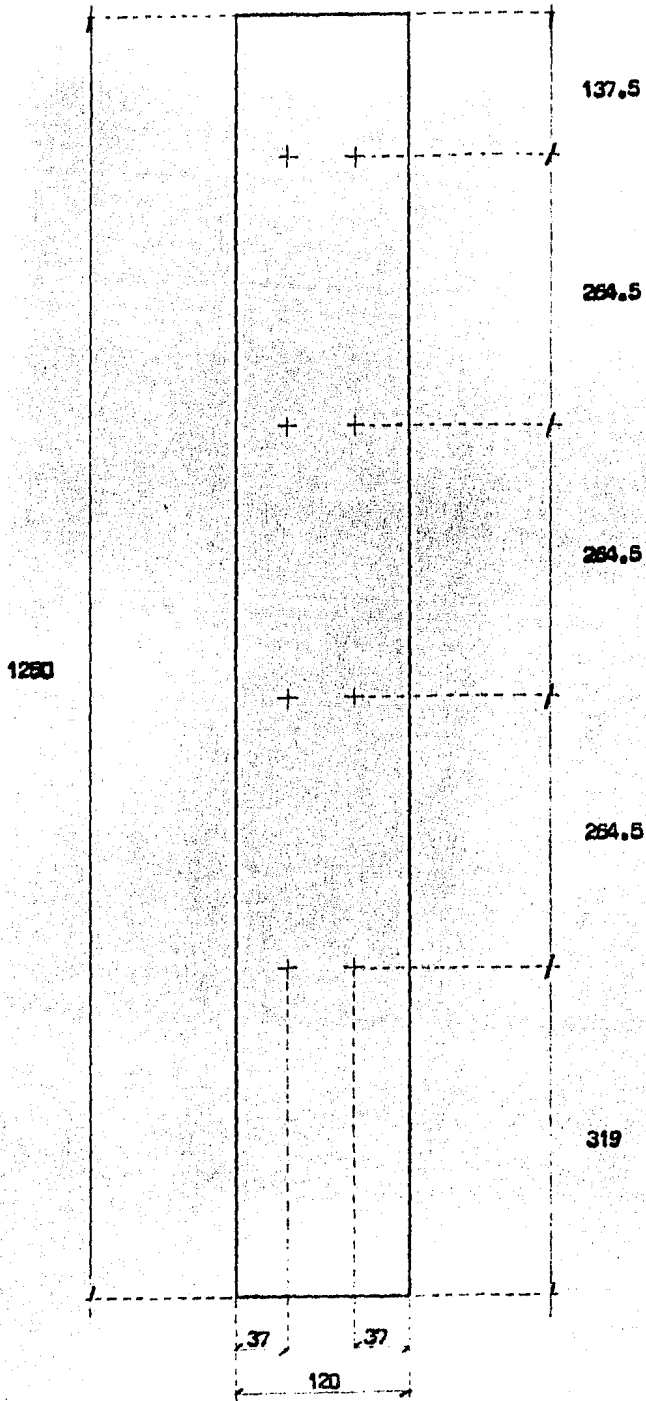
esto se hace necesario contar con un banco de nivel fijo y bien definido, que se encuentre localizado fuera de la zona de influencia de la grúa, con el fin de evitar cualquier movimiento del banco que pudiera afectar la nivelación de los muros. Además esta nivelación deberá llevarse a cabo con aparatos de alta precisión para poder asegurar la perfecta nivelación de las piezas.

Debe tenerse especial cuidado al realizar estas operaciones, ya que las dimensiones de las losas de rigidez y de entepiso, son tales que, cualquier defasamiento de la losa vertical provocaría en un primer caso, realizar recortes a las piezas, y en un segundo caso las losas quedarían fuera de la especificación de apoyo mínimo, con lo que quedarían las losas inservibles.

Después de haber quedado perfectamente plomeadas y niveladas las losas se procederá a acuñar las piezas, con la finalidad de que la grúa pueda continuar con los trabajos de montaje.

3. Se procederá a realizar un colado en los espacios libres que quedan entre las paredes del candelero y la losa.

Este colado se llevará a cabo en el momento en que se encuentren colocadas todas las piezas que conforman un mu-



LOBAS MURO NORMALES

ro; y se realizará con un mortero de cemento en proporción 1- a 2, y agregando a este un aditivo estabilizador de volumen.- Con la aplicación de ésta mezcla, obtenemos el empotramiento- total de los elementos que conforman los muros en la cimenta- ción. El objetivo principal de agregar estabilizador de volu- men al mortero, es el de conservar constante el volumen del - mortero aplicado, con respecto al volumen del mortero ya fra- guado, esto para evitar contracciones o reducciones de volu- men por efectos de fraguado, que pudiera causar movimientos a las losas y con esto afectar la condición de empotramiento. - Bajo estas condiciones es posible continuar con el montaje de losas de entrepisos y losas rigidizantes.

Nota: La proporción del aditivo estabilizador de volumen que- se agregará al mortero será de acuerdo a las recomenda- ciones del fabricante

Las características distintivas de las losas muro - son las siguientes:

1. Acero de presfuerzo.- Compuesto por ocho torones- de 1/2" de diámetro dispuestos en dos camas de cuatro torones cada una, ubicadas una en el lecho superior y otra en el le- cho inferior de la losa (como se indica en la figura).

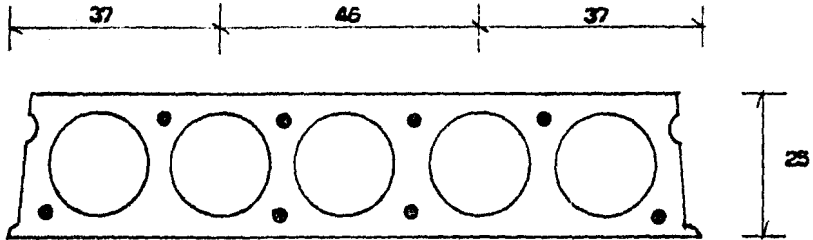
2. Ancho de la losa $b=1.20$ m
3. Longitud de la losa $l=12.50$ m.
4. Peralte de la losa $d=0.25$ m.

Dentro de las losas muro encontramos tres tipos diferentes de losas de acuerdo a su ubicación y funcionamiento estructural. A continuación se da una descripción de cada una de ellas.

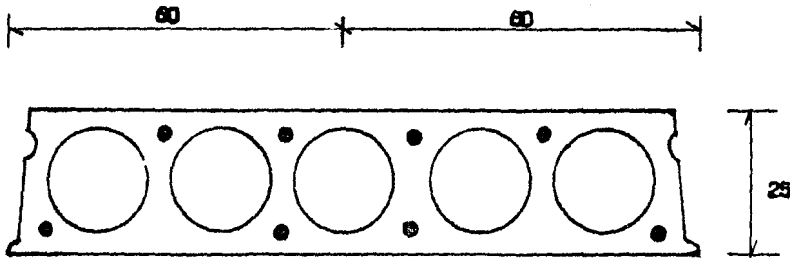
Losas de orilla.- Son elementos que deberán de estar provistos de las preparaciones e implementos necesarios para poder recibir las losas de entrepiso así como las losas de rigidez. El número de piezas de este tipo son tres.

Losas centrales.- Estos elementos sólo contarán con los implementos necesarios para poder recibir las losas de entrepiso. El número de piezas que se requieren son seis.

Losas en cubo de escaleras.- Dentro de este tipo de losas existen dos clases, las de margen izquierda y las de margen derecha. Las de margen izquierda deberán contar con las conexiones necesarias para recibir las losas del pasillo de las escaleras. En tanto que las losas de margen derecha deberán proveerse de las conexiones necesarias para recibir las losas de pasillo de las escaleras, las losas de rigidez, la losa de entrepiso y las alfardas de las escaleras.

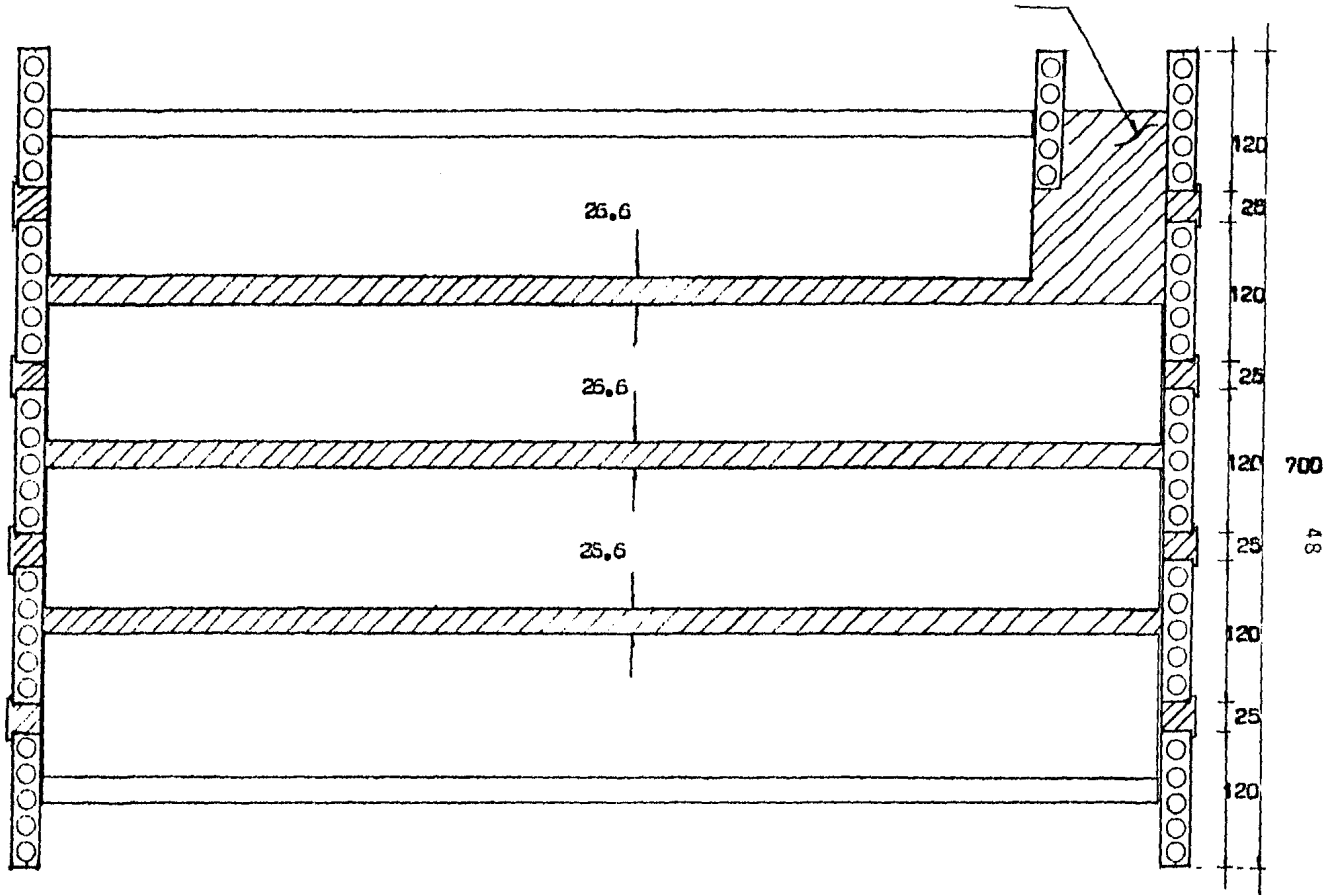


LOBAS MURO NORMALES
(POSICION A CENTROS DE FERNOS)



LOBAS MURO CON ANCLAJE
(POSICION A CENTROS DE ANCLAJE)

COLADO EN BITIJO



PLANTA DISTRIBUCION DE VIGAS

Es recomendable que las piezas sean marcadas o etiquetadas en la planta de prefabricación con objeto de que su distinción presente las menores dificultades al momento del montaje.

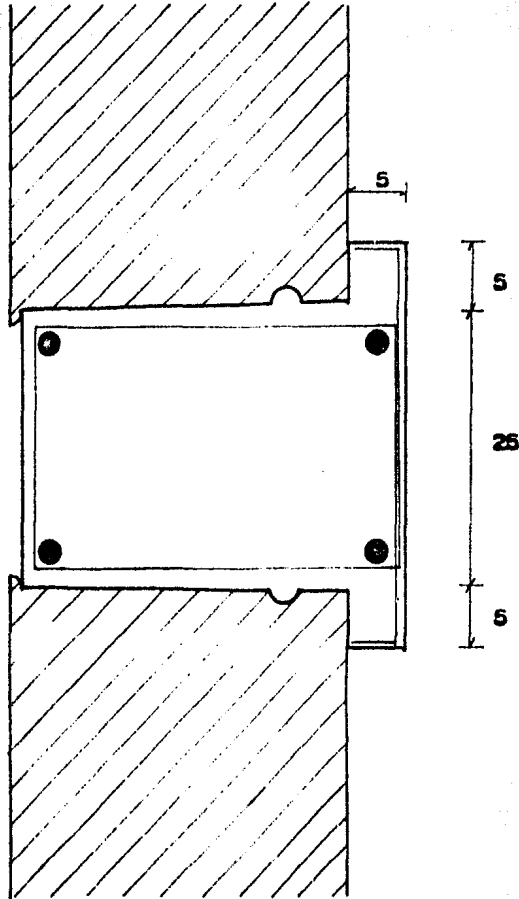
La ubicación, cantidad, preparativos, especificaciones, etc. para cada tipo de losa serán tratados en los puntos correspondientes.

Si visualizamos la planta estructural encontramos -- que existe una separación entre las losas muro de 25 cm. El propósito de esta separación es el de poder colar un castillo a todo lo largo de la pieza, armado con 4 varillas de 5/8" y estribos de acero de 1/4" de diámetro a cada 25 cms., con un concreto hidráulico $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$.

Cumplen estos castillos con dos funciones estructurales importantes. La primera es la de rigidizar el juego de losas, haciéndolas trabajar como un solo elemento, es decir que sea capaz de transmitir tanto esfuerzo como deformaciones, -- entre losa y losa.

La segunda función es ayudar a tomar los esfuerzos provocados por fuerza cortante en la base del edificio.

El colado de este castillo se podrá realizar simultá



CASTILLO COLADO EN SITIO

neamente al de la capa de compresión de las losas de entrepiso.

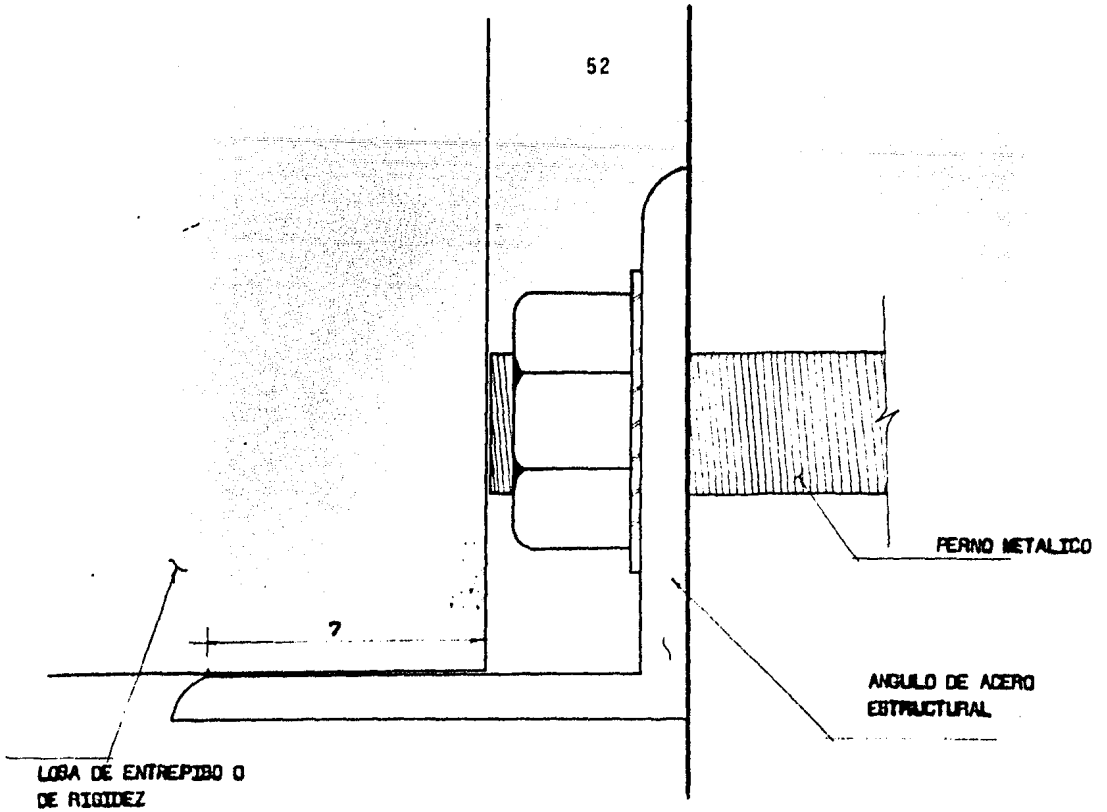
III.3 ANGULOS PORTANTES.

Como su nombre lo indica, son elementos encargados de recibir las cargas de entrepiso, y a su vez transmitir estas cargas hacia las losas muro, las cuales se encargarán de llevarlas hasta la cimentación.

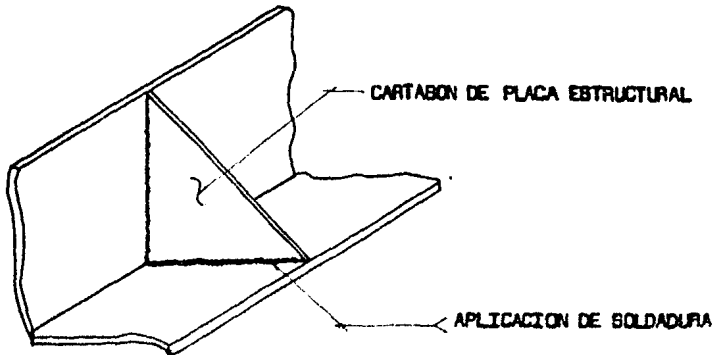
Para tal propósito, se eligieron perfiles estructurales del tipo de ángulos de lados iguales, que deberán estar perfectamente empotrados a las losas muro. De esta manera se logra la transmisión de las cargas, que para las condiciones de la losa resultó ser la menos compleja.

La fijación del ángulo portante al muro, se lleva a cabo mediante pernos metálicos, los cuales se encuentran incrustados en las losas muro, y lo que en sí es la sujeción del ángulo se realiza a través de una tuerca metálica rosca-da.

Cabe hacer notar que la colocación de los pernos metálicos deberá realizarse en la planta de prefabricación, con el objeto de no interferir con estas actividades en el montaje de los elementos. Para poder llevar a cabo la incrustación



DETALLE DE APOYO EN LOSAS



ANGULO PORTANTE CARTABONEADO

de los pernos a los muros, se realizarán las siguientes operaciones:

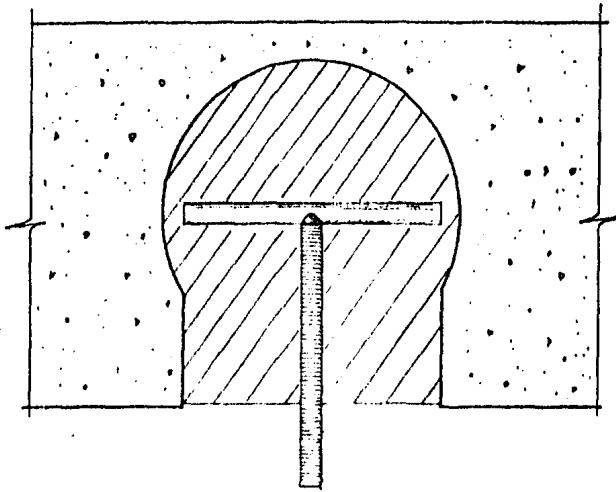
1. Se trazará sobre la cara lisa de las losas la posición correcta de los pernos, mediante ejes de referencia. Coincidirá el eje de los pernos con el eje de los agujeros de la losa.

2. Se abrirá una caja en la losa de 10 x 15 cms. --- donde se colocará el perno provisto de una ancla de acero de refuerzo $\emptyset 1"$ que estará soldada al perno en forma perpendicular.

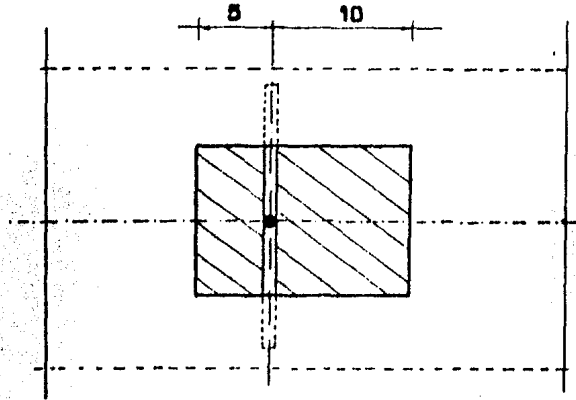
3. Colocado el perno en su correcta posición se procederá a realizar en las cajas un colado de concreto hidráulico $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$, agregando a éste aditivo estabilizador de volumen.

Es importante que exista una supervisión constante - en el proceso de colocación de los pernos, ya que la posición de los ejes, tanto vertical como horizontal, están regidos - por el diseño de la estructura.

Nos podemos dar cuenta que existen cuatro ejes horizontales en las losas muro, correspondientes a los ejes de -- los pernos de cada entepiso y además dos ejes verticales por

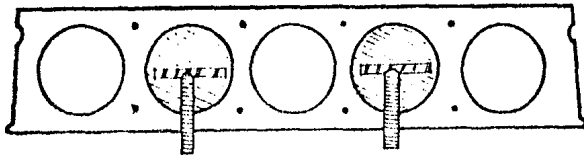


COLADO DE CONCRETO ADICIONADO CON ESTABILIZADOR DE VOLUMEN

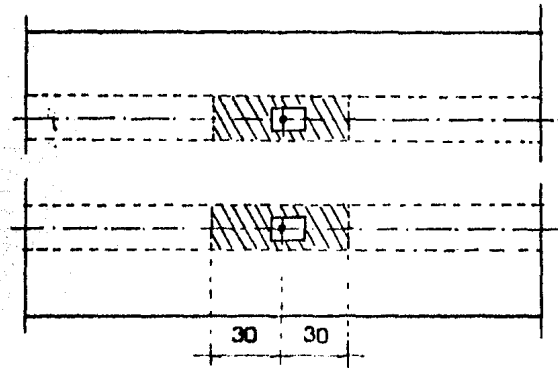


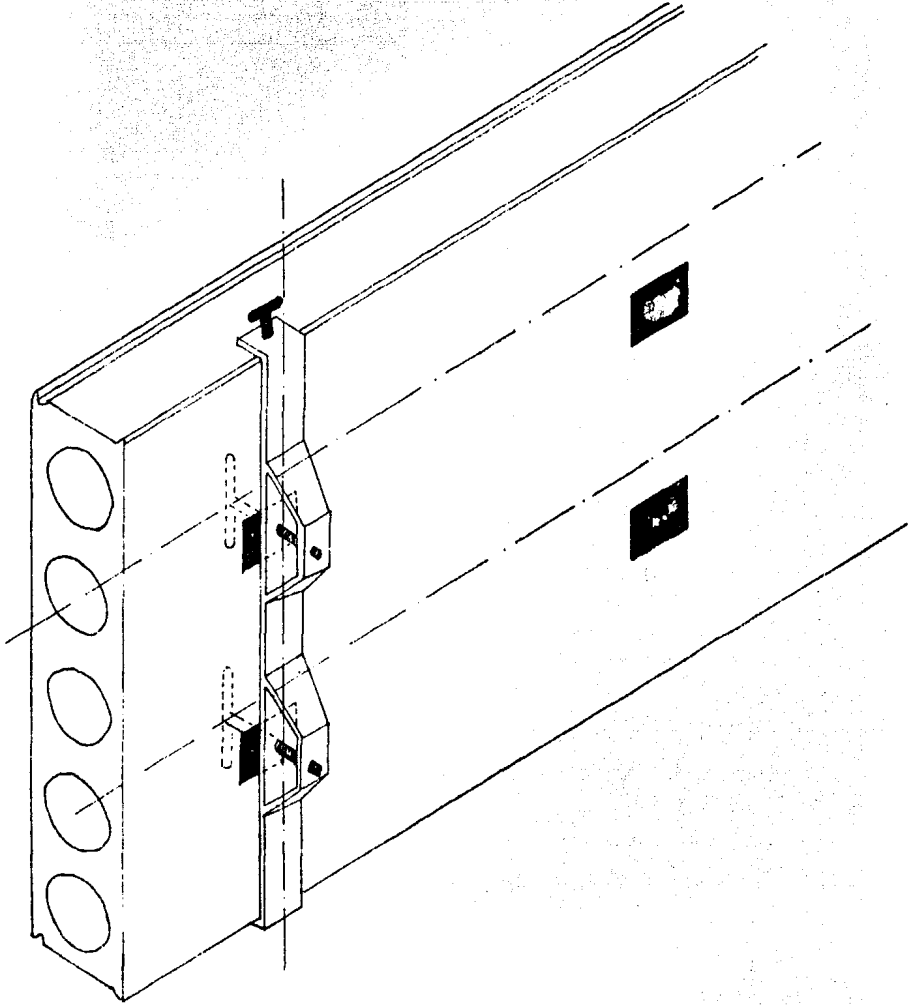
CORTE EN LOBA EXTRUIDA PARA COLOCACION DE PERNOS

(DIMENSIONES DE CAJA Y DE COLADO)



POSICION DE PERNOS





COLOCACION DE PERNOS METALICOS

cada losa muro, con lo cual queda definida la posición exacta de cada perno. La distribución de los pernos antes mencionada, está basada en la bajada de cargas de entrepiso referida al área tributaria que corresponde a cada losa, haciéndose -- trabajar a estos pernos a cortante puro, puesto que las excentricidades que pudieran provocar flexión en el perno son nu-- las.

La elección de los ángulos portantes de perfil es -- estructural de lados iguales (4"X4"X1/4") quedó definida bajo tres condiciones estructurales prevalecientes:

1. Evitar la falla por estrangulamiento en la unión-ángulo-perno, es decir que la dimensión que queda del ángulo- por encima de la parte superior del perno sea lo suficiente-- mente resistente para no provocar este tipo de falla.

2. Por condición mínima de apoyo, cuya especifica- - ción de fabricante es de 7 cms. Aunado a esta dimensión tene mos el espesor del ángulo y el de la tuerca de sujeción, lo - que resulta un total de 9.5 cms. para obtener un perfil comercial de 4"X4".

3. El espesor del ángulo quedó sujeto a las condiciones de diseño por momento flexionante.

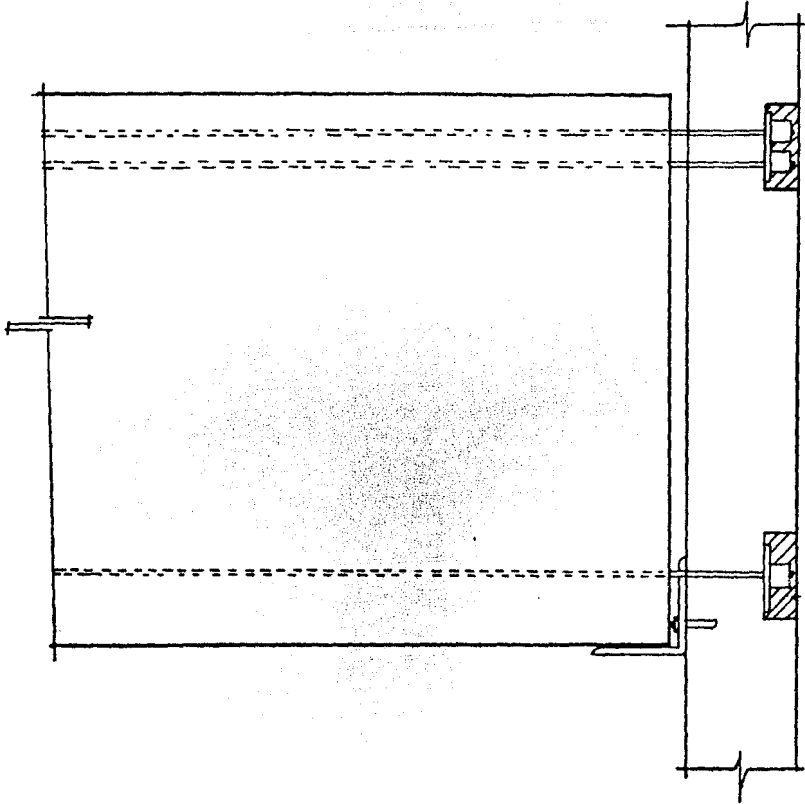
Dado que la longitud total del ángulo portante es de 6.00 m. y con el fin de evitar deformaciones excesivas en el ángulo portante provocadas por la flexión, se decidió reforzar este ángulo, por medio de cartabones de solera de espesor de 1/4" espaciados a cada 1.40m. y ubicados de tal manera que queden dentro de las entrecalles horizontales para no interferir en el apoyo de la losa de entrepiso.

Los ángulos se deberán colocar una vez que las losas muro esten perfectamente empotradas. Por último se aplicará al ángulo portante y a las tuercas de sujeción dos capas de pintura anticorrosiva con el fin de evitar la corrosión por oxidación o por agentes agresivos a los metales.

III.4 LOSAS DE RIGIDEZ.

Son elementos que tienen la función primordial de brindar a la estructura la rigidez en el sentido perpendicular a las losas muro, formando marcos estructuralmente estables. Por su condición de trabajo se consideran elementos doblemente empotrados en las losas muro de orilla.

La posición en la que se encuentran colocadas las losas de rigidez, es la de, en el sentido vertical, la dimensión del 1.20 m. Esto con el fin de aprovechar al máximo la inercia que provoca el elemento en esta posición, dadas sus



APOYO Y SUJECION DE FALDON DE RIGIDEZ

propiedades geométricas.

Para poder conseguir un empotramiento eficiente de las losas muro a las losas de rigidez nos hemos valido en este caso de la técnica del postensado, ya que como sabemos en elementos prefabricados no existe gran variedad de soluciones a esta condición. En un principio se pensó en realizar el empotramiento a base de conexiones metálicas (ángulos o placas), previamente colocadas en la planta a las losas muro y losas de rigidez, para más tarde en campo proceder a soldar ambos elementos. A esta solución se le encontraron varios inconvenientes tales como:

- Dificultades para maniobras de soldadura.
- Necesidad de tener en la obra instalaciones especiales para el equipo de soldadura (en caso de ser soldadora eléctrica).
- Necesidad de personal especializado en soldadura; debido a la importancia que tiene este tipo de conexiones.

En cuanto a la ubicación de las losas de rigidez, estas se deberán colocar siempre haciendo coincidir el eje longitudinal de la losa muro de orilla correspondiente con el eje vertical de la sección transversal de la losa de rigidez; esto es, la losa de rigidez deberá caer estrictamente al centro de las losas muro, ya que si se pretendiera colocar esta pieza en una posición cuyo eje vertical quedara excéntrico al

eje longitudinal de la losa muro se presentarían en el momento de aplicar el postensado esfuerzos de torsión para los cuales la losa muro y la cimentación pudieran sufrir daños, ya que no están capacitadas para trabajar con esta clase de esfuerzo.

La colocación de las losas de rigidez es el punto de partida del montaje de los elementos que conforman un entrepiso. Previamente a la aplicación del postensado, la losa de rigidez, se apoya sobre los extremos de los ángulos portantes. Para esta condición de trabajo y debido a que el ángulo en su extremo queda en una condición de cantiliver, fue necesario reforzar éste, soldándole en la parte superior una solera de acero estructural, cuyas dimensiones son 4" x 1/4" x 75 cm. Con este refuerzo se logra tener la inercia necesaria para absorber los esfuerzos que provoca la descarga de la losa.

No obstante que la losa se apoya sobre los ángulos, la grúa debe seguir soportándola, ya que con esto se garantiza que la pieza quedará correctamente colocada. En caso contrario, si se decidiera que la grúa soltera la pieza antes de postensar y hacer autosustentable la pieza por medio de cuñas, surgirían problemas que impedirían proseguir con la estructuración del edificio. A continuación se mencionan algunos de los inconvenientes por los que se descartó esta opción:

- Al tener la cuña en posición correcta la losa de rigidez (plomeada y nivelada) y proceder a realizar el acuñamiento, surge como consecuencia un desplome en las losas - - muro, ya que la cuña tenderá a abrir las losas y defasarlas de su eje.

- Para poder realizar el acuñamiento es necesario - contar con una holgura adicional a la normal entre la losa - muro y la losa de rigidez, esto implica reducir la longitud total de la pieza cuando menos en dos centímetros, causando esta condición, la deformación de la losa muro en la magnitud de las holguras. Esto representa un desplome en el sentido inverso al provocado por el acuñamiento, el cual es directamente proporcional a la longitud de la losa muro, presentándose este fenómeno en el momento de realizar el postensado.

Anteriormente se mencionó el concepto de "holgura normal" esto es que las piezas, tanto losas de rigidez como losas de entepiso, deberán venir de la planta con una dimensión menor al claro libre que se presenta entre las losas - - muro, tomando en cuenta que existe la restricción de apoyo - mínimo en el ángulo portante, por lo que se recomienda que - la holgura normal en estos elementos sea de aproximadamente 1.5 cms.

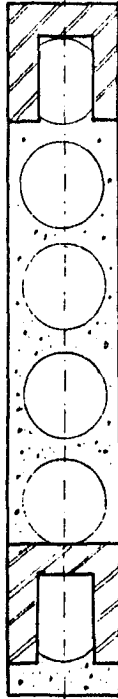
Con el fin de absorber la holgura que se presenta entre ambas losas, se deberán colocar tanto en la parte superior como en la parte inferior coincidiendo con la trayectoria de los cables de postensado, placas de acero estructural, de 20 x 20 x 1/2". Estas placas deberán llevar el número de barrenos correspondientes, al número de cables de presfuerzo según la posición que tengan estas placas para fines de postensado.

La dimensión de los barrenos que poseen estas placas será de 5/8", con el fin de permitir el libre acceso a los cables cuyo diámetro será de 1/2".

Las dimensiones de la placa se eligieron para poder transmitir de una manera más homogénea los esfuerzos de compresión producidos por la fuerza de postensado. Con estas dimensiones, quedan cubiertas, las restricciones de falla por aplastamiento tanto del concreto como de la placa de acero estructural.

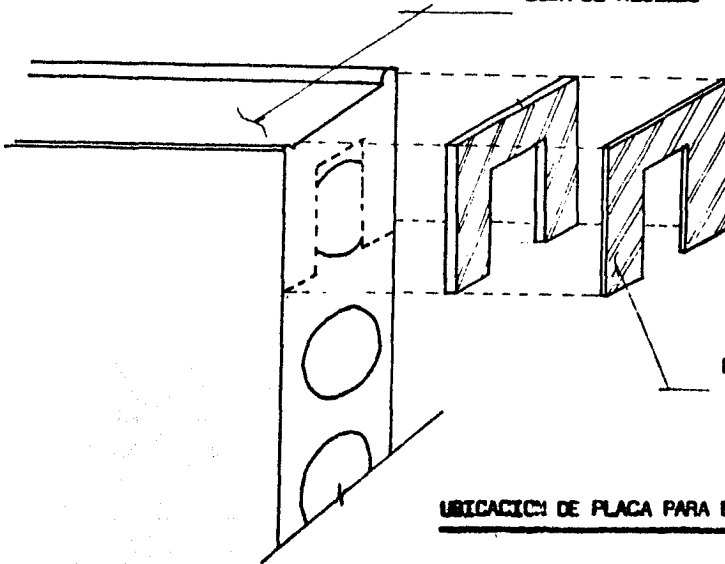
Una vez aplicado el postensado de la losa de rigidez se puede soltar la pieza para proseguir con el montaje de la estructura.

En el momento adecuado, se sellarán los espacios que quedan entre la losa de rigidez y la losa muro.



SECCION TRANSVERSAL

LOBA DE RIGIDEZ



PLACA METALICA

UBICACION DE PLACA PARA EFECTO DE POSTENADO

Esto se realizará con un mortero de cemento arena -- en proporción 1:3, adicionado con un estabilizador de volu--- men. Para hacer posible esto se requiere de taponear los --- agujeros de la losa de rigidez previamente al montaje; esto-- se logra de una manera muy sencilla colocando papel de cual-- quier tipo.

III.5 POSTENSADO DE LOSAS DE RIGIDEZ.

En el punto anterior se ha mencionado la utilización de la técnica del postensado, mediante la cual se ha dado solución satisfactoria al problema que presentaba el empotra- - miento de las losas de rigidez con las losas muro. A conti-- nuación se hace una breve descripción de lo que es el sistema de postensado:

Como ya es sabido, la técnica de presfuerzo, consis- te en dotar al concreto de una fuerza de compresión en las -- zonas donde se desarrollan esfuerzos de tensión debido a car- gas de trabajo con el fin de capacitar a este para que pueda- soportar dichos esfuerzos de tensión.

En el postensado, primero se coloca al concreto - - fresco dentro del molde y se deja endurecer previo a la apli- cación del presfuerzo. El acero puede colocarse en posición- con un determinado perfil, quedando ahogado en el concreto, -

para evitar la adherencia se introduce el acero dentro de una camisa metálica protectora; o bien pueden dejarse ductos en el concreto, pasando al acero a través de ellos una vez que ha tenido lugar el endurecimiento. En cuanto se ha alcanzado la resistencia requerida del concreto, se tensa el acero contra los extremos del elemento y se ancla, quedando así el concreto en compresión. El perfil parabólico del acero (lo que normalmente ocurre en el postensado) permite la distribución efectiva del presfuerzo dentro de la sección, de acuerdo con lo dispuesto por el proyectista. Se deberá proteger el acero de presfuerzo contra la corrosión, aplicando una lechada de cemento dentro de los ductos que abrigan los cables así como para el mismo efecto se deberán sellar los anclajes.

De acuerdo a las condiciones y características que presentan las losas extruidas es posible cumplir de una manera satisfactoria con las disposiciones que marca la técnica del postensado, puesto que en nuestro caso particular se aprovecharán los orificios propios de la losa como los ductos que alojarán a los cables de presfuerzo para más tarde inyectar la lechada de agua cemento. (Cabe hacer notar que esta solución resulta ser más económica que la utilización del ducto metálico usado en un método tradicional de postensado).

En lo que se refiere a los anclajes de postensado, para la solución elegida, encontramos dos tipos de acuerdo al número de cables de presfuerzo con los que cuentan.

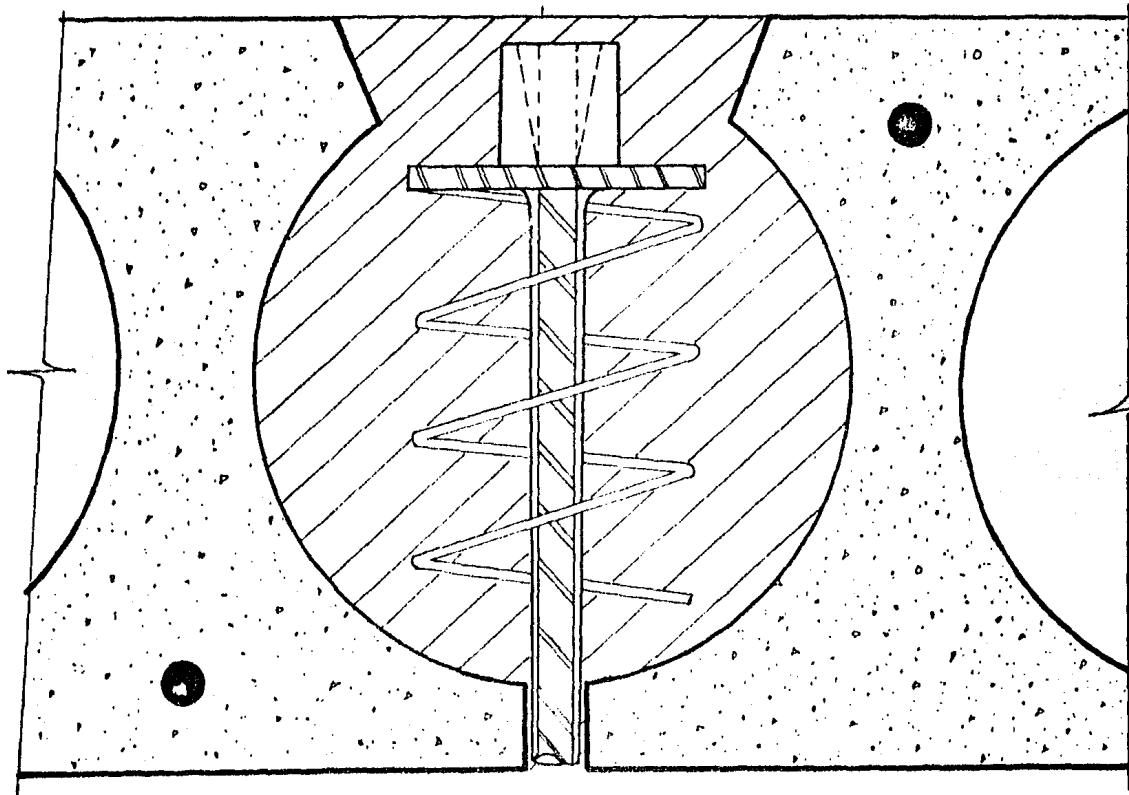
Se describen a continuación:

- a) Tipo 1.- Para un cable de presfuerzo.
- b) Tipo 2.- Para dos cables de presfuerzo.

Consta de una placa metálica de acero estructural de 10 x 8 cms. con un espesor de 1/4", la cual cuenta con una perforación al centro de diámetro de 3/4" a la cual va soldado un tubo de lámina negra del mismo diámetro que servirá para introducir y proteger el cable de presfuerzo. Adicionalmente a la placa se solda una espiral de acero de refuerzo de diámetro 1/4" que aloja al tubo de lámina y que cuenta con un diámetro de 8 cms., con lo cual se cumple la especificación del reglamento del ACI en el sentido de reforzar la zona de los anclajes de los cables, ya que este refuerzo tiene la finalidad de absorber los esfuerzos locales que se generan en los primeros instantes de la aplicación del postensado.

Los elementos anteriores deberán colocarse en las losas muro de orilla previamente en la planta de prefabricados, siguiendo el proceso que a continuación se describe:

Se traza sobre la cara rugosa de la losa el eje ver-



67

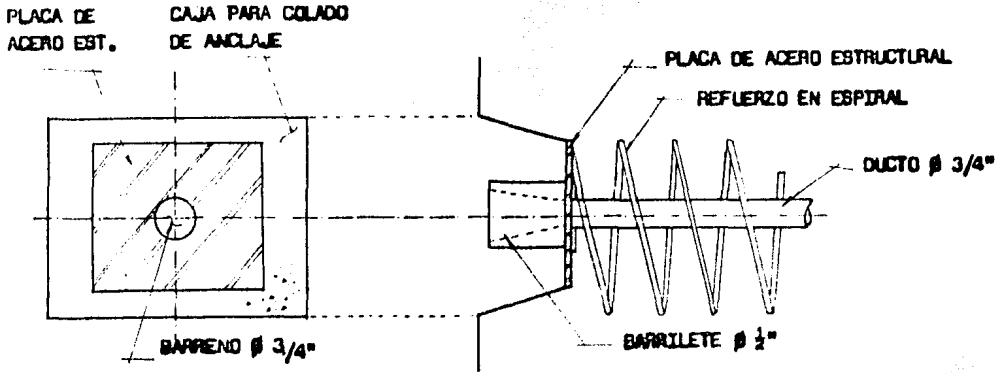
COLOCACION DE ANCLAJE EN AGUJERO
CENTRAL

tical que define la posición de los anclajes, localizándose este eje a 60 cms. de los paños exteriores de la losa. Esta posición coincide con el eje longitudinal del agujero central que posee la pieza. Posteriormente se localizan los dos ejes horizontales que corresponden a cada entrepiso. Una vez localizados los ejes se procederá a realizar un corte rectangular de 15 x 11 cms. que servirá en una primera función para introducir y sujetar el primer cuerpo de anclaje (placa, espiral y tubo), y en una segunda función como caja de protección para el segundo cuerpo del anclaje (barrilete y cuñas).

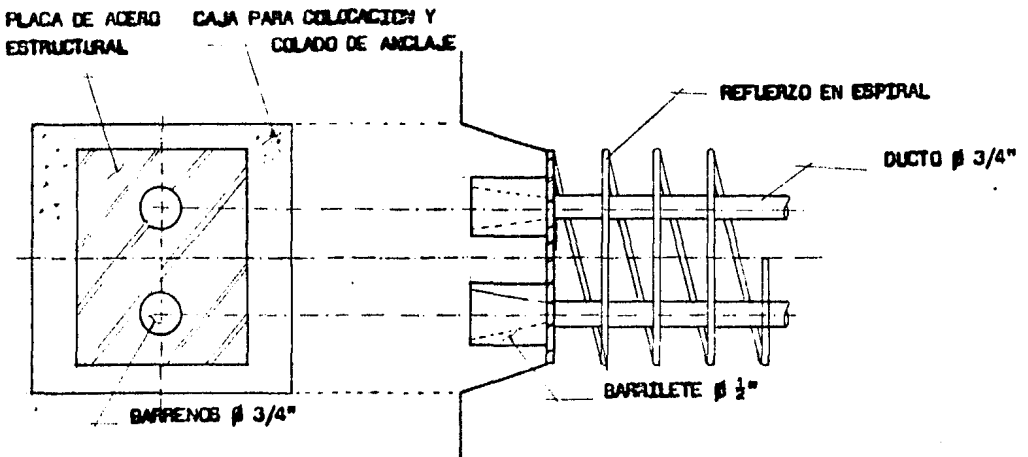
Al estar colocado el primer cuerpo de anclaje en su correcta posición, se procede a realizar un colado con resina epóxica en la zona de influencia de la fuerza de postensado.

Como ya se mencionó anteriormente, existe un segundo cuerpo de anclaje que consiste en un barrilete para cable de 1/2" de diámetro, con sus cuñas o mordazas para el mismo diámetro. Estos elementos se utilizarán en la última etapa del postensado.

A su vez la placa llevará soldada una espiral de acero de refuerzo de 1/4" de diámetro con un paso de 4 cms. y un diámetro de 12 cms.



ANCLAJE DE POSTENSADO PARA UN CABLE $\phi 1/2''$



ANCLAJE DE POSTENSADO PARA DOS CABLES $\phi 1/2''$

Al igual que el anclaje tipo I deberá colocarse a las losas muro de orilla previamente en la planta de prefabricados, siguiendo el mismo proceso de colocación que en el anclaje tipo I. Para poder realizar esta maniobra será necesario abrir en la losa una caja de 15 x 15 cms.

La distribución de los anclajes a lo largo de la losa muro se presentará de la siguiente forma:

Para los niveles 1 y 2 se colocarán dos anclajes del tipo II en ambas losas muro de orilla por nivel, coincidiendo estos con el primero y el último agujero de la losa de rigidez.

En los niveles 3 y 4 y de la misma manera que en los niveles 1 y 2, se colocarán dos anclajes del tipo I en cada losa muro de orilla por nivel.

La anterior distribución obedece a los requerimientos de diseño.

La siguiente operación consiste en introducir los cables de presfuerzo a lo largo de la losa de rigidez pasando por los orificios del anclaje. La longitud real de los cables será de 1.00 m. mayor a la distancia entre paños exteriores de losa, muro, con el fin de facilitar la operación de --

tensado.

Como paso siguiente se realizará el tensado de los cables de presfuerzo uno por uno y en forma alternada, con el fin de evitar la concentración de los esfuerzos momentáneos debidos a la aplicación de la fuerza de postensado, en una sola losa muro de orilla.

La aplicación del presfuerzo se realiza mediante gatos hiraúlicos impulsados por corriente eléctrica.

La fuerza de presfuerzo debe determinarse por medio de los dos métodos siguientes:

a) La medida del alargamiento del cable. Los requisitos de alargamiento deben determinarse a partir de las curvas promedio carga-alargamiento de los cables de presfuerzo utilizados.

b) La observación de la fuerza del gato en un manómetro calibrado o utilizando un dinamómetro calibrado.

Debe investigarse y corregirse la causa de cualquier diferencia en la determinación de la fuerza entre (a) y (b) - que exceda del 5%.

Una vez aplicado el presfuerzo se procede a cortar los cables, de manera que estos no sobresalgan del paño exterior de la losa muro. Se hace notar que para el corte de los cables queda estrictamente prohibido el uso de cualquier tipo de soplete o soldadora de arco ya que la utilización de este tipo de artefactos produce una alteración irreparable en los cables, debida a la temperatura no controlada a la que se somete el cable.

Ya cortados los cables se inyectará por las preparaciones que se colocarán para tal efecto, una lechada de agua-cemento, con el fin de proteger a los cables de presfuerzo -- contra la corrosión. Esta lechada se aplicará hasta rellenar el agujero de la losa que contiene a los cables.

El contenido de agua de la lechada debe ser el mínimo necesario para el bombeo adecuado de la misma; no obstante, la relación agua/cemento no deberá exceder de 0.45 por peso.

Terminada la inyección de la lechada y para concluir la etapa del postensado, se procede a sellar las cajas donde quedaron alojados los anclajes, con mortero cemento arena. -- Este sellado tiene por objeto proteger de la corrosión el barrilete y las cuñas para evitar el corrimiento en los cables -- y por ende una pérdida de presfuerzo que pudiera provocar -- daños a la estructura.

III.6 LOSAS DE ENTREPISO.

Son elementos dispuestos en forma horizontal diseñados para trabajar como vigas simplemente apoyadas en sus extremos y que se encargarán de transmitir las cargas de entrepiso hacia las losas muro. Los elementos que sirven de soporte a estas losas son los ángulos portantes de los cuales ya se habló en el capítulo correspondiente.

Como se puede apreciar en la planta estructural cada nivel consta de cuatro losas distribuidas perpendicularmente al sentido de las losas muro. Las losas de entrepiso de orilla estarán unidas a tope contra los faldones de rigidez, mientras que las losas intermedias quedan separadas entre sí y a su vez de las losas de orilla, por una entrecalle de 26.6 cms. de ancho y que corre a todo lo largo de la planta. Como una función adicional de la losa se han aprovechado los agujeros de la misma y las entrecalles para alojar las instalaciones hidráulicas, sanitaria y eléctrica.

De las cuatro losas existentes en cada entrepiso, se pueden distinguir dos tipos de acuerdo a su ubicación:

1. Losas largas.- tienen una longitud de 9.84 m. y salvan el claro libre ubicado entre las losas muro perimetrales.

2. Losas cortas.- tienen una longitud de 8.69 m. y salvan el claro libre que se encuentra entre las losas muro-perimetrales derechas y la losa en cubo de escaleras de margen derecha.

En cuanto al montaje de las losas de entrepiso se refiere, este deberá realizarse en forma alternada y conjuntamente con las losas de rigidez; esto con el fin de aprovechar al máximo la capacidad y la posición de la grua. Con esto se logra obtener al final de la maniobra marcos rígidos que impedirán conforme avanza el montaje, los posibles desplazamientos de las losas muro.

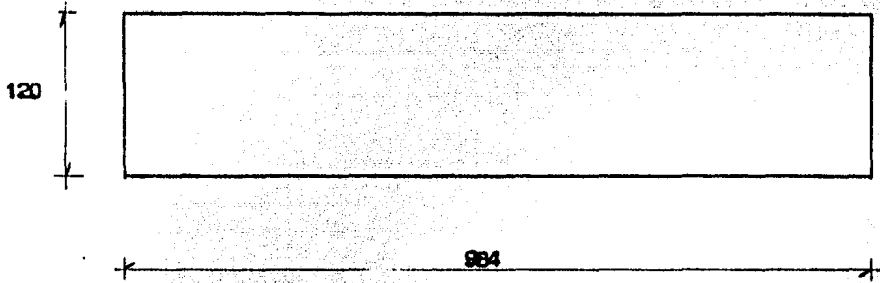
A continuación se propone una secuencia eficiente de montaje:

Primera etapa.

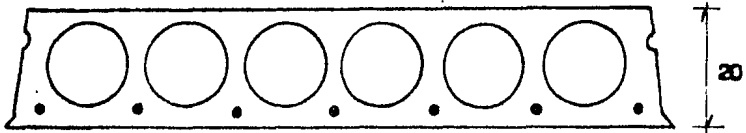
En el primer nivel se colocará la losa de rigidez y dos losas de entrepiso.

En el segundo nivel se colocará la losa de rigidez y dos losas de entrepiso.

En el tercer nivel se colocará la losa de rigidez y una losa de entrepiso.



PLANTA LORA DE PISO



SECCION TRANSVERSAL LORA DE PISO

En el cuarto nivel se realizará la misma operación - que en el tercer nivel.

Segunda parte.

En el primer nivel se colocará una losa de entrepiso lo mismo que en el segundo nivel.

En el tercer y cuarto nivel se colocarán dos losas - de entrepiso.

Tercera etapa.

En todos los niveles se colocarán una losa de entrepiso y la losa de rigidez faltante.

La anterior maniobra de montaje involucra dos aspectos importantes. El primero es la realización de la operación de postensado en las losas de rigidez y el segundo es -- que las losas de entrepiso quedarán ya colocadas en la posición definitiva delimitando claramente sus entrecalles.

Una vez concluido el montaje de las losas de entrepiso y de las losas de rigidez, se procederá a colocar la cimbra de contacto en las entrecalles y en el acceso de cada vivienda. El nivel de esta cimbra será de 10 cms. por encima -

del lecho bajo de las losas de entrepiso.

Colocada la cimbra se tendrán que colocar los ramallos y todas las preparaciones necesarias que se requieren -- para las instalaciones.

Una vez concluida esta condición, se procederá a colocar un armado consistente en malla electrosoldada 6 x 6-6/6 en toda el área del entrepiso. En la zona de acceso, se colocará un armado con varillas \emptyset 1/2" a cada 15 cms.

Llevadas a cabo las actividades anteriormente descritas, se procederá a realizar el colado de una capa de compresión de 5 cms. de espesor de concreto hidráulico $f'c=250$ -- kg/cm^2 , la cual tiene dos finalidades importantes:

a) Proporcionar rigidez de conjunto a todas las losas de entrepiso, haciéndola trabajar como un solo elemento.

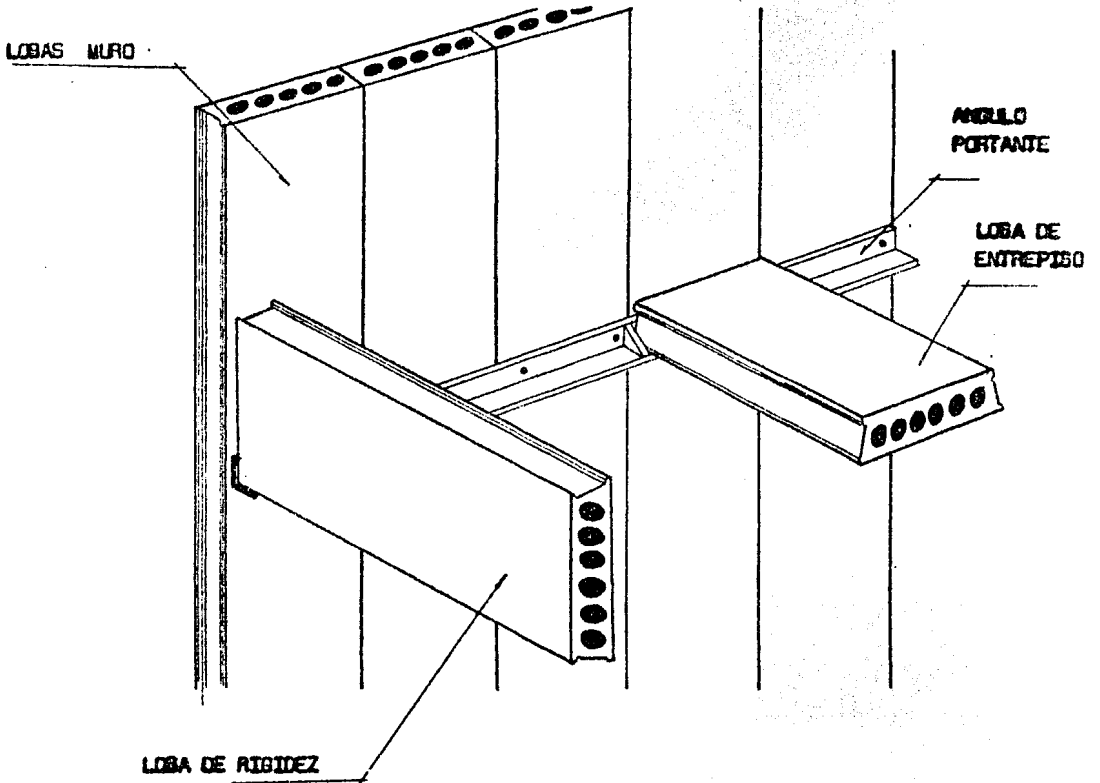
b) Proporcionar una mayor área de concreto en el lecho superior de la losa, obteniendo una sección compuesta con mucha mayor eficiencia estructural, comparada con la sección simple que proporciona la losa extruida.

El acabado final que se le dará a este firme dependerá del tipo de piso que se desee colocar. En nuestro caso se

realizó un pulido integral para posteriormente colocar loseta vinílica.

Las características distintivas de las losas de entrepiso son las siguientes:

1. Ancho de la losa igual a 1.20 m.
2. Peralte de la losa igual a 0.20 m.
3. Armado de la losa con acero de presfuerzo consistente en siete torones \emptyset 1/2" dispuestos en el lecho bajo de la losa.



CORTE ESQUEMATICO DE ESTRUCTURACION

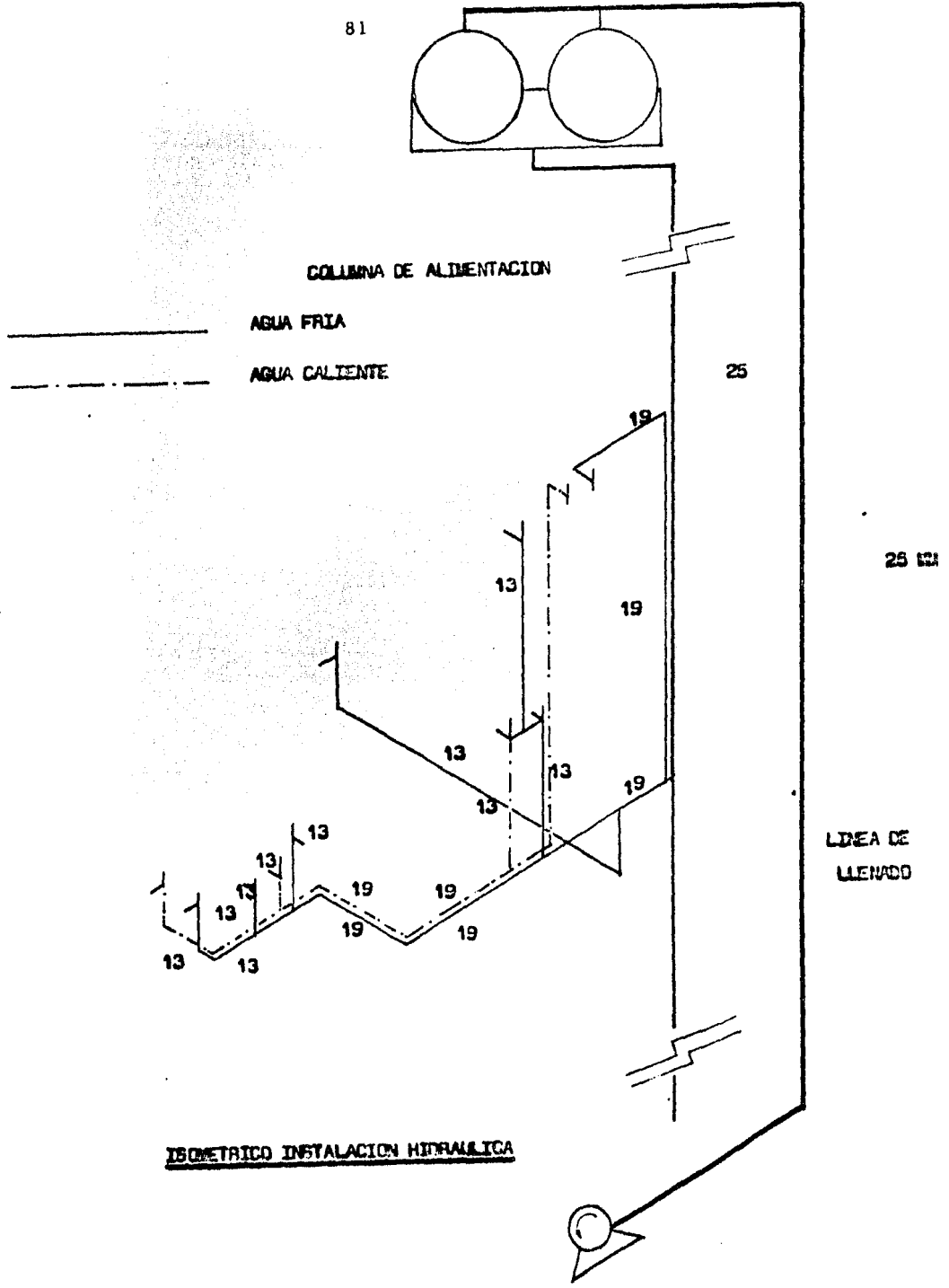
T E M A IV

INSTALACION HIDRAULICA, SANITARIA Y ELECTRICA

El tema que a continuación se presenta tiene como finalidad, ilustrar en una forma generalizada la colocación, distribución y características fundamentales de las instalaciones mínimas necesarias para una vivienda de interés social. A continuación se describen los aspectos antes mencionados para cada tipo de instalación.

a) Instalación Hidráulica.- Se cuenta para el abastecimiento continuo de agua con un sistema formado por una cisterna con una capacidad de 11 000 litros, la cual se encuentra localizada, en la parte inferior de la zona de escaleras y está abastecida directamente de la red municipal. El abastecimiento de la cisterna hacia los tinacos, se llevará a cabo por medio de una bomba eléctrica con una potencia de 1.5 H.P. Se instalarán sobre la losa superior de la estructura de la escalera dos tinacos con una capacidad de 1.100 litros cada uno, de los cuales saldrá el ramaleo que abastecerá de agua a cada una de las viviendas.

b) Instalación Sanitaria.- Las bajadas tanto de aguas negras como de aguas pluviales se realizarán por el patio de servicio. Para efectuar la descarga de aguas negras en



COLUMNA DE ALIMENTACION

AGUA FRÍA

AGUA CALIENTE

25

25

LÍNEA DE LLENADO

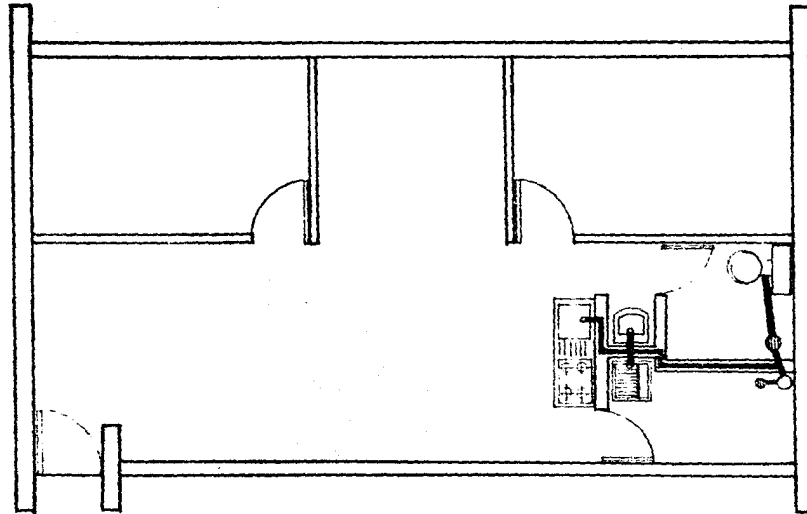
ISOMETRICO INSTALACION HIDRAULICA

el interior de la vivienda, se ha colocado una tubería principal que quedará oculta mediante un falso plafond. Hacia esta tubería principal descargan los cinco muebles sanitarios que conforman la red.

Es importante mencionar que queda estrictamente prohibido ranurar las losas de entrepiso en el sentido paralelo a la dimensión del 1.20 m., ya que esto podría ocasionar daños que afectarían el trabajo estructural de las losas.

c) Instalación Eléctrica.- Para esta instalación -- los agujeros propios de cada losa y las entrecalles que se forman entre losa y losa, cumplen una función importante, ya que dentro de éstos se podrán alojar tanto los ductos como las cajas que servirán de registro para la colocación de lámparas, apagadores y contactos. Será necesario para poder colocar la capa de compresión y colocar los muros divisorios que se encuentren instaladas todas las tuberías y preparativos necesarios para la colocación de cajas y chالupas.

Todos los diámetros y especificaciones referentes a las instalaciones estarán dadas por el proyectista.



PLANTA INSTALACION SANITARIA

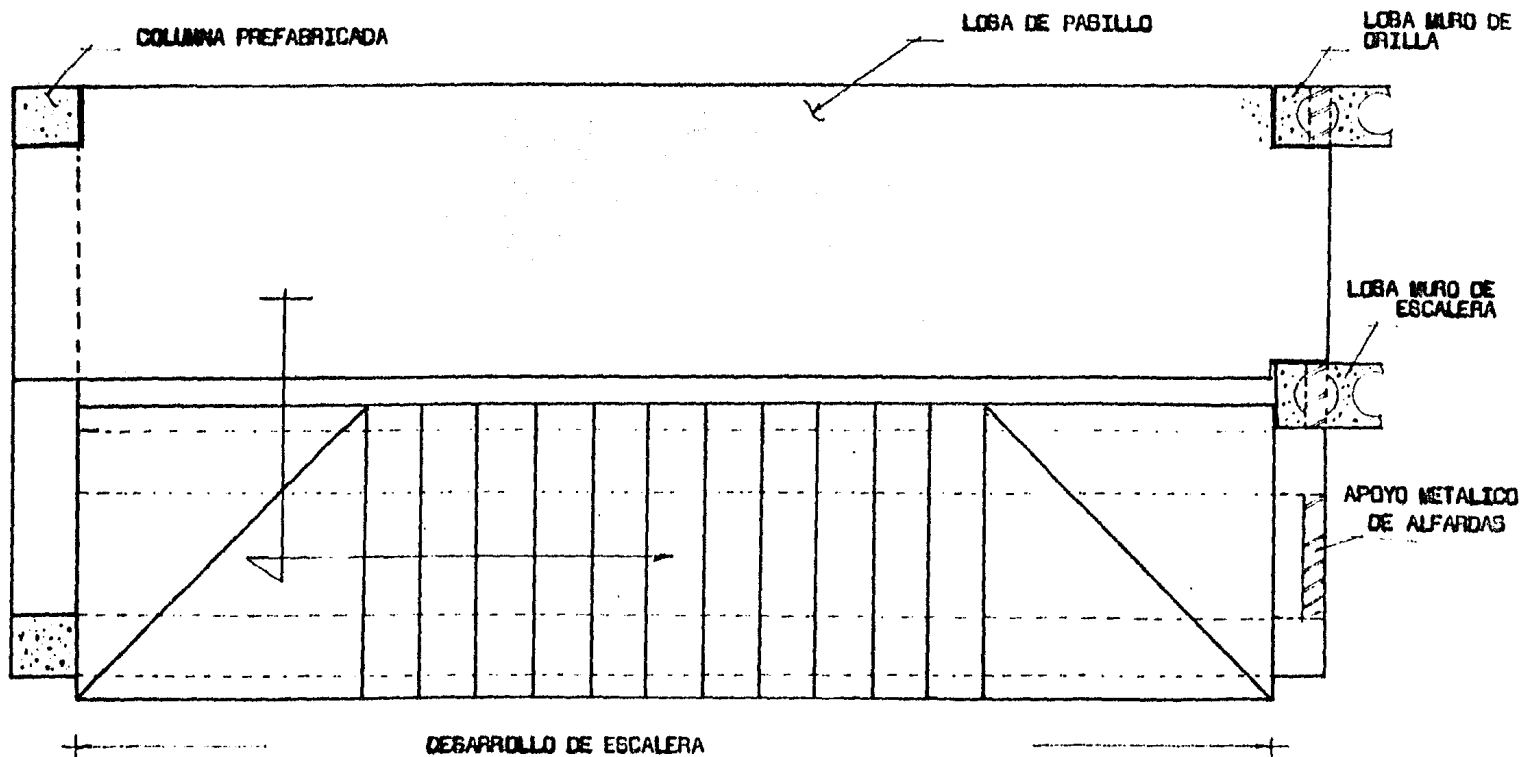
T E M A V

ESCALERAS

Como complemento de la estructuración general del edificio y con el fin de brindar comunicación y acceso a cada uno de los niveles del mismo, se concibe la idea de construir un sistema de escaleras. Existen diversas formas de darle solución a este problema, pero en nuestro caso particular y aprovechando la disponibilidad de una planta de prefabricación se decidió estructurar el sistema de escaleras a base de elementos de concreto reforzado. La solución propuesta consiste en:

1. Dos elementos verticales, formados por una columna de 13.80 mts. de longitud y con una sección transversal de 30 x 25 cms. Unidas a esta columna mediante un colado monolítico, se encuentran dispuestas cinco ménsulas perpendiculares con sección transversal 25 x 30 cms., repartidas de tal forma que la fluencia de tráfico corresponda al nivel de cada entrepiso.

2. Dos alfardas de concreto reforzado que unidas al cuerpo del edificio y a los marcos que forman las columnas con las ménsulas, quedan en posibilidad de recibir los escalones - también prefabricados de concreto reforzado, que darán acceso a cada uno de los entrepisos del edificio inclusive azotea.



PLANTA GENERAL DE ESCALERAS

3. Losas extruidas prefabricadas llamadas "losas de pasillo", cuya función es dar continuidad al sistema de escaleras.

A continuación se describe el procedimiento general del montaje del sistema de escaleras:

Primera etapa.- Se procede a colocar las columnas dentro de los candeleros de la cimentación, se plomean, se nivelan y se acuñan para posteriormente realizar un colado en las holguras entre el candelero y la columna, con un mortero adicionado con un estabilizador de volumen. La posición de las columnas será tal que los ejes horizontales de las ménsulas sean colineales. Una vez que se hacen coincidentes dichos ejes, se procede a unir ménsula a ménsula, por medio de soldadura eléctrica aplicada en los bordes de las placas metálicas ubicadas en los extremos libres de las ménsulas. Estas placas forman parte de los preparativos que desde la planta de prefabricación deberán venir colocados en las piezas de acuerdo a planos.

De acuerdo a la ubicación que estas columnas presentan con respecto al edificio se distinguen dos tipos de columnas:

Columna tipo A: Esta columna está dispuesta hacia el

exterior del edificio y cuenta con un sólo preparativo en cada una de sus ménsulas. Este preparativo consiste en una placa de acero estructural de 30 x 25 x 1/4 que servirá para hacer la unión de ménsula.

Columna tipo B: Queda dispuesta hacia el interior -- del edificio y cuenta con tres preparativos distintivos importantes. El primer preparativo consiste, al igual que en la columna tipo A de una placa metálica para unir ambas ménsulas. El segundo preparativo está formado por un ángulo de acero estructural de 4" x 4" x 1/4" con una longitud de 25 cms. Este ángulo tiene la función de portar la alfarda tipo II. El tercero y último preparativo será el de colocar una placa de acero estructural de 30 x 30 x 1/4" sobre el lecho alto de cada ménsula a 10 cms. del paño exterior de ésta. Esta placa tiene como finalidad servir como medio de unión a base de soldadura, entre ménsula y alfarda tipo I.

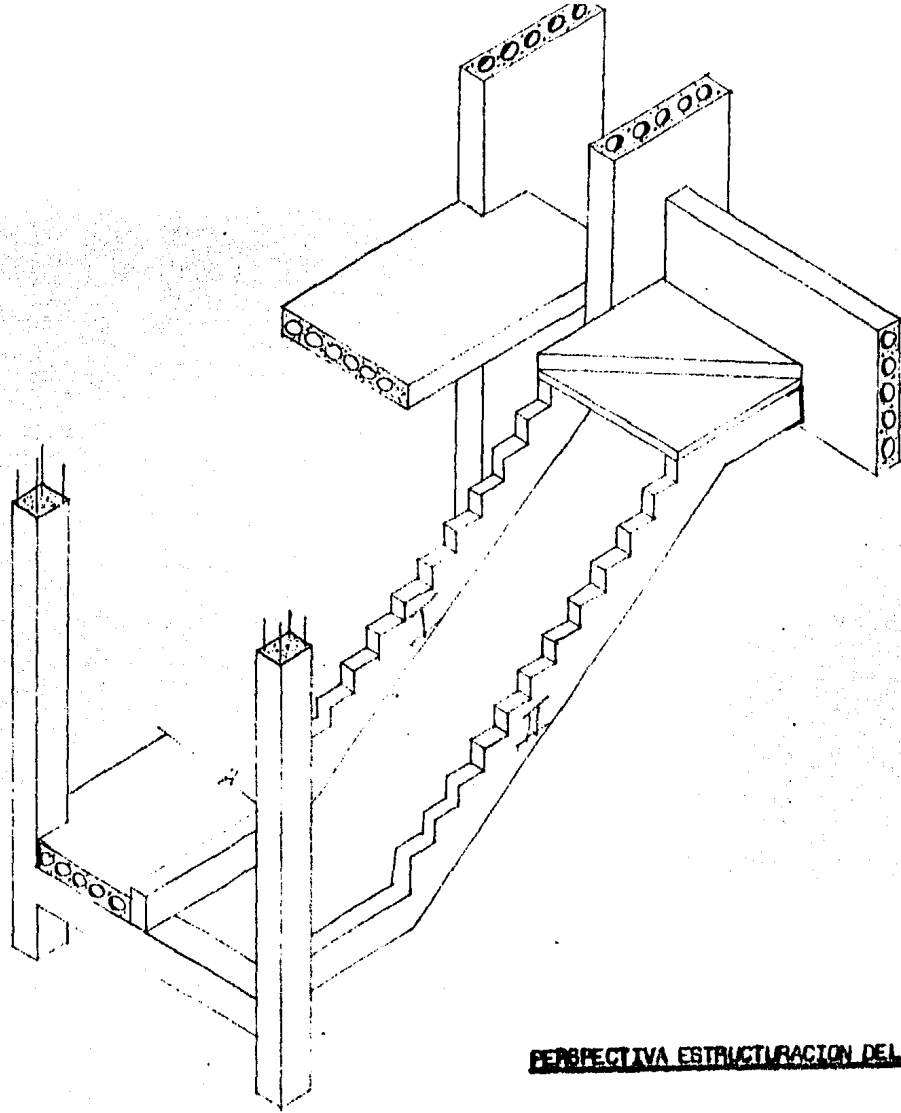
Cabe hacer mención que en las últimas ménsulas de las columnas, no se dejarán los preparativos anteriormente descritos, puesto que este marco está destinado a soportar una losa que se colará en sitio y que servirá de cubierta al sistema de escaleras. Como una función adicional de esta losa, se colocarán sobre ella los tinacos de almacenamiento de agua. Para poder ligar esta losa a la estructura prefabricada, las ménsulas deberán traer conectores de varilla de acero de refuerzo.

Segunda etapa.- Una vez colocadas las columnas en su lugar definitivo, se podrá llevar a cabo el montaje de las alfardas. Es requisito indispensable para poder realizar esta maniobra que el canal de acero estructural de 8" tipo pesado, se encuentre ya colocado en los sitios que marca el plano de escaleras. En la zona que se presenta en cantiliver del canal que soporta las alfardas, se deberán colocar previamente al montaje de las alfardas tres cartabones de placa de acero estructural de 1/4" soldados al interior del canal por ambos lados, esto con el objeto de evitar flexiones locales en los patines del canal.

Se puede visualizar en la planta general de escalera que existen dos tipos de alfardas. De acuerdo a sus dimensiones y a sus conexiones o dispositivos que incluyen éstas, las nombraremos de la siguiente manera:

Alfarda II.- Se encuentra soportada en su parte inferior, por el ángulo que porta la columna tipo B. En su parte superior deberá apoyarse en el patín inferior del canal de 8".

Con efecto de rigidizar y restringir el movimiento de este elemento se aplicarán cordones de soldadura en los perímetros que generan la unión de elementos metálicos. A fin de lograr lo anterior las alfardas deberán proveerse de los siguientes dispositivos:



PERSPECTIVA ESTRUCTURACION DEL SISTEMA DE ESCALERA

a) En la zona recta inferior y en el lecho bajo, se colocarán en ambas caras del soporte, dos ángulos de acero estructural de 4" x 4" x 1/4", con 30 cms. de longitud.

b) En la zona recta superior y en el lecho bajo de la ménsula se colocará una placa de 10 x 25 x 1/4".

Adicionalmente se colocarán en los ángulos que forman la cara frontal y las caras laterales de la ménsula, dos tramos de ángulo de 4" x 4" x 1/4", con una longitud de 15 cms.

La única característica distintiva con respecto a la alfarda I, es que, en el tramo recto de apoyo inferior, la dimensión en la alfarda II es 30 cms. más corta.

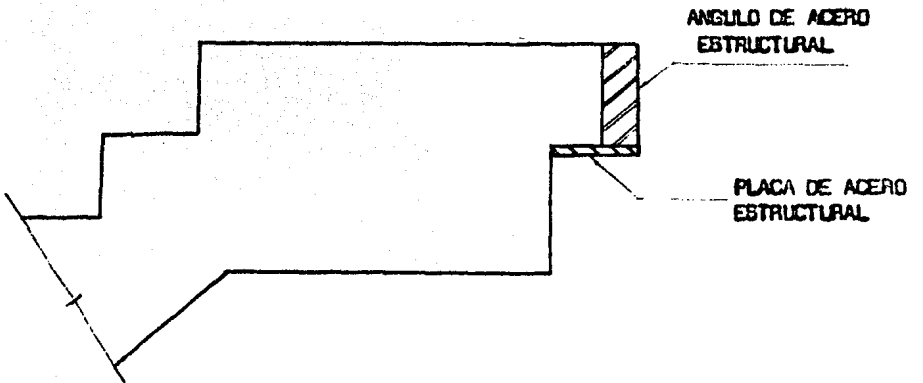
Alfarda I.- Se encuentra soportada en su parte inferior sobre la ménsula correspondiente de la columna tipo B y en la parte superior de la misma manera que en la alfarda II, el apoyo será el canal. Deberá rigidizarse por medio de soldadura de igual forma que en la alfarda II. Para lograr esto, los preparativos que se requieren son exactamente iguales a los de la alfarda II.

Todos los dispositivos anteriormente mencionados, deberán poseer anclas de varilla de acero de refuerzo con el fin de unir éstos al cuerpo de la pieza.

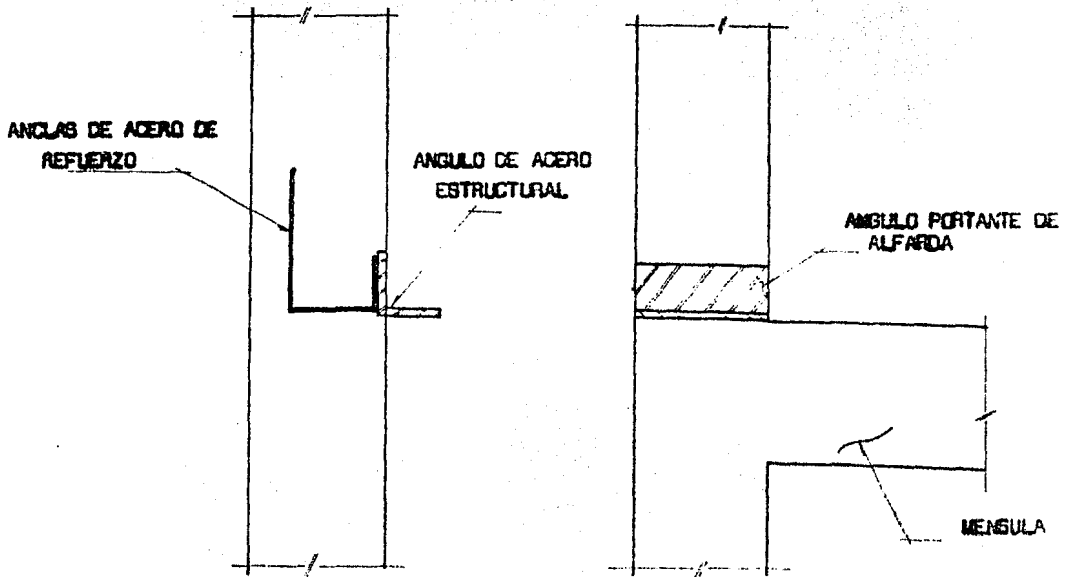
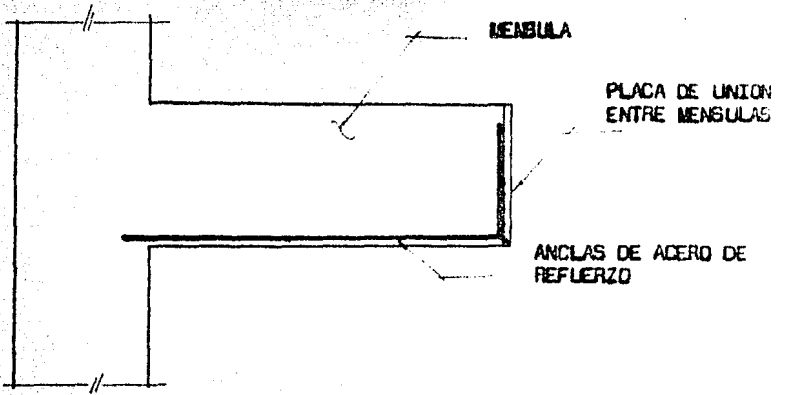
ANCLAS DE ACERO
DE REFUERZO

ANGULO DE
ACERO ESTRUCTURAL

PREPARATIVOS EN APOYO INFERIOR DE ALFARDAS



PREPARATIVOS EN APOYO SUPERIOR DE ALFARDAS



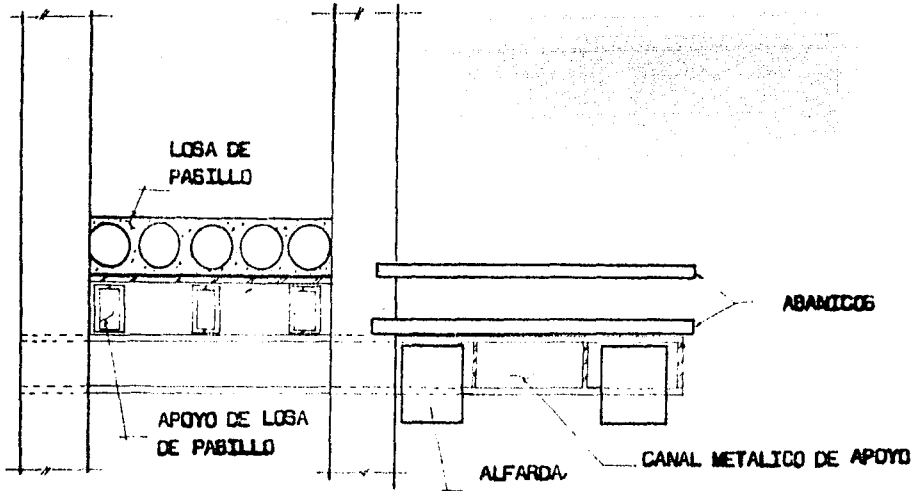
PREPARATIVOS DE UNION Y APOYO EN COLUMNAS DE ESCALERA

Aunado al montaje de las alfardas se podrán ir colocando en forma ascendente el grupo de escalones que conforma el acceso al entrepiso. La distribución de los escalones a lo largo de las alfardas se podrá ver en la planta general de escalera. Es importante mencionar que los escalones al igual -- que el conjunto estructural son elementos prefabricados de concreto reforzado. Para poder sujetar el escalón e impedir cualquier movimiento de éste, se dotó a las alfardas de una varilla \emptyset 3/8" en cada peldaño, la cual deberá insertarse al escalón a través de los ductos que inicialmente se han dejado ahogados en el escalón. La holgura que se presenta entre la varilla y el ducto deberá ser sellada con resina epóxica.

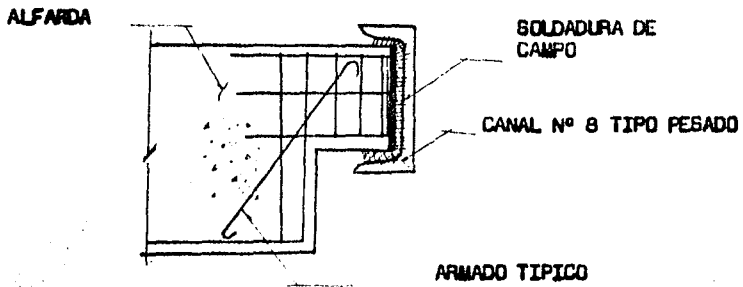
Tercera etapa.- Posteriormente al montaje de las alfardas, podemos realizar la última etapa de montaje del sistema de escaleras la cual consiste en colocar en posición la losa extruida que nombraremos "losa de pasillo". Esta pieza se encuentra apoyada en su parte interior, en los preparativos -- que quedan sobre el canal de 8". Estos preparativos sirven -- sólo como medios de transmisión de cargas.

El apoyo hacia la parte exterior queda formado por la ménsula de la columna tipo A.

Con el fin de lograr la eficiencia de los apoyos de -- la losa, se realizarán a esta en su parte interior, un recorte



CORTE ILUSTRATIVO DEL APOYO DE LOSA DE PABILLO Y ALFARDAS



APOYO SUPERIOR DE ALFARDAS

de 20 x 5 cms., y otro de 20 x 25 cms., y en su parte exterior uno sólo de 30 x 25 cms. Al igual que en las losas de entrepiso se procederá a colocar una capa de compresión de 5 cms., de espesor, de concreto reforzado con malla 6-6/6-6.

El concreto a utilizar en todo este sistema será con una resistencia a la compresión $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.

Como solución alternativa a la anterior el sistema de escalera podría ser estructurado con perfiles de acero estructural, combinados de tal forma que nos ofrezca un sistema que cumpla con los requisitos de seguridad y funcionalidad que requiere la estructura.

T E M A VI

MUROS DIVISORIOS Y ACABADOS

Como etapa de conclusión del sistema constructivo de nuestro conjunto de viviendas se presentan a continuación los aspectos más relevantes de lo que conformará el concepto de -- acabados.

Inicialmente nos referiremos a la colocación de muros divisorios. Dadas las características de economía, facilidad y rapidez de colocación, versatilidad en sus aplicaciones, - - etc., que presentan los paneles de yeso prefabricados, se ha tomado la decisión de utilizarlos como muros divisorios, excepto en los muros húmedos, que serán de tabique rojo recocido.

Para poder realizar la colocación de los muros, es requisito indispensable que estén listos los preparativos necesarios que correrán en el interior de los muros, como lo son tuberías eléctricas.

Deberá tenerse cuidado en que al realizar la colocación de los taquetes para la fijación de las canaletas de los muros, los barrenos no coincidan con la trayectoria de los cables, de presfuerzo de las losas, puesto que el equipo de barrenación podría provocar daños a éstos.

El acabado final de los muros divisorios será dado -- con pintura vinílica, excepto en los muros húmedos, en donde - se utilizará como acabado final azulejo liso.

Los acabados interiores que recibirán las losas muro- y los faldones será solamente de pintura vinílica puesto que - el acabado propio de la losa no requiere de la aplicación de - pastas como lo son el yeso y los aplanados de mezcla.

Las juntas que se presentan entre losa muro y losa muro (castillos) se les dará un acabado aparente hacia el inte--rior que consiste en un perfilado de las aristas.

El acabado que presentan los plafones, consiste en la aplicación de tirol rústico, salvo en baño y patio de servicio en los que se aplicará únicamente pintura de esmalte. En la - zona de las entrecalles previo a la colocación del tirol, se - colocará un falso plafond de metal desplegado; la finalidad de esto es provocar una homogeneidad en toda el área.

Como prevención contra la corrosión de los ángulos -- portantes se protegerán éstos en sus zonas expuestas a estos - agentes, con una doble película de pintura anticorrosiva (vigi- lar la correcta y completa aplicación).

Dado que contamos con pisos pulidos en toda el área -

de la vivienda, estamos en posibilidades de colocar sobre éstos la loseta vinílica, adicionada con su zoclo vinílico como acabado final de piso. En el área de baño se colocará como acabado final de piso materiales cerámicos. El área de patio de servicio quedará únicamente con su piso pulido.

La carpintería consistirá en puertas interiores de tambor de triplay de pino con un acabado de barniz natural. La puerta de acceso consiste en una puerta con tambor de madera forrada con lámina. La puerta, que da hacia el patio de servicio será de herrería tubular adicionada con pintura de esmalte. Cada una de las puertas deberá estar provista de su respectiva chapa.

El concepto de ventanería se solucionó a base de perfiles tubulares que corren sobre todo el claro de iluminación natural. Esta condición se presenta en la zona de recámaras ya que en la zona opuesta la ventanería queda interrumpida por la celosía que corre a lo largo del patio de servicio. En la zona de escaleras se colocarán a modo de protección, barandales de perfil tubular perfectamente protegidos contra la corrosión. Se colocará vidrio de 3 mm. en toda la ventanería.

En los exteriores no se requerirá de acabados, debido a que la apariencia que nos brindan las losas extruidas, no requiere de la aplicación de ningún acabado.

En la planta de azotea se colocará un entortado de --
mortero cemento, cal, arena con tezontle para dar pendientes.-
Sobre esto se colocará las capas necesarias de impermeabilizante
te asfáltico.

T E M A VII
ANALISIS ECONOMICO CON PREFABRICADOS

: C O N C E P T O	U	CANT.	C.D.R.	TOTAL
Trazo y nivelación del terreno	m ²	73.5	102.81	7,556.54
Excavación a mano Mat. tipo I	m ³	38.4	295.40	11,343.36
Relleno compactado C/Material	m ³	6.8	231.82	1,576.38
Habilitación de Acero de ref.				
en cimentación y castillos	Kg	2 593.80	91.89	238,344.28
Malla electrosoldada 66 10/10	m ²	287.1	143.94	41,325.17
Cimbra de contacto cim.	m ²	115.6	596.30	84,932.28
Concreto f'c = 250 Premezc. en Cimentación	m ³	14.12	79.85	112,748.20
Concreto f'c = 250 firmes y Cast.	m ³	24.96	8680	216,652.80
Fab. Transp. y Montaje Losas				
Muro	m ²	165.0	3244	535,260.00
Fab. Transp. y Mont. Losas Ent.	m ²	184.0	2,305	424,120.00
Fab. Transp. y Mont. Faldon Pref.	m ²	90.0	2,365	212,850.00
Angulos Portantes	m ¹	45.2	629	28,430.80
Postensados	kg.	209.94	481	100,981.14
Impermeabilización Asfáltica	m ²	57.42	696.71	40,005.08
Escaleras de concreto ref.	lote	1	29 296.29	296,296.29
				2'352,422.33
Aplanado de mezcla en muros				
de tabique c/mortero 1:5	m ²	100.2	407.30	40,811.46
Lambrin de azulejo	m ²	42.24	1 942.93	82,069.36
Muros de tabique rojo	m ²	62.9	940.81	59,176.95
Tiral en plafones	m ²	221.7	165.86	36,771.16
Falso plafond de yeso	m ²	16.8	1 636.63	27,495.38

C O N C E P T O =	U	CANT.	C.D.R.	TOTAL
Suministro y colocación de mu- ros divisorios de fablaroca	m ²	94	1 800.00	169,200.00
Emboquellados	m ¹	190.4	66.89	12,735.85
Pintura vinilica en muros	m ²	436.73	153.32	66,959.44
Pintura aceite en muros		53.58	172.35	9,234.51
Pintura aceite en herreria	m ²	105.16	172.35	18,124.33
Barniz en puertas de madera	m ²	50.76	192.99	9,796.17
Pintura aceite puertas	m ²	50.76	172.35	8,748.49
Suministro y Colocación de loseta asfáltica en pisos	m ²	229.68	391.94	78,536.78
Herrería tubular en ventanas	m ²	104.16	4,240.00	441,638.40
Colocación de Herrería	m ²	104.16	148.50	15,467.76
Vidrio 3 m.	m ²	104.16	1 376.14	143,338.74
Colocación de vidrio	m ²	104.16	385.00	40,101.60
Puerta de madera Prec.	Pza.	12	5,907.55	70,890.60
Puerta Aultipanel	Pza.	4	8,341.61	33,366.44
Chapa para puerta de acceso	Pza.	4	1,136.66	4,546.64
" " " Int.	Pza.	16	1,029.18	16,466.88
" " " Tubular	Pza.	4	1,078.98	4,315.92
Suministro y colocación de W.C.	Pza.	4	12,125.89	48,503.56
" " " de lavabo	Pza.	4	12,199.27	48,797.08
de frega- dero	Pza.	4	8,713.79	34,855.16
de gabine te	Pza.	4	7,499.62	29,998.48
regadera	"	4	3,971.90	15,887.60
lavadero	"	4	3,255.37	13,021.28
Sum. y Col. de llaves P/lavadero	"	4	516.00	2,064.00
Sum. y Col. de Calentador	"	4	21,326.94	85,307.76

C O N C E P T O =	U	CANT.	C.D.R.	TOTAL
Tinacos 1,100 lts. sum. y Col.	"	2	15,270.79	30,541.58
Sum. y Col. Botiquin	"	4	1,534.09	6,536.36
" " " accesorios P/Baño	jgo.	4	2,241.69	8,966.76
<u>Salida P/W.C incluye alimenta</u>				
ción y desagüe	sal.	4	12,067.89	48,271.56
Salida lavabo	"	4	12,067.89	48,271.56
" fregadero	"	4	12,067.89	48,271.56
" lavadero	"	4	12,067.89	48,271.56
" regadera	"	4	12,067.89	48,271.56
Salida tinacos	"	2	12,067.89	24,135.78
Calentador	"	4	6,500.00	26,000.00
<u>Salida de centro</u>				
" " contacto	Sal.	32	3,832.51	122,640.32
" " Spot.	"	32	3,832.51	122,640.32
" " Timbre	"	9	3,832.51	34,492.59
" " T.V.	"	4	3,832.51	15,330.04
" " Teléfono	"	4	3,832.51	15,330.04
" " Interfon	"	4	3,832.51	15,330.04
Limpieza Gruesa	m ²	240	19.72	4,732.80
Limpieza recub. acabados vidr.	m ²	240	52.71	12,650.40
acarreos cascajo	m ³	17	254.54	4,327.18
			TOTAL	
			A.C.D.	
			FEB'84	4'720,992.15

SEMANAS.-

ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MONTO (\$)
CIMENTACION	█												456,501.04
ESTRUCTURA				█									1'095,921.29
ALBAÑILERIA					█								194,793.62
YESERIA					█								64,266.54
PINTURA							█						112,862.94
ACABADOS								█					78,536.78
HERRERIA Y VIDRIERIA								█					640,846.50
CARPINTERIA								█					129,586.48
MUEBLES SANITARIOS								█					324,479.62
INST. HIDR. Y SANIT.					█								291,493.58
INST. ELECTRICA					█								341,093.39
MUROS DIV. PREF.							█						169,200.00
LIMPIEZA									█				21,710.33
													4'721,022.16
EROGACIONES	834,676.			2'308,579.			1'543,230.						
AVANCE %	17.92			49.13			32.93						

T E M A VIII
ANALISIS ECONOMICO SISTEMA TRADICIONAL

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	TOTAL
CIMENTACION				
Trazo y nivelación de terreno	M ²	120.20	24.79	2,980.00
Excavación a Mano	M ³	144.25	295.40	42,611.45
Relleno compactado con material producto de excavación	M ³	46.15	231.82	10,698.49
Carga manual y acarreo primer KM de material producto de excavación	M ³	98.10	254.54	24,970.37
Plantilla de 5 cms. espesor de concreto	M ³	81.27	354.38	28,800.46
F'c = 100 Kg/CM ² .				
Acero de refzo. # 3 en cimentación	TON	0,571.23	91,660.08	52,358.99
Acero de refzo. # 4 en cimentación	TON	1,210.89	90,648.72	109,765.63
Acero de refzo. # 8 en cimentación	TON	2,043.00	87,831.91	179,440.59
Cimbra común en cimentación	M ²	150.53	521.24	78,462.26
Concreto premezclado en cimentación	M ³	29.14	8,178.01	238,307.21
F'c = 200 Kg/CM ² T.M.A. 19 MM.				
Losa de vigueta y bovedilla en losa	M ²	41.86	1,301.34	54,474.09
TAPA				822,869.54

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	TOTAL
ESTRUCTURA:				
Acero de Refzo. # 2 en estructura	TON	0,462	93,321.34	43,114.46
" " " #2.5 " "	TON	0,992.43	94,384.21	93,669.72
" " " # 3 " "	TON	0,874.66	91,899.08	80,380.45
" " " # 4 " "	TON	0,077.19	90,887.72	7,015.62
" " " # 6 " "	TON	0,341.60	88,333.75	30,174.81
Malla electrosoldada 6-6 10/10 en estructura	M ²	309.60	143.94	44,563.82
Cimbra común en losas, trabes y rampas.	M ²	70.40	596.30	41,979.52
Cimbra aparente en losas, trabes y rampas.	M ²	72.07	638.51	46,017.42
Cimbra aparente en columnas	M ²	30.58	685.48	20,961.98
Cimbra en castillos, cadenas y herramientas	M ²	83.19	663.16	55,168.28
Concreto en losas, trabes y rampas Premezclado F'c = 200 Kg/cm ² T.M.A. 19 MM. losa de vigueta y bovedilla a C.N.	M ³	35.82	8,521.05	305,224.01
Muro de tabique rojo recocido 14 cms. espesor común	M ²	209.30	1,390.60	291,052.58
Concreto F'c = 200 Kg/cm ² T.M.A. 19 MM. H. en O.	M ²	471.15	940.81	443,262.63
	M ³	5.30	9,201.36	48,767.21

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	TOTAL
PARA CASTILLOS				
Concreto F'c = 200 Kg/cm ² T.M.A. 19				
MM. H. en O. para columnas.	M ³	2.09	6,693.79	13,990.02
Sobre precio por acabado pulido	M ²	347.23	73.48	<u>25,514.46</u>
INTEGRAL EN LOSAS				1'590,856.99
ALBAÑILERIA:				
Aplanado de mezcla con mortero cemento arena 1:5	M ²	430.90	407.30	175,505.57
Aristas en aplanados de mezcla	M.L	312.00	66.89	20,869.68
Relleno de tezontle en azotea	M ³	6,00	1,425.18	8,551.08
Entortado 5 cms. espesor	M ²	59,50	270.78	16,111.41
Impermeabilización asfáltica	M ²	59.50	696.71	41,454.25
Enladrillado	M ²	59.50	466.23	27,740.69
Chaflan de mortero sección triangular 10 cms.	M.L	31.90	190.00	6,061.00
Forjado de escalon con tabique rojo	M.L	59.82	559.86	33,490.83
Celosia de barro en patio de servicio	M ²	24.96	1,814.92	45,300.40
Lambrin de azulejo liso	M ²	79.12	1,942.93	153,724.62
Piso de azulejo nueve cuadros.	M ²	17.68	1,975.27	<u>34,922.77</u>
				563,732.30
YESERIA:				
Aplanado de yeso en muros y plafones	M ²	736.60	191.55	141,095.73

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	TOTAL
Aristas en aplanados de yeso	M ²	280.00	55.30	15,484.00
Falso plafon de yeso	M ²	17.68	1,636.63	28,935.62
Tirol en plafones	M ²	238.00	165.86	39,474.68
				<u>224,990.00</u>
PINTURA:				
Pintura vinilica en muros y plafones	M ²	575.96	153.32	88,306.19
Superficie lisa en interiores				
Pintura vinilica en superficie	M ²	533.55	170.85	91,157.02
Rugosa en exteriores				
Pintura de esmalte en herreria	M ²	206.72	136.75	28,268.96
Barniz en puertas de madera	M ²	52.08	192.99	10,050.92
				<u>217,783.09</u>
ACABADOS:				
Piso de loseta vinilica	M ²	205.76	391.94	80,645.57
				<u>80,645.57</u>
HERRERIA Y VIDRIERIA:				
Herreria tubular en puertas, ventan- as y barandales	M ²	1,662.66	288.51	479,694.04
Colocación herreria tubular	Kg.	1,662.66	52.50	87,289.65
Vidrio 3 mm. de espesor	M ²	34.08	1,376.14	46,898.85
Colocación de Vidrio.	M ²	34.08	385.00	13,120.80
				<u>627,003.34</u>

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	TOTAL
CARPINTERIA				
Puertas de madera 0.70 x 2.10 m.	Pza.	4.00	5,218.70	20,874.80
Puertas de madera 0.80 x 2.10 m.	Pza.	12.00	5,907.55	70,890.60
Puerta multypanel 0.90 x 2.10 m.	Pza.	4.00	8,341.65	33,366.60
				<u>125,132.00</u>
CERRAJERIA:				
Cerradura para puerta de acceso	Pza.	4.00	1,138.66	4,554.64
Cerradura para puerta de intercomuni cación.	Pza.	16.00	1,029.18	16,466.88
Cerradura para puerta tubular	Pza.	4.00	1,078.98	4,315.92
				<u>25,337.44</u>
MUEBLES SANITARIOS:				
Suministro y colocación de W.C.	Pza.	4.00	12,125.89	48,503.56
Suministro y colocación de lavabo	Pza.	4.00	12,199.27	48,797.08
Suministro y colocación de fregadero	Pza.	4.00	8,713.79	34,855.16
Suministro y colocación de gabinete	Pza.	4.00	7,499.62	29,998.48
Suministro y colocación de regadera	Pza.	4.00	3,917.90	15,887.60
Suministro y colocación de lavadero	Pza.	4.00	3,255.32	13,021.28
Suministro y colocación de llaves P/Lavadero	Pza.	4.00	516.00	2,064.00
Suministro y colocación de calentador	Pza.	4.00	21,326.94	85,307.76
Suministro y colocación de tinacos 1100 Lts.	Pza.	2.00	15,270.79	30,541.58

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	TOTAL
Suministro y colocación de botiquín	Pza.	4.00	1,634.09	6,536.36
Suministro y colocación de accesorios	Jgo.	4.00	2,241.69	8,966.76
PARA BAÑO				324,479.62
INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA:				
Salida para W.C. incluye alimentación y desagüe	Sal.	4.00	12,067.89	48,271.56
Salida para lavabo incluye alimentación y desagüe.	Sal.	4.00	12,067.89	48,271.56
Salida para fregadero incluye alimentación y desagüe.	Sal.	4.00	12,067.89	48,271.56
Salida para lavadero incluye alimentación y desagüe	Sal.	4.00	12,067.89	48,271.56
Salida para regadera incluye alimentación y desagüe	Sal.	4.00	12,067.89	48,271.56
Salida para tinacos	Sal.	2.00	12,067.89	24,135.78
Salida para calentador	Sal.	4.00	6,500.00	26,000.00
				291,493.58
INSTALACION ELECTRICA:				
Salida de centro	Sal.	32.00	3,832.51	122,640.32
Salida de contacto	Sal.	32.00	3,832.51	122,640.32
Salida de Spot.	Sal.	9.00	3,832.51	34,492.59
Salida de timbre	Sal.	4.00	3,832.51	15,330.04
Salida de T.V.	Sal.	4.00	3,832.51	15,330.04
Salida de Telefono	Sal.	4.00	3,832.51	15,330.04

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	TOTAL
Salida de Interfon	Sal	4.00	3,832.51	15,330.04
				<u>341,093.39</u>
LIMPIEZA:				
Limpieza gruesa de obra.	M ²	240.00	19.72	4,732.80
Limpieza de recubrimientos vidriados	M ²	240.00	52.71	12,650.40
Carga manual y acarreo de mate rial producto de limpieza al ler. K.M.	M ³	36.00	254.54	9,163.44
				<u>26,546.64</u>

RESUMEN:

CIMENTACION	822,869.54
ESTRUCTURA	1'590,856.99
ALBAÑILERIA	563,732.30
YESERIA	224,990.00
PINTURA	217,783.09
ACABADOS	80,645.57
HERRERIA Y VIDRIERIA	627,003.34
CARPINTERIA	125,132.00
CERRAJERIA	25,337.44
MUEBLES SANITARIOS	324,479.62
INST. HIDRAULICA Y SANI	
TARIA	291,493.58
INST. ELECTRICA	341,093.39
LIMPIEZA	26,546.64
	<hr/>
TOTAL A.C.D. FEB'84	5'261,963.50

M E S E S

ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	MONTO (₡)
CIMENTACION								822,869.54
ESTRUCTURA								1'590,856.99
ALBAÑILERIA								563,732.30
YEBERIA								224,990.00
PINTURA								217,783.09
ACABADOS								80,645.57
HERRERIA Y VIDRIERIA								627,003.34
CARPINTERIA								125,132.00
CERRAJERIA								225,337.44
MUEBLES SANITARIOS								324,479.62
INST. HIDR. Y SANIT.								291,493.58
INSTALACION ELECTRICA								341,093.39
LIMPIEZA								26,546.64
								5'261,963.50
EROGACIONES (₡)	658,295.	921,409.	1'030,701.	1'146,526.	691,670.	640,521.	164,829.	5'261,963.50
AVANCE (%)	12.51	17.52	19.74	21.29	13.14	12.17	3.13	100%

"CONCLUSIONES"

La mayoría de las ramas de la industria han hecho en estos últimos años grandes progresos. Algunos están ya en el proceso de la automatización de la producción.

La fábrica en que se desarrolla hoy la producción automática, está frecuentemente construida todavía según los antiguos métodos de construcción.

La industria de la construcción es indudable que también ha ido progresando; se trabaja con máquinas y grúas, pero considerada a grandes rasgos, queda bastante rezagada en comparación con otras industrias, tanto en industrialización como en automatización. Evidentemente, en el progreso de la construcción juegan factores psicológicos a la vez que también influyen otras diversas circunstancias que tienden a entorpecer y a paralizar los avances.

En el momento en que se logra la industrialización de la construcción, y como consecuencia de este avance viene la producción masiva. Esto sólo es posible cuando un tipo determinado de elemento puede fabricarse en grandes series. Estas pueden conseguirse si dicho elemento se ajusta a las siguientes condiciones:

a) Pueda ser empleado en obras de distintas finalidades (por ejemplo un elemento muro aplicable lo mismo a obras de carácter industrial o a obras de carácter habitacional o de servicios).

b) Si puede desempeñar diferentes funciones (losas - muro, losas de entrepiso, elementos rigidizantes).

c) Que sirva para edificios de variadas dimensiones - pero desempeñando igual cometido gracias a la combinación de - distintas piezas de moldes que permitan emplear los mismos métodos de fabricación.

Otra condición necesaria es la posibilidad de su almacenaje que asegure la continuidad de la producción.

Los proyectos clásicos o tipificados tienen que ser - elaborados de acuerdo con una sistematización de medidas, siendo necesario al mismo tiempo que representen una solución económica, buena, constructiva y adecuada. Además, para la tipificación deben elegirse construcciones apropiadas que durante varios años puedan ser realizadas en la misma forma y en grandes series de modo inmediato. Debido a la tipificación de los elementos constructivos se normalizan también automáticamente los detalles y los enlaces, con lo que la planificación y la ejecución se facilita en gran manera.

Siendo la finalidad de este trabajo el presentar un sistema alternativo de construcción de edificios destinados a satisfacer la demanda de vivienda de interés social y como consecuencia del sistema descrito anteriormente, mencionaremos a continuación los aspectos más relevantes que nos llevaron a proponer y estudiar dicho tema:

TECNICO - ECONOMICO

La eficiencia de la producción en serie empleada en la fabricación de elementos normalizados o estandarizados (previamente colados y tensados), los convierte en uno de los materiales más económicos en existencia para numerosos tipos de estructuras. En el lugar de la obra, tiempo y trabajo son ahorrados por medio de la rápida erección de las losas prefabricadas, disminuyendo notablemente la obra falsa y el empleo de concreto colado en el lugar. Esta rapidez y limpieza provocan, por añadidura, beneficios resultantes de terminar el trabajo en un lapso de tiempo más corto comparativamente con otro sistema constructivo. De igual forma se observa que al disminuir la relación de carga viva a carga muerta, los elementos resultantes son de menor peso, lo que repercute notablemente en el diseño de la cimentación ya que esta tenderá a ser menos complicada en cuanto a su estructuración y por ende a su ejecución, teniendo en cuenta condiciones normales de trabajo.

Refiriéndonos a los tiempos de ejecución como un parámetro importante de la economía del sistema y observando los programas de ejecución de obra de los sistemas presentados estamos en condiciones de hacer notar el peso que tiene este concepto en cuanto a economía se refiere. La primera observación que se presenta es que el sistema con prefabricados abate los tiempos de ejecución en un 54% con respecto al sistema tradicional, esto genera movimientos económicos trascendentes para el financiamiento de las obras. Debido a la rapidez del sistema con prefabricados se requiere de un respaldo económico confiable puesto que las erogaciones que representan el total de la obra se suscitan en un período corto de tiempo (ver tabla de erogaciones).

No obstante de requerir el monto total de la obra a corto plazo, los beneficios que esto acarrea son superiores, dado que la recuperación de la inversión es más rápida, se obtiene una obra más económica, esto es, debido a que queda afectada en menor medida por los escalamientos de precios que provoca una economía inflacionaria como la nuestra. Como consecuencia de la pronta recuperación del capital invertido es entendible que obtendremos la utilidad prevista en plazos menores. Bajo las anteriores ventajas, es importante considerar cuál será la fuente de financiamiento puesto que al recuperar en forma rápida el capital se deberán abatir los intereses del financiamiento y por lo tanto obtendremos viviendas que se - -

apeguen a las condiciones de interés social.

Como beneficios sucesivos del sistema tenemos mayores superficies libres de apoyos, gracias a elementos para claros-largos con lo que queda la opción al usuario de escoger la distribución arquitectónica que más le convenga; una gran resistencia al fuego, así como el bajo costo del mantenimiento de este material a prueba de fisuras.

Debido a que la mayor parte de las plantas de prefabricados están ubicadas en el centro del país, el sistema descrito presenta su máxima economía cuando se trabaja en un radio de acción no mayor a 600 km., debido a que lo contrario incrementaría los costos por flete y los costos indirectos de la obra.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto es de tomarse en cuenta los beneficios que trae consigo la aplicación de este sistema constructivo, por lo que creemos conveniente se valore de una manera objetiva la nobleza, la versatilidad, la economía del sistema y la técnica aplicada dejando como antecedente que ya está en funcionamiento el prototipo experimental con un comportamiento satisfactorio, motivo por el cual surgió la inquietud de desarrollar este trabajo.

Por último, es nuestra intención al presentar este --

trabajo ante la comunidad universitaria y en especial a la Facultad de Ingeniería, el buscar el inicio de la difusión y -- aceptación del sistema propuesto, ya que por ser un sistema -- constructivo novedoso requiere del apoyo de una institución -- competente y con el prestigio que ha caracterizado a través -- del tiempo a nuestra Universidad. Es nuestro deseo que este -- trabajo de tesis sea tomado en cuenta tanto por las instituciones -- educativas, las cuales se encargarán de hacer las observa-- ciones, correcciones, y modificaciones pertinentes puesto que -- este trabajo no está exento de ellas; como por los organismos -- que tienen la facultad de aprobar impulsar y darle las aplica-- ciones que de acuerdo a la factibilidad de los proyectos pro-- puestos resultan más convenientes.

BIBLIOGRAFIA

Introducción al Concreto Presforzado. Allen, A.H. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. 1979. 1a. Edición.

Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI-318-77) y comentarios. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. México 1979. 1a. Edición.

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Editorial Porrúa. México 1980.

Manual de la Construcción Prefabricada. Tomo 1, 2, y 3
Dr. Ing. Tihamér Koncz. Hermann Blume Ediciones. España 1974.

La Construcción con grandes Elementos Prefabricados.
R. von Halász, G. Tantom. Ediciones Urmo. España 1972.

Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto. Instituto de Ingeniería U.N.A.M. México Julio 1977-401.

Practica recomendable para el Curado del Concreto (ACI-308)
Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. México 1982.

Conexiones de Elementos Prefabricados de Concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del concreto, A.C. México, 1980.