

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA



"PREFABRICACION"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

ARQUITECTO

PRESENTA:

HUGO ROLANDO MEZA GALLARDO

Guatemala, Septiembre 1979.

DL
02
7 (316)

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

Conforme con lo establecido por la Ley Universitaria, presento a vuestra consideración, para optar el título de Arquitecto, el siguiente trabajo de tesis:

"P R E F A B R I C A C I O N"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE ... TEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

HECTOR MANUEL DE JESUS MEZA
Y
MARIA TEREZA GALLARDO

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS.

M. T. R.

PREFABRICACION

"El prefabismo es para nosotros una forma de construir viviendas, escuelas, puentes, granjas, naves industriales... que partiendo de una mentalidad nueva, —la industrialización de la construcción—, usando como herramienta la prefabricación y teniendo presente en todo instante al hombre, dará lugar, sin duda, a una arquitectura que pertenezca a todos, una arquitectura con esperanza".

J. A. Fdez. Ordóñez
TEORIA SOBRE PREFABRICACION DEL
SEMINARIO DE PREFABRICACION

1.	INTRODUCCION	1
2.	JUSTIFICACION DEL TEMA	9
3.	ANALISIS DE LOS DISTINTOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ACTUALES	11
	3.1 Generalidades	13
	3.2 Analisis de los distintos sistemas constructivos actuales	24
	3.3 Comparación de los diferentes sistemas constructivos con la teoría del prefabismo	71
4.	LA PREFABRICACION	75
	4.1 Desarrollo histórico de la prefabricación	77
	4.2 Cuantificación del Grado de prefabricación	85
	4.3 Ventajas y desventajas de la prefabricación	92
	4.4 El proyecto de prefabricación	103
	4.4.1 Planos	105
	4.4.2 La modulación	118
	4.4.3 Juntas	129
	4.4.4 Tolerancias	173
	4.4.5 Instalaciones	179
	4.5 Evaluación de Sistemas	185
5.	CONCLUSIONES	191
6.	RECOMENDACIONES	195
7.	PROPUESTA	199
8.	BIBLIOGRAFIA	207

1. INTRODUCCION

Las alternativas o selecciones en el campo de la construcción en cuanto a métodos y sistemas para edificar, son varias; dada esta gran cantidad de posibilidades de selección, sería conveniente tener de cada una de ellas, la información y el criterio necesario, que se refieran a todas sus características e incidencias socio-económicas y técnicas. Con el presente trabajo sobre prefabricación se trató de llenar hasta donde fue posible, la información y el criterio para esta alternativa de construcción.

Consta el trabajo de los siguientes capítulos:

JUSTIFICACION DEL TEMA

En este capítulo, se hace referencia a los móviles que se tuvieron para estudiar lo realizado hasta el momento en prefabricación, estudio que principalmente se refiere a lo realizado en países europeos; también se señala el objetivo que se trató de lograr con tal estudio.

ANALISIS DE LOS DISTINTOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ACTUALES

Aquí, en este capítulo, se aclara el concepto de prefabricación, através de la limitación y definición de las posibilidades de transformación de los procesos constructivos actuales. análisis que se realiza en forma decreciente, desde la construcción que se realiza a base de componentes de origen industrial convencional, hasta el proceso constructivo artesanal; haciéndose mención también, de lo que se entiende por premoldeo y procedimiento racionalizado y de las características o variables existentes en todos los procesos constructivos: variables como: producción en obra, en fábrica fija, en fábrica semifija, elementos de catálogo, sistemas abiertos, sistemas cerrados, etc.

1. **Generalidades:** Nos introducimos en el concepto de industrialización reforzando el concepto de prefabricación.
2. **Comparación de los diferentes sistemas constructivos con la teoría del prefabismo:** Los diferentes sistemas constructivos actuales son comparados con el prefabismo para observar como cada uno de ellos, y si participa de las características esenciales de éste, aclarando que entendemos al prefabismo como el modelo ideal.
3. **Análisis de los distintos sistemas constructivos actuales:** Definición de cada sistema a través de la mención de sus características particulares.

LA PREFABRICACIÓN

En este capítulo se menciona la importancia de mantener una constante revisión de los sistemas constructivos y también se trata de una manera general, introducir en forma de una primera tentativa, la conceptualización de lo que se entiende por prefabricación, por lo que se toman aspectos como: Industrialización de la construcción y sus cuatro etapas, características necesarias para que exista la prefabricación, ubicación de los diferentes sistemas de construcción y principalmente de la prefabricación y lo que se comprende por componentes constructivos. Se explica lo referente a todos los aspectos atinentes a la misma como sigue:

1. Desarrollo histórico de la prefabricación

Se realiza una compacta secuencia histórica que toca los puntos más importantes de la prefabricación, desde una comparación de la construcción con elementos modulares tradicionales como el ladrillo, hasta la utilización del sistema gran panel, principalmente en la URSS, mencionándose algunas importantes aportaciones teóricas sobre la prefabricación y las cuales se han hecho en diferentes épocas históricas, por ejemplo, las aportaciones teóricas del Renacimiento.

2. Cuantificación del grado de prefabricación

Se hace necesario establecer una forma que permita visualizar las diferencias en tiempos, tanto en obra como en fábrica, para poder comparar los sistemas constructivos, por lo que en este capítulo se presenta el índice de prefabricación que nos ayudará a conocer el grado de prefabricación por cada sistema.

3. Ventajas y desventajas de la prefabricación o lo que se menciona en favor y en contra de la prefabricación

Se cubre lo que se menciona a favor y en contra de la prefabricación, entendiendo que cualquier sistema constructivo tiene implicaciones de toda índole en los aspectos económicos, sociales y técnicos; en este trabajo y en este capítulo se analizan las condiciones favorables y desfavorables de la prefabricación, análisis que abarca los aspectos mencionados anteriormente. Tiene este capítulo la intención de que se visualice, que la implantación de cualquier sistema hace que en el medio en el que se implanta surjan modificaciones favorables o no y las que deben de ser aprovechadas para lograr una adaptación lo más aceptable posible. Es de aclarar que los resultados de este análisis surgen de la comparación de las características de los sistemas tradicionales y sistemas racionalizados con las de los sistemas prefabricados.

4. El proyecto de prefabricación

Cubre la información descriptiva y gráfica, que permite, desde las fases de la aplicación de los criterios de diseño es decir, el diseño propiamente dicho, el desarrollo, producción, montaje, etc.; y la realización de cada fase con resultados óptimos, razón por la que en esta sección se presenta:

4.1 Planos

La organización de planos y las características de ellos, necesarias en prefabricación.

4.2 Modulación

La prefabricación requiere, desde la etapa del diseño y en las etapas intermedias hasta su realización, de técnicas no especiales pero si un poco diferentes a las aplicadas actualmente en la construcción tradicional o para ser más explícitos, técnicas que debieran aplicarse en cualquier método o sistema para edificar, para hacer de la actividad constructiva, una actividad más racionalizada.

Estas técnicas aplicadas en cada etapa: planificación, diseño, desarrollo, realización o ejecución, control y evaluación, nos permitirán obtener resultados óptimos en la ejecución del objeto a construir.

En esta sección, se informa principalmente de la manera que la coordinación modular es aplicada al sistema prefabricación.

4.3 Juntas

Las diferencias estructurales existentes entre los sistemas tradicionales y de prefabricados, son analizados. Se aclara y analiza un nuevo concepto estructural: La junta, elemento más característico en la prefabricación. Este elemento estructural nuevo —la junta— se describe conceptual y técnicamente en este capítulo, refiriéndose también a ciertas normas a considerar para lograr la estabilidad de las edificaciones prefabricadas.

4.4 Tolerancias

En la construcción tradicional, cualquier variación en las dimensiones es posible de resolverse adaptando o remodelando en el lugar los componentes constructivos. En cambio en la prefabricación si bien es inevitable que surjan variaciones, es imprescindible que sean lo más pequeñas posibles y que puedan absorberse sin necesidad de modificar los componentes: para que exista esa precisión se hacen aquí las recomendaciones necesarias y se presenta un pequeño estudio para encontrar las tolerancias permitidas.

4.5 Instalaciones

En el análisis de los distintos sistemas constructivos actuales, se hace referencia a los bloques técnicos, paneles de instalaciones, etc. sin embargo, por considerarse muy importante dentro de la racionalización del proceso constructivo, en el renglón instalaciones se introduce por aparte esta información adicional.

5. Evaluación y elección de sistemas

La evaluación de sistemas implica la posibilidad de ser realizada como la evaluación de elementos o de funciones, optándose por la evaluación de los componentes funcionales, es decir relacionando el elemento con su función. Respecto a la elección de sistemas se presentan dos alternativas, la elección de un sistema a importar y la elección de un sistema existente entre los del lugar, alternativas en las que se describen las determinantes más importantes a tener presentes en cualquiera de los dos casos.

CONCLUSIONES

Como resultado del estudio efectuado sobre prefabricación, surgen consideraciones finales importantes, alguna de las cuales se mencionan en esta sección.

RECOMENDACIONES

Con el estudio sobre prefabricación efectuado, y apoyándose en las conclusiones, también se manifiestan recomendaciones aconsejables de seguir.

PROPUESTA

En una forma simple y compacta, se presenta una propuesta para prefabricación en nuestro medio, propuesta que llena en cierta forma lo estudiado en esta tesis.

2. JUSTIFICACION DEL TEMA

JUSTIFICACION DEL TEMA

La principal motivación que impulsó el estudio del tema, surgió con el apareamiento en el año 1976, a raíz del terremoto del 4 de febrero, de diferentes propuestas constructivas, además de las existentes en el país, que manifestaban de una u otra manera, la inquietud de lograr "Solucionar el problema de la obtención de espacios habitables", asunto que sólo visto desde un punto puramente técnico, provocó desorientación en los sectores de la población más afectados económicamente, los que, sin métodos constructivos ni orientación adecuada, improvisan sus "viviendas".

El objetivo que se trató de alcanzar con este trabajo, es la obtención de información para ubicar correctamente un proceso de producción y una tecnología del producto prefabricado adecuados a nuestras posibilidades actuales. El medio utilizado fue la revisión de experiencias sobre prefabricación que se han desarrollado en otros países. Con esta información, creemos, pueden actualizarse la producción de los materiales y los sistemas constructivos en el país.

Desde luego, no se pierde de vista que en realidad, el problema del déficit de espacios habitables adecuados para el desarrollo humano, no es solamente un problema técnico, sino político, fundamentalmente, pero se considera atendible, además de la preocupación por dicho factor fundamental, la consecución de esfuerzos que lo complementen en otros aspectos relacionados entre ellos.

3. ANALISIS DE LOS DISTINTOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ACTUALES

3.1 Generalidades

3.2 Comparación de los diferentes sistemas constructivos con la teoría del prefabismo.

3.3 Análisis de los distintos sistemas constructivos actuales.

3.1 GENERALIDADES

A

Las causas que generan la necesidad de espacios habitables, tienen matices diferentes de acuerdo a las condiciones de cada país. Esta necesidad de dotar a los humanos de espacios habitables para su desarrollo obliga a mantener una revisión constante de los sistemas constructivos, resultando un replanteamiento de los mismos o el surgimiento de otros como es el caso de la prefabricación, de acuerdo a las condiciones locales como ya se ha dicho, de esta manera, la prefabricación aparece en los países europeos, como una respuesta a la devastación que sufrieron con la Segunda Guerra y por ello, sus resultados son poco alentadores en América Latina, al introducirse a partir de los años '40, como respuesta a la demanda habitacional que constituye la gran movilidad de población a los centros urbanos en busca de 'mejoras' generada por la prosperidad del comercio internacional y el impulso a los procesos de industrialización dentro de los centros hegemónicos mundiales y la relación de dependencia de nuestros países respecto a éstos. La realidad en América Latina, con una estructura económica grotescamente desequilibrada y con los niveles de vida de la población en franca inestabilidad y deterioro, explica el fracaso en la adopción de estos sistemas constructivos que no fueron bien adaptados a nuestras condiciones socio-económicas, salvo el caso de Cuba, en donde se ha desarrollado satisfactoriamente técnicas constructivas más desarrolladas como lo es, entre otros, el prefabricado.

Las experiencias negativas en lo que respecta a los prefabricados en América Latina, a pesar de la necesidad creciente de dotar de habitación a la población, frenan los intentos de introducción de estos sistemas, sin visualizar que la prefabricación no es más que parte del proceso de industrialización y que también los métodos que racionalizan los sistemas tradicionales compiten con ella y, por tanto, no constituye la única posibilidad de respuesta técnica al problema habitacional.

Por ello, la orientación de los sistemas de producción de viviendas deben estar acordes con las condiciones propias de cada país y los esfuerzos en este sentido no sólo deben concretarse a la prefabricación y a la construcción tradicional racionalizada sino, deben investigar, también, dentro del campo integral de la industrialización, entendiéndose como industrialización, el proceso productivo de obtener, transformar y elaborar los productos en base a la repetitividad mecanizada y organizada.

B

La existencia de la brecha entre la necesidad de espacios habitables para la población que tiene baja capacidad de comprar y el alto costo de estos espacios, margina cada vez más a una gran cantidad de población de las soluciones que actualmente se dan en el mercado: población que con técnicas y recursos improvisados y de manera espontánea construye en forma progresiva edificaciones inaceptables en cuanto a las condiciones de habitabilidad de los mismos.

¿Puede la industrialización ayudar a mejorar esta situación?

¿O son los rígidos mecanismos económicos los que no permiten mejoría?

Nuestra tesis es que, el problema radica en lo segundo, pero que, posiblemente y en tanto no hayan modificaciones estructurales que corrijan la falla señalada, el mal empleo de la técnica y los materiales constructivos motiva que estos espacios habitables tengan un costo mayor que el que tendría dentro de un sistema organizado, marginando a un número mayor de personas que el que motiva la propia irracionalidad del sistema.

(C,

Según la teoría del prefabismo, (ideal de la forma de construir) las características necesarias para la existencia de un sistema de construcción industrial, son entre otras:

1. Investigación
2. Planificación
3. Racionalización
4. Industrialización
5. Opcionabilidad
6. Proyectos con una nueva mentalidad
7. Participación popular

(i) INVESTIGACION

La construcción es una actividad humana que se mantiene en comparación con otras, a un nivel científico inferior como resultado de la poca promoción y presupuestación dedicada a la investigación relacionada con ella. Sin embargo, en casos como Cuba, Dinamarca, E.E.U.U. y otros países se han desarrollado eficientes programas de investigación en este campo.

Por tanto, será necesario desarrollar coordinadamente una serie de profundos programas de investigación a diferentes niveles, los que en nuestro caso deberán planificarse claramente, determinando los diferentes niveles de actuación y el grado de profundidad deseable para rebazar este estudio.

Con los grupos de análisis de especialistas y las investigaciones del tipo socio-económico podrá determinarse: la magnitud de las necesidades de los usuarios, sus deseos, sus gustos y en fases posteriores, sus opiniones acerca de las obras realizadas. La investigación deberá realizarse no sólo al nivel individual sino también, al colectivo, desde los objetos insignificantes hasta los complejos del habitat.

Debe impulsarse la investigación tecnológica, no para desarrollar nuevos materiales necesariamente, sino que principalmente para la búsqueda de nuevos y más racionales métodos de proyectos, de procedimientos de cálculo, que aprovechen realmente los conocimientos y experiencias acumuladas sobre el comportamiento estructural, resistencia y funcionalidad de los materiales, de los equipos y procesos industriales más convenientes para llevar a la realización los planes de construcción; todo ésto es lo que lleva a la aparición de nuevos procedimientos y sistemas de construcción, mediante la continua mejora de los existentes.

Esto hace necesario la búsqueda de nuevos procesos de gestión y administración para organizar eficazmente las empresas que habrán de llevar a cabo el programa de construcción, así como para establecer las políticas financieras que hagan posible el proceso.

(2) PLANIFICACION

Es necesaria la transformación del juego oferta-demanda por el de la adecuación recursos-necesidades. Partiendo de que todos los humanos tienen como derecho "alimento, vivienda, salud, cultura y trabajo", se exige en el prefabismo, una planificación racional dotada de un profundo sentido social que impulse, dirija, coordine y controle la actividad de construir, desde el planeamiento territorial a la obra concreta, planificando hacia la consecución del fin propuesto: ésto es, la satisfacción de esa necesidad de espacios habitables que demanda la población. Por lo que es imprescindible.

- 1 Los objetivos perseguidos y la planificación de la construcción inmersa en el marco de la planificación global.
- 2 La definición de políticas atendiendo preferente las necesidades de los sectores sociales desposeídos, dignificando el trabajo en la construcción y dando participación a la población en la creación de su habitat como puntos de partida para cualquier programa de actuación.
- 3 La formación de un aparato institucional que sea capaz de respaldar los anteriores principios y que asegure el cumplimiento de los programas previstos.

(3) RACIONALIZACION

La mejora de los métodos de trabajo que el proceso conlleva, implica la división en actividad homogéneas del principio al final de la obra, es decir, la programación y organización del trabajo, y el equilibrio entre la producción y la utilización del producto.

Por ejemplo, con la implantación de la normalización y modulación, es posible, en cierta forma, evitar el que el productor y el proyectista realicen las cosas a su manera, pero es necesario evitar que estas entorpezcan la labor de investigación de nuevos métodos y productos.

(4) INDUSTRIALIZACION

Para que se realice el prefabismo debe industrializarse la construcción entendiéndose a esta como una actividad aislada de los grandes cambios observados de la revolución industrial en los siglos XVIII y XIX. En nuestros países, la construcción continua aún con sus características: trabajo ligado a los fenómenos atmosféricos, producción en base al esfuerzo físico, realización elitista cuando no especulativa, organización artesanal basada en estructuras casi medievales, mínimo aprovechamiento de medios y técnicas auxiliares, etc. no respondiendo a las ingentes necesidades que la población plantea.

Con la industrialización pueden lograrse: puestos de trabajo más aptos para el hombre, procesos automáticos de fabricación, rigurosos controles de calidad, aumento de la capacidad productiva, mejor aprovechamiento de materiales y esfuerzos, seguridad en el puesto de trabajo, perfeccionamiento continuo del proceso y del producto, siempre que, desde luego, se dé dentro de una sociedad adecuadamente estructurada.

En un sistema constructivo totalmente industrializado, se dan cuatro etapas:

- (1) Diseño y producción de elementos y edificios normalizados (materiales y elementos constructivos normalizados)
- (2) Construcción racionalizada (especialización de la mano de obra y racionalización del equipo)
- (3) Concentración de la producción y comercialización en un número reducido de elementos.
- (4) Mecanización de la producción.

Estas etapas a seguir en el proceso de industrialización de la construcción, representan costos y riesgos crecientes de la 1era. a la 4ta. etapas, pero pueden ser ejecutadas independiente, total o parcialmente, dependiendo y conjugándose con el nivel de desarrollo alcanzado y de los recursos disponibles del país.

ETAPA 1:

DISEÑO Y PRODUCCION DE ELEMENTOS Y EDIFICIOS NORMALIZADOS

(Normalización de elementos y materiales).

La etapa de normalización de elementos y materiales, facilita y tiene como objetivo el obtener elementos constructivos que puedan ser fácilmente ensamblados (ejemplo clásico: el ladrillo); la normalización del diseño y uso de los materiales normalizados como técnicas tiene grandes perspectivas. El medio para normalizar y ordenar las medidas es la coordinación modular, tomando como base la unidad módulo de 0.10 m. que ha sido promovida por las Naciones Unidas, aún cuando no se han aplicado extensivamente a la fecha.

Con el diseño y la producción de elementos y construcción de edificios normalizados a base de elementos prefabricados menores, además de simplificar los procesos constructivos y de producir elementos de calidad, se obtienen economías como consecuencia de la repetitividad en elementos similares para diferentes edificaciones.

ETAPA 2:

CONSTRUCCION RACIONALIZADA

Se logra con la especialización de la mano de obra y la racionalización del equipo de construcción (mejoras en la adquisición y en el uso de la maquinaria y el equipo), es decir, optimizando el uso de los recursos laborales y del equipo como objetivo y teniendo como medio para ello la planificación, las técnicas de organización y de control de obras, el adecuado aprovechamiento de la productividad del personal especializado, la aplicación de elementos constructivos normalizados (elementos prefabricados menores) y el diseño normalizado de las edificaciones en el desarrollo de los proyectos.

ETAPAS 3 y 4:**CONCENTRACION, COMERCIALIZACION Y MECANIZACION DE LA PRODUCCION.**

Es importante la evaluación de las condiciones del mercado para llegar a la mecanización de la producción a un punto de lograr sistemas integrales de prefabricación, pues la gran inversión inicial por costo de plantas para producción exige una continuidad en la demanda que asegure un óptimo funcionamiento. De ello, la tendencia es reducir el número de los distintos elementos a producir.

(5) OPCIONABILIDAD

Representa la posibilidad de trasladar el trabajo de la obra a la fábrica a todos los niveles de la realización de materiales, elementos o procesos. Esta opción de poder producir en obra o en fábrica, determina cuando un producto es industrial, ya que éste no puede realizarse en obra, es decir no tiene opción de hacerse en el lugar. En cambio, si un proceso o elementos presentan la característica de poderse construir en fábrica o en obra y se opta por su producción en fábrica, se transforman en productos prefabricados, por lo que la elección de la opción de prefabricar debe ser la más adecuada posible, que aproveche al máximo las condiciones del momento y que disminuyan al mínimo el trabajo a realizarse en obra.

(6) PROYECTOS CON UNA NUEVA MENTALIDAD

El sentido envolvente de estas características, se encierra en que deberá existir "la intervención de todos y cada uno en el diseño global del hábitat".

La proyectación deberá nacer de una previa información, de una clasificación de necesidades y deseos a la vista de las críticas de las obras ya realizadas y de los resultados de los ensayos programados y de una coordinación multidisciplinaria.

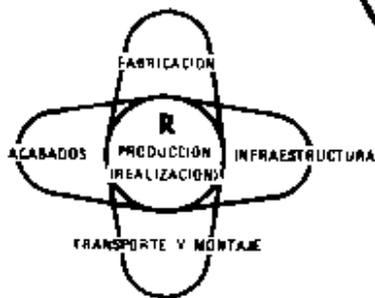
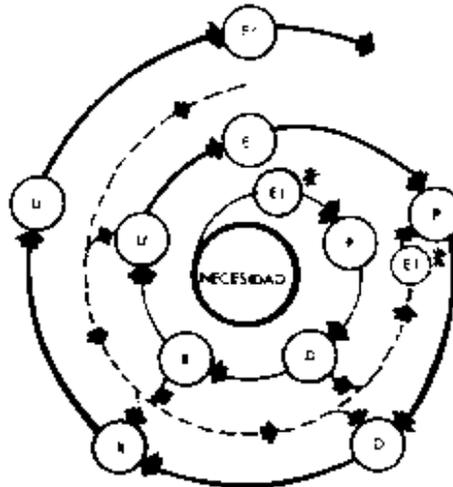
CROQUIS DE UN PROYECTO CONTINUO

(PROCESO DE ACTUACION)

FORMAL: DISEÑO CONSTRUCTIVO Y
TECNOLOGIA EMPLEADA.

ESPACIAL: FORMAS DE CONSUMO Y
ORGANIZACION DEL ESPACIO.

AMBIENTAL: CLIMA
VEGETACION
TERRENO, ETC.



- CORRIENTE DE INFORMACION
- - - CORRIENTE DE REALIMENTACION
- CORRIENTE DE ACTUACION
- * ASUME UNA UTILIZACION PREVIA DE UN PRODUCTO QUE SATISFACE IGUAL NECESIDAD.

Características de un proyecto continuo

- Control del usuario del proyecto a nivel de información previa y crítica posterior.
 - Equipo pluridisciplinario de trabajo (concepto: tecnológico, social, artístico).
 - Realización de todas las fases (proyecto, producción, realización) bajo una única dirección.
 - Reciclaje continuo de todos los participantes, impulsados por la crítica, la investigación renovadora y las realizaciones de otros.
 - Dirección idónea, no importando profesión.
- Obsérvese la dinámica que la espiral presenta.

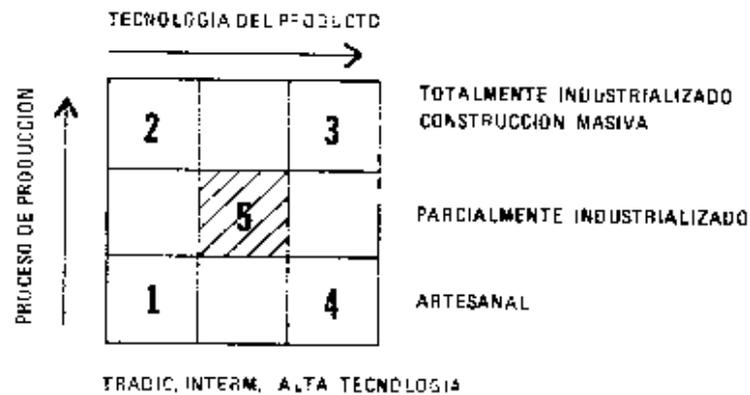
(7) PARTICIPACION POPULAR

Se trata de lograr que el mayor número de miembros de la población se incorpore al proceso de creación del habitat, con su activa participación, participación que se deberá dar a un nivel popular.

(D)

Las características de que los edificios puedan conformarse de diversas maneras y ser erigidos también tanto con métodos manuales como mecanizados con resultados de calidad y costos aceptables, hace que el método constructivo para cada caso dependa de las condiciones del medio y que éste, no tenga relación con la tecnología contenida en el producto final, por ejemplo:

- (1) Procesos totalmente industrializados que pueden producir productos (edificios) tradicionales.
- (2) Métodos artesanales que pueden generar productos, en los que se utilicen los materiales y se realice el producto final dentro de un proceso con gran contenido tecnológico.



CUADRO (1) Construcción tradicional realizada en forma artesanal.

CUADRO (2) Producción masiva de viviendas con tecnologías tradicionales mediante procesos industrializados; ejemplo: Sistemas de construcción en madera que elaboran, por procesos mecánicos, un producto apegado a la tradición en forma y en método de erección.

CUADRO (3) Corresponde a la mayoría de sistemas de prefabricación.

CUADRO (4) Construcción tradicional con sofisticado diseño de estructuras y componentes.

CUADRO (5) Proceso parcialmente industrializado de elaboración de un producto dentro de una tecnología intermedia. Estos métodos de producción incorporan parcialmente elementos livianos de prefabricados y utilizan equipos livianos de montaje. Ofrecen flexibilidad en su realización: Artesanal o a máquina, con posibilidad de optimización de la producción en forma paulatina hacia la mecanización, según lo permitan las condiciones.

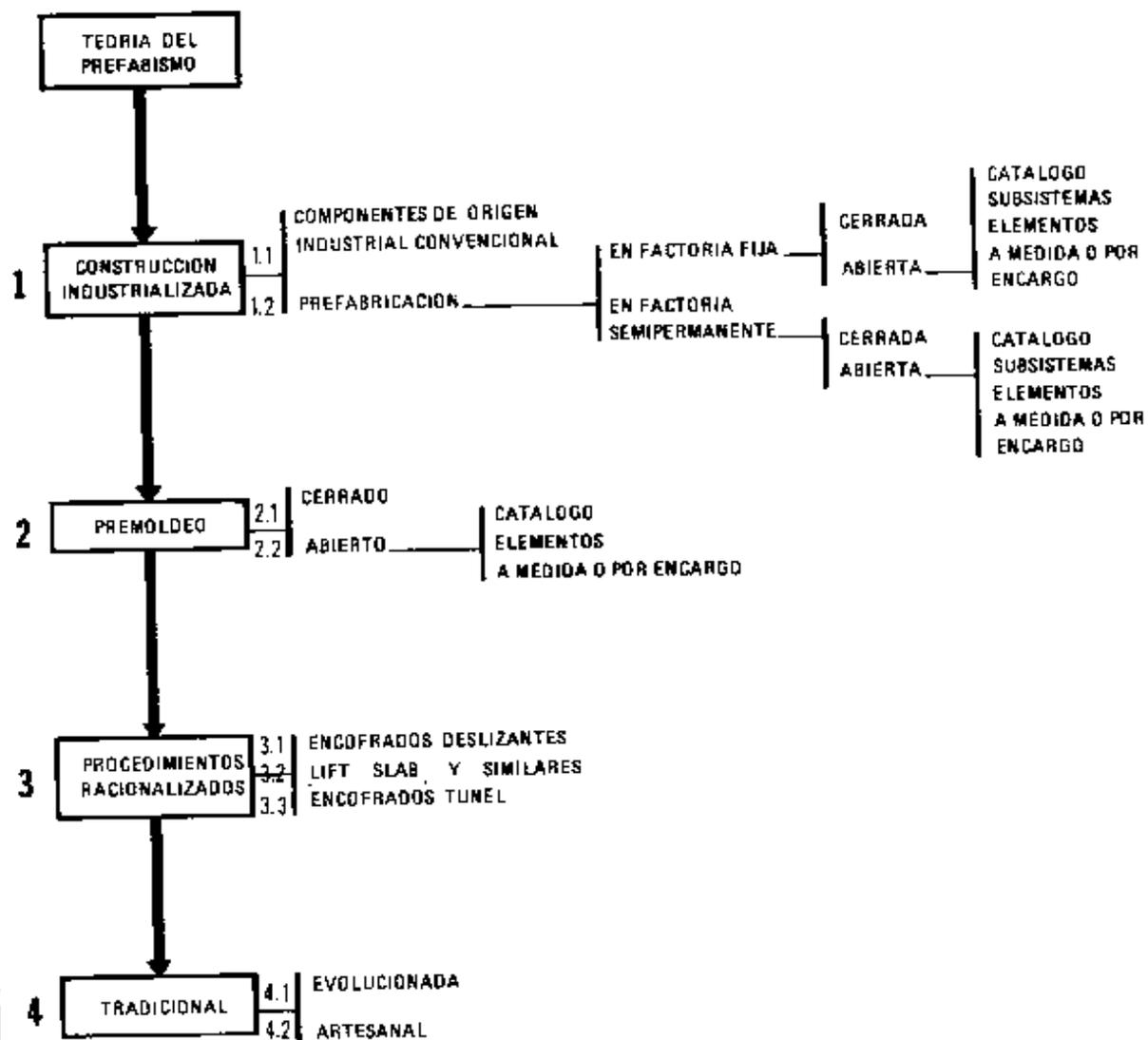
LOS COMPONENTES FUNDAMENTALES DE UNA CONSTRUCCION:

- (1) Estructura (portante-rigidizante)
- (2) Cerramiento exterior
- (3) Cerramiento interior
- (4) Instalaciones eléctricas.
- (5) Instalaciones sanitarias e hidráulicas.
- (6) Muebles.
- (7) Terminaciones (acabados)

De estos componentes, al que se trata de dar soluciones de manera particular es a la estructura del edificio, olvidándose de que el resto cuenta de una manera significativa en la totalidad de la obra. En un sistema industrializado integral, la tendencia es la incorporación del máximo de los componentes con el objetivo de una mayor eficiencia, y el de reemplazo de ellos con la variabilidad de las necesidades y la decadencia de uso, para permitir una mayor vida útil del objeto — espacio.

ANÁLISIS DE LOS DISTINTOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ACTUALES

La intención de esta sección es analizar, delimitar y definir las posibilidades de transformar los procesos constructivos actuales en un orden decreciente, desde la construcción que se efectúa a base de componentes de origen industrial convencional hasta el artesanal.



ESQUEMA DE LOS DISTINTOS GRADOS DE INDUSTRIALIZACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO, POR ORDEN DECRECIENTE.

ANALISIS GENERAL DE LOS DISTINTOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS ACTUALES

(1) CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA

1.1 CONSTRUCCION A BASE DE COMPONENTES DE ORIGEN INDUSTRIAL CONVENCIONAL

Normalmente las construcciones a base de componentes de origen industrial convencional, son sistemas abiertos, de complicada fabricación industrial, chapas de aluminio, aceros laminados en frío, P.V.C. y similares, paneles de madera prensada: con una construcción en el lugar que se limita a una fase corta de montaje en seco de los componentes y con un alto grado de acabado.

Se adaptan por su gran flexibilidad, a diferentes programas de necesidades: tipo escolar, sanitario, comercial, social, etc. en vivienda se han realizado con éxito de tipo técnico más que económico.

Se han aplicado en E.U.A. en viviendas en gran volumen. Representan en este país un gran paso en prefabricación, principalmente en realizaciones a base de 'mobile homes' modulares, panelizadas, etc.

Este tipo de construcción industrializada es típica de países con un alto desarrollo tecnológico y económico:

Tecnológico: Se requiere para lograrlo, una técnica industrial elevada, equipo y materiales elaborados. Los elementos acabados se fabrican totalmente en fábrica mediante complejos procesos mecánicos, requiere mano de obra altamente calificada.

Económico: Por el alto nivel salarial, se pretende evitar mano de obra en el lugar.

SUS CARACTERISTICAS:

- Materias primas:
Para su transformación se requiere de complicados procesos físicos y químicos. el costo de estas respecto al de mano de obra es hasta 6 veces más.
- Equipo:
De gran rendimiento y muy adecuado.
- Proceso de fabricación:
Gran volumen de fabricación en corto tiempo, por su automatización; se obtienen elementos muy ligeros por el empleo de materiales de alta resistencia, lográndose formas muy adecuadas a los usos que han de servir.
- Dimensionamiento:
Se logran tolerancias dimensionales de características funcionales muy estrechas, como resultado el montaje se parece a una construcción mecánica, y los detalles se resuelven más eficientemente.

- **Montaje:**
Las uniones se resuelven en seco, generalmente por medios mecánicos, como: soldaduras, roblonado, engarzado, atornillado, etc.

1.2 PREFABRICACION

CLASIFICACION DE LA PREFABRICACION SEGUN LOS ELEMENTOS PRODUCIDOS.

Prefabricación cerrada

En estos sistemas, la producción es realizada totalmente en fábrica, y han sido concebidos los elementos constructivos, de tal forma que estos al estar adecuadamente unidos en el lugar constituirán la obra.

Características:

- Por no tener gran flexibilidad, debido a los procesos de producción, es necesario para poder introducir variables, que el pedido sea de un gran volumen.
- El sistema no necesariamente deberá responder a una modulación estricta, salvo cuando se unen con otros, por ejemplo: carpintería de huecos, cocina, instalaciones, etc.
- Unica procedencia de los elementos fundamentales que conforman la construcción.
- Únicamente los elementos de varios usos y polivalentes se pueden mantener en existencia, ya que cada realización tiene sus características propias.
- El sistema puede englobar todas las fases del proyecto hasta la entrega de la construcción acabada ó con la información adecuada el usuario del sistema podrá tomar parte después de la fase de producción. En el primer caso el fabricante es el responsable de la fabricación, montaje y acabados.

Prefabricación abierta

En estos sistemas, la producción de elementos se realiza en una o varias fábricas y estos elementos prefabricados de varias procedencias constituyen la parte fundamental de una obra.

Alternativas:

- a. Totalmente prefabricada con otros elementos prefabricados.
- b. Mediante prefabricación abierta propiamente dicha.
- c. De manera tradicional (sistema mixto de construcción.)

Características:

- Responden a una estricta coordinación modular, para poder integrarse con el mayor número de elementos y productos de diferentes procedencias.
 - Es necesaria la información de catálogo de los elementos del sistema, para que el usuario puede integrarlos fácilmente.
 - Por ser elementos de catálogo, pueden producirse y pasar a existencia o stock en la fábrica.
 - Los procesos de fabricación deben ser flexibles, de tal manera que sea posible de cambiar la fabricación: por encargos de productos especiales, por decadencia de los standard, por tendencia de cerramiento paulatino del procedimiento, etc.
- En la aplicación, cuanto más específicos sean los elementos responderán a un mayor campo en su aplicación.
- El montaje regularmente lo realiza el usuario y el fabricante se responsabiliza únicamente del comportamiento de los elementos.

Variedades de los Sistemas Abiertos

- **Prefabricación de catálogo**
Producción de elementos en una fábrica, ajustados a las especificaciones indicadas en un catálogo.
Por la amplitud de su campo en la prefabricación de catálogo pueden surgir, el tipo empresarial y el tipo nacional.
- **Prefabricación de catálogo de empresa**
Sus características principales son, que no existe variedad de elementos y que se encuentran estrictamente restringidos por el catálogo de la Empresa.
- **Prefabricación de catálogo nacional**
En la producción de elementos en fábrica basados en un catálogo nacional, se especifican las características del producto acabado como: resistencia, tolerancias, dimensiones, texturas, fiabilidad, etc.
Únicamente en Polonia se ha orientado a esta situación de catálogo nacional, excluyendo los demás productos similares en el mercado; y en Dinamarca por la concesión de prerrogativas y preferencia al uso de los mismos.
- **Prefabricación de sub-sistemas**
En este tipo de prefabricación abierta se produce por adición de varios elementos, de diferentes procedencias, con elementos complejos para que cumplan diferentes funciones, se dan los casos de: instalaciones, cocinas, aseo, ventilación, etc.

– **Prefabricación por encargo o a medida**

Es el tipo de producción de elementos en fábrica para un proyecto específico y concreto de acuerdo a características, geométricas, textura, acabados, etc. pedido por el cliente.

Se presentan en este tipo 2 maneras:

- Prefabricación fachadista
- Prefabricación cubiertista

En la primera, la característica principal es que la producción de los elementos están orientadas a: falsear el carácter de la obra, y en la segunda que está orientada a la resolución de cubiertas.

Conceptualmente son idénticas, por la razón de que no existe correspondencia entre las soluciones y la obra.

CLASIFICACION DE LA PREFABRICACION DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS DE LAS FABRICAS DE PRODUCCION.

En esta clasificación de acuerdo a los tipos de fábricas, se engloba a todos los tipos de prefabricados según los elementos producidos, lo que indica que pueden producirse en estos tipos de fábricas desde simples tubos de concreto en masa, hasta el sistema cerrado más complejo. Es decir, ni en calidades pueden existir diferencias, pero si existen fuertes diferencias de tipo socio-económico.

Prefabricación en la fábrica fija

Características

- Respecto a la demanda; es variada según los promotores, es intermitente en el tiempo; geográficamente dispersa, con un radio de acción mediano.
- Su montaje es de carácter permanente, en su planificación se asumen como variables: la modernización, su ampliación, su desarrollo, etc. (es necesaria una estrategia de funcionamiento en el tiempo).
- Existe una adecuada formación y promoción del personal.
El personal está afecto a una razón social industrial y no depende su contratación del período de ejecución de una obra.
- Aparecen mejoras de tipo social para el personal.
- Se pueden lograr medidas a largo plazo, en beneficio del proceso productivo y del producto; a través de:

- Programa de mejoras del proceso
- Organización científica del trabajo
- Desarrollo de una investigación tecnológica
- Fomento y ayuda a asociación técnica
- Programas de desarrollo de sector, etc

Prefabricación en fábrica semi-fijas

Características

- Por lo regular, en la prefabricación en fábricas semi-fijas, existe un sólo demandante, un sólo pedido, un núcleo, (concentración geográfica de la demanda) por lo que el pedido deberá ser de suficiente volumen para compensar la inversión por el traslado de la instalación al finalizar el proyecto.
- El periodo de operación es recomendable que sea no mayor a los 3 años, lo que da a todo, construcción, equipamiento, organización, un caracter de provisionalidad.
- En cuanto a la adquisición de maquinaria, esta debe ser de rápida amortización, la fábrica en este tipo de planta no goza de servicios adecuados, dado el periodo corto de operaciones.
- La contratación del personal no técnico se realiza con la mano de obra disponible en la zona; y si lo permite la legislación laboral, la contratación de la mano de obra presentará características de eventualidad y salarios mínimos. No se dan mejoras sociales.

(2) PREMOLDEO

Representa un acercamiento a la prefabricación, la diferencia básica entre premoldeo y fabricación en fábrica semi-fija, está en cuanto al producto producido, ya que cuando éste es unicamente utilizado para la obra que se realiza se considera como premoldeo; pero cuando puede ser este producto utilizado en otras obras similares se dá la prefabricación en fábrica semi-fija. Representa premoldeo y prefabricación en fábrica semi-fija, ventajas en lo que se refiere a la eliminación del transporte, dadas algunas características de las obras, como grandes luces en la que las dimensiones de los elementos hacen imposible el uso del transporte.

El premoldeo se utiliza en obras tradicionales en las que se desea a suprimir la obra falsa y formaleta.

(3) PROCEDIMIENTOS RACIONALIZADOS

Nos referimos aquí a la manera de construcción que unicamente establece y mejora las fases del proceso constructivo de la forma de construir tradicional, sin la intención de proponerse el cambio. Con la mecanización de las operaciones, modernización de utilería, coordinación de fases, etc. se racionaliza las fases del proceso al máximo, pero aún manteniendo la antigua estructura artesanal del sector y sin embargo se consigue una buena productividad.

Su aportación, es económica, realizada con una inversión mínima y con la organización de la constructora tradicional, se obtienen óptimos resultados, principalmente si se sigue empleando mano de obra procedente de las emigraciones, estos procedimientos racionalizados representan un competidor efectivo para la prefabricación.

Características

- Aumento de la productividad de la mano de obra especialmente en la parte estructural.
- Mayor organización y uso de medios auxiliares del trabajo en el sitio, en condiciones iguales a la construcción tradicional.
- Supresión de la madera como adamiaje, encofrados, etc. y supresión de la mano de obra dedicada a este renglón.
- Gran radio de acción, el transporte del equipo es fácil y poco costoso.
- Alto ritmo de construcción, al acelerar el curado del concreto (por procedimientos térmicos).

Grupos de Procedimientos racionalizados

- 3.1 Sistemas de encofrados deslizantes, tienen la forma de la superficie a fundir. Se traslada de forma continua cuando queda terminada la parte fundida. Se utiliza en grandes superficies homogéneas a fundir:
 - Túneles
 - Silos
 - Chimeneas
 - Cajas ascensores
- 3.2 Sistemas de elevación de la construcción realizada como los tipos: lift-slab, jack-block, etc.
Se ejecuta cada planta de la obra sobre el suelo y mediante sistemas mecánicos se consigue su ascensión.
- 3.3 Sistemas de encofrados metálicos complejos (procedimientos conocidos como sistemas monolíticos) tipo túnel
 - mesa con armazón tubular
 - muro abatible de gran dimensión

(4) Construcción tradicional: evolucionada y artesanal

La actividad de construir se realiza en esta parte del proceso de construir de una manera artesanal y en algunos casos evoluciona, existiendo una mínima productividad como resultado del poco aprovechamiento de los recursos, del equipo rudimentario, como de la mano de obra no especializada; obteniéndose un producto final apegado a la tradición tanto en forma como en tecnología.

Características:

- Trabajo ligado a los fenómenos atmosféricos
- Producción en base al esfuerzo físico.
- Realización elitista, cuando no especulativa.
- Organización artesanal.
- Mínimo aprovechamiento de medios y recursos.
- Sin control de calidad.
- Producto apegado a la tradición.
- Aprovechamiento de la mano de obra de las inmigraciones.
- **Construcción total en el lugar de la obra.**
- Construcción en obra combinada con elementos livianos prefabricados (evolucionada).

1.1 ANALISIS ESPECIFICO DE LOS DISTINTOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS ACTUALES.**1. CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA****1.1 SISTEMA A BASE DE COMPONENTES DE ORIGEN INDUSTRIAL CONVENCIONAL.**

Por los procedimientos con que se realizan los componentes, son estos sistemas del tipo de prefabricación abierta.

Clasificación

- (A) Elementos tridimensionales a base de materiales sintéticos.
- (B) Sistemas a base de elementos metálicos.
- (C) Subsistemas o bloques técnicos

A. ELEMENTOS TRIDIMENSIONALES A BASE DE MATERIALES SINTETICOS

Para su fabricación, en factoría fija se utilizan materiales sintéticos (plásticos), ejemplo:

- a) Termoplásticos (P.V.C., polietileno) producidos por moldeo e inyección y por extrucción.

- b) Termoestables (resinas fenólicas, las meláminas, los poliésteres y las resinas epóxi) más utilizadas en usos estructurales por ser más resistentes al calor, a los disolventes químicos y al rayado.
- c) Espumas de plásticos expansibles, termoestables como la fenólica, poliuretano rígido, que pueden ser espumados en sitio (expandido) especial para la producción automatizada, se adhiere a las superficies sobre las que se aplica formando una estructura integral fuerte y rígida; su utilización más importante se realiza en la producción de paneles multicapas, con núcleo de las capas del panel (muros cortina, cerramiento exterior de estructura tradicional), por facilidad y rapidez de producción, poco peso, durabilidad, manejo e instalación fácil.
- d) Plástico armado con fibras de vidrios; compuesto por fibras de vidrio, resina termoendurecibles (poliester o epoxi) y agregados de materias pulverulentas de origen mineral: fabricados según formas, dimensiones etc., producidas por métodos de transformación por contacto, proyección simultánea, en prensa, continua, por rollos, etc.

Características de los materiales

Reune propiedades claves como el de ser autoportantes y autoreversibles, así como poco peso, gran fortaleza, buen aspecto, resistencia a la corrosión, transparencia, presentan características negativas como, bajo módulo de elasticidad, baja resistencia al fuego, alto precio, inestabilidad dimensional.

Su principal desventaja respecto al uso estructural, es el de módulo de baja elasticidad, pero es superable, ya que su resistencia depende primordialmente de la geometría o configuración de los elementos interconectados, por lo que las estructuras todo-plástico construídas hasta ahora son curvilíneas.

Su utilización ideal, es en la construcción de paneles multicapas, dos láminas de poliester reforzado con fibra de vidrio entre las que se aloja una caja de poliuretano expandido (o similar) de espesor variable según condiciones climáticas, el espesor total 5 cms.

Para áreas de 30 m^2 y de elementos completos el peso aproximado es de 200 Kg.

Respecto al precio el elevado costo se debe a que, son prototipos y también al elevado costo de los materiales.

Construcción a base de células

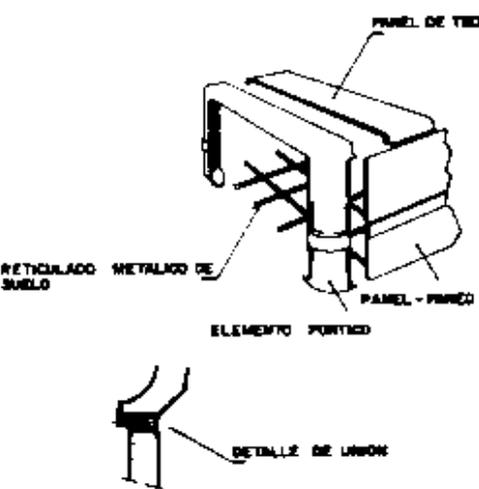
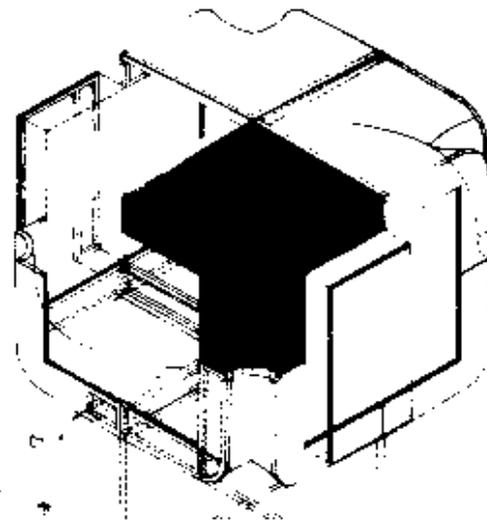
Geográficamente, las realizaciones más importantes de estos sistemas suceden en el eje. Francia, Suiza, Alemania. Se tiende al habit evolutivo, ampliable mediante la edición de nuevas células, la colocación instantánea de las células y su posibilidad de remodelar el espacio interior.

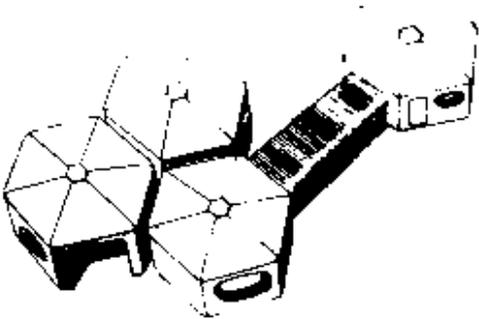
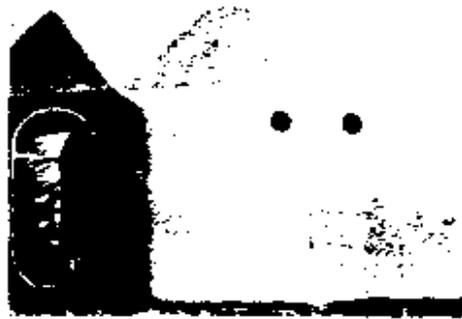
Las realizaciones se orientan para la vivienda secundaria, en sociedades económicamente opulentas, con alto poder adquisitivo; en oficinas de información-exposición, centros sanitarios de emergencia, locales comunitarios para zonas de emergencia, etc.

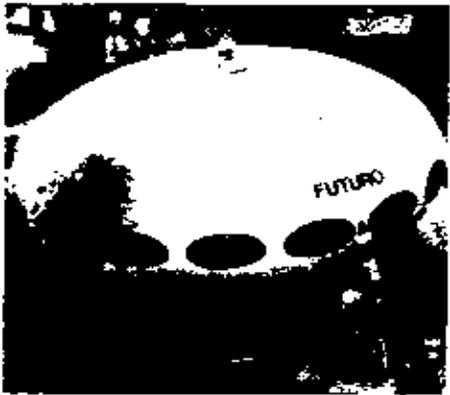
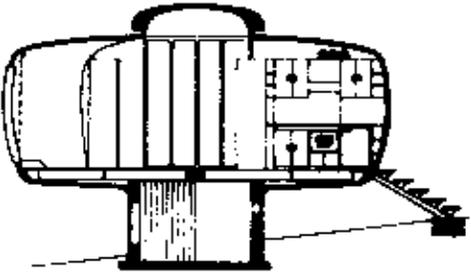
Importante es señalar que en estos sistemas es más manifiesta la diferencia con los tradicionales en cuanto a la concepción de diseño y a la aplicación del material (plástico) tanto en forma, función y características.

La tendencia es la realización de las células autoportantes totalmente acabadas, las que incluso podrían combinarse con estructuras en obra de concreto o metal o estas estructuras con elementos autoportantes de materias plásticas, ejemplo de este sistema son:

- Chaneoc (1960) doctrina de células polivalentes.
- Warren Clark (1964) la torre de viviendas-cápsulas.
- Peter Cook (1964) ciudad enchufable (plug in city)
- Trazos futuristas de Yona Friedman.
- Arthur Quarmby, proyecto unidades de plástico libremente agrupadas.

PAIS DE ORIGEN	FRANCIA	BELGICA
NOMBRE DE LA CELULA O FABRICANTE	Fabricante S.I.R.E.N.	
DATOS SOBRE SU FABRICACION Y EMPLEO	Fabricación en factoría fija mediante el procedimiento de proyección de resina epoxi y fibra de vidrio, sobre moldes de madera y políster. Empleo: boutiques, cafeterías, moteles, ciudades de vacaciones, etc.	Fabricación en factoría, no siendo necesaria gran inversión en la misma. Empleo preferente en viviendas secundarias, moteles, etc.
TIPO DE ELEMENTO Y GRADO DE ACABADO	Las células se forman a base de dos elementos básicos: elementos pórtico de grandes dimensiones y paneles de techo de 1,25 de ancho. El equipo eléctrico está incorporado así como el calefactor que se aloja en las esquinas del módulo.	Células de volumen prácticamente cúbico en el que cada elemento suena y se equipa para una función concreta: dormitorio, cocina, baño, estar, etc. Gran libertad para el acabado de los elementos exterior e interiormente.
PESO, DIMENSIONES Y DISTRIBUCIÓN DEL ELEMENTO TIPO	La célula básica mide 5 x 5 m, el espesor de las paredes es de 6 cm (equivalente a un muro de ladrillo de 60 cm). El sistema permite una gran libertad de distribución en planta.	La planta del elemento base es cuadrada, de 3,34 m y la altura es de 2,60 m. La distribución se consigue adosando elementos entre sí dentro de una amplia gama de posibilidades.
CARACTERISTICAS DEL ELEMENTO	Los módulos plásticos son del tipo campana que se completan por un forjado metálico que forma una retícula y que apoya sobre el suelo directamente.	La estructura de la célula se compone de 4 elementos iguales de madera dura sobre los cuales se extiende un tejido que se endurece a base de varias capas de políster y sobre éstas se extiende otra de resina reforzada de fibras. Los paneles de fachada suelen ser de unas materias ligeras. Todo el conjunto apoya sobre un zócalo de 60 cm.
DATOS ECONÓMICOS	Por encontrarse en fase de primeras realizaciones no se conocen aún datos económicos al respecto.	
TRANSPORTE Y MONTAJE	La fase de montaje a pie de obra comprende varias tareas (forjado, instalaciones, acabado...) aunque podrían hacerse en factoría.	El elemento presenta una gran movilidad y no presenta dificultades de transporte. El montaje y acabado puede hacerlo una sola persona.
ESQUEMA	 <p>Diagram illustrating the construction details of the building element. It shows a cross-section of the element with labels: PANEL DE TECHO (ceiling panel), RETICULADO METALICO DE SUELO (metal floor grid), ELEMENTO PORTICO (portal element), and DETALLE DE UNION (joint detail).</p>	 <p>3D perspective view of the building element, showing its internal structure and how it connects to other elements.</p>

PAIS DE ORIGEN	INGLATERRA	FRANCIA
NOMBRE DE LA CELULA O FABRICANTE	Empresa: Wight Plastics Limited.	CASA 12 E (*)
BATOS SOBRE SU FABRICACION Y EMPLEO	Fabricación en factoría fija. Especialmente pensado para auxilio en casos de emergencia. Existen unidades especiales para: campos de vacaciones, cámaras frigoríficas, bloques de operaciones, etc.	Fabricación de los elementos componentes en fábrica fija. Destinada prioritariamente a viviendas y conjuntos de vacaciones.
TIPO DE ELEMENTO Y GRADO DE ACABADO	El módulo fue pensado para que pudiese lanzarse mediante paracaídas, facilidad de montaje, amplia combinatoria con otros elementos y bajo precio.	Se trata de una vivienda evolutiva en la que a base de un elemento de panel exterior y otro de fachada se pueden obtener múltiples combinaciones. Sanitarios, electricidad y calefacción incorporados.
PESO, DIMENSIONES Y DISTRIBUCION DEL ELEMENTO TIPO	La superficie cubierta por módulo es de 14 m ² , la altura 2,60 y el peso de 295 kg. La distribución puede variar mucho: elemento habitación, elemento para seis duchas, etc.	La vivienda completa 12 E compuesta por doce elementos pesa totalmente equipada 1.700 kg. Las posibilidades son: 8E = 18 m ² , 12E = 30,60 m ² ; 16E = 44 m ² y 28E = 84 m ² . La 12E se compone de: cocina, lavabo-ducha-W.C. y 5 camas.
CARACTERISTICAS DEL ELEMENTO	El módulo de base está formado por 6 paneles de pared con distintos acabados (ventanas, puertas, etc.) y 6 paneles triangulares de techo. Los paneles están fabricados a base de poliéster reforzado con fibra de vidrio y alma de PVC de 25 a 127 mm de espesor.	La composición del material de los elementos es (del interior al exterior): - Capa de gel (0,5 mm) - Estratificado de vidrio (600 gr/m ²) autoextinguible (2,5 mm). - Espuma de poliuretano autoextinguible (40 kg/m ³) (40 mm). - Capas similares a las dos primeras. Espesor total 50 mm.
DATOS ECONOMICOS	El módulo básico, sin equipar internamente, vale en fábrica (1971) unas 69.000 ptas., 7.000 ptas./m ²	
TRANSPORTE Y MONTAJE	El transporte del elemento se realiza en dos paquetes de 2 x 3 x 0,45 m y su montaje lo pueden realizar dos hombres preparados en 2 horas.	El transporte se realiza mediante camiones o por pontones. Los componentes se apilan ocupando poco volumen. En obra hay que preparar unos dados de hormigón sobre los que apoyan los pies de la célula.
ESQUEMA		 <p>(*) Este tipo de vivienda evolutiva ha sido proyectada y puesta a punto por un grupo de arquitectos de Toulouse (Francia) Taller 4. Ha recibido el primer premio del concurso <i>Creación Arquitectónica y Naturaleza</i>, organizado por el Ministerio de Asuntos Culturales.</p>

PAIS DE ORIGEN	FINLANDIA	FRANCIA (1966)
NOMBRE DE LA CELULA O FABRICANTE	<i>FUTURO</i> . Diseñada por el arquitecto finlandés Matti Suuronen. Fabricada en varios países.	<i>BULLE A SIX COQUES</i> en Francia, <i>DRION</i> en Alemania. Fabricadas por Dubigeon, Normand y Alco respectivamente.
DATOS SOBRE SU FABRICACION Y EMPLEO	Esta célula de habitación ha tenido bastante difusión por ser uno de los primeros elementos que aparecieron de este tipo y por sus singulares características.	Fabricación en factoría fija. La célula se ensambla en fase de comercialización intensiva. Se han instalado varias colonias de vacaciones en distintos puntos de Francia.
TIPO DE ELEMENTO Y GRADO DE ACABADO	Elemento de secciones diametral circular y transversal en forma elíptica, formado por dieciséis elementos que se unen mediante tornillos.	Las seis piezas que forman la vivienda se unen por juntas estancas desmontables. El forjado apoya sobre un chasis metálico.
PESO, DIMENSIONES Y DISTRIBUCION DEL ELEMENTO TIPO	El diámetro máximo del elemento es de 3 m. El peso es de 2.500 kg.	La superficie habitable es de 36 m ² . El peso total es de unos 1.500 kg, siendo el de los elementos de unos 700 kg. Una de las cásulas contiene todos los sanitarios, otra la cocina, otra la cama de matrimonio, dos o tres contienen camas literas o normales.
CARACTERISTICAS DEL ELEMENTO	Los componentes están formados por sandwich de poliéster reforzado y alma de poliuretano expandido. El coeficiente de aislamiento térmico es $K = 0,4$ especialmente válido para los países fríos. El elemento reposa sobre una estructura tubular.	Las seis cásulas que forman la vivienda están realizadas a base de panel sandwich (poliéster; espuma de poliuretano, poliéster), $K = 0,63$. La vivienda está formada por las seis cásulas, una cúpula y un altillo que en general se hace a las.
DATOS ECONOMICOS		El precio (1969) de la vivienda totalmente acabada y amueblada era de unos 70.000 ptas./casa. Es decir, alrededor de 400.000 ptas. total.
TRANSPORTE Y MONTAJE		Los elementos básicos que componen la vivienda pueden adosarse entre sí, lo que facilita grandemente el transporte. La vivienda puede montarse y desmontarse con facilidad.
ESQUEMA		

(II) SISTEMA A BASE DE COMPONENTES DE ORIGEN INDUSTRIAL CONVENCIONAL.

SISTEMAS A BASE DE ELEMENTOS METALICOS

La materia prima, el metal, tiene características físicas y formales que pueden sufrir variaciones muy amplias, de acuerdo a procesos transformativos altamente mecanizados que permiten estrechas tolerancias, estampación, embutición, extrusión, doblado, plegado, corrado; permitiéndose una serie de uniones (soldaduras, roblonado, atornillado, grapado, pegado, etc.) y aplicándose acabados diversos (decapado, amodizado, plastificado, esmaltado).

En construcción tienen inconvenientes graves como: mal comportamiento ante fuertes temperaturas, necesidad de un adecuado aislamiento acústicos y térmicos, ejemplos son los proyectos, realizados en Francia de Jean Prouvé, utilizando láminas de aluminio y de acero enrollado, sometido a un moleteado y rigidizados por un pequeño esqueleto (diminutos perfiles unidos por agrafes).

Las superficies punzonadas y embutidas, el alma rellena de espuma aislante, creando nuevas posibilidades estéticas y una escuela de espíritu ortodoxo e industrial.

En Dinamarca: Grupo Funen (en 1,963)
En Inglaterra: Construcciones Clasp, (1,946)

En estos sistemas a base de estos componentes, generalmente su esquema resistente suele ser a base de pilares metálicos de la altura de la construcción, con vigas principales y secundarias formando un reticulado normalizado que conforma con el concreto, las losas, junto con la base de chapa metálica laminada que hace de encofrado perdido: otras características son:

- La utilización de concreto hace que la gran racionalización alcanzada se pierda con la utilización de concreto, porque este le hace perder su apreciada característica de montaje en seco, interfiriendo por dependencia del suministro de concreto bombeado, mano de obra adecuada, largo período de curado, etc.
- Tipologías de elementos sumamente estudiadas.
- Calidad de materiales y acabados.
- Estrecha tolerancia dimensional.
- Máxima sustitución de trabajo en obra por trabajo en fábrica.

SISTEMA A BASE DE COMPONENTES DE ORIGEN INDUSTRIAL CONVENCIONAL

DESCRIPCION

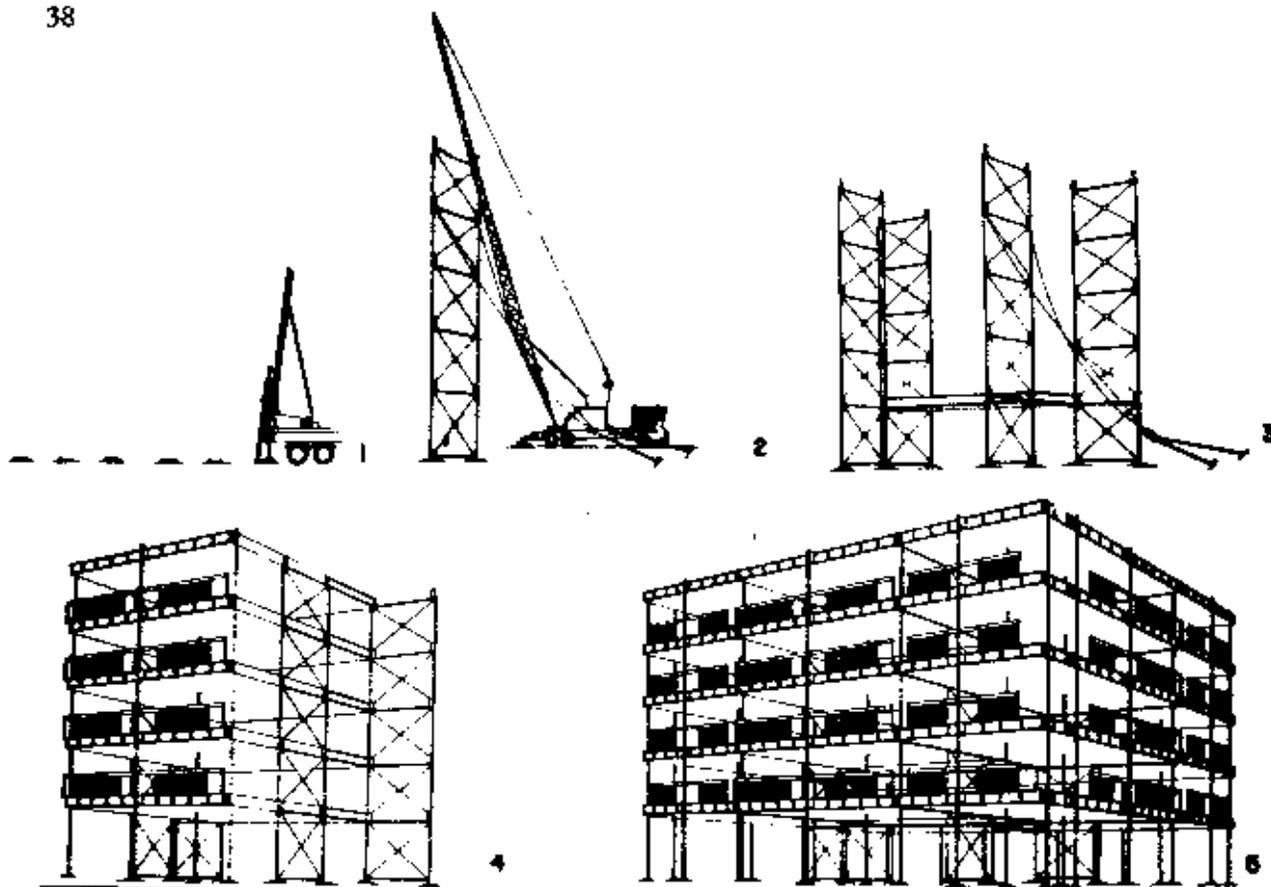
Sistema G.E.A.I. (Groupement pour L'etude d'une architecture industrialisée)
financiamiento: Cía. Saint-Gobain
año 1,962 - 1,966
Arq. Lods
Bepont
Beauclair

Colaboradores:	O.T.U.A. L'Aluminium Français Pechiney-Saint-Gobain Conjunto Gran Mare Saint Gobain Proyecto: 500 aptos. en Roven (en las afueras de París) Viviendas tipo H.L.M.
Requerimientos:	Preparación en fábrica la totalidad del edificio. en obra, sólo la operación de montaje
Principios:	Libertad de planta y posibilidad de transformación: 'el edificio es un objeto que debe adaptarse a cada situación y a cada necesidad'

Esquema Total

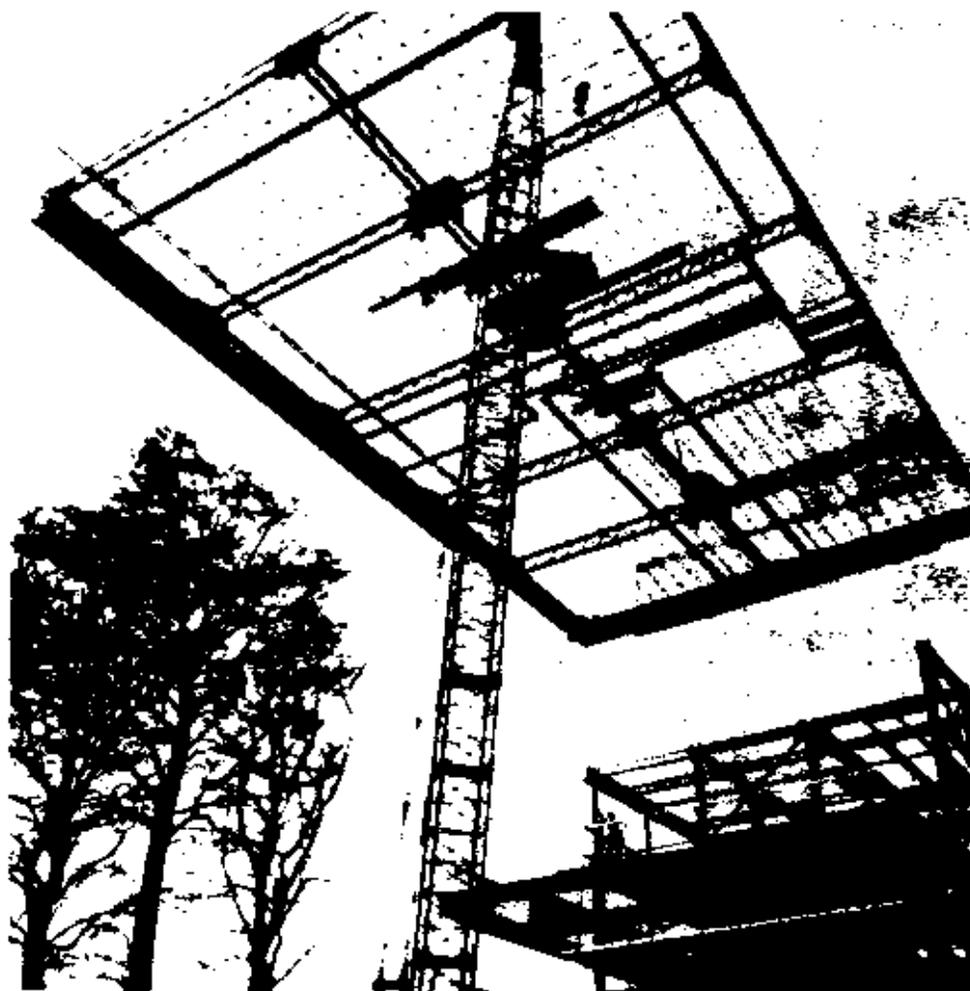
- (1) **Esqueleto resistente**
A base de perfiles normales de acero Corten. visto, aprovechándose su peculiar coloración después de la oxidación. elementos de piezas completas de 5 plantas.
- (2) **Lozas**
Conformada por elementos de doble capa de 2.40 x 2.60 m., formados por **mallas** de redondos de 10 mm (forma de senoide). Se entrecruzan y se sueldan a otros rectos que atraviezan la losa longitudinalmente, atornillado (se colocan balcones, aire caliente) a un chasis: elevadas hasta su lugar, luego se colocan las placas de vermiculita (piso).
- (3) **Tabiques tipo sandwich**, de materiales ligeros y el aislamiento en ellos, con espuma fenólica.
- (4) **Fachadas**
Partes abiertas: 2 sistemas de aberturas:
-- deslizantes sobre rieles
-- postizos deslizantes de aluminio
-- ondulado.

Partes cerradas: -- panel sandwich de espuma sólida fenólica entre dos capas de conglomerados de madera (piel de aluminio lacrado por el exterior y revestimiento de p.v.c. para el interior)
- Instalación: -- calefacción por aire caliente
instalación en el espacio entre 2 viviendas (entrepiso); el espacio es de 0.30 m.



Esquemas de montaje del sistema G.E.A.L.

Colocación de un esqueleto completo de losa.



RESERVA DE SISTEMAS A BASE DE COMPONENTES DE ORIGEN INDUSTRIAL CONVENCIONAL		
NOMBRE DEL SISTEMA	ALUMINUM FRANCAIS - SAINT GOBAIN.	CALVERLEY (1965).
PAIS DE ORIGEN	Francia.	Inglaterra.
PAISES DONDE EXISTEN CONCESSIONARIOS	Francia, Bélgica, Alemania.	Inglaterra.
UNIDADES ACABADAS		500 U.V.
SISTEMA CONSTRUCTIVO	Sistema de esqueleto a base de partes metálicas.	A base de piezas de pequeña dimensión, componentes de tipo medio y paneles de grandes dimensiones.
FABRICACION	Totalmente en factorías industriales.	Fábrica permanente.
PEDEMOS RENTABLES		25 U.V. en Inglaterra, 50 U.V. en España y Francia.
TIPOS DE CONSTRUCCIONES	Escuelas y centros docentes de hasta cuatro plantas.	Edificios de hasta dos pisos.
SISTEMA ESTRUCTURAL	A base de elementos lineales, perfiles o jácenas metálicas, con cerramientos autoportantes.	Estructura a base de elementos lineales, pilares y jácenas, así como a base de paneles transversales portantes y placas de forjado.
MODULACION	18 M.	Sin modulación.
MEDIDAS Y PESO MAXIMOS	Elementos muy ligeros. Luz máxima 6,40 metros.	
TIPO DE FABRICACION	Los elementos proceden de factorías de transformados del metal y del vidrio de avanzada tecnología.	
TRANSPORTE	Camiones normales.	
RANGO ECONOMICO DE LA FABRICA	Muy amplio, a juzgar por el poco peso y el coste de los elementos.	
MAQUINARIA NECESARIA EN OBRA Y HERRAMIENTAS AUXILIARES PARA EL MONTAJE	La propia de los montajes de estructuras metálicas y pequeño utillaje adecuado para el resto.	Se necesita poca maquinaria ya que todos los elementos componentes del sistema pueden ser montados por dos hombres.
TRABAJO NECESARIO HORAS/U.V.		La estructura puede ser cubierta en 8 horas.
MEDIOS INTERIORES	Panels sandwich a base de chapa galvanizada, madera y vidrio, fácilmente desmontables.	Realizados en fábrica permanente a base de madera.
MEDIOS EXTERIORES	Panels de doble paramento, dominando el vidrio. Carpintería de huecos de aleaciones ligeras.	Realizados en fábrica permanente y temporariamente a base de una gran variedad de materiales: ladrillo, hormigón, madera, metales o plástico (a gusto del cliente).
FORJADOS	El techo inclinado se realiza a base de paneles de aluminato con capa aislante incorporada.	Realizados en fábrica permanente a base de bloques, hormigón, madera, metales o plásticos.
ESCALERAS		Realizado en fábrica permanente a base de madera.
INSTALACIONES		
OBSERVACIONES GENERALES	Los proyectores los realizan arquitectos libremente, los elementos los fabrica GEEP y bajo la dirección de la misma se ejecuta la obra.	La construcción se realiza totalmente en seco. Este tipo de sistema es especialmente apto en zonas frías, dado el buen aislamiento térmico de sus elementos.
JUICIO CRITICO	Se trata de un sistema abierto a base de elementos realizados para partes de alta grado tecnológico.	

NOMBRE DEL SISTEMA	CLASP	EDIPLAST (1959).
PAIS DE ORIGEN	Inglaterra.	Italia
PAISES DONDE EXISTEN CONCESIONARIOS	Inglaterra, Alemania, Francia, Suiza, Italia, Israel, Africa del Sur	Italia y otros países.
UNIDADES ACABADAS	Gran número de edificios escolares en varios países	600 U.V. en Italia, 50 en otros países, hasta 1968
SISTEMA CONSTRUCTIVO	Estructura lineal metálica.	A base de componentes de tipo modular.
FABRICACIÓN	Factoría industrial.	Fábricas permanentes de los elementos.
PEDIDOS REPERTILES	Un edificio.	En Italia 1 U.V., en otros países de 5 a 10 U.V.
TIPO DE CONSTRUCCIONES	Especialmente apto para escuelas, pero también se realizan oficinas, hasta cuatro plantas.	Edificios de hasta 3 pisos, escuelas y locales comerciales.
SISTEMA ESTRUCTURAL	Pilares metálicos, vigas reticuladas y elementos de anillo formando diagonales entre pilares que pueden tornarse.	Estructura resistente a base de elementos lineales, pilares y vigas metálicas, y placas de hormigón.
MODULACIÓN	Planta: 0,60 x 1,20 m	Elementos de estructura: 10 M x 10 M, Nerv: 10 M.
MEDIDAS Y PESOS MÁXIMOS	La luz máxima libre es de 9,00 m para las clases y de 18 m para los diversos salones.	Componentes de medianas dimensiones.
TIPO DE FABRICACIÓN	Fabricación en factoría industrial.	La fabricación de los elementos es totalmente industrial, tratándose de procesos muy mecanizados.
TRANSPORTE		Camiones normales.
COSTO ECONOMICO DE LA FABRICA		
MAGNITUD NECESARIA EN OBRAS Y HERRAMIENTAS AUXILIARES PARA EL MONTAJE	La realización del montaje es totalmente en seco y se emplean equipos accesorios idóneos.	Medios de elevación de poca potencia y montaje adecuado.
TRABAJO NECESARIO HORAS/U.V.		10 días para 100 m ² si el trabajo lo realiza una brigada especializada.
PANES INTERIORES	Los paneles interiores se realizan generalmente en cartón-yeso, hormigón ligero, o madera que se unen a la estructura mediante tornillos especiales.	Realizados en fábrica permanente a base de metales y plásticos, poco peso y fácilmente trasladables, la carpintería de huecos viene incorporada en los mismos totalmente acabada.
PANES EXTERIORES	Los paneles exteriores, no portantes, se resuelven a base de elementos de madera con dimensiones estándar y que encajan entre sí. También pueden emplearse elementos de hormigón y otros.	Realizados a base de paneles no portantes formados por capas interior y exterior de aluminio o plástico, y capa de gran espesor de aislamiento. La carpintería metálica está incorporada.
FORJADOS	Los techos son huecos y generalmente a base de escayola en la parte baja y placas de aluminio ondulado en el forjado con acabados de insulación diversos.	Sobre un entramado reticular metálico, capas para grandes luces, se colocan elementos tipo losa sobre los que se hormigona y se recubre de una lámina de vinilo. Se acaba mediante un falso techo a base de paneles ligeros estéticos.
ESCALERAS		Realizado en fábricas semipermanente a base de acero
INSTALACIONES	Existen una serie de equipos y carpintería de huecos aptos para el sistema.	Instalaciones dentro de los paneles prefabricados.
OBSERVACIONES GENERALES	El sistema consiguió el Gran Premio con Mención Especial en la Trienal de Milán.	Gran utilización en Italia para construir escuelas.
JUICIO CRITICO	El sistema goza del prestigio de ser económico, competitivo con los tradicionales en los países concesionarios. Los logros estéticos son de un alto nivel. Se trata de un sistema muy abierto en el que se emplean elementos de gran calidad y perfectos acabados mediante una ondulación muy estudiada.	El procedimiento expuesto encaja dentro de los sistemas abiertos a base de componentes industriales, que llegan a la obra en un estado de acabado considerable y se montan con gran facilidad.

2. BLOQUES TÉCNICOS (Ver capítulo de instalaciones, p. 43)

El bloque técnico es un elemento tridimensional autoperforado que tiene el mayor número de instalaciones posibles y es producido en fábrica. Ayuda a la racionalización de mano de obra y surge como respuesta al problema de reunir el gran número de distintos oficios que intervienen en la realización de las instalaciones: fontaneros, electricistas, montadores de calefactores, de teléfonos, etc., así como la crisis de esta mano de obra especializada.

Se justifica la existencia de tipos por las características de las funciones que se cumplen con la poca variedad de artefactos y la unión de cocina-baño por la participación de instalaciones, surgiendo así, el tipo que separador de más grosor e incluso con posibilidad de poder penetrar en él donde se encuentran todas las instalaciones.

Su utilización en:

1. Años 1948-50 Francia
Bernando Poullón
Conjunto Tourettes (puerto Viejo en Marsella)
 2. Jean Pronvé - 1950
Maurice Silvy
Casa Alba: Casa de aluminio
Bloque técnico de concreto
 3. Jean Pronvé - año 1955
Defiende su tesis de agregar en un bloque húmedo, los servicios e instalación con su proyecto de casas "L'abbé Pierre" destinadas a las clases de más bajos recursos.
- 1978
Balency Francia
Crea su elemento tipo muro de instalaciones

Clasificación de los bloques técnicos

- Por su volumen: (1) bloques técnicos tipo habitación
(2) bloques técnicos tipo muro
- Por su material: (1) bloque técnico tipo habitación:
- en concreto
- de materiales ligeros (plásticos-similares);
(2) bloque técnico tipo muro:
- en concreto
- de esqueleto metálico

Por la fabricación: (1) bloque técnico tipo cerrado
(2) bloque técnico tipo abierto

Depende la elección, del montaje y de los elementos de elevación.

Elementos especiales cerrados (tipo célula)

- Si se asegura el montaje junto con los otros elementos o si estos son portantes
- Si los elementos de elevación son capaces de levantar grandes pesos.

Elementos Abiertos losas de suelo, tabique de instalaciones, elementos de baño o de cocina

- Se montan cuando la estructura portante está acabada; por lo que se ha de prever por donde se ha de introducir y donde se ha de colocar el elemento en la obra.

Normalización de dimensiones

La normalización de los bloques técnicos puede lograrse:

- Por la similitud de funciones que se realizan en esos espacios.
- Por la igualdad existente entre las necesidades de espacio que los seres humanos necesitan para satisfacer ciertas funciones esenciales.

Observación: deberá ser un pedido de gran volumen, para poder normalizarlos.

Procesos de fabricación

- Sustitución al máximo de mano de obra calificada, por mano de obra entrenada en operación repetitiva, dotada de equipo y utillaje adecuados.

Realizar al máximo las fases en fábrica.

- División del trabajo total, en parcialidades por equipos coordinados
- Tratar de lograr una máxima productividad reduciendo tipos y modelados
- Células: (1) a base de paneles componentes soldados, cuando es una producción no muy masiva, y la célula es autoportante para conseguir elementos de poco peso. Se requiere poca maquinaria.
- (2) A base de células tridimensionales (de 5 a 6 cabinas diarias), tipo campana o base.

Fábricas: fijas

Consta de puestos fijos, de secciones de montaje, los puestos de 3 a 5 o de 6 a 12 personas, según el grado de acabado.

Bloques técnicos tipo habitación a base de materiales ligeros

Como búsqueda de características que el concreto no posee; se utilizan en los bloques técnicos otros materiales.

1. poco peso: plásticos
materiales derivados
combinación de perfiles metálicos y paneles de aglomerados.
apropiado para sistemas que tienen elementos de elevación poco potentes.
2. Proceso netamente industrial:
si el costo es: 75o/o del material
el 25o/o mano de obra., se puede bajar siempre y cuando sea una magnitud adecuada.
3. Libertad de diseño:
Con otros materiales se logran formas audaces y acabados perfectos.

Inconvenientes

1. Dificultad de emplazamiento y reparación
2. Pequeñas dimensiones de los bloques
3. Mal comportamiento ante el fuego
4. Mal comportamiento ante sustancia química: detergente, lejías, etc.

Respuesta a inconvenientes

1. ¿Es fácil reemplazar o reparar una bañera de fundición empotrada en la tabiquería?
2. ¿Resulta más rentable en una vivienda 2 salas pequeñas de baño que una grande?
3. ¿Por qué no dejar los cigarrillos encendidos sobre una cama o sobre los sillones?
4. ¿Los productos de limpieza deben de adaptarse a los materiales que han de ser limpiados, pero no a la inversa.

Bloques técnicos tipo muro de concreto

Similar a los sistemas de construcción a base de gran panel:

- en fabricación
- peso
- elevación
- uniones, etc.

Generalmente el bloque técnico tipo muro, es llamado panel técnico. Este panel técnico no es portante, en él se reúnen todas las instalaciones, características por la cual se logran:

- disminución de recorridos y por lo tanto economía de materiales
 - fácil localización de fallas
 - reducción de tiempo de montaje a pie de obra
 - mejor aislamiento de ruidos
- esencial esta característica por:
- 1) La unión de todas las conducciones y que pueden ser aislados mediante materiales aislantes (estiropor, papel crespón, poliuretano, etc.). A nivel de losas colocar manguitos de goma alrededor de los tubos y conducciones que han de unirse entre sí.
 - 2) Por el aislamiento que se logra con el muro mismo (ventaja que sobre los muros técnicos de esqueleto tiene).
El espesor puede ser de 35 a 50 cms. dependiendo de las instalaciones que lleve.

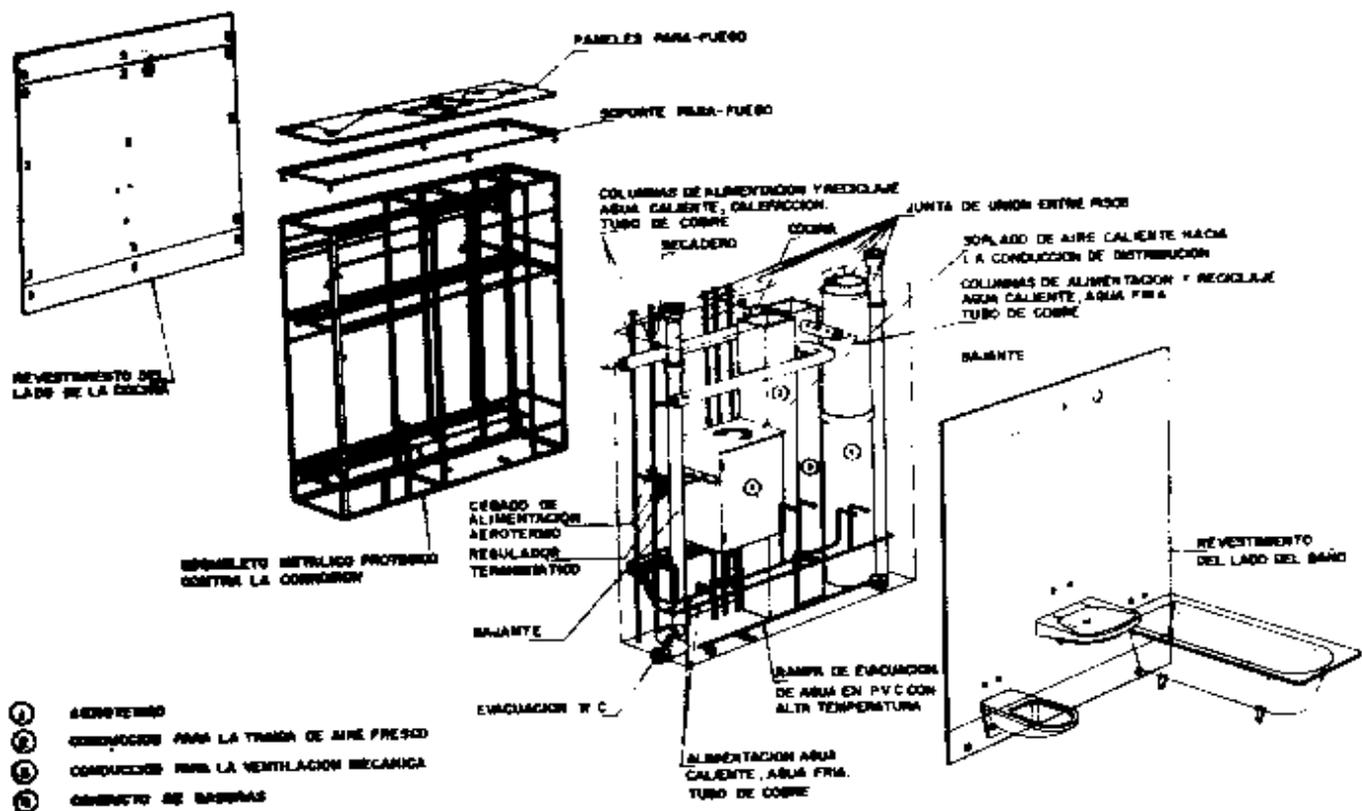
Aplicación

Usualmente en sistemas cerrados a base de paneles, ejemplo: Balency, Camus, Tracoba. Sistemas Franceses Skarne y Albeton, sistemas de Dinamarca.

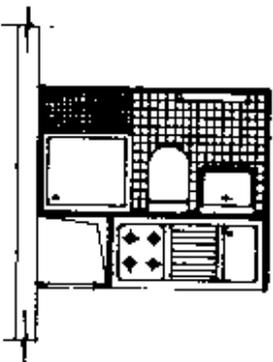
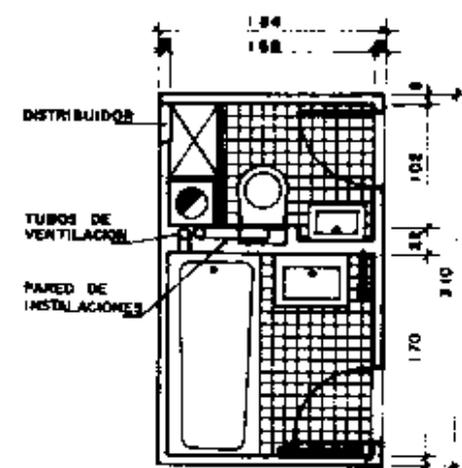
Bloques técnicos tipo muro a base de esqueletos de metal

- Inconvenientes: Rigidez, respecto a modelos, por lo que no se aplica a sistemas abiertos y menos en construcción tradicional evolucionada.
- Fabricación: Entramado a base de elementos de perfiles metálicos laminados en frío que hacen de armazón, sujetándose a la armazón las conducciones y demás instalaciones.
De peso reducido, las conducciones en p.v.c. o de metales ligeros con relleno aislante de poliuretano o poliéster expandido, pueden ser manejados por 2 personas o grúas muy elementales.
El revestimiento puede ser a base de paneles de aglomerados atornillados a la estructura.
- Realizaciones: El bloque alemán SANBLOC tipo Berlín peso 89 KP con instalaciones para baño y cocina de altura menor a la del piso, por lo que debe rellenarse en obra el espacio que queda.

El bloque suizo SANTIF; en Francia los elementos MULTIFLUID



ELEMENTO MULTIFLUID.

RESEÑA DE BLOQUES TÉCNICOS DE HORMIGÓN		
PAIS DE ORIGEN	ALEMANIA	ALEMANIA
NOMBRE DEL SISTEMA O BLOQUE TÉCNICO	Bloque <i>SCHWIEBERDINGER</i> empleado por el sistema Lubau.	Bloque sanitario del sistema <i>PRATON - FERTIGHAUS</i> .
DATOS SOBRE SU FABRICACIÓN Y EMPLEO	Factoría fija de alta mecanización y producción en cadena. Elemento muy empleado en hoteles, residencias, etc.	Producción en factoría no especializada, el bloque permanece quieto y en él se realizan los acabados. Apto para viviendas unifamiliares.
TIPO DE ELEMENTO Y GRADO DE ACABADO	El sistema presenta un gran número de modelos, en general se trata de células volumétricas abiertas: forjado, tabique y muro de instalaciones.	Bloque tridimensional cerrado tipo <i>vasa</i> , acabados.
PESO, DIMENSIONES Y DISTRIBUCIÓN DEL ELEMENTO TIPO	Elementos de pesos y dimensiones variables. El modelo más común es el representado de 2,80 x 1,40 m, apropiado para bloques de viviendas. Consta de sala de baño y tabique de cocina completo.	Las dimensiones de la planta son 1,84 x 3,10 m y comprende aseo y baño.
CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO Y DATOS ECONÓMICOS	La losa de forjado es de hormigón al igual que los tabiques, no tiene misión portante y para conseguir el aislamiento debido se interpone una capa asfáltica.	Se trata de un elemento portante e base de tabiques y forjado de hormigón.
TRANSPORTE Y MONTAJE	Transporte en camión. La elevación se realiza con grúas de potencia apropiada para los grandes paneles.	Transporte en remolque de plataforma-baja y la elevación se realiza mediante grúas móviles de 25 Mp.
ESQUEMA	 <p>CELULA</p>	 <p>DISTRIBUIDOR TUBOS DE VENTILACION PARED DE INSTALACIONES</p> <p>1,84 1,68 3,10 1,70</p>

	ADAPTACIÓN OBRA PRINCIPAL - SANITARIO		INCORPORADO A OBRA PRINCIPAL	DESOLIDARIZACIÓN DE LA OBRA PRINCIPAL	
	YUXTAPOSICIÓN	INTEGRACIÓN		BLOQUES INDEPENDIENTES	TABIQUE SANITARIO
GENERALIDADES	Tubos preparados y acabados en taller. Disposición de las juntas para realizar en obra permitiendo recobrar las tolerancias. (Ajustado por: corta a medida, soldadura o uniones mecánicas).		Tubos preparados y acabados en taller. Colocación en los moldes de hormigonado de los paneles en fábrica fija o móvil.	Fabricación en taller de uno o varios bloques comprendiendo: - Distribución de agua fría y caliente. - Evacuación. Grifería. Aparatos y sus soportes. Los elementos de cerramiento y su misión con los aparatos. Puede completarse con iluminación, revestimientos, etc.	
ESTUDIOS	Estudio sanitario posterior Obra principal prefabricada o no.	Estudio sanitario simultáneo al de la obra principal. Obra principal prefabricada.	Estudio sanitario simultáneo al de la obra principal. Obra principal prefabricada.	Estudio de conjunto independiente de la obra principal proyectado con el sistema, obra prefabricada o no.	
SOPORTES	Soportes tradicionales: collarines para la puesta en obra, aparatos sobre modelo.	Soportes integrados totalmente o en parte.	No existen soportes de conducciones - soportes aparatos integrados totalmente o en parte - sino sobre modelo.	Soportes integrados totalmente.	Soportes parcialmente integrados.
MONTAJE DE LOS APARATOS	Bañera al principio (junta)*. Grifería y otros aparatos en el transcurso de la obra.	Bañera al principio (junta)*, otros aparatos, grifería mural o sobre cantera, los más delicados al final.	Bañera al principio (junta)*, otros aparatos.	Montaje menos importante, pues no hay intervención de otros oficios.	Bañera al principio (bañera)* otros aparatos al finalizar.
EJEMPLOS	Caso general.	Sistema S.C.A.F. Fluory-Mitrolog.	Prefabricación: Colnet Balency Encofrados deslizantes.	Pisabo. Bloc Paris. Célula SGF Pingusson Heert (sistema suco). Tairsons (U.S.A.)	Central-Sanit. Togni. Lord. Sanfit. Sambloc.
VENTAJAS	Utilización de todos los proyectos - todo tipo de aparatos. Mantenimiento tradicional.	Serie idéntica incluso para canteras diferentes. Estudio único amortizado sobre gran número de células. Mantenimiento tradicional.	Conducciones ocultas. Pocas operaciones en obra.	Conducciones ocultas o no. Modelos estándar-utilizables incluso en pequeñas obras, fabricación independiente de la obra-serie. Pocas operaciones en obra.	Conducciones ocultas. Pocas operaciones en obra.
INCONVENIENTES	Estudio especial por proyecto. Soluciones diferentes según la obra principal. El montaje en obra continúa siendo importante. Necesidad de una serie importante.	Proyecto no modificable. Congestión del encargado de obra (elección de una solución existente). El montaje puede simplificarse pero subsiste. Dificultades para variar los aparatos. Manipulación de elementos pesados.	Estudio especial para cada proyecto. Necesidad de una serie importante. Mantenimiento imposible, reemplazamientos principales. Manipulación de elementos pesados.	Congestión del arquitecto (dimensionamiento del baño-distribuciones). Las uniones a la obra principal imponen ciertas disposiciones. Mantenimiento tradicional o reemplazo integral. Dificultades para variar los aparatos. Manipulación de elementos pesados.	Mantenimiento imposible (lugares) para tabiques monolíticos.
	TRADICIONAL	FUTURO	TRADICIONAL	FUTURO	ACTUALIDAD

* Este problema no está resuelto.

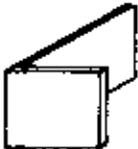
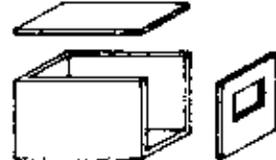
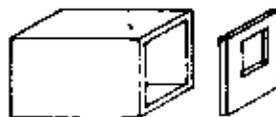
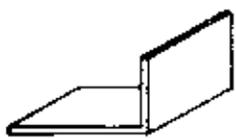
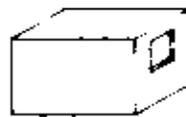
1.2 PREFABRICACION

SISTEMAS A BASE DE ELEMENTOS DE CONCRETO

ACLARACIONES

- Se incluyen únicamente a los que se refiere la clasificación de procesos constructivos actuales, llamados sistemas de prefabricación a base de elementos de concreto.
- Incluyéndose en estos sistemas los conformados por elementos: en concreto de árido ligero (naturales o artificiales), concreto ligero propiamente dicho, cerámica-concreto, concreto con paramento de ladrillo, concreto-materiales aislantes, etc.
- Se recurre a una división que considera formas y dimensiones de los elementos y no a la clásica, sistemas cerrados, abiertos y de catálogo; por constituir una división más clara. La clasificación según formas y dimensiones presenta la división siguiente:
 - (1) sistema a base de elementos tridimensionales (células)
 - (2) sistemas a base de elementos superficiales (paneles)
 - (3) sistema a base de elementos lineales (esqueletos)

(1) SISTEMAS A BASE DE ELEMENTOS TRIDIMENSIONALES

TIPOS DE ELEMENTOS TRIDIMENSIONALES		
ELEMENTOS ESPACIALES SIMPLES	ELEMENTOS ESPACIALES COMPLEJOS	
ELEMENTO DE ESQUINA 	ELEMENTO TIPO CELULA (K=0.65) 	ELEMENTO DE CUATRO PAREDES (K=0.96) 
ELEMENTO TECHO-PAREDES 	ELEMENTO TIPO CAJA (K=0.74) 	ELEMENTO TIPO VASO (K=0.84) 
ELEMENTO FORJADO-PARED 	ELEMENTO TIPO CAMPANA (K=0.78) 	ELEMENTO CERRADO (K=1.00) 

En las figuras el valor K , es un valor obtenido por s.s. Atajer y N.P. Blechik al comprobar la rigidez espacial de los elementos tridimensionales complejos en relación con la del elemento cerrado, utilizando métodos Fotoelásticos. Con este valor K pueden apreciarse las ventajas importantes de los elementos tipo vaso y campana desde los puntos de vista: estado tensional, capacidad de deformación y posibilidad de sustentación.

El elemento tipo VASO, por su enlace rígido entre losa y paredes verticales, hace un 100 o a 150/o menores los momentos de la losa comparado con el tipo campana, en los que también se pueden utilizar techos ligeros.

TIPOS DE ELEMENTOS TRIDIMENSIONALES DE CONCRETO

Si bien es cierto que, no existen teóricamente elementos superficiales, así se consideran las losas y paneles de cualquier espesor: por lo que los elementos tridimensionales serán aquellos que sus partes no están contenidas en un sólo plano.

Estos, según el procedimiento de fabricación se clasifican en: realizados por unión y monolíticos.

Elementos tridimensionales: realizados por unión

Se logra en fábrica ensamblando según varias direcciones, dos o más paneles prefabricados de grandes dimensiones (tamaño de habitación o viviendas); actualmente por la tecnología de construcción, estos y desde un punto de vista global se hacen más factibles de fabricar: pero los monolíticos representan un mayor grado de industrialización.

Elementos tridimensionales: monolíticos

Se logran fundiendo, en un molde de adecuadas características dos o más paneles lisos simultáneamente.

Características generales

(A) Número de elementos

El reducido número de elementos representa una gran ventaja, en el montaje el gasto depende directamente casi del número de piezas y no de la maquinaria y forma del elemento. así también la productividad aumenta en la fabricación al reducirse los tiempos.

Por las experiencias obtenidas se ha logrado visualizar que, los bloques compuestos, de dimensión superior a la unidad, no dan ventajas razonables; ya que por su peso es necesario mayores maquinarias de elevación y montaje y dificultan el transporte.

Se tiene que posiblemente la forma óptima es el elemento monolítico tipo campana de dimensiones de una habitación de tamaño medio.

Variaciones según la cantidad de elementos para erigir una vivienda comparando diferentes métodos

	No. ELEMENTOS
- Sistema a base de grandes bloques	40 - 60
- Sistema a base de paneles medianos	25 - 40
- Sistema a base de grandes paneles	16 - 25
- Sistema a base de elementos tridimensionales tamaño habitación	2 - 6
- Sistema a base de elementos tridimensionales que comprenden varias habitaciones	1 - 2

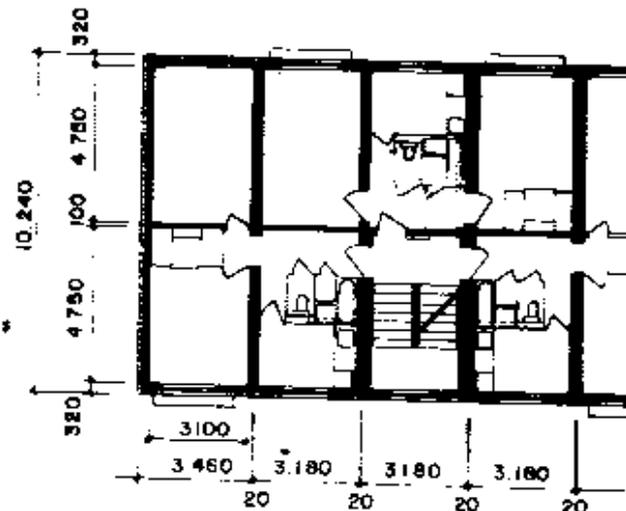
(B) Distribución en planta

Los sistemas volumétricos reciben justificadas críticas porque limitan la libertad de diseño en planta; principalmente en los elementos espaciales complejos o cuando presentan sus caras verticales ciegas y portantes que generan viviendas como el de la figura, que son las soluciones adoptadas en Rusia para la construcción masiva que les permite, solucionar cuantitativamente, su problema habitacional.

En Rusia, la producción de viviendas por obrero y año es 0.9 en construcción tradicional, 1.6 sistema a base de paneles, y 2.6 en los sistemas a base de módulos tridimensionales. Aquí es conveniente señalar que, no existe el rechazo del producto, por lo que no representa ningún peligro la gran inversión inicial que se requiere para realizar un proyecto de este sistema; así como se nota que no existe un ritmo paralelo de diseño estético con el alto desarrollo tecnológico alcanzado.

En países capitalistas, en donde la fuerte inversión inicial y la demanda deben ser compatibles, aún conociendo que con los elementos tridimensionales se obtienen hasta 30% de economía respecto al de grandes paneles se retarda su desarrollo.

Pese a las críticas por la poca libertad en planta, se han realizado proyectos a base de soluciones intermedia entre panel-célula o los espaciales complejos de paredes abiertas que en el límite llegan a reducirse a simples marcos.



Planta típica de una construcción a base de elementos espaciales complejos.

(C) Fabricación

Se requiere de instalaciones que representen gastos o inversiones considerables, estas fábricas se acercan a la mentalidad de los sectores altamente tecnológicos de la industria convencional.

- Proceso en cadena mecanizado
- Ensamblaje de los componentes de los elementos mediante utillaje y técnicas adecuadas.
- Coordinación sistemática entre las sucesivas fases
- Control de calidad permanente
- Posibilidad de empleo de mano de obra no especializada
- Disminución del período de amortización, utilizando varios turnos de trabajo, etc.

Estos procesos, salvo en Rusia, no tienen aún una solución por lo que, se requiere de una intensa investigación tecnológica.

En Rusia, en donde esta tecnología está muy avanzada, se han obtenido los siguientes datos:

Un molde para fabricar elementos tamaño habitación pesa más o menos 20 MP y el doble cuando comprende más de una habitación.

La producción para los primeros es de 200 viviendas/año

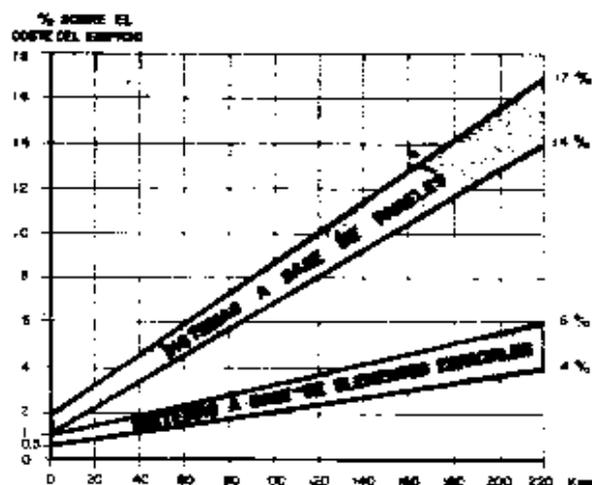
La producción para los segundos es de 450 viviendas/año

Cuando existe incompatibilidad entre suministro y fabricación siendo este mayor, se manifiesta problemas de almacenaje, regularmente es necesario ampliar zonas para almacenaje.

(D) Transporte

En estos sistemas, las normas sobre transporte limitan las dimensiones máximas, más que en los otros sistemas.

Las incidencias en el gasto de transporte de elementos son el radio de acción de la fábrica, como el valor de la mercancía transportada; en lo que a la última causa se refiere, es inferior el gasto de transporte de elementos volumétricos comparado con el de los grandes paneles, ya que el valor añadido de los elementos espaciales totalmente acabados es muy superior al de igual carga de los grandes paneles por lo que, el radio de acción de la fábrica es mayor.



(E) Montaje

Se requiere maquinaria de elevación de grandes dimensiones y potencia, e indirectamente de costo elevado; lográndose tiempos mínimos, reduciéndose la operación de montaje, simplificándose al máximo las operaciones en el lugar, reduciéndose los miles de trabajos en obra.

PESOS:

(1)	Unidades tamaño una habitación	12	—	15	M.P.
(2)	Unidades tamaño una vivienda	30	—	40	M.P.
Con concreto liviano					
(1)		4	—	8	M.P.
(2)		9	—	15	M.P.

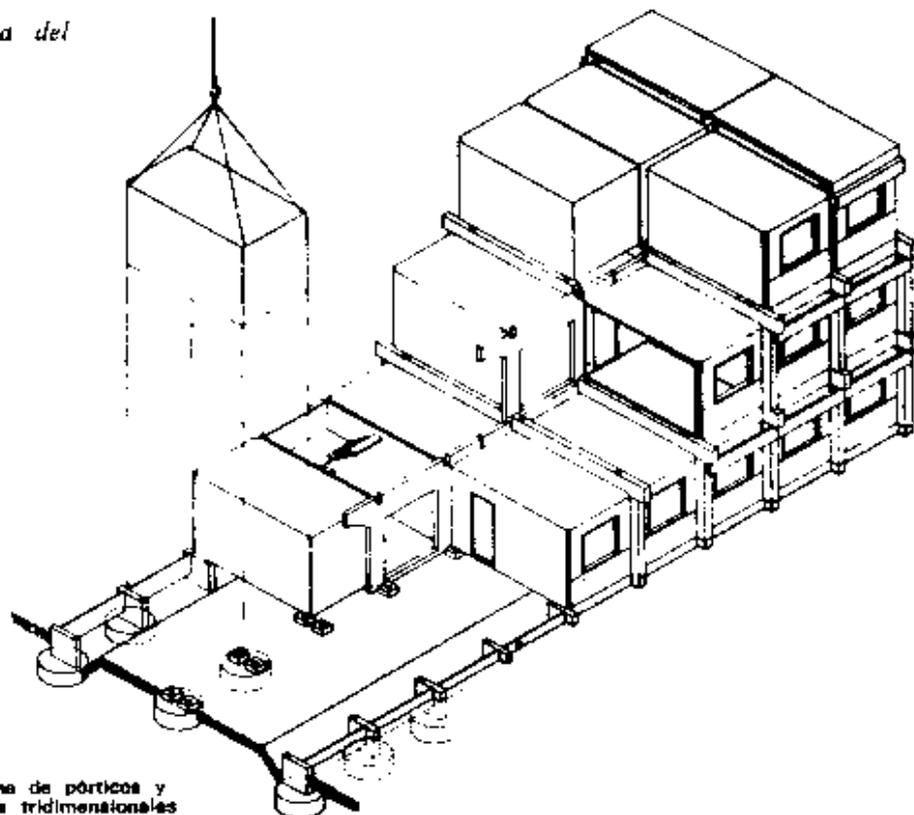
En el caso del Habit. 67 Montreal, se dieron los siguientes pesos: 70 — 90 M.P.

Por el desarrollo que los medios de elevación han alcanzado, se pueden colocar con precisión elementos de 15 a 30 M.P. (2,000 M³ al día, con una sola grúa que corresponde a 5 apartamentos por día).

Ejemplos:

El sistema Combox, Sistema Danes, con fábrica en los astilleros de Aalberger, con una producción de 400 viviendas/año de elementos espaciales, de módulo de base de 2.50 X 4.20 m. no portantes, resistiendo las cargas un esqueleto de concreto prefabricado que se incorpora en obra.

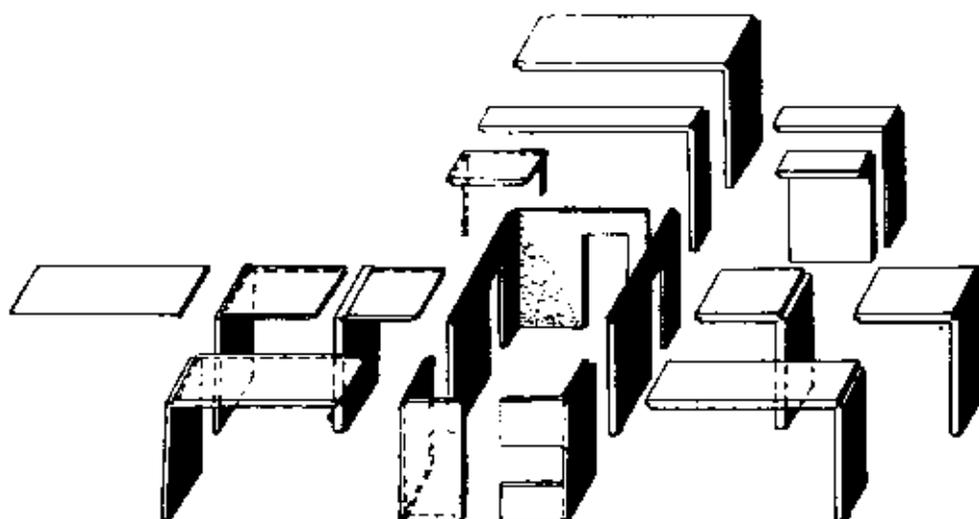
Proyección isométrica del sistema «Conbox».



Sistema de pórticos y células tridimensionales
- CONBOX -

En Suecia, existe un sistema intermedio entre el panel y el elemento espacial a base de elementos espaciales simples, es decir, elementos de esquina y pared-techo de una sola pieza. Se realiza el transporte de posición vertical, girándolos 90° al pié de la obra, los tabiques y muros longitudinales no son portantes y se fabrican de madera, concreto ligero, cristal, etc.; similar solución se realiza recientemente en Israel, con el sistema Saddle Shape, por el arquitecto I.M. Goodlitch, en la realización de varios Kibbutz, con la diferencia del anterior en que los módulos son de sección vertical exagonal a base de dos elementos tridimensionales abiertos que forman media célula, así:

Entrepiso y 2 elementos inclinados o techo y dos lados inclinados.



*Catálogo de elementos es-
perciales simples. Sistema
Eslöv.*



*Construcción en Insoal a
base del sistema Sandöle
Shope.*

PREFABRICACION

RESERVA DE SISTEMAS A BASE DE ELEMENTOS ESPACIALES DE NORRIGON	
NOMBRE DEL SISTEMA	BOUWVLIEET (1967).
PAIS DE ORIGEN	HOLANDA.
PAISES DONDE EXISTEN CONCESIONARIOS	Licencias en los siguientes países: Austria, Bélgica, Francia, Alemania, Italia, Suecia, España, Suiza.
UNIDADES ACARADAS	500 U.V.
SISTEMA CONSTRUCTIVO	Elementos espaciales.
FABRICACION	Fábrica permanente y semipermanente.
PESOS RENTABLES	A partir de 500 U.V.
TIPOS DE EDIFICIOS Y DE VIVIENDAS	Edificios de hasta 12 pisos, escuelas, hospitales y centros comerciales.
SISTEMA ESTRUCTURAL	Sistema a base de cajones abiertos de tamaño habitación. Los elementos de la estructura se realizan en fábrica permanente o base de elementos espaciales presentados.
MODULACION	
MEDIDAS Y PESOS MAXIMOS DE LOS ELEMENTOS	Dimensiones de elemento tipo 2,80 x 5,00 x 2,80 m
TIPO DE FABRICACION	
TRANSPORTE	Los módulos espaciales son transportados en camiones normales.
RADIO ECONOMICO DE LA FABRICA	
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS EN OBRA	La elevación de los elementos se realiza mediante grúas torre.
TRABAJO NECESARIO HORAS/U.V.	
MURDS INTERIORES	Están formados por las caras verticales de los módulos espaciales. Realizados con frido ligero con lo que se evitan todos los faes de acabado y entucado.
MURDS EXTERIORES	Realizados en fábrica permanente y semipermanente a base de madera. Dado que no son portantes pueden adoptar de muchas formas.
FORJADOS	Realizados en fábrica permanente y semipermanente a base de hormigón. Están formados por la losa del elemento tipo que descansa sobre una cama de hormigón realizada sobre los tabiques inferiores.
ESCALERAS	Realizada en fábrica permanente y semipermanente a base de hormigón.
INSTALACIONES	Se realizan en obra.
OBSERVACIONES	Existe un servicio de puestas para orientar y aconsejar de cara a obtener una utilización óptima de la producción y dirección de la obra dentro de los límites del sistema.
JUICIO CRITICO	Se trata de un sistema de grado de industrialización no muy elevado, ya que prácticamente se tiene a resolver la estructura portante mediante células de poca profundidad que se adosan entre sí mediante postensado para realizar estancias de mayores dimensiones.
ESQUEMA GRAFICO	

NOMBRE DEL SISTEMA	DANO - MODULES, Inc.
PAIS DE ORIGEN	U.S.A.
PAISES DONDE EXISTEN CONCESIONARIOS	U.S.A. (Chicago)
UNIDADES ACABADAS	
SISTEMA CONSTRUCTIVO	Células espaciales portantes.
FABRICACION	Fábricas permanentes.
PERIODOS RENTABLES	
TIPOS DE EDIFICIOS Y DE VIVIENDAS	Bloques residenciales, comercios y hoteles.
SISTEMA ESTRUCTURAL	Células realizadas en hormigón con espacios incorporados para colocar en obra armaduras y ser hormigonadas en forma de pilares. Se unen las células del mismo nivel mediante postensado.
MODULACION	
MEDIDAS Y PESOS MAXIMOS DE LOS ELEMENTOS	Módulos de 3,67 x 2,44 x 3,05 m (12 x8 x10).
TIPO DE FABRICACION	
TRANSPORTE	Plataformas con tres módulos.
RADIO ECONOMICO DE LA FABRICA	Región del medio-oeste, U.S.A.
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS EN OBRA	Grúas tipo puente. Hormigoneras y accesorios típicos de construcción tradicional.
TRABAJO NECESARIO HORAS/U.V.	
Muros interiores	Paradas dobles prefabricadas (módulos contiguos) con cámara de aire entre ambos. Completamente acabadas.
Muros exteriores	Completa libertad, ya que no son portantes. Cristal, carpintería metálica, etc.
Forjados	Doble capa de hormigón prefabricada (módulos superpuestos) con cámara de aire. Solaje y escalón de losa completamente .
ESCALERAS	
INSTALACIONES	Las instalaciones eléctricas y de calefacción están incorporadas en los forjados. El sistema cuenta con células de trazo terminadas .
OBSERVACIONES	Las células están rodeadas periféricamente por dos resacas resistentes en forma de marco que alrededor alrededor de la célula y que hacen de apoyo aviso ellas al tiempo que dejan libre una cámara de aire aprovechable para las instalaciones .
JUICIO CRITICO	El sistema presenta detalles de interés, pero no se ha liberado de muchas operaciones o sea de obra: armado de pilares, hormigonado, postensado de las células, etc. El sistema es bastante rígido de planta.
ESQUEMA GRAFICO	

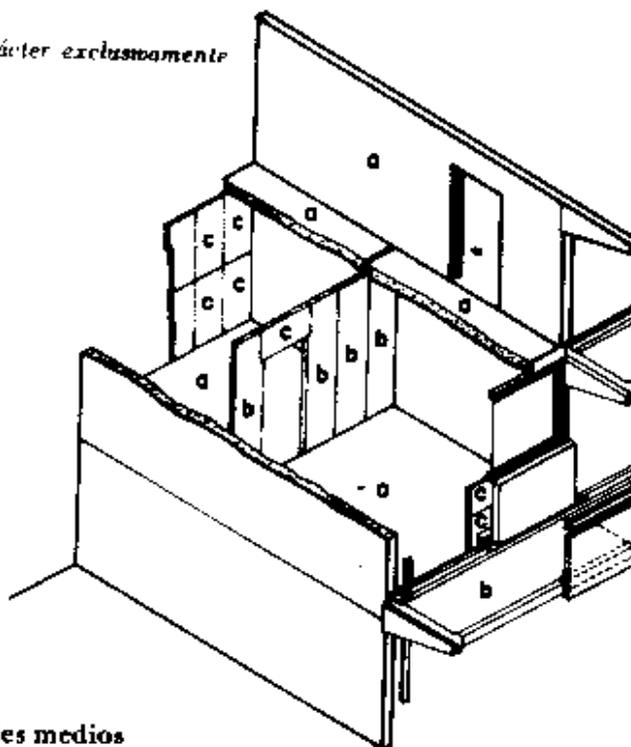
(2) SISTEMA A BASE DE PANELES

2.1 Sistema Gran Panel

Se comprende por sistema a base de gran panel o panel de grandes dimensiones, aquellos que cierran un hueco horizontal (panel losa) o vertical (panel-pared), del tamaño de una o más habitaciones que pueden ser portantes o no, es decir los sistemas que están contruidos por elementos superficiales cuyas dimensiones son del orden de la altura de entreplanta o superiores en esta altura.

Composición axonométrica de carácter exclusivamente didáctico:

- a. grandes paneles
- b. paneles medios
- c. grandes bloques.



2.2 Sistema a base de paneles medios

Aquellos en que una de las dimensiones es la altura de entreplanta o la luz del vano, según panel-pared o panel-losa, y la otra dimensión inferior a la anterior.

Existen más juntas que en los de gran panel, por lo que el cálculo será diferente.

2.1 SISTEMA A BASE DE GRANDES PANELES

Sus componentes:

- Paneles muros exteriores
- Paneles muros y tabiques interiores
- Paneles losa
- Elementos auxiliares

Factores que condicionan sus dimensiones:

Moldes: regularmente rectangulares

- H: 3.00 m. dimensión entre losas

Otra dimensión de 5.00 a 10.00 m. según sea una habitación ó más.

- Se tiende a paneles de más de 25.00 m² para disminuir el número de juntas verticales y el de operaciones carga-descarga de la grúa.

Medios de transporte y elevación

PESOS: Los paneles de concreto no aligerados del tamaño de una habitación (15 m²) pesan más o menos de 3 a 7 m.p., de mayores dimensiones pasan de los 10 m.p. y requieren de medios de elevación más potentes que los usuales.

COMPONENTES

(A) PANELES PARA MUROS EXTERIORES

F U N C I O N E S		Componentes para su cumplimiento.	
ESTRUCTURALES	(a)	Resistir y transmitir las cargas previstas.	Concreto de calidad, armaduras (forma de mallas electrosoldadas) Recubrimiento, etc.
	(b)	Sufrir deformaciones sin sobrepasar ciertos límites.	
	(c)	Soportar acciones no previsibles: Impactos, choques, etc.	
AISLAMIENTO	(d)	Aislamientos térmicos del interior al exterior.	Concreto celular, cámaras de aire, impermeabilizantes, elementos huecos, etc.
	(e)	Aislamientos acústicos del interior al exterior	
	(f)	Protección de: lluvia y viento.	
	(g)	Permitir evacuación de la humedad originada por los ocupantes.	
	(h)	Seguridad contra el fuego.	
ACABADO	(i)	Lograr efecto estético	Acanaladuras, otros relieves para el exterior, capas de Gresite, empapelado, pintura plástica, enlucido de yeso, árido visto, etc.

PANELES DE MUROS Y TABIQUES INTERIORES

Son más sencillos y de sección homogénea por la minimización de las funciones que se dan en los exteriores, pueden clasificarse en portantes y no portantes (tabiques divisorios).

Muros interiores portantes

El material empleado en su fabricación es concreto armado y presenta un buen aislamiento acústico, como consecuencia de sus espesores para poder resistir cargas y por su peso: pueden tener las dimensiones de una ó dos habitaciones y generalmente ambas caras presentan superficies perfectamente lisas.

TABIQUES INTERIORES NO PORTANTES

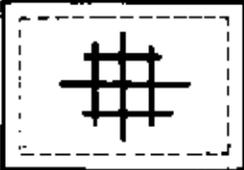
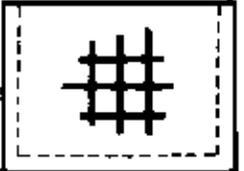
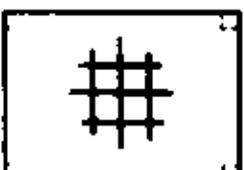
Su concepción es diferente a la de los portantes por:

- 1 La característica de no resistir carga, se pueden fabricar de materiales con mejores coeficientes de insonorización acústica, posibilidad de perforarlos fácilmente, más ligeros de peso, etc. Por ejemplo: de concreto celular, de árido ligero, placas de yeso, etc.
- 2 La incidencia que sobre las dimensiones de los paneles ejerce el montaje: ya que éste es necesario sea lo más corto posible para aprovechar al máximo los medios de elevación: por lo que después del montaje de los muros exteriores e interiores portantes es conveniente montar las losas del entrepiso y/o techo y trabajar bajo cubierta.

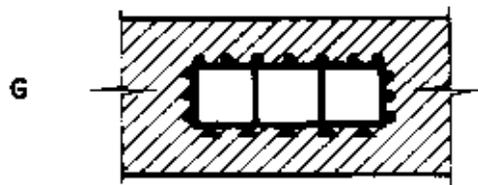
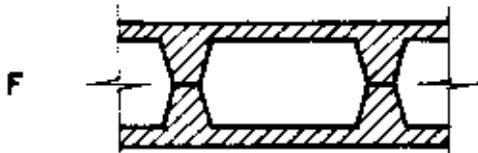
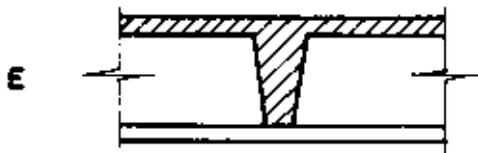
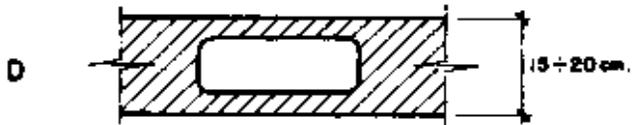
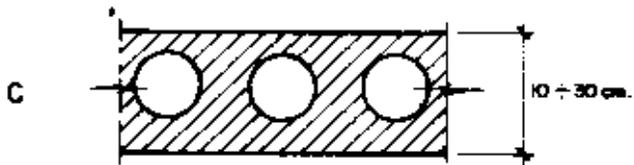
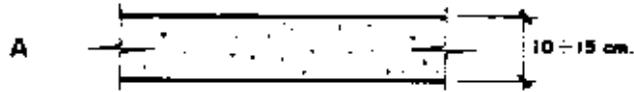
Se recomienda entonces:

- 1 Paneles de dimensiones intermedias por tener que manejarse en el espacio comprendido entre 2 plantas.
- 2 Que sean de peso de tal manera que, no sean manejados por la grúa sino por 1 ó 2 operarios y con utilería auxiliar.

SISTEMAS GRAN PANEL: PANEL—LOSA

<ul style="list-style-type: none"> ● Clasificación según la forma de trabajo (por su forma de apoyo) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Usado en sistema 	<ul style="list-style-type: none"> ● Observación Característica
<ul style="list-style-type: none"> ● Tipo de armado 		
 <p>(A) Apoyo perimetral</p>	<p>Cruzado, donde tanto los paneles longitudinales como transversales son portantes.</p>	<p>Con las mismas condiciones de trabajo, igual luz y sobrecargas, el panel losa tipo A requiere menos armadura, y el C es el que más requiere.</p>
 <p>(B) Apoyo virtual en 3 lados</p>		
 <p>(C) Apoyo sobre 2 lados de su perímetro.</p>	<p>Longitudinales o transversales.</p>	<p>Se indica el refuerzo principal para C y D, pero es posible se necesite en el otro sentido el de temperatura.</p>
 <p>(D) Apoyo sobre dos lados de su perímetro.</p>		
 <p>(E) Apoyo en cuatro vértices.</p>	<p>Portante lineal.</p>	

Según la composición de su sección.



Observación:

Caso A

En los sistemas de grandes paneles, los paneles-losa son de concreto y en la mayoría de los casos sobrepasan las dimensiones de 2.00 X 2.00 m. y su dimensión por área es igual a 10 m² teniendo de 10 a 16 cms. de espesor. Su peso por m² es de 220 a 350 Kg. y su armadura de 6 a 8 Kg/M².

Caso B, C, D, G

Se pueden aligerar con encofrados perdidos o a base de piezas cerámicas.

ELEMENTOS AUXILIARES PARA SISTEMAS GRAN PANEL

Para completar la construcción de los edificios a base de sistemas de grandes paneles se hace necesario la utilización de piezas más o menos estandarizadas como: elementos de balcón, elementos de escaleras, bloques técnicos (de los cuales se dá una información completa,) etc.

Elementos de escalera

Sus dimensiones de ancho (2.40 a 4.00 m.) y profundidad (4.00 a 6.00m.) están íntimamente relacionadas con el sistema constructivo escogido. De tal manera que, estas dimensiones se encuentran limitadas así:

La profundidad es la dimensión libre

En un sistema de esquema portante longitudinal la dimensión de profundidad se encuentra limitada y el ancho es libre.

En un sistema de esquema mixto (cruzado) la limitación es para la profundidad y ancho.

Son fabricadas en concreto armado prefabricado y son montadas para tener rápido acceso a los pisos, evitando trabajos de mínimo rendimiento, se presentan 2 soluciones para este elemento: una adopta la pieza compuesta de tramo y descanso, presenta facilidades constructivas como el no tener empotrados en voladizo los descansos y sobre éstos el tramo con apoyos ménsulas; presenta problemas debido al gran peso y al apareamiento de fisuras en el dorso de la pieza y a la necesidad de un elemento especial para el descanso final.

La otra alternativa sería la de tramos y descansos separados; para sistemas a base de bloques de grandes dimensiones es recomendable apoyar los descansos sobre tabiques portantes de media altura; para sistemas a base de grandes paneles, éstos pueden llevar ménsulas para aportar los descansos y las huellas-contrahuellas pueden ser apoyadas en roturas de las paredes de los huecos de la escalera, roturas que pueden ser fundidas después en el sitio.

El profesor Lewicki, recomienda el apoyo oblicuo, porque asegura una estabilidad suficiente y se acerca más que los horizontales al apoyo teórico simple, hablamos del apoyo de la escalera con otro elemento. La escalera en los sistemas con muros longitudinales portantes y con muros transversales portantes; se puede utilizar para arriostramiento en el otro sentido. En algunos casos, por razones constructivas estéticas o de función las escaleras pueden estar aisladas del bloque general.

Balcones

Tienen condiciones limitantes más de origen estético que tecnológico. Pudiéndose aprovechar también en países de clima cálido como puentes térmicos.

Se pueden dar soluciones de balcones abiertos, cerrados, voladizos incorporados, galerías (para sistemas de paneles transversales), balcones espaciales (losa, costados y antepechos de una sola pieza).

Conductos

De huecos, de ventilación, de instalaciones, de eliminación de basura.

Se resuelven a base de elementos especiales prefabricados, regularmente espaciales y normalizados.

SISTEMA A BASE DE PANELES MEDIANOS

Condiciones que limitan sus propios campos de aplicación

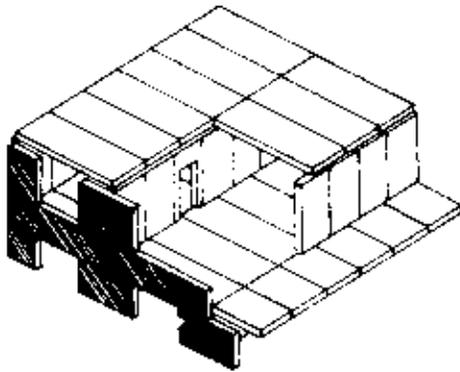
La justificación y no consecuentemente, más aprovechada para permitir la multiplicación del número de juntas y la repetitividad no productiva de las operaciones de montaje, se fundamentaba en la imposibilidad de sobrepasar ciertos anchos y en la poca posibilidad de variar los ya establecidos armados: malla electrosoldada, alambres o armaduras rectas e incluso en la imposibilidad de armar, llevando a un tipo de empleo tensional muy específico de los elementos, desechando tantas posibilidades. Pero con los modernos procedimientos de fabricación: máquinas vibrolaminadoras (Koslav), procesos continuos de fabricación (roth, spirol, etc.), procesos de producción por extrusión, procesos de fabricación de concretos ligeros (Ytong, sipofex): y con el surgimiento de nuevos materiales con nuevas características propias para determinados fines; se ha logrado avanzar en automatización, rapidez de fabricación y acabados dimensionales aceptables en la producción masiva.

Las ventajas de estos sistemas a base de paneles medianos no están en sí en ellos, sino en las aportaciones de los elementos por sus características; facilidad de manipulación, la flexibilidad del empleo, su requerimiento de maquinaria de transporte y elevación de poca potencia, sus características de producción; por lo que en su concepción deben encaminarse a los sistemas abiertos en donde su aplicación es ilimitada principalmente empleados como elementos complementarios. En los sistemas cerrados se reduce su aplicación a construcciones unifamiliares y en algunos casos a bloques de pequeña altura. El uso limitado a edificaciones de poca altura está razonado por aspectos estructurales, tales como:

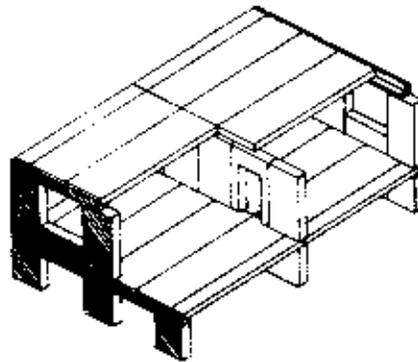
- (1) La numerosa cantidad de juntas verticales en un paramento no siempre aseguran un comportamiento como lámina del mismo, y no cumpliendo también las normas generalmente de estabilidad para soportar como piezas aisladas 1/6 de la carga horizontal total; y además estas condicionantes resistentes agravadas por el hecho de que las juntas verticales entre elementos que tienen el carácter de rigidez, son pequeñas y de dudosa resistencia. La ventaja de uso está en únicamente construcciones de poca altura. Permiten la posibilidad de emplear en su fabricación concretos ligeros de una sola capa homogénea (aprovechando las características aislantes de concreto como tipo Yong, Siporex, Porenbeton, de arcilla expandida, de escorias, etc.)

Regularmente en caso de losas de paneles medios de función resistente, son de concreto normal, pero pueden aligerarse su sección, por alvéolos cilíndricos o de otro tipo.

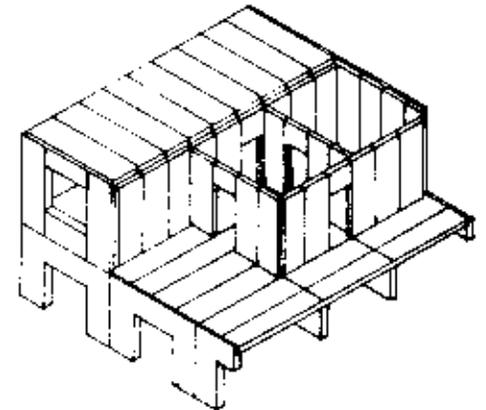
ESQUEMAS TEORICOS DEL USO DE PANELES MEDIOS



Esquema transversal a base de paneles medios.



Esquema longitudinal a base de paneles medios.



Esquema estirado a base de paneles medios.

Los usos de estos como elementos complementarios en diferentes sistemas

Como elementos horizontales

1. En edificación tradicional evolucionada (el paso de la vigueta a la losa prefabricada puede ser la iniciación a una prefabricación abierta)
2. En sistema a base de esqueleto portante prefabricado.
3. En construcciones mediante procedimientos racionalizados.

Como elementos verticales interiores

1. Como tabiques autoportantes en sistemas de diferentes producciones: tradicional, encofrados, túnel, grandes paneles, células tridimensionales, de componentes de origen industrial, etc.
2. Como complemento a los grandes paneles: antepechos, rincones de huecos, habitaciones pequeñas, armarios empotrados, etc.

Exteriores

1. Para muros cortina solos ó combinados con acristalamiento.
2. Como cerramiento de retículas de fachada para cualquier procedimiento constructivo.
3. Para usos complementarios: realización de terrazas.

VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL TAMAÑO DE LOS ELEMENTOS

RESPECTO AL:		PANELES DE GRANDES DIMENSIONES (PREFABRICACION PESADA)	ELEMENTOS DE PEQUEÑAS DIMENSIONES (PREFABRICACION LIGERA)
FABRICANTE	VENTAJAS	<p>Menor número de máquinas diferentes, con mayor facilidad de mantenimiento.</p> <p>Facilidad de ejecución.</p> <p>Menor necesidad de mano de obra, particularmente de la especializada.</p> <p>Elementos más económicos cuanto mayor volumen temporal.</p> <p>Economía en grandes series.</p>	<p>Maquinaria e instalaciones más caras.</p> <p>Mayor radio de acción.</p> <p>Facilidad para optimizar series industriales, rentables.</p> <p>Versatilidad respecto a gran número de usos.</p>
	INCONVENIENTES	<p>Maquinaria e instalaciones más caras.</p> <p>Menor radio de acción de las fábricas, paliable en parte mediante los materiales ligeros.</p> <p>Dificultad de conseguir la serie con pequeños objetivos.</p> <p>Necesidad, por tanto, de demanda estable y de alto radio volumen.</p>	<p>Mayor número de máquinas diferentes, dificultades de mantenimiento.</p> <p>Necesidad de una extensa red de distribución.</p> <p>La carencia de una modulación generalizada restringe ciertos usos.</p>
CONSTRUCTOR	VENTAJAS	<p>Importante ahorro de mano de obra a pie de obra.</p> <p>Simplificación de operaciones y posibilidad de organización de obra.</p> <p>Mayor estabilidad.</p> <p>Juntas y nudos normalizados.</p> <p>Ahorro en material de relleno y de impermeabilización de las juntas.</p> <p>Menor plazo de ejecución (especialmente interesante para el promotor).</p> <p>Menor número y cantidad de equipo y utillaje.</p>	<p>Maquinaria ligera, fácilmente amortizable.</p> <p>Libertad para la organización de las fases de la obra.</p>
	INCONVENIENTES	<p>Maquinaria más pesada y cara.</p> <p>Dependencia del programa de suministro de elementos.</p>	<p>Gran empleo de mano de obra "in situ".</p> <p>Necesidad de mano de obra muy especializada.</p> <p>Difícil control de la calidad de la ejecución y de los suministros.</p> <p>Menor estabilidad.</p> <p>Dificultad para conseguir una impermeabilización adecuada de las juntas.</p> <p>Plazo de ejecución mayor.</p>
PROYECTISTA	VENTAJAS	<p>Facilidad de cara a mediciones y presupuesto.</p> <p>Posibilidad de confeccionar proyectos muy acabados.</p>	<p>Gran flexibilidad de aplicaciones.</p> <p>Posibilidad de logros estéticos por parte del proyectista.</p>
	INCONVENIENTES	<p>Rigidez de soluciones.</p> <p>Peligro de caer en la repetición de proyectos.</p>	<p>Necesidad de resolución de problemas a pie de obra.</p> <p>Problemas de estética a causa del gran número de juntas.</p>

(3) . SISTEMAS A BASE DE ESQUELETO PREFABRICADO

Pocos son los sistemas realmente de esqueleto, en estos sistemas por lo general, se completa la estructura portante con losas de entepiso y/o techo prefabricadas (sistemas ZEZELI, Konstruktiva, G.80, etc.) en otros casos, como el anterior agregándoseles placas de cerramientos y divisorias autoportantes.

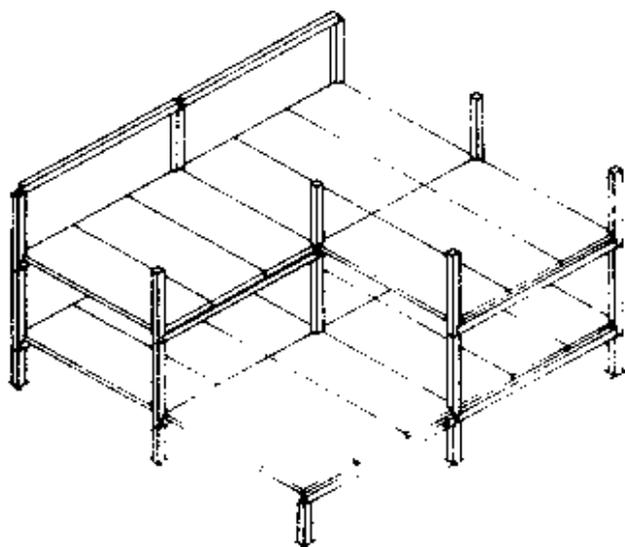
Sus principales características y las cuales motivan el uso de este sistema en edificios públicos, escuelas, universidades, edificios de comercios; es la flexibilidad y porque permiten grandes luces, por lo que estos sistemas son usados fundamentalmente en edificaciones industriales. En viviendas no es recomendable su uso generalmente porque, la retícula de ésta es muy rígida por lo que no se aprovecha al máximo la flexibilidad y grandes luces, del sistema, aunándose el que aparecen gran número de juntas y de elementos; mayor número de horas en el lugar, y porque no resultan más económicas que las de paneles.

SISTEMAS DE ESQUELETO Y SUS CARACTERISTICAS PRINCIPALES POR LA FORMA DE CONSTRUCCION

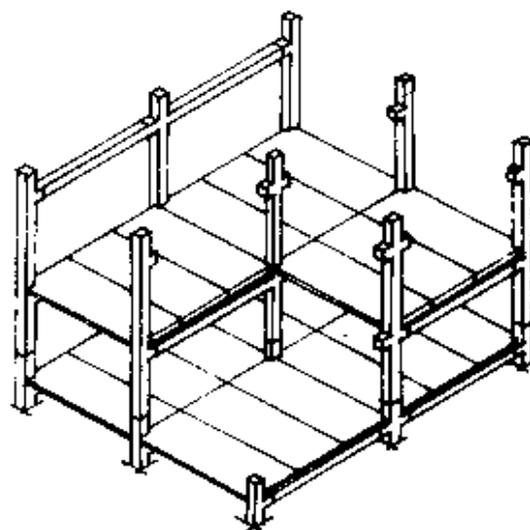
1. Sistema en esqueleto de criterio tradicional o de esquema estructural descompuesta

Consiste en la descomposición en columnas y vigas de una estructura monolítica, por lo que en construcción es diferente formalmente del tradicional.

Sus inconvenientes principales son el corte de la estructura en sus puntos más fatigados, y el de uniones a realizar en condiciones incómodas; los que exigen un sobredimensionamiento.



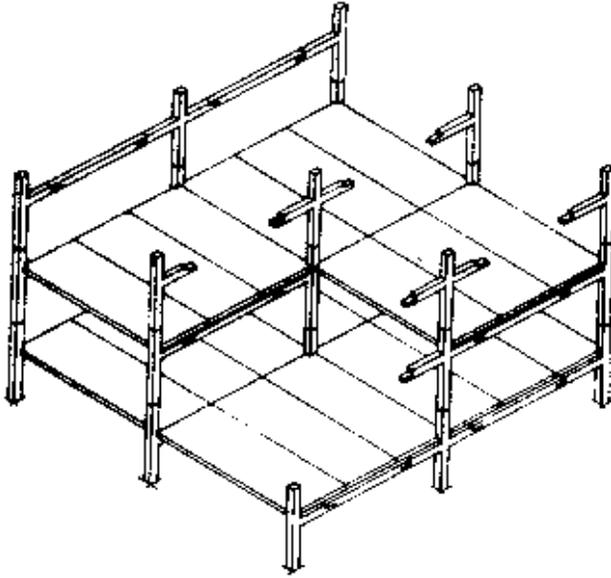
Esquema de pilares y jácenas.



Esquema de pilares y jácenas.

2. Sistema de esqueleto, de elementos complejos; tipo Lamba

Dividen la estructura en los puntos de momento nulo para el peso muerto, y tienden a elementos más complejos para lograr un montaje más simple.

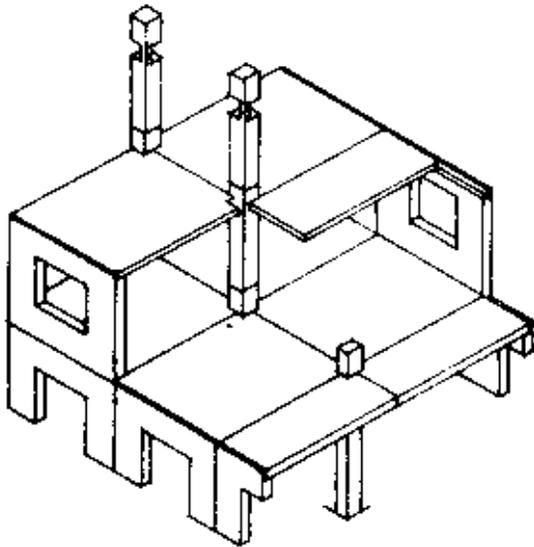


Sistema Lamba y de algunas construcciones Rusas y Polacas utilizadas en viviendas. Persiguen las ventajas del montaje en seco, pero tienen desventajas en cuanto a dificultades de transporte y a la necesidad de descarga de las piezas no simétricas.

Esquema tipo "lamba".

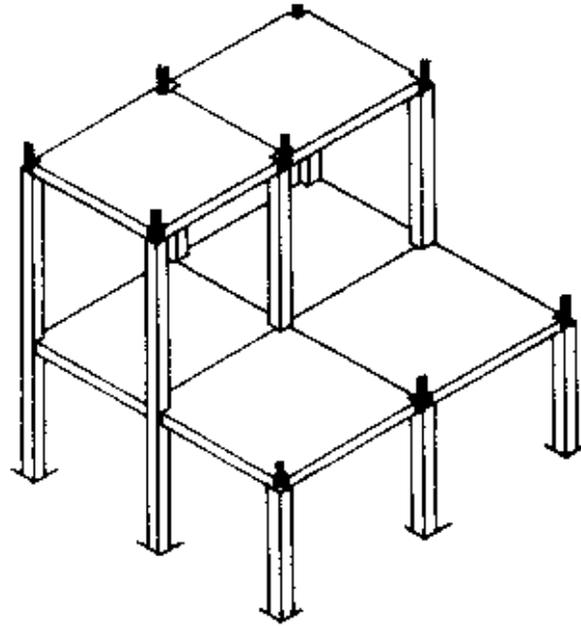
3. SISTEMAS CON ELEMENTOS LINEALES Y GRANDES PANELES

Incluido aquí: el sistema LIFT SLAB



Esquema de pilares, paneles portantes y losas de forjado.

Paneles portantes longitudinales, columnas y paneles losa sistemas soviéticos—



Esquema de pilares y paneles de forjado.

Columnas, grandes paneles — losas — Sistema Zezeli

SISTEMAS DE CONSTRUCCION DE LADRILLO CON LOSAS DE COMPONENTES ALIGERADOS DE CONCRETO

En este sistema combinado existe un grado razonable de prefabricación, su aplicación más importante es para pequeños proyectos; no requiere de gran inversión en moldes, en planta, en el montaje, en los acabados de diseño que normalmente son imprescindibles en la prefabricación. La combinación mencionada se ejecuta a través de la edificación tradicional y de procedimientos industriales; ladrillo y concreto prefabricado.

La interacción entre estos dos métodos de construcción hacen nacer la racionalización, unida a la técnica y a los procedimientos desarrollados en albañilería.

Normalmente, la estructura portante es la realizada con fábrica de ladrillo, y las losas de concreto aligerados. En este sistema combinado pueden mencionarse dos alternativas:

Alternativa 1: Sistema Combinado

- Placas aligeradas simplemente apoyadas, sobre muros transversales capaces de absorber los esfuerzos de viento sobre las fachadas y la estabilidad longitudinal lograda por medio de los muros longitudinales interiores, así como por los exteriores. Debe durante el diseño global tomarse en consideración, especialmente para el diseño estático, la resistencia de materiales, dosificación de morteros, concreto y armaduras de juntas.

Sistema combinado Alternativa (2)

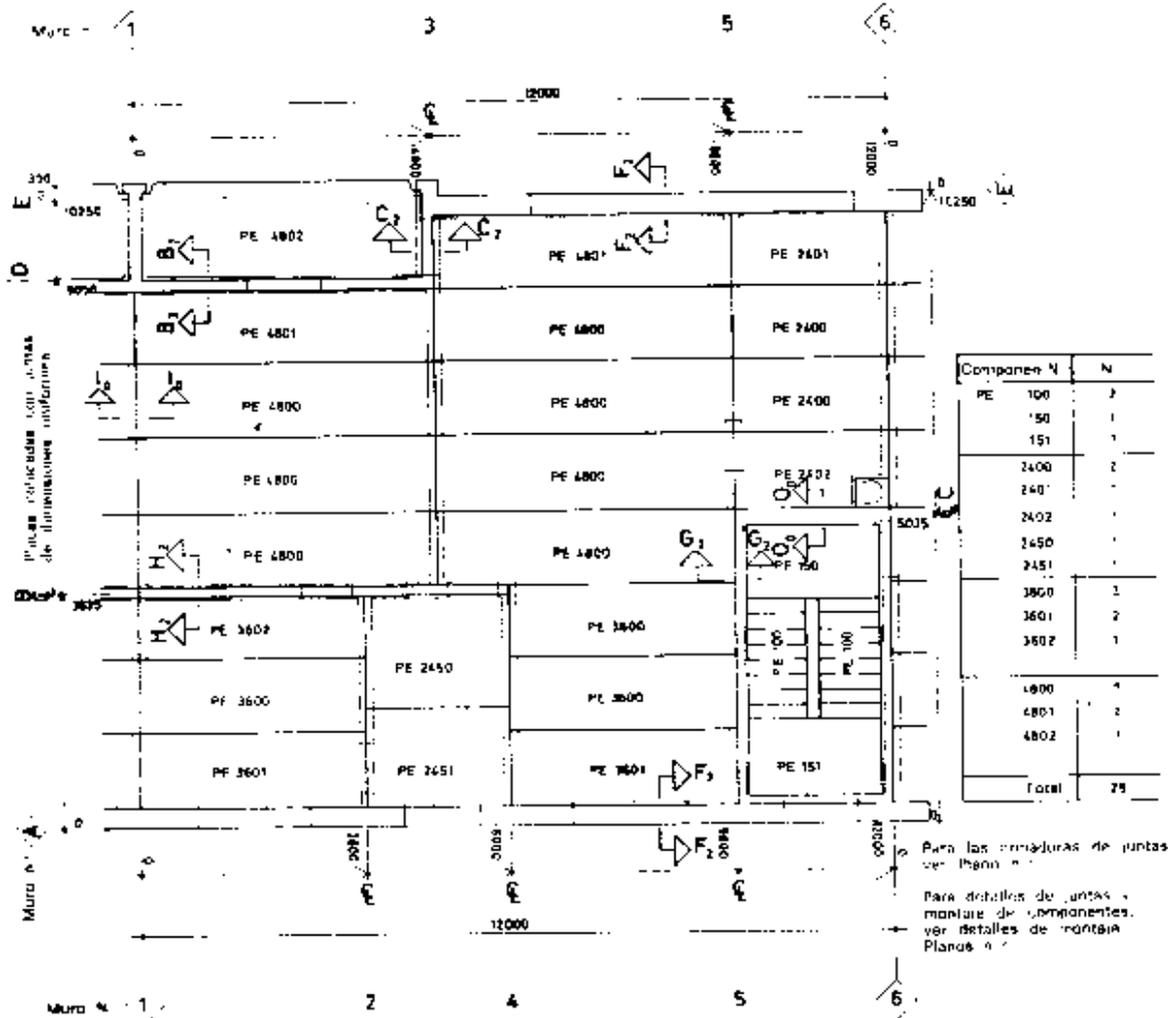
Con elementos normalizados vigueta-block de relleno, para losas combinadas con estructura portante de ladrillo.

Lográndose la estabilidad del edificio longitudinal como transversal, mediante la combinación de los elementos normalizados de losa y los muros, tanto interiores como exteriores.

Ver Plano de montaje de losas del sistema combinado Alternativa (1)

Los apoyos portantes de las losas (placas) nominales, se recomiendan mínimo 85 mm y los laterales 25 mm.

Pueden darse 2 direcciones portantes, es decir, las placas apoyan en el muro exterior y transversal, se puede diseñar con planta flexible, es decir, utilizando tabiques móviles divisorios de cartón-yeso o similar.



PLANO DE MONTAJE DE LOSAS

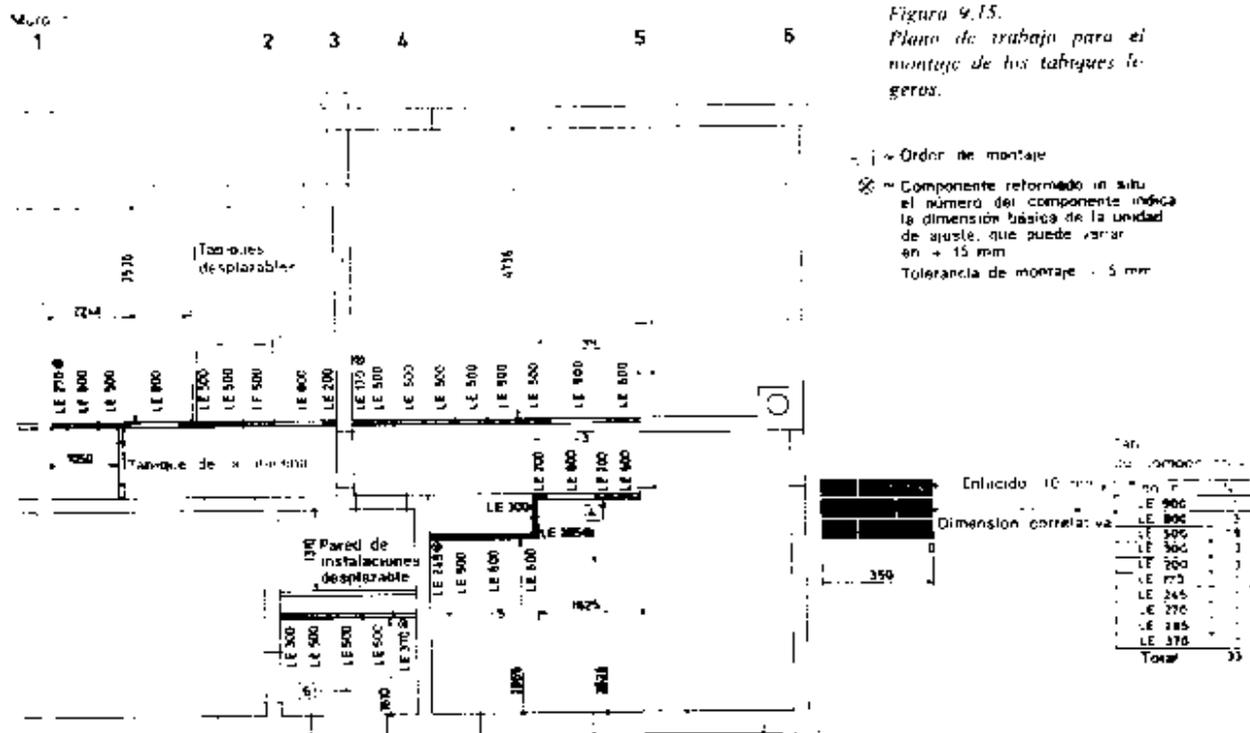


Figura 9.15.

Plano de trabajo para el montaje de los tabiques legeros.

**3.3 Comparación de los diferentes sistemas
constructivos con la teoría del prefabismo.**

En el anterior capítulo «Generalidades» se menciona la industrialización de la construcción y sus características necesarias. Estas características esenciales en su máxima expresión e idealmente interrelacionada con las necesidades humanas para realizar una arquitectura que pertenezca a todos, genera la teoría del prefábismo.

Con esta teoría del prefábismo, es decir, el ideal de la forma de construir se comparan como se muestra en el cuadro adjunto, los distintos procesos constructivos más conocidos, cuadro en el que se indican en forma gráfica, las características esenciales del prefábismo de que goza cada sistema en mayor o menor grado.

4. DESARROLLO HISTORICO DE LA PREFABRICACION

DESARROLLO HISTORICO DE LA PREFABRICACION

1.
 - a. Epoca: 3,000 años antes de J.C. Revolución Neolítica
 - b. Sistema constructivo predominante: Dintel-Columna *ocho 22*
 - c. Materiales básicos: La piedra y la madera

Por los severos cambios climáticos, los reducidos grupos humanos de la época se vieron obligados a emigrar a valles fértiles, formándose conglomerados humanos mayores; aparecieron así las primeras culturas urbanas a las orillas de los ríos: Nilo (Egipto), Indo (India) Hoangho (China), Tigris y Eufrates (en Mesopotamia); formándose así la economía de producción (labranza-pastoreo) la que genera la diversificación social, (artesanía, defensa, culto, administración, técnica); surgiendo: la cerámica, el tejido, la arquitectura, etc.

Aquí el renglón más importante es la arquitectura megalítica que corresponde a construcciones con piedra en las llamadas 'Casas de los muertos'. Ejemplo de estas construcciones son: Los Menhires, Los Cromlech, las alineaciones, principalmente los Dolmenes; en viviendas, además de los refugios naturales, se construyen viviendas subterráneas y de madera, ejemplo: los palafitos o construcciones lacustres.

El sistema constructivo usado es el de construcción adintelada (dintel-columna); utilizándose como material la piedra y en otros la madera.

Por el uso de la piedra se presenta la opción de trabajar en obra o en cantera; generándose la problemática del transporte y elevación de las grandes masas de piedra. Más tarde, en Egipto se desarrolla un tipo de construcción cuyo objetivo era realizar los conceptos con carácter de eternidad, lo que se lograba a base de la masa y estabilidad que proporcionaba la piedra llevada de las canteras por el Nilo a la obra, canteras en las que se dimensionaban y labraban las piedras para reducirles el peso.

2.
 - a. Epoca 8,000 – 6,000 años antes de J.C., la cultura de Gérico
 - b. Sistema constructivo predominante: Dintel-columna, Arco y bóveda
 - c. Materiales básicos: piedra, madera y adobe (se utiliza: mortero de barro, muros de arcilla y adobe).

El elemento adobe se moldeaba (utilización de moldes) al pie de la obra o se modelaba a mano en diferentes formas para unirlo con mortero de barro las distintas unidades, formando los muros.

Otro método utilizado para construir muros sin encofrado, fue la utilización del césped con la hierba hacia el interior o comprimiendo masas de barro de 0.30 m. de altura con paja húmeda, se colocaba en la parte inferior un zócalo de piedra de 0.12 m. X 0.60 m. Se aplicaba al exterior alquitrán y cal (encalado).

También se utilizaba mimbres como encofrado perdido sirviendo de armadura, dentro de la cual se apisonaba una mezcla del 30% de arcilla y el resto de arena.

Estos métodos constructivos a base de arcilla y adobe se utilizaron también en Egipto y Mesopotamia, debido a la escasez de piedra y madera.

- a. Época 1,800 - 2.300 años antes de JC.
4. b. Sistema constructivo predominante: el arco y la bóveda
- c. Materiales básicos: El ladrillo

La transformación más importante en el proceso hacia la racionalización de la construcción (construcción más rápida, más sólida y de mayor altura), lo constituyó el producir ladrillos formados con moldes y cocidos en horno revistiendo características industriales:

- Producción en serie
- Número limitado de moldes
- Bajo costo (comparándolo con la extracción de piedra de las canteras)
- Elección del sitio para producción en fábrica fija (horno) pues la producción en fábrica fija se ve condicionada a la obtención de materia prima (arcilla) cercana a las obras.

En Sumeria (Ur, Uruk), entre 1,800 y 2,300 años antes de JC., se utiliza ya el ladrillo. En Egipto hasta la dominación romana se utiliza el adobe (por escasez de madera) pero, es aquí en donde al ladrillo se le da el valor del módulo condicionador de las medidas del edificio.

- a. Época: 400 años antes de JC., Grecia clásica del siglo V (Pericles)
4. b. Sistema constructivo predominante: columna-dintel
- c. Materiales básicos: piedra-mármol

La gran aportación griega a la prefabricación (400 años AC.), creadores de los órdenes (arquitectura sometida a principios), es en cuanto a la 'proycción "integral", es decir, a la resolución del proyecto en la etapa de diseño: modulación, cálculo anticipado de los elementos (equilibrio estático mediante las partes de la obra agrupadas sin cemento o con grapas, a la producción en serie de elementos total o parcialmente trabajados y montaje, por la ubicación de la obra, en lugares de difícil acceso. Principalmente su mayor aporte es la modulación, subordinando las medidas del templo al radio de la columna, logrando una arquitectura en que las partes y el todo respondía al principio de armonía. (número-proporción-masa equilibrada).

- a. Época: 400 años después de JC.
5. b. Sistema constructivo predominante: bóveda
- c. Material básico: el ladrillo

Mientras en Roma, el ladrillo alcanza su máximo desarrollo, en Grecia es usado raramente.

En Roma este desarrollo se manifiesta por las condiciones sociales y políticas favorables que permitieron construir edificios de carácter más durable (basílicas, termas, murallas, acueductos, circos, templos, arcos del triunfo, etc.).

Es en este período que se presentan las alternativas constructivas que, comparadas entre sí, reflejan el alcance logrado:

1. El ladrillo: como elemento prefabricado
2. El adobe: como elemento premoldeado
3. El muro encofrado o tapial: como construcción en sitio.

Los romanos por su sentido práctico de organización, utilidad y conocimiento de la edificación, y debido a las acciones sobre otros pueblos, hace suponer que llegaron a la unificación y a la normalización de elementos, a la producción en serie y por siguiente a un proceso proto-industrial. Es la única forma que les pudo permitir construir edificaciones semejantes en ornamentación y decoración esparcidas en todo el imperio romano (estátuas, lápidas, urnas funerarias, etc.); así como en elementos constructivos: columnas, bases, capiteles, etc. para templos y, principalmente, en construcciones militares: puentes, calzadas, etc. aún en territorios en donde materiales y mano de obra calificada no existían, es decir que en cierta forma presentaban características de prefabricación en la construcción.

6. GENERALIDADES HISTORICAS POSTERIORES

Aportaciones históricas para la prefabricación y organización del trabajo.

1. En Grecia, Roma y Egipto, existían corporaciones y equipos técnicos y artísticos que se contrataban para la realización de una gran obra. ¡En Roma, Henri Vernolle, supone la existencia de talleres en los que se realizaban los elementos de los templos!
2. La organización del trabajo en la Baja Edad Media, era dificultosa: los constructores encontraban mano de obra entre sus ciervos y vasallos. Cuando surge la ciudad, los Laicos penetran en la construcción, dándose la mano de obra libre y foránea en gran escala y también, el mercado laboral interregional.
3. En los siglos XII, XIII, XIV, como consecuencia de la organización de obra que exigía la construcción gótica (Catedral-Palacio), en administración, retribución e instrucción de la mano de obra, se constituyen las logias que fueron equipos interdisciplinarios de trabajo que subordinan lo particular al trabajo artístico común. Otra característica era la organización cerrada y administración propia de dichas logias.

La aportación del Gótico a la prefabricación se manifiesta en lo que se refiere a organización de trabajo y a la disciplina que lograron con las logias que como se mencionó, eran comunidades cerradas de artistas y artesanos en las que existían una jerarquización de la organización y división del trabajo.
4. Con el crecimiento de la burguesía (S:XIV), clientela de los artistas, desaparecen las logias, además, la competencia entre los artesanos generan los gremios. Evolucionó el Gótico y vuelve el Clacisismo (Renacimiento).

Con el Renacimiento se manifiesta una rigurosa mentalidad de carácter científico y de aplicación metodológica: para la prefabricación se aprovechan las inquietudes de carácter racional y metódico que dieron a sus construcciones los arquitectos: ejemplo de estos valores teóricos, son:

- a. León Battista Alberti (1,404-1,472)
Pretende una ciencia arquitectónica usando como base el número y la proporción, introduciendo las armonías numéricas verticales, ejemplo: 1:1: 2:3: 3:4, y creando tipologías para naves de iglesias y para viviendas. Logra traducir en las fachadas de sus edificios, la organización interior de arquerías y bóvedas, llamado el tramo rítmico de Alberti.

- b. Vignola (1,507-1,573) y Palladio (1,508-1,580)
Aportan teoría, Vignola con sus reglas de las cinco órdenes de la arquitectura civil. Palladio autor de "Los cuatro libros de la arquitectura" que tratan sobre la ordenación perspectivista y la superposición de órdenes en la composición de fachadas.
- c. Leonardo Da Vince (S: XVI, año de 1,515).
Realiza un estudio para nuevas ciudades en la región de Loire (Francia) solicitado por Francisco I; independiente de su valor histórico-urbano, se destaca el proyecto tipo para viviendas o casas de vecindad con el que trata de simplificar la construcción y flexibilizar la distribución interna de la misma; propone un taller de simplificación de elementos con un radio de acción que abarca la región en donde surgirían las ciudades, a grado tal que, en el lugar sólo se construiría la cimentación.

5. SIGLO XVIII

Bruscamente, la revolución industrial introduce cambios en tal manera que desequilibra toda la estructura socio-económica, desequilibrio que aún se mantiene. Se introduce la mecanización y el trabajo organizado con un sensible aumento de la producción. Urbanísticamente se crean núcleos de concentración demográfica en zonas fabriles surgiendo nuevas necesidades masivas de locales de habitación, de higiene, de sanidad, de reunión y de relación, etc.

En arquitectura, a mediados del siglo, se evoluciona la práctica constructiva como consecuencia de la necesidad de nuevos edificios. Los arquitectos como: SOANE BOULLEE, LEDOUX, y DURAND, proponen nuevos principios para responder a las nuevas necesidades, las que no se realizaron por la problemática existente en esa época cien años más tarde estas propuestas se realizan en cierto modo. Aún naciendo con la revolución industrial, la idea de industrializar la construcción no se realiza de manera pronta.

Sin embargo, uno de los cambios más significativos es el cálculo científico y en 1,750 la aparición de la ingeniería civil (desligada de las teorías arquitectónicas) en 1,747 se funda la Ecole Des Pont Et Chaussées-Escuela de Ingenieros Civiles— fundada por Rodolphe Perronet, haciéndose sentir dos distintas reacciones: una que trata de diferenciar ciencia y técnica de la arquitectura y las demás artes (como ejemplo: en 1,806, Napoleón reabre la escuela de bellas artes) y la otra que trata de conectar ciencia y vida (escuelas para técnicas superiores con enseñanza científica común).

6. En el siglo XIX y primera mitad del siglo XX, surgen proyectos de industrialización, algunos con gran avance tecnológico que no se generalizan, pero que nos permiten comprender lo que en ese tiempo se realizó en América. Entre ellas, las estructuras tipo Balloonn Frame, construídas en Chicago y San Francisco. La fiebre de oro, la expulsión de los Black Hawks y la conquista del Oeste, hacen que pequeñas aldeas se transformen en sólo un año en grandes ciudades. Las exigencias de movilidad y sencillez de vida determinan una manera de construir con madera, sin especialización de la mano de obra debido a la gran producción del clavo y su abaratamiento, con lo que se supera el sistema de construcción de madera a base de ensamble-caja y espiga-que requería de un

carpintero especializado. Este sistema (Balloonn), estructura hecha de listones de madera, cortados a máquina y cubierta de madera que se formaba con un entramado estructural que permitía cualquier acabado. Dejó de usarse después del incendio del centro de Chicago en 1,872. Otro ejemplo: la tecnología del hierro fundido que se conoce en Inglaterra desde el siglo XVIII: se utilizó en puentes, en cubiertas, (teatro Francés 1786, obra de Victor Louis), etc.

Con los nuevos procedimientos industriales se produjo el primer elemento: la columna de hierro fundido (1780). Así, en 1843-50, Enrique Labrouste, ingeniero arquitecto, construye totalmente de hierro con mampostería exterior la biblioteca Santa Genoveva en París.

Por su parte en E.E.U.U. se empieza a usar el hierro hasta mediados del siglo XIX, después del incendio en Chicago, debido a la especulación de los solares, por la crisis económica de 1857 y la extensión del comercio, con lo que se aumenta el número de pisos y la densidad de población. Más adelante con el invento del elevador, 1883-5 se construyó el primer rascacielos (10 plantas) sede de la "Home Insurance Company" obra del Baron Jenney.

Sin embargo, por los inconvenientes de su fabricación (puede considerarse como un sistema cerrado) y la débil resistencia del hierro fundido a la tracción, así como al fuego, la producción es modificada a un sistema que podría llamarse abierto que permite una mejor comercialización, almacenamiento, etc. del producto, que fue el acero laminado.

A mediados del siglo XIX, como resultado de la pérdida de contacto entre productor y consumidor, el aumento de la producción y las exposiciones internacionales, se inicia un nuevo tipo de necesidades a las que se da respuesta con edificaciones tales como los mercados, almacenes, etc. que requieren soluciones nuevas a los problemas constructivos que plantean; surgen construcciones proyectadas para ser fabricadas en talleres especializados, cuyas operaciones de transporte, montaje y desmontaje debían ser rápidas, ejemplo: el Cristal Palace de Londres (1851) de Joseph Paxton, el cual se desmontó al final de la exposición y fue vuelto a montar en Sydenham en 1854.

En 1774 reaparecen con John Smeaton (Inglaterra), en la construcción de un foro la utilización del concreto que desde los romanos no se había vuelto a utilizar.

En 1867, un jardinero llamado Monier, patenta la construcción de macetas con concreto y entramado de alambre, lo que más tarde sería el concreto armado, con carácter de producto industrial (prefabricación y producción en serie); sin embargo, la construcción lo transforma e incorpora con procedimientos artesanales.

Algunos ejemplos: en 1,891, la Empresa Ed. Coignet de París prefabrica vigas de hormigón armado, más tarde en 1,900 E.E.U.U., se construyen elementos de gran tamaño para cubiertas de 0.05 X 1.20 X 5.10 m. sobre entarimados metálicos.

En 1,904, el Arq. John Brodie en Liverpool, por pedido del gobierno inglés, que trata de resolver los problemas de viviendas en las ciudades industriales, construye un edificio de 3 plantas desarrollando a base de gran panel con acabados e instalaciones incorporadas.

(sistema cerrado), basado en las experiencias obtenidas en la construcción del puerto de Bilbao por el Frances Hennebique, pero, debido a la desconfianza que el sistema daba y por prescripciones gubernamentales sobre el grosor de muros, se sobredimensionaron los elementos triplicándose el costo y sobrevino la interrupción de la obra.

1908 Thomas A. Edison, E.E.U.U.

Patenta un sistema constructivo para 2 ó 3 niveles, el cual consiste en verter continuamente concreto en moldes metálicos. Este sistema resulta un antecedente de los procedimientos actuales de encofrado deslizante y encofrado de túnel. Sin embargo, es desechado por los inconvenientes prácticos que presentaba en la época. Se inyectaba a presión el concreto en los moldes, construyéndose la casa entera en 2 operaciones de montaje: Cimentación y estructura superior.

Posteriormente se utilizó más el premoldeo de elementos al pié de la obra.

1948 R.G. Letoneav y la Cía. IBE Housing Corporation, construyen casas unifamiliares de uno o dos pisos utilizando moldes. Solo se lograba economía en los grandes proyectos habitacionales.

1907 Grosvenor Atterburg, conciente de que sólo llevando a la fábrica la construcción podría contribuirse a resolver las necesidades de habitación, desarrolla un sistema en concreto liviano.

1921-

1936 Boston. Se desarrollan investigaciones de procedimientos constructivos patrocinados por un industrial (Albert F. Bemis), propietario de compañías dedicadas a fabricar y vender materiales de construcción.

Con el intento de Bemis de racionalizar la construcción, se aportó: el método modular tridimensional de base 4", que considera el espacio como una continuidad de cubos idénticos formados por planos equidistantes según 3 direcciones ortogonales, fue aceptado por la American Standard Association en su ASA Project AG2 bajo el patrocinio de American Institute of Architects.

1931-

1935 Nueva Jersey. La fundación Pierce de Raritan, diseña núcleos de servicios mecánicos para la American Moro Home de 1935, para vivienda prefabricada con amianto-cemento y metal, que resultaron siendo antecesores de las tendencias actuales de utilizar módulos mecánicos para las instalaciones de servicios.

1920

E.E.U.U. Se inician las tentativas de revolución del diseño arquitectónico para que se dé la industrialización de la construcción y contribuir a resolver las grandes necesidades de viviendas.

Ejemplo viviendas en forma de cúpula:

- (A) La NEFF Airform House de Wallace Neff
- (B) La casa silo de Fuller
- (C) Viviendas plegables
- (D) Viviendas construídas mediante secciones
- (E) Casas suspendidas de mastiles de concreto o metal (Dimaxión I de Fuller) 1.927.

- 1947-
- 1915 Por la crisis de viviendas, producida en Europa después de la 2da. Guerra Mundial, se orienta la resolución del problema hacia la producción en serie, la construcción prefabricada en concreto armado o sin armar; frenándose estos intentos por la práctica y el gusto por la construcción tradicional (en ladrillo).
En Alemania se desarrolla más tarde la prefabricación por motivos económicos, pero de carácter más técnico.
- 1920 Gropius (director de la Bauhaus), dice:
"La mayoría de los ciudadanos de un país, posee necesidades de alojamiento y de vida similares: es difícil, por lo tanto, entender por que la vivienda que construimos no expresan una unificación general, parecida por ejemplo, a la de nuestra vestimenta, zapatos, automóviles, etc."
Uno de sus proyectos:
1926 1928 Proyecto: barrio de Toerten cerca de Dessau: viviendas duplex prefabricadas.
- 1931 La casa de cobre.
Casa prefabricada a base de grandes paneles murales, que permitió la reducción y/o ampliación de la vivienda según las necesidades familiares.
- 1941 E.E.U.U.
Gropius y Konrad Wachsmann, desarrollan el Packaged House System para la General Panel Corporation Modular.
Módulo: panel 100 cms de ancho.
Elemento de unión: conectores que permiten acoplamiento vertical y horizontal
Fabricación: 20 minutos por vivienda
Montaje: 38 horas
Objetivo: El objetivo de este proyecto gubernamental, que consistió en la prefabricación de 10,000 unidades habitacionales por año, era el de proporcionar vivienda a los obreros de las fábricas de armamento. Con la terminación de la 2da. Guerra Mundial vino el consecuente cierre de la fábrica de casas, porque en el proyecto no se previó un plan de ventas ajeno al pedido gubernamental, aún conociéndose la latente necesidad de vivienda y por la presión de los sindicatos.
Es de hacer notar que en este proyecto de prefabricación de casas se obtuvo un alto nivel tecnológico-arquitectónico del sistema.
- 1915 Francia: Le Corbusier, Perret, Provez, Savage, Lods, Beudom, Experimentan la prefabricación.
Le Corbusier
estructura DOM-INO
- Le Corbusier
casa Citroham
Un intento de viviendas producidas en serie con idéntico sistema a la fabricación de autos.
- 1926 Savage
Proyecto no realizado, de un edificio que se construía célula a célula, por su complicación: transporte y elevación.

1930 Se construyen los primeros barrios prefabricados.

1933 Francia: "Le cité de la Muette em Drancy" y "La Cité Des Olsev" de Lods y Beaudoin
Estructura metálica que soportaba de suelo a techo, los paneles de concreto moldeados en fábrica.

1933-

1937 URSS

y

1937-

1942 Con el sistema gran panel, elegido para la construcción masiva a realizarse, es el primer país que se propuso a resolver su problema habitacional, eligiendo el sistema constructivo gran panel.

4.2 CUANTIFICACION DEL GRADO DE PREFABRICACION

CUANTIFICACION DEL GRADO DE PREFABRICACION

Es el índice que indica en forma sencilla y concreta la cantidad de prefabricación que está contenida en los diferentes sistemas constructivos, permitiéndonos efectuar comparaciones entre ellos. Este índice fue propuesto por el Seminario de prefabricación J.A. Fdez. Ordóñez.

$$i = \frac{100}{t_2 (t_1 + t_2)}$$

condición:

$$t_1 > 0$$

$$t_2 > 0$$

tiempo = hora - hombre/m² u horas-hombre/m³

t₁ = tiempo en fábrica (incluido el transporte)

t₂ = tiempo en obra (montaje y acabados)

OBSERVACIONES:

- Una edificación será más prefabricada cuando sea mayor la razón: Tiempo en fábrica/tiempo en obra; para un tiempo total constante.
- La prefabricación como primera meta, ha de conseguir: disminución del número total de horas necesarias para la realización de una edificación cualquiera.
- El índice de prefabricación disminuye, cuando para un tiempo en fábrica constante aumenta el tiempo en obra.
- El índice de prefabricación aumenta cuando el tiempo en obra es contante, y el tiempo en fábrica disminuye.

Ejemplo:

Comparación del grado de prefabricación de varios sistemas constructivos, como ejemplo del uso del índice de prefabricación.

Se trata de una comparación de diferentes sistemas constructivos: tradicional, prefabricación abierta, cerrada, encofrados tunel, etc.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	PRODUCCION EN FACTORIA Y TRANSPORTE	TRABAJO IN SITU					TOTAL TRABAJOS IN SITU
		CIMENTACION	MONTAJE DE ELEMENTOS	TRABAJO DE ACABADO ESTRUCTURA	TRABAJO DE ACABADOS	INSTALACIONES	
A	5,30	3,12	1,60	3,16	4,30	3,10	15,28
B	14,65	3,90	0,60	0,95	2,15	1,60	9,20
C	8,40	3,45	2,00	4,10	7,32	3,15	20,25
D	2,25	4,16	6,45	2,15	12,15	2,15	38,06
E	8,30	2,90	2,00	3,01	5,00	3,40	16,31

NOTA.- Todas las cantidades representan hora-hombre por metro cuadrado de vivienda acabada.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	t_1	t_2	$T = t_1 + t_2$	$r = \frac{t_1}{t_2}$	TOTAL HORAS TRABAJADAS APARTAMENTO	$i = \frac{100}{t_2 (t_1 + t_2)}$
A	5,30	15,28	20,58	0,43	1,294,0	1,30
B	14,65	9,20	22,85	1,75	1,371,0	1,75
C	8,40	20,25	28,65	0,42	1,707,0	0,42
D	2,25	38,06	40,31	0,06	2,410,6	0,06
E	8,30	16,31	24,61	0,51	1,476,1	0,51

CONCLUSIONES

Del análisis de la tabla 2., pueden sacarse las siguientes conclusiones:

- a. Pese a que el sistema de construcción B presenta un mayor número de horas de trabajo (1371 horas-hombre por apartamento que el A 1294.8 horas-hombre), el índice de prefabricación de B (0.53) es muy superior al del sistema A (0.30), consecuencia de la gran cantidad de horas de trabajo en fábrica que se realiza mediante el sistema B.
- b. De acuerdo con los valores de las tablas, los distintos sistemas estudiados resultan ser:
 1. A, C, y E sistemas de grandes paneles de concreto, de entre los cuales, el A es el que presenta un mayor índice de prefabricación, pese a que su valor de r (0.41) es el menor de los tres sistemas comparados: 0.41, 0.42 y 0.51 respectivamente. Esto es consecuencia de que el índice de prefabricación i , no sólo es función de r sino también de T ya que el índice propuesto trata de conjugar dos conceptos distintos:
 - Mínimo número de horas de trabajo total;
 - Máximo número de horas de trabajo en factoría.
 2. El sistema B se refiere a un procedimiento constructivo a base de células tridimensionales en las que el grado de acabado a la salida de la fábrica será muy elevado, ya que como puede verse en la tabla 1 los trabajos de acabado de la estructura y de acabados en general son muy bajos: 0.95 y 2.15 horas respectivamente. La construcción de un apto tipo B podría quedar resuelta a base de tres módulos espaciales.
 3. El sistema D, con un índice de prefabricación bajísimo, 0.06, y un total de 2,481.6 horas-hombre por apartamento, y una distribución de trabajo tal y como la señalada en la tabla 2, podríamos catalogarla como un sistema de construcción tradicional poco evolucionada.

SUSTITUCION DE TRABAJOS A PIE DE OBRA POR TRABAJOS EN FABRICA

Cuando se pasa trabajo de la obra a la fábrica, el i de prefabricación no permanece constante.

- a. Si se quiere mantener i constante, resulta que T aumentaría, teniéndose más trabajo en fábrica y menos en obra, lo que se hace sólo en condiciones extremas y que dá como resultado un gran beneficio en las condiciones de trabajo para los obreros.
- b. Generalmente T o permanece constante o disminuye, con todo cambio tecnológico que, modifique parte del trabajo en obra en trabajo de fábrica.
Ejemplo:
 - (1) Se trata de averiguar cuantas horas en la fábrica había de realizar para disminuir en dos horas el trabajo en obra. Permaneciendo constante el índice de prefabricación (i)

índice prefabricación i	=	0.30
Tiempo prefabricación t_1	=	6.30 h-hombres/m ²
Tiempo en obra t_2	=	15.28 h. -hombres/m ²
Tiempo total T_2	=	$t_1 + t_2 = 21.58$ h. hombre

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 \cdot \frac{T_2 \cdot \Delta t_2}{t_2 - \Delta t_2}$$

$$\Delta t_1 = 5.25 \text{ horas-hombre/m}^2$$

El sistema modificado con i constante =

$$\begin{aligned} t'_1 &= 6.30 + 5.25 &= & 11.55 \text{ horas/M}^2 \\ t'_2 &= 15.28 - 2 &= & 13.28 \text{ horas/M}^2 \\ T^* &= t'_1 + t'_2 &= & 24.83 \text{ horas/M}^2 \end{aligned}$$

(2) Sabiendo que, los tiempos totales de trabajo $T=T^*$ sean iguales.

El índice de prefabricación i aumenta.

ejemplo: disminuyendo el tiempo en obra un 20%/o

y t y t' iguales

$$i = \frac{100 (t_2 - t'_2)}{T \cdot t_2} = \frac{100 (0.20 t_2)}{T \cdot t_2 (0.8 t_2)} = \frac{100}{4Tt_2} = 0.25 \cdot \frac{100}{Tt_2} = 25\%/o \quad i_1$$

Aumentaría el i en un 250/o

CONSTANTES BASICAS DE LA PREFABRICACION

Reproducimos seguidamente, por su interés conceptual, el conjunto de axiomas o leyes de la prefabricación de las que es autor el eminente profesor Colin H. Davidson:

Señala el Prof. Davidson que de la experiencia europea en materia de prefabricación se pueden sacar seis lecciones básicas.

- I. Referente a la necesidad social de viviendas en cualquier país:
"Hay una diferencia fundamental entre necesidad y demanda efectiva. La industria de la construcción responde a la segunda, no a la primera".
- II. ¿Quién se beneficia de la industrialización?
"La innovación siempre favorece al promotor en primer lugar. Otros pueden beneficiarse indirectamente".
- III. Sobre costes y precios.
"La industrialización, aunque puede que produzca ahorro en tiempo, mano de obra, materiales y costes, difícilmente reduce precios".

- IV. Los cambios tecnológicos exigen cambios de organización.
 “El innovador debe darse cuenta de que la tecnología tradicional corresponde a la forma en que la industria tradicional de la construcción está organizada, en términos del papel que la gente juega, la información que intercambia y la tarea que realiza.
 Una nueva tecnología implica el cambio de esta organización tradicional”.
- V. Respecto a la organización:
 “Para que la industrialización tenga éxito hace falta una organización acorde con su tecnología y con las condiciones de la industria”.
- VI. Dirección:
 “La industrialización es un proceso. Para que tenga éxito se requieren necesariamente procesos bien dirigidos y coordinados”.

4.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA PREFABRICACION

- Consideramos que el inconveniente más grave para la implantación de la prefabricación no es de orden técnico sino estrictamente político.
- Consideramos que más que de ventajas o inconvenientes parciales, hay que hablar de nuevos condicionantes con los que hay que contar.

Por el momento, la prefabricación es el medio técnico más objetivo y efectivo que tenemos para lograr reducir el déficit de construcciones habitacionales, sin ignorar la prevalencia que sobre el particular tienen los condicionantes socio-económicos del problema.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREFABRICACION		
VENTAJAS	NUEVOS CONDICIONANTES	INCONVENIENTES
<p>Tender hacia el prefabismo o, vemos, hoy por hoy, como el único medio válido para paliar de forma efectiva el creciente déficit de construcciones que sufre la HUMANIDAD, al tiempo que se consigue una dignificación del trabajo de los obreros del sector.</p>	<p>Técnicos: Góndolas de transporte, potencia de los medios de elevación, grúas, dimensionado para el manejo, estabilidad, condiciones sísmicas, facilidad en el proceso de fabricación, etc.</p> <p>Sociales: Seguridad de los operarios, no convenientes del trabajo en caliente, exceso de espaldas, como desmoronamiento del ritmo de crecimiento de nuevos puestos de trabajo, etc.</p> <p>Económicos: Costes acordes con la realidad, volumen y tipo de la demanda; pedidos mínimos, gastos de conservación, garantías de uso, etc.</p>	<p>Resulta necesario e imprescindible que exista una conciencia REAL del problema y una VOLUNTAD de solucionarlo. Cursos masivos. Sólo así, conjuntamente, con auténtica participación de los necesitados de vivienda y de los obreros del sector, pueden darse las condiciones para que se tienda al prefabismo.</p>

LO QUE SE DICE A FAVOR Y EN CONTRA DE LA PREFABRICACION.

Características Técnicas:

SUPUESTAS VENTAJAS

1. **Facilita la labor del proyectista**, principalmente con la resolución de detalles: la acumulación de fases y hechos, permite en cualquier momento, hacer uso de los mismos con bastante facilidad, sin embargo, no es esto lo más positivo, sino que al liberar al arquitecto de rediseñar lo existente en condición de dedicarse más a los aspectos fundamentales de la organización del espacio.
2. **Mejora la calidad de los trabajos al ser realizados mecánicamente, en comparación con los manuales.** Esta ventaja es correcta, si se realizan procesos masivos de producción, ejemplo con prefabricados de concreto: dosificación automática del peso del concreto, vertido del concreto en mesa vibradora, dimensionado correcto por perfección de moldes en metal o plástico reforzado: es decir se eliminan los errores cometidos en la obra artesanal.
3. **Mejor aprovechamiento de las secciones resistentes:** Dentro del ejemplo anterior y como resultado de las características óptimas del concreto obtenido en fábrica, se logra para éste: mejor calidad, más homogeneidad y moldes adecuados a la sección en que ha de funcionar el elemento (T, L, U ó \cap), contraponiéndose con estas secciones nuevas a la sección rectangular empleada en la obra tradicional.

También con esta optimización del concreto aparece el concepto de fiabilidad, considerada como 'la probabilidad de que un determinado nivel de calidad o de funcionalidad de un producto, elemento o sistema permanezcan inalterables durante un determinado tiempo preestablecido.'

4. **Facilidad de control de calidad.** Si existe repetición sistemática del proceso, es posible un control efectivo en fábrica.

Aún en una fábrica sencilla es posible un:

- Control periódico de materias primas.
- Control diario de productos semielaborados al nivel de resistencia, y de las características del material.
- Control periódico de producto, en:
 - Dimensiones
 - Flechas
 - Acortamientos
 - Texturas
 - Coeficientes de seguridad, etc.

Control de prototipos en fase de estudios, hasta la destrucción final y de su comportamiento prolongado a la intemperie, etc.

Es de hacer notar que el proceso en sí, puede ser una prueba constante de las condiciones resistentes, de un mínimo de calidad, al momento de desencofrar, con la elevación y el transporte, etc.

5. **Se necesitan menos juntas de dilatación que en la construcción tradicional.** La junta en construcción tradicional, es la llamada de dilatación y debida a variaciones termohigrométricas, de fluencia y retracción del hormigón, así como asientos diferenciales y estados tensionales variables. En contraposición la junta en prefabricación tiene un caracter y función, diferente a la de dilatación: 1o.) es para evitar sobre tensiones y otros, y 2o.) transmite esfuerzos (función resistente)
6. **Se evitan las interrupciones en la fundición:** En construcción tradicional, la interrupción de fundición se dá corrientemente y provoca muchos inconvenientes, siendo necesario un estudio conciente, para evitar este problema.
En la construcción a base de paneles se elimina este problema.
7. **En ciertos desmontajes se recupera partes o piezas de la construcción.** Siempre que se prevea, puede ser transformable o transportable el sistema el ejemplo de esta posibilidad está presente en los:
Módulos espaciales
Bloques técnicos
Los móbile-homes
o en la recuperación de elementos pequeños y medianos como:
rubos
postes
viguetas, etc.
8. **Reducción de andamios y enconfrados**
Es una venraja técnico-económica;
 1. Se elimina el ritmo lento de curado del concreto de tal manera que se agiliza la construcción.
 2. Se obtiene una mejor organización en la obra al evitarse un gran porcentaje de andamiaje.
 3. Además la reducción del uso de madera es muy importante para los países con problemas de forestación.

SUPUESTOS INCONVENIENTES O CONDICIONANTES NEGATIVAS:

1. **No hay monolitismo de la construcción especialmente en zonas sísmicas.** Con el conocimiento actual de las acciones que ocasiona el sismo, las soluciones y aplicaciones para evitar este problema puede ser de orden económico y no técnico.

No hay que perder de vista de que se pueden dar situaciones de desastre tanto en construcción tradicional como prefabricada.
2. **Problemas en la solución de juntas.** Se puede lograr un aspecto y condiciones que verifiquen un buen comportamiento en la solución de juntas, pero debe observarse que es una forma distinta de proyectar y ejecutar a la tradicional, aunándose a lo anterior, la experiencia adquirida desde la evolución de la prefabricación y los logros obtenidos en los materiales para juntas.

3. **Sobredimensionamiento de ciertos elementos** Problema que se manifiesta por posibles acciones o posiciones desfavorables durante el transporte o montaje.

Este inconveniente puede evitarse sin dimensionamiento considerable y es una circunstancia debida al proceso de fabricación que se menciona en la ventaja: aprovechamiento de las secciones resistentes.

4. **Desconfianza ante la utilización de ciertos materiales o sistemas.**

Este inconveniente se refiere a la durabilidad, en cuanto a funcionalidad y calidad de un producto, elemento o sistema.

Está orientado principalmente a los productos que se utilizan en juntas: pero es necesario establecer que debido a la comercialización de productos no probados o a resultados provenientes de ensayos acelerados, falta de ética, tanto en construcción prefabricada como tradicional, se observa, la poca vida de los componentes que debieran tener una vida óptima. En algunos casos sucede cosa contraria con componentes a los que se les dá durabilidad óptima, sin que sea necesario con el coneccuente e innecesario aumento del costo económico de la edificación.

5. **Inconvenientes por exigencias de transporte y medios de elevación.** El transporte disponible, especificaciones de carretera y ferrocarril, medios de elevación, inciden en las dimensiones de los elementos prefabricados de tal manera que deben adaptarse a ellas, principalmente para elementos espaciales, vigas para puentes, columnas de grandes naves, etc.
6. **Dificultad en la redistribución de la planta original.** En viviendas, las exigencias de redistribución que aparecen con el tiempo, no se acoplan a la planta original, por los rígidos muros portantes que la confirman. Se buscan soluciones, como: concretos ligeros, concreto polimerizado, cápsulas de plástico sobre estructuras prefabricadas, paneles no portantes móviles, etc. Problema que incluso en construcción tradicional no se soluciona. (ver sistema G. E. A. I.)
7. **Inadaptación de la prefabricación a la ecología**

- Con el terreno: por constitución, resistencia a la compresión, superficie, pendiente, etc.
- Con el entorno: En lo que respecta al paisaje, clima, edificaciones cercanas, etc.
- Aún con la exactitud en fábrica, es necesario la adaptación de la edificación (1) al terreno: excavación, pozos, cimentaciones, etc. (2) la conexión con las vías públicas, alcantarillado, redes diversas; (3) al clima.

(A) El terreno incide directamente sobre la estructura resistente, la que más o menos es del orden del 20o/o del valor total de la edificación, por lo que se menciona que la prefabricación debe estar orientada más a las instalaciones y acabados.

(B) El clima, la naturaleza del terreno, relieve, condiciones meteorológicas, influyen sobre la vivienda, la edificación debe componerse con un entorno.

CARACTERÍSTICAS SOCIALES

SUPUESTAS VENTAJAS

1. **Disminución de accidentes laborales.** Por lo general en la construcción tradicional, no existiendo una metodología estudiada y con operarios que por lo regular no disponen de herramientas apropiadas para cada caso, se realizan actividades por los operarios según su criterio particulares e improvisados, resultando como consecuencia de esta falta de prevención, el problema del alto precio en vidas humanas por accidentes: situación injusta dentro de la estructura actual de la construcción.

En la prefabricación se logran condiciones de trabajo seguras y se eliminan las jornadas al pié de la obra, principalmente en las etapas de la estructura portantes y cerramientos que son los que representan mayor peligrosidad.

2. **Se elimina la eventualidad en el trabajo y la incertidumbre ante la remuneración.** En cierta forma, son características de la situación laboral del país y son más latentes en la rama de la construcción, por no existir una adecuada legislación social. Con los sistemas prefabricados planeados, las anomalías éstas son posibles de aminorarse, al menos en lo que respecta a la parte de la construcción que se traslada a la fábrica. En encuestas realizadas en otros países, el trabajador prefiere un trabajo seguro y antepone ante un trabajo interesante pero que puedan despedirlo fácilmente, el de un trabajo difícil, no tan interesante pero seguro.

3. **Protección al trabajador respecto a las inclinencias climáticas.** Los obreros del sector primario (pescadores, agricultores, pastores y otros), junto con los obreros de la construcción, realizan su trabajo sin protección ante los agentes climáticos. En la prefabricación, las labores se realizan en espacios apropiados dignificando el trabajo de los obreros.

En el montaje, por su corto tiempo de ejecución, se reduce horas —hombre al pié— de la obra. Se argumenta que, la prefabricación apareció por ejemplo: en E.E.U.U. por lo alto del precio de la mano de obra y en U.R.S.S. por las condiciones climáticas severas en ciertas épocas, lo que implica un trabajo duro y de riesgo, pero que en países en donde es 'benigno' el clima, en donde un obrero puede estar sobre un andamio bajo el sol y con 26°C de temperatura colocando miles de ladrillos y uno por uno, ésta no debe darse.

4. **Elevación de la remuneración de los trabajadores.** Con la prefabricación aparece en la rama de construcción dos trabajos diferentes:

- Fabricación (en la fábrica);
- Montaje (al pié de la obra)

En E.E.U.U. se dá una relación 3/1 entre el salario de los dos niveles anteriores. Es conveniente observar que el aumento paulatino de los salarios en la construcción tradicional hasta un cierto nivel, hace más rentable la prefabricación y que el salario de construcción permanece más bajo que el de otros sectores. Con la prefabricación, en algunos países, el nivel del salario aumentó en relación con los salarios de la zona. Este aumento en el costo de la mano de obra se ha efectuado por la gran productividad obtenida.

Ejemplo de la relación, costo materiales/costo mano de obra en diferentes sistemas de construcción:

	Tradicional	1/1
	Prefabricada	3/1
altamente	industrializada	6/1

Esta relación es consecuencia de la gran productividad. OBRA REALIZADA/COSTO DE MANO DE OBRA es proporción que debe mantenerse constante por lo que con los medios tecnológicos en manos de los obreros se debería lograr un aumento de la obra realizada y por consecuencia, del pago de la mano de obra.

5. **El Humano liberado de la fatiga física y mental.** El artesano para construir un m² de ladrillo debe agacharse unas mil veces en tanto la construcción con paneles y en condiciones no óptimas, reduce el esfuerzo físico humano.

SUPUESTOS INCONVENIENTES Y CONDICIONES NEGATIVAS:

1. **Desempleo o disminución de personal ocupado.** En países en donde se ha conseguido un ritmo cuantitativo y cualitativo de construcciones mayor, permaneciendo constante el volumen de producción se han experimentado descensos en la captación de mano de obra; pero en países en los que existe una construcción intensiva, en donde hay mucho que hacer, aún con sistemas prefabricados se ha manifestado un incremento en la mano de obra de la construcción.
2. **Inconvenientes para el obrero que trabaja en labores en cadena.** No aparecen tan agudos, como en los procesos industriales a base de gran número de componentes pequeños.
3. **Especializa en exceso, incapacitando al obrero para otras labores.**

La argumentación no es justa, pero sí dentro de un marco de inicio de la construcción industrializada de forma poco decidida en la que se den períodos de intentos, en forma de instalación de talleres de fabricación provisionales y semipermanentes, pues después de operar un determinado tiempo el operario en una tarea concretísima que haría después del cierre de la planta.

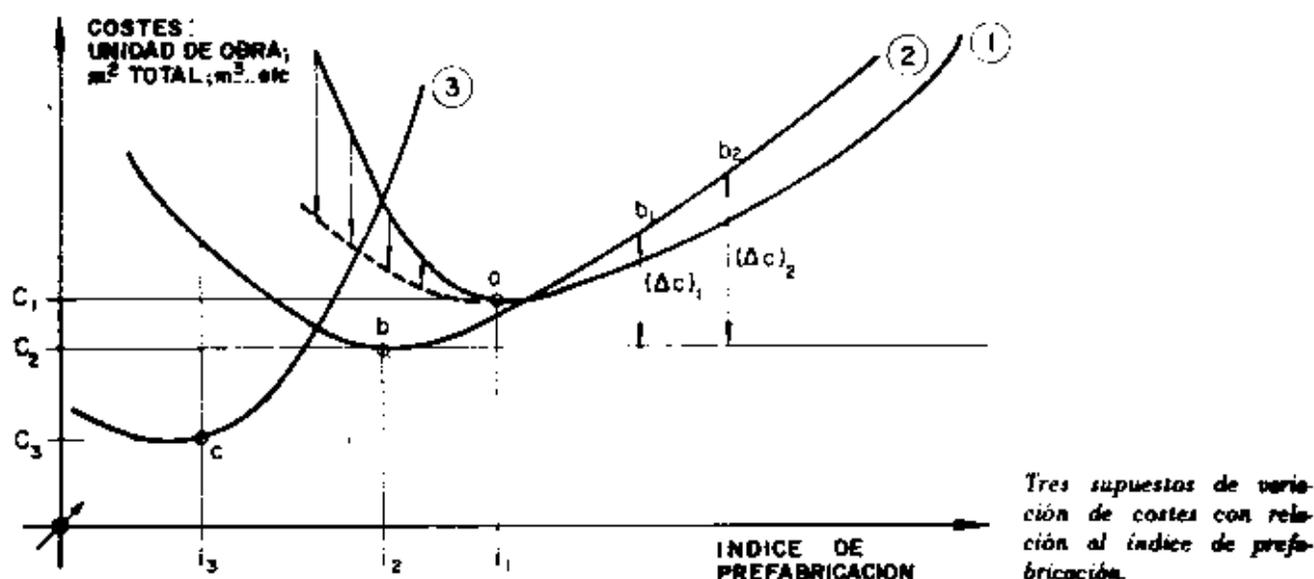
Dentro el marco de una construcción decididamente interesada en seguir el camino industrial, la argumentación no tiene razón de ser. Además existe la posibilidad de prever que se darán en la población laboral del sector profunda transformaciones:

- Regresión de los oficios artesanales tradicionales
- Igualdad progresiva de las categorías profesionales
- Incremento de puestos de trabajo para vigilancia y control
- Aumento del prestigio gremial.

CARACTERISTICAS ECONOMICAS

SUPUESTAS VENTAJAS

Muy difícil es comparar las realizaciones en prefabricados de diferentes lugares, desde el punto de vista económico, dadas todas las variables que se conjugan, es pues necesario analizarlas en cada país, para cualquier sistema y proyecto en prefabricados.



PRODUCE ECONOMIAS REBAJANDO CONSIDERABLEMENTE EL COSTO:

Partiendo de la base de que los términos de comparación sean productos (unidades de obra, viviendas, naves...) de igual calidad, lo que es ya una acotación importante, nos vienen a la cabeza varias interrogantes ante la afirmación genérica de que la prefabricación produce economías, rebajando considerablemente los costos.

QUE ES LA PREFABRICACION

¿Para qué nivel de desarrollo nacional?

¿Para qué índice de prefabricación?

En lo que sigue, trataremos de exponer nuestra convicción sobre la dependencia del costo de la construcción de los parámetros: nivel de desarrollo nacional e índice de prefabricación adoptado.

Tratamos de analizar mediante varios casos prácticos las paradojas que encierra la frase tan poco clara como poco convincente: 'La Prefabricación es más barata'.

CASO A: Supongamos un país, de los más avanzados tecnológicamente en este campo, de los que componen el Mercado Común Europeo. Supongamos a lo largo de este punto que las condiciones de la obra son las normales (no existe ninguna circunstancia anormal como podía

ser la vital importancia del factor tiempo, el volumen extremadamente grande del pedido, una anormal ubicación.) Sobre la figura si aceptamos la curva 1 como representativa de la relación costo índice de prefabricación, lo normal será estar situado en la zona cercana al punto a, donde para un índice i_1 (que para este país en concreto podría corresponder a un tipo de prefabricación abierta: empleo de losas de forjado, bloques técnicos, paneles de fachada diversos, cimentación tradicional, acabados en obra, etc.), se da el costo mínimo C_1 .

Para un sistema con un índice de prefabricación mayor que el anterior, elementos volumétricos totalmente acabados, y persistiendo las condiciones normales, ese procedimiento tendrá un costo superior a C_1 , luego no sería cierta la afirmación de que la prefabricación es más barata. Por el contrario, dado el nivel de salarios de ese país, las legislaciones sociales en materia de contratación laboral, accidentes, protección contra las inclemencias atmosféricas, etc. o las legislaciones financiero-administrativas, las reglamentaciones técnicas y de control..., tratar de construir artesanalmente (lo que equivaldría a colocarse a la izquierda de a en la curva 1), en ese país sería más caro que hacerlo con un índice de prefabricación i_1 . Es digno de resaltar, que consideramos esa presión legal como uno de los medios más potentes para impulsar la prefabricación en los países del tipo del que consideramos. Sin duda alguna, la adopción de mano de obra extranjera en condiciones inferiores socioeconómicamente respecto a la indígena, es una de las causas retradatrices más serias de la generalización de la prefabricación, ya que ello implica un descenso de las ordenadas de la rama izquierda de la curva 1 que adoptaría la forma de la gráfica marcada en trazos.

CASO B: Prevalenciando todos los supuestos anteriores, pero tratándose ahora de un país de los que forman el COMECON, la curva costo-índice de prefabricación podría ser del tipo 2, presentando en b un costo mínimo C_2 para un índice de prefabricación i_2 acorde con el nivel tecnológico del país. (Hemos supuesto $i_2 < i_1$, lo que equivaldría por ejemplo, a una prefabricación abierta algo menos evolucionada que la correspondiente a i_1 . También partimos de que $C_2 < C_1$, lo cual parece lógico, pero no es importante).

Suponiendo que la curva 2 reflejase las condiciones del país estudiado. ¿Cómo interpretar que se construya mediante procedimientos con índices de prefabricación mayores que i_2 ? La respuesta es clara, a nuestro modo de ver: las ventajas sociales, la estructura de la mano de obra del país, y la facilidad de que para la planificación general supone la prefabricación, justifican el aumento del índice de prefabricación.

Para las situaciones b_1 (sistemas cerrados a base de paneles de un alto grado de acabado) y b_2 (sistema a base de módulos tridimensionales, por ejemplo), los incrementos de costo (Δc_1 y Δc_2) han de ser consideramos como inversiones en bienestar social que en cierto modo tienen un papel acelerante respecto a la prefabricación similar al ejercido por la presión legal del caso A.

En este caso hipotético, tampoco puede decirse que la prefabricación es más barata.

CASO C: Tomando como país tipo para nuestro estudio un caso intermedio o representativo de los del bloque formado por los países de América Latina, y suponiendo como índice de industrialización óptimo i_3 (construcciones realizadas con mentalidad totalmente tradicional,

empleado: bloques de hormigón, viguetas prefabricadas para forjados, placas de asbestocemento, etc.). sacar algunas conclusiones derivadas de esta situación, a la que corresponde el punto c de la curva 3. La primera consecuencia es que $C_3 < C_2$ y que $C_3 < C_1$, es decir, que la construcción prefabricada sería más cara que la tradicional para la circunstancia de este país.

Otra consecuencia inmediata que se deduce del gráfico es que para un índice i_3 (propio de las circunstancias de este país), los costos son muy inferiores a los que corresponderían en los países de los casos A y B.

Por otra parte, si este país hipotético de América Latina se empeñase en construir a base de sistemas que permitiesen un índice i_3 de prefabricación, el empeño sería sin duda (recordamos la condición de partida de que tratamos de obras en condiciones normales), más caro que C_3 incluso posiblemente más caro que el costo correspondiente al país que le es propio dicho nuevo índice.

Otra consecuencia que puede ser confirmada por la práctica es que los países del caso C (países en vías de desarrollo), presentan una curva costo índice, cuya rama derecha tiene una acusada pendiente, es decir, que para pequeños incrementos del índice de prefabricación se tienen crecimientos fuertes de los costos. En este tipo de países la inercia al estancamiento tecnológico es muy acusada a causa del gran esfuerzo que representa cualquier medida encaminada a acelerar el proceso de industrialización de la construcción.

Como conclusión, la relatividad de la afirmación de que la construcción prefabricada es más barata que la tradicional (o de la afirmación contraria), queda bien en manifiesto con lo dicho.

2. Economía de tiempo:

Aumenta la productividad (disminución del tiempo necesario para la ejecución del producto) conforme en el proceso productivo se incrementa la mecanización y organización. Ejemplo, de la productividad en algunos países, los siguientes valores, son muy genéricos, y se refieren a la distribución en horas-hombre, de la prefabricación respecto a la tradicional.

—	Construcción tradicional	=	1.2 viviendas — año/obreros
—	Construcción grandes paneles	=	1.6 " " "
—	Construcción módulos especiales	=	2.1 " " "

Otros datos de algunos autores:

—	Construcción tradicional, 36 horas/m ²
—	Construcción prefabricación incipiente 20 horas/m ²
—	Construcción prefab. total: 16 horas/m ²

3. Aparece la seriedad y formalidad (solvencia y responsabilidad)

En el mundo de construcción tradicional, la audacia, fraudulencia e informalidad se manifiestan debido a la participación fácil de cualquier persona en este renglón construcción.

La prefabricación por sus especiales características y cambio de mentalidad que supone una transformación, exige responsabilidades técnicas, financieras, comerciales, respaldo jurídico-económico, etc.; genera cumplimiento de controles de recepción (incluso de conocimientos y conservación del espacio que se entrega al propietario).

Implanta exigencias al recepcionar el producto de tal forma que, logra una mayor semejanza entre lo proyectado y lo ejecutado, como:

- Cumplimiento fecha de entrega
- Adecuado funcionamiento de las instalaciones
- Ajuste a las tolerancias especificadas
- Acabados según pliego de condiciones
- Garantías de funcionamiento de los componentes.

Evitándose entonces, con la prefabricación, totalmente la improvisación.

4. **Se eliminan variables del proceso constructivo:** De tal forma que, es una manera adecuada que ayuda en la planificación nacional.

Esta simplificación posibilita concretar y ajustar:

- Medios: materiales, personal, transporte, montaje, etc.
- Plazos de: fabricación, montaje, acabados.
- Costos: parciales, unitarios de obra, de acabados, etc.

Simplificación de la que pueden hacer uso: políticos, técnicos de planificación, en planes de:
 emergencia
 parciales
 generales
 a largo plazo

SUPUESTOS INCONVENIENTES Y CONDICIONES NEGATIVAS.

- 1) Es más cara que la tradicional (ver 1ra. ventaja económica)
- 2) **No existe economía de tiempo.**
 Únicamente es válido para tipos de pseudo-prefabricación (fachadismo: construcción con mentalidad tradicional, con obreros artesanos, pero con fachadas prefabricadas) o de mal uso de la prefabricación e incluso puede ser más costosa esta prefabricación en tiempo, que la construcción tradicional.
- 3) **Restringe a la libertad personal, para erigirse en promotor-constructor.** Ver y comparar este título con el surgimiento de responsabilidad, seriedad y formalidad.
- 4) **Es necesario una inversión considerable para iniciar la prefabricación.** Es necesario en toda transformación una inversión inicial, por lo que es conveniente realizar los estudios previos, que permitan establecer exactamente, según el sistema a elegir, la inversión a efectuar.

De todas maneras, los terrenos, naves, estación automática de concreto, moldes, puentes-grúas, cámaras de curado, equipo, vehículos para transporte, montaje, no tienen que ser nada especiales.

5 **Es necesario un adecuado volumen de producción.**

Por ejemplo: los sistemas de prefabricación cerrada (únicamente en casos muy especiales) no compiten con la construcción tradicional en:

1. Construcciones de aptos en número menor, al mínimo de pedido necesario para hacer rentable la aplicación del sistema.
2. Viviendas unifamiliares con distancias muy grandes entre ellas.
3. Construcciones con plantas irregulares.
4. Realizaciones con intentos espectaculares: teatros, iglesias, edificios públicos, puentes urbanos, naves industriales con objetivos publicitarios, etc.

La compatibilidad: producción en serie y producto diversificado, hace bajar los pedidos mínimos que se necesitan, para hacer rentable un nuevo tipo en una serie de producción y lograr la continuidad de la demanda en el tiempo.

Tipos de volumen mínimo:

- a. **'demanda mínima de implantación:** es el número menor de unidades (viviendas, puentes, naves, escuelas, etc.) necesario para que por un sistema determinado se realice la inversión, en:

Creación de una nueva fábrica, traslado de una fábrica móvil, la creación de un taller provisional al pie de la obra, etc.

- b. **'Demanda mínima de pedido'**, es el menor número de unidades (viviendas, etc.) necesarias para que, un sistema estudie la adecuación de ciertas particularidades de su proceso: producción, transporte, montaje.

6 **Es más costoso el transporte del producto que el de las materias primas.**

Generalmente la capacidad de transporte del vehículo se completa al transportar materia prima, debido a que esta se acondiciona a la forma del recipiente del transporte, lo que no ocurre al transportar elementos, paneles, vigas, pórticos, células.

El costo por Km. de transporte de materia prima es más baja en relación con el costo del producto, e incide de tal forma en este que, mientras más acabado sea, es decreciente.

4.4 EL PROYECTO DE PREFABRICACION

4.4.1 Planos

4.4.2 La modulación

4.4.3 Juntas

4.4.4 Tolerancias

4.4.5 Instalaciones

4.4.1 PLANOS

El proyecto de prefabricación se basa en los siguientes criterios de diseño: El programa y la elección del tipo de edificación, materiales, y los métodos constructivos a emplear.

Como resultado de la dificultad de que el usuario logre establecer y formular exactamente un programa de necesidades y llevarlo a su realización, los profesionales deben determinar el tipo edificio, distribución espacial, el diseño estructural, los materiales, los métodos constructivos, a emplear con riesgos de error significativo por lo que es determinante diseñar con una base en un dimensionado modular para lograr que los componentes y sistemas tengan la mayor versatilidad posible. Esto en cuanto a la utilización de componentes de catálogo, principalmente en los proyectos grandes, donde debe tomarse en cuenta el desarrollo de la normalización en componentes, instalaciones y accesorios a través de un sistema modular.

DESARROLLO

1. PLANOS:

1.1 CROQUIS

En esta etapa, cuando ya se ha decidido sobre la estructura, material y método constructivo, se determina la malla modular siguiendo el principio de que el eje principal sea para la estructura, aproximando el resto del diseño a ésta: la exacta situación de tales ejes se dá cuando se han determinado todos los detalles modulares.

1.2 DETALLES MODULARES

La relación entre sí de los componentes y la determinación del tipo de juntas (planos modulares de detalles), sirve para definir exactamente el encaje de las líneas modulares y estructurales y el resto del diseño. Estos detalles modulares incluso, se utilizan en la elaboración de los planos funcionales para el montaje o ensamblaje en obra.

1.3 PLANOS MODULARES GENERALES

Se realizan cuando ya se ha establecido la relación entre componentes y líneas modulares y deben comprender:

- Componentes modulares
- La relación de componentes

La relación de componentes y líneas modulares. Únicamente sirven como planos de taller sin llegar a la obra.

1.4 PLANOS DE PRODUCCION (Planos operacionales)

De uso en la obra y en la fábrica. No tienen indicación de la modulación, cubren dimensiones y acabados de los componentes con datos sobre excavaciones, hormigonado y albañilería.

1.5 DETALLES DE MONTAJE

Sin planos operacionales, sin indicación de módulos.

Deberán contener la información estricta y necesaria para poder montar o ensamblar los componentes, es decir:

- colocación
- juntas
- armado de juntas, etc.

Y deben estar con relación a los planos de montaje.

1.6 PLANOS DE MONTAJE

En ellos se indican las ubicaciones de los componentes, denominándoles por tipo y número; comprenderán un registro de componentes en el que se aclare dimensión y cantidad.

ejemplo:	PL	3300
	PL	Placa de losa
	33	33 módulos de longitud
	00	tipo básico (variante de 01 al 99)

2. CLASIFICACION DE PLANOS

Efectuada según una ordenación de acuerdo a sus usos en la oficina de proyectos, en la obra o por las autoridades.

(A) Oficina de proyectos Clasificados según su función

- Croquis y estudios preliminares — para uso interno
- Planos de orientación, planos principales, perspectivas y similares — para información del cliente, administrador, autoridades, etc.
- Planos de trabajo (planes operacionales) — para la obra, la fábrica y proveedores

(B) Fábrica y obra

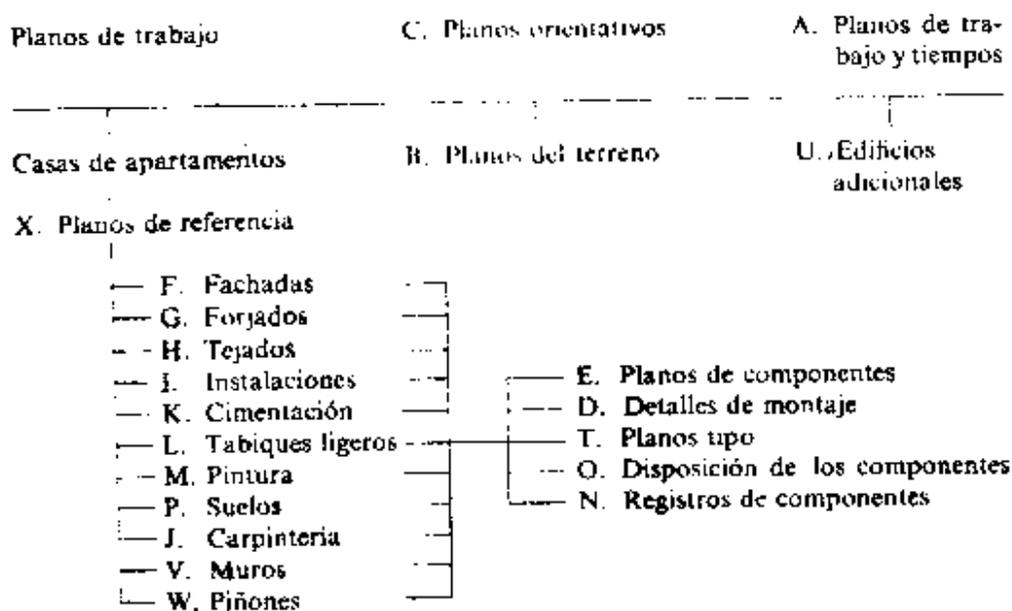
Tanto las oficinas de obra como la fábrica de componentes y los proveedores deben tener todos los planos necesarios para planificar y ejecutar la obra. Estos planos deben concebirse como planos operacionales, especificando cuidadosamente los detalles del proyecto contratado.

(B) Autoridades Planos modulares generales

Las autoridades necesitarán disponer de copias de los planos principales así como la mayoría de los planos de trabajo para el tratamiento habitual de un proyecto de edificio.

El estudio presente muestra la función de los planos espaciales modulares en un proyecto. Para facilitar el control de los planos, cuyo número puede ascender a varios cientos en grandes proyectos, es necesario tener un sistema de simplificación y organización del material gráfico basado en los principios siguientes:

1. Símbolos sencillos.*
2. El menor número de repeticiones de idénticas estructuras, detalles, etc.
3. Clasificación conforme al proceso constructivo y a los contratos.
4. Clasificación en tipos según la siguiente tabla:



A Planos de trabajo y tiempos, comprenden:

- 1 * Calendario para los períodos de trabajo
- 2 * Planes de trabajo principales y detallados
- 3 * Plan de expedición y montaje de los componentes

B Planos del terreno comprenden:

- 1 * Movimiento de tierra
- 2 * Replanteo
- 3 * Canalización exterior

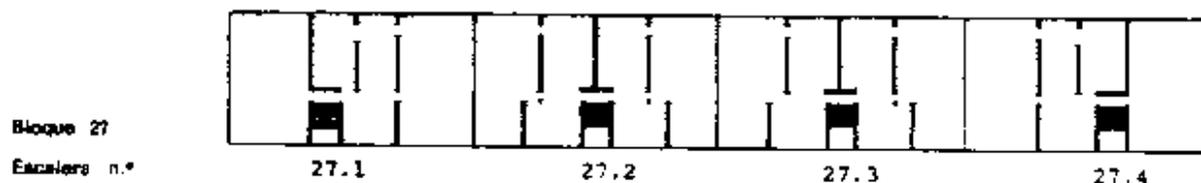
C Planos orientativos constan de:

- 1 * Plantas
- 2 * Planos de situación con número identificando los bloques
- 3 * Secciones transversales, etc.
- 4 * Fachadas
- 5 * Instalaciones

* Las letras corresponden a las iniciales de las palabras en danés.

X. Planos referencia

Para cada bloque, contienen los números del plano de montaje para todos los oficios de cada piso.



Tipo de planta		C	1	2	2	3
Cimentación	Arquitecto	RO	10	20	20	30
	Ingeniero	RO	12	22	23	34
Muros	2.ª planta	VO	11	21	21	31
	1.ª planta	VO	12	22	22	32
	Planta baja	VO	14	24	24	34
Fachadas	Todas las plantas	FO	1	2	2	3
Muros ligeros	Todas las plantas	LO	1	2	2	3
Carpintería	Todas las plantas	SO	1	2	2	3

PLANO INDICE

Plano de referencia para un bloque de pisos. El plano representa el sistema de numeración para los planos de trabajo del edificio en cuestión.

ejemplo:

VO22 = muro-plano general de las escaleras 27.2, 27.3 del 1er. piso.

FO3 = Muro exterior — plano general para todos los pisos de la escalera 27.4 sistema que evita el dibujar planos iguales.

U = Edificios adicionales no prefabricados con planos tradicionales.

(E) Los planos de componentes:

- Pueden contener varios componentes, si tienen detalles comunes.
- Los detalles particulares en planos separados.

VE 2400 Componente de muro, anchura 24m : tipo básico

VE 1247 Componente de muro, anchura 12m : tipo especial

(D) Los detalles de montaje:

- Colocación y realización de las juntas

(O) Los planos de disposición de los componentes

Igual a los planos de montaje

(T) Los planos tipo, indican lo que no se puede describir en los planos normales (cocinas, secciones de juntas, etc.)

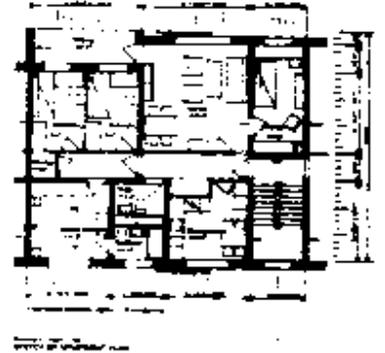
(N) Los registros

Para cada distribución: un bloque
una sección, edificio
el proyecto completo

A. Planos de un proyecto modular para la oficina de proyectos

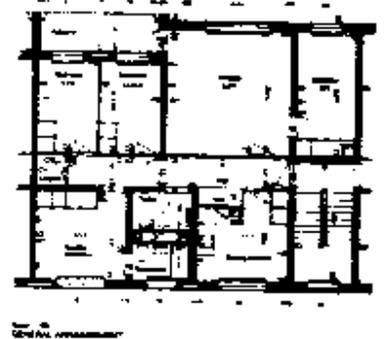
CROQUIS

- Contenido:** Distribuciones en planta, esquemas generales, elección de materiales, etc.
- Objeto:** Base para trabajos posteriores de diseño, ilustración del programa de edificación para el cliente.
- Escala:** Depende de la *transparencia*. Para plantas de apartamentos, $\frac{1}{50}$ sobre papel modular.



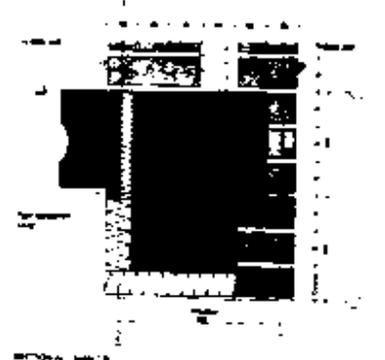
PLANOS PRINCIPALES

- Contenido:** El programa definitivo del edificio.
- Objeto:** «Plano de administración» para el cliente, autoridades, entidades financieras, etc. Base para la preparación de los planos operacionales en la oficina de proyectos.
- Escala:** Principalmente, 1:100



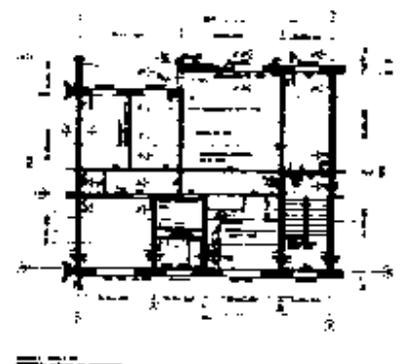
DETALLES MODULARES

- Contenido:** Colocación de componentes (modulares) en relación con las líneas modulares.
- Objeto:** Sólo para aclaración en la oficina de proyectos del grado de modulación.
- Escala:** 1:1 ó 1:2



PLANOS GENERALES MODULARES

- Contenido:** Estudio de todos los componentes modulares seleccionados.
- Objeto:** Justificación del grado de modulación del proyecto; base para la preparación de los planos de detalles y de montaje.
- Escala:** Principalmente 1:50 y 1:100



B. Planos modulares del proyecto para la obra y la fábrica

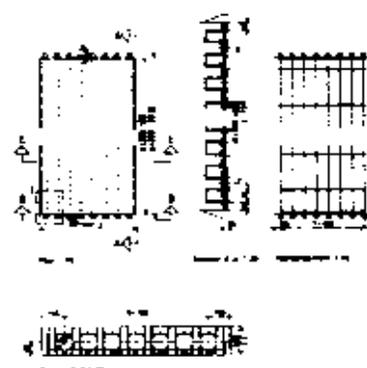
PLANOS DE PRODUCCION PARA LA OBRA

- Contenido:** Instrucciones detalladas sobre el proceso constructivo en obra.
- Objeto:** Trabajo en obra, definiciones del alcance y límites del contrato.
- Escala:** Depende de la finalidad del plano.



PLANOS DE PRODUCCION PARA LA FABRICA

- Contenido:** Instrucciones detalladas para la fabricación de los componentes.
- Objeto:** Producción en la fábrica y en el taller; definición del alcance del contrato.
- Escala:** Según la función del plano.



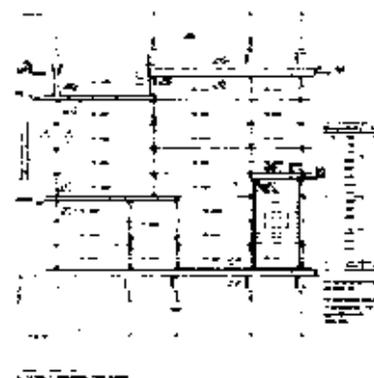
DÉTALLES DE MONTAJE

- Contenido:** Instrucciones detalladas sobre las juntas, con datos sobre la colocación de los materiales de unión, armaduras, aislamientos, tapajuntas, etcétera.
- Objeto:** Procesos de montaje en obra.
- Escala:** 1:2, 1:5



PLANOS DE MONTAJE

- Contenido:** Colocación de los componentes en relación con las líneas de referencia. Tabla de componentes.
- Objeto:** Trabajo en obra, planificación de material y transporte, etc. (Listas de artículos.)
- Escala:** Principalmente 1:100.



C. Planos modulares para las autoridades administrativas

PLANOS PRINCIPALES

- Contenido:** El programa completo del edificio.
Objeto: Plano de administración, control de conformidad con la legislación sobre construcción.
Escala: Principalmente 1:100.



Fig. 10.10

PLANOS GENERALES MODULARES

- Contenido:** Estudio de todos los componentes modulares.
Objeto: Justificación de que el proyecto es un proyecto modular según los criterios del código nacional de la edificación.
Escala: Principalmente 1:100.

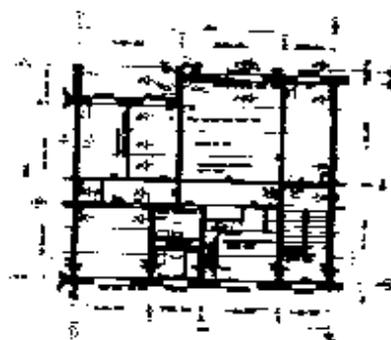


Fig. 10.11

PLANOS DE TRABAJO (por ejemplo, planos de montaje).

- Contenido:** Descripción del procedimiento de trabajo.
Objeto: Control detallado del cumplimiento de las ordenanzas de edificación concernientes a estructura e instalaciones.
Escala: Según la finalidad del plano.

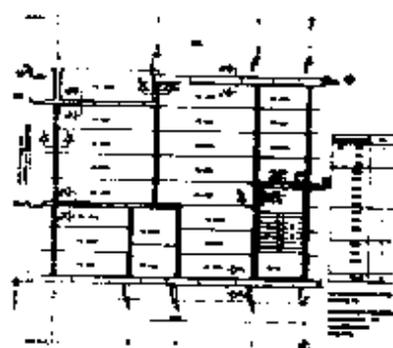


Fig. 10.12

PLANOS DE TRABAJO (por ejemplo, planos de componentes).

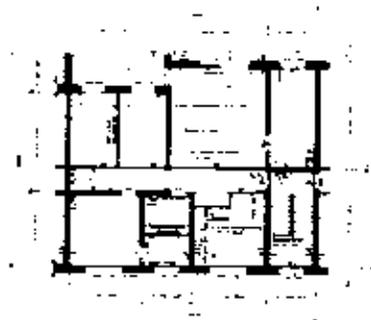
- Contenido:** Instrucciones detalladas para la fabricación de componentes.
Objeto: Control detallado del cumplimiento de las exigencias estáticas y otras exigencias funcionales.
Escala: Según la finalidad del plano.



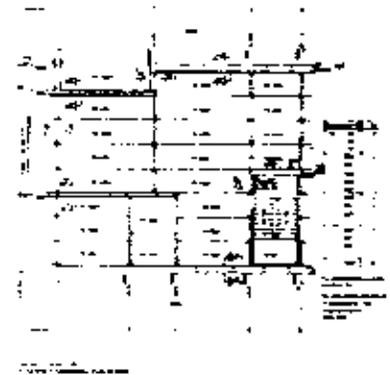
Fig. 10.13

D. Proyecto modular; planos afines

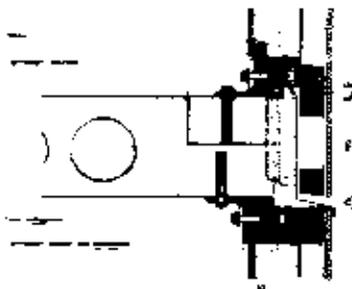
A lo largo del proceso de diseño, el plano general modular realizado por la oficina de proyectos se utiliza para la preparación de los planos de montaje, es decir, para los planos operacionales.



(Figura 4.4v)



A lo largo del proceso de diseño, los detalles modulares realizados por la oficina de proyectos se emplean para especificar los detalles de montaje, es decir, los planos operacionales.



(Figura 4.4v)

(Figura 4.4v)



CONVENIO DE SIGNOS Y REPLANTEO

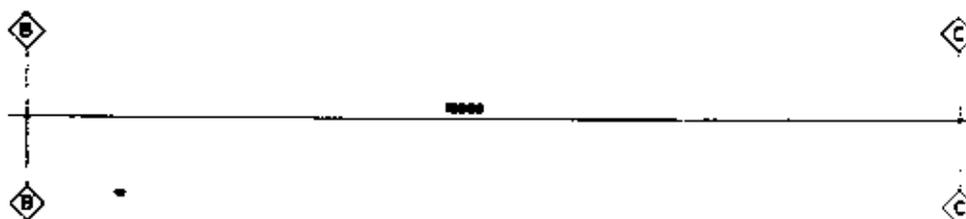
Es conveniente la racionalización del dimensionamiento para aprovechar al máximo los planos operacionales. En Dinamarca existe la recomendación DS/R. 1012 publicada en 1967 por la Asociación Danesa de Normas; esta norma exige una relación de la racionalización del dimensionamiento con el material gráfico:

El replanteo se debe realizar a partir de las líneas de referencia trazadas por el topógrafo en el solar de emplazamiento de la obra.

Las líneas de referencia se representan en los planos con líneas finas a trazos con puntos intermedios y a veces también con líneas continuas, marcadas con un cuadro a cada extremo:



Las posiciones se especifican por medio de medidas de referencia y encadenamiento.

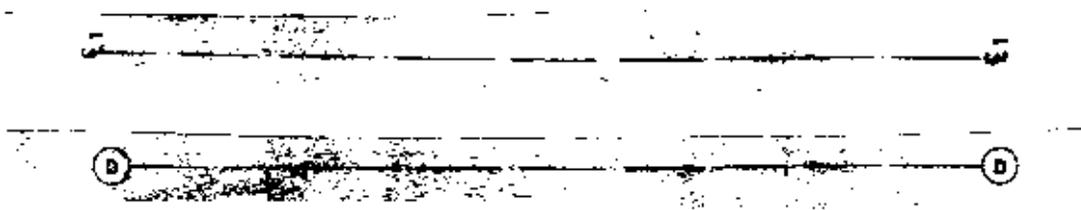


En cada proyecto se selecciona la colocación de las líneas de referencia, en tal forma que se consiga un replanteo claro y sencillo con un riesgo mínimo de error. Razón por la que es natural adoptar como líneas de referencia las otras características del proyecto:

- Líneas modulares de diseño
- Líneas centrales de muros o columnas
- Tramos de fachadas (esquinas)
- Superficies de muros



Líneas centrales de muros o pilares.

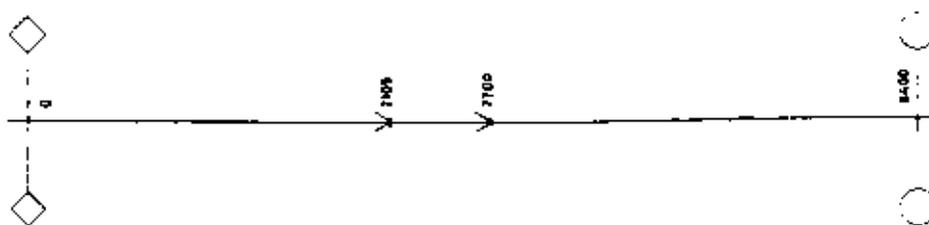


Tramos de fachadas (esquinas) o superficies de muros.

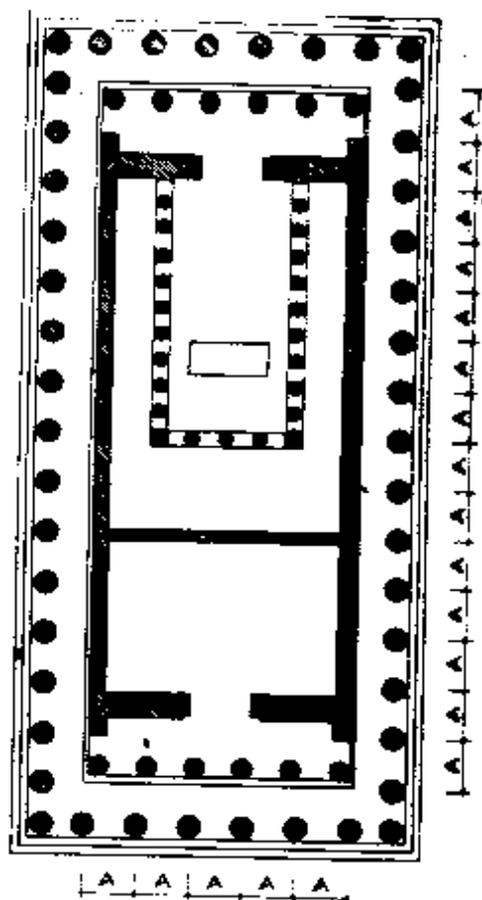
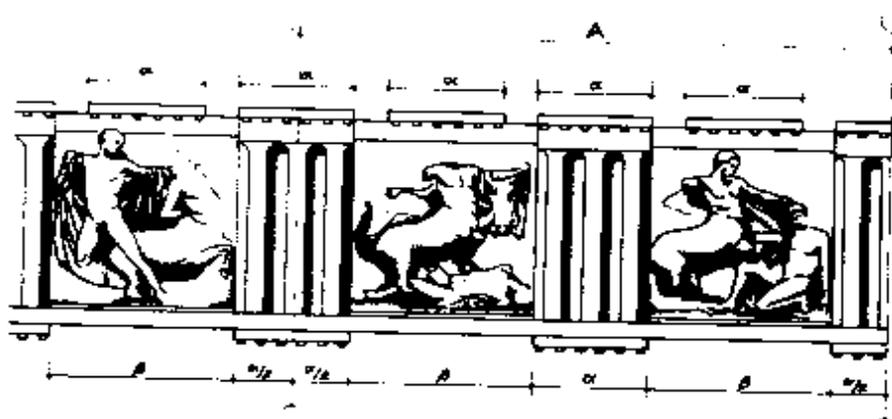
Los símbolos están inscritos en círculos y cuadros como un sistema de referencia para el edificio.

Las dimensiones del replanteo medidas desde las líneas de referencia a los diversos puntos, líneas y superficies del edificio, están especificadas mediante dimensiones correlativas a partir de puntos de origen.

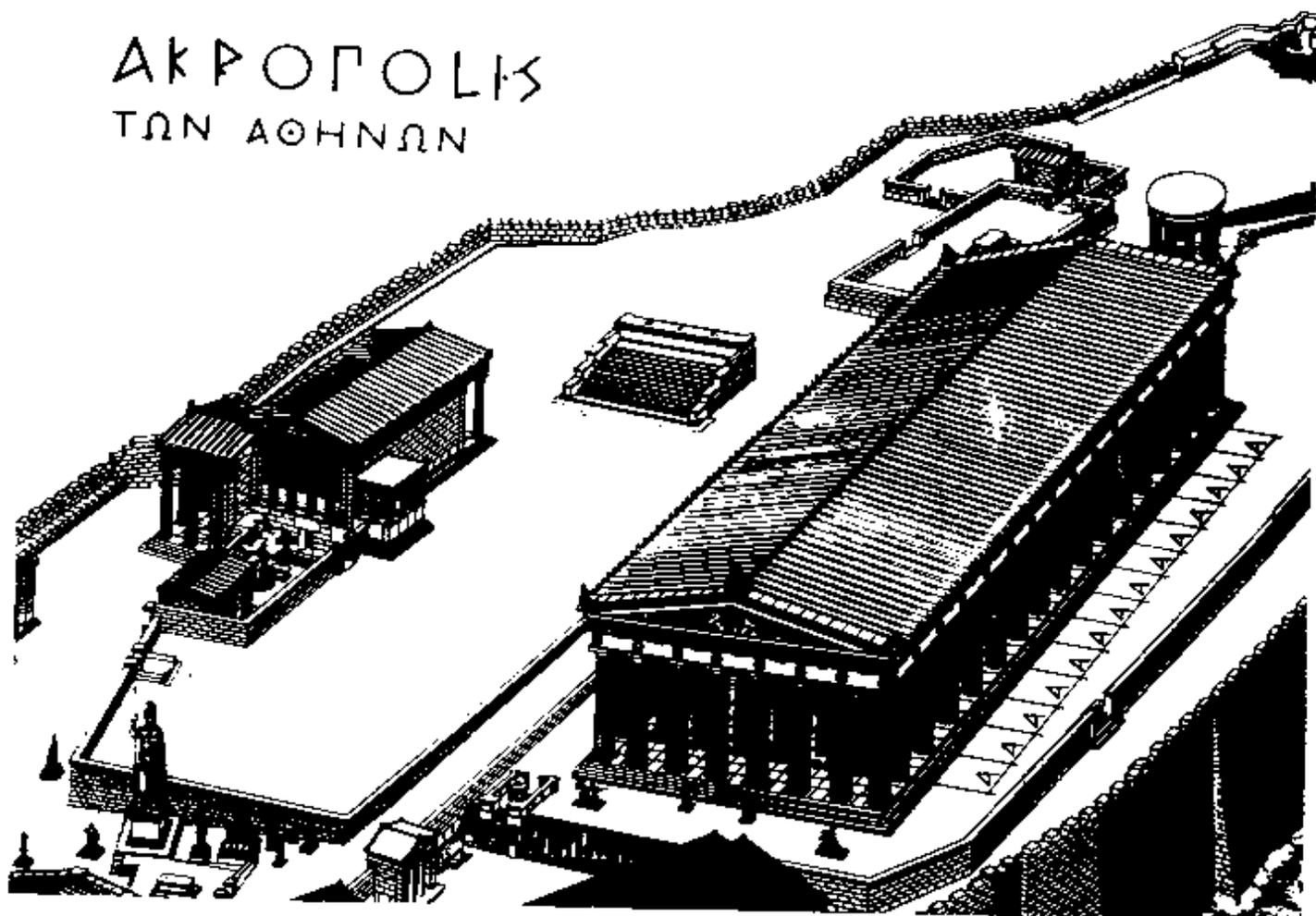
Todas las dimensiones se especifican en mm, que es actualmente la unidad patrón de medida.



442 MODULACION



ΑΚΡΟΠΟΛΙΣ
ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ



MODULACION EN LA PREFABRICACION

En este capítulo, se trata de conceptualizar y analizar los usos que actualmente la modulación tiene como resultado de su adaptación a las nuevas necesidades constructivas y de diseño.

Antecedentes:

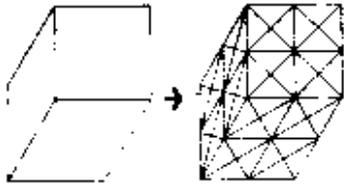
1. Para los Griegos y Romanos, la modulación representaba: unidad de medida y uso en la relación de las partes al todo (proporción), donde cualquier dimensión de cualquier elemento servía para las demás dimensiones, proporcionándolas con esa base.
2. Para Vitrubio, el módulo era sinónimo de unidad o vínculo de relación de todas las medidas (prototipo de medida), usando una escala de dimensiones de tipo armónico: la altura humana.
3. El Gótico utilizaban métodos geométricos (triángulos equiláteros, exágonos, y deodecágonos) para la proporción de la construcción.
4. En el Renacimiento, Alberti basaba sus sistemas de proporción en las escalas armónicas, progresiones geométricas, en donde todas las dimensiones de las partes pequeñas se logran por subdivisiones de las partes principales; Leonardo utilizaba en sus progresiones submúltiplos sencillos de facilidad de formación y en sus diseños octógonos estrellados proporcionados con el número de oro; Palladio utilizaba sus sistemas de proporción relacionados con la analogía musical, pero con la que únicamente se lograban proporcionar las partes entre sí, sin relacionarlas con el todo.
5. En el siglo XIX la modulación toma impulso nuevamente, Zeysing utiliza la sección Aurca relacionada con la serie de Fibonacci y la teoría de los números, Barca en Italia y Lloyd en Inglaterra exponen sus teorías sobre la repetición de razones como base del principio de proporción, fundamentados en Vitrubio y Alberti; y Trierch que antecede a Hambidge, utiliza los rectángulos y el uso de diagonales, como elemento de diseño, igual Wolffin y Robin y Le Corbusier con su modulator.

Es conveniente mencionar también, de una manera muy somera, las investigaciones relacionadas con la búsqueda del átomo arquitectónico, para el conocimiento del espacio con el cual podrá componerse el espacio de forma ordenada y modular, según su autor el Arquitecto Rafael Leoz, descubridor de los Módulos HELE. Estas investigaciones pueden ser utilizadas en construcción tradicional como prefabricadas.

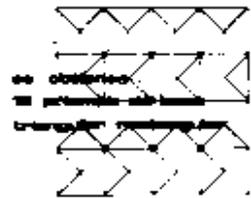
Las investigaciones de Leoz, se basan en la búsqueda de la ordenación del espacio desde lo infinitamente grande a lo infinitamente pequeño, proceso que se logra a través de progresivas mutaciones de sistemas previamente engendrados. Mediante la combinación espacial de dos poliedros que, en el caso de átomo cúbico, dá lugar a unas 600 formas diferentes: para tres, cerca de 12 y para cuatro, más de 200,000. A 16 de estos cuerpos iguales se les nombró por Leoz, módulo HELE, los que forman el cubo origen del sistema.

La participación en planta, para tratar de encontrar la base origen de la formación del espacio arquitectónico, los módulos originarios HELE, se realiza lógicamente en los que espacialmente se convierten en prismas de base triangular; por sus propiedades geométricas, los triángulos importantes son: la escuadra, el cartabón y el hemipitagórico. Se adjuntan 3 figuras en las que se muestran los resultados básicos del arquitecto Leoz.

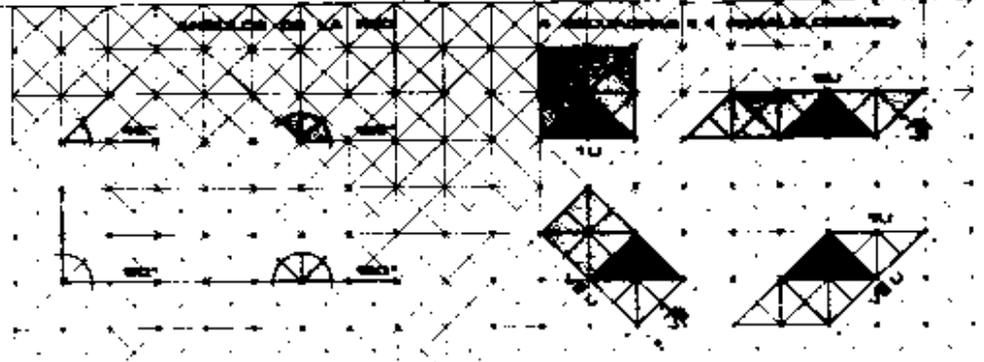
REDES DE TRABAJO



subdividiendo el cubo, por sus caras planas que pasan por dos de sus vértices.



se obtiene el patrón de la base triangular correspondiente.

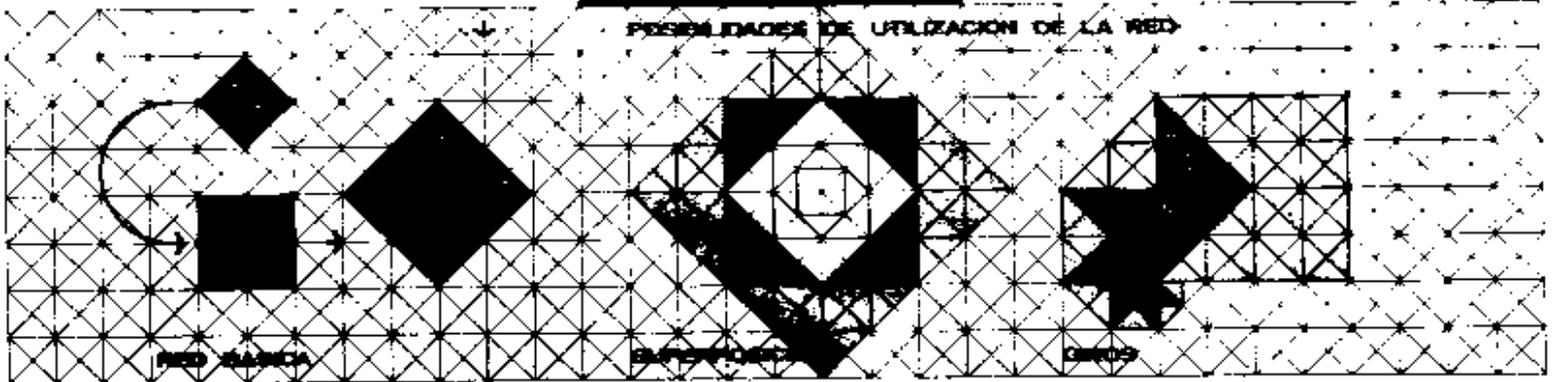


SISTEMA DE LA ESCUADRA

base: la escuadra
U: lado del cuadrado
escala: a definir

invariantes: $1U - \sqrt{2}U - \frac{1}{\sqrt{2}}U$ y $2U$
superficie de los paralelogramos: U^2

PRESENTACIONES DE UTILIZACION DE LA RED



REDES DE TRABAJO

se obtiene el patrón de la base hexagonal correspondiente.

SISTEMA DEL CARTABON

base: el cartabón
U: hexagonos del cartabón
escala: a definir

invariantes: $1U - \frac{1}{2}U - \sqrt{3}U - \frac{1}{\sqrt{3}}U + 2U$
superficie de los paralelogramos: $\frac{1}{2}U^2 - 2\sqrt{3}U$

REDES DE TRABAJO

se obtiene el patrón de la base triangular correspondiente.

SISTEMA HEMIPENTAGONICO

base: el triangulo $1U - \frac{1}{2}U$
U: copia mayor del triangulo
escala: a definir

invariantes: $1U - 2U - \frac{1}{2}U - \sqrt{3}U + \frac{1}{\sqrt{3}}U$
superficie de los paralelogramos: $\frac{1}{2}U^2 + 2\sqrt{3}U$

EL PORQUE DEL MODULO EN LA ARQUITECTURA

El módulo en arquitectura, se basa en planteamientos a un nivel global espacial, considerando y atendiendo a problemas funcionales, estéticos y formales de coordinación de los conjuntos y de los detalles expuestos para posibilitar realizaciones con volumetría y proporción, adaptadas al medio.

EL PORQUE DEL MODULO EN LA INDUSTRIA

El módulo industrial es útil y necesario porque las tolerancias y las dimensiones son estrictamente estudiadas y respetadas, por su coordinación dimensional realista, porque se dan soluciones alternativas analizando su grado de funcionamiento etc.; tomando aquí los elementos prefabricados categoría de productos industrializados y transformando la fase de montaje en una simple operación de ensamble.

LO QUE SE PRETENDE CON EL SISTEMA MODULAR

1. La utilización de la coordinación dimensional en los proyectos para obtener simplificación y facilidad de visualización.
2. Limitar las variantes con respecto a dimensiones que no necesitan ser distintas, por lo que es conveniente normalizar los componentes y las estructuras, tratando de lograr: la prefabricación de un número cada vez mayor de componentes constructivos, para que en el proceso de construcción se pueda ampliar su campo de acción.

COORDINACION DIMENSIONAL.

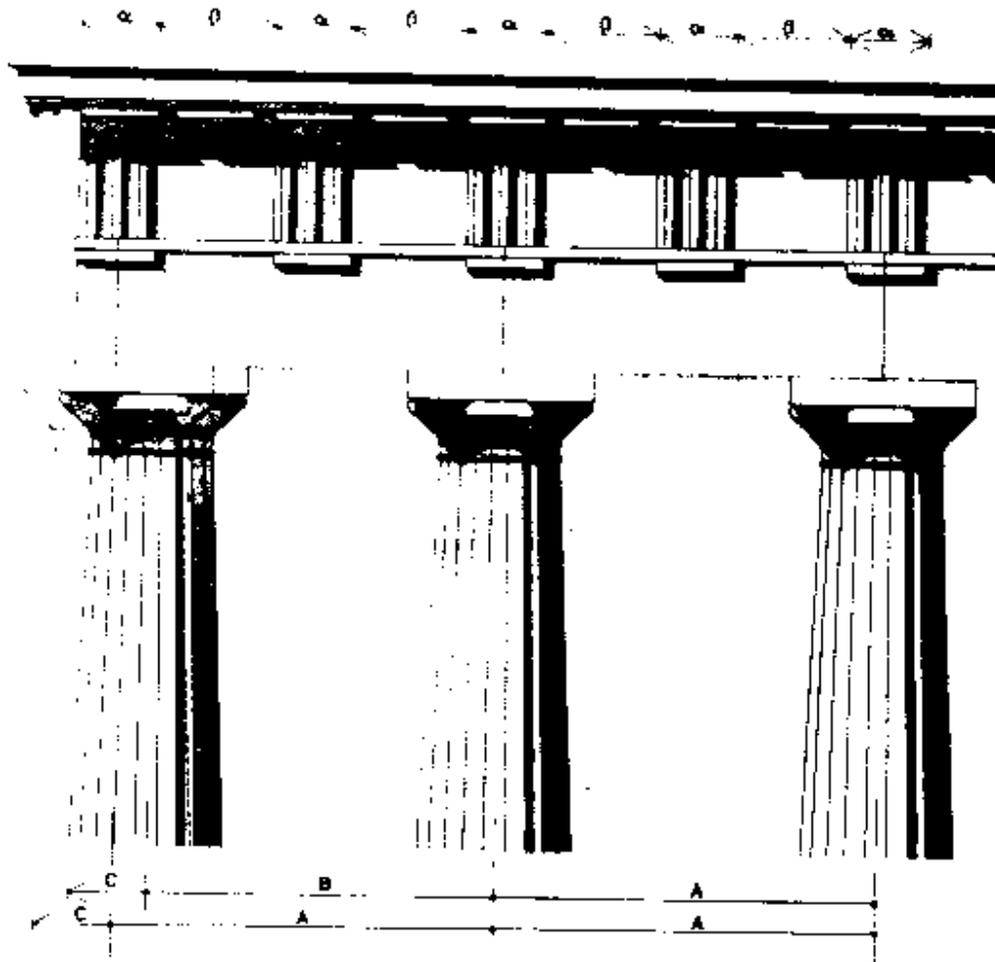
Entiende como tal a la relación dimensionada entre sí de:

- Longitudes
- Superficies
- Volumenes

Los componentes constructivos principales y los más mínimos detalles dimensionados deben ser diseñados, contruidos y montados teniendo en cuenta las necesidades (a) **Funcionales** (dimensiones principales, dimensiones de habitación, etc.) (b) **técnicas** (procedimientos de construcción) y (c) **estéticas**, que sean económicamente justificables. El dimensionamiento, cuya solución exige un sistema que genere claridad y orden, está basado en la coordinación dimensional.

El principio de la repetición de dimensionamientos uniformes, simplifica el trabajo de diseño y ejecución de la construcción y está justificado por necesidades funcionales (espacios con la misma función), este principio es muy importante para las cualidades estéticas de un edificio, ya que todas las dimensiones de una edificación están interrelacionadas, por lo que deben ser correlacionadas para que armonice en forma y función. Debe observarse que puede correrse el riesgo de una arquitectura monótona y uniforme: sin embargo, este principio de repetición es la esencia de lo que en arquitectura se llama ritmo y que manejado con habilidad, representa un valioso instrumento en la resolución de aspectos estéticos y técnicos. Como información mencionaremos que en la naturaleza se dan formas no monótonas y éstas se componen de elementos precisamente idénticos repetidos.

A nivel arquitectónico podemos mencionar el problema de la esquina Dórica. Es un ejemplo del uso de la repetición de las dimensiones principales, para establecer el ritmo en un edificio completo. La base es un sistema axial ó retícula modular. Proporciona un excelente ejemplo del conflicto entre ritmo arquitectónico y exigencia estructural: en los templos construidos en Grecia en la época clásica, era construído a base de metopas y triglifos (prefabricados) con las esquinas. El mismo principio se aplicaba a las vigas (epistylon) que vuelan sobre los vanos existentes entre columnas: todas de longitud uniforme, incluso la de los vanos externos. Sin embargo, para evitar el efecto antiestético y la falsedad estructural de los pilares de las esquinas, éstos se desplazaban hacia el interior para obtener el vano menor B'. Al mismo tiempo esta ruptura del ritmo exacto de los vanos A' proporciona a la fachada un cierto grado de emoción.



El problema de la esquina dórica. Vano de esquina B y vano normal A de fachada de un templo dórico. Aunque los elementos (friso) son uniformes en los dos vanos, la distancia entre columnas es menor en el de la esquina. La línea discontinua muestra dónde tendría que estar colocada la columna si los vanos A y B tuvieran la misma longitud —sencillamente, no funcionaría.

Las fachadas están diseñadas con un módulo $A = 4'$ atenienses, los vanos de las esquinas se hacen más pequeños a fin de conseguir la misma división de frisos, métopas y triglifos. Dos métopas, más dos triglifos, son los intervalos 'A' entre columnas.

BASES DEL SISTEMA MODULAR

El concepto módulo, unidad común de longitudes, se ha hecho patrón en algunos países y han surgido como módulo básico la medida 100 mm.

Este módulo básico M, es la unidad M, es la unidad de medida usada para la coordinación espacial.

Por la diferencia de dimensiones en los materiales de construcción de los diferentes países y como resultado de investigaciones en Dinamarca con el objeto de comercialización de los materiales, se seleccionó como unidad modular dicha medida de 100 mm.

Esta unidad modular es adecuada para dimensionar componentes constructivos normales. Resulta demasiado grande y por lo tanto antieconómico para dimensionar espesores de muros, columnas y otros elementos similares, por lo que para estas medidas amodulares (0.15 m, 0.10m, 0.23 m, etc. y para menores de 10 mm, se han adoptado, para su obtención, los llamados sub-módulo M/2: M/4: M/5.

Para casos como los grandes componentes constructivos (losas y muros dentro de la estructura, dimensiones de la estructura, luces, altura de pisos, el módulo base resulta demasiado pequeño, dando problemas en cuanto a lograr simplificación y reducción de variantes, por lo que se han introducido múltiplos del módulo base (multimódulos: 2M, 3M...

“Una vez el diseñador ha fijado las variables como pueden ser: selección del método constructivo, distancia y recorridos mínimos, funcionabilidad, adaptabilidad al medio, se propone un módulo de diseño: medida fija (o sus múltiplos enteros), que se repite en todas las dimensiones del edificio o partes autónomas del mismo. Enlaza por lo tanto, con el módulo griego por ser una medida variable para cada construcción y difiere de él, puesto que, en la antigüedad no se repetía esa medida sino que se buscaban relaciones entre las demás y ella, para conseguir la proporción, así mismo, enlaza con el módulo básico de la industrialización por ser unidad de medida, pero difiere de él por ser variable en cada construcción.

La sistematización continúa con la valorización del módulo de diseño y su relación a las necesidades creadas por las variables definidas y la comparación con otro módulo, eligiendo el que más se adecúe a las condiciones ideales”.

DIMENSIONES MODULARES DE COORDINACION Y DE FABRICACION

Los multimódulos son la base en el sistema modular para la coordinación modular y son utilizados en:

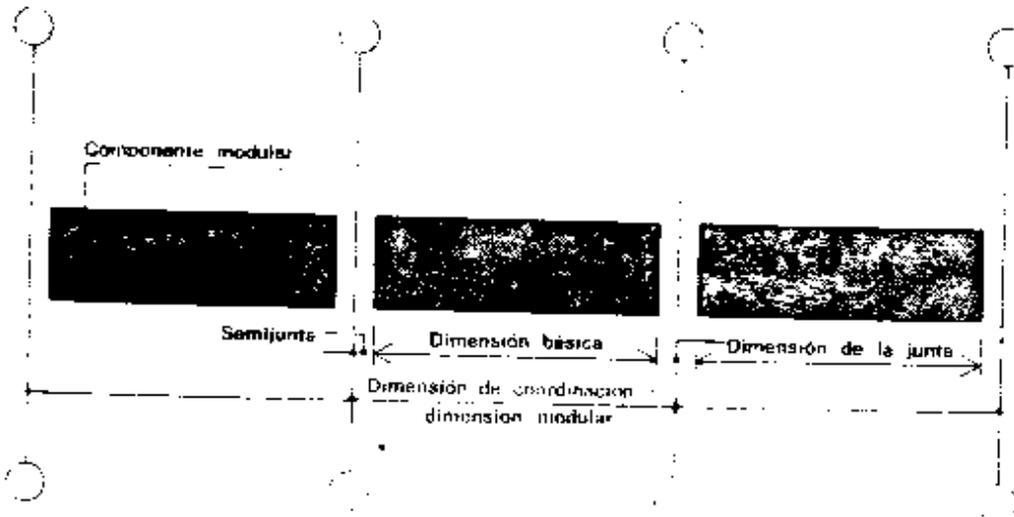
1. Dimensiones modulares de coordinación
2. Módulos de diseño
3. Multimódulos preferentes

Y están condicionados por:

- Los materiales
- El método de construcción; el cual determina el tipo de enlace, juntas o uniones, etc.

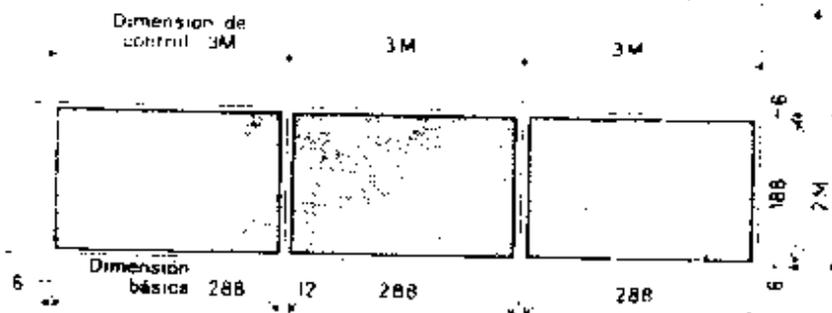
1. DIMENSIONES MODULARES DE COORDINACION

COMPONENTES MODULARES



*Dimensión básica - junta
dimensión de coordinación,
que debe ser divisible
por M.*

COMPONENTES MODULARES



Bloques modulares de construcción.

BLOQUES CONSTRUCTIVOS

Dimensión horizontal de coordinación	3 M.= 300 mm.
Juntas	12 mm.
Dimensión básica horizontal	.288 mm.
Dimensión vertical de coordinación	2 M.= 200 mm.
Juntas	12 mm.
Dimensiones básicas verticales	188 mm.

Módulo básico M

Módulos de diseño 3M

y 2 M

2. MODULOS DE DISEÑO

Deben ser múltiplos de M (Módulo básico). Se utilizan en el diseño de partes estructurales y cerramientos, son utilizados para limitar las variaciones. Para el módulo básico en el diseño del interior (edificio acabado) existe la norma DS 1011.2 en la que se recomienda el uso de 3M o sus múltiplos para dimensiones horizontales y 2 M para verticales en lo que se refiere a construcción de viviendas.

3. MULTIMODULOS PREFERENTES

Principalmente se seleccionan sobre la base de necesidades funcionales del proyecto para obtener una mayor limitación de variantes que, desde luego, racionalizan el proceso y bajan los costos. Se toman en cuenta también, los materiales y construcción. Ejemplo de éstos, es la ya utilizada selección de multimódulos preferentes para puertas 7M, 8M, 9M, y 10M.

En la elección de dimensiones de una serie de multimódulos preferentes, es necesario que éstos cumplan con las exigencias funcionales. La serie debe ser suficientemente amplia, por lo que las exigencias funcionales también rigen en la selección de los intervalos, principalmente en cuanto a la consideración de que las necesidades funcionales del edificio son una secuencia en el tiempo (flexibilidad, diferentes usos, función actual o de diseño, etc., todas cambiantes en un futuro); por supuesto dentro de las condiciones técnicas y económicas previstas.

Sin embargo, una cosa puede lograrse con facilidad: garantizar que los edificios tengan un grado razonable de uso general diseñándolos sobre el principio de unas dimensiones generosas sistemáticamente correlacionadas.

Multimódulos preferentes

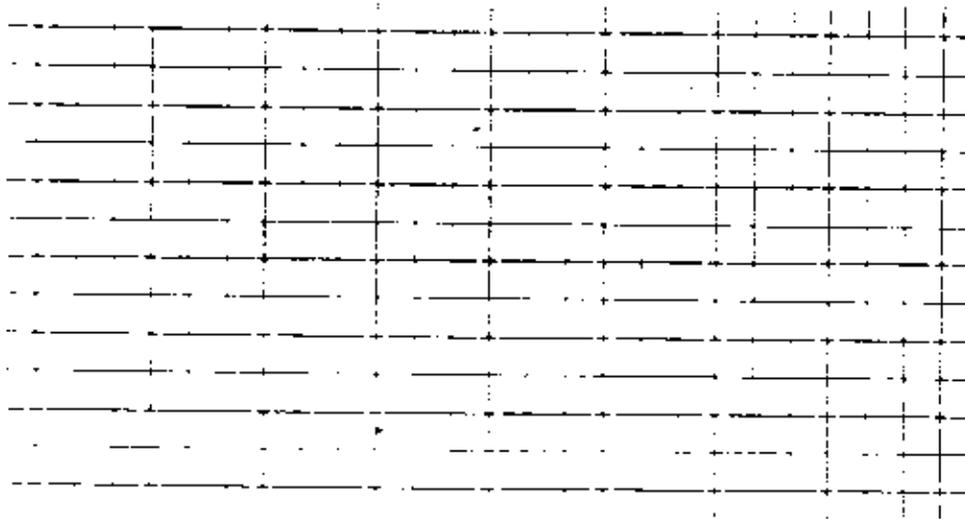


4. ALTERNATIVAS EN EL DESARROLLO DEL SISTEMA MODULAR:

1. Diseño sobre retícula modular: tanto dimensiones principales como detalles, encajan en la malla modular.
2. Diseño sobre componentes modulares (catálogos): se dimensiona cada componente o se toman de un catálogo.
3. Combinación de ambas.

5. RETICULA MODULAR

Puede estar dada por el módulo de diseño indicando el módulo base. Se utiliza principalmente para la ubicación estructural.



Malla modular.

Con ello es imposible cumplir con el principio del eje, es decir, lograr que todos los componentes se sitúen dentro de sus zonas modulares. Además las dimensiones de las habitaciones serán modulares siempre que sean modulares los espesores de los muros.

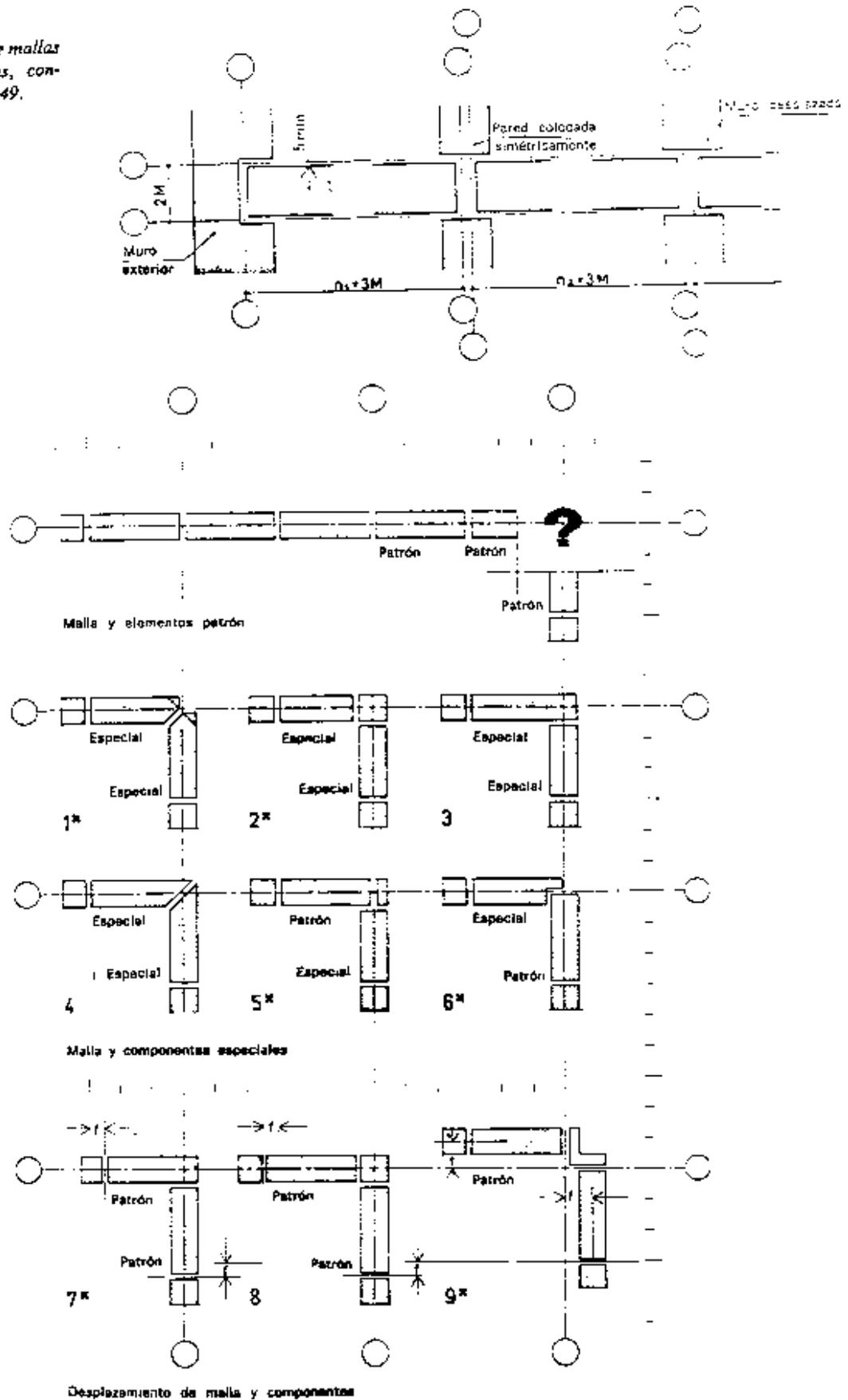
Sin embargo, por razones tales como condiciones técnicas de las juntas, principalmente en uniones de L y T, y por dimensiones y tolerancias, los componentes pueden rebazar sus zonas modulares, desapareciendo la malla modular, por lo que es posible diseñar elementos especiales, con frecuencia no modulares al romper la malla en dos o más secciones separadas.

La elección de estas condiciones técnicas de las uniones se basa en la interrelación existente entre: materiales, tipos de juntas, métodos de producción y ensamble, técnica de montaje, arquitectura, etc.

Este desplazamiento de los componentes respecto a la malla, exige aclarar los problemas, con los llamados detalles modulares, en los que debe repararse según las siguientes reglas de colocación:

- Los muros portantes exteriores se ponen de tal forma que las necesidades técnicas de las juntas se cumplan de la mejor forma posible.
- Los componentes de losas se colocan dentro de sus zonas modulares.
- Los muros portantes interiores se colocan con sus planos de simetría coincidiendo con la línea de diseño modular a no ser que las consideraciones técnicas exijan una colocación distinta.

Uniones en el caso de mallas
modulares separadas, con-
forme a la DS. R. 1049.



UNIONES TEORICAS DE ESQUINA

4.4.3 JUNTAS

LAS JUNTAS EN LA CONSTRUCCION A BASE DE PANELES

En la nueva construcción, prefabricación, la junta es un elemento clave. Ha de cumplir un buen comportamiento funcional; impermeabilidad al agua y al aire, aislamiento acústico y climático, conservar su aspecto, durabilidad del material de sellado, etc. y un buen comportamiento estructural; resistencia a cargas verticales, horizontales, y a las sobre cargas accidentales, deformaciones admisibles, etc.

En prefabricación, estos comportamientos se manifiestan con una mayor complejidad en las juntas entre los paneles exteriores portantes.

En la solución de un determinado tipo de juntas, es necesario conjugar las exigencias de tecnología, producción y las de seguridad estructural-funcional; se mencionan a continuación algunas recomendaciones generales a tomar en consideración para proyectar juntas.

- (1) El perfil de la junta debe ser de fácil prefabricación, debe evitarse resaltos y muescas de reducido espesor que no permitan una buena fundición y las que en el montaje o manipuleo, por su fragilidad se destruyan.
- (2) Deben dimensionarse adecuadamente en amplitud de hueco, ancho, y longitud para lograr una efectividad en:
 - 2.1 Fundición en la obra
 - 2.2 Armadura saliente para anclajes en la obra
 - 2.3 Previsión de la tolerancia de los elementos
 - 2.4 Los movimientos previsibles
 - 2.5 Los materiales de relleno
- (3) Debe la junta permitir su realización rápida, cuando menos en la primera etapa, para que el montaje se lleve a cabo en el menor posible tiempo.
- (4) Para la ubicación de las juntas, debe tomarse en cuenta:
 - 4.1 Distribución en planta de:
 - ventanas
 - huecos
 - 4.2 Evitar juntas en:
 - Salas de baños
 - Paredes húmedas
 - Zonas con huecos para carpintería
 - Paños que se han revestir con cerámica
- (5) Para la obra deben planearse todas las fases de construcción, especificándose:
 - Dosificaciones de concreto
 - Cordones de soldadura
 - Espesores de recubrimiento
 - Tiempo de apuntalamiento
 - Previsiones que se han de tomar según el clima
- (6) Determinar el número de juntas; lo que implica definir el tamaño de los elementos.

NUMERO DE JUNTAS TAMAÑO DE ELEMENTOS

Es de vital importancia la selección correcta del tamaño de elementos que compondrán un sistema; y el criterio para tal selección está determinado por factores de tecnología, económicos, producción, seguridad estructural-funcional, y montaje.

Factor económico

Aumenta con la dimensión de los elementos, pues disminuye el gasto por trabajo en fábrica, en obra y en material de relleno e impermeabilización.

El aumento del número de juntas retrasa el ritmo de erección de la obra, por la dificultad de ejecución de juntas y nudos; y aumenta la necesidad de mano de obra especializada y de control.

Factor Estructural-funcional

Se considera que la estructura con demasiadas juntas son inestables y que pierden resistencia respecto a la totalidad de la obra. Por lo que en algunos países son muy exigentes en cuanto a coeficientes de seguridad que aumentan conforme los elementos disminuyen de tamaño.

Por esa misma consideración, las edificaciones construídas con elementos de pequeñas o medianas dimensiones son menos estables que las construídas con grandes paneles, por lo que se vé limitada en los primeros la altura.

Según el profesor SKA LERIFF (Instituto de Arq. y Urb. de Varsovia) sobre la flexibilidad de los elementos para la expresión estética y su adaptabilidad a los requerimientos funcionales de un programa arquitectónico, dice:

"La flexibilidad es inversamente proporcional al tamaño del elemento y directamente proporcional al número diferente de ellos".

Factor Montaje

El Ing. Cint Vagu Using (Copenhague, III Congreso Internacional de la Edificación de Estocolmo), dice:

"La dimensión óptima de los elementos viene fijada por el peso máximo, para un transporte rentable".

Factor Tecnología-Producción

En la selección del tamaño de los elementos viene condicionada también en cuanto a equipo de producción, utillaje, potencia media de transporte y elevación, grado de especialización de la mano de obra.

VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL TAMAÑO DE LOS ELEMENTOS			
RESPECTO AL:		PANELES DE GRANDES DIMENSIONES (PREFABRICACION PESADA)	ELEMENTOS DE PEQUEÑAS DIMENSIONES (PREFABRICACION LIGERA)
FABRICANTE	VENTAJAS	<p>Menor número de máquinas diferentes, con mejor facilidad de mantenimiento.</p> <p>Facilidad de ejecución.</p> <p>Menor necesidad de mano de obra, particularmente de la especializada.</p> <p>Elementos más económicos cuanto mayor volumen tengan.</p> <p>Economía en grandes series.</p>	<p>Maquinaria e instalaciones más baratas.</p> <p>Mayor radio de acción.</p> <p>Facilidad para alcanzar series industriales, rentables.</p> <p>Versatilidad respecto a gran número de usos.</p>
	INCONVENIENTES	<p>Maquinaria e instalaciones más caras.</p> <p>Menor radio de acción de las fábricas, paliado en parte mediante los materiales ligeros.</p> <p>Dificultad de conseguir la serie con pequeños objetivos.</p> <p>Necesidad, por tanto, de demanda estable y de adecuado volumen.</p>	<p>Mayor número de máquinas diferentes, dificultades de mantenimiento.</p> <p>Necesidad de una extensiva red de distribución.</p> <p>La carencia de una modulación generalizada restringe ciertos usos.</p>
CONSTRUCTOR	VENTAJAS	<p>Importante ahorro de mano de obra a pie de obra.</p> <p>Simplificación de operaciones y por tanto de organización de obra.</p> <p>Mayor estabilidad.</p> <p>Juntas y nudos normalizados.</p> <p>Ahorro en material de relleno y de impermeabilización de las juntas.</p> <p>Menor plazo de ejecución (especialmente interesante para el promotor).</p> <p>Menor número y cantidad de equipo y utillaje.</p>	<p>Maquinaria ligera, fácilmente amortizable.</p> <p>Libertad para la organización de las fases de la obra.</p>
	INCONVENIENTES	<p>Maquinaria más pesada y cara.</p> <p>Dependencia del programa de suministro de elementos.</p>	<p>Gran empleo de mano de obra "in situ".</p> <p>Necesidad de mano de obra muy especializada.</p> <p>Difícil control de la calidad de la ejecución y de los suministros.</p> <p>Menor estabilidad.</p> <p>Dificultad para conseguir una impermeabilización adecuada de las juntas.</p> <p>Plazo de ejecución mayor.</p>
PROYECTISTA	VENTAJAS	<p>Facilidad de cara a mediciones y presupuesto.</p> <p>Posibilidad de confeccionar proyectos muy acabados.</p>	<p>Gran flexibilidad de aplicaciones.</p> <p>Posibilidad de lograr estéticos por parte del proyectista.</p>
	INCONVENIENTES	<p>Rigidez de soluciones.</p> <p>Peligro de caer en la repetición de proyectos.</p>	<p>Necesidad de resolución de problemas a pie de obra.</p> <p>Problemas de estética a causa del gran número de juntas.</p>

TEORIA DE LAS JUNTAS

En construcción, las juntas se pueden definir como falsas fisuras destinadas a permitir los movimientos de cada parte de la obra, liberación de movimientos por hinchamiento del material, dilataciones y contracciones térmicas, asentamientos de la cimentación; pero cuando están pensadas y capacitadas para transmitir esfuerzos son verdaderos elementos constructivos. Así las juntas cumplen con cometidos estructurales o funcionales y ambos se manifiestan no con mayor grado que otro.

Jeal Wkissin, define en prefabricación, la junta como:

"Conjunto de operaciones tecnológicas que permiten: Restablecer en obra la continuidad (monolitismo) de la construcción, que había sido rota al descomponer el edificio en piezas componentes, escogidas en función de las exigencias de la prefabricación.

CLASIFICACION DE JUNTAS SEGUN GRUNAL.

- (1) Juntas de dilatación entre elementos de grandes dimensiones.
- (2) Juntas de enlace entre elementos prefabricados de medianas dimensiones.
- (3) Juntas de unión entre elementos pequeños o entre materiales distintos, tales como acero concreto ó madera-albañilería.
- (4) Juntas de paramentos en sentido amplio.

COMETIDO DE LAS JUNTAS

- (1) Capacidad para soportar los movimientos de la obra
- (2) En juntas exteriores la de protección contra agentes meteorológicos

Los movimientos de la obra pueden ser:

- (A) Por causas fortuitas difíciles de solucionar como:
 - Asentamientos de la cimentación
 - Traslación de elementos.
- (B) Por causas cuantificables y con posibilidad de anular:
 - Retracciones por desecación
 - Fluencia de materiales
 - Dilataciones y contracciones térmicas
 - Hinchamientos debido a variaciones del grado de humedad

Las últimas dos causas son las que hacen variar la longitud de los elementos

PRIMER COMETIDO: FUNCIONAL

Su determinación

JUNTAS SOMETIDAS A MOVIMIENTOS DE LOS PANELES ADYACENTES, MOVIMIENTOS CAUSADOS POR VARIACIONES DE LONGITUD

- (A) Su anchura mínima por dilatación $\Delta l_t = l \alpha_t \Delta T$

- (a) ΔT = Variación temperatura
 L = Longitud del elemento
 α_T = Coeficiente de dilatación térmica (ver tabla)
- (b) α_h = Deformación del material en relación con su humedad o coeficiente de hinchamiento, la variación de longitud por humedad es menor, pero más frecuente al relacionarla con la temperatura.
- (c) Variación de longitud, extrema $\Delta l = \Delta l_t + \Delta l_h$
- (d) La máxima variación de Δl_{mx} en la junta, viene por la suma de las que sufren sus elementos adyacentes.

$$\Delta l_{mx} = \Delta l_1 + \Delta l_2$$

y Δl_{mx} determina la anchura de la junta en consonancia con el material de ésta, limitada porcentualmente en función de anchura mínima y de la estanquidad, según datos del material a usar:

mastic sobre base de aceite	máximo 10/o
masa blanda	máximo 100/o
masas blandas plásticas y elásticas superiores al	máximo 100/o a 250/o
	250/o

Son datos tomados de la 'Joining with mastics and fasteners-2, Building Research Station digest, second series, No.37'

ejemplo: Para dilataciones de 5 Cms. no se debe utilizar masas blandas, pues la junta tendría 5.0 mm; y con los materiales plásticos o elásticos le corresponde 20 mm. como anchura mínima.

Como se ha supuesto en este caso condiciones climáticas extremas (frio-sequedad y calor-humedad), es posible trabajar con el 500/o de los valores por lo que en este caso, la dilatación será 2.5 Cms. y para el relleno elástico o plástico una medida mínima 10 mm.

(B) ANCHURA DE LA JUNTA

Anchura mínima más tolerancia.

Después de la anchura mínima, considerar las variaciones de longitud y posición (montaje) que la pieza pueda tener, es decir las tolerancias.

- (1) Suponiendo que los paneles adyacentes tienen una tolerancia = t ; la amplitud teórica de la junta.

$$l_m = (l_m)_{\min} - 2t$$

(2) Valores reales extremos:

$$l_r = l_m + 2t$$

(3) De donde:

$$l_r \text{ máx} = (l_h) \text{ min} + 4t$$

$$l_r \text{ min} = (l_h) \text{ min}$$

(4) si $t = 1.0$ Cms.

La tolerancia, resulta una anchura teórica de la junta

$$l_m = 10 + 2(10) = 30\text{mm}$$

Y valores reales extremos en (3) igual a 10 mm y 50 mm

Observar que las juntas verticales entre 25 y 30 mm no son recomendables por la dificultad de impermeabilización, condición por la que, es necesario replantear el problema, la única forma es extremar la fabricación y montaje de las piezas para reducir las tolerancias.

$$t = 5 \text{ mm}$$

$$l_r \text{ min} = 10 \text{ mm y } l_r \text{ max} = 30\text{mm}$$

VARIACIONES DIMENSIONALES DE LOS DIFERENTES MATERIALES DE CONSTRUCCION

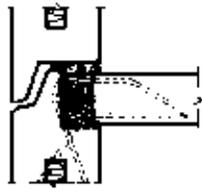
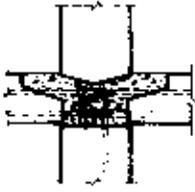
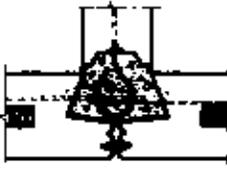
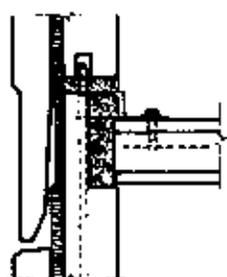
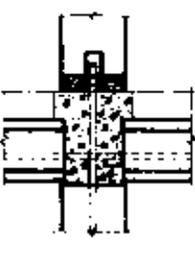
MATERIAL	ϵ_h HINCHAMIENTO EN mm/m	α_t COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA EN mm/m/°C
MATERIALES AGLOMERADOS DE CEMENTO		
Hormigón de grava 0-300	0,15	$10 \cdot 10^{-6} = 0,01$
Hormigón de grava 0-180	0,18	$10 \cdot 10^{-6} = 0,01$
Hormigón de grava 0-90	0,15 - 0,2	$9 \cdot 10^{-6} = 0,009$
Hormigón de basalto	0,2 - 0,3	$9 \cdot 10^{-6} = 0,009$
Hormigón de grava 0-60	0,15	$9 \cdot 10^{-6} = 0,009$
Hormigón de cuarzo	0,14	$12 \cdot 10^{-6} = 0,012$
Hormigón de escorias de alto horno	0,16	$7 \cdot 10^{-6} = 0,0065$
"Thermocrète"	0,16	$8,4 \cdot 10^{-6} = 0,0064$
Hormigón de ladrillos machacados	0,14	$6 \cdot 10^{-6} = 0,006$
Hormigón de piedra de talla	0,16	$10 \cdot 10^{-6} = 0,01$
Mortero de cemento	0,2	$8-11 \cdot 10^{-6} = 0,01$
Mortero bastardo	0,28	$9 \cdot 10^{-6} = 0,009$
Hormigón celular y hormigón gaseoso		$11 \cdot 10^{-6} = 0,011$
PIEDRAS ARTIFICIALES:		
Klinker	0,1	$6-8 \cdot 10^{-6} = 0,007$
Baldosas	0,06	$6 \cdot 10^{-6} = 0,006$
Ladrillos	0,12	$5 \cdot 10^{-6} = 0,005$
Ladrillos silíceo-calcáreos	0,15	$8-9 \cdot 10^{-6} = 0,0085$
PIEDRAS NATURALES		
Andesita	0,1	$5,2 \cdot 10^{-6} = 0,0052$
Basalto	0,35	$9 \cdot 10^{-6} = 0,009$
Diabasa	0,09	$7-8 \cdot 10^{-6} = 0,0075$
Diorita	0,12	$9 \cdot 10^{-6} = 0,009$
Dolomita	0,1	$7,3 \cdot 10^{-6} = 0,0073$
Gabro	0,13	$9 \cdot 10^{-6} = 0,009$
Granito	0,06 - 0,18	$8 \cdot 10^{-6} = 0,008$
Roca calcárea	0,1 - 0,16	$7 \cdot 10^{-6} = 0,007$
Roca calcárea impermeable	0,1	$7 \cdot 10^{-6} = 0,007$
Porfiro	0,08	$12 \cdot 10^{-6} = 0,012$
Cuarcita	0,08	$12-13 \cdot 10^{-6} = 0,0125$
Pórfiro cuarcífero	0,08	$12 \cdot 10^{-6} = 0,012$
Grés	0,3 - 0,6	$12 \cdot 10^{-6} = 0,012$
Esquistos	0,1 - 0,13	
Sienita	0,15	$6 \cdot 10^{-6} = 0,006$
Turquesa	0,1	$9 \cdot 10^{-6} = 0,009$
Favosita	0,1 - 0,12	$6,6 \cdot 10^{-6} = 0,0066$
OTROS MATERIALES DE CONSTRUCCION		
Hierro/acero		$11,5 \cdot 10^{-6} = 0,0115$
Aceros al cromo níquel	18/8	$10,8 \cdot 10^{-6} = 0,0108$
Zinc	-	$36 \cdot 10^{-6} = 0,036$
Aluminio	-	$23,1 \cdot 10^{-6} = 0,0231$
Cobre	-	$16,5 \cdot 10^{-6} = 0,0165$
Latón	-	$18,6 \cdot 10^{-6} = 0,0186$
PVC	-	$80 \cdot 10^{-6} = 0,08$
Vinilo de resina acrílica	-	$80 \cdot 10^{-6} = 0,08$
Vidrio	-	$8 \cdot 10^{-6} = 0,008$
Vidrio de cuarzo	-	$0,5 \cdot 10^{-6} = 0,0005$

Datos para el cálculo de juntas en forma acorde para anular adecuadamente los movimientos ocasionados por las causas: Dilataciones y contracciones térmicas, hinchamientos.

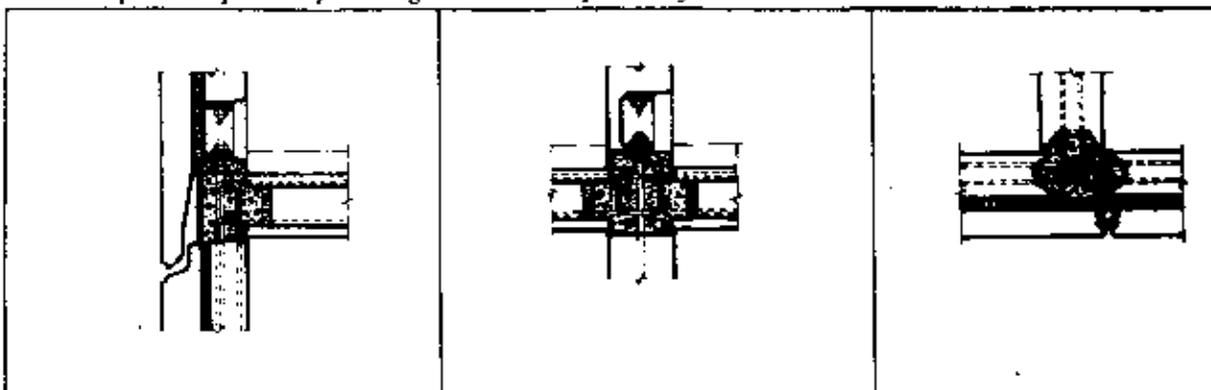
SEGUNDO COMETIDO: ESTRUCTURAL

Existen dos tendencias que se diferencian por los procedimientos de fabricación, y son:

1. La escuela francesa (sistemas: Camus, Coignet, Estiot, etc.) que obedece a tolerancias holgadas, por lo tanto amplitud en obra que permiten refuerzos en los propios paneles y refuerzos en obra y un volumen de concreto, por lo que el cometido estructural es considerable.
2. La escuela Danesa-Sueca (sistema Larsen-Nielsen, Jespersen, Skarne, etc.), escuelas que utilizan procedimientos sometidos a rigurosas tolerancias, haciendo de su montaje una ejecución rápida y sencilla: similares a las uniones de las estructuras metálicas.

	JUNTA HORIZONTAL	UNION DE ELEMENTOS	JUNTA VERTICAL
ESCUELA FRANCESA			
ESCUELA ESCANDINAVA			

- Esquemas típicos de juntas según las escuelas francesa y escandinava.



SEGURIDAD DE LA EDIFICACION A BASE DE SISTEMAS PANEL: CONTRA EL DERRUMBAMIENTO PROGRESIVO

La destrucción progresiva o derrumbamiento progresivo, se manifiesta al faltar uno o varios apoyos del panel-losa: es originada por causas accidentales (explosiones, choques, incendios, en puntos concretos, se puede manifestar en la construcción tradicional, pero por sus condiciones especiales (monolitismo) el derrumbamiento se detiene, sin embargo, no sucede así en la construcción a base de sistemas gran panel con uniones no adecuadas.

El profesor Lewicki de la comisión W23A del C.I.B. dice: "la seguridad del edificio debe comprobarse para un estado límite complementario (después del accidente local). En este estado, los refuerzos en las armaduras pueden alcanzar el límite de elasticidad, admitiéndose grandes fisuras en el hormigón. La principal exigencia reside en la limitación del riesgo de accidentes mortales en la zona en donde se ha aparecido el suceso. Un pequeño margen de seguridad puede admitirse en este caso, después de valores característicos 95% o de las cargas y resistencias de los materiales".

El panel-losa, panel-pared portante y la unión entre estos principalmente: son los elementos que pueden evitar el derrumbamiento progresivo al desaparecer uno ó más apoyos del panel-losa, la unión debe soportar en voladizo al panel-losa por lo que se requiere:

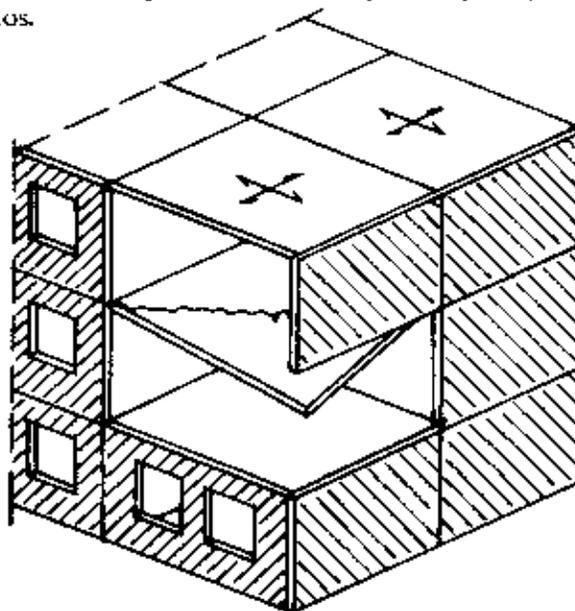
- 1 Adecuado anclaje de las armaduras salientes del panel-losa en la viga de perímetro.
- 2 Apoyo del panel-losa en todo su perímetro.
- 3 Unión adecuada en sentido longitudinal entre las distintas losas del sistema.
- 4 Suspender el panel-losa del muro superior mediante estribos o vástagos filateados con cuerca.

COMPORTAMIENTO TEORICO DE DIFERENTES SISTEMAS ANTE EL DERRUMBAMIENTO PROGRESIVO CON LA ADOPCION DE LAS ANTERIORES RECOMENDACIONES

(A) Sistema Constructivo cruzado

CASO grave: Accidente en esquina.

Se pierden 2 paneles-pared portantes (uno longitudinal, y otro transversal), el panel-losa reforzado en ambos sentidos queda destruído pero sujeto por las juntas de los bordes no afectados.



B. SISTEMA CONSTRUCTIVO TRANSVERSAL

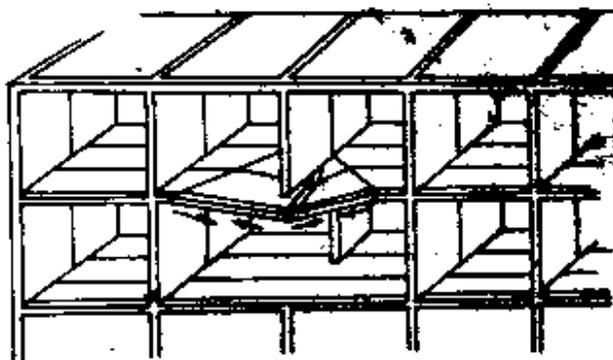
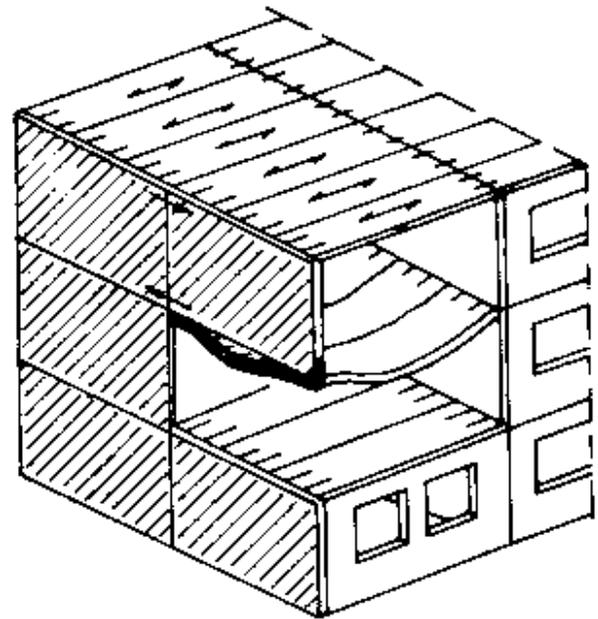
Caso 1. Accidente en zona extrema del edificio, pérdida de un panel portante (transversal), destrucción de panel de cerramiento (longitudinal).

El panel-losa reforzado en un sentido, se destruye parcialmente, y queda empotrado en la parte no afectada y parcialmente sin unión del panel-pared portante superior. El panel-pared portante queda en voladizo produciendo fuertes tracciones y compresiones en la junta vertical.

Caso 2. Accidente en zona central del edificio, pérdida de un panel portante (transversal) y destrucción de dos cerramientos (longitudinales).

Los panel-losa superiores que se apoyaban en el panel perdido quedan parcialmente destruidos y el panel portante superior al perdido queda en voladizo.

CASO 1



CASO 2

PREFABRICACION EN ZONAS SISMICAS

Lourenco Antunes, dice: "No existen ya problemas irresolubles sobre la prefabricación en zonas sísmicas" basado en los datos obtenidos en zonas de desastre en donde los edificios construidos con sistemas prefabricados se han comportado bien.

Sin embargo, es necesario una revisión y modificación en la forma de concebir las juntas, a los sistemas existentes en Europa y especialmente de los países que no tienen reglamentación antisísmicas si se realizan edificaciones con ellos en zonas sísmicas. El uso de la prefabricación, no está prohibida para las zonas sísmicas, ni existe reglamentación completa para esta situación, por lo que para asegurar una estabilidad de dichas estructuras, deberán además de aplicar las normas de la construcción tradicional, las siguientes:

1. Establecer juntas rígidas y especialmente evitar la deformación del edificio con paravientos laterales eficaces en cualquier sentido.
2. Garantizar la eficacia de las uniones entre las diversas partes de la estructura por medio de elementos horizontales, verticales, o diagonales que puedan resistir los esfuerzos de tracción y agrietamiento, y los resultados de los posibles efectos de torsión.
3. Estudiar cuidadosamente las juntas para una conveniente unión de los elementos de la obra en el lugar.

Los terremotos actúan de tal manera que, los efectos se manifiestan con la destrucción de los 2 primeros niveles, por lo que para evitar este inconveniente es necesario:

1. Subdividir las losas principales por medio de elementos de unión en concreto armado, como: vigas y pies derechos continuos en los cruces y unidos a la estructura principal.
2. Colocar refuerzos de pequeña sección cerca de la superficie del muro, junta o entramados metálicos de malla grande.
3. Utilizar paredes de suficiente resistencia flectora.
4. Conectar los paneles y elementos de unión eficazmente.

TIPOS DE JUNTAS HORIZONTALES

- Juntas entre elementos de losa y muros portantes
- Juntas longitudinales (en el sentido de la luz) entre elementos losa
- Juntas entre elementos verticales de estructura

JUNTA ENTRE ELEMENTOS DE LOSA Y MUROS PORTANTES

Estas juntas absorben:

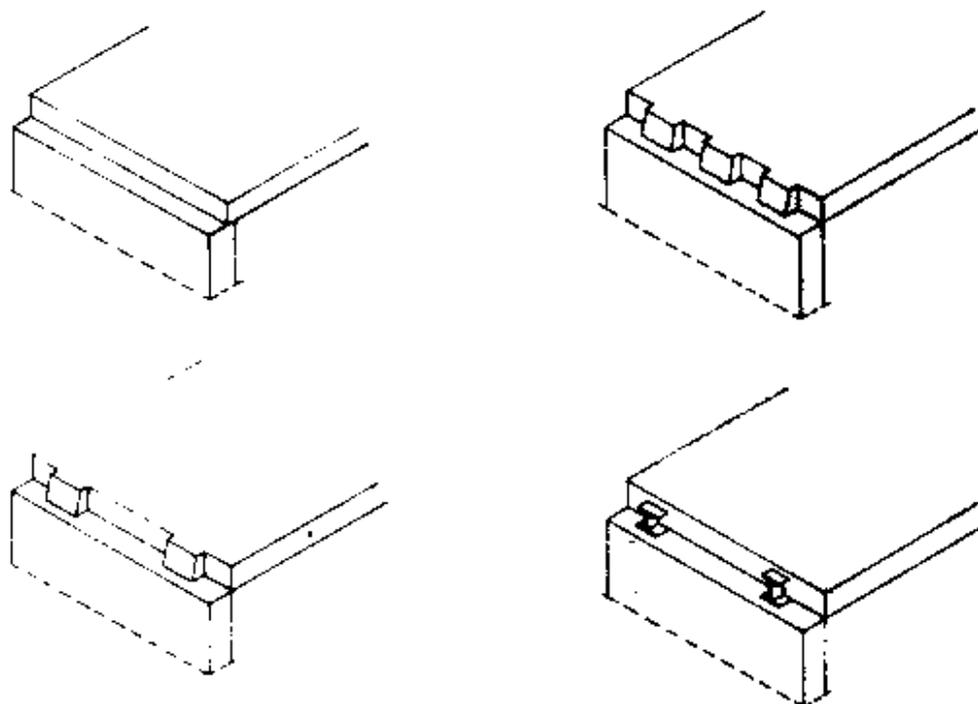
- Esfuerzos cortantes de la losa
- Compresiones transmitidas por el elementos de tabique superior al inferior.

- Fuerzas tangenciales y normales a la unión, contenidas en el plano de la losa.

Cuando están concebidas como vigas de atado perimetral, tienen las siguientes funciones:

1. Unen entre sí los distintos paneles losa, formando un diagrama horizontal único proporcionando la estructura una gran rigidez espacial
2. Enlaza a los paneles de muros-diafragmas verticales
3. Limitan la longitud de paredes del muro a la altura de un piso

Por lo anteriormente expuesto, es recomendable, que los paneles lleven armaduras salientes, rebajes en los bordes, espigas de apoyo.



Distintos tipos de apoyos de los paneles de forjado.

TABLA 1 APOYOS PARA LOS ELEMENTOS SUPERFICIALES.

ENTREGA DE LAS VIGAS Y LOSAS DE FORJADO (VALORES EN CM)				
TIPO DE ELEMENTO PREFABRICADO		TIPO DE MURO PORTANTE		
		Hormigón armado	Albañilería de ladrillos macizos o hormigón ordinario, clase 140	Albañilería de ladrillos huecos o perforados, o de bloques de hormigón ligero
Viga sobre apoyos simples (*)	$l < 3m$	5	7	10
	$l > 3m$	7	10	12
Viga continua	$l < 3m$	3	3	7
Losas descansando a lo largo de los lados, sobre apoyos simples	$l > 3m$	5	7	7
Losas continuas sobre apoyos paralelos	$l < 3m$	2	3	5
Losas descansando a lo largo de tres o cuatro lados		3	5	5

(*) En caso de losas apoyadas mediante espigas, la entrega de éstas será similar a las dadas para las vigas.

APOYOS PARA LOS ELEMENTOS SUPERFICIALES (Paneles)

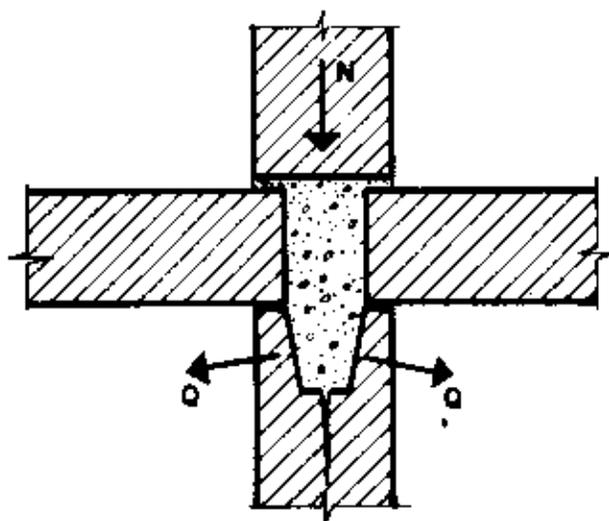
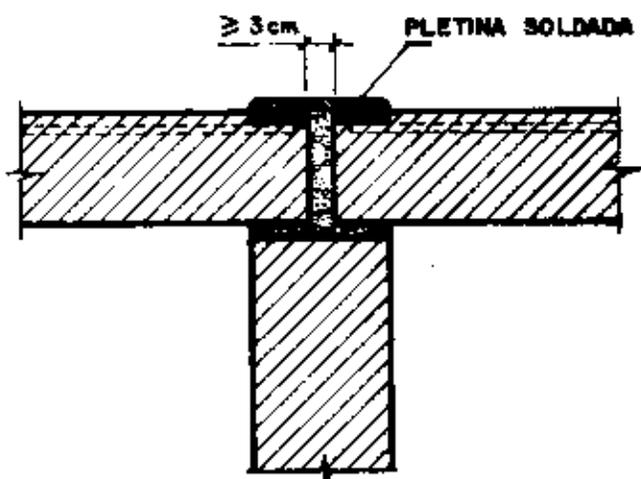
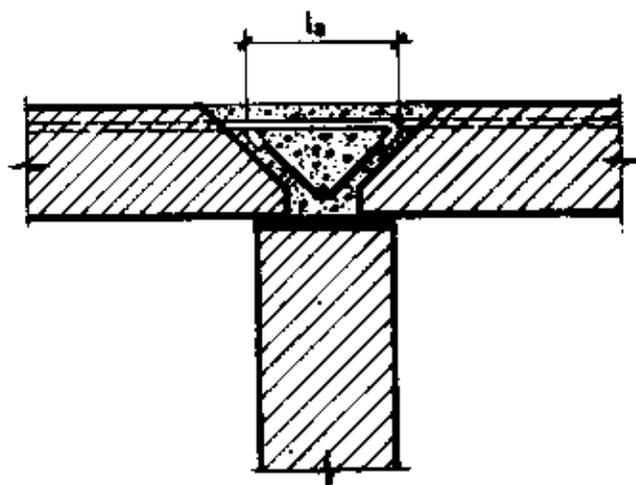
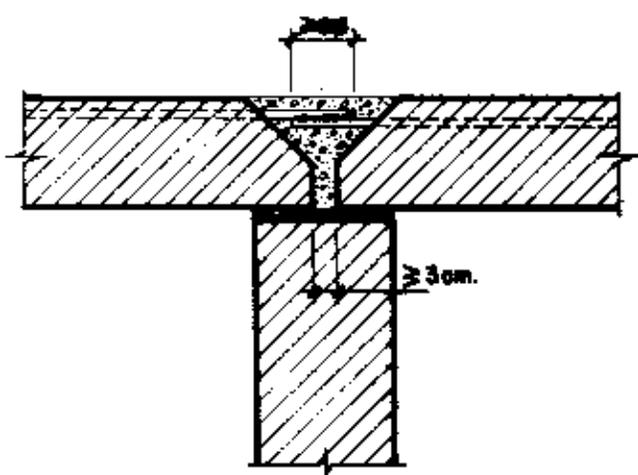
Una de las formas posibles de los apoyos son, espigas a lo largo de todo el borde. Para cualquier forma, la superficie de apoyo debe tener la longitud de entrega capaz de soportar:

- La carga de la losa en el momento de empotramiento: sin generar tensiones, más allá de las admitidas.

Recomendaciones Polacas:

1. No tomar en cuenta tolerancias, ni recubrimiento. (ver tabla No. 1)
2. Evitar que la cara superior de apoyo no presente roturas, porque si son fuertes las cargas, las fuerzas producirían fisuras.

EJEMPLOS



Esta junta no es recomendable.

3. Las uniones entre losas y muros, es recomendable que sean rígidas, para lograr una rapidez de ejecución de dichas juntas, se recomienda:

1. Soldaduras de las armaduras salientes,
2. Anclando al zuncho las armaduras superiores
siendo

$$l_s = 0.25 \varnothing \frac{\sigma'_{ak}}{R' + \sigma}$$

\varnothing = diámetro barra

σ'_{ak} = límite elástico del acero

R' = resistencia a la tracción del concreto

σ = la tensión en el zuncho

3. Por platinas soldadas a los bordes de los elementos contiguos.

La sección de la armadura de los zunchos según el profesor Lewcki, deben ser igual o superior al mayor de los valores

$$A_c \geq 3 \varnothing 10$$

$$A_c \text{ (cm}^2\text{)} \geq 0.06P \quad (P = \text{Carga Vertical en MP/m})$$

$$A_c \geq 0.005 B_c \quad (B_c = \text{Sección total del Zuncho})$$

RECOMENDACIONES AL

EJECUTAR LAS JUNTAS

1. Deben ejecutarse minuciosamente
2. Cuidar los recubrimientos de las armaduras
3. El relleno de gargantas
4. Soldar las armaduras adecuadamente

COEFICIENTE MH

Según la comisión W 23 A del C.I.B., el coeficiente MH, es la relación entre la resistencia a compresión del concreto de relleno de las juntas y el concreto del muro.

$$MH = m_1 m_2 m_3 m_4$$

m_1 = Función de la distribución no uniforme de los esfuerzos de la junta, por los diferentes módulos de elasticidad de las partes verticales de la junta, de las capas de distintos materiales y espesores.

m_2 = Función de la resistencia y espesor de la capa horizontal de mortero que hace de asiento del panel superior.

m_3 = Función del aumento de la resistencia del concreto bajo presión local. Por forma de la junta y por condiciones estructurales, aparece una presión local excéntrica.

m_4 = Función del momento de empotramiento de la losa

Valores teóricos y experimentales de los coeficientes m_1 , m_2 , m_3 , m_4 para 5 casos tipos con variantes.

TIPO DE JUNTA	e [cm]	m _H					m _H
		m ₁	m ₂	m ₃	m ₄	m ₅	
A	0	0.90	0.92	1.00			0.90
	1	0.80	0.92	1.00		0.98	0.72
B	1	0.88	0.92	1.00			0.81
	2	0.85	0.91	1.00		0.98	0.58
	3	0.86	0.90	1.00			0.48
C	4	0.81	1.00	1.00			0.60
	6	0.47	1.00	1.21		0.98	0.56
D	0	0.92	0.94	1.00			0.86
	1	0.87	0.94	1.00		1.00	0.82
E	1	0.80	0.84	1.00			0.75
	2	0.76	0.84	1.00		1.00	0.71
	3	0.70	0.83	1.00			0.65
F	4	0.34	1.00	1.18			0.40
	9	0.62	0.84	1.00		1.00	0.49
	11	0.46	0.97	1.00			0.45

TIPO DE JUNTA	e [cm]	m _H			Valores según la Norm. PN-69/B-03253
		Valores teóricos	Valores de ensayo		
A	0	0.80	0.67		0.60
C	4	0.80	0.59		0.40
	8	0.56	0.51		
D	0	0.86	0.85		0.75
E	1	0.75	0.76		0.75
F	4	0.40	0.38		0.45
	9	0.49	0.50		
	11	0.45	0.45		

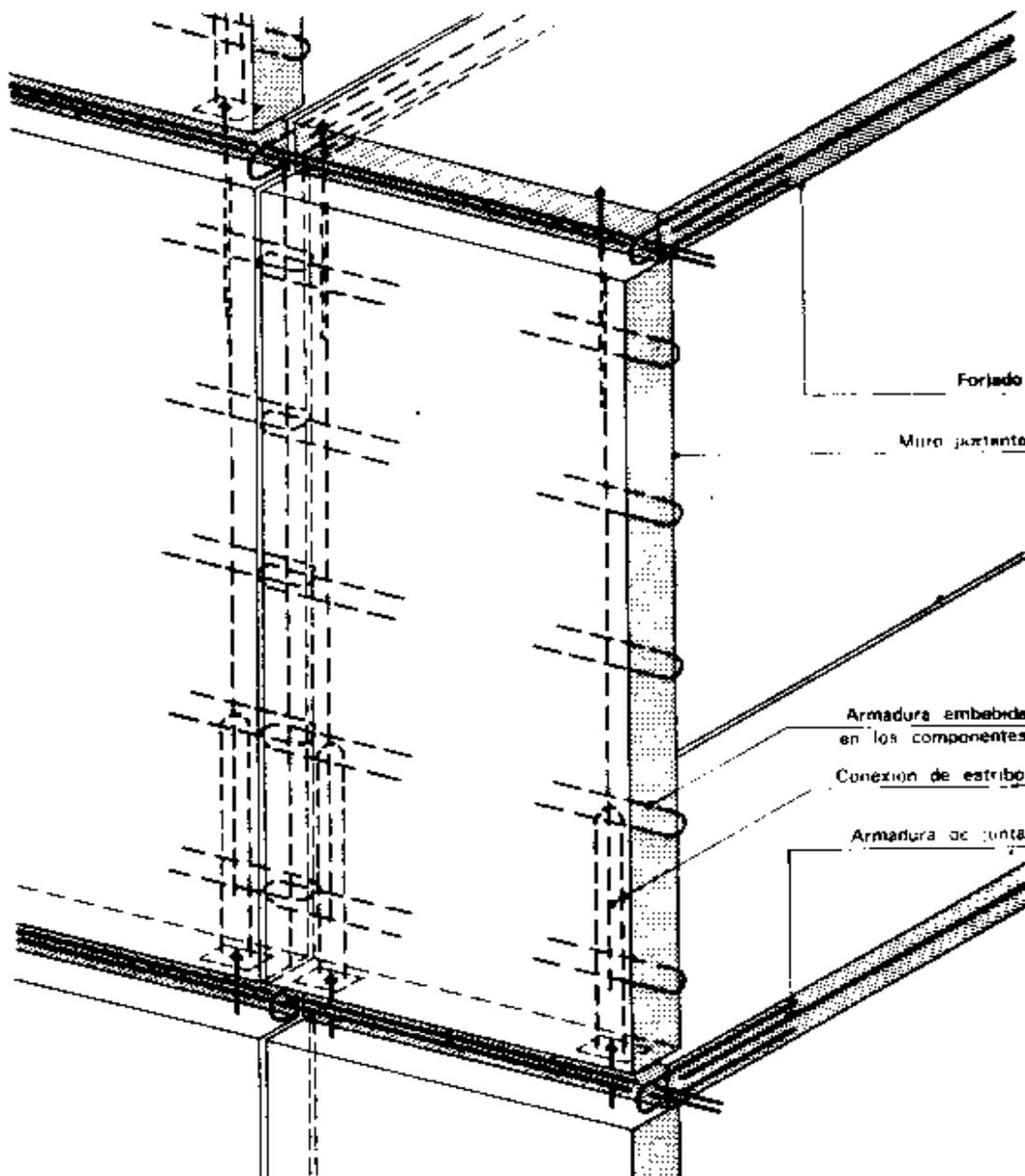
JUNTAS MACHIHEMBRADAS EN MUROS

Características principales: No necesitan de armado, su comportamiento respecto a la fisuración y rotura tiene un grado razonable de seguridad.

Si al calcular la junta sin armar tomando un esfuerzo cortante admisible de 7.5 Kg/Cm^2 actuando sobre la sección vertical del hormigón situado entre el machihembrado de la junta: (que corresponde a una tensión de 2 Kg/Cm^2 distribuida sobre la sección transversal vertical total del muro) y si la tensión sobre pasase este valor es necesario que la junta lleve zunchos de armado y pines a todo lo largo, dimensionados como una armadura normal a esfuerzo cortante.

En prefabricación, los sistemas estructurales requieren para su estabilidad y seguridad, cumplir con determinados requisitos especiales, incluso han de ser proyectados para acciones accidentales.

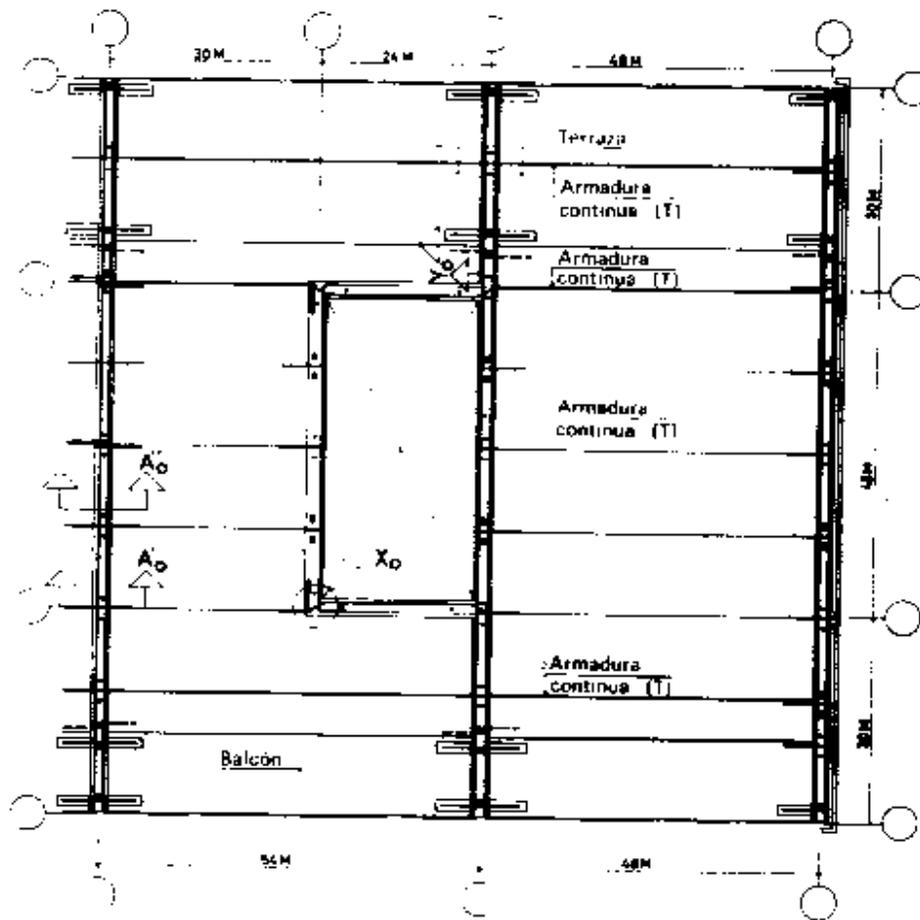
1. Proyectar con cierta y determinada continuidad estática. Todas las juntas entre los componentes portantes armados para asegurar una continuidad (se consigue por inmovilización de las juntas: losa-losa, muro-muro, y losa-muro) Para que las juntas absorban esfuerzos de tracción considerable, ejemplo: 2,000 Kg/m.
2. Para edificios mayores a 6 pisos deben resistir derrumbamientos progresivos.
 - 2.1 Se debe diseñar para que una parte del edificio al agotarse no permita al derrumbamiento de todo el edificio.
 - 2.2 Que pueda absorber esfuerzos de tracción 2,000 Kg/m.



Membrana de muros y forjados Escala 1/25
 FIJACION DEL SISTEMA DE MEMBRANA

ACOPLAMIENTO

ACOPLAMIENTO ENTRE LOSA-MURO Y MURO-MURO



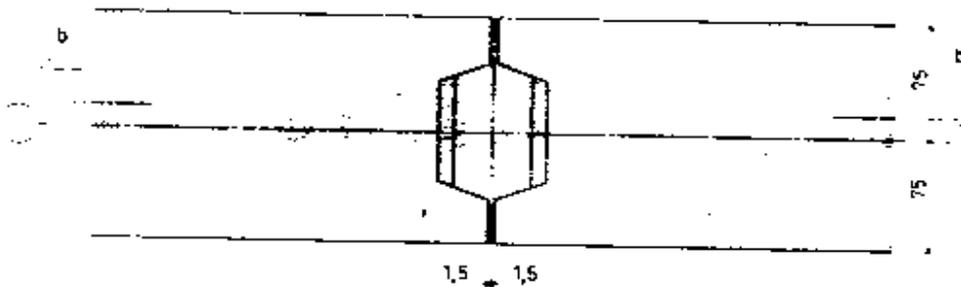
Signos:

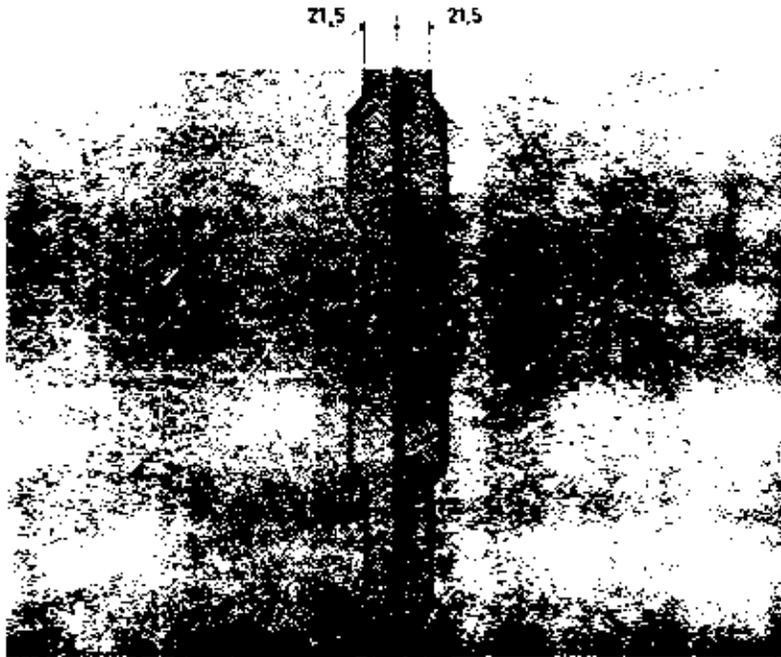


- Estribo en horquilla de la junta de forjado (R)
- Estribos en horquilla de los entrantes de los componentes del forjado (R)
- Armadura de membrana en el machihombreado de la parte superior del forjado (T)
- Junta de forjado
- Conexión de estribos
- Muro peraltado con armadura continua en las juntas muro forjado (T)
- Tornillo de montaje
- Armadura de membrana en las juntas de forjado (R, T)
- Longitud normalizada de anclaje + 50 %

Escala: 1:1000 (espesores netos de muro)
ARMADURA EN EL SISTEMA DE MEMBRANA

Junta automoldeable de muro con dentado.

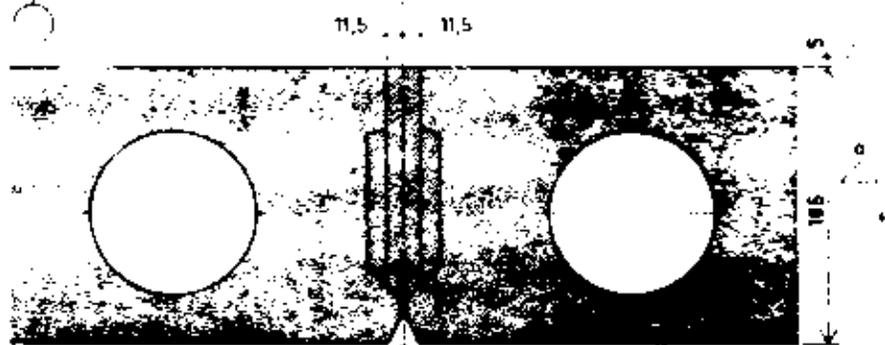




Sección b-b

31,5 31,5

Sección Yo Escala 1:5
JUNTA MURO-MURO



1,5 1,5

11,5 11,5



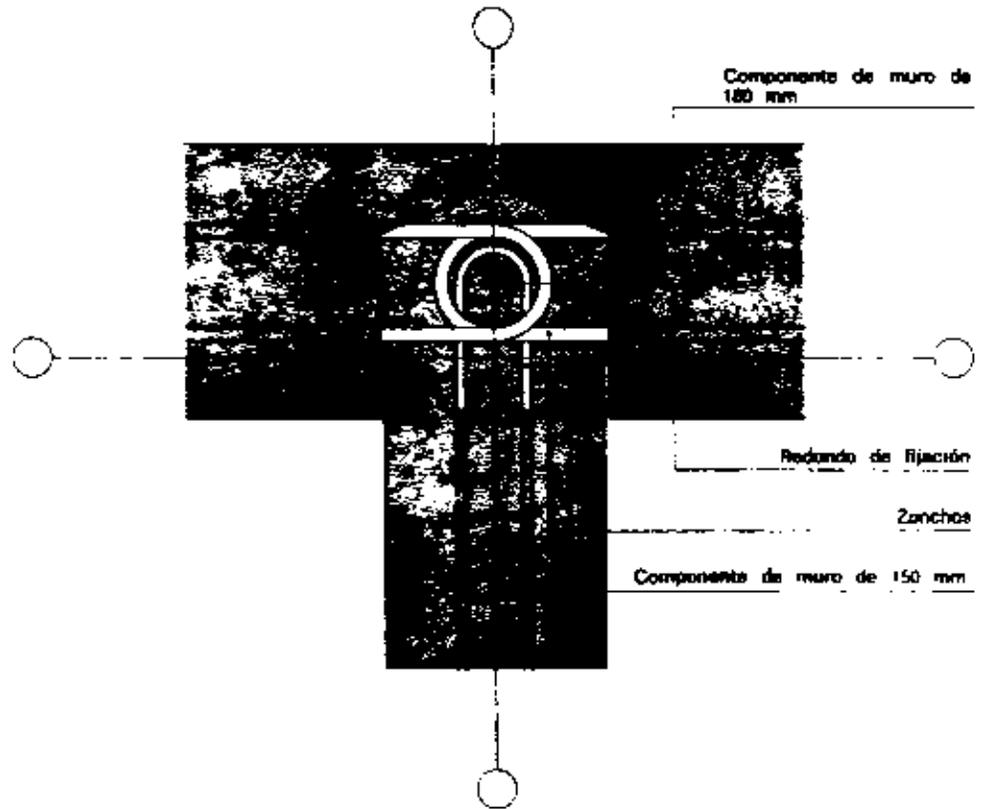
Sección z-z

23,5 23,5

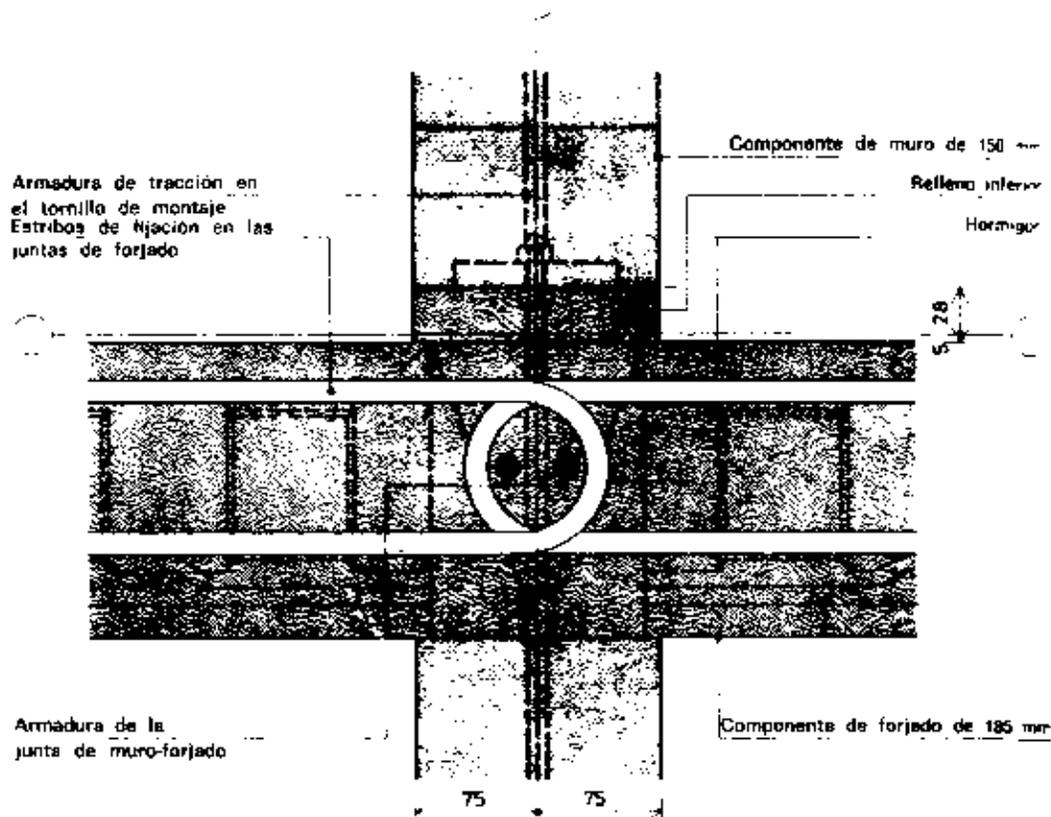
Sección U, Escala 1:5
JUNTA DE PLACAS DE FORJADO



Junta de muro armada con zunchos, machihembrada y con redondo de fijación.



JUNTA DE MURO ARMADA CON ZUNCHOS. Escala 1:5



JUNTA DE MUROS Y LOSAS.

TIPOS DE JUNTAS: Elementos de losa y muros portantes

Se presentan diferentes tipos de juntas de distintos sistemas, juntas que pueden ser variadas aún por el sistema mismo según características propias del proyecto.

Indica en las figuras características correspondientes a sólo una parte de los sistemas.

Indica características constantes para todos los sistemas que se menciona.

JUNTAS LONGITUDINALES ENTRE ELEMENTOS LOSA (juntas horizontales)

Para los elementos que no se han resuelto como un panel único, sino como varios elementos adosados armados regularmente según una dirección, se recomienda una acanaladura en los bordes longitudinales para que, al fundirse con una buena calidad de ejecución de relleno, se logre una adecuada rigidez transversal a la losa total (reparto transversal homogéneo) de los efectos de carga. usarlo tanto en placas aligeradas para cubierta placas de casetona, nervadas, etc.

Normas: (1) DIN: Ancho mínimo de la garganta 3 cms.
 (2) Polaca: Si la carga de servicio es superior a los 225 Kg/M^2 , la garganta debe asegurar unión perfecta por lo que debe ser más ancha.

Para casos especiales (asentamientos, diferenciales o zonas sísmicas) proveer armadura transversales salientes que se soldan en obra.

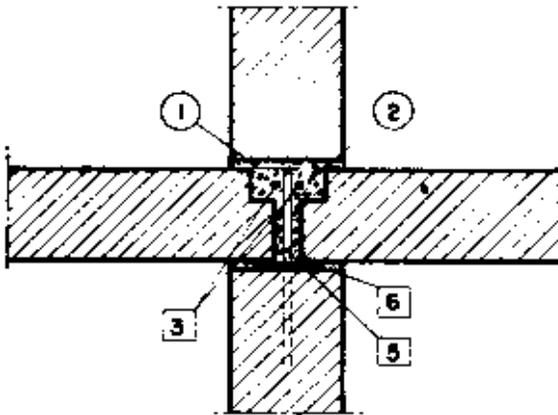
TIPOS DE JUNTAS LONGITUDINALES

(1) Armadas: Para paneles sometidos a fuertes deformaciones entre paneles adyacentes.

Características de las juntas Longitudinales

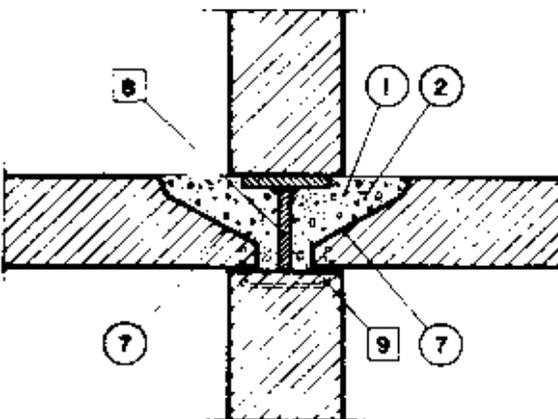
Volumen grande de concreto en obra
 Mano de obra importante
 Dificultad de fabricación de los bordes

Estas juntas son utilizadas en: elementos nervados, armados y pretensados (placas de casetones, elementos en $\overline{\text{I}}$, T, TT.

JUNTAS HORIZONTALES ENTRE PANELES DE FORJADO Y MUROS PORTANTES (SECCION VERTICAL)


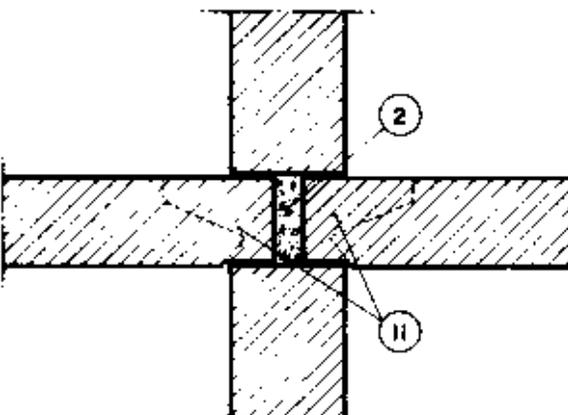
Camus (Francia)
 Skarne (Suecia), con placas de nivelación.
 RMB (Alemania), armaduras salientes.
 Wirtl & Müller (Alemania), atado perimetral.
 Munte (Alemania), armaduras salientes.
 Kiro (Alemania), armadura saliente del panel inferior.
 Siporex Montagebau.

1. — Relleno de mortero líquido.
2. — Relleno de hormigón.
3. — Armadura de atado perimetral (colocada "in situ").
4. — Armaduras salientes del panel de muro inferior.
5. — Placas de nivelación.



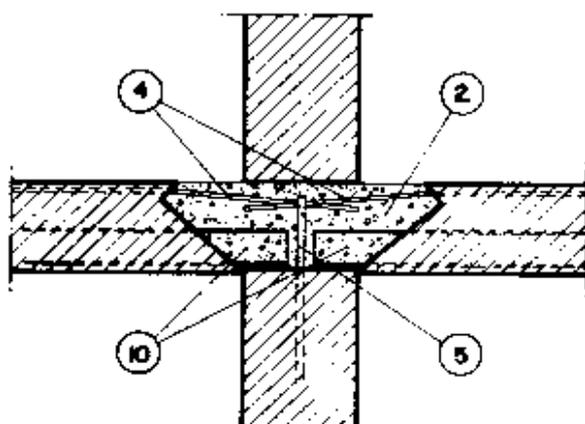
Estior-Hochtiel (Francia), atado perimetral.
 Wohnblockbauten (Alemania), atado perimetral.
 Igeco (Suiza), soporte de nivelación y grapas.
 Peikert WSZ (Suiza)
 Kesting (Alemania).

1. — Relleno de mortero líquido.
2. — Relleno de hormigón.
7. — Rebaje continuo a lo largo de todo el borde del panel.
8. — Soporte de nivelación.
9. — Grapas metálicas de unión.



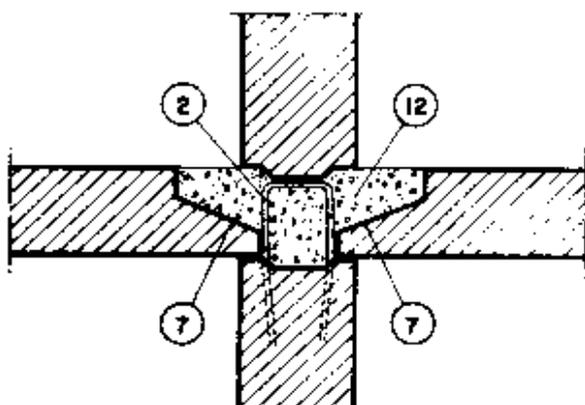
Tracoba (Francia).

2. — Relleno de hormigón.
11. — Espiga de apoyo de hormigón.



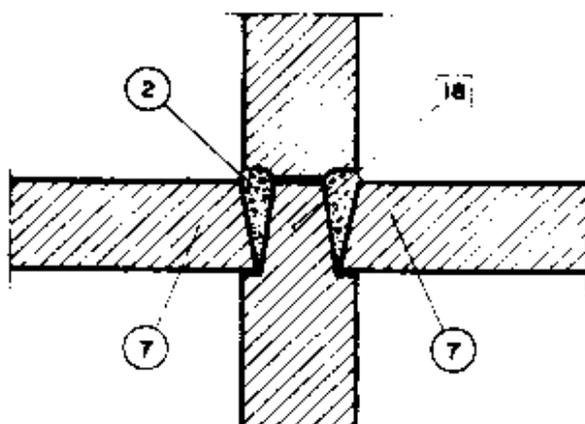
Estrol (Francia)

- 2.- Relleno de hormigón.
- 4.- Armaduras salientes de los paneles de forjado.
- 5.- Armaduras salientes del panel de muro inferior.
- 10.- Perfil metálico empotrado en el panel-forjado



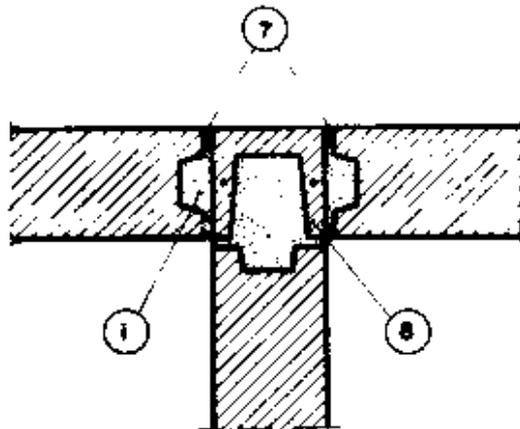
Pascal (Francia)

- 2.- Relleno de hormigón.
- 7.- Rebaje continuo a lo largo de todo el borde del panel.
- 12.- Armadura saliente en forma de horquilla de nivelación.

Cognet (Francia)
Grun & Billinger (Alemania), taco de nivelado en lugar de tetón de hormigón

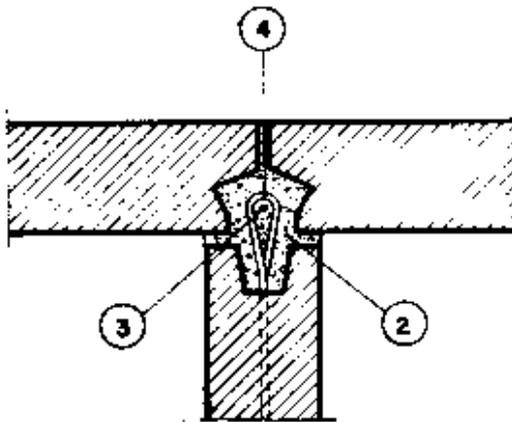
- 2.- Relleno de hormigón.
- 7.- Rebaje continuo a lo largo de todo el borde del panel.
- 18.- Tetón de hormigón para nivelación.

JUNTAS VERTICALES DE TRES PANELES EN ESCUADRA (SECCION HORIZONTAL)



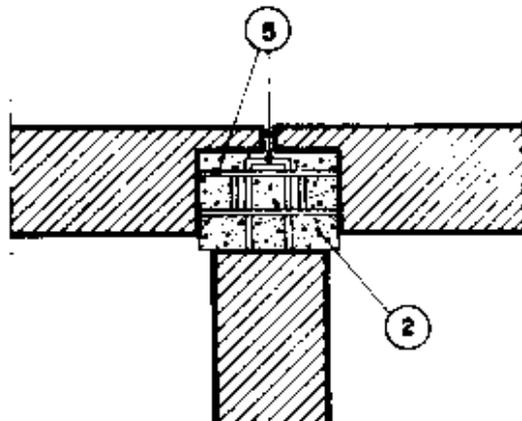
Jankowsky (Suiza)

- 1. — Relleno de mortero.
- 7. — Sellado de yeso.
- 8. — Pieza especial para hueco de instalaciones.



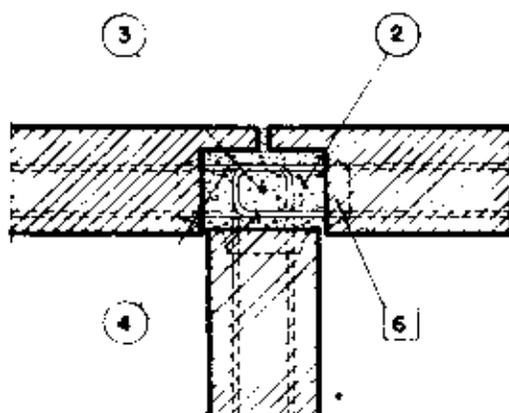
Lutau (Alemania)

- 2. — Relleno de hormigón.
- 3. — Armadura vertical colocada "in situ".
- 4. — Armadura saliente en espera.



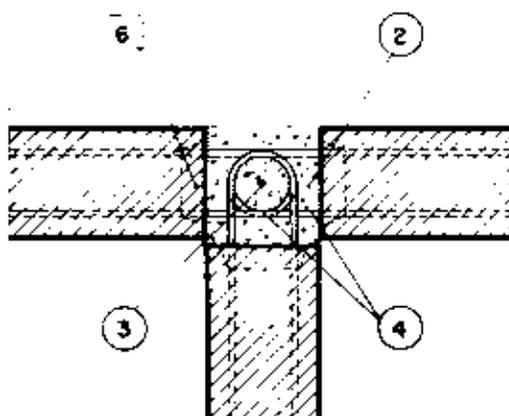
Hoyerswerda (DDR)

- 2. — Relleno de hormigón.
- 5. — Elementos especiales metálicos anclados en los paneles.



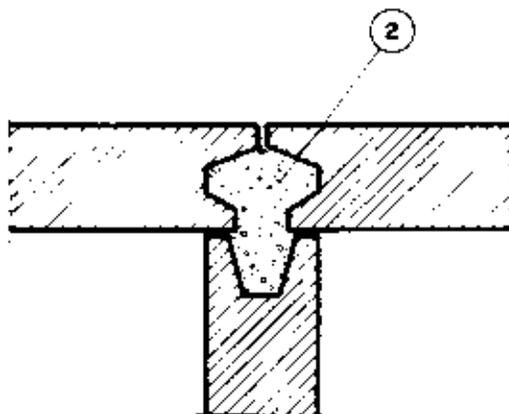
Beton-und Monierbau (Alemania).
 Betonwerk-Niedersachsen (Alemania) escotaduras.
 Larsen & Nielsen (Dinamarca) con muescas.
 Schöckbeton (Holanda).
 Mischek (Austria)

2. - Relleno de hormigón.
 3. - Armadura vertical colocada "in situ".
 4. - Armadura saliente en espera.
 6. - Muecas de borde.



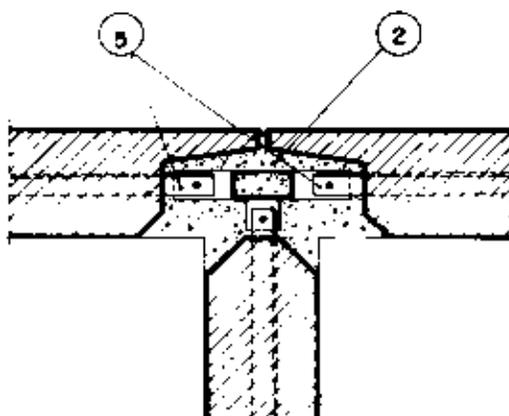
Camus (Francia)
 Krog Bauverfahren (Alemania) con muesca.
 Wolff & Müller (Alemania) con muescas.

2. - Relleno de hormigón.
 3. - Armadura vertical colocada "in situ".
 4. - Armadura saliente en espera.
 6. - Muecas de borde.



Coignet (Francia)
 Grün & Biffinger (R.F. Alemania).
 Prinring (Alemania). Recomendada por el I.T.B. de Varsovia.
 Standard (Italia).

2. - Relleno de hormigón.



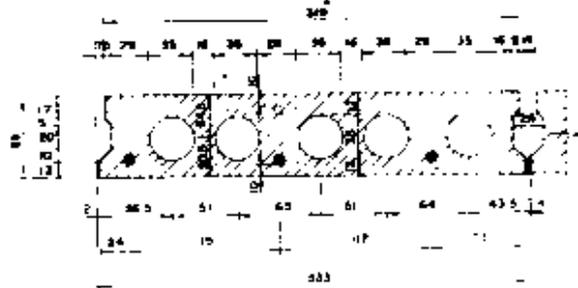
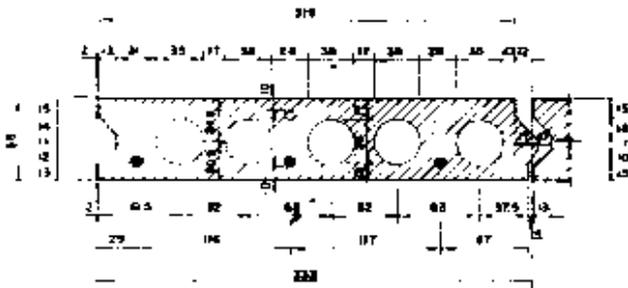
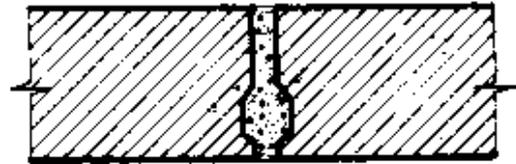
Estior-Hochtiel (Alemania).

2. - Relleno de hormigón.
 5. - Elementos especiales metálicos anclados en los paneles.

- (2) Sin armadura: No presentan resistencia fuerte a deformaciones diferenciales entre paneles adyacentes, ni ante aceleraciones horizontales (movimientos sísmicos)

CARACTERÍSTICAS:

- Poco volumen de concreto en obra
- Rápida ejecución



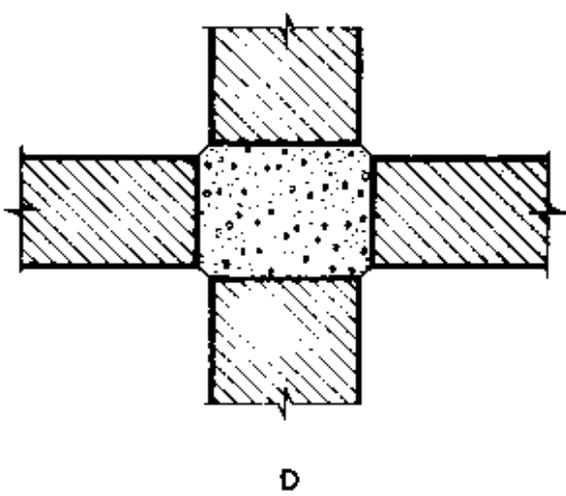
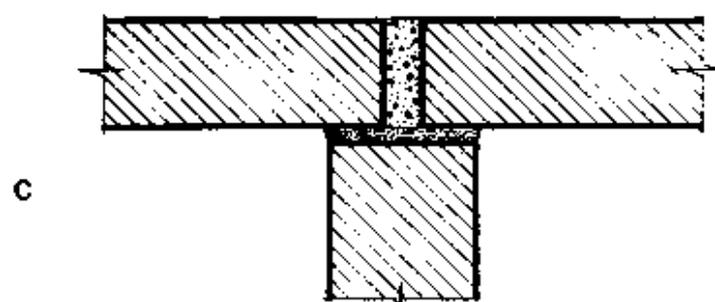
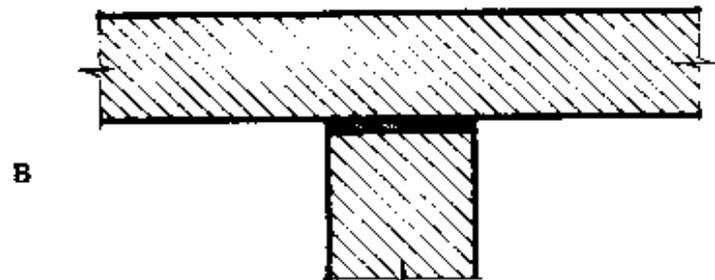
JUNTAS VERTICALES

- Juntas entre elementos paneles interiores portantes
- Juntas entre elementos paneles de fachada

JUNTAS ENTRE PANELES INTERIORES PORTANTES

Según número y posición de paneles

- A. dos paneles a tope
- B. dos paneles a escuadra
- C. Tres paneles en escuadra
- D. cuatro paneles normales entre si



SEGUN FORMA DE LOS BORDES

JUNTAS CALAFETeadAS

- Los bordes de los paneles son rectos sin armaduras salientes
- Relleno de mortero o concreto sin finos
- Fabricación de elementos sencillos
- Realización de la junta en obra fácil
- No transmiten esfuerzos tangenciales
- Anchura de la junta reducida pero mayor de 5 cms., porque si es menor, la pérdida de agua que sufre el concreto vertido por absorción ocasiona:
 - Fisuras de retracción
 - Falta de agarre a las caras de los elementos
 - Desprendimiento del núcleo de concreto
 No deben ser consideradas estructuralmente por: fuerte dispersión de su resistencia (de 0.1 Kg/Cm^2 y 6.0 Kg/Cm^2);
- La presencia del zuncho horizontal aumenta la resistencia de la junta.

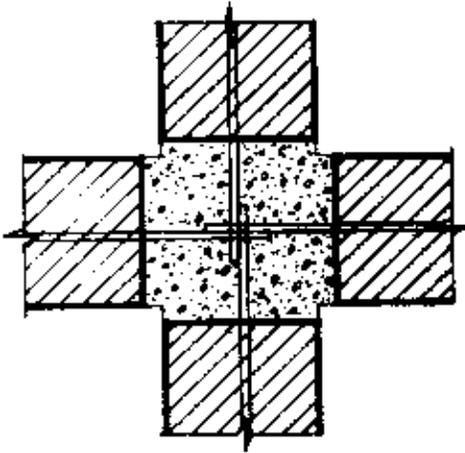
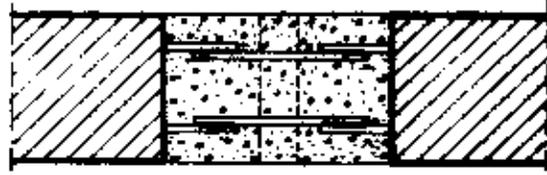
JUNTAS ENCHAVETADAS

- Resisten esfuerzos tangenciales
- Los perfiles (caras planas-forma de garganta), pueden ser distintos, pero su característica que las definen es el armado transversal saliente a todo lo alto del panel o concentrado en los extremos.
- Las de forma de garganta tienen mayor superficie de contacto concreto vertido-elemento prefabricado, por lo que son especiales para resistir fuerzas de cizallamiento y cumple mejor sus funciones:
 - Eliminación del encofrado
 - Poco volumen de concreto
 - Mínimo riesgo de tracción.
 Para estas las recomendaciones C.E.B., exigen un coeficiente de mayor acción de cargas $vq=2.00$ y en los otros casos 2.65
- En algunos casos se acepta la plena utilización de la resistencia a esfuerzos cortantes en toda la fase elástica, tomándose como valor de la misma el doble de la resistencia a tracción del concreto.
- El concreto de relleno de juntas, debe tener una resistencia característica superior a 140 Kg/Cms^2 y cuando es mortero no será inferior a 75 Kg/cm^2 y deberá compactarse suficientemente para asegurar una protección de los accesos a la corrosión.
 - Si coinciden cuatro tabiques del mismo espesor o 2 paneles a tope, puede existir un pilar armado.

A

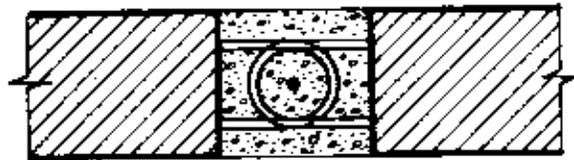
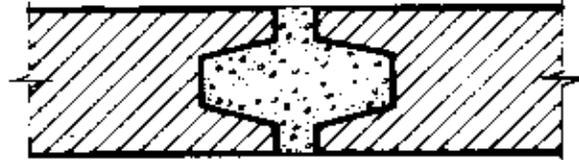


B

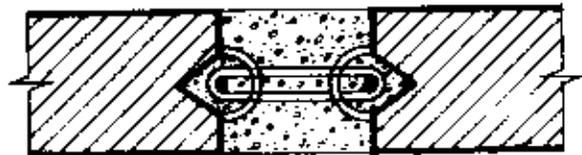


C

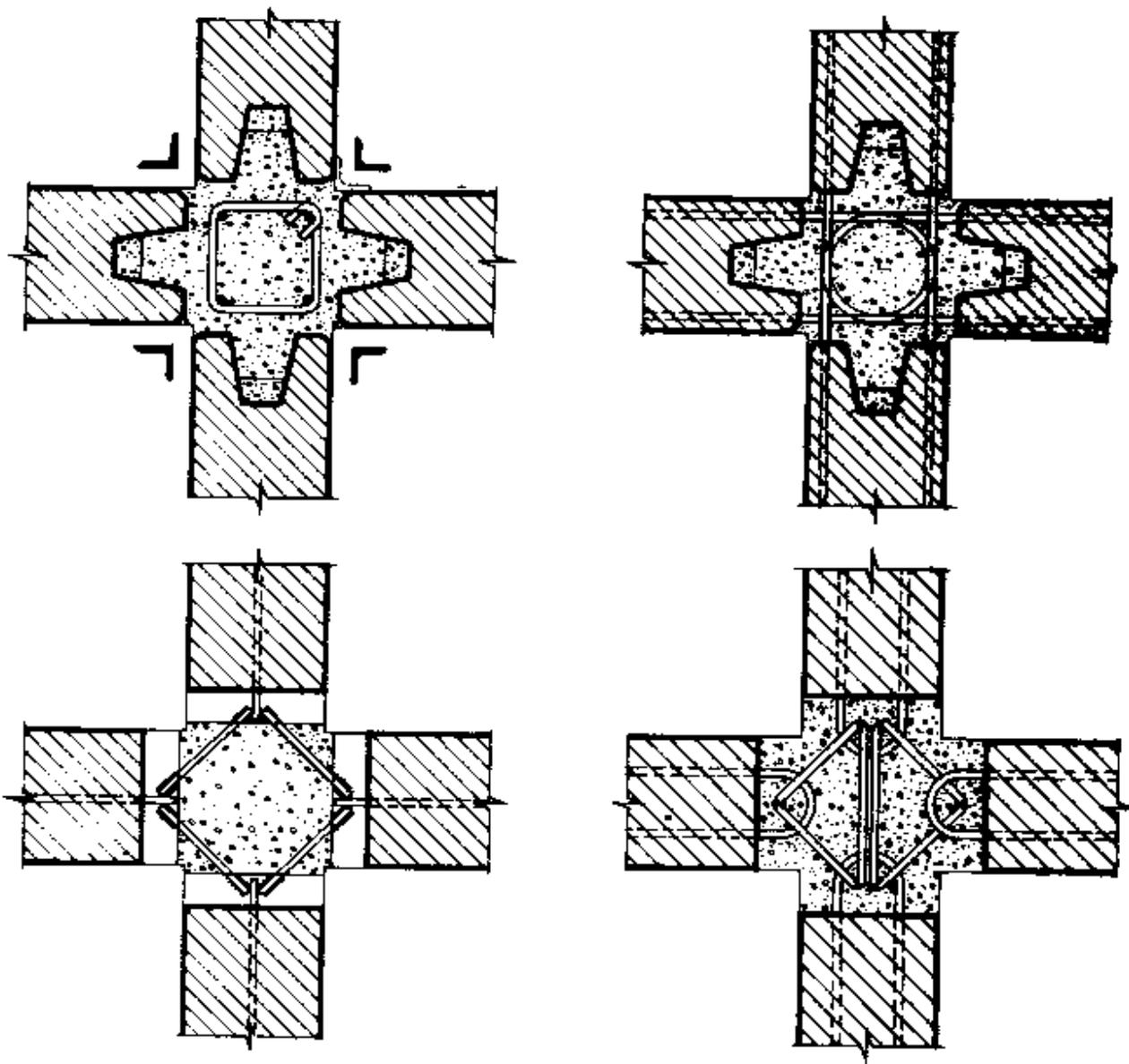
D



E



F

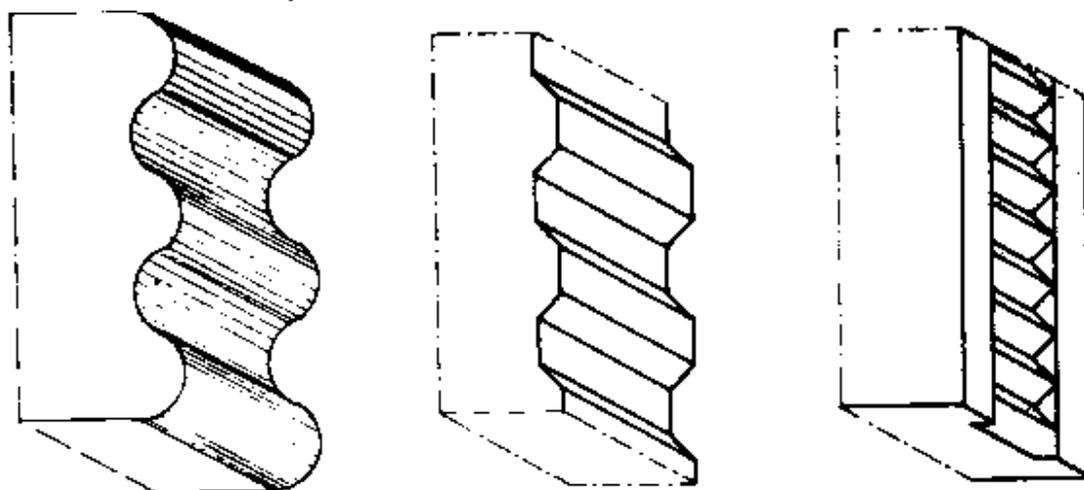


Cuatro ejemplos de resolución de encuentro de cuatro paneles del mismo espesor a base de pilar hormigonado en obra.

JUNTAS QUE ASEGURAN UNA TRANSMISION EFECTIVA DE LOS ESFUERZOS TANGENCIALES DE UN PANEL A OTRO

Norma R.51.132 de las recomendaciones CEB

- Prever salientes de los bordes verticales con los que por la presión mecánica que ejercen, aún si aparecen las grietas, se logra una colaboración junta-panel.
- El esfuerzo cortante se descompone en una compresión inclinada de acuerdo a las salientes y una tracción, la que es absorbida por la armadura horizontal



Distintos tipos de acabados de borde de paneles verticales.

PARA DETERMINAR LOS SALIENTES Y NUMERO DE ELLOS

- Si la inclinación de la componente de compresión, se adopta menor a 45° , el anclaje de los paneles puede ser de 45° y las variaciones de la dirección del momento producen siempre la misma fuerza.

$$P = T/\cos$$

$$2 = T. Tg$$

Fases en el comportamiento de estas juntas según el profesor Lewicki

- Fase I : rígido-elástica
- Fase II : flexo-plástica

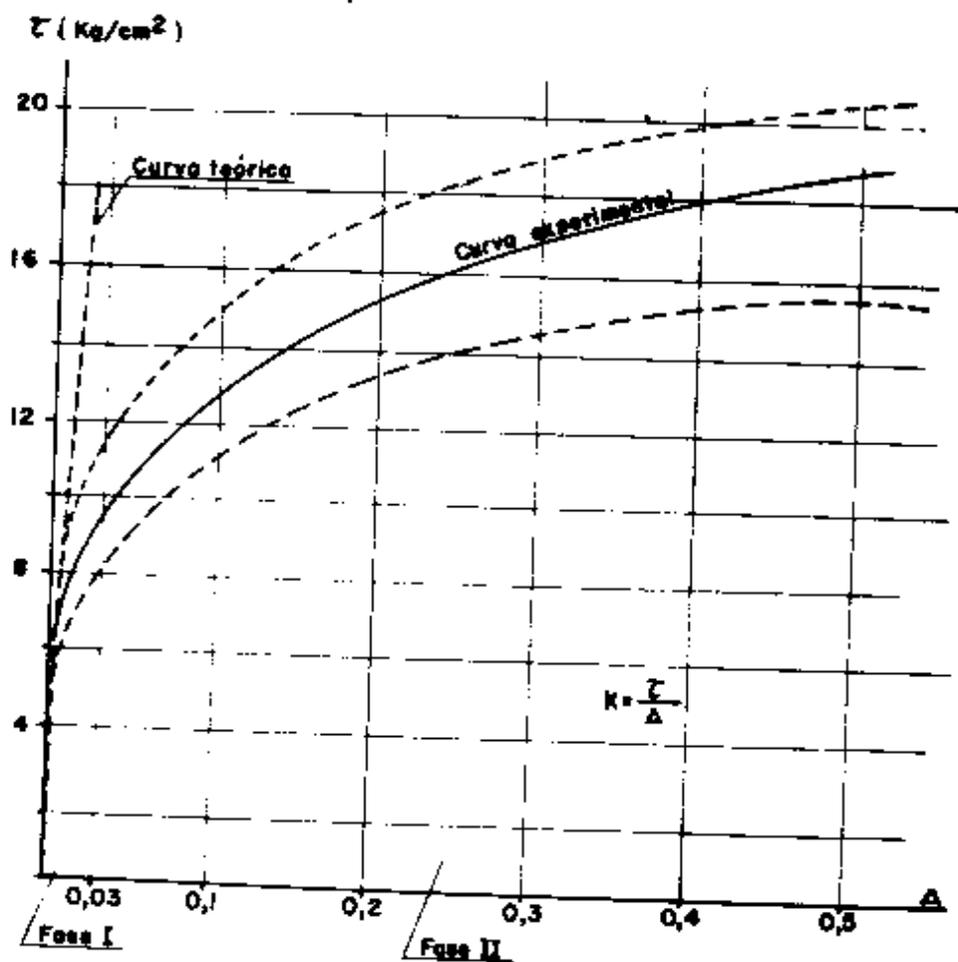
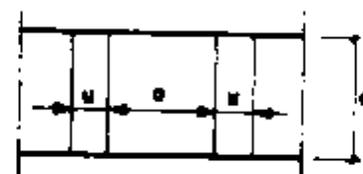
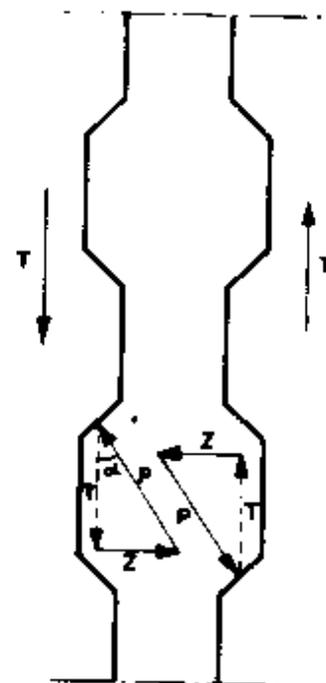


Diagrama de comportamiento bajo carga de las juntas verticales organizadas.



CALCULO DE JUNTAS VERTICALES

Caso: Aplicación directa de cargas sobre los elementos componentes (sin interposición de 3 anchos perimetrales)

$$N_1 \sim N_2$$

Dos paneles de materiales y secciones distintos de módulos de elasticidad E_1 y E_2 y secciones S_1 y S_2

Como las deformaciones unitarias son iguales:

$$\epsilon_1 = \frac{N'_1}{S_1 E_1}$$

$$\epsilon_2 = \frac{N'_2}{S_2 E_2}$$

$$\frac{N'_1}{S_1 E_1} = \frac{N'_2}{S_2 E_2} \quad I$$

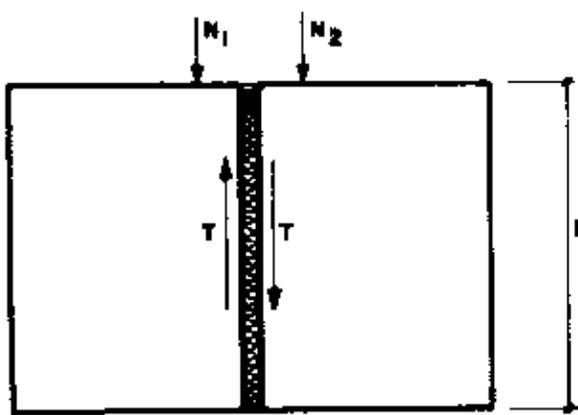
$$N'_1 = N_1 - T$$

$$N'_2 = N_2 + T$$

$$\frac{N_1 - T}{S_1 E_1} = \frac{N_2 + T}{S_2 E_2}$$

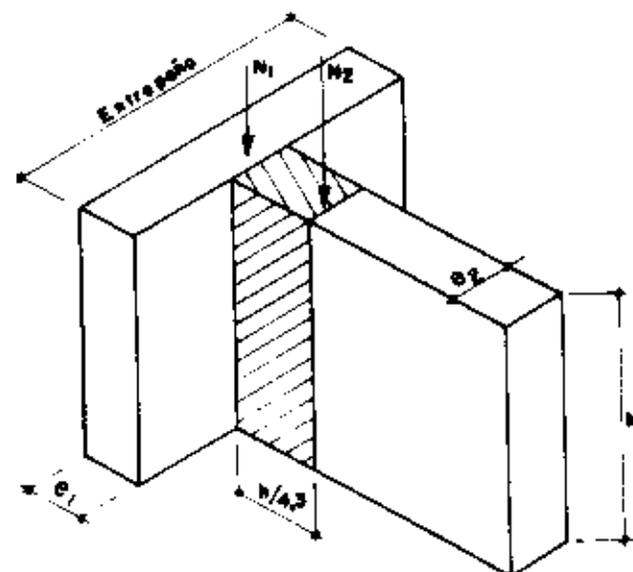
$$T = \frac{S_2 E_2 N_1 - S_1 E_1 N_2}{S_1 E_1 + S_2 E_2} \quad II$$

Para paneles a escuadra según Onichtchyk y Jolkin: determinaron que: la influencia recíproca entre los 2 paneles se extiende a toda la sección del entrepaño de fachada y hasta una longitud igual a $h/4.3$ a partir de la junta, por lo que sustituir en II.



$$S_1 = c, \quad l \text{ entrepaño}$$

$$S_2 = c_2, \quad h/4.3$$



en Varsovia Instituto de técnica de la edificación, se ha comprobado que, cuando uno de los elementos no está cargado ($N_2 = 0$)

la fórmula II es

$$T = \frac{N_1 S_2 E_2}{S_1 E_1 + S_2 E_2} = \frac{N_1}{1 + E_1 \frac{S_1}{E_2 S_2}} \quad \text{III}$$

Y comprobándose que, la junta sin zuncho superior entre paneles, se produce fisuración cuando la fuerza cortante T llega al valor TF

siendo $TF \approx S \cdot r_b$

S = superficie sometida a cizalladura en la junta.

r b = resistencia a la cizalladura del mortero de la junta.

LA JUNTA COMO ELEMENTO FUNCIONAL

JUNTAS DURAS

Utilización de morteros a base de resinas sintéticas (epóxicas), cementos.

GRUPOS DE PRODUCTOS ADITIVOS

- Impermeabilizantes
- Hidrofugos
- Aditivos que tienden a impedir las migraciones capilares
- Aditivos que tratan de mejorar las características del mortero.

MORTERO A BASE DE RESINAS SINTETICAS

- Ejecutar las juntas con estos materiales cuando la junta entre elemento están sometidos a fuertes tensiones o en juntas de difícil agarre del mortero normal.
- Por su gran capacidad resistente a la compresión y flexocompresión, la rotura aparece en la pieza de concreto en la zona más débil por la acumulación de tensiones.
- Son excesivamente rígidas las epóxicas de aminas y amidas, y no permiten contrarrestar los movimientos de los elementos adyacentes; se aplican ahora epóxicas a base de poliaminas y poliamidas que presentan cierta flexibilidad.
- Existen otras resinas que ejercen cierta pretención al panel por la retracción que tienen, aplicarles en baja proporción de volumen (morteros a base de resinas de poliéster saturadas)

JUNTAS BLANDAS

Materias:

- Plásticas
- Elásticas
- Plastoelásticas
- Elastoplásticas

Para la selección de estos productos es conveniente tener en consideración: Los agentes atmosféricos, en especial los rayos infrarrojos, influyen envejeciéndolos y por lo tanto endureciéndolos y/o haciéndolos frágiles: disminuyendo su adherencia y cohesión.

Por lo que, un material de los actuales, después de muchos años de uso no pueden soportar una dilatación superior al 50o/o.

PRODUCTOS ELASTICOS

No ocurre dilatación, únicamente por carga descarga; se encuentran sometidos a cambio de temperatura, y no recuperan su dimensión inicial quedando una tensión interior permanente, por lo que no son recomendables.

PRODUCTOS PLASTICOS

Se deforman por la acción de fuerza exterior y sin oponer resistencia interna (no tienen elasticidad) se presentan fisuras o roturas (chewing-gum) por la superposición de sucesivas causas (exteriores) y efectos (deformaciones).

- Sucesión alternada de tracciones y compresiones la junta pierde sección progresivamente.

No es apropiada cuando se pasan movimientos bruscos.

- Su función es buena cuando se trata de juntas muy elásticas.

RESUMEN DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE JUNTAS (*)

MATERIAL	CAPA DE ACABADO	NUMERO DE COMPONENTES	PESO ESPECIFICO	ENVEJECIMIENTO	CONTRACCION EN % EN LA POLIMERIZACION	DILATACION DE FISURACION EN %	DILATACION PRACTICA	TEMPERATURA	TEMPERATURA	PUERTA EN BARRA EN FRIO/CALIENTE	ESTADO DE LA SUPERFICIE	REPARACION DESPUES DE MESES	ADHERENCIA AL HORMIGON SIN CAPA DE APOSTO	EMPLEO SOBRE SOPORTE			CONEXION DEL PRODUCTO	ENCOLADO POSTERIOR
								MINIMA DE PUERTA EN OMBIA	DE POLIMERIZACION					SECO	NUMERO	MEJORA		
MATERIALES PLASTICOS																		
Bituminosos	no	1	1,3-1,7	si endurecimiento	0,3	60	1,5	0	> 0	caliente/frio	blando al calor	variable	suficiente	si	no	no	moderada	si
Bituminosos mejorados	no	1	1,3-1,7	ligero endurec.	0,2	80	2,8	0	> 0	caliente/frio	blando al calor	variable	suficiente	si	no	no	suficiente	si
Mástic con aceite	no	1	1,3-1,8	endurecimiento	0,5	70	1,5	0	> 0	frio	seco	no	moderada	si	no	no	débil	si
Mástic con aceite mejorado	no	1	1,3-1,6	ligero endurec.	0,5	100	1,5	0	> 0	frio	seco pegajoso	variable	suficiente	si	no	no	débil	si
Mástic con caucho blando	no	1	1,4-1,7	poco endurec.	0,2	120	4	0	> 0	frio	casi seco	variable	suficiente	si	no	no	buena	si
Pastas en dispersión estabilizadas	no	1	1,3-1,6	no	15	300	2,5	+ 2	> 0	frio	seco	si	buena	si	si	variable	moderada	si
Pastas en dispersión taponificadas	no	1	1,3-1,8	degradación	15	300	2	+ 2	> 0	frio	seco	si	buena	si	si	variable	moderada	si
Mástic de resina sintética conteniendo disolvente	no	1	1,4-1,6	no	10-30	750	3,5	- 10	> 0	frio	blando, seco	variable	buena	si	si	variable	moderada	si
Mástic de resina sintética conteniendo poco disolvente (acrilica)	no	1	1,4-1,6	no	4-5	300	5	20	> 0	frio	un poco pegajoso	si	buena	si	si	no	buena	si
MATERIALES ELASTICOS																		
Caucho silicona semiblando	si	1	1,0-1,5	no	2	500	10	- 20	> 0	frio	seco	no	moderada	si	si	no	buena	si
Poliulfuro rígido	si/no	2	1,4-1,8	ligero endurec.	1	400	4-6	- 20	> 0	frio	seco	variable	moderada	si	si	no	buena	si
Poliuretano rígido	si	2	1,3-1,8	disminución de la cohesión	1,7	150	2,5	+ 4	> 0	frio	seco	no	mala	si	si	no	débil	si
Resina epoxídica-poliulfuro	si/no	2	1,4-1,8	endurecimiento	1-2	15	1	+ 6	> 0	frio	seco	mala	buena	si	variable	no	si, variable	si
MATERIALES PLASTOELASTICOS																		
Pasta de caucho acrílico blanda	no	1	1,3-1,5	ligero endurec.	1,3	300	10-15	+ 2	> 0	frio	apenas pegajoso	si	buena	si	si	variable	buena	si
Acrílico con poco disolvente	no	1	1,3-1,4	no	5	300	20	- 20	> 0	caliente/frio	apenas pegajoso	si	buena	si	si	no	buena	si
Resina acrílica con reticulado diferido en un medio homogéneo	no	1	1,3-1,4	no	6-7	500	20	- 20	> 0	caliente/frio	seco	variable/si	buena	si	si	no	buena	si
Mástic poliisobutileno	no	1	1,4	no, ligero endurec. en superficie	0	700	8	- 20	> 0	caliente/frio	poco pegajoso	si/variable	suficiente	si	no	no	buena	si
Mástic caucho butilo	no	1	1,4-1,5	endurecimiento	2	2000	5-8	- 20	> 0	frio	seco	variable	suficiente	si	no	no	buena	si
Pasta polivinilo éster	no	1	1,4-1,6	rotura	12-15	900	3	+ 2	> 0	frio	casi seco	si	buena	si	si	variable	rápida/pec.	si
MATERIALES ELASTOPLASTICOS																		
Pasta de caucho acrílico rígido con reticulación retardada	no	1	1,3-1,5	no	13-15	200	7	+ 2	> 0	frio	seco	variable	moderada	si	si	no	b./moder.	si
Mástic acrílico con reticulación diferida	no	1	1,3-1,4	no	5-6	500	15-20	- 20	> 0	caliente/frio	seco	si	buena	si	si	no	buena	si
Mazcla elastómero-acrílico con reticulación diferida	no	1	1,3-1,4	no	5-6	400	15-20	- 20	> 0	caliente/frio	seco	si/variable	buena	si	si	no	muy buena	si
Pasta poliisobutileno de alto peso molecular	no	1	1,3-1,6	no	15	150	10	+ 2	> 0	frio	poco pegajoso	si	buena/suf.	si	si	no	b./muy b.	si
Poliuretano blando	si/no	1 y 2	1,4	apenas endurec.	2	200	15	+ 6	> 0	frio	seco	variable	buena/suf.	si	si	no	buena/suf.	si
Acrílico-poliuretano	si/no	1 y 2	1,4	muy poco	2	450	16	+ 6	> 0	frio	apenas pegajoso	variable	buena	si	no	no	buena/suf.	si
Caucho silicona blanda	si/no	1	1,0-1,3	blando	2	600	20	- 20	> 0	frio	seco	variable	suficiente	si	si	variable	muy buena	si
Producto poliulfuro semiblando	si/no	2	1,4-1,6	poco endurec.	3	600	10	- 20	> 0	frio	seco	si	suficiente	si	no	no	buena	si
Producto poliulfuro blando	si/no	2	1,4-1,5	apenas	3	650	15-20	- 20	> 0	frio	seco	si	suficiente	si	no	no	buena	si
Producto poliulfuro monocompuesto	si/no	1	1,4-1,5	apenas	3	650	15-20	- 20	> 0	frio	seco	si	suficiente	si	no	no	buena	si
Mástic elastómero	si/no	1	1,3-1,5	poco	8-12	500	10-15	- 20	> 0	caliente/frio	seco	variable	buena/suf.	si	no	no	buena/suf.	si

(*) Tomado del libro *Les joints dans le bâtiment*, traducción francesa del libro de E. G. Grunow: *Fugen im Wohnungsbau*.

TIPO	PROPIEDADES CARACTERISTICAS	INCONVENIENTES	APLICACIONES
POLIETILENOS. — Están divididos en dos tipos, <i>de baja densidad</i> (llamados así por su bajo peso específico) y <i>de alta densidad</i> . La apariencia de ambos es semejante. Los de baja densidad están formados por cadenas ramificadas de moléculas, mientras que los de alta densidad consisten en cadenas lineales de moléculas. Estos últimos tienen mayor rigidez y resistencia a la tracción, así como punto de fusión más elevado.	Fácil fabricación. Precio bajo. Buenas propiedades como barreras. Resistencia al agua, a los disolventes y a acciones químicas. Buena flexibilidad. Excelentes propiedades eléctricas.	Mala resistencia al envejecimiento en exteriores, a menos que esté pintado de negro.	Revestimiento de alambres y cables. Láminas y películas. Tuberías y cañerías. Tanques (depósitos).
POLIPROPILENO. — Semejante al polietileno de alta densidad, pero su resistencia a la tracción, al calor y su rigidez son mayores.	Bajo coste. Capacidad de servicio a altas temperaturas. Resistencia química al agua y a los disolventes. Fácil fabricación. Excelentes propiedades eléctricas.	Mala resistencia a los agentes atmosféricos si no está pintado de negro. "Fisurables" a bajas temperaturas.	Cañerías, tuberías y accesorios. Cuerdas. Recubrimiento de alambres. Bombas caseras. Tanques y contenedores. Utensilios domésticos. Láminas y películas.
RESINA DE ESTIRENO. Incluyen al poliestireno (u homopolímeros) y copolímeros de estireno, obtenidos inyectando estireno en un esqueleto de caucho.	Pequeño coste. Transparencia (en los homopolímeros).	Pequeña resistencia al choque (excepto algunos copolímeros), tendencia a la rotura y al agrietamiento. Mala resistencia a largas exposiciones al exterior.	Baldosas de pared. Paneflex y partíflex. Ponies y asas de cajones. Lámparas. Estrima aislante para edificios, utensilios y tuberías.
P.C.V.* — Policloruro de vinilo (rígido).	Bajo precio. Resistencia química al agua y a disolventes. Autoextintor. Puede ser estable frente a los agentes atmosféricos.	Se degrada en usos a altas temperaturas. Los translúcidos pueden ser sensibles a radiaciones ultravioleta.	Tubería. Extractores y ventiladores. Paneles constructivos. Componentes de ventanas. Canalones para lluvia. Baldosas de pared.

* El dicloruro de polivinilo, aparecido recientemente para aplicaciones rígidas, aumenta la temperatura de servicio en 60° F. Además, la resistencia química y dureza son mayores. Las aplicaciones proyectadas para edificios son cañerías de agua fría y caliente.

PVC Flexible.	Bajo coste. Amplias posibilidades de fabricación. Amplia variedad de utilización. Buena resistencia a los agentes atmosféricos.	Poca resistencia en elevadas temperaturas de servicio.	
----------------------	---	--	--

PLASTICOS TERMOESTABLES

TIPO	PROPIEDADES CARACTERISTICAS	INCONVENIENTES	APLICACIONES
AMINORRESINAS. — Son resinas de formaldehído de melamina. La melamina proporciona alta resistencia, temperatura de servicio y resistencia al agua, pero a mayor precio. Las resinas de melamina tienen la mayor resistencia al rayado y la mayor solidez superficial de todos los plásticos.	Solidez superficial. Resistencia al rayado. Resistencia al calor. Fácil coloración. Colores estables. Propiedades adhesivas y ligantes. Propiedades eléctricas. Bajo precio (formaldehído de urea).		Tiradores de cajones y pomos de puertas. Adhesivos para madera prensada. Adhesivos para muebles laminados. Asientos de WC. Utensilios domésticos. Laminados decorativos para superficies de mesas, mostradores, etc.

MATERIAS TERMOPLASTICAS			
TIPO	PROPIEDADES CARACTERISTICAS	INCONVENIENTES	APLICACIONES
PLÁSTICOS ABS (Acilonitrilo butadieno estireno)	Duros, resistentes y rígidos. Presentan un buen equilibrio entre resistencia al calor, estabilidad dimensional, resistencia química y propiedades eléctricas. Fácilmente moldeables. Relativamente baratos.		Tuberías (drenajes, desagües, desperdicios, ventilación). Puertas correderas y carriles de ventanas. Sellados contra los agentes atmosféricos. Moldes de hormigón. Utensilios caseros.
CELULOSAS. - P ^o principalmente acetato de celulosa (AC), pinguicato de celulosa (PC) y acetobutirato de celulosa (ABC).	Colores vivos, incluso las transparentes. Fácil fabricación.	Relativamente caras. Dudosa conservación en exteriores. Sujeto a cambios dimensionales. Sensibles al calor	Lámparas. Lentes. Partes de utensilios domésticos. Capas protectoras y lacas para maderas y metales. Asientos de WC. Mangos de herramientas. Parasoles.
RESINAS DE ACETAL - Polímeros y copolímeros de formaldehído.	Alta resistencia, Alta rigidez. Gran dureza. Adecuado para sustituir a los metales en muchas aplicaciones.	Relativamente caras. Tendencia <i>to chack</i> en usos exteriores.	Utensilios domésticos. Soportes. Uniones por encaje instantáneo. Muelles. Componentes de bombas. Engranajes. Transmisiones.
ACRILICOS	Sobresaliente transparencia y colorido. Excelente resistencia a los agentes atmosféricos. Costo medio.	Baja resistencia al rayado y al impacto.	Envolturas. Lámparas. Vidrieras. Paneles de edificios. Placas para enchufes. Asientos de WC. Toileteros. Pantallas. Baños. Sintideros.
Sellantes acrílicos.	Algo elastoméricos. Se utilizan en juntas en las que el movimiento es relativamente pequeño. Comportamiento excelente al exterior. Buena adhesión.		
Revestimientos acrílicos.	Generalmente se suministran formando emulsiones acuosas. Adhesión y comportamiento al exterior excelentes.		
NILÓN	Coefficiente de rozamiento muy bajo. Resistencia a la abrasión. Dureza. Resistencia química.	Alto poder de absorción de agua.	Engranajes. Soportes. Partes de mecanismos. Partes de cerraduras. Conectores de ejes. Enchufes y relés. Revestimientos de alambres.
POLICARBONATOS	Alta resistencia y dureza. Elasticidad dimensional. Su temperatura de servicio más elevada es excepcional entre los termoplásticos. Pueden lograrse grados de transparencia.	Cierta tendencia a amarillear y al deslustro superficial al envejecer. Alto coste. Temperatura de moldeo alta.	Componentes de interruptores. Utensilios domésticos. Lámparas. Vidrieras. Vasos de filtros. Protectores de fusibles. Uniones de mangueras.

CUBREJUNTAS

Materiales: Policloruro de vinilo (PVC), cloropeno y caucho.

PROBLEMA: Durabilidad (el ozono del aire y de la luz solar les ocasionan graves daños); Si se utilizan elastómeros debe ser en su estado puro, si se mezclan con otras sustancias de caucho, se hacen quebradizas, frágiles y pierden color en poco tiempo.

SU:

DIMENSION: La rama se dimensionará de acuerdo a la dilatación que se ha previsto para que no se salga de su lugar, ejemplo: panel de 5 m. sometido a un descenso de temperatura de 30°C. se contrae 1.5 mm.

FORMAS:

- Bandas empotradas o pegadas
- Perfiles comprimidos
- Perfiles tipo tapón
- **Perfiles revoque:** Para transmitir los movimientos de dilatación o contracción de los elementos en una zona concreta de la junta.
anchura: 30 mm.
deformación mx: 5 mm.
- **Bandas metálicas**
Para losas: de latón y cobre
Para paneles: perfil en T en el relleno de la junta, aplicándole minio para evitar la corrosión.

JUNTAS VENTILADAS (no rellenas)

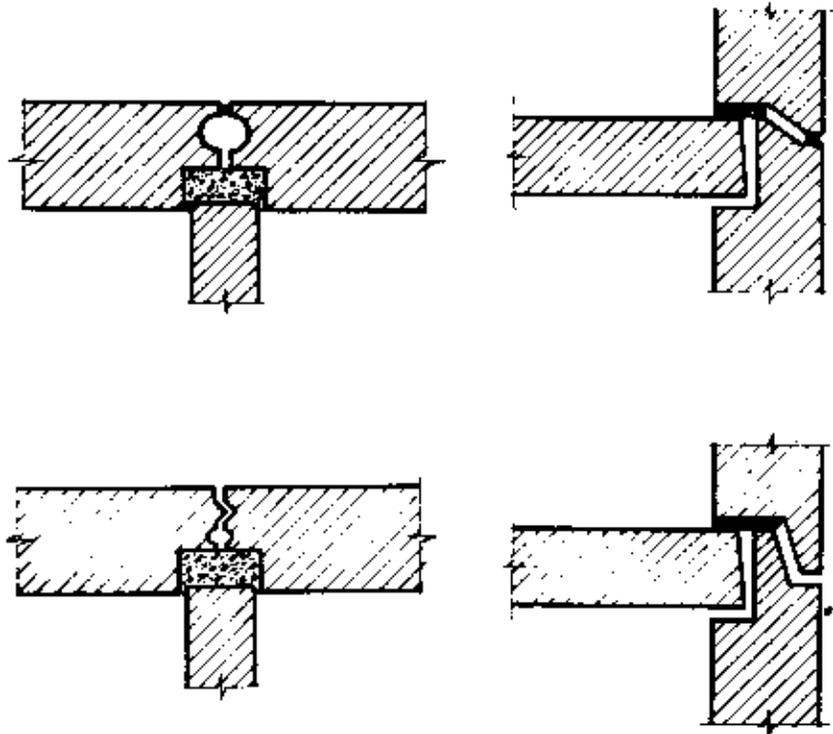
Anulan los esfuerzos que impulsan el agua exterior dentro de la junta por acción del viento, gravedad, capilaridad. penetra hasta cierto punto agua y aire, pero es evacuada al exterior nuevamente, por medio de una cámara o hueco de descomposición de doble función:

- Anula fenómeno de bombeo (los extremos en contacto con la atmósfera)
- Sirve de conducción para drenaje (juntas autodrenados)
- Acanaladuras en la cara del panel, para el drenado.

Según Bishop, la utilización del agua de la ranura que le llega por el chorreo oblicuo en el parámetro exterior y que representa de 5 a 10 veces como caudal superior al que desliza en los elementos. Se puede solucionar la penetración del agua por los bordes de la junta ventilada:

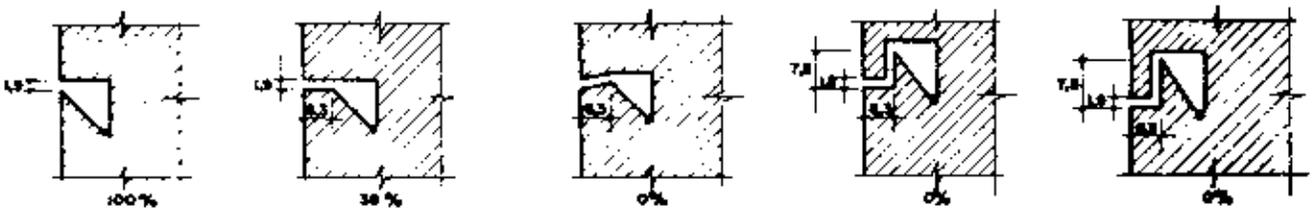
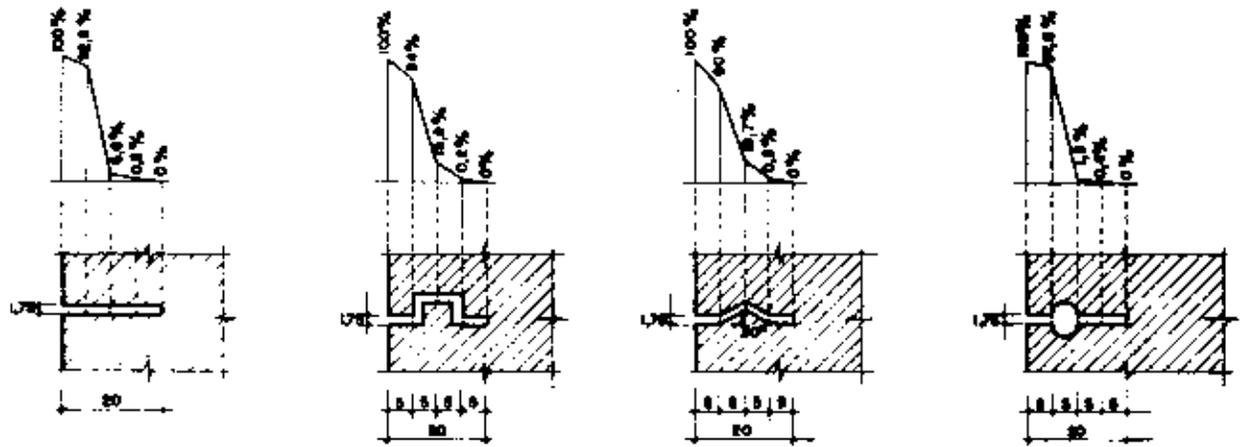
1. Evitando el deslizamiento oblicuo, encauzándolo por ranuras verticales (textura ranurada) que reparten uniformemente el descenso del agua.
2. Resalto en la ranura de la junta.

Juntas horizontales	abiertas ó
Juntas verticales	cerradas



Juntas ventosas: abiertas y cerradas.

$$q = \frac{1}{16} v^2 \text{ kg/m}^2$$



Resultados de los ensayos de impermeabilización realizados por D. Bishop.

Agua recogida en porcentaje en 5-10-15 y 20 cms. de profundidad.

Las juntas ventiladas pueden ser estancadas sin ser cerradas; si responde a la fórmula

$$q = \frac{1}{16} V^2 \text{ Kg/m}^2$$

V = velocidad del viento metros por segundo.

Calculando la presión en columna de agua ejercida por la velocidad del viento o lo que equivale a la altura h.

si $h = 11$ cms. la junta puede permanecer abierta e impermeable para el valor $q = 100 \text{ Kg/m}^2$ como max.

si $h = 5$ cms. sólo para juntas poco expuestas

si $h = 7$ cms. sólo para juntas de exposición normal

si $h = 10$ cms. sólo para juntas de exposición expuesta.

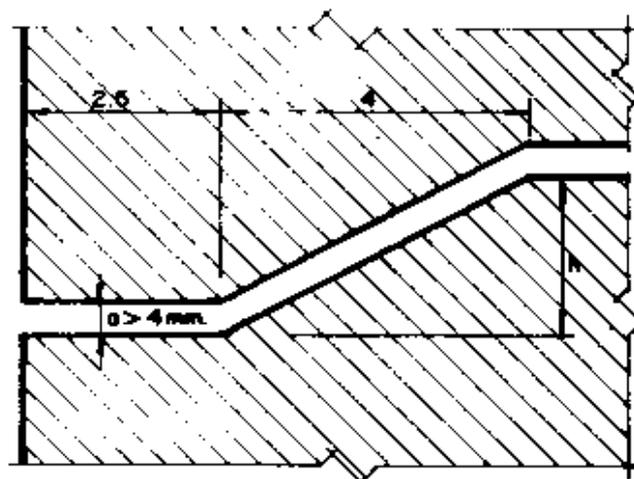
para valores de $a > 4$ mm

considerado como ancho óptimo los valores entre 10 y 15 mm.

Si la abertura de la junta es de 0.01 a 4 mm a > 4 mm según C.F.B. se presenta el fenómeno de bombeo por lo que h será el doble del cálculo.

Las juntas abiertas son recomendables en juntas horizontales por su fácil solución y poco tiempo de ejecución en la obra.

En estas juntas ventiladas abiertas el problema es el viento que penetra y el enfriamiento incontrolado resultante.



Junta ventilada horizontal en una fachada de grandes paneles de hormigón.

4.4.1 TOLERANCIAS

Los elementos en la industrialización de la construcción, deben fabricarse de tal manera que su acabado y precisión permitan utilizarlos directamente, eligiéndose al azar entre los existentes el que se ha de colocar. Esto es, obtener la intercambiabilidad que es la condición básica necesaria para evitar las modificaciones tan corrientes en la construcción tradicional por la búsqueda de los acoplamientos.

Por tanto, es necesario que las diferencias entre las medidas proyectadas y las realmente fabricadas se mantengan dentro de unos límites controlados que permitan los montajes y acabados sin retoques ni cortes. lo que hace que los productos industrializados de la construcción no tengan un dato exacto en su medida sino dos límites, máximo y mínimo para delimitarlos.

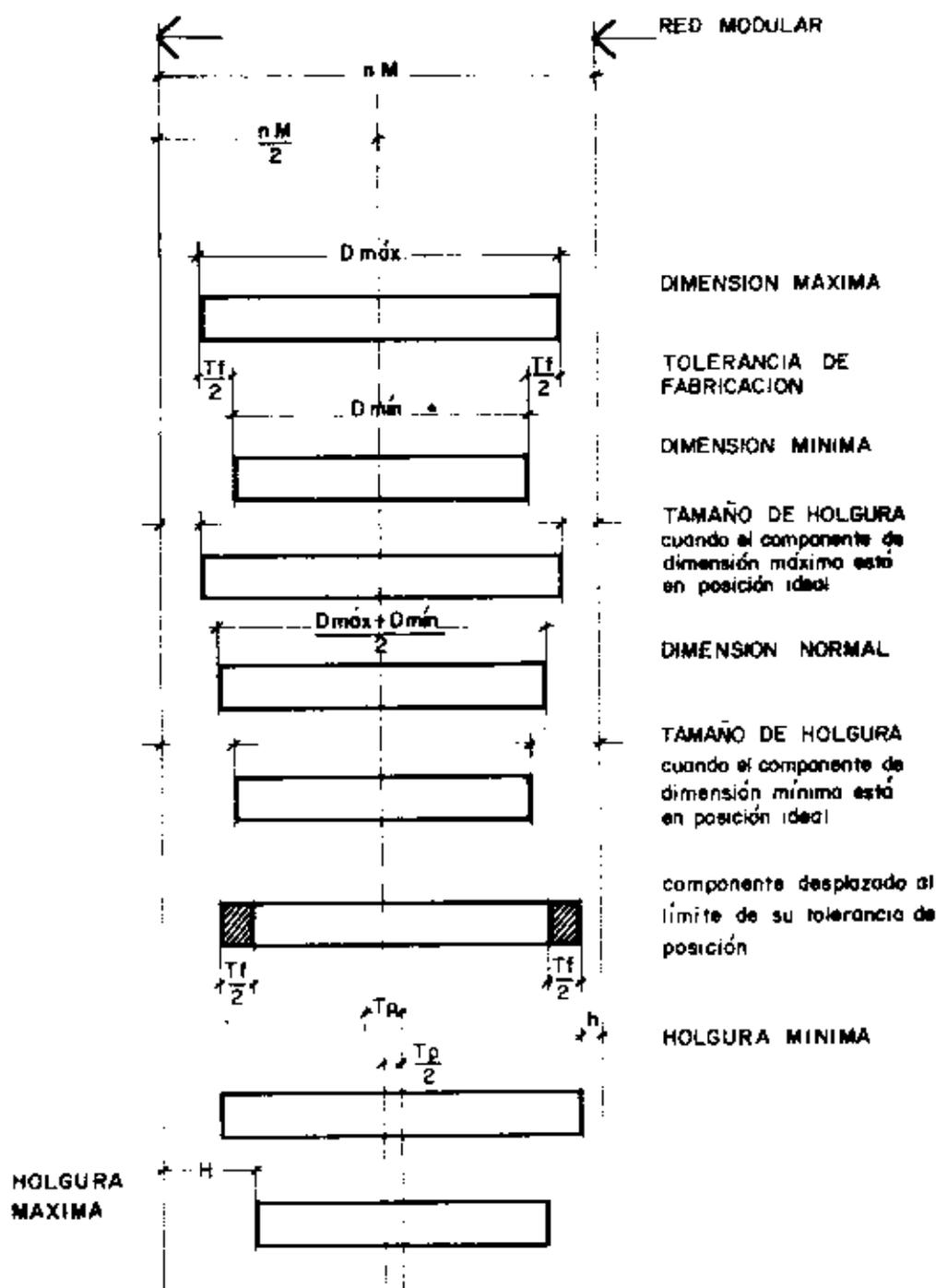
DEFINICIONES SOBRE ERRORES Y TOLERANCIAS

- Dimensión de coordinación: es la determinante para la unión de un elemento con otro.
- Dimensión de fabricación: cualquiera de las dimensiones que puede tomar un elemento.
- Dimensión efectiva: es la medida directa sobre el elemento considerado.
- Dimensión máxima admisible: máximo valor que puede alcanzar una dimensión efectiva.
- Dimensión mínima admisible: mínimo valor que puede alcanzar una dimensión efectiva.
- Dimensión básica: es la dimensión teórica de un elemento.
- Dimensión de designación: elegida convencionalmente para la designación de un elemento.
- Error dimensional: diferencia algebraica entre la dimensión efectiva de un elemento y su dimensión básica.
- Error de posición: distancia definida en un sistema de referencia modular, entre un punto real de un elemento y su disposición ideal prevista.
- Error de curvatura: diferencia entre la curvatura real en un punto y la correspondiente prevista en el proyecto.
- Tolerancia superior: error dimensional positivo, máximo admisible, por norma.
- Tolerancia inferior: error dimensional negativo, máximo admisible, por norma.
- Tolerancia de posición: error de posición máximo admisible en la colocación de un elemento, por norma.

- Tolerancia de fabricación: especificación permitida en la fabricación de un elemento.
- Tolerancia de curvatura: error máximo de curvatura admisible, por norma.

TOLERANCIAS Y ERRORES

En los métodos constructivos artesanales, las variaciones en dimensiones pueden salvarse adaptando o remodelando en el lugar los componentes constructivos; si bien es cierto que es inevitable la existencia de pequeñas variaciones en la prefabricación, deben tenerse en cuenta estos errores para obtener un acoplamiento de los elementos lo más perfecto posible, sin necesidad de modificar los componentes el colocarlos en obra. Por ello es necesaria una teoría de las tolerancias admisibles.



DEFINICIONES SOBRE LAS DIMENSIONES QUE HABITUALMENTE SE UTILIZAN

DIMENSIONES Y TOLERANCIAS

2º CASO

Dimensión básica = Dimensión de coordinación
 Dimensión efectiva = Dimensión de coordinación
 (Caso general de los huecos)

4º CASO

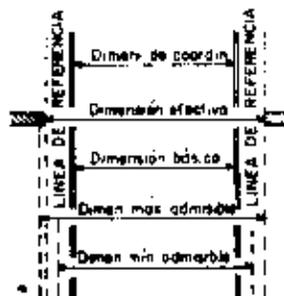
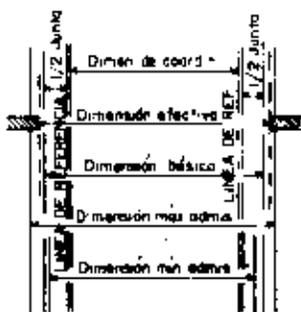
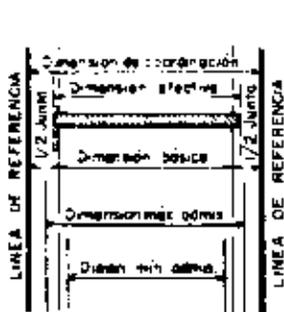
Dimensión básica = Dimensión de coordinación
 Dimensión efectiva = Dimensión de coordinación
 (Caso general de cerramiento de huecos)

1º CASO

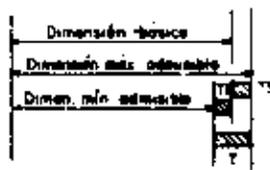
Dimensión básica = Dimensión de coordinación
 Dimensión efectiva = Dimensión de coordinación
 (Caso general de los macizos)

3º CASO

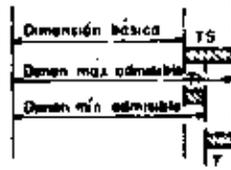
Dimensión básica = Dimensión de coordinación
 Dimensión efectiva = Dimensión de coordinación
 (Caso general de huecos y macizos alfinados)



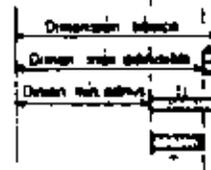
TOLEANCIA $T = (h - n) = (H) + (h)$



TOLEANCIA $T = T2 - T1 = T2 + T1'$



TOLEANCIA $T = T2 - T1' = T2 + T1$



TOLEANCIA $T = (h - t) = (t) - (h)$

4.4.5 INSTALACIONES

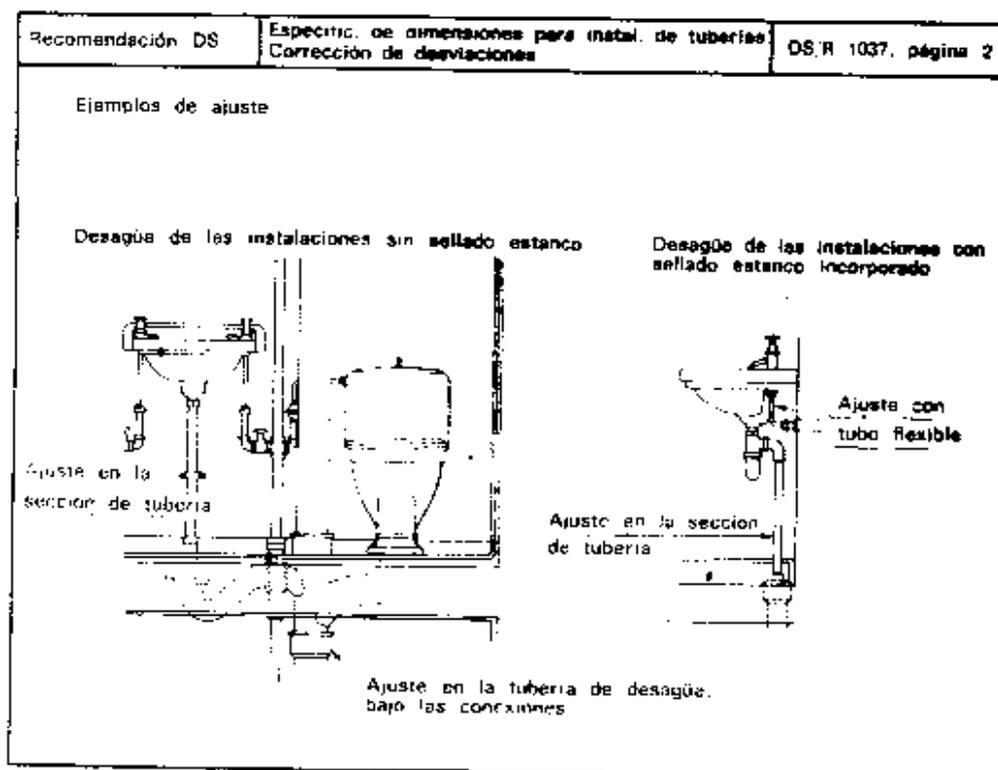
INSTALACIONES

Todo el proceso constructivo debe estar racionalizado, por lo que, no debe escapar a esta racionalización el renglón instalaciones; que representan un porcentaje importante en el costo total, principalmente si está mal planeadas y representan también en la ejecución de la obra una incidencia en el ritmo de trabajo.

Respecto a la industrialización en la fabricación de los elementos que contienen la mayoría de instalaciones puede decirse se han resuelto en gran parte los problemas y que se han desarrollado en diferentes formas y se encuentran como artículos de catálogo en países industrializados, con un dimensionamiento interno para cada sistema de tubería, dimensionamiento referido a sus ejes longitudinales, lo que queda es relacionarlo con el sistema modular de las estructuras.

Recomendable es tomar, para la relación con la modulación de la estructura, planos de referencia verticales y horizontales.

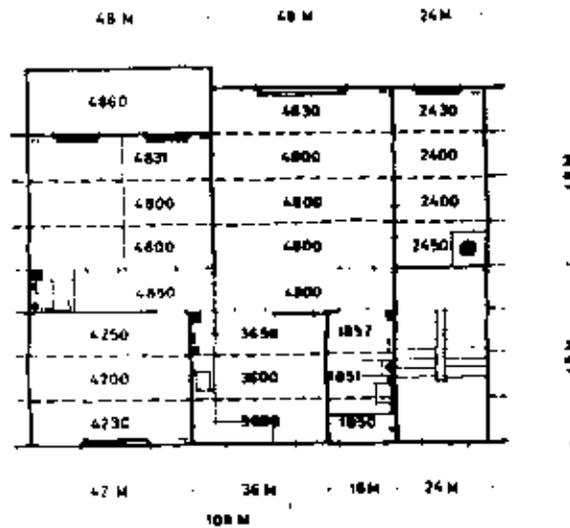
En lo que a verticalidad se refiere, es necesario efectuar estudios antropométricos y una investigación de la altura normal usada, (puede tomarse 1.100 mm sobre la losa). El replanteo de todas las instalaciones es posible de realizarse; y el acoplamiento de la estructura con ellas cuando éstas se prefabrican, siendo recomendable que así suceda, independientes del edificio; es necesario compensar los errores dimensionales que se dan entre las instalaciones y los componentes del edificio tal como se indica en los dibujos.



Corrección de desviaciones.

Es necesario que en esta racionalización de la gran cantidad de instalaciones en un edificio, se refleje de tal forma que, estas que son el principal factor para que no se pueda limitar el número de variantes, se encuentren agrupadas, factor que también es aconsejable pues se confirma el ruido que estas producen.

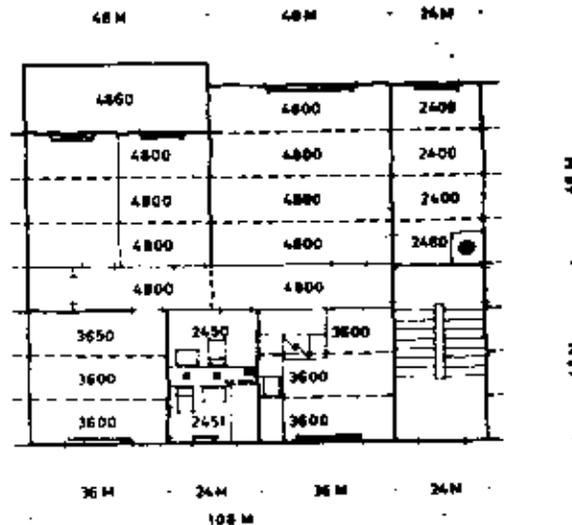
Plano de apartamento con instalaciones dispersas.



N.º	Norm.	Espec.
PE 1850		1
1851		1
1852		1
2400	2	1
2430		1
2450		1
3600	1	1
3630		1
3650		1
4200	1	1
4230		1
4250		1
4800	6	1
4830		1
4831		1
4850		1
4860		1
	10	13

PLANTA A Apartamento de 4 habitaciones con aprox. 110 m² de superficie total

Plano de apartamento con instalaciones racionalmente agrupadas.



N.º	Norm.	Espec.
PE 2400	3	1
2450		1
2451		1
2460		1
3600	5	1
3650		1
4800	9	1
4860		1
	17	9

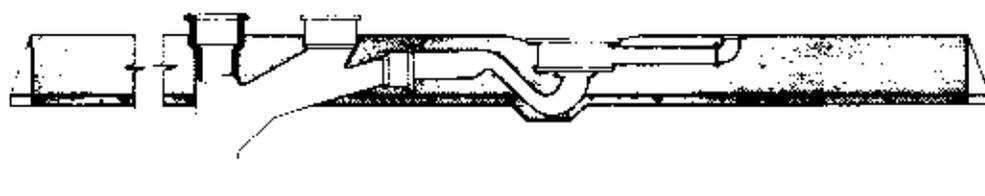
PLANTA B Apartamento de 4 habitaciones con aprox. 110 m² de área total

Obsérvese que en las tablas de componentes para ambas soluciones se advierten diferencias sustanciales; en el ejemplo de las instalaciones racionalmente agrupadas en la producción de los elementos se obtiene: mayor número de funciones dentro del menor número de variantes.

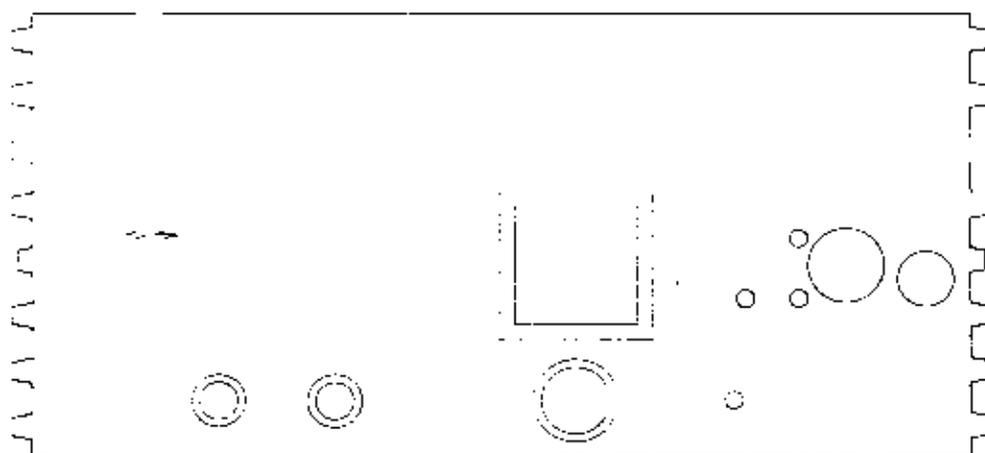
Existen las posibilidades de que las instalaciones consistan en células de servicios y en componentes panel-pared o panel-losa con las instalaciones empotradas.

El sistema de prefabricados del tipo cerrado, es muy común el uso de células de servicios, ya que éstas pueden ser acopladas al sistema modular, con el inconveniente de su gran peso (se puede construir de concreto armado, madera contrachapeada impermeabilizada, políester armado con fibra de vidrio, etc.

El tipo de empotramiento de instalación en panel-muro y panel-losa, exige la colocación de éstas en el sentido paralelo a la armadura principal. Estas soluciones de instalación incorporada permite una máxima flexibilidad en el diseño arquitectónico, es conveniente para evitar filtraciones que los panel-losa con instalación incorporada sean fabricadas de una sólo pieza, si no es posible, las filtraciones por juntas pueden evitarse así: recubrimiento continuo, recubrimiento sin junta superior.



Tuberías de desagüe embebidas en los elementos de forjado.



n = 300 ± 20

Escala 1:20

COCINA - BAÑO - COMPONENTE DE FORJADO

Las juntas son inevitables normalmente en los forjados del cuarto de baño, realizados a base de placas de 12 M de ancho, y ocasionan problemas de impermeabilidad en estas habitaciones. Existe la posibilidad de las siguientes soluciones:

- a. Recubrimiento continuo del suelo.
- b. Recubrimiento sin junta superior.
- c. Losas especiales sin juntas.

4.5 EVALUACION Y ELECCION DE SISTEMAS

EVALUACION DE SISTEMAS

¿Cómo proceder en la evaluación de sistemas?

¿Con la evaluación de elementos o de funciones?

Se ha decidido por la evaluación de los componentes funcionales del sistema, y se considera como componente funcional del sistema: cada parte de la construcción que se distingue de las restantes por la misión que cumple y por los productos o partes particulares de que consta.

Por lo que, serán funciones de la construcción:

- Soportar las acciones verticales y horizontales
- Resistir el fuego
- Aislar térmica y acústicamente del exterior, etc.

Funciones que originan órganos o elementos complejos que las asumen:

- Estructura resistente
- Materiales y prevenciones contra la combustión

Muros exteriores, etc.

Observando que en cada tipo de construcción, varían los elementos funcionales por:

- Su resistencia estructural
- Su aislamiento térmico y acústico
- Su resistencia al fuego

En la evaluación de sistemas se dan dos fases:

- La primera fase de evaluación finaliza al establecerse la doble relación de elementos funcionales y sus exigencias, calidades o rendimientos.
- Y la segunda fase cuantifica, define y precisa con claridad las exigencias que han de cumplir estos elementos funcionales.

LA ELECCION DE SISTEMAS

Aquí a diferencia de la evaluación que valora intrínsecamente por criterios puramente técnicos, la elección está ligada a circunstancias que rodean al propio sistema e incluso circunstancias ajenas al mismo. En algunos casos estas circunstancias superan a los criterios técnicos: estos parámetros son: económicos, sociales, estéticos, adecuación a la infraestructura, nivel de desarrollo.

NIVELES DE ELECCIÓN

Caso A: Elección de un sistema para su importación:

Típico de los países en vías de poner en marcha la industrialización, esta elección de entre varios sistemas está condicionada por razones económico políticas, que en cierto modo se reflejan en el capítulo de ventajas-desventajas de la prefabricación.

Otros factores a considerarse para la elección de un sistema:

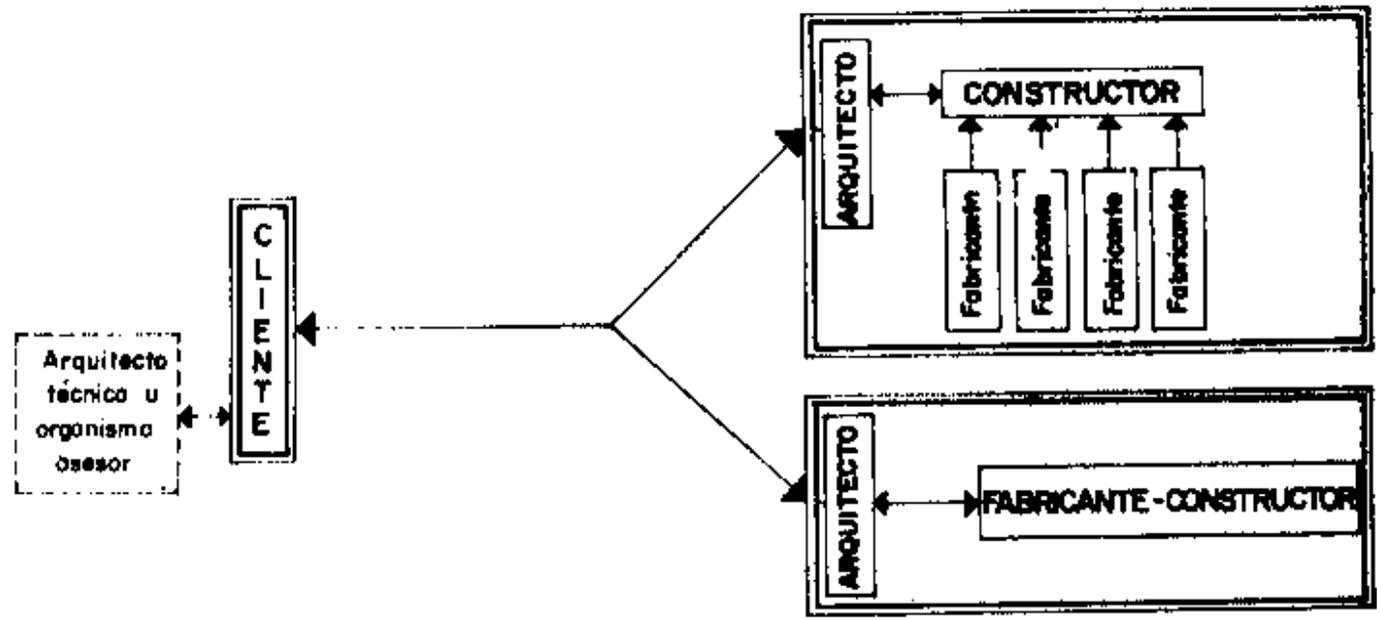
- (A) El sistema deberá emplear en gran parte materiales y productos naturales o procesados en el país.
- (B) El nivel tecnológico del país, deberá estar relacionado con el del sistema a seleccionarse.
- (C) Deberá el sistema ser adaptable a las particularidades de la región en que se realizarán: clima, reglamentación, aspectos varios de los habitantes, etc.
- (D) Deberá presentar una amplia polivalencia de usos, es decir, el sistema debe ser lo más flexible posible y que con pequeñas modificaciones, puedan realizarse: construcción de viviendas en bloques unifamiliares, viviendas rurales, escuelas, hospitales, etc.
- (E) Deberá de poder absorber obreros no calificados y mano de obra con cortos períodos de adiestramiento.
- (F) Que no se encuentre en proceso final de sustitución en el país proveedor.

Y todas las condiciones del caso (B)

CASO B: Elección de un sistema para un empleo inmediato:

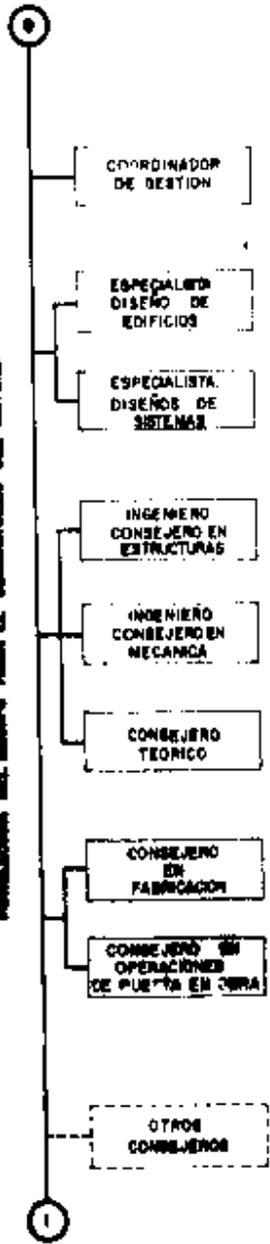
En este caso, la elección se dá, entre sistemas existentes en el lugar. Por lo que las razones más determinantes dejan de ser las económicas a diferencia como en el caso A. Las razones determinantes son puramente técnicas:

- (A) Las posibilidades del sistema deberán ser afines con el tipo de edificación, según funciones del edificio y acabados.
- (B) La relación volumen del proyecto y período mínimo de fabricación es importante.
- (C) Deberá existir relación entre el suministro de las fábricas y el tiempo de ejecución de la obra.
- (D) La ubicación de la obra deberá atender a:
 - La accesibilidad para los medios de transporte.
 - Que las dimensiones máximas de los elementos estén permitidas por los reglamentos de transporte.
 - Que exista una adecuada incidencia económica del transporte en cuanto a la relación obra-fábrica.
 - Que los medios auxiliares de montaje disponibles sean suficientes para el sistema.

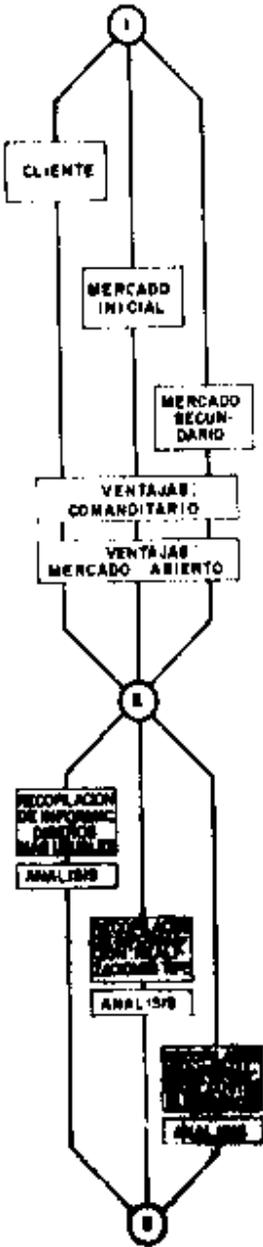


Posiciones de los técnicos en la evaluación de sistemas.

ORGANIGRAMA DEL EQUIPO PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA

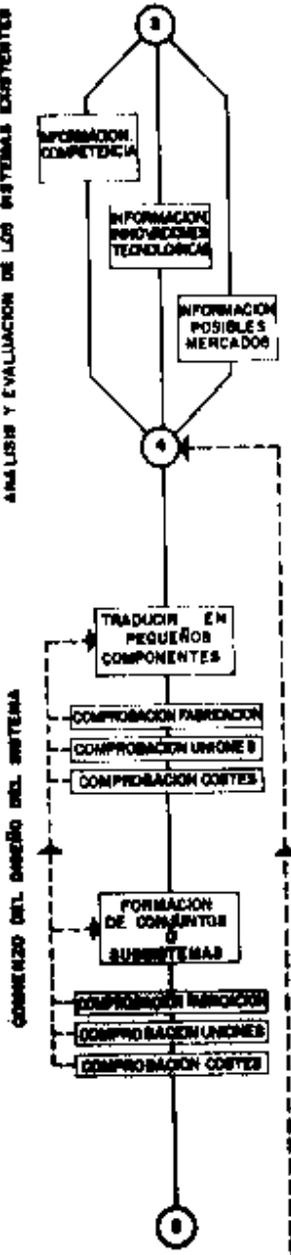


COMPROBACION DEL MERCADO POTENCIAL



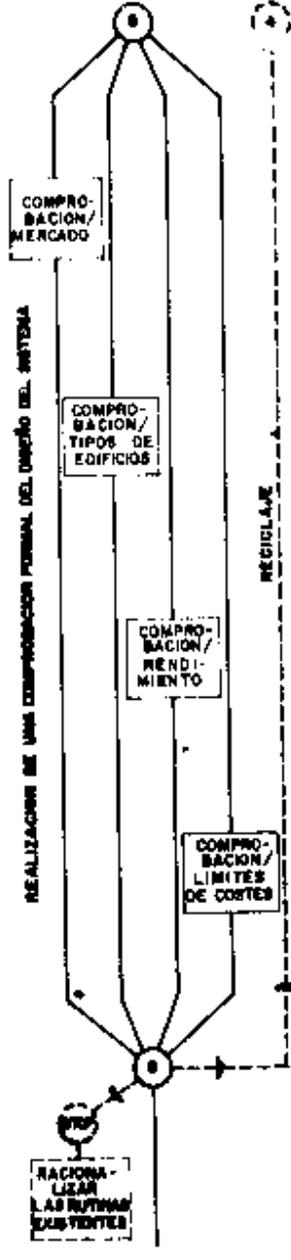
ANALISIS DE LOS TIPOS DE EXPANSION DEL NEGOCIO

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS SISTEMAS EXISTENTES

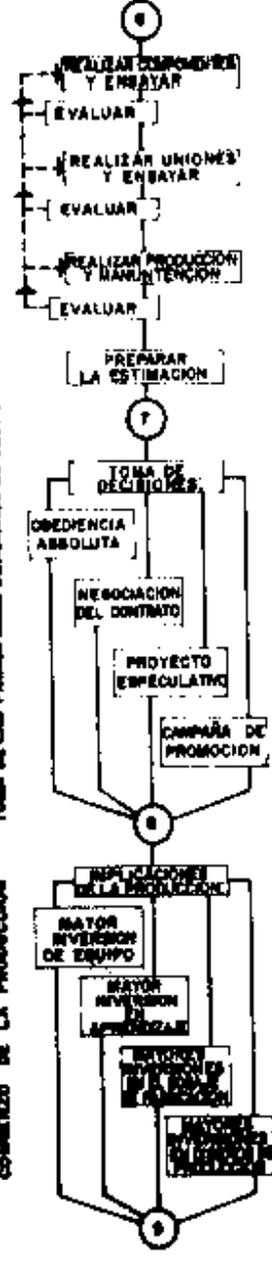


COMIENZO DEL DISEÑO DEL SISTEMA

REALIZACION DE UNA COMPROBACION FINAL DEL DISEÑO DEL SISTEMA



COMIENZO DE LOS ENVÍOS



TOMA DE LAS PRINCIPALES DECISIONES DE GESTION

COMIENZO DE LA PRODUCCION

Flujos, fases y personas en el desarrollo de un sistema.

5. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- (1) Cualquier evolución en la edificación implica procesos técnicos, sociales, económicos y administrativos consecuentes con ella, y con el grado de desarrollo de las fuerzas productivas del país de que se trate, por lo que el desarrollo de un sistema constructivo nuevo o modificado ejerce influencia en la organización y planificación de la construcción, desarrollándola de acuerdo a su adecuación al estadio de desarrollo de dicho país.
- (2) Para la adopción de un procedimiento constructivo es factor importante, la flexibilidad y adecuación del mismo a las condiciones locales, entendidas en su más amplio sentido.
- (3) Es importante, la participación activa de ingenieros y arquitectos en la adopción de un procedimiento constructivo nuevo.
- (4) Desde el punto de vista constructivo, sin llegar a condicionantes específicas de los proyectos, se nota que los mismos dentro del campo de la vivienda, la educación, la administración, etc. tienen una serie de características geométricas o funcionales prácticamente constante, por ejemplo:
 - Todos soportan cargas
 - Las alturas y luces de sus ambientes son generalmente similares con pequeños intervalos de variación.
 - En todos se busca flexibilidad del espacio y/o posibilidad de crecimiento.

Tales características nos permiten visualizar la posibilidad de prefabricación de elementos, pero una prefabricación como resultado de una coherencia y adecuada política en materia de construcción, desarrollando programas experimentales de normalización y simplificación del proceso constructivo para lograr aportaciones eficaces.
- (5) La población desposeída de sus medios de producción y que por tanto carece de recursos y medios adecuados para obtener vivienda, construye por ello, de manera empírica a base de soluciones progresivas que responden a limitados recursos técnicos y económicos con lo que sus productos —que en América Latina representan dos terceras partes del total construido— resulta incidiendo desfavorablemente sobre sus condiciones materiales de vida y, en definitiva, de la totalidad de la población.

6. RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- (1) Adoptar la normalización, la coordinación modular, el control y evaluación de los procesos constructivos para racionalizarlos y hacer más eficientes sus respuestas a las demandas actuales a que están sometidos.
- (2) Realizar una investigación directa y profunda de las implicaciones estéticas, técnicas, sociales y económicas, etc. que plantea cualquier sistema constructivo, previo a su adopción.
- (3) Mantener una preocupación constantemente respecto a:
 - Los diferentes sistemas constructivos en sus diferentes funciones.
 - Las grandes necesidades habitacionales.
 - Las reacciones políticas en relación a ellas y la construcción en general.
- (4) Establecer bases políticas para una prefabricación planificada que permita una igualdad entre la demanda social y la respuesta técnica a ella. Es decir, concebir el construir como una necesidad y no como un lujo.
- (5) Proponer, para aproximarse a soluciones dentro de la realidad existente, métodos científicos de proyectos basados en:
 - Investigación
 - Planificación
 - Racionalización
 - Industrialización
 - Opcionabilidad
 - Proyectos con la nueva mentalidad
 - Participación popular
- (6) Cuestionar y modificar los procedimientos o sistemas de adquisición: ejemplo: introduciendo en el mercado elementos componentes de viviendas accesible, su restricción de crédito, hipotecas, impuestos, transferencias, etc.
- (7) Racionalizar el diseño y la flexibilidad en el uso del material, con la introducción de elementos constructivos industrializados, normalizados, de tal manera que la población pueda tomar decisiones para la conformación de la vivienda, y que esta pueda crecer y mejorar según los cambios que se operen dentro de la familia y su entorno socio-económico. Estos elementos constructivos, deberán ser de fácil transportación y montaje.
- (8) Se recomienda realizar un estudio que determine entre los sistemas tradicionales existentes en nuestro país, los que sean factibles de racionalizar.
- (9) Al definir una política de construcción debe visualizarse la relación entre procesos dentro de un medio socio-económico dado; por ejemplo podría resultar conveniente según las circunstancias una alta tecnología en la producción y alta técnica de diseño con un proceso constructivo artesanal, mecanizado o no o con tendencias hacia la mecanización progresiva.

- (10) Se recomienda, finalmente, que en las áreas populares se aprenda de los valores y requerimientos de dicha población para encontrar sistemas organizados que respondan a sus demandas fundamentales.

7. PROPUESTA

Esta propuesta no constituye un aporte original del sustentante. Es el producto del trabajo continuado de STRUCTURAPID, SABURRI SYSTEM, firma italiana dedicada a prefabricación. Se propone la misma, porque a nuestro juicio responde a la línea de pensamiento llevada en el presente trabajo.

7.1 CRITERIOS BASICOS QUE SATISFACEN EL SISTEMA PROPUESTO:

La intención que conlleva esta propuesta es la de mostrar un sistema prefabricado que según nuestra opinión, responde a los siguientes criterios:

1. Que la prefabricación no es más que una forma, una posibilidad o una etapa en el proceso de la industrialización de la construcción y que también existe por ejemplo, la racionalización de los sistemas tradicionales, que pueden en un momento dado ser más favorables que la prefabricación. Es por esta razón que la propuesta, presenta diferentes alternativas a seleccionar según el caso y edificios a erigirse, es decir que esta propuesta y en sí todo el trabajo que sobre prefabricación se ha hecho, busca un punto de equilibrio que permita encontrar, al analizar integralmente la industrialización de la construcción dentro de un sistema social dado, los enfoques que orienten a encontrar los sistemas de producción que se acoplen a esa realidad (ver en el capítulo de Generalidades, el inciso 'B' que se refiere a la industrialización y sus etapas.)
2. Que la construcción de los espacios habitables, principalmente en viviendas o en otros edificios, mantienen características de similitud, y que en construcción industrializada derivada de esta razón, se tiene que adaptar el proceso al problema y no producir de acuerdo a las exigencias de fabricación, solamente. Esta variable favorece también la búsqueda de mecanismos generales avanzados de planificación, organización y control, mecanismos con los que se pueden obtener también, beneficios adicionales no sólo para los sistemas constructivos sino para la actividad económica en general.
3. Que si bien la prefabricación presenta algunas desventajas, que a nuestro criterio revisten poca significancia, la escasez de espacios habitables hace necesario utilizar al máximo todos los recursos disponibles, procesos y sistemas, sean estos tradicionales, racionalizados o industrializados, con el objeto de contribuir a resolver el problema.
4. Que la utilización en la producción de los sistemas constructivos propuestos, de componentes simples, coordinados, compatibles y flexibles, de tal manera que puedan realizarse indistintamente en forma artesanal o a máquina, facilita ir optimizando su producción paulatinamente según lo permita la situación. Además el producto final (el edificio que es elaborado por estos procesos parcialmente industrializados), permite el acoplamiento parcial de elementos prefabricados livianos, con la utilización de equipos sencillos de montaje que también serían fácilmente transportables.
5. Que el sistema propuesto contenga un alto grado de diseño y tecnología con las posibilidades de que los procesos para su construcción puedan ser artesanales o mecanizados y que los productos finales puedan, según las necesidades, ir creciendo y mejorando.

7.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

El sistema propuesto cuenta entre otras características con las siguientes:

1. Puede ser utilizado para cualquier tipo de construcción, de cualquier altura y disposición planimétrica.
2. Está constituida por columnas y vigas prefabricadas en concreto normado de alta resistencia, cuyo montaje al pie de la obra no necesita más que un día por cada piso.
3. No se emplea formaleta ni otro tipo de moldes en obra.
4. La estructura de sostén puede completarse con cualquier tipo de cubierta.
5. Esta estructura es antisísmica.
6. Cualquier tipo de pared o de panel prefabricado puede aplicarse a esta estructura.
7. Se reduce sensiblemente el tiempo de construcción, si bien el grado de desarrollo de esta propuesta no permite cuantificarlo.

7.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

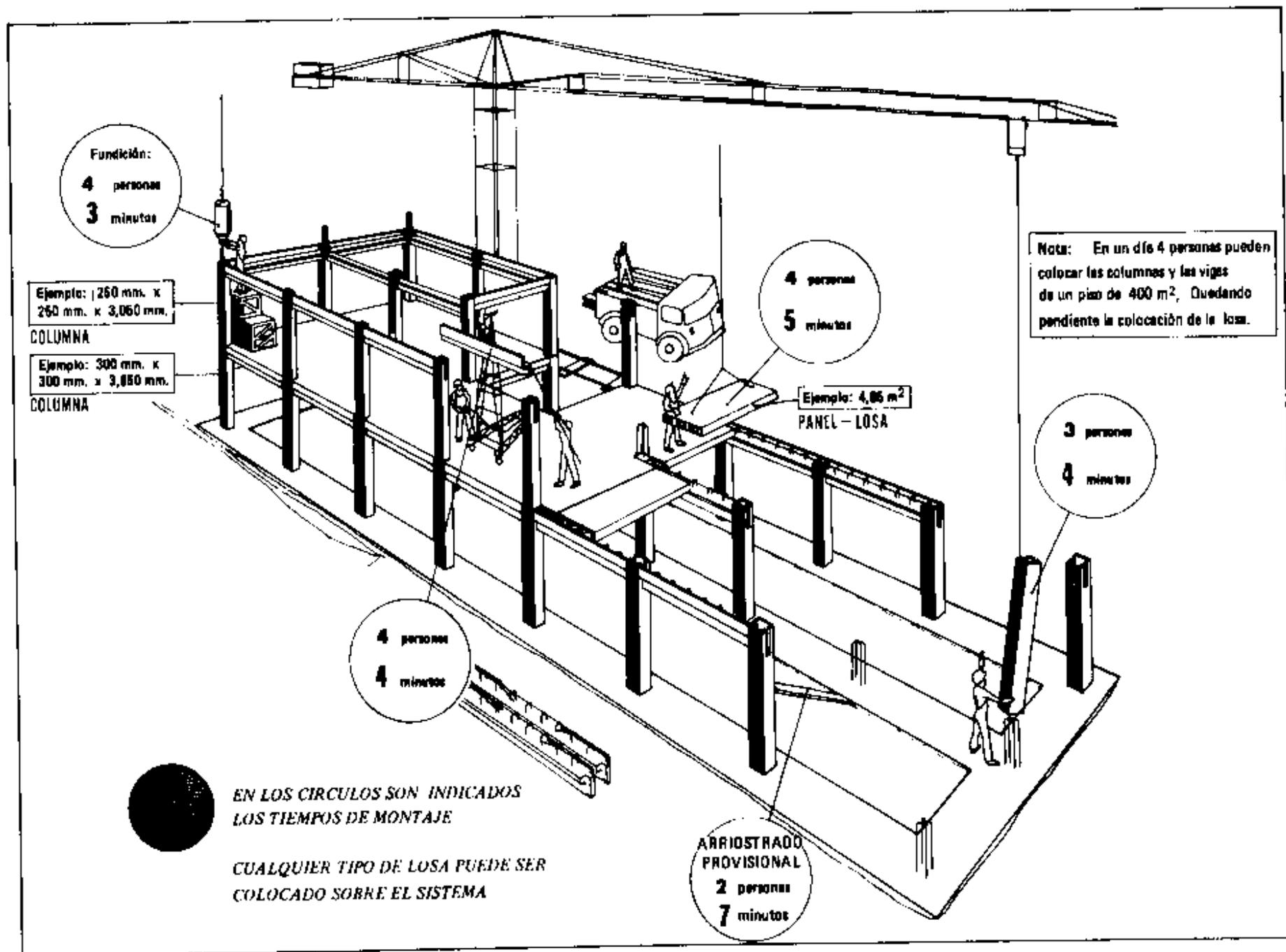
Desde los cimientos o las paredes de cimentación se dejan sobresalir los salientes de anclaje de las columnas, que se realizarán con barras acerosas dándoles forma particular (ver figura) y colocándolos en las posiciones del proyecto; las columnas se enhebrarán por encima de dichos salientes después de nivelarse el piso de colocación.

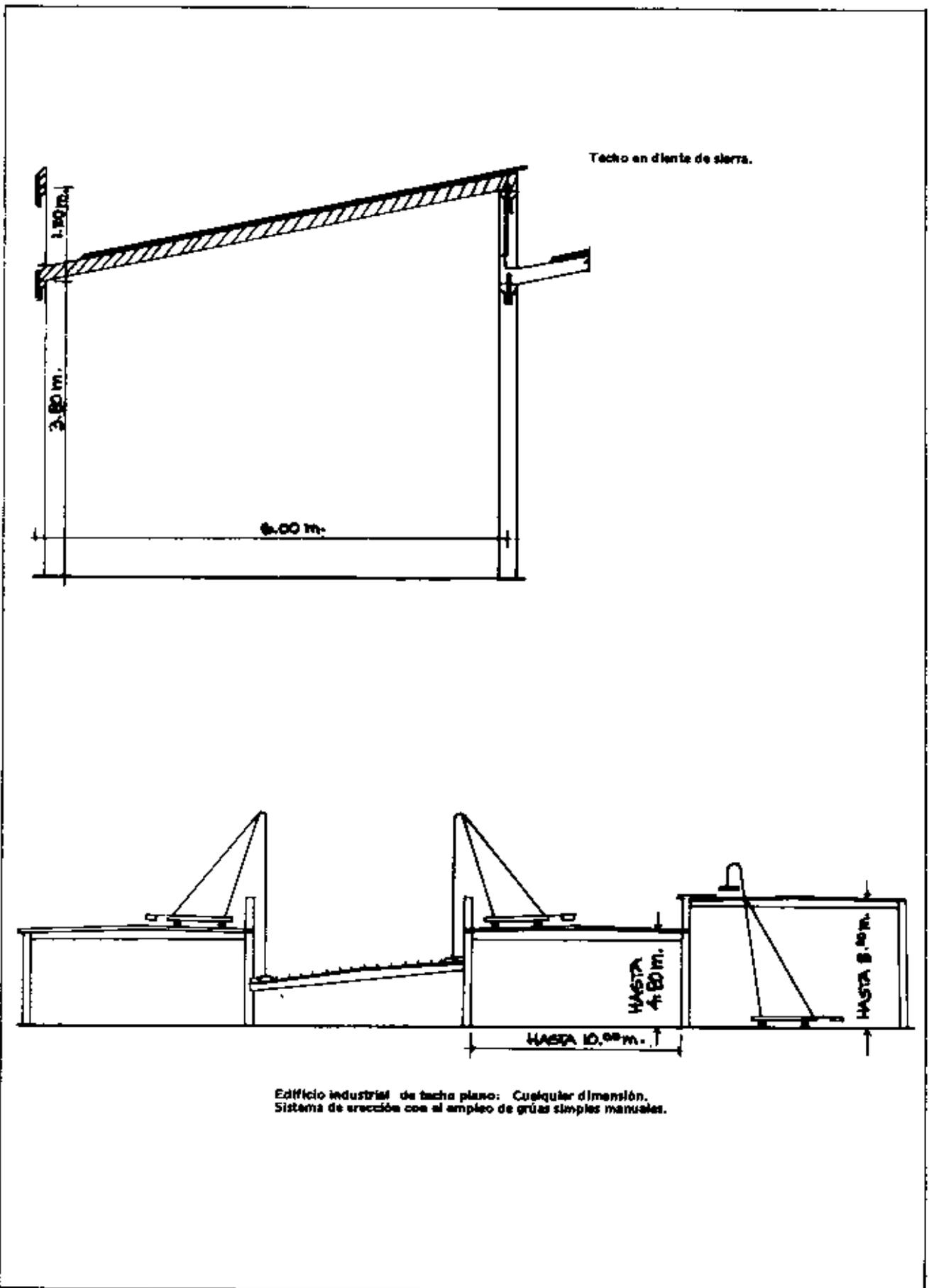
Para el montaje de los pisos superiores ya no se necesitará ningún trazado ni siquiera la averiguación de los niveles pues, como aparece evidente en la figura, las extremidades de las columnas inferiores, que sobresalen algunos centímetros por encima del piso del techo, brindan sendas bases perfectas de apoyo para las columnas superiores. Después de las columnas se instalan las vigas.

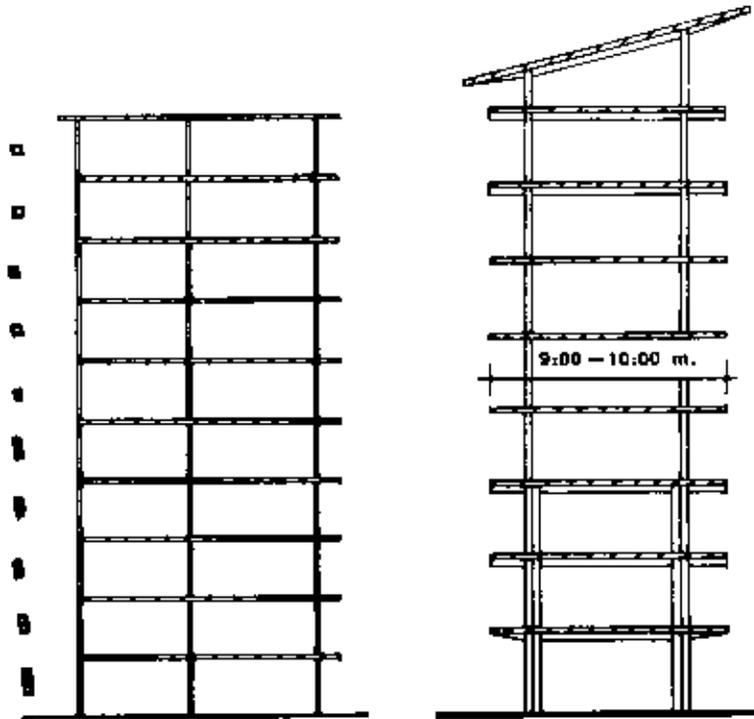
Para las operaciones antes mencionadas pueden emplearse grúas de motor o manuales livianos y transportables de un piso a otro.

El arriostrado de las columnas y de las vigas se realizará con el empleo de puntales que pueden recuperarse después de 5 horas de la erección.

Para mayor comprensión se adjunta el siguiente diagrama.



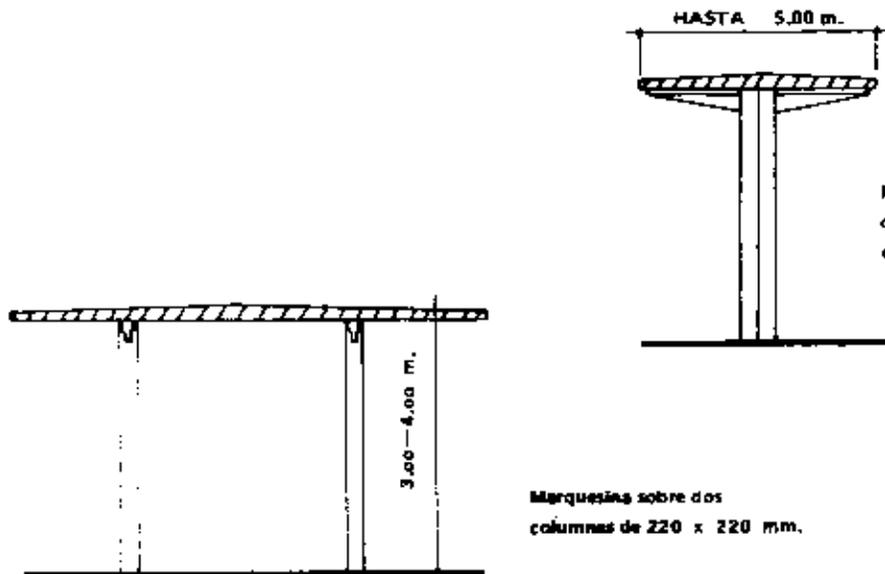




Edificio de pisos múltiples.

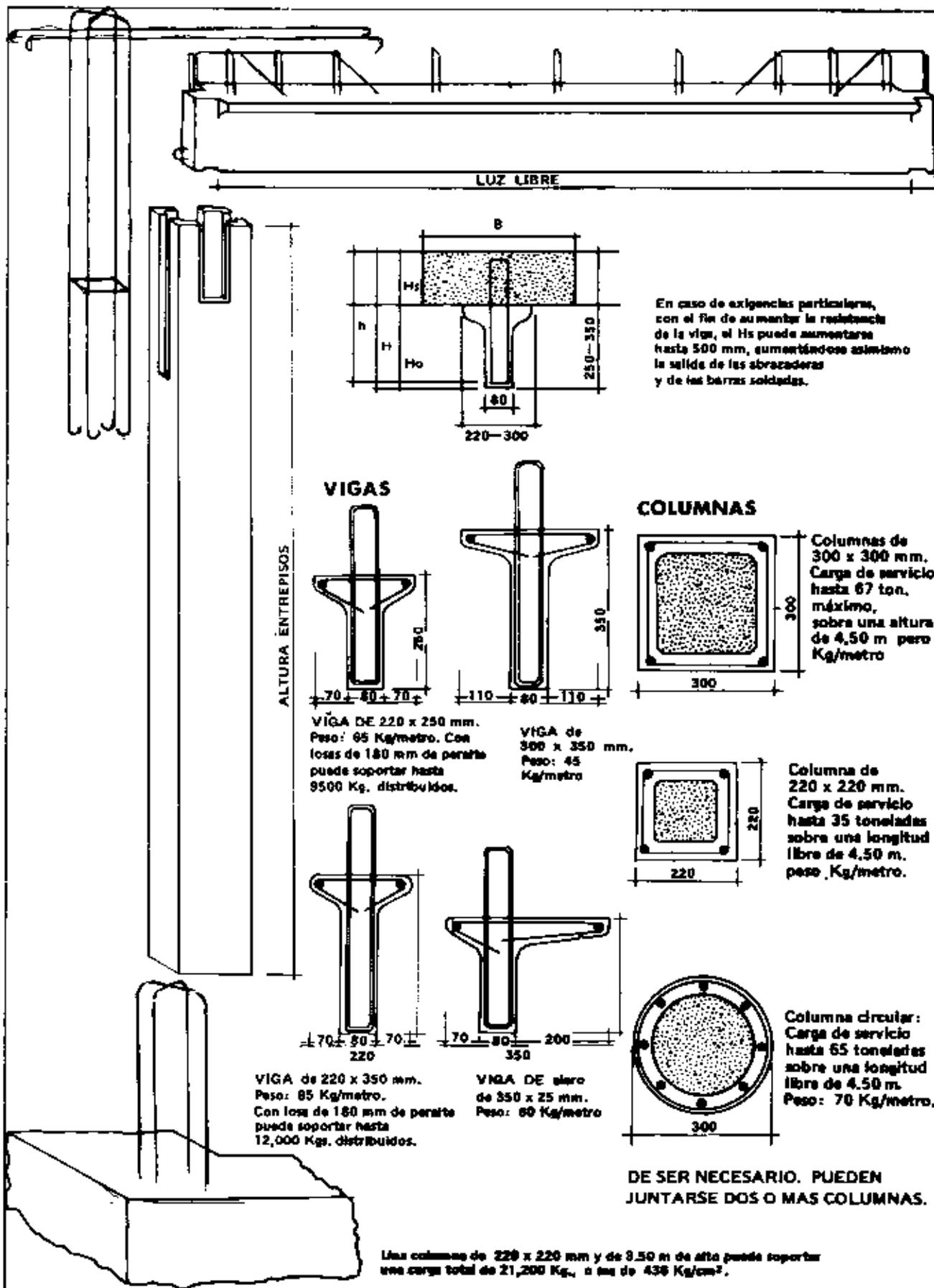
Edificio de pisos múltiples sobre dos líneas de columnas con variaciones en el sentido de las vigas.

Es posible con este sistema la construcción de edificios de cualquier altura mediante el acoplamiento de 2, 3, 4 ó más columnas. Las salidas para balcones, aleros y galerías, se obtienen haciendo sobresalir los techos o las vigas.



Marquesina sobre columnas de 300 mm de diámetro o columnas dobles.

Marquesina sobre dos columnas de 220 x 220 mm.



8. BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Prefabricación II. Análisis de los Sistemas
Walter Meyer - Bohe
Editorial Blume, 1,969.
- Prefabricación de Viviendas en Hormigón
K. Berndt
Editorial Blume, 1,969.
- Manual de la Construcción Prefabricada
Tomo III
Editorial Blume, 1,968.
- Construcción con Prefabricados de Hormigón y Hormigón armado
S. Kiehne - P. Bonatz
Editorial Reverté, S.A. 1,954.
- Prefabricación o Metaproyecto Constructivo
Mario Oliveri
Editorial Gustavo Gilli, S. A. 1,972.
- Prefabricación con Hormigón Armado
G.F. Kusnetzov
Editorial Lautaro. 1,957.
- La Construcción con grandes elementos prefabricados
R. Von Halász
G. Tantow
Ediciones Urmo
- Construcción con materiales prefabricados de hormigón armado
Laszlo Makk
Ediciones Urmo
- Industrialización de las construcciones
E. Neufert
Editorial Gustavo Gilli, S.A.
- Seminario: "Actualización de materiales y sistemas constructivos para la habitación".
Arq. Heriberto Allende.
- La prefabricación de la construcción
Maurice Revel
Ediciones Urmo
Espartero 10. - Balbao 9

- La Coordinación modular en la edificación
Ediciones 3 - Buenos Aires.

- Prefabricación Teoría y Práctica
Seminario de la prefabricación
J. A. Fdez. Ordóñez
Editores Técnicos Asociados, S.A.
Maignon, 26.
Barcelona - 12 España
1,974.

- Henrik Nissen
Construcción Industrializada y diseño modular
H. Blume Ediciones Rosario 17, Madrid - 5

- Prefabricación
Walter Meyer-Bohe
Manual de la Construcción
Con piezas prefabricadas
Editorial Blume. Tuset, 8 - Barcelona - 6
1,967.

- Tomas Maldonado
T.A.
Mayo '72
Arquitectura y Diseño

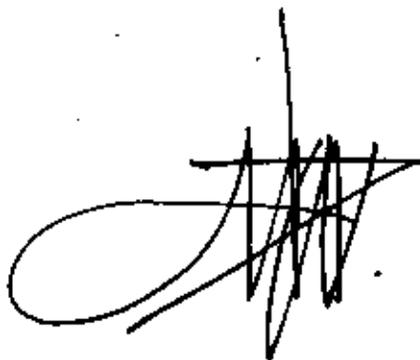
- Antonio Fedez. Alba
Nueva Forma Jun. 72
"De la Arquitectura de la Condescendencia"
a la Arquitectura de la contestación".

Miguel Durán Loriga
T.A. Mayo '72
"La Arquitectura en un círculo sin salida"

- Ildelfonso Cerda y su idea urbanística
Arturo Sorio y Puig
Hogar y Arq. Marzo '67

- José Ma. Moreno Galván
Historia, Sociedad, Arq.
T.A. 1,965.

- R. Segre
Cuba: Una arquitectura de la revolución
Ed. Gustavo Gili 1,970.



HUGO ROLANDO MEZA GALLARDO

Vo.Bo.



ARQ. GILBERTO CASTAÑEDA
ASESOR

IMPRIMASE:

Vo.Bo.



ARQ. GILBERTO CASTAÑEDA
DECANO