

EVOLUCIÓN DE LA PREFABRICACIÓN PARA LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA. MEDIO SIGLO DE EXPERIENCIA

(EVOLUTION OF BUILDING PREFABRICATION IN SPAIN. HALF A CENTURY OF EXPERIENCE)

Manuel Burón Maestro y David Fernández-Ordoñez Hdez.
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Grupo PACADAR

Fecha de recepción: 28-II-97

ESPAÑA

193-27

RESUMEN

Se han desarrollado, a lo largo de más de medio siglo de experiencia, todo tipo de soluciones prefabricadas aplicadas a la edificación. La evolución de las distintas soluciones constructivas prefabricadas para la edificación ha sido posible gracias a una mejora técnica constante y a una fructífera colaboración con arquitectos e ingenieros proyectistas y constructores. La prefabricación aporta una gran capacidad de generar nuevas soluciones técnicas e imaginativas para resolver los problemas arquitectónicos y constructivos de los edificios.

SUMMARY

Through more than half a century of experimentation, all kinds of prefabricated components applied to construction have been created. The evolution of the different constructive solutions for building has been possible thanks to a constant improvement of the techniques and to a fruitful collaboration with architects, engineers, designers and builders. The prefabrication offers a huge capacity for generating new technical and creative solutions that solve architectural and constructive building problems.

Monnier y Lambot comienzan a introducir armaduras en el hormigón en la segunda mitad del siglo XIX, cuando prefabrican maceteros y barcas utilizando hormigón reforzado con entramados de alambre.

1891.- La empresa Ed. Coignet de París emplea vigas prefabricadas de hormigón armado para la construcción del casino de Biarritz.

1900.- Se premoldean en EE.UU. los primeros elementos de hormigón armado de gran tamaño para cubiertas. Se utilizan placas de 1,20 m por 5,00 m, con un espesor de 5 cm.

A comienzos de siglo, la gran presión social para obtener una vivienda, fundamentalmente en los países

industrializados como Inglaterra y EE.UU., genera la necesidad de proyectos de edificación basados en la prefabricación.

1907.- Grosvenor Atterbury desarrolla un sistema cerrado de construcción de viviendas mediante grandes paneles aligerados de hormigón.

1908.- Thomas A. Edison inventa y patenta un sistema para construir edificios de dos y tres plantas mediante el vertido de hormigón en moldes metálicos de manera continuada. El hormigón era elevado con cinta transportadora.

A lo largo del primer tercio del siglo continuaron desarrollándose sistemas constructivos basados en la prefabricación

de elementos -fundamentalmente de fachada- no estructurales.

1928.- Eugene Freyssinet patenta el pretensado. Este gran invento va a revolucionar la construcción con hormigón, que entonces era un material inerte, pasivo, de fácil degradación a través de las inevitables fisuras, dada su baja capacidad de resistir esfuerzos de tracción.

El hormigón se convierte, gracias al pretensado, en un material activo, que trabaja principalmente a compresión, lo cual le daría su carácter isótropo. Es un material noble, con unas condiciones de durabilidad espléndidas. Para ello fue necesario el desarrollo de aceros de alto límite elástico y hormigones de grandes resistencias a compresión.

1929.- Freyssinet crea la fábrica de Montargis, donde comienza la producción industrial de postes pretensados.

1936.- Freyssinet construye el primer puente pretensado de la historia, en la Presa de Portes de Fer, con una luz de 19 m y una anchura de 4,66 m.

1942-43.- El ingeniero de caminos Francisco Fernández Conde, obtiene de Freyssinet las patentes del pretensado para España y América Latina y fabrica, en el actual solar del INI, las primeras viguetas pretensadas de España, con carácter de prueba.

1944.- Se constituye la empresa PACADAR, S.A., cuyas iniciales se corresponden con "Piezas Armadas con Acero de Altísima Resistencia".

A partir de este momento se comienzan a crear en España soluciones prefabricadas pretensadas para todos los ámbitos de la construcción.

La evolución de la prefabricación en España ha consistido en 50 años de continuo desarrollo en las técnicas de la prefabricación y profundas mejoras en la calidad, tanto de los materiales como del diseño de los elementos y de los procesos constructivos.

1945.- Se prefabrica la primera viga pretensada en España, que se empieza a comercializar bajo el nombre de Viguetas Freyssi (Fig. 1).

A partir de entonces, la evolución de la prefabricación en España ha estado siempre ligada al aumento de la calidad.

La prefabricación exige instalaciones fijas, normalmente protegidas de las variaciones meteorológicas, donde se pueda realizar una labor de construcción, entendida como un proceso altamente industrializado. La primera fábrica de elementos prefabricados pretensados de España se creó en las cercanías de Rivas de Vaciamadrid, en la provincia de Madrid, en el año 1945 (Figs. 2 y 3). Posteriormente, se



Fig. 1.- Logotipo de Viguetas Freyssi en la década de 1940.



Fig. 2.- Fábrica de PACADAR en Rivas de Vaciamadrid. Primera fábrica de elementos pretensados en España.



Fig. 3.- Primeras bancadas de elementos prefabricados pretensados en España.

han ido creando fábricas en otros lugares de España y América.

Desde un principio, el control de la fabricación ha sido esencial. En los elementos prefabricados se utilizan los materiales más desarrollados en el ámbito de la construcción. Los aceros son de un alto límite elástico y los hormigones deben poseer grandes resistencias, a corto plazo, para introducir las fuerzas de pretensado. Todo ello lleva a fabricar elementos con secciones de dimensiones reducidas que requieren un alto control de ejecución. Por ello, desde los orígenes de la prefabricación, ha sido necesario un fuerte control de calidad, tanto de los materiales como de la propia ejecución de los elementos.

Utilizar materiales de mejor calidad permite obtener un mejor comportamiento de los elementos y, por tanto, mejorar las estructuras donde se utilizan, frente a problemas de durabilidad. El comportamiento de estructuras realizadas con hormigones de altas prestaciones, bajo controles estrictos en planta fija, frente a ataques exteriores, es muy superior que la de estructuras con hormigones normalmente utilizados en obra.

Se puede afirmar que la prefabricación ha sido -y es- el medio de introducción y desarrollo, en el ámbito de la construcción, de los sistemas de calidad que han terminado en la aplicación de la Norma ISO 9000 para la construcción.

Se ha controlado siempre la producción de los elementos prefabricados desde que se comenzaron a fabricar piezas prefabricadas. En un principio, cuando los métodos analíticos y numéricos de cálculo no se consideraban suficientes, se realizaban ensayos para verificar la viabilidad de los elementos (Figs. 4 y 5). Los ensayos se realizaban bien en sus propias instalaciones, bien en laboratorios contrastados, como el del Instituto Eduardo Torroja (Fig. 6), cuando, por ejemplo, se realizaron en el Laboratorio de Materiales de la antigua Escuela de Caminos los ensayos, dirigidos por



Fig. 4.- Prueba de carga de viguetas prefabricadas pretensadas. Controla el ensayo Francisco Fernández Conde.



Fig. 5.- Ensayo para la fabricación de las vigas del primer puente pretensado de España, en 1951. Realizado por E. Torroja.

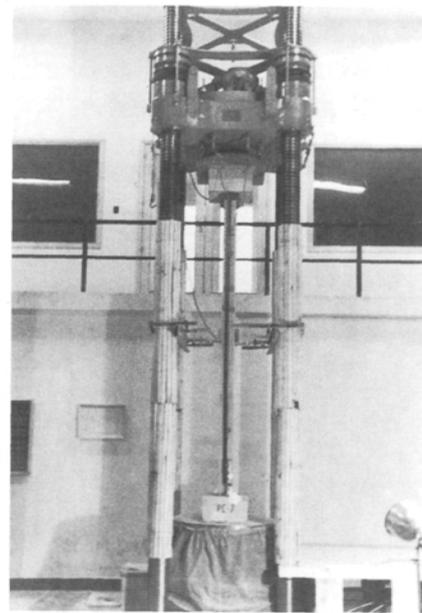


Fig. 6.- Comprobación a compresión de un elemento prefabricado.

el propio Eduardo Torroja, para garantizar la viabilidad de las vigas utilizadas para la construcción del primer puente pretensado prefabricado en España, en el año 1951 (Fig. 7).

Este puente se puede considerar como el primer antecedente de los puentes prefabricados de grandes luces realizados hoy mediante una continuidad estructural. Inicialmente, se comprobaban todas las vigas pretensadas mediante una prueba de carga en la propia fábrica, constatando que la flecha obtenida era coherente con la prevista (Fig. 8).

Otra de las razones del importante desarrollo de la industria de la prefabricación en España es la gran capacidad de producción de elementos para la realización, tanto de estructuras como de otros elementos prefabricados.

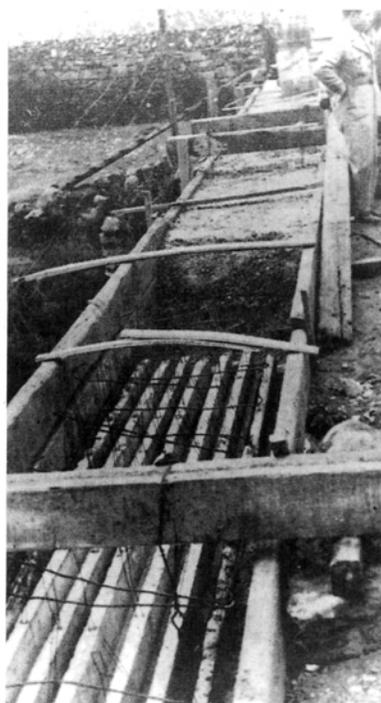


Fig. 7.- Primer puente prefabricado pretensado realizado en España, 1951. Puente en Anoeta.

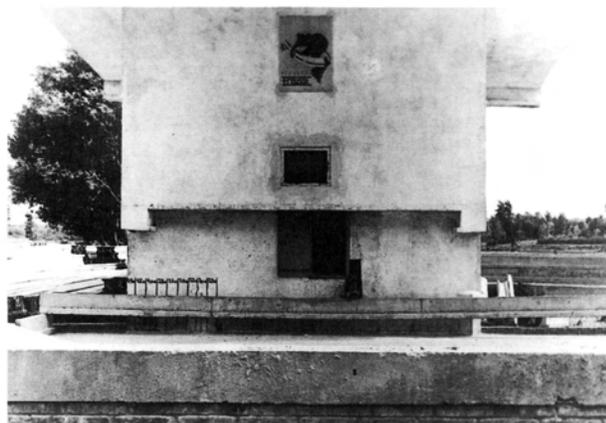


Fig. 8.- Ensayo de comprobación de flecha de elementos pretensados en la fábrica de Rivas.

Inicialmente, la capacidad de las bancadas de pretensado, así como los medios de elevación y transporte de los elementos, era pequeña. Esto implicaba que sólo se podían producir elementos con una limitada potencia de pretensado y un tamaño reducido.

La primera vigueta prefabricada pretensada fue hormigonada el 15 de febrero de 1945. La vigueta tenía 3,20 m de longitud, 16 cm de canto y llevaba una armadura de 8 Ø 2 mm.

1947.- Los primeros ensayos oficiales fueron realizados por la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de

la Gobernación, bajo la dirección del arquitecto D. Juan del Corro, sobre un forjado de viguetas y bovedillas de 4 m de luz, 0,20 m de canto y 6.000 kg/m² de sobrecarga.

En noviembre de este año, en el Laboratorio Central de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos, bajo la dirección de D. Eduardo Torroja, entonces Ingeniero Director del Centro, se ensayaron viguetas de 4 m de longitud, en posición vertical, con rótulas en sus extremos, para una comprobación de pandeo. Se llegó a obtener una tensión de 437 kg/cm².

Finales de los años 40 y década de 1950.- Se utiliza la vigueta como elemento fundamental en la construcción de forjados. La vigueta podía estar acompañada de bloques de hormigón (Fig. 9) o de otras artes de la construcción todavía muy utilizadas en la época, como la bovedilla catalana (Fig. 10). La vigueta, incluso, se llega a utilizar para grandes sobrecargas, complementada con una losa de hormigón in situ (Fig. 11).

La apariencia simple de la vigueta no impidió que pudiera ser utilizada con una gran imaginación para realizar todo

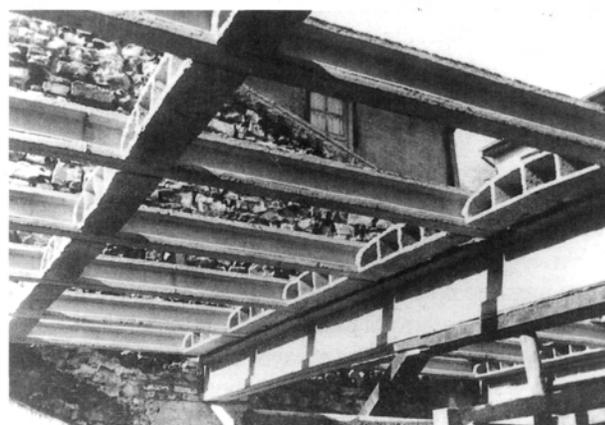


Fig. 9.- Forjado de vigueta con bloque de hormigón realizado durante la década de 1950.

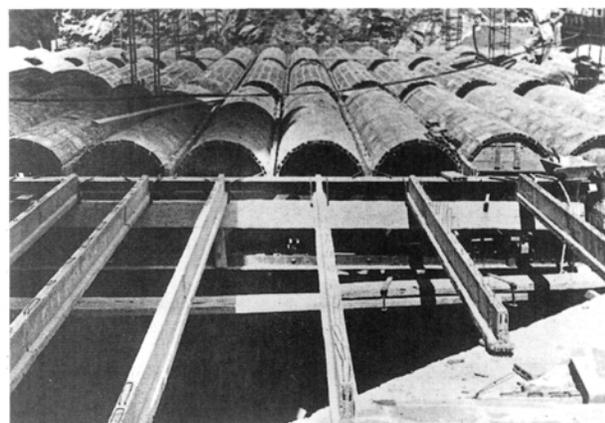


Fig. 10.- Forjado de vigueta pretensada y bovedilla catalana.

tipo de estructuras, como cubiertas apuntadas en naves gallinero (Fig. 12), donde se realizaban uniones in situ para dar continuidad a la estructura, quizás un antecedente de las complejas estructuras aporticadas continuas que realizamos hoy. También se utilizaron en la construcción de los

graderíos del Campo de Mestalla en Valencia (Figs. 13 y 14) o en cubiertas de gasolineras, haciéndolas trabajar para resistir momentos negativos en los voladizos (Fig. 15). Su utilización fue común en las coberturas de grandes superficies (Fig. 16), en los forjados de edificios en altura

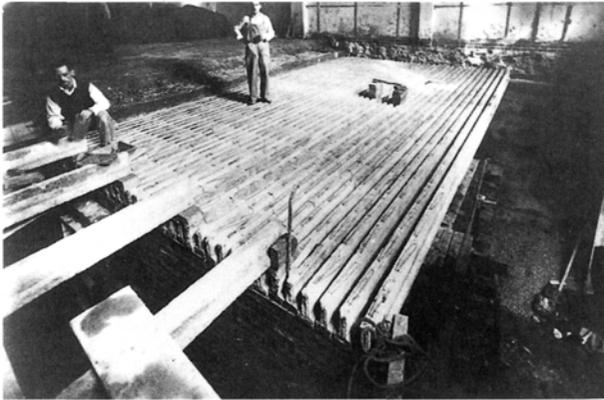


Fig. 11.- Forjado de viguetas pretensadas con losa de hormigón in situ para una sobrecarga de 2.500 kg/m², realizado en la década de 1950.

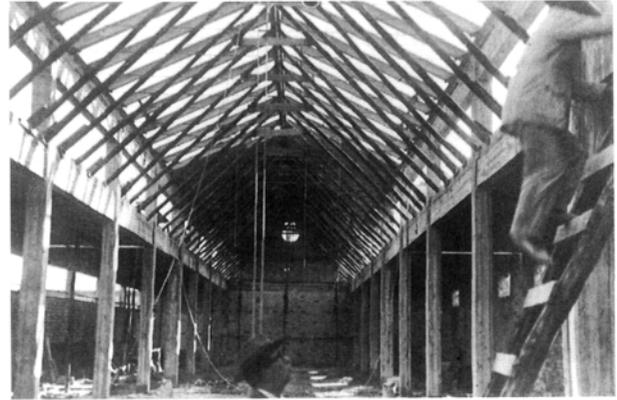


Fig. 12.- Forjado de cubierta apuntada, realizado con viguetas pretensadas en la década de 1950.



Fig. 13.- Forjado de los graderíos del Campo de Fútbol de Mestalla, Valencia, realizado con viguetas Freysssi.

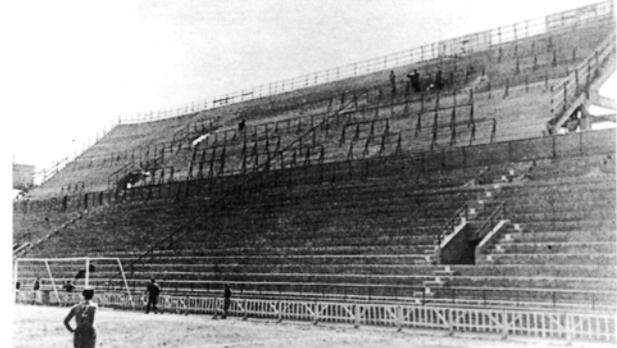


Fig. 14.- Forjado de los graderíos del Campo de Fútbol de Mestalla, Valencia.



Fig. 15.- Forjado de cubierta de una gasolinera realizado con viguetas pretensadas. Década de 1950.



Fig. 16.- Cubierta de una gran superficie realizada con elementos prefabricados pretensados.

(Fig. 17), en toda clase de cubiertas y combinadas con otros elementos estructurales, como cerchas metálicas, para salvar grandes luces.

A medida que el elemento pretensado se hacía más potente, se desarrollaron otros elementos de bovedilla, cada vez más sofisticados (Fig. 18).

Finales de la década de 1950.- Se comienzan a desarrollar los elementos planos, tales como losas pretensadas y las vigas TT, para evitar la utilización de las bovedillas. De esta manera se conseguían forjados completos totalmente pretensados (Fig. 19). Las losas pretensadas se utilizaron, bien como elemento completo y único del forjado (Fig. 20), que se apoyaba, a su vez, en elementos tipo vigueta o viga más potentes (Fig. 21), bien como parte inferior de una losa, cuya parte superior se hormigonaba en obra, o como placa autoportante para otros usos, como cobertura de tierras (Fig. 22).

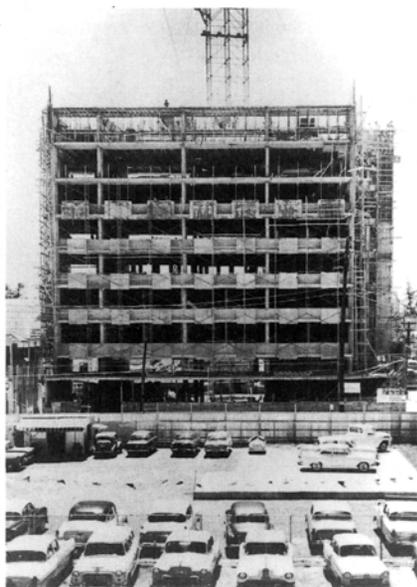


Fig. 17.- Edificio de varias plantas en San Juan de Puerto Rico, realizado con forjados de viguetas pretensadas.

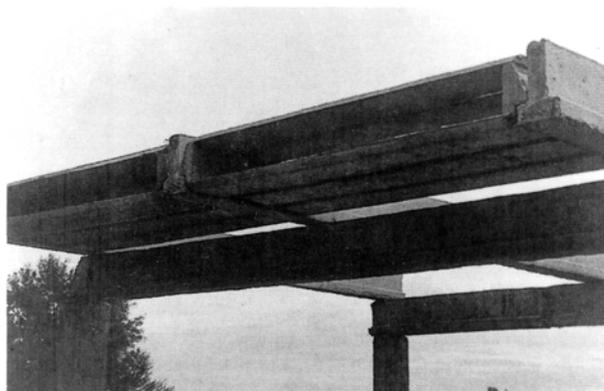


Fig. 18. - Forjado de viguetas y bovedilla de gran tamaño. Década de 1950.



Fig. 19. - Losas prefabricadas pretensadas en forma de TT. Década de 1950.

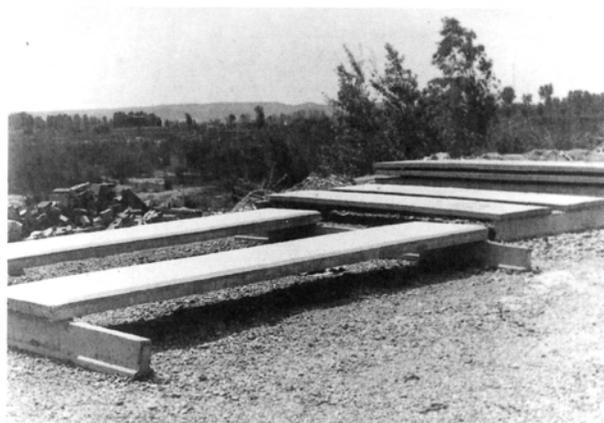


Fig. 20. - Losas completas prefabricadas pretensadas. Década de 1950.



Fig. 21.- Forjado de vigas y losas prefabricadas pretensadas.

En este momento se empiezan a prefabricar elementos de mayores dimensiones, utilizados para cubiertas de grandes naves (Fig. 23) .

También se prefabrican cerchas de par y tirante, que se realizan por elementos en la factoría, conectándose, a continuación, en la obra. La idea original de las naves, realizadas con viguetas, se prefabrica ahora con vigas de



Fig. 22.- Cobertura realizada con losas prefabricadas pretensadas de 6 cm de espesor.

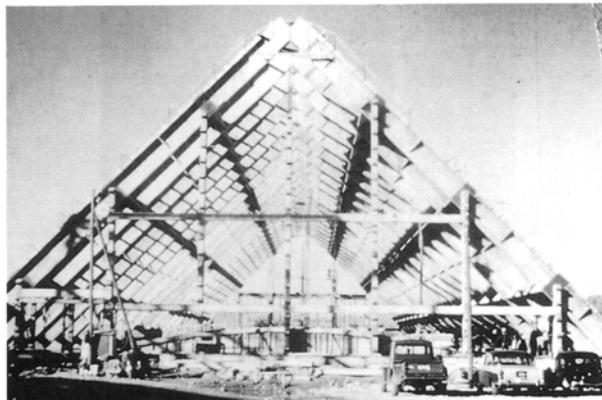


Fig. 23.- Cubierta para una nave de materias primas realizada con elementos prefabricados pretensados. Finales de la década de 1950.

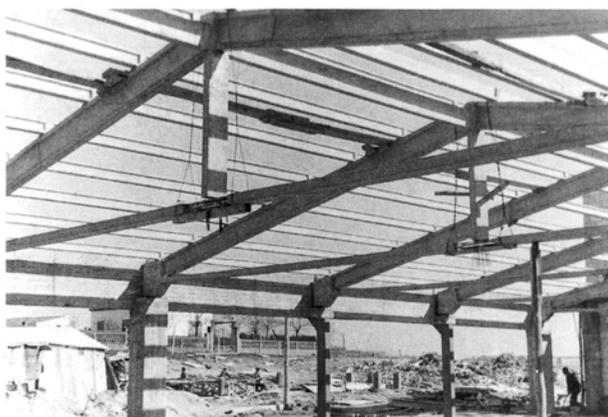


Fig. 24.- Cerchas realizadas con pares, tirantes y viguetas prefabricados pretensados. Finales de la década de 1950.

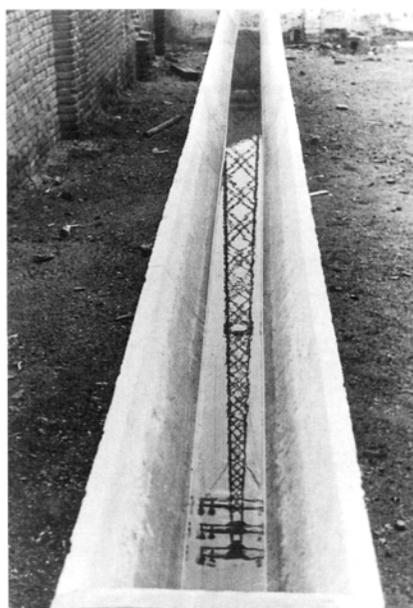


Fig. 25.- Canalón prefabricado pretensado.

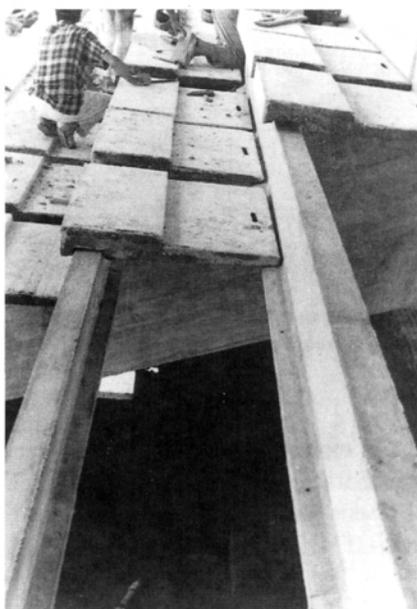


Fig. 26.- Elementos para graderíos prefabricados. Década de 1950.

mayor capacidad y con la ejecución de todos los elementos prefabricados, incluso los tirantes (Fig. 24).

Con esta línea de fabricación se producen elementos especiales como canalones (Fig. 25) o elementos para graderíos (Fig. 26). Desde los años finales de la década de 1940 se desarrolla y fabrica una serie de postes pretensados para tendidos eléctricos (Fig. 27). Asimismo, se utilizan los elementos más sencillos para nuevas funciones, permitiendo un diseño muy dinámico e innovador en estructuras prefabricadas (Fig. 28), fruto del cual, José A. Fernández Ordóñez obtuvo el Accésit al Premio Nacional de Arquitectura en el año 1959, en colaboración con el arquitecto Fernando Higuera.

Década de 1960.- La prefabricación se ve como una filosofía de construcción y se empiezan a desarrollar

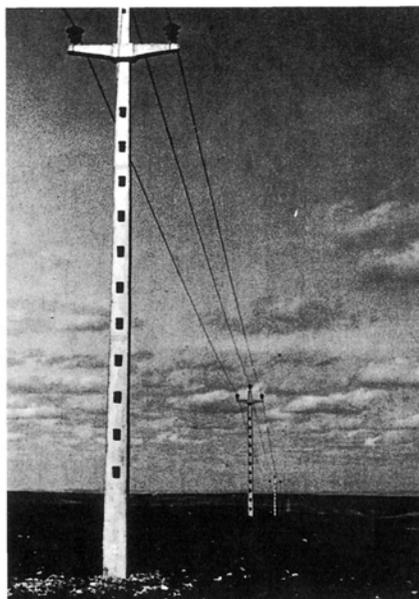


Fig. 27.- Postes prefabricados pretensados. Década de 1940

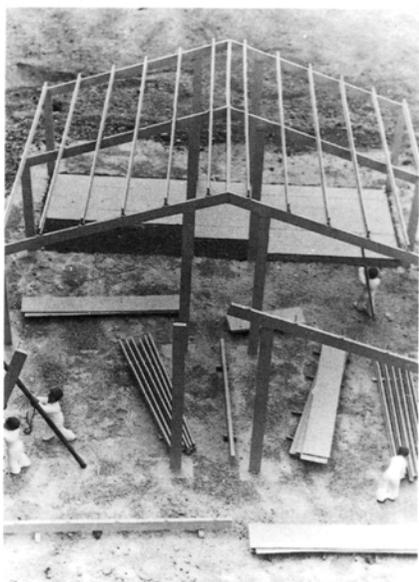


Fig. 29.- Programa de naves rurales totalmente prefabricadas (pilares, jácenas y correas). Década de 1960.

programas de edificios totalmente prefabricados (Figs. 29 y 30). Se comienzan a realizar, inmediatamente, grandes naves industriales, totalmente prefabricadas (pilares, vigas, jácenas, correas y paneles de cerramiento) (Fig. 31). También se crean complejas naves industriales para todo tipo de usos (Fig. 32).

Finales de los años 60.- Se realiza la construcción de la fábrica de la Central Lechera en Madrid, con un proyecto realizado en estrecha colaboración con el arquitecto D. Alejandro de la Sota (Fig. 33). En este proyecto se utilizó toda la capacidad técnica y estética que el prefabricado



Fig. 28.- Elementos prefabricados pretensados en voladizo. Edificio Accesit al Premio Nacional de Arquitectura. José A. Fernández Ordóñez y Fernando Higueras, 1959.

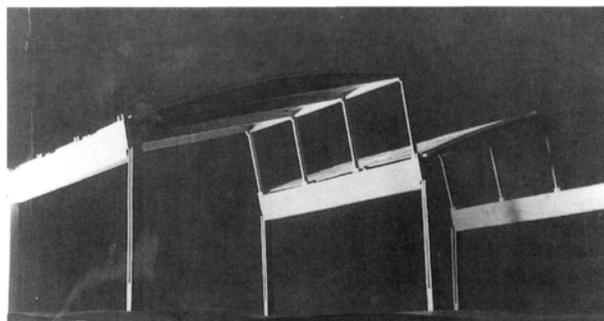


Fig. 30.- Nave industrial totalmente prefabricada. Década de 1960.

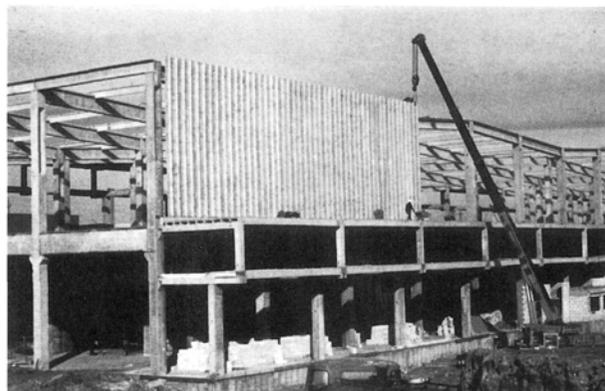


Fig. 31.- Nave industrial totalmente prefabricada (pilares, vigas de voladizo, jácenas, correas y paneles de cerramiento).

aportaba en su momento. Se puede considerar como una excelente colaboración entre arquitectos e ingenieros para resolver el diseño y la ejecución de edificios prefabricados complejos (Fig. 34).

Década de 1970.- Otro ejemplo de una gran nave industrial prefabricada es el Almacén de Valdemoro, realizado para el El Corte Inglés. Posiblemente, con sus 250.000 m², es el



Fig. 32.- Nave para uso industrial. Década de 1960.

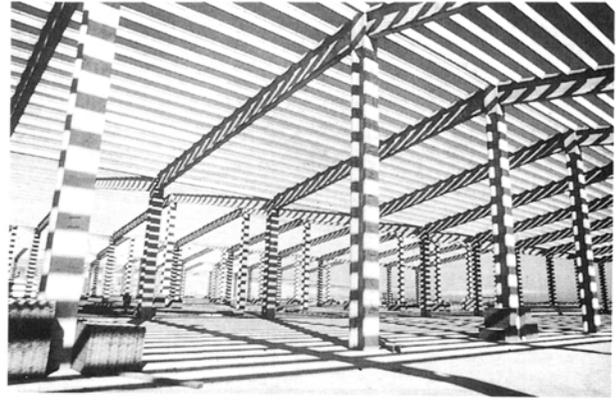


Fig. 35.- Almacén de Valdemoro. El Corte Inglés. Superficie de 250.000 m² totalmente prefabricada, construida a un ritmo de 1.000 m²/día. Década de 1970

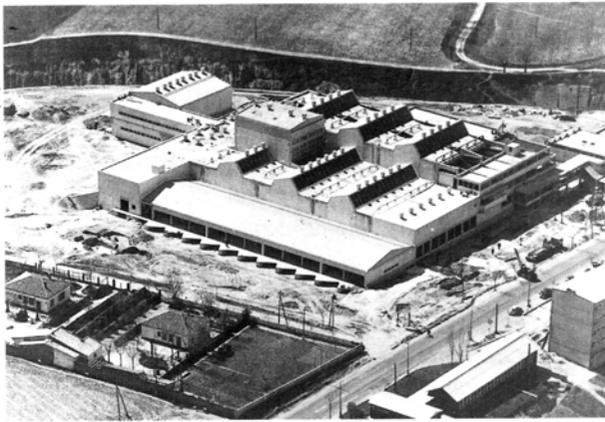


Fig. 33.- Fábrica de Central Lechera, realizada con elementos prefabricados. Década de 1960.

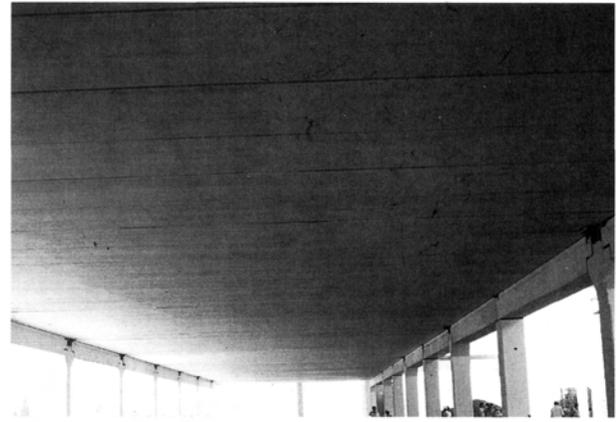


Fig. 36.- Losas alveolares pretensadas realizadas desde la década de 1970.



Fig. 34.- Cerchas de la Fábrica de Central Lechera. Francisco Fernández Conde junto a José A. Fernández Ordóñez.

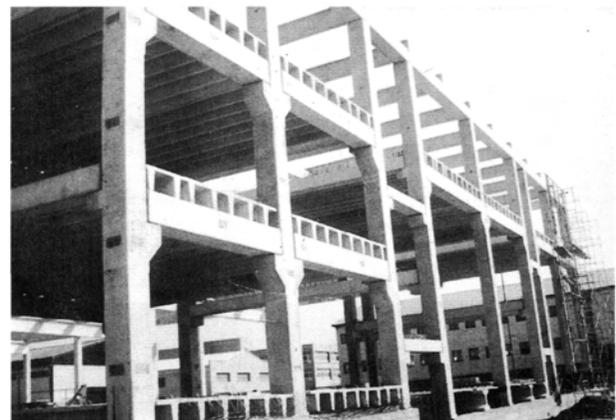


Fig. 37.- Forjado realizado con grandes elementos losa pretensados en forma de TT. Década de 1970.

almacén más grande del mundo realizado con elementos prefabricados pretensados. Se obtuvo un ritmo de fabricación, transporte y montaje de 1.000 m² al día (Fig. 35).

Durante los años 70 se produce un importante avance en el desarrollo del diseño y la producción de nuevos elementos prefabricados.

(c) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

Se inicia la industrialización de placas de forjado para grandes cargas y luces. Se comienzan a fabricar losas aligeradas, realizadas con máquinas automatizadas (Fig. 36), se desarrollan grandes placas en forma de TT (Fig. 37) y se diseñan y fabrican placas especiales aligeradas con casetones y riostras en ambas direcciones (Fig. 38), previstas para soportar las grandes sobrecargas de centros comerciales de distribución.

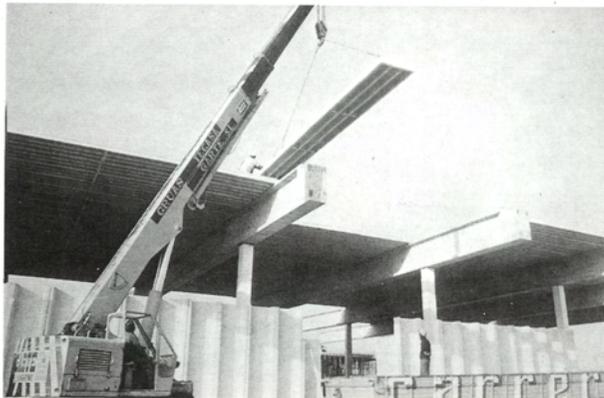


Fig. 38.- Losas aligeradas con forma de casetones y riostras. Década de 1970.

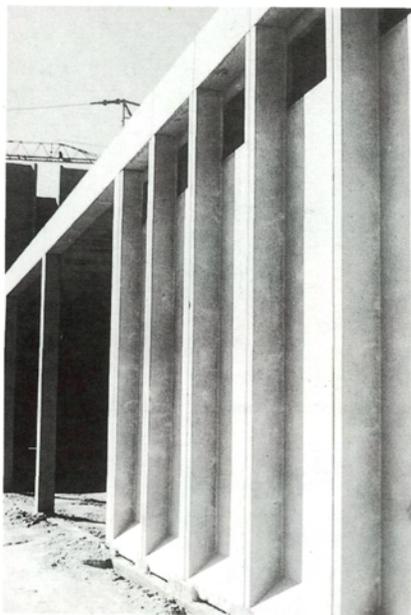


Fig. 39.- Paneles de cerramiento nervados. Década de 1970.

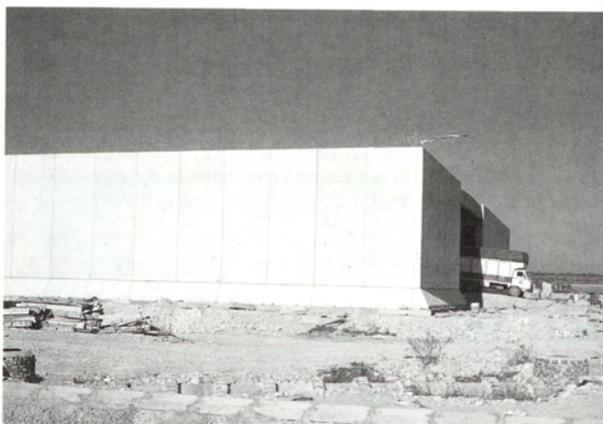


Fig. 40.- Paneles de cerramiento lisos con aislamiento incorporado. Década de 1970.

Al mismo tiempo se desarrollan varios sistemas de paneles de cerramiento, tanto lisos como nervados. Los paneles lisos se fabrican con el aislamiento incorporado dentro de una sección tipo sandwich. El aislamiento se materializa con materiales ligeros como el hormigón ligero o con porexpan. De esta manera se consiguen valores muy reducidos del valor de la conductividad térmica (Figs. 39 y 40).

Los paneles se fabrican en mesas provistas de vibración incorporada y que son capaces de ser abatidas para poder manejar los paneles en un plano vertical, sistema muy utilizado actualmente para la fabricación de paneles y otros elementos planos.

Los paneles de cerramiento eran normalmente piezas armadas. En casos especiales de dimensiones excepcionales se llegaron a fabricar utilizando las técnicas de postesado.

El acabado visto de los paneles se realizaba con variadas texturas y colores para satisfacer las necesidades arquitectónicas de la obra. Se utilizaban acabados de árido visto, con superficie chorreada de arena, acabado de molde metálico, pintado o no, rehundidos o resaltes y combinaciones de distintos tipos y colores de áridos (Fig. 41).

Durante estos años se desarrollan nuevos elementos estructurales y nuevas formas de utilizar, dentro de la estructura, los elementos anteriormente desarrollados.

Se realizan coberturas de grandes superficies, con jácenas peraltadas, para obtener cubiertas a dos aguas (Fig. 42). Las jácenas peraltadas se fabrican con las almas llenas o aligeradas por alvéolos de gran tamaño (Fig. 43). Se llegan

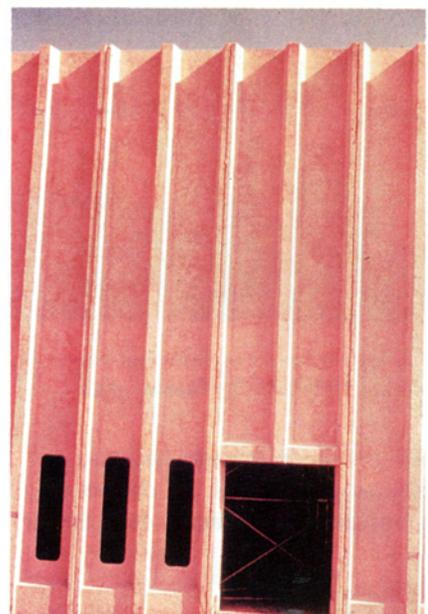


Fig. 41.- Paneles de cerramiento con acabado en árido visto y con detalles de huecos



Fig. 42.- Cobertura de una gran superficie, realizada con pilares prefabricados y jácenas peraltadas. Década de 1970



Fig. 43.- Jácenas peraltadas aligeradas con alvéolos. Década de 1970

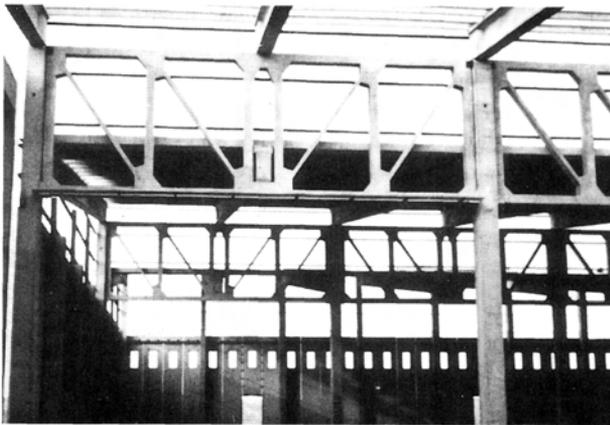


Fig. 44.- Cobertura realizada mediante elementos especiales en celosía para dar iluminación en un plano vertical y una gran resistencia al fuego. Década de 1970.

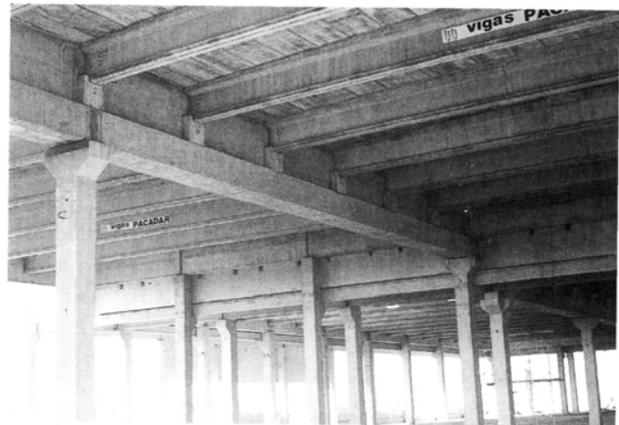


Fig. 45.- Forjado para grandes cargas, realizado con jácenas continuas. Década de 1970

a realizar grandes elementos por trozos, unidos mediante postesado en la obra.

Se realizan vigas alveolares para remitir el paso de servicios a través de ellas y se fabrican elementos especiales como celosías (Fig. 44). En el caso de las celosías, su desarrollo responde a la necesidad de dar iluminación en un plano vertical a una fábrica de pinturas, combinado con las exigentes medidas contra incendios que sólo el hormigón puede proporcionar.

Se produce una nueva forma de tratar los elementos dentro de las estructuras. Se realizan pórticos para grandes luces y sobrecargas con vigas continuas, prefabricadas en distintos elementos y luego postesadas en obra (Fig. 45). También se realizan soluciones con apoyos a media madera en forjados de grandes luces y cargas (Fig. 46).



Fig. 46.- Jácenas cargadero con solución de apoyo a media madera. Década de 1970.

El edificio de laboratorios ELMU, un excelente ejemplo del uso de todas estas soluciones, fue desarrollado en estrecha colaboración con el arquitecto Federico Echevarría.

Al mismo tiempo, se desarrolló un sistema de edificios con plantas exentas mediante elementos de paneles y forjados entre autoportantes. Es un sistema desarrollado para ser

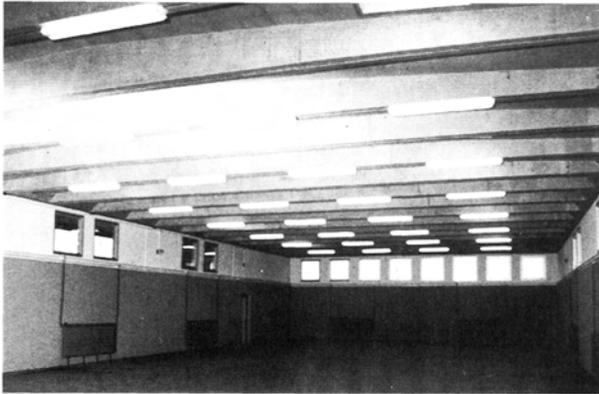


Fig. 47. - Sistema de edificios de hasta tres alturas con plantas exentas. Década de 1970.



Fig. 48.- Áreas de servicio totalmente prefabricadas. Zona de carga. Principios de los años 80.



49.- Sistema de edificaciones realizadas con elementos prefabricados en las tres direcciones. Realizado en colaboración con los arquitectos Salvador Pérez Arroyo y Federico Echevarría. Década de 1970.

utilizado hasta en tres alturas (Fig. 47). El sistema fue utilizado luego para la realización de gimnasios en el programa de Escuelas Prefabricadas a finales de los años 70 y para la realización de áreas de servicio, exentas totalmente, prefabricadas en la Autopista Vascoaragonesa, a principios de los años 80 (Fig. 48).

En el mismo período se crea, en estrecha colaboración con los arquitectos Salvador Pérez Arroyo y Federico Echevarría, un sistema de edificaciones modulares con paneles en las tres dimensiones (Fig. 49).

Finales de la década de 1970.- Se crea un programa para la realización de centros escolares, totalmente prefabricados, en Aragón y Navarra, en colaboración con el arquitecto Antonio Miró (Fig. 50). Se combinó un sistema de estructura interior a base de elementos tradicionales, como pilares y jácenas, con unos elementos de fachada que, al mismo tiempo de servir de cerramiento, formaban un sistema estructural hiperestático que daba rigidez al conjunto de la estructura (Fig. 51).

Por otro lado, se continúan realizando en estos años elementos y estructuras especiales para resolver problemas concretos, como, por ejemplo, el aparcamiento de la calle Diputación, en Barcelona, donde se crearon unas vigas artesa que, además de su función resistente, combinan la de crear un espacio para la recolocación de los árboles de las aceras. Esta obra marca el comienzo del desarrollo de las vigas prefabricadas, tipo cajón, en España.

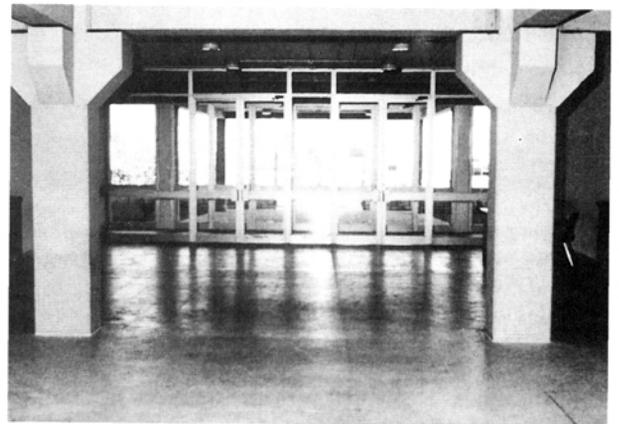


Fig. 50.- Programa de escuelas prefabricadas en Aragón y Navarra. Finales de la década de 1970.



Fig. 51.- Fachada de las escuelas prefabricadas que incluye elementos de cierre y estructurales.

Década de 1980.- Se realiza el primer gran edificio en altura (110 m), con núcleo rígido, al que se incorporan en su perímetro pilares prefabricados, con una tolerancia en la colocación de las armaduras de ± 2 mm. La obra es fruto de otra importante colaboración con un arquitecto, en esta ocasión, D. Miguel de Oriol. Los elementos se realizaron con un hormigón de áridos de una coloración escogida y con su superficie tratada al chorro de arena (Fig. 52).

Década de 1980.- Se continúan prefabricando edificios comerciales para grandes superficies y otros edificios industriales totalmente terminados, tanto en estructura como en su cerramiento (Fig. 53).

A lo largo de esta década se desarrolla una nueva tipología de pasarelas peatonales totalmente prefabricadas. Se crea un nuevo tipo de viga, llamada Gaviota, llevándose a cabo



Fig. 52.- Edificio de 110 m de altura en Madrid, realizado con elementos prefabricados de gran precisión técnica y con acabado tratado al chorro de arena. Década de 1980. Arquitecto Miguel de Oriol. Década de 1980.



Fig. 53.- Edificio comercial con estructura prefabricada y cerramiento prefabricado tratado. Década de 1980.

(c) Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

todo un sistema de uniones y detalles de conexiones entre las vigas y los pilares prefabricados (Figs. 54 y 55). Asimismo, se utilizan vigas tipo cajón para pasarelas peatonales en casos arquitectónicos especiales (Fig. 56).

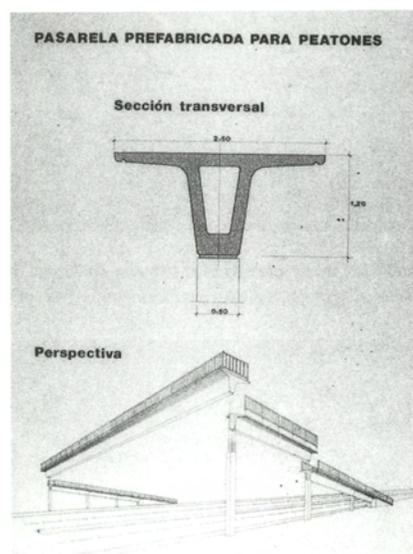


Fig. 54.- Sistema de pasarelas realizadas totalmente prefabricadas. Década de 1980.



Fig. 55.- Pasarela prefabricada con vigas tipo Gaviota.

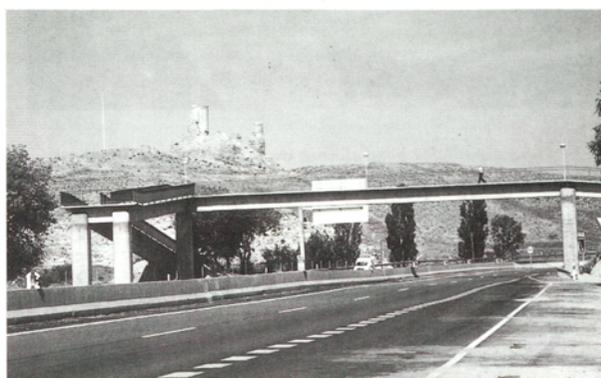


Fig. 56.- Pasarela peatonal realizada con vigas tipo cajón. Década de 1980



Fig. 57.- Graderios prefabricados para el Estadio de Teruel. Realizado en colaboración con el arquitecto Federico Echevarría. Década de 1980.

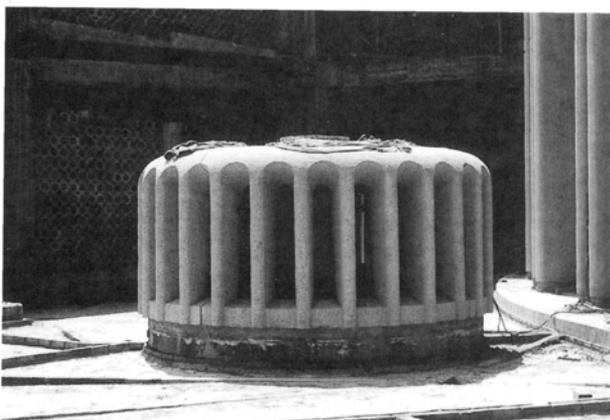


Fig. 58.- Piezas especiales curvas para torres de ventilación en el edificio de Azca. Década de 1980.

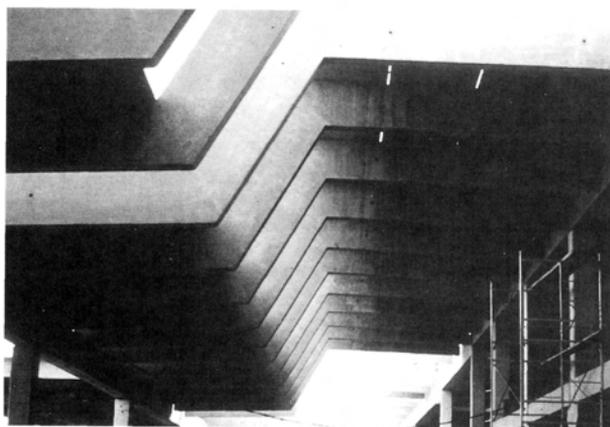


Fig. 59.- Vigas especiales para el área de ventas del centro comercial Alcampo de Valencia. Década de 1980.

Se realizan soluciones especiales, tales como las jácenas en voladizo del Estadio del Sardinero, en Santander, con proyecto del ingeniero J.J. Arenas de Pablo. Se realizan, también, soluciones para graderíos, como los del Estadio de Teruel, efectuadas con el arquitecto Federico Echevarría (Fig. 57).

Hay una voluntad continuada en dar respuesta a las necesidades estructurales, formales y de acabados que genera la realización de edificios. Unos ejemplos de piezas especiales, desarrolladas para responder a problemas concretos, son las piezas curvas, realizadas con hormigón de áridos rosa y con acabado de áridos vistos, de la obra de Azca, anteriormente mencionada (Fig. 58), las vigas de la galería de un centro comercial de Alcampo (Fig. 59), unos muros curvos con una balaustrada incorporada (Fig. 60) o las pruebas de áridos y acabados realizadas para la elección del tipo de hormigón y acabado en el edificio de Azca (Fig. 61).

Comienzos de la década de 1990.- Se comienzan a prefabricar edificios de varias plantas con estructura hiperestática para grandes superficies comerciales.

Un caso muy singular y característico es el de un centro comercial en Aluche, en colaboración con el arquitecto Juan Serrats. Es un edificio de 70.000 m², en cinco plantas y con unas cargas de hasta 2.000 kg/m². La estructura se ha realizado totalmente prefabricada, realizando en obra las posteriores uniones pilar-jácena para dar continuidad a la estructura, que trabaja de manera hiperestática para resis-

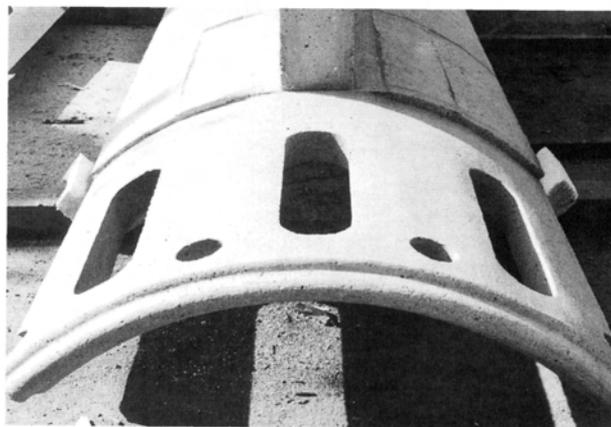


Fig. 60.- Piezas de muro curvas realizadas con árido rosa y acabado al chorro de arena. Década de 1980.

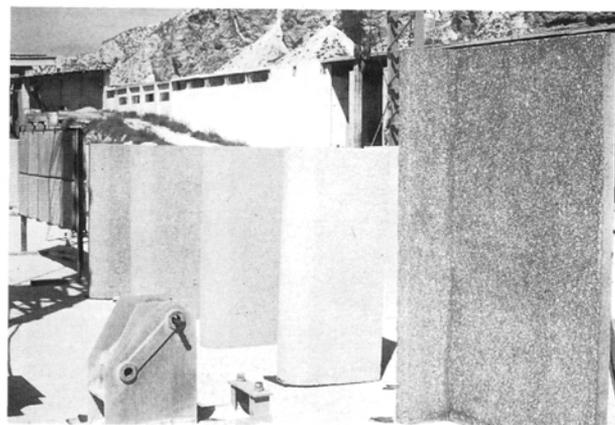


Fig. 61.- Pruebas de áridos y acabados para la realización de piezas arquitectónicas especiales.

tir las acciones horizontales. Se ha llegado a realizar un ritmo de montaje de 20.000 m²/mes (Fig. 62).

Durante este tiempo se han construido edificios con soluciones especiales como, por ejemplo, el edificio de Laboratorio Municipal de Higiene en Madrid. Este edificio, de 5 alturas, se concibió como un edificio colgado de unas jácenas prefabricadas pretensadas (Fig. 63).

Otro ejemplo de concepto, contrario al anterior, es el del Edificio de las Consejerías de la Junta de Extremadura en Mérida, fruto de una excelente colaboración con el arquitecto D. Juan Navarro Baldeweg y el ingeniero de caminos Julio Martínez Calzón.

Es un edificio de 4 plantas, que se apoya totalmente en unas vigas prefabricadas pretensadas de 25 m de longitud. La solución, muy compleja desde el punto de vista estructural

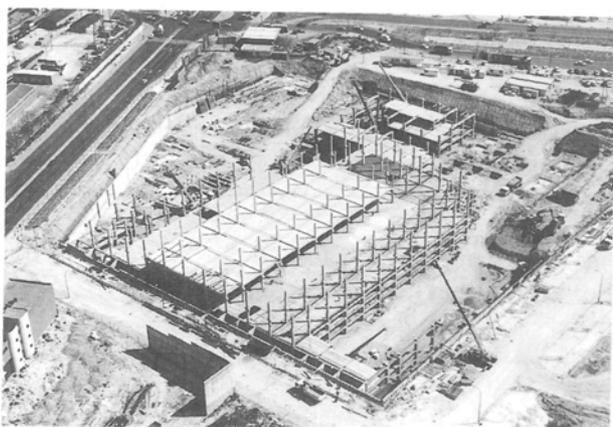


Fig. 62.- Centro comercial en Aluche, Madrid. Edificio para una gran superficie comercial, con cinco plantas de altura y estructura hiperestática. Década de 1990.

y muy pura desde el punto de vista formal, fue realizada para salvar unos restos arqueológicos que aparecieron al iniciarse la obra (Fig. 64).

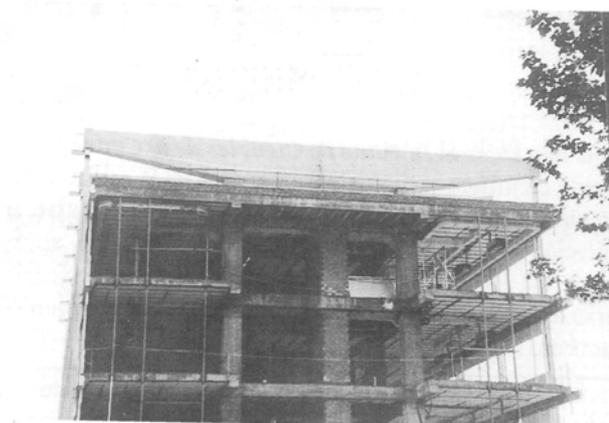


Fig. 63.- Edificio de cinco alturas colgado de unas jácenas pretensadas. Década de 1980.

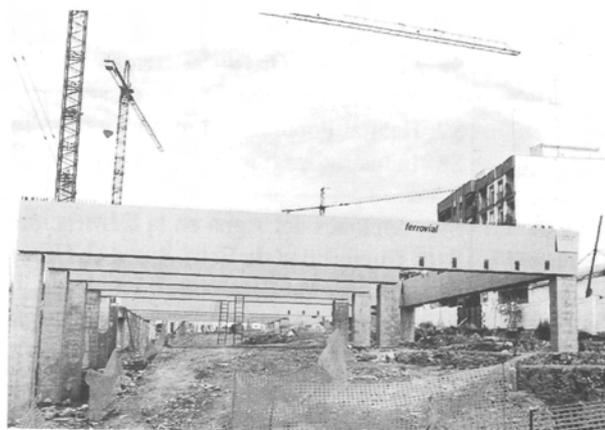


Fig. 64.- Edificio de las Consejerías en Mérida, de cinco alturas, sobre unas vigas cargadero prefabricadas pretensadas. Década de 1990. Arquitecto Juan Navarro Baldeweg.
