

**APLICACION DE ELEMENTOS  
PRE FABRICADOS  
EN CONSTRUCCION  
DE VIVIENDA**



**UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE  
ARQUITECTURA**

**1980**

**T E S I S      P R O F E S I O N A L**

**P R E S E N T A D A      P O R**

**E L      B A C H I L L E R**

**R O L A N D O   C A M A C H O   M E N C O S**

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

DECANO EN FUNCIONES:	Arq. Miguel Angel Santacruz
VOCAL PRIMERO:	
VOCAL SEGUNDO:	Arq. Francisco Chavarría S.
VOCAL TERCERO:	Arq. Guillermo Roldán
VOCAL CUARTO:	
VOCAL QUINTO:	Br. Carlos Cetina
SECRETARIO a.i.	Arq. Pedro Rolando Anleu

TRIBUNAL EXAMINADOR

DECANO EN FUNCIONES:	Arq. Miguel Angel Santacruz
EXAMINADOR:	Arq. Roberto Búrbano
EXAMINADOR:	Ing. Marco Tulio Ventura Roldán
EXAMINADOR:	Arq. Hugo Rolando Meza
SECRETARIO a.i.	Arq. Pedro Rolando Anleu

## I N D I C E

CAPITULO 1	QUE ES PREFABRICACION	PAGINA	1
1.1	PREFABRICACION EN CONSTRUCCION		
1.2	PREFABRICACION ABIERTA		
1.3	" CERRADA		
1.4	" LIGERA		
1.5	" MEDIA		
1.6	" PESADA		
CAPITULO 2	ORIGENES DE LA PREFABRICACION	PAGINA	7
2.1	ASPECTOS HISTORICOS		
2.2	LA REVOLUCION INDUSTRIAL		
2.3	PRIMERAS REALIZACIONES		
2.4	PRIMEROS EDIFICIOS DE NIVELES		
2.5	EXPOSICIONES INDUSTRIALES		
2.6	FERIAS MUNDIALES		
2.7	CONSTRUCCION EN MADERA TIPO "BALLON"		

CAPITULO 3	COORDINACION DIMENSIONAL Y MODULAR EN LA CONSTRUCCION	PAGINA 23
3.1	DEFINICION	
3.2	EL MODULO	
CAPITULO 4	SISTEMAS INTERNACIONALES	PAGINA 27
4.1	PREFABRICACION EN EUROPA ORIENTAL	
4.2	" " YUGOSLAVIA	
4.3	" " POLONIA	
4.4	" " UNION SOVIETICA	
4.5	" " EUROPA OCCIDENTAL. SISTEMAS APLICADOS	
CAPITULO 5	LA PREFABRICACION EN AMERICA LATINA	PAGINA 75
5.1	PREFABRICACION EN COLOMBIA	
5.2	" " CHILE	
5.3	" " VENEZUELA	
5.4	" " CUBA	
5.5	" " BRASIL	
5.6	" " MEXICO	

CAPITULO 6	PREFABRICACION EN ESTADOS UNIDOS	PAGINA	116
6.1	PREFABRICACION ABIERTA EN CONCRETO		
6.2	CONSTRUCCION MEDIANTE SISTEMAS DE PANELES		
6.3	PROCEDIMIENTO A BASE DE CELULAS TRIDIMENSIONALES EN CONCRETO		
CAPITULO 7	DEFICIT HABITACIONAL EN GUATEMALA	PAGINA	145
7.1	SITUACION HABITACIONAL EN GUATEMALA		
7.2	DEFICIT HABITACIONAL		
7.3	DIFERENTES CLASES DE DEFICIT		
7.4	NECESIDADES DE VIVIENDA		
CAPITULO 8	ORIGENES DE LA PREFABRICACION EN GUATEMALA	PAGINA	152
8.1	LAS PRIMERAS EMPRESAS		
8.2	LAS PRIMERAS REALIZACIONES		
CAPITULO 9	MATERIALES, ELEMENTOS Y SOLUCIONES EN GUATEMALA	PAGINA	156
9.1	MATERIALES Y ELEMENTOS EN EL MERCADO NACIONAL		
9.2	SOLUCIONES QUE SE DAN EN EL PAIS		

CAPITULO 10	PREFABRICACION EN GUATEMALA	PAGINA	164
10.1	SISTEMAS PREFABRICADOS QUE SE APLICAN EN GUATEMALA		
10.2	PROBLEMATICA DE APLICACION DE SISTEMAS PREFABRICADOS INTERNACIONALES EN GUATEMALA		
CAPITULO 11	SISTEMA PROPUESTO	PAGINA	232
11.1	DESCRIPCION DEL SISTEMA		
11.2	MATERIALES		
11.3	OBJETIVOS		
11.4	CONCLUSIONES		
11.5	RECOMENDACIONES		

## I N T R O D U C C I O N

El presente trabajo pretende, hacer un análisis de la situación actual del prefabricado en la construcción, tanto a nivel mundial, como a nivel nacional, enumerando cada uno de los sistemas existentes; para luego, proceder a proponer un diseño de vivienda económica, que se ajuste a las necesidades de nuestro medio y que utilice elementos prefabricados, tanto de los existentes en el mercado nacional, como los que se diseñarán en nuestra propuesta, tomando en cuenta, en el desarrollo en mención, las limitaciones existentes en nuestro país.

Con esto se procede, no sólo a cumplir con el requisito de la graduación sino además, a colaborar aunque en mínima parte a aliviar el problema del déficit habitacional existente en Guatemala.

## CAPITULO 1. QUE ES LA PREFABRICACION?

Gramaticalmente prefabricación es una palabra compuesta que no aparece en los diccionarios comunes. Pero, ésta la podemos separar en dos palabras simples que son: PRE y FABRICACION, la primera por definición dice ser: el primer elemento que en numerosos compuestos castellanos indica las ideas de antelación, o anticipación a actuar. La segunda dice: acción y efecto de fabricar.

De estas dos definiciones podemos deducir que prefabricación es para términos de construcción: "la anticipación de la fabricación de elementos constructivos", es decir, que será la elaboración de partes de una construcción; como por ejemplo, muros, cubiertas, pisos; llamándose se elementos prefabricados a un conjunto de materiales, que habiéndose fabricado previamente van a formar parte de una construcción.

Como podemos ver, la mayoría de los materiales de construcción son prefabricados, ya que tanto el ladrillo, como el block, el hierro, al igual que el cemento y el pedrín, son elaborados y procesados en fábricas, antes de ser utilizados en las obras.

Si analizamos, por ejemplo, la elaboración del ladrillo, que se realiza mediante el aprove

chamiento de la arcilla como materia prima, y sus trabajos de mezclas proporcionadas con otros elementos, moldeo y por último su cocimiento en hornos para el efecto. Al igual, la fabricación del cemento, desde su explotación en la cantera y sus diferentes pasos de elaboración a base de trabajos mecánicos, pruebas químicas, cocimiento en hornos, mezclas especiales, hasta llegar a las condiciones de utilizarse en la construcción. Todo este proceso es prefabricación, pues, se está fabricando un elemento o material previo para una construcción.

Ahora bien, en nuestro trabajo haremos una diferenciación muy clara de lo que serán los materiales de construcción y los elementos prefabricados, conforme a nuestra definición de prefabricación.

Llamaremos MATERIALES DE CONSTRUCCION, a todos los elementos o materiales como el ladrillo, el block, el hierro, la arena, el pedrín, el cemento, etc. Los que individualmente no funcionan o forman parte de una construcción.

Y llamaremos ELEMENTO PREFABRICADO, al que por sus dimensiones y función previamente diseñada, individualmente corresponden a una parte de una construcción.



### 1.1 ¿QUE ES PREFABRICACION EN CONSTRUCCION?

Es el procedimiento industrializado de construcción en que se utilizan en alto porcentaje elementos de varias formas y dimensiones, con función específica en el proceso de construcción, fabricados generalmente en lugar distinto al de su colocación en la obra.

A continuación veremos unas definiciones de algunos tipos de prefabricación:

### 1.2 Prefabricación Abierta:

Este tipo de prefabricación utiliza elementos fabricados en serie de distinta procedencia,

es decir, de diferentes fábricas, que se prestan al montaje haciendo combinaciones muy variables y por consiguiente, haciendo intercambios hasta un cierto grado.

Por lo general se trata de elementos de vivienda que se combinan y se montan en variedad de formas de acuerdo a distintos proyectos arquitectónicos.

Las piezas se basan en un sistema modulado de medidas estrictas y exigencia en sus acabados, dado a sus posibilidades de intercambio con otros elementos. Comprenden éstos desde paneles hasta bloques funcionales como lo son ductos de humo, ventilación y de basura. Y los bloques de cocina, cuarto de baño, que llegan a las obras totalmente terminados, sin requerir otra operación que los empalmes de las tuberías respectivas de servicios.

### 1.3 Prefabricación Cerrada:

Este tipo de prefabricación, es la que utiliza elementos en serie no previstos para la posibilidad de intercambiarlos con otros de procedencia ajena al propio sistema, y que exigen una coordinación estricta en las distintas etapas del proyecto, la fabricación, el transporte y el montaje de los elementos.

Este sistema consiste en la industrialización de grandes piezas, que forman elementos completos de vivienda. Este proceso industrial es mucho más complejo y precisa de técnicas muy especiales, desde las de su fabricación, detalles estructurales de las piezas y equipos de transporte, así como del montaje de la obra.

Dentro de cada uno de estos tipos, cabe distinguir lo que son:

1.4 Prefabricación Ligera:

Es un tipo de prefabricación que necesita de una maquinaria de manejo, para trabajar el montaje de los elementos, cuyo peso no sobrepase las 1100 libras, no importando el tamaño o volumen de éstos.

1.5 Prefabricación Media:

Es la que necesita maquinaria para el manejo de elementos que no excedan 2200 libras de peso, sin importar el tamaño o volumen de éstos.

1.6 Prefabricación Pesada:

Es la que necesita de maquinaria especial para el montaje de elementos cuyo peso sobrepasen las 2200 libras, sin importar el tamaño de las piezas.

## CAPITULO 2. ORIGENES DE LA PREFABRICACION

### 2.1 ASPECTOS HISTORICOS

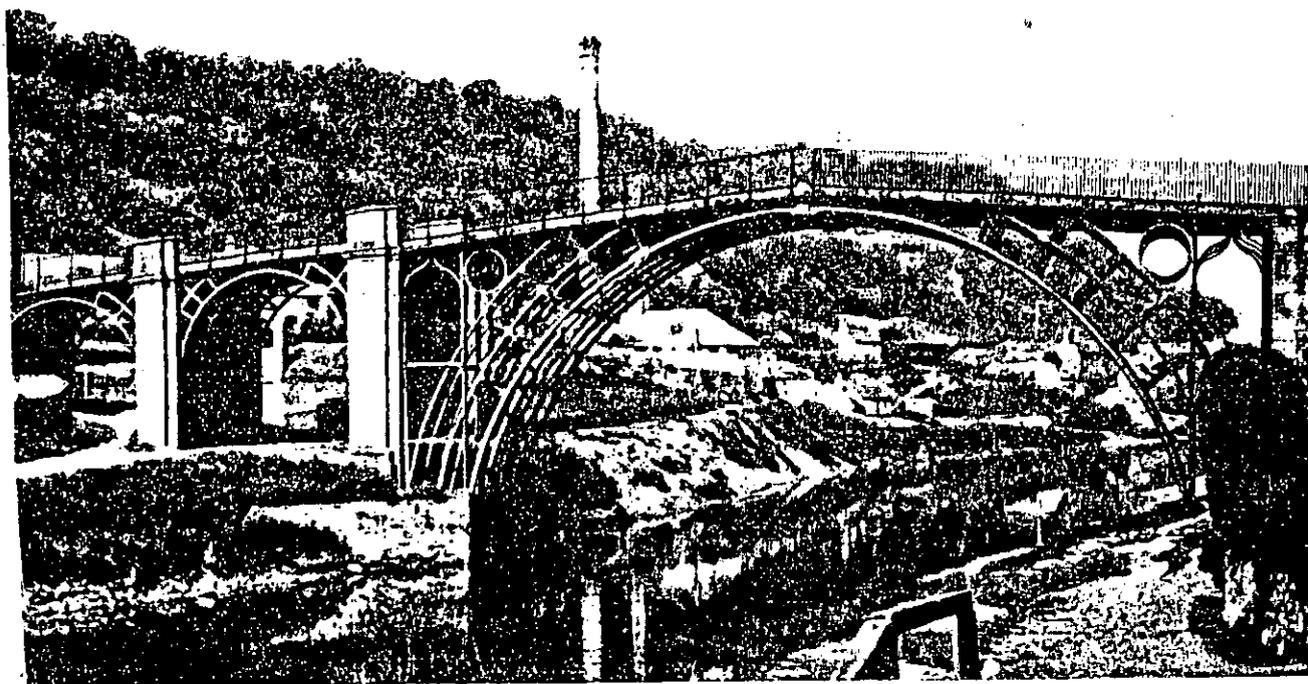
La prefabricación no es un concepto nuevo dentro del campo de la construcción, desde hace mucho tiempo en la historia se tienen muestras de su existencia. Ya el hombre primitivo lo empleo en la construcción de su choza, lo cual dado a su forma de vida nómada, ésta la desarmaba y la llevaba consigo al trasladarse a otros lugares donde se instalaba de nuevo. Incluso aplicaba un sistema claro de autoconstrucción y de ayuda mutua, ya que entre todos los habitantes de una determinada comunidad construían sus viviendas.

No podemos dudar que en las grandes construcciones históricas como las pirámides de Egipto, el Partenón en Grecia, y los majestuosos templos Mayas en América, exista un grado de prefabricación, pues, podemos observar que todas estas edificaciones responden a un sistema constructivo semejante, consistente en una superposición de bloques de piedra que responden a funciones estructurales y de cerramiento, es decir, como paredes gruesas previamente concebidas. Estos bloques de piedra, pesados, necesariamente tuvieron que ser estrictamente dimensionados y esmeradamente tallados previo a su utilización, además de proveerse de un sistema de transporte adecuado, así como también de un ingenioso método para elevarlos y colocarlos hasta su posición fi

nal. Todo esto nos indica una etapa primaria de los orígenes de la prefabricación.

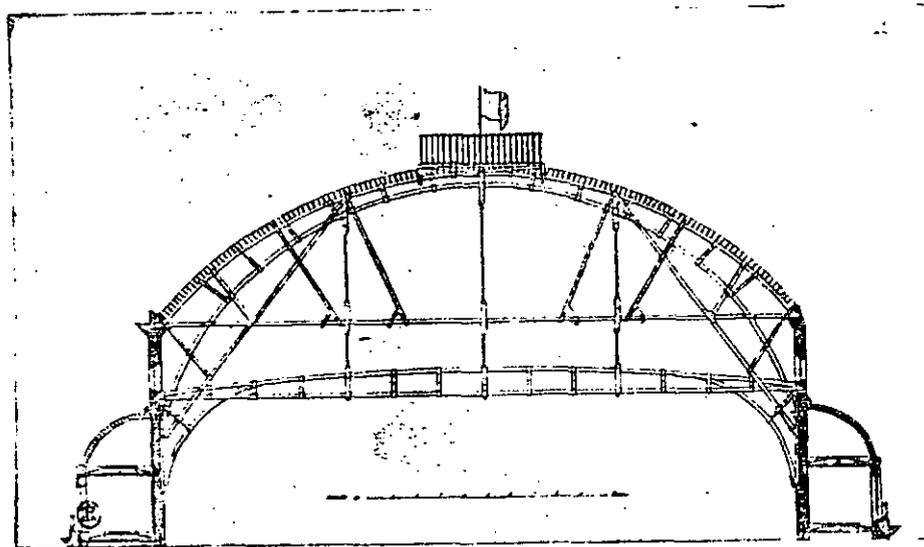
## 2.2, LA REVOLUCION INDUSTRIAL

Otra etapa de los orígenes de la prefabricación se encuentra en la revolución industrial en el siglo XVIII, donde la introducción de nuevos materiales e inventos científicos, transformaron todos los niveles de la industria en todos sus aspectos. Dentro de éstos la construcción fué uno de los más sobresalientes. En Inglaterra, en 1750, con la utilización del hierro en la construcción a base de piezas fundidas, se hacen los primeros ensayos de construcción de puentes, aspecto con que se inició el empleo del hierro fundido; y en 1775, nació el primer puente formal a base de estructura de hierro fundido, con una longitud de 30.15 metros de luz, este puente construido sobre el río Severn, fué calificado como uno de los más atrevidos experimentos en el uso del material recientemente obtenido.



87. ABRAHAM DARBY, El primer puente construido en hierro, sobre el río Severn, 1775-79, Longitud, 3015 m.; altura, 135.

Posteriormente debido a su fácil moldeaje y resistencia obtenida, además de su aspecto decorativo, el hierro fundido fué utilizado como material para estructura de techos (tendales y costanera), sustituyendo la madera tan propensa a incendiarse y su poca durabilidad. Ejemplo clásico el Teatro Francés, París en 1,876.

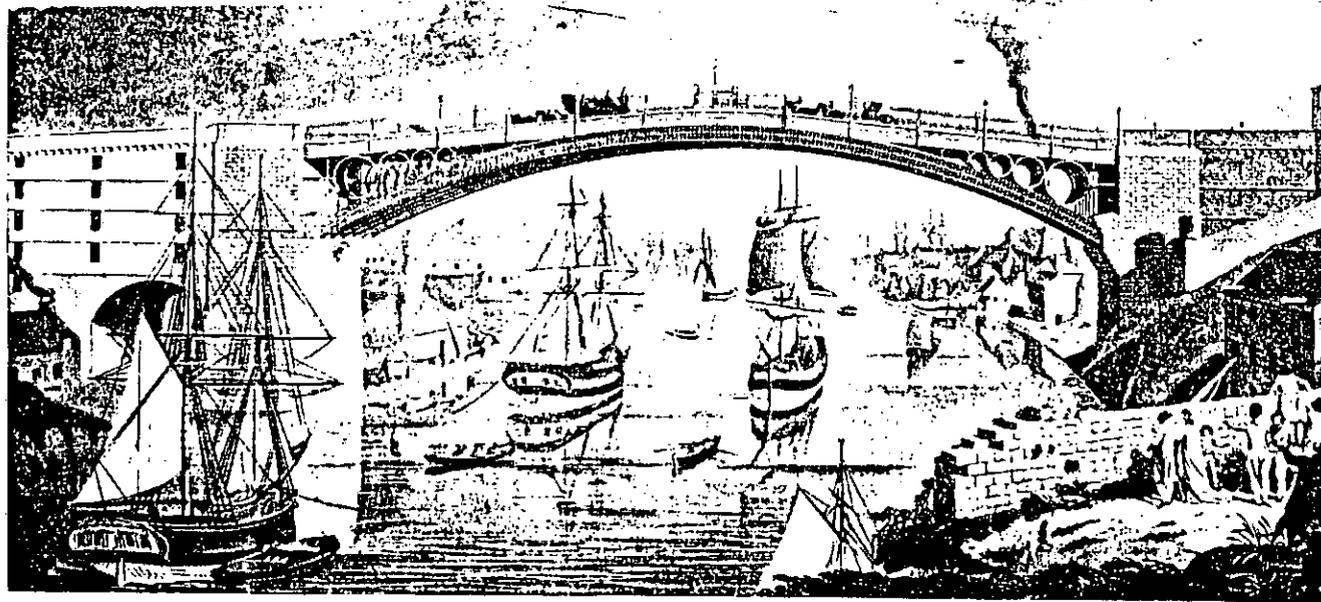


91. VICTOR LOUIS, Teatro Francés, Cubierta en hierro. 1876. *La disposición del envigado revela una instintiva noción del momento de inercia, que no había aún sido objeto de una fórmula científica.*

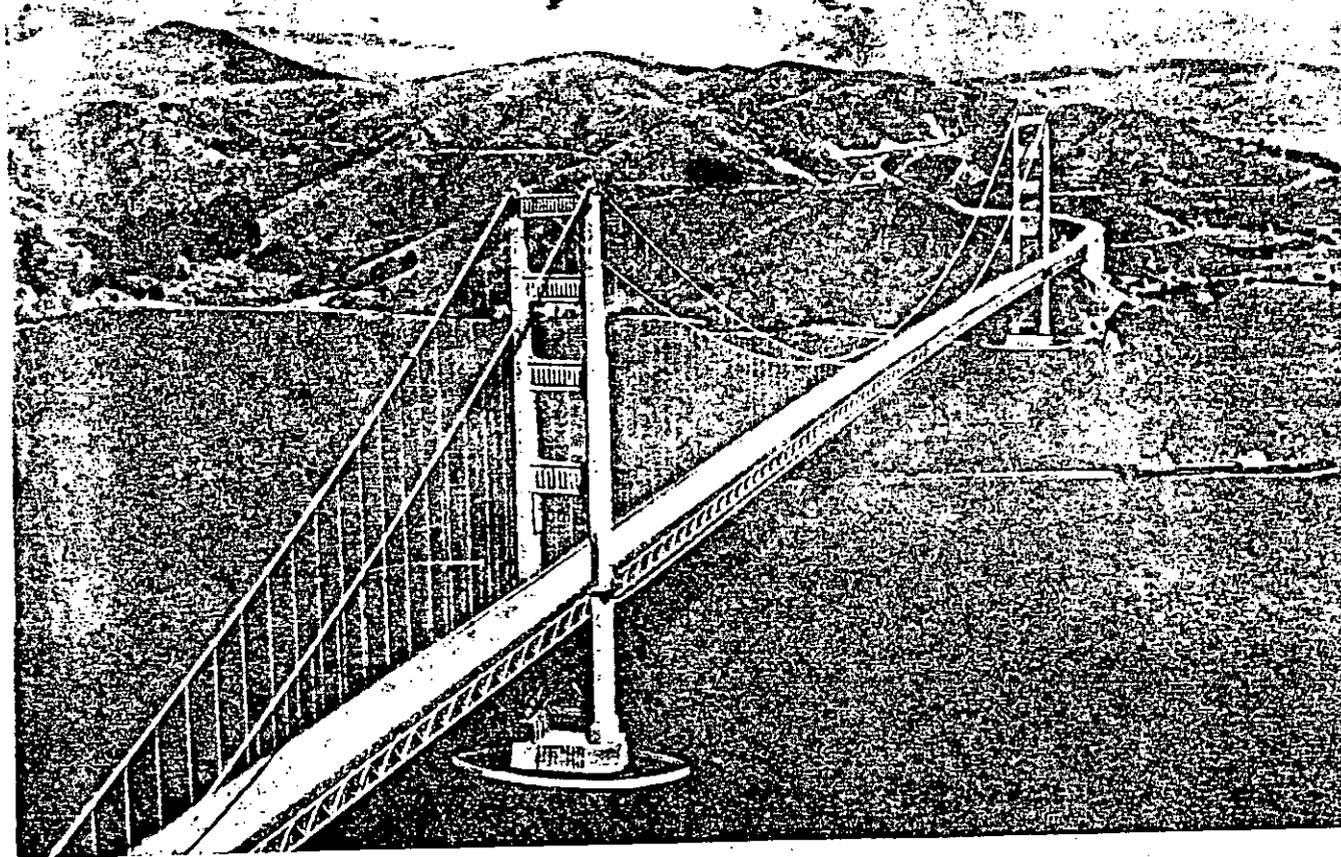
### 2.3 PRIMERAS REALIZACIONES

Así, de esta manera fué introducida también la columna de hierro fundido, sustituyendo los gruesos pilares de madera. La necesidad de espacios grandes para la instalación de las nuevas fábricas debido a las nuevas máquinas, apresuró la utilización del hierro en las más ingeniosas formas. Pues, esto requirió la construcción de bóvedas con nervios de hierro fundido, bóvedas de cristal que permitían luz apropiadas en las fábricas.

Todas estas construcciones reflejaron la introducción de piezas prefabricadas en la construcción. Seguidamente se construyeron los primeros puentes colgantes, de estructura de hierro fundido y cable metálico, innovación dentro de la utilización del hierro, ya que de aquí vino el principio de la transmisión de todas las cargas a un cable contiguo y elástico que corre a lo largo de toda la estructura, y este principio constituye la base para los más audaces puentes colgantes construídos hoy en día. De aquí nació el "GOLDEN GATE", el más importante de los puentes colgantes, donde puede apreciarse la aplicación de la prefabricación en todos sus aspectos, desde la fabricación de los elementos estructurales, sus montajes y transporte, así como su economía y perfecto funcionamiento.



88. Puente de Sunderland, 1793-96. Arco único de 70,80 m. de luz. Tal longitud, relativamente grande, fue conseguida adoptando el sistema de la construcción en piedra a la obra de hierro.

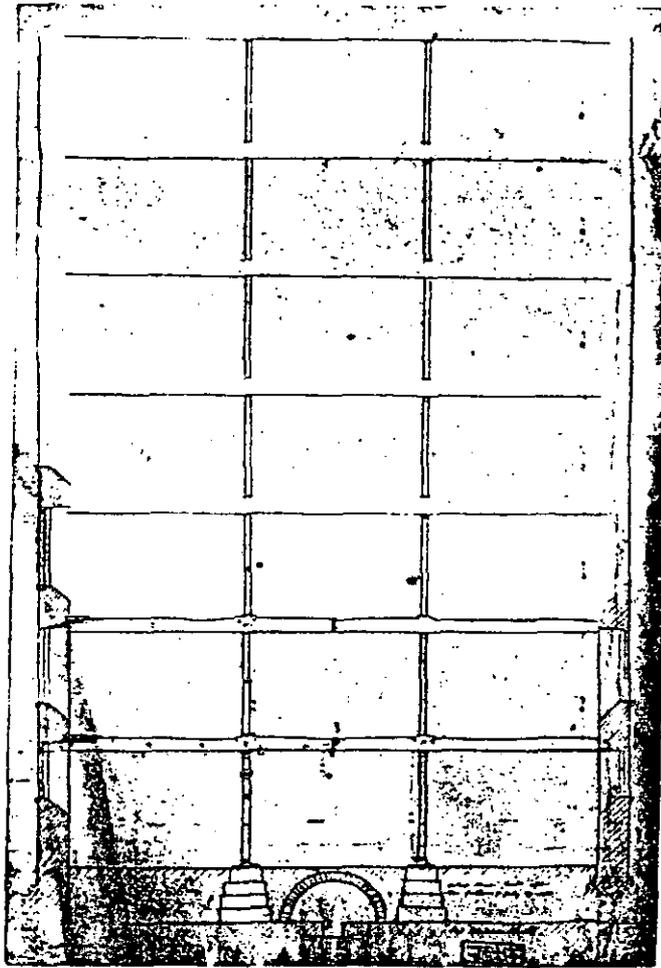


94. Puente "Golden Gate", en San Francisco. 1933-37. El más importante de los grandes puentes colgantes. Dimensiones: longitud total, 2.806 m.; longitud de la arcada principal, 1.281 m.; anchura de la pista transitable, 18'30 m.

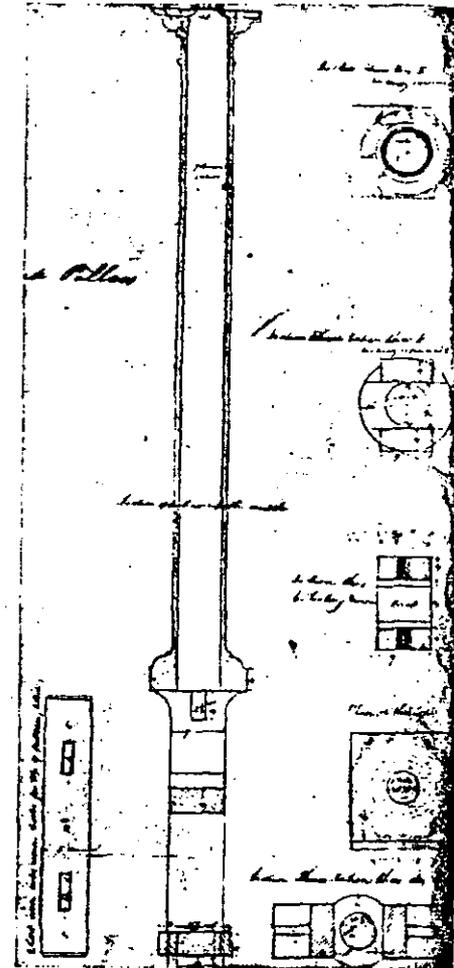
#### 2.4 PRIMEROS EDIFICIOS DE NIVELES

La primera combinación de vigas y columnas de hierro fundido para la construcción de edificios altos, fué en 1,801 (Manchester, Inglaterra). Se trata de un edificio de 7 niveles, de 42

metros de longitud y 12.60 metros de ancho, destinado para una fábrica de hilados. Las vigas -  
eran las primeras de perfil I, se extendían a través del edificio de muro a muro, el cual era -  
circundado de muros de mampostería.



105. BOULTON y WATT, Dibujos para la ejecución del primer establecimiento de siete plantas, con columnas y vigas en hierro fundido.



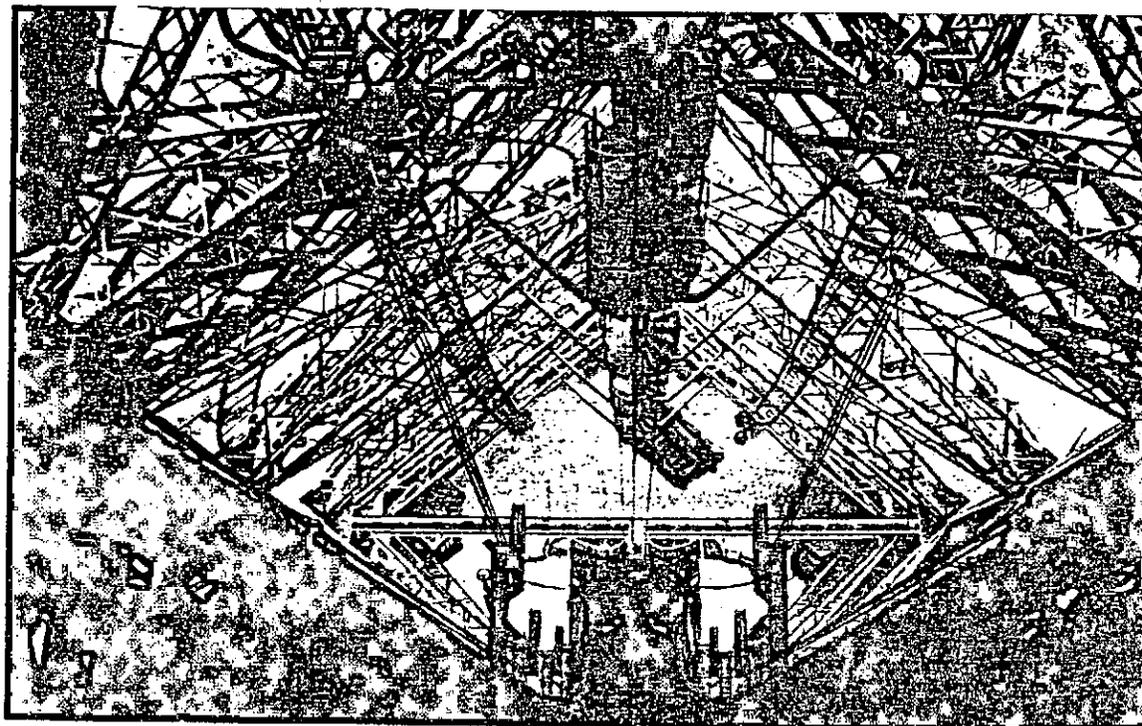
106. BOULTON y WATT, Dibujos para la ejecución del primer establecimiento de siete plantas con columnas y vigas en hierro fundido. Sección de una de tales columnas.

Este experimento fué el peldaño primario en la fase de la estructura de acero, que finalmente hizo su aparición en Chicago, durante el año de 1880.

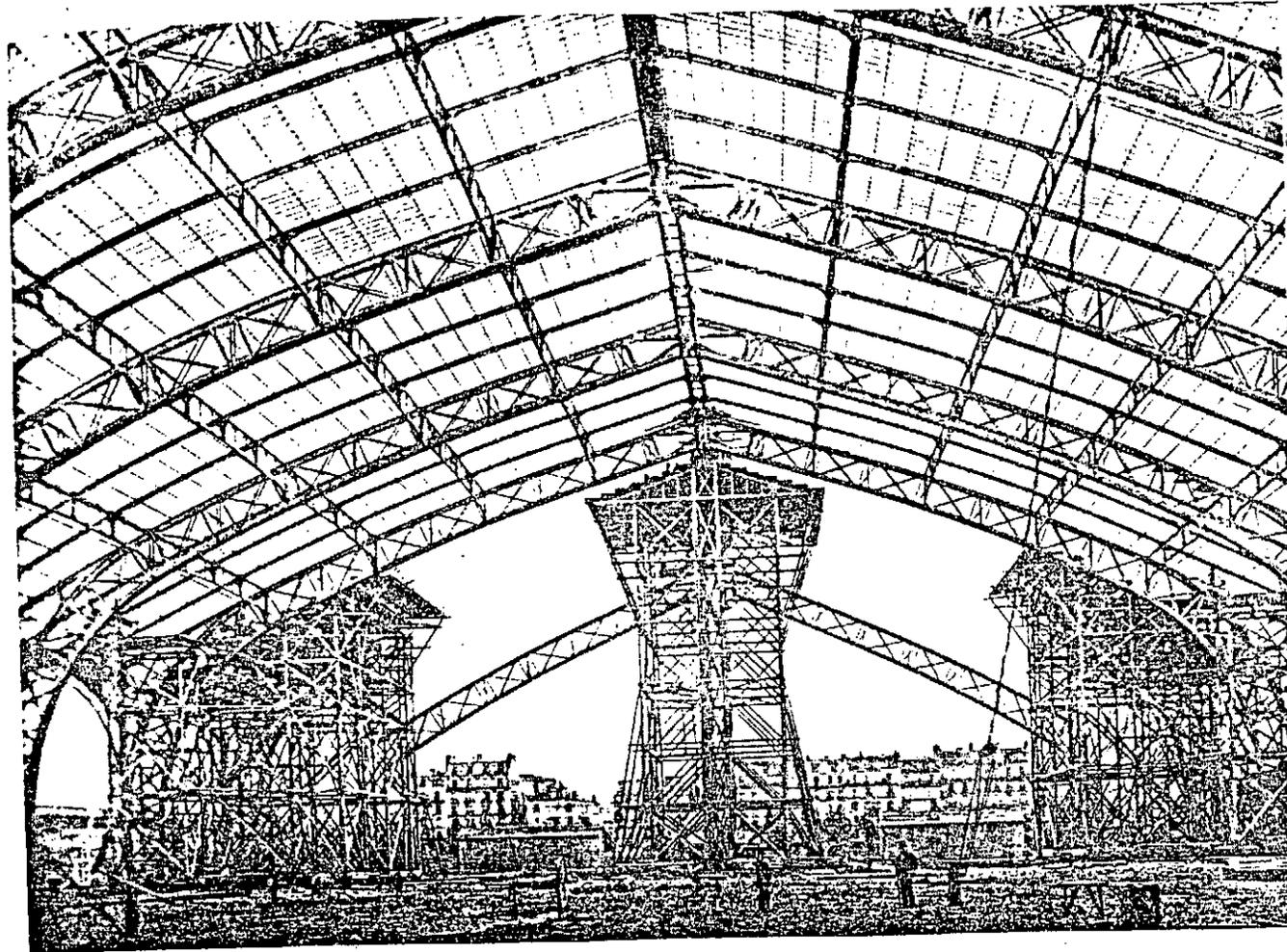
## 2.5 EXPOSICIONES INDUSTRIALES

La historia de las exposiciones industriales, durante la segunda mitad del siglo XIX, constituye al propio tiempo una historia de la construcción en hierro y la producción de estructuras prefabricadas en hierro forjado. Los edificios de las exposiciones fueron construídos de manera que su montaje fuera rápido, así como también su desmantelamiento, operaciones facilitadas ambas, mediante el empleo de estructuras desarmables de hierro fundido. Además las partes prefabricadas de este metal para tales edificios podían fabricarse en talleres diversos y especializados. Así de esta manera, debido a que las exposiciones se llevaban a cabo en breves intervalos, la ingeniosidad y producción de estas estructuras se hizo más reñida, dando así un gran campo de experimentación en un sistema de piezas y estructuras prefabricadas.

173. G. EIFFEL. La primera plataforma de la Torre Eiffel vista desde la segunda. La fotografía está tomada en el hueco del ascensor. A derecha e izquierda, las guías de este elevador, que penetran en la planta baja.



En la gran exposición de Londres en 1,891, la obra de JOSE PAXTON maravilló al mundo en EL PALACIO DE CRISTAL, construcción a base de estructura prefabricada, combinando materiales de - hierro, cristal y madera. La superficie que ocupaba esta edificación fué de 62,000 Mts<sup>2</sup>.



## 2.6 FERIAS MUNDIALES

En América, para la feria mundial en Nueva York el año de 1,893, se presentó un proyecto de estructura metálica, económica y desmontable que podía utilizarse haciendo diversidad de combinaciones entre sus piezas prefabricadas, pudiendo dar soluciones espaciales según las necesida

das de los edificios. El autor de este nuevo sistema constructivo JAIME BOGARDUS (1,800-1,874), utilizó como materiales, cristal, hierro y madera.

El proyecto de JAIME BOGARDUS, consistía en la construcción de un coliseo de 360 metros de diámetro, el muro exterior tendría una altura de 18 metros dividido en cuatro niveles con arcos y columnas colocadas en serie a su alrededor, haciendo destacar los distintos pisos. Una torre de 90 metros de altura se levantaría en el centro del coliseo con 13 niveles con el doble propósito de servir de soporte al techo, de plancha de hierro, sostenido desde allí, por cables de acero y también para utilizarse como un gran observatorio. BOGARDUS proyectaba instalar un ascensor en la torre para el acceso de los visitantes hasta aquella altura. El edificio se construyó para la feria y posteriormente toda la estructura fué utilizada para otras edificaciones. Como puede verse la imaginación de BOGARDUS fué una audaz visión del desarrollo futuro.

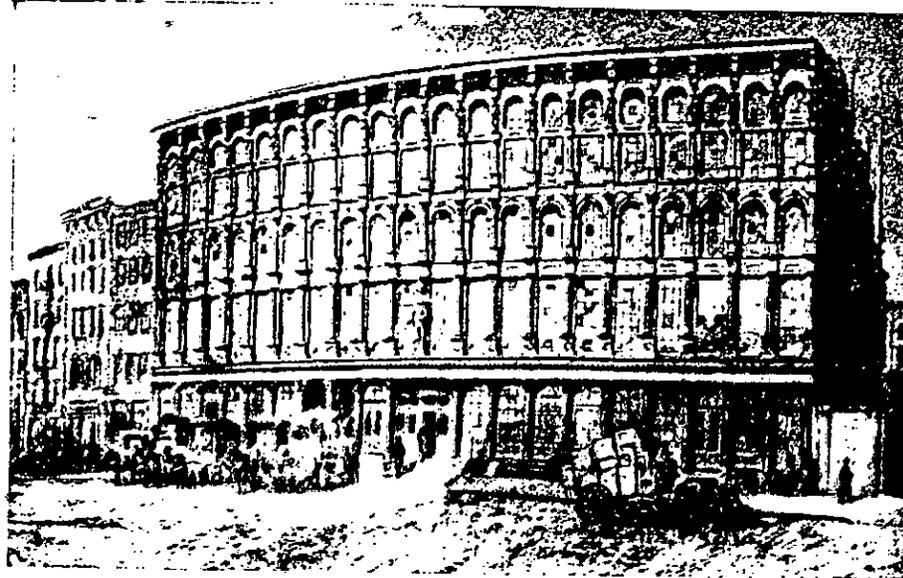
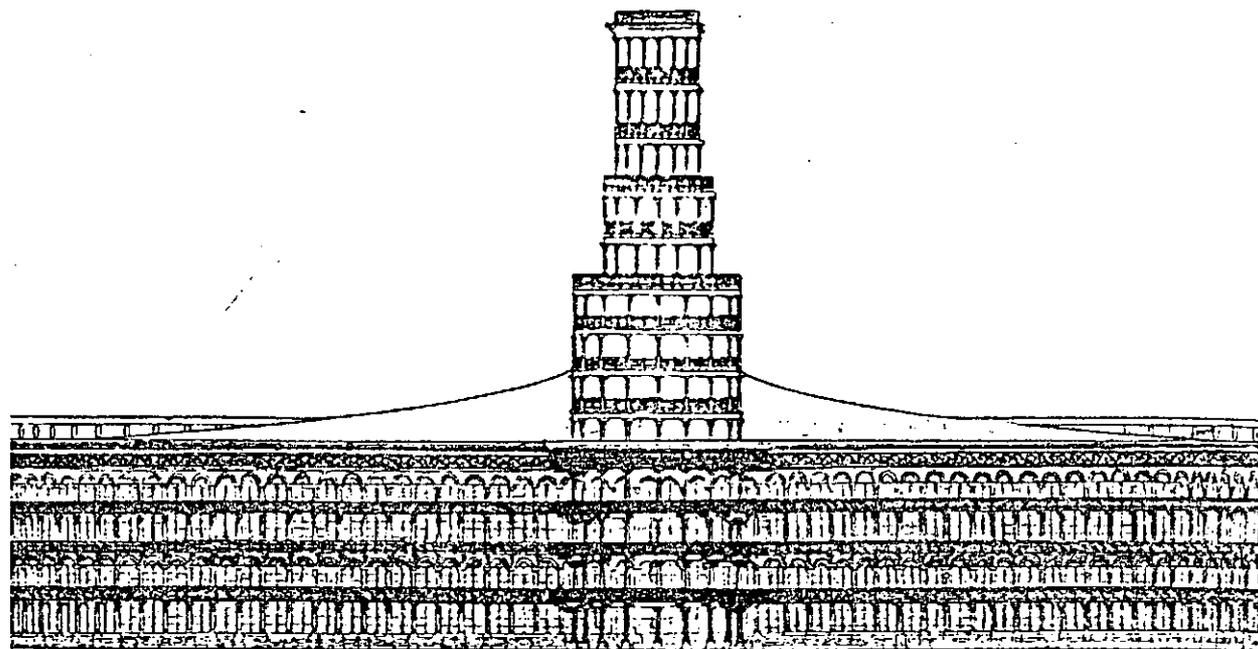


FIG. JAIME BOGARDUS. Cálculo para el "Col. Harper Brothers" Nueva York 1851



III. JAIME BOGARDUS, Proyecto para la Feria Mundial de Nueva York. 1853. Su anfiteatro tenía el diámetro de 360 m.; la torre, de una altura de 90 m., estaba destinada a contener lo que podríamos considerar el mecanismo para el primer ascensor utilizado para personas. En una circunferencia de tal amplitud se podían emplear vigas en sentido vertical, con posibilidad de poder ser luego utilizadas para otras aplicaciones, al clausurar la Feria.

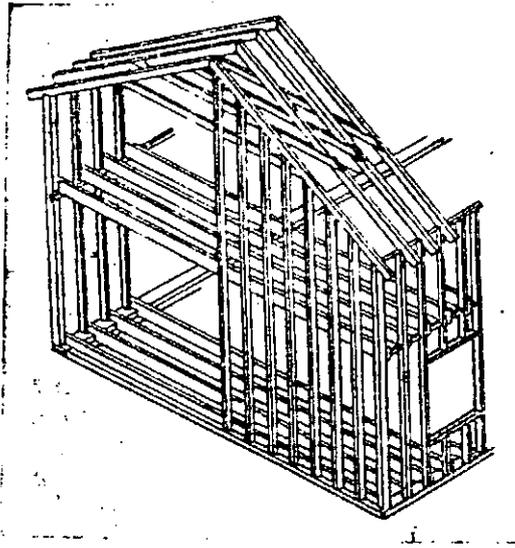
Más tarde BOGARDUS identificó la arquitectura específicamente americana al sustituir en la construcción de edificios de varios niveles las paredes exteriores por columnas de hierro como medio de soporte para los techos del edificio, colocando en su lugar, piezas prefabricadas y cristales; haciendo combinaciones con arcos de hierro fundido, logrando así resaltar la estructura y las superficies transparentes.

## 2.7 CONSTRUCCION EN MADERA TIPO "BALLON"

Hacia la mitad del siglo XIX, surge en los Estados Unidos un sistema constructivo en madera, sencillo, económico que ha prevalecido durante más de cien años en el campo de la construcción, la estructura tipo "BALLON" en el año de 1833.

Esta estructura se halla íntimamente ligada con el nivel de industrialización a que había llegado América. Su invención en realidad convirtió en industria la construcción a base de madera, que hasta aquél momento había sido una técnica complicada, y que exigía una gran habilidad manual.

El principio de la construcción tipo "BALLON", es el de sustituir el antiguo y mucho más - caro sistema de construcción en madera a base de ensamble y espiga por delgadas piezas de madera en forma de armazones en toda la altura del edificio, fijados únicamente por clavos. Dos personas con este sistema podían obtener con facilidad los mismos resultados que veinte hombres con una estructura de madera.



208. Construcción en estructura tipo "balloon",  
De G. E. Woodward. "Woodward's Country Ho-  
mes" (Nueva York 1869).

La estructura de madera del tipo "BALLOON" tiene una característica cuya exactitud tanto se refiere a la resistencia como a la economía. Con la labor de un operario hábil, la construcción de este tipo podía ser montada con un 40 % de economía en comparación con la estructura ensamblada.

Esta estructura guarda una clara relación con la conquista del Oeste, desde Chicago, hasta la Costa del Pacífico.

Todos los contemporáneos reconocieron que en las praderas y en las ciudades aparecieron -- las casas en una proporción increíble debido a este nuevo tipo de construcción.

Con la mecanización, la mano de obra necesaria para la construcción disminuyó grandemente, y las praderas del Oeste aparecieron sembradas de casas que con sus acabados ya y con sus diferentes piezas numeradas, eran producidas en grandes cantidades y luego, eran enviadas allí. Se dice que si no hubiera sido por la construcción de tipo "BALLOON", Chicago y San Francisco no hubieran podido pasar como lo hicieron y en un año, de pequeñas poblaciones a grandes ciudades. Durante el período en el cual fué colonizado el Oeste, los contemporáneos consideraron el sistema de construcción tipo BALLOON como la construcción más importante a la Arquitectura doméstica americana.

La construcción tipo BALLOON, es una ligera estructura de madera, a base de reglas y tendales, que conforman el esqueleto, el cual en forma de un entramado sencillo, es forrado de tablas transversales en todos sus costados. La particularidad, es que todas las piezas que la forman están unidas únicamente por cortes a escuadra y clavos. El primer ejemplo de este tipo de construcción fué la iglesia de Sta. María en Chicago, la primera de las iglesias católicas en esta ciudad en 1,833.



209. Iglesia de Santa María, Chicago, 1833. *La primera construcción en estructura tipo "balloon". Demolida y reconstruida por tres veces durante su breve existencia.*

En una exposición en París, 1,867 fueron enviadas desde Chicago, unas casas desmontables del tipo BALLOON como ejemplo de la construcción de vivienda prefabricada en Chicago.

En la actualidad tanto en América como Europa y otras ciudades, este sistema se usa como uno de los sistemas más ventajosos para la construcción en madera.

Este sistema de construcción se le atribuye a JORGE SNOW, de Nuevo Hampshire (1,798-1,870), aunque no existe certeza de ello.

## CAPITULO 3. COORDINACION DIMENSIONAL Y MODULAR EN LA CONSTRUCCION

### 3.1 DEFINICION:

La coordinación dimensional, es una técnica de racionalización, normalización y ordenamiento lógico de medidas que tiende al mutuo acoplamiento de los elementos de la construcción de tal manera que sea posible un ajuste directo en obras que no requiera mayor acabado y que, además, permite un empleo repetitivo e intercambiable de los elementos. Es una manera de interrelacionar las dimensiones de los elementos de la construcción con el objeto de eliminar desperdicios en los materiales, de ahorrar tiempo en la ejecución en la obra y de obtener la máxima flexibilidad en el diseño arquitectónico. LA COORDINACION MODULAR es una manera de coordinar dimensionalmente los elementos de la construcción y los edificios mismos, refiriendo todas las medidas de éstos a una unidad dimensional básica llamada MODULO. De ahí, que sea una herramienta invaluable empleada en el diseño de elementos y de edificios.

### 3.2 EL MODULO

El módulo es, la unidad que controla las dimensiones de los elementos constructivos y de los espacios constituidos a base de dichos elementos. Además, es el incremento dimensional

mínimo (y básico a la vez) empleado en el diseño de elementos y espacios. De ahí que el módulo contiene una dualidad conceptual: es unidad de medida y a la vez, funge como factor numérico. Es decir, todas las dimensiones deberán ser múltiplos exactos del módulo, sin ser necesariamente múltiplos unas de otras.

Desde sus más remotos orígenes, la construcción ha consistido, en cierta medida, en el -- ensamblaje de elementos o componentes más o menos prefabricados, aunque una proporción considerable de las construcciones ha sido conformada por elementos que se modelan en obra.

Con la creciente industrialización de la actividad de la construcción una parte cada vez - mayor de los edificios esta constituida por componentes prefabricados que se llevan al sitio de la obra donde se montan.

Es de capital importancia, pues, la presencia de la coordinación dimensional, que liga a - los componentes entre sí y con el diseño. Condición indispensable de la industrialización es la normalización y ésta, a su vez, depende de manera absoluta de la coordinación dimensional.

El empleo de la coordinación modular es familiar para todos aquellos que de niños construfa

mos con bloques de juguete. Se pueden lograr las más variadas construcciones con un surtido limitado de bloques y sin necesidad de emplear herramientas para hacer que los bloques se ensamblen. Esto es debido a que una medida común bastante grande sirve de base al formato de todos los bloques. Es lo que se llama medida modular del sistema.

La coordinación modular propicia, pues:

- Un número limitado de tipos
- Un ensamblaje aleatorio que no requiere acabados posteriores
- Una intercambiabilidad de elementos

Así como la caja de bloques de juguete no contiene todos los formatos, sino únicamente un surtido limitado de elementos cuyas medidas sean adecuadamente armonizadas entre sí, de igual manera la coordinación modular en la práctica de la edificación conduce a un número limitado de elementos minuciosamente planeados, que en conjunto permiten una multitud de combinaciones. Cuando dichos elementos se producen industrialmente, pueden ser montados al azar, y sin requerir ningún tipo de acabado o modificación posterior. Por ensamblaje aleatorio (al azar) queremos decir ensamblaje aselectivo (no requiere selección). En otras palabras, un elemento se toma al azar de un lote dado y se combina con cualesquiera otro. Es la manera en que, por ejemplo,

se combina un tornillo de media pulgada con una tuerca de media pulgada: tanto el tornillo como la tuerca se toman al azar del lote: sería impensable que pudiera aceptarse el tener que -- forzar el ajuste de ambos elementos mediante alguna modificación física de ellos.

Al coordinar la unión de un elemento con otro, es preciso el manejo de las siguientes definiciones:

- Dimensión nominal o de fabricación de un elemento, corresponde a la dimensión teórica definida en la proyectación.
- Dimensión efectiva, es la obtenida por medición directa sobre el objeto; no debe diferir de la dimensión nominal, en más de la tolerancia.
- Dimensión máxima admisible, es la dimensión efectiva más la tolerancia máxima.
- Dimensión mínima admisible, es la dimensión efectiva más la tolerancia mínima.

La diferencia entre las medidas es el error o variación dimensional, cuyo límite admisible es la tolerancia, y estas variaciones dimensionales surgen:

- a) En la fabricación
- b) En el montaje, como errores de medida y fallas de montaje
- c) Por deformación, por causa de influjos térmicos y mecánicos.

## CAPITULO 4. SISTEMAS INTERNACIONALES

### 4.1 PREFABRICACION EN EUROPA ORIENTAL

Este capítulo que comprende una extensa gama de realizaciones en la industria de la construcción de Europa Oriental, puede resumirse en la citación de las terminologías y realizaciones que se desarrollan en tres países que pertenecen al bloque de naciones socialistas, que poseen el mayor porcentaje de construcción prefabricada en esa vasta región de Europa. Estas naciones son: YUGOSLAVIA, POLONIA Y LA UNION SOVIETICA, que de tan distintas características en magnitud geográfica, población, sistema político, nivel de desarrollo, etc., han superado tan eficientemente por medio de una variedad de sistemas, los problemas constructivos, logrando una sorprendente producción en volumen, rapidez, y efectividad, que la tecnología de la construcción prefabricada -industrializada, puede ofrecer, cuando se cuenta con una organización, una planificación y un adecuado financiamiento para la realización de grandes proyectos habitacionales.-

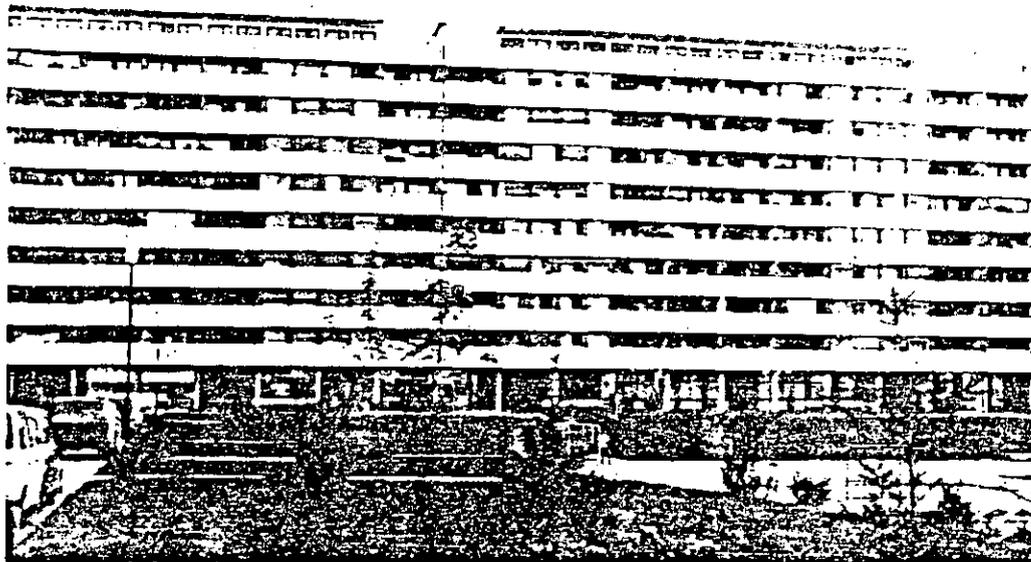
Para ejemplificar estas tecnologías citaremos, algunos sistemas que se han desarrollado y aplicada en proyectos de vivienda en los países anteriormente mencionados.

## 4.2 PREFABRICACION EN YUGOSLAVIA

### Sistema I.M.S. ZEZEJ

(IMS Instituto de Investigación de los materiales de la República Socialista de SERBIA)

El sistema I.M.S. ZEZEJ, es un sistema prefabricado de tipo abierto. Se basa esencialmente en una estructura compuesta de columnas prefabricadas de concreto reforzado de 30 centímetros de espesor, armadas para una, dos o tres plantas de altura que varían de 2.80, 5.60 y 8.40 metros respectivamente, sobre las que se apoyan unas losas prefabricadas aligeradas a base de casetones de forma cuadrada, estas losas tienen por lado las siguientes medidas, 3.60, 4.20 y 6.00 metros, las cuales se ajustan a las diferentes soluciones que presenta el sistema. Las losas y columnas después de colocarse en su posición definitiva se postensan en dos direcciones, a base de unos cables que atravesando las columnas a la altura de las losas, une todos los componentes en los sentidos longitudinal y transversal respectivamente. Los cables que corren a lo largo de los bordes de las dos losas prefabricadas a unirse se funden posteriormente a la entrada de éstos en esfuerzos de tensión.



*Bloque típico a base del sistema IMS realizado en Nuevo Belgrado.*



*Fig. 18.1.- Construcción en la ciudad de Novi Sad (Yugoslavia).*

El sistema I.M.S. ZEELJ consiste en los elementos que forman la estructura resistente, ha sido ampliamente estudiada y experimentada para distintos tipos de sobrecarga, y para condiciones extremas, pudiendo resistir si se realiza en forma adecuada al caso, sismos de 9 grados de intensidad.

Pese a tratarse de un sistema abierto estructural, se han estudiado intensivamente distintas posibilidades de acabado total del edificio a base de diversas soluciones.

Los muros de cerramiento se hacen a base de paneles prefabricados de concreto liviano, si-

llares de ventanas prefabricadas, puertas y ventanas prefabricadas de metal. Estos paneles traen incorporados según el caso sus puertas y ventanas, así como también los sillares.

En los tabiques suelen emplearse paneles de materiales ligeros a base de yeso o similares.

Las cabinas sanitarias prefabricadas completamente equipadas y terminadas, suelen emplearse en casi todas las realizaciones del sistema, adoptando uno de los 16 tipos estandarizados para todo el país.

Con el sistema que describimos se han realizado unas 35,000 viviendas, además de gran número de escuelas, hospitales, y otros edificios comunitarios, no sólo en Nuevo Belgrado, complejo residencial de 200,000 habitantes donde este sistema solucionó y funcionó adecuadamente, sino también en otras localidades como Novi Sad, Osijek, Vinkovic.

#### 4.3 PREFABRICACION EN POLONIA

Pretendemos en lo que sigue describir los sistemas: Sistema prefabricado W-70, y Sistema Szczecinski, que han sido seleccionados entre los muchos existentes en Polonia, para con ellos mostrar la intensificación en el proceso de industrialización de la construcción en el período 1970 a 1990, el cual se está llevando a cabo en Polonia.

El Sistema W-70, se realiza mediante la elaboración de grandes paneles sobre el que se basará toda la nueva estructuración de la prefabricación abierta.

El Sistema Szczecinski es un sistema cerrado a base de grandes paneles.

Existen además, dos sistemas muy especiales, que aunque no los detallaremos más adelante, si haremos mención del tipo de elementos que los conforman. El Sistema S.B.O. que se compone de elementos lineales y losas aligeradas. Y el Sistema S.B.M.-79 que consiste en un método de construcción basado en los encofrados túnel, con el que se elaboran elementos livianos que funcionan estructuralmente como cáscaras.

Polonia se ha jugado su futuro hasta 1990, a la carta de los grandes paneles de hormigón. No es decisión fruto del azar, sino producto de una seria investigación motivada por la

apremiante tarea de acabar con el déficit habitacional.

Armonizando con factores de tipo estético, se ha llegado a la adopción, con ámbito nacional, de la prefabricación abierta a base de elementos estandarizados.

Es abierta en el sentido de que los elementos proceden de fábricas distintas, ya que por razones económicas se ha juzgado oportuno que las fábricas se dediquen a un solo tipo de elementos en cada lugar de producción. Siguiendo este criterio se han implantado fábricas de cabinas sanitarias, de paneles de fachada, de elementos de escalera, de tabiques de carga, etc.

Otra de las características de esta nueva estructuración es el hecho de que, al basarse la fabricación en equipos de moldes y baterías muy versátiles y polivalentes, éstos permiten una gama de variaciones muy extensa en cada uno de los elementos, con lo que se ha puesto en manos de los equipos de proyectos, un catálogo de posibilidades extraordinario, por lo que se puede complacer, de la forma más económica todos los gustos, necesidades y presupuestos de las organizaciones preocupadas por el tema de la vivienda.

SISTEMA POLACO W - 70

El W-70 es un veterano sistema de prefabricación ya que sus primeras realizaciones se remontan a unos 12 años atrás. A pesar de sufrir una serie de modificaciones con este sistema se llegó a producir hasta 30,000 apartamentos por año, lo que muestra la eficiencia y gran experiencia alcanzada con este sistema en la construcción de vivienda.

Una gran característica de este sistema es que presenta una retícula modular de 60 X 60 -- centímetros y una retícula de proyecto rectangular de 60 X 120 centímetros con lo que se logra una modulación en todos los sentidos de los elementos al momento del montaje.

Los elementos básicos, losas y paneles transversales de carga, tienen espesores fijos de 15 y 22 centímetros respectivamente, variando la armadura.

La altura de entresijos está fijada en 2.80 metros excepto para los sótanos que tienen 2.90 metros de acuerdo a las alturas de los elementos de fachada.

Basicamente, el sistema W-70 se compone de losas prefabricadas de concreto armado, aligeradas en peso mediante vacíos en forma cilíndrica a lo largo de las mismas; paneles macisos homogéneos de 15 centímetros de espesor para los muros de carga y paneles tipo sandwich de 27 centí

metros de espesor con una capa intermedia de Styropor.

El Sistema W-70 realiza totalmente prefabricado el edificio, por lo que se dispone de una extensa gama de elementos complementarios entre los que cabe destacar las cabinas sanitarias y unidades de cocina totalmente acabadas, elementos de escalera, conductos de humo y de ventilación, etc.

Desde el punto de vista fabricación, la característica definitoria del sistema W-70 es la de disponer de unas baterías verticales de moldes muy versátiles que permiten fabricar tanto los paneles aligerados como los paneles macisos. Los elementos de fachada se realizan en mesas horizontales.

#### SISTEMA POLACO SZCZECINSKI (SISTEMA "S")

El origen de este sistema que lleva el nombre de la ciudad de Zscecinz donde se elaboró, se remonta al concurso nacional realizado en Polonia hace unos 15 años, con la intención de promover la creación de un sistema abierto de prefabricación.

El sistema Szczecinski no presentaba ninguna característica genial, pero era el que mejor

se adaptaba a las necesidades, por lo que fué premiado.

El sistema "S" se fabrica en cuatro factorías de tecnología soviética repartidas geográficamente. Una de ellas la fábrica Domóv, instalada en las afueras de Varsovia, tiene una capacidad de producción de 8,000 viviendas por año, disponiendo de un personal de 1,000 obreros distribuidos en tres turnos de trabajo.

Los elementos prefabricados de este sistema son: Paneles de carga transversales de concreto armado de dimensiones 2.40 X 4.80 X 14 metros, presentando unas muescas de sus bordes verticales, los que se atan en obra mediante hierros abrazados los que se funden posteriormente.

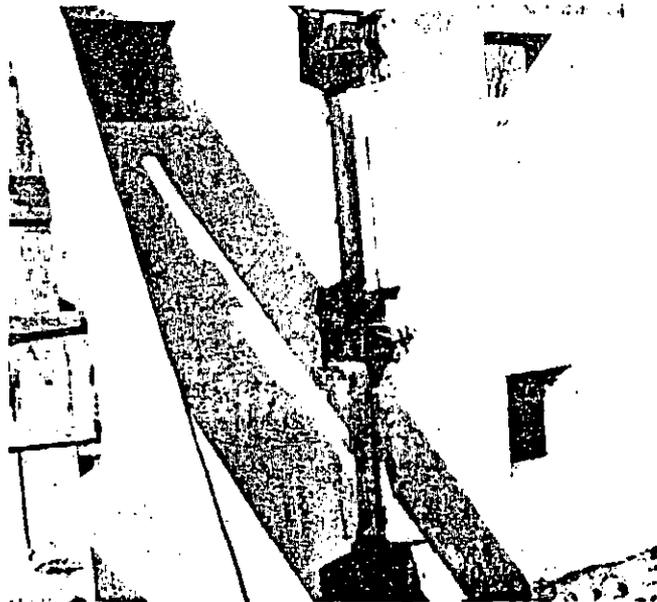


Fig. 18.26.- Detalle de la realización de una junta vertical entre dos paneles.

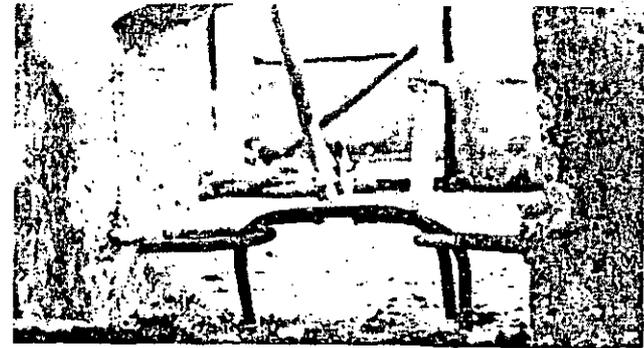
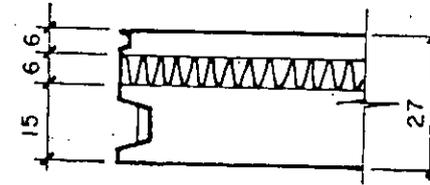
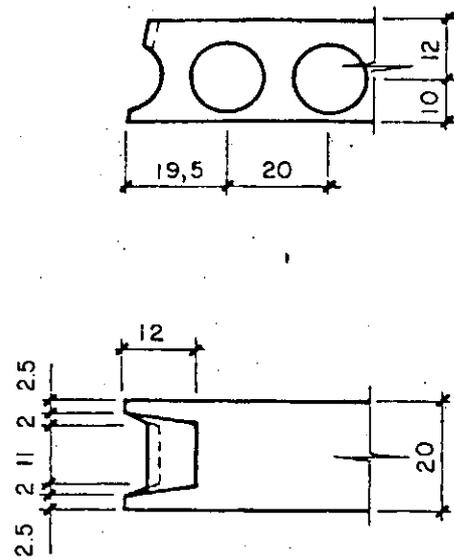


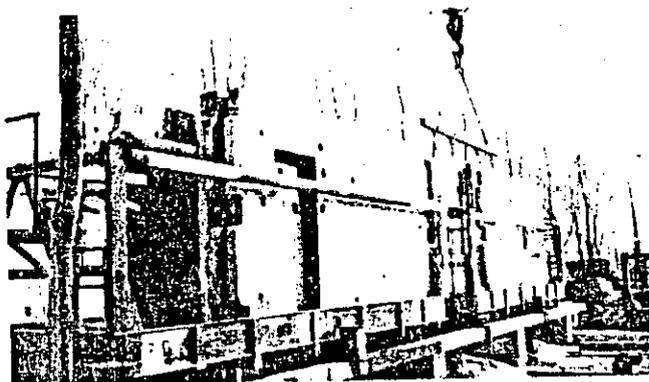
Fig. 18.28.- Detalle del atado en la zona inferior.



*Fig. 18.18.- Secciones de diferentes tipos de elementos utilizados por el sistema W-70.*

Los paneles de fachada se realizan en mesas horizontales y por lo general tienen 36 centímetros de espesor con lo que se consigue un coeficiente de aislamiento térmico acorde a las condiciones climatológicas de Polonia. Los paneles de fachada salen de la fábrica totalmente acabados, instalaciones eléctricas, de agua y drenajes, carpintería, acristalamiento, pintura y -- con acabados de árido visto granuleado. Por esta circunstancia, y para evitar desperfectos y roturas de cristales, los paneles se transportan verticalmente sobre un chasis especial que se deja en obra sobre una mesa adecuada.

En la siguiente figura se muestra la forma en la que se realiza el apilado de paneles en obra.



*Fig. 18.30.- Empleo de contenedores-jaula para el transporte y apilado in situ de paneles.*

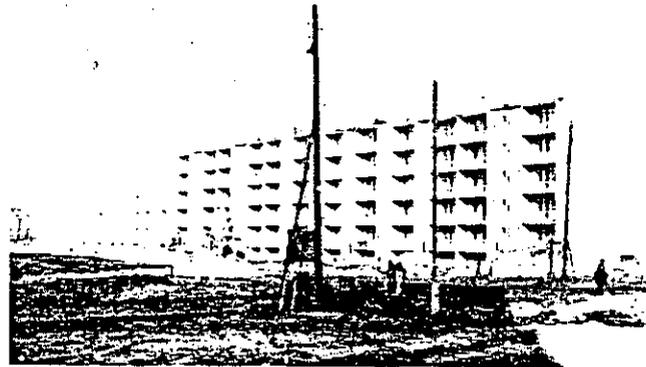
Mediante este sistema se construyen bloques de vivienda de cinco y once plantas, distribuyéndose en las mismas apartamentos de siete categorías que abarcan desde los 20 Mts<sup>2</sup> hasta los 71 Mts<sup>2</sup>.

Pretendemos ilustrar el momento presente de la prefabricación en Polonia a base de paneles, describiendo dos grandes complejos de vivienda que se encuentran en fase de finalización, se trata de una nueva ciudad situada en las afueras de Varsovia y el nuevo barrio de Winogradzka - de Poznan.

La nueva ciudad, junto a Varsovia, se trata de un complejo de viviendas que constará de -- 18,000 nuevos apartamentos, comprendiendo ocho tipos diferentes, que cubren desde los 17 Mts<sup>2</sup> hasta 71 Mts<sup>2</sup>. Albergará un total de 70,000 habitantes, siendo su plazo de realización tres -- años.

El conjunto se realiza mediante el sistema Szczecinski, fabricándose los elementos en la - fábrica Domów, que dista unos pocos kilómetros de la obra.

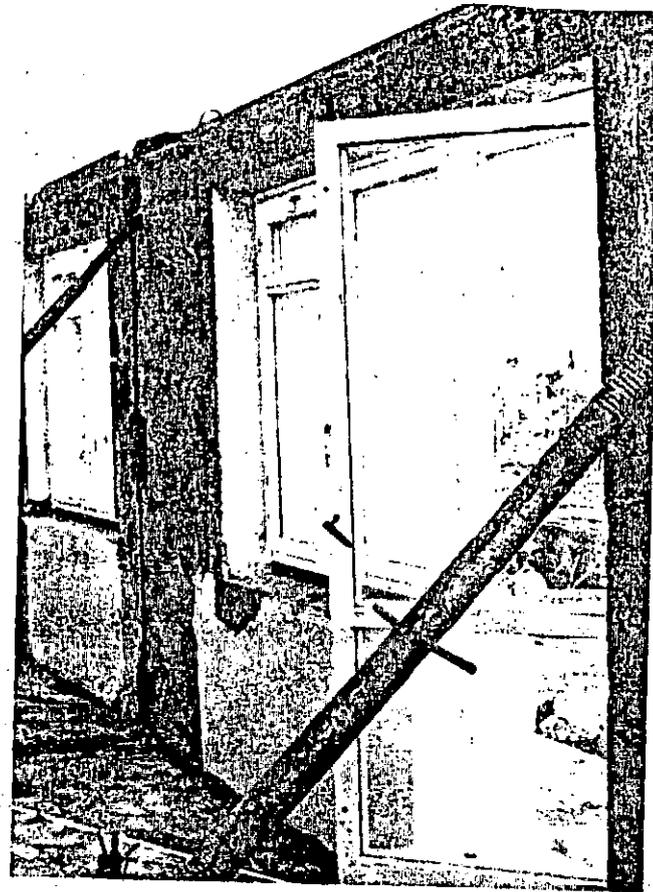
Las viviendas se distribuyen en bloques de cinco plantas y torres de once.



*Fig. 18.38.- Bloque de cinco plantas en Varsovia.*



*Fig. 18.39. — Torre de once plantas realizada mediante el sistema Szczecinski.*



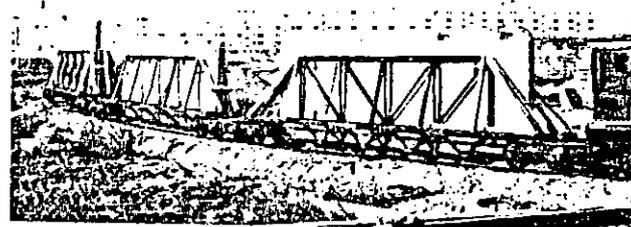
*Fig. 18.40. — Paneles con carpintería de huecos y acristalamiento incorporados.*

Los paneles exteriores de concreto de  $800 \text{ Kg/m}^3$ , tienen un espesor de 36 centímetros, presentando un exitoso aislamiento térmico.

El peso de los paneles varía desde 1,320 Kg hasta 4,750 Kg, haciéndose su montaje completamente terminados incluso con acabados interiores.



*Fig. 18.45.— Depósito de paneles de fachada a los que se le incorpora el acristalado.*



*Fig. 18.46.— Tren de vía estrecha especialmente proyectado para el transporte de paneles entre la factoría de Poznan y el conjunto de Winogradzka.*

Las cabinas sanitarias, después de pasar un severo control de funcionamiento, se instalan totalmente acabadas, dispuestas a ser conectadas a las redes generales de luz y agua, su peso es variable entre 3,215 Kg, para las viviendas de menor superficie y 4,769 Kg. para las mayores. En la figura siguiente podemos ver el momento de colocar una cabina por sólo dos operarios, la operación dura unos pocos minutos.



*Fig. 18.41.- Colocación de una cabina sanitaria totalmente equipada en Varsovia.*



*Fig. 18.42.*



*Fig. 18.43.*

Los balcones se colocan mediante soldadura de los perfiles salientes sobre unas placas metálicas fundidas en los paneles preparadas para tal fin.

#### 4.4 PREFABRICACION EN RUSIA

##### El Combinado No. 3 (KIEV)

La fábrica de viviendas D.K.S. No. 3 es un amplio complejo de 8,000 mts.<sup>2</sup> cubiertos, dedicado a la prefabricación de elementos para viviendas dependiente de la dirección de construcciones urbanas de la ciudad de Kiev.

La fábrica ha sufrido diversas transformaciones y ampliaciones hasta llegar a la situación presente. En 1,961 se acometió la producción de viviendas de cinco plantas. En 1,964 comenzaron las de 9 pisos y desde 1,967 se construyen bloques de vivienda hasta una altura máxima de - 16 pisos.

El personal total lo comprenden 740 obreros y 73 titulados, entre técnicos e ingenieros. Con un total de 41 horas semanales; la producción oscila entre 4,000 y 4,500 viviendas por año.

El proceso de fabricación y tipos de elementos se realiza de la siguiente manera:

El hormigón y el mortero se fabrican en forma centralizada para todo el complejo, estando

el taller de amasado con equipo de amasadoras especiales para la prefabricación de hormigones ligeros, y las de tipo gravedad para los hormigones normales. La distribución del hormigón se realiza por tuberías especiales o por transportadores automáticos. En el taller de preparación de hormigón se elaboran igualmente los productos anticongelantes, acelerantes y otros tipos de aditivos que han de añadirse al hormigón.

La preparación de armaduras ocupa una extensa nave donde se centraliza el acabado no sólo de las que han de emplearse en fábrica, sino también las de la obra. Cuenta el taller con un puesto de metalización para la protección de las armaduras contra la corrosión.

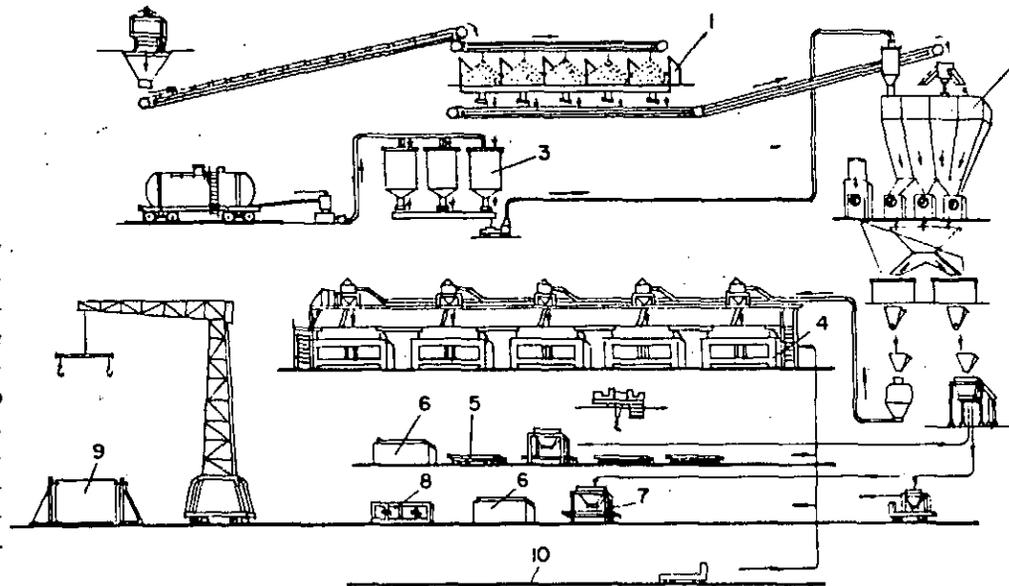
La fabricación de muros interiores y de losas fundidas se realiza mediante 14 baterías de moldeo vertical, que se manejan en forma neumática. Estas baterías están capacitadas para obtener simultáneamente de 8 a 20 paneles cada una, según los tipos de elementos, se dirige y controla a distancia desde un cuadro de mandos automático.

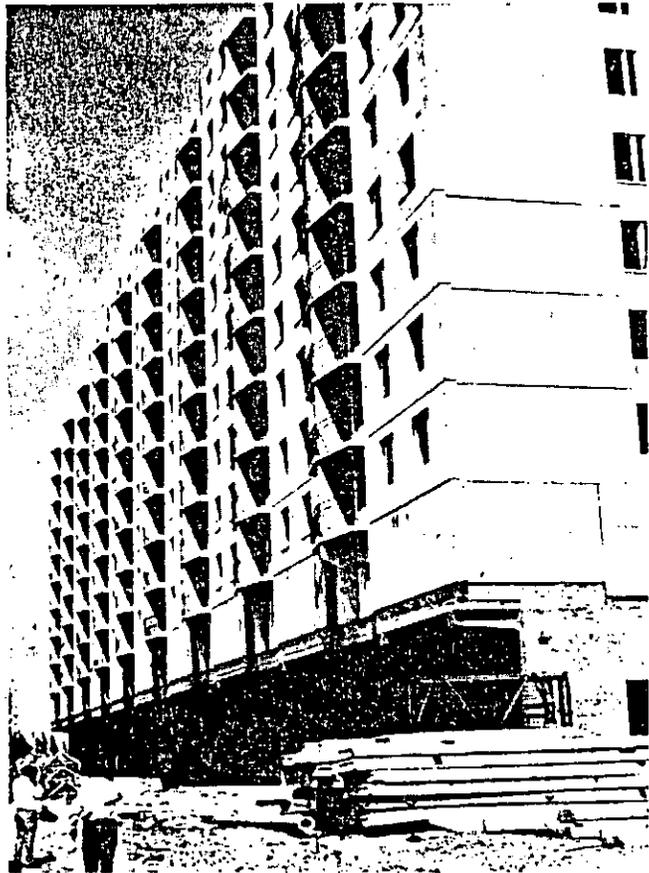
Los paneles para muros exteriores se fabrican en moldes horizontales que se mueven a lo largo de líneas de fabricación compuestas por ocho puestos de trabajo coordinados entre sí. Después del procedimiento de curado se procede al lavado de la cara exterior, se colocan las puertas y

ventanas, se ponen los vidrios correspondientes y se procede a la revisión de elementos antes de pasar al depósito respectivo.

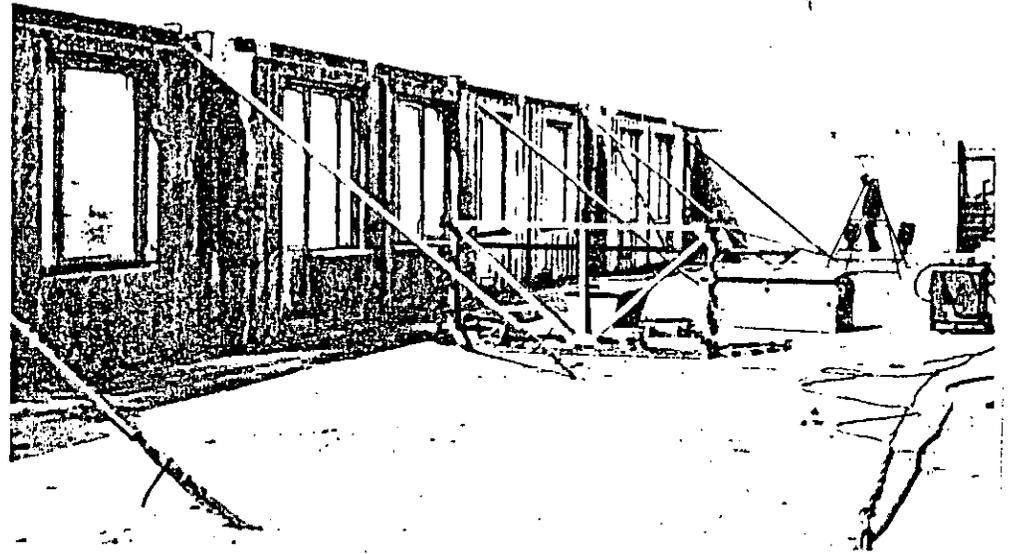
Fig. 18.67.

1.- Almacén de áridos. 2.- Equipo de dosificación y mezclado. 3.- Silos de cemento. 4.- Batería de moldes para la realización de muros y tabiques interiores. 5.- Línea de moldeo de los paneles de fachada. 6.- Cámara de curado. 7.- Equipo móvil de hormigonado. 8.- Stock de elementos acabados. 9.- Grúa. 10.- Taller de ferralla.





*Fig. 18.68.— Viviendas de cinco plantas*



*Fig. 18.69.  
Montaje de grandes paneles con carpintería y acristalamiento incorporados producidos por el Combinado N° 3 de Kiev.*

El número total de paneles distintos que forman parte de un bloque tipo de apartamentos es de 245.

Una de las características más atrayentes del sistema D.K.S. No. 3 consiste en su sistema de pedidos automáticos y centralizados.

El sistema de pedido permite automatizar la expedición; realizar directamente la cuenta de elementos fabricados según cada tipo; efectuar el análisis técnico tiempos programados y reales para el montaje; dirigir la producción, etc.

El montaje se realiza según un proceso en cadena de acuerdo con los proyectos realizados y elaborados por la empresa KIEVORGSTROY. Cada edificio se monta con la ayuda de una sola grúa-torre de 180 toneladas, levantándose los elementos directamente desde los medios de transporte.

Las juntas se realizan con algodón mineral y mortero; en tiempo frío se emplea una sustancia plástica en lugar de mortero.



*Fig. 18.70.—  
Conjunto prefabricado de  
Darnitsa en Kiev.*

Un bloque de 9 pisos consta de 215 viviendas. La duración del montaje es de 18 días, empleándose 65 días desde el comienzo (preparación del terreno), hasta la entrega de llaves. Por lo general durante el proceso de montaje se llevan en paralelo 24 edificios.

En las figuras pueden verse algunas vistas del conjunto de viviendas realizado en la ciudad de DARNITSA (Kiev), a base de paneles suministrados por el sistema D.K.S. No. 3.



Fig. 10.71. — Vista de conjunto del barrio de Dárnitsa (Kiev) a base de viviendas prefabricadas.

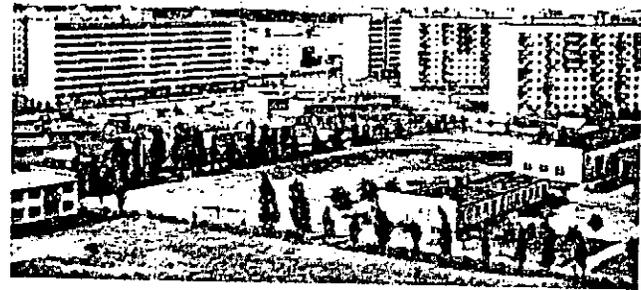


Fig. 10.72. — Zona aún en construcción en el barrio de Dárnitsa.

#### 4.5 PREFABRICACION EN EUROPA OCCIDENTAL. SISTEMAS UTILIZADOS

Se puede describir y analizar conjuntamente mediante los aspectos más importantes de cuatro conjuntos de viviendas prefabricadas a base de grandes paneles, realizados en España. Nos referimos a las viviendas realizadas en Bellvitge (Barcelona) mediante el sistema ESTOIT (francés); a las montadas en LAS PALMAS DE GRAN CANARIA siguiendo el sistema CAMUS (francés), al polígono de ORVINA (Pamplona) construido basándose en el procedimiento COSTAMAGNA (francés), y a los que se realizan en el polígono BADIA DE SANDARYOLA (Barcelona) mediante el sistema TRACOPA (francés).

Las características más comunes que se consideran interesantes mencionar:

- a) Ser las primeras realizaciones de vivienda prefabricada en gran escala en España y otros países de la región.
- b) Todas las realizaciones se destinan para el sector económico más débil.
- c) Se trata de cuatro sistemas de grandes paneles de concreto de procedencia francesa.
- d) Tratarse de proyectos de más de 2,000 viviendas cada uno, cifras de orden suficiente para la cuantificación de resultados fiscales.

## BELLVITGE (BARCELONS) SISTEMA ESTOIT

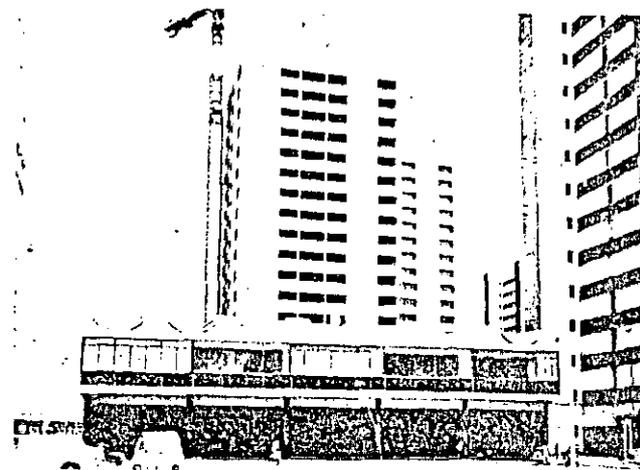
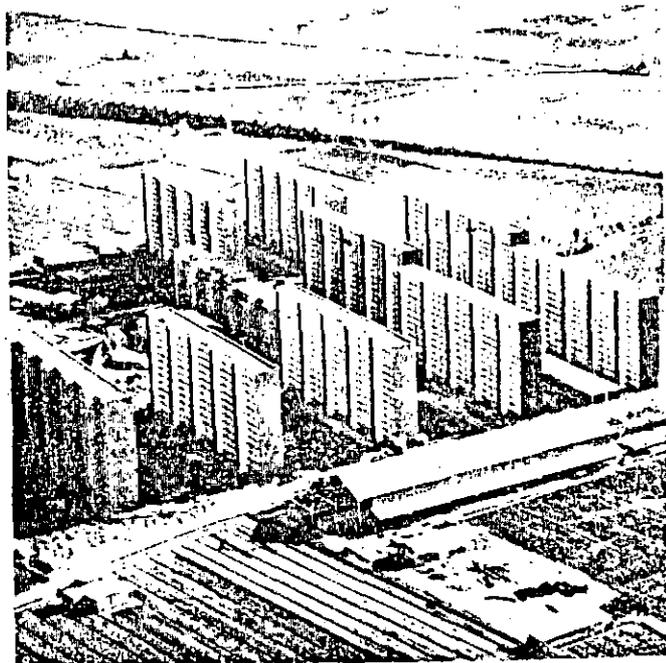
A finales de 1,964 comenzó la fabricación de grandes paneles para vivienda (al ritmo de una vivienda por día) con un proyecto verdaderamente importante en el sentido cuantitativo; se trataba de construir un conjunto de 12,000 viviendas que habrían de albergar a unas 50,000 personas. En 1,965 el ritmo de producción, pasados los primeros momentos de lógico rodaje, creció a tres viviendas por día.

En la actualidad, cuando el proyecto se encuentra en fase muy avanzada, la producción global supera las 1,500 viviendas por año.

La empresa que realizó esta obra, CIDESA (Construcción Industrial de Edificios S.A.), eligió para ello el sistema ESTOIT, aunque algunas partes menos importantes cuantitativamente se han realizado con patente LARSEN & NIELSEN, y otros mediante el procedimiento de encofrados industrializados.

El conjunto de Bellvitge situado en la salida de Barcelona en dirección a Castelldefels, se compone de 80 edificios de 14 pisos de altura y 20 de 17, así como una serie de construcciones comunitarias: escuelas, mercados, cines, iglesias, locales comerciales, etc. Las instala-

ciones de fabricación están situados en un margen de la urbanización, bajo una cubierta de planta longitudinal en la que los moldes se reparten siguiendo el eje de la nave.

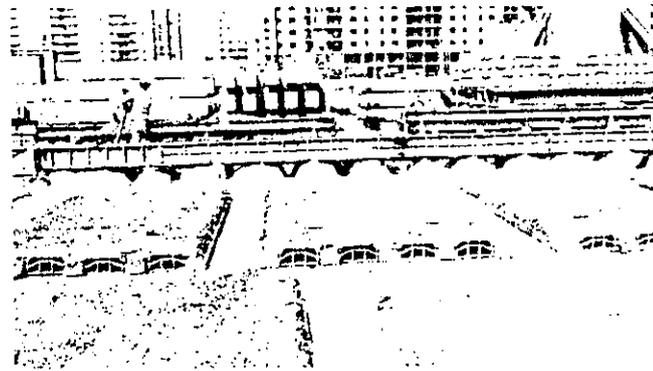


Una planta semi-automática de concreto con mezcladora de eje vertical recibe los ácidos -- previamente clasificados. En un taller anexo se preparan las armaduras del concreto y se cortan a medida los perfiles metálicos, típicos del sistema ESTOIT.

Los moldes del tipo mesa son de madera con un forro del mismo material. Sobre las mesas una serie de bordes metálicos permiten formaletear el perímetro externo según las necesidades. Los elementos verticales suelen tener 20 Mts.<sup>2</sup> y su peso es de 6.5 toneladas en el caso de elementos fundidos, se consiguen mayores dimensiones, unos 36 Mts.<sup>2</sup> por elemento y 10.5 toneladas con lo que dos losas resuelven el techo fundido de la vivienda.

Después de colocada la armadura a base de mallas de acero estirado en frío, se procede el vertido de concreto que se transporta mediante pórticos-grúa interiores, y que se extiende sobre el molde en tres capas sucesivas, cada una de ellas convenientemente vibradas. La superficie de la cara superior se alisa manualmente. El cerrado se acelera mediante calor provocado por resistencias eléctricas introducidas en el concreto. Luego los paneles son levantados y almacenados en el área exterior hasta conseguir la adecuada resistencia.

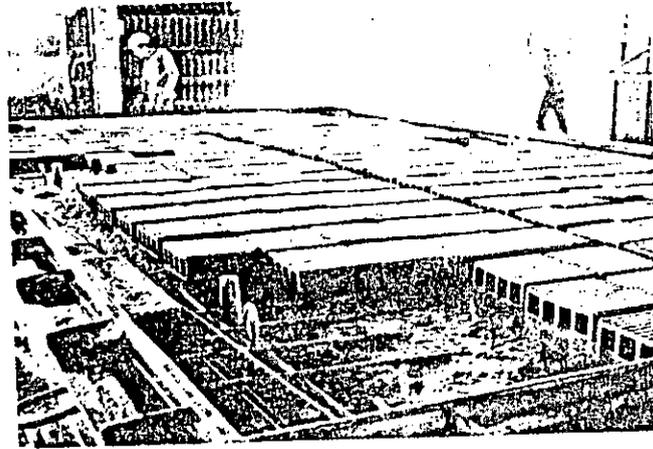
Durante las estaciones de clima apropiado se realizan algunos elementos a la intemperie en moldes provisionales.



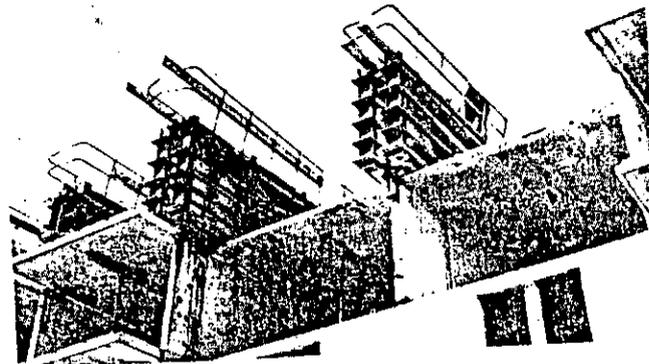
El proyecto inicial de los elementos y por ende las construcciones, han sufrido numerosas modificaciones a lo largo del tiempo y ello se nota simple vista en un recorrido por la urbanización, en la que se puede apreciar cómo el nivel de calidad y especialmente la perfección de los acabados ha aumentado considerablemente.

El sistema actualmente reporta unas variantes en la elaboración de los paneles:

- a) Los paneles no son de multicapas, sino de concreto macizo.
- b) Los muros interiores de carga se realizan en obra a base de encofrados industrializados.



c) Se emplean elementos prefabricados aligerados con bovedillas cerámicas; paneles cerámicos..



## LAS PALMAS DE GRAN CANARIA, SISTEMA CAUMUS

En febrero de 1,967, DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES S.A., inició en Las Palmas de Gran Canaria la construcción de su fábrica para la producción de vivienda por el procedimiento CAMUS. La fábrica terminó de montarse en Enero de 1,968, acometiéndose la fabricación de 1,200 viviendas -- subvencionadas; grupo residencial "La Paterna", para la empresa inmobiliaria COBASA.

Las instalaciones de Dragados en Las Palmas tienen carácter de fábrica permanente y una capacidad de producción de 1,400 a 1,600 viviendas por año, estando desde el origen concebida para una posible ampliación que le permita llegar a la producción de 3,000 viviendas por año.

La fábrica ocupa una superficie de 50,000 Mts.<sup>2</sup> La producción diaria está comprendida entre 110 y 150 grandes paneles, realizados en 2 turnos de trabajo de unos 100 operarios por turno, que se reparten todas las funciones: preparación de moldes, limpieza, desencofrado; colocación de la malla soldada de acero, preparación de la carpintería de vanos de puertas y ventanas, etc. El moldeo se realiza en 24 mesas agrupadas en cuatro talleres, prácticamente autónomas con seis mesas cada uno. Los moldes totalmente metálicos se componen de superficies horizontales -- perfectamente planas y pulidas sobre los que se fijan perfiles metálicos móviles que constituyen el encofrado de los cantos del panel. Las mesas en un proceso normal de trabajo están capa

citadas para mantener la producción dentro de unas tolerancias dimensionales muy estrictas.

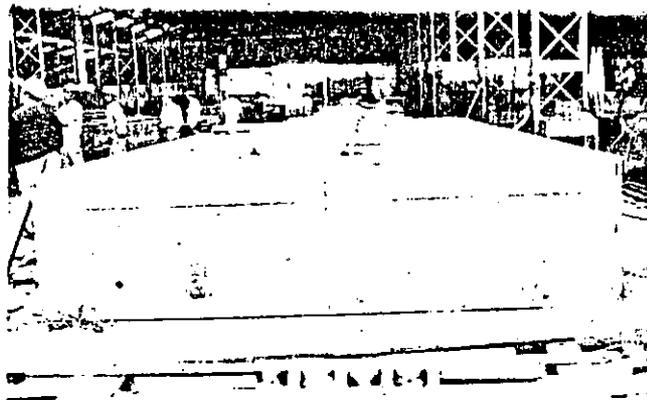
Todos los accidentes internos de las paneles como orificios, cajas, canalizaciones, etc. las piezas a incorporar como ventanas, puertas, piezas de unión, etc., son, así mismo, materializados y mantenidos en la posición prevista por medio de elementos metálicos y contramoldes móviles.

Los revestimientos son simplemente colocados en el fondo del molde sobre la mesa, antes de verter el concreto.

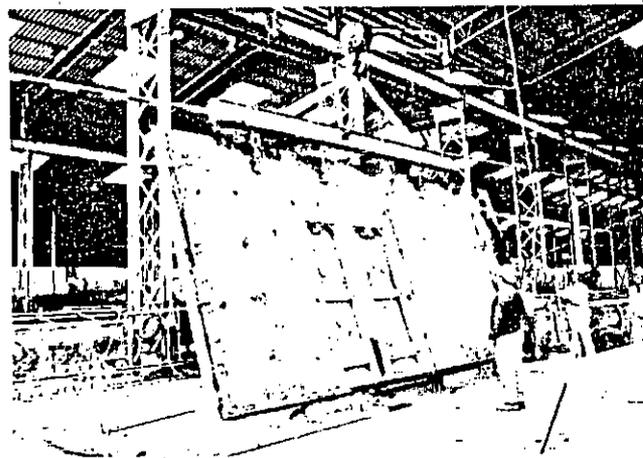
Previa impregnación con una solución oleosa de las superficies metálicas que han de estar en contacto con el concreto a fin de que no se peguen, se colocan las armaduras de refuerzo de los paneles y se procede al vertido y vibrado del mismo.

Una característica peculiar del proceso de fabricación que describimos, consiste en la fase de curado que se realiza mediante resistencias eléctricas en un tiempo variable entre 2 y 3 horas alcanzando una temperatura de 130 grados C. Para conseguir esta temperatura uniformemente la mesa totalmente acabada se tapa con una campana metálica transportable. Una vez conseguido

el fraguado del concreto y alcanzada su resistencia justa que permite el izaje de los mismos, se retira la campana que permanece apilada hasta su próximo empleo.



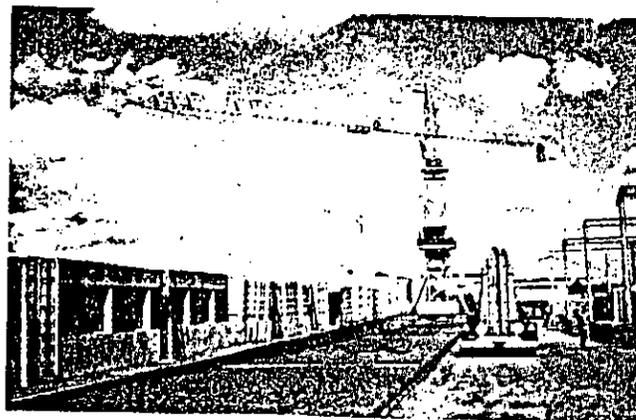
Procediéndose al desencofrado por levantamiento hasta la vertical del molde-panel con ayuda del puente grúa. Apuntalado el molde se procede a la separación del panel.



### TRANSPORTE

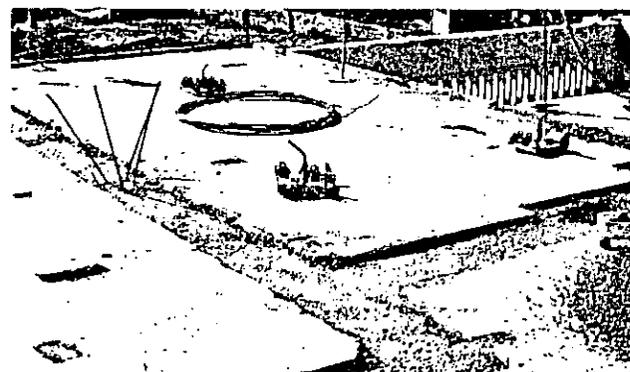
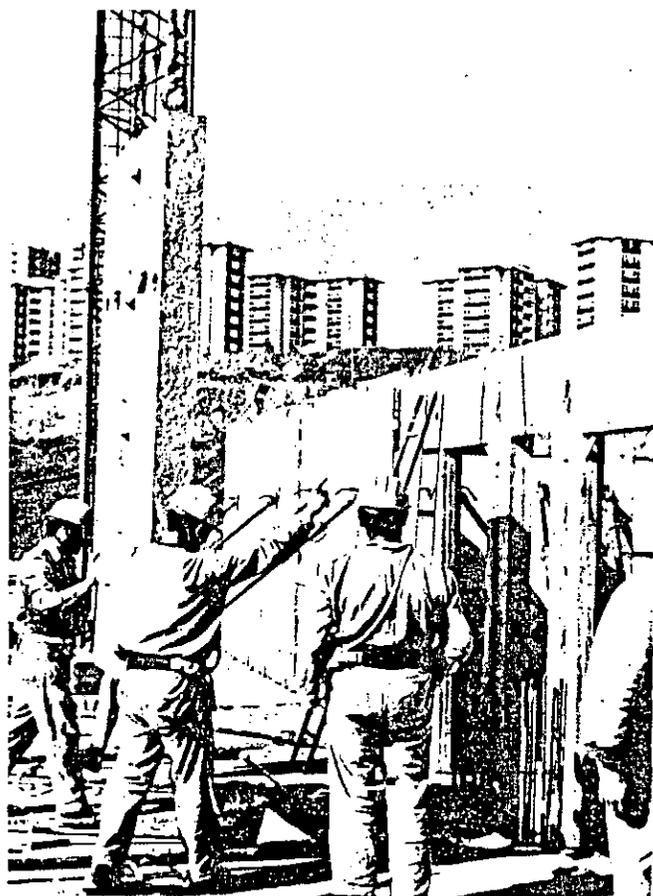
El transporte interior de los elementos se resuelve a base de cuatro puentes-grúa, uno por taller, que sacan los paneles hasta una zona intermedia descubierta entre la fabricación y almacenado definitivo; en ésta se procede al repaso y acabado.

Una grúa-torre de 120 toneladas traslada los paneles al parque de acopio o directamente los coloca sobre tracto-camiones y semirremolques, estos últimos equipados con caballetes que pueden recibir entre 4 y 10 paneles hasta un peso total de 25 toneladas.



Una operación sumamente importante y conseguida en Las Palmas, es la correcta coordinación entre la cadencia de transporte y la de montaje.

El suministro está organizado de forma tal, que no existen acumulaciones a pie de obra, -- evitando que se produzcan tiempos de pausa en las grúas.



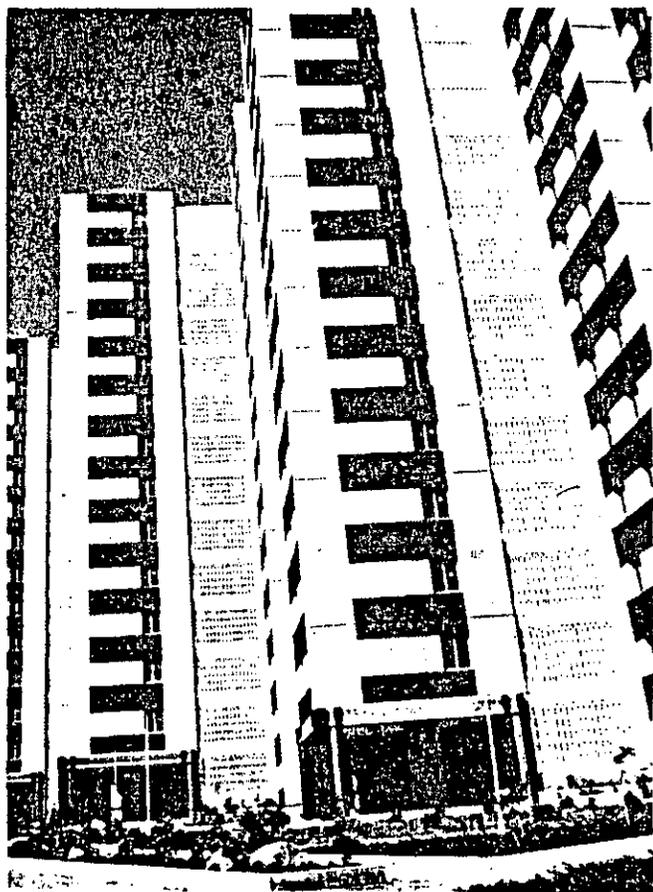
Una vez presentados los elementos se procede al relleno de juntas que, como se observa en la figura, en el sistema CAMUS forman un auténtico zuncho.

Las instalaciones de fontanería y saneamiento son resueltas previamente con el mayor detalle, e incluso se realiza una maqueta a escala, para que el instalador pueda preparar fácilmente los elementos a incorporar en la obra. La instalación eléctrica se reduce a incorporar en obra pequeños tramos de canalizaciones de enlace con las existentes en los paneles.

Hasta el presente, la fábrica de viviendas sistema CAMUS de Las Palmas ha realizado, entre otros de menor, dos grandes conjuntos de viviendas: "LA PATERNA" y el polígono "CRUZ DE PIEDRA", se compone ésta última de 1,404 viviendas para la obra sindical del Hogar en edificios de 15 pisos.

Se observan dos aspectos parciales de los edificios en los que destaca el efecto estético

conseguido por un adecuado tratamiento a base de distintos tonos de color en el acabado exterior de los paneles.



## POLIGONO DE ORVINA (PAMPLONA) SISTEMA COSTAMAGNA

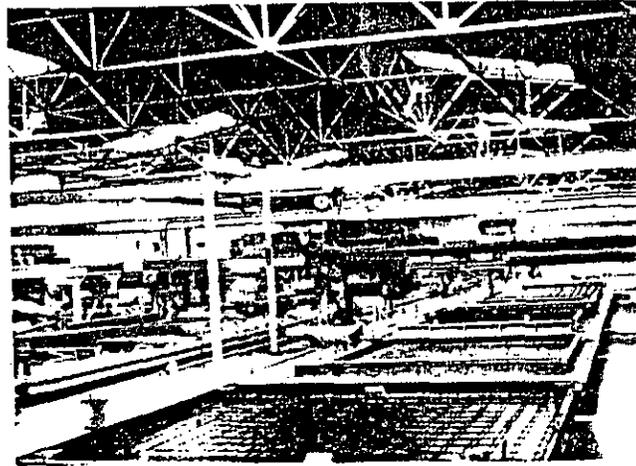
NADECO S.A. (Navarra de Construcciones, S.A.) es la empresa que en 1,969 se fundó exclusiva y dedicada para la fabricación de vivienda. Adaptó el sistema COSTAMAGNA el que reúne características positivas de investigación, fabricación y montaje, propias de toda empresa que se dedique a la industrialización de la construcción, pero existen ciertas razones que pueden mencionarse como de poco carácter industrial y es que los sistemas a base de piezas de cerámica requieren el manejo de gran cantidad de pequeños elementos que condicionan la fábrica a unos suministros exteriores de materia prima; que existen problemas de roturas de piezas y de falta de ajuste de éstas a unas tolerancias rígidas, que el cambio brusco de sección del panel al pasar de gran espesor (zonas sin cerámicas) hace a estos bordes sumamente frágiles y muy sensibles a los golpes.

### Fabricación:

La fábrica de NADECO es la primera del Sistema COSTAMAGMA que usa un procedimiento continuo de fabricación.

Los moldes siguen un circuito, a través del cual, mediante una serie de puestos fijos de -

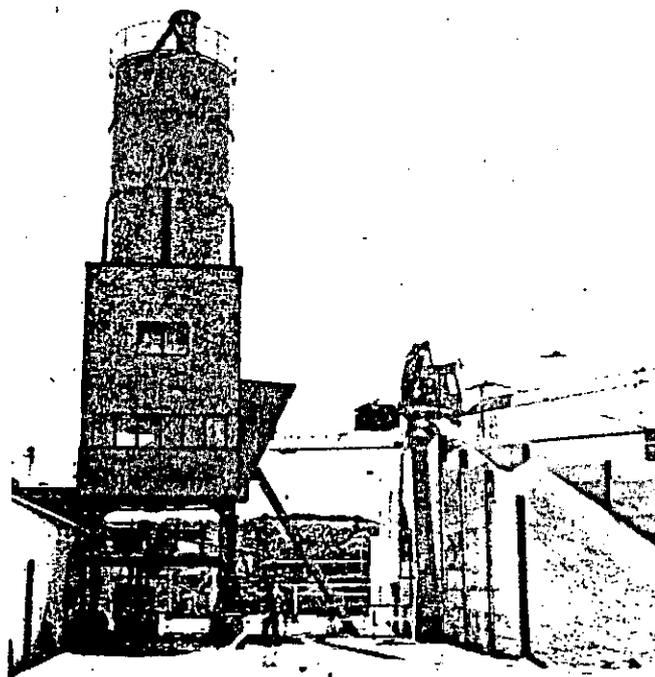
trabajo, reciben el adecuado tratamiento hasta completar el elemento.



Este sistema de fabricación de construcción es el primero que existe en España para grandes elementos, se puede asegurar que el grado de mecanización y racionalización de su proceso, colocan a esta fábrica entre las más avanzadas de Europa para las de similar volumen de producción.

Entre otras particularidades de las instalaciones del proceso de fabricación merecen señalarse la Central de concreto, capaz para una producción de  $30 \text{ m}^3/\text{n}$  con dosificación automática

de todos los componentes y autocorrección de la cantidad de agua, de acuerdo con el grado de humedad de los áridos. La central cuenta con un mando automático que dispone de once programas mediante fichas perforadas, equivalente a otras tantas dosificaciones distintas.



La cadena de producción dispone de 66 mesas metálicas de 3.20 X 5.00 metros muy versátiles para ser armadas o formateadas. La producción diaria es de 80 elementos de grandes dimensiones en la cadena principal, ya que existen otras instalaciones de tipo fijo donde se realizan dinteles, tabiques, escaleras, etc.

El dato índice de mecanización, la racionalización del proceso y la capacitación de la plantilla obrera (en su mayoría procedente del sector agrícola y del peonaje de la construcción), ha permitido conseguir unos rendimientos óptimos, ya que, con un personal de 70 hombres en el proceso de fabricación, ocho hombres en el transporte, tres cuadrillas de montaje de 14 hombres, y 90 hombres dedicados a cimentaciones, acabados, incluso oficios e instalaciones, se fabrican, transportan, montan y acaban totalmente 3 viviendas por día. Manejando los datos anteriores, y partiendo de una jornada laboral de 10 horas, se obtienen unos índices verdaderamente sorprendentes.

El polígono ORVINA (Pamplona), construido por NADECO mediante el sistema COSTAMAGMA, en la actualidad prácticamente terminado; consta de 2,000 viviendas en edificios de 6 a 9 pisos a base de cinco tipos diferentes de viviendas que varían de 70 a los 120 Mts.<sup>2</sup>



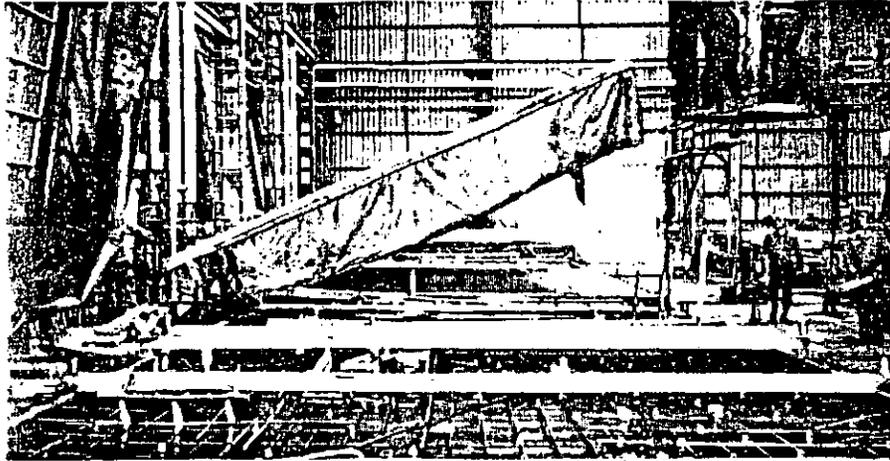
## POLIGONO "BADIA", SANDARYOLA (BARCELONA) SISTEMA TRACOPA

Las instalaciones de fabricación de elementos en Badia constituyen un ejemplo típico de fábrica semi-permanente para actuación durante el período de ejecución de la obra. Hasta tal extremo tienen estas instalaciones sus días contados, que se asientan sobre terrenos que en un futuro próximo serán autopistas.

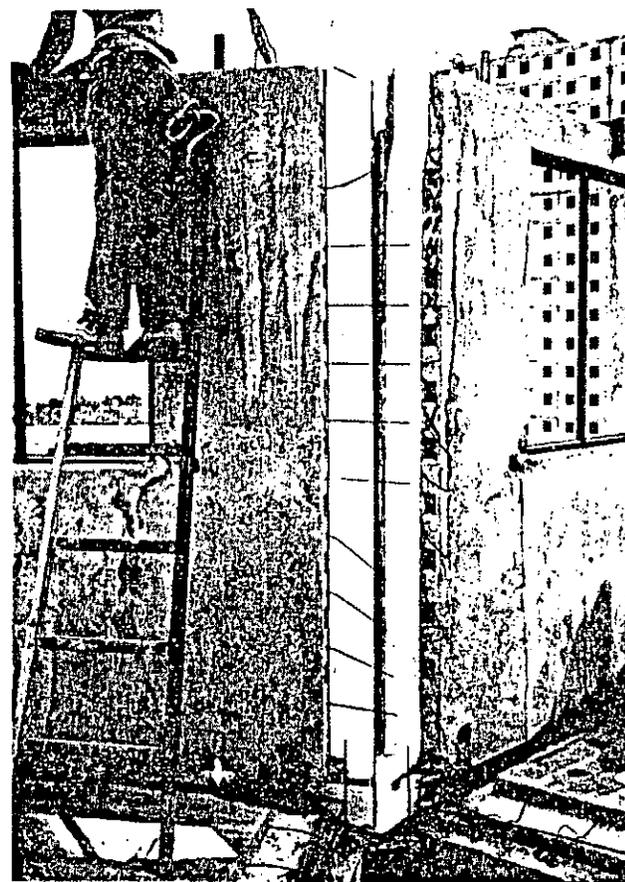
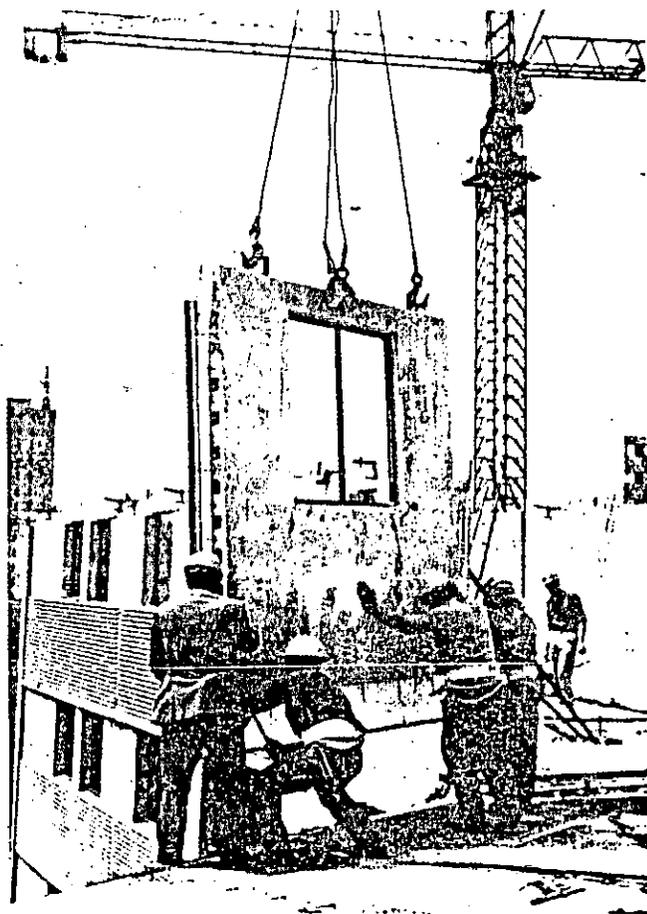
La capacidad de producción y el ritmo de montaje medio diario es de 12 viviendas, llegando en algunos casos excepcionales a las 17, estas cifras colocan a la fábrica de Badia como la más importante de las del sistema TRACOPA, y entre las de mayor producción de la Europa Occidental.

La fabricación de paneles se desarrolla en dos conjuntos distintos de naves de trabajo; en cuyo interior se cuenta con el equipo siguiente: 31 mesas fijas de moldeo, con sus respectivas campanas de secado, 2 baterías de secado de 5 y 7 alvéolas, respectivamente (estas baterías permiten la obtención de múltiples paneles de distintos tamaños a un mismo tiempo). 16 moldes especiales, 7 puentes-grúa de 10 toneladas y 3 grúas-torre de 160 toneladas para movimiento interior y parque de almacenamiento, además de las instalaciones comunes formadas por dos centrales de concreto, calderas para el curado, aire comprimido, taller de armadura de hierro para el refuerzo de los paneles, transformadores, laboratorio, etc.

El proceso de fabricación se realiza a base de moldes horizontales fijos, que llevan incorporados una cámara de curado abatible. Los muros interiores de carga de 15 centímetros de espesor se realizan en baterías verticales de moldes, vibrándose desde arriba el concreto mediante vibradores de aguja.



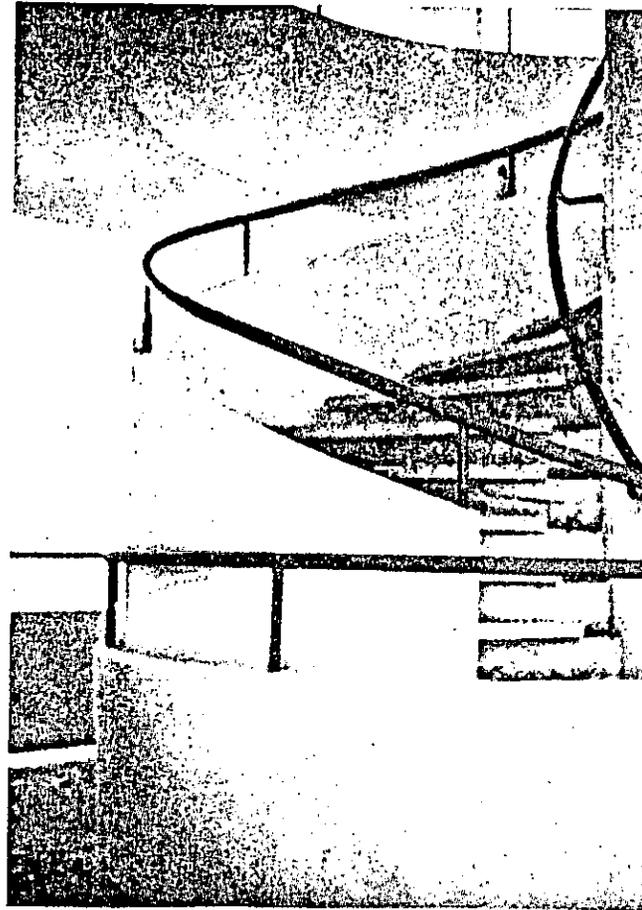
El ritmo de montaje puede mantenerse gracias a la fuerte dotación del personal del polígono (trabajan en Badfa 38 técnicos y un total de 1,500 productores) al despliegue de equipo técnico y medios auxiliares realizado, del que destacan 5 grúas-torre de 200 toneladas, tres grúas-móviles sobre neumáticos, 8 camiones-tractor con 20 semirremolques, siete grúas-torre, seis camiones con trailer para concreto, 9 compresores móviles, etc.



Estos medios humanos y técnicos se encuentran ayudados en la consecución de este impresionante ritmo de montaje, por la acertada idea, aplicada en Hungría y URSS de realizar los tabi--

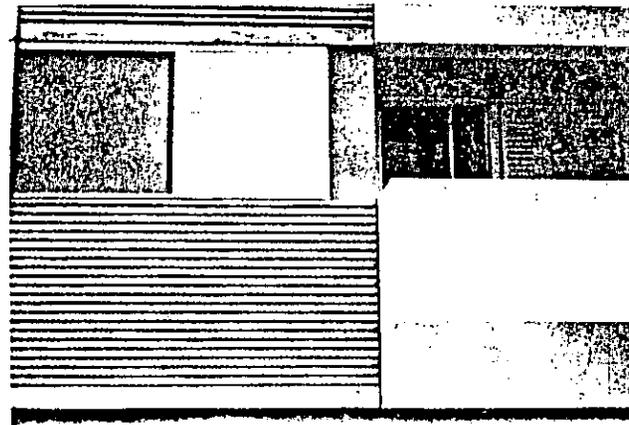
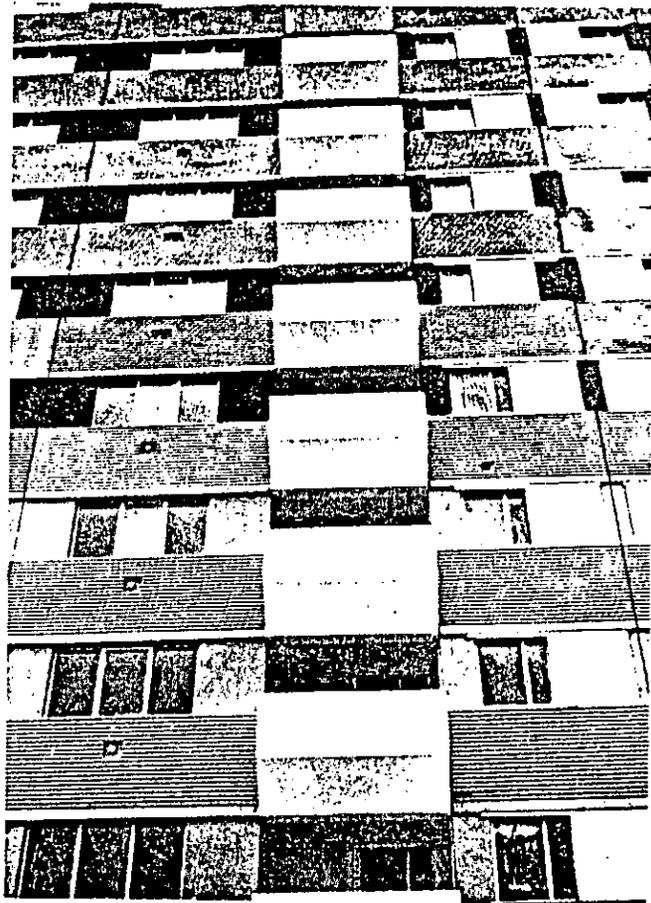
ques divisorios no de carga a base de paneles de tamaño medio de yeso, consiguiendo con eso:

- Reducir el trabajo de los medios de elevación más potentes, dedicándose éstos exclusivamente a los muros de carga y elementos pesados.
- Reducir el tiempo de trabajo a la intemperie, ya que una vez colocados los elementos de carga verticales se procede inmediatamente a la colocación de las losas fundidas prefabricadas, puesto que los elementos de tabiquería de yeso pueden manejarse más libremente.
- Los elementos ligeros o livianos de tabiquería permiten una mayor libertad de distribución en planta y facilitan la labor de posibles modificaciones dentro de la misma.



En Badía se ha conseguido un nivel arquitectónico y una calidad de ejecución, armonizados con detalles de buen gusto: escaleras helicoidales prefabricadas que crean un recinto de entra

da verdaderamente agradable, acanalado de los sillares de ventanas y balcones de fachada, el --  
juego de sombras conseguido por los balcones voladoz de una pieza, el diferente colorido de los  
paneles de fachada, brindan una agradable sensación para los habitantes de estos edificios, así  
como para los paseantes que los contemplan.



## CAPITULO 5. PREFABRICACION EN AMERICA LATINA

Los países que presentan la mayor demanda de construcción y en especial construcción de vivienda, se encuentran conformando este extenso grupo de pueblos que tratan de encontrar en los sistemas prefabricados o en la producción de elementos prefabricados, las soluciones más viables para aliviar el desmedido déficit de vivienda que los acosa. Este problema que a nivel mundial afecta a la gran mayoría de los países y que en América Latina se ha detectado con cifras asombrosas, han vuelto a esta imperiosa necesidad como un reto a la tecnología de la construcción, buscando cual o cuales son los sistemas que pueden aplicarse en estos países y que mediante sus recursos naturales, recursos económicos, así como los aspectos técnicos, se logre como una gran alternativa la realización de una producción masiva de unidades o proyectos habitacionales que superen las condiciones de vivienda que atraviesan tan críticamente estos pueblos latinos.

A continuación se hará cita de algunos de los países que en la actualidad aplican estas tecnologías de acuerdo a sus necesidades y recursos naturales para encontrar las mejores soluciones a sus problemas habitacionales.

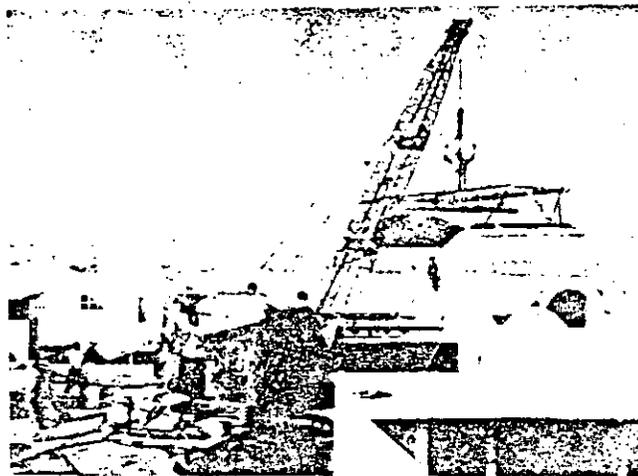
Entre los más sobresalientes cabe mencionar: Colombia, Chile, Venezuela, Cuba, Brasil y México.

## 5.1 COLOMBIA

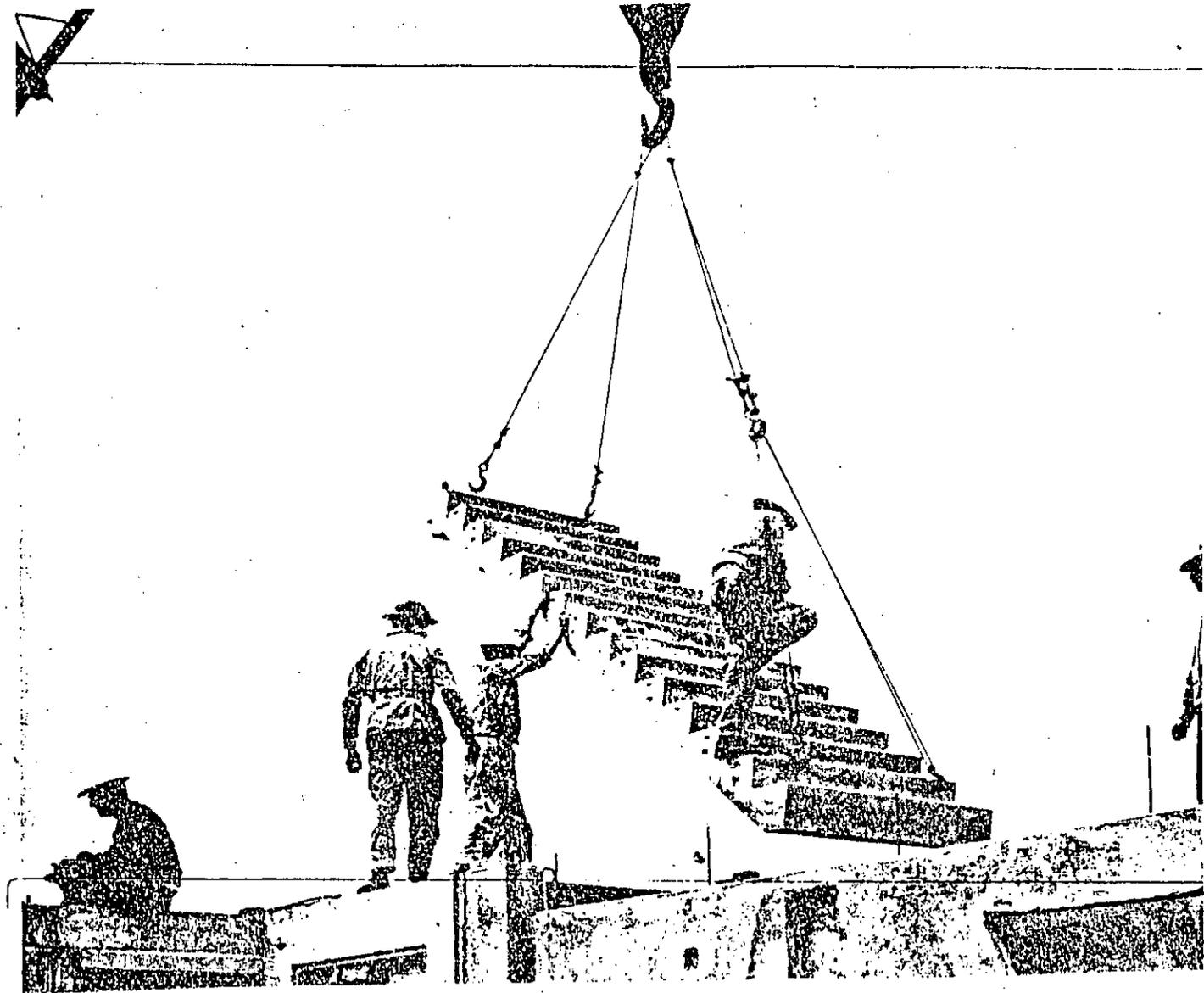
Es uno de los países latinoamericanos que más ha sobresalido en el uso de prefabricados en los programas de construcción de vivienda. En los últimos 15 años ha obtenido una valiosa experiencia en métodos de construcción y funcionamiento de fábricas con suficiente capacidad para producir más de 100,000 mts.<sup>2</sup> anuales de viviendas prefabricadas. Aunque algunos de los sistemas no son del 100 % de elementos prefabricados, la mayoría de los sistemas utilizados han superado económicamente los sistemas tradicionales en calidad, durabilidad y tiempo de construcción.

Ofrecen especial interés:

- a) Sistemas de casas prefabricadas con paneles de concreto para paredes y techos de cubierta laminar de 7.5 centímetros de espesor, hechos y montados por el proceso de concreto compactado por presión atmosférica.

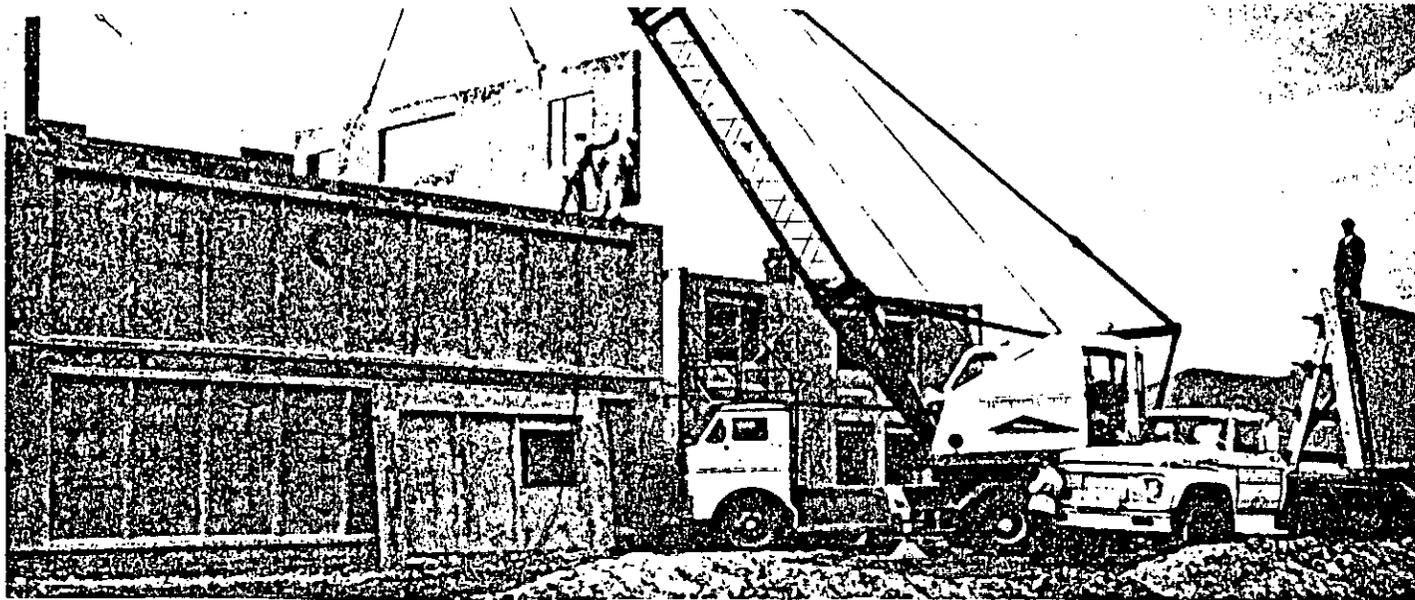


- b) Sistema a base de paneles prefabricados de concreto liviano, usados en sistemas módulos (paneles extruídos, paneles ensamblados semiterminados, etc.)
- c) Sistema estructural en base de columnas, vigas, y losas prefabricadas de concreto pre comprimido.



- d) Edificios de apartamentos de varios pisos que usan un sistema de prefabricación pesada en el cual el tamaño de los paneles es de 11.44 X 2.60 metros y su peso máximo de

7 toneladas métricas. Y el peso del cuarto de baño es de 6 toneladas métricas.



Bogotá, Colombia. Prefabricación con componentes de concreto pesado  
(5 a 7 toneladas cada uno)

- e) Sistema de casas prefabricadas, transportadas y montadas como unidades de cuartos completamente terminadas en la fábrica. Las unidades con montadas en el lugar de obra - como casas de dos, cuatro o seis habitaciones y están prontas para ser ocupadas en un tiempo medio de construcción de 8 días.



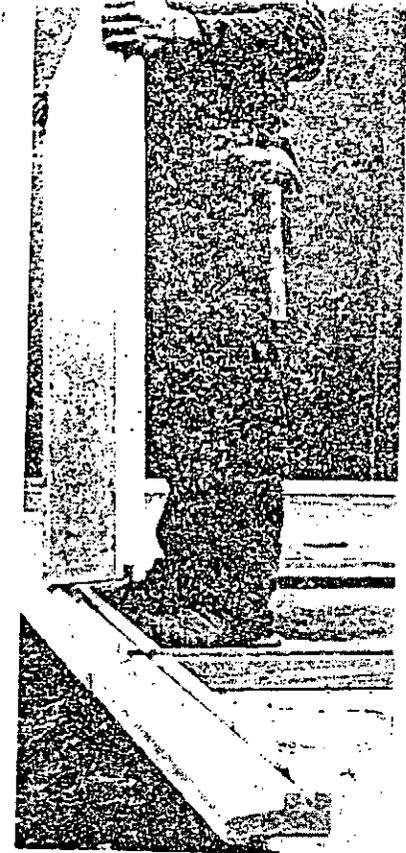
Bogotá, Colombia. Transporte de una casa prefabricada desde la fábrica hasta el lugar de obra

- f) Sistemas para casas prefabricadas de armazón metálicas con paneles emparedados de concreto, rellenos con aislación de astillas de madera (aserrín) en los tabiques y fachadas; y provistos de crisales e instalaciones sanitarias premontadas en las paredes. (Pag. 16 seminario)
- g) El empleo de placas de asbesto-cemento se ha generalizado en muchos países de América Latina como elementos adecuados para cubierta. Presenta para ello algunas características óptimas como son: su precio bajo, su poco peso que las hace fácilmente trabajables, incluso manualmente; su aspecto que no requiere enlucido ni mantenimiento, adecuada durabilidad e impermeabilidad.

## 5.2 CHILE

Desde 1,965 mediante un proyecto denominado "Operación Sitio", puesto en ejecución alrededor de Santiago debido a grandes inundaciones que dejaron sin techo a millares de familias fué como surgió el empleo de elementos prefabricados en la construcción emergente de viviendas para los dannificados. Entre los ensayos que se destacaron con eficacia, se mencionan los que utilizan madera de pino para la estructura y paneles de madera, paneles prefabricados de concreto liviano de doble faz, de 0.015 metros de elementos estructurales moldeados en el lugar de la obra, paneles de madera elaborados industrialmente y una combinación de esos materiales con diversos tratamientos de protección contra la intemperie. Esta iniciativa con gran éxito demostró la capacidad de la industria para producir componentes de tanta cavidad para viviendas.

La ejecución de programas de vivienda urbana y rural a cargo del organismo oficial del Ministerio de la Vivienda, construyó en 1,968, 20,000 unidades de vivienda entre las que 8,000 -- eran totalmente prefabricadas.



Más tarde con la celebración Santiago de Chile con el "Encuentro solidario de la vivienda" en el seno de la Viexpo 72 y del "Seminario de Prefabricación en Antura" organizado por la O.E.A. se le brinda especial importancia en la industrialización de la vivienda y mediante la corporación de la vivienda, cuya misión principal es la de construir conjuntos habitacionales se programa una acción de perfeccionamiento en la tecnología de la construcción en tres niveles:

- a) Construcción tradicional perfeccionada en base a una coordinación modular y dimensio-

nal, racionalización del trabajo interdisciplinario.

- b) Prefabricación parcialmente industrializada. Se utiliza prefabricación liviana en madera, hierro, y hormigón armado en paneles.
- c) Prefabricación totalmente industrializada. Sistemas semipesados, y pesados, con paneles de hormigón moldeado estructurales. Esta prefabricación se utiliza principalmente en los edificios de 4 y 5 pisos.

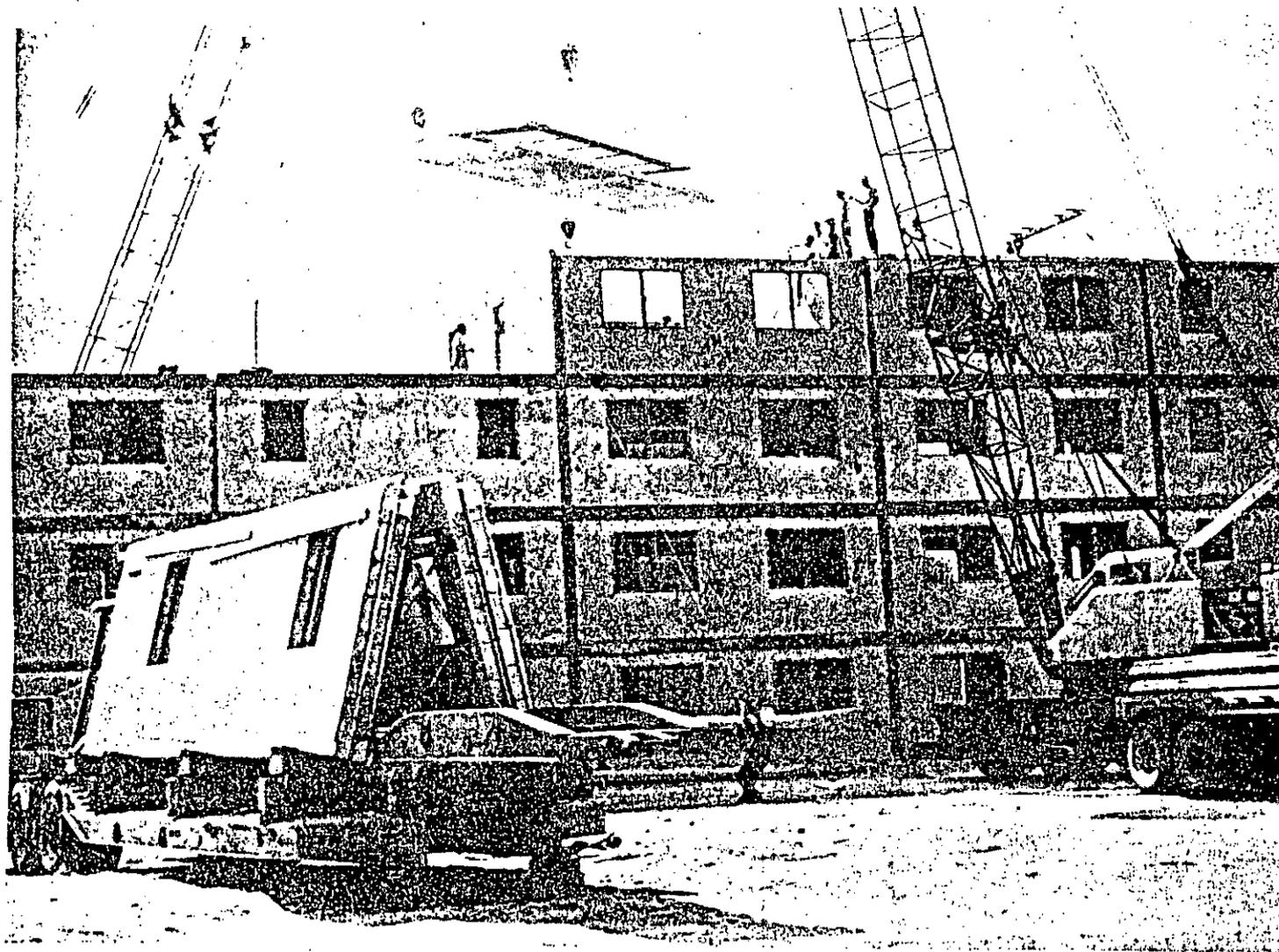
### 5.3 VENEZUELA

El Banco obrero de Venezuela, una de las más importantes instituciones de la vivienda que actúan en el país, estableció en su política de vivienda, condiciones favorables en apoyo y estímulo a las empresas privadas para que mejoren sus sistemas de construcción sobre todo para -- construcción de vivienda, con la mira de reducir los costos y elevar la calidad de construcción. El Banco desde 1,962 a 1,970 puso en práctica un programa experimental de la vivienda que comprendió la construcción de 500 unidades de habitación en el menor tiempo posible, estimulando -- así a las empresas privadas que desarrollaran métodos de construcción que aumentasen la productividad, que investigaran nuevos procedimientos técnicos de construcción y racionalizaran el -- proceso de producción de viviendas en la planificación, el diseño y la ejecución de las obras a fin de aprovechar lo mejor posible el equipo y los recursos utilizados en las distintas etapas

de tal proceso. Como determinación de parámetros se estableció que los procesos de producción de elementos deberían ser del tipo de prefabricación abierta en que los componentes de construcción podían ser montados e intercambiados de diferentes maneras para disponer de una variedad de soluciones. El Departamento de estudios del Banco definió, cuatro sistemas de construcción que estarían sujetos a modificaciones con arreglo a los recursos de las empresas privadas, que podrían proponer diversas soluciones dentro de los conceptos básicos de cada sistema.

Se adoptaron cuatro sistemas de construcción en relación con las características siguientes:

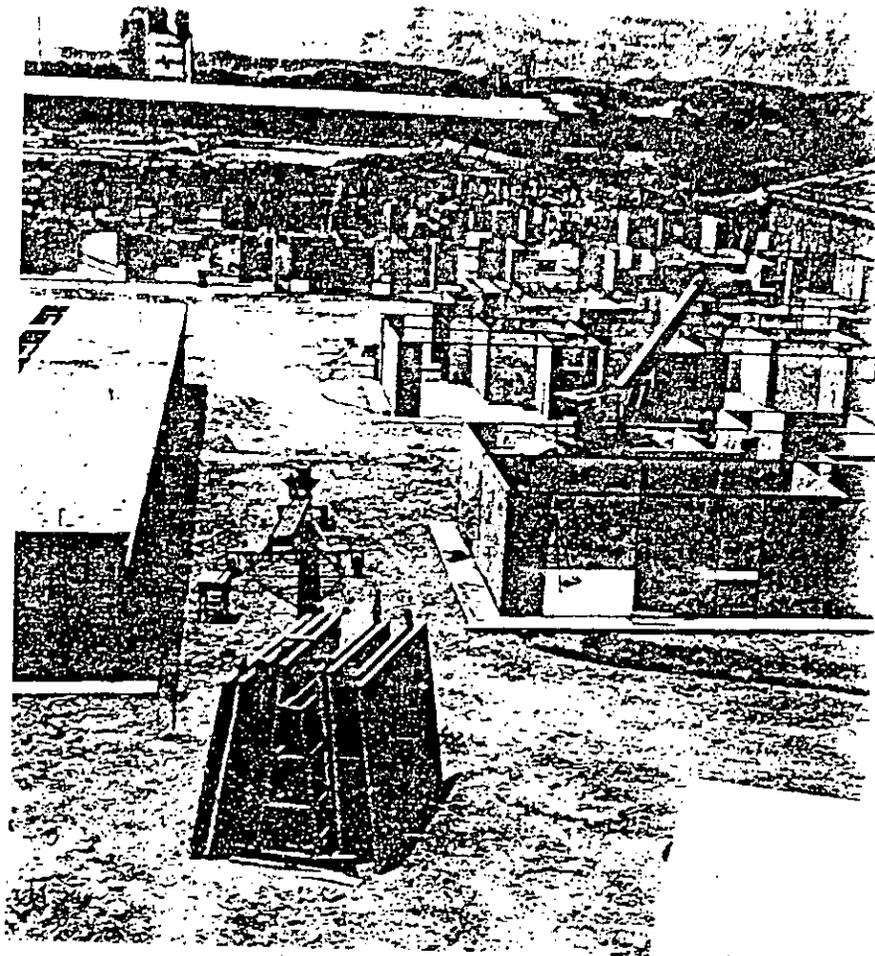
- A) Paredes medianeras prefabricadas de concreto liviano, así como losas de piso y techos de cubierta laminar también de concreto liviano, construídos por la empresa VACUUM -- CONCRETE DE VENEZUELA Y CIA.; para viviendas de dos pisos. En edificios de 3 y 4 pisos se utilizaban componentes de concreto en paredes, pisos y techos, así como componentes estructurales para cuatro pisos y elementos de fachadas, construídas por VIVIENDA VENEZOLANA S.A.



Venezuela. Prefabricación con concreto pesado, empleado en la construcción de viviendas

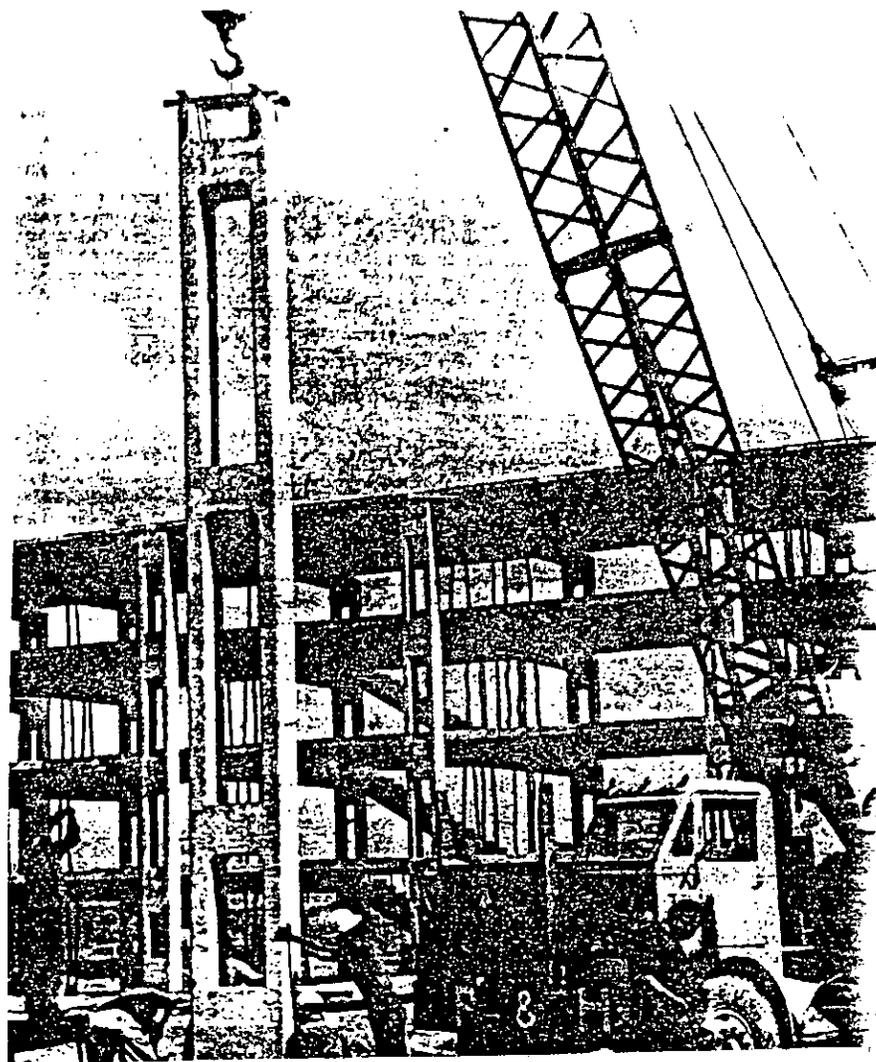
- B) Sistema estructural modular de acero, piso de concreto en forma estructural de acero, techado de aluminio y paredes de paneles del tipo celular de concreto de 10 centíme--

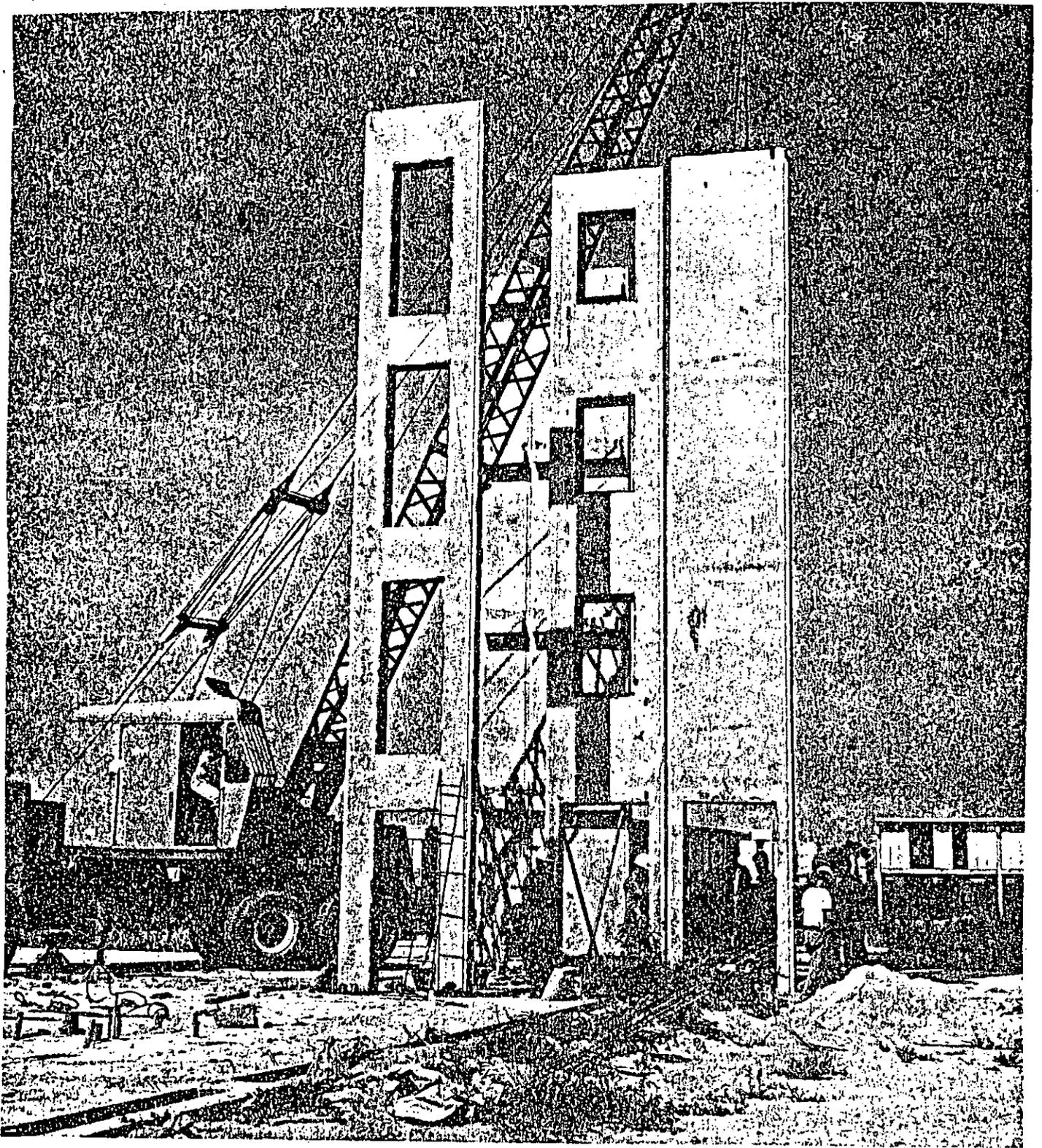
tros de grueso, construídos por talleres Metalúrgicos VAN DAM, para edificios de uno y dos pisos



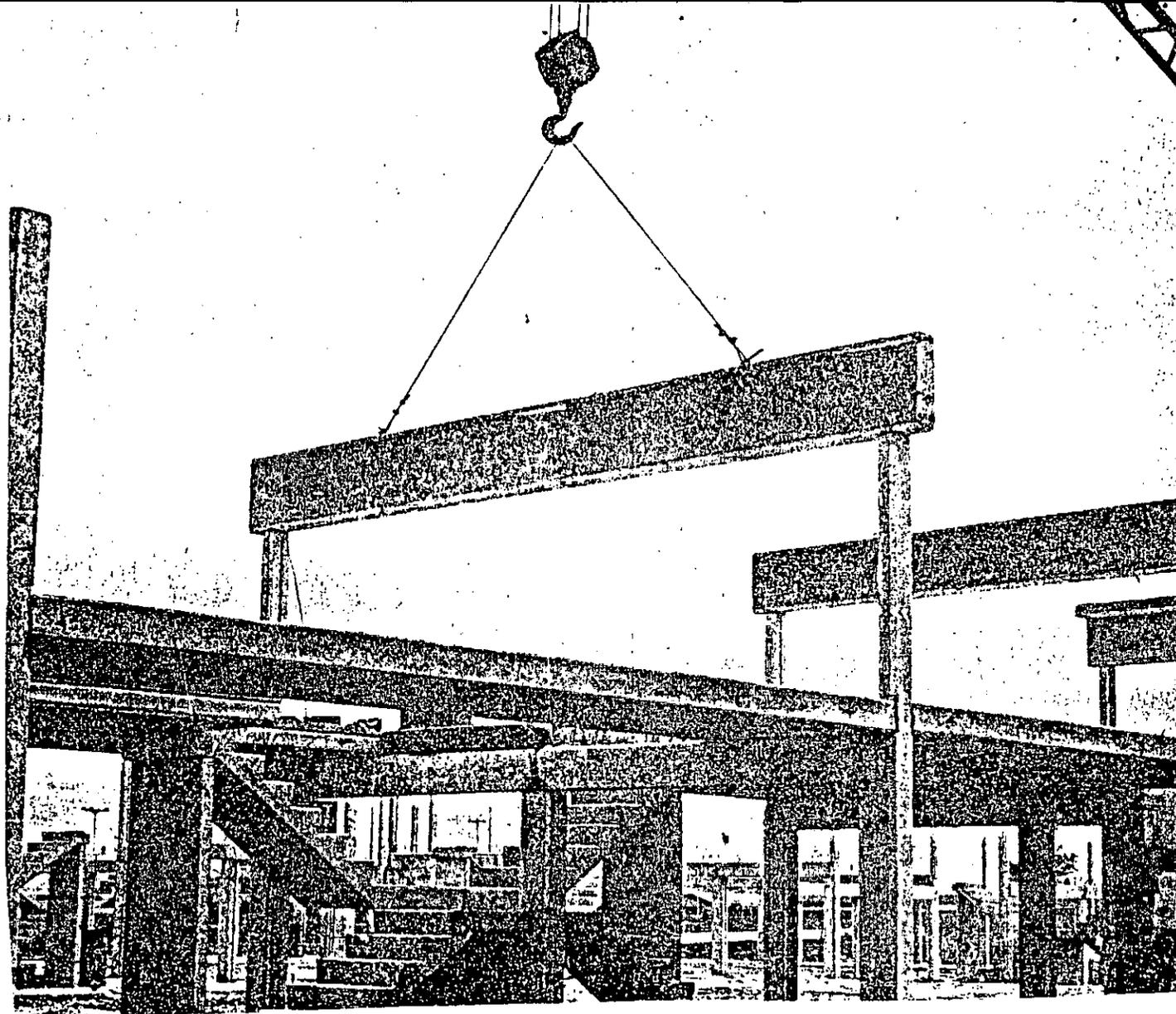
Venezuela. Sistema de prefabricación con concreto liviano, empleado en un proyecto de viviendas.

- C) Sistema prefabricado de tipo pesado de módulos de concreto comprimido con producción en el lugar de obra (in situ) un sistema estructural abierto para viviendas de uno y dos pisos, edificios de cuatro pisos, y construcción por el sistema tradicional como albañilería con ladrillos de arcilla, construídas por VIVIENDA VENEZOLANA S.A.





Venezuela. Prefabricación con concreto pesado



Lo descrito anteriormente da una idea del amplio plan experimental emprendido por el Banco  
Obrero que puso en acción a los mejores expertos del país en tecnología de la construcción y to

das las posibilidades que ofrecía la industria de la construcción.

Más tarde, una de las conclusiones de la ponencia. "El papel del Estado en el proceso de industrialización de la construcción en Venezuela" presentada en las segundas jornadas Venezolanas de prefabricación en 1,970 dice: "Los datos referentes a la experiencia nacional en materia de industrialización de la construcción indican que hasta el presente se ha vivido un período de ensayos y tanteos discontinuos y no ha sido logrado un auténtico proceso de prefabricación". Esta parece ser la situación real de Venezuela en este campo, aunque dentro del Sector Público existe cierta inquietud por la industrialización del Sector, encausada nuevamente por el Banco Obrero. Organismo que en la actualidad se encarga de atender el aspecto vivienda en los grupos urbanos de más de 20,000 habitantes de escasos recursos. Para el año 1,970 el Banco Obrero ha construído un total de 10,000 viviendas mediante los procedimientos industrializados emprendidos en sus programas experimentales citados anteriormente.

Entre las conclusiones globales de esta experiencia venezolana merece destacarse las siguientes:

- 1) El número de programas y de viviendas realizadas resultó insuficiente para obtener --

conclusiones significativas.

- 2) En los programas realizados no se han aplicado plenamente procesos de prefabricación, ya que en general se trata de modalidades intermedias entre prefabricación, y construcción tradicional.
- 3) Se ha detectado una clara falta de experiencia en lo que respecta a los problemas técnicos y económicos y administrativos que implica la prefabricación.
- 4) Se ha hecho evidente la falta de estadísticas fiables respecto a resultados, tiempos, medios, etc, de la construcción tradicional, para poder compararla con los resultados detenidos.

Otros intentos de prefabricación total se están llevando a cabo por empresas particulares en distintos puntos del país. Se ha instalado una fábrica a 80 kilómetros de Caracas, que realiza grandes paneles de Sección homogénea de concreto y losas fundidas pretensadas que son aligeradas mediante piezas cerámicas. Todos los elementos se unen en obra mediante un atornillado y concreto in situ. Los paneles llegan a tener hasta 8.00 X 2.70 X .20 metros con un peso de 5 toneladas.

El camino más en voga en la actualidad en Venezuela es el empleo de procedimientos de cons

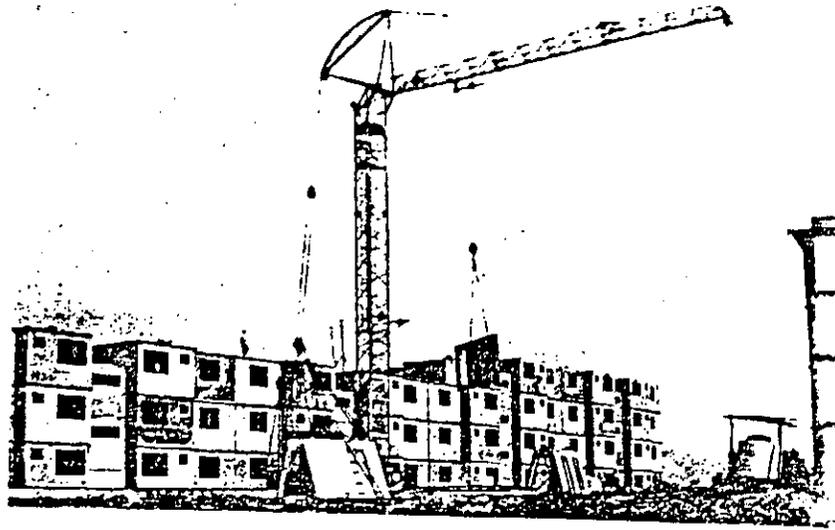
trucción (de patente extranjera) a base de encofrados túnel o similares. Sus aplicaciones son muy numerosas en Caracas especialmente para la realización de edificios de 9 a 15 pisos.

#### 5.4 CUBA

A partir de 1,960 se inició en Cuba un acelerado cambio en la situación de la fuerza de trabajo, pasando de un altísimo desempleo, que fluctuaba de un 20 a un 30 % de la fuerza de trabajo, a un déficit de mano de obra que se reflejó tempranamente en el sector de la construcción, como consecuencia de las grandes transformaciones económicas y sociales de la Revolución.

La gradual escasez de mano de obra junto a la escases de madera y la ampliación de la actividad constructora hasta los más recónditos lugares del país, precisó tempranamente la utilización de algunos elementos prefabricados a niveles medios de industrialización incorporados a -- edificios tradicionales, tanto a los nuevos asentamientos rurales como en los urbanos.

Una de las primeras experiencias desarrolladas con grandes paneles se realizó en MANICARAGUA, en el poblado de LA CAMPANA, donde con fundición a pié de obra se utilizaron paneles de 2 y 3 toneladas.



Cuba. Montaje en el lugar de obra de componentes prefabricados de concreto para viviendas.

La línea fundamental y primera del sistema de grandes paneles se desarrolló con el proyecto tecnológico llamado GRAN PANEL IV. Culminación de un proceso experimental desarrollado a -- partir de experiencias europeas, que independientemente de sus limitaciones de diseño y tecnologías derivadas del nivel de desarrollo cubano, tiene el valor de sus experiencias sistemáticas. Estas experiencias han servido de base material más importante para la prefabricación de viviendas, al disponer de 20 plantas de fabricación, con una capacidad potencial instalada para producir cada una 500 viviendas por año, o sea unas 10,000 viviendas anuales.

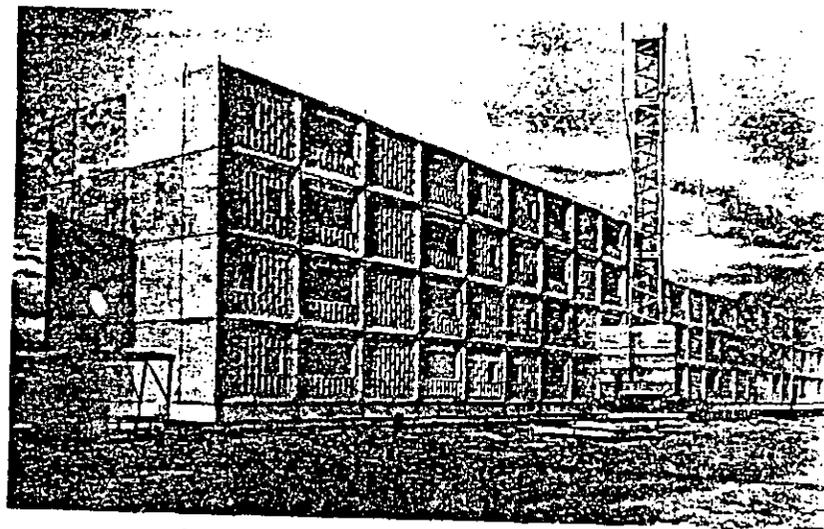
#### LA TECNOLOGIA DEL GRAN PANEL IV

Tiene las desventajas de los sistemas cerrados en cuanto a la limitación de las soluciones en planta, agravada durante por la existencia de un único y rígido proyecto de producción que limita considerablemente las soluciones urbanísticas al no poder resolver satisfactoriamente las exigencias de orientación y ventilación en contradicción con los requerimientos de funcionamiento y la composición urbanística.

En el año 1,964 inició su producción en Santiago de Cuba, la planta Soviética de grandes paneles, que, aún dentro de los sistemas cerrados de prefabricación tiene un gran nivel de industrialización y reúne muy buenas condiciones ambientales para el desarrollo del trabajo, con

una producción de 1,700 viviendas por año.

El Distrito Urbano "José Martí" desarrollado en Santiago de Cuba con los grandes paneles soviéticos ha contado fundamentalmente con dos variantes de edificios de 4 pisos, pero se están proyectando edificios de 8 y 9 pisos con la misma tecnología, lo cual permitirá aumentar las densidades y ofrecer mayor variedad plástica.



Cuba. Conjunto de viviendas José Martí en que se usaron componentes prefabricados de concreto.

Entre las distintas tecnologías ensayadas en Cuba, está la del gran panel de moldeo vertical, tecnología polaca basada en la fundición de los elementos en cámaras verticales, planteado

como planta móvil. Se proyecta utilizar el principio del moldeo vertical para producir los componentes especialmente idóneos con esta tecnología, pero en plantas fijas industriales.

Otra experiencia que desarrolla viviendas es la denominada CUMON, basada en el moldeo deslizante, que se aplica experimentalmente a viviendas de dos pisos.

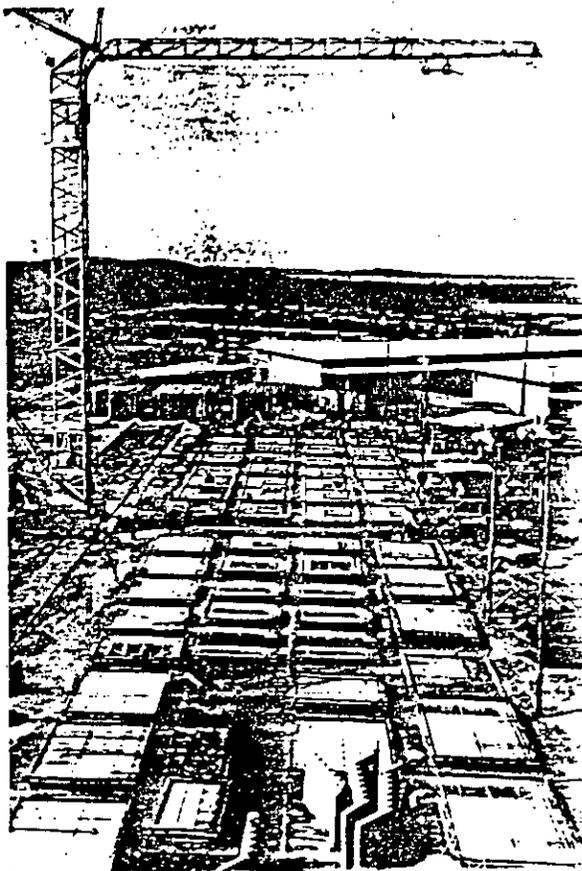
El Instituto de Investigaciones técnicas está desarrollando experiencias con losas ahuecadas para ser utilizadas en pisos y paredes.

El Grupo Nacional de Viviendas realiza desde hace cuatro años de investigaciones con grandes paneles sin refuerzo de acero y losas huecas, obteniendo resultados positivos. Se han proyectado y construido maquinarias para hacer estas losas y mesas basculantes de acero para fundir los paneles.

En Cuba la industrialización de la construcción de viviendas se ha utilizado fundamentalmente en la estructura de los edificios, y la meta fijada es la de producir todos los componentes con el máximo de acabados.

Como en todo proceso industrial, la construcción de viviendas exige un alto grado de orga-

nización que asegura la continuidad de la producción y precisa junto a la facilidad de repetición de elementos y operaciones, la estabilidad de la fuerza de trabajo.



Cuba. Prefabricación con componentes de concreto pesado

Actualmente en Cuba hay una gran comprensión de las ventajas de la normación y tipificación aplicadas a la construcción no solo en el aspecto de las economías de materiales y de tiempo, - sino también en las facilidades que brinda al propio diseño con la eliminación de elementos innecesarios y la aplicación de la disciplina que simplifica el diseño.

La industrialización de la construcción tiene como objetivo simplificar la elaboración y - repetición de las operaciones de los elementos y hacer factibles la producción en serie, pero - ello no conlleva caer en la rigidez. La necesidad de una mayor flexibilidad en la construcción industrializada nos orienta actualmente hacia los sistemas de construcción abierta, que admiten cualquier diseño de plantas, siempre que cumplan los requerimientos de la coordinación dimensional dentro de la serie de números establecidos previamente.

La construcción industrial de la vivienda en Cuba, se enfoca con las siguientes fases:

- Programa abierto de construcción industrializada.
- Obligatoriedad del uso de la coordinación dimensional en todo el país.
- Empleo de elementos prefabricados catalogados, aplicando principios de intercambiabilidad dentro de una red modular simple. Normalización de las medidas, aplicada a la -- producción de artículos acabados que tiendan a crear la base dimensional de la produc

ción de viviendas mediante un sistema de dimensiones preferentes.

La industrialización de la vivienda sobre la base de esos principios, se proyecta fundamentalmente en tres líneas:

1. GRAN PANEL 70
2. SISTEMA I.M.S.
3. MOLDEO DESLIZANTE.

#### EL GRAN PANEL 70

Es una tecnología que se ensaya en Cuba, y se basa en las experiencias y realizaciones logradas en sistemas industriales de países europeos como Dinamarca, Suecia, Unión Soviética, Polonia y otros.

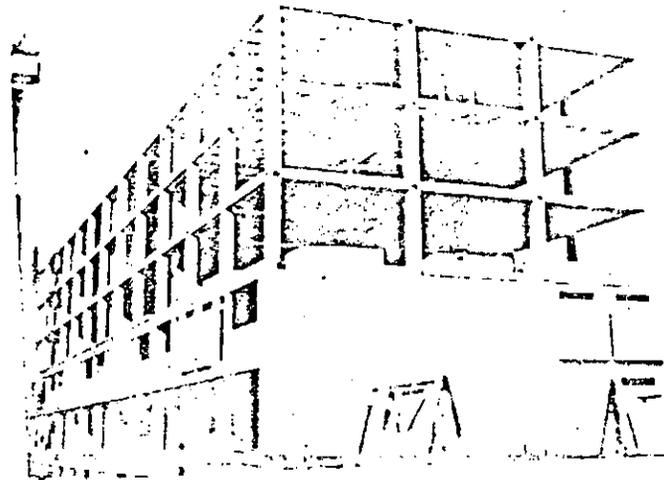
Este sistema de grandes paneles con prefabricación abierta tiene amplias posibilidades para el diseño arquitectónico y mayor flexibilidad para ajustarse a los varios requerimientos del diseño urbanístico en relación a los sistemas de grandes paneles con prefabricación cerrada.

El sistema permite la construcción de edificios en altura y presenta, al igual que el sistema I.M.S. un montaje, forzado de tolerancias mucho más precisos que en el GRAN PANEL IV. Esta tec

nología incluye juntos reventilados y elimina los soldaderos. Las losas ahuecadas de 1.20 y 2.40 metros de ancho pueden llegar hasta 6 metros de largo con refuerzo normal, y su diseño --- constituye al aislamiento técnico y acústico.

Con el GRAN PANEL 70 se ha elaborado el primer proyecto experimental de edificio de viviendas de 5 pisos, cuyo interés reside fundamentalmente en su experiencia constructiva y tecnológica.

El sistema de retícula I.M.S. ZEZEJ de tecnología yugoslava está basado en la utilización de columnas y losas, las cuales se unen formando una estructura reticular que se va postensando al montaje de los distintos niveles. Es un sistema abierto con crecimiento en 3 dimensiones -- que le dá gran flexibilidad.



Se ha construído edificios experimentales de 5 pisos y se están proyectando de 12 pisos. La primera experiencia importante en la construcción de viviendas utilizando moldes deslizantes en el edificio experimental de 17 pisos que está frente al malecón, LA HABANA, donde se ha utilizado un sistema mixto de moldes deslizantes y prefabricados. Presenta columnas separadas con losas ahuecadas, reforzadas y postensadas que aseguran el aislamiento acústico. La planta es flexible y la solución con sus galerías separadas asegura gran privacidad y buena ventilación, aunque resulta un ancho poco profundo y gran esbeltez que afecta a la economía estructural y a las densidades urbanas. La solución del edificio facilita las composiciones urbanísticas por su gran flexibilidad.

Actualmente se está proyectando un nuevo edificio experimental de 20 pisos, con muros por moldeo deslizante y entrepisos fundidos In Situ, mediante encofrados industrializados cuyo diseño partió del principio de deslizar el mayor número posible de muros, solución menos flexible a la anterior pero con mejores índices técnicos y económicos que posibilitan más altas densidades urbanas.

Con proyección futura para edificios altos, se está planteando la combinación del moldeo deslizante con los otros sistemas de prefabricación abierta.

Junto con las tecnologías más avanzadas, el país se ha visto precisado a continuar utilizando otros niveles que no requieren una alta mecanización y se pueden aplicar principalmente en concentraciones pequeñas o medianas y entre estas técnicas está LA NOVOA O SANDINO, con sus variantes y modificaciones.

## 5.5 BRASIL

Un factor importante en la prefabricación en Brasil es el transporte. Por ello la mayor parte de las realizaciones se limitan a premoldear los elementos y en algunos casos se emplean pequeñas fábricas móviles, que realizan los elementos a pleno aire, o bien lo realizan con ayu-

da de una cubierta móvil. Estas fábricas se instalan a pié de obra y son aptas para trasladarse de forma rentable ante un pedido mínimo de 150 viviendas.

En Río de Janeiro, bajo patente italiana, se ha instalado una fábrica semifija, capaz para una producción semanal de 1,000 Mts.<sup>2</sup> de viviendas. El panel tipo de 6 X 2.80 X 0.23 metros pesa unas 5 toneladas, es de concreto armado aligerado con piezas cerámicas. El proceso de fabricación es de tipo continuo. La fábrica presenta la particularidad de que puede desmontarse en un mes y montarse fácilmente en cinco días en otro lugar adecuado, su transporte de un lugar a otro puede realizarse mediante 25 camiones con remolque.

También en Río de Janeiro se ha empleado con bastante frecuencia un procedimiento semi-artesanal con el que se han realizado bloques de hasta diez plantas. Los muros de carga constituyen a base de encofrados de grandes dimensiones.

La tabiquería y las losas fundidas de concreto prefabricadas se premoldean en obra utilizando para ello sistemáticamente la planta sótano, en la que se instala un equipo mínimo y unos moldes muy simples a base de perfiles metálicos con los que se realizan estos elementos de hasta 2 toneladas de peso.

## 5.6 MEXICO

### SISTEMA CIMBRACRET S.A.

Esta empresa con sede en la ciudad de México y tres filiales en el interior de la República, produce una diversidad considerable de elementos pretensados. Los más importantes son:

#### 1. Pilotes de Cimentación:

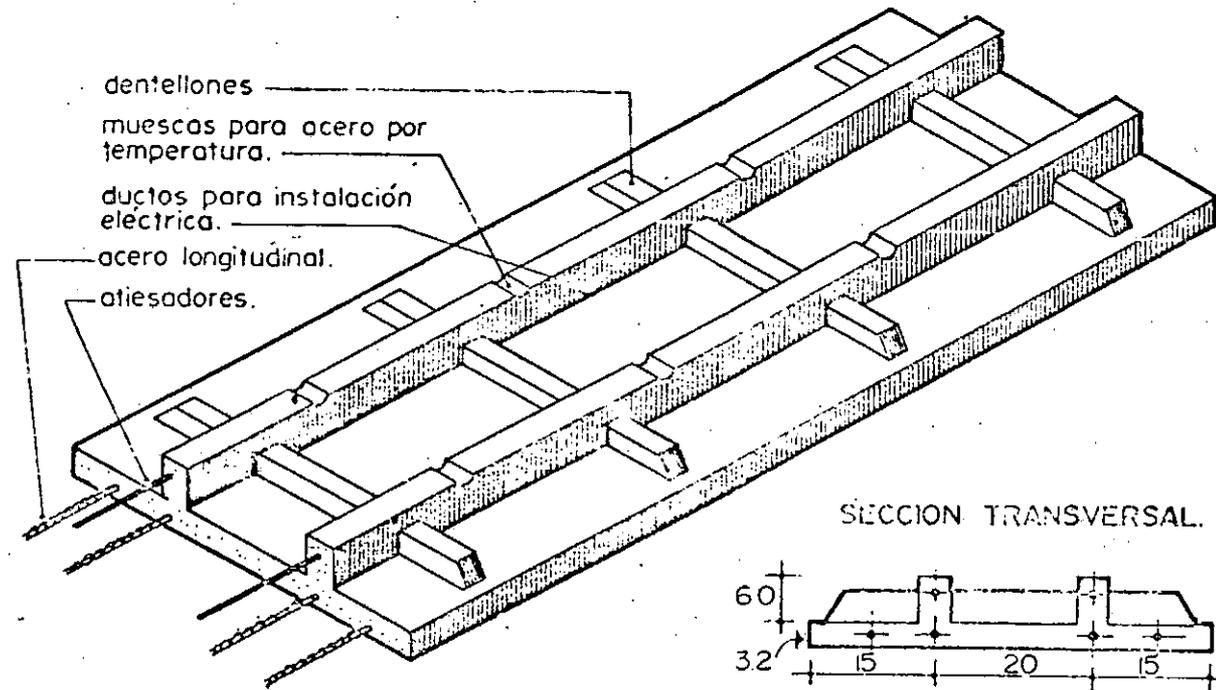
Estos elementos prefabricados están diseñados en sección triangular, con una perforación circular en su sección. Las dimensiones de las aristas del triángulo equilátero pueden ser hasta de 60 centímetros y el diámetro de la perforación hasta de 24 centímetros.

#### 2. Cimbraloza:

Estos elementos son losas nervadas prefabricadas de concreto reforzado que, después de colocadas en obra, se unen mediante una fundición de concreto que se realiza en obra el cual se vierte en la parte superior, para formar una losa de cualidades monolíticas. La cimbraloza está diseñada estructuralmente como libremente apoyada en sus extremos y con carga uniformemente repartida y también se puede proporcionar continuidad estructural, mediante acero de refuerzo conectado y colocado en la obra sobre los apoyos y refuerzo que sobresale en

los extremos de la cimbralosa.

El acero de refuerzo longitudinal absorbe los momentos positivos debidos a las cargas aplicadas, así como las de su propio peso. Los atiesadores o rigidizantes absorben los momentos negativos que se presentan en las maniobras de colocación. Las losas se fabrican en un ancho tipo de 50 centímetros y en diversas longitudes, siendo la máxima de 4.00 metros. El peralte total del elemento prefabricado es de 9 centímetros. Las losas presentan muescas transversales para colocar refuerzo de temperatura.



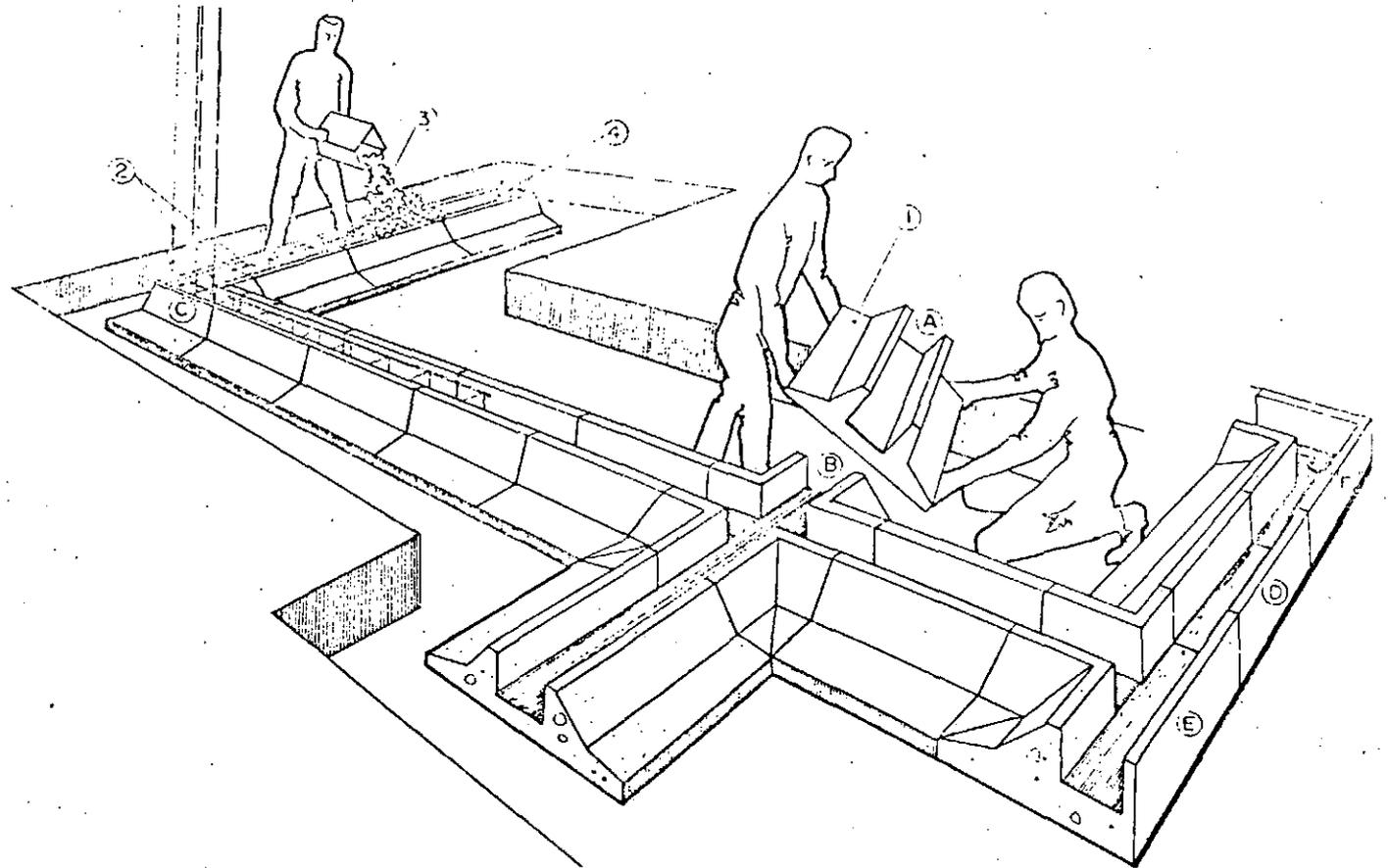


Figura 59. Tipos de "Zapatrabe" de Cimbracet y proceso de colocación. *Tipos:* A. Para tramo recto de muro, intermedio. B. Cruce y "T" para muro intermedio. C. Esquina para muro de colindancia. *Proceso:* 1. Colocación de "Zapatrabes" en cepas. 2. Armado de dalas de repartición y castillos o columnas. 3. Colado de concreto. 4. Desplante de muros o paneles.

### 3. Zapatrabe:

Es un elemento prefabricado de concreto, concebido para resolver la cimentación en -- forma rápida y económica, a la manera de zapata corrida para estructuras que requieran anchos hasta 1.00 metros. Su forma se aproxima a la de una TT invertida. Las piezas se co-

locan una a continuación de la otra, en disposición longitudinal, colocando la armadura de la solera de cimiento en la muesca preparada para el efecto.

Los cimientos pueden ser:

- a) El normal que va bajo un tramo recto de muro.
- b) El especial que se coloca bajo la intersección de dos muros y que puede ser, de cruce ro, en T o de esquina.

Estos elementos son fabricados tanto para muros centrales como de lindero. Su longitud tipo es de 50 centímetros y los anchos van de los 50 centímetros a 1.00 metros.

#### 4. Losa Aligerada Extruída "Hollow-Core"

Mediante el proceso de extrusión se obtiene una losa de concreto aligerada, que permite resolver los entrepisos con peraltes reducidos y de poco peso. Se fabrica en un ancho tipo de 1.22 metros y se dispone de dos peraltes: 15 y 20 centímetros. Puede salvar clavos de entre 4.00 y 9.00 metros.

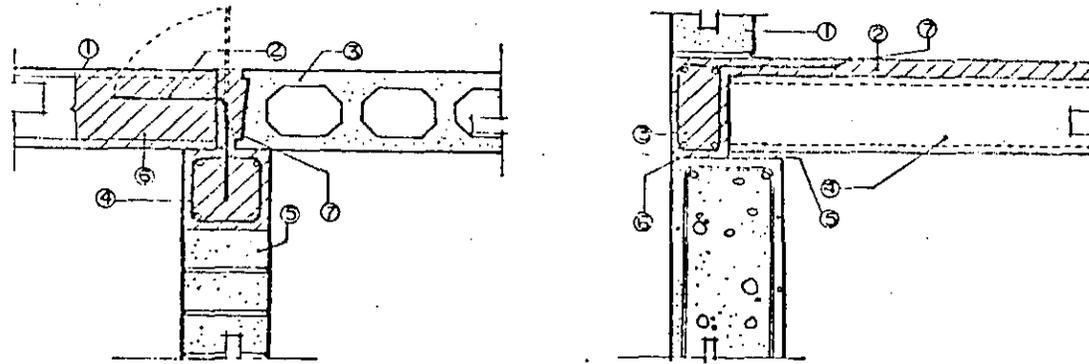


Figura 60. Aplicaciones de la losa "Hollow-core" de Cimbraeret en azotea (izquierda) y entrepiso (derecha). *Aplicación en azotea:* Apoyo sobre muro interior. 1. Tapón de papel. 2. Varilla de anclaje. 3. Losa extruida "Hollow-core". 4. Cadena de concreto armado. 5. Muro de apoyo. 6. Porción de losa que se rompe para el anclaje. 7. Colado in situ. *Aplicación en entrepiso:* Piso suspendido en escalón. 1. Muro. 2. Firme estructural. 3. Cadena de concreto armado. 4. Losa extruida "Hollow-core". 5. Cojín de apoyo. 6. Junta de colado. 7. Varilla de anclaje.

## 5. Placa Plana Presforzada:

Es un elemento estructural empleado en la resolución de entrepisos y cubiertas que -- presentan características de gran ligereza, espesor reducido (hasta un mínimo de unos 3 -- centímetros) y versatilidad. Las placas pueden ir pretensadas en uno o dos sentidos. En el primer caso, se refuerza transversalmente a la placa con acero normal. Las placas se -- pueden complementar en obra con una pequeña zona de compresión para aumentar su momento re -- sistente, ya que las placas delgadas funcionan como tensores a los cuales es necesario au -- mentar su zona de compresión. También se fabrican en su peralte total de 10 centímetros y

en este caso son elementos completos que no requieren más que sellador de juntas. El ancho normal de las placas es de 1.00 metros. Para el peralte de 5 centímetros sin capa de compresión se fabrican placas para clavos de 3.00 a 4.00 metros y para la sección compuesta o sea peralte de 10 centímetros los clavos son de 3.00 a 6.00 metros.

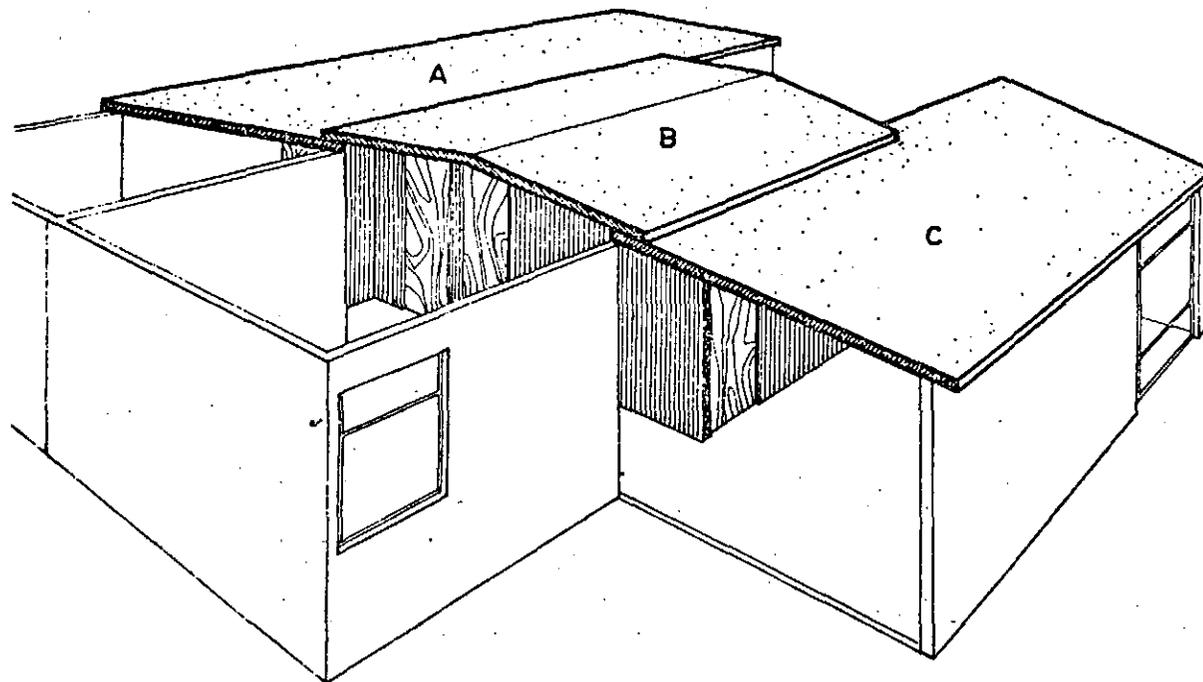


Figura 61. Placas planas pretensadas en dos sentidos de Cimbracret. Aplicaciones en techos de vivienda popular.

6. Viga Clave:

Es un elemento pretensado secundario de sección trapezoidal, de gran esbeltez, para -  
entrepiso o cubierta. En unión con placas presforzadas (con su capa de compresión) se ob-  
tiene una sección compuesta. Se fabrica en peraltes de 40, 50 y 65 centímetros y en gran  
diversidad de longitudes (hasta de 15.5 metros para el peralte de 50 centímetros.).

7. Viga T:

Es un elemento de concreto pretensado que se puede emplear en entrepisos o cubiertas.  
El ancho máximo del patín es 1.00 y el peralte total es de 45 centímetros. Se fabrica en  
diversas longitudes (hasta de 19 metros con un ancho de patín de 20 centímetros).

8. Viga Rectangular:

Se está aplicando tanto como elemento principal como secundario. Se fabrica en sec--  
ciones que van de 5.0 X 15.0 centímetros a 25.0 X 50.0 centímetros. La longitud máxima pa  
ra una sección de 20.0 X 30.0 centímetros es de 11.0 metros.

9. Viga Plana:

Se trata de un elemento pretensado de peralte reducido que representa la zona inferior

o de tensión de una viga I, cuyo nervio o patín es fundido en obra. Se puede emplear como viga principal de apoyo o como elemento secundario. Se fabrica con peralte tipo de 20 centímetros y con bases de 30, 40 y 50 centímetros. En su parte superior se dejan sobresaliendo los extremos de un estribo en V que sirven para recibir la fundición en obra.

10. Viga T invertida:

Elemento estructural de concreto pretensado diseñado especialmente para soportar un sistema de piso o cubierta de peralte reducido. El peralte total tipo es de 50 centímetros y la base inferior puede ser de 40 ó 50 centímetros.

11. Viga I:

Elemento estructural pretensado principal o secundario, concebido para salvar grandes clavos con una alta capacidad de carga y por ello, aplicable sobre todo en estructuras fabriles y puentes. Se fabrica normalmente en peraltes de 60 hasta 104 centímetros.

12. Viga TT:

Elemento pretensado para resolver grandes clavos con ligereza y rapidez de montaje, combinado con una estructura firme fundida en obra, se incrementa su capacidad de carga y resuelve los problemas de conexiones lográndose una estructura monolítica. Se fabrica nor

malmente con un peralte de 45 centímetros y en anchos de 1.50, 2.0 y 2.50 metros. Su rango de aplicación más común es para claros o luces de 6.0 a 20.0 metros.

13. Módulos Cúbicos para casas de habitación:

La empresa Cimbracret, S.A. ha realizado prototipos de vivienda popular que son factibles a producción masiva. Los módulos son unidades constituidas por techos y muros diseñados de tal manera que mediante el acomodo sucesivo forman en conjunto una unidad habitacional, que cuenta con marcos para ventanas y puertas, ductos de instalación eléctrica e hidráulica. Los techos son de concreto pretensado en dos sentidos y no requieren impermeabilización. No se requiere el empleo de yeso, ya que los muros y el techo tienen una calidad aparente, que permite la aplicación directa de recubrimientos. De acuerdo con las condiciones de cada caso se puede dar el aislamiento térmico requerido.

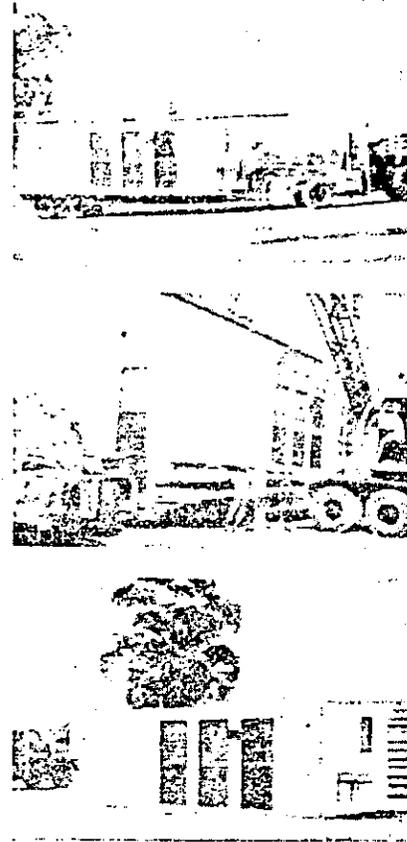


Figura 62. Tres aspectos del módulo cúbico para casa-habitación de Cimbracet.

#### 14. Baño integral prefabricado:

Este núcleo, fabricado en concreto reforzado monolítico, cuenta con las instalaciones completas de electricidad, agua y drenaje, muebles, accesorios y calentador de agua, así -

como un depósito integral de agua en la parte superior. La unidad solo requiere de las conexiones de luz, agua y drenaje para su funcionamiento.

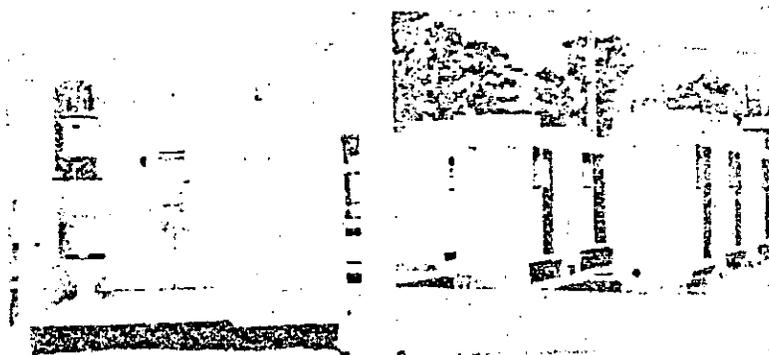


Figura 63. Dos aspectos del baño integral prefabricado de Cimbracet.

## CAPITULO 6. PREFABRICACION EN ESTADOS UNIDOS

Las características más sobresalientes de la prefabricación norteamericana en hormigón, se divide en tres apartados dedicados, respectivamente: a la prefabricación abierta con elementos de hormigón pretensado, a la construcción mediante sistemas de paneles, y por último, a los --- procedimientos constructivos que utilizan células tridimensionales prefabricadas.

### 6.1 LA PREFABRICACION ABIERTA EN CONCRETO

#### La Industria de Concreto Pretensado:

En la actualidad, más de 350 compañías están dedicadas a la fabricación de elementos de con- creto pretensado en unas 450 fábricas permanentes, diferentes.

En su mayoría éstas pertenecen a pequeños fabricantes independientes. Sin embargo, después de una investigación patrocinada por el Prestressed Concrete Institute en 1,969 (Ohio), se cons- tituyó una asociación de 40 fabricantes, que operan en la actualidad con 75 fábricas distribuí-- das por una amplia zona de los Estados Unidos.

Esta asociación, Precast Systems Inc., con sede en Chicago, está promoviendo una serie de sistemas constructivos prefabricados, cuyos componentes pueden conseguirse indistintamente en cualquiera de sus fábricas, a la vez que favorecen los intercambios tecnológicos y comerciales entre los miembros, y disfruta de las ventajas de un mercado muy amplio y prácticamente monopolizado, lo que se tradujo, en 1,971 en unos beneficios del 16% sobre el capital invertido.

#### Características:

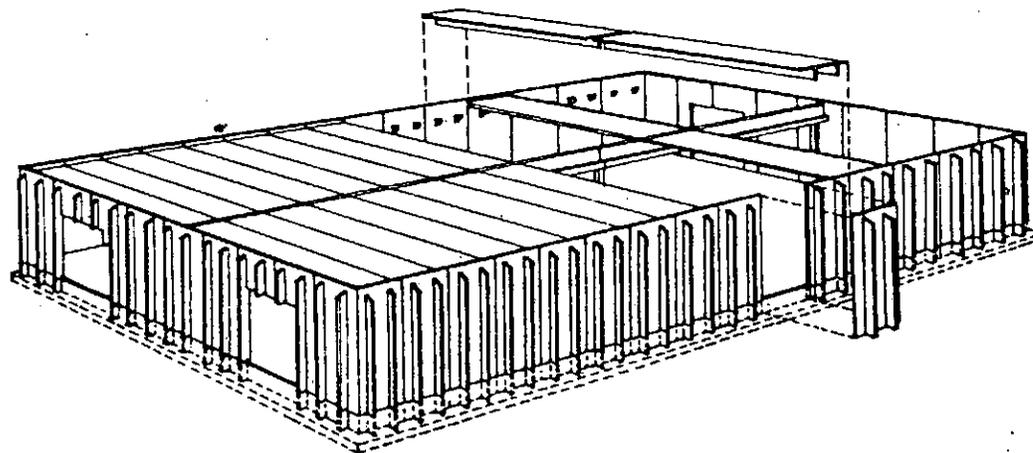
Las construcciones realizadas mediante elementos prefabricados de concreto pretensado presentan una serie de características que las diferencian claramente de otros tipos de edificios, ya sean también prefabricados o contruidos por procedimientos tradicionales.

La primera cualidad que salta a la vista en el análisis de cualquier edificación de esta naturaleza es el empleo generalizado de elementos iguales, que son previamente fabricados en series más o menos grandes, dependiendo del volumen del proyecto, en cualquiera de las industrias dedicadas a ello.

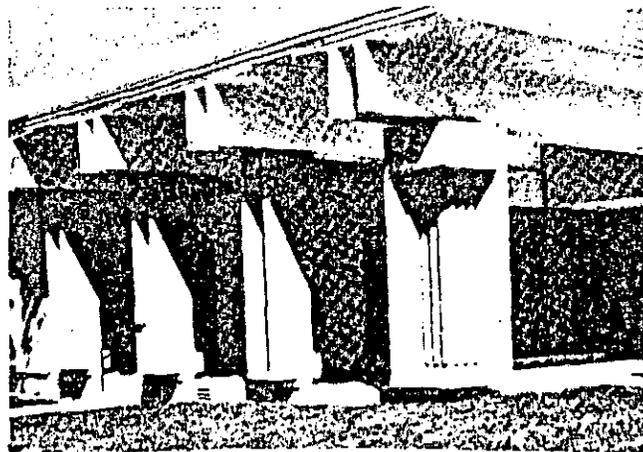
El número de elementos distintos utilizados en cada edificio está detenidamente estudiado a fin de que sea el menor posible. Para lograrlo, se analiza profundamente cada proyecto con

miras a ampliar el campo de flexibilidad específico de determinadas unidades, concebidas en principio para realizar exclusivamente una cierta función. De este modo se llega en ocasiones, incluso, a sacrificar o a no aprovechar adecuadamente sus características resistentes, pero lográndose como contrapartida emplearlas en cometidos muy diferentes a fin de obtener una mayor economía de la construcción en conjunto.

Este es el caso de las losas TT y en U invertida, por ejemplo, que habitualmente se utilizan como elemento de cobertura, y que también se emplean muy a menudo para realizar los cerramientos, a fin de no tener que echar mano de unidades diferentes.



Otras veces, y con la intención de dar una cierta variedad a las fachadas gracias a los -- quiebres y ritmos creados por el alma de las losas, las grandes unidades TT, en T ó en U inverti da, tan generalizadas para constituir las cubiertas, se colocan con una cierta longitud en vola dizo y lo que contradice claramente su esencia estructural, pero que es posible gracias no sólo a su rigidez sino a que la zona de la cubierta que sobresale de las fachadas suele ser pequeña con relación a la longitud total de los elementos.



Las obras en construcción tienen un aspecto de una gigantesca maqueta, en la que las pié-- zas son montadas a base de maquinaria enorme que se ajusta a un rápido y eficaz manejo de las - diferentes unidades.

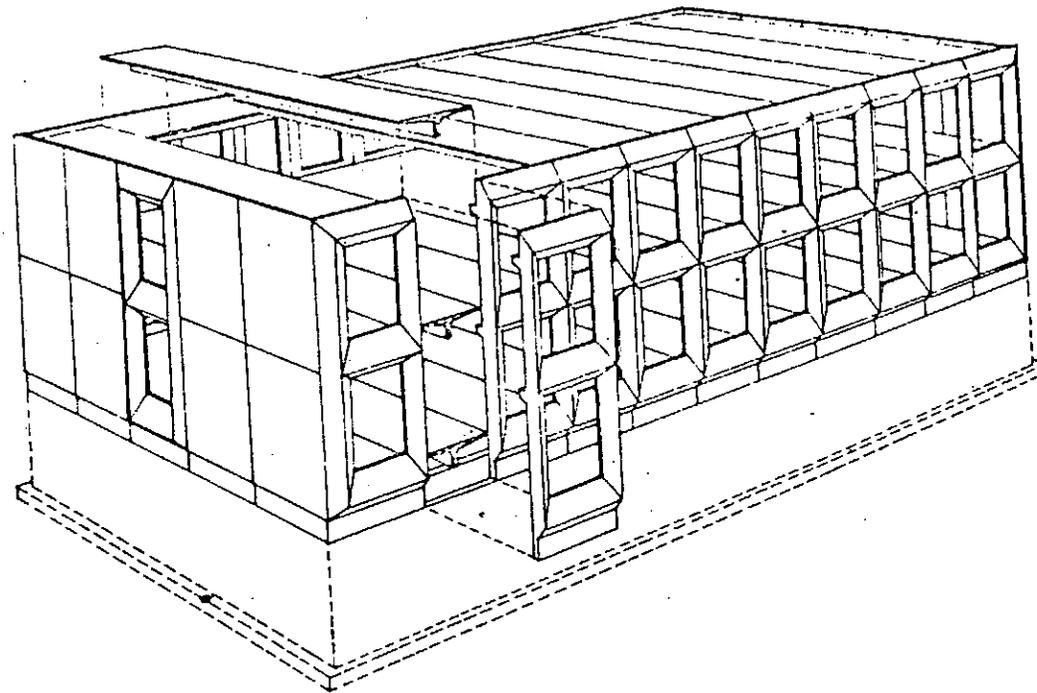
Las juntas están concebidas de forma que su realización se simplifique al máximo, a fin de no entorpecer el ritmo de la obra.

Para que su función aparezca nítidamente destacada, no se suele ocultar ninguno de estos - elementos, pues, incluso los cielos rasos suelen quedar descubiertos albergando las instalaciones eléctricas, conductos de agua, y drenajes entre los puntos de luz de los vacíos que dejan las almas de las losas.

Los acabados son muy limpios, con aristas vivas y líneas perfectamente diferenciadas, lo que favorece también la fácil comprensión del sistema constructivo.

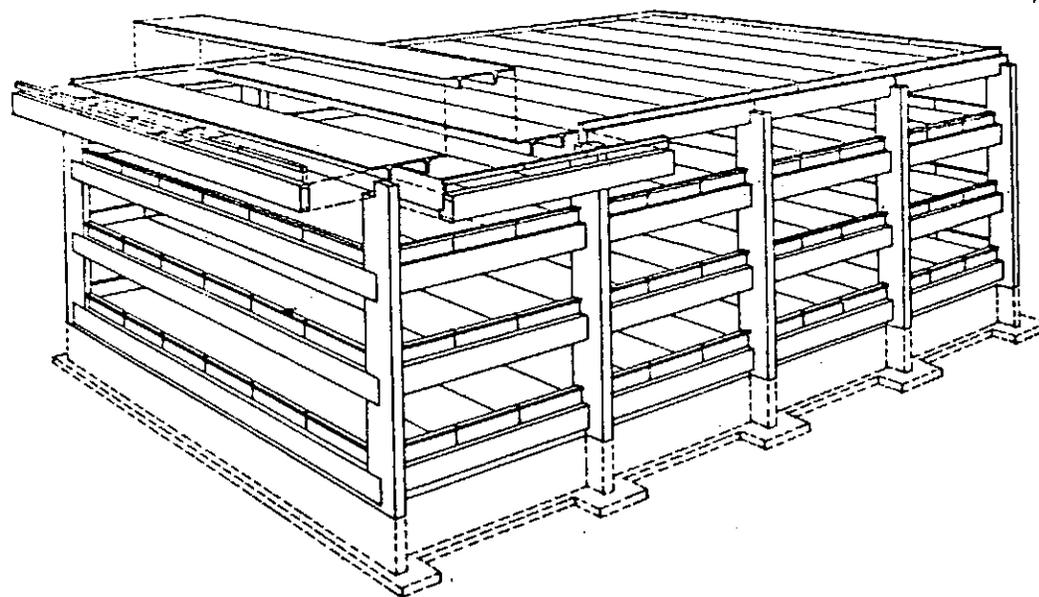
Por otra parte, como en esencia se trata de una prefabricación abierta, las posibilidades funcionales y estéticas ofrecidas a los arquitectos son muy variadas, por lo que los resultados obtenidos pueden ir desde algo cercano a la perfección hasta auténticas indefiniciones. Esto - es especialmente cierto en lo referente al aspecto externo de los edificios, pues las posibilidades brindadas por los paneles prefabricados con que se cierran las fachadas, que suelen ser de carga, hace que gran número de arquitectos caigan en un fácil virtuosísimo que no responde a un planteamiento serio del uso de los elementos prefabricados en general, aunque haya numerosas excepciones por parte de profesionales que han comprendido el auténtico sentido de la prefa

bricación en cuanto se refiere a la adecuada formalidad de sus obras.



Este tipo de problemas no se presenta en edificios destinados a cumplir un fin claramente señalado de antemano, como los parques de varios niveles, pues en ellos las soluciones vienen

impuestas prácticamente por el imprescindible buen funcionamiento del edificio, consiguiéndose una gran expresividad a pesar de que en algunas, muy pocas, ocasiones, se intentó ocultar o disimular la naturaleza tanto del edificio como del proceso constructivo, tratando las fachadas - de manera nefasta, conceptualmente a las mencionadas anteriormente.



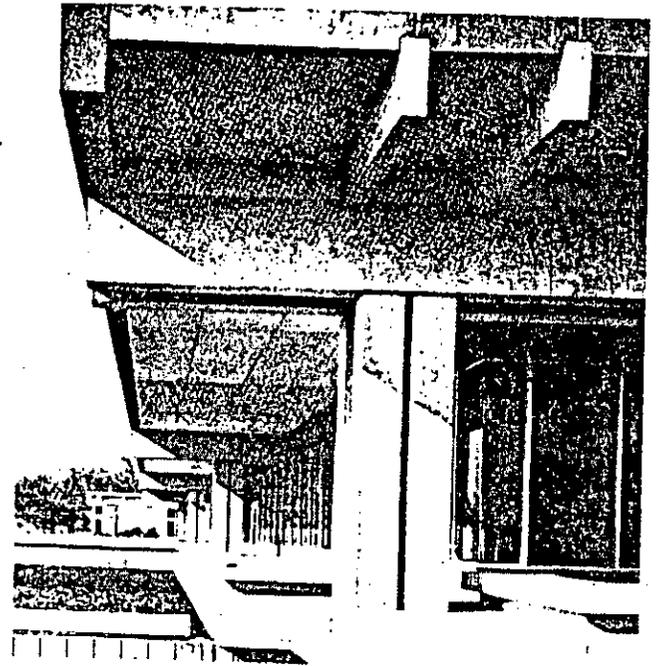
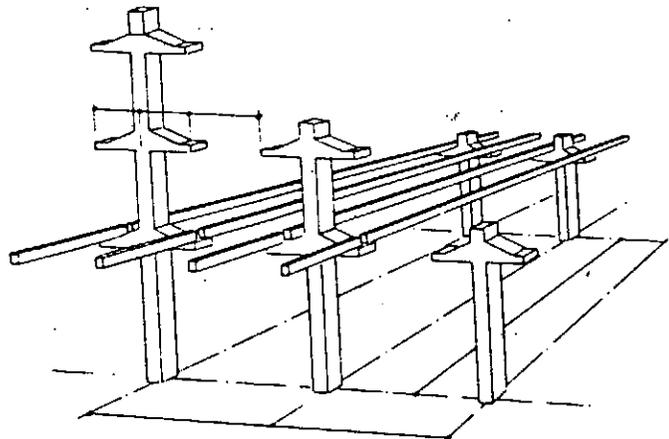
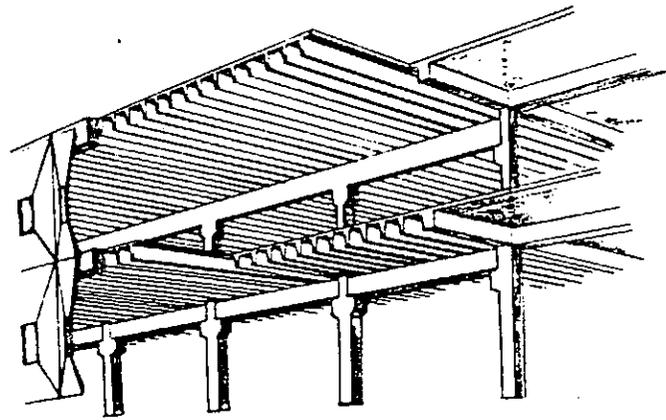
Esta búsqueda arquitectónica de resultados en los que la expresión de los elementos y componentes del edificio queda dramáticamente resaltada, hace señalar que el único camino válido - para estas construcciones americanas con elementos prefabricados de hormigón pretensado está -- claramente del lado de la más absoluta funcionalidad.

#### Tipología de Elementos:

La panorámica de la situación de la industria de elementos de concreto pretensado existentes en el mercado americano y canadiense, así como la tipología de los productos elaborados por los diferentes fabricantes, son:

- a) Columnas: Con secciones cuadradas, rectangulares y circulares aligeradas.
- b) Vigas: Con secciones, rectangular, T invertida, L, I, tipo cajón, T y V.
- c) Viquetas: Con secciones, trapezoidal, T, rectangular, I.
- d) Losas: TT, T, losas macizas, U invertida aligerada (moldeada), Y, F, otras.

A continuación algunos ejemplos de aplicación de prefabricados de concreto pretensado en construcción de edificios.



## 6.2 CONSTRUCCION MEDIANTE SISTEMAS DE PANELES

Los siguientes cuadros clasifican los sistemas más sobresalientes a base de paneles, que se aplican en las diferentes áreas de los Estados Unidos, mencionando los aspectos más importantes para el presente trabajo como son: Origen y área geográfica del sistema, componentes y sistema estructural, instalaciones incorporadas en los elementos, producción de elementos, acabados que se aplican a los elementos y tipos de edificios donde se realizan las aplicaciones.

NOMBRE DEL SISTEMA	CEBUS USA	C-M BRICK PANELS	COMPONOFORM
ORIGEN Y AREA GEOGRAFICA	California 1970	USA, 1967 Estados del Golfo de Méxi <u>co</u> .	USA, 1966
COMPONENTES Y SISTEMA ESTRUCTURAL	Viga, columnas y placas de forjado (losas fundidas). Paneles de carga	Paneles de carga y de tabique.	Vigas, columnas, paneles no portantes y losas fundidas.
INSTALACIONES INCORPORADAS	Electricidad, fontanerías, calefacción, ventilación, aire acondicionado.	Electricidad	Electricidad, Fontanería.
PRODUCCION DE ELEMENTOS	En fábrica, in situ Núcleo de comunicaciones construido mediante encofrado deslizante	En fábrica. Moldes horizontales	En fábrica o in situ
ACABADOS	Exteriores: según moldes. Interiores: convencionales.	Exteriores: distintas variedades de ladrillo. Interiores: convencionales.	Exteriores: variados en color y formas según ácidos y moldes. Interiores: convencionales.
TIPOS DE EDIFICIOS	Apartamentos, oficinas.	Comerciales, Apartamentos, hoteles.	Apartamentos, oficinas, comerciales.

NOMBRE DEL SISTEMA	DJOTEX	FOREST-CITY DILLON	SANVEL CORP.
ORIGEN Y AREA GEOGRAFICA	USA, 1969	USA	USA, 1964 Estados de New Wngland.
COMPONENTES Y SISTEMA ESTRUCTURAL	Vigas, losas fundidas en T o TT pre-tensadas. Columnas y paredes de carga.	Paneles de carga y de tabique, combinados con elementos moldeados in situ.	Paneles de carga y placas de forjado aligeradas. Células de escalera y ascensores.
INSTALACIONES INCORPORADAS	Electricidad, fontanería, calefacción; ventilación, aire acondicionado.	Electricidad, fontanería.	Electricidad
PRODUCCION DE ELEMENTOS	En fábrica	En fábrica o in situ	En fábrica o in situ
ACABADOS	Exteriores: según el fabricante. Interiores: convencionales.	Exteriores: según moldes. Interiores: madera	Exteriores: según áridos. Interiores: convencionales.
TIPOS DE EDIFICIOS	Oficinas, escuelas, comercios, edificios públicos.	Apartamentos	Apartamentos, Residencias, educacionales

NOMBRE DEL SISTEMA	TRIPOSITE	BALCO BUILDING SYSTEM	COIGNET-AMERICAN
ORIGEN Y AREA GEOGRAFICA	USA, 1969	Alemania (USA 1970) Estados del Medio Oeste	Francia (USA 1971) Costa del Atlántico
COMPONENTES Y SISTEMA ESTRUCTURAL	Elementos prefabricados estandar: vigas en T invertida, pilares, etc.	Paneles de carga y losas fundidas	Paneles de carga y de forjado; paneles sandwich para divisiones; células de baño.
INSTALACIONES INCORPORADAS	Eléctricidad, fontanería, calefacción, ventilación, aire acondicionado.	Eléctricidad, calefacción.	Eléctricidad, fontanería, calefacción, ventilación.
PRODUCCION DE ELEMENTOS	En cualquier fábrica de elementos de hormigón.	En fábrica o in situ forjados: mesas, paredes exteriores, mesas/batería de moldes	En fábrica. Mesas y baterías de moldes. Curado por vapor.
ACABADOS	Convencionales	Exteriores: áridos vistos. Interiores: convencionales.	Exteriores: pintura; cerámicos; según moldes. Interiores: pintura papel. Suelos; madera; terrazo.
TIPOS DE EDIFICIOS	Residencias Universitarias.	Residenciales, comerciales, industriales.	Apartamentos, hospitales, hoteles, oficinas.

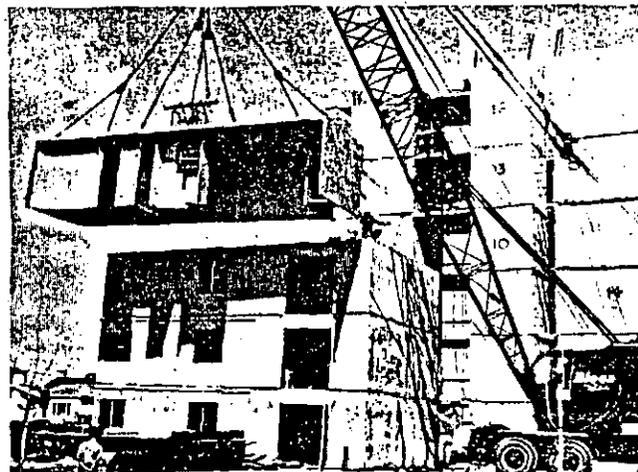
NOMBRE DEL SISTEMA	MODULE COMMUNITIES CAMCI (adaptación del T.)	RELBEC	WILSON CONCRETE COMPANY
ORIGEN Y AREA GEOGRAFICA	Francia Estados de N.E.	Dinamarca (USA 1971) Puerto Rico y Estados del S.E.	Alemania Federal (USA 1969) Estados del Medio Oeste.
COMPONENTES Y SISTEMAS ESTRUCTURAL	Paneles de carga y de forjado	Paneles de carga y de forjado	Paneles de carga y de forjado. Células de baño.
INSTALACIONES INCORPORADAS	Eléctricidad, fontanería, calefacción, ventilación, aire acondicionado.	Eléctricidad, calefacción, fontanería, y ventilación	Eléctricidad, fontanería, calefacción, ventilación.
PRODUCCION DE ELEMENTOS	En fábrica Mesas y baterías de moldes	En fábrica o in situ	In situ
ACABADOS	Exteriores: áridos vistos: según moldes. Interiores: convencionales.	Convencionales	Exteriores: Variados según áridos y moldes. Interiores: convencionales.
TIPOS DE EDIFICIOS	Apartamentos Oficinas	Apartamentos y Oficinas	Apartamentos, hoteles.

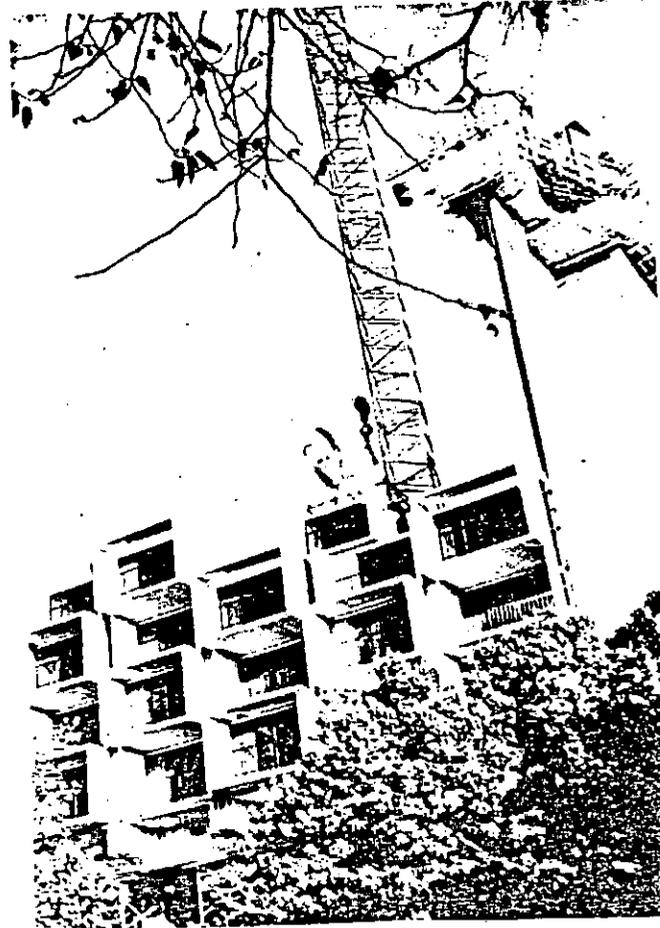
NOMBRE DEL SISTEMA	CONCRETE BUILDING SYSTEM	FIORIO	JESPERSENKAY
ORIGEN Y AREA GEOGRAFICA	Holanda (USA 1962) Región de Ohio	Francia (USA 1970) Estados del Golfo de México	Dinamarca Estados de N.E.
COMPONENTES Y SISTEMA ESTRUCTURAL	Paneles de carga y de forjado.	Paneles de carga con núcleo cerámico de 6 3/4 plg. Paneles divisorios, con núcleo de ladrillo de 2" de espesor, forjados pre.	Paneles de carga y losas fundidas.
INSTALACIONES INCORPORADAS	Electricidad, fontanería, calefacción, ventilación, aire acondicionado.	Electricidad	Electricidad, fontanería, calefacción.
PRODUCCION DE ELEMENTOS	Moldes: Mesas y baterías. In situ.	En moldes horizontales.	En fábrica
ACABADOS	Convencionales	Enlucidos de cemento	Interiores: panel; pintura. Suelos: madera, cerámica moqueta.
TIPOS DE EDIFICIOS	Apartamentos	Residenciales	Apartamentos

### 6.3 PROCEDIMIENTO A BASE DE CELULAS TRIDIMENSIONALES DE HORMIGON

En abril de 1,970 se construyó en San Antonio Texas, el hotel "Palacio del Río" que consistía en la realización de 496 habitaciones con motivo de la inauguración de la feria de la construcción HEMISFERIA, que tuvo como escenario aquella ciudad.

Diecisiete de las veintiuna plantas del hotel, promocionado y construido en sólo 35 días por H. B. ZACHRY CORP. de San Antonio, están constituidas por módulos tridimensionales de concreto simplemente apilados unos sobre otros.





Cada unidad volumétrica constituye una habitación con una pequeña terraza y sus correspondientes servicios. Se emplearon módulos de concreto pretensado de 4.25 metros de altura, 2.75 metros de alto y dos diferentes longitudes: 9.75 y 8.85 metros con un peso aproximado de 35 toneladas por unidad. Las paredes laterales y el suelo tienen un espesor de 5 pulgadas, mientras

que el techo solo tiene 4 pulgadas. Las unidades salían del lugar de fabricación situado a 11 kilómetros de distancia, totalmente acabadas, amuebladas y decoradas con receptor de televisión a color incluido. El transporte se realizó mediante camiones, y los estudios desarrollados sobre este tema llevaron a la conclusión de que era posible transportar los módulos hasta una distancia de 80 kilómetros con beneficios económicos.

En la fabricación de las células se emplearon 8 moldes para el interior 16 para el exterior, además de las 10 mesas de fundición para los suelos con un ritmo de producción diario de 8 unidades en jornada de 24 horas. El montaje se llevó a cabo a razón de 22 unidades diarias, excepto el último día en que se montaron 36 unidades. Para colocarlas en el lugar preciso se empleó un rotor estabilizador acoplado a los medios de elevación.

La estabilidad estructural del conjunto se consiguió mediante un núcleo rígido central de comunicaciones, que incluye ascensores y escaleras, y dos muros laterales con las escaleras de emergencia. Tanto unos como otros fueron construídos in situ utilizando moldes deslizantes.

El mismo procedimiento se emplea por H. B. ZACHRY para edificar un motel en Corpus Christi y un conjunto de viviendas económicas de dos pisos, también en San Antonio, aprovechando tanto la experiencia adquirida en la construcción del "Palacio del Río" como los medios de fabrica--

ción, transporte y montaje utilizados en dicho proyecto. Estos módulos no son pretensados, como eran los del Palacio del Río. Se fabricaron empezando por los suelos, formados vertiendo el concreto sobre los moldes que contenían las armaduras de refuerzo y unas piezas de Styrofoam -- que modelaban los conductos de las instalaciones eléctricas, de agua y drenajes. Luego se colocaban los marcos de las puertas y las instalaciones eléctricas, aplicándose los moldes de las paredes divisorias, y del techo para fundir y formar las células.

Las unidades se trasladaron mediante camiones y se montaron en obra por medio de una grúa. Un detenido estudio de las posibles combinaciones entre ellas llevó a gran variabilidad de las fachadas mediante disposiciones en voladizo o retrocediendo los módulos del piso superior a fin de conseguir grandes balcones.

#### UNIMENT

LA COMPAÑIA CONSTRUCTION RESEARCH AND DEVELOPMENT CORP. CONRAD, de Richmond, California, ha desarrollado el procedimiento UNIMENT para la construcción de edificios mediante el empleo de células espaciales realizadas con un concreto especial denominado Chemtress. Este concreto (descubierto por Alexander Klein de la universidad de Berkeley), tiene la particularidad de expandirse durante el proceso del fraguado en vez de sufrir la natural retracción, lo que provoca

un cierto efecto de pretensado sobre las armaduras metálicas. Por esta razón, el módulo queda sometido a un estado tensional de tracciones al salir de los moldes, lo que permite dimensionarlos mucho más ajustadamente que si utilizase el habitual concreto armado.

El procedimiento se probó por vez primera con la construcción de un edificio de seis pisos y 24 viviendas, compuesto por módulos de 26 pies de longitud, 11 pies de ancho y 9 de altura, con un peso de sólo 11.5 toneladas. Las paredes tienen un espesor de sólo 2 pulgadas, y las unidades carecen tanto de cara inferior como de una de las laterales de mayor dimensión, con lo que el techo de una hace de suelo de la otra célula superior. Adosando lateralmente dos módulos se forman viviendas con tres dormitorios, cuarto de baño, cocina, estar comedor y terraza.

Una vez curado el concreto, se instalan el cuarto de baño y cocina en forma de unidades prefabricadas, transportándose el conjunto en camión hasta la obra. La ligereza de las unidades permite, según la compañía promotora, su transporte hasta 500 millas de distancia y el empleo de nuevos procedimientos, como la vía fluvial o marítima, para abaratar el costo del envío a distancias extremas.

El edificio completo se proyectó para ser acabado en poco más de tres semanas, realizándo-

se el montaje a razón de un módulo cada 24 a 36 horas. Las cajas de ascensores y escaleras con células espaciales de menor tamaño, también prefabricadas.

#### BUILDING BLOCK MODULES (B.B.M.)

Como una demostración de las grandes posibilidades de los elementos espaciales de concreto utilizados en la vivienda a bajo costo, se llevó a cabo en 1,968 en Richmond, California, la erección mediante unidades de este tipo de un edificio de 6 apartamentos, en el que dejaron sin terminar algunas partes para permitir a los visitantes comprobar las características tanto de las células tridimensionales, como de su montaje y conexión.

El sistema es una modificación de un Sistema desarrollado a mediados de la década de los cincuenta, y que se empleó con cierto éxito en diversas realizaciones en Israel.

Los módulos son de 12 pies de ancho, 12 pies de fondo y 8 pies de altura, con paredes de un espesor de 4 pulgadas. Se fabrican vertiendo concreto en moldes metálicos colocados verticalmente. Una vez terminado el fraguado se retiran los moldes, colocándose las unidades de 12 toneladas de peso, en posición vertical. En la misma fábrica se completan con cocinas, baños, instalaciones eléctricas, calefacción, fontanería y aire acondicionado, realizándose también --

los acabados interiores, tanto de suelos como de paredes y techos.

Las paredes divisorias interiores son paneles de madera convencionales que también se instalan en fábricas. Las unidades son transportadas en camiones al lugar de erección.

Cada módulo constituye una habitación y dos de ellos unidos longitudinalmente forman una zona de estar. El montaje se realiza apilando alternadamente las unidades sobre las del piso inferior, de modo que coincidan verticalmente las paredes, con lo que se obtienen espacios intermedios que cerrados convenientemente con paneles prefabricados, proporcionan nuevas habitaciones y terrazas.

Las conexiones se llevan a cabo mediante un postensado vertical del edificio, o bien gracias a una junta especial en seco obtenida a base de pasadores metálicos. Las torres de escalera y ascensores están formados por módulos análogos a los de las viviendas, pero colocados verticalmente.

Según la promotora Building Block Modules, de Okland California, el costo de las unidades de prueba fué de 9.75 dólares por pié cuadrado, esperándose que una vez lograda la producción en masa se reduciría a 8 dólares por pié cuadrado.

En abril de 1,971 se terminó de levantar, en sólo día y medio, un edificio de 6 viviendas, último de un conjunto de 20 viviendas construídas en Mountain View, California, con una variante de la tecnología BBM. Los módulos se aplaron verticalmente, consiguiéndose resultados muy armónicos, gracias a los voladizos y entrantes detenidos a base de girar cada módulo 90 grados respecto de los adyacentes.

#### SHELLEY

El sistema desarrollado por la Compañía Shelley, de San Juan Puerto Rico, se basa en el empleo de células tridimensionales de concreto armado, con unas dimensiones máximas de 20 piés de ancho, 8 de altura y 38 de profundidad, con las que se construyen edificios de apartamentos y de oficinas.

Los módulos se producen en fábricas fijas mediante moldes tridimensionales de acero, saliendo totalmente acabados, incluyendo instalaciones eléctricas, fontanería, saneamiento, calefacción y aire acondicionado. Su traslado a la obra se realiza en grandes camiones -Remolque-.

Una característica diferencial de este sistema es el hecho de que las paredes de las células espaciales no son de carga, sino de cerramiento.

La capacidad resistente se encomienda a un conjunto de soportes y vigas formando marcos -- que están incluidos en las unidades, por lo que para evitar sobredimensionamientos estructurales al apilar unas células sobre otras, se colocan alternadas de manera análoga a la disposición de los cuadros de ajedrez. Con ello se ganan los espacios encerrados entre módulos contiguos, al igual que sucedía en el Sistema B.B.M. En edificios de varias plantas se suele aplicar un postensado a las columnas coincidente verticalmente.

El sistema Shelley, fué el único procedimiento a base de células tridimensionales de concreto seleccionado por la Operación Breatthrough en febrero de 1,970, teniendo lugar en ese mismo año las primeras realizaciones.

#### FOLDCRETE

En esencial el sistema Foldcrete, cuyas primeras realizaciones tuvieron lugar en California, en 1,968, consiste en el premoldeo a pié de obra de una serie de paneles unidos entre sí -- mediante bisagras metálicas que, una vez separados del molde, operación que se lleva a cabo en un sólo movimiento, se pliegan acoplándose para formar una célula tridimensional del tipo campana, en la que el techo actúa simultáneamente como suelo de la célula superior.

El tamaño de los módulos dependen exclusivamente de los medios de elevación. Por lo general, se ha llegado a longitudes de 60 pies (18.3 metros) y un ancho de 26 pies (7.9 metros) En un edificio de 200 viviendas y 11 pisos de altura construído en Oakland, California, se emplearon unidades de 4.00 X 7-9 X 2-6 metros.

Las células llevan incluidas las instalaciones eléctricas y de fontanería, y los acabados exteriores también se realizan durante la etapa de fabricación, a base de revestimientos cerámicos, agregados especiales.

Con este procedimiento se pueden construir edificios de viviendas de hasta 12 pisos, oficinas, hoteles, escuelas y hospitales.

#### DANO - MODULES

La Compañía Daniel Camm Associates, de Chicago, es propietaria de un procedimiento constructivo menos sofisticado que los anteriores, a base de módulos de concreto en forma de caja abierta por las dos caras opuestas de mayor tamaño, dotados de dos anillos que circundan la cara superior y las dos laterales que les dan rigidez necesaria para su transporte y montaje, a la vez que proporcionan los canales o vacíos precisos para las instalaciones eléctricas y de fontanería.

Las unidades de 3.66 X 2.44 X 3.05 metros se apilan unas sobre otras, amarrándose el conjunto mediante un postensado horizontal de las esquinas. Entre los vacíos verticales obtenidos entre módulos colaterales se forman columnas de concreto armado que rigidizan el conjunto. Los acabados, tanto exteriores como interiores, también se llevan a cabo en la obra, así como la instalación de paredes divisorias, apertura de vacíos de comunicación transversal, etc.; todo lo cual hace que este procedimiento no aproveche todas las ventajas derivadas del empleo de células tridimensionales. Los Dano-Modules se emplean en la construcción de edificios de apartamentos y hoteles.

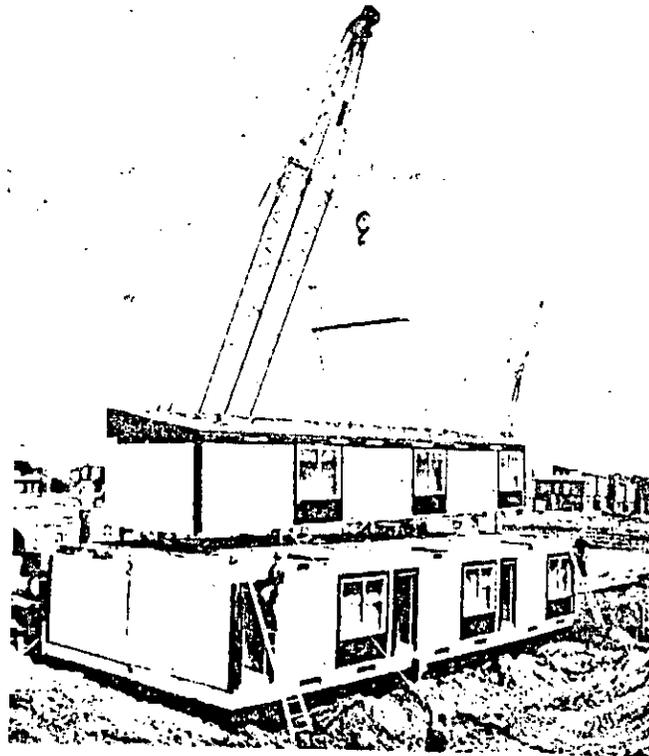
#### LAS VIVIENDAS MODULARES

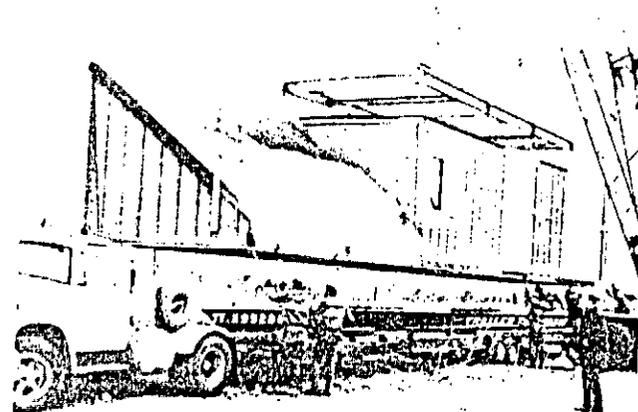
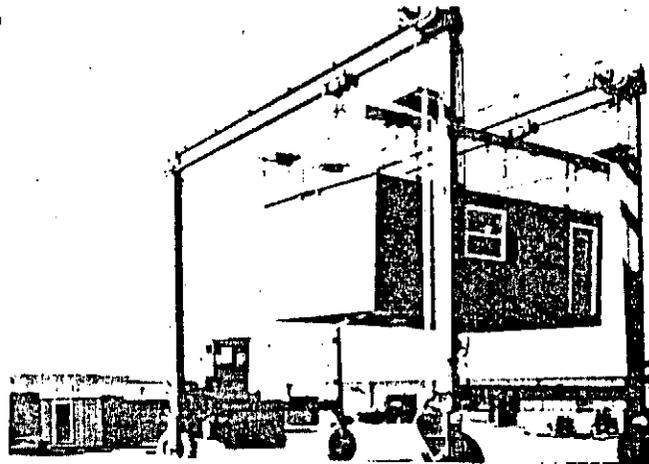
Las viviendas modulares o modulares, como se las conoce en los Estados Unidos, son aquellas que se construyen a base de una o más unidades tridimensionales cúbicas o paralelepípedicas, producidas por procedimientos netamente industriales en fábricas con instalaciones fijas, y que sólo necesitan ser conectadas adecuadamente entre sí en la obra para constituir un edificio determinado, que puede ser uni o multifamiliar, pero generalmente de pequeña altura.

Este tipo de edificaciones ha experimentado un vertiginoso crecimiento a partir de su tímida aparición en el mercado a comienzos de los años 60. Ya en el año 1,969 se alcanzó una pro--

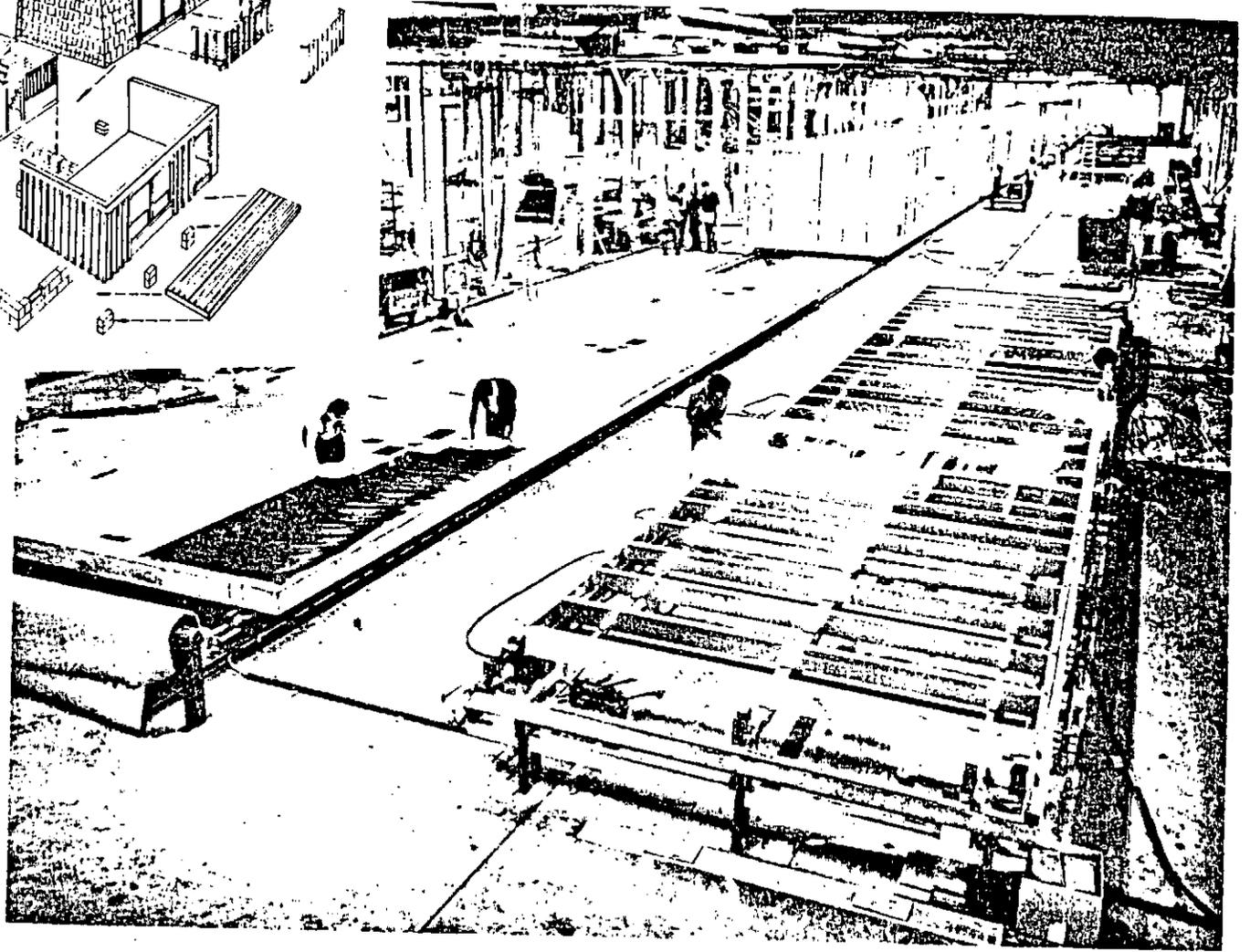
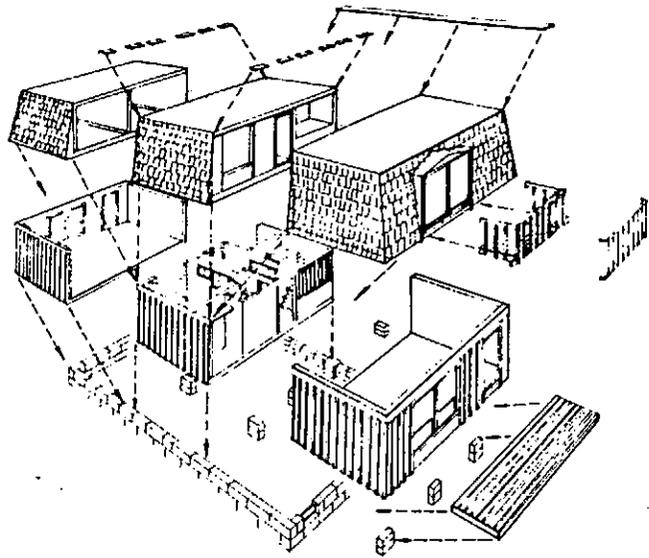
ducción de 28,000 unidades, cifra que fué doblada al año siguiente, con 58,000 unidades, pasando en 1,971 a un volumen de producción estimado en unas 100,000 unidades.

Cuando las unidades componentes o módulos son auténticas secciones, bien sea longitudinales o transversales, de una determinada vivienda, ésta es, a veces, conocida también bajo el nombre de "seccionable". La figuras a continuación, son respectivamente ejemplos de cada una de estas posibles secciones.





La primera de ellas corresponde al montaje KALAMAZOO, Michigan, de los módulos componentes de uno de los sistemas seleccionados en la operación Breakthrough, producidos por uno de los mayores fabricantes del país. En la siguiente figura se puede apreciar la serie de productos --- (balcones, barandillas, escaleras), también prefabricados, con que se completan estas viviendas totalmente industrializadas.



## CAPITULO 7. DEFICIT HABITACIONAL EN GUATEMALA

### 7.1 SITUACION HABITACIONAL EN EL PAIS

En las últimas décadas el proceso de urbanización a experimentado transformaciones significativas, violentadas por una elevada tasa demográfica de 3.1 %, y la convertibilidad ascendente de población rural a urbana, consecuencia del surgimiento de una promisoría industrialización, - que va cambiando la dependencia tradicional de la producción agrícola de comercialización.

Los efectos de demostración que irradia la ciudad capital, han propiciado el constante éxodo de la población rural a la metrópoli, y que junto al crecimiento vegetativo, están incidiendo en el porcentaje que representa la población capitalina con el resto del país.

Este desequilibrio ha determinado que la tasa de crecimiento en la metrópoli sea de 6.7 % que es marcadamente mayor a la tasa media.

Del total de la población urbana de la república, el 44 % vive en la ciudad capital, y en esta misma se concentra el 86 % de la población urbana que habita en ciudades con más de 20,000 habitantes, siendo éstas únicamente 5.

Toda esta situación provoca el desarticulamiento de un proceso racional de desarrollo regional, actuando la capital como un gran polo de escala muy superior a la segunda ciudad del país. Este fenómeno se observa en muchos países de América Latina, constituyendo Colombia la excepción a la regla, con su sistema equilibrado de 5 ciudades de primera magnitud.

## 7.2 DEFICIT HABITACIONAL

El concepto de "Déficit Habitacional" ha sido objeto de múltiples interpretaciones, distorsionándose en muchos casos la correcta dimensión del problema.

En América Latina se estima que existe un déficit superior a los 20.000,000 de unidades, situación que tenderá a incrementarse debido a las altas tasas de crecimiento demográfico que sobrepasan del 3.1 % en la región.

La evaluación de la situación habitacional en el país, se divide en dos grandes grupos:

1. Vivienda Urbana
2. Vivienda Rural

### 7.3 DIFERENTES CLASES DE DEFICIT

Existen ciertos renglones que componen mediante la contemplación de diversos aspectos, el déficit habitacional, éstos son:

a) Déficit Por Deficiencias Cualitativas:

Es el más importante para la determinación del déficit a un momento determinado.

Se integra por la ponderación resultante de las deficiencias calculadas para la estructura física de la vivienda, en sus elementos principales como paredes, techo, y piso, y las deficiencias en los servicios básicos tales como agua, sanitario, drenajes, iluminación, etc.

b) Déficit Por Demanda Objetiva:

Esta determinado por la cantidad deseable de viviendas, para evitar el hacinamiento de personas. Se considera un promedio de 2.5 ocupantes por cuarto.

c) Vivienda Desocupada:

Se considera un 1 % como factor de cálculo para vivienda constantemente desocupada, y que permite el libre juego entre la oferta y la demanda de alquiler y venta de casas.

d) Déficit Por Conversión de Uso:

Son las unidades que de uso residencial, pasan a usos comerciales, industriales, administrativos, etc., y que disminuye el haber disponible para habitación.

e) Deficiencias Por Reposición:

Cada vivienda tiene un límite de vida útil, ya sea por deterioro y/o obsolescencia.

f) Déficit Por Evolución Demográfica:

Los aumentos cuantitativos se deben a factores tales como natalidad, disminución de la mortalidad infantil, aumento de la duración promedio de vida, e inmigraciones de otras regiones. Por otro lado hay disminución por la mortalidad natural de la población, por emigraciones y por cataclismos. La diferencia aritmética entre estos factores de aumento y disminución producen la evolución real de la población.

g) Déficit Por Fuerza Mayor:

Aplicado a unidades que desaparecen debido a catástrofes tales como incendios, inundaciones, terremotos, etc.

h) Déficit Por Proyectos de Remodelación Urbana:

Las obras de remodelación urbana provocan déficit, cuando obligan a la erradicación de familias, obligando al asentamiento de las mismas en proyectos ya establecidos.

A continuación veremos el incremento que ha venido produciéndose en los últimos 15 años de vivienda urbana y rural en tres aspectos deficitarios que presentan las mayores cifras sobresalientes.

7.4

## NECESIDAD DE VIVIENDA POR EVOLUCION DEMOGRAFICA

AÑO	URBANA	RURAL	TOTAL
1966	30,120	20,843	50,963
1970	100,318	62,384	162,702
1975	210,989	112,285	323,274
1980	424,872	187,868	612,740
1985	539,021	190,210	729,231

## NECESIDAD DE VIVIENDA POR DEFICIENCIAS CUALITATIVAS

AÑO	URBANA	RURAL	TOTAL
1966	84,277	153,467	237,744
1970	97,084	172,729	269,813
1975	115,864	200,240	316,104
1980	138,276	232,133	370,409
1985	165,024	269,105	434,129

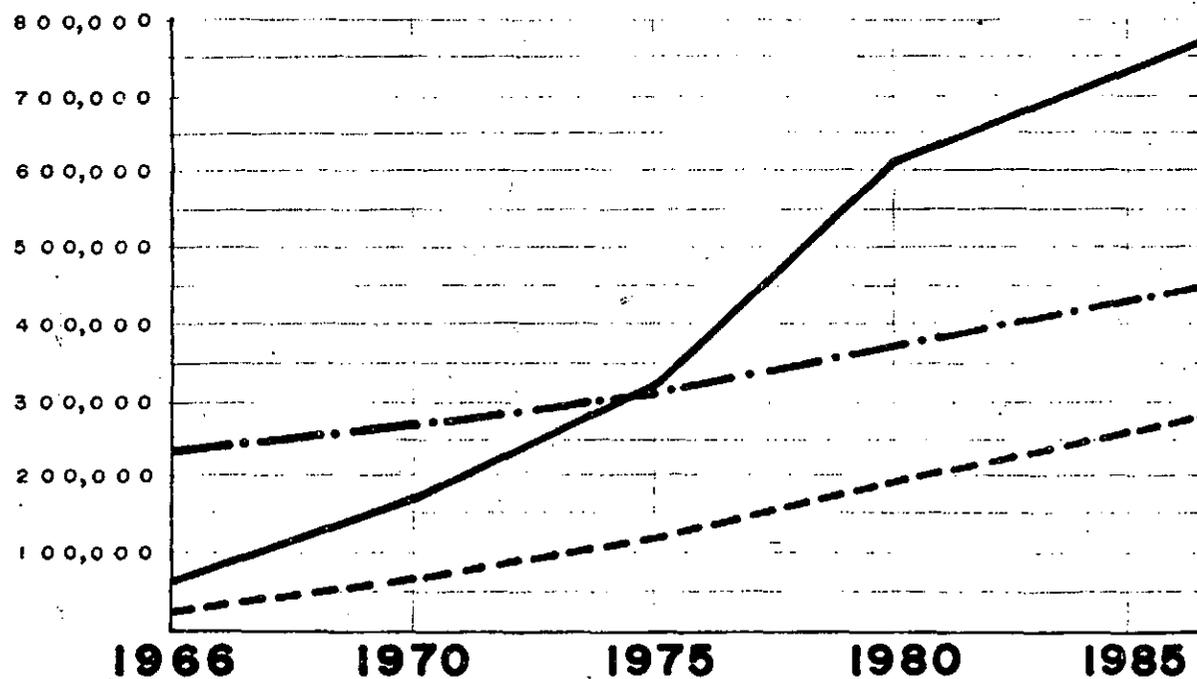
NECESIDAD DE VIVIENDA POR REPOSICION

AÑO	% REPOSICION	URBANA	RURAL	TOTAL
1966	1.121	6,228	17,512	23,740
1970	" "	20,843	42,012	62,855
1975	" "	42,273	77,005	119,278
1980	" "	81,417	117,572	198,989
1985	" "	98,371	164,601	262,972

Fuente: Banco Nacional de la Vivienda.

# NECESIDADES DE VIVIENDA

VIVIENDAS DEFICITARIAS



NECESIDAD DE VIVIENDA POR EVOLUCION DEMOGRAFICA

NECESIDAD DE VIVIENDA POR DEFICIENCIAS CUALITATIVAS.

NECESIDAD DE VIVIENDA POR REPOSICION.

AÑOS

## CAPITULO 8. ORIGENES DE LA PREFABRICACION EN GUATEMALA

Como puede verse en el capítulo anterior, desde los años 60 se ha detectado en Guatemala un déficit de vivienda que ha venido aumentando asombrosamente, y es más aún con la catástrofe del terremoto de 1976, que ha provocado en la actualidad una crisis de demanda que es imposible de evitar. Los estudios realizados en esos años arrojaron las primeras cifras que indicaban un desequilibrio con la existencia, más el volumen de producción de vivienda que no cubría la demanda latente en esos momentos. No cabe duda que esto preocupó a un grupo de empresarios de la construcción que visualizaron que debía de incrementarse de algún modo, la producción de viviendas mediante la fabricación de elementos funcionales que sustituyera a los medios tradicionales poco adecuados para lograr ese cometido. Era necesaria la introducción de nuevos elementos, como también de sistemas innovadores, que fueran competitivamente aplicables a la construcción de vivienda. Puede decirse que de aquí, surgieron las primeras empresas que han brindado una gran utilidad y beneficio a la construcción de vivienda en Guatemala.

### 8.1 LAS PRIMERAS EMPRESAS

La historia de la prefabricación en Guatemala dista aproximadamente desde unos 20 años atrás, con la creación de la empresa COPRECA, la primera fábrica de elementos de concreto, especialista en métodos de concreto preesforzado en Guatemala. Esta empresa fué fundada en el año de 1961 --

fabricando productos que responden a la técnica del pretensado. En 1966, cambió la razón comercial de la empresa, que pasó a ser COPRECA S.A. El impacto de esta industria ha beneficiado grandemente y se refleja en los distintos proyectos de ingeniería y arquitectura, donde se han aplicado la diversidad de elementos prefabricados que ésta produce, revolucionando los métodos constructivos, incrementando así, la categoría de la construcción en nuestro país.

Otra empresa que surgió por los años 50, que hasta la fecha participa enormemente en la construcción de todas las regiones del país, es la empresa DURALITA, que mediante la elaboración de elementos de asbesto-cemento, ha contemplado toda la gama de realizaciones, partiendo desde elementos de techo, hasta los más ingeniosos detalles decorativos y funcionales.

Posteriormente a estas empresas, aparece una que a diferencia de las anteriores, planifica y proyecta la realización de las primeras unidades de vivienda totalmente prefabricadas. Esta empresa con el nombre de PREFABRICADOS CIFA, puede decirse que fué la pionera de la vivienda prefabricada en Guatemala.

Con el impacto técnico y eficiente que mostraron estos nuevos sistemas y elementos constructivos, surgieron a consecuencia nuevas empresas que experimentando y utilizando nuevos materia--

les se unen en la actualidad ofreciendo una diversidad de soluciones constructivas ensayando -- nuevas técnicas proyectadas a incrementar la producción de la construcción en nuestro país.

## 8.2 LAS PRIMERAS REALIZACIONES

Puede decirse que las primeras realizaciones con técnica de prefabricado en Guatemala, han sido la introducción de las láminas de asbesto-cemento como elementos de cobertura que son: la canaleta, láminas ondalita y planchas lisas de la empresa DURALITA, elementos que por sus características de forma, resistencias, y maniobrabilidad han sido aplicadas funcionalmente en techos, muros, solucionando favorablemente alternativas constructivas.

Así mismo, puede decirse de los productos primarios que elaboró la empresa COPRECA, que son planchas aligeradas de concreto SPANCRETE, las viguetas prefabricadas FREYSSINET que han venido a brindar soluciones económicas tanto para la realización de techos, entrepisos, así como para paredes y muros intermedios.

PREFABRICADOS CIFA, logró las primeras realizaciones de unidades habitacionales integralmente prefabricadas, mediante la elaboración de una estructura muy versátil que consistía en columnas estructurales en cuyas caras acanaladas se conectaban las paredes, que eran planchas li-

geras de concreto, que se conectaban o unían mediante el sistema de hembra y macho, superponiéndose una sobre otra lograndose de esta manera las alturas necesarias que conformaban la vivienda, con la alternativa de combinar el techo con elementos de asbesto-cemento o bien, una losa de concreto realizada por sistema tradicional de construcción o mediante planchas prefabricadas de concreto.

## CAPITULO 9. MATERIALES, ELEMENTOS Y SOLUCIONES EN GUATEMALA

En el presente capítulo se intentará enumerar los distintos y nuevos elementos, así como la elaboración de los mismos, mediante la introducción de nuevos materiales que en la actualidad se están aplicando en la construcción. Estos materiales que van desde la utilización de residuos - de madera procesada en una diversidad de formas, hasta llegar al empleo de materiales plásticos, que mediante procesos químicos pueden ser aplicables a la elaboración de elementos constructivos, permitiendo un grueso número de alternativas y soluciones dentro del proceso de la construcción.

### 9.1 MATERIALES Y ELEMENTOS EN EL MERCADO NACIONAL

Existe en el mercado nacional una gran cantidad de elementos que por sus características, responden a una parcial o integral prefabricación, y que además son aptos para realizarse en -- combinación con construcciones que se ejecutan por sistema tradicional, brindando eficientes so -- luciones en las determinadas partes de la construcción donde son aplicadas. Estos elementos -- que en su mayoría pertenecen a sistemas de carácter experimental, están diseñados para series - relativamente cortas, pues, su realización se logra mediante la introducción de nuevos materia -- les, o bien materiales convencionales en combinaciones nuevas en busca de aceptación.

Estos sistemas se identifican con ciertos materiales industrializados, que conllevan un -- proceso de investigación específico, tal es el caso de: las maderas aglomeradas aplanadas, las maderas laminadas a base de púlpas recinosas tratadas a alta presión, las maderas aserradas, di-- mensionadas y tratadas con secado a presión, los productos derivados del yeso y similares, el asbesto-cemento en planchas y diferentes combinaciones, planchas de concreto alivianadas por -- Styropor, la fibra de vidrio moldeada, etc.

Por su carácter experimental, dinámico y empresarial este tipo de industria de elementos parcial o totalmente prefabricados, debe sortear muchas dificultades y prejuicios para ser competitiva: aportar una gran rapidez de ejecución, admitir un juego de materiales y precios, ser rica en posibilidades de resolver problemas específicos según demanda.

## 9.2 SOLUCIONES QUE SE DAN EN EL PAÍS

En Guatemala los sistemas orientados a la realización de construcción habitacional, tienden a la prefabricación integral de la vivienda, con elementos esbeltos de poco peso, con un afinado estudio de comportamiento estructural, térmico, acústico, sanitario, funcional estético, indus-- trial y económico.

Existen en el mercado nacional diferentes empresas que presentan una estable aceptación, ya que sus elementos dado a sus características han sido ya aplicadas en diferentes soluciones. Entre estas empresas cabe mencionar:

#### PANELES MODULARES POLICOR:

Es una empresa que surgió en el año de 1978, aportando un sistema modular para la realización de construcción relativamente económica. El sistema consisten en la elaboración de unos paneles contruídos en forma de "sandwich", con un núcleo interior de espuma rígida de poliestireno, revestido ambas caras con láminas lisas de asbesto-cemento de 5 milímetros de espesor que da al panel un espesor total de 60 milímetros. Los paneles se fabrican de las siguientes medidas: de 4' X 6' hasta 4' X 12'.

Los paneles policor pueden ser solicitados específicamente con pre-instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, completamente integradas, indicando a la empresa los diámetros y ubicación exacta en cada panel. Cada panel al que corresponda soportar lavamanos, inodoros o accesorios similares, es reforzado debidamente por la empresa basada en los planos respectivos. Los acabados finales, tanto interiores como exteriores pueden ser de tipo convencional o especificados por separado.

El esamble de los PANELES MODULARES POLICOR, se realiza mediante la utilización de unos perfiles de aluminio o bien de acero, cuya forma corresponde al tipo de interconexión de los paneles, ya sea para una esquinera, pared continúa, final de pared o bien, para la instalación de una puerta o ventana.

Debido a su livianidad este tipo de elementos no requiere equipos ni herramientas especiales, pudiendo llevarse a cabo con un mínimo de personal no especialmente capacitado.

Sus aplicaciones van desde una vivienda de costo mínimo hasta la utilización de los paneles como elementos decorativos de fachada en edificios de varios niveles.

#### ARMADURAS ESTRUCTURALES PREFABRICADAS. COMPESSA.

Esta empresa presenta la particularidad de ofrecer un producto estructural de suma importancia, ya que se trata de la elaboración de armaduras construídas mediante un especial tratamiento de maderas para la realización de los miembros que las conforman, así como las platinas de acero de alta resistencia para las uniones de piezas de mayor longitud. Las tijeras o armaduras estructurales se construyen respondiendo a tres sistemas especiales para lograr luces hasta de 20 metros sin apoyos intermedios que son: tipo HOWE, tipo PRATT y el tipo SCISSOR.

## AISLANTES Y ACUSTICOS DE GUATEMALA:

Esta empresa presenta un novedoso producto, el Styrocreto, que consiste en un hormigón liviano. Sus ventajas se deben principalmente al elevado poder de aislamiento térmico y al ahorro de peso, sobretodo en la construcción de elementos prefabricados.

Su aplicación en la realización de piezas prefabricadas, como paredes exteriores e interiores, presentan grandes ventajas en lo concerniente a la protección del ruido, y humedad de condensación.

Los paneles son reforzados con una malla de  $\emptyset 3/16''$  a cada 15 centímetros an ambos sentidos, lo que le permite absorber esfuerzos producidos por la aplicación de las cargas mecánicas a que sea sometido. Así como las condiciones climáticas, y cambios bruscos de temperatura.

Su ensamble se realiza por juntas de macho y hembra, unidos con savieta.

Sus dimensiones son variables, permitiéndose hasta paneles de 4.00 X 3.00 metros, que pueden ser aplicados como paredes, techos o elementos de fachadas.

Existen algunas empresas que se dedican a la realización de elementos bastante similares y que tienen ya gran aceptación y campo de acción dentro del mercado nacional. Entre ellas se -- cuentan:

#### EMPRESA MONOLIT S.A.

Esta empresa elabora elementos que van desde muros prefabricados hasta diferentes tipos de losas, ya sean alivianadas o macizas.

Las losas nervadas son elementos muy similares al sistema empleado por la empresa COPRECA S.A. al cual llama Freyssinet que consiste en viguetas prefabricadas combinadas con blocks, que se unen monolíticamente mediante una fundición superior de recubrimiento.

Las Placas Vigas de Monolit, es un elemento diseñado para resistir cargas y lices grandes, que responden a un tipo de construcción pesada, funcionando estructuralmente para la realiza -- ción de los apoyos de losas o losetas en la construcción de entrepisos y techos respectivamente. Los tramos de luces que puede cubrir simplemente apoyada, va desde 4.00 hasta 13.50 metros.

Los muros estructurales, es a base de planchas de concreto reforzado mediante un armado de refuerzo de malla de acero de alta resistencia. Estos elementos se conforman por medio de dos

planchas que se unen por pines que se interconectan entre sí, dejando una cavidad vacía entre -  
ambos en toda la superficie de ellas, por donde se procede a realizar instalaciones eléctricas  
y mecánicas.

Sus dimensiones pueden ser de acuerdo a requerimientos de los proyectos a aplicarse, y sus  
acabados responden a cualquier tipo convencional que quiera dárseles.

**PRESFORZA. Preesforzados S.A.**

Es una empresa que se identifica mediante la realización de sistemas estructurales prefa--  
bricados de concreto. Los elementos que elabora tienen mucha semejanza con los que realiza la  
empresa COPRECA y ambas empresas poseen gran aceptación y campo de acción dentro de la construc--  
ción en Guatemala.

Los elementos prefabricados consisten en viguetas prefabricadas para construcción de techos  
y entrepisos, elementos estructurales como vigas, columnas reforzadas, estructuras para lograr  
grandes luces sin apoyos intermedios, hasta la prefabricación de paneles para la construcción de  
viviendas, pudiendo éstos tener una variada aplicación en fachadas para edificios, y muros de --  
contención.

Una de las variantes muy significativas de la empresa PRESFORZA, es la realización de puentes preesforzados y pilotes para cimentaciones. Todos estos elementos estructurales responden a la técnica de preesforzado, sistema que fué introducido en Guatemala por la empresa COPRECA.

El montaje de estos elementos se realiza por medio de maquinaria especial dependiendo ésta de las diferentes alturas a las que se debe de izar los elementos, pues, generalmente se usa -- una grúa con la suficiente capacidad de carga hasta cierto nivel, o bien, sistemas de torres de izaje para edificios de varios niveles donde la grúa resultara deficiente.

Como podemos ver, estas empresas contemplan todos los aspectos constructivos y están brindando a la industria de la construcción en Guatemala, grandes beneficios tendiendo a un notable mejoramiento tecnológico, ya que aprovechan los principios de la prefabricación contribuyendo con una acertada aplicación de sus productos y elementos, a reducir plazos de ejecución y a optimizar recursos que aumentan la productividad de la construcción brindando economía en costo y tiempo.

## CAPITULO 10. PREFABRICACION EN GUATEMALA

Muchas veces se mencionan elementos prefabricados, se habla de sus bondades y beneficios, sin conocer como se elabora o fabrica este elemento. Ocurre también que el elemento no es prefabricado y sin embargo se aplica como tal. Ahora bien, así como en el capítulo anterior, en la actualidad se hace mención de una serie de productos que son parcial o integralmente prefabricados, y cuando decimos que el elemento es parcialmente prefabricado debemos comprender que este posee una parte del mismo que es prefabricada, o bien que de las partes que lo conforman -- hay una o varias que no son prefabricadas, y sin embargo lo llaman prefabricado por sus características de livianidad y funcionabilidad. Los elementos que son integralmente prefabricados, -- son aquellos que en toda su composición como unidad, o bien todas sus partes que lo conforman -- son prefabricadas, aparte de sus características de funcionabilidad y variadas combinaciones -- con otros.

A continuación se detallará la forma en que dos distintas empresas, mediante dos sistemas diferentes realizan la elaboración de sus elementos y sus aplicaciones en determinados proyectos, brindando así un panorama global de lo que es la prefabricación en Guatemala.

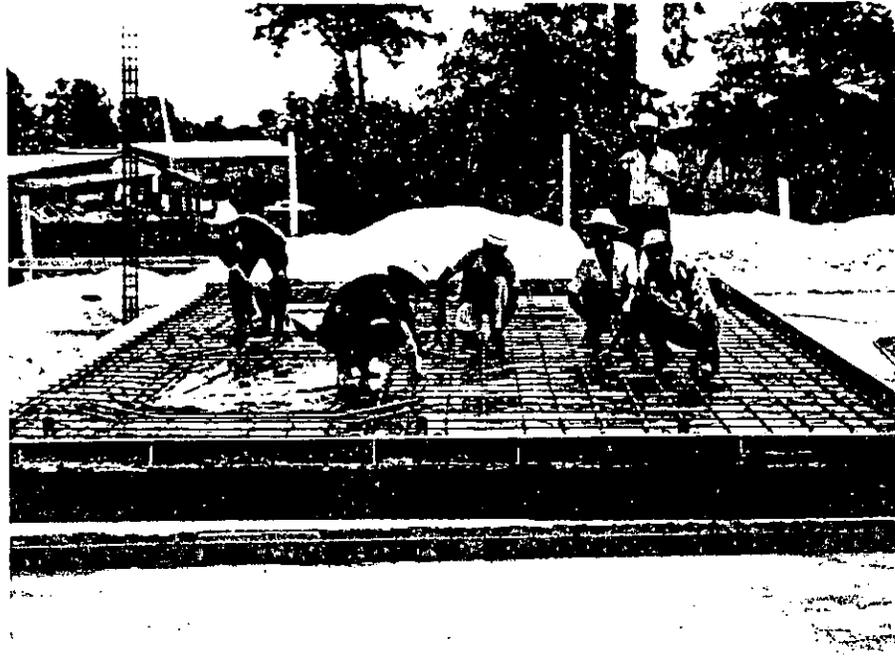
### 10.1 SISTEMAS PREFABRICADOS QUE SE APLICAN EN GUATEMALA

## SISTEMA TILT - UP

Este sistema es utilizado en Guatemala por la empresa constructora A.P.S.A. (Aceros Prefabricados S.A.), y es un sistema llamado premoldeo dentro del proceso de industrialización de la construcción, el cual consiste en una combinación de construcción tradicional y un acercamiento a la construcción prefabricada, esta última fase racionalizada basada en una aplicación de paneles fundidos al pie de la obra de concreto reforzado, que por sus características de volumen y peso, responden a un intento de tipo de prefabricación pesada.

Este sistema de paneles premoldeados en obra, se realiza mediante el empleo de encofrados metálicos atornillables que pueden ajustarse a una diversidad de dimensiones y formas, permitiendo una gran variabilidad de elementos de acuerdo a las necesidades que presenten los proyectos.

Los paneles son fundidos con concreto para una resistencia de  $3,000 \text{ lbs/plg}^2$  y con un refuerzo de armadura reticulada de hierro  $3/8$  grado 40 que le permite una resistencia en sus funciones de muro específico, así como la colocación de los izajes aplicados al concreto para su delicada maniobrabilidad de colocación definitiva.

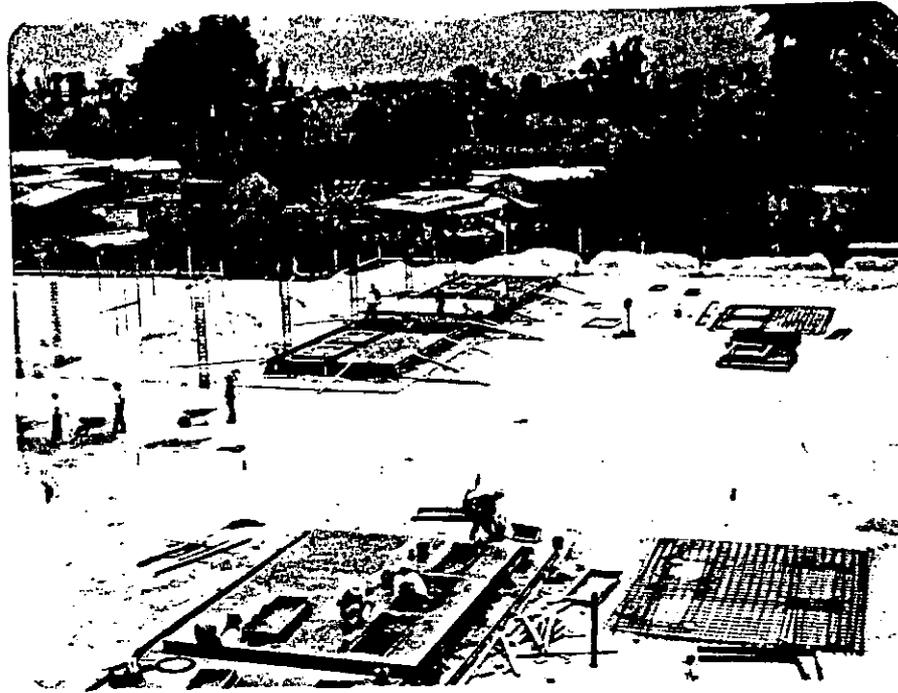


Toda la diversidad de trabajos en este sistema, están debidamente planificados y programados ajustándose estrictamente a un tiempo de ejecución dentro del programa a realizar, lográndose un gran beneficio en tiempo, ritmo de producción y trabajo controlado.

La fundición de los paneles es in situ, o sea que se realiza en el terreno de la construcción. Para el efecto se determinan áreas estratégicas, para realizar dicho trabajo ya que de ahí partirán los paneles a su colocación definitiva.



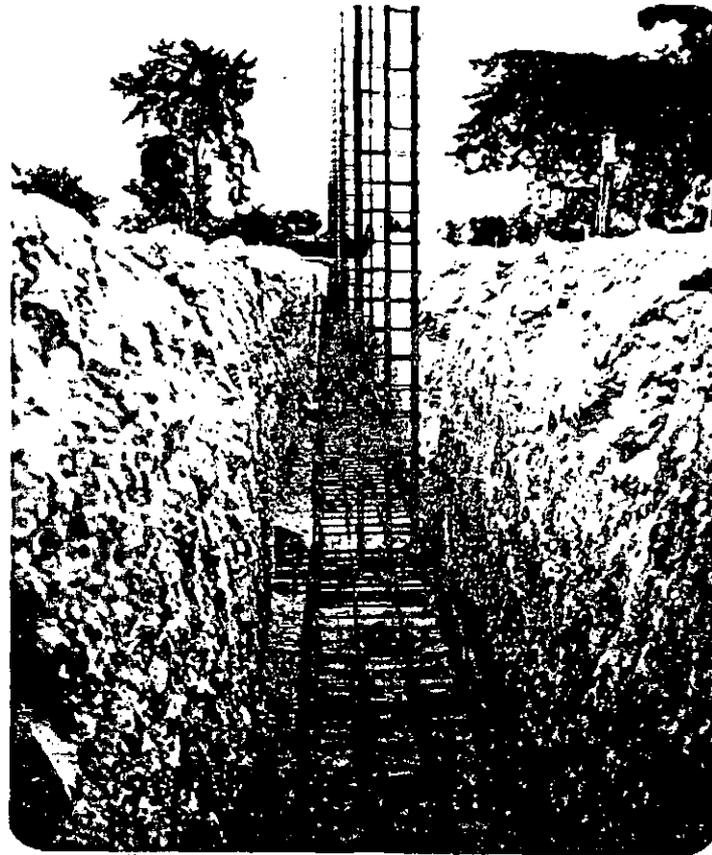
Estas áreas de terreno se preparan para que sobre su superficie nivelada se proceda a la fundición de los paneles en sus respectivos encofrados, que corresponderán de ese sector determinado de la construcción.



Los paneles se funden uno sobre otro en número de cuatro, y se protegen uno con el otro mediante cubiertas de plástico para evitar que se peguen al tener contacto; esto se hace siempre y cuando el de abajo obtenga el endurecimiento justo para que el vertido del panel superior no le ocasione ningún daño.

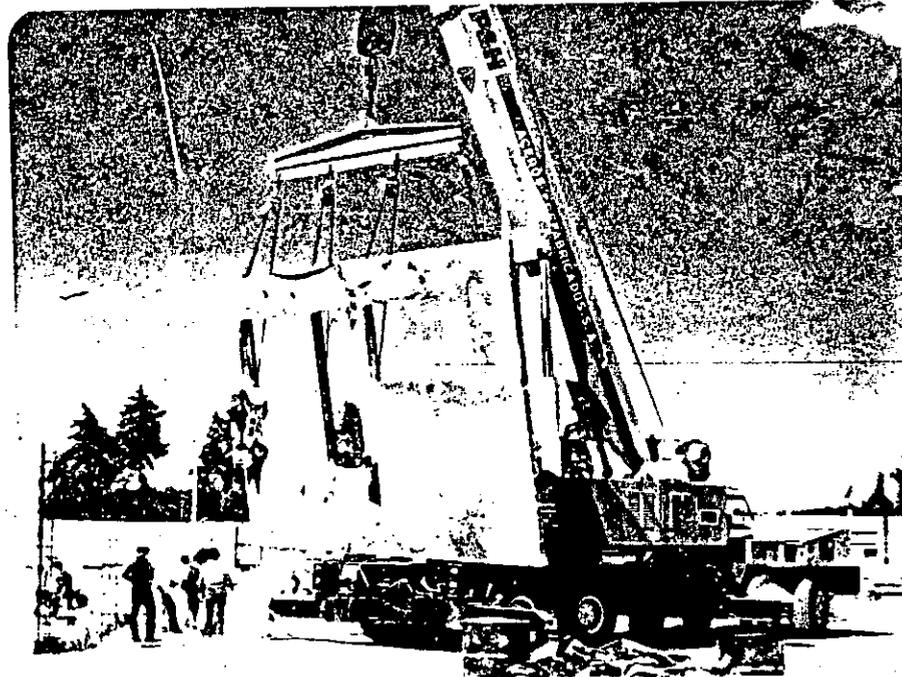


El trabajo de fundición de los paneles está programado para hacerse simultáneamente con el de excavación, cimentación y estructura, el cual se realiza por sistema de construcción tradicional con tiempos programados de ejecución, para que al finalizarse, ambos trabajos, pueda iniciarse el de la colocación y fijación de los paneles en su lugar definitivo dentro del proyecto, -- sin pérdida de tiempo.



La cimentación es de tipo corrida, y sobre esta descansan los paneles, los cuales son fijados por medio de una fundición que se les realiza todos de la parte inferior del panel que apoya con la cimentación corrida. La fundición se hace en ambos lados del pánel para que éste no tenga ningún movimiento posterior.

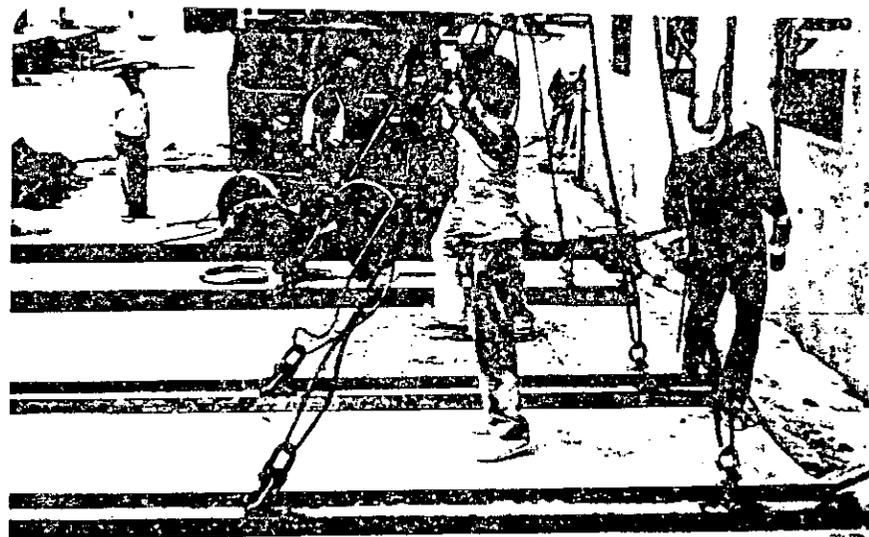
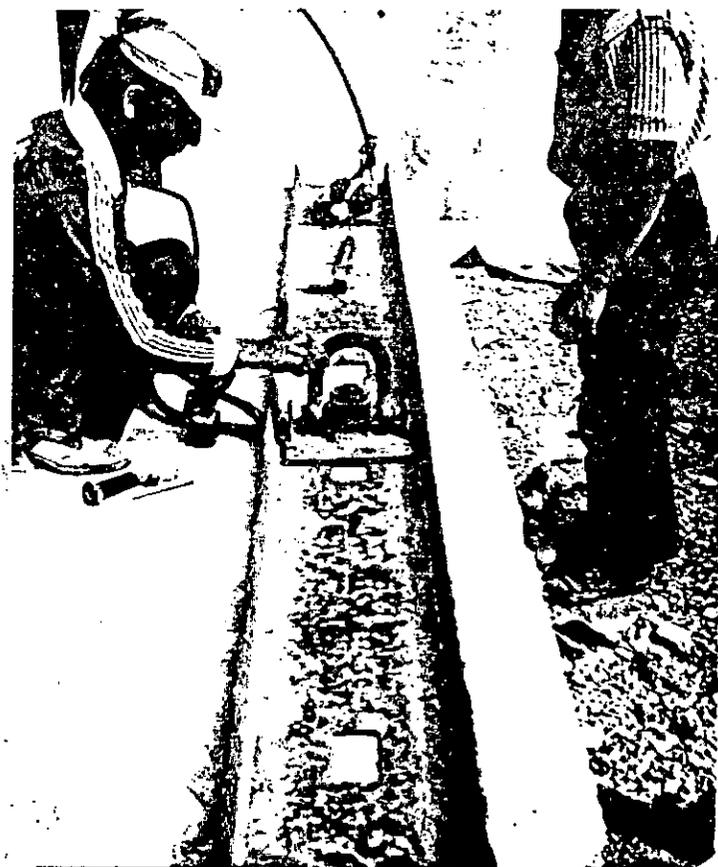
Los paneles son elevados para su colocación final mediante una grúa especial para este trabajo, la cual es colocada en áreas determinadas para realizar el transporte de cada pánel el cual es llevado desde el lugar de su fundición hasta su lugar definitivo en la construcción, mediante la utilización del brazo extendible de la grúa.

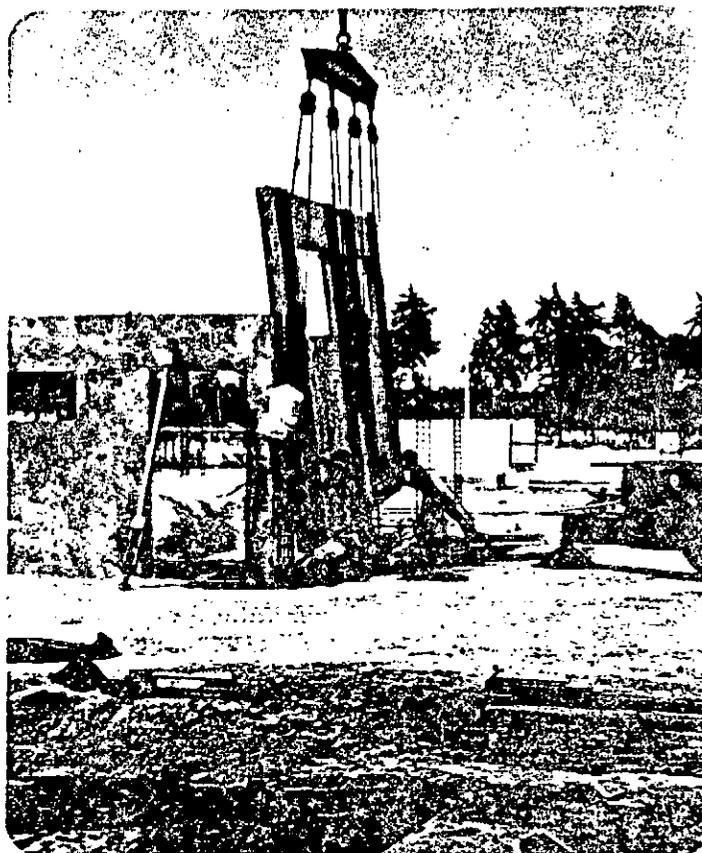


Cada pánel para ser transportado por la grúa es preparado antes de su elevación, mediante la colocación de canales o vigas de izaje que se atornillan en una de las caras del pánel por -

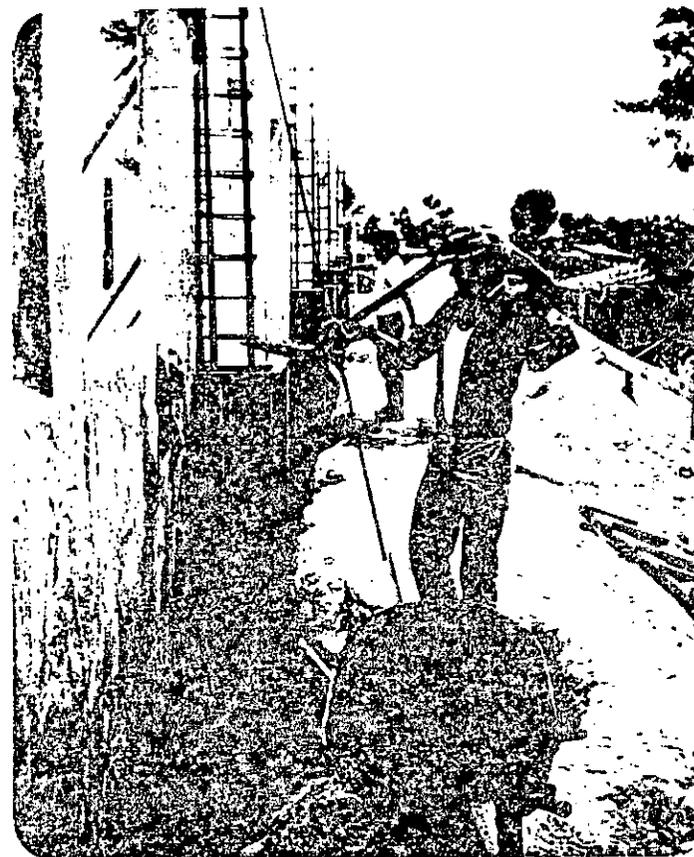
42

medio de lementos conocidos como arañas de izaje, dándole rigidez a las partes necesarias para que este no se quiebre al momento del levantamiento y además para que cuando este sea elevado, se coloque en posición vertical por su propio peso, posición necesaria para realizar los trabajos de ajuste y chequeo con la cimentación y columnas respectivamente.

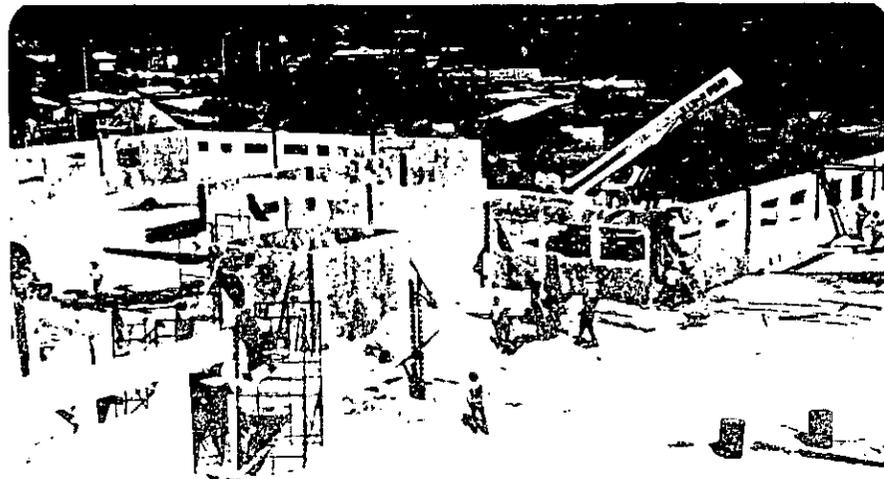




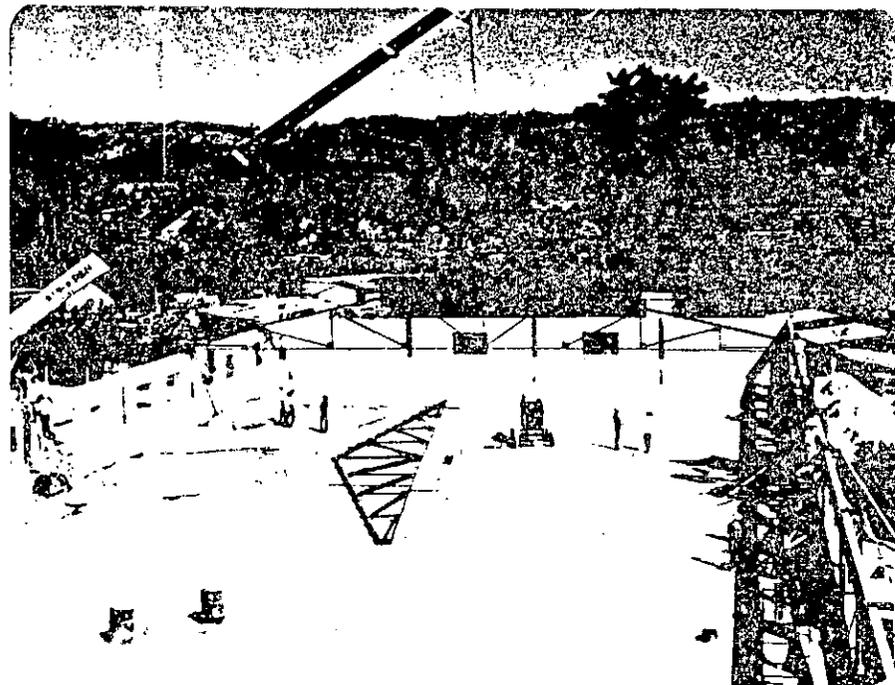
La fijación final de cada panel con las columnas se realiza por medio de soldadura que une la armadura de la columna con unos pines de hierro que sobresalen de cada lado del panel. Estos pines se sueldan a la columna que está presta a fundirse y de esta manera los paneles van quedando en sus lugares correspondientes con las condiciones necesarias y definitivas del programa de montaje.



Posterior a este programa pueden realizarse toda clase de acabados a los paneles, ya sea - por medios manuales o mecánicos, dado que la superficie de los paneles permite ambos procedimientos.



La estructura del techo también es prefabricada en acero de alta resistencia y variedad de perfiles metálicos que se ajustan a los paneles, apoyándose sobre éstos por medio de planchas o platinas atornillables con pernos y rigidizándose en toda su magnitud por medio de una diversidad de piezas secundarias que se atornillan unificando de esta manera todo el funcionamiento es tructural del techo.



Con estas estructuras se han cubierto luces de hasta 28.00 metros como es el caso que se -  
ejemplifica.

## C O P R E C A, S. A.

Una gran empresa, que con base en una buena experiencia, ha incorporado a la construcción Guatemalteca, sistemas constructivos modernos y de gran eficacia. Funciona esta empresa con -- una planta que cubre una extensión aproximada de 30,000 Mts.<sup>2</sup>, en la que se elaboran simultáneamente una diversidad de elementos prefabricados, con la particularidad de trabajar con concretos livianos y refuerzos pretensados; así mismo con refuerzos postensados.

Estos dos sistemas de refuerzo conforman lo que es llamado concreto preesforzado, el cual, tal como lo determina el nombre, es aplicar fuerzas predeterminadas al elemento en cuestión, de tal naturaleza que los esfuerzos que ésta induzca, contrarresten parcial o totalmente a los esfuerzos de las cargas exteriores que se prevén.

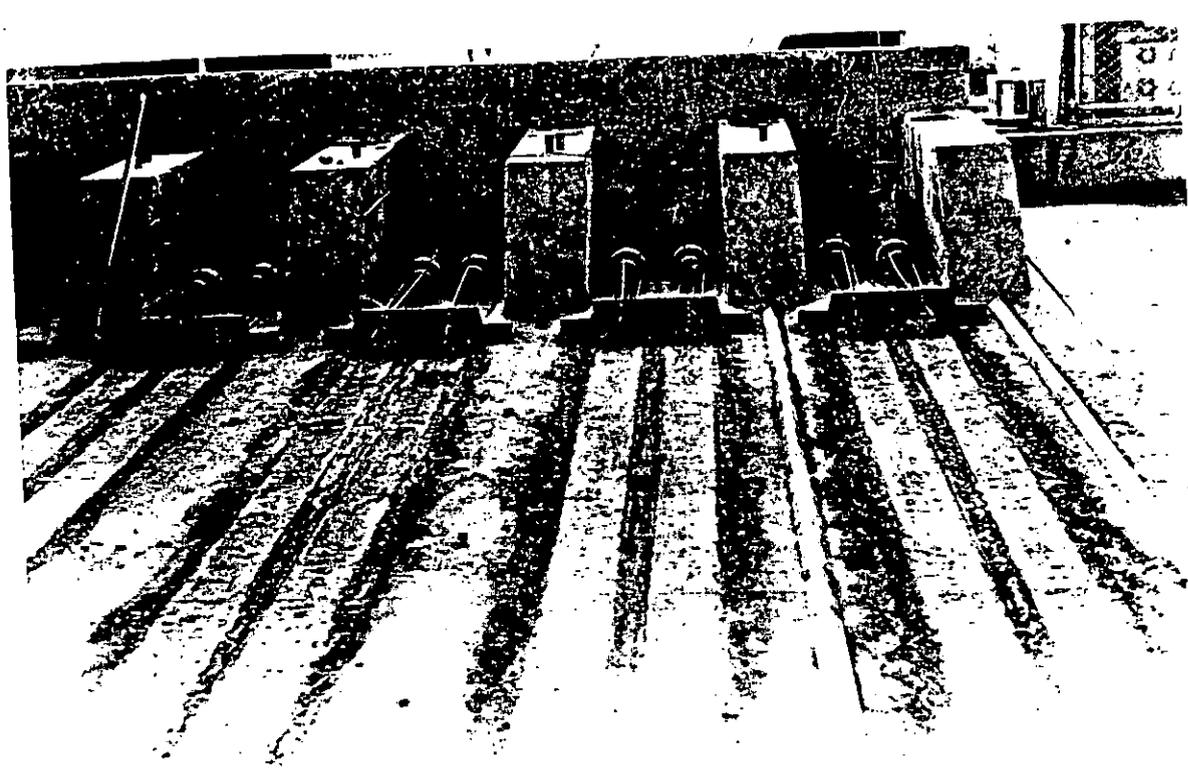
Los productos que elabora, se fabrican en modernas instalaciones y equipos mecánicos muy completos, que logran dar una producción, tanto en variedad de elementos, así como de volumen para cubrir cualquier pedido y demanda que se presente, además, de adecuarse a cualquier tipo de proyecto, solucionando fácilmente complicaciones constructivas en poco tiempo.

Los diferentes sistemas que esta empresa presenta son:

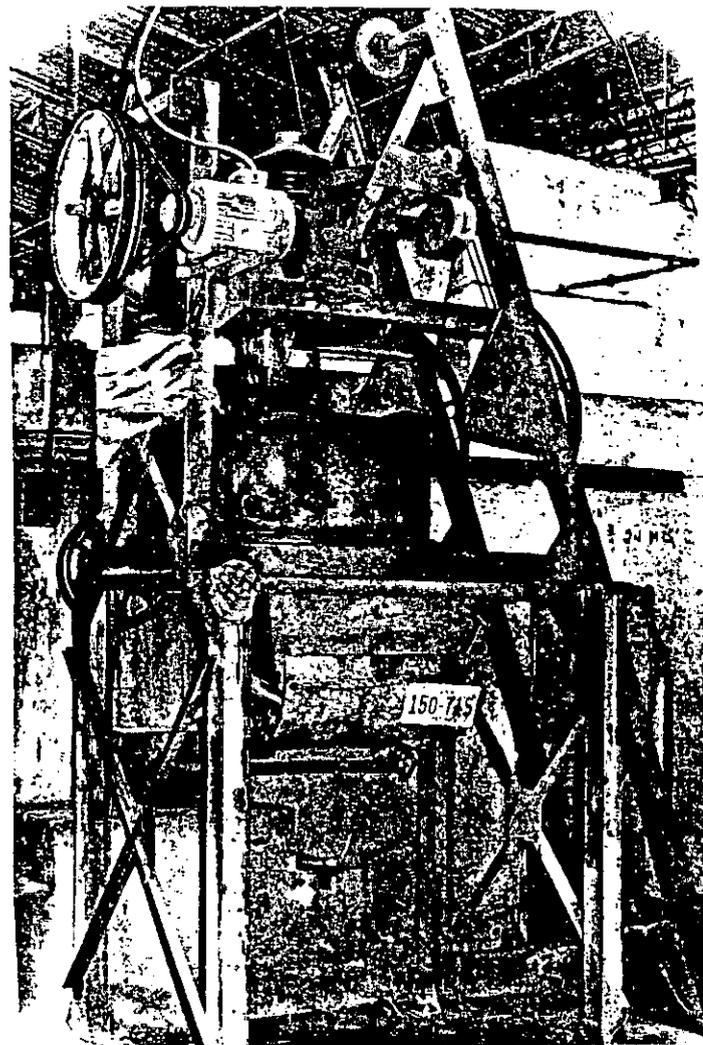
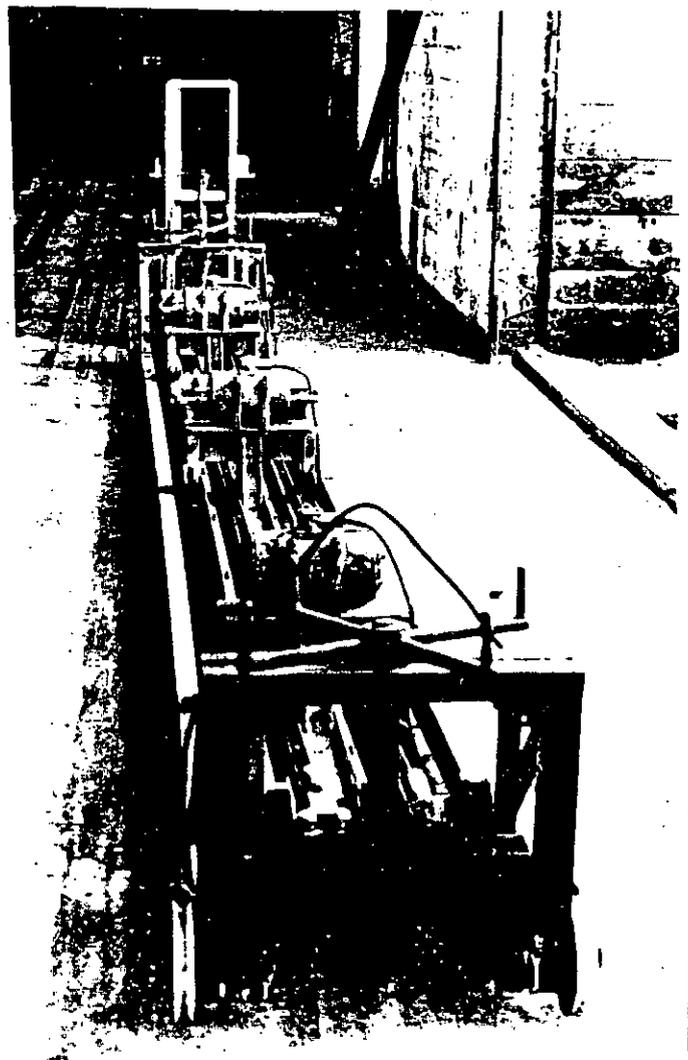
### FREYSSINET:

Es un sistema a base de nervios o viquetas prefabricadas pretensadas que se usan en combinación con los blocks de relleno freyssinet, y un recubrimiento de concreto de 5 centímetros - mínimo, que forma una losa con amplias capacidades de carga y que puede cubrir claros o luces - de hasta 7.50 metros como máximo.

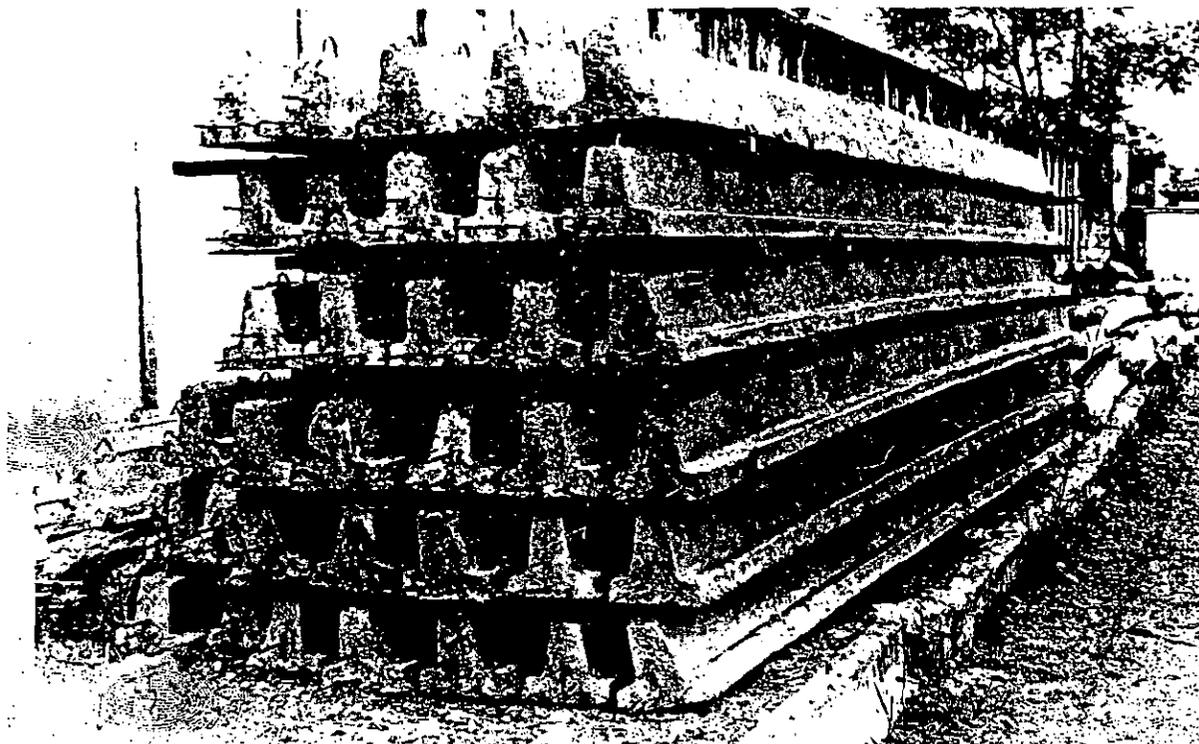
La viqueta pretensada freyssinet está reforzada con acero de 5 milímetros en toda su longitud y se elabora en bancos de 60 metros de largo, exclusivos para ese trabajo. En estos bancos a nivel del suelo, por medios mecánicos e hidráulicos se tensan los aceros de refuerzo, los cuales se conectan o pasan a través del molde de freyssinet de 7.50 metros de largo máximo (cuando se requiere una longitud menor, se utilizan unos separadores de hule para el efecto), donde se realiza la fundición del elemento.



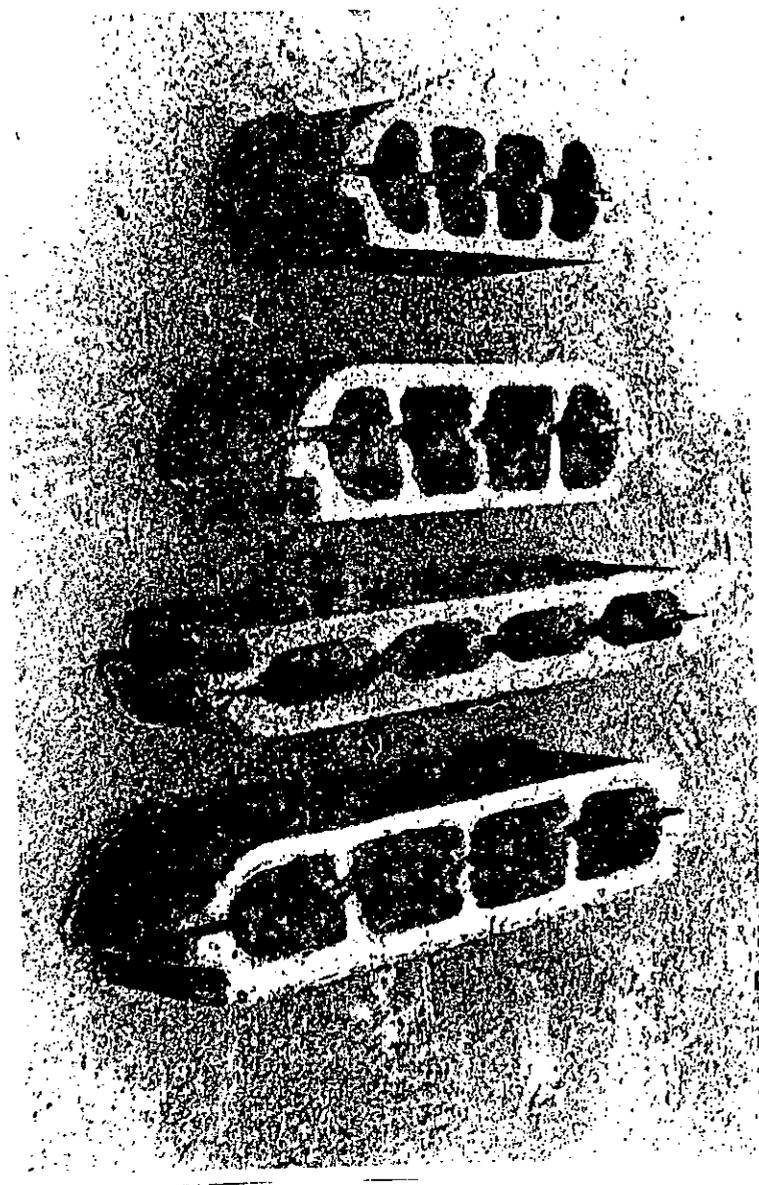
El equipo con que la fábrica elabora las viquetas freyssinet, es una mezcladora sencilla - de un saco de cemento con la cual se transporta el concreto fresco por medios mecánicos hasta - el molde.



La producción de viquetas es aproximadamente de 200 metros lineales diarios, con los que -  
cumplen satisfactoriamente sus compromisos.

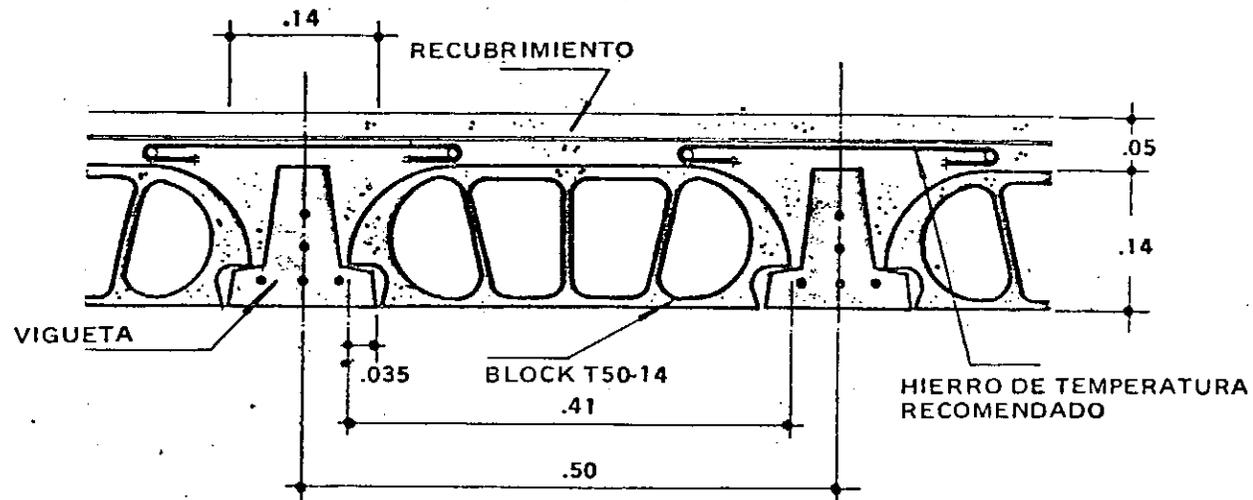


Además este sistema realiza sus diferentes tipos de blocks de relleno, ya sea block de po-  
ma, o bien de arena de río y grava, en unas máquinas mecánicas para su elaboración, con las que  
su producción diaria va de los 800 a 1,000 diarios, según los materiales de que se trate.



LOSA DE 14 CENTIMETROS:

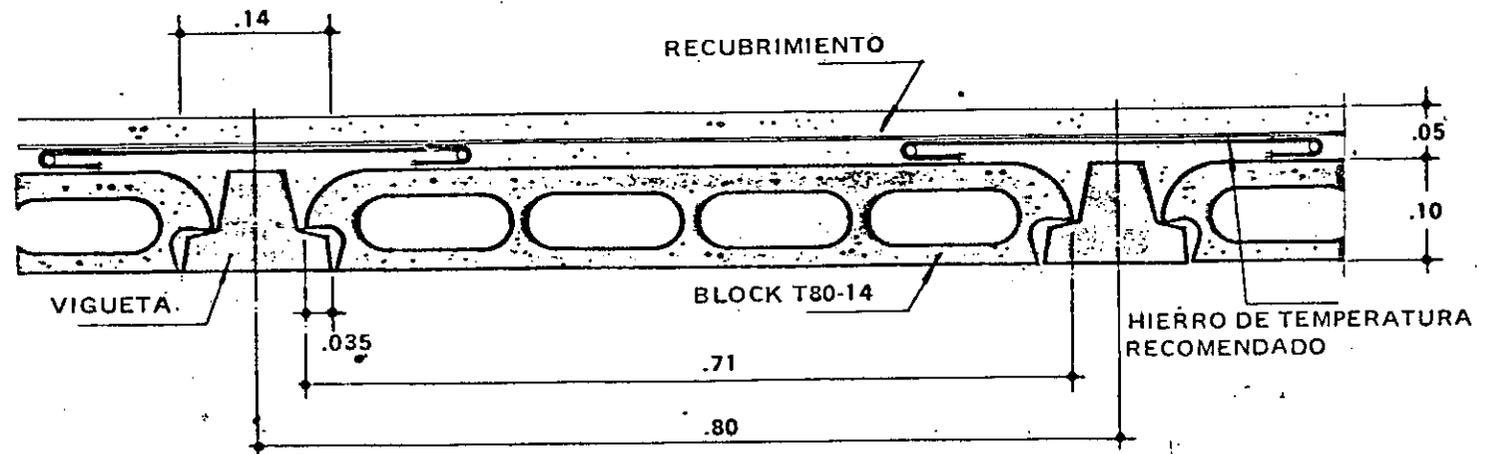
Esta losa está formada por vigas y block de 14 centímetros de peralte, más una capa de concreto de recubrimiento de 5 centímetros. Puede realizarse en tres diferentes espaciamientos: 50, 60, y 80 centímetros entre eje y eje de las vigas, dependiendo del tipo de block de relleno a emplearse. Esta losa se emplea comúnmente en techos y entrepisos.



Cuando a la losa se le va a aplicar sobrecargas fuera de los límites de las losas simples; esta puede realizarse utilizando "viguetas dobles o acuachadas" con lo que se puede realizar un cálculo según la sobrecarga deseada y condiciones de la estructura.

### LOSA DE 10 CENTIMETROS:

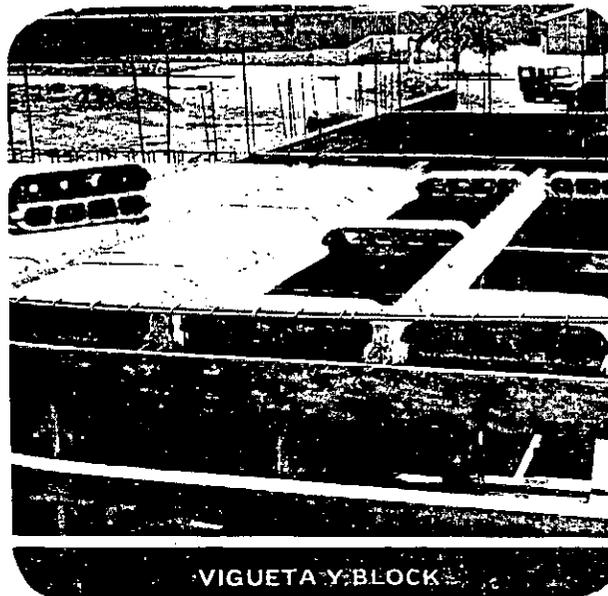
Es una losa especial de COPRECA, S.A., que se produce para trabajos de gran volumen; tales como casas en series, donde la rapidez y la economía son fundamentales. Se forma de viquetas y block de 10 centímetros en combinación con los 5 centímetros de recubrimiento. Se ofrece solamente en el módulo de 80 centímetros de eje a eje de viqueta.



### REALIZACION DEL SISTEMA:

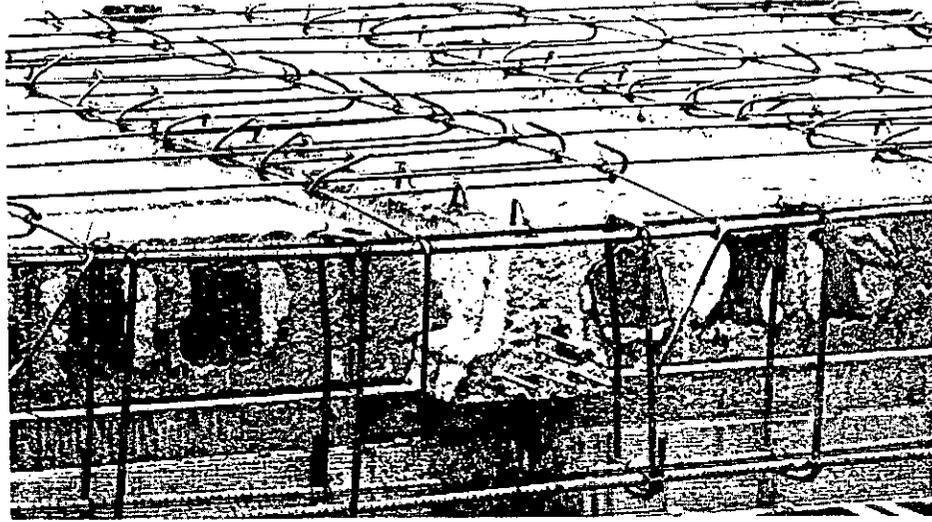
La colocación de las viquetas debe de hacerse cuidando de cargarlas solamente de los extremos, evitando siempre toda acción de palanca.

Los blocks se colocan solamente apoyados a las vigas, por medio de la pestaña que los configura y que sirve para el efecto, sin ningún pegamento entre ellos.

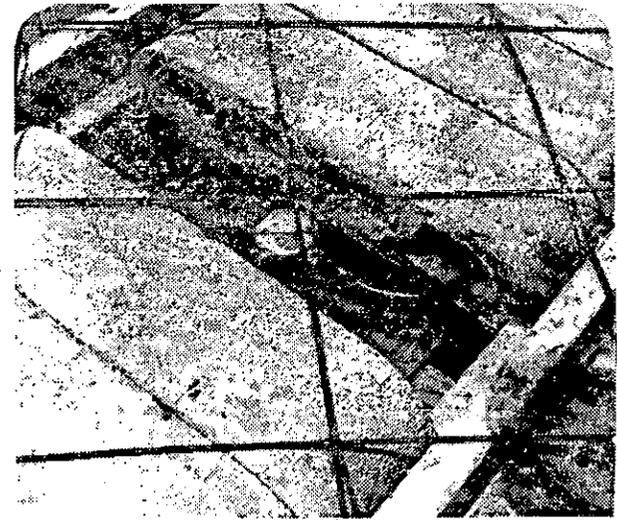


Posteriormente las vigas o viquetas se paralean en su parte central hasta que el concreto de la losa de 5 centímetros haya alcanzado una resistencia razonable, y cuidando que la losa no se someta a sobrecargas antes de los 28 días después de fundida.

Para el refuerzo de la losa se utiliza hierro diámetro 1/4", el cual se coloca en forma de parrilla, con espaciamiento de 20 X 40 centímetros (la distancia menor va en la dirección perpendicular de las viquetas).



APOYO DE VIGUETA



INSTALACION ELECTRICA

Las instalaciones eléctricas pueden lograrse a través del ducto que se forma con la alineación de los blocks por donde pueden llevarse las tuberías, y para efectuar las bajadas o salidas de corriente, eliminar o perforar un block.

La capa final de recubrimiento deberá ser una losa de concreto de 5 centímetros de espesor como mínimo. Esta losa fundida en el lugar, asegura la unión entre sí de los elementos prefabricados y de éstos con la estructura de la construcción.

Antes de proceder a fundir esta losa es imprescindible que se mojen suficientemente los blocks y las viquetas. La mezcla de la losa debe ser de concreto de 3,000 lbs/pulg.<sup>2</sup> como mínimo. Esta fundición deberá realizarse con vibradores para mejorar el concreto y asegurar que éste penetre bien entre vigas y blocks.

Para el acabado final de la losa, es imprescindible que se efectúe un cernido o alisado mientras el concreto está fresco para asegurar la impermeabilidad de la losa.

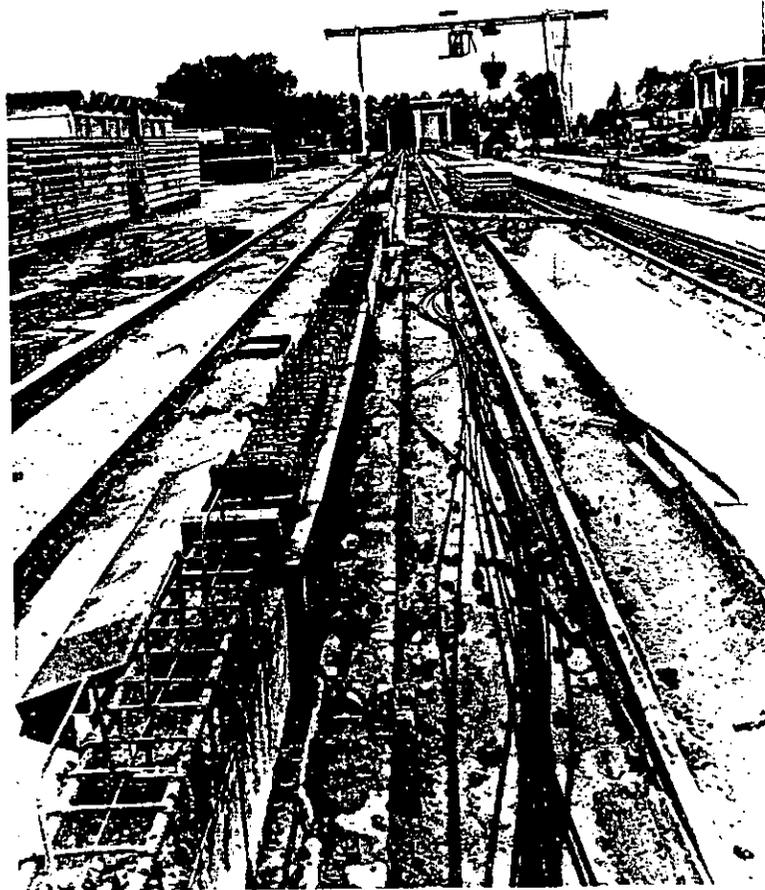
#### VIGAS RECTANGULARES:

El sistema constructivo de vigas rectangulares pretensadas, es similar o más bien son un -

complemento del sistema freyssinet, y difieren básicamente en que con este sistema pueden cubrirse claros hasta de 11.0 metros, con la utilización de losas aligeradas Spancrete.

Su elaboración se realiza mediante líneas continuas de producción de unos 100 metros de -- largo con moldes metálicos, en donde son preparados de acuerdo a especificaciones del proyecto a aplicarse.





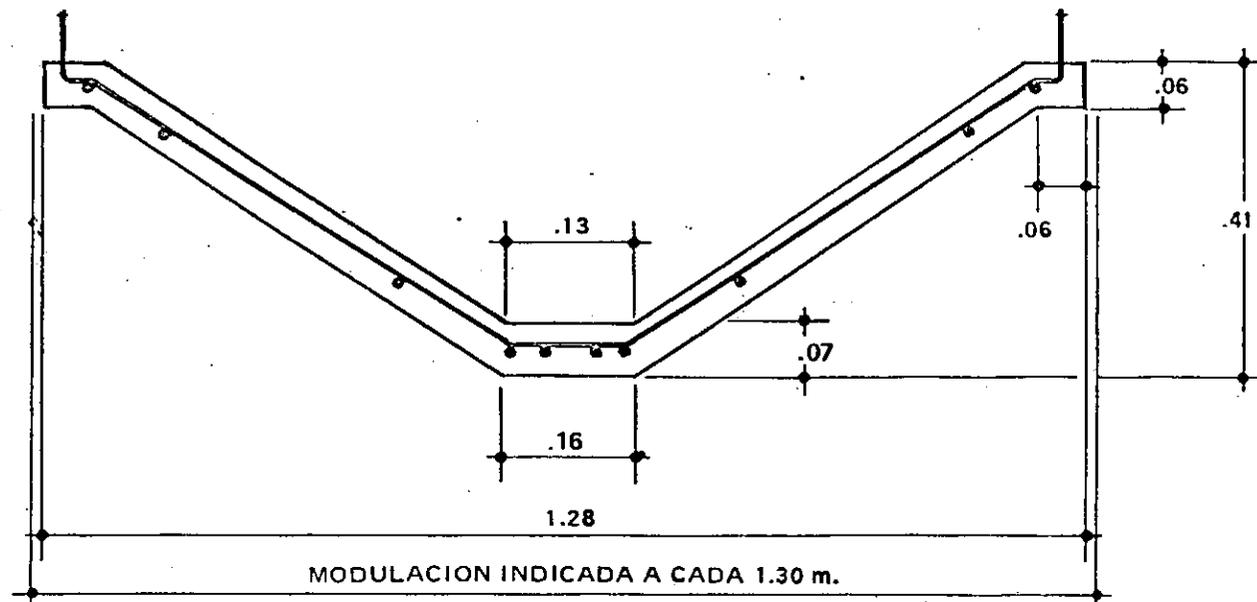
Las diferentes longitudes se logran mediante la colocación de unos separadores de hule que en fundición interrumpen la misma, limitándose a los largos requeridos. Los aceros de refuerzo son diámetro 3/4" y para estribos diámetro 3/8", respectivamente.

En obra estos elementos exclusivos estructurales son elevados a sus lugares correspondientes, mediante la utilización de grúa de montaje y su conexión con los otros elementos se realiza a base de soldaduras, anclajes y bastones, así como de fundiciones que se realizan en obra. Las dimensiones de las vigas son .50 X .35 X 7.00 a 11.00 metros.



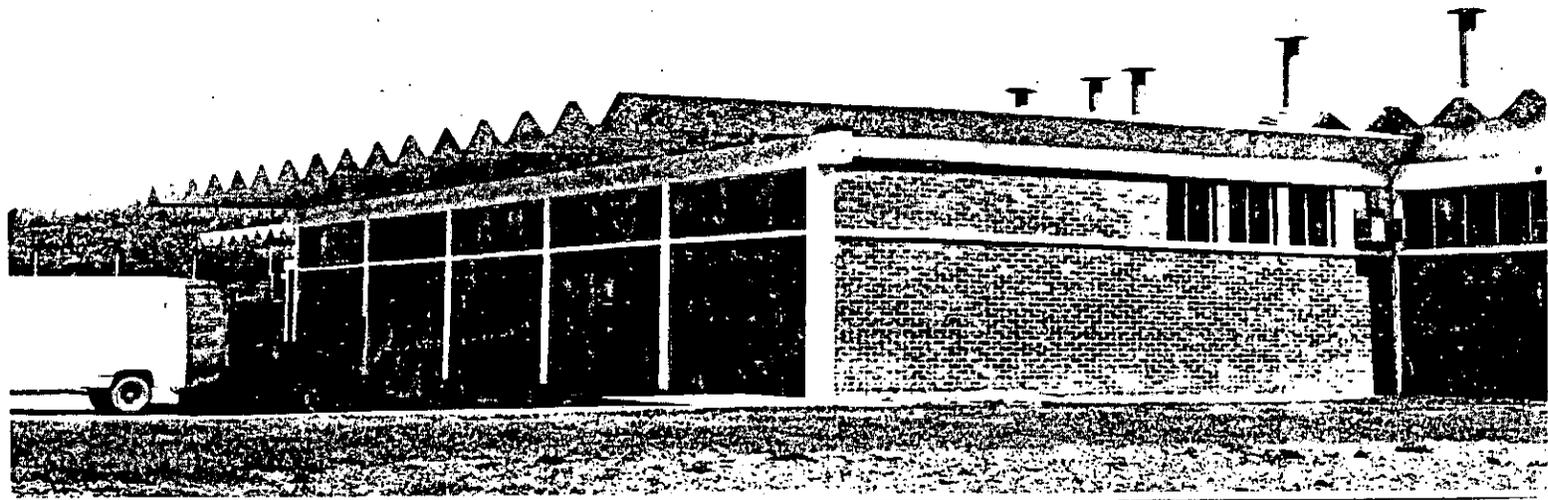
SISTEMA SPANPLATE:

Es un sistema estructural especial para techos de luces grandes, compuesto por elementos - en forma de placas dobladas en forma de V, prefabricado y pretensado.



## SECCION SPANPLATE

Sus mejores aplicaciones son en claros desde 7.00 metros hasta claros de 16.00 metros, donde perfectamente puede competir con cualquier otro sistema estructural. Se ha utilizado exitosamente este sistema en fábricas, industrias, bodegas, escuelas, comercios, etc.

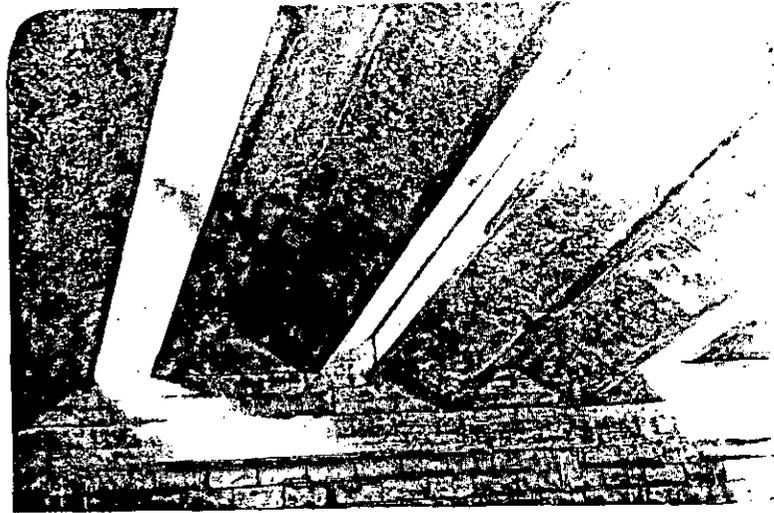


SPANPLATE CON VOLADIZO DE 3.00 m. INSTALACIONES VILLALOBOS

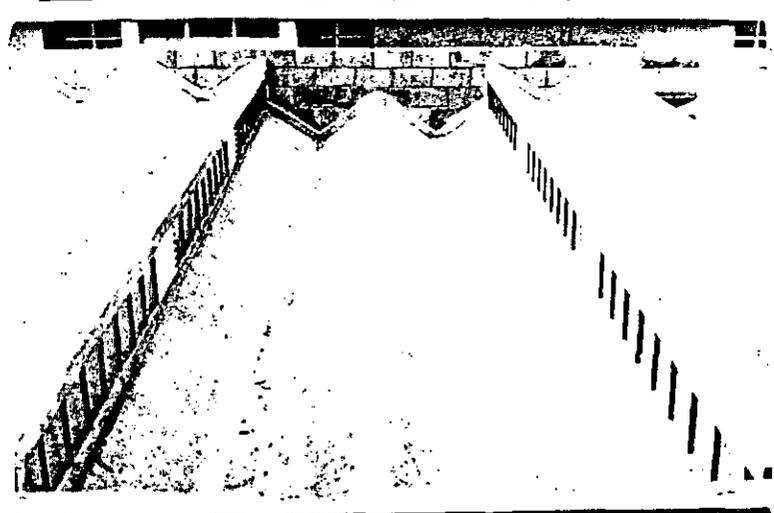
Este sistema presenta grandes ventajas, ya que su capacidad de cubrir claros grandes sin requerir más que el apoyo de sus extremos, resuelve prácticamente el ahorro de formaleta y gran economía en madera. Brinda un acabado final que puede quedar expuesto y un interior armonioso, debido a su rítmica forma.

Puede lograrse un voladizo de hasta 4 metros, ya que transmite poca carga muerta sobre la estructura portante. Además tiene un control térmico debido a su forma.

Mediante diversas formas de colocación pueden lograrse iluminación y ventilación zenital.



ILUMINACION Y VENTILACION ZENITAL  
(VISTA INTERIOR)



ILUMINACION Y VENTILACION ZENITAL  
(VISTA EXTERIOR)

#### SISTEMA SPANCRETE:

El sistema Spancrete, consiste en planchas planas prefabricadas de concreto pretensado, -- aligeradas por medio de ductos longitudinales, que aparte del beneficio estructural aumentan la insulación térmica y acústica, permiten también ser usados para el paso de instalaciones eléctricas y mecánicas.

Las planchas Spancrete, se producen con un ancho normal de 1.00 metros, con peraltes de -- 3", 4", 6", 8" y 10"; las longitudes varían según sean requeridas por los proyectos hasta un máximo de 12.00 metros.

Con un equipo mecánico sofisticado, un control estricto sobre la producción, así como un ordenado apilamiento, el elemento prefabricado se produce con un fino acabado en sus superficies, que permite dejar ambas caras expuestas o bien darle un tratamiento de acabado convencional.

El Spancrete se procesa con un sistema altamente mecanizado, en líneas continuas de producción de 135.00 metros de largo, sobre las que corren los aceros de refuerzo de alta resistencia, que en sus extremos de la línea se procede a estirarlos, conformándose así, el pretensado del elemento, proceso con el cual adquiere mayor resistencia cada plancha.

El concreto al lograr la resistencia mínima específica para proceder a la destinción de los aceros de refuerzo, se cortan las líneas de spancrete a los largos o longitudes requeridas, mediante el empleo de una sierra de diamante.

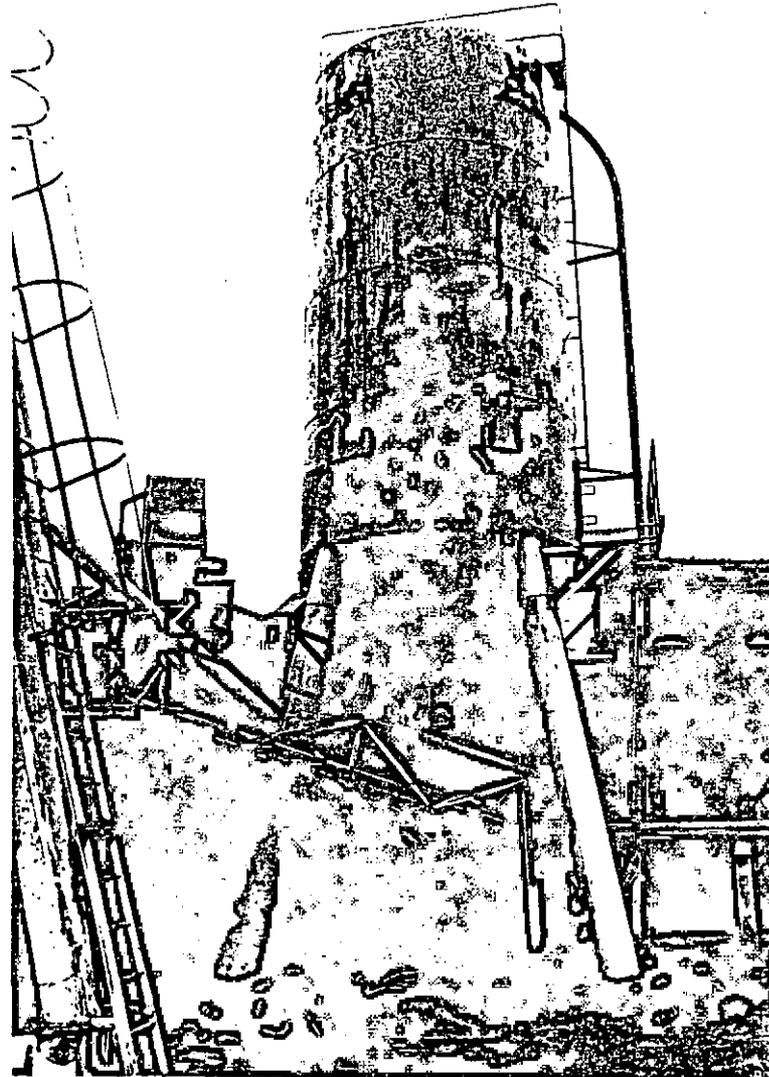
Los aceros a usar en calidad de refuerzo para productos de spancrete son:

Para Spancrete de 3", 6" y 6" pulg. de espesor diámetro 1/4"

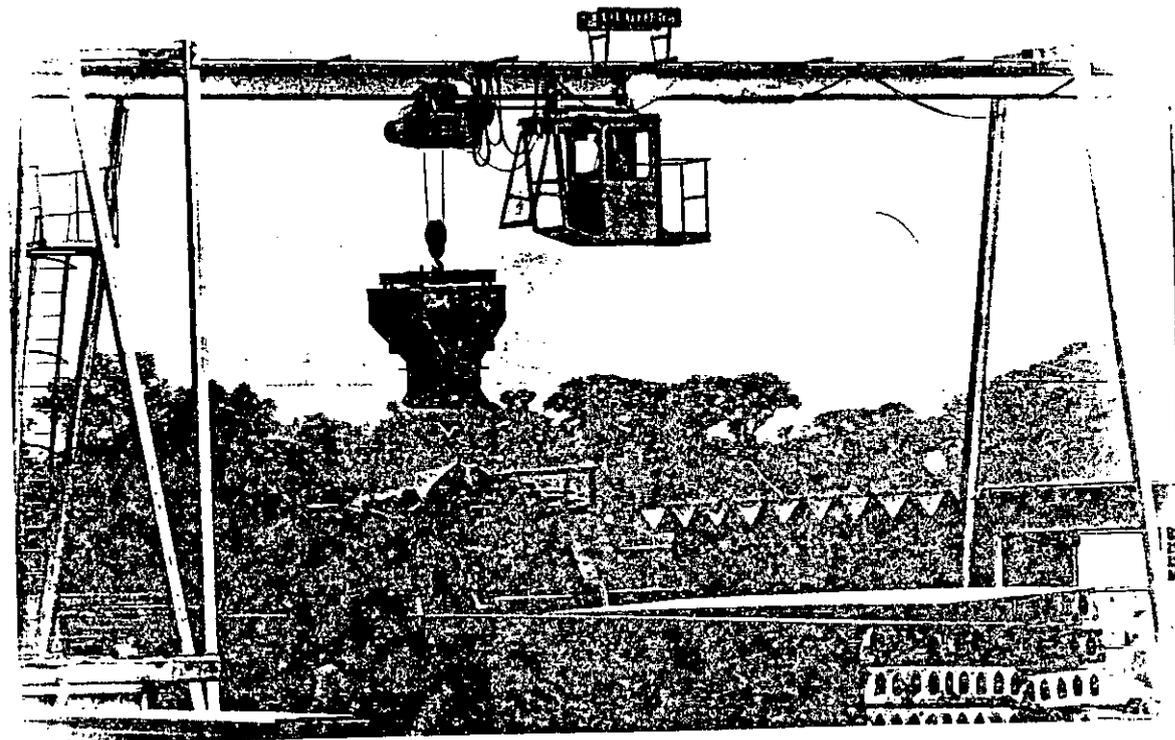
Para Spancrete de 8" y 10" diámetro 3/8"

La secuencia de trabajos de producción de Spancrete se puede observar en las gráficas:

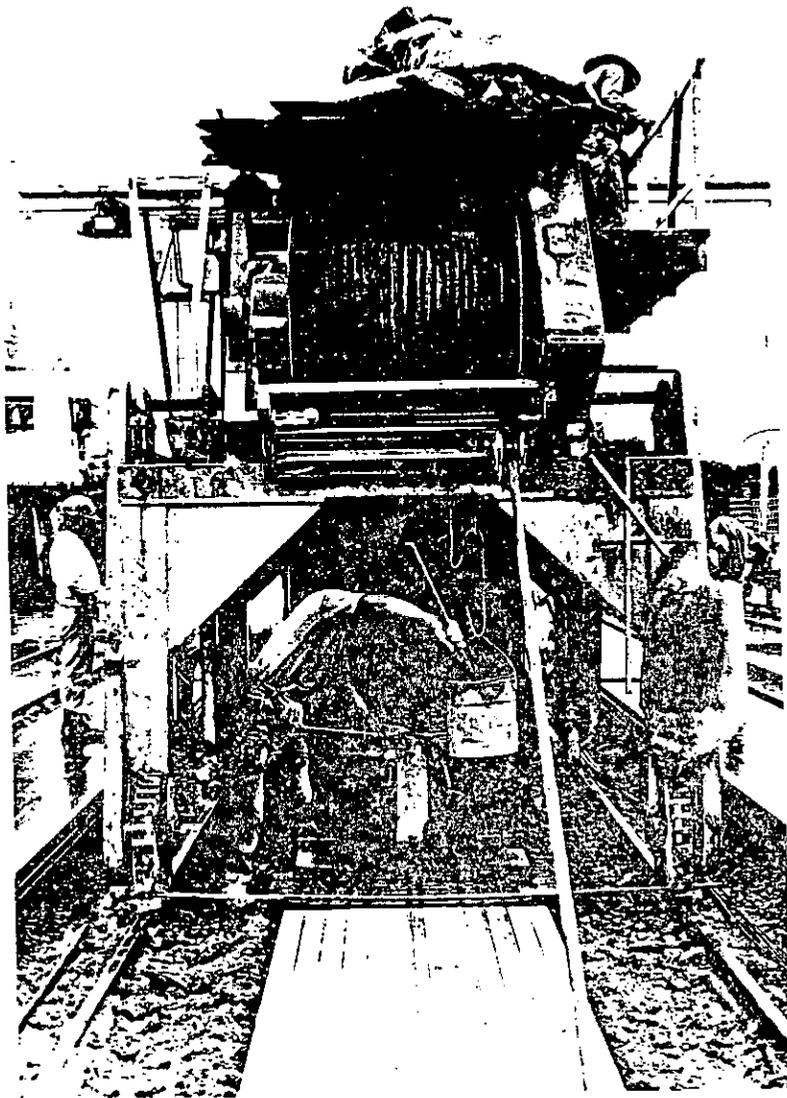
Silo de cemento y dosificadora de la mezcla.



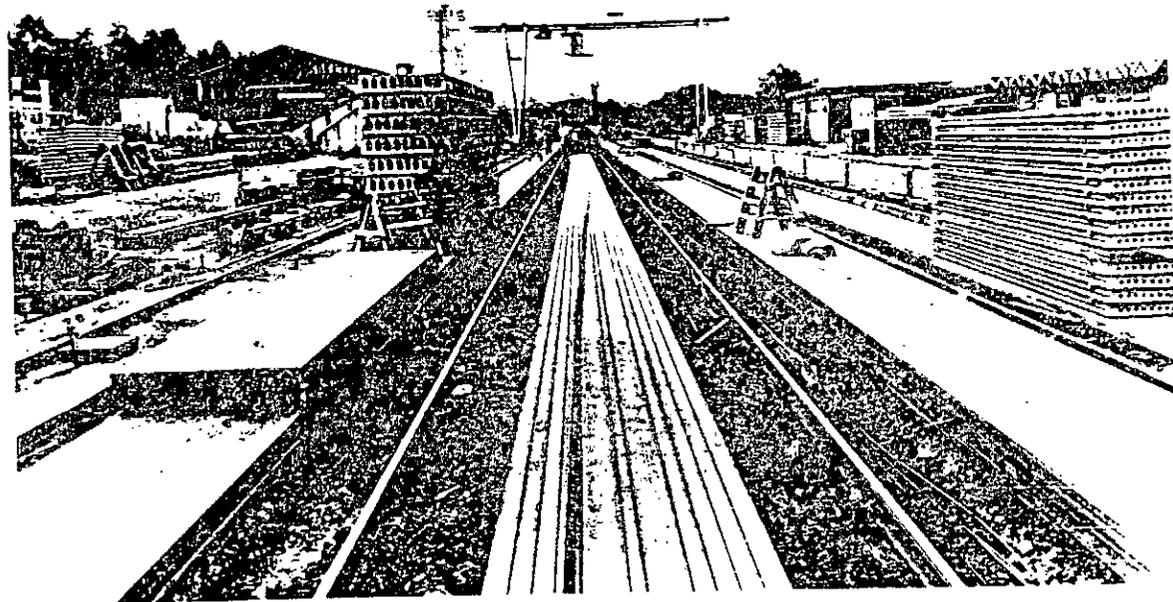
Transportador de la mezcla a la máquina de SPANCRETE.



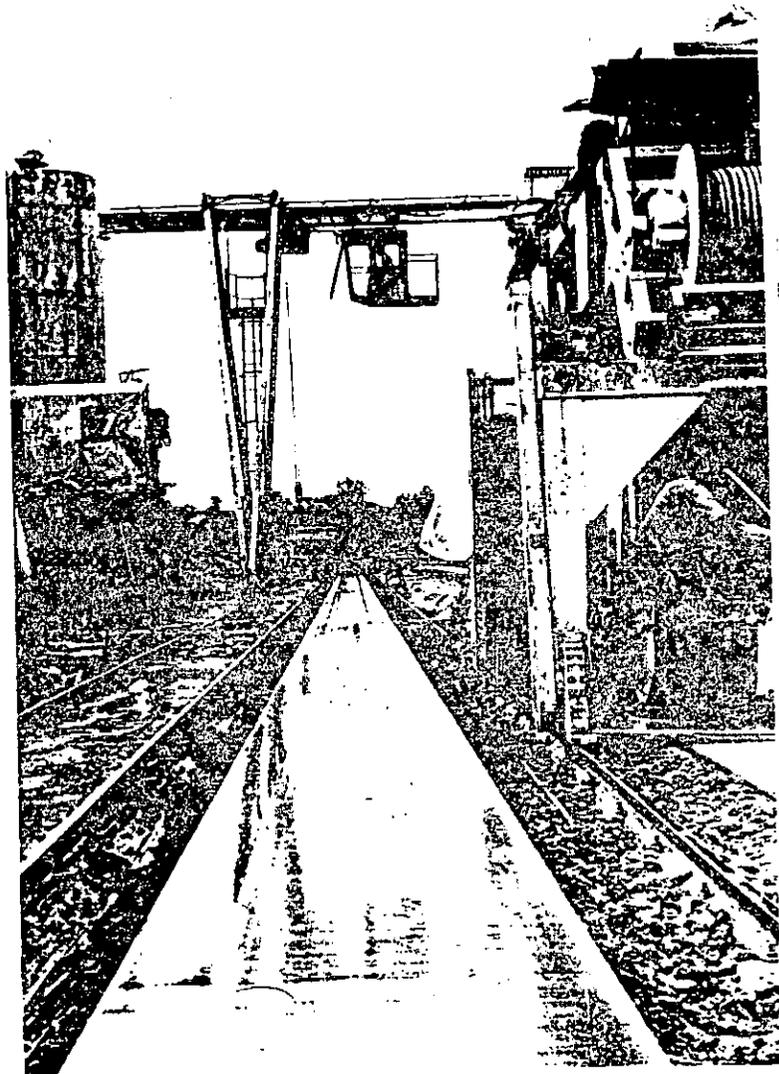
Máquina de SPANCRETE en plena fabricación.



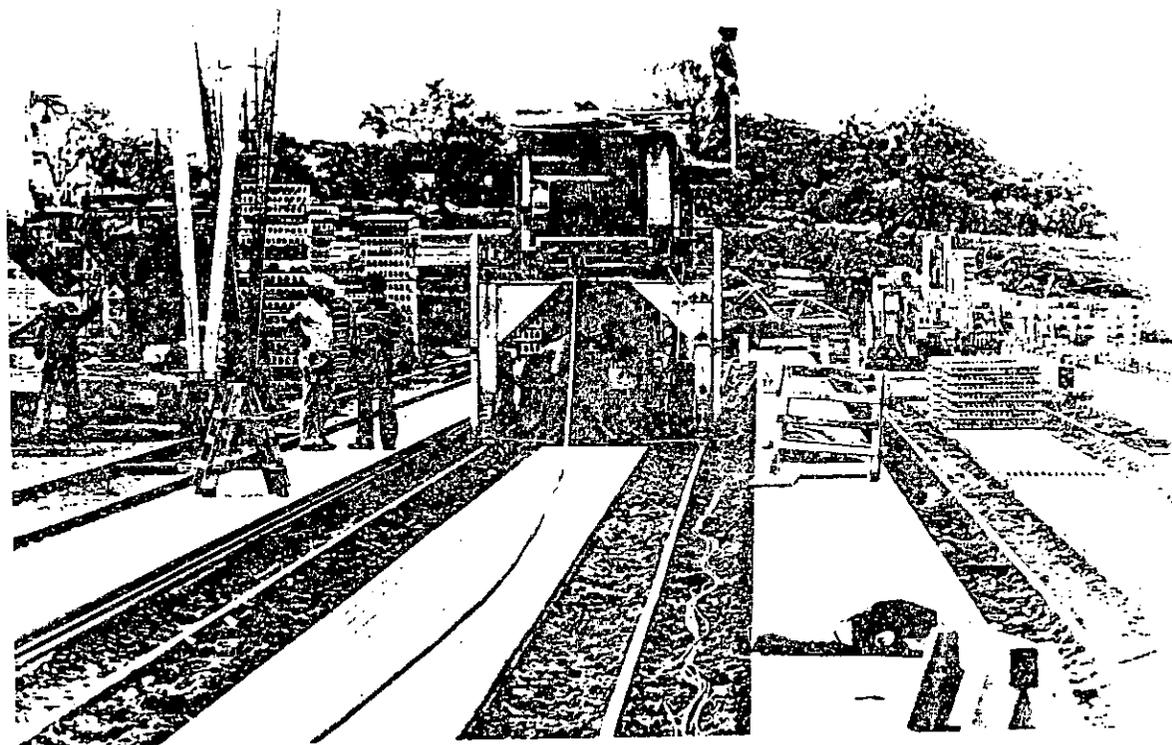
Línea de fabricación con los aceros de refuerzo en tensión.



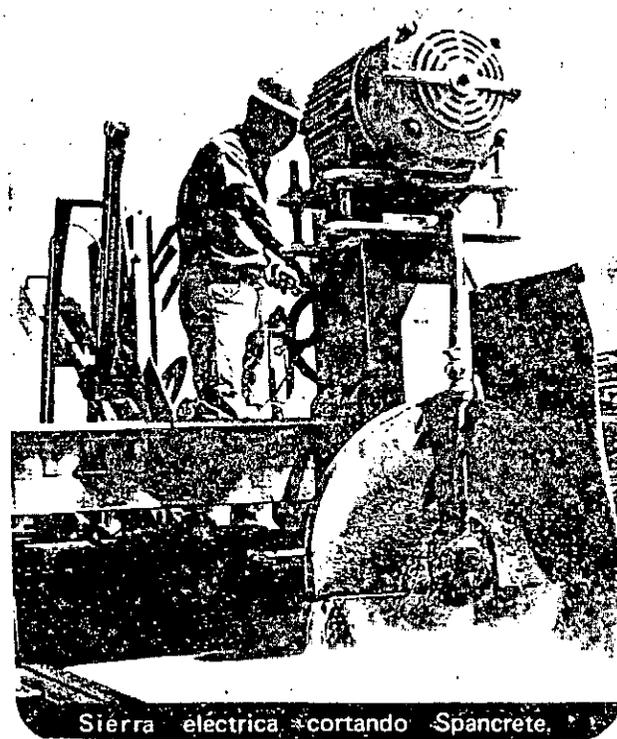
Línea de fabricación fundida.



Estricto control de la produccion.

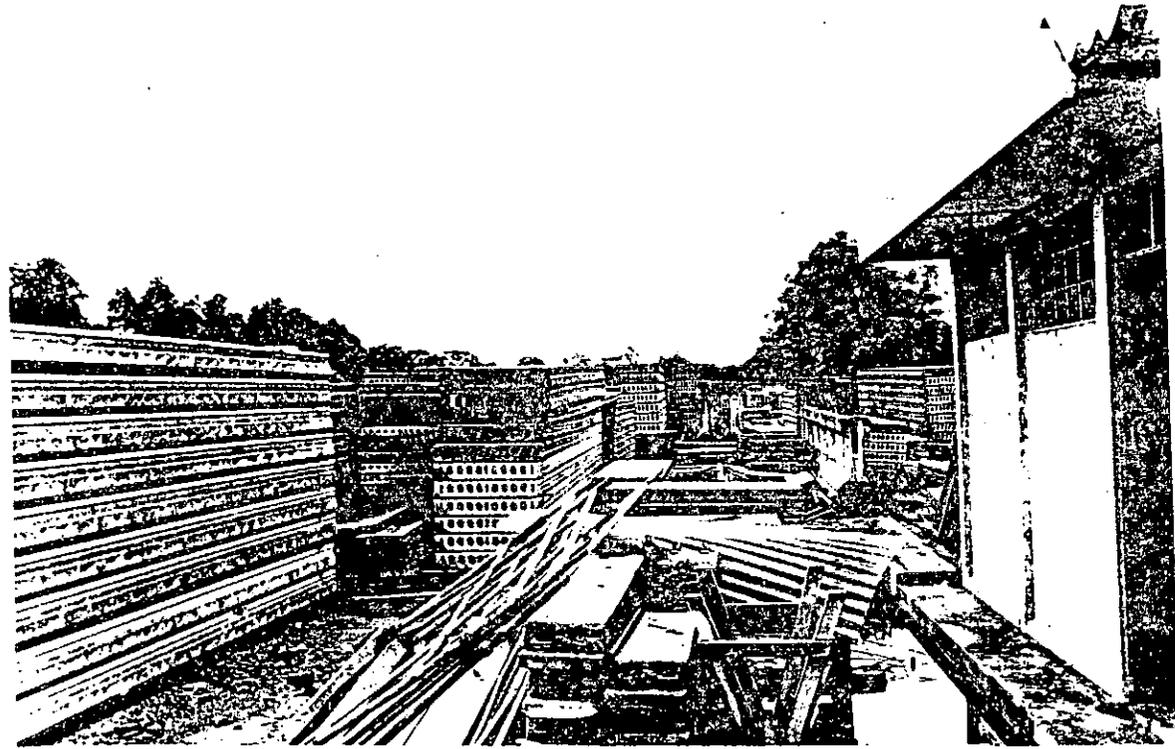


Sierra eléctrica de diamante cortando SPANCRETE.

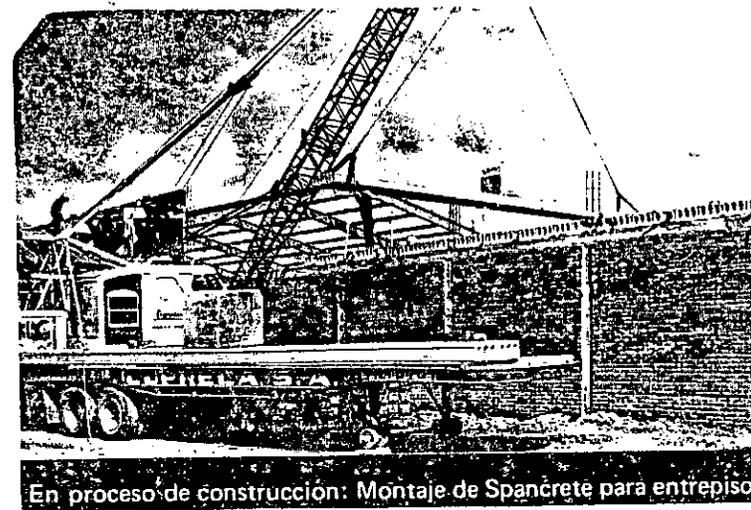


Sierra eléctrica cortando Spancrete.

Apilamiento del producto.

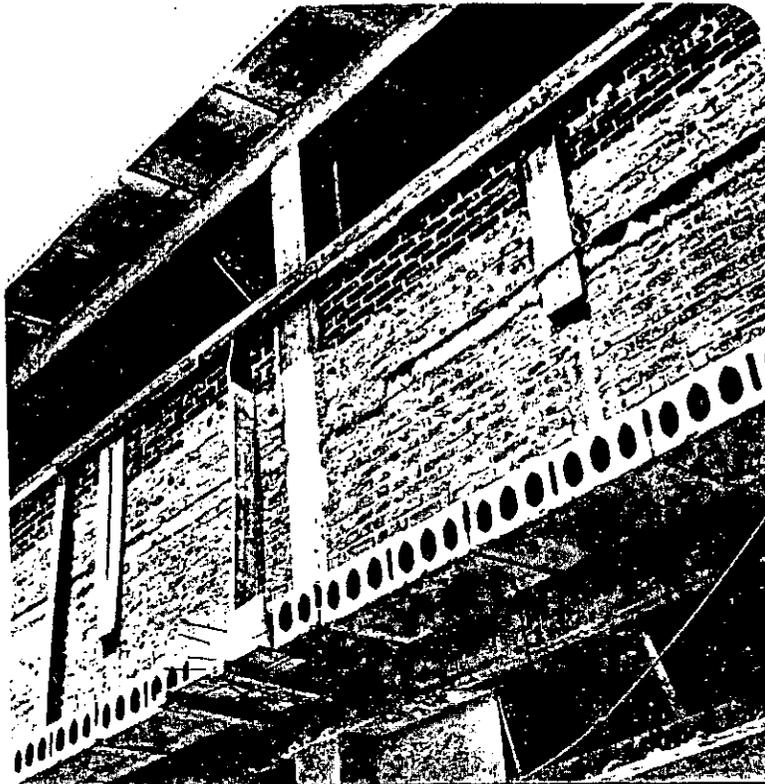


El transporte se realiza en trailers de plataforma hasta el lugar de la obra, y el montaje puede realizarse para piezas pequeñas con polipasto y para piezas mayores con una grúa, dependiendo de la altura que habrá que elevarla.



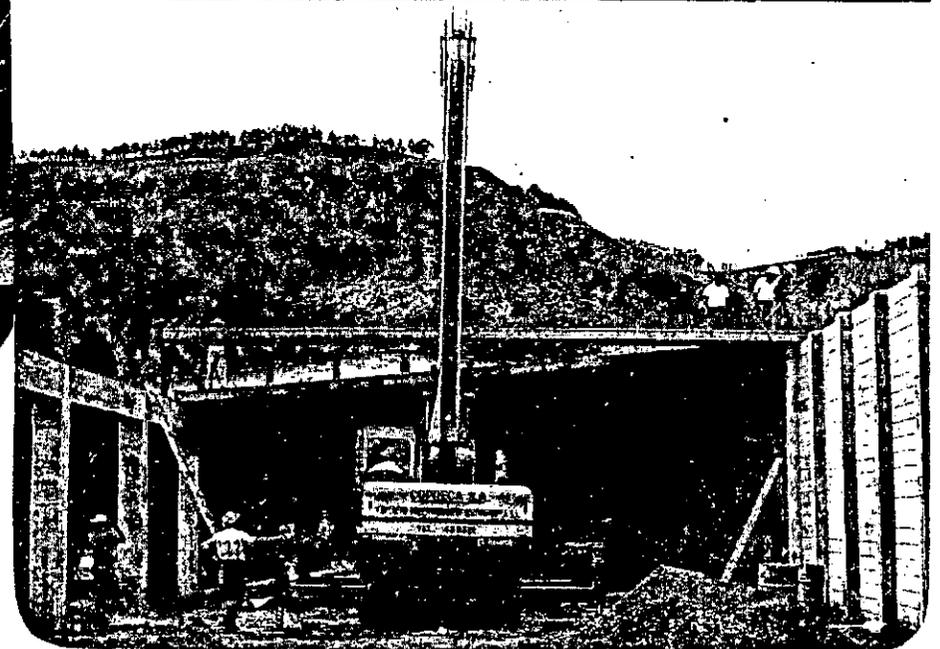
El SPANCRETE ha sido utilizado en diferentes aplicaciones:

Entrepisos.



Hospital de enfermedad común del Igss. Spancrete como entepiso y techo.

Colocando losas Spancrete para techo en fábrica Eticasa C/O Comosa



Paredes de cerramiento.

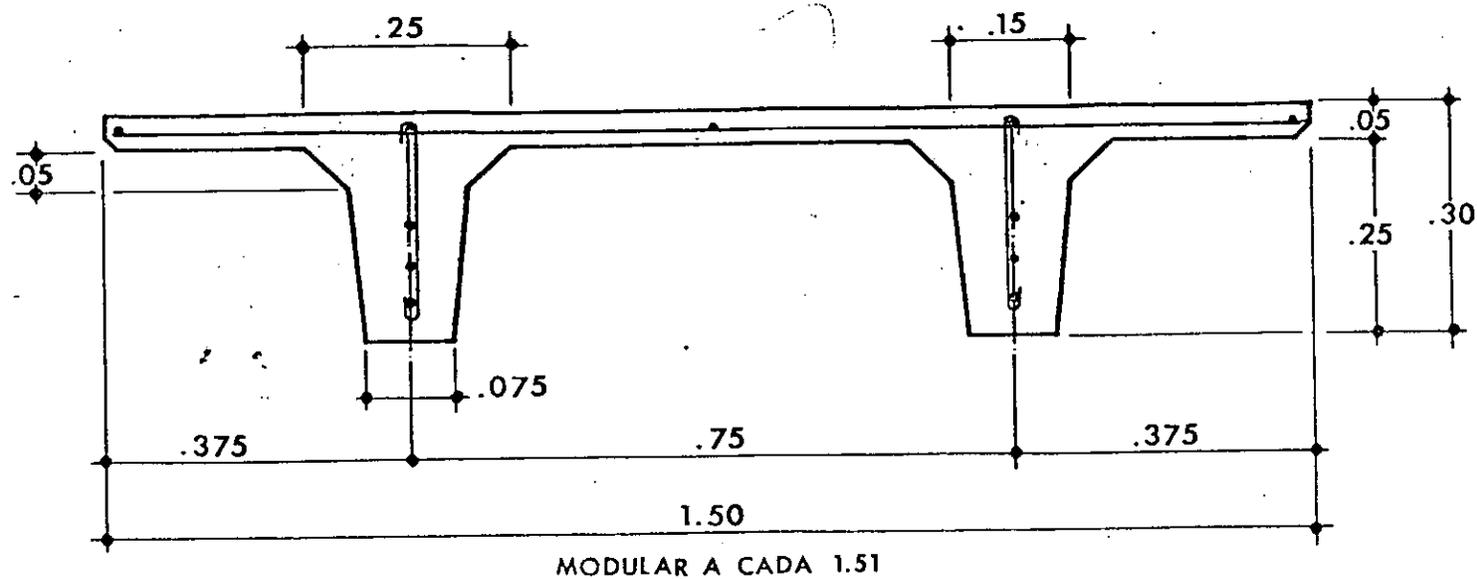


Edificios de varios niveles, entrepiso y techo, en combinación con vigas y columnas prefabricadas.

Sus juntas de resuelven por medio de impermeabilizantes asfálticos.

#### SISTEMA VIGA "DOBLE T"

La sección doble T, es un elemento de concreto pretensado prefabricado, que esta formado por la integración de 2 nervios y una losa, que de acuerdo con los requerimientos del diseño -- puede variar entre 0.50 metros y 0.30 metros de peralte. La sección en sí, tiene un ancho total de 1.50 standard.

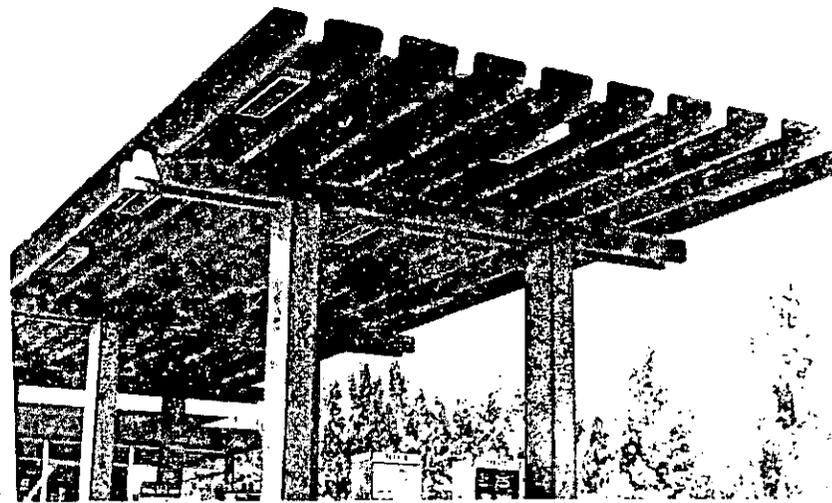


Este tipo de pieza, Doble T, por sus características geométricas unidas a la pretensión, permite alcanzar luces hasta de 18.0 metros, voladizos de 4.0 metros y a la vez alcanzar detalles arquitectónicos interesantes.

Su aplicación en la edificación es muy versátil, usándose en entresijos normales o en los de cargas muy fuertes, en puentes, techos de edificios, etc.

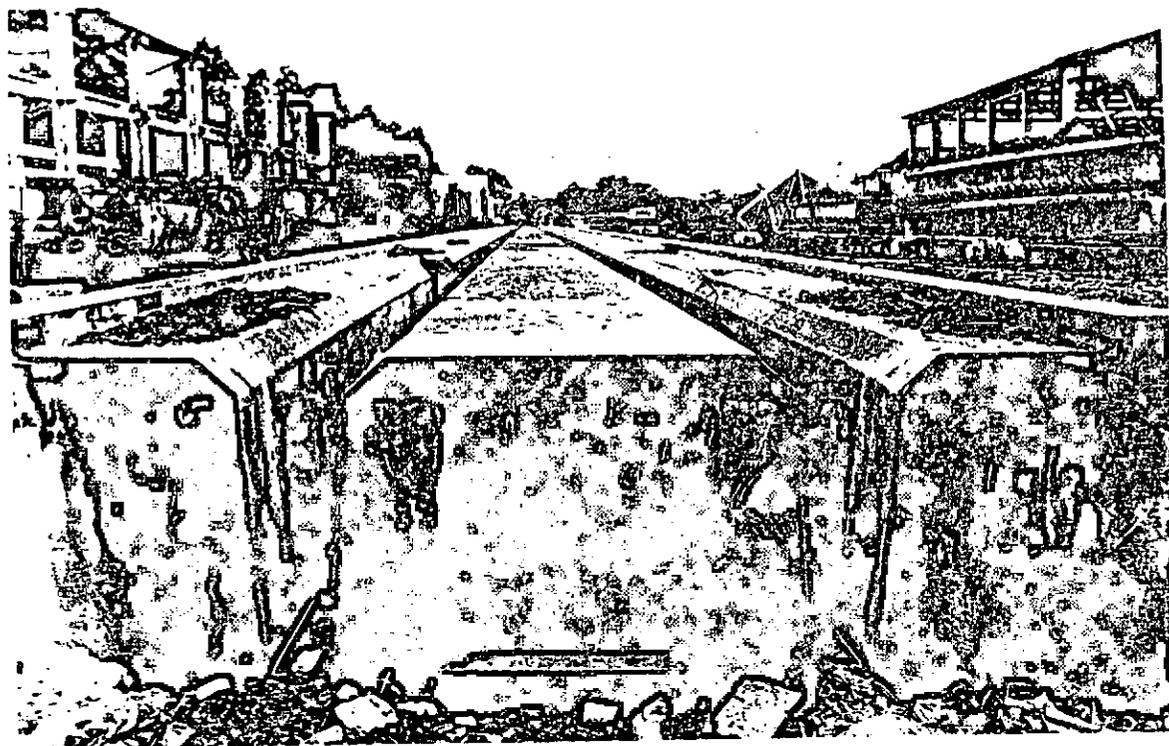


INSTITUTO SANTIAGO: ENTREPISO Y TECHO DOBLE T

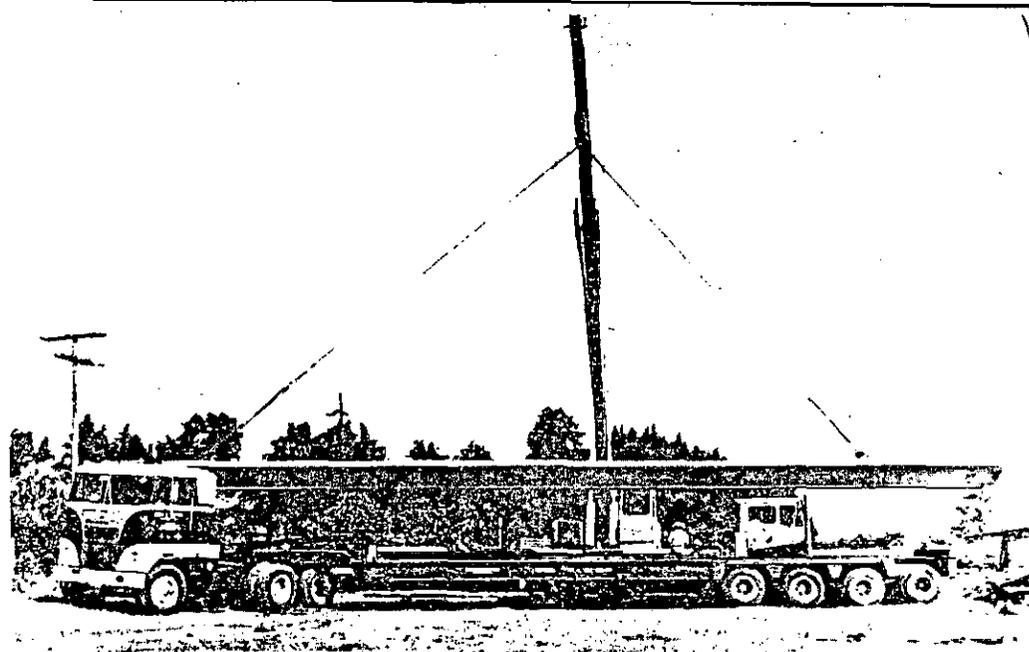


GASOLINERA TEXACO

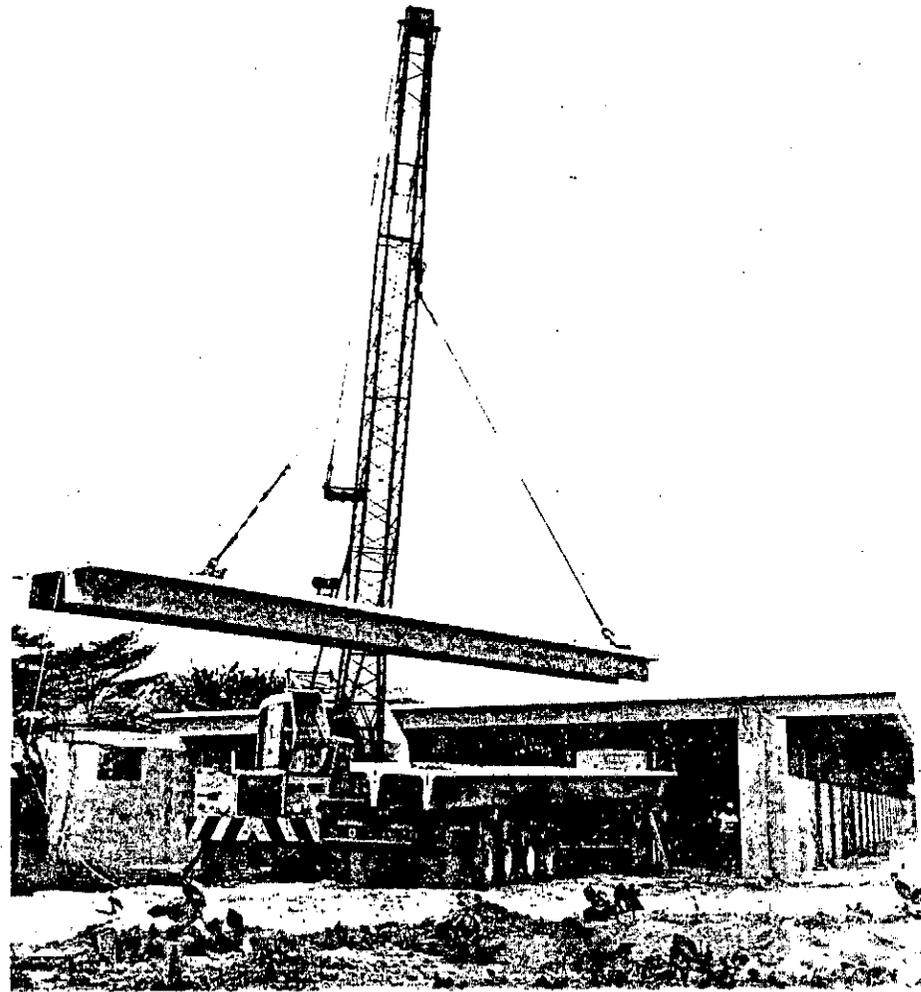
Su fabricación se realiza en líneas continuas de producción de 84 metros de largo, con moldes metálicos en los cuales se adaptan los aparatos mecánicos que tensarán los refuerzos de la pieza. A estos moldes antes de vertir el concreto fresco se les unta en toda su dimensión aceite quemado o grasa, para evitar que el concreto se pegue al mismo y perjudique el fino acabado de la pieza, de tal forma que no sea necesario un acabado posterior. Las longitudes requeridas se logran mediante separadores en el proceso de fundición.



Con el método DOBLE T, se han logrado soluciones estructurales rápidas, económicas y con -  
la característica de durabilidad del concreto.



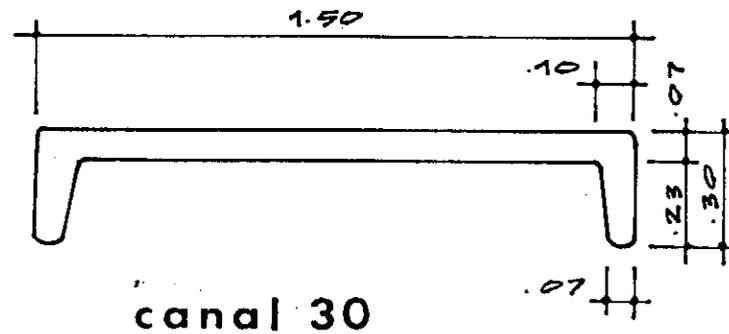
El transporte de cada pieza se realiza por medio de trailers de plataforma de la empresa hasta el lugar de la obra, y el montaje por medio de una grúa de 25 toneladas hasta el lugar de finitivo en la construcción.



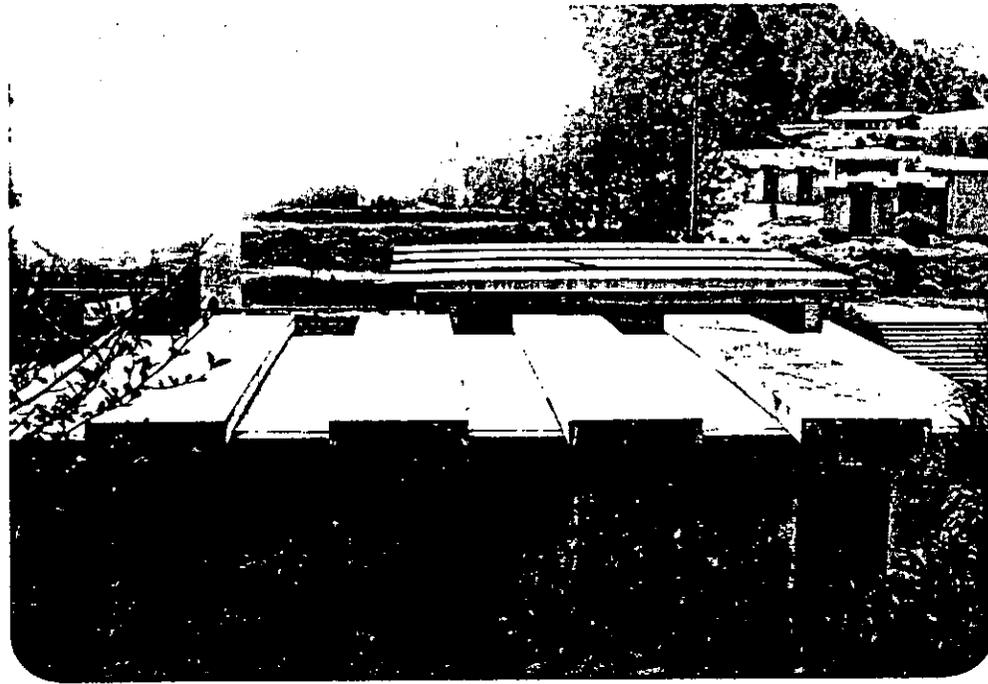
INSTALACION DE LAS PIEZAS DOBLE T. CON  
EL EQUIPO ESPECIAL DE COPRECA S. A.

### SISTEMA CANAL 30:

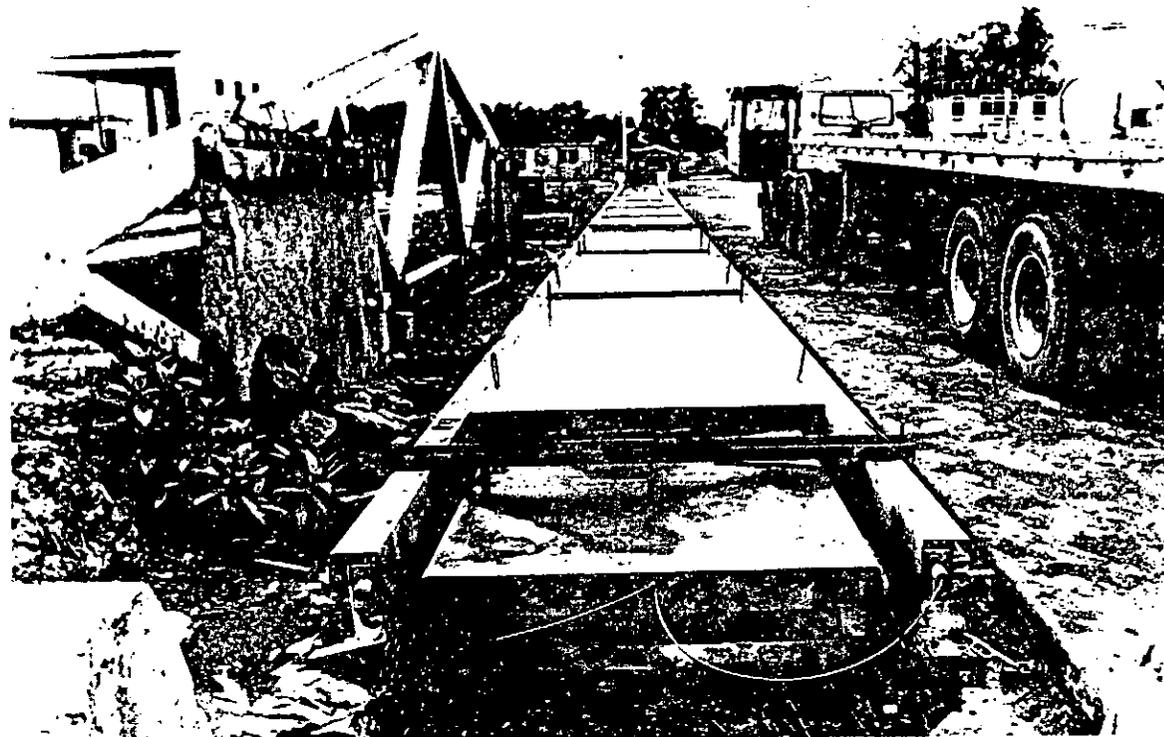
Son elementos prefabricados pretensados en forma de U que consisten en dos nervios laterales y una losa integrada.



La configuración geométrica de estas piezas permite la construcción de edificios completos de una planta, ya que pueden usarse indistintamente para las paredes o para los techos.



Su fabricación se realiza en líneas continuas de producción de unos 60 metros, mediante --  
moldes metálicos donde se tensan sus refuerzos de acero de diámetro  $1/4''$ . Las longitudes de --  
producción pueden ser de diversidad de medidas, partiendo de 1.00 a 16.00 metros como la máxima --  
permisible.



Su aplicación se reduce a las siguientes especificaciones, según el funcionamiento que pres\_ tará:

Para techo puede usarse hasta un máximo de 10.0 metros de largo.

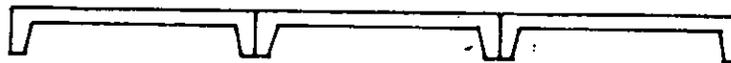
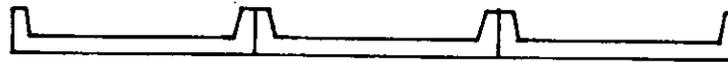
**techos**

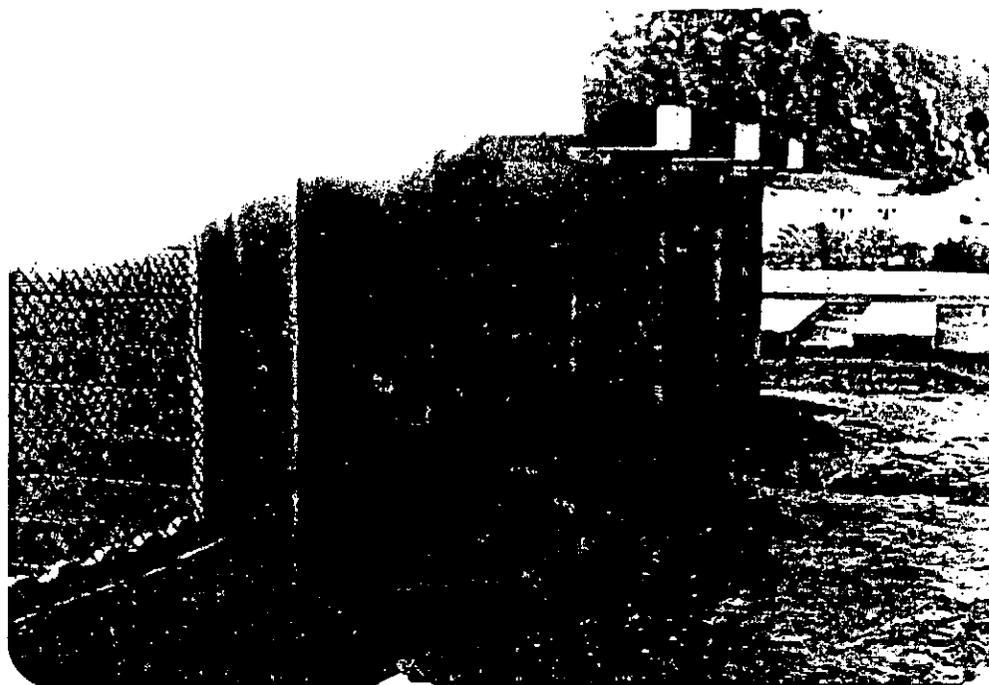


Para entrepisos 8.00 metros de largo.

Para muros 5.00 metros de largo, lográndose en esta aplicación, modulaciones diversas, según el carácter y diseño de la obra.

### **mueros**





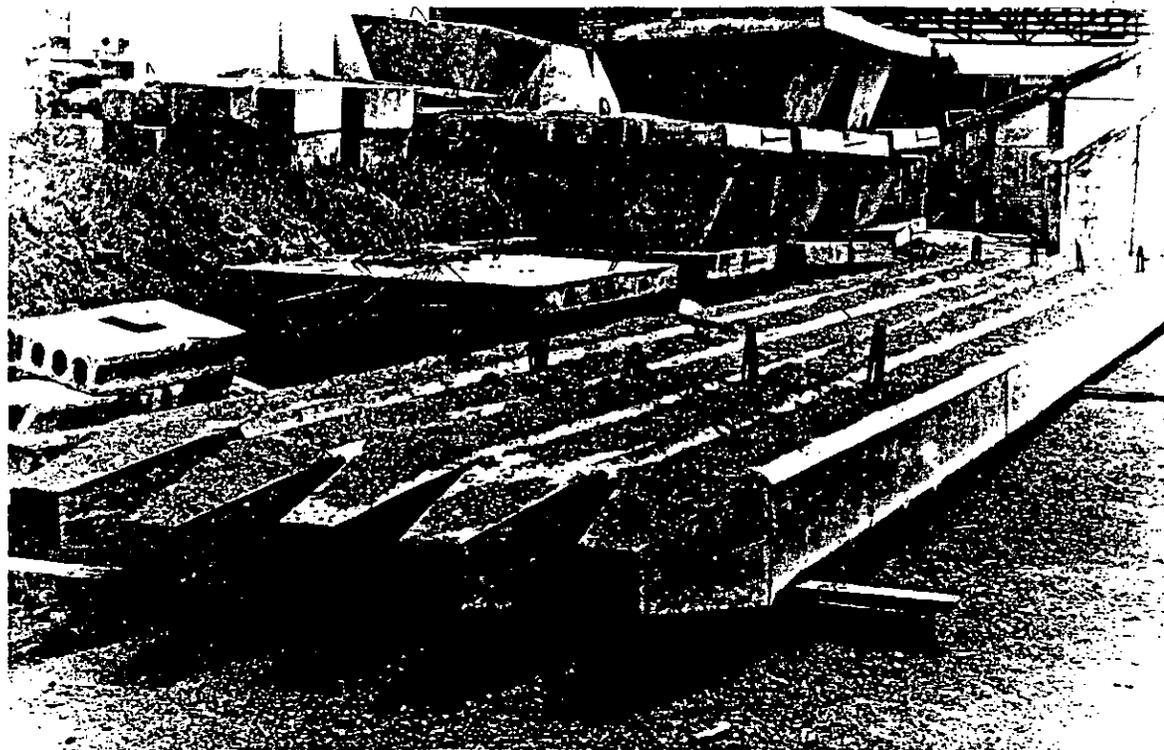
PILOTES, COLUMNAS Y ZAPATAS:

La empresa COPRECA, S.A. ha elaborado diversidad de elementos estructurales, llegando de - esta manera a la prefabricación completa de trabajos constructivos, desde la cimentación de un edificio, hasta las coberturas y techos. De esa manera la empresa ha contemplado la realización

de pilotes, columnas y zapatas, elementos que en combinación han solucionado los plantamientos estructurales de cimentación de edificios, puentes y puertos.

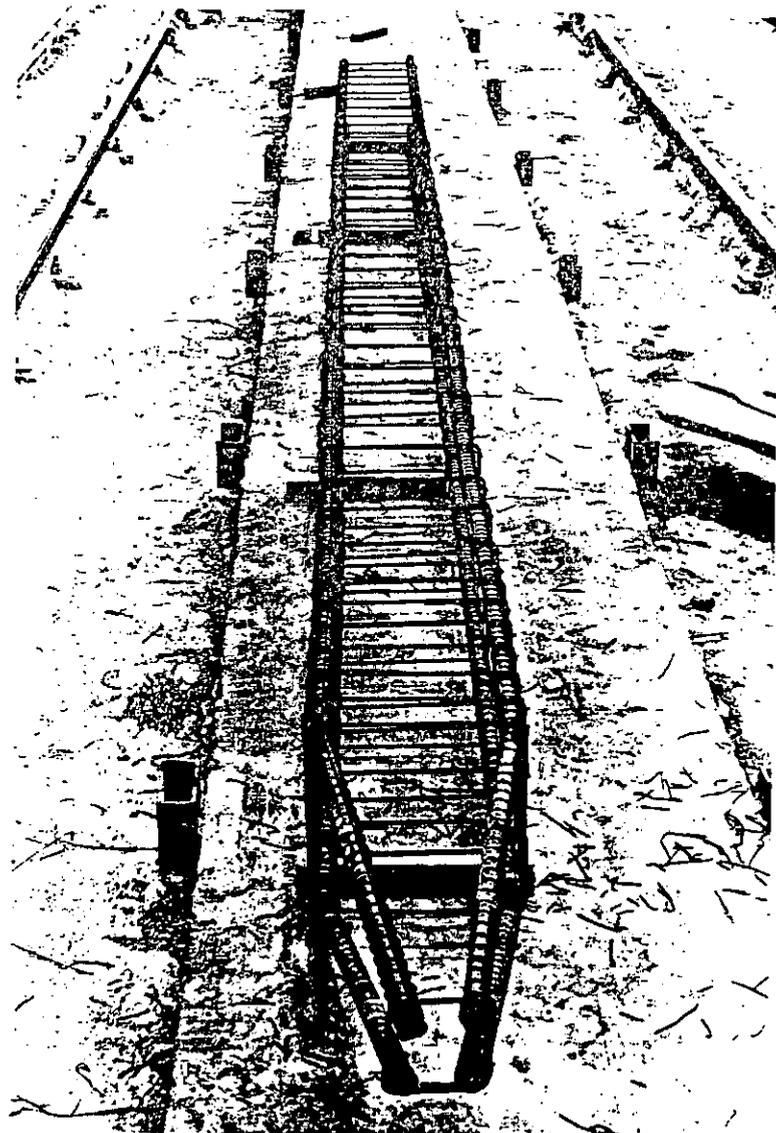
Pilotes:

Los pilotes se fabrican en secciones variadas, y pueden ser redondas, exagonales o bien cuadradas de .35 X .35 metros y sus longitudes de 9.0 y 11.0 metros. Sus puntas o extremos de penetración pueden ser cuadradas o en formas de pirámide truncada y con un refuerzo metálico, de acuerdo a las condiciones de terreno que se le asignen.



Estos pilotes pueden ser endufables para lograr penetraciones más profundas, cuando las condiciones del suelo no son estables, y de esa manera dos pilotes pueden conectarse, mediante anclajes y dispositivos especiales en sus extremos durante su elaboración.

La fundición de los pilotes se realiza en moldes metálicos, y se refuerzan con acero de 1" en el sentido longitudinal y con diámetro 1/4" en los estribos que se separan cada .05 metros.



### Columnas:

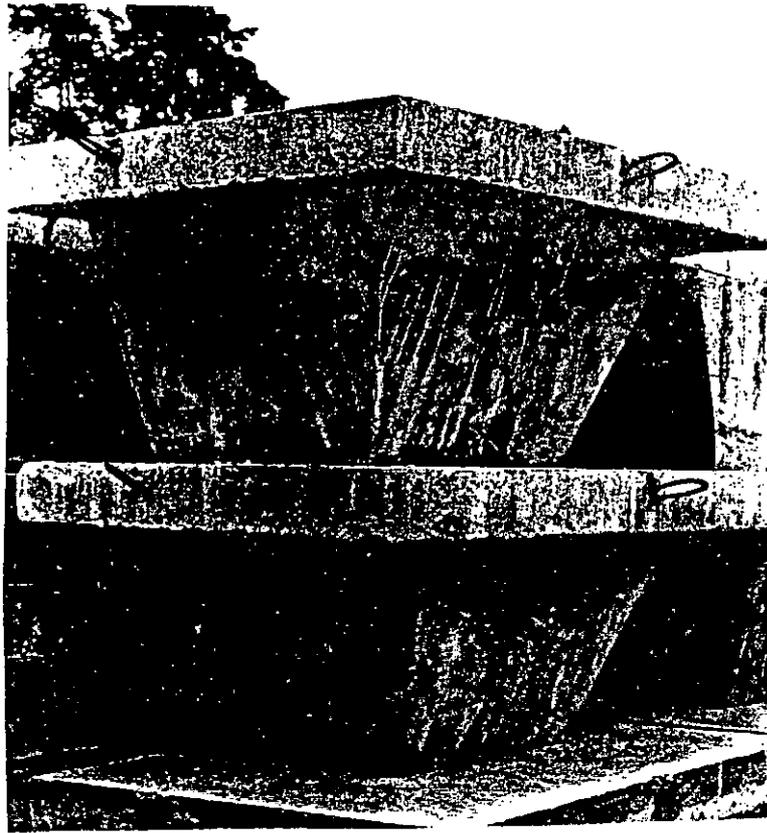
Las columnas son elementos similares a los pilotes antes anotados, y su diferencia estriba en que sus extremos están condicionados a la adaptación y exacta conexión con las zapatas prefabricadas en uno de sus extremos, y el perfecto acoplamiento con vigas y resto de estructura en el otro. Además de los diferentes refuerzos según las características de diseño del edificio.

Su elaboración también se realiza en moldes metálicos en longitudes similares a la de los pilotes.

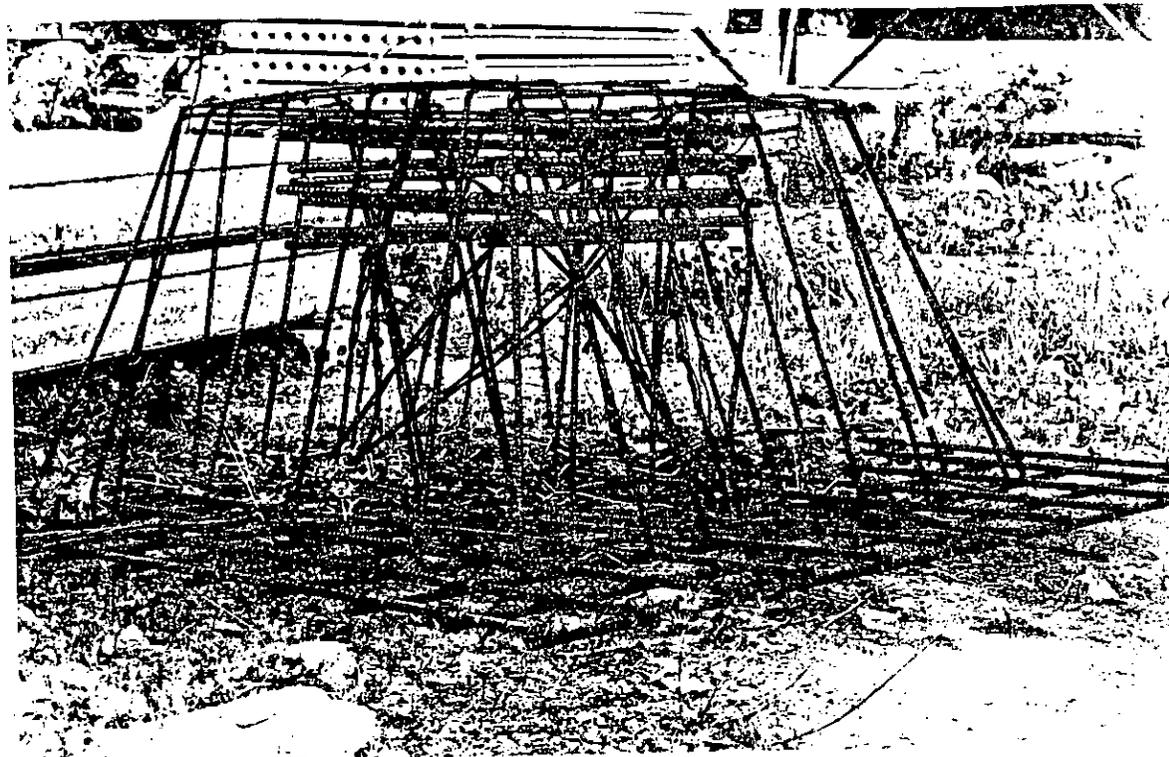
### Zapatas:

Se fabrican zapatas prefabricadas de acuerdo a proyectos específicamente diseñados, para lo cual la empresa cuenta con los moldes metálicos diversos, que se ajustan a las dimensiones requeridas para la fabricación de los elementos.

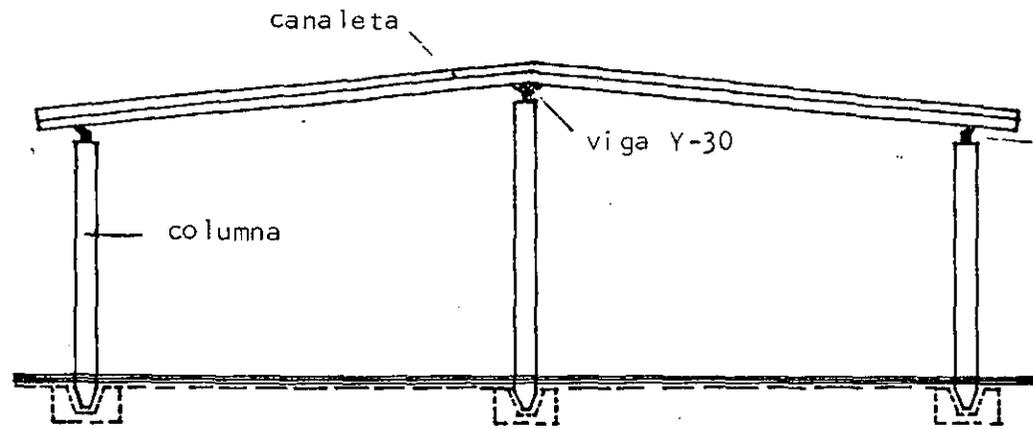
Las zapatas que se muestran en la figura, tienen una dimensión de 1.00 X 1.00 que corresponden a una estructura para dos niveles. Las dimensiones se toman sobre la base inferior de apoyo (en la gráfica hacia arriba), las cuales varían de acuerdo a los niveles y trabajo a que corresponderán.



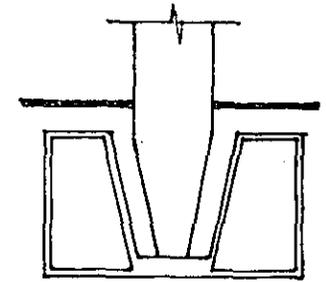
Su refuerzo es de acero de 1" y 3/4" configurándose así, siguiéndole posteriormente la colocación del molde respectivo. El concreto a usarse en estos elementos es de 5,000 lbs/pulg.<sup>2</sup>.



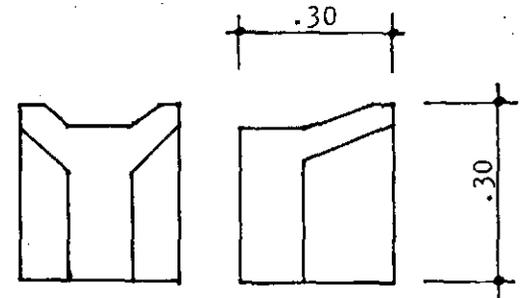
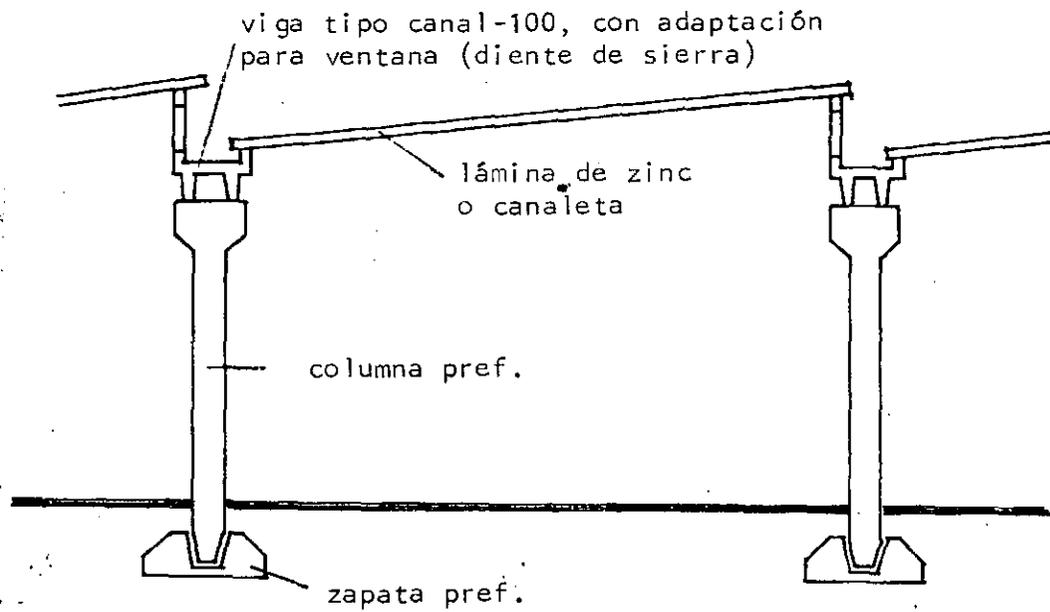
Mediante estos tres elementos mencionados, pilotes, columnas y zapatas, se han diseñado -- aplicaciones en combinación con otros elementos prefabricados. COPRECA.



viga R-30

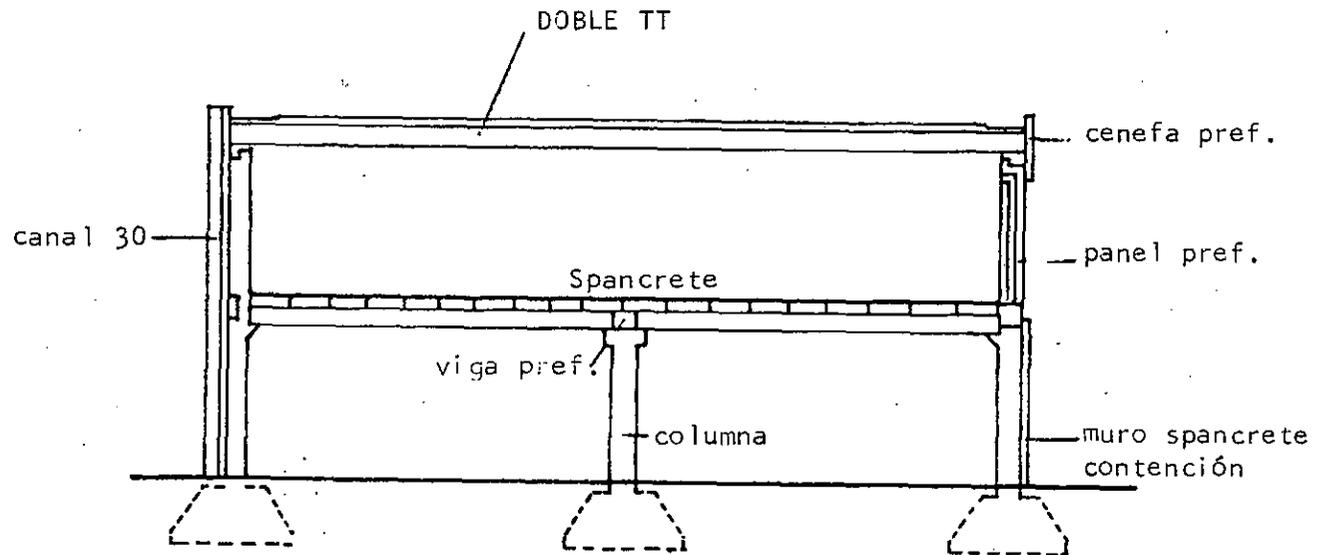
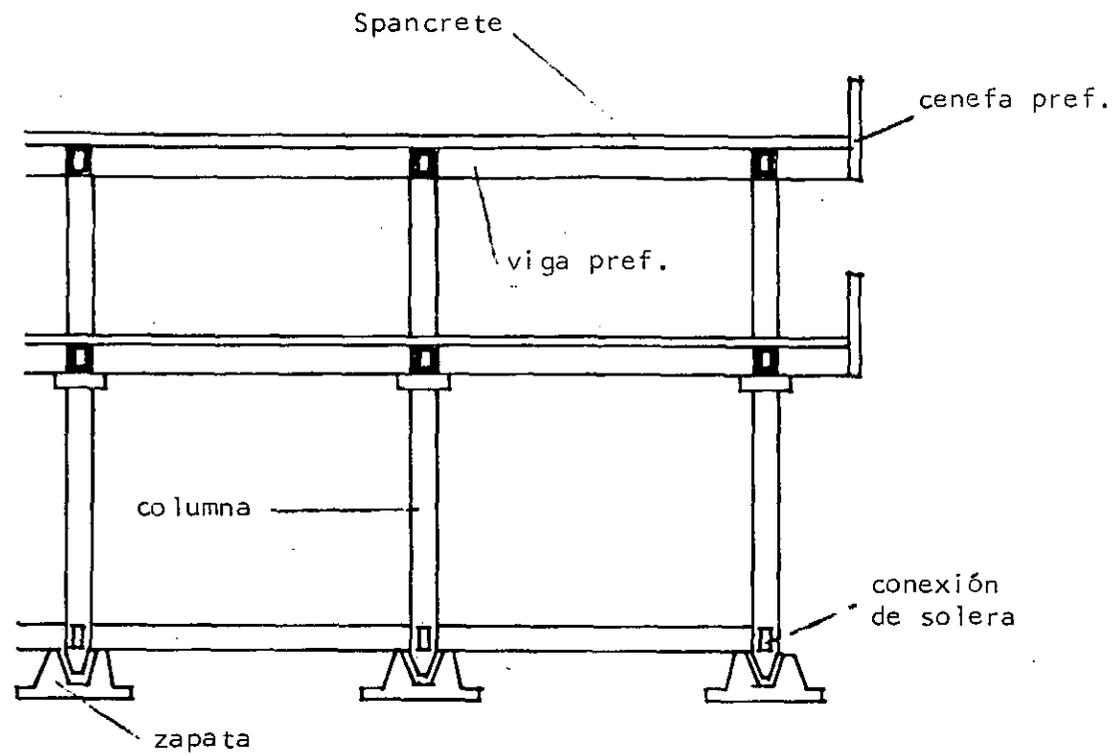


zapata pref.



viga Y-30 de COPRECA

viga R-30 de COPRECA



CAPRIATAS PREFABRICADAS:

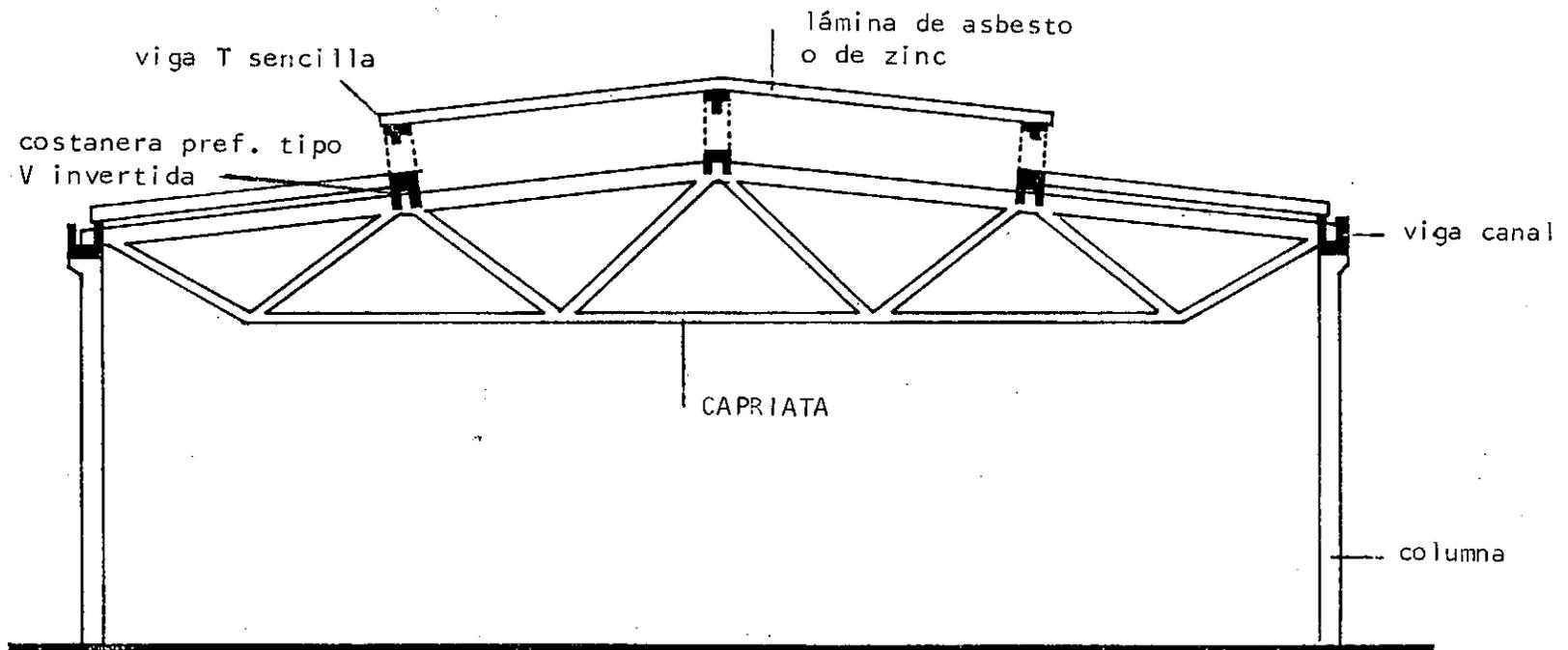
La empresa COPRECA, S.A., por medio de su constante investigación técnica y con el afán de producir nuevos elementos, ha presentado uno de los logros más importantes como lo es la CAPRIATA O CERCHA PREFABRICADA, cuyas características vienen a solucionar la estructura prefabricada para cubrir grandes luces, ya que con ella pueden lograrse hasta de 50.0 metros de claro de apoyo. Este nuevo elemento se ha empleado en cubrir bodegas, fabricas, etc.



Su elaboración se realiza mediante moldes metálicos exclusivos para este elemento, donde se procede a colocar su respectiva armadura de refuerzo que le permitirá realizar su funcionamiento de acuerdo a la aplicación de fuerzas y cargas, que se le presenten.

El manejo de estos elementos, tanto para su desencofrado, como para su colocación en la obra, se hace mediante una grúa, ya que por su peso y volumen requiere indispensablemente de maquinaria.

La Capriata, cuando se utiliza en ambientes que requieren de buena luz natural, así como de ventilación, puede presentar soluciones, al combinarla con otros elementos diseñados para ese planteamiento; en la gráfica se muestran algunas de esas soluciones.



## INTERNACIONALES EN GUATEMALA

En los capítulos anteriores hemos visto que en los países desarrollados, la tecnología de la construcción prefabricada es de una manera sorprendente, así como la magnitud de obra destinada a programas habitacionales, ya que en estos países la tecnología empresarial no actúa independientemente en este tipo de proyectos, contando siempre con el apoyo de los gobiernos centrales, así como de los recursos financieros indispensables.

Además estos países cuentan con una infraestructura vial y energética bien desarrollada, que les permite el establecimiento de polos industriales de construcción en las áreas planificadas para ello, lográndose una funcional organización de fabricación, transporte y construcción, factores definitivos para la realización de grandes proyectos. Así mismo, se cuenta con un avanzado desarrollo profesional y técnico de personal, que planifica, elabora y construye.

En Guatemala la problemática de aplicación de sistemas prefabricados internacionales que se utilizan en el extranjero, depende de dos aspectos:

## ASPECTOS PARTICULARES:

### Recursos Financieros para Importación de Maquinaria:

Estos recursos serían extremadamente altos ya que se trata de sistemas prefabricados muy sofisticados y los equipos técnico-mecánico son de costo muy alto.

### Desarrollo Profesional y Técnico:

Nose cuenta con los profesionales y técnicos en prefabricación entendidos para estos sistemas prefabricados, en lo que respecta a aplicaciones de diseño a nuestra realidad nacional, lo que llevaría a capacitaciones y grandes estudios de factibilidad de alto costo.

### Mercado Planificado y Garantizado:

Se necesitaría de un mercado debidamente planificado y garantizado, que asegure sin riesgos un reembolso de la inversión con metas fijas, y que además incremente el desarrollo de comercialización de los productos.

## ASPECTOS GENERALES:

### Infraestructura Vial y Transporte:

Guatemala no cuenta con una red vial que se ajuste a los medios de transporte necesarios, para el desarrollo productivo de estos tipos de prefabricación.

### Infraestructura Energética:

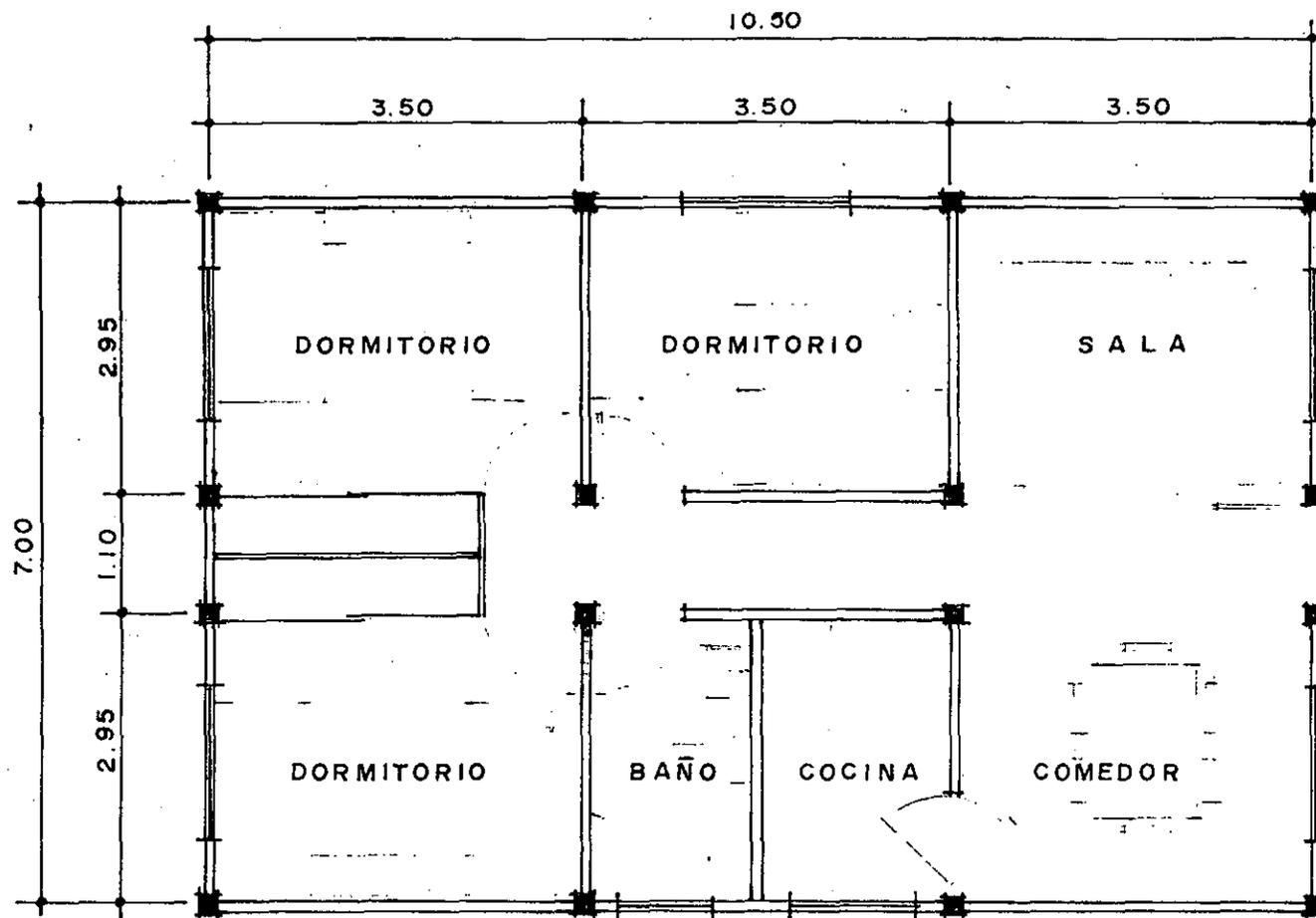
La penetración de energía eléctrica no cubre la totalidad de las regiones para un servicio de tipo industrial.

### Producción Estable de Materias Primas y Elementos de alta calidad:

La producción del cemento y hierro no son estables, existiendo demandas ocasionales, factores que afectan enormemente una fábrica de prefabricados de estas categorías.

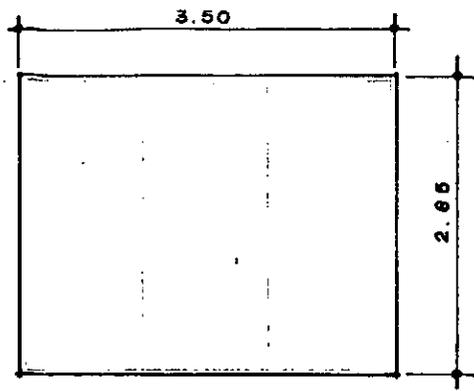
### Políticas de Empleo:

Estas empresas requieren para su funcionamiento mucho personal de conocimiento de construcción que podría absorber en ciertas regiones o zonas al existente, y atentaría contra la supervivencia de los oficios tradicionales de la construcción.

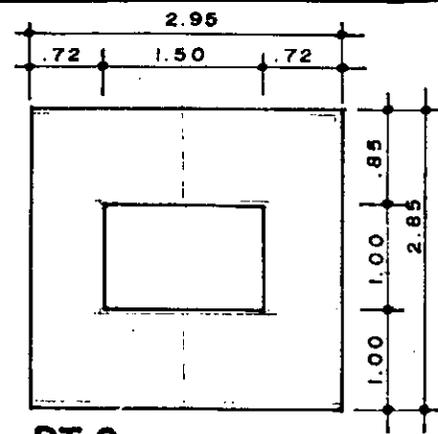


**VIVIENDA PREFABRICADA**

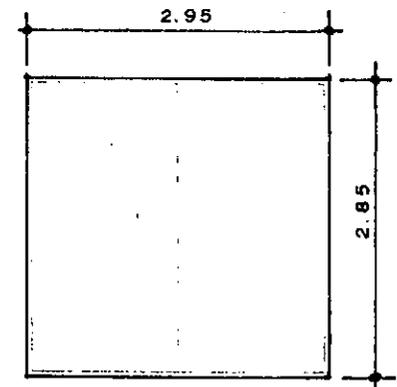
ESCALA 1:75



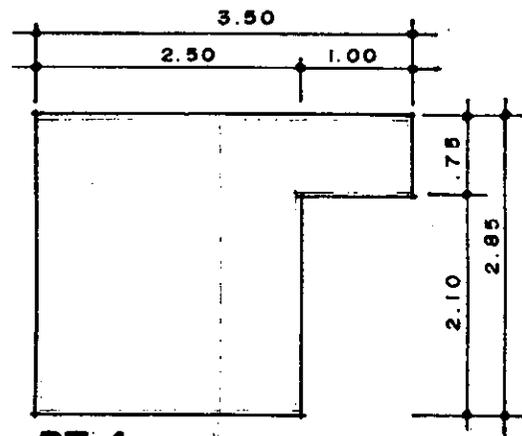
PT.1



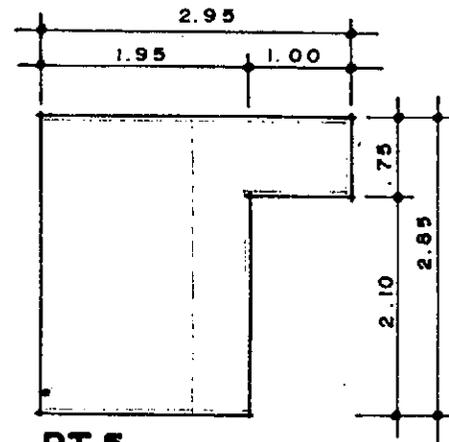
PT.2



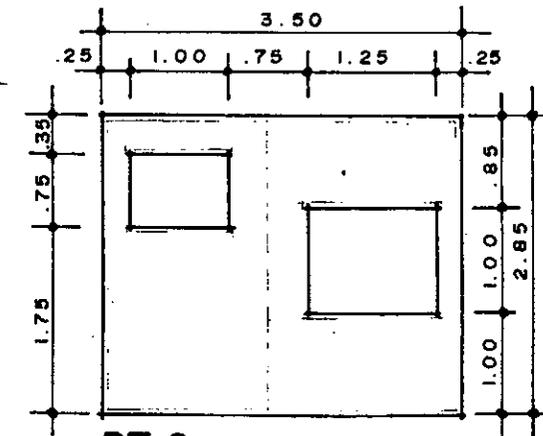
PT.3



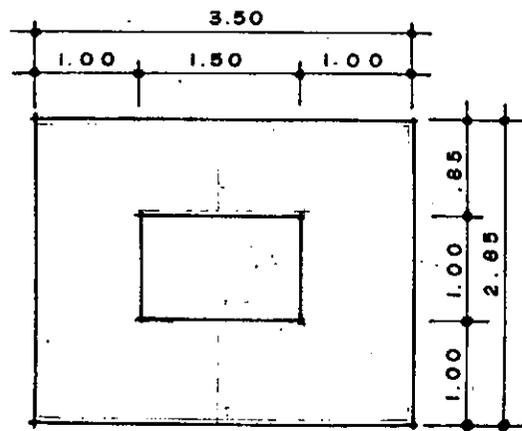
PT.4



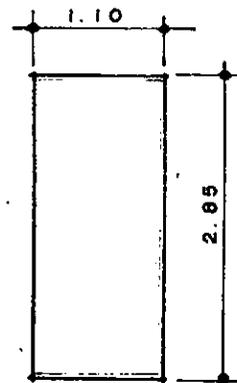
PT.5



PT.6



PT.7

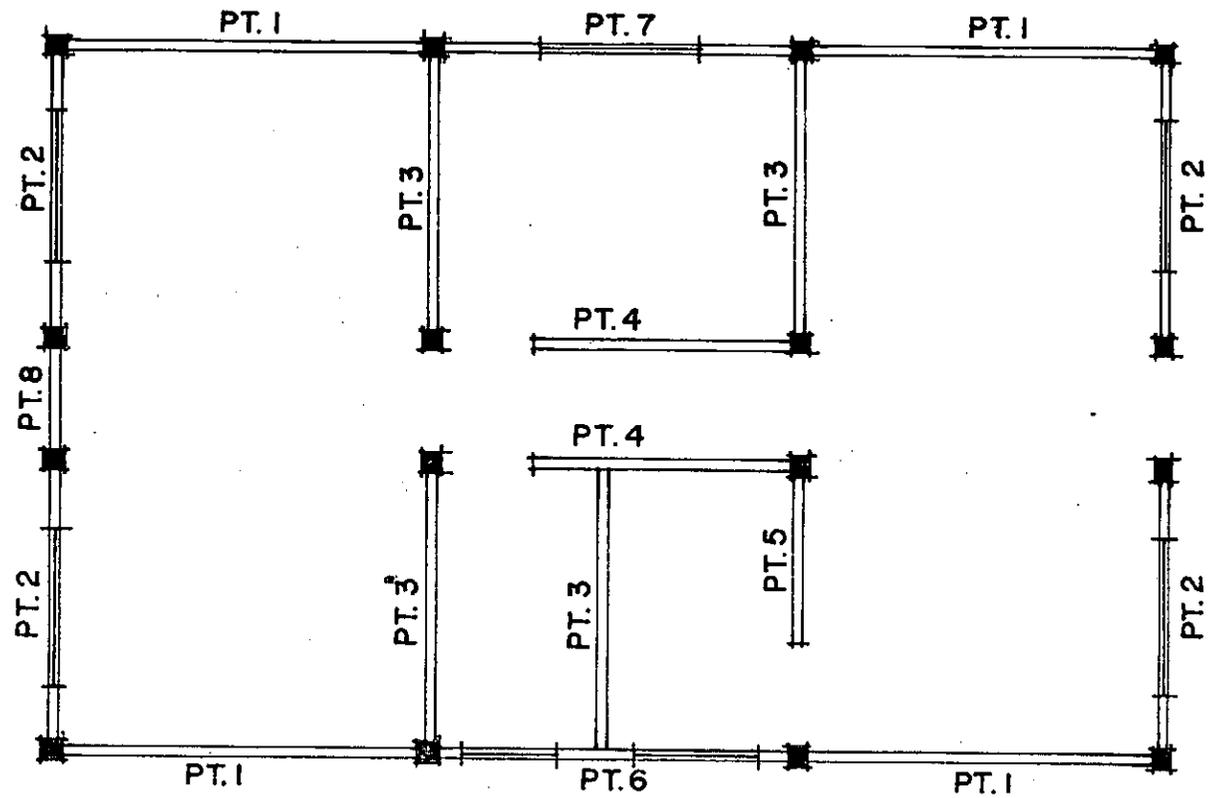


PT.8

LOS PANELES LLEVARAN REFUEZO DE  $\phi$  1/4"  
CON SEPARACION DE 0.15 EN DOS DIRECCIONES

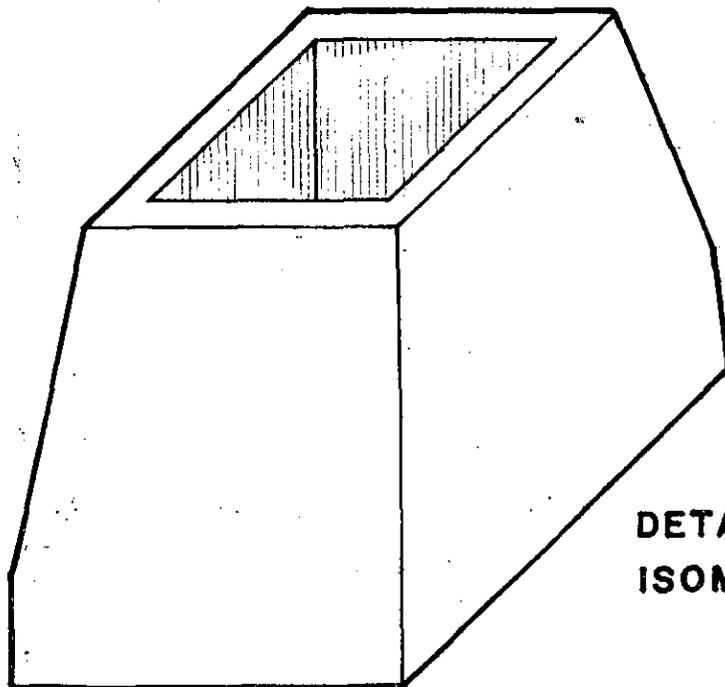
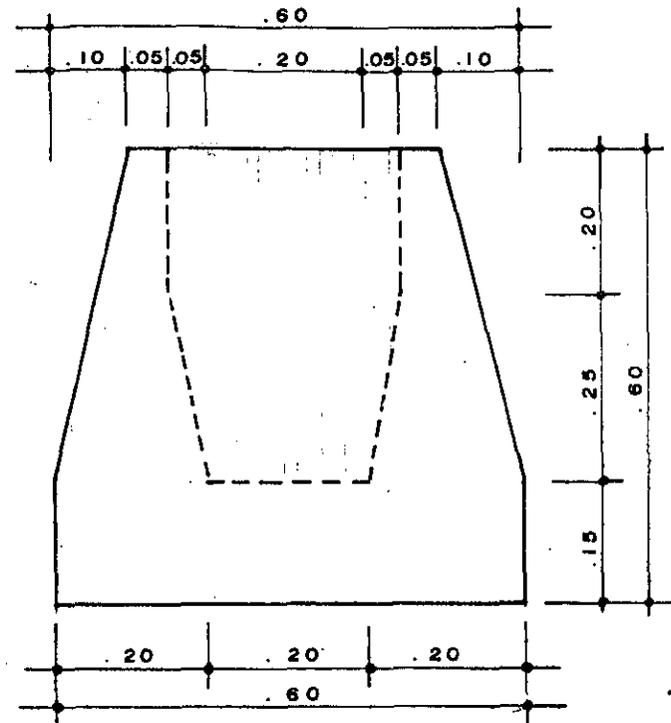
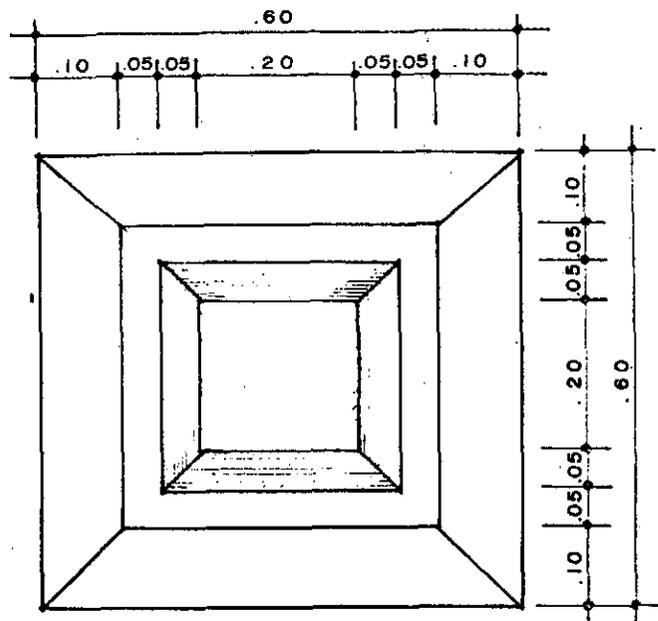
DIFERENTES PANELES. QUE  
COMPONEN EL SISTEMA

PT. = PANEL TIPO



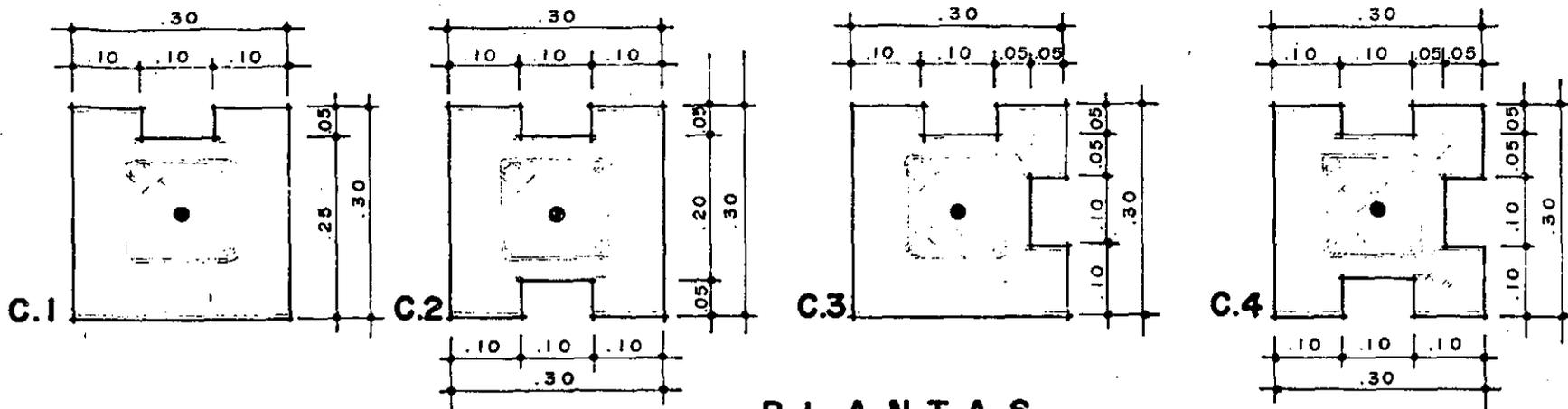
PT. = PANEL TIPO

UBICACION DE LOS  
PANELES SEGUN SU  
TIPO.

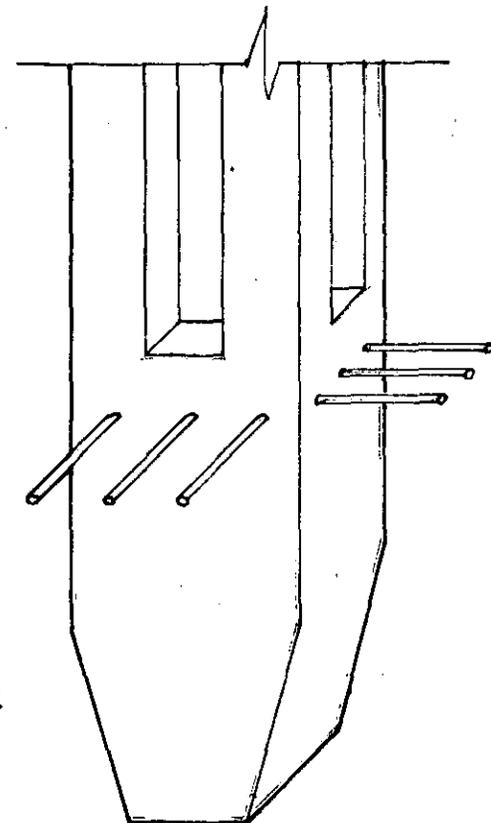
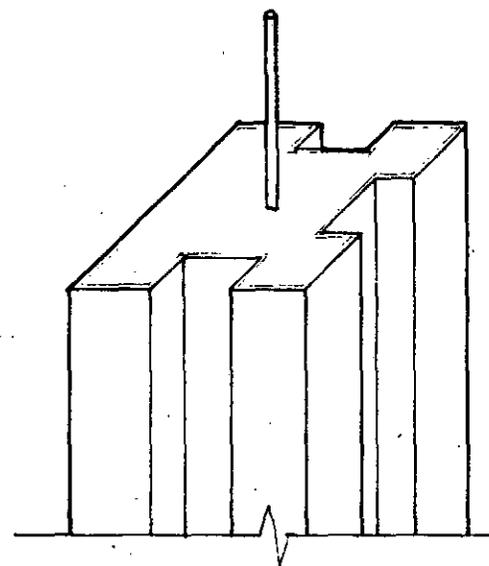
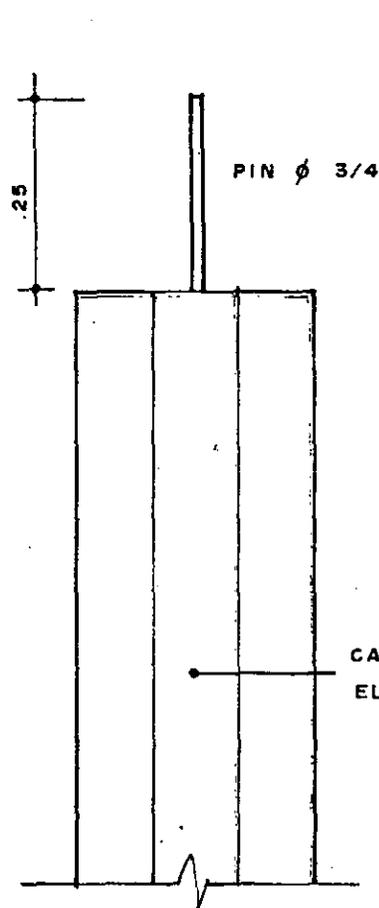
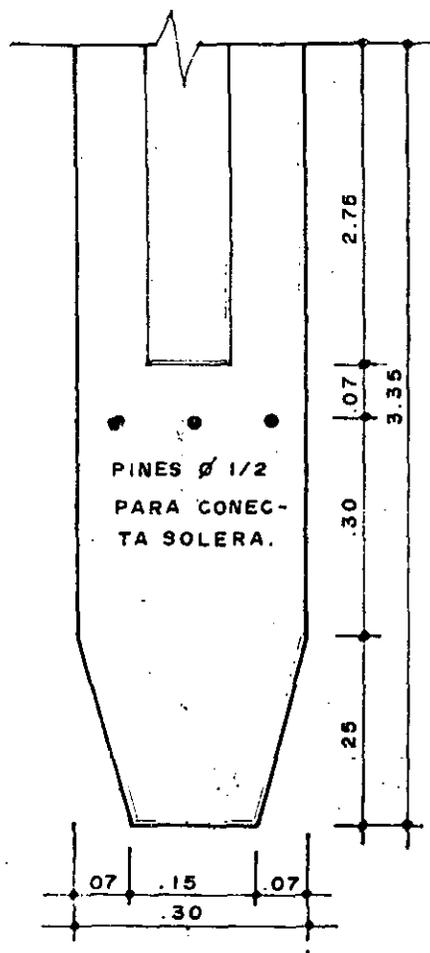


DETALLE  
ISOMETRICO

ZAPATAS DE  
CIMENTACION



**PLANTAS**



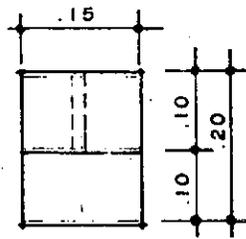
**DETALLES**

**REFUERZOS DE COLUMNAS**

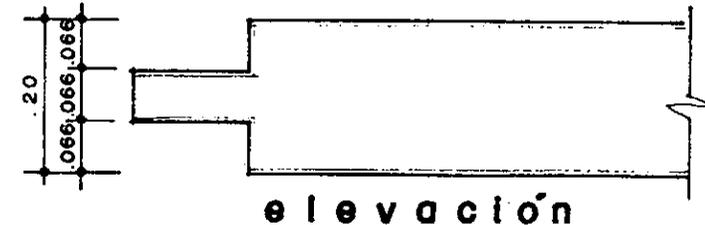
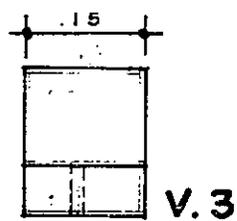
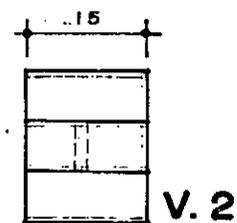
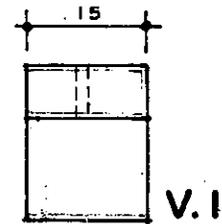
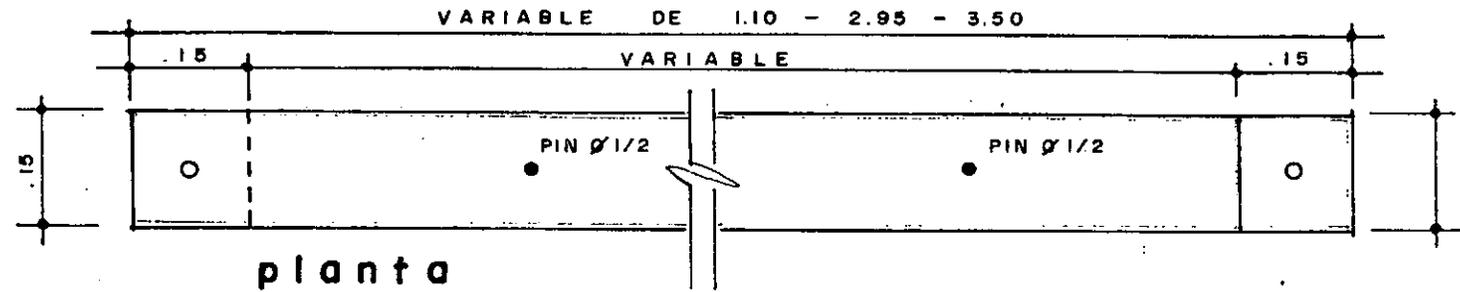
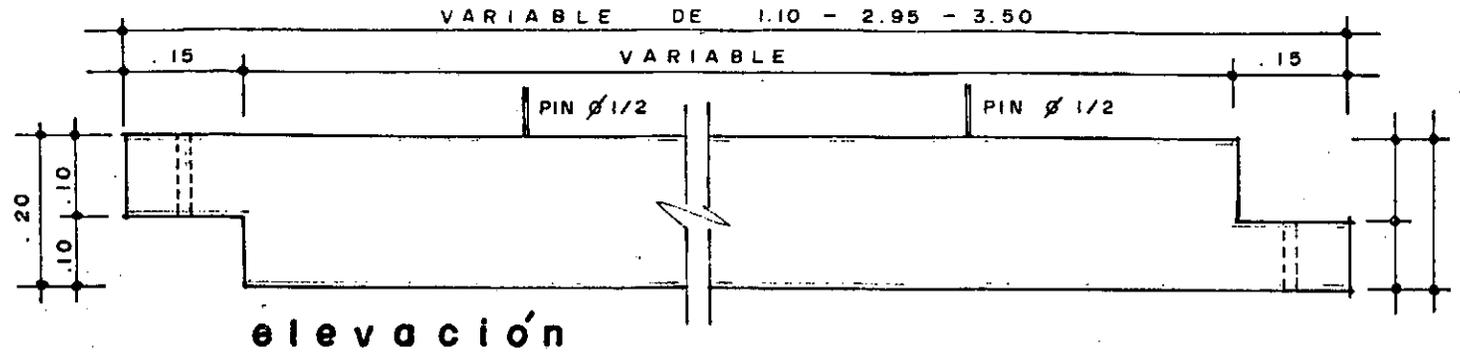
- C.1 4 Ø 1/2 est. Ø 1/4 a .20
- C.2 4 Ø 1/2 est. Ø 1/4 a .20
- C.3 4 Ø 1/2 + 1 Ø 3/8 est. Ø 1/4 a .20
- C.4 4 Ø 1/2 + 2 Ø 3/8 est. Ø 1/4 a .20

ALTURA TOTAL DE COLUMNAS = 3.35 m.

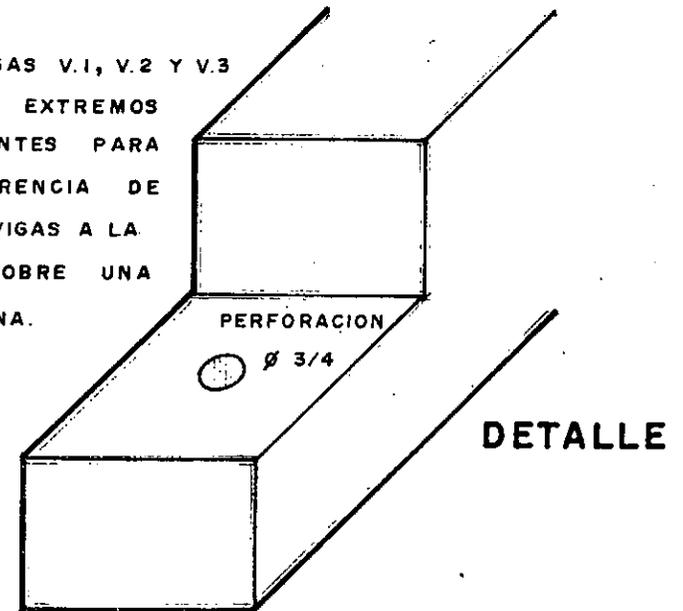
**TIPOS DE COLUMNAS**



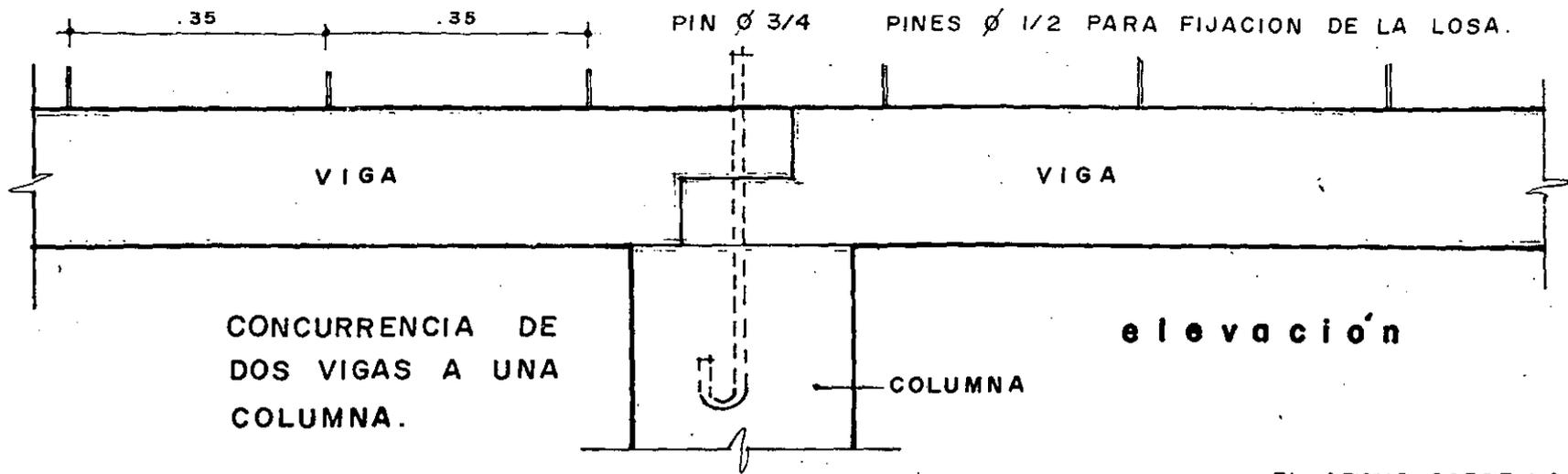
VIGA



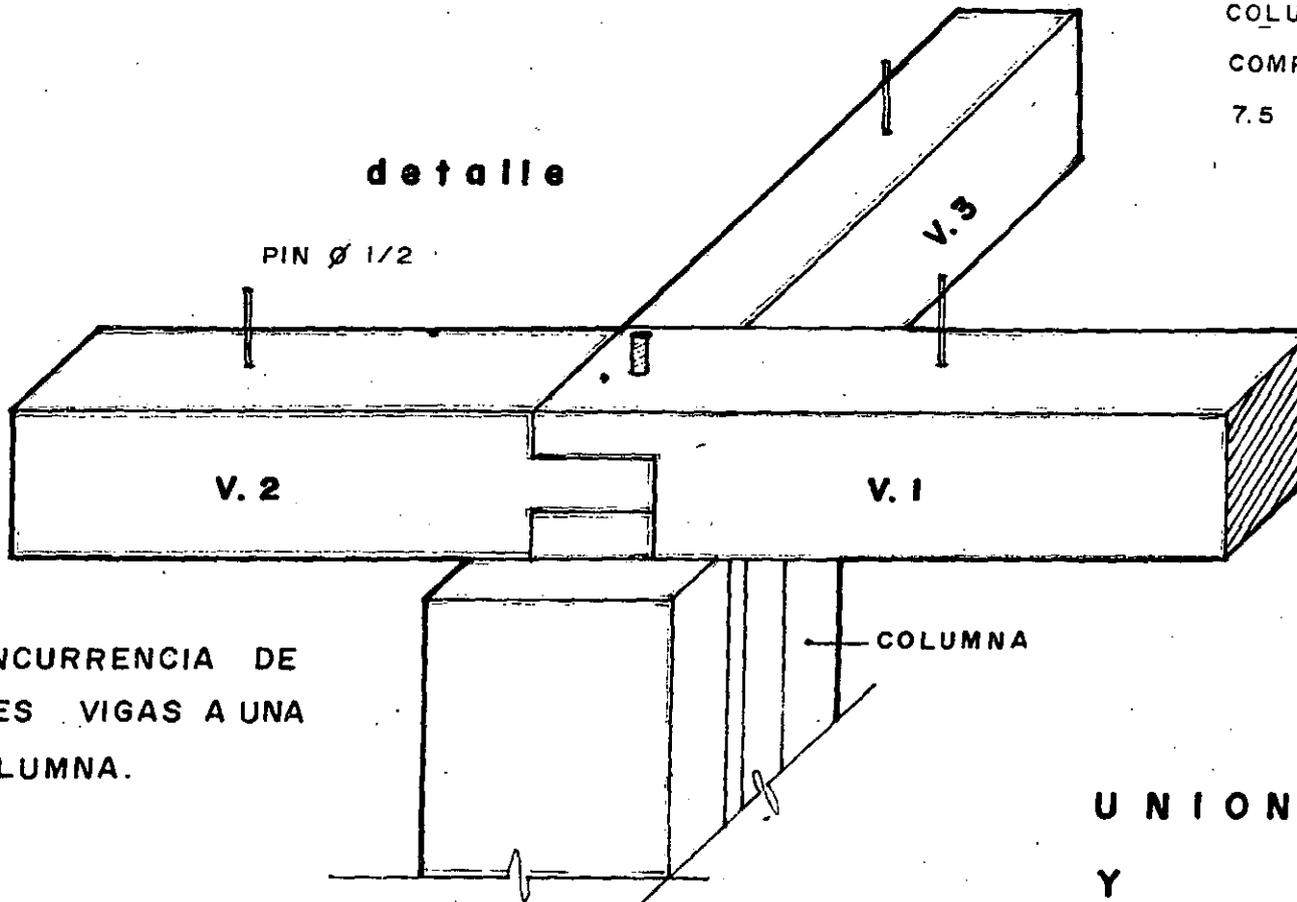
LAS VIGAS V.1, V.2 Y V.3 SON DE EXTREMOS DIFERENTES PARA CONCURRENCIA DE TRES VIGAS A LA VEZ, SOBRE UNA COLUMNA.



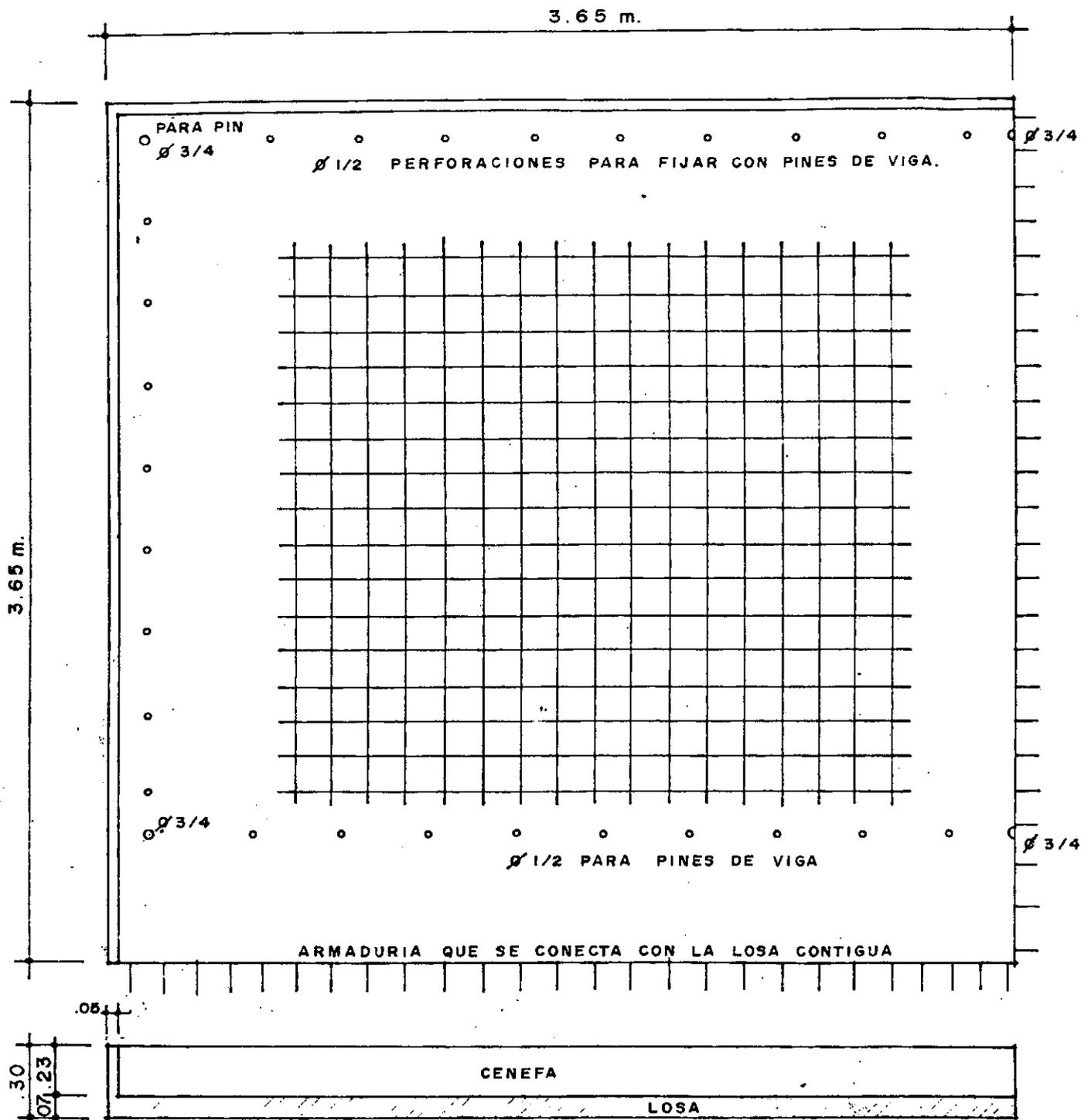
TIPOS DE VIGAS



EL APOYO SOBRE LA  
COLUMNA DE SECCION  
COMPLETA DE VIGA ES  
7.5 Cms.



UNIONES DE VIGAS  
Y  
COLUMNA



## LOSAS TIPO A y B

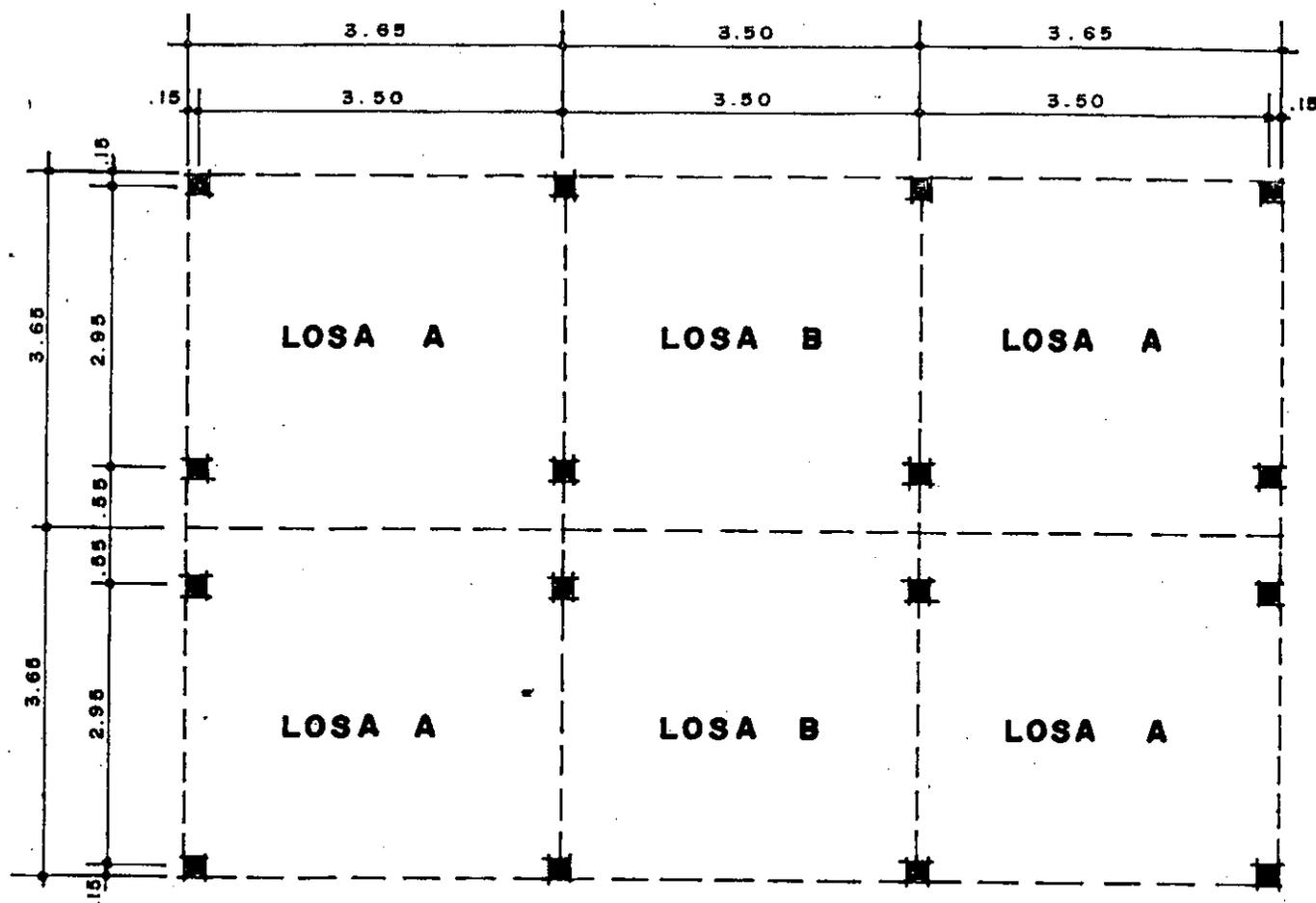
LA LOSA TIPO "B", ES SIMILAR A LA TIPO "A", VARIANDO UNICAMENTE LA DIMENSION DEL LADO CON CENEFA A 3.50, Y ANULANDOLA EN EL LADO DE 3.65.

LA ARMADURIA DE REFUERZO ES DE  $\varnothing 3/8$ , CON SEPARACION DE .15 EN AMBAS DIRECCIONES.

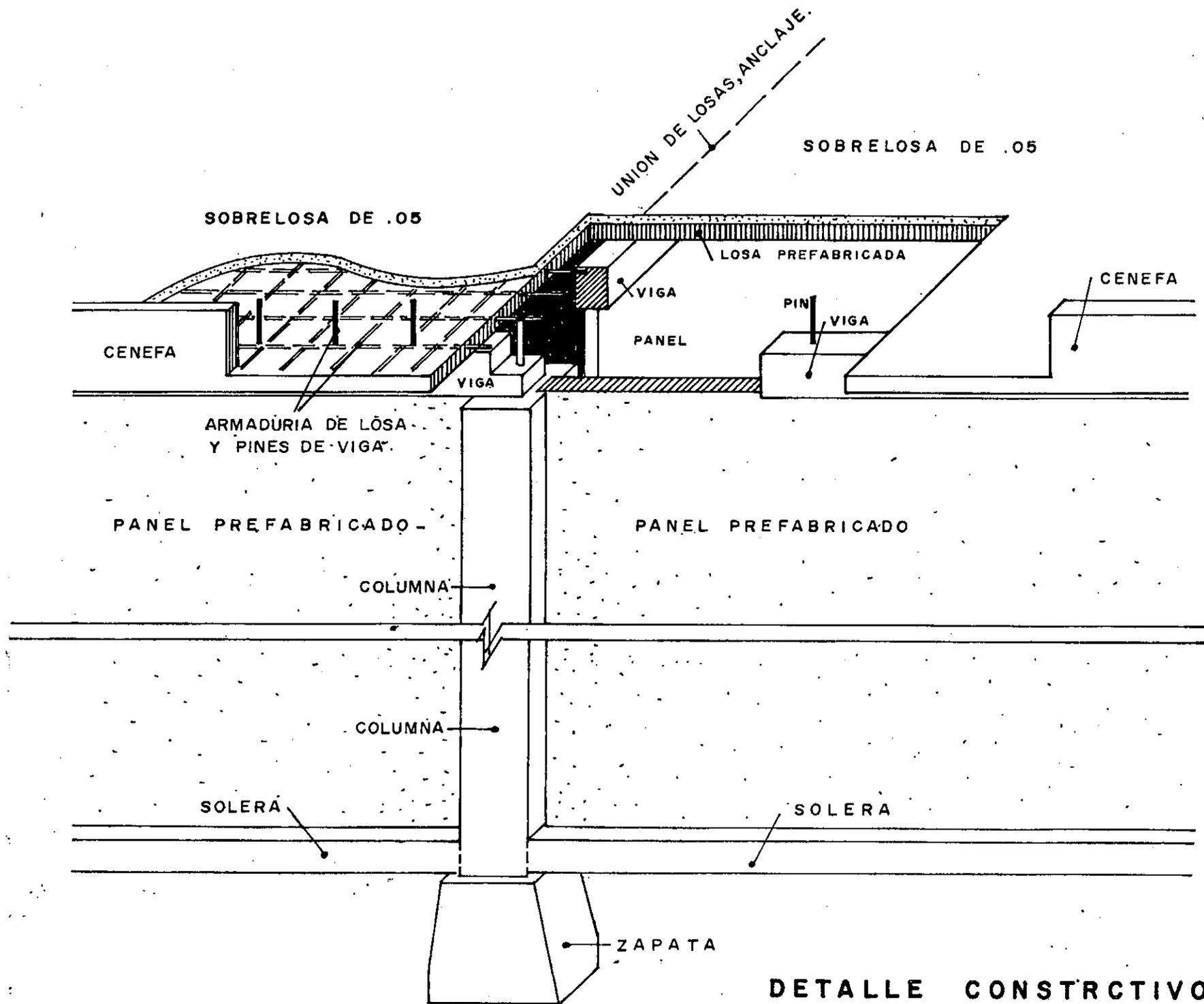
SE COLOCA UNA SOBRELOSA DE CONCRETO LIVIANO DE .05 DE ESPESOR, PARA CUBRIR Y UNIFICAR, LOS ANCLAJES DE COLUMNAS, VIGAS Y LOSAS RESPECTIVAMENTE.

LOSA TIPO A

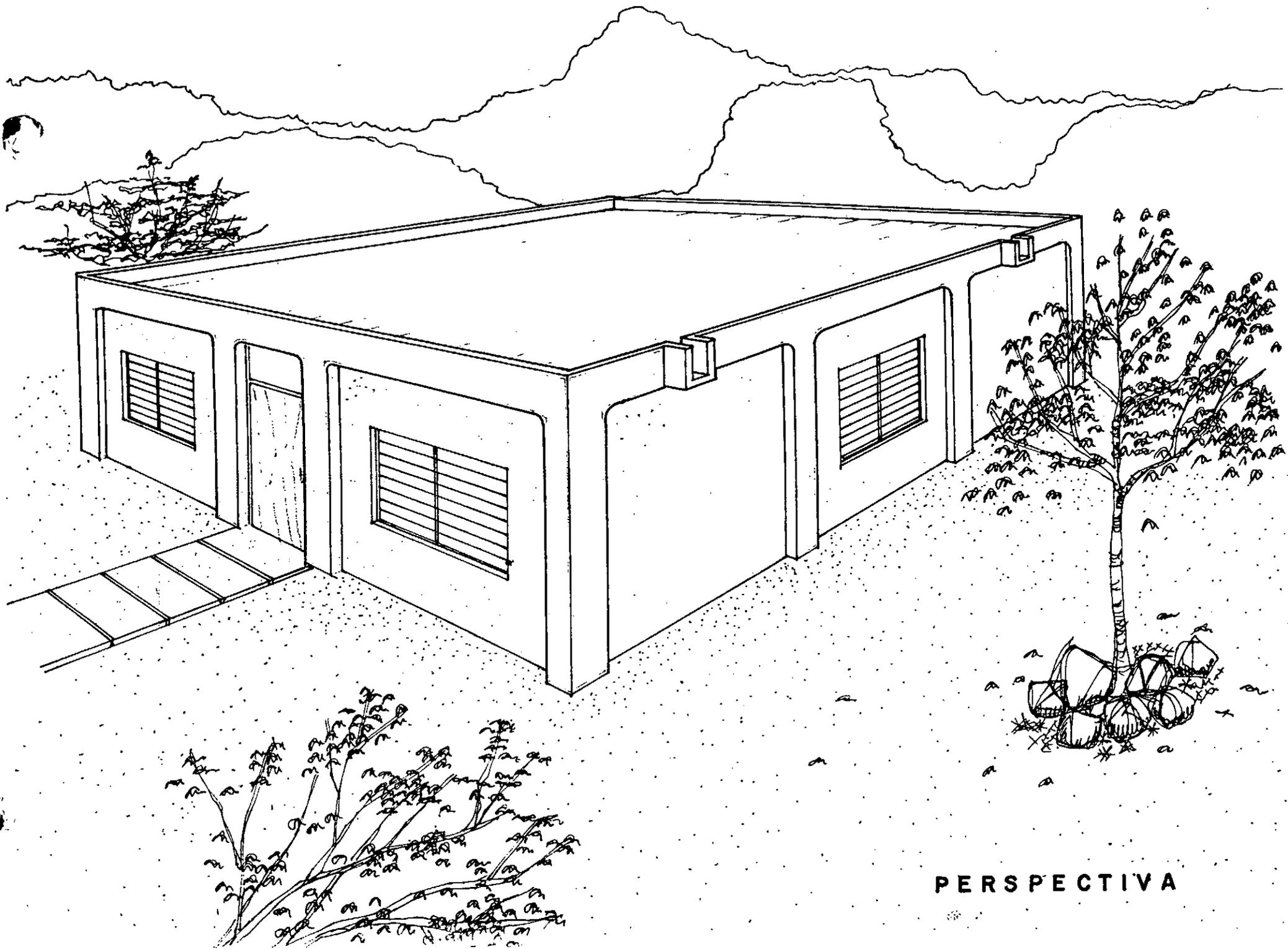
## TIPOS DE LOSAS



UBICACION DE  
 LOSAS SEGUN  
 SU TIPO.



DETALLE CONSTRUCTIVO



PERSPECTIVA

## CAPITULO 11    SISTEMA PROPUESTO

En el presente capítulo se pretende crear un sistema prefabricado de construcción, que a criterio del autor del presente trabajo, pueda ser aplicado en nuestro país, respondiendo a las necesidades que la demanda habitacional en la actualidad, plantea a la empresa de la construcción; y que además, mediante los recursos naturales, tecnológicos y financieros existentes en nuestro medio, responda positivamente en un pequeño aporte para lograr incrementar la producción de vivienda en Guatemala.

### 11.1    DESCRIPCION DEL SISTEMA

El sistema propuesto consiste en la realización de un proyecto sencillo de vivienda, el cual con un mínimo número de elementos, combinados de la mejor manera posible, conformen funcionalmente y estructuralmente, los ambientes espaciales necesarios de la familia de escasos recursos.

El proyecto se compone de elementos prefabricados que son: paneles, losas, vigas, columnas y zapatas.

### PANELES:

Son los elementos prefabricados que conforman las paredes del proyecto. Sus dimensiones corresponden a la modulación estructural diseñada en dos direcciones, 3.50 metros en la dirección longitudinal en planta, y 2.95 metros en la dirección transversal respectivamente.

Los paneles pueden elaborarse en secciones, que pueden ser dos o tres, para una fácil transportación, así como para un sencillo montaje en la obra. La unión de secciones se resuelve por sistema de ensamble de aristas de macho y hembra.

Estos paneles pueden realizarse por medio de encofrados metálicos, en los que pueden incorporarse sus respectivas instalaciones eléctricas y mecánicas, previo a su fundición la cual puede hacerse en obra.

Los diferentes paneles que componen el sistema propuesto se clasifican en ocho tipos, los cuales se diferencian por sus variadas dimensiones, así como, su funcionabilidad de acuerdo a las ventanas y puertas que los configuran.

Los paneles se fabrican de concreto liviano con una armadura de refuerzo de  $\phi$  1/4, con una separación de 15 centímetros en dos direcciones, características necesarias para lograr una cierta ligereza en peso, y por ende una mejor maniobrabilidad de los elementos.

#### COLUMNAS:

Son los elementos verticales estructurales del proyecto, que tienen a la vez la función de sujetar y fijar a los paneles, lo que se logra por medio de una sisa uniforme de 10 centímetros que corre verticalmente a todo lo largo de sus caras por donde se ensambla el panel correspondiente.

Las columnas son de diferentes tipos, de acuerdo a su función dentro del proyecto. Su forma depende del número de paneles que tengan que ensamblarse con ésta, ya que pueden ser uno, dos o tres como máximo.

La parte inferior de las columnas esta diseñada para conectarse fácilmente con la zapata respectiva, ya que la forma de ambas es correspondiente una de otra, para lograr la unificación estructural necesaria para transmitir las cargas en una forma correcta.

Las columnas pueden realizarse de concreto reforzado mediante la utilización de encofrados metálicos, con un refuerzo de hierro de  $\phi$  1/2 verticalmente y  $\phi$  1/4 en los estribos. Como se detallan en el dibujo esquemático correspondiente.

En la parte superior del ensamble con la zapata, las columnas presentan unos pines sobresalientes de  $\phi$  1/2 en sus diferentes caras, estos pines están destinados para anclarse con una cimentación corrida que puede ser realizada por sistema tradicional de construcción, o bien con elementos prefabricados diseñados para el efecto.

En la cara superior, es decir, donde se apoyarán las vigas, las columnas presentan la prolongación de un pin de  $\phi$  3/4, con el cual se resuelven los apoyos y fijaciones definitivas de las vigas.

#### ZAPATAS:

Las zapatas son los elementos que complementan el funcionamiento estructural de las columnas. Sus dimensiones son de 0.60 X 0.60 metros en su base y de 0.60 metros de altura. Su forma corresponde idénticamente al extremo inferior de las columnas, para una adecuada unificación de ambos elementos y lograr un positivo funcionamiento estructural.

Su realización puede hacerse mediante encofrados metálicos diseñados para el efecto, pudiendo lograrse una producción en serie de elementos sencillos, funcionales y muy maniobrables debido a su poco volumen. Pueden fabricarse de concreto reforzado, con una armadura de  $\phi$  5/8 y de  $\phi$  3/8 combinadamente.

#### VIGAS:

Las vigas son elementos estructurales prefabricados, que su función consiste en la unión de toda la estructura del proyecto. Sus dimensiones son de 20 centímetros de alto, 15 centímetros de ancho y con una longitud variable de acuerdo a la modulación estructural antes mencionada. La forma de los extremos de las vigas varían de acuerdo a los diferentes apoyos que de éstas dan en las columnas, es decir, que de acuerdo al número de vigas que tengan que apoyarse sobre la columna, dependerá la forma del extremo de las mismas, como puede verse en los dibujos esquemáticos correspondientes.

La unión de vigas y columnas, se realiza mediante la utilización del pin de  $\phi$  3/4 que la columna presenta en su extremo superior, el cual atraviesa los extremos de las vigas, por medio de una perforación previa que estas presentan. Este pin por medio de una platina y su respectiva tuerca sujetan firmemente comprisionando entre sí ambos extremos de las vigas, produciendo -

una unificación de todos los elementos. El apoyo de las vigas sobre la columna se realiza a sección llena en una longitud de 7.5 centímetros, como puede verse en el dibujo correspondiente, lográndose una mayor resistencia a los esfuerzo de corte que se presentan en el apoyo.

Las vigas en su cara superior en toda su longitud, presentan unos pines sobresalientes de  $\phi$  1/2, con una separación entre cada uno de 35 centímetros, por medio de los cuales se logra la fijación final de la losa sobre toda la estructura.

#### LOSAS:

Las losas son los elementos finales del procedimiento del montaje, y funcionan como la cobertura misma de la vivienda. Sus dimensiones son de 3.65 metros por lado, con un espesor de 7 centímetros. Su realización puede lograrse en áreas estratégicas para el efecto, como son, fundiciones niveladas, mediante la utilización de encofrados metálicos.

Los tipos de losas que se presentan son dos, que varían únicamente en una de sus dimensiones, y la anulación de la cenefa correspondiente en uno de sus lados.

El concreto a usar es de tipo liviano, con un refuerzo de armadura de  $\phi$  3/8, con una sepa

ración de 15 centímetros en dos direcciones.

Las losas presentan para su fijación con las vigas, unas perforaciones que coinciden exactamente con los pines de  $\varnothing 1/2$ , que las vigas poseen en su cara superior, donde se realiza el apoyo de la losa. Estas perforaciones permitirán el paso de los pines, los que posteriormente se anclarán al refuerzo de armadura de la losa. Así mismo, la unión de las losas de diferentes tipos se logra mediante un anclaje similar, entre las armaduras que sobresalen de las mismas en los respectivos lados destinados para el efecto. Posteriormente al anclaje de los refuerzos de las losas, vigas y columnas, se procede a fundir una sobre losa de concreto liviano de 5 centímetros de espesor, que unificará todos los elementos que se interconectan, logrando un adecuado funcionamiento estructural de todos los elementos.

## 11.2 MATERIALES

En la actualidad los materiales de construcción se encuentran en una gran variedad. Los tenemos desde la madera tradicional, hasta la más sofisticada combinación de elementos orgánicos y químicos que constituyen los plásticos, detalles mencionados en el capítulo anterior.

Sin embargo, en el presente trabajo se orienta a la utilización de materiales al alcance de

presupuestos económicos no elevados, es decir, dentro de los recursos económicos destinados a la vivienda de tipo social.

Los materiales apropiados a aplicarse al sistema propuesto son:

- Concreto liviano
- Paneles de asbesto-cemento (con diferentes elementos de relleno)
- Tableros tablex (en interiores)

Las características de peso, funcionalidad y economía de estos materiales, se ajustan adecuadamente a la realización de un sistema prefabricado de construcción, enmarcado verdaderamente dentro de las limitaciones de nuestro medio.

En el sistema propuesto, buscando la optimización de funcionalidad y livianidad, así como también, resistencia en todas las partes que componen la vivienda, se usará el concreto liviano para la realización de los elementos de mayor superficie, es decir, los elementos prefabricados de cerramiento, como son, los paneles o paredes y losas. Y para las partes estructurales, como zapatas, columnas y vigas, se usará concreto normal, para lograr así una construcción resistente a las acometidas naturales, como sismos, lluvia, sol, frío, y cambios bruscos de temperatura.

para la realización de los elementos de mayor superficie, es decir los elementos prefabricados de cerramiento como, paneles o paredes y losas. Y para las partes estructurales, como zapatas, columnas y vigas concreto normal, para lograr así una construcción resistente a las acometidas naturales, como sismos, lluvia, sol, frío, etc.

Existen ciertas ventajas que el concreto liviano ofrece, que hacen conveniente su aplicación en los elementos de dimensiones mayores, que son:

<u>CONCRETO</u>	<u>LIVIANO</u>		<u>NORMAL</u>
Compresión (F'C)	2000 lbs/pulg <sup>2</sup> F'C	<	3000 lbs/pulg <sup>2</sup> F'C
Tensión	0.13 (2000)	<	0.15 (2000)
Corte	15 %	=	15 %
Desgaste	3 %	>	2 %
Curado	7 días	=	7 días
Permeabilidad	menor que el normal		
Peso	75 lbs/pié <sup>3</sup>	<	150 lbs/pié <sup>3</sup>

(Datos proporcionados por el laboratorio de Materiales de la Universidad de San Carlos de Guatemala).

Existen ciertas ventajas que el concreto liviano ofrece, que hace conveniente su aplicación en los elementos de dimensiones mayores, y justifican su aplicación en el sistema propuesto.

<u>CONCRETO</u>	<u>LIVIANO</u>	<u>NORMAL</u>
Compresión	2000 lbs/plg <sup>2</sup> F'c	3000 lbs/plg <sup>2</sup> F'c
Tensión	0.13 (2000)	0.15 (2000)
Corte	15 %	15 %
Desgaste	3 %	2 %
Curado	7 días	7 días
Permeabilidad	menor que el normal	
Peso	75 lbs/pié <sup>3</sup>	150 lbs/pié <sup>3</sup>

(Datos proporcionados por el laboratorio de Materiales de la Universidad de San Carlos de Guatemala).

Como podemos ver en la tabla anterior, hay varios aspectos en que el comportamiento del concreto liviano conviene más que el concreto normal, como es el peso, un factor importante para la maniobrabilidad de elementos que hay que elevarlos a sus correspondientes lugares de una construcción, así como la realización de transporte hasta la obra.

### 11.3 OBJETIVOS

#### Objetivos Particulares:

El sistema propuesto tiene como objetivos particulares, su realización como un sistema prefabricado de construcción, que responda a las necesidades existentes de vivienda, de acuerdo a las limitaciones imperantes en nuestro país.

El sistema deberá responder positivamente a los siguientes aspectos:

- Una definida orientación para ajustarse no solo a las necesidades espacio ambientales, que demanda una vivienda para la clase de escasos recursos, sino también, cubrir hasta donde sea posible todas las categorías de construcción en Guatemala, mediante la introducción de mejores tecnologías donde puede aplicarse el sistema propuesto.
- Superar una serie de dificultades que conllevan una realización positiva este tipo de proyectos:
  - a) Elaboración de elementos prefabricados con diferentes materiales de mercado nacional que presten alternativas económicas.
  - b) Dimensionamiento de los elementos que componen el sistema propuesto, ajustados a los medios de transporte existente, así como al sistema vial nacional.

- c) Un número reducido de elementos que conforman el sistema.
  - d) Requerimiento opcional de maquinaria, debido a que se trata de elementos relativamente livianos.
- Lograr una introducción a los programas de realización de vivienda, para mostrar la eficacia que tiene la aplicación de sistemas prefabricados para un incremento de volumen de producción de unidades habitacionales.

Objetivos Generales:

- Fomentar investigación orientada a la determinación de soluciones integrables de vivienda, destinada a los sectores de menores ingresos.
  - Realizar ensayos de producción de vivienda, mediante la planificación de volúmenes de demanda a cubrir, en plazos de tiempo relativamente cortos, por medio de un mercado de unidades estabilizado, que permita realizar estudios de factibilidades de aplicación en grandes proyectos.
  - Realizar proyectos de aplicación que despierten intereses financieros orientados a una planificación de acondicionamiento evolutivo, que promueva el sistema propuesto a una continuidad de aplicaciones en los distintos proyectos habitacionales.
- Justificarse como una parte de las alternativas, que intentan positivamente mediante la --

construcción prefabricada a disminuir la tendencia cada año mayor del déficit de vivienda en Guatemala.

#### 11.4 CONCLUSIONES

Para tener una idea del monto de vivienda que debe de construirse para cubrir el déficit - por evolución o crecimiento demográfico, que en la actualidad es aproximadamente de 500,000 unidades (según gráfica de necesidades de vivienda. BANVI). Tomando como un plazo fijo de 10 -- años, se necesitaría construir 136 casas diarias, o sea 5 viviendas por hora.

Estas increíbles cifras nos hacen reflexionar sobre tal situación, y buscar razones del por qué se ha llegado a tan crítico estado de la demanda, encontrandonos con los siguientes aspectos deficientes:

- A nivel nacional no existe una eficiente industria de la construcción, destinada exclusiva<sup>u</sup>mente a la vivienda, debido a la falta de integración de sus componentes y divergencia de funciones hacia una ratificación de la demanda a costos razonables, que permita planificaciones bien organizadas de proyectos orientados a lograr soluciones realizables.
- A pesar del impacto volumétrico y los efectos que el sector vivienda tienen en el desarro-

llo urbano, no existe una adecuada coordinación entre los institutos de vivienda, con el resto de las instituciones nacionales que participan en las inversiones urbanas, para promover la realización de grandes proyectos habitacionales.

- Se carece de una adecuada canalización de recursos financieros internos, destinados a la construcción de vivienda, en circunstancias que el financiamiento externo es cada vez más de obtener, provocando una serie de fluctuaciones que afectan sensiblemente a la industria de la construcción, hecho que se traduce en una situación inestable de la misma.
- Se necesita de una política integral de vivienda que considere los niveles nacional, regional y urbano, interrelacionada funcionalmente con las políticas sectoriales de desarrollo nacional.

#### 11.5 RECOMENDACIONES

- Las instituciones nacionales de vivienda deben de compenetrarse dentro del problema y situación crítica, que atraviesa el aspecto habitacional en el país, y que dentro de un concepto dinámico definan políticas integrales de vivienda que consideren:
  - Fomentar y desarrollar los recursos internos destinados a la vivienda, en realización de proyectos reales y factibles de ejecutarse.

- Buscar nuevas normas de diseños y sistemas de adjudicación, especialmente para sectores de escasos recursos.

Fomentar y promocionar la industria de la construcción, mediante el aprovechamiento de los nuevos sistemas prefabricados e industrializados.

- Destacar la importancia de la construcción de vivienda, como promotor y vehículo del desarrollo.
- Promover interinstitucionalmente la utilización de sistemas modernos de construcción en la ejecución de programas de obras públicas, introduciendo regionalmente mejores técnicas de construcción que puedan aplicarse en construcción de vivienda.
- Promover el establecimiento de un sistema o centro nacional de investigación, que con la participación de los sectores públicos, privados y universitarios, involucrados en el campo de la construcción, oriente, promueva y evalúe las incidencias técnicas que los sistemas prefabricados presentan en su aplicación al campo de la construcción nacional.

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

### PREFABRICACION E INDUSTRIALIZACION EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS

Por: Francisco Bassu Birules, Arquitecto.  
Fernando Aguirre de Yraola, Ingeniero.  
Carlos Arabitarte Prieto, Ingeniero Industrial.  
E.T.A., EDITORES TECNICOS ASOCIADOS, S.A.  
BARCELONA, ESPAÑA.

### PREFABRICACION, TEORIA Y PRACTICA

Por: Federico Echavarría Saínz, Arquitecto.  
Julián Salas Serrano, Ingeniero Industrial.  
José A. Fernández Ordóñez, Dr. Ingeniero de Caminos.  
E.T.A., EDITORES TECNICOS ASOCIADOS, S.A.  
BARCELONA, ESPAÑA.

### ESPACIO - TIEMPO Y ARQUITECTURA

Por: Sigfrido Giedión  
EDITORIAL CIENTIFICO - MEDICA  
BARCELONA.

### SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE PREFABRICACION DE VIVIENDAS

Copenhague, Dinamarca.  
EDITORIAL NACIONES UNIDAS, 1972.

### LA PREFABRICACION Y LA VIVIENDA EN MEXICO

Por: Héctor Ceballos Lascurain, Arquitecto.  
UNAM, CENTRO DE INVESTIGACIONES ARQUITECTONICAS  
MEXICO.

CATALOGO PRODUCTOS COPRECA, S.A.

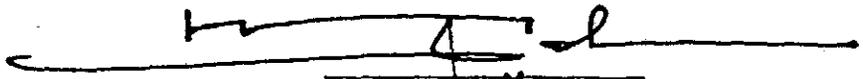
ALCANCES SOBRE EL PROCESO DE INDUSTRIALIZACION DE LA CONSTRUCCION Y SU RELACION  
CON LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL.

Por: José Quintanella Roca, Arquitecto.  
Experto de O.E.A.  
ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS.



---

BR. ROLANDO CAMACHO MENGOS  
Sustentante



---

Vo. Bo. ARQ. MARIO CEBALLOS  
Asesor



---

IMPRIMASE. ARQ. MIGUEL ANGEL SANTACRUZ  
Decano en Funciones