

**huarte y cía, s. a.**  
constructor

832 - 22

**prefabricación I**

*agradecemos la colaboración de la empresa huarte y cía., s. a.,  
que nos ha permitido la publicación  
de esta serie de artículos, que a partir del presente número  
ofrecemos sobre este tema constructivo*

# introducción

La prefabricación como sistema

Desde los primeros tiempos se aplica a pu

de vigas **Visintini** se utilizaba ya e

La escasez de la madera

en las **características del hormigón** y en las dimensio

mundo, donde se presentan idénticos

de los aparatos de elevación y transpo

del hormigón armado data del mismo comienzo de este material, ya que el jardinero **Monier** lo inició con objetos prefabricados.

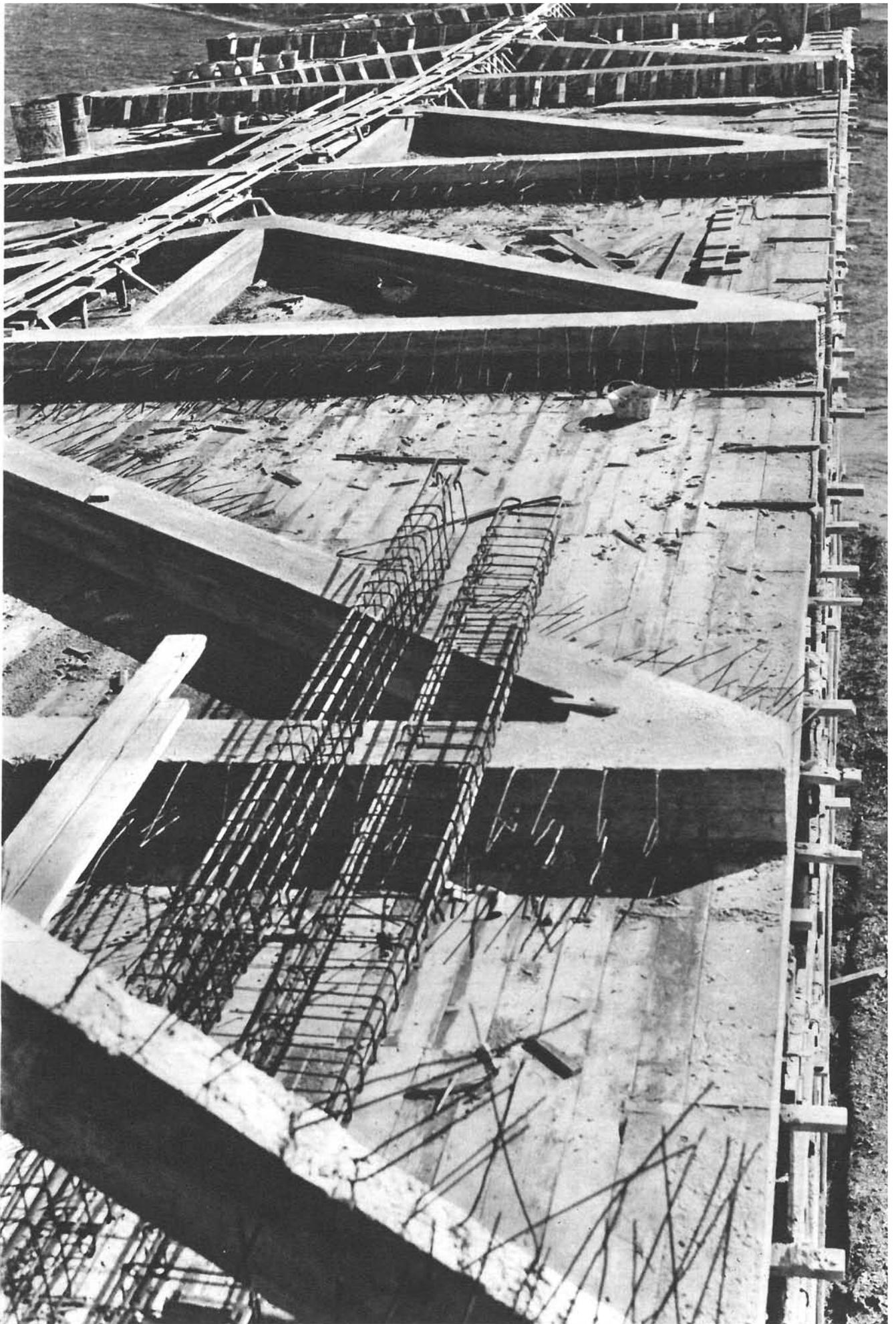
icios, premoldeándose placas, vigas y viguetas —por ejemplo, el tipo para puentes de 15 m de luz—, pero cuando verdaderamente se impone por razones económicas es alrededor del año **1940**.

siguiente, su precio elevado, y la necesidad de un control más eficaz umentos, ha impuesto su aplicación, no sólo en **España**, sino en todo el is. Al mismo tiempo, el perfeccionamiento de la eficacia y potencia no posible el **manejo de piezas** cada vez más pesadas y ha aumentado el radio de transporte económico de las mismas.

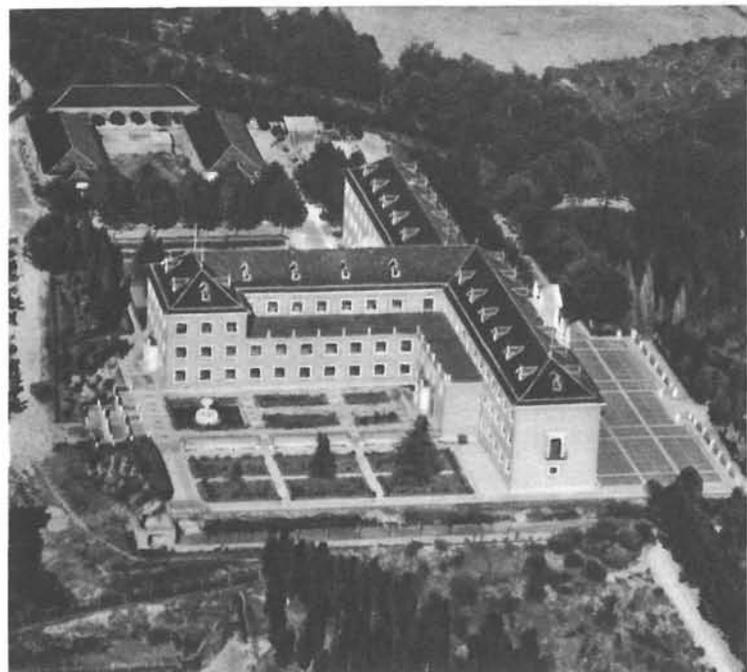
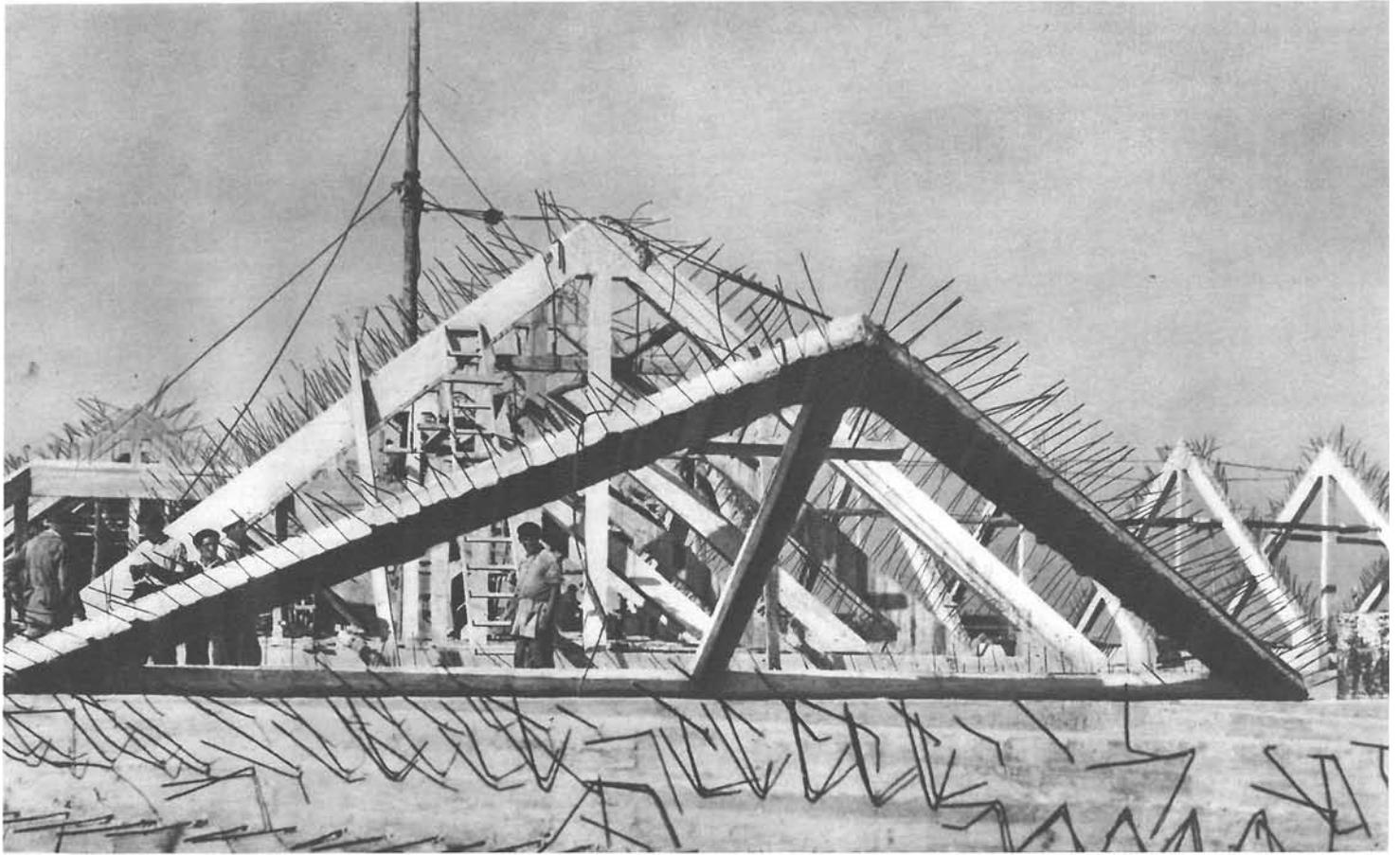
## **ventajas del sistema**

Las cuatro ventajas principales del hormigón premoldeado son:

- Supresión de andamios y reducción de los encofrados al mínimo. **1**
- Posibilidad de empezar simultáneamente la ejecución de cimientos y cubiertas. **2**
- Ejecución en taller con hormigón controlado, mano de obra especializada y moldes perfeccionados, lo que permite obtener la dosificación, consolidación y curado que se haya previsto. **3**
- Regularidad de producción que puede planearse desde el primer día, haciéndola independiente de las condiciones atmosféricas, plazos de descimbrado, etc. **4**



**cuela de  
ntes**  
moldeo  
izortal  
parejas.



## *escuela de Montes*

Elevación de una cercha.

Vista aérea del edificio.

**Madrid**

## **estas 4 condiciones**

se traducen en las tres siguientes mejoras que se obtienen en la construcción:

**a** Calidad superior en el hormigón ejecutado, no sólo por su mayor resistencia, sino que también, y con mayor peso, por su mejor regularidad, características ambas que definen una mayor tensión de rotura y, por tanto, un coeficiente de seguridad más satisfactorio.

**b** Mayor exactitud en las dimensiones de los elementos, al disminuir los riesgos de error en ejecución, y llevarse a cabo ésta en moldes más rígidos y mejor sustentados.



**c** Economía notable al reducir la madera de andamios y encofrados y al racionalizar todas las operaciones de fabricación, sobre las cuales se puede ejercer un control muy riguroso.

**d** Reducción importante en el plazo de ejecución de obra, lo cual, a su vez, redonda en la economía total de la operación financiera.

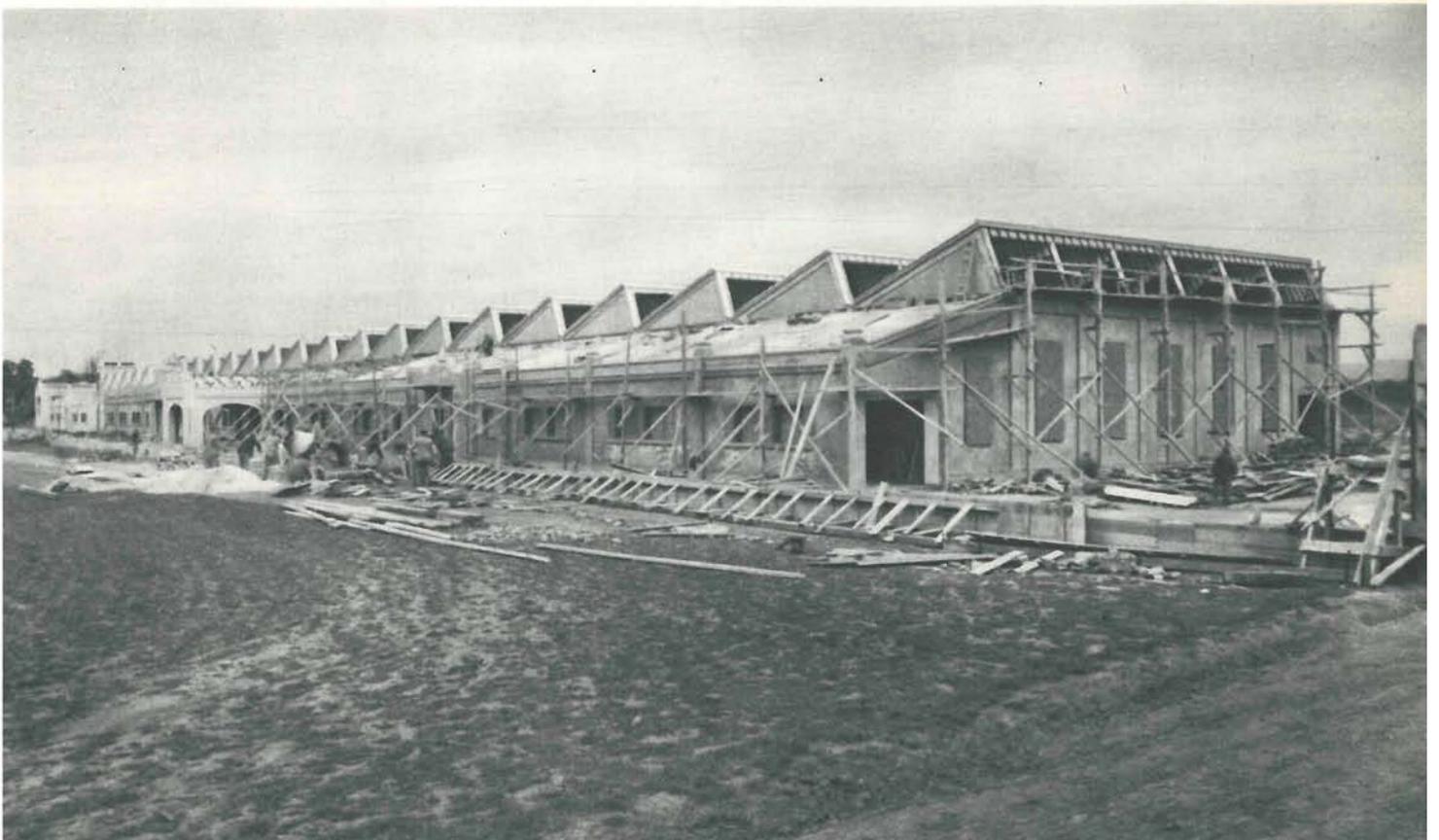
## talleres Goñi

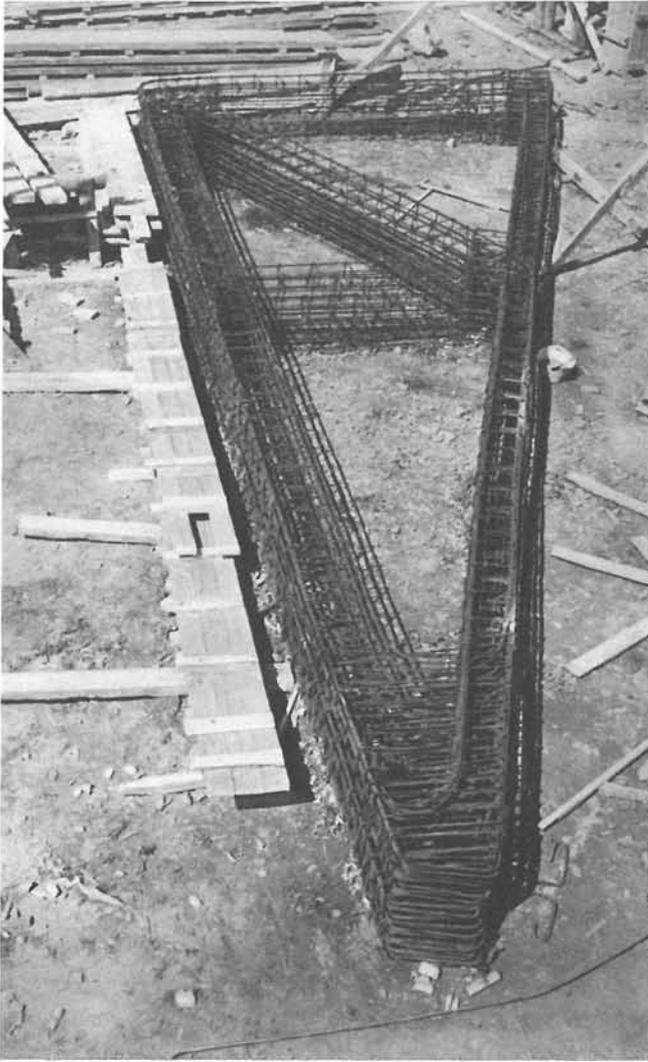


Bloques de molde horizontal.— Elevación de una cercha.—Disposición de los elementos de montaje.—Vista general de una de las naves.



Pamplona





Aunque las mejoras *a)* y *b)* parece que se localizan en la bondad de la obra, repercuten también en la economía, puesto que, como ya advertimos, la mayor seguridad en la resistencia a rotura del hormigón que fabricamos, y en las dimensiones de los elementos que moldeamos, reduce la parte aleatoria que ha de tener en cuenta el que proyecta en lo relativo a construcción, permitiendo afinar en el cálculo de los diversos elementos.

Otro de los motivos importantes que da lugar a una mayor seguridad final y, por consiguiente, a una economía del mismo tipo que la que acabamos de considerar, es el modo de manejar los elementos premoldeados. Durante su transporte, elevación y situaciones accidentales de montaje, se somete a los distintos elementos estructurales a condiciones de trabajo algunas veces más duras que las definitivas, lo que pone a prueba sus condiciones resistentes, asegurándonos de su comportamiento definitivo. Pero esta seguridad puede obtenerse de un modo total si es preciso, pues como los elementos estructurales han de manejarse con su forma definitiva, no resulta muy costoso hacerlos pasar por un banco de prueba en el cual de un modo sistemático se les someta a una sollicitación equivalente a la que han de soportar en la realidad.



### **imenasa - Pamplona**

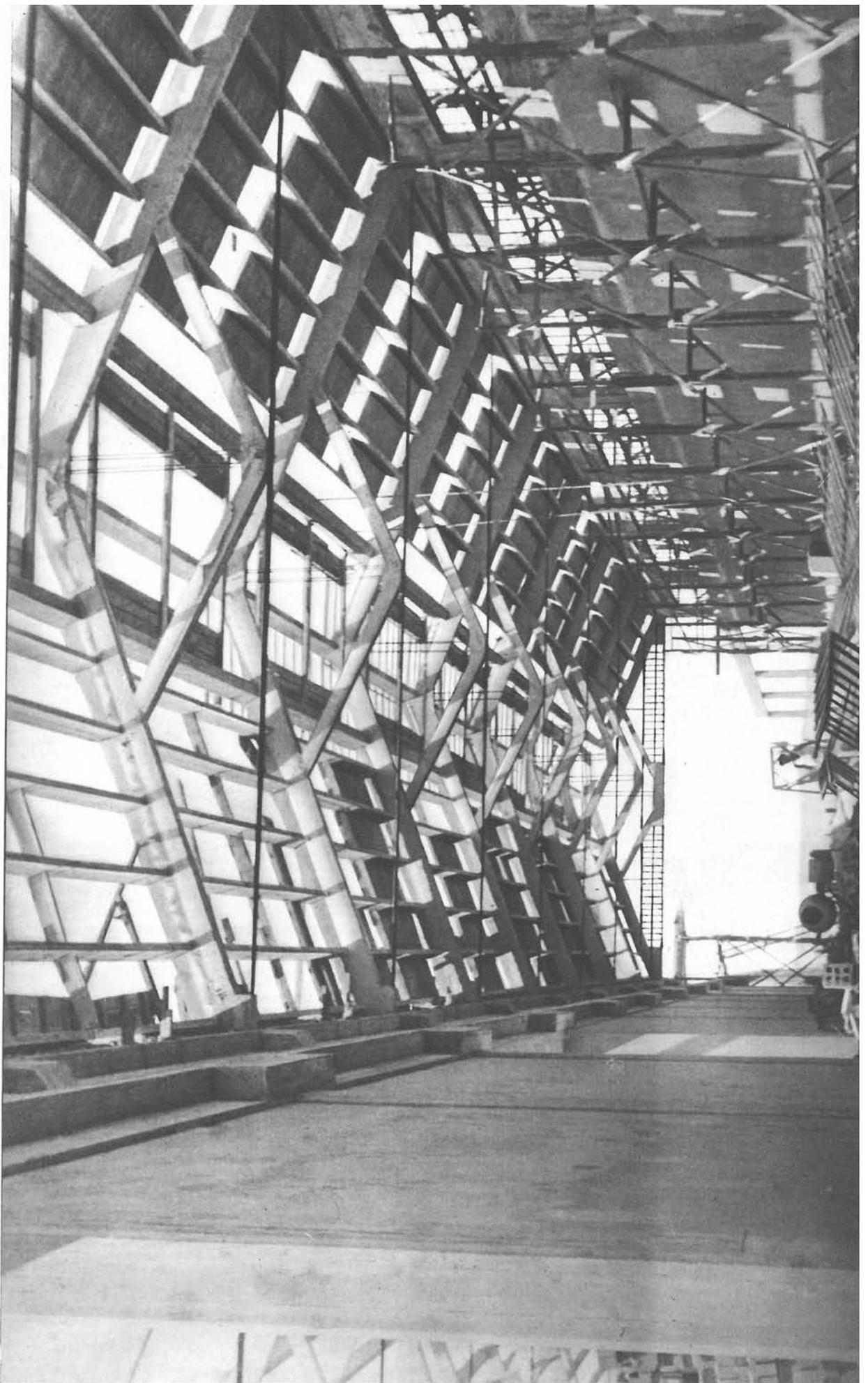
Conjunto de armaduras ejecutadas en serie.

Bloques de premoldeo y primera cercha montada.

Vista interior del taller terminado.

# almacenes generales - Avilés

Estructura de cerchas y viguetillas antes de terminar la colocación de placas.



La medición de flechas y la observación directa de las zonas de la pieza en que pudieran presentarse fisuras, nos da la seguridad cuantitativa de su resistencia. Todavía puede perfeccionarse más el sistema de control si, además de probar todos los elementos para las cargas de servicio, llevamos hasta rotura las pruebas en un determinado número de ellos. Este sería el procedimiento racional de llegar a una medición del coeficiente de seguridad, descartando todo lo aleatorio de la obra. Estableciendo las normas de proyecto en estas condiciones, puede llegarse a soluciones donde se armonicen seguridad y economía, que es la meta a que debe aspirarse en la actualidad.

Dando un paso más se han construido algunas estructuras premoldeadas que tienen posibilidad de desmontarse para trasladarlas a otro lugar, como ocurre en las estructuras metálicas. De este modo, pasa a nuestro sistema esta ventaja tan esgrimida por los defensores de la estructura metálica en los casos de competencia: acero, hormigón armado.

## **repercusión en el cálculo**

El cálculo en sí de una estructura premoldeada resulta más sencillo y, sobre todo, mucho más claro que el de una estructura hecha «in situ», especialmente en lo que se refiere al peso propio, cuya distribución resulta muchas veces incierta y en estructuras industriales puede tener gran importancia.

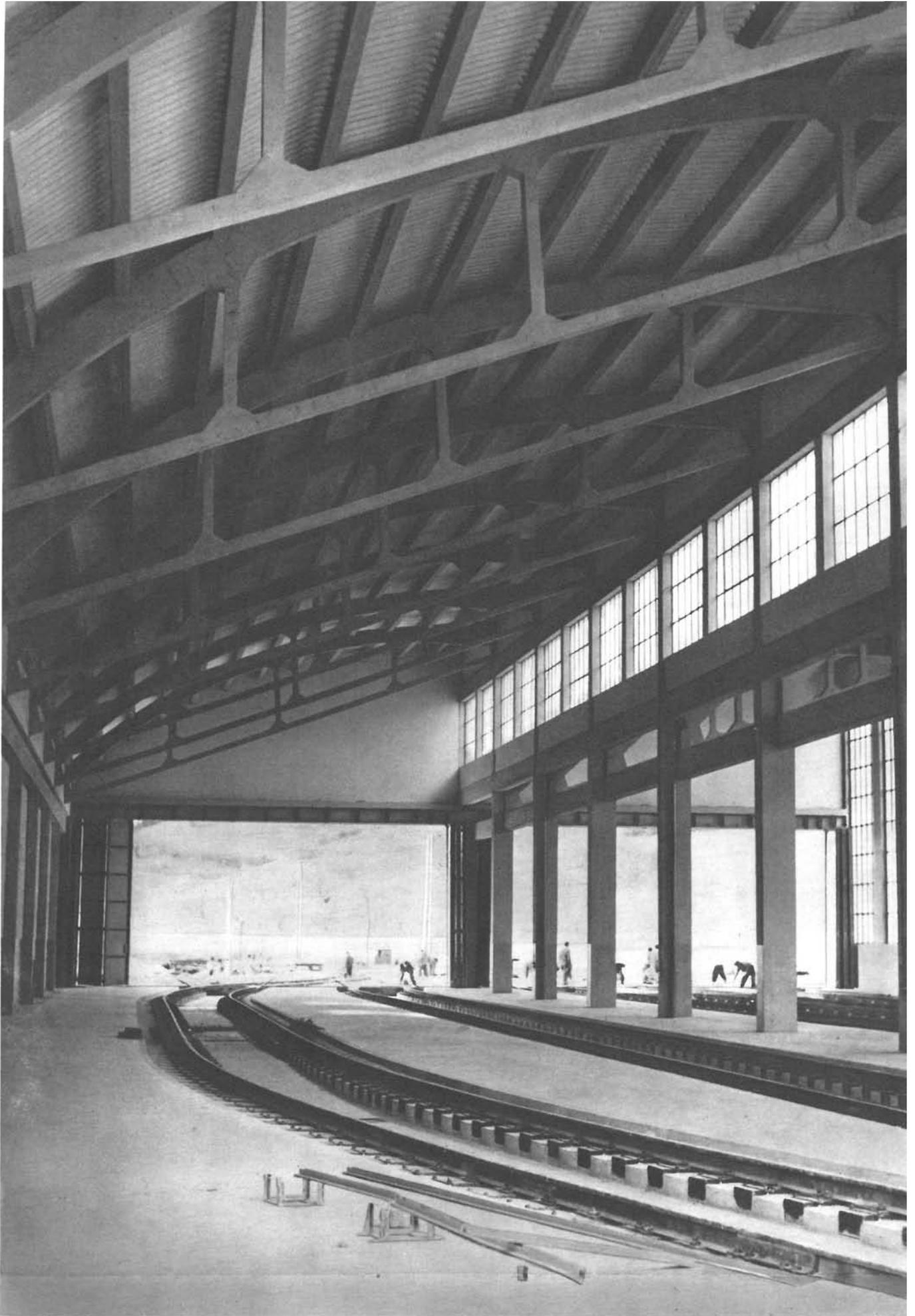
Además, cabe orientar la construcción desde el proyecto para conseguir los efectos más convenientes de la carga permanente, materializando articulaciones provisionales, creando diferencias de asiento en pilares contiguos, interviniendo con gatos, etc.

En el capítulo de acciones que deben considerarse, tenemos la mejora que corresponde a la disminución de la carga permanente y especialmente de la incertidumbre de su control y la supresión casi total de los efectos de la retracción de fraguado, lo que permite, además, llegar a un espaciamiento mayor entre juntas de dilatación.

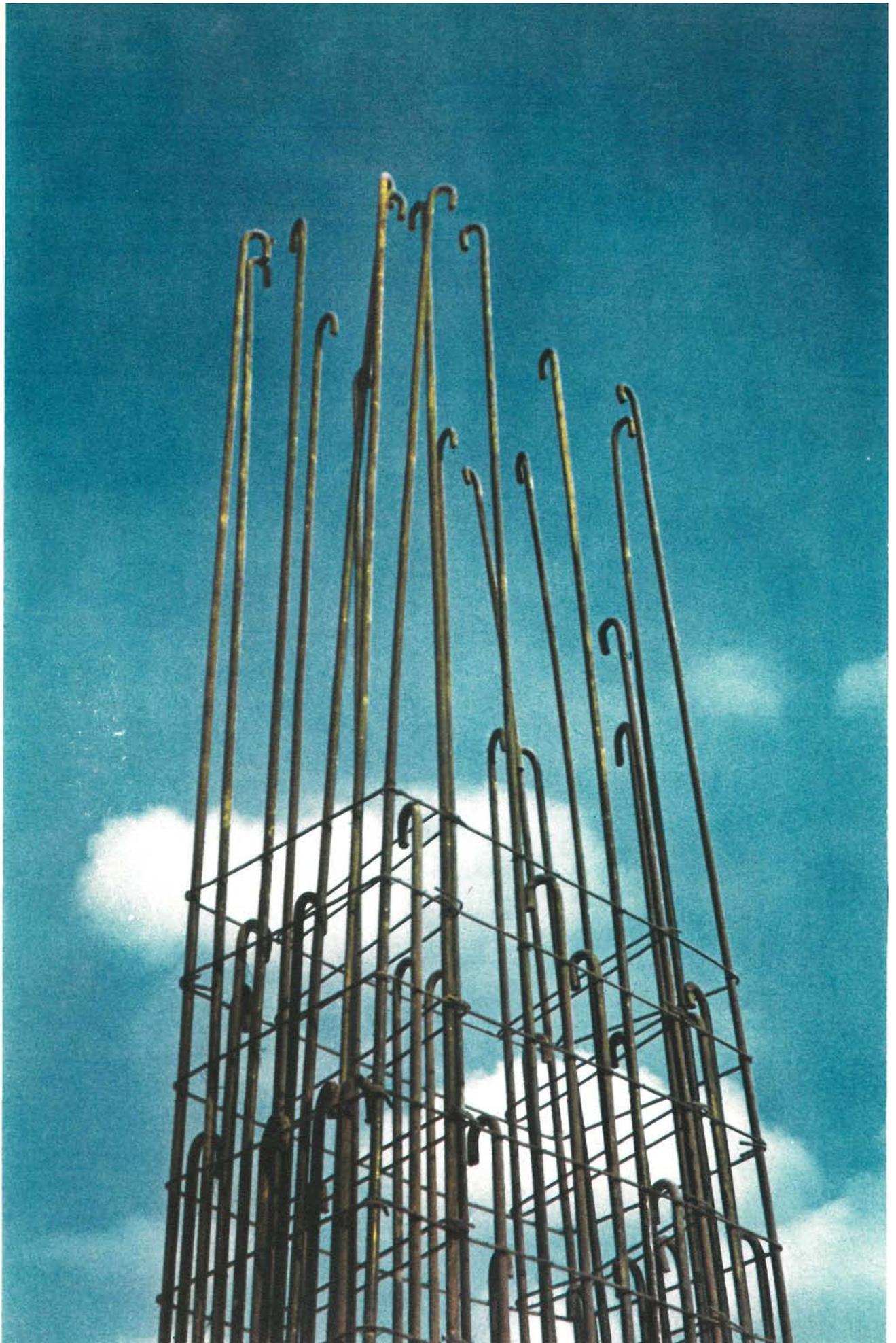
En el cálculo de esfuerzos, tenemos la ventaja que ya hemos indicado de claridad y sencillez, al conocer mejor el funcionamiento inicial y definitivo de la estructura.

En cuanto a las tensiones admisibles y coeficientes de seguridad, aclaramos el terreno al poder proyectar con mayor conocimiento del problema y construir mejor por intensificación automática del control y mejoramiento del hormigón en sus dos aspectos—resistencia y regularidad—, como ya hemos puesto de relieve en las condiciones de construcción.

**depósito de locomotoras - Avilés**



ta  
erior  
la nave  
minada.



## **inconvenientes del sistema**

Hemos visto las ventajas del sistema, veamos ahora los inconvenientes, que advertiremos desde el principio no son defectos en sí, sino condiciones que impone el conseguir todas las ventajas que acabamos de enumerar.

Así, mirando a la ventaja de rapidez, inherente a empezar la obra por los cimientos y por el tejado, regularizando la producción desde el primer momento, tenemos la imposición de un *proyecto inicial completamente terminado y estudiado hasta en sus más mínimos detalles*. Estos detalles son superiores a los de un proyecto de construcción normal, donde las equivocaciones son subsanables en la marcha de las obras. En el prefabricado, los elementos han de ajustarse perfectamente entre sí (naturalmente con los márgenes correspondientes a una construcción de hormigón) y un error inicial tiene mal arreglo cuando se tienen ya ejecutados un gran número de elementos. Claro está que una operación, necesaria en toda buena organización constructiva, que puede paliar este inconveniente, es la realización de un montaje provisional de la serie de elementos que forman un conjunto, para experimentar su ajuste y corregir las deficiencias de modo análogo a como se practica en taller para la construcción metálica.

Siguiendo este análisis de las condiciones inherentes a las ventajas del sistema, nos encontramos con la economía. Reducimos al mínimo lo aleatorio de la construcción, y es, por consiguiente, obligado reducir dicho factor en lo que se refiere al proyecto, lo cual además es mucho más barato de conseguir. La obtención de un buen proyecto, tanto en las soluciones estructurales como en los detalles exige, por un lado, la organización de una oficina técnica de gran envergadura, en ingenieros, ayudantes y delineantes, pero, además, apoyarse en la experiencia constructiva obtenida a lo largo de un gran número de obras realizadas.



### **ensidesa - Avilés**

Central de hormigonado  
y vacío del taller  
de prefabricación.



**inside:**  
**Avilés**  
Taller de calderería.

## depósito de locomotoras Avilés



Otro inconveniente deriva del mismo sistema constructivo, es decir, de la necesidad de transportar, elevar y colocar en su sitio piezas de grandes dimensiones. Esto exige, en primer lugar, disponer de una maquinaria adecuada, que, naturalmente, es muy costosa, y, en segundo lugar, de un personal que sepa manejarla, con la suficiente experiencia para sacar el rendimiento que corresponde y con la suficiente inteligencia para acomodarse en cada caso a las condiciones diversas que imponen las modalidades especiales de cada montaje. Además, el riesgo de obra, que es muy importante, dadas la magnitud de los pesos que se manejan y las alturas a que se trabaja en las cubiertas, impone a todo el personal que interviene en el montaje unas características de responsabilidad y eficiencia muy distintas a las de otros sectores de la construcción.

Queda otro inconveniente de menor envergadura y que deriva de un vicio remediable en el planteamiento de los proyectos, y es que el prefabricado exige un planeamiento normalizado de cualquier construcción, debiendo sujetarse el que proyecta a una modulación apretada en las disposiciones generales y en los detalles, lo cual redundará siempre en economía inicial, economía de ejecución y aspecto rítmico definitivo.

Por tanto, resumiendo los inconvenientes que hemos analizado, el obtener las ventajas del prefabricado exige en cada obra:

a) Un proyecto cuidado en disposiciones estructurales y en detalles de ejecución y completamente a punto al iniciarse la obra. Las reformas posteriores han de eliminarse en todo lo posible.



**ensidesa - Avilés**

Vista aérea del garaje.

**talleres de Vespa-Madrid**

Elevación de una cercha.

b) Instalaciones de hormigonado, soldadura, vibradores, moldes, etc., con un control perfecto en todas las operaciones, mediante personal especializado de la máxima responsabilidad.

c) Maquinaria gruesa para el transporte, elevación y colocación de elementos pesados con eficacia, economía y seguridad.



# historia

*Teniendo en cuenta los problemas que se planteaban al reanudarse la actividad constructora en el año 1939, estudiamos las posibilidades del premoldeado por la experiencia que habíamos adquirido en la ejecución de pilotajes: puentes de Puerta de Hierro y de El Pardo, en el Manzanares, palizada del muelle Luzuriaga y almacenes del puerto de Pasajes, etc.*

*Se presentaban dos condiciones de sentido contrario, la ventaja de premoldear en economía de madera y plazo, e inconveniente de no disponer de maquinaria adecuada. Por este motivo, años más tarde, planeamos la ejecución del Estadio de Chamartín por este procedimiento, pero lo desechamos por no poder adquirir las grúas torres precisas. En cambio, ya en 1942 realizamos las cerchas de cubierta de la Escuela de Ingenieros de Montes por grupos de dos superpuestas sobre el forjado del último piso.*

*La segunda ocasión que se nos presentó fue en la construcción de las naves para «Huarte, Construcciones Metálicas», en Pamplona (hoy IMENASA), donde obtuvimos notable economía, premoldeando las cerchas de dientes de sierra en pilas horizontales de hasta ocho elementos.*

*Esta misma solución la hemos repetido en nuestros talleres de Madrid  
y en la fábrica de hilados de Goñi, en Pamplona.*

*Dientes de sierra dobles y triples los hemos construido  
en los talleres de Fiat, en Madrid y Barcelona, y en los talleres  
mecánicos de Ensidesa en Avilés.*

*También hemos premoldeado vigas lucernario tipo vierendel para cubiertas  
en diente de sierra.*

*La obra de mayor importancia en cuanto a luz,  
ha sido la Estación de Trolebuses de Madrid, donde,  
además, llegamos a una solución de premoldeado total en cubierta.  
Las dimensiones de la superficie cubierta son  $114 \times 45$  m,  
siendo la luz probablemente récord de lo realizado  
hasta aquella fecha (año 1951).*

*La solución de arcos atirantados de tres articulaciones que entonces iniciamos,  
la hemos repetido en gran número de cubiertas  
de naves industriales con luces entre 20 y 30 metros.*

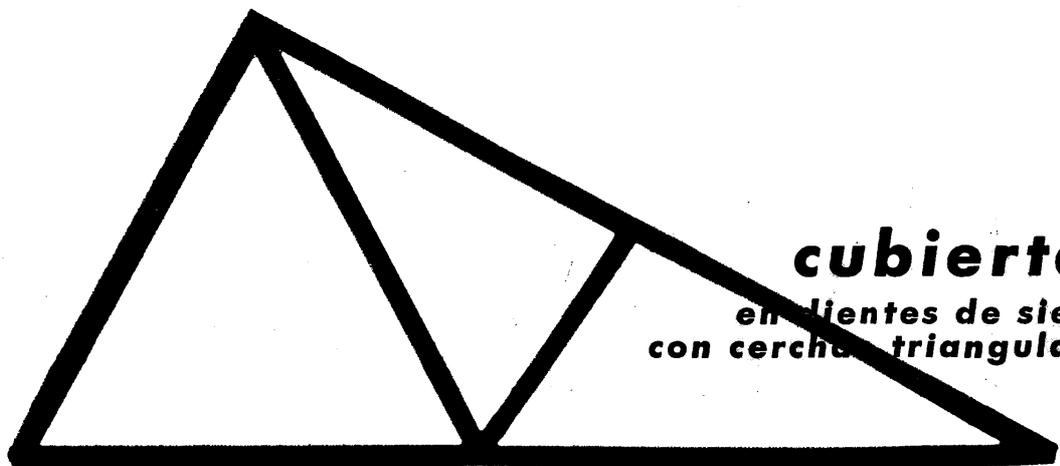
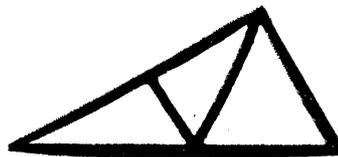
*La obra de mayor envergadura ha sido el Taller de Laminación  
para ENSIDESA, en Avilés, con 182.190 metros cuadrados  
de superficie cubierta, en la cual el premoldeado se ha extendido  
hasta las vigas de puente-grúa.*

*Esto ha exigido el montaje de un taller  
de premoldeado en obra, siendo, por número de elementos y por superficie  
total, uno de los más importantes que se hayan  
construido en todo el mundo con carácter provisional.*

*Hemos proyectado tres edificios importantes con premoldeo total,  
no habiendo llegado a utilizarse el sistema por razones  
ajenas a la técnica.*

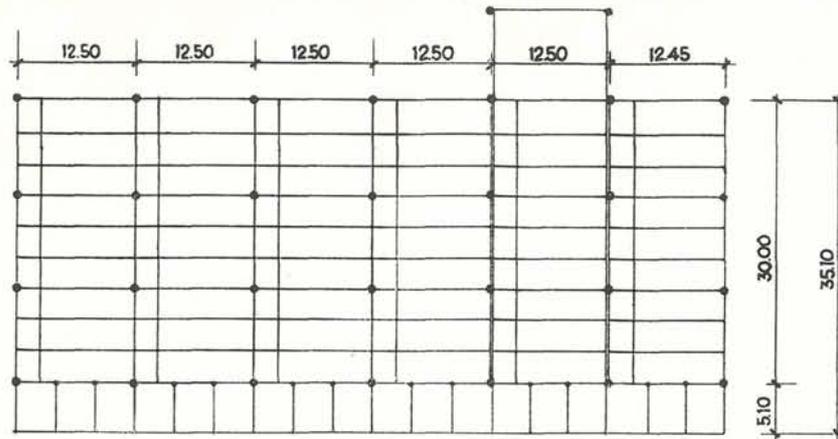
*También se proyectó con premoldeo total las naves de Metalúrgica  
Santa Ana, en Linares;  
pero no se desarrolló la totalidad del programa.*

*En la actualidad hemos terminado la construcción de una pequeña  
fábrica, totalmente premoldeada, de Lacas y Esmaltes MARI, de Barcelona.*

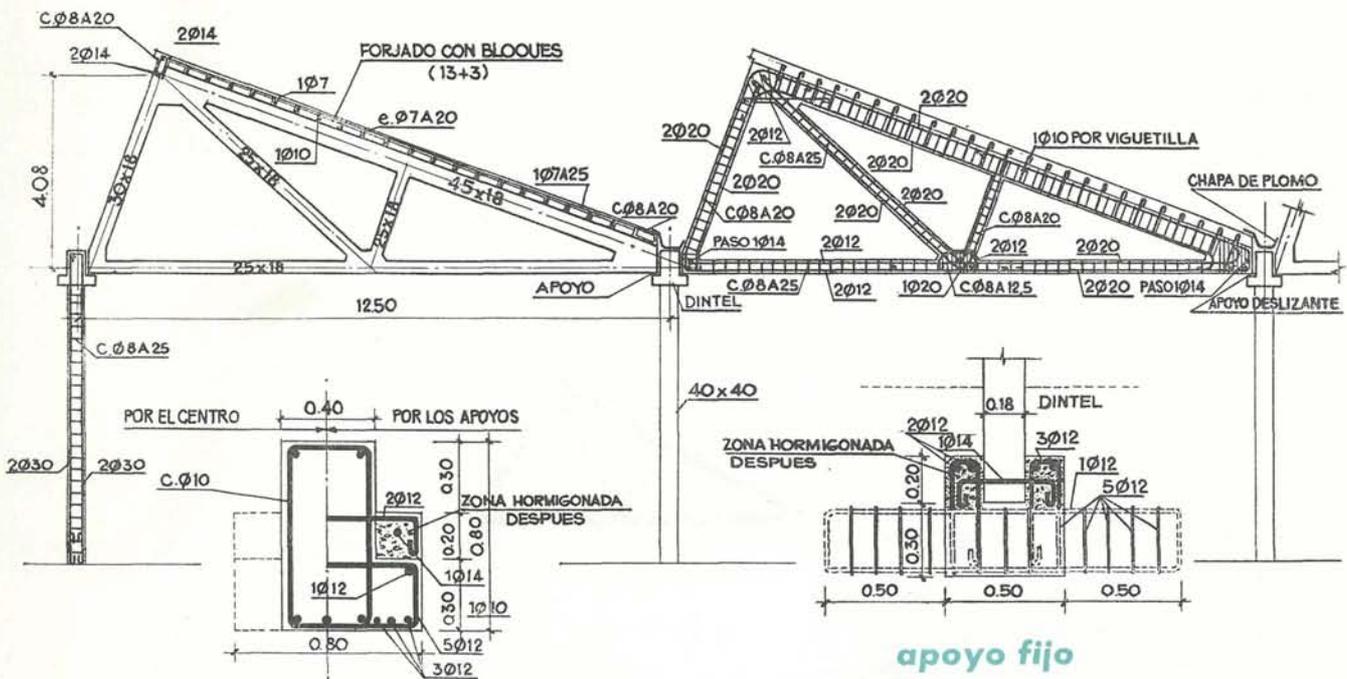


**cubiertas**  
en pendientes de sierra  
con cerchas triangulares

# talleres de HUARTE y cía., s. a., en Pacífico

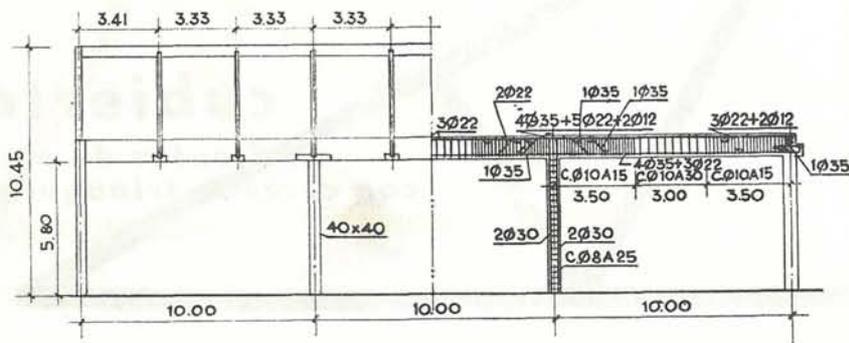


planta esquemática

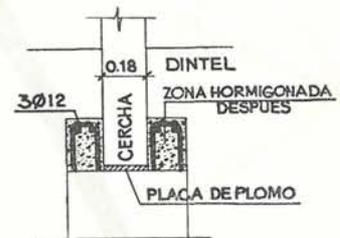


sección dintel

apoyo fijo



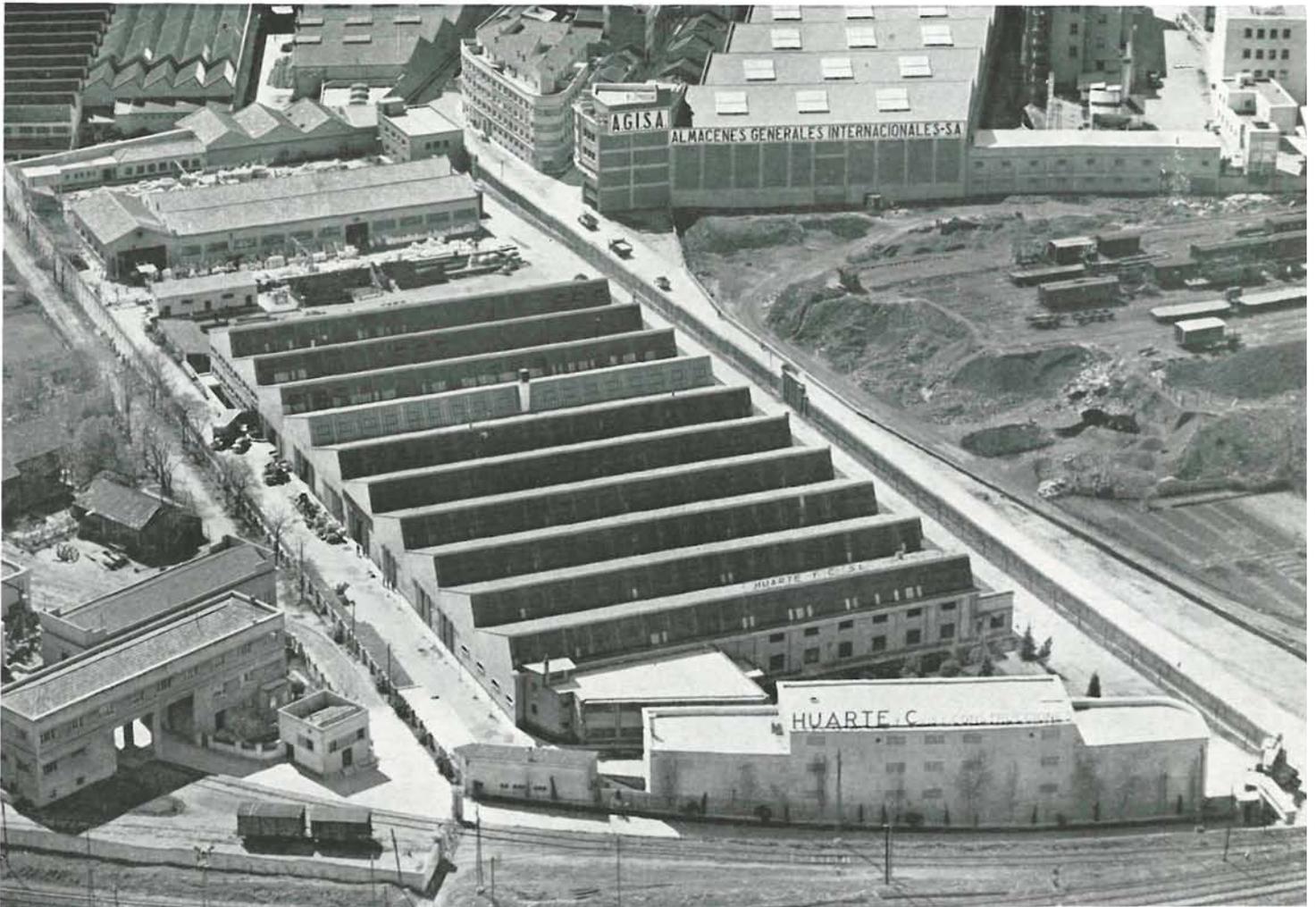
sección pórtico



apoyo deslizante

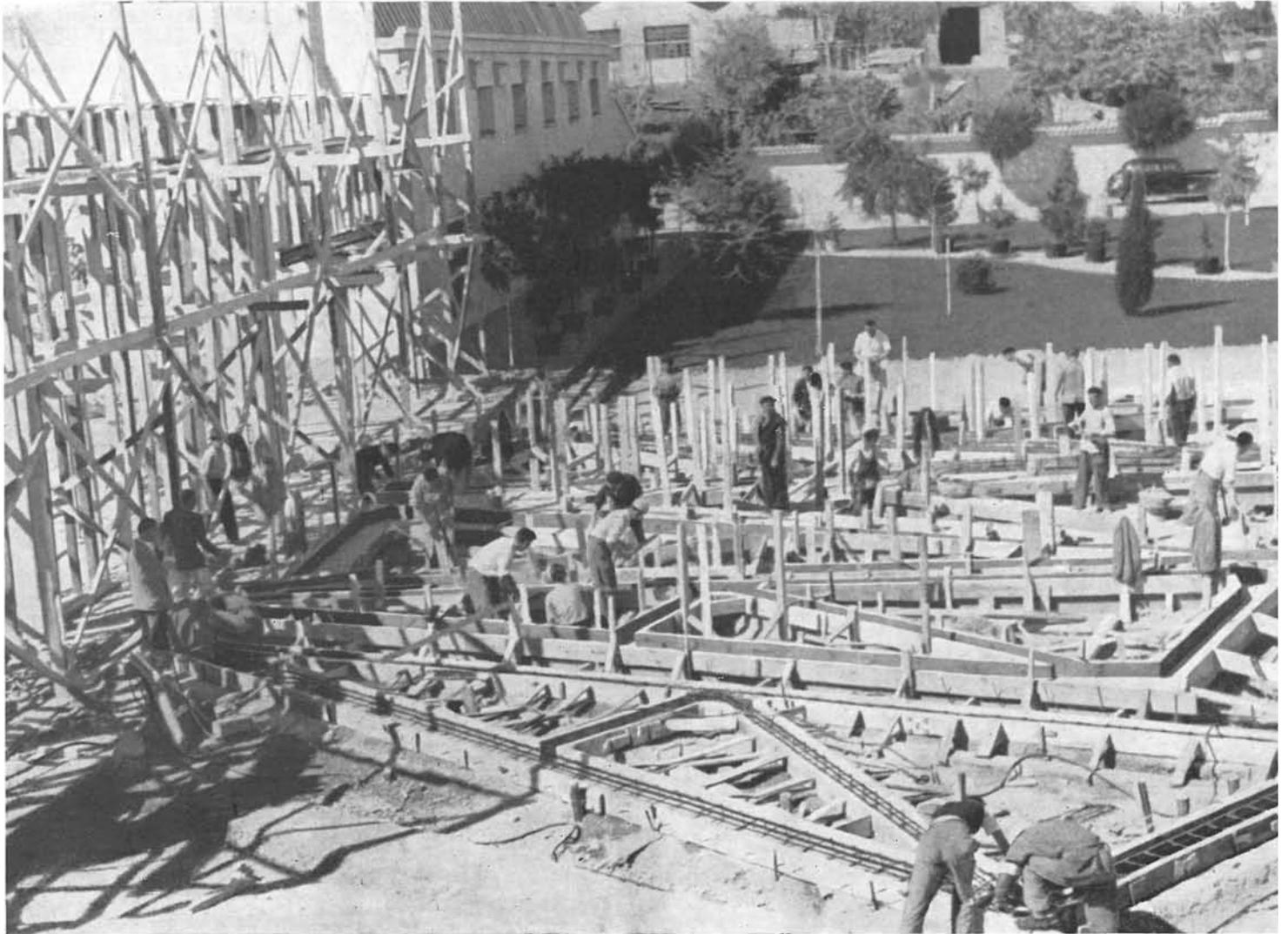
# talleres de **huarte** en Pacífico

2.630 m<sup>2</sup>



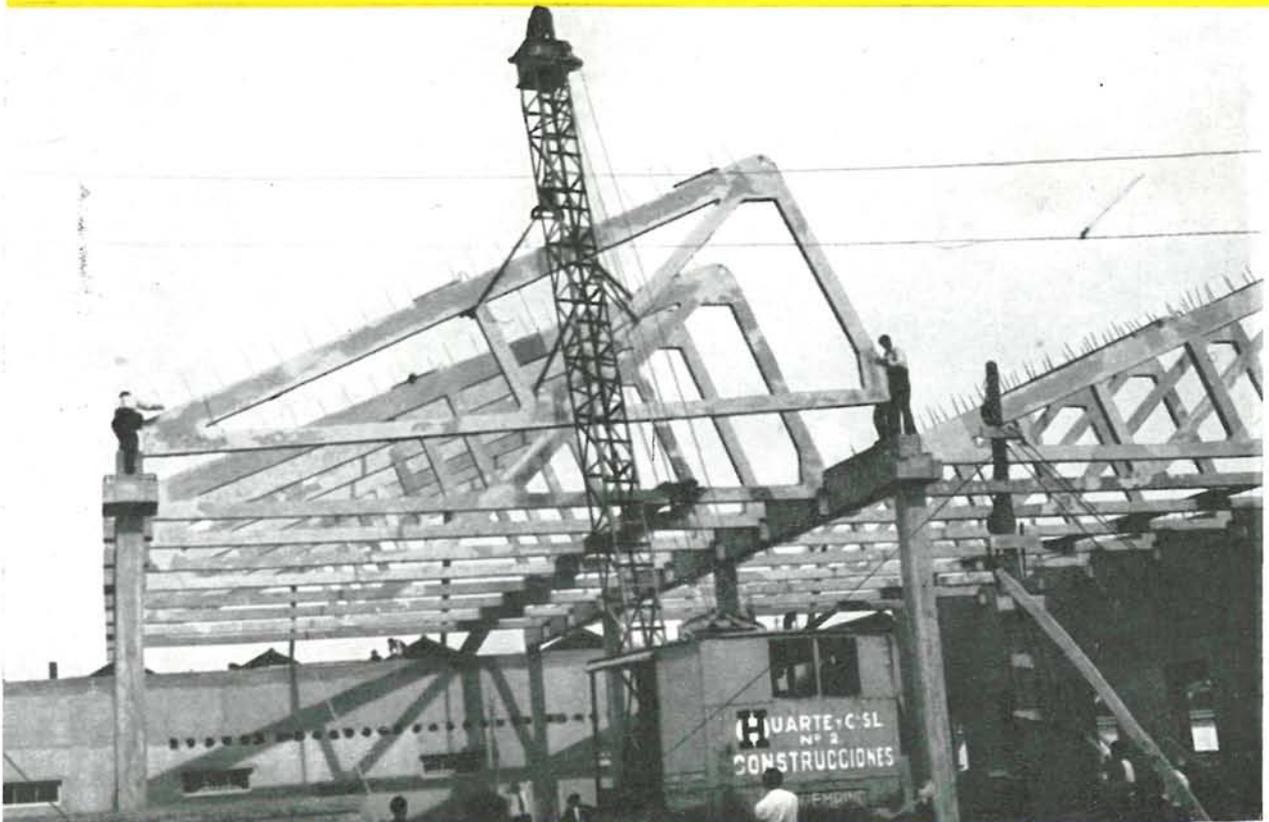
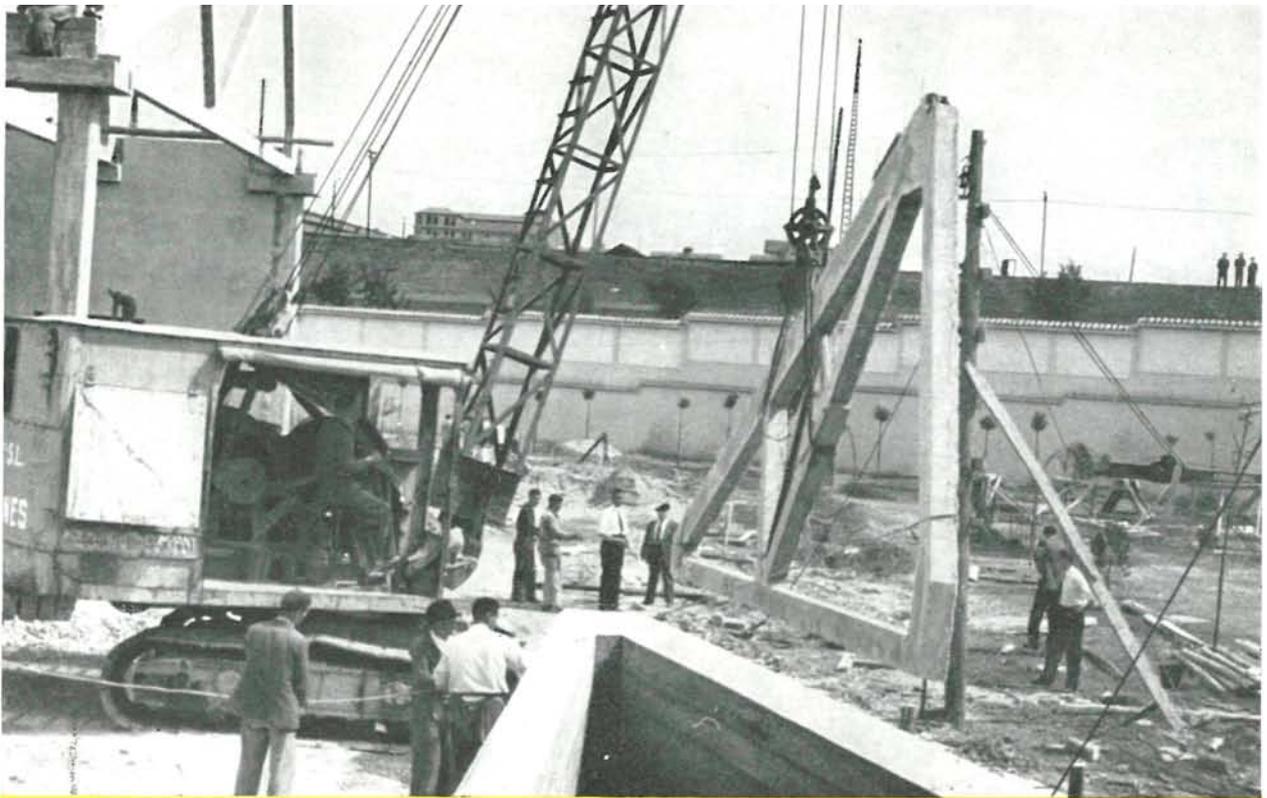
Solución de cubiertas en dientes de sierra con pórticos de hormigón armado en dirección de los lucernarios, recibiendo sobre sus dinteles las cerchas triangulares que constituyen los dientes. La hemos empleado en varias fábricas: Talleres de Imenasa, en Pamplona; Talleres de Huarte, en Madrid; Fábrica de Hilados Goñi, etc.

Las luces del pórtico oscilan entre 7,50 y 10 m, y la luz del diente entre 7,50 y 12 metros. Las cerchas se hormigonan horizontalmente en bloques que reúnen los correspondientes a una crujía o bien a una parte de la nave. En el montaje se separan del grupo, se trasladan y se izan empleando medios mecánicos diversos. El medio mecánico más perfecto es la grúa móvil, que en talleres de Huarte fué una excavadora con pluma de 15 m, la cual realizaba todas las operaciones sucesivamente.



El forjado de cubierta ha sido, según los casos, o forjado cerámico, ejecutado «in situ», apoyando el encofrado en los tirantes de las cerchas, o totalmente prefabricado con viguetillas y bloques.

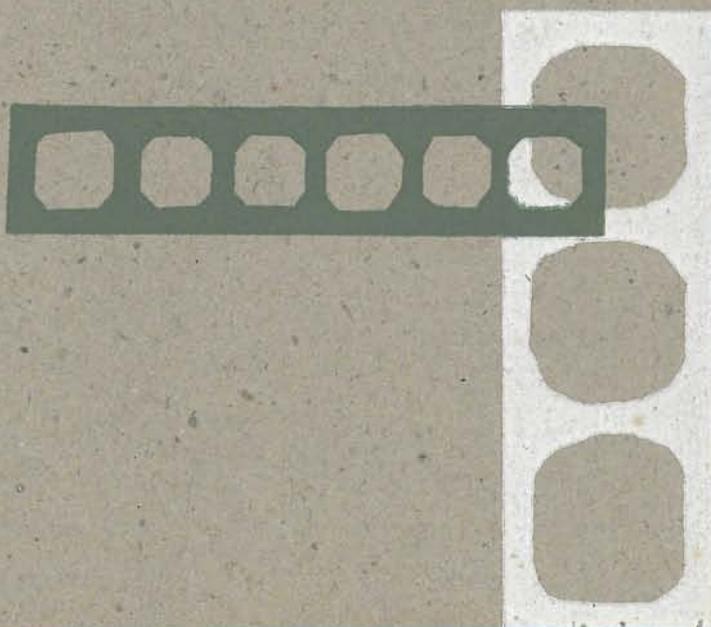
El enlace entre cerchas para dar estabilidad al conjunto se realiza mediante una viga de hormigón en cumbra, que enlaza todas las cerchas previamente, al premoldearse dejaba el hueco correspondiente con los hierros de la armadura del par al descubierto. Además, el par quedaba erizado de hierros delgados verticales, para alojarse después en el forjado de viguetillas cuando éste se hacía «in situ».





La sustentación de la cercha se efectúa mediante articulaciones de giro, disponiendo aletas y hierros pasantes horizontales, bien sobre los dinteles de los pórticos o en ménsulas a media altura de los mismos.

Las primeras naves de este tipo se construyeron en Pamplona en el año 1943.



***naves en dientes de sierra***

**INTA - TORREJON**

## **naves de montaje para el I.N.T.A., en Torrejón**

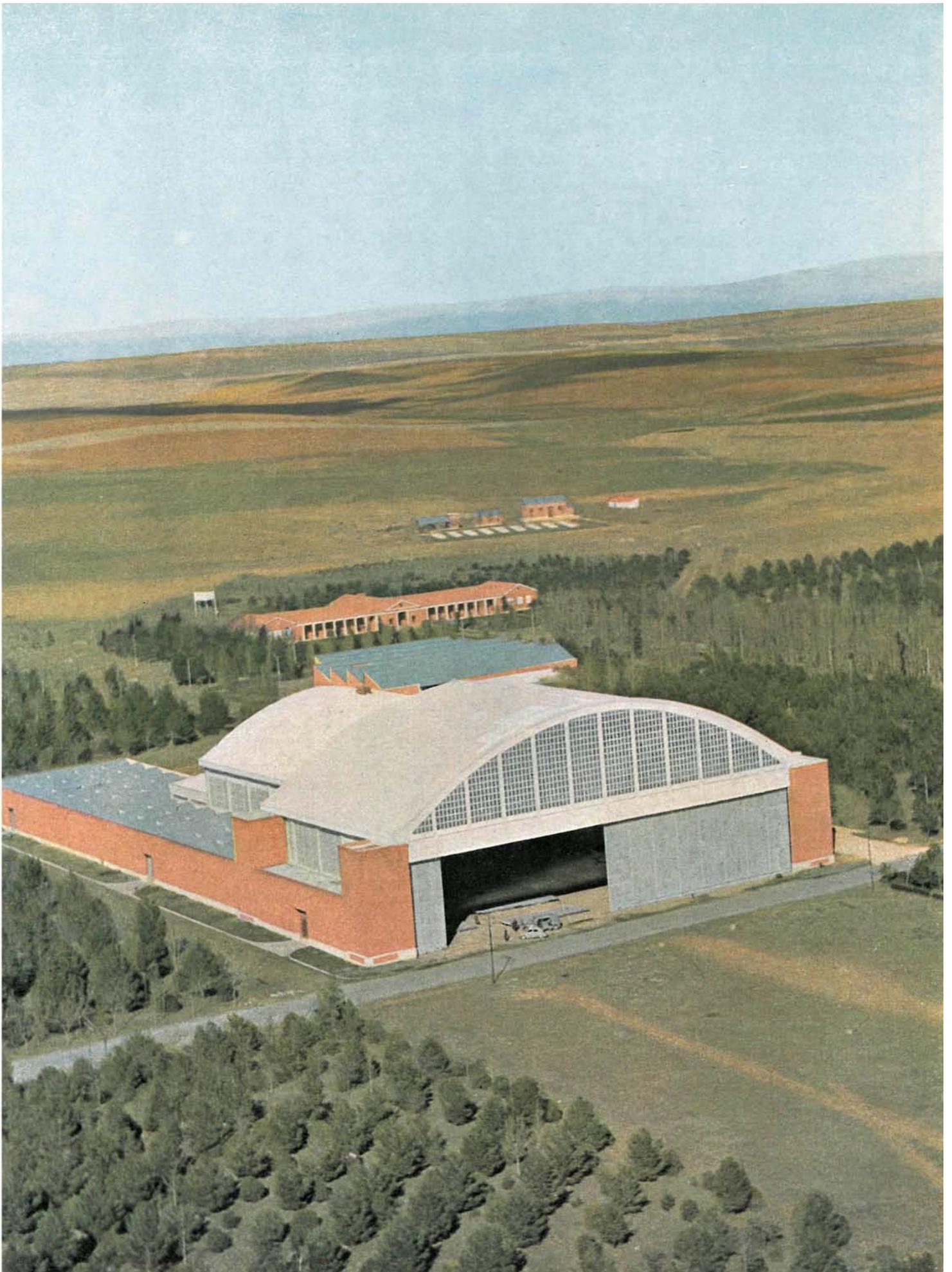
Estas naves corresponden a los cuerpos laterales del hangar de montaje del aeródromo del INTA.

Su anchura es de 15 m en una zona y de 25 m en otra, pero por intercalación de una fila de soportes a 10 m del borde sobresaliente, tenemos, en realidad, una cruja seguida de 15 m a la que se adosa en parte de su longitud otra de 10 metros.

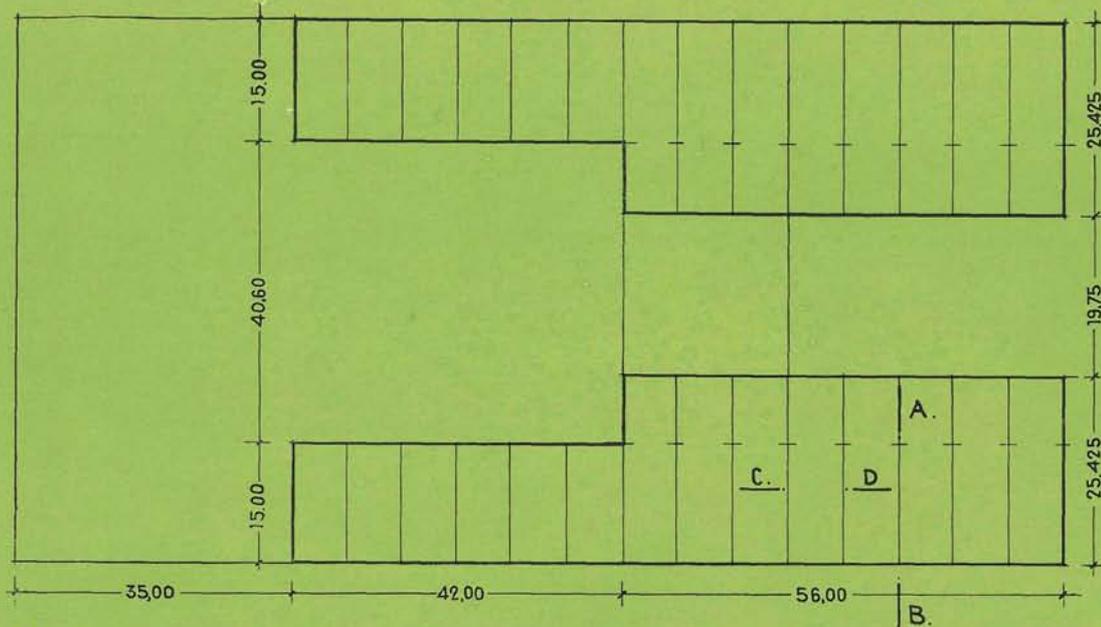
La equidistancia de lucernarios es de 7,50 m, habiéndose organizado la estructura en vigas lucernarios tipo Vierendel, de 15 m de luz y forjados inclinados de Río-Cerámico, salvando la luz horizontal de 7,50 metros.

Las vigas lucernarios, que se proyectaron tipo Vierendel, para mayor diafanidad, se apoyan en pilares adosados a los muros de fachada y en los pilares de la nave de 40 m del taller, o bien en la fila intermedia de pilares a que nos hemos referido. La sustentación se hace por articulación fija, mediante oreja y pasador en un extremo y sobre péndulo en la extremidad opuesta.

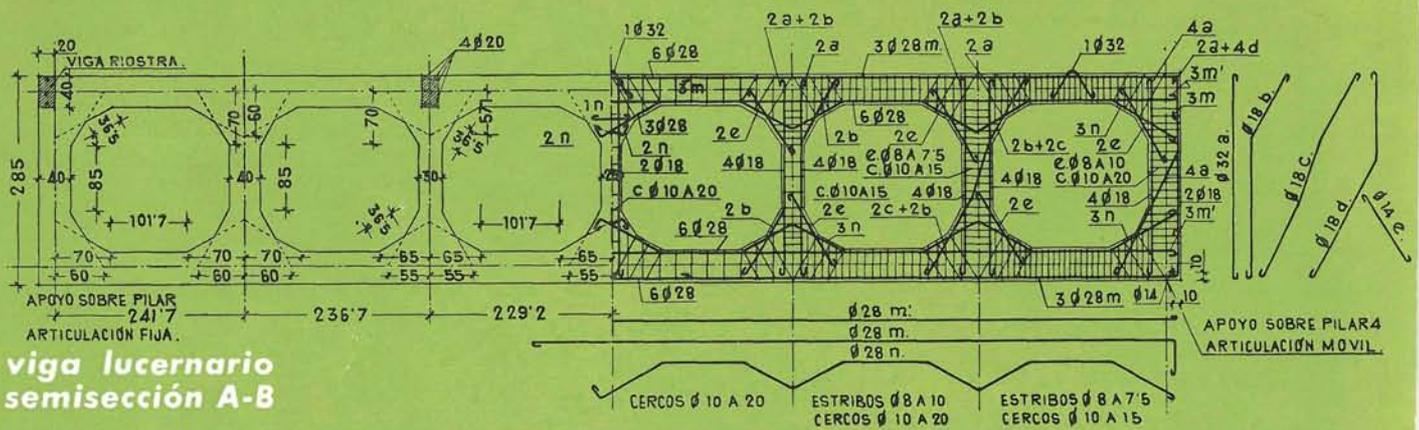
Los lienzos inclinados del forjado de cubierta se apoyan también sobre la viga con sustentación isostática para no transmitir esfuerzos horizontales a la viga, disponiendo una articulación fija de hierros pasantes en la cabeza superior y apoyo deslizante sobre placas de uralita pulimentada en la cabeza inferior.



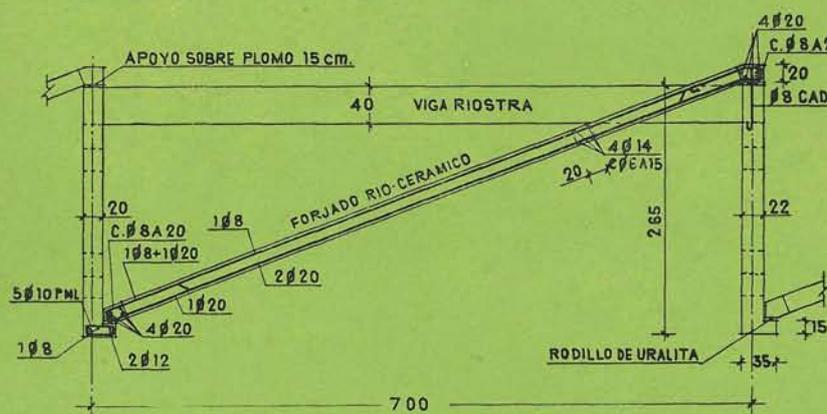
# nave de taller de montaje para el INTA, en Torrejón



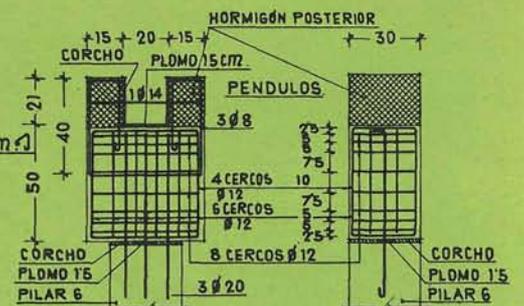
planta



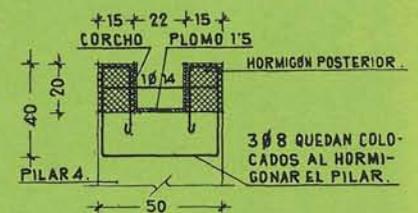
viga lucernario  
semisección A-B



sección transversal C-D



apoyo fijo

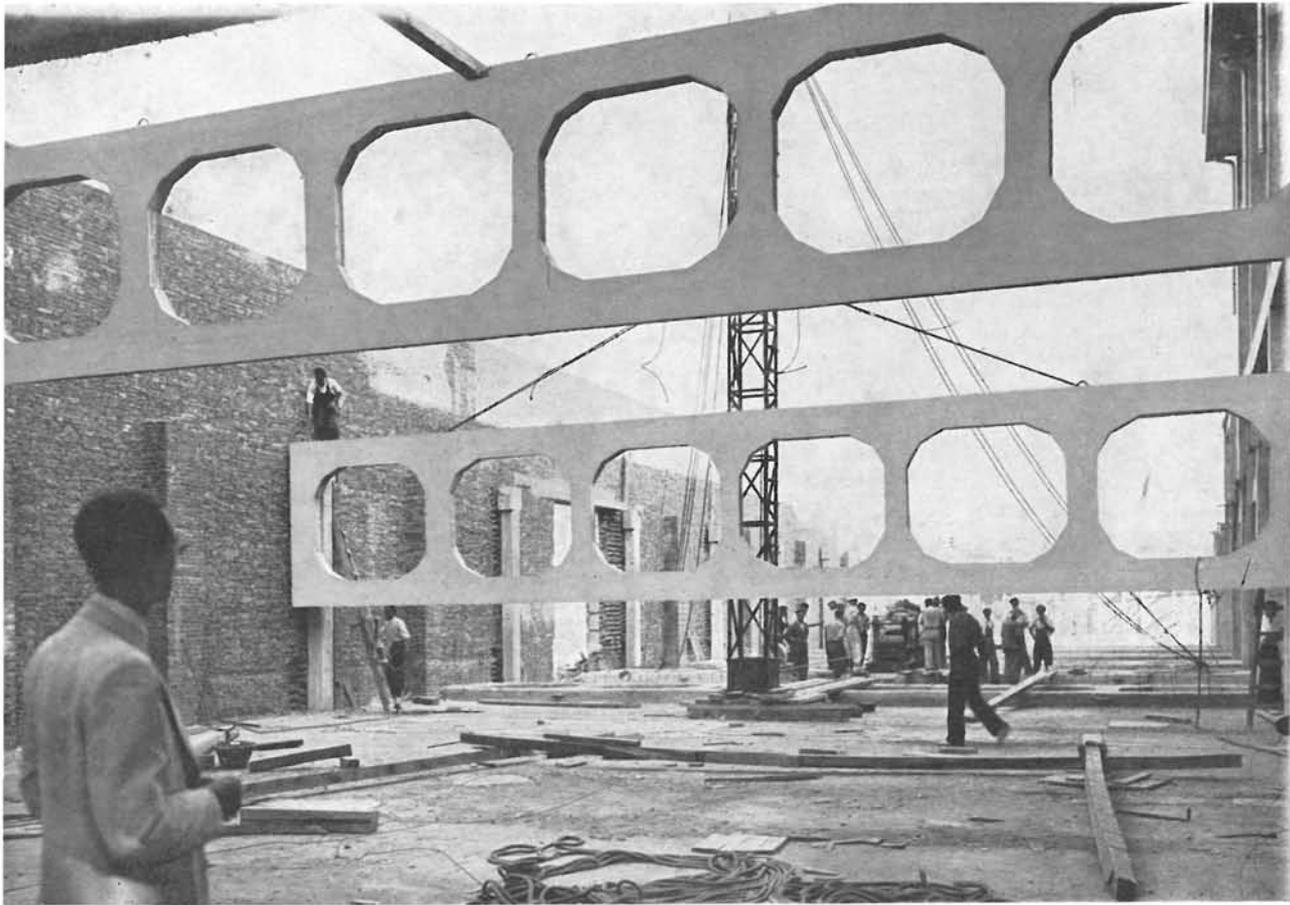


apoyo móvil



El enlace entre vigas lucernarios para dar rigidez al conjunto, se hace mediante cuatro vigas riostras en el plano del cordón superior, dos en los nudos laterales y dos en los intermedios. Estas vigas se hicieron «in situ», solidarizándose con las de lucernario mediante hierros que pasaban por agujeros, dejados expresamente al premoldear estas últimas.



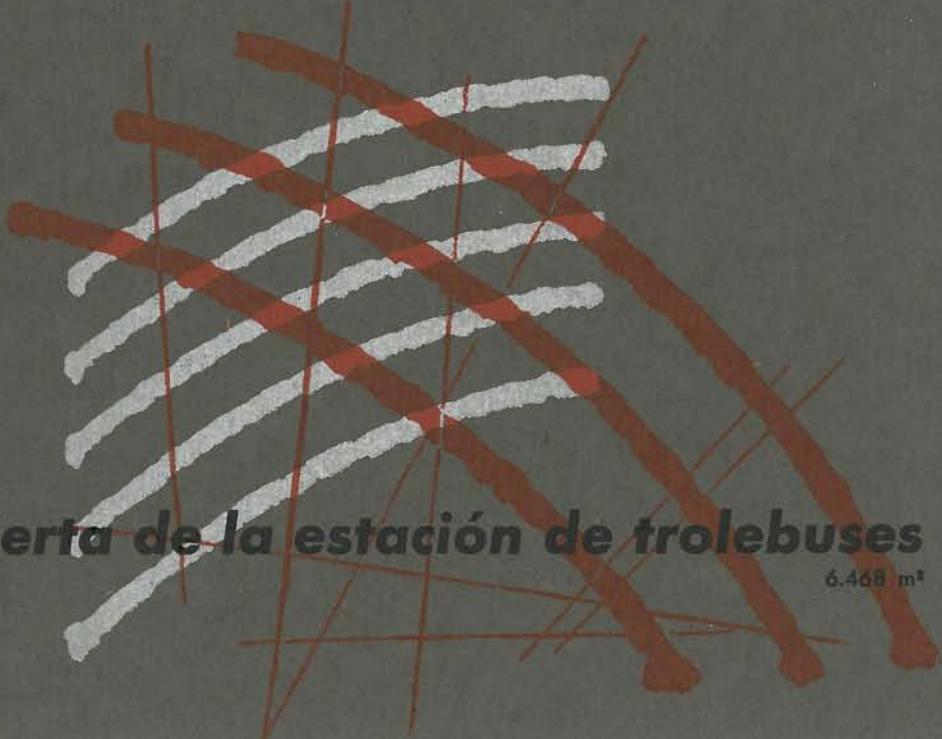


Otro enlace interesante es el de las vigas de 15 y 10 m para completar los 25 m de la nave en su zona ensanchada. Las vigas de 15 m se moldearon en dicha zona con pequeños aditamentos y hierros salientes que se encajaron en los entrantes de la viga de 10, solidarizándose, por soldadura, con otros que arrancaban de ésta y hormigonándose, después, la junta que quedaba entre ellos.

Las cerchas se moldearon en el suelo sobre la solera de la nave retocada con cama de yeso y en la situación más próxima a su posición definitiva, de modo que, por giro e izado, se llevaban a su sitio.

Para estas operaciones se utilizó una pluma de 12 m y cabrestante de 10 Tm.

En la operación de izado se reparte el tiro a tres nudos, central y dos intermedios; después para el izado la sustentación se realiza únicamente en estos dos últimos.



**cubierta de la estación de trolebuses**

6.468 m<sup>2</sup>





La estación ocupa una planta de  $196 \times 73$  m, en la cual una zona central de  $154 \times 42$  m, libre de soportes, permite la evolución de los trolebuses y queda cubierta mediante estructura de hormigón armado, realizada por prefabricación total.

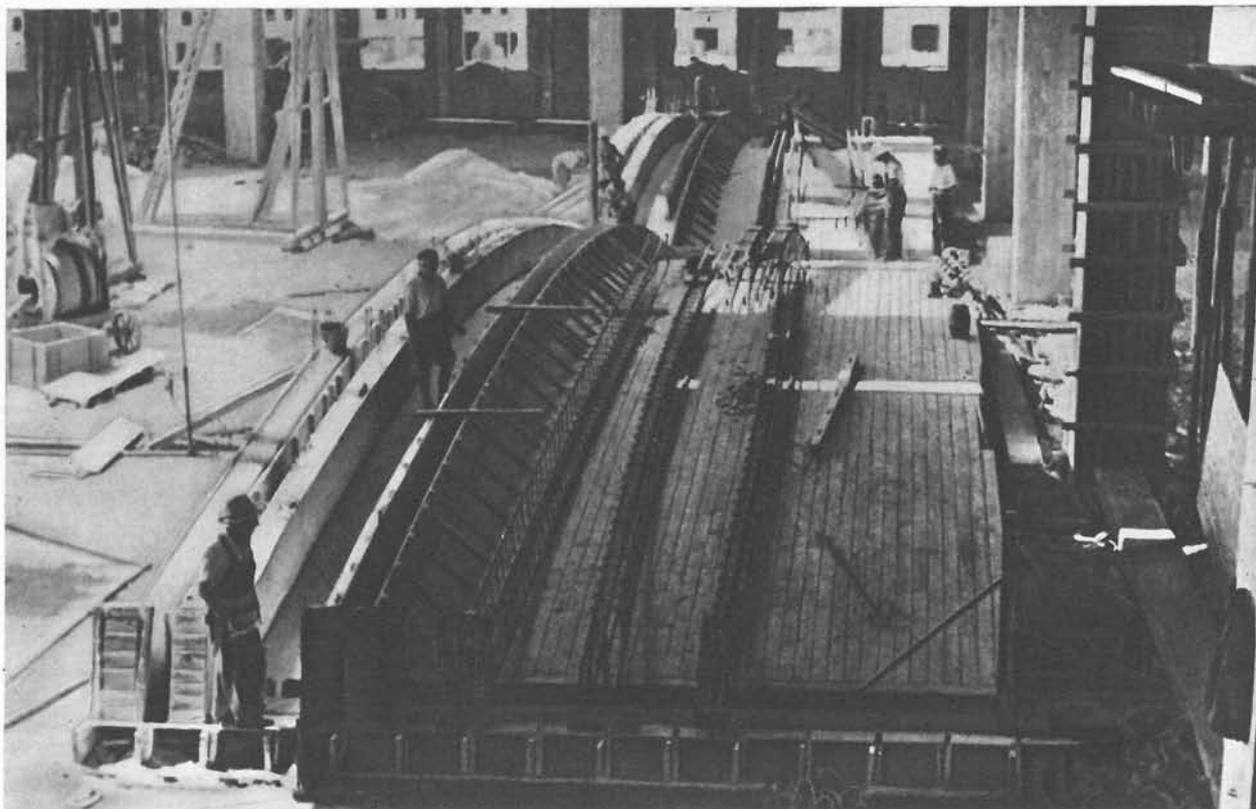
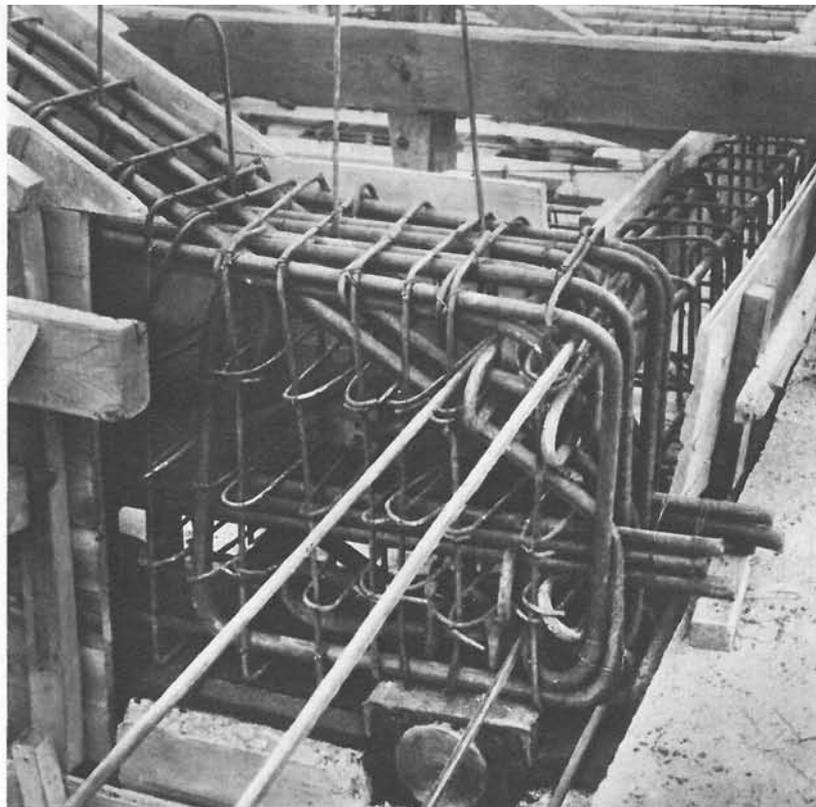
El módulo adoptado para la distribución de pilares en las crujías adosadas al hall central de maniobras era, aproximadamente, de 10 m, pasándose a 5 m para la ordenación de la cubierta que describimos. Está organizada en arcos triarticulados con tirante de 36,80 m de luz entre articulaciones, que se apoyan sobre ménsulas de 5,20 de vuelo, las cuales reducen la luz libre proporcionando momentos flectores de compensación a las vigas principales y permiten disponer de un pasillo en todo el perímetro superior, ya que este hall queda como patio cubierto en un bloque de edificios para vivienda de los empleados.

Los arcos triarticulados de 36,80 m de luz teórica y 5,60 m de flecha tienen una sección de  $50 \times 25$  y están armados simétricamente con 4  $\varnothing 30$  en cada cabeza. El tirante consiste en 4  $\varnothing 36 + 2 \varnothing 32$  y va colgado cada 4 m mediante péndolas que son  $\varnothing 16$ . Las péndolas coinciden con las vigas rios-tras que enlazan los arcos entre sí y tienen una sección de  $35 \times 20$ .

La cubierta propiamente dicha se escalona en tres planos, que dan lugar a lucernarios verticales a todo lo largo de la nave.

Se organiza en viguetillas longitudinales apoyadas directamente sobre arcos en los paños extremos y sobre la estructura de triángulos suplementarios en los escalones superiores. Sobre las viguetillas van placas de hormigón celular de  $1 \times 0,50$  m y sobre ellas se fundió «in situ» una placa de mortero de 3 cm, que, además de solidarizar el conjunto, recibió la loseta catalana de recubrimiento.

El premoldeo de los arcos se hizo en dos bloques verticales orientados paralelamente a su posición definitiva, agrupando en cada bloque los 25 semiarcos que corresponden a toda la nave. Los arcos extremos se hicieron «in situ», utilizándose uno de ellos como punto fijo de partida para el montaje.





*elevación de arcos*



Los semiarcos se extraían del bloque y se llevaban a su plano de montaje por medio de dos vagonetas provistas de gatos hidráulicos, y se elevaban a su posición definitiva colgados de dos plumas de madera. Se colocaban cada uno de los semiarcos sobre la articulación fija (un redondo de 36 soldado a una placa metálica), y sobre la articulación móvil (rodillo de acero de 16 cm), replanteándolos en su posición definitiva con las claves en contacto.

Entonces se enlazaban entre sí por soldadura los semitirantes, y mientras tanto se montaban las vigas que lo enlazaban con el inmediato anterior, no soltándolo hasta que todas las vigas se habían fijado también mediante soldadura eléctrica.

Para el montaje de viguetillas y placas de hormigón celular se utilizó un pequeño blondin, el cual las desplazaba transversalmente desde los forjados de las crujías inmediatas donde se habían ejecutado.

Las obras se comenzaron en marzo de 1950, terminándose la cubierta en octubre del mismo año, poniéndose en servicio dieciocho meses después del comienzo.

El montaje de elementos premoldeados duró dos meses.



## ***Fiat - Madrid***



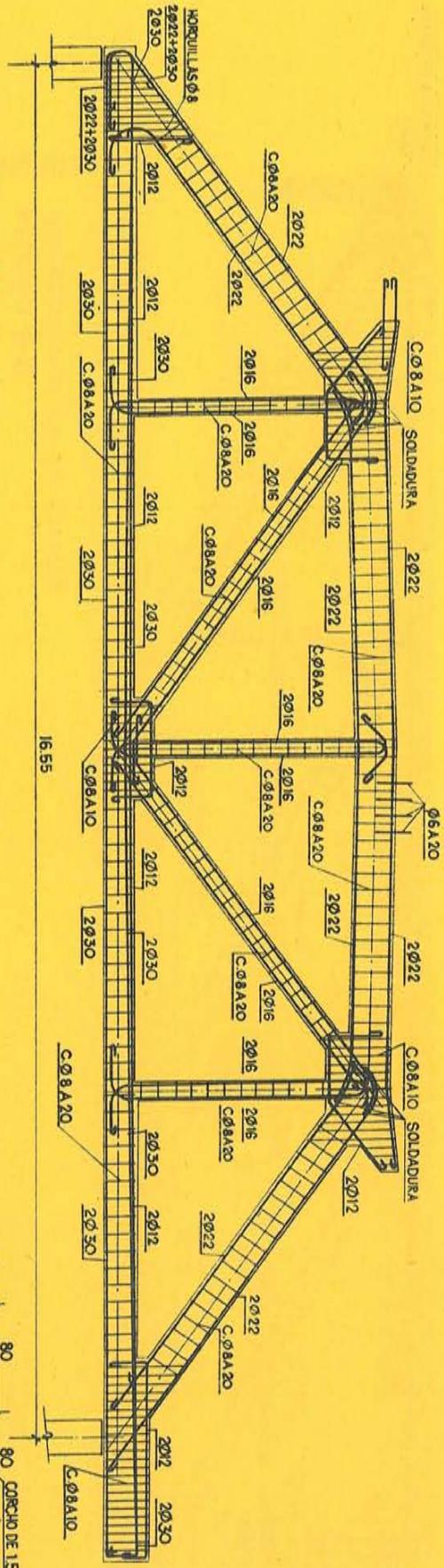
En las naves para talleres y almacenes de FIAT, S. A., de Madrid, se construyeron, en 1951, dos naves con cubierta premoldeada, una de  $38 \times 14$  para almacenes, y otra de  $72 \times 33$  para talleres. La primera estaba completamente despejada de soportes, la segunda tenía una fila longitudinal intermedia.

En esta última, la separación entre pilares es de 12 m en dirección longitudinal, y de 16,50 m en la transversal. Como la distancia entre lucernarios es de 5,50, corresponden tres dientes a la equidistancia entre pilares.

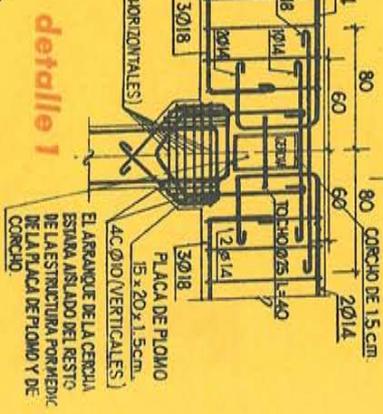
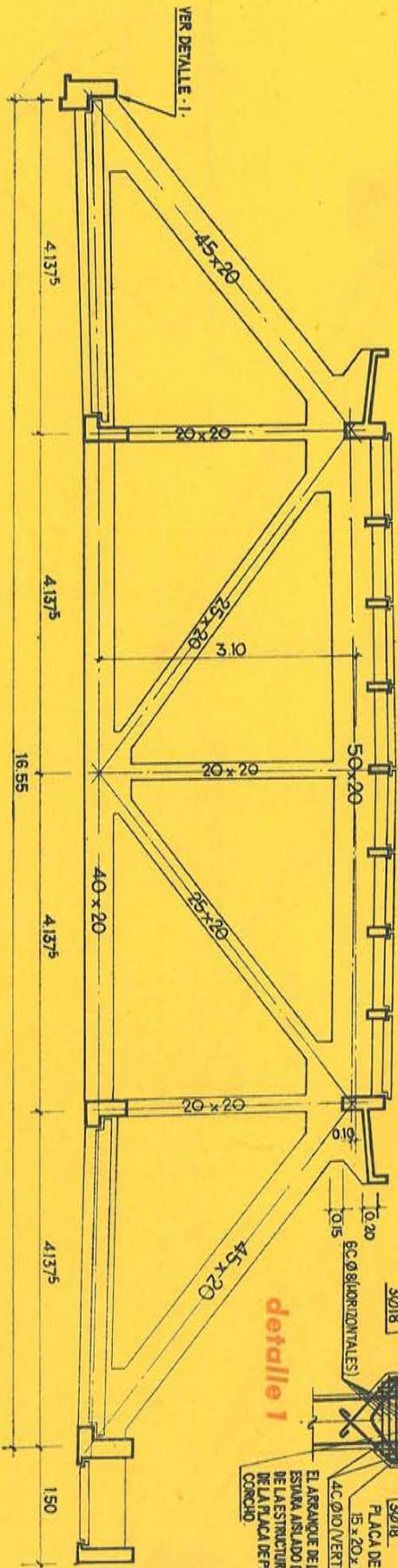


# FIAT HISPANIA - Madrid

## armado de la cercha



## sección A-A



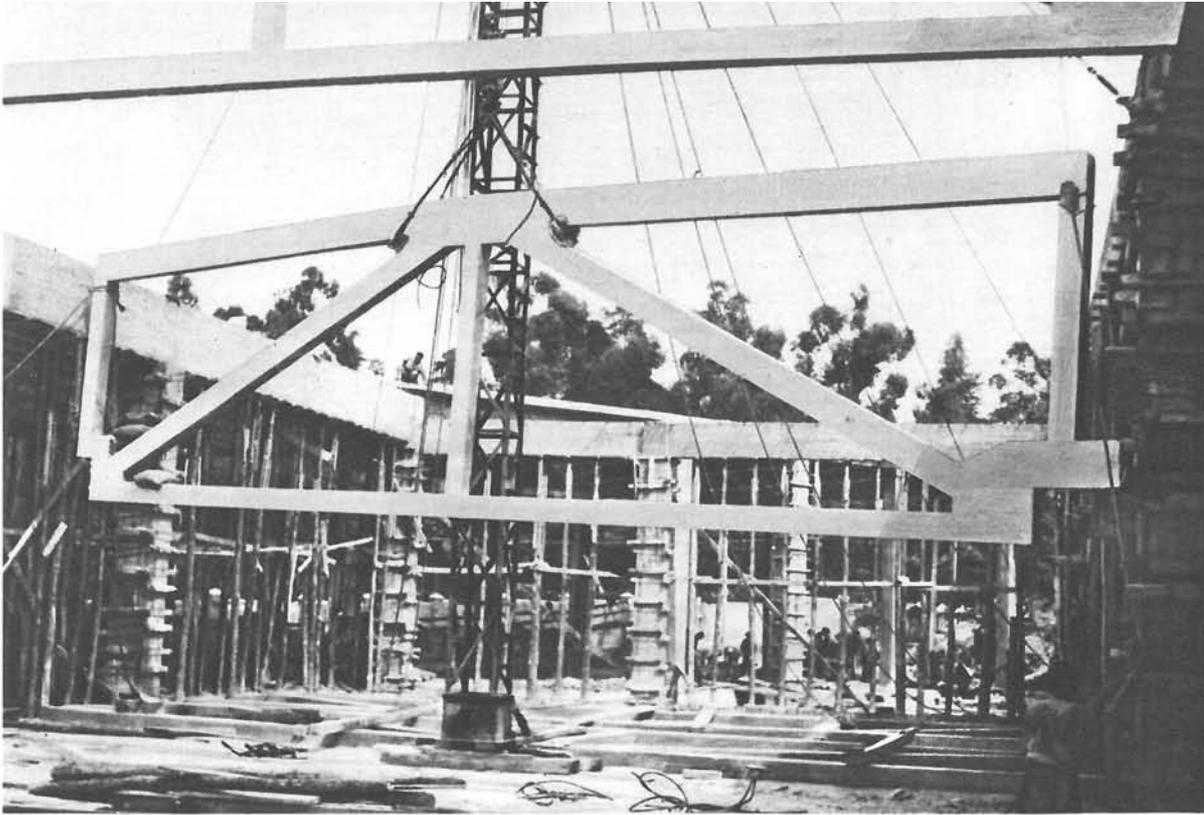
**detalle 1**

EL ARMAJE DE LA CERCHA ES UNA AISLADO DEL RESTO DE LA PLACA DE FUMIO Y DE CORCHO.

PLACA DE FUMIO 15 x 20 x 1.5 cm.

4CØ10(VERTICALES)

3CØ8(HORIZONTALES)

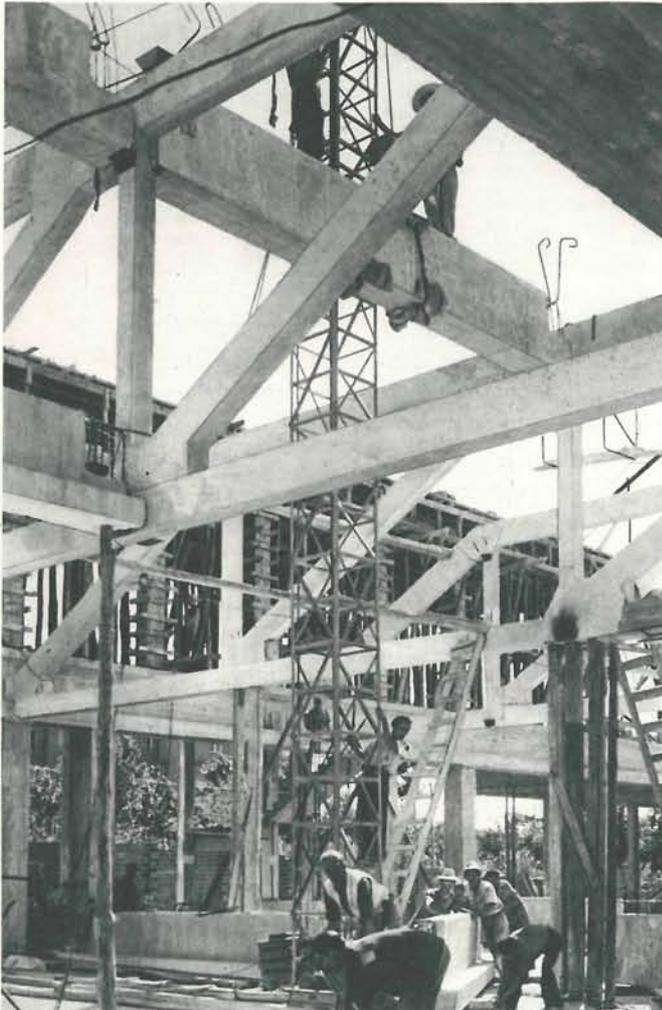
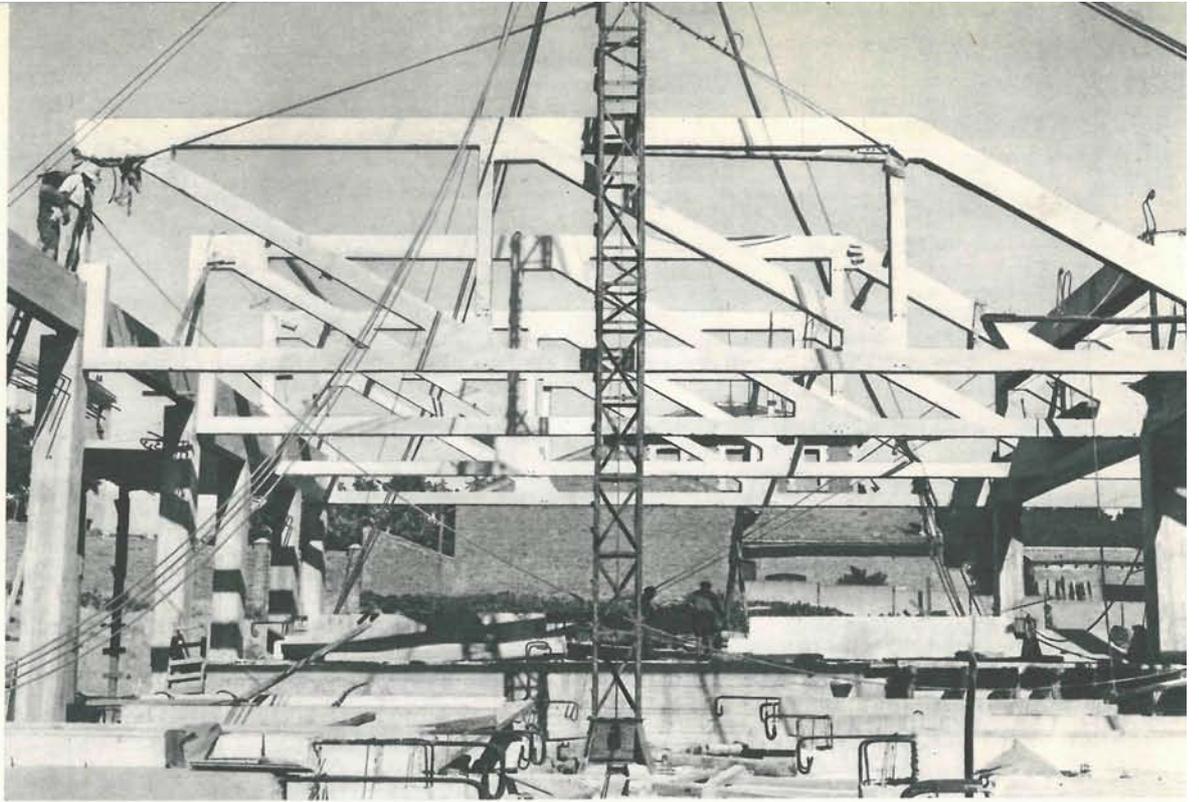


Organizamos la estructura mediante cerchas en diente de sierra triple con dos cordones paralelos, montantes verticales en los planos de lucernarios y barras inclinadas en los planos de los forjados, que son de viguetillas premoldeadas y bloques. Estas viguetillas premoldeadas siguen la dirección de máxima pendiente y se apoyan en vigas longitudinales que, además, solidarizan el conjunto de cerchas.

Estas vigas de arriostamiento y soporte de forjados tienen una altura de 1,20 m. delimitando estrictamente umbral y dintel de lucernarios.

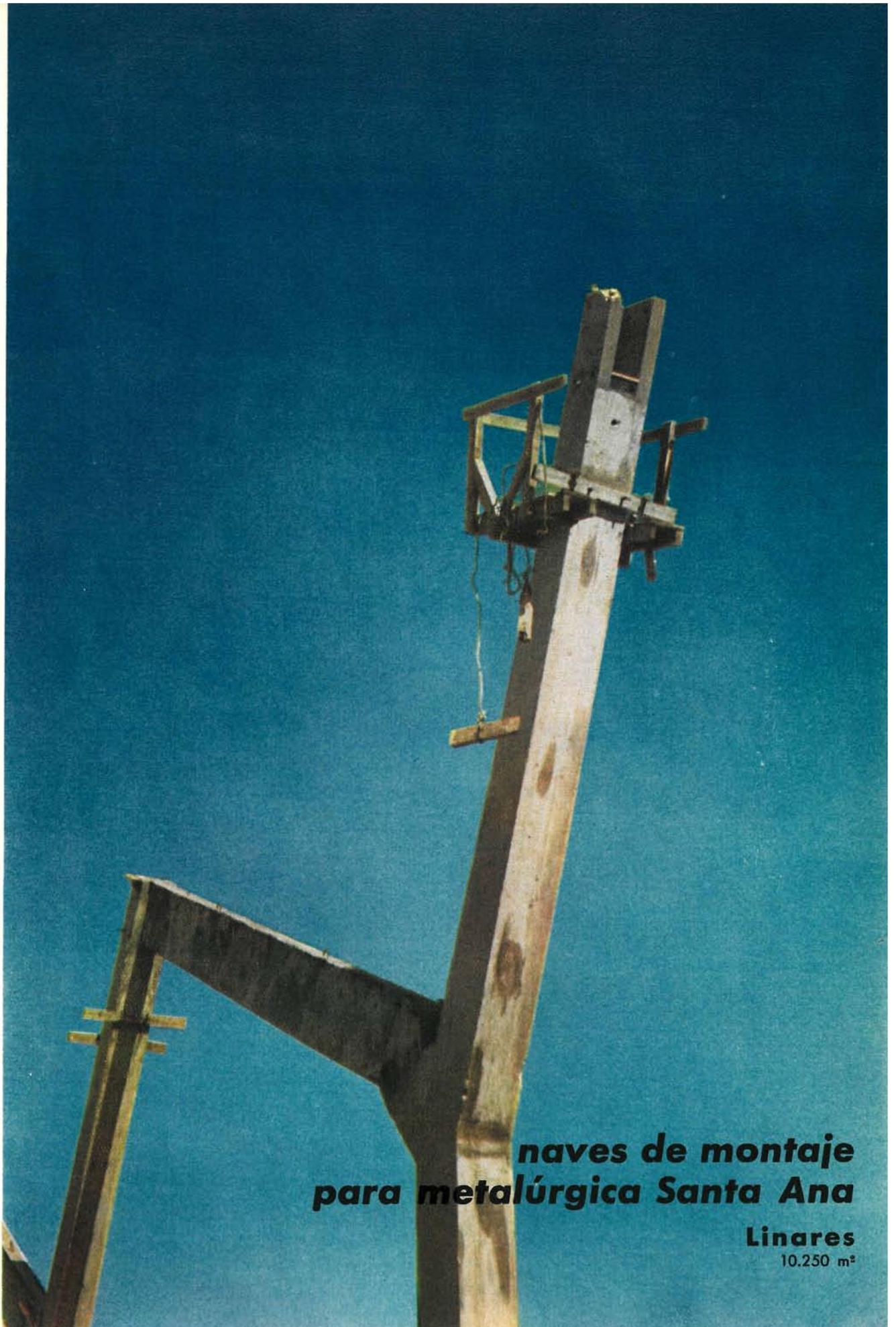
Tienen sección en L con tacón para apoyar los lienzos de forjado.

Se montaron enlazándose a las cerchas mediante apoyo provisional, sobre angular en la cara inferior, obteniéndose la unión definitiva por soldadura de hierros procedentes de su armadura superior, con otros que atraviesan el cuerpo de la cercha, a lo largo de agujeros dejados expresamente al hormigonar.



El apoyo de las cerchas sobre los dinteles de los pórticos que tienen sección en U, se hace enrasando el cordón inferior de aquéllas con la cabeza inferior del pórtico, con lo cual se consigue el gálibo estricto. La fijación se hace de modo muy simple, quedando ocultos los tacos en el borde inferior que materializan las horquillas de encaje de otras soluciones.

En la nave de almacenes, la luz de 14 m se salva mediante cerchas triangulares complementadas hasta el rectángulo para obtener lucernarios verticales en los dos costados. La equidistancia es de 5,50 m, y el forjado que se apoya en el cordón superior está formado por viguetillas y placas de hormigón celular.



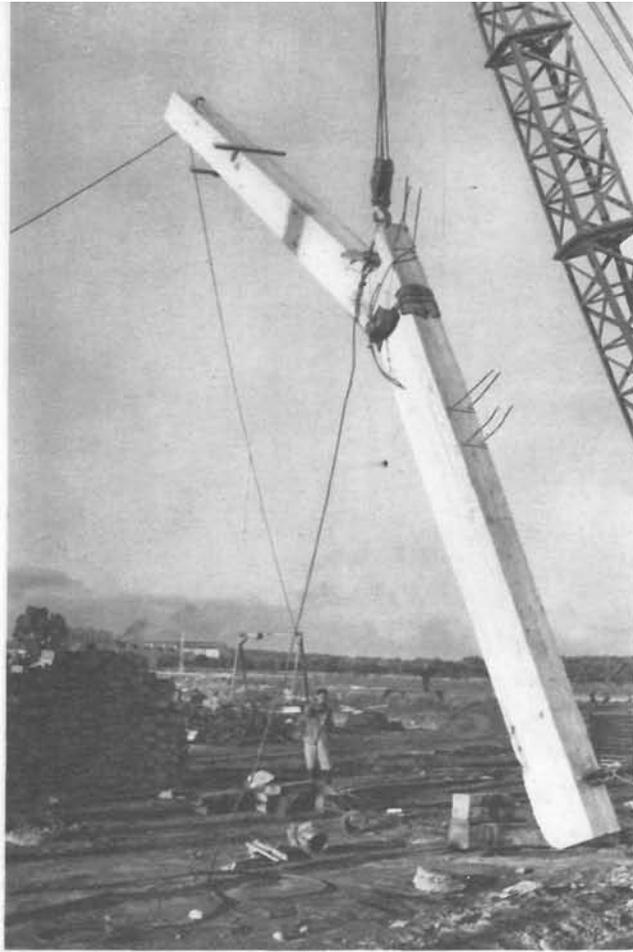
**naves de montaje  
para metalúrgica Santa Ana**

**Linares**  
10.250 m<sup>2</sup>

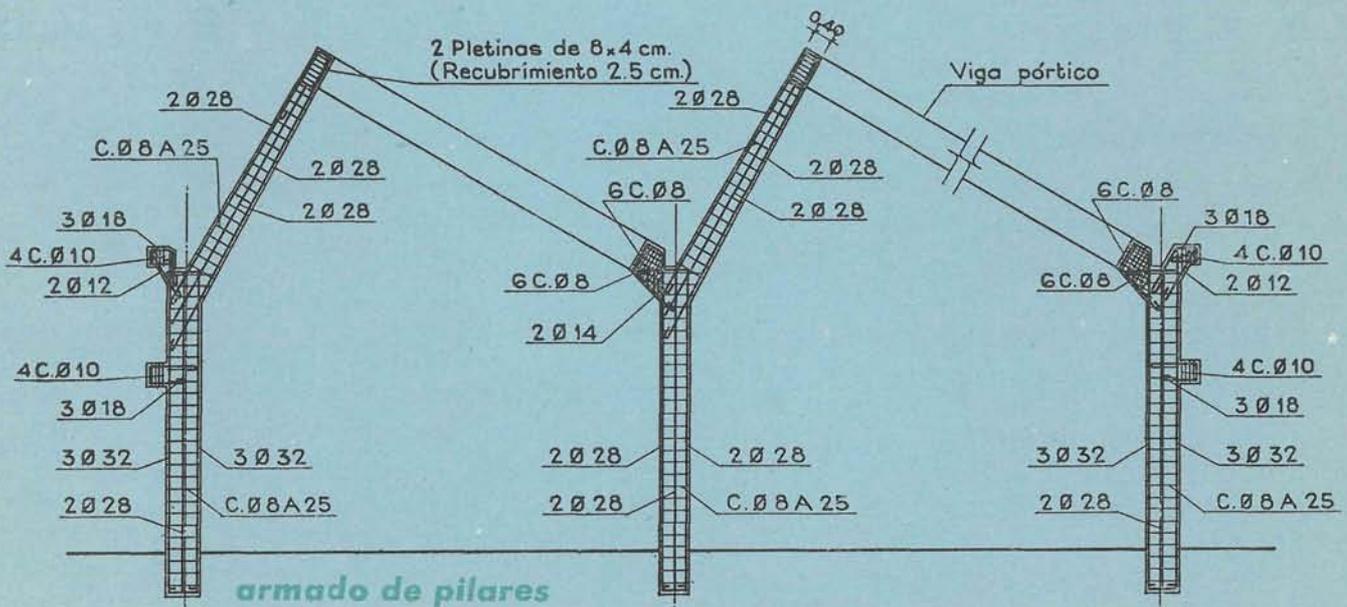
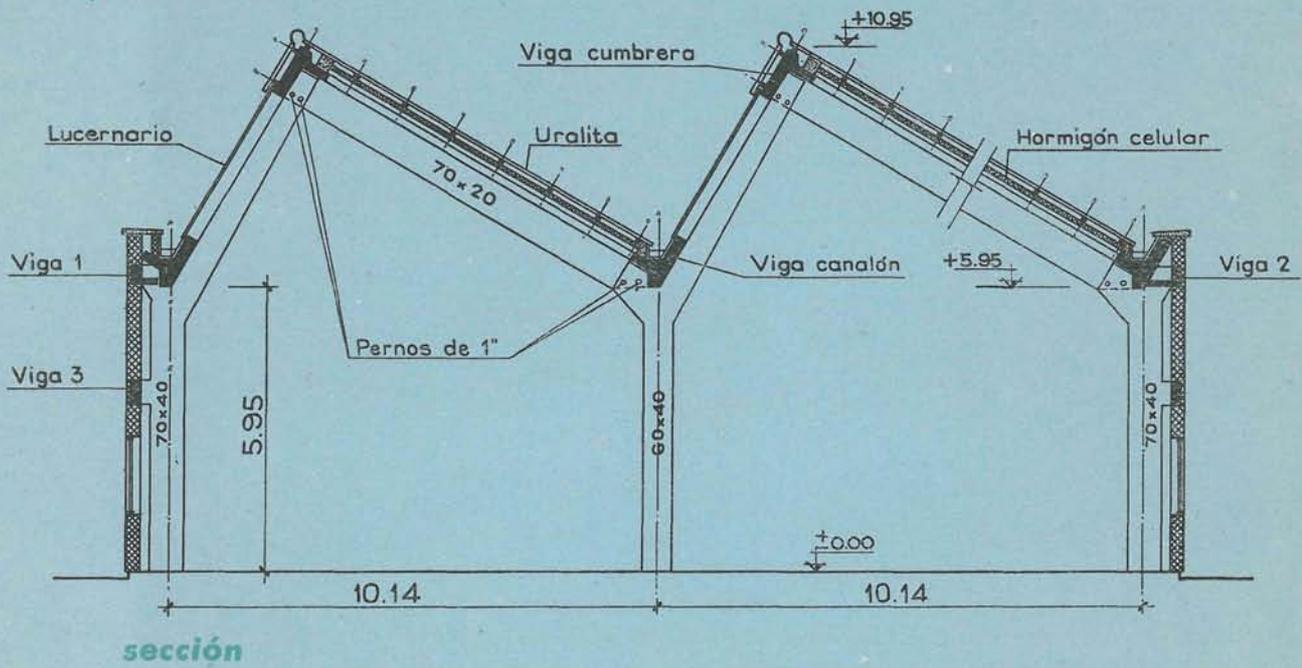
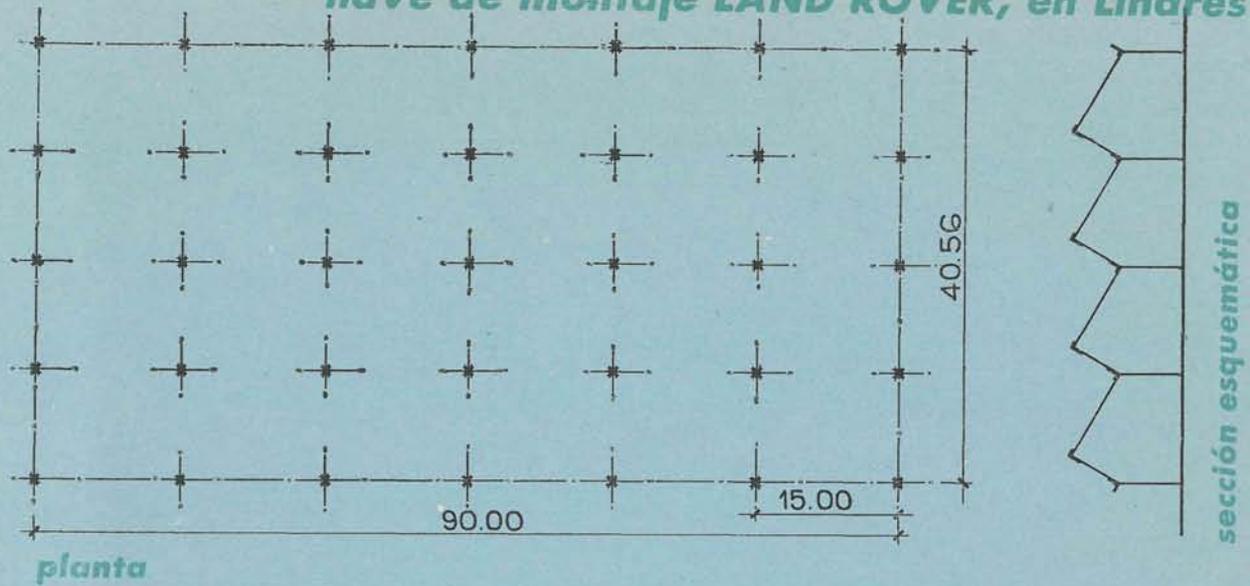
Se trata de dos naves con planta de  $90 \times 40,56$ , cubiertas con dientes de sierra en módulo de  $15 \times 10,15$ .

Se proyectó la estructura totalmente premoldeada, organizada en pórticos transversales con dinteles en dientes de sierra sin tirante y vigas longitudinales en cumbrera y canalón.

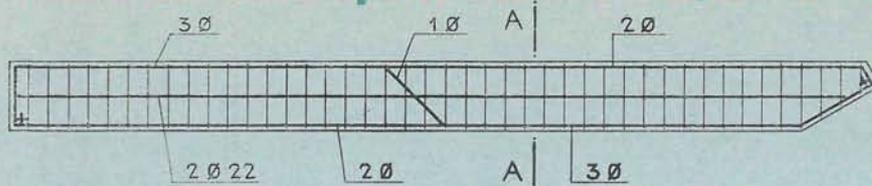
Sobre estas vigas se apoyaban las viguetillas que, sosteniendo placas de hormigón celular y uralita, formaban las vertientes cerradas de la cubierta. También se apoyan en estas vigas los lucernarios inclinados corridos a todo lo largo con una altura libre de 2,40. Son de carpintería metálica y resultan de gran diafinidad, ya que sólo quedan cortados por la prolongación de pilar cada 15 metros.



# nave de montaje LAND ROVER, en Linares

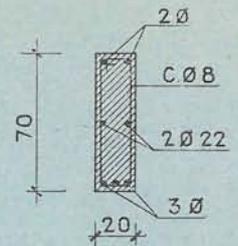


# nave de montaje LAND ROVER, en Linares

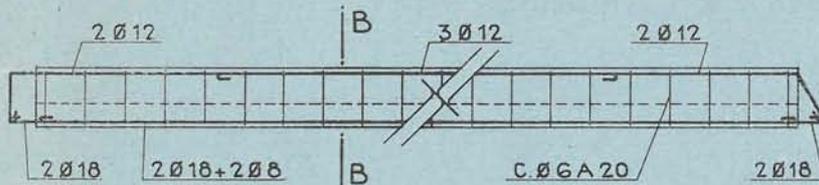


**viga pórtico**

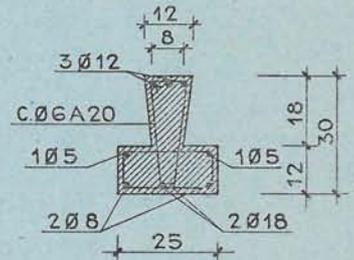
Tramo extremo derecho  $\emptyset 28 - C.\emptyset 8A 20$   
 Tramos restantes  $\emptyset 22 - C.\emptyset 8A 25$



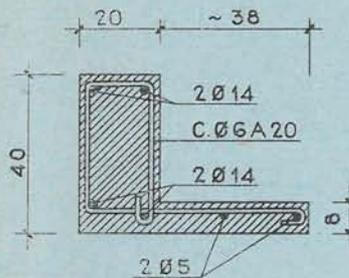
**A-A**



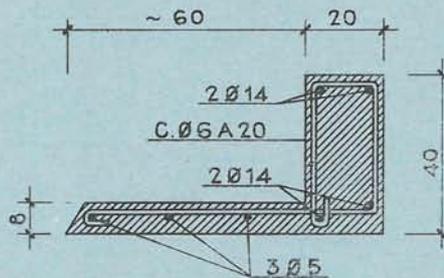
**vigüeta**



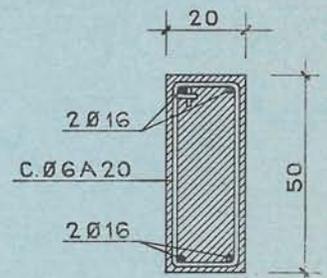
**B-B**



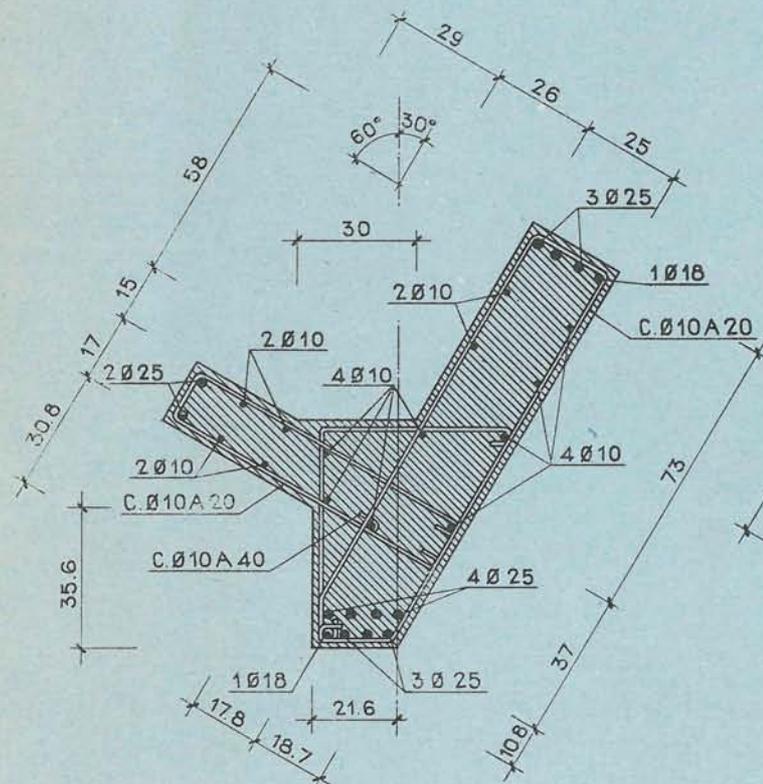
**viga 1**



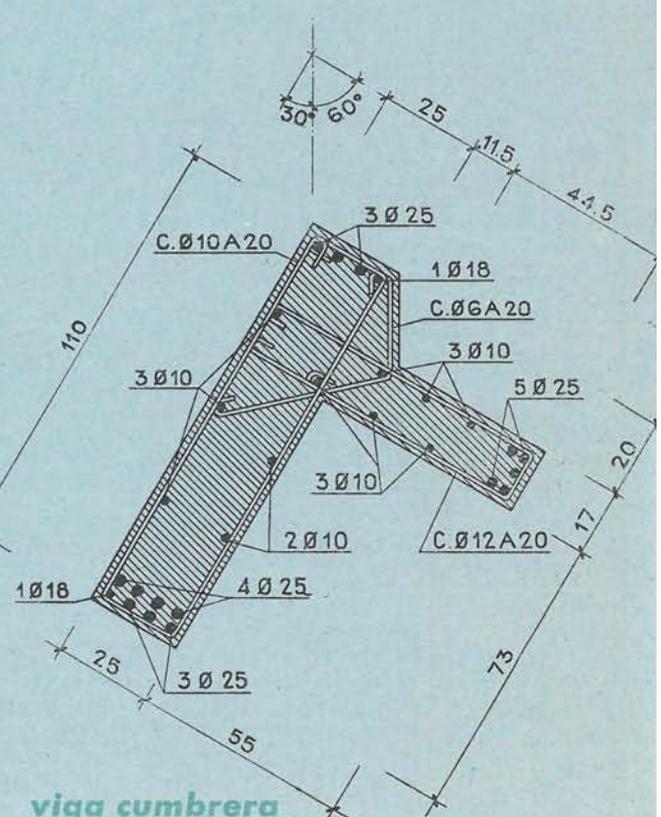
**viga 2**



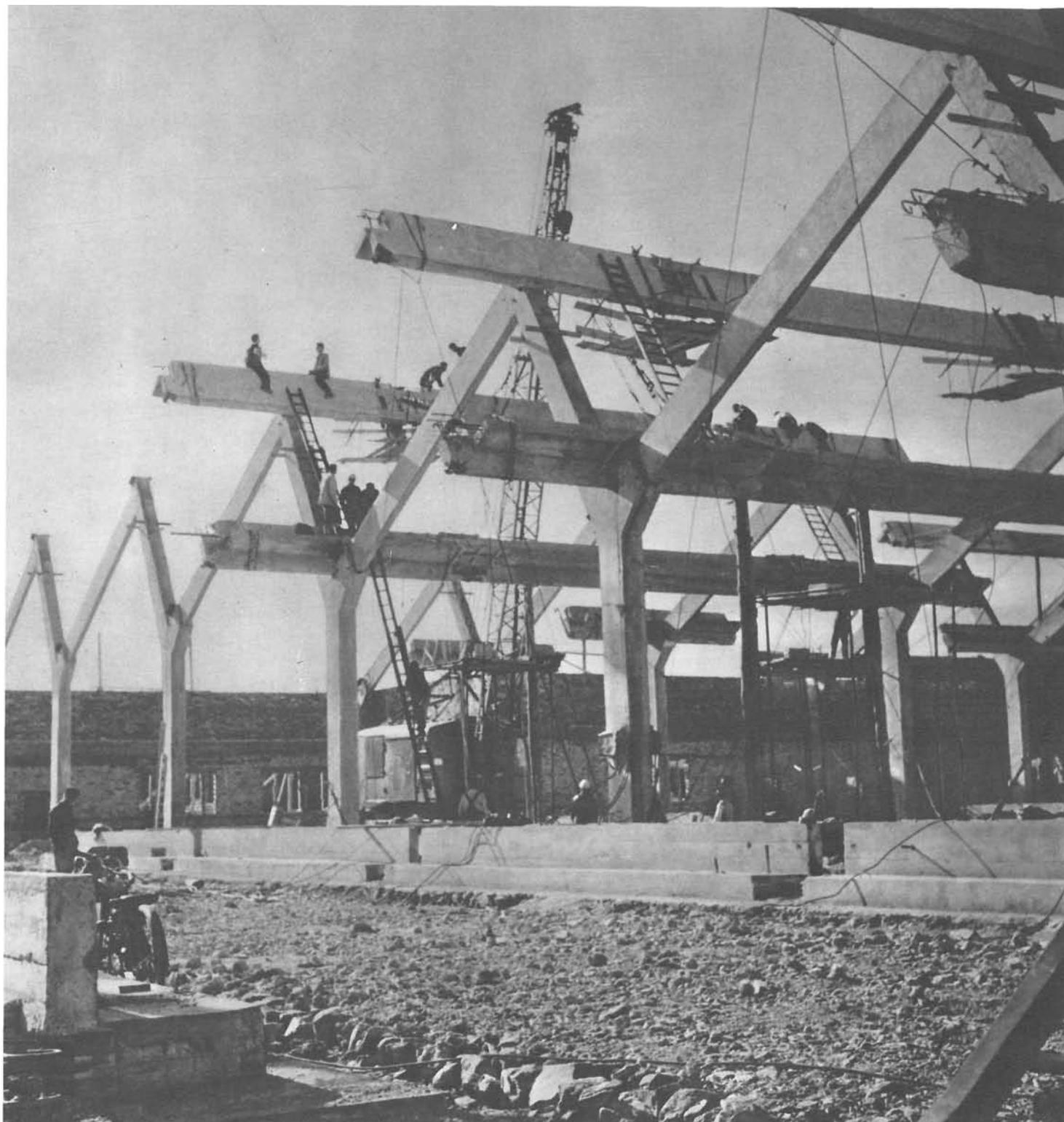
**viga 3**



**viga canalón**



**viga cumbrera**



El primer elemento premoldeado es el pilar prolongado en el dintel de fuerte pendiente del diente. Tiene  $60 \times 40$  de sección cuando es interior y  $70 \times 40$  cuando queda en extremidades armados con  $6 \text{ } \varnothing 28$  y  $6 \text{ } \varnothing 32 + 2 \text{ } \varnothing 28$ , respectivamente.

Este elemento tiene dos extremidades en horquilla para recoger la segunda pieza premoldeada, que es el dintel de menor inclinación del diente, el cual, con sección de  $70 \times 20$ , queda aprisionado en dichas horquillas, situadas una en la zona del nudo triple del pórtico y la otra en la extremidad superior del elemento primero. El segundo elemento descansa directamente sobre él, pero, además, se solidariza para flexiones mediante cuatro pasadores de 1".

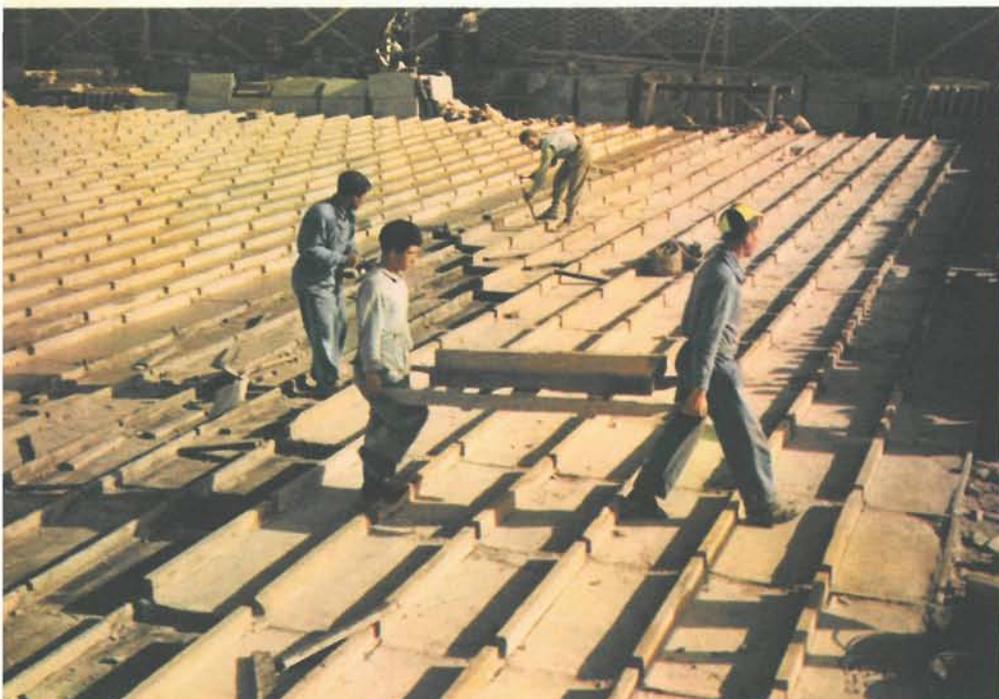


Constituido, de este modo, el pórtico transversal, se pasa a las vigas cumbreras y canalón, que tienen forma angular muy parecida, y se moldean en dos series de piezas: las que corresponden a zonas de apoyos (momentos negativos) y las que comprenden a las zonas centrales que abarcan los tres quintos de la luz. Se montaron primero las vigas de zonas de apoyo, las cuales quedaban provisionalmente en doble ménsula, montándose en una segunda fase las zonas centrales por apoyo directo sobre las ménsulas y solidarizándose definitivamente por soldadura de barras y hormigonado de trozos de empalme.

El cuarto elemento premoldeado era la viguetilla de cubierta que salvaba directamente la luz en sentido de la pendiente entre cumbra y canalón. Tenían sección  $T 30 \times 25$ , con aleta inferior para recoger por ambos lados las placas de hormigón celular.

Se premoldearon todos los pórticos transversales de las naves y se comenzó el montaje de vigas longitudinales, llegando a completarse con viguetillas algunos de los recuadros, pero, por razones particulares de la obra, se cambió de criterio en las vigas longitudinales, realizándose «in situ». En el resto de la cubierta se siguió con premoldeo total.

La nave menor está cortada por una junta transversal, realizándose la articulación al quinto de la luz de vigas longitudinales. Para el enlace de ambos elementos se dispusieron rodillos de acero con diámetro de 10 cm.

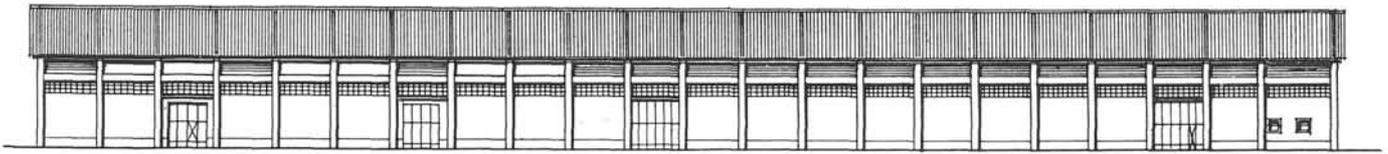






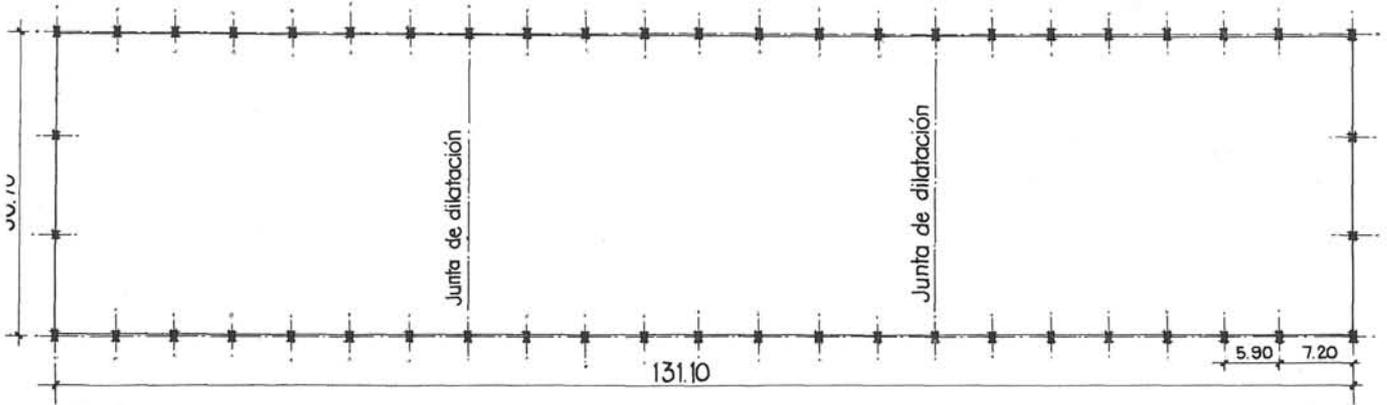
Ocupa una planta de  $131,50 \times 30,70$ , organizada en elementos transversales a una equidistancia de  $5,90$ , compuesta de pilares que sostienen vigas de puente-grúa y cerchas sencillas sustentadas isostáticamente sobre ellos.

Las cerchas constituidas por pares y tornapuntas intermedios de hormigón armado con tirante formado por 3 redondos de  $3 \text{ } \varnothing 30$  de acero al descubierto, son de una simplicidad extrema.

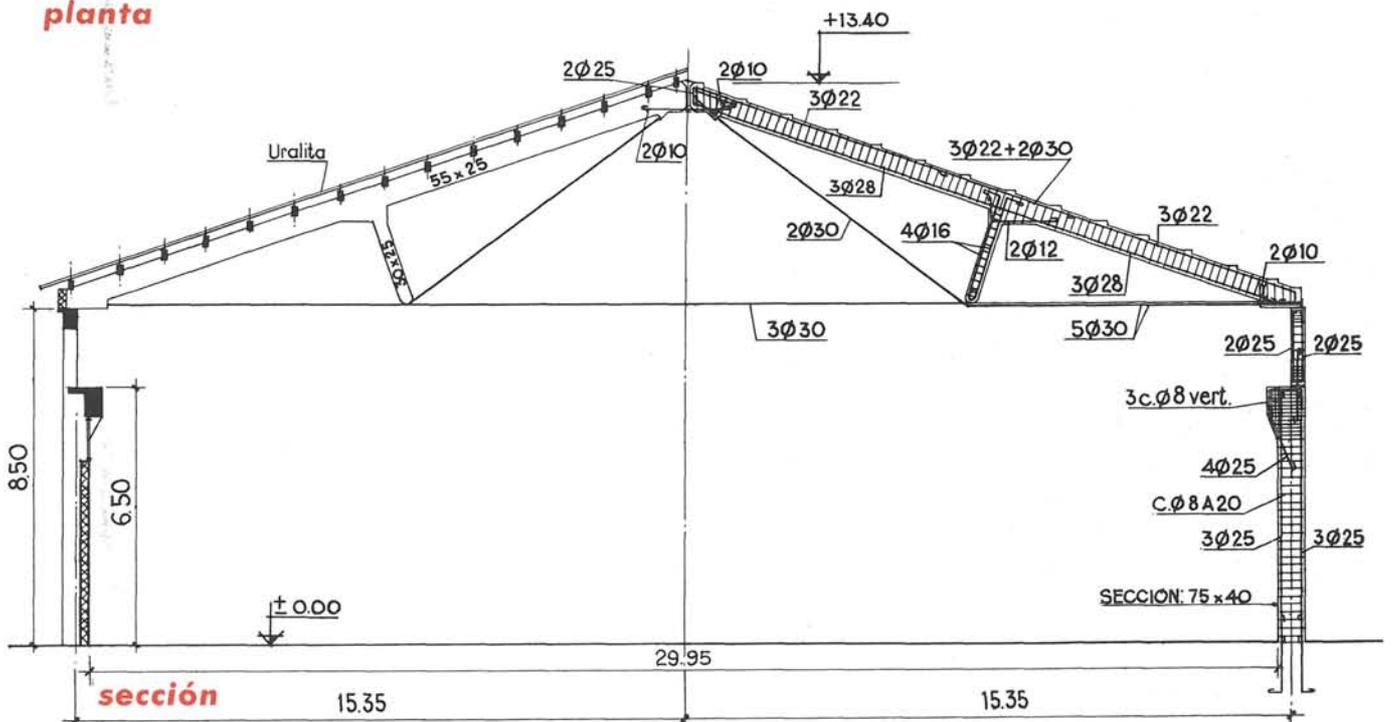


fachada

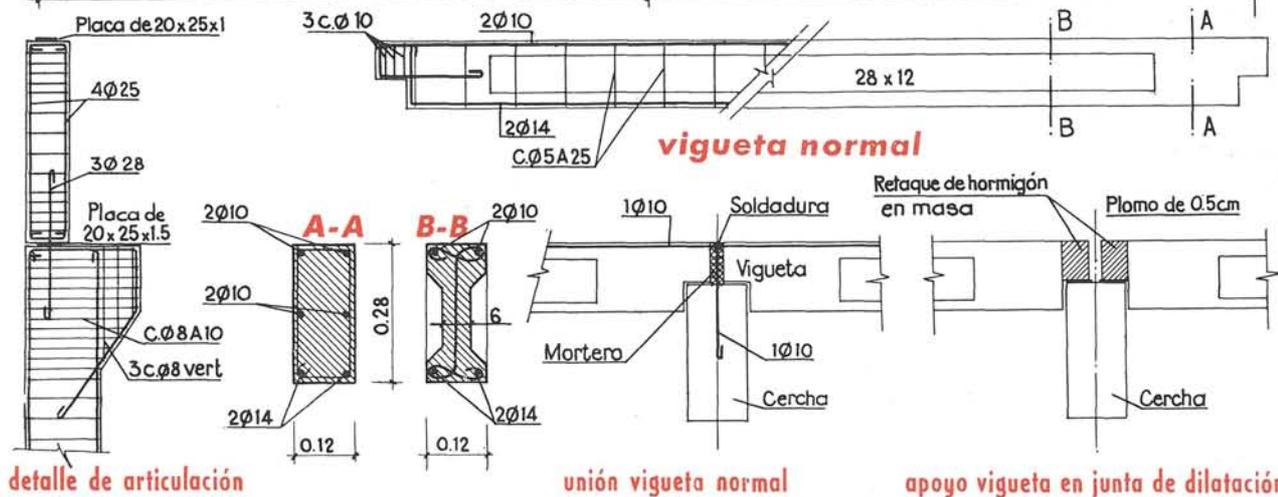
nave de fundición de ENDASA, en Avilés



planta



sección



detalle de articulación

unión vigüeta normal

apoyo vigüeta en junta de dilatación

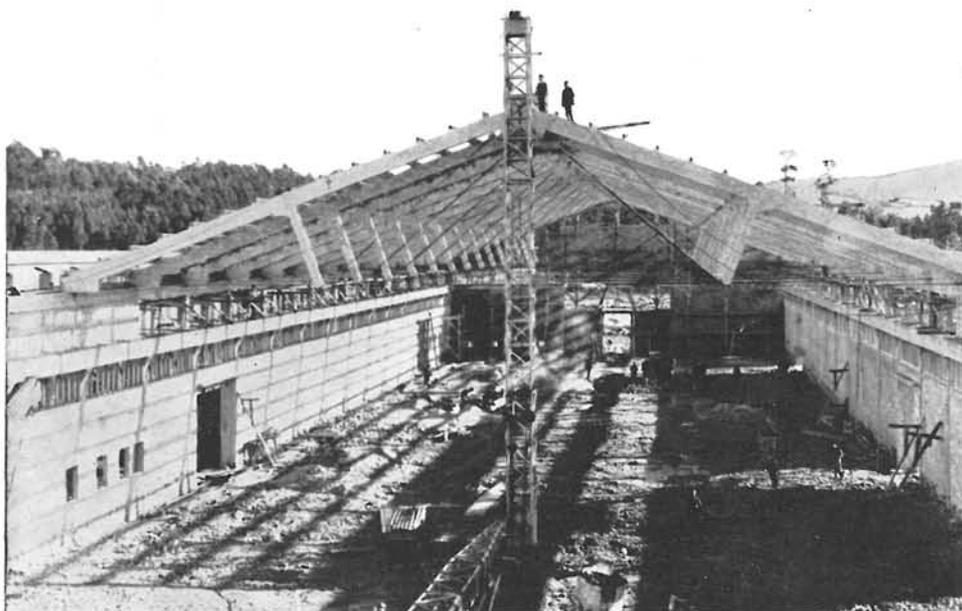
Se montaron en dos mitades como arco de tres articulaciones, soldando el tirante ( $\varnothing 30$ ) que estaba también partido en dos mitades. Al terminar el montaje de la cubierta se anuló la articulación en clave.

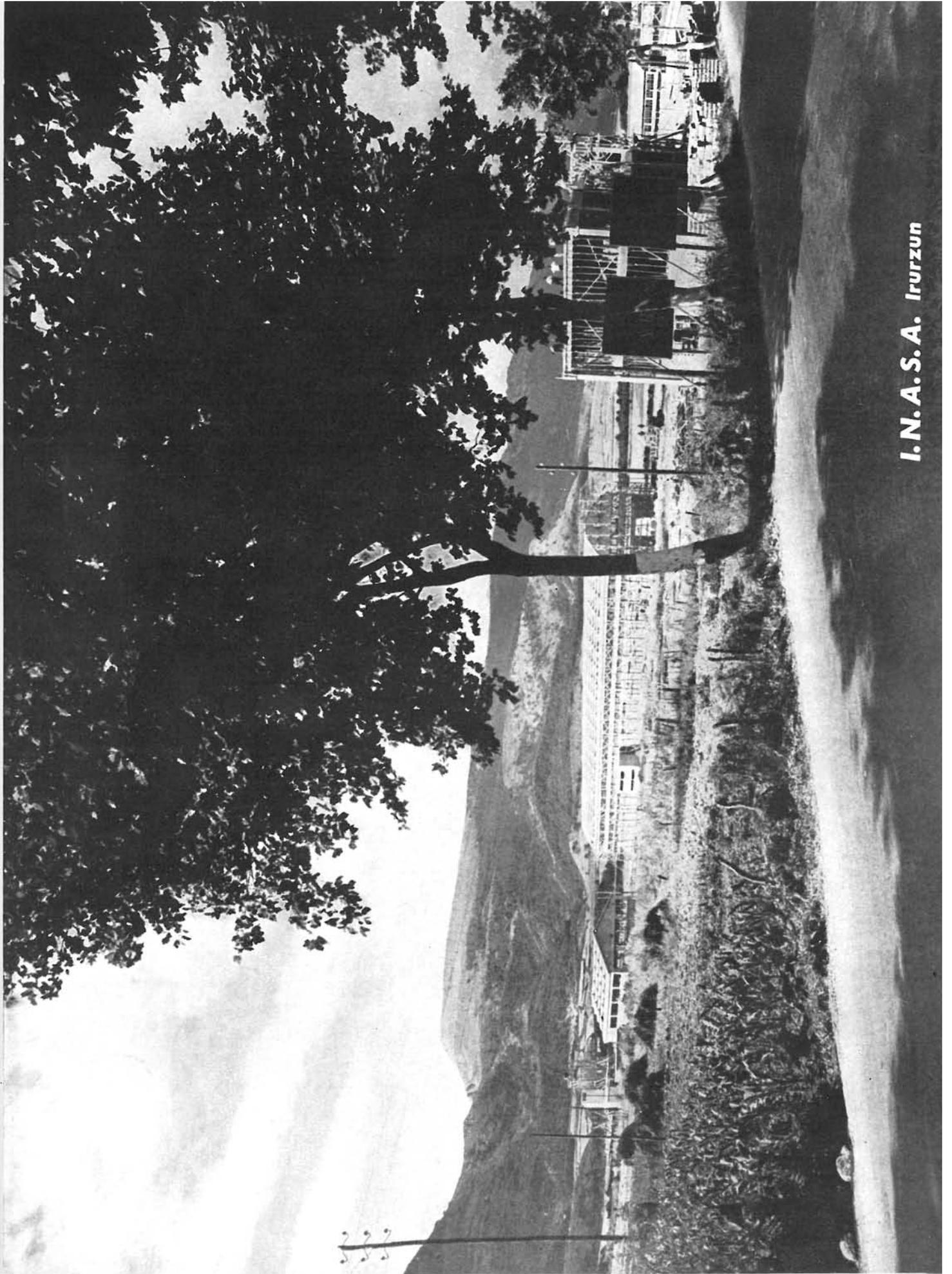
Las cerchas van apoyadas sobre los pilares a través de articulación fija en un extremo ( $\varnothing$  de 36 soldado a placa de acero) y articulación móvil de hormigón armado en el otro.

Los pilares tienen una sección en la base de  $75 \times 40$ , y quedan arriostrados longitudinalmente por la viga de puente-grúa ( $75 \times 35$ ) y por una viga de coronación. Van cimentados sobre macizos de hormigón en masa que llegan hasta el firme.

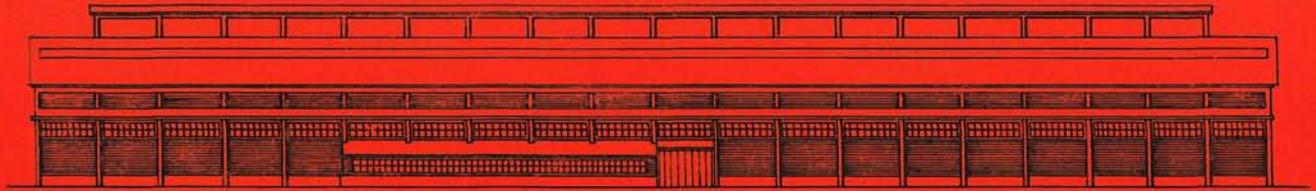
El cubrimiento está constituido por uralita sobre viguetillas sección doble T ( $0,28 \times 0,12$ ), que se apoyan directamente sobre las cerchas. Estas quedan enlazadas, además, por cuatro vigas rios-tras, dos en cumbre y otras dos en los nudos intermedios que se montarán antes de soltar las cerchas, asegurando su estabilidad transversal. El enlace se hacía por soldadura en placas dispuestas en los dos elementos que se solidarizan.

El edificio está cortado en tres partes por dos juntas de dilatación obtenidas disponiendo en apoyo deslizante todas las viguetillas de un lado de la junta y cortando con junta a media altura las vigas de puente-grúa y las de coronación de pilares. El cierre de fachada se hizo con bloques de hormigón, carpintería de hormigón armado en huecos de iluminación y persianas de uralita en los huecos de ventilación. La iluminación se complementó con unas fajas de Verondulit dispuestas en la cubierta, sustituyendo a la uralita.



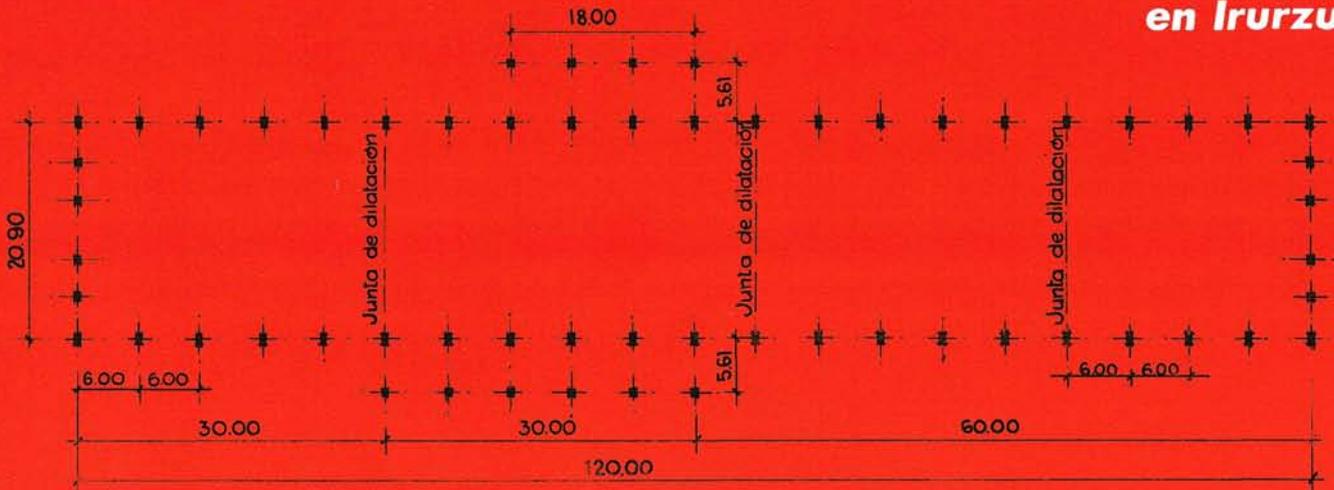


**I.N.A.S.A. Irurzun**

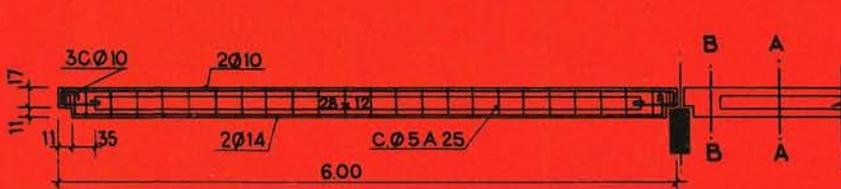
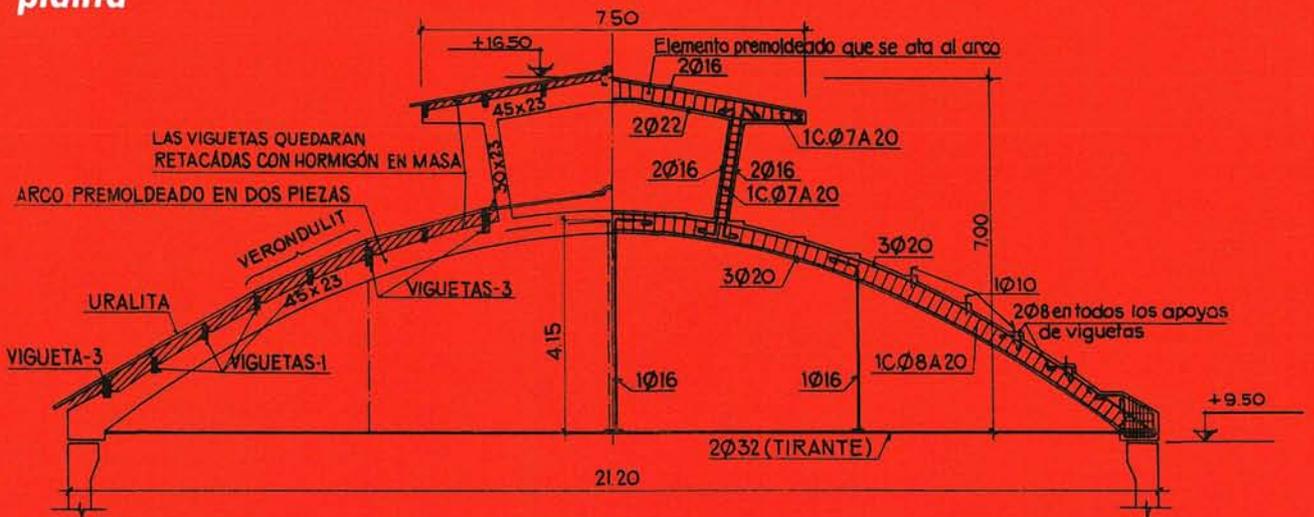


**fachada principal**

**nave de fundición para INASA,  
en Irurzun**

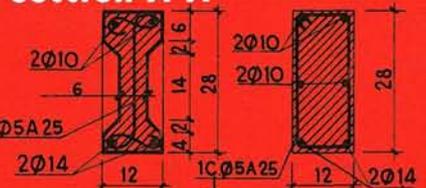


**planta**



**vigueta normal**

**sección A-A**



**sección B-B**



**unión  
vigueta normal**

TOCHO Ø40 (L=23)  
SOLDADO A LA PLACA  
INFERIOR



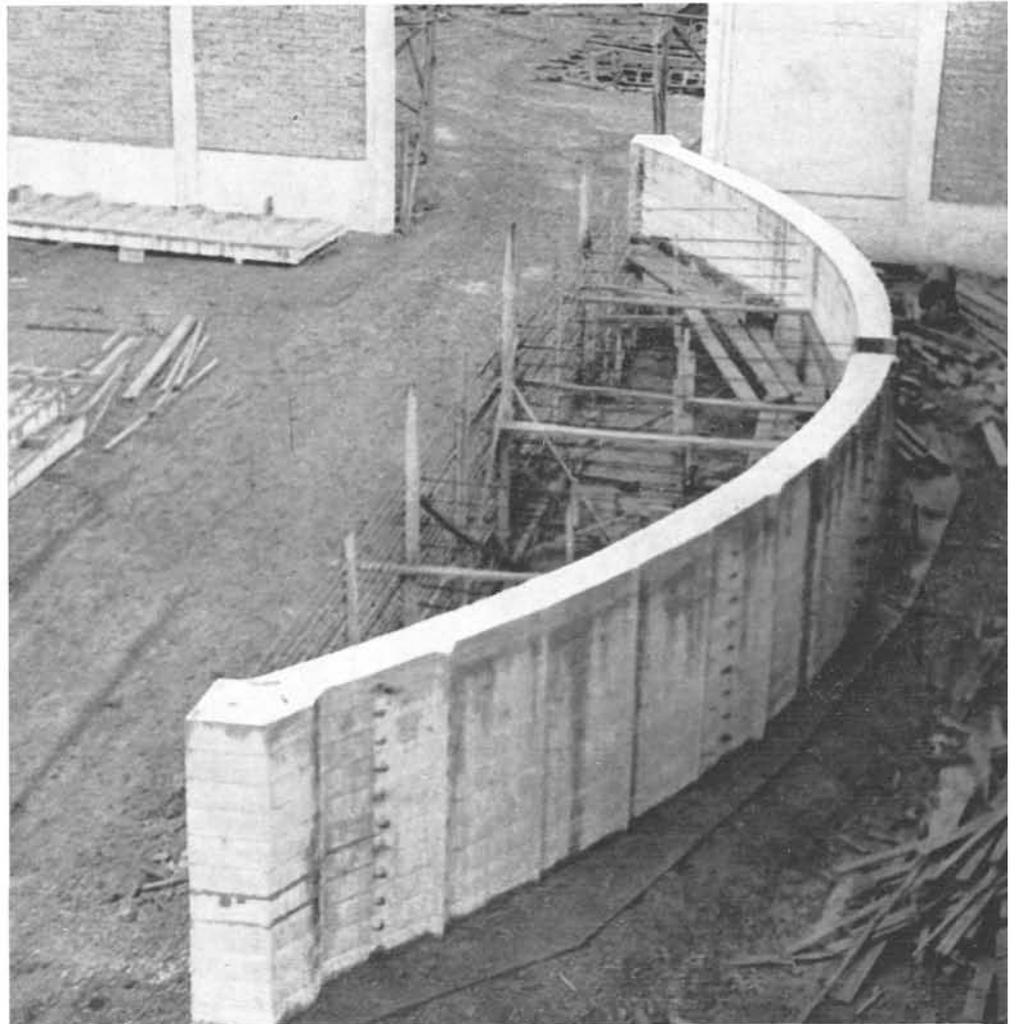
**apoyo del arco al pilar**



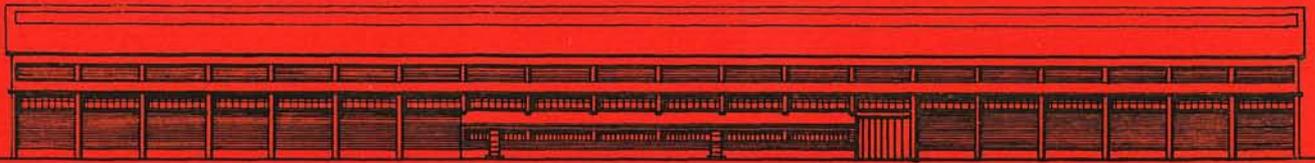
## **nave de fundición**

La planta de esta nave es de  $120 \times 21,20$  con dos pequeños adosados de  $18 \times 5,61$  y  $30 \times 5,61$  m.

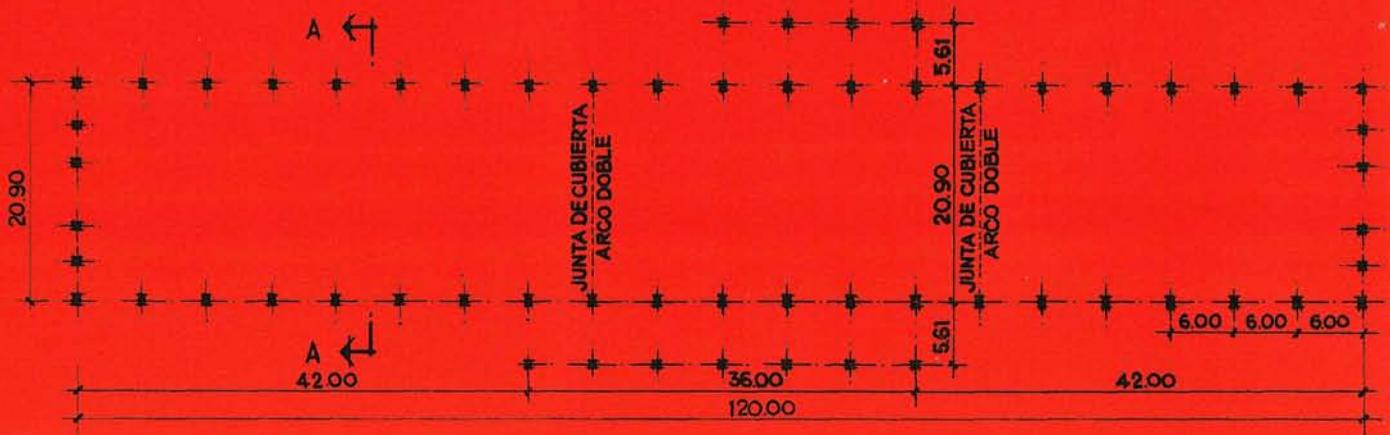
Se ha organizado en entramados transversales a 6 m de distancia, integrados por dos pilares con viga para puente-grúa y un arco atirantado que se apoya sobre ellos mediante articulaciones fijas en ambas sustentaciones. ( $\varnothing$  40 soldado a placas de acero.)



**arcos**

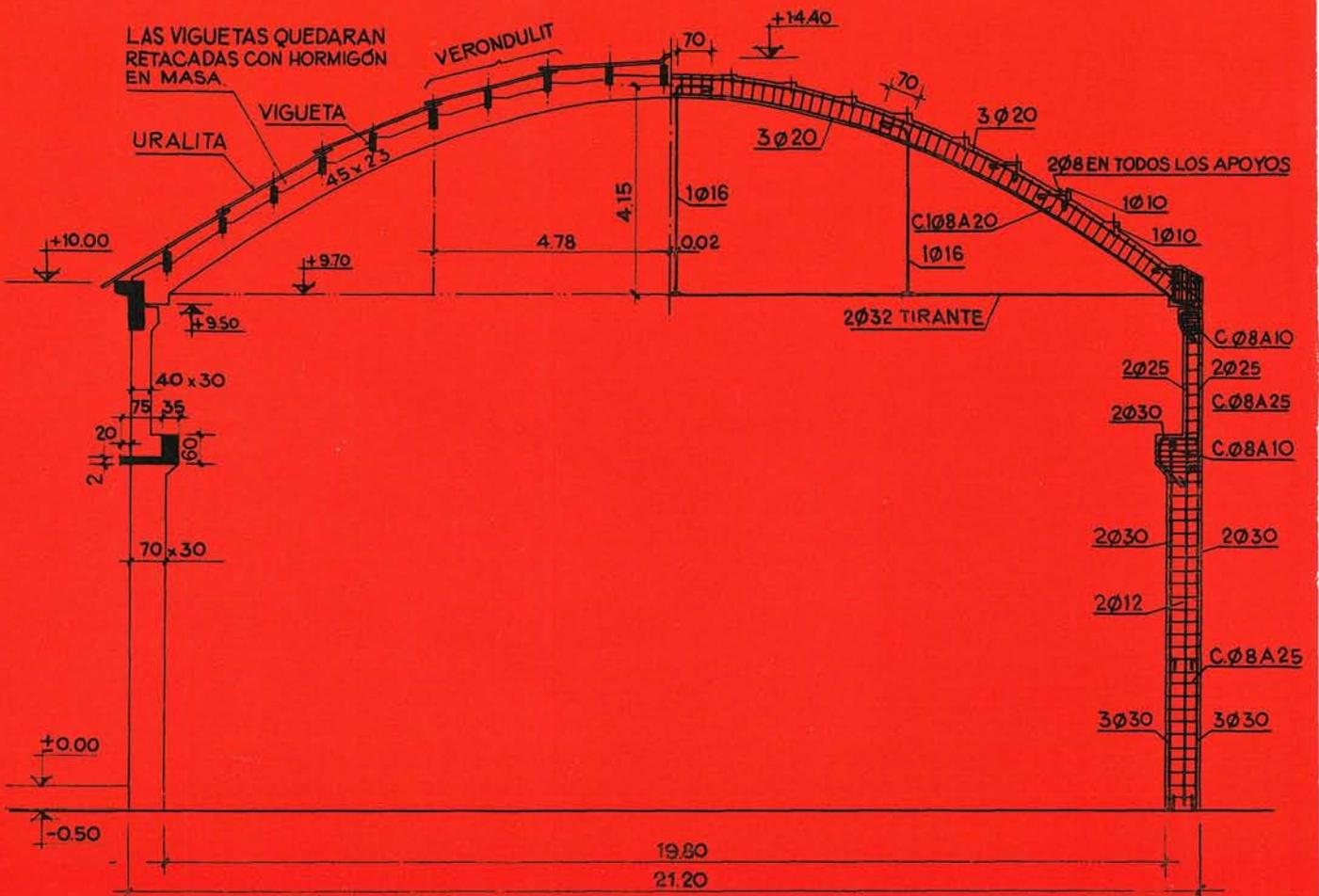


alzado



planta

nave de trefilado para INASA,  
en Irurzun



sección A-A

## **nave de trefilado**

La planta de esta nave es como la de fundición,  $120 \times 21,20$ , con dos adosados de  $18 \times 5,61$  y  $36 \times 5,61$ .

La organización estructural es la misma que en fundición, diferenciándose únicamente en que no lleva linternón, ya que no es necesario una ventilación tan enérgica.

Las juntas se disponen en las mismas secciones, duplicándose los arcos correspondientes sobre los mismos pilares. La iluminación se hace por lucernarios verticales a lo largo de la fachada y fajas de Verondulit, sustituyendo a uralita en cubierta.

Los arcos con 20,90 de luz teórica y 4,15 m de flecha tienen una sección de  $45 \times 23$  y van atirantados por 2  $\varnothing 32$  colgados de tres péndolas ( $\varnothing 16$ ). Llevan encima un marco trapecial para disponer la ventilación mediante huecos corridos, que es muy importante dado el destino de la nave.

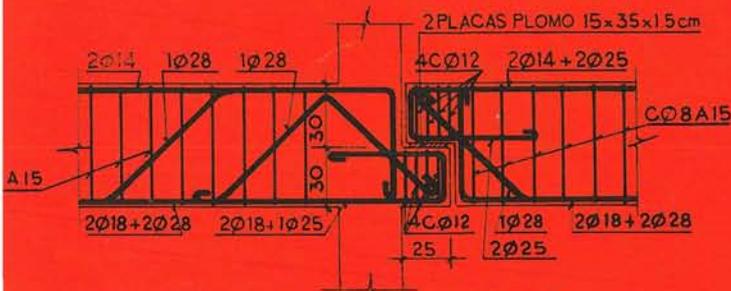
Los pilares tienen una sección de  $70 \times 30$  y quedan arriostados por la viga de puente-grúa ( $60 \times 35$ ) y por una viga de coronación ( $100 \times 30$ ). La cimentación es sencilla, obtenida por macizos de hormigón en masa directamente sobre el firme.

La nave se cubre con uralita, sustituida en algunas fajas por Verondulit, apoyada sobre viguetillas de sección doble T ( $28 \times 12$ ), que van directamente de arco a arco. Estas se enlazan, además, por seis vigas riostras de mayor sección ( $28 \times 16$ ), montadas antes de soltar los arcos para asegurar la estabilidad transversal, solidarizando el nuevo arco con los anteriormente montados.

El edificio queda partido en tres partes por dos puntos de dilatación, obtenidos al disponer deslizante el apoyo de todas las viguetillas, sustentadas en el arco correspondiente al plano de junta. Además, se cortan junto al pilar las vigas de puente-grúa y las de cumbrera.

La ventilación superior queda abierta en toda la longitud del linternón. La iluminación se obtiene mediante lucernarios verticales en fachada, con carpintería de hormigón armado y fajas de Verondulit en cubierta. El relleno de fachada se consigue con ladrillo plano a cara vista.

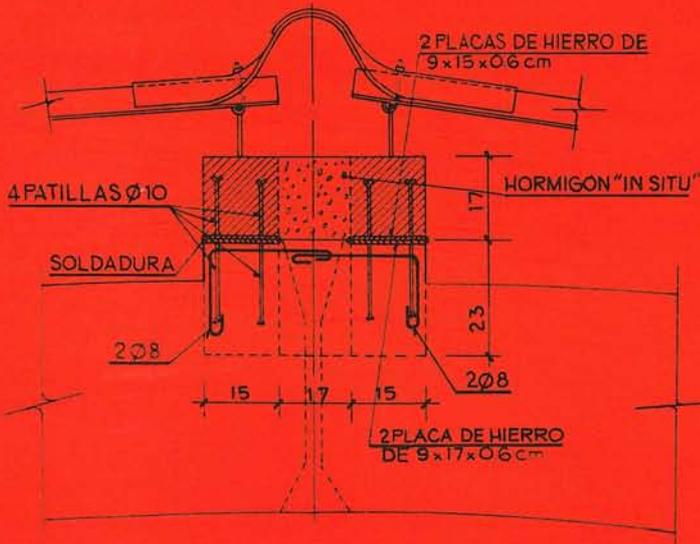
# nave de trefilado y fundición para INASA, en Irurzun



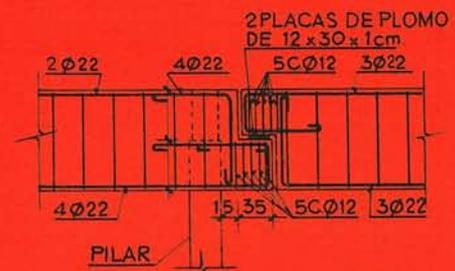
detalle viga puente grúa-junta



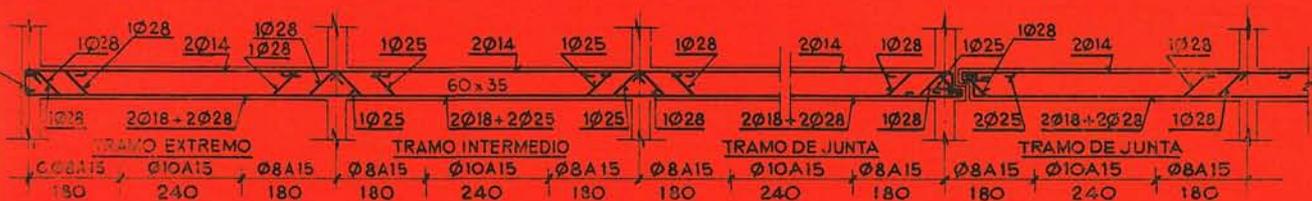
armadura apoyo arco



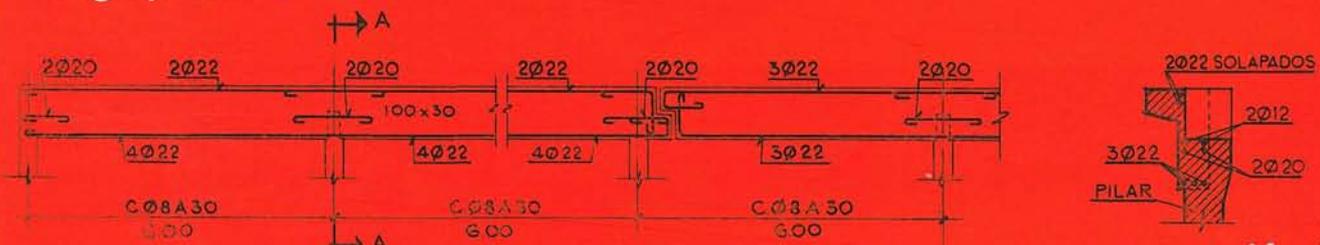
detalle apoyo de viguetas



detalle junta viga cumbreira

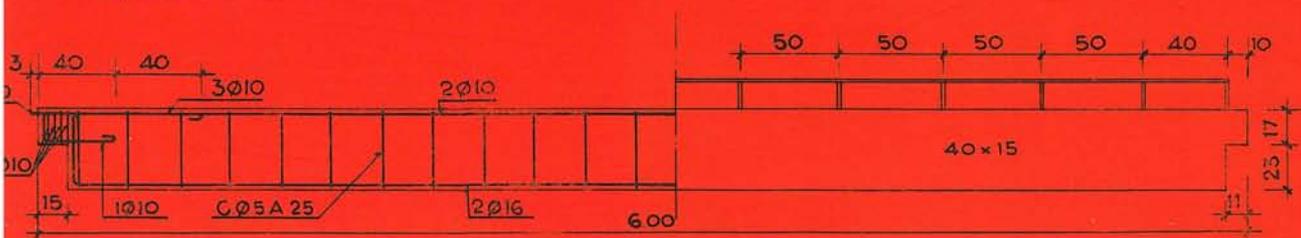


viga puente grúa

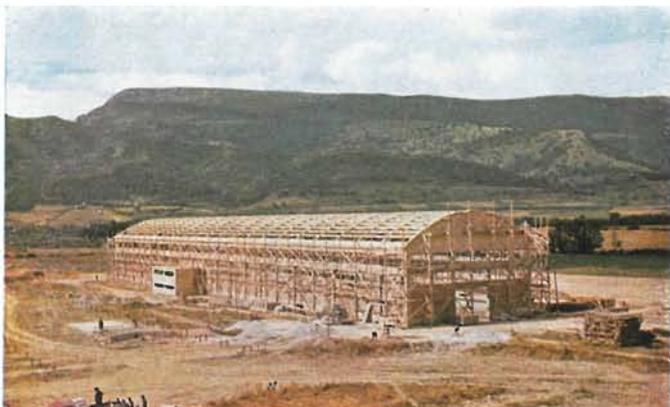
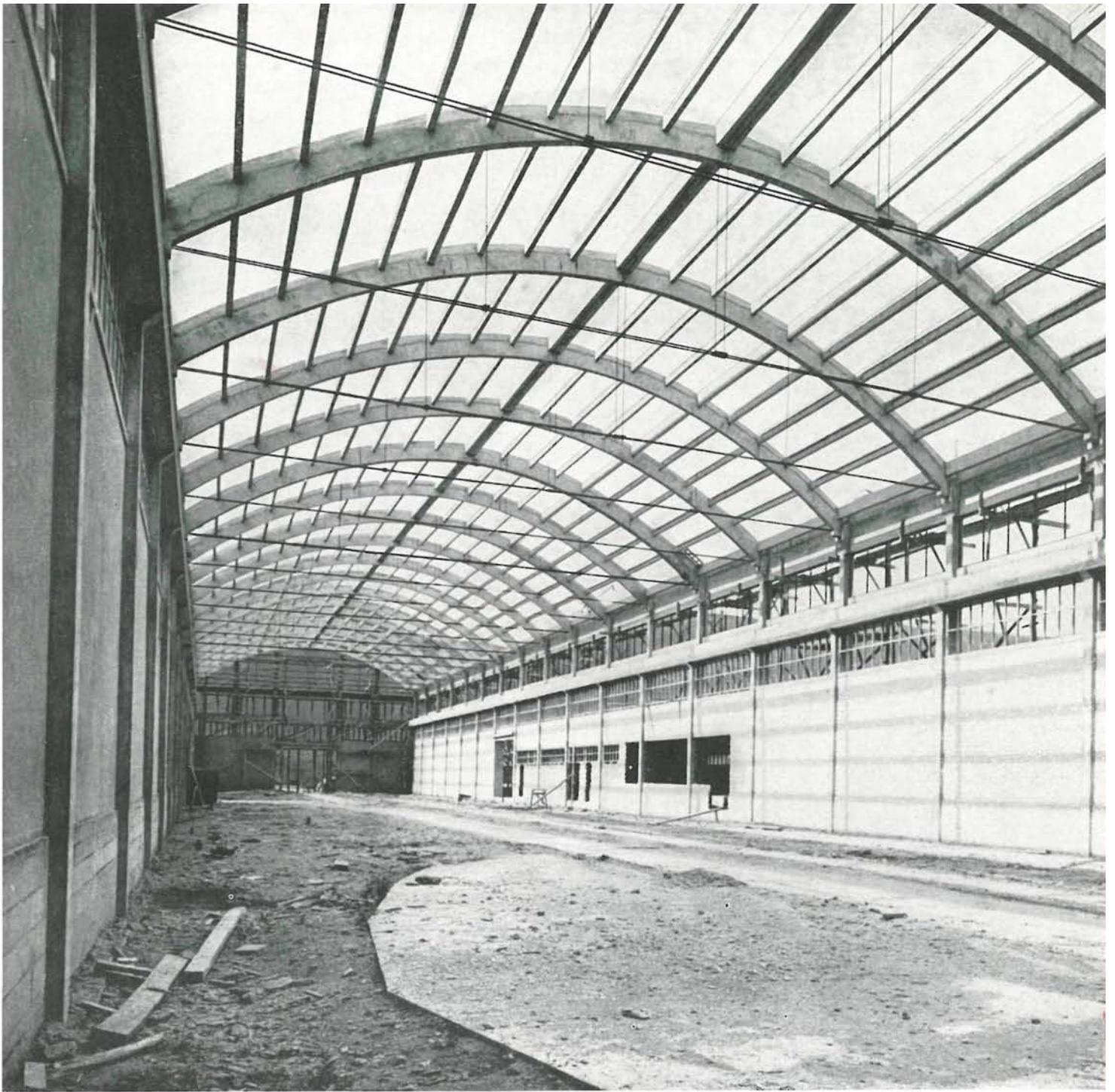


viga cumbreira

sección A-A



viguetas normal



**INASA - Irurzun**



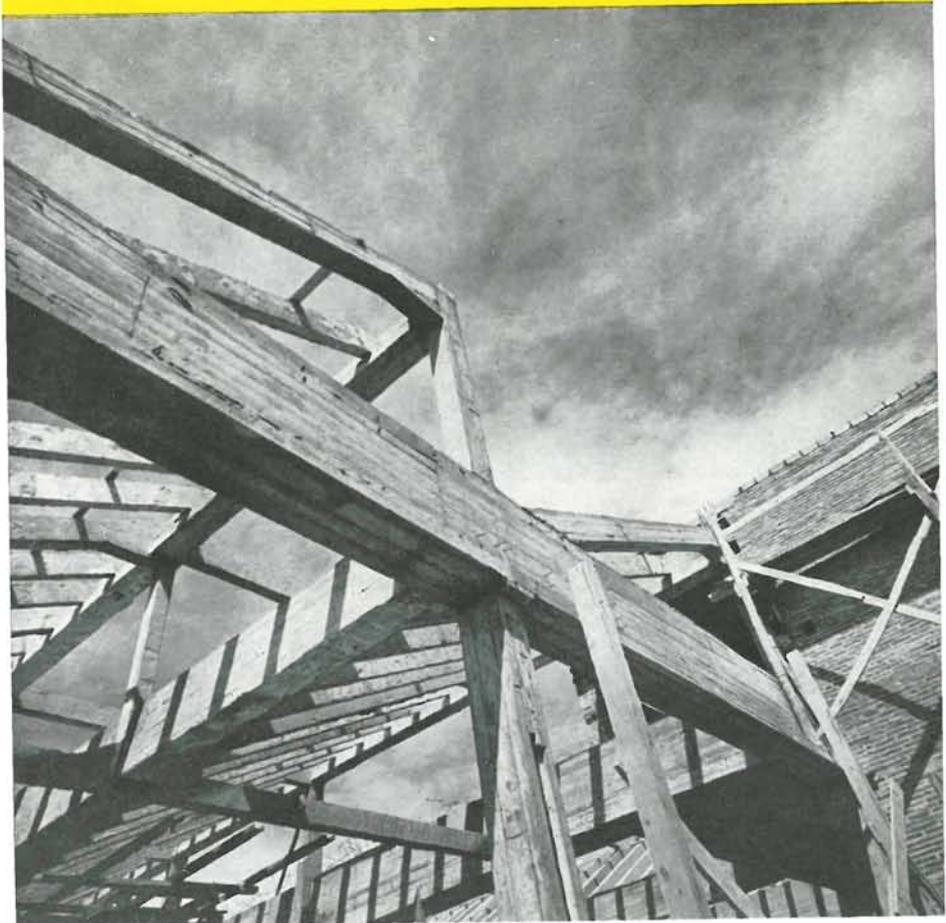
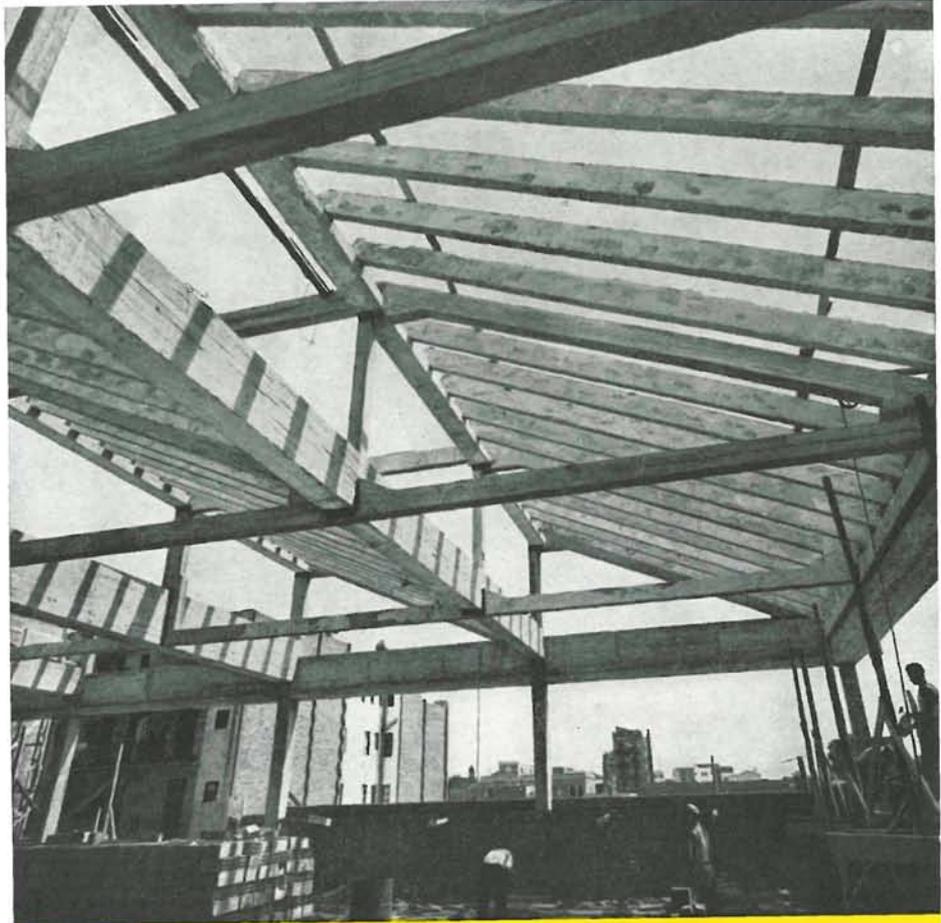
## **Fiat** **Barcelona** 5.569 m<sup>2</sup>

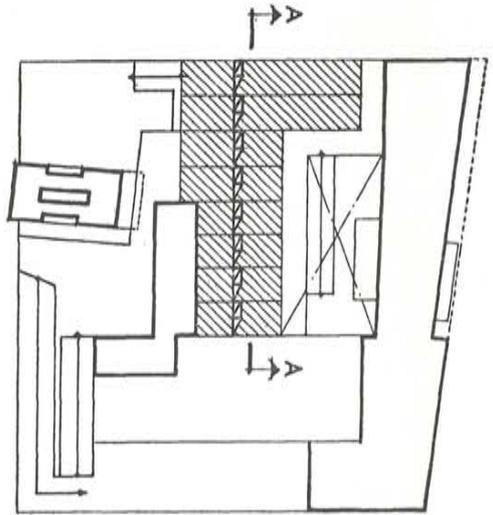
Problema análogo al de los talleres de Fiat, en Madrid, se presentó en los de Barcelona, en el año 1957. En este caso, la luz de las naves es de 14,33 y se han salvado mediante dientes dobles con 3,80 m de altura total. También dispusimos vigas de arriostamiento en L que sirven de apoyo a las viguetillas.

Estas tienen 7,50 m de longitud y soportan uralita en cara superior y cielo raso de rasilla en la inferior, con lo cual se obtiene cámara de aire de aislamiento.

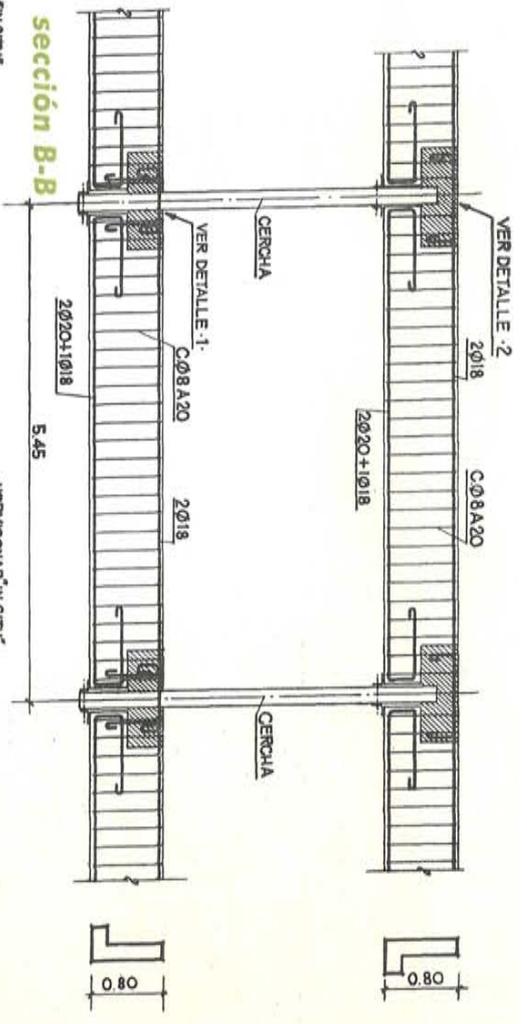
Las cerchas se apoyan mediante tacones sobre los dinteles en V o en L que forman los pórticos longitudinales de la nave. Mediante dicha disposición conseguimos, como en Fiat, Madrid, que los tirantes de las cerchas enrasen con el plano inferior de las vigas longitudinales, que es el mismo de las de arriostramiento.

El número de cerchas premoldeadas fue trece, y se elevaron a 5 m de altura en tirante.

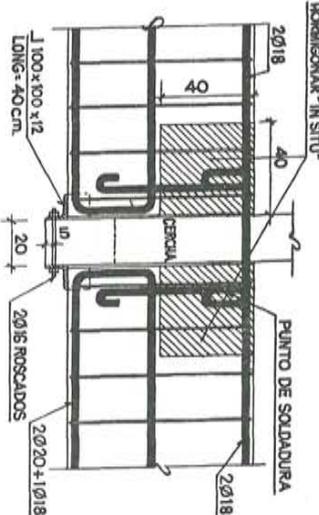




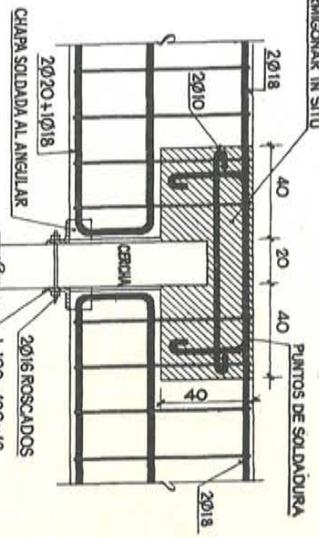
planta esquemática



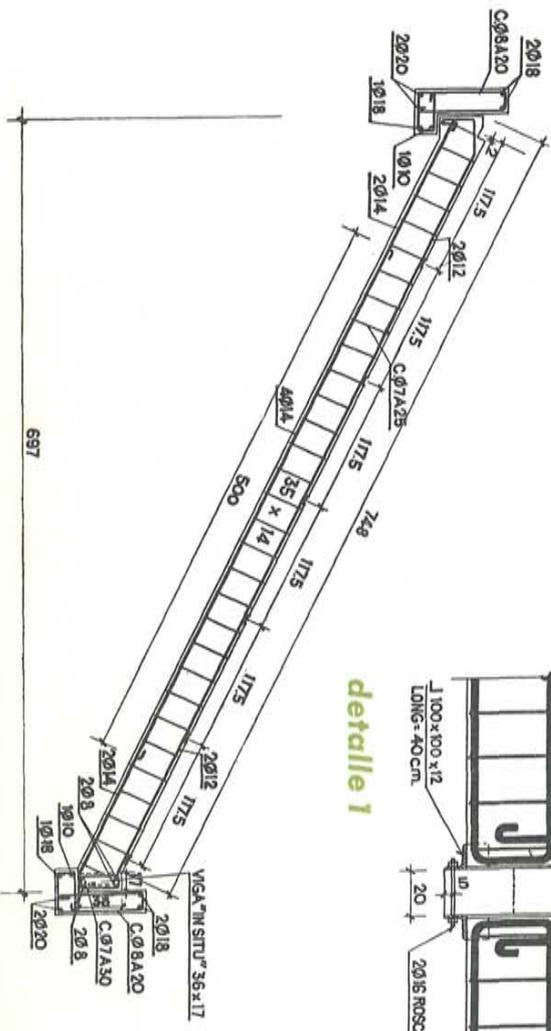
Sección B-B



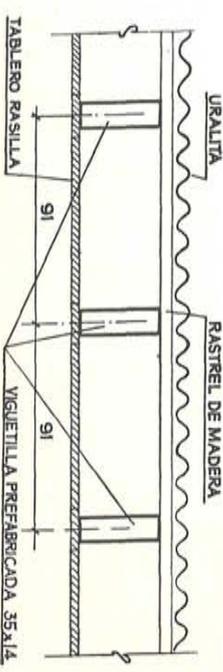
detalle 1



detalle 2

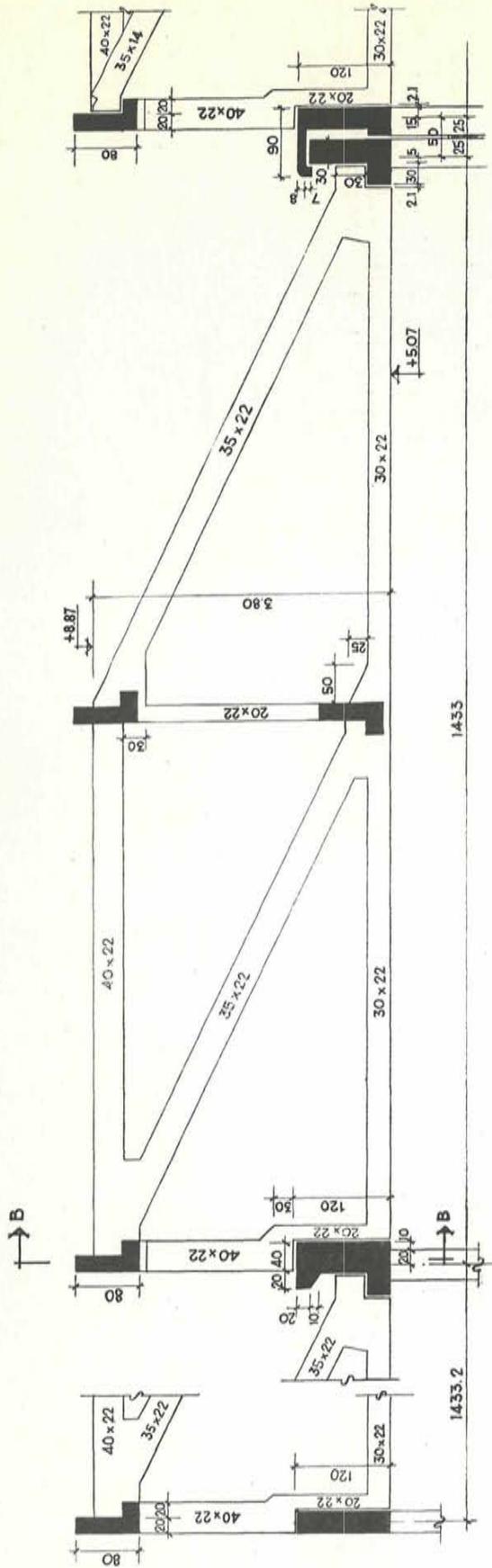


viguetas premoldeada

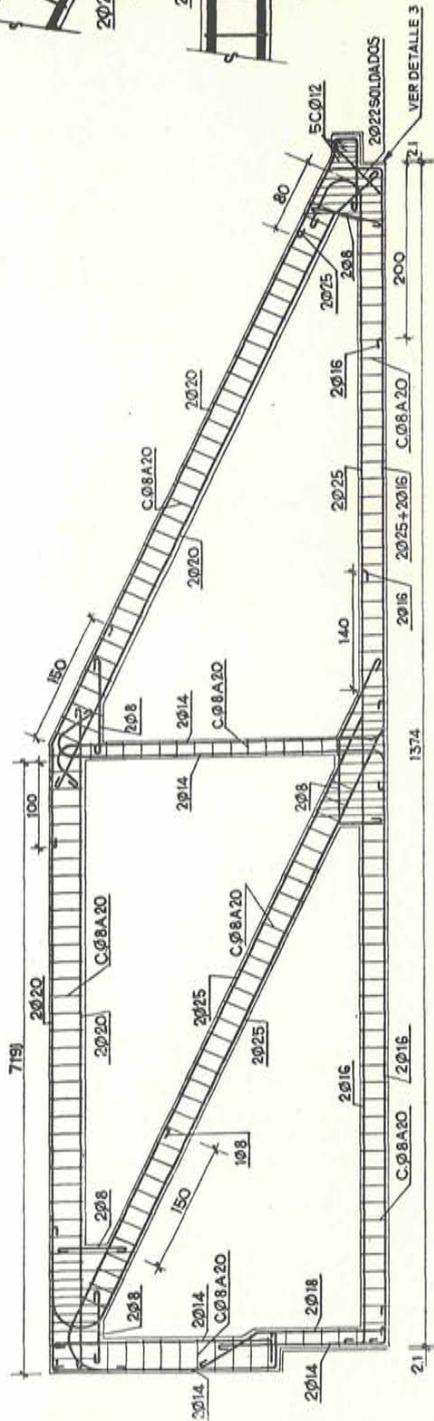


sección cubierta

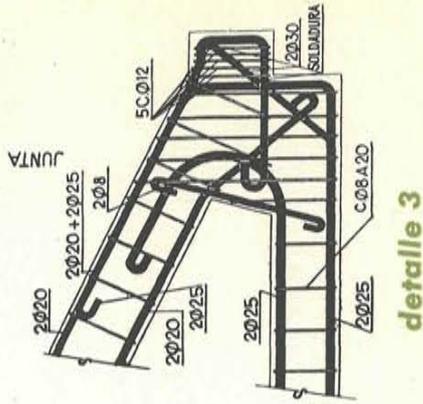
# FIAT HISPANIA - Barcelona



## dimensiones de cercha - sección A-A



## armadura de la cercha



## detalle 3

VER DETALLE 3



**Fiat-Barcelona**

