

Universidad Nacional de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



**EL PROBLEMA DE LA VIVIENDA Y LA
PREFABRICACION**

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

MARIO D. ALVAREZ DEL VILLAR SALAS

LIMA ★ PERU ★ 1976

A MI MADRE

A LA MEMORIA DE ANA LUISA

MI AGRADECIMIENTO

A todas aquellas personas que han colaborado de alguna u otra manera a ser posible la realizacion del presente trabajo.

I N D I C E

PAG. :

CAPÍTULO I STATUS DE LA VIVIENDA EN EL PERU

1.1	DESARROLLO URBANO -----	1-4
1.2	LAS DEFICIENCIAS EN LA VIVIENDA NACIONAL-	4-7
1.3	PROBLEMAS GENERALES DE VIVIENDA -----	7-9
1.4	LA PREFABRICACION COMO SOLUCION AL PRO -	
	BLEMA DE VIVIENDA -----	9-10
1.4.1	CARACTERISTICAS TECNICAS -----	10-13
1.4.2	CARACTERISTICAS SOCIALES -----	13-15
1.4.3	CARACTERISTICAS ECONOMICAS -----	15-17

CAPÍTULO II MATERIALES EN PREFABRICACION

2.1	CONCRETO -----	20-21
2.1.1	CONCRETOS COMUNMENTE EMPLEADOS ---	20-21
2.1.2	CONCRETOS LIGEROS -----	21-22
2.1.3	CEMENTOS -----	22-23
2.1.4	AGREGADOS -----	23-24
2.1.5	MEZCLADORA -----	24-25
2.1.6	TRANSPORTE DEL CONCRETO -----	25-27
2.1.7	COMPACTACION Y VIBRACION -----	27-34

		PAG. :
2.2	ACERO -----	35
	2.2.1 PREPARACION DE LAS ARMADURAS -----	35-36
	2.2.2 USO DE CALCAS EN LAS ARMADURAS ----	36-38
2.3	EL PLASTICO EN LA CONSTRUCCION -----	38-40
2.4	EL METAL COMO MATERIAL NO CONVENCIONAL ---	40-41
CAPITULO III	ELEMENTOS PREFABRICADOS	
3.1	COORDINACION MODULAR -----	41
	3.1.1 MULTIMODULOS Y SUBMODULOS -----	41-43
3.2	PANELES -----	44-52
	3.2.1 PANELES PARA MUROS EXTERIORES ----	44-52
	3.2.2 PANELES DE MUROS Y TABIQUES INTE -- RIORES -----	
3.3	TECHOS -----	
	3.3.1 PRAT. -----	56-59
	3.3.2 STAHLTON -----	59-61
	3.3.3 SUPERCERAM -----	62
3.4	ESCALERAS -----	62-65
3.5	BLOQUES TECNICOS -----	
	3.5.1 DEFINICION Y EVOLUCION -----	65-6

3.5.2	CLASIFICACION DE LOS BLOQUES TEC NICOS.	---	67-68
	BLOQUES TECNICOS DE CONCRETO TIPO HABITACION	-----	67-68
	BLOQUE TECNICO DE MATERIAL LIGERO TIPO HABITACION	-----	68-69
	BLOQUE TECNICO DE CONCRETO TIPO MURO		69
	BLOQUE TECNICO A BASE DE ESQUELETO METALICO TIPO MURO	-----	69

CAPITULO IV CRITERIOS GENERALES RELATIVOS A LAS FASES DE ALMACENAMIENTO TRANSPORTE Y MONTAJE.

4.1	ALMACENAMIENTO	-----	71
4.1.1	MANIPULACION DE LAS PIEZAS	-----	71-73
4.1.2	MEDIOS DE MANIPULACION DE LAS PIEZAS		73-75
4.1.3	MEDIOS AUXILIARES	-----	75
4.1.4	NECESIDAD DEL ALMACENAMIENTO	-----	75-77
4.1.5	CARACTERISTICAS DEL ALMACEN	-----	77-79
4.1.6	ALGUNOS CRITERIOS SOBRE ALMACENADO	-	79-80
4.2	TRANSPORTE	-----	80
4.2.1	TRANSPORTE DE ELEMENTOS DE CONCRETO	-	80-81
4.2.2	MEDIOS DE TRANSPORTE	-----	81-83
4.2.3	CARGA Y DESCARGA DE LAS PIEZAS	-----	83-84

4.3	MONTAJE DE ELEMENTOS DE CONCRETO -----	84
4.3.1	MAQUINARIA DE ELEVACION -----	84-88
4.3.2	MONTAJE DE COLUMNAS -----	88-89
4.3.3	MONTAJE DE VIGAS -----	89
4.3.4	MONTAJE DE PANELES DE PARED -----	89-91
4.3.5	MONTAJE DE PANELES DE FORJADO Y PIE ZAS DE CUBIERTA -----	91
4.3.6	TOLERANCIAS EN EL MONTAJE -----	91-92
4.3.7	ORGANIZACION DEL MONTAJE -----	92-94
CAPITULO V	LAS JUNTAS EN LA PREFABRICACION	
5.1	TEORIA DE LAS JUNTAS -----	95-96
5.2	LA JUNTA COMO ELEMENTO ESTRUCTURAL -----	97-104
5.2.1	JUNTAS HORIZONTALES -----	97-104
5.2.2	JUNTAS VERTICALES -----	105-115
5.3	LA JUNTA COMO ELEMENTO FUNCIONAL -----	116
5.3.1	MATERIAL EMPLEADO EN LAS JUNTAS ---	116-117
5.3.2	CUBREJUNTAS -----	117-121
CAPITULO VI	DESARROLLO DE LA PREFABRICACION EN EL MUNDO	
6.1	RUSIA -----	127-133
6.2	ESTADOS UNIDOS -----	133-137
6.3	YUGOSLAVIA -----	133-137

6.4	ESPAÑA -----	138-144
6.5	JAPON -----	145-150
6.6	LATINOAMERICA -----	151-156

CAPITULO VII SISTEMAS DE PREFABRICACION EN EL PERU

7.1	LA PREFABRICACION EN EL PERU -----	157
7.2	SISTEMA LISTOS -----	157-162
7.3	SISTEMA UNICRETO -----	162-163
7.4	PROPUESTAS VIABLES -----	170-172

CAPITULO VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

INTRODUCCION

El objetivo del presente trabajo es el de exponer dentro de sus limitados alcances lo concerniente a la prefabricación como solución al problema de la vivienda, incidiendo mayormente y principalmente en las aplicaciones del concreto. Es un hecho que el concreto armado, material nuevo que data solamente del principio de este siglo, ha vivido los treinta primeros años de su existencia sin que la prefabricación le sea aplicada.

El término prefabricación en el campo de la construcción significa : fabricación antes de la puesta en obra. En su sentido más general, esta denominación se aplica a toda fabricación de elementos de construcción en taller, a partir de materias primas o de semiproductos escogidos y utilizados siendo en seguida estos elementos transportados a la obra.

La prefabricación en sí es un método industrial de construcción, en el que los elementos fabricados en grandes series por métodos de producción en masa, son transportados, montados en obra mediante maquinarias y elementos auxiliares debidamente apropiados.

Sí bien es cierto que las construcciones tradicionales se efectúan IN SITU, las necesidades de la reconstrucción de

la post guerra han conducido a la industrialización de la construcción como medio de solucionar el déficit de viviendas en el mundo, aumentando la producción y disminuir los costos. De los resultados que se han obtenido, la prefabricación está llamada a una expansión considerable debiéndose tener en cuenta para su aplicación en nuestro medio para tratar de solucionar de alguna manera el problema de la vivienda que actualmente se vive en nuestro país.

El tema se ha dispuesto de una manera ordenada y sistemática, mediante un programa, el cual en su primer capítulo se refiere al status de la vivienda en el Perú, analizándose además las ventajas e inconvenientes de la prefabricación como solución a dicho problema.

Los Capítulos 2, 3, 4 y 5 se refieren a los distintos procesos de la prefabricación en sí como es, materiales, elementos, transporte, montaje, etc.

En el Capítulo 6 y 7 se hace una exposición de la prefabricación en algunos países del mundo y algunos sistemas de prefabricación utilizados actualmente en el Perú, respectivamente.

En el Capítulo 8 corresponde a las recomendaciones y conclusiones.

El presente trabajo puede no ser tan completo y específico tal como se hubiera deseado, debido a la escasez de mayor

información y las limitaciones propias del autor, sin embargo .
puede ser una fuente de datos e información.

Quiero expresar mi agradecimiento al Ingeniero Roberto
Morales M. por su apoyo e indicaciones dadas al presente tra-
bajo.

C A P I T U L O I

STATUS DE LA VIVIENDA EN EL PERU

1. STATUS DE LA VIVIENDA EN EL PERU

1.1 DESARROLLO URBANO

Los problemas del país en el campo habitacional no sólo deben enmarcarse con relación a las necesidades, demandas y aspiraciones de la colectividad en cuanto a la célula habitacional en sí, sino, y fundamentalmente, en relación al proceso de desarrollo urbano, el que comprende aspectos muy diversos y fundamentales en la evolución de una sociedad. Por una parte significa el desarrollo de un modo de vida, de una economía y de ciertas formas de comportamiento político, cultural y demográfico y su difusión en el sistema de centros poblados; y por otra parte significa la edificación y adaptación de un sistema construído que lo sustenta y parcialmente lo condiciona.

En consecuencia, los problemas que ésta genera deben ser enfocados teniendo en cuenta todos aquellos aspectos y no sólo sus manifestaciones físicas o mecánicas.

Resumiendo cualitativamente el proceso, se puede afir-

mar que los centros urbanos, fundamentalmente Lima Metropolitana, constituyen el lugar de mediación de las formas de vida y patrones culturales, de consumo y tecnológicos, inducidos - del exterior; y orientan el desarrollo del país, incluido el acondicionamiento del territorio, en su propio provecho, captando además la mayor parte del excedente que queda en el país de los beneficios de la producción agrícola y minera nacional. Asimismo, al estar los centros urbanos integrados, directa o indirectamente, con los centros industriales exteriores por lazos económicos y culturales, y al controlar el desarrollo - del país según el modelo descrito, se ha desaprovechado de manera creciente el mercado potencial interno como motor de desarrollo, y se ha tendido a desplazar los recursos humanos y los insumos naturales del resto del país.

Geográficamente la concentración se viene dando con énfasis en la costa, especialmente en las regiones centro y norte. Esta concentración, que frente a una tasa de crecimiento media nacional de 3.1 % para el período 1965-1975, tiene como contrapartida el abandono del campo y general los llamados Pueblos Jóvenes, los corralones, las casas de vecindad y/o tugurios en las ciudades, las que se extienden rápidamente.

Las estadísticas muestran la mayor incidencia de los Sectores de bajos ingresos - ecológicamente identificables en tugurios y Pueblos Jóvenes - en el crecimiento explosivo de la

población urbana en los últimos años, consolidando su tendencia de localización en aquellas ciudades que en este período han tenido relativa expansión industrial y de servicios.

Uno de los aspectos más destructivos en el desarrollo de programas de vivienda y en general, de expansión urbana, lo constituye la especulación con la tierra.

Esta especulación es la expresión inseparable de otros aspectos que no siempre aparecen directamente relacionados con aquella decisión de la expansión urbana en manos privadas, proliferación de lotes vacantes y mal utilizados, elevación creciente de alquileres, excesiva orientación de capitales hacia inversiones especulativas inflacionarias; elevación del costo del dinero; elevación paralela del valor de las tierras agrícolas por considerárseles "urbanizables", sustitución de actividades reproductivas por las urbanizadoras alentadas por los precios de la tierra.

La vivienda rural, es decir aquella que corresponde a la población dispersa y a los centros poblados menores de 2000 habitantes, no ha sido suficientemente estudiada, pero en su mayor parte está constituida por chozas y viviendas precarias, que integran poblaciones o agrupaciones de destino incierto, dada la emigración existente.

El problema de los centros poblados menores de 20,000 y mayores de 2,000 habitantes está constituido en su mayor

parte por la falta de servicios públicos. Las deficiencias en las viviendas propiamente dichas, se consideran comparativamente menos problemáticas que las de centros poblados mayores de 20,000 habitantes por la poca densidad de los mismos, las áreas abiertas que rodean a dichos centros poblados y la posibilidad de renovación de las viviendas, dado la magnitud demográfica ya que la vivienda generalmente pertenece a la familia que la habita.

El complejo urbano de Lima-Callao constituye, por la magnitud de su población que en conjunto supera actualmente los 2'900,000 habitantes y por su alta tasa de crecimiento, el mayor problema de las ciudades en el país; además, la enorme diferencia de magnitud de población con las otras ciudades señala la existencia de un desequilibrio demográfico nacional. El centralismo de Lima-Callao constituye un problema múltiple de orden nacional, regional y urbanístico de características especiales dentro del contexto de acondicionamiento territorial del país.

1.2 LAS DEFICIENCIAS EN LA VIVIENDA NACIONAL

Un estudio de las condiciones de vivienda ha permitido detectar las manifestaciones físicas del problema habitacional, establecer una serie de indicadores a nivel nacional, los que mantendrían su validez hasta la fecha.

No se ha establecido un "déficit" de vivienda porque hay problemas de tierras, servicios, materiales, etc. que en la mayoría de los casos no tienen significación absoluta - pues dependen de las condiciones locales de construcción, de la situación legal de la propiedad, de la composición familiar, del nivel de desarrollo del centro poblado, de las costumbres.

La primera apreciación de conjunto nos la proporciona el estado de las viviendas según antigüedad (esto es, dentro de la vida normal de las diversas estructuras, y sin considerar depreciaciones más rápidas por falta de conservación o por acciones depredatorias). En mal estado de conservación - se encuentran más o menos 1'360,000 viviendas, o sea cercanamente el 70 % de las existentes.

Otra apreciación de conjunto la proporcionan las deficiencias en pisos, techos y paredes. Casi el 70 % de las viviendas tienen piso de tierra, el 53 % tienen techos livianos e inflamables y el 26 % consiste de tabiques livianos e imprevisados. (Como un orientador de la técnica constructiva debe observarse que más del 54 % de las viviendas tienen paredes de adobe, el cual sigue siendo un importante material nacional sin que necesariamente las técnicas constructivas empleadas hayan sido las más adecuadas a la realidad sísmica del país).

La más aguda deficiencia ofrece en el número de cuartos de cada vivienda, la cual tiene como contrapartida el alto grado de hacinamiento familiar. Más del 60 % de las viviendas tienen 1 y 2 cuartos, albergando al 58 % de la población; y de ésta, no menos de las 9/10 partes viven en condiciones de hacinamiento. De 3 cuartos hay el 13% de viviendas en las cuales vive otro 15 % de la población y de éste no menos de la mitad en hacinamiento. En resumen, no menos de 60% ni más de 80% de las viviendas con focos de hacinamiento que albergan entre el 70 % y el 90 % de la población peruana.

Si tan sólo fuera posible remediar esta deficiencia, es decir si dejando de lado estado de conservación, carencia de servicios, calidad de materiales, tipo de vivienda, condiciones de habitabilidad, etc. pretendiéramos disminuir grado de hacinamiento, necesitaríamos construir dos millones cien mil cuartos, o sea casi el 50% de los existentes a 1961.

En cuanto a tipos de vivienda el Departamento en Edificio y la Casa de Vecindad son propios de las poblaciones mayores, y son más preponderantes a medida que es más grande el centro poblado, hasta llegar a 27 % y 43 % respectivamente, en el Distrito de Lima (Cercado). Es de observarse que gran parte de las viviendas del tipo Departamento en Edificio (entre 35 % y 68 %) albergan a población hacinada.

La existencia de mayor proporción de viviendas del ti

po Casa Independiente en centros poblados menores coincide también con el mayor número de propietarios que existen en esas localidades. Es cierto que tales viviendas son deficientes estructural y sanitariamente y son constituidas mayormente por 1 y 2 cuartos pero determinan una política de acción diferente y representan un problema menos agudo que el de tugurios, ya que éste se encuentra agravado por la magnitud de población de los centros poblados en que se da así como por los altos índices de especulación.

Dados los altos ritmos de incremento de los centros poblados mayores, y de no modificarse sustancialmente las tendencias, la proporción de tugurios será cada vez mayor.

La situación de las condiciones habitacionales del país se vé aún agravada por los efectos ocasionales por los desastres naturales que con frecuencia se producen y determinan situaciones de emergencia.

1.3 PROBLEMAS GENERALES DE VIVIENDA

Los aspectos anteriormente estudiados nos permiten concluir, resumiendo para fines operativos, en primer lugar que los problemas generales de Vivienda tienen su origen en la estructura socio-económica del país y están ligados al nivel de desarrollo alcanzado. En segundo lugar, concentrando la atención en el campo propio del Sector, se pueden apre -

ciar tres fenómenos estructurales y algunos aspectos colaterales que determinan en términos generales los problemas de Vivienda. Ellos son :

- Desarrollo urbano desequilibrado que desde el punto de vista ecológico-demográfico presenta características de concentración creciente de la población en las ciudades mayores y en especial en Lima Metropolitana cuyo centralismo se presenta como problemático. El conjunto de ciudades no constituye un sistema, e individualmente éstas crecen rápidamente - con bajísimas densidades con las consecuentes deseconomías, y sin ningún orden que no sea el que dicta la voluntad de incorporación del migrante o el desmedido afán de lucro de quienes controlan las tierras de expansión; y finalmente una exagerada estratificación residencial agravada por el deterioro progresivo y seguro de las viegas estructuras urbanas, y la improvisación en los nuevos asentamientos espontáneos de la periferia.

- La reducida capacidad económica de los sectores mayoritarios de la población, que es prácticamente incompatible con los costos de las viviendas terminadas y los costos del financiamiento que tradicionalmente se han ofertado en el mercado y que por lo tanto exige soluciones acordes a esta realidad.

- Un volúmen de demanda nominal de viviendas adecuadas y sus

servicios conexos que es incompatible con la capacidad real del país para producir y financiar dichas viviendas y servicios y que por lo tanto exige el más racional uso de los recursos disponibles para Vivienda. Tanto este fenómeno como el anterior han planteado como exigencia la adecuación de patrones normativos a la realidad socio-económica.

- Insuficiente desarrollo e inflexibilidad del complejo de la industria de la construcción a nivel nacional, regional y local, que incide sobre los costos; y ausencia de un racional desarrollo de sistemas y materiales constructivos acordes a las exigencias de la realidad.

- Deficiencias existentes en lo que se refiere a las estadísticas del Sector básicamente ligadas a las deficiencias de las estadísticas del país.

- Insuficiente desarrollo en las formas de organización institucionalizada de la población para fines de Vivienda.

1.4 LA PREFABRICACION COMO SOLUCION AL PROBLEMA

Nos proponemos en el siguiente apartado analizar las ventajas y los inconvenientes que presenta la prefabricación como solución al problema de la vivienda, habiéndose recogido fielmente cuanto se dice usualmente en pro y en contra de ella.

Analizaremos seguidamente y por separado las características técnicas, sociales y económicas de la prefabricación.

1.4.1 CARACTERISTICAS TECNICAS :

a).- ANALISIS DE LAS SUPUESTAS VENTAJAS

Mejora de calidad de los trabajos realizados mecánicamente en comparación con los manuales.

Esta característica es especialmente cierta si se piensa en procesos masivos de producción, necesarios para abastecer la demanda global de construcciones.

No es necesario el insistir sobre las ventajas que tendría una clasificación automática en peso del hormigón frente al "ojo del operario", en la efectividad de una mesa vibradora programada para su función frente al obrero que introduce el vibrador a su voluntad y juicio, en el hormigonado de un forjado. Tampoco es necesario esforzarse para comprobar como las dimensiones y tolerancias de los elementos se cumplen con mayor facilidad empleando moldes sólidos y especialmente diseñadas para ello que si se realizan en encofrados realizados a base de madera en obra.

MEJOR APROVECHAMIENTO DE LAS SECCIONES RESISTENTES

Partiendo de que el concreto obtenido en fábrica es superior en calidad y de características más homogéneas que

el producido IN SITU, los coeficientes de seguridad de las resistencias suelen ser menores para este que para el realizado sin vigilancia ni medios. Por otra parte, el uso de moldes metálicos ó de plástico reforzado, posibilita el adoptar las secciones más adecuadas para la forma en la que han de trabajar los elementos. De aquí la clara tendencia en prefabricación a las secciones en T, I, U, en contraposición con la sección rectangular tan empleada en el diseño tradicional.

FACILIDAD PARA REALIZAR EL CONTROL DE CALIDAD

El proceso industrial hace recomendable la tendencia a la comprobación de las calidades previstas. La repetición sistemática del proceso facilita la adopción de controles que de una manera sencilla y rápida permite percatarnos de la buena marcha de la producción.

Por lo general, los controles que se adoptan en cualquier factoría de prefabricación por sencilla que esta sea son :

- Controles periódicos de recepción de materias primas: aceros, cemento, agregados, etc.
- Controles diarios de productos semielaborados: resistencias y características de los concretos.
- Controles periódicos de productos acabados: comprobacio

nes dimensionales, comprobación de flechas, acortamientos, textura, coeficientes de seguridad, etc.

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

DESAPARECEN CASI TOTALMENTE LOS ANDAMIOS Y ENCOFRADOS.

Esta es una ventaja de carácter técnico económico especialmente importante en países con dificultades para el empleo de madera.

b).- ANALISIS DE LOS SUPUESTOS INCONVENIENTES :

FALTA DE MONOLITISMO DE LA CONSTRUCCION ESPECIALMENTE EN ZONAS SISMICAS.

Es muy frecuente achacar el mal comportamiento de las construcciones prefabricadas ante los fenómenos sísmicos y esto podría ser ante una falta de conocimiento de las acciones que ocasiona el sismo.

Lo que sí es evidente es que para soportar las acciones sísmicas sin riesgos, estas deberán haberse tenido bien en cuenta, de aquí los éxitos y los desastres tanto de las construcciones a base de elementos prefabricados como de los realizados tradicionalmente.

PROBLEMAS EN LA RESOLUCION DE LAS JUNTAS.

Este es uno de los puntos por donde más críticas recibe la prefabricación desde el campo técnico, problema este que ha ido superando conforme evolucionaba la prefabricación.

INCOGNITA ANTE LA FIABILIDAD DE CIERTOS MATERIALES O SISTEMAS.

Consideramos la fiabilidad como la calidad a lo largo del tiempo, es decir, como la probabilidad de que un determinado nivel de calidad o funcionabilidad de un producto, elemento ó sistema prevalezca inalterable durante un período de tiempo preestablecido.

1.4.2 CARACTERISTICAS SOCIALES

a).- ANALISIS DE LAS SUPUESTAS VENTAJAS.

Disminuye el número de accidentes laborales.

En la construcción industrializada la fabricación de elementos, el transporte y montaje de los mismos se realizan globalmente en unas condiciones de trabajo mucho más que la construcción tradicional donde el operario desenvuelve según su criterio personal, ninguna metodología estudiada de la ejecución, sin las herramientas idóneas para cada caso, sin un mínimo de prevenciones.

La construcción prefabricada, al disminuir considerablemente

las jornadas a pie de obra especialmente las dedicadas a la ejecución de la estructura portante y cerramientos, que son las de mayor peligrosidad y trasladar el trabajo a las factorías de prefabricación implica lógicamente una sensible disminución del número de accidentes.

TRABAJO PROTEGIDO DE LAS INCLEMENCIAS DEL TIEMPO.

La prefabricación aporta entre otras mejoras el albergar a los obreros bajo recintos que los protegen del medio ambiente.

El montaje en condiciones de exposición similares a los de la construcción tradicional queda reducido a un mínimo de jornada-hombre.

ES EL MEDIO MAS REAL Y EFECTIVO PARA INTENTAR SOLUCIONAR EL DEFICIT DE VIVIENDAS.

La construcción tradicional podrá seguir satisfaciendo la demanda de viviendas si entendamos como tal demanda, la planteada por los que disponen de medios de adquisición suficientes. Por el contrario, si partimos de una premisa y consideramos como demanda la necesidad, entonces es absolutamente imposible hacerle frente con la construcción tradicional, por lo que hay que pensar forzosamente en la tecnología como solución al problema, no es el mejor de los que en teoría pueden existir, pero sí el más real de los que en realidad existen.

Esto puede comprobarse en países altamente desarrollados que gracias a la industrialización de la construcción - han resuelto ó están en vías de solucionar sus déficits de vivienda.

b).- ANALISIS DE LOS SUPUESTOS INCONVENIENTES :

Produce desempleo

Esto puede ser cierto en aquellos países que ya han conseguido un nivel cuantitativo y cualitativo de su parque de construcciones tal que las necesidades de reposición y de nuevas construcciones permanece sensiblemente constante. En países como el nuestro donde hay tanto por hacer el argumento es incorrecto.

1.4.3 CARACTERISTICAS ECONOMICAS

a).- ANALISIS DE LAS SUPUESTAS VENTAJAS

Ocasiona economías de Tiempo :

Es un hecho probado que conforme aumenta la mecanización del proceso productivo aparece una mayor productividad ó lo que es lo mismo, disminuye el tiempo necesario para la ejecución del producto. La disminución en horas-hombre de la solución prefabricada respecto a la tradicional puede llegar a ser considerable.

Es una valiosa herramienta en la Planificación Nacional :

Es un hecho claro que la prefabricación elimina variables del proceso constructivo.

Las Posibilidades de ajustar y concretar, necesidades de materiales, personal, plazo de ejecución, costos, etc. es una ayuda inestimable que la prefabricación pone en manos de los técnicos en planificación a la hora de establecer planos de emergencia, planos parciales, planos generales y a largo plazo.

b).- ANALISIS DE LOS SUPUESTOS INCONVENIENTES :

Necesita una inversión considerable

La inversión inicial para la creación de una fábrica de elementos prefabricados es forzosamente importante exigiendo un riguroso estudio.

Necesita de una demanda de Volumen Adecuado

Evidentemente los sistemas de prefabricación salvo casos especiales no puede competir con la construcción tradicional en ciertos tipos de realizaciones :

- Construcciones de apartamentos en número menor al mínimo pedido necesario para hacer rentable la aplicación del sistema.

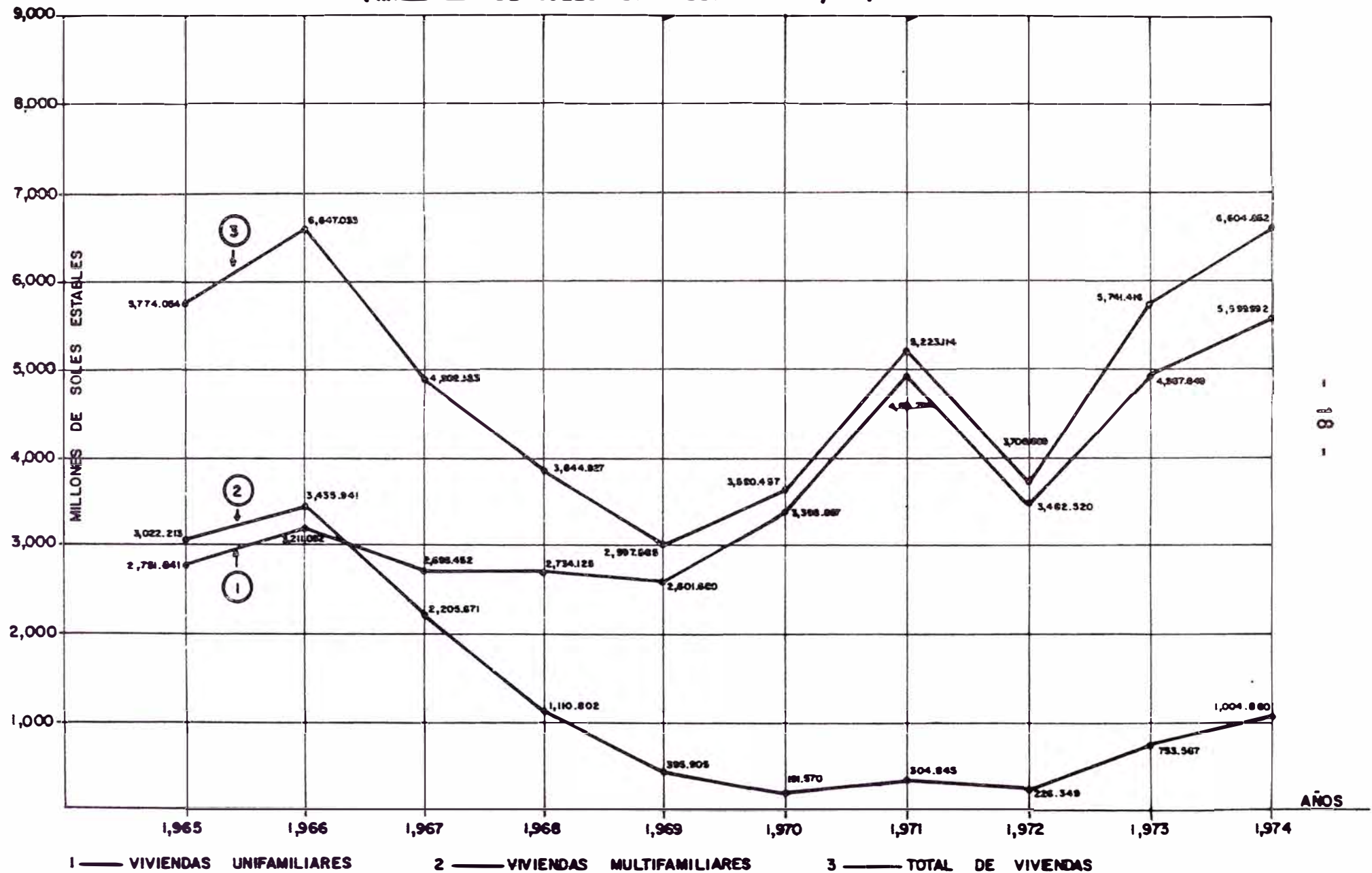
- Viviendas unifamiliares muy distantes entre sí.
- Realizaciones con intenciones de espectacularidad, teatros, iglesias, edificios públicos, puentes, etc.

La necesidad de un volumen adecuado de pedido y la continuidad en el tiempo de esta demanda son dos condiciones de suma importancia para el desarrollo de la prefabricación.

El Transporte de los productos es más costoso que el de las materias primas componentes.

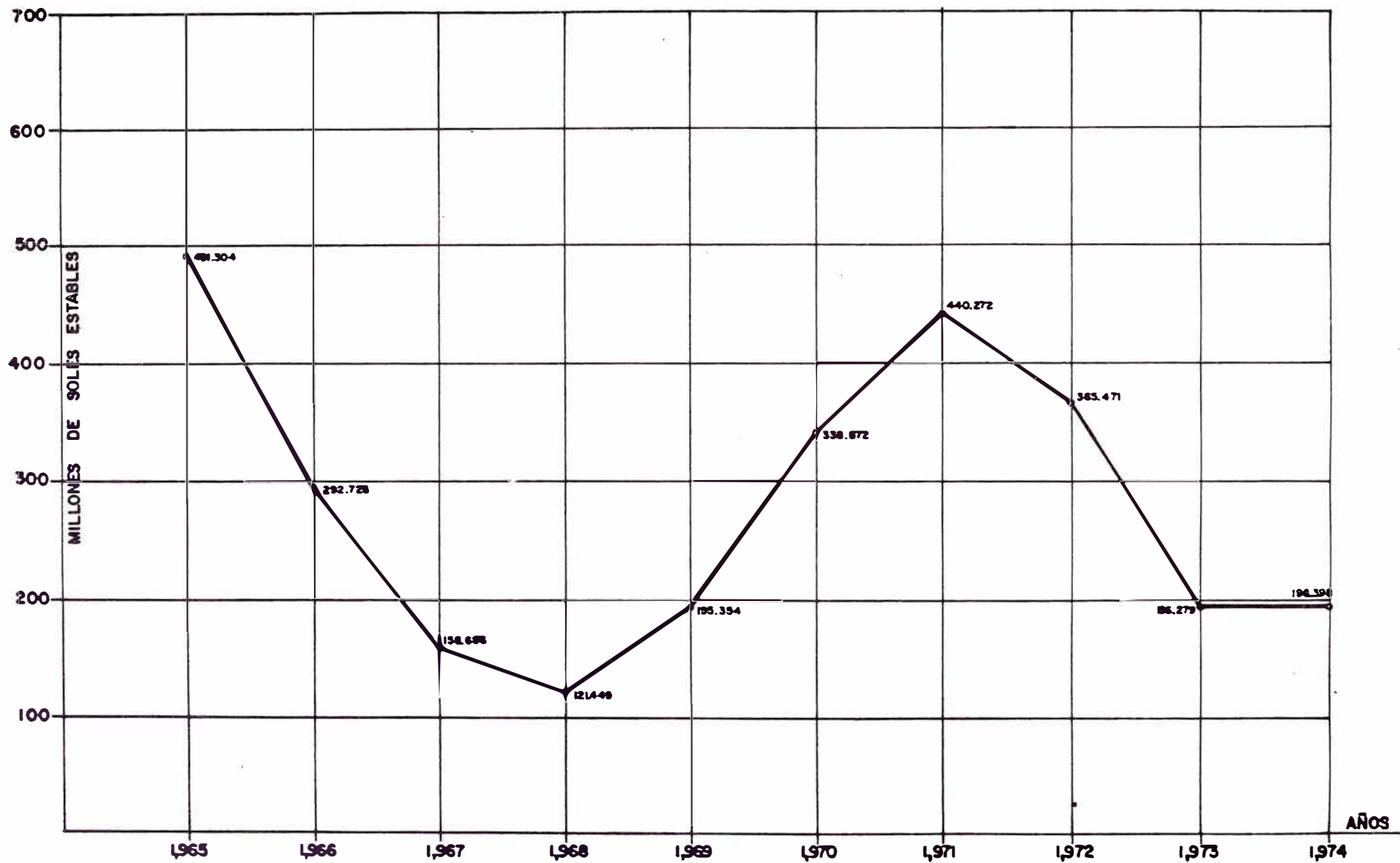
Las materias primas, cemento, acero, arena, etc. tienen la propiedad de adaptarse al volumen del recinto de transporte, mucho mejor que los elementos constructivos de tal manera que por lo general pueden llegar a completar en peso la capacidad de transporte del vehículo lo que difícilmente ocurre en el caso de los elementos.

MONTO DE OBRAS EN VIVIENDAS SECTOR PRIVADO EN TODO EL PAIS DESDE 1,965 A 1,974 (MILLONES DE SOLES ESTABLES : AÑO 1,963)



MONTO LICITADO EN VIVIENDAS SECTOR PUBLICO EN TODO EL PAIS DESDE 1,965 A 1,974

(MILLONES DE SOLES ESTABLES : AÑO 1,963)



C A P I T U L O I I

MATERIALES EN PREFABRICACION

2.1 CONCRETO

El concreto es uno de los materiales más predominantes en la industria de la construcción. Es bien sabido que una de las principales cualidades del concreto es su carencia de forma, lo cual nos permite moldearlo en diversas formas y aspectos, sin necesidad de medios técnicos extraordinarios, por lo que a diferencia de lo que ocurre con otros materiales puede realizarse un moldeo IN SITU, muchas veces en condiciones técnicas y económicas muy ventajosas. Por otra parte la propiedad del concreto de conservar su forma una vez endurecido, permite el moldeo de las piezas fuera del lugar donde deben ir colocadas.

En todo proceso de fabricación es de suma importancia las fases de dosificación mezclado, transporte y vertido del concreto en los moldes.

2.1.1 CONCRETOS COMUNMENTE EMPLEADOS

Aunque actualmente están teniendo gran auge los con-

cretos ligeros y se está investigando en el campo de los concretos de alta resistencia, como son los concretos polimerizados, los concretos normales de cemento tipo Portland si guen siendo los más utilizados.

No todos los concretos son apropiados para ser utilizados en las fábricas de elementos de concreto, ya que estos deben ser concretos susceptibles de ser puestos en obra y comcompactados con los medios disponibles para tal fin, además deben alcanzar rápidamente grandes resistencias.

2.1.2 CONCRETOS LIGEROS

Los concretos ligeros con densidades comprendidas entre los 1.2 y 1.9 ton/m³ son los que mayormente se utilizan a medida que aumenta el nivel tecnológico.

Este concreto ofrece ventajas derivadas del menor peso, mejores condiciones de aislamiento acústico y térmico ; sin embargo, presentan dificultades como pueden ser, módulo de elasticidad muy distinto del concreto ordinario, dificultades en el curado rápido y el ser susceptibles a los cambios hidroscópicos. Su costo es más elevado que el de los hormigones normales, no sólo por la mayor cantidad de cemento que se precisa que es de 20 a 50 kg. por m³, sino también por el mayor costo de los agregados.

Los concretos ligeros se pueden caracterizar según los

procedimientos de fabricación :

- a) Concreto ligero obtenido introduciendo aire o adicionando un agente de expansión. Con ello al expandirse se forman espacios huecos celulares que dan al material una estructura esponjosa después del endurecimiento.
- b) Concreto ligero obtenido por la adición de otros materiales ligeros, como piedra pómez, arcilla expansiva, escoria, cascote de ladrillo, etc. o mezclas de concreto.

Una característica esencial de ambos tipos es el hecho de que solo las mezclas mencionadas en b) se obtienen en la obra pudiéndose moldear piezas de diferente dimensión; no ocurriendo con las mencionadas en a) que obtienen su estructura por un proceso de expansión especial, moldeándose en la fábrica obteniéndose planchas o piezas de construcción que luego se transportan a la obra.

2.1.3 CEMENTOS

Los cementos más utilizados son los del tipo Portland de alta resistencia. En algunos casos pueden utilizarse los cementos puzolánicos y siderúrgicos.

El suministro de cemento se realiza a granel almacenándose en tolvas dependiendo la capacidad de estas de los siguientes factores :

- Consumo diario
- Periodicidad del suministro
- Garantía del suministro

Suele recomendarse que la capacidad de almacenado no sea menor de lo que suponen las necesidades para diez días de fabricación. La dosificación de cemento es elevada variando de 300 y 450 kg/m³, según el tipo de agregado, elemento a fabricarse y proceso de fabricación.

2.1.4 AGREGADOS

La manipulación de los agregados es sumamente delicada, recomendándose como norma general llevar los agregados a la fábrica previamente clasificados. En algunos casos la fábrica está situada junto a la cantera, siendo su suministro continuo, pero cuando no lo está, es necesario disponer de una zona para su almacenado.

El almacenado de los agregados se realiza generalmente al aire libre existiendo dos tipos básicos : almacenaje radial y almacenaje lineal.

El almacenaje lineal puede hacerse en tolvas elevadas que descargan por gravedad y que se alimentan por vuelco directo desde rampas o por elevación mediante medios mecánicos, pero generalmente se realiza a nivel del suelo. Cuando la descarga se realiza por la parte inferior hay que

tener mucho cuidado con la humedad de los agregados, controlando continuamente, ya que esta se encuentra en la parte inferior.

El almacenaje radial es más económico ya que sólo ocupa menor superficie sino que facilita enormemente la carga. Por otra parte, al tomar el árido de la parte superior, este se va desecando progresivamente, siendo su humedad poco variable.

Es de gran importancia estudiar la granulometría de los agregados para determinar las proporciones en los mezclados. Este estudio se realiza haciendo pasar los agregados a través de una serie de tamices normalizados, permitiéndonos determinar su granulometría.

Este estudio granulométrico tiene por objeto buscar la compacidad máxima del concreto, lo que corresponde a un mínimo de huecos en el esqueleto de los agregados.

2.1.5 MECLADORA

Por motivos tanto económico como de calidad, en las modernas factorías se ha desechado la dosificación volumétrica, realizándose únicamente por peso.

En cuanto al tipo de máquina concretera a usar, para pequeñas capacidades (menos de 36 p3) se utilizan concreteras de eje horizontal y caída libre en sus tres modalidades de: in

versión de giro, basculantes, circuito abierto. Para capacidades intermedias se utilizan las de tambor basculante y las de circuito abierto.

Para grandes producciones y mezclas de calidad se emplean las concretoras de amasado forjado de eje vertical en la que junto a las paletas, van unos bastidores que mantienen la mezcla en movimiento continuo.

Hoy en día están empezando a utilizarse concretoras amasadoras en las que el eje está fijo y el plato se mueve con la mezcla, denominadas amasadoras de contracorriente. Estas concretoras de eje vertical llamadas también de plato tienen un gran rendimiento y proporcionan tiempos de amasado muy reducidos.

2.1.6 TRANSPORTE DEL CONCRETO

Como norma general, siempre que se pueda se realizará el transporte del concreto a nivel del suelo, generalmente el mismo medio que realiza el transporte se encarga del vertido a los moldes.

En algún caso se diferencian ambas tareas, existiendo un medio de transporte intermedio entre la concretora y el medio de vertido, siendo este último generalmente un tornillo sin fin.

Suele establecerse una distinción entre los medios

de transporte del concreto, discontinuos y continuos.

Los primeros son los más utilizados, entre ellos están :

- a) Carretillas manuales, supuesto un recorrido de 100 mts. y carga con pala.
- b) Carretillas transportadoras-elevadoras, cuando su manejo es hidráulico, su rendimiento es muy eficiente.
- c) Tolvas transportadas sobre monorraíl aéreo o bicarril - en el suelo, suelen llevar una cuchara de apertura manual o automática. La capacidad de estas tolvas puede variar entre 0.5 y 1.5 m³.

Entre los medios continuos nos referiremos a los siguientes :

- a) Cinta transportadora.- La carga se realiza por medio de una tolva que tiene su boca de salida apoyada sobre ella y la descarga se realiza directamente en el molde.
- b) Tornillo sin fin, se emplea tanto para el manejo del concreto como también para cementos y agregados. Los mejores resultados se obtienen cuando se utiliza como distribuidor del concreto a lo largo del molde.

Son muchos y muy variados los medios de transporte existentes, la elección depende de :

- La posición de la instalación del mezclado con respecto a la nave de fabricación.

- La distancia horizontal de transporte
- La altura de elevación
- Los lugares de vertido : fijos ó móviles.

2.1.7 COMPACTACION Y VIBRACION

El objetivo de la industria de productos manufacturados de concreto es producir a partir de unas materias primas, (cemento, agregados y acero) convenientemente tratados, un producto que se ajuste a ciertas condiciones de calidad al menor costo total posible.

Las materias primas una vez mezcladas deben verterse en el molde y compactarse; luego del fraguado obtendremos el elemento de concreto. En este proceso de elaboración del concreto uno de los factores más importantes a tener presente es determinar la cantidad de agua a utilizar en la mezcla que debe ser tal que el concreto alcance el grado de plasticidad compatible con su utilización.

Es un efecto necesario que el concreto sea suficientemente manejable para obtener un llenado perfecto de los moldes a pesar del estorbo que causa la presencia de las armaduras. Pero el hecho de que todo aumento de la cantidad de agua representa una disminución de las resistencias, limita la fluidez del concreto y obliga a determinar la estricta cantidad de agua.

A título de ejemplo se puede decir que para un metro cúbico de concreto dosificado en 300 kg. de cemento Portland por m³ de concreto, el echar de 180 a 190 litros de agua para el amasado produce una disminución del 20 % de la resistencia del concreto a compresión.

Determinar la estricta cantidad de agua para un concreto cuyos agregados son almacenados a cielo abierto y sometidos a las condiciones atmosféricas, es bastante difícil por eso es recomendable en la fábricas de prefabricación almacenar los materiales bajo cubierta, de esta forma tendrán una ligera humedad que no variará prácticamente.

Se ha llegado a reducir la cantidad de agua para el meclado del concreto, esto es su grado de fluidez, por dos procedimientos cuya utilización se impone en materia de prefabricación, sobre todo para realizar el desencofrado de inmediato; la vibración y la incorporación de aditivos.

a).- Ejecución por vibración

Permite emplear concretos muy secos amasados con la mínima cantidad de agua, según la forma y dimensiones de la pieza que hay que moldear, la vibración se hará sobre el molde, sobre la armadura ó sobre el interior mismo de la masa de concreto. Para ello existen los vibradores de encofrados que se fijan sobre las paredes de los moldes; las agu -

jas vibrantes que se mantienen en contacto con la armadura, las agujas de pervibración que se introducen directamente en el concreto o las bandejas vibrantes que se desplazan sobre la superficie del concreto que hay que vibrar.

- Los Vibradores de Encofrados.- Se fijan sobre los refuerzos o las partes de fuerte espesor con el fin de obtener una distribución de la vibración lo más amplia posible. A pesar de esta precaución, la zona vibrada es limitada y es necesario disponer de un cierto número de vibradores separados de 1 a 2 metros, según su potencia. Esta clase de aparatos se deben utilizar en los encofrados metálicos ya que estos por su rigidez aseguran una repartición uniforme del esfuerzo vibratorio.

La vibración del encofrado se recomienda utilizar para elementos cuyas caras no están demasiado separadas, esta restricción se hace para que la vibración que proviene de una cara tenga la posibilidad de llegar a la cara opuesta de forma que no existe zona sin vibrar.

- Las agujas de Pervibración Adecuadas en el extremo de un tubo ó cable flexible son introducidos manualmente en la masa del concreto. La aguja pervibradora ofrece, por su movilidad, obtener un efecto vibratorio uniforme y bien repartido en todo el volumen de concreto.

Existe otra forma de vibración que es muy utilizada

en prefabricación, se trata de la mesa vibrante. Está constituida por una mesa de chapa de acero independizada de su armazón por la interposición de resortes ó amortiguadores, cuya finalidad es transmitir toda la vibración sobre la mesa. En la cara inferior de la mesa se fijan una o varios vibradores. El empleo de estas mesas consiste simplemente en colocar y sujetar el molde sobre ellas durante la vibración.

b).- Incorporación de Aditivos

El otro procedimiento que se emplea corrientemente en prefabricación para reducir la cantidad de agua en el amasado y obtener una fluidez que permita buena manejabilidad, consiste en el empleo de aditivos. Entre los aditivos que se emplean en prefabricación es necesario distinguir 3 tipos de productos :

- Lo PLASTIFICANTES, cuyo papel es asegurar un perfecto recubrimiento de las armaduras y un desencofrado impecable de un concreto amasado en seco, estos plastificantes pueden ser naturales siendo los de síliceos fósiles más usados, comprenden también plastificantes químicos que son a base de lignosulfatos de calcio.

Un buen plastificante permite reducir de 15 a 20 % la cantidad de agua de amasado del concreto.

- Los AIREANTES su objeto es principalmente proteger el concreto endurecido de alternativas de hielo y deshielo, rom

plendo la estructura capilar del material y mejorando su im permeabilidad.

- Los ACELERADORES DE FRAGUA.- El que más se emplea en pre fabricación es el cloruro de calcio, pero para evitar gra - ves inconvenientes hay que dosificarlo a 1 % del peso de ce mento para las piezas de concreto armado y a 2.5 % para las piezas de concreto simple.

Hemos visto el problema de la cantidad de agua reque rida para el amasado y sobre todo los medios prácticos para reducir esta cantidad. Nos queda indicar los procedimientos normales para determinar el volumen de agua que se puede ad mitir en cada amasada.

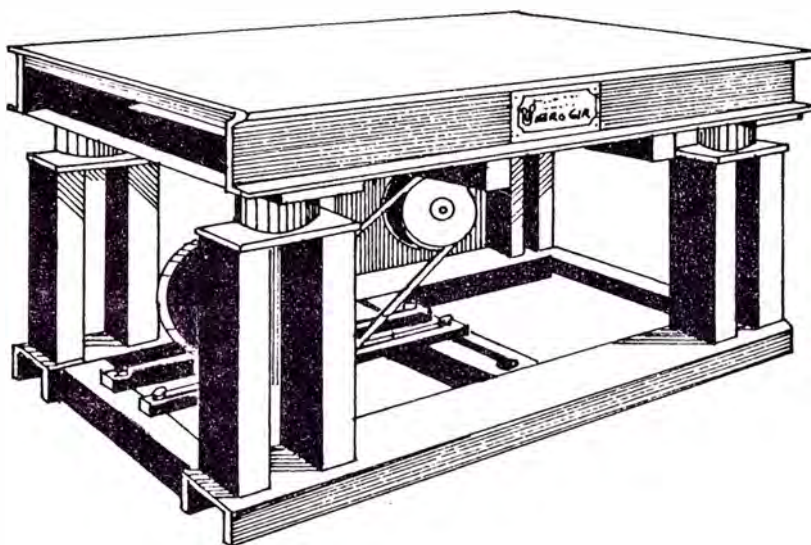
El SLUMP TEST, que es un ensayo que se hace con ayu - da del cono de ABRAMS. Este aparato es un molde en forma de tronco de cono, cuyas bases miden 0.20 y 0.10 mt. de diáme - tro y altura de 0.30 mt.

Para medir la fluidez de un concreto se llena este - molde hasta enrasar el concreto con el borde superior, lue - go se desencofra, la masa de concreto asentándose una altu - ra h cuyo valor aproximado se muestra en la siguiente ta - bla :

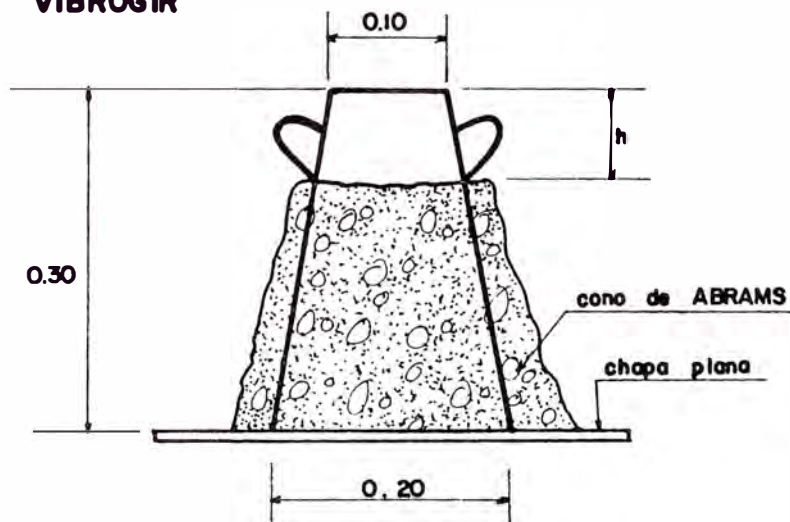
CONCRETO	ALTURA (h)
Seco	0 a 1 cm.
Plástico	3 a 10 cm.
Líquido	10 a 15 cm.

En construcción tradicional se limita la cantidad de agua en el concreto armado de tal manera que se obtenga un $h = 3$ a 5 cm. Pero en la prefabricación donde el desencofrado se debe realizar de inmediato se obliga a obtener un concreto muy seco, para lo cual h debe ser nulo ó igual a 1 cm.

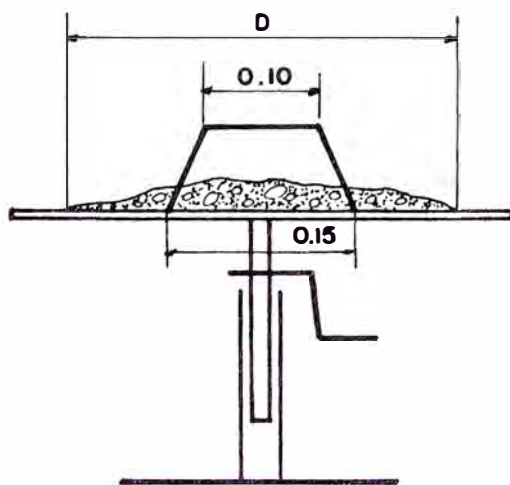
El FLOW TEST es un ensayo que se hace en la masa de sacudidas. Este consiste en una mesa circular y un volante manivela que permite elevar la mesa 12.5 cm. y dejarla caer bruscamente, provocando así una sacudida; sobre la mesa se pone un molde en forma de tronco de cono cuyas bases miden 0.50 y 0.15 mt. de diámetro y una altura de 0.075 mt. Para medir la fluidez de un concreto se llena este molde con el concreto y se desencofra inmediatamente, después de realizada esta operación se acciona el volante-manivela de tal manera que imprime a la mesa doce sacudidas en 10 seg. Estas sacudidas hace que el concreto se asiente y extienda en un diámetro D cuyo valor aproximado se muestra en la siguiente tabla :



MESA VIBRANTE VIBROGIR



SLUMP TEST CON EL CONO DE ABRAMS



FLOW TEST CON LA MESA DE SACUDIDAS

REFERENCIA:

ENSAYOS PARA DETERMINAR LA FLUIDEZ DEL CONCRETO

LAMINA Nº

2.1

A.M.

CONCRETO	DIAMETRO (D)
Seco	16 a 26 cm.
Plástico	23 a 28 cm.
Líquido	30 a 40 cm.

En construcción tradicional se limita la cantidad de agua de tal manera que se obtenga un $D = 23$ a 25 cm., pero en prefabricación el D debe ser inferior a 20 cm.

De los dos ensayos enteriormente descritos el FLOW TEST es el que da resultados más precisos, siendo por lo tanto el de mayor uso en la prefabricación.

2.2 ACERO

El acero es junto con el concreto, otro componente básico en la industria de la prefabricación, su manejo no requiere tanta inversión como el concreto, por lo que muchas veces se descuida su estudio, cuando en realidad su manipulación puede repercutir en los costes finales de la producción.

Es importante estudiar la forma de aprovisionamiento del acero de manera que los desperdicios sean mínimos.

2.2.1 PREPARACION DE LAS ARMADURAS

Dentro de la prefabricación, la preparación de las armaduras en forma manual no es usual, empleándose para ello máquinas que aseguran la regularidad de la forma y el trabajo rápido para la producción en serie. La máquina empleadas son :

- La enderezadora que permite obtener barras derechas cuando el fabricante los abastece en forma de rollos.
- La cizalladora que corta las barras derechas de largo uniforme.
- La dobladora, que efectúa el doblado de piezas iguales y permite doblar barras de diámetro considerable, lo que es imposible por medios manuales.

La unión de las armaduras se realiza utilizando soldadura eléctrica que suelda las barras por puntos en sus cruces, lo que permite obtener una armadura rígida e indeformable.

Por lo que respecta al manejo de las barras, es fundamental tener presente que estas deben moverse longitudinalmente o paralelas a sí mismas, colocándose la maquinaria de cortado delante del almacén.

En las instalaciones más mecanizadas las barras se mueven sobre rodillos ó poleas de rodadura lo que facilita

sus movimientos.

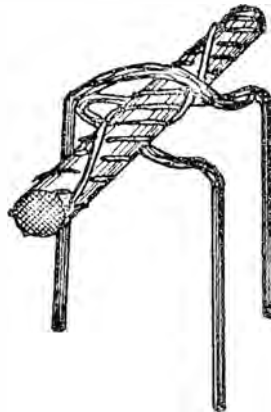
2.2.2 USO DE CALCES EN LAS ARMADURAS

Es importante conseguir una posición correcta de la armadura en el molde para lo cual se utiliza unos elementos apropiados, con el que se consigue un calce perfecto de la posición de la armadura con respecto a las paredes del molde; este calce se realiza con el fin de que la armadura no tome contacto con la superficie exterior del concreto, evitando de esta manera su oxidación.

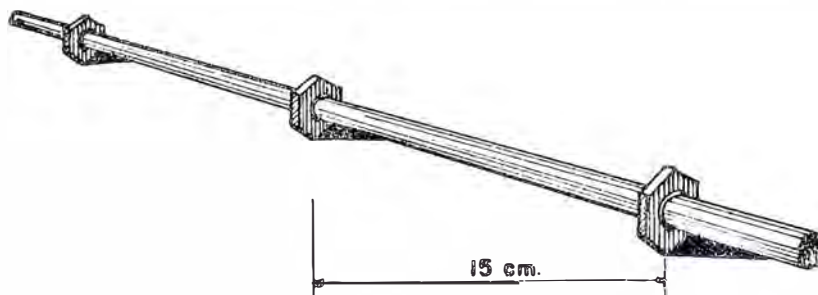
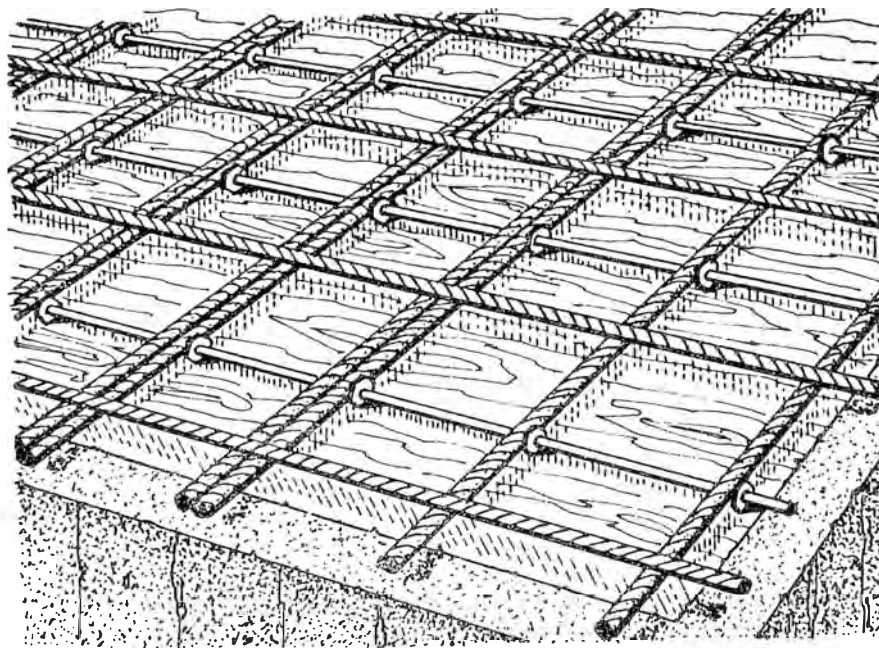
En la prefabricación se utilizan diversos tipos de calce, ya sea de concreto, que en este caso pueden ser una pieza de concreto de unos 10 cms. de largo y sección cuadrada 2 x 2 cm. en las que están embebido unos alambres cuyos extremos sobresalen unos centímetros, permitiendo de esta manera atar la pieza a la armadura.

También se utilizan unos discos de concreto agujereados en el centro lo que permite introducir las barras en el momento de preparar la armadura, lo que evita el empleo de alambre.

Otro tipo de calce puede ser como el que se muestra en la lámina 2.2 que son broches de separación de alambre de acero llamados DREIBEIN que permite el calce de barras horizontales y verticales.



BROCHE DE SEPARACION DREIBEIN



SEPARADOR DE BANDA

REFERENCIA:

TIPOS DE CALCES EN ARMADURAS PARA ASEGURAR LA CORRECTA POSICION EN EL MOLDE

LAMINA N°

2.2

A. M.

Otro tipo de calce es un separador de banda llamado "El Universal" que se compone de una barra redonda de plástico con distanciadores exagonales cada 15 cm. tal como se muestra en la lámina 2.2.

2.3 EL PLASTICO EN LA CONSTRUCCION

Las materias plásticas presentan en sí una característica que los hace sumamente valiosa en construcción: el hecho de reunir dos propiedades claves como son el ser autportantes y autoreversibles a un tiempo.

Son propiedades características genéricas de los plásticos poco peso, gran fortaleza, aspecto atractivo, alta resistencia a la corrosión y transparencia, lo que les hace ser valiosos en la construcción.

Recientes mejoras se encaminan a proporcionar a los elementos plásticos estabilidad dimensional mayor resistencia al contacto directo con la llama y a las altas temperaturas.

Una de las principales desventajas desde el punto de vista estructural de los plásticos, es el bajo valor de los módulos de elasticidad, este es uno de los principales impedimentos para el uso de los mismos en estructuras, pero esto es solo verdad hasta cierto punto ya que su resistencia depende primordialmente de la geometría de los ele-

mentos es por esta razón que las estructuras todo plástico que se han construído en forma experimental sean por lo general curvilíneas.

Los plásticos son ideales para la fabricación de paneles multicapas que pueden ser usados como componentes básicos en estructuras resistentes.

El panel actúa como un excelente aislante térmico y como barrera al vapor de agua. Las pruebas llevadas a cabo con paneles multicapas de plástico han probado ser rígidos.

Las tendencias a la incorporación del plástico como material en la edificación, es ya un hecho en los países más desarrollados, teniendo en cuenta que en estos países la tasa de crecimiento de empleo del plástico es del orden del 15 % mientras que la del cemento es de sólo 5 %.

La tabla que se muestra nos proporciona algunos datos numéricos del consumo de plásticos en los principales países productores.

De entre toda la gama de materias plásticas empleadas en la edificación destaca por su volumen aproximadamente un 70 % del total, la del cloruro de polivinilo (PVC).

CONSUMO DE PLASTICOS EN EDIFICACION		
PAIS	CONSUMO DE PLASTICOS EN EDIFICACION EN MILES DE TON.	% DEL CONSUMO DE PLASTICOS EN EDIF. CON RELACION AL CONSUMO TOTAL.
Alemania Federal	250	14.6
Francia	90	11.0
Holanda	25	12.5
Inglaterra	173	15.0
Italia	100	13.5
Japón	630	26.1
U.S.A	1,600	20.0

2.4 EL METAL COMO MATERIAL NO CONVENCIONAL

La idea de construcciones a base de elementos metálicos, la asociamos inmediatamente a producción y tecnología industrial convencional.

Las características físicas y formales del metal como materia prima pueden variarse dentro de unos límites muy amplios gracias a una serie de procesos de transformación, estampación, embutición, extensión, doblado, plegado, cortado, etc., que auxiliados por variados métodos de unión, soldadura, roblonado, atornillado, grapado, pegado, etc. y tra

C A P I T U L O III

ELEMENTOS PREFABRICADOS

3.1 COORDINACION MODULAR

Siendo la construcción con elementos prefabricados un procedimiento aditivo, esto es cada una de sus partes se aña de a una anterior para formar un todo único, o bien se aco-plan unas en otras es lógico que los elementos componentes sean dimensionados de tal forma que exista una relación de aditividad entre sus medidas. La utilización de un módulo, factor común de todas las medidas que se trata de coordinar dimensionalmente, es una valiosa ayuda que facilita este proceso.

3.1.1 MULTIMODULOS Y SUBMODULOS

Para determinados tipos de edificios, en este caso particularizando para las dimensiones verticales u horizontales de las viviendas, se han establecido como suplemento del módulo básico $M = 10$ cms. los multimódulos. Análogamente para definir juntas ó en general dimensiones usuales más pequeñas que el módulo se establecen los submódulos. El uso de ambos es idéntico al del módulo básico.

tados mediante diversos acabados, decapado, anodizado galvanizado, plastificado, esmaltado, etc. nos llevan a un producto de características completamente distintas a las del material de partida. Todo ello con la posibilidad de ser realizado dentro de unos procesos altamente mecanizados que pueden mantenerse dentro de unos márgenes de tolerancia muy estrechos.

En contrapartida los metales también presentan una serie de inconvenientes para su empleo en la construcción entre los más graves podemos señalar :

- Mal comportamiento frente a altas temperaturas
- Necesidad de un adecuado aislamiento acústico y térmico
- Desde el punto de vista económico requiere una fuerte inversión para el equipo de fabricación.

Del dominio de estas técnicas se basó JEAN PROUVE, quien partiendo de láminas de aluminio y de acero enrollado tras someterlo a un moldeado y rigidizarlas con un ligero esqueleto sometiendo la superficie a un cuidadoso acabado y rellenando el alma de espuma aislante llega a producir industrialmente los grandes paneles metálicos.

Con la utilización de éstos módulos derivados se consigue una adaptación más fácil a las necesidades de proyecto con menor número de elementos.

Los multimódulos y submódulos recomendados son los siguientes :

Multimódulos	Submódulos
60 M = 600 cm.	1/2 M = 5 cm.
30 M = 300 cm.	1/5 M = 2 cm.
15 M = 150 cm.	1/10 M = 1 cm.
12 M = 120 cm.	1/20 M = 5 mm.
6 M = 60 cm.	1/50 M = 2 mm.
3 M = 30 cm.	1/100 M = 1 mm.

El módulo es una magnitud tomada como unidad para que en función de ella, se pueda seleccionar las medidas y poder diseñar los elementos que nos permitan una inmediata colocación y ensamblaje al utilizar medidas moduladas, se logra lo siguiente :

- Permitir el dimensionado de los materiales y elementos de construcción, de tal manera que estos puedan ser ensamblados en obra en un mínimo de retoques.
- Reducir la cantidad de tamaños de los materiales y elementos de tal manera que permita una racionalización y norma

lización de los detalles de unión de dichos materiales y elementos.

- Simplificar el trabajo de confección de planos de conjunto y detalles de ejecución.

3.2 PANELES

Se entiende como paneles aquellos elementos que cierran un hueco horizontal o vertical, del tamaño de una o más habitaciones. En el caso de huecos horizontales tenemos los paneles o losas de forjado y en el caso de huecos verticales los paneles propiamente dichos que a su vez pueden ser portantes o no.

Para el estudio de estos paneles podemos clasificarlos en :

- Paneles para muros exteriores
- Paneles de muros y tabiques interiores

Las dimensiones de los elementos están condicionados por varios factores como son :

- Dimensiones de los moldes, que suelen ser por lo general rectangulares, siendo una de sus dimensiones la de entrepisos (3.00 mt.) la otra o bien está por los 5 mt. que es el tamaño de una habitación o pasa de los 10 mts.
- Potencia de los medios de elevaciones.

3.2.1 PANELES PARA MUROS EXTERIORES

Antes de hacer un análisis de estos elementos se deberá tener en cuenta las funciones que han de cumplir los mismos una vez puesto en obra como es :

- Resistir y transmitir las cargas previstas
- Sufrir deformaciones sin sobrepasar ciertos límites
- Soportar acciones no previsibles como impactos, choques , etc.
- Aislar técnicamente y acústicamente el interior del exterior.
- Protección de la lluvia y el viento.
- Permitir la evacuación de la humedad originada por los ocupantes.
- Proporcionar una cierta seguridad frente al fuego.
- Conseguir un efecto estético.

De todas estas funciones que han de cumplir los paneles exteriores, estas se pueden reunir en tres grupos :

- Para cumplir una misión estructural, concreto de calidad, armaduras en general en forma de mallas electrosoldadas , piezas de cerámica resistente, etc.
- Para cumplir una misión aislante, capas de poliestireno - expandido ó similares, concreto celular, cámaras de aire, capas de impermeabilización, elementos huecos, etc.

- Para ocasionar un efecto estético, acanaladuras en estos relieves sobre el paramento exterior capas de gresite, em papelado, pintura plástica, enlucido de yeso árido visto, etc.

A continuación describiremos los paneles exteriores portantes desde el punto de vista de su constitución :

a) Panel homogéneo o de una sola capa.

Suelen ser especialmente adecuados estos elementos para la realización de viviendas o edificaciones de poca altura en las que un solo material por lo general concreto de menos de 1300 kg/cm^3 a base de concretos celulares o mediante el empleo de áridos ligeros artificiales, realizan simultáneamente las funciones portante y aislante.

En Rusia que es país tecnológicamente más avanzado en el campo de los áridos ligeros artificiales, empleando arcilla expandida y escorias dilatadas, se ha conseguido paneles estructurales de gran espesor, unos 40 cms. pero de reducido peso, ya que la densidad de estos materiales está comprendida entre 900 y 1000 kg/m^3 .

Los sistemas alemanes resuelven sus muros exteriores portantes a base de una sola capa de unos 25 cm. de espesor de concreto de piedra pómez, ó concreto gaseado de 20 cm. de espesor con recubrimiento exterior de fibra de vidrio y empa

pelado directo sobre el paramento interior.

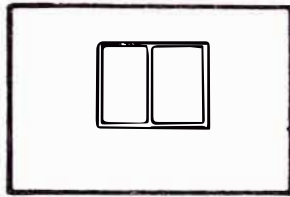
b) Panel multicapa o tipo "Sandwich"

Es esta la solución más extendida y racionalmente la que mejor resuelve el problema de la diversidad de funciones que ha de cumplir el panel exterior.

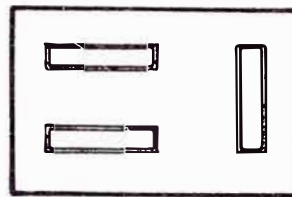
Por un principio general que ha de proseguirse en todo proceso de fabricación, el de la sencillez ha de tenderse el manejo del menor número de elementos posible por lo que no es recomendable las soluciones a base de muchas capas de distintos materiales.

La solución generalmente más aceptada y que racionalmente se acerca más a los cometidos a cumplir es la formada por los paneles de tres capas : dos de concreto de idénticas características y una intermedia a base de un material de gran poder aislante térmico-acústico. De las dos capas de concreto, la de mayor espesor y por lo general armada con una malla de acero electrosoldada, suele ser la portante lo que si no está bien definido es el lugar donde se debe colocar si en la parte exterior ó interior del panel.

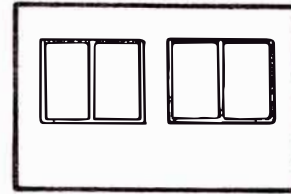
En el fondo, respecto a la composición, la mayoría de las soluciones empleados no son otra cosa que una combinación de espesores de las tres capas mencionadas y un empleo de distintos materiales aislantes o dosificaciones del con -



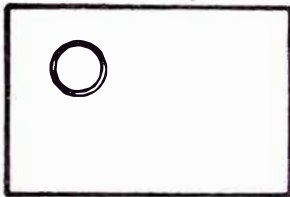
COSTAMAGNA, Pamplona (ESPAÑA)



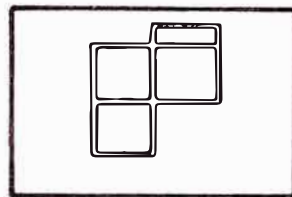
CAMUS, Pantin (PARIS)



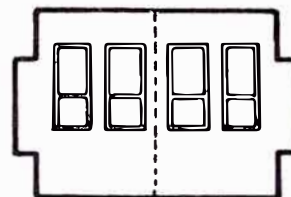
IGECO, Zurich (SUIZA)



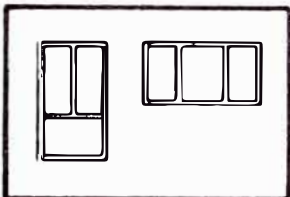
TRACOBA, Poligono, Badia, Barcelona (ESPAÑA)



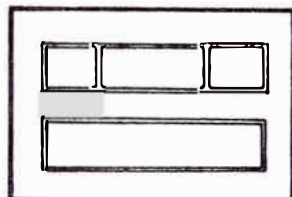
CAMUS, Pantin (PARIS)



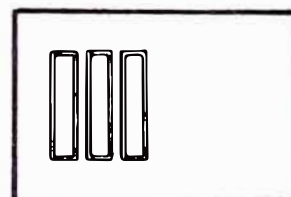
LARSEN-NIELSEN /IGECO La Gradella (SUIZA)



CAMUS, Maison Alfort (PARIS)

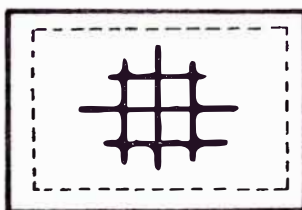


LARSEN-NIELSEN (ALEMANIA)

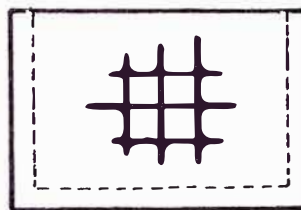


GIGEAN-MONTPPELLIER (FRANCIA)

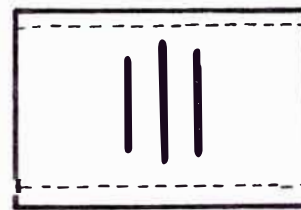
CONJUNTO DE SOLUCIONES FORMALES DE GRANDES PANELES EN RECIENTES CONJUNTOS PREFABRICADOS.



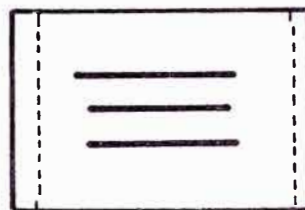
a)



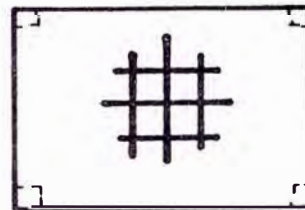
b)



c)



d)



e)

ESQUEMA DE APOYO Y ARMADO DE PANELES DE FORJADO.

REFERENCIA:

PANELES DE FACHADA Y FORJADO

LAMINA N°

3.1

A. - M.

creto de acuerdo con la altura de los edificios y con el clima de la zona de ubicación.

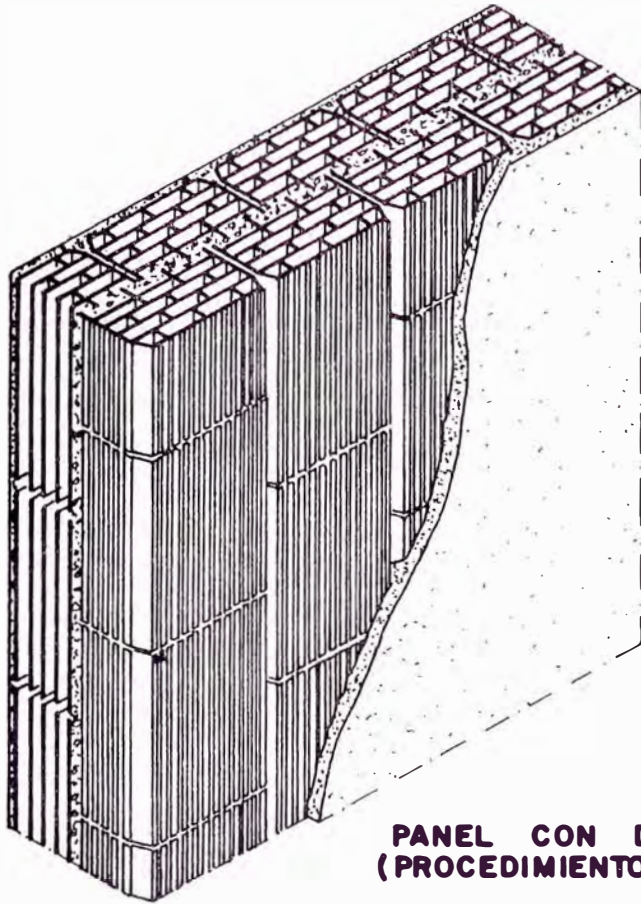
En el cuadro que se muestra a continuación se han recopilado algunos ejemplos de distintos tipos de paneles según las capas de que están constituidos. Se podría apreciar que se perfila una tendencia al panel de espesor comprendido entre 20 y 22 cm. y formado por tres capas : una exterior de concreto con malla electrosoldada, de espesor variable entre 2.5 cm y 5 cm. según las condiciones climáticas de empleo , por último una capa de concreto armado cuyo espesor varía según las condiciones de carga y el tipo de aberturas del panel, entre los 14 y 17 cm. siendo el concreto empleado de alta resistencia.

La solución desde el punto de vista de fabricación es lógico ya que se maneja un solo componente el concreto, que mediante un extenso vibrado se adapta a la forma del molde y una capa de material aislante que viene a completar las características del concreto.

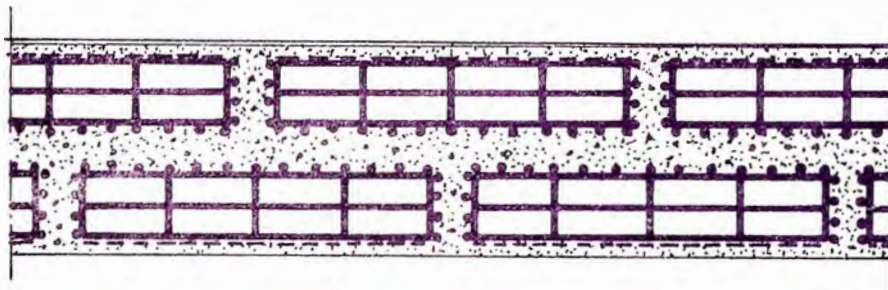
Los paneles multicapas como consecuencia de la diferencia de temperatura entre las capas interior y exterior tienen una clara tendencia a curvarse.

El radio de curvatura viene dado por la expresión :

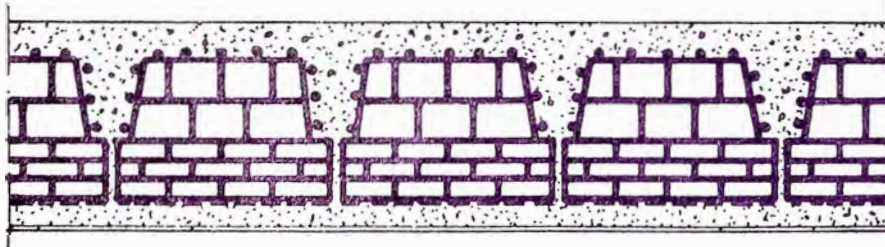
$$r = \frac{h}{\alpha t \cdot \Delta t}$$



PANEL CON DOS CARAS DE LADRILLO
(PROCEDIMIENTO TECHNOVE)



PANEL CON DOS CAPAS DE LADRILLO
(PROCEDIMIENTO COSTAMAGNA)



PANEL CON LADRILLO EN T. (PROCEDIMIENTO COSTAMAGNA)

REFERENCIA:

TIPO DE PANEL COMPUESTO

LAMINA N°

3.4

Siendo : r = radio de curvatura

h = espesor del muro

α_t = coeficiente de dilatación

Δ_t = diferencia máxima de temperatura.

La flecha máxima f se determina en buena aproximación por la fórmula :

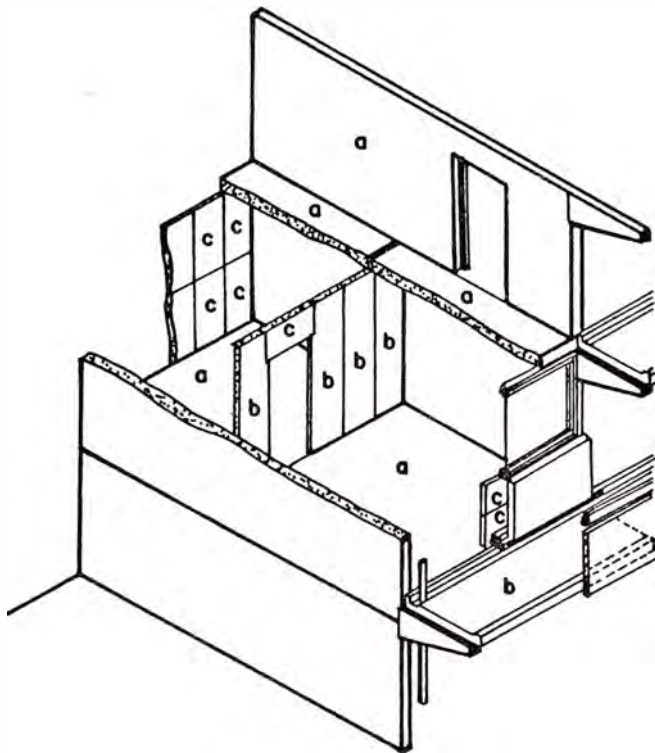
$$f = \frac{L^2}{8r} = \frac{L^2 \alpha_t \Delta_t}{8h}$$

Donde L es la longitud del elemento medido en milímetros.

c) Panel compuesto

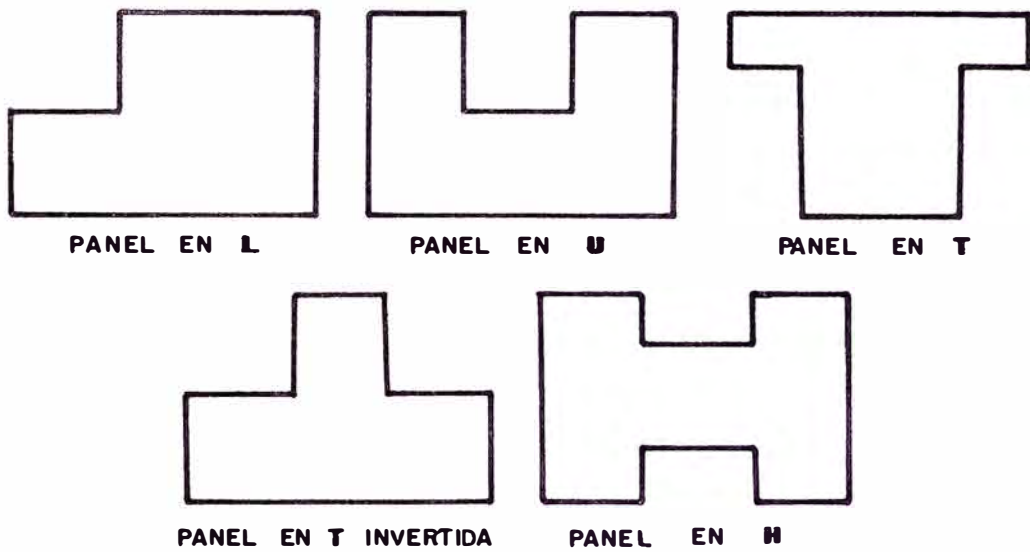
Se denomina así al panel que está formado por la unión de elementos o piezas previamente acabadas. Estas son por lo general placas nervadas prefabricadas de concreto, capas de concreto vibrado, piezas cerámicas, etc.

Es prácticamente imposible llegar a tener una sistematización de soluciones formales de paneles exteriores de grandes dimensiones, sin embargo existen algunas soluciones muy empleadas y que ha dado buenos resultados y estas son las formadas a base de paneles de perímetro rectangular, conteniendo uno o varios huecos de ventana puerta de balcón o tragaluz. Las variaciones y combinaciones son prácticamente limitadas.



a — grandes paneles
b — paneles medios
c — grandes bloques

COMPOSICION AXOMETRICA DE CARACTER EXCLUSIVAMENTE DIDACTICO



POSIBLES SOLUCIONES DE GRANDES PANELES DE FACHADA

REFERENCIA:

POSIBLES SOLUCIONES DE GRANDES PANELES DE FACHADA

LAMINA N°

3.2

A.-M.

Otras modalidades bastante corrientes de paneles exteriores son los de forma de L, T, T invertida U, H, etc. estos se completan con paneles contiguos o bien con la carpintería de vanos.

En la lámina 3.2 se muestran diversas soluciones de grandes paneles.

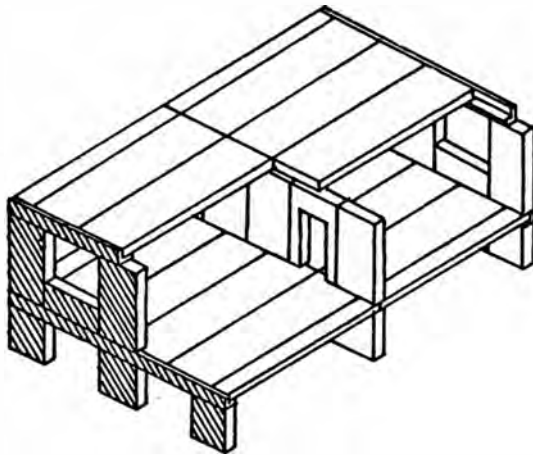
3.2.2 PANELES DE MUROS Y TABIQUES INTERIORES

En estos tipos de paneles se minimizan varias funciones de los nombrados para paneles exteriores, por lo tanto la construcción de estos son más sencillos tendiéndose a la acción homogénea.

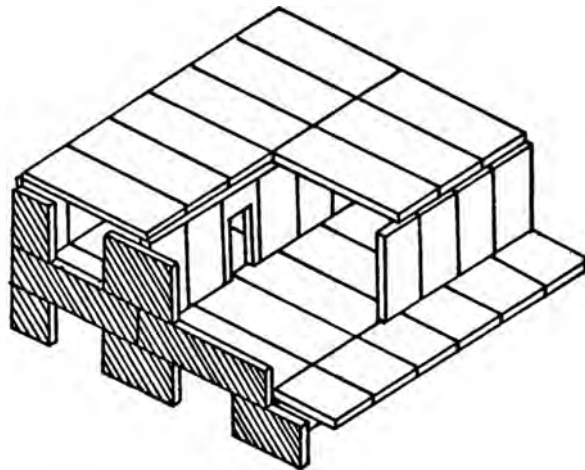
Una clasificación aparece como definitiva entre este tipo de elementos, la correspondiente a su participación o no en la función portante. Por lo tanto para su estudio diremos los paneles interiores en muros portantes y tabiques divisorios.

a) Muros interiores portantes :

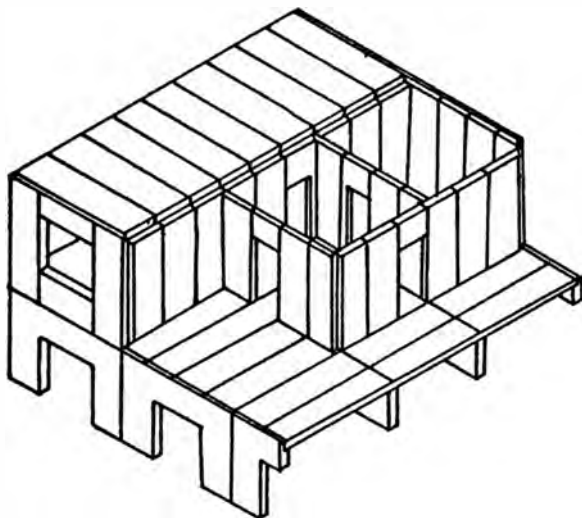
Las dimensiones de estos elementos están condicionados por las mismas características referidas a los paneles portantes exteriores. El material empleado es el concreto armado, en las realizaciones prácticas, estos paneles suelen tener las dimensiones de una o más habitaciones, las dos caras suelen ser perfectamente lisas ya que su fabricación se



ESQUEMA LONGITUDINAL A BASE DE PANELES MEDIOS



ESQUEMA TRANSVERSAL A BASE DE PANELES MEDIOS



ESQUEMA CRUZADO A BASE DE PANELES MEDIOS

REFERENCIA:

TIPOS DE CONSTRUCCION A BASE DE PANELES

A.M.

LAMINA N°

3.3

realiza en baterías de moldes de acero y por tanto el grado de perfección de las superficies es muy apropiado para ser pintadas o empapeladas directamente en fábrica o en obra.

El espesor de los paneles es variable según los sistemas función del número de plantas, de las luces de la calidad del concreto y de la cuantía del armado.

Los sistemas que emplean piezas cerámicas llegan a espesores considerables como el "Sistema Florio" utiliza piezas cerámicas de 20 cm. llegando el panel a tener 25 cm. de espesor total; el "Sistema Costamagna" llega a tener 30 cm. utilizando piezas de 23 cm. de espesor.

b) Tabiques interiores no portantes.

Estos son paneles del tipo autosoportado ya que no resiste carga alguna, los materiales usados para su confección son distintos al del concreto armado, empleándose materiales como el concreto celular, el concreto de áridos ligeros, placas de yeso, etc.

3.3 TECHOS

El interés primordial de los techos prefabricados es el de evitar el apuntalamiento tradicional que constituye una pérdida de tiempo y una elevación del precio de costo de mano de obra.

En el procedimiento tradicional, el encofrado de vigas vigue

tas y bovedillas, necesita hileras de puntales bajo el fondo de los moldes, los cuales se repiten en cada nivel de la construcción. Después del vaciado del concreto, es necesario un plazo de dos ó tres semanas para desencofrar la cara inferior y desmontar los puntales.

La prefabricación de techos puede ser a base de viguetas ó losas llenas ó aligeradas de concreto, la prefabricación de viguetas permite entregarlas listas ya que para su empleo se colocan entre los muros de carga sin puntales, excepto en el paso de las vigas prefabricadas que no tienen más que una zapata de concreto para los que pueden ser necesarios algunos puntales, en general uno o dos por luz de 4 a 6 mts. Una vez colocadas están listas para recibir elementos prefabricados de sovedillas de concreto o arcilla y la losa de concreto puede ser vaciada inmediatamente sin encofrados, por lo tanto sin plazos para desencofrar.

Tales son las características esenciales de los forjados prefabricados, claro está que la aplicación de estos principios da lugar a variantes de concepción siendo las principales las siguientes :

- Viguetas prefabricadas de armadura metálica y zapata de concreto vibrado, sovedillas prefabricadas de concreto o cerámica.
- Viguetas prefabricadas de armadura metálica y zapata de

- concreto pretensado, bovedillas prefabricadas de cerámica.
- Viguetas prefabricadas completas de concreto vibrado bovedillas prefabricadas de concreto o cerámica.
 - Viguetas prefabricadas completas de concreto pretensado, bovedillas prefabricadas de concreto o cerámica.
 - Viguetas prefabricadas de cerámica y concreto armado vibrado, bovedillas prefabricadas de cerámica.
 - Losas prefabricadas llenas o aligerada de concreto vibrado.

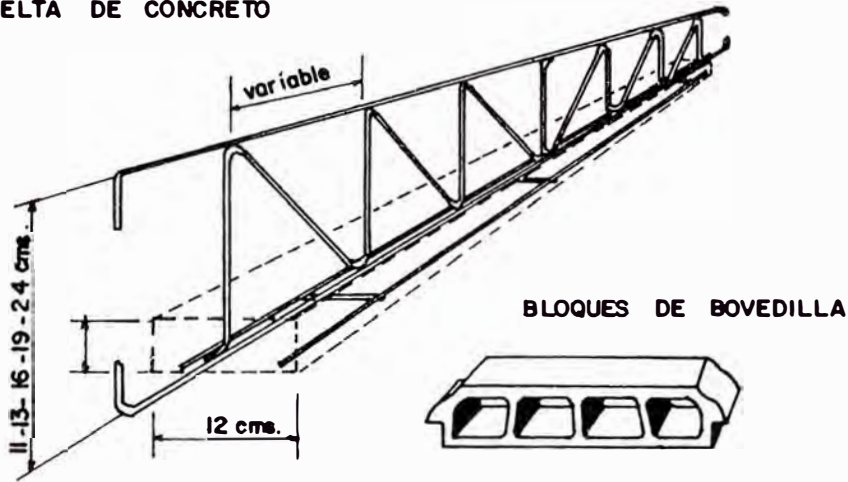
A continuación describiremos algunas patentes francesas que han sido aceptadas en los cánones de la industria de la Construcción lo que nos podrá dar una idea general del avance de los prefabricados y sobre todo de los resultados ya obtenidos.

3.3.1 FORJADO PRAT

Este tipo de forjado se compone de viguetas y bovedillas con una losa de compresión, las viguetas son prefabricadas con armadura metálica y zapata de concreto vibrado. La vigueta está compuesta de los siguientes elementos :

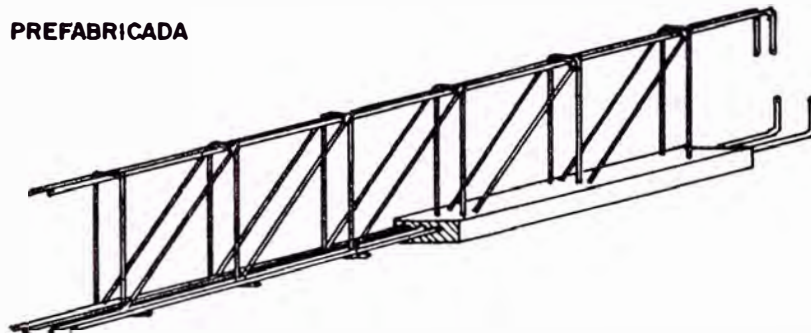
- Una armadura superior de acero redondo de un diámetro de 3/8" a 1/2".
- Una armadura inferior compuesta de 2 barras de acero soldadas sobre varillas transversales.

VIGUETA DE ACERO SOLDADO CON ZAPATA
PREENVUELTA DE CONCRETO

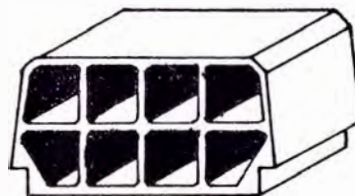


FORJADO PRAT

VIGUETA PREFABRICADA



BLOQUE DE BOVEDILLA



FORJADO PRAT, TIPO 400

A.- M.

- Una reja soldada formada por una barra de acero de 1/4" a 3/8" de diámetro, sucesivamente vertical e inclinada 45° soldada a los aceros superior e inferior.

La armadura inferior va recubierta de una zapata de concreto de 11 ó 12 cm. de ancho y 4.5 cm. de espesor en las cercanías de los apoyos, con el fin de aumentar la resistencia al esfuerzo cortante, se aumentarán estribos, reduciendo el peso de pliegue de la barra o agregando una barra plegado suplementaria.

Las bovedillas son cuerpos huecos de concreto que presentan en la parte baja unas ranuras destinadas a asegurar un apoyo sobre las alas de las viguetas.

Las características usuales de este forjado son las siguientes :

- | | |
|------------------------------------|---------------|
| - Distancia entre ejes de viguetas | 60 ó 75 cm. |
| - Altura de la bovedilla | 12 a 27 cm. |
| - Altura total del forjado | 16 a 31 cm. |
| - Peso por metro cuadrado | 225 a 340 kg. |

Luces máximas para las sobrecargas :

- | | |
|----------------------------|-----------------|
| - de 175 kg/m ² | 4.25 a 7.00 mt. |
| - de 200 kg/m ² | 4.00 a 6.50 mt. |
| - de 400 kg/m ² | 3.50 a 5.75 mt. |

Para forjados con resistencias mayores que esta se fabrican elementos llamados P-400 los cuales se basan para su diseño en los mismos principios indicados anteriormente, pero llevan un refuerzo que permite alcanzar luces de 9.00 mt. para una sobrecarga de 250 kg/m².

La vigueta está constituida por :

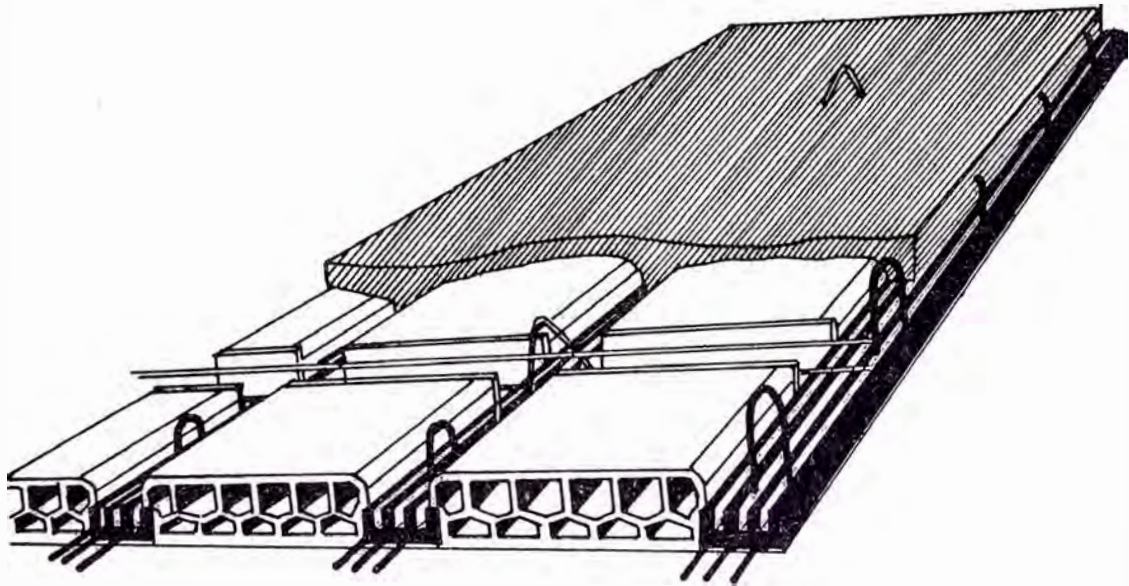
- Una armadura superior con 2 barras de acero de 3/8" de diámetro.
- Una armadura inferior formada por 2 barras de 5/8" de diámetro.
- Una rejilla soldada, compuesta por barras de acero verticales ó inclinados 45° de 1/4" a 3/8" de diámetro.

Las características son :

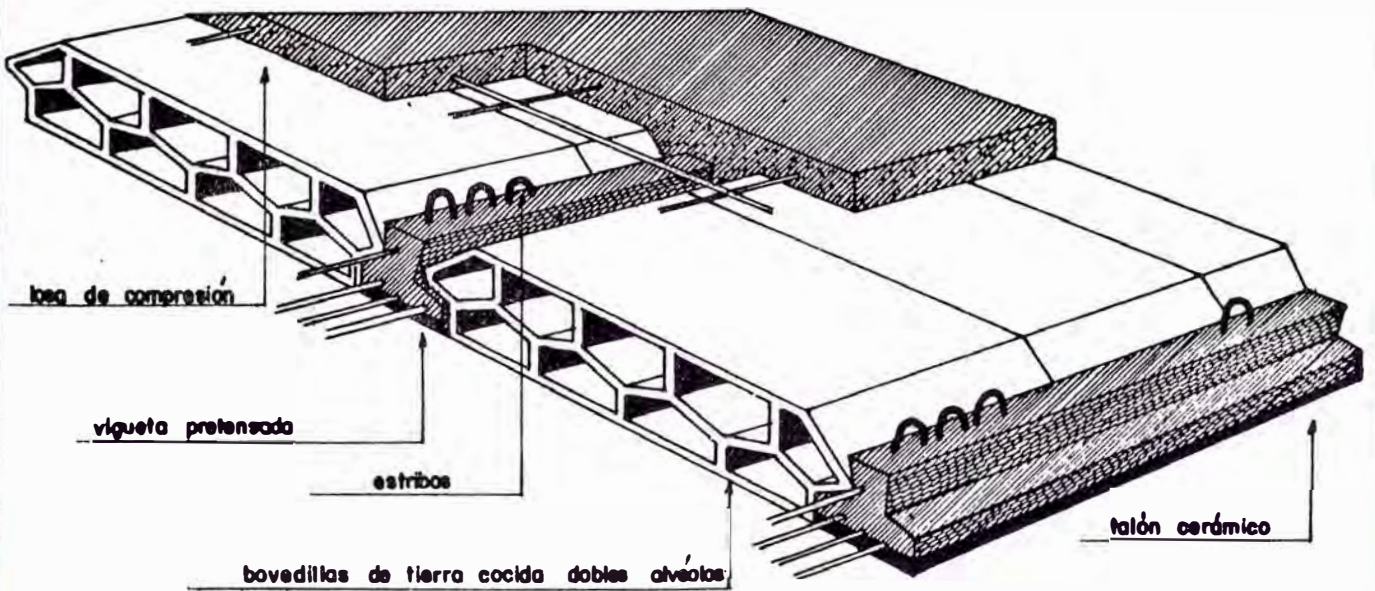
- Distancia entre ejes de viguetas 60 a 75 cm.
- Altura de bovedilla 35 cm.
- Altura total del forjado 40 cm.
- Peso por metro cuadrado 450 a 480 kg.
- Luz máxima para sobrecarga de
250 kg/m² 9.00 mt.

3.3.2 FORJADO STAHLTON

Este forjado está constituido por viguetas prefabricadas con armadura metálica y zapata pretensada que están -



COMPOSICION DE FORJADO STAHLTON



CONSTITUCION DEL FORJADO SUPERCERAM

A. M.

formados por ladrillos de tierra cocida, en forma de peine unidos extremo con extremo sobre puntos de mortero y cuyas ranuras entre los dientes del peine se rellenan de concreto, en el que se encuentran metidos los hierros de pretensado.

En los extremos de las viguetas los alambres se introducen en un bloque de concreto, los estribos se colocan en las juntas entre elementos cerámicos. El forjado se completa por el vaciado de concreto de los nervios y generalmente por una losa de compresión de 4 a 6 cm. de espesor.

Las características de este forjado son los siguientes :

- Distancia entre ejes de viguetas 35.5, 50, 62.5 cm.
- Altura de bovedilla 10 a 24 cm.
- Altura total del forjado 14 a 28 cm.
- Peso por metro cuadrado 230 a 420 kg.

Las luces máximas para sobrecargas :

- De 175 kg/m² 4.20 a 8.00 mt.
- De 250 kg/m² 4.20 a 7.50 mt.
- De 400 kg/m² 3.80 a 6.80 mt.

3.3.3 FORJADO SUPERCERAM

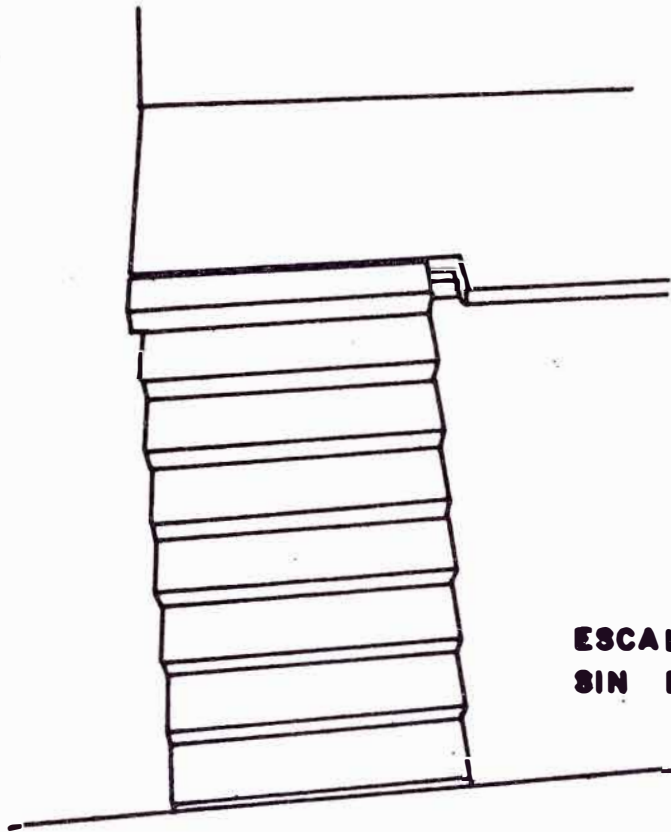
Este tipo de forjado está constituido por viguetas de concreto pretensado y de bovedilla de tierra cocida con doble fila de alveolos. El vaciado de concreto de relleno permite asegurar el intervalo entre viguetas y bovedillas, efectuando al mismo tiempo el de la losa que está ligeramente armada.

Las viguetas se fabrican con la ayuda de una máquina móvil de encofrado deslizante, asegurando el recubrimiento del concreto de los cables de acero puestos en tensión, de forma independiente, con la ayuda de un gato hidráulico. Una pieza de tierra cocida se coloca en la cara de apoyo y constituye el fondo del molde.

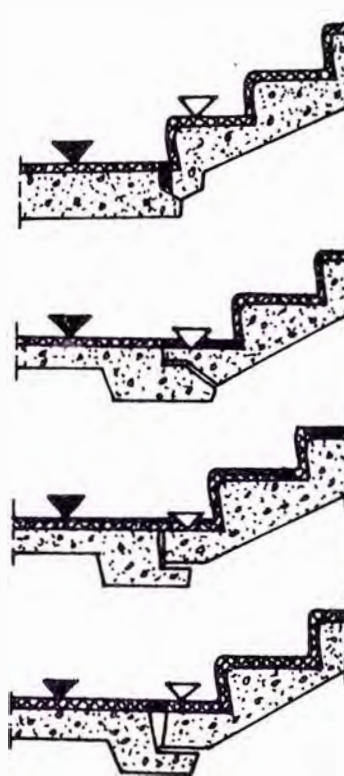
3.4 ESCALERAS

Los sistemas cerrados a base de grandes paredes de concreto suelen completar su construcción a base de piezas más ó menos estandarizadas, siendo una de las más importantes los elementos de escalera.

Las dimensiones de la caja de caja de escaleras suelen estar íntimamente relacionados con el sistema constructivo del edificio si se trata de edificaciones de paneles de esquema portante longitudinal, es la profundidad la que está principalmente limitada y el ancho es relativamente libre.



ESCALERA PREFABRICADA, UN TRAMO SIN DESCANSO



TIPOS DE APOYO

A.-M.

Si se trata de edificaciones de paneles con muros portantes transversales es la profundidad la dimensión libre. Si el sistema es mixto la limitación se extiende a ambas direcciones.

Dos criterios predominan en cuanto a la resolución de este elemento, unos sistemas utilizan la pieza compuesta de tramo y descanso formando un todo con lo que se consigue mayor facilidad para la resolución en obra de los descansos ya que de realizarse en partes separadas hay que asegurar el empujamiento de este elemento en voladizo sobre cuyo extremo se apoyará.

Otro criterio de resolución es el de tramos y descanso separados, en la que el tramo descansa sobre una losa empotrada a media altura del panel ó apoyándose sobre mensulas empotradas en el panel.

En el caso de un sistema de esquema portante transversal la mejor solución es apoyar el descanso en los muros transversales y la escalera en el descanso.

En el caso de un sistema de paneles longitudinales es recomendable la fusión de medio descanso con la escalera y su apoyo en los muros longitudinales.

La construcción de la escalera se ve directamente influenciada por el tipo de su apoyo, en la lámina 3.7 pueden ver

se esquemáticamente algunas soluciones de este punto, algunos sistemas se muestran partidarios del apoyo oblicuo ya que este asegura una estabilidad suficiente y se acerca más que los horizontales al apoyo teórico simple. En otros casos por razones estéticas funcionales y constructivos se opta por aislar la escalera del bloque general tal como se muestra en la lámina.

3.5 BLOQUES TECNICOS

3.5.1 DEFINICION Y EVOLUCION

Se conoce como bloque técnico el elemento tridimensional autoportante que mediante un proceso de fabricación en factoría englosa en sí el mayor número de instalaciones totalmente acopladas.

Desde los inicios de la industrialización de la construcción se tenía en mente el reunir en un bloque el mayor número de instalaciones posibles. Esto es lógico que así ocurriese ya que el gran número de oficios distintos que intervienen en esta misión como son las instalaciones sanitarias de calefacción, eléctricos, etc., dificulta cualquier esfuerzo por racionalizar la obra. Por otra parte la similitud de las funciones a cumplir hace de la cocina y el baño dos espacios que pueden resolverse a base de relativamente pocos tipos, por lo que aparece la idea de adosar la cocina

y el baño trayendo como consecuencia un tabique separador el cual aumenta de espesor para alejar en su interior conducciones, llaves de registro, etc. llegando en algunos casos a ser visitable para facilitar las reparaciones.

Los primeros instantes de industrializar este tipo de elemento aparece en los años cuarenta en Francia, el material usado fue de concreto, conforme se realizaban diversas experiencias, sobre todo en los países Europeos se fueron cuajando las condiciones óptimas para que los bloques técnicos fueran una realidad.

Posteriormente en la década del sesenta se conoce el desarrollo de los elementos técnicos en concreto y comienzan los planteamientos para aprovechar las cualidades de los nuevos materiales que han aparecido en el mercado como el plástico reforzado, fibra de vidrio, etc.

3.5.2 CLASIFICACION DE LOS BLOQUES TECNICOS

Dentro de las inspecciones que implica toda clasificación se puede establecer una decisión de los bloques de acuerdo con su volumen en :

- Bloques técnicos tipo habitación
- Bloques técnicos tipo muro.

Dentro de cada uno de los tipos anteriormente descritos se

puede establecer una subdivisión de acuerdo al material básico empleado. Los bloques técnicos tipo habitación se puede subdividir en :

- Realizados con concreto
- Realizados a base de materiales ligeros

En el caso de los tipos muro en :

- Realizados con concreto
- Realizados a base de esqueleto metálico

BLOQUES TECNICOS DE CONCRETO TIPO HABITACION

La realización de estos elementos está supeditada a la elección de los bloques "abiertos" o "Cerrados" conceptualmente no existe gran diferencia entre ellos, tampoco es distinto el proceso de fabricación sin embargo, existen pequeñas diferencias en las que hay que pensar a la hora de decidir entre uno u otro tipo :

a) Momento del montaje : La colocación de los elementos espaciales cerrados (tipo célula) se realizan al tiempo que se colocan los restantes elementos estructurales. Por el contrario cuando se trata de elementos abiertos (losa de piso, tabique de instalaciones y elementos de baño y/o cocina colocados) el riesgo de que estos sufran desperfectos es grande por lo que el montaje de los mismos se realiza cuan-

do la parte estructural del edificio está totalmente acabada.

b) Elementos de elevación : En algunas ocasiones especialmente cuando el sistema constructivo es a base de paneles de peso mediano, suele ocurrir que la capacidad de elevación de las grúas empleadas es un factor decisivo de elección, quedando eliminada la opción de elementos cerrados de hormigón por su peso.

BLOQUES TECNICOS DE MATERIAL LIGERO TIPO HABITACION

El uso de material ligero en la confección de bloques técnicos tipo habitación trae como consecuencia ciertas ventajas que el concreto no posee así como ciertos inconvenientes. Entre las ventajas que se puede obtener está su ligereza de peso, este se consigue con los plásticos y materiales derivados así como la combinación de perfiles metálicos y paneles de aglomerados. Esta cualidad es importante en el sentido de que algunos sistemas de prefabricación no necesitan elementos de elevación portantes, por lo que rechazan la posibilidad de utilizar células pesadas. Su proceso de fabricación es netamente industrial, el plástico en sí nos ofrece una amplia libertad de diseño consiguiendo formas audaces y de acabados más perfectos.

Entre las desventajas que puede presentar es la dificultad de reemplazamiento y de reparación pequeñas dimensiones de

los bloques, mal comportamiento ante el fuego, ante las sustancias químicas, detergentes, etc.

BLOQUE TECNICO DE CONCRETO TIPO MURO

Este elemento tiene las mismas características de un panel - proceso similar de fabricación, peso semejante, idéntico sistema de elevación y unión, etc. en general es un panel no portante que asume su misión de reunir el mayor número de instalaciones posibles esta característica, cumple con sus principios básicos de la industrialización de las instalaciones que consiste en la reunión de las mismas, consiguiéndose con ello la disminución de los recorridos y por tanto economía de materiales, fácil localización de fallas, reducción del tiempo de montaje.

Los bloques técnicos de concreto tipo muro suelen reunir los siguientes servicios : conductos para humos, ventilación mecánica y de vaciado de basuras, así como las conducciones de electricidad, gas y agua. El espesor de estos bloques es de unos 35 cms. llegando en algunos casos a los 50 cms.

BLOQUE TECNICO A BASE DE ESQUELETO METALICO TIPO MURO

Este elemento consta de un entramado a base de perfiles metálicos que hacen de armazón del bloque, al que se sujetan las conducciones y demás elementos de la instalación. Esta operación realizada de factoría mediante procedimientos de monta-

je muy racionales y empleando elementos standard producidos en serie de bloque un grado de acabado una rapidez de fabricación y una sencillez para las reparaciones que hace de estos bloques un elemento de gran futuro.

El proceso suele ser muy reducido ya que las conducciones son en muchos casos de PVC o de metales ligeros, el relleno aislante suele ser de pliestireno o políester expandido. El revestimiento exterior del bloque suele hacerse a base de paneles de aglomerados que se atornillan a la estructura.

C A P I T U L O IV

CRITERIOS GENERALES RELATIVOS A LA FASE DE ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y MONTAJE

4.1 ALMACENADO

4.1.1 MANIPULACION DE LAS PIEZAS

En una fábrica las piezas experimentan generalmente las siguientes manipulaciones :

- Desmoldeo
- Transporte a la zona de almacenaje
- Apilado
- Carga en el medio de transporte

Además de estas manipulaciones, en algunas ocasiones se presentan otras como pueden ser :

- El transportar una pieza con ó sin molde a la zona de curado.
- El transportar las piezas a una zona de acabado en donde reciben un chequeo, y en algunos casos un tratamiento superficial.

Estas operaciones encarecen en gran manera las piezas y en algunos casos cuestan más que la fabricación misma por lo que es muy importante su mecanización.

En todo proceso de fabricación, implica el tener presente los medios de transporte que se usarán y el diseño de la fábrica hay que hacerlo con los condicionantes que imponen los medios de transporte seleccionados.

Como reglas generales podrían darse las siguientes :

- Debe evitar realizar las manipulaciones de las piezas acabadas con los mismos medios que el transporte del concreto fresco.
- Con el fin de evitar manipulaciones intermedias es importante realizar la totalidad de los movimientos de las piezas prefabricadas como es desmoldeo, transporte, apilado y carga, con el mismo medio de transporte.
- Es importante el llevar un riguroso control del almacén teniendo en cuenta la totalidad de movimientos de las piezas para evitar el remover y cambiar de sitio de las mismas.
- Suele recomendarse el transportar las piezas en la misma posición en que serán usadas.
- En el transporte de las piezas el gancho de sujeción debe estar en la vertical del centro de gravedad de la pieza y por encima de él.

4.1.2 MEDIOS DE MANIPULACION DE LAS PIEZAS

Existen una gran variedad de maquinaria de manipulación que se podrían clasificar de muchas formas.

a) En lo referente a la flexibilidad de uso

- Medios ligados a una instalación fija en planta, como son los puentes grúa y vagonetas sobre carriles, los montacargas, etc.
- Medios de movimiento libre, como pueden ser los pórticos sobre ruedas neumáticas.

Con respecto a esta clasificación es mejor la tendencia a utilizar medios del segundo tipo por la gran elasticidad de movimiento que presentan.

b) En cuanto a su capacidad de movimiento

- Medios que solo pueden mover la pieza en un plano como carretillas, ascensores, etc.
- Medios que permitan el transporte horizontal y la elevación como los puentes grúa, pórticos sobre ruedas, etc.

Son preferibles los del segundo tipo ya que por si solos pueden realizar todas las manipulaciones, las que no ocurren con los del primer tipo que tienen que complementarse con otras máquinas para poder realizar la totalidad de manipulaciones.

c) Por la forma de llevar la pieza

- Medios que llevan las piezas colgadas
- Medios que las elevan apoyadas sobre ellas

Al respecto a esta clasificación se puede decir que son prefabricables los primeros, pues en los del segundo tipo las operaciones de desmoldeo y apilado son más complejos.

La elección de la maquinaria debe hacerse atendiendo a diversos factores entre los que podríamos resaltar :

- La organización de la producción
- El número y variedad de piezas
- Dimensiones y formas de las piezas fabricadas.

De la maquinaria fundamentalmente hay que analizar tres aspectos :

- Su capacidad de trabajo
- La inversión de capital
- Los gastos de funcionamiento.

Los criterios que se pueden considerar como decisivos para la elección de la maquinaria son : flexibilidad y rapidez, siendo en este caso más flexibles los medios automotores sobre ruedas; sin embargo los puentes grúas realizan las operaciones más rápidamente por lo que debe tomarse una solución buscando un equilibrio entre ambos factores.

4.1.3 MEDIOS AUXILIARES

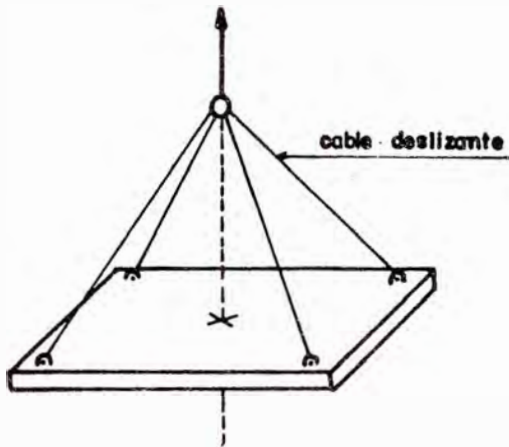
Entre estos medios cabe resaltar los dispositivos de sujección de las piezas grandes durante su transporte al almacén. El método de suspensión depende de la forma y dimensiones de la pieza, de forma que se asegure su estabilidad y no aparezcan grandes tensiones debidas al transporte.

Con el objeto de evitar sobrecargas en la pieza a transportar hay que colocar unos balancines entre los dispositivos de sujección de la pieza y el gancho sustentante. Estos balancines se hacen más necesarios en piezas asimétricas. Otra función de los balancines es mejorar la estabilidad de la pieza durante el transporte.

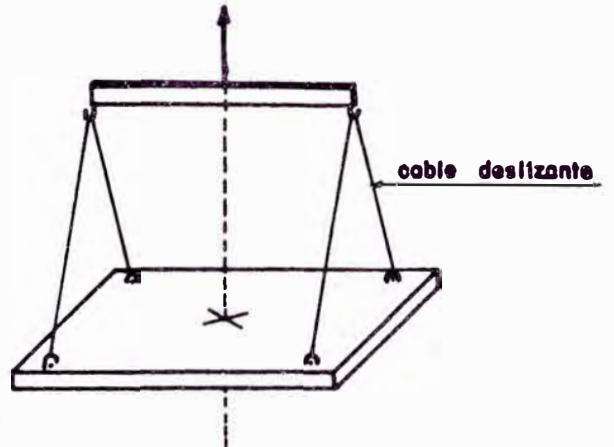
Debido a las inexactitudes en la colocación de los ganchos en mayor o menor cantidad los cables no pueden ser todos de longitud fija, pues habría alguno que por exceso de longitud no trabajaría hasta que, debido a las sobrecargas que aparecerían en la pieza, esta se deformase con riesgo de aparición de fisuras ó roturas. Esto puede evitarse con los balancines, dejando alguno de los cables de longitud variable.

4.1.4 NECESIDAD DE ALMACENAMIENTO

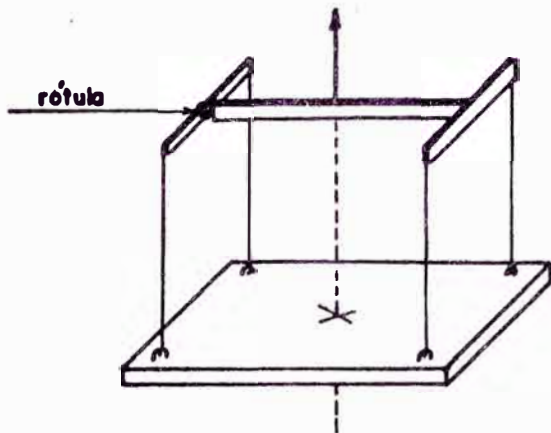
Una vez finalizada la fabricación es preciso retirar los elementos de la zona de fabricación, y almacenarlos antes de su expedición.



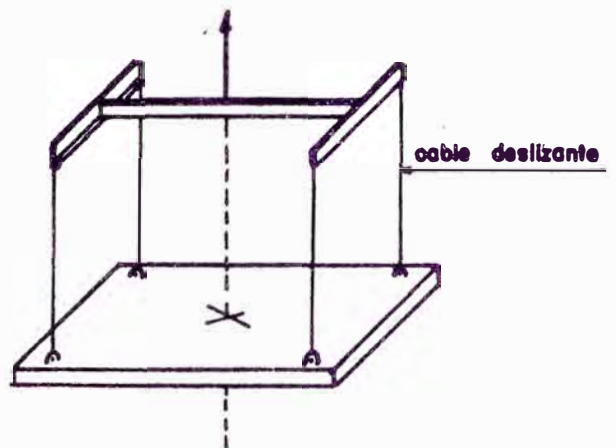
BALANCIN DE CABLES



BALANCIN CON UNA PIEZA RIGIDA



BALANCIN CON UNA PIEZA RIGIDA DE DOS BRAZOS, UNO DE ELLOS ARTICULADO



BALANCIN CON UNA PIEZA RIGIDA Y CABLE DESLIZANTE

Este almacenado es fundamental por dos razones :

- Por razones de resistencia ya que las piezas no deben utilizarse hasta que hayan alcanzado como mínimo su resistencia nominal y debido al desmoldeo rápido de las piezas, estas salen del molde con una fracción de su resistencia total, haciendo falta un período de estabilización.

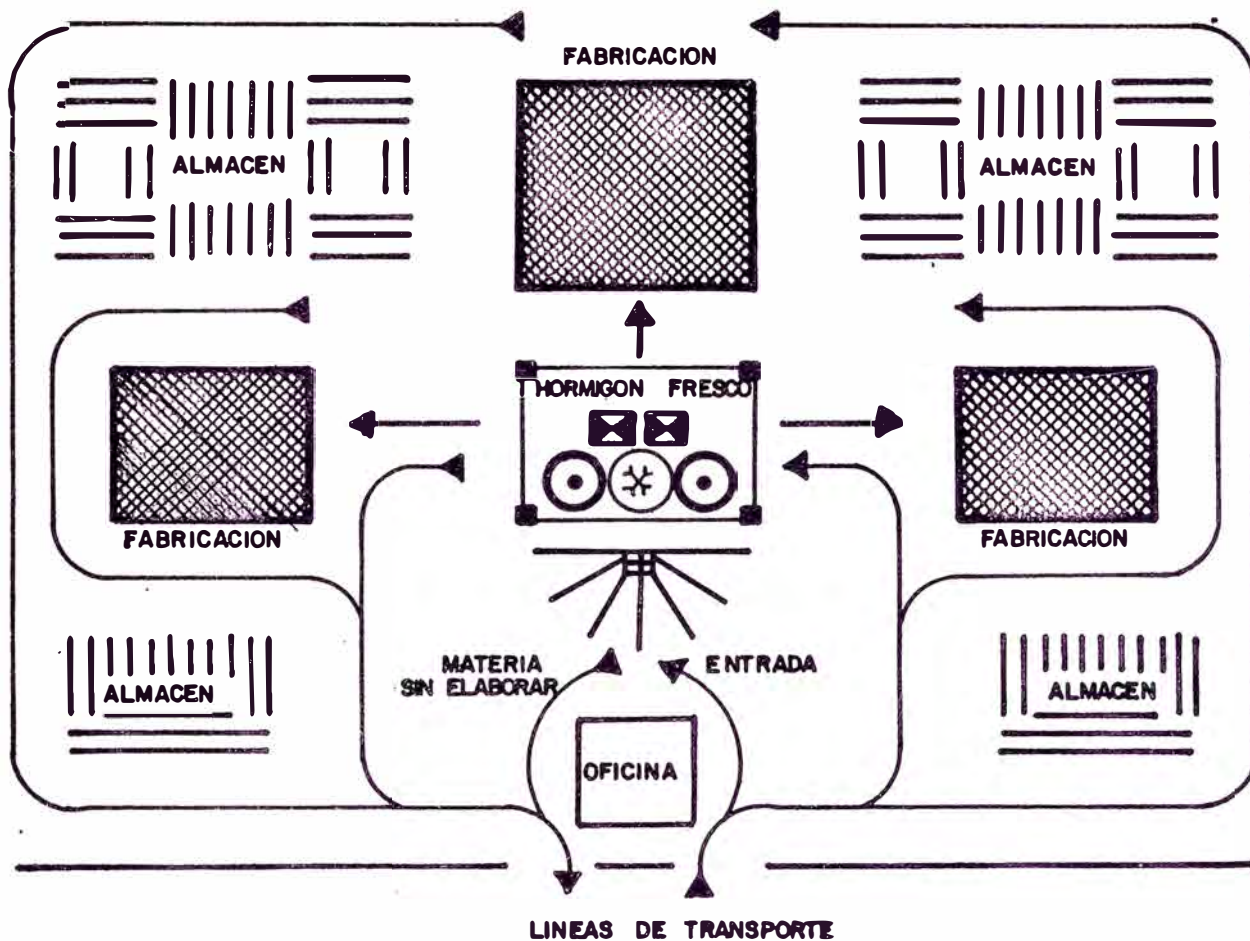
La principal razón que hace necesario el almacenaje es de tipo organizativo pues los distintos ritmos de fabricación, transporte y montaje obligan a ello. No hay que olvidar que en las construcciones prefabricadas y con objeto de evitar manipulaciones casi nunca se realiza un almacenado a pie de obra, llevándose directamente del almacén al montaje.

4.1.5 CARACTERISTICAS DEL ALMACEN

La zona dedicada al almacenaje de las piezas debe estar situada por una parte, cerca de la nave de fabricación y por otra debe estar enlazada con las vías de comunicación por los que se expedirán las piezas.

En la ubicación del almacén intervienen dos factores fundamentales :

- El primero es el número y disposición de las naves de fabricación ya que en el caso de existir varias naves hay que estudiar la posibilidad de tener un almacén único ó



varios. En el caso de nave única de desarrollo lineal es evidente que el almacén debe disponerse a continuación de la misma.

- El otro factor decisivo son los medios de transporte desde la nave de fabricación al almacén.

En lo que respecta a la extensión del almacén, debe fijarse atendiendo principalmente a los siguientes factores :

- La forma comercial de producción y la demanda
- La naturaleza de las piezas fabricadas
- La maquinaria de transporte y apilado

4.1.6 ALGUNOS CRITERIOS SOBRE ALMACENADO

Es fundamental llevar un control de las existencias de las piezas en el almacén, señalando la posición que ocupa en él cada partida de piezas, anotando la fecha de fabricación de cada una de ellas.

Como reglas de almacenado se suelen dar las siguientes :

- Solamente pueden apilarse las piezas iguales
- Es conveniente almacenar las piezas en la misma posición en que se usarán.
- Hay que procurar que el volumen de piezas almacenadas sea el menor posible con el objeto de reducir el capital inmovilizado.

Cuando las piezas se apilan hay que asentarlas con tablones generalmente de madera, la posición de estos debe ele

girse de forma que las solicitudes que se introducirán en las piezas almacenadas sena aceptables. Los tabiones de apoyo deben estar colocados exactamente uno encima del otro ya que en caso contrario podrían aparecer roturas o fisuras, principalmente debido a los esfuerzos constantes que se originarían.

4.2 TRANSPORTE

Unos problemas característicos de la industria de la prefabricación de elementos de concreto son los que presentan el transporte y montaje de las piezas, por lo que se dice que los límites de esta industria no los fija la producción de las piezas sino su manipulación.

4.2.1 . TRANSPORTE DE ELEMENTOS DE CONCRETO

El transporte de las piezas depende de diversos factores entre los que podríamos señalar : unos inherentes a las piezas, como pueden ser sus dimensiones, forma y peso, y otros que podríamos englosar en otro grupo en el que estaría las vías de comunicación y los vehículos de transporte. Un máximo aprovechamiento de la capacidad de transporte se obtiene cuando el peso de cada pieza es un divisor de la carga admisible del vehículo.

Las piezas de tamaño pequeño o medio pueden transportarse con medios convencionales, sin embargo, los elementos

de grandes dimensiones requieren plataformas de transporte especialmente diseñadas y por ello de mayor costo.

Como norma general, las piezas deben transportarse en la misma posición que posteriormente tendrán en obra, lo cual no solo facilita la carga y descarga sino que también hace trabajar a las piezas de la forma más idónea. Sin embargo, muchas veces debido a la necesidad de conseguir un buen aprovechamiento de la capacidad de transporte puede ser necesario llevar las piezas de otra forma.

Es fundamental el conseguir un buen asiento de las piezas evitando que durante el transporte puede haber cualquier movimiento de las mismas lo cual podría originar roturas simplemente afectar su acabado. Es conveniente proteger los puntos de apoyo con topes blandos para que no dejen señales. Si los paneles o losas se transportan en posición horizontal no deben apoyar unos sobre otros; para lo cual se intercalan elementos blandos, siendo suficiente listones anchos de madera de forma que la superficie de apoyo no sea muy reducida.

En el dimensionamiento, una de las hipótesis de cálculo que debe considerarse, es la de transporte y montaje, debiendo realizarse estos de forma que las sollicitaciones en la pieza no sean mayores que las previstas.

4.2.2 MEDIOS DE TRANSPORTE

El medio de transporte más frecuente se realiza por ca

retera por la gran flexibilidad e independencia que presenta. Ya hemos visto que las piezas de tamaño pequeño y medio suelen transportarse en vehículos convencionales sin embargo, en el caso de grandes piezas se suelen realizar plataformas especiales. En estos casos cuando el transporte sea por carretera son muy convenientes los semiremolques con plataforma de carga independiente del vehículo tractor lo cual evita la inmovilización del vehículo tractor mientras se realiza la carga y descarga.

Con el objeto de aprovechar el máximo la capacidad de transporte son muy importantes las plataformas bajas siendo recomendable que exista como mínimo una altura libre de 0.30 mts. sobre el suelo.

Con respecto al número de vehículos necesarios, en este caso de remolques, algunos se rigen por la siguiente fórmula para su determinación en el caso de fábricas productoras de elementos para viviendas :

$$n = \frac{Q}{q} \cdot \frac{L + L'}{vth} \cdot m$$

Donde n = número de vehículos necesarios

Q = Número de elementos necesarios para levantar un piso.

q = Número de elementos transportables en cada viaje.

L = Distancia de transporte de carga (km)

- L' = Distancia de transporte en vacío (km)
 v = Velocidad del vehículo (km/hora)
 t = Tiempo de montaje de un piso
 h = Duración de un turno en horas
 m = número de edificios que se montan simultáneamente.

Con el objeto de conseguir fluidez y conjunción entre el transporte y el montaje, se tiene que el número de vehículos que deben encontrarse en obra deben cumplir la relación.

$$n \geq \frac{f}{s}$$

Donde : f es el tiempo que cada vehículo precisa para el ciclo total.

s es el tiempo requerido para la elevación o montaje de los elementos del vehículo.

4.2.3 CARGA Y DESCARGA DE LAS PIEZAS

Se ha indicado anteriormente que como norma general, las piezas deben transportarse en la misma posición que tendrán en la obra, hay que evitar todo tipo de manipulaciones innecesarias que encarecen y acentúan el riesgo de rotura, sin embargo con el fin de evitar que algún retraso en el transporte de las piezas o alguna rotura pudiera paralizar todas las operaciones de montaje, suele realizarse en un pequeño almacén a pie de obra cuyo volumen depende del número de piezas

distintas de la distancia de transporte y la frecuencia de llegada de los vehículos, se recomienda que el número de elementos almacenados a pie de obra sea el 10 % del total.

La carga de los elementos suele realizarse con la maquinaria que sirve el almacén de la fábrica y la descarga con la maquinaria del montaje.

4.3 MONTAJE DE ELEMENTOS DE CONCRETO

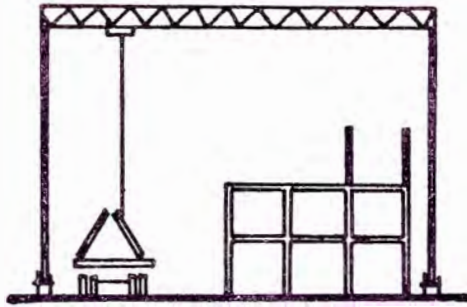
4.3.1 MAQUINARIA DE ELEVACION

Hay una gran variedad de máquinas que pueden realizar la elevación y montaje de elementos de concreto. La elección de un tipo determinado depende de diversos factores como es: número de elementos, características de los elementos, altura de la obra, distribución en planta de la edificación, etc.

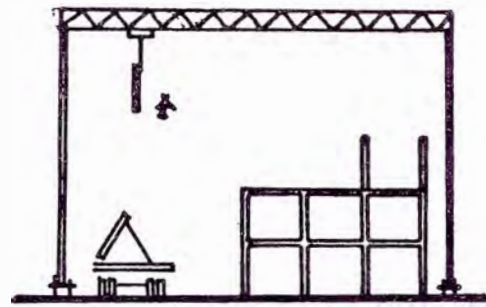
De las cualidades técnicas de la maquinaria de montaje se debe analizar los siguientes aspectos :

- Capacidad de elevación
- Rendimiento
- Precisión
- Su movilidad sobre el terreno

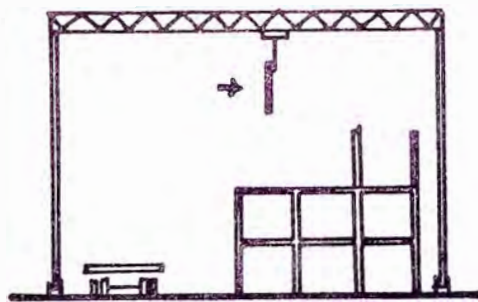
Los tipos de maquinaria suelen clasificarse atendiendo a sus movimientos y a la forma de realizarlos. De un modo general los movimientos posibles en la maquinaria de elevación son :



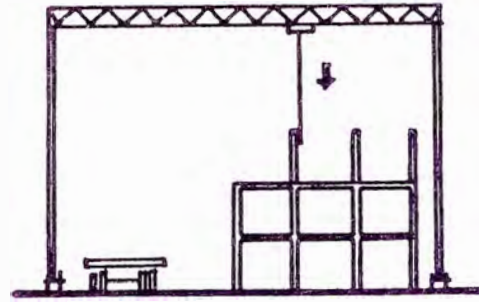
SITUACION



ELEVACION



TRANSPORTE



MONTAJE

A.-M.

REFERENCIA:
ESQUEMAS DE ACTUACION DE LAS GRUAS PORTICOS

LAMINA N°
4.3

- Elevación de la carga
- Elevación de la pluma - Desplazamiento de la carga
- Giro del conjunto
- Translación del conjunto

No todas las máquinas poseen estos movimientos ya que en muchos casos las fábricas aumentan su capacidad a costa de limitar su movilidad

Entre la maquinaria utilizada para el montaje de elementos de concreto podemos citar los siguientes :

- Grúas torre : Sobre carriles
- Auto grúas : sobre neumáticos u orugas
- Grúas pórtico : sobre carriles ó neumáticos
- Grúas mástil : simple, gemelos.

Para realizar el montaje de las piezas prefabricadas en la mayoría de los casos la maquinaria de elevación debe a ayudarse de unos balancines o poleas cuyas características de penden de las de la pieza a elevar y que se interponen entre el gancho de elevación y la pieza.

La misión de estos balancines es de convertir la carga puntual, que actúa en el gancho, en una serie de cargas aplicadas en distintos puntos de la pieza, de forma que el equilibrio de la pieza sea estable durante la elevación y que los esfuerzos originados en la misma por estas cargas sean aceptables.

Al momento de realizar el montaje de las piezas estas no deben soportarse de la maquinaria de elevación hasta que se haya asegurado su estabilidad, y como normalmente no todas las piezas son autoestables sino que la estabilidad se consigue unas veces en el apoyo mutuo de varias piezas y otras por el hormigonado o soldadura de las juntas, es necesario un arriostramiento provisional de las piezas para poder liberar la maquinaria de elevación. Este arriostramiento se consigue normalmente por puntales rígidos que trabajan tanto a tracción como a compresión y en algunos casos por cables a tracción (vientos).

Los puntales utilizados más frecuentemente son los metálicos de sección tubular siendo los mejores de longitud variable lo cual se consigue normalmente por medio de tornillos de doble rosca (gatos mecánicos) intercalados en ellos.

Los vientos suelen ser generalmente alambres de acero patentado y en algunos casos en que las cargas son elevadas se utilizan cordones de varios alambres trenzados. Los vientos por lo general se fijan al suelo por medio de angulares metálicos o estacas de madera estos elementos de sujeción deben realizarse en las máximas garantías de seguridad, hincándose en dirección normal a la tracción y reforzando el terreno en la zona comprimida.

Cuando el anclaje deba tener una cierta permanencia puede re

currirse a los bloques de anclaje que suelen ser de concreto. Estos bloques se dimensionan para la tracción más desfavorable con un coeficiente de seguridad δ mínimo de 2, tanto en la estabilidad al deslizamiento como al levantamiento y al vuelco.

4.3.2 MONTAJE DE COLUMNAS

Cuando los elementos son pequeños, de altura 1 ó 2 pisos, la grúa los puede colocar fácilmente en su posición. La sujección se realiza normalmente con pasadores metálicos que atraviezan la pieza y si la columna tiene ménsulas puede aprovecharse para realizar la sujección. Normalmente se realiza el montaje traccionando de un solo punto. En el caso de piezas pesadas que se elevan con un extremo apoyada en el suelo es importante si la armadura es escasa, elegir como punto de suspensión el que origina una distribución de momentos en la que son iguales los momentos máximos positivos y negativos

En el momento del montaje la grúa no debe saltar la columna hasta que la junta de su base haya sido materializada, lo cual lleva bastante tiempo. Este tipo de juntas normalmente consiste en una soldaduras en la armadura y un relleno de concreto.

Cuando la unión se realiza introduciendo la columna en un hueco ya preparado el cual se rellena posteriormente con concre

to, la materialización de la junta lleva de 0,5 a 2 horas. El arriostramiento de las columnas suele hacerse con cables, colocando un mínimo de 3 no ortogonales ó bien apuntalando unos con otros debiéndose asegurar la estabilidad en todos los sentidos. Si las columnas tienen 8 metros de altura pueden apuntalarse con puntales de madera, en el caso de que las columnas sean muy altas y esbeltas pueden ser necesario apuntalarlos en varios niveles con el objeto de evitar el pandeo.

4.3.3 MONTAJE DE VIGAS

Las vigas normalmente se montan suspendidas de 2 puntos. En el caso de vigas del tipo continuas puede ser necesario elevarlas suspendiéndolas de las secciones correspondientes a los apoyos.

Cuando se trata de vigas de pequeña longitud, una sola grúa puede realizar la operación; sin embargo, cuando las vigas tienen una cierta longitud hay que recurrir a dos o más. Es muy importante que el montaje se realice en la forma prevista al dimensionar la pieza, ya que las solicitaciones que se producen en estas piezas durante el montaje pueden tener gran importancia.

4.3.4 MONTAJE DE PANELES DE PARED

Este montaje es relativamente sencillo cuando se to -

toman los paneles directamente del vehículo de transporte en la posición que tendrán en obra, incluso cuando se transportan horizontalmente un giro no presenta grandes dificultades si se suspenden por medio de ganchos dejados en su cara superior.

Suelen utilizarse balancines de cables ó vigas en 2 ó 3 eslingas de suspensión, y la maquinaria más empleada son las grúas torre o las autogrúas sobre neumáticos.

Este tipo de montaje es bastante rápido realizándose las uniones frecuentemente hormigonando las juntas. Con respecto al tiempo requerido para el montaje de un panel de pared, B. OBRETENOV indica que las distintas fases requieren los siguientes tiempos :

No.	TIPO DE OPERACION	TIEMPO EN MINUTOS	%
1	Enganche del elemento	0.9	4.5
2	Desplazamiento del elemento	2.1	10.2
3	Colocación según el proyecto	13.0	63.5
4	Descuelgue del elemento	3.0	14.6
5	Retorno a la posición inicial de la máquina de montaje.	1.5	7.2

El arriostramiento se realiza normalmente por medio de puntales, necesitándose 4 o 5 hombres para su montaje. Es muy importante el orden en que deben montarse los paneles, siendo preferible dejar los de fachada para el final.

Como norma general ninguna pieza debe cargarse hasta que esté definitivamente fijada, por lo que hay que evitar apoyar los paneles sobre el forjado inferior, ya que normalmente esté solamente esta apoyado sobre los paneles inferiores.

Para recibir la pieza suele colocarse una capa de mortero de asiento en la zona de apoyo.

4.3.5 MONTAJE DE PANELES DE FORJADO Y PIEZAS DE CUBIERTA

Este tipo de elementos se suele montar horizontalmente con balancines de 4 cables (2 de ellos deslizantes) se recomienda no usar ganchos en el caso en que las piezas pasen más de 10 ton. siendo indicado en este caso usar medios de sustentación a base de perfiles metálicos colocados por debajo de las piezas.

No hay que colocar estas piezas hasta que las inferiores sobre la que descansa estén definitivamente rigidizadas, se suelen recibir con una capa de mortero y es conveniente realizar una unión en las piezas adyacentes lo más pronto posible.

Tolerancias en el Montaje

En el montaje de las piezas hay que conseguir la máxi-

ma precisión, no solo porque una falta de alineación puede ser estéticamente deplorable sino porque puede introducir solicitaciones perjudiciales comprometiendo incluso la estabilidad de la estructura.

En todo caso una pieza mal colocada dificulta e incluso puede impedir la colocación de las piezas que deban mantenerse posteriormente. Sin embargo, por la falta de precisión de la maquinaria, el peso de los elementos a montar, el interés de realizar el montaje lo más rápidamente posible e incluso debido a las variaciones en las dimensiones de las piezas nunca será posible colocar las piezas con una exactitud extrema. Hay que fijar unas tolerancias, normalmente función del tipo de pieza, del tipo de unión y de la clase de estructura.

Para este tipo de construcciones es conveniente tener en obra un equipo de topografía para comprobar las nivelaciones y alineaciones.

Organización del Montaje

Se puede afirmar rotundamente que en la prefabricación no puede dejarse nada a la improvisación, y uno de los aspectos que deben estudiarse más cuidadosamente es el del montaje ya que tiene como consecuencia el requerir la coordinación de una serie de equipos como son los de transporte, elevación, colocación y fijación.

El montaje de las piezas prefabricadas exige colocar una pieza determinada en un punto también determinado siguiendo además un orden generalmente muy estricto con las piezas que deben montarse. De un modo general puede señalarse la siguiente secuencia de montaje en cada planta y en el caso de estructura a base de paneles.

- Elevación y apuntalamiento de los elementos verticales portantes.
- Colocación y apuntalamiento de los elementos verticales no portantes
- Materialización de las juntas verticales, soldadura y hormigonado.
- Colocación de las losas de forjado
- Materialización de las juntas entre losas y paneles.
- Retiro de puntales.
- Operaciones finales de acabado.

En el ritmo de montaje un aspecto fundamental es la duración del tiempo de fraguado del concreto de las juntas, que en algún caso puede llegar a fijar el ritmo del montaje.

Es conveniente realizar una planificación en la que se señale el orden de colocación de los elementos de cada planta, analizando la mano de obra y el tiempo que llevará el montaje de cada uno de ellas, de forma que previamente pueda saberse en cada momento que elemento estará montándose, lo cual permi

te coordinar transporte y montaje, y optimizar los medios.

C A P I T U L O V

LAS JUNTAS EN LA PREFABRICACION

5.1 TEORIA DE LAS JUNTAS

La junta es un elemento clave en la prefabricación, se puede afirmar que un sistema constructivo que pudiese asegurar un buen comportamiento funcional como es impermeabilidad al agua y al aire, aislamiento acústico, conservación de un adecuado aspecto, control de movimientos, aislamiento climático, durabilidad del material de sellado, etc. y estructural de las juntas como es resistencia a las cargas verticales y horizontales, resistencia ante las sobrecargas accidentales, deformaciones admisibles, etc., a lo largo de la vida de la construcción, tendría prácticamente resuelto los problemas que pueden presentarse en las construcciones a base de grandes paneles.

Las juntas en el edificio podríamos definir las burdamente como falsas fisuras destinadas a permitir los movimientos propios de cada parte de la obra, cuando las juntas están pensadas y capacitadas para transmitir esfuerzos constituyen verdaderos elementos de construcción cuando no

se ha previsto ó ha sido mal cuantificada la forma de liberar los movimientos ocasionados por hinchado del material, dilataciones y contracciones térmicas de los elementos, asentamientos de cimentaciones, la fisura aparecerá irremediablemente.

La reparación de una fisura apreciada en el concreto ó mortero de un paramento es bastante difícil sino se trata de remediar la causa de la misma. Rellenando sin hacer desaparecer las tensiones que la ocasionaron puede representar un corto paréntesis de tiempo hasta la nueva aparición que en ocasiones se manifiesta mediante una doble fisura que en paralelo bordea el relleno añadido.

En todo caso el relleno de la fisura no se hará con materiales duros, tipo cemento o morteros de resinas sintéticas por lo que la solución técnica más adecuada es el rellenar la fisura utilizando un producto blando, habiendo realizado previamente una limpieza exhaustiva de los bordes de la fisura.

5.2 LA JUNTA COMO ELEMENTO ESTRUCTURAL

Desde los comienzos de la construcción de viviendas a base de paneles de concreto, aparecen dos tendencias respecto a la resolución de las juntas: por una parte la que se podría llamar escuela francesa y por otro la

escuela escuela escandinava, la diferencia de ambas radicaba esencialmente en los procedimientos de fabricación.

Los franceses ofrecían una tolerancia de fabricación muy holgada, la que daba lugar a que en obra las juntas fueran de gran amplitud por tanto el volumen de concreto y el papel estructural de la junta era considerable, reforzando la misma mediante armaduras que se introducían IN SITU y/o que estaban incorporados en el elemento. Los escandinavos eran más rigurosos en su tolerancia, lo que hacían de su montaje una operación sencilla y rápida recordando mucho las uniones de las estructuras metálicas.

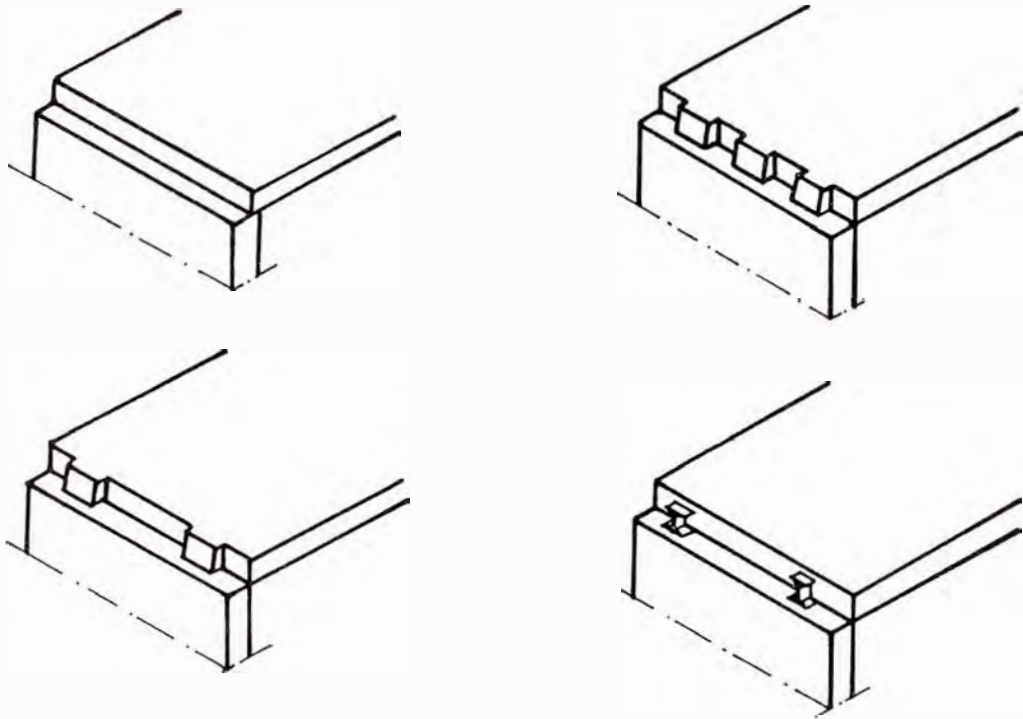
5.2.1 JUNTAS HORIZONTALES

Dentro del grupo de juntas horizontales se pueden establecer tres grupos que presentan características propias muy definidas :

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

Juntas entre elementos de forjado y muros portantes.

Este tipo de juntas está destinado a observar las siguientes sollicitaciones: esfuerzos cortantes del forjado.



DISTINTOS TIPOS DE APOYOS DE LOS PANELES DE FORJADO

ENTREGA DE LOSAS DE FORJADO			
ELEMENTO PREFABRICADO	TIPO DE MUROS PORTANTES		
	CONCRETO ARMADO	ALBAÑILERIA DE LADRILLO MACIZO O CONCRETO SIMPLE	ALBAÑILERIA DE LADRILLO HUECO O BLOQUES DE CONCRETO LIGERO
LOSA DESCANSANDO A LO LARGO DE LOS LADOS SOBRE APOYOS SIMPLES	5 cms.	7 cms.	7 cms.
LOSA CONTINUA SOBRE APOYOS PARALELOS	2 cms.	3 cms.	5 cms.
LOSA DESCANSANDO A LO LARGO DE 3 O 4 LADOS	3 cms.	5 cms.	5 cms.

A.- M.

REFERENCIA:
TIPOS DE APOYO ENTRE ELEMENTOS DE FORJADO Y MUROS PORTANTES.

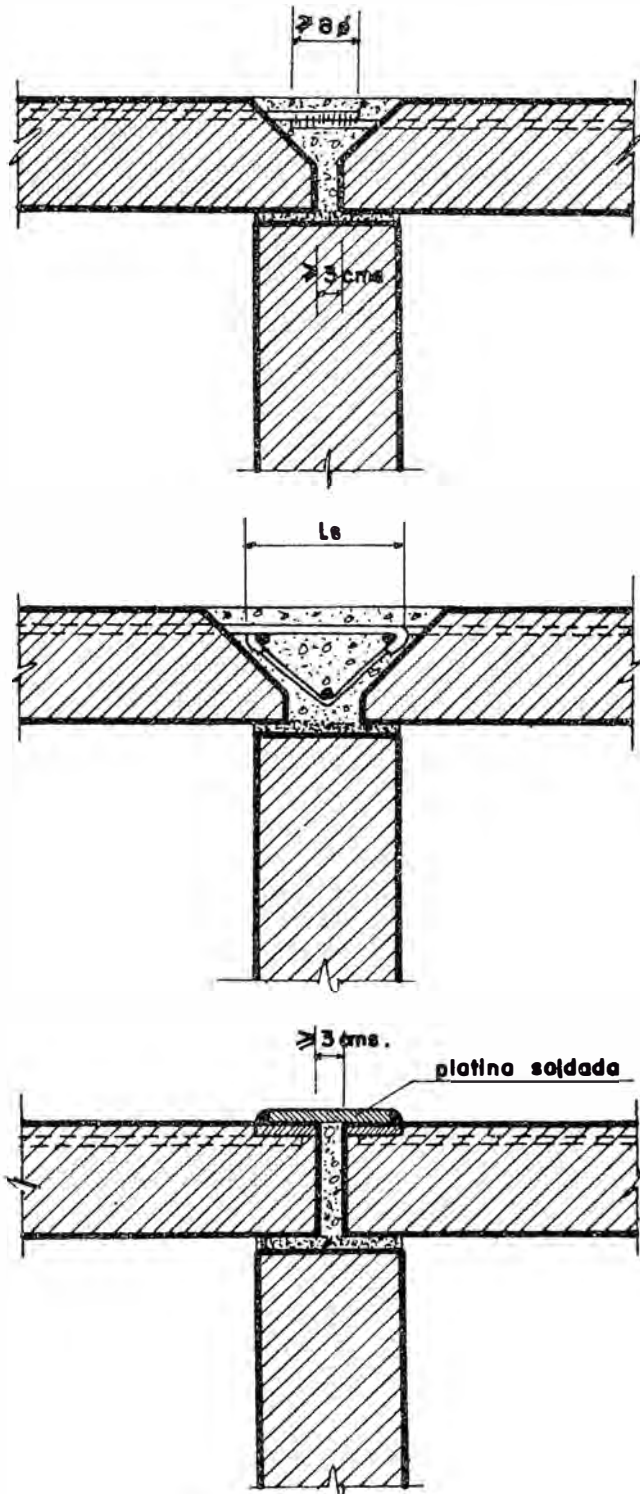
LAMINA N°
5.1

do, compresiones transmitidas por el elemento de tabique superior al inferior y fuerzas tangenciales y normales a la unión, contenidas en el plano del forjado.

Desde el punto de vista estructural el papel de este tipo de juntas cuando están realizadas en forma de viga de amarre perimetral, es importante ya que ligan en tre sí las distintas placas de forjado formando un diafragma horizontal único, que proporciona una gran rigidez espacial a la estructura.

En cierto modo existe una contradicción entre las exigencias tecnológicas de fabricación de paneles que re comi enda la máxima simplificación de sus bordes, y el pa pel estructural de estas juntas que hacen que sea muy de se able la existencia de armaduras salientes, rebajes en los bordes, espigas de apoyo, etc. tal como se muestra en la lámina 5.1.

Los elementos superficiales de forjado pueden apo yarse en el muro portante, bien mediante espigas a bien a lo largo de todo el borde. En cualquier caso la longitud de entrega tiene que ser la adecuada para que la superficie de apoyo pueda soportar la carga del forjado, así como el momento de empotramiento correspondiente, sin producir tensiones superiores a las admisibles.



A.- M.

REFERENCIA:
UNIONES ENTRE ELEMENTOS DE FORJADO

LAMINA N°
5.2

Las uniones entre elementos de forjado que se suceden sobre el muro de apoyo a través de vanos distintos, pueden ser rígidas o articuladas, siendo preferible que sean del primer tipo.

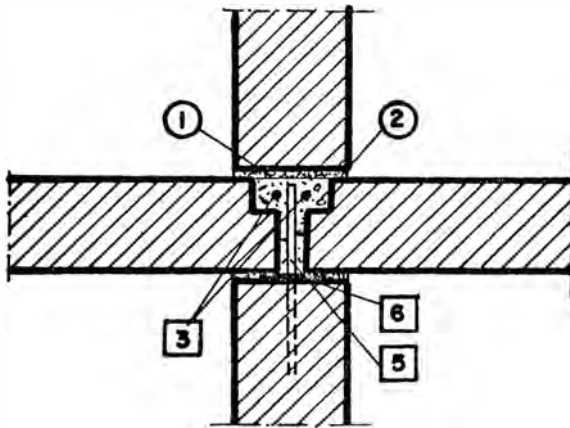
Las uniones rígidas pueden conseguirse mediante soldaduras de las armaduras salientes, anclando al zuncho las armaduras superiores en espera, mediante platinas soldadas a los bordes de los elementos contiguos, tal como se muestra en la lámina 5.2.

En cualquiera de los casos, se recomienda cumplir con los mínimos señalados en las figuras, así como sobrepasar el mínimo de garganta de 3 cm., valores estos aconsejados por la práctica.

Tipos característicos de juntas entre elementos de forjado y muros portantes.

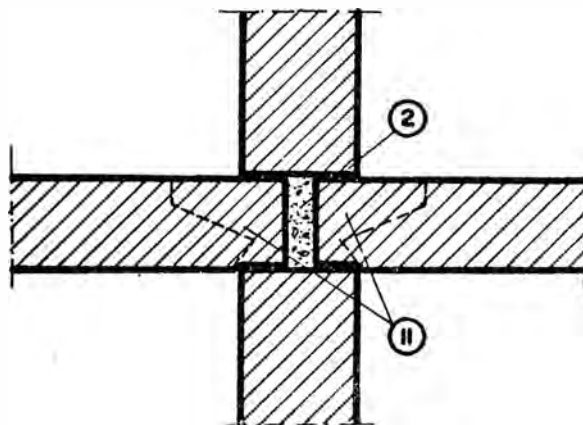
En las láminas siguientes se ha tratado de agrupar en forma esquemática las distintas soluciones presentadas por los sistemas más usuales.

Se ha adoptado como regla general el inscribir en un círculo el número correspondiente a las características que son comunes para todos los sistemas mencionados y de hacerlo en un cuadrado cuando las características corresponden a solo una parte de los sistemas.



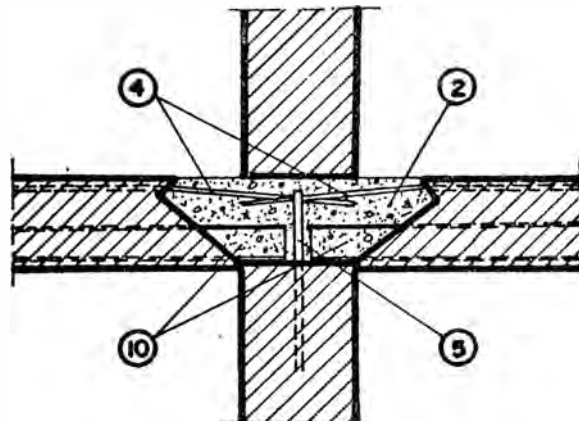
CAMUS (FRANCIA)

- 1-relleno de mortero líquido.
- 2-relleno de hormigón.
- 3-armadura de atado perimetral (colocada "in situ")
- 5-armaduras salientes del panel de muro inferior.
- 6-placas de nivelación.



TRACOMA (FRANCIA)

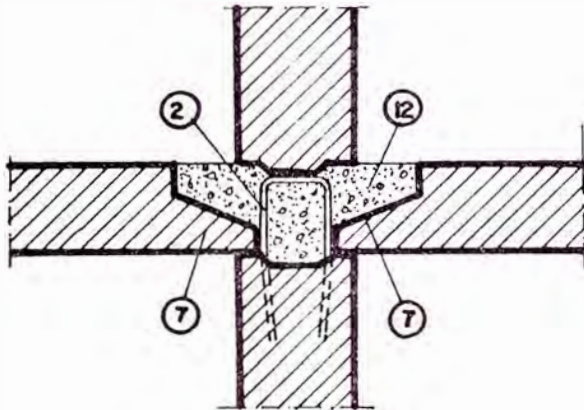
- 2-relleno de hormigón.
- II-espliga de apoyo de hormigón.



ESTIOT (FRANCIA)

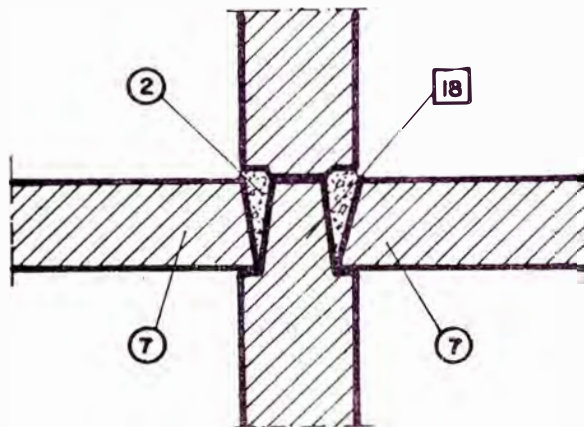
- 2-relleno de hormigón.
- 4-armaduras salientes de los paneles de forjado.
- 5-armaduras salientes del panel de muro inferior.
- 10-perfil metálico empotrado en el panel-forjado.

A.-M.



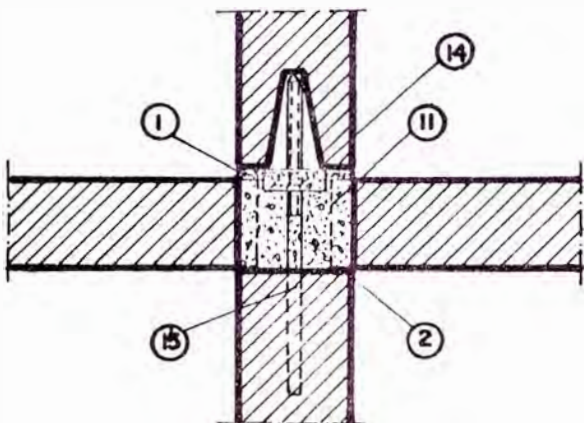
PASCAL (FRANCIA)

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.



COIGNET (FRANCIA)

2-relleno de hormigón.
7-rebaje continuo a lo largo de todo el borde del panel.
18-tetón de hormigón de nivelación.



LENINGRADO I LG-502 (URSS)

1-relleno de mortero líquido.
2-relleno de hormigón.
11-espiga de apoyo de hormigón.
14-tuerca de nivelación.
15-perno anclado en el panel inferior.

Juntas longitudinales entre elementos de forjado.

Cuando el forjado no se resuelve a base de un panel único sino que se realiza mediante varios elementos adosados armados generalmente en una dirección (la de la luz), además de la junta realizada sobre el muro portante, han de proveerse unas acanaladuras en los bordes longitudinales de las plezas de forjado, para que, unidos en obra con los contíguos forman un rebaje que una vez hormigonado proporcione el forjado una adecuada rigidez transversal.

Las normas DIN establecen en 3 cm. el ancho mínimo de la garganta valor algo pequeño si se quiere ejecutar con facilidad y corrección el hormigonado de la junta. En zonas sísmicas ó cuando se prevean asientos diferenciales de terreno pueden llegarse a dejar armaduras transversales - salientes que se sueldan en obra, pero esto no se hace en los casos normales donde un buen relleno de concreto suele ser suficiente.

Respecto a la ejecución de estas juntas es necesario una limpieza de las mismas antes del hormigonado. Para conseguir una rapidez de montaje en este tipo de cons-trucciones se suele acelerar el fraguado del concreto de relleno agregando a la dosificación una adecuada proporción de productos acelerantes (4 % del peso de cemento).

5.2.2 JUNTAS VERTICALES

Al igual que las juntas horizontales podemos establecer 2 grupos según se trata de juntas entre elementos interiores ó exteriores.

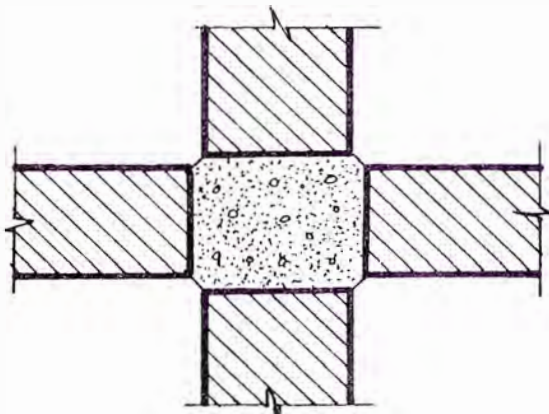
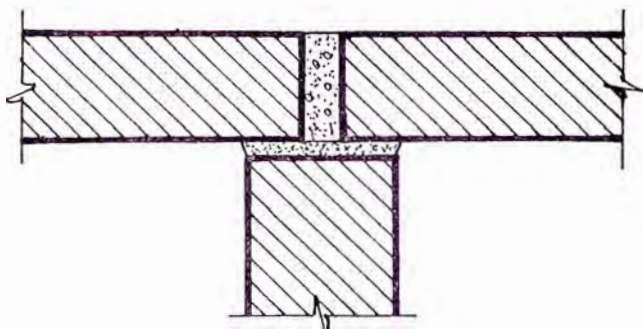
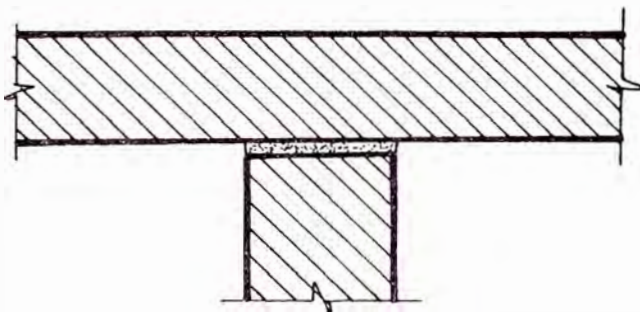
- Juntas entre paneles interiores portantes
- Juntas entre paneles de fachada y de traviesa.

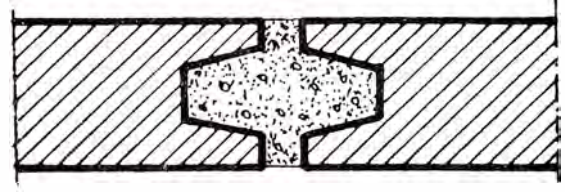
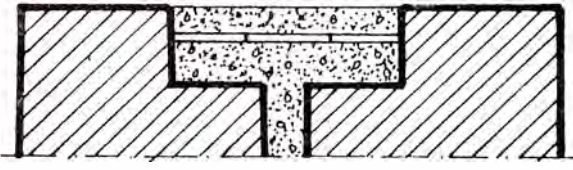
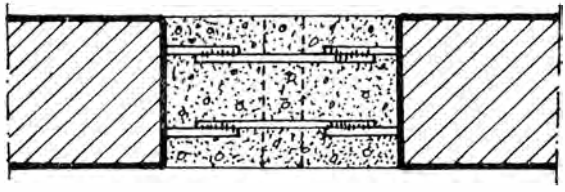
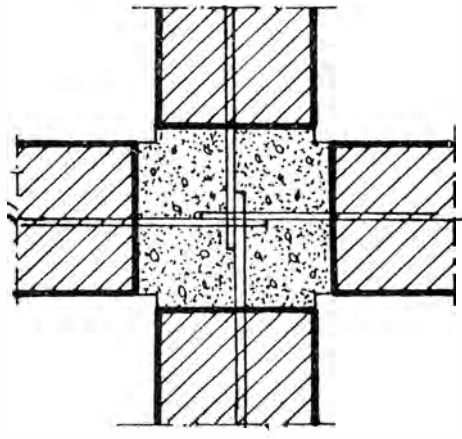
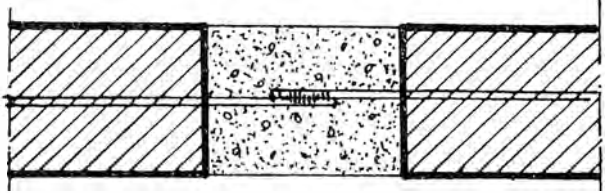
Juntas a Tope entre paneles interiores portantes.

Las uniones entre paneles interiores portantes pueden resolverse de muy distintas formas según varios criterios : número de los elementos a unir, forma de los bordes de los elementos, tipos de armaduras, material de la junta, etc. Según el número y la posición de los paneles pueden distinguirse entre otros, los casos representados en las láminas que se muestran.

Respecto a la forma de los bordes las juntas pueden ser :

a) Juntas de Calefateado.- Los bordes de los paneles son rectos y no presentan armaduras salientes, se rellenan a base de mortero ó concreto sin finos. Estas juntas no están armadas, por lo tanto no pueden considerarse aptas para la transmisión de esfuerzos tangenciales, siendo el ancho de la junta reducida pero en cualquier caso mayor de 5 cm., ya que

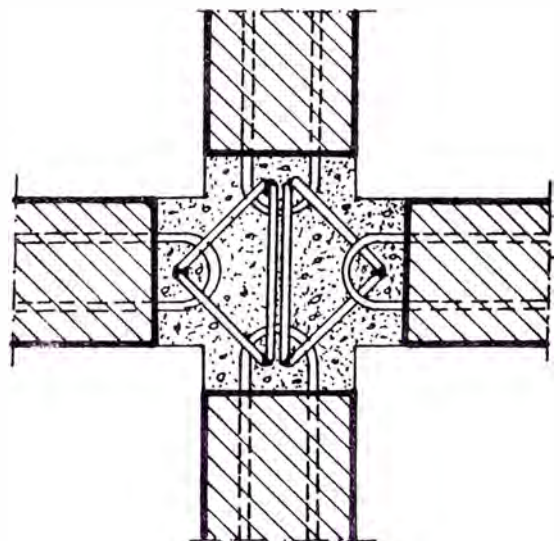
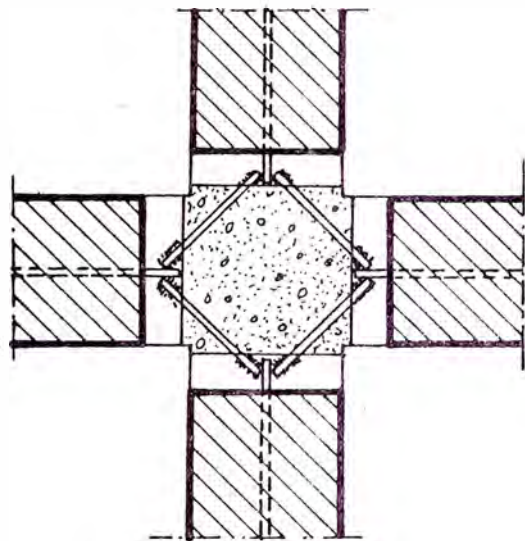
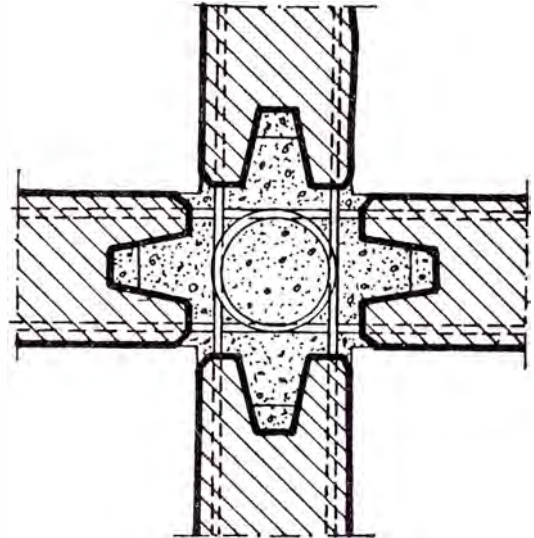
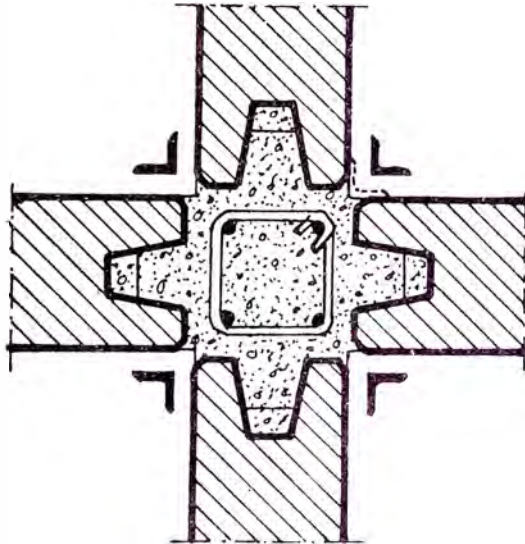




A.-M.

REFERENCIA:
JUNTAS DE ENCHAVETADO

LAMINA N°
5.6



CUATRO EJEMPLOS DE RESOLUCION DE ENCUENTRO DE CUATRO PANELES DEL MISMO ESPESOR A BASE DE PILAR HORMIGONADO EN OBRA.

A.-M.

de no ser así el volumen de concreto vertido sería lo suficientemente pequeño como para que la pérdida de agua por absorción perjudique a la junta : aparición de fisuras de rotación, falta de agarre a las caras de los elementos, desprendimiento del núcleo de concreto, etc.

Otro inconveniente de estas juntas es que su destrucción sobreviene frágilmente, pero más grave es aún la fuerte dispersión de su resistencia oscilando ésta entre 0.1 kg/cm² y 6.0 kg/cm². Por todo esto, estas juntas no pueden tenerse en cuenta desde el punto de vista estructural.

b) Juntas de enchavetado.- Estas juntas están diseñados especialmente para resistir esfuerzos tangenciales por lo que disponen de armaduras salientes, ya sea a todo lo alto del panel o bien concentradas en los extremos.

El armado transversal es la característica esencial de este tipo de junta, ya que los bordes pueden presentar distintos tipos de perfiles, desde las caras planas ya mencionada a la de forma de garganta. Las juntas de forma de garganta tienen características muy adecuadas para las misiones que han de cumplir como es mayor superficie de contacto entre el concreto vertido y los elementos prefabricados, lo que las hace especialmente aptas para resistir las fuerzas de cizallamiento, poco volumen de concreto en obra, supresión de encofrados, mínimo riesgo de retracción etc. Estas características han si-

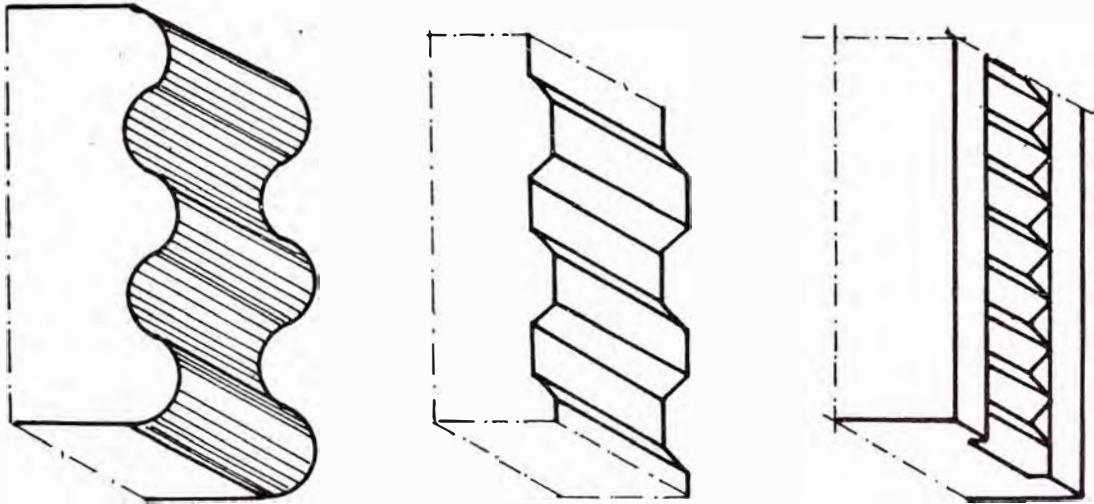
do aceptadas y tenidas en cuenta por varias reglamentaciones de distintos países.

Cuando coinciden cuatro tabiques del mismo espesor - puede existir entre los paneles una columna que incluso pueda ir armada, constituyendo una estructura de entramado junto con la armadura de zunchado de las juntas horizontales. No es necesario encofrar para el vertido del concreto, sino que es suficiente con sellar las juntas para impedir el escape del mortero. De forma semejante puede procederse en el caso de dos paneles a tope, añadiendo la armadura vertical en obra.

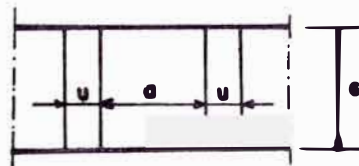
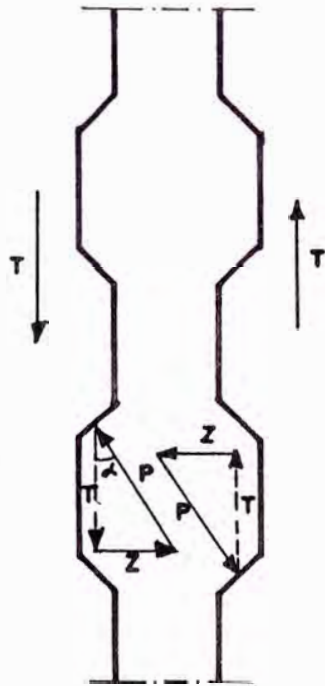
El concreto de relleno de las juntas debe tener una resistencia características superior a 140 kg/cm^2 y en caso de ser a base de mortero la de este no será inferior a 75 kg/cm^2 . En la realización se cuidará que el relleno se compacte suficientemente, de modo a asegurar una buena protección de los aceros frente a la corrosión.

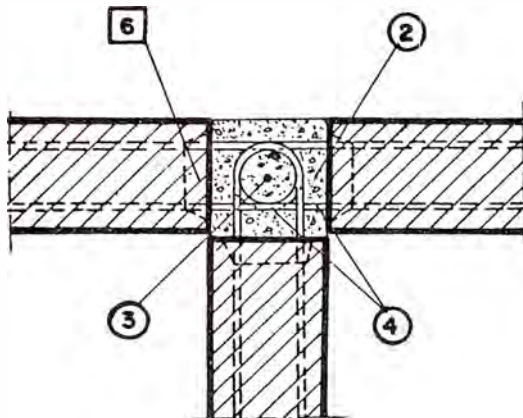
c) Juntas organizadas.- Comprende este apartado el conjunto de juntas que aseguran una transmisión efectiva de los esfuerzos tangenciales de un panel a otro. Para conseguir este fin se proveen una serie de salientes de los bordes de los paneles en la sección vertical de las juntas así como armaduras salientes en espera.

En este tipo de juntas el esfuerzo cortante se descompone en



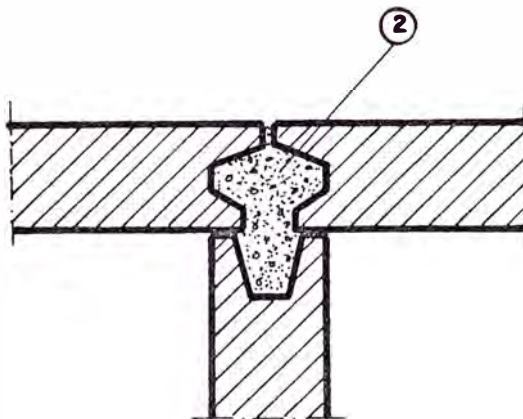
DISTINTOS TIPOS DE ACABADOS DE BORDE A BASE DE PANELES VERTICALES





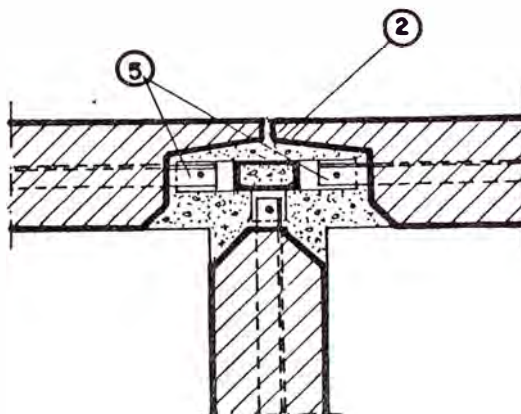
CAMUS (FRANCIA)

- 2: relleno de hormigón.
- 3: armadura vertical colocada "in situ"
- 4: armadura saliente en espera.
- 6: muescas de borde.



COIGNET (FRANCIA)

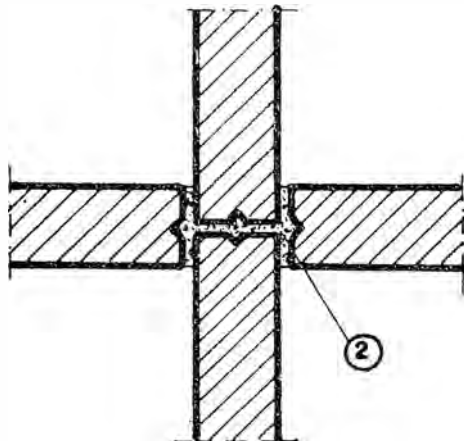
- 2: relleno de hormigón.



ESTIOT-HOCHTIEF (ALEMANIA)

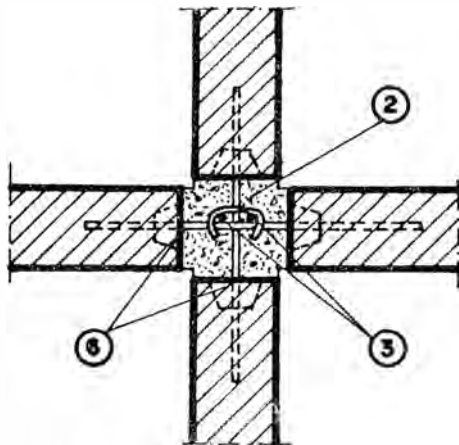
- 2: relleno de hormigón.
- 5: elementos especiales metálicos anclados en los paneles.

A. - M.



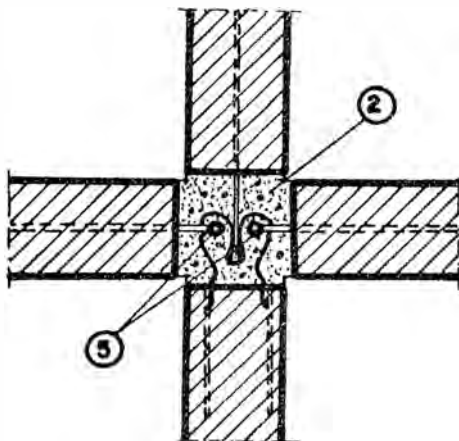
SKARNE (SUIZA)

2:relleno de hormigón.



PROYECTO RUMANO PARA ZONAS SISMICAS

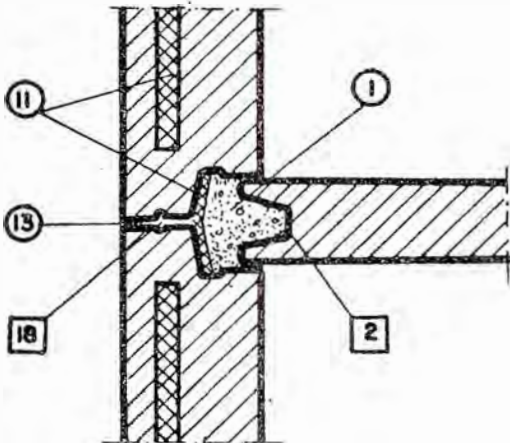
2:relleno de hormigón.
3:armadura vertical colocada "in situ"
6:muecas de borde



NUEVOS SISTEMAS SOVIETICOS

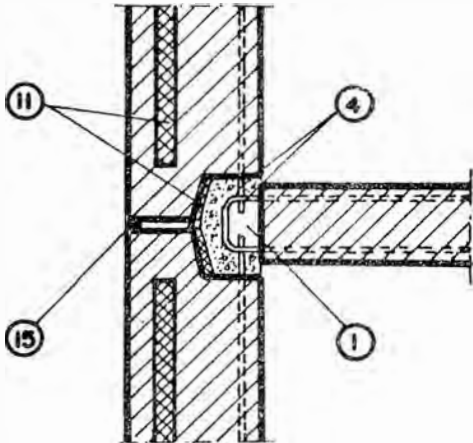
2:relleno de hormigón
5:elementos especiales metálicos anclados en los paneles.

A.-M.



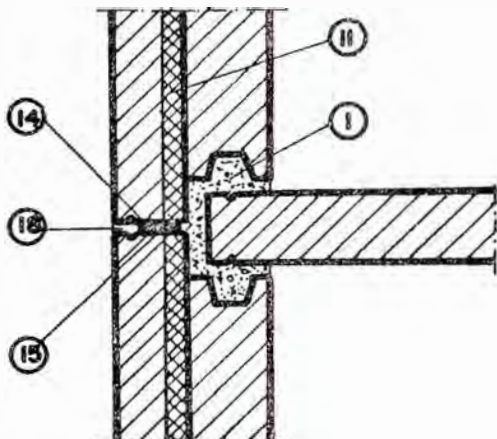
COIGNET (FRANCIA)

1ºhormigón vertido en obra.
 2ºmuesca,
 11ºpoliestireno dilatado ú otro aislante similar,
 13ºmastic de resina sintética elástica.
 18ºcámara de descompresión.



TRACOPA (FRANCIA)

1ºhormigón vertido en obra.
 4ºarmaduras salientes en espera.
 11ºpoliestireno dilatado ú otro aislante similar.
 15ºmasilla elástica para juntas.



SKARNE (SUECIA)

1ºhormigón vertido en obra.
 11ºpoliestireno dilatado ú otro aislante similar.
 14ºespuma plástica.
 15ºmasilla elástica para juntas.
 18ºcámara de descompresión.

A. - M.

una compresión y una tracción.

La componente de tracción queda absorbida por la armadura horizontal de la junta. La de compresión presentará una cierta inclinación acorde con el perfilado de los bordes. Si la inclinación de la componente de compresión se torna inferior a 45° existe la ventaja de que el encaje de los bordes de los paneles puede ser de 45° y que con las variaciones de dirección del momento siempre se produce la misma fuerza. De acuerdo con el esquema de la lámina 5.8, resulta :

$$P = T/\cos$$

$$Z = T \cdot Tg$$

Valores con los que pueden dimensionarse los resaltes así como determinar el número necesario de ellos.

En las láminas 5.9, 5.10 y 5.11 se encuentran diversos tipos característicos de juntas verticales entre paneles portantes interiores y entre paneles de fachada y de traviesa.

5.3 LA JUNTA COMO ELEMENTO FUNCIONAL

En la junta, siendo un elemento clave en la prefabricación deberá tenerse en cuenta para su diseño diversos factores que pudiesen asegurar un buen comportamiento funcional como es, impermeabilidad al agua, aislamiento acústico, conservación de un adecuado aspecto control de movimientos, ais

lamiento climático, durabilidad del material de sellado, etc.

5.3.1 MATERIALES EMPLEADOS EN LAS JUNTAS

Morteros para Juntas.- Los morteros ya sea a base de resinas sintéticas, cemento o bastardos, tienen aplicación en las llamadas juntas duras, que son las rellenas a base de materiales duros. Desde el punto de vista de la impermeabilización, fenómeno este que se agrava por la doble circunstancia de la pureza agresiva del agua de lluvia, así como por la alcalinidad del concreto, las juntas duras han de tratarse de forma muy distinta según que los elementos que forman los paramentos exteriores sean o no impermeables. Por otra parte, el mortero a emplear en la realización de juntas duras debe de estar capacitado para soportar los movimientos ocasionados por los cambios bruscos de temperatura.

Son numerosos los aditivos existentes en el mercado con la pretensión de mejorar las cualidades de los morteros. Cuatro grupos generales de productos aditivos pueden establecerse :

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

Mortero de Resinas Sintéticas.- Este tipo de mortero es ideal para la ejecución de juntas entre elementos sometidos a fuertes tensiones o en puntos de difícil agarre del mortero normal. Las juntas realizadas mediante morteros de resinas, de adecuada dosificación aseguran la resistencia de la integridad de la junta ante violentas acciones externas, ya que la capacidad resistente oscila entre 600 y 1200 bars a compresión y 150 y 250 bars a flexo-compresión, por estas razones es harto frecuente el que la rotura aparezca antes en la pieza de hormigón que en la propia junta. Las resinas que se emplean fundamentalmente son las epoxídicas y ciertos tipos de resinas de poliéster no saturadas.

5.3.2 CUBREJUNTAS

Perfiles a base de materias plásticas y caucho.- Los materiales idóneos para la realización de cubrejuntas son el policloruro de vinilo conocido como P.V.C, el cloropreno y el caucho.

El problema de toda cubrejunta radica en la durabilidad, la acción persistente de los fenómenos atmosféricos en general pueden ocasionar grandes daños sobre las cubrejuntas.

Si se utilizan elastómeros se deben utilizar en su estado puro sin mezcla de otras sustancias de caucho ya que

este tipo de mezclas terminan a corto plazo siendo quebradizas, frágiles y perdiendo el color.

La capacidad para soportar los alargamientos del caucho de la junta cuando el frío hace contraerse a los elementos coadjuvantes, suele ser de un 5 % de la anchura.

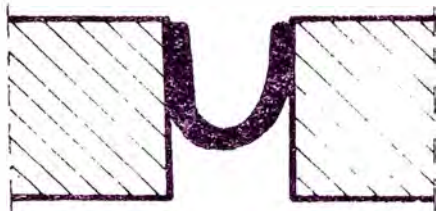
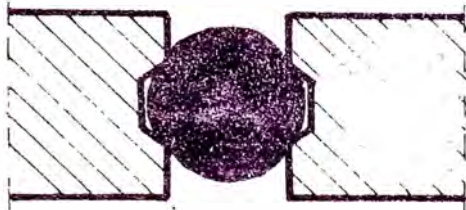
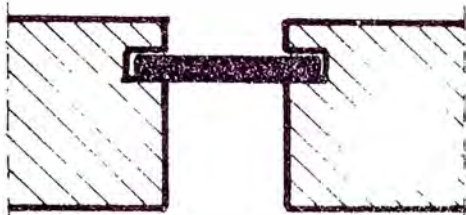
Cubrejuntas tipo Banda.- Este tipo de cubrejunta tiene una característica esencial y distintiva de que se colocan una vez que la fachada está totalmente acabada. Su función principal es la de impedir la entrada del agua desde el exterior no encontrándose sometida a ninguna sollicitación mecánica.

La banda se introduce desde el exterior en una ranura, previamente realizada sobre los bordes de elementos que forman el paramento, sin ninguna adherencia, o bien cuando se desea un total sellado frente al agua, se suele impregnar los bordes de la banda con resina sintética.

La ranura debe dimensionarse de acuerdo con las dilataciones previsibles, ya que por ejemplo en un panel de 5 m. de longitud sometido a un descenso de temperatura de 30°C, la contracción del mismo es del orden de 1.5 mm. por lo que puede ocurrir que uno de los bordes se salga de la ranura.

En esencia las distintas formas que pueden adoptar los cubrejuntas pueden clasificarse en 3 grupos.

- Bandas empotradas ó pegadas



CUBREJUNTAS TIPO BANDA



DISTINTAS SECCIONES DE CUBREJUNTAS TIPO COMPRIMIDOS



PERFILES TIPO TAMPON



JUNTA EN ESTADO NORMAL



JUNTA CONTRAIDA



JUNTA DILATADA

A.-M.

- Perfiles comprimidos
- Perfiles tampón

En la lámina 5.12 se muestran diversos esquemas de este tipo de cubrejunta.

Perfiles para Revoques.- Este tipo de cubrejuntas de muros y de forjado pretende en esencia, transmitir los movimientos de dilatación o contracción de los elementos a una zona concreta de la junta; un bucle preparado para tal fin. La particularidad de este tipo de perfil es la aptitud para soportar movimientos considerables. El bucle se encuentra anclado por las alas a los elementos que forman la junta, dicho anclaje no pretende en modo alguno resistir los esfuerzos, ya que el objeto es de transformarlos en deformaciones del bucle ó los alveolos dispuestos a tal fin.

No obstante en algunas ocasiones se procede al clavado de las alas o bien se ayuda la unión añadiendo resina sintética al mortero con la que se ha de efectuar el revoque. Los materiales empleados en la realización de estos perfiles son P.V.C. y elastómeros con gran resistencia ante el envejecimiento.

En ciertas ocasiones el perfil de junta no es de una sola pieza y material sino que las bridas se hacen a base de metales ligeros, presentando una parte perforada o con resaltes, que tiene por objeto facilitar la adherencia con el mortero de revoque y un resalto ranurado donde se coloca la ban

da de material plástico, que cumpliera la doble función de observar los movimientos y de conseguir la estanqueidad total. La anchura de este tipo de juntas es de unos 30 mm., estando capacitados para realizar una deformación máxima de unos 5 mm. de dilatación o contracción.

Bandas Metálicas.- Menos empleados que los cubrejuntas anteriores presentan formas muy distintas según se trate de junta de dilatación de forjados o de elementos de fachada.

En el primer caso las bandas suelen ser de latón o cobre que proporciona un buen aspecto a la junta y presentan una adecuada resistencia al desgaste.

En el caso de juntas de fachada, la junta suele rellenarse con mortero normal y aprovechando que los coeficientes de dilatación térmica del acero y el hormigón son muy similares, se inserta el alma de un perfil en T en el relleno de la junta haciendo la cabeza del mismo de cubrejunta, para lo que previamente y de cara a evitar la corrosión del perfil ha de cubrirse con una capa de minio.

C A P I T U L O VI

DESARROLLO DE LA PREFABRICACION EN EL MUNDO

6.0 LA PREFABRICACION EN EL MUNDO

Creemos oportuno describir a grandes rasgos un panorama general de la prefabricación en ciertos países, algunos de los cuales presentan en la actualidad el mayor porcentaje de construcciones prefabricadas y donde la prefabricación se está llevando hasta las máximas consecuencias.

No trataremos de realizar descripciones completas de todos y cada uno de los países, pues juzgamos que nos falta conocimiento para ello y que se apartará del interés general.

Bajo este punto de vista, hemos enfocado nuestra visión de la prefabricación en los países de Europa, Asia y América. Las particularidades geográficas, políticas, económicas del proceso de construcción en estos países nos han parecido lo suficientemente representativas como para, en cierto modo, sintetizar de forma global la situación actual de la prefabricación en el mundo.

6.1 LA PREFABRICACION EN YUGOSLAVIA

6.1.1 SITUACION ACTUAL EN MATERIA DE CONSTRUCCIONES

Yugoslavia no ha alcanzado un nivel de construcciones adecuado para su estructura pese al esfuerzo que en los últimos años realiza según el censo de 1961, el déficit total de viviendas ascendía a la considerable cifra de 450,000 U. Este déficit puede ser consecuencia :

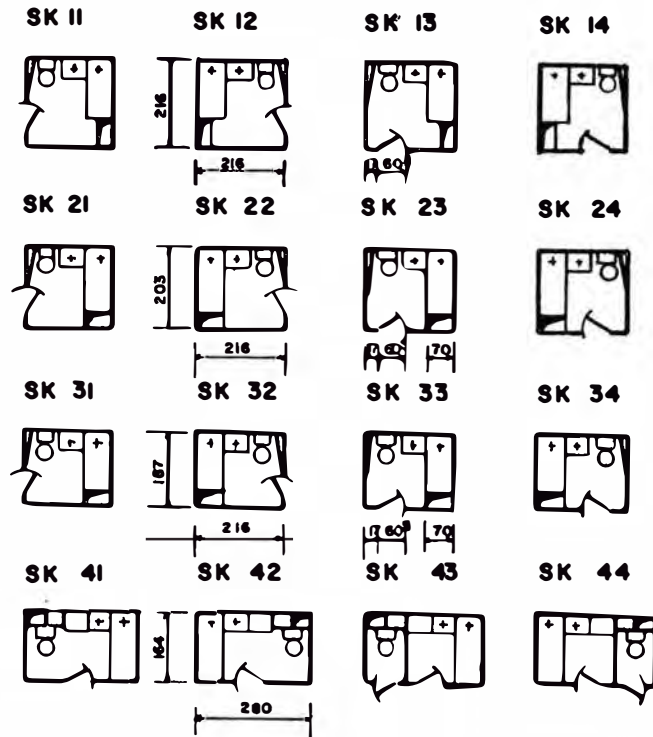
- Bajo ritmo de construcciones que arroja un índice de 6.4 nuevas viviendas construidas en 1968 por mil habitantes.
- Baja superficie media de vivienda por persona o lo que es equivalente, excesiva población 4.9 por vivienda de 45.7 m².

Por otra parte, el precio de construcción es muy elevado por lo que se busca en la industrialización un medio de abaratar este valor, sin duda este alto valor es consecuencia de la incidencia de la mano de obra cuyo jornal mínimo es superior al de la mayoría de los sectores industrializados.

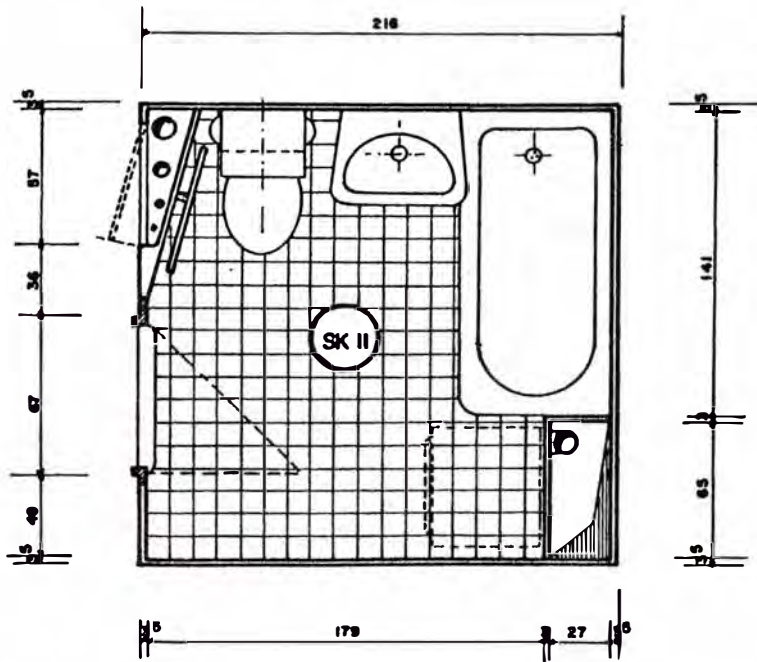
6.1.2 ALGUNOS SISTEMAS DE PREFABRICACION

a) SISTEMA IMS-ZEZELJ

Este es un sistema adoptado para la realización de Nuevo Belgrado, auténtico complejo residencial para 200,000



SERIE TIPIFICADA DE CABINAS SANITARIAS UTILIZADAS EN YUGOSLAVIA



PLANTA DE CABINA SANITARIA . TIPO : SK II

A.-M.

habitantes.

El sistema es de tipo abierto, esqueleto a base de columnas lineales armados para una, dos o tres plantas de altura de (2.80, 5.60 y 8.40 mts.) sobre las que se apoyan unas placas de forjado aligeradas a base de casetones de forma cuadrada de lado : 3.60 m., 4.20 m., o 6.00 mt. Los elementos después de colocados en su posición definitiva se postensan según dos direcciones a base de unos alambres que atravesando las columnas a la altura de los forjados une todos ellos en los sentidos longitudinal y transversal respectivamente.

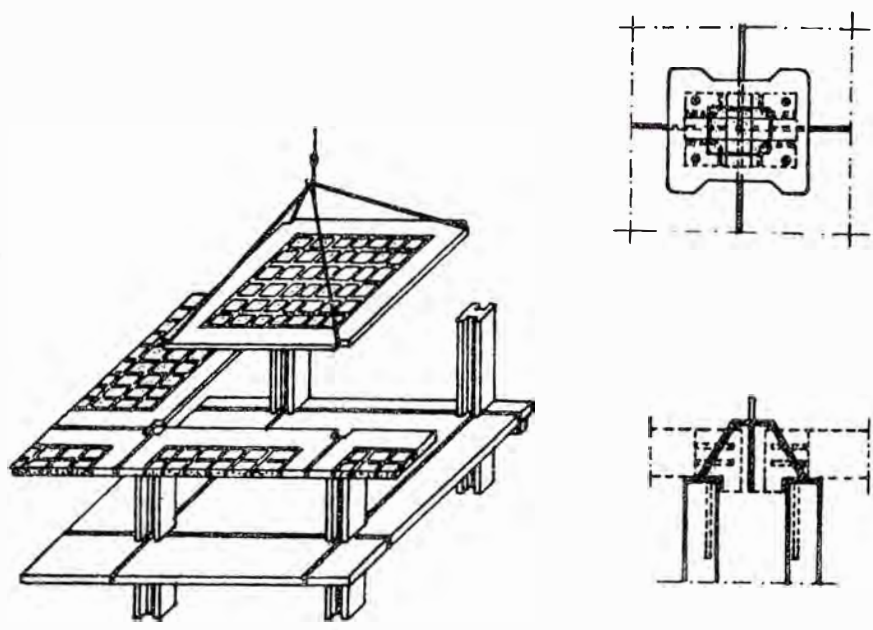
Los alambres pretensados, ubicados entre los bordes de dos e lementos contíguos de forjado, se hormigonan posteriormente a la entrada en tensión de los alambres.

El Sistema IMS-ZEZELJ consiste esencialmente en los e lementos que forman la estructura resistente, la cual ha sido ampliamente estudiada y experimentada por distintos tipos de sobrecargas y para condiciones extremas pudiendo resistir, si se realiza en la forma adecuada al caso, sísmos hasta de grado 9 de intensidad.

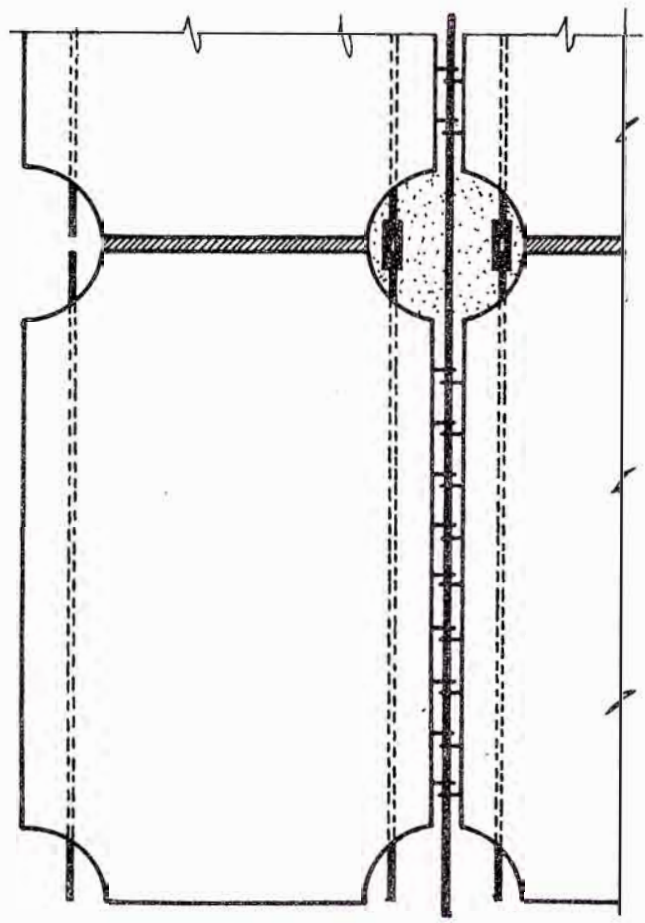
b) APARTAMENTOS NS-71 EN NUEVO BELGRADO

Este conjunto aún en construcciones se compone de 1,800 apartamentos.

Los elementos básicos prefabricados son columnas y placas de casetones rectangulares de la forma que se presenta en la lá



ESQUEMA DE COLOCACION Y DETALLES DE UNIONES



DETALLE DE UNION ENTRE PANELES MEDIOS EN ZONA DE ALTO GRADO SISMICO

REFERENCIA:
ESQUEMA Y DETALLE DE UNION DEL SISTEMA MS-78 EN
NUEVO BELGRADO

LAMINA N°
6.2

A.-M.

mina 6.2 la junta tipo formada por las cuatro placas de forjado que pueden concurrir en una columna se representa igualmente en dicha lámina. Los paneles interiores son también prefabricados a base de concreto ligero.

d) SISTEMA OBNOVA

Este sistema ha puesto en práctica un sistema de prefabricación abierta a base de paneles portantes medianos de (250 x 150 x 15 cm.) de concreto.

Las construcciones realizadas por este sistema se ejecutan mediante proceso mixto prefabricación-tradicional, el índice de prefabricación resulta bastante bajo ya que se limita a la prefabricación estructural.

Los paneles presentan en sus cuatro vértices armaduras salientes y en los bordes verticales cerco en espera.

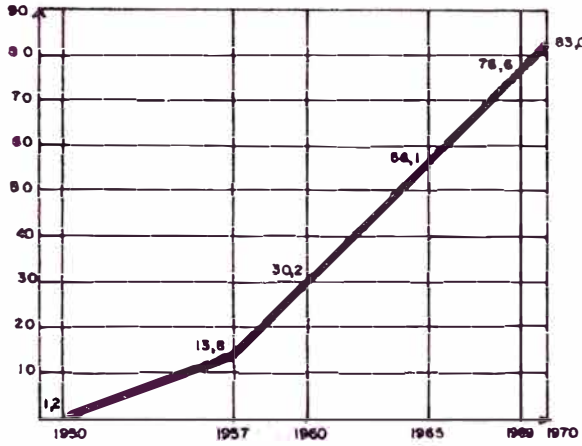
Las armaduras se sueldan asegurando una fuerte unión entre los paneles de distintas plantas, al mismo tiempo un fierro redonde vertical metido en obra realiza el atado en los paneles contiguos.

6.2 LA PREFABRICACION EN RUSIA

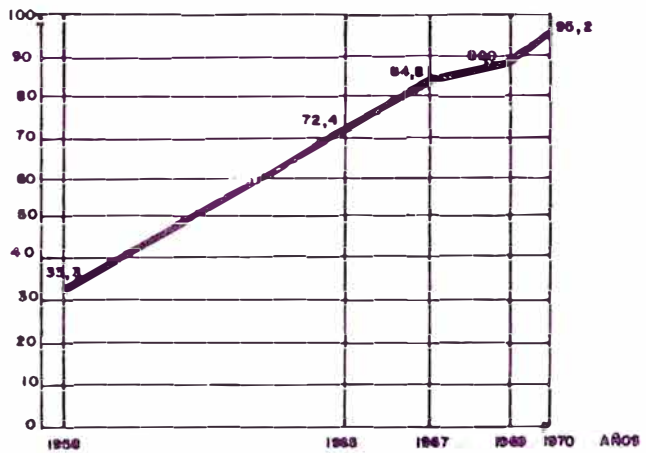
6.2.1 LA INDUSTRIALIZACION DE LA CONSTRUCCION EN RUSIA

Actualmente, Rusia es un país en el cual el proceso constructivo de viviendas va en aumento, hay que pensar que

MILLONES DE M³ DE
CONCRETO PREFABRICADO



MILLONES DE Tn.
DE CEMENTO



A - M

REFERENCIA:
CONSUMO DE CONCRETO Y CEMENTO EN LA PREFABRICACION
EN RUSIA

LAMINA N°

6.3

Rusia contaba en 1970 con unos 3000 fábricas de prefabricación, de las cuales 300 lo eran de grandes paneles.

Estas estaban preparadas para producir 35 millones de metros cuadrados de viviendas. En Moscú había en 1968, treinta fábricas de elementos de concreto armado y pretensando capaces para realizar 4'300,000 m³ de concreto.

Por otra parte, la capacidad de producción de las nuevas factorías es creciente, bajando raras veces de los 70000 m³ de concreto prefabricado por año.

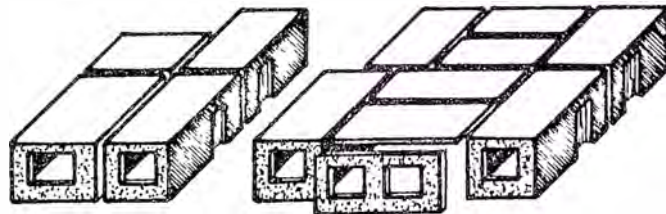
En las láminas 6.3 se muestra en forma gráfica el rápido desarrollo del concreto prefabricado en la edificación que ha llegado a alcanzar en 1970 la importante cifra de 83 millones de m³.

De forma parecida ha evolucionado la producción de cemento que ha pasado de 33.3 millones de toneladas en 1958 a 84.8 millones en 1967 y 95.2 en 1970.

A la producción de viviendas a base de grandes paneles hay que añadir el importante desarrollo que ha experimentado en los últimos años la producción de elementos tridimensionales de concreto totalmente acabados en factoría.

Los sistemas a base células tienen la importantísima característica a transferir a la fábrica entre el 75 y 80 % del tiempo necesario para la ejecución total de la vivienda.

SISTEMAS DE CONSTRUCCION	ESQUEMAS
VIVIENDA DE LADRILLO CON PAREDES PORTANTES LONGITUDINALES	
VIVIENDA DE BLOQUES CON PAREDES PORTANTES LONGITUDINALES	
VIVIENDA CON ESTRUCTURA DE ESQUELETO Y PANELES	
VIVIENDA DE GRANDES PANELES CON PAREDES PORTANTES LONGITUDINALES	
VIVIENDA DE GRANDES PANELES CON PAREDES PORTANTES TRANSVERSALES	
VIVIENDA DE PANELES MEDIOS CON PAREDES PORTANTES TRANSVERSALES	
VIVIENDA A BASE DE PANELES Y MODULOS VOLUMETRICOS (CONSTRUCCION EXPERIMENTAL)	
VIVIENDA A BASE DE MODULOS VOLUMETRICOS (CONSTRUCCION EXPERIMENTAL)	



El empleo combinado de paneles y células es bastante corriente en la actualidad.

La variedad de soluciones en lo que respecta a esquemas estructurales empleados en Rusia a base de elementos pre fabricados es muy amplia ya que estas dependen de muy diversas variables.

En la lámina 6.4 se muestran algunos de los esquemas más empleados.

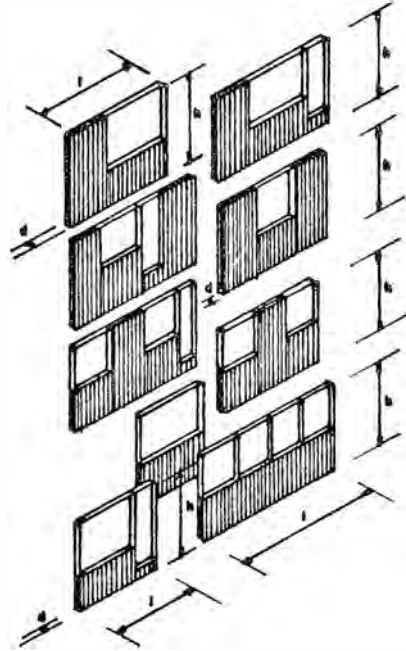
6.2.2 LA COORDINACION MODULAR

Existe en Rusia una serie de normas específicamente encaminadas a establecer una adecuada coordinación dimensional entre los elementos constructivos.

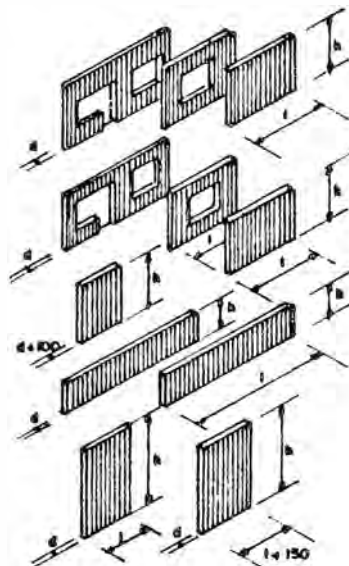
En el año 1964 se adoptó con carácter obligatorio para los proyectos tipo y también para los individuales un ca tálogo para elementos prefabricados destinados a edificios públicos de tipo esqueleto y grandes paneles.

Los elementos de construcción para los edificios de viviendas a base de grandes paneles, pese a que se emplean mayormente hace varios años, no han sido catalogados ya que se ha creído imprescindible estudiar a fondo y comprobar los diferentes sistemas de construcción especialmente en lo que se refiere a juntas, detalles constructivos, fabricación y

l	h	d
2390	2690	170
	3290	
3590	4190	170
3390	2690	
5115	3290	170
3400	2690	
5990	3290	170
2990	2690	
	3290	170
6315	4190	
1190	2690	170
	3290	
2390	4190	170
	4190	



l	h	d
2390	2685	250
		300
7190		350
4395	2685	300
6195		300
1190		
1490	2600	300
2390	585	300
7190	1500	
590	1185	
1790	2685	300



A. M.

montaje.

Como no existe un catálogo general de elementos para la construcción de viviendas existen colecciones modulares unificadas de elementos de gran empleo en Rusia, algunas de estas colecciones a base de grandes paneles se representan en la lámina 6.5

6.3 LA PREFABRICACION EN ESTADOS UNIDOS

6.3.1 SISTEMAS A BASE DE CELULAS TRIDIMENSIONALES DE CONCRETO.

a) BUILDING BLOCK MODULES (BBM)

Como una demostración de las grandes posibilidades de los elementos especiales de concreto utilizados en la vivienda a bajo costo, se llevó a cabo en 1968 en California, la construcción mediante unidades de este tipo de un edificio de 6 pisos.

Este sistema consiste en módulos de 3.66 x 3.66 x 2.25 mts. con paredes de un espesor de 10 cm. Se fabrican vertiendo concreto en moldes metálicos colocados verticalmente, una vez terminado el fraguado se retiran los moldes, colocándose las unidades de 12 TM. de peso en posición horizontal. En la misma fábrica se completan con cocinas, baños, instalaciones eléctricas, gasfitería, realizándose también los acabados interiores tanto de suelos como de paredes y techos.

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

Cada módulo constituye una habitación, el montaje se realiza colocando alternadamente las unidades sobre las del piso inferior de modo que coincidan verticalmente las paredes.

Las conexiones se llevan a cabo mediante un postensado vertical ó una puerta especial en seco obtenida a base de paredes metálicas.

b) INIMENT

Este sistema es a base de células espaciales realizadas con un concreto especial denominado CHEMTRESS que tiene la particularidad de expandirse durante el proceso de fraguado lo que provoca un cuarto efecto de pretensado sobre las armaduras metálicas. Por esta razón, el módulo queda sometido a un estado tensional de tracciones al salir de los moldes, lo que permite dimensionarlos mucho más ajustadamente que si utilizarse el concreto armado.

Este sistema consiste en módulos de 11 x 3.35 x 2.75 mt. con un peso de 11.5 TM., las paredes tienen un espesor de 5 cm., y las unidades carecen tanto de cara inferior como de una de

las caras laterales de mayor dimensión, con lo que el techo de una hace de suelo de la célula superior.

b) SHELLEY

Este sistema se basa en el empleo de células tridimensionales de concreto armado cuyos módulos son de 6.10 x 2.40 x 11.60 mts.

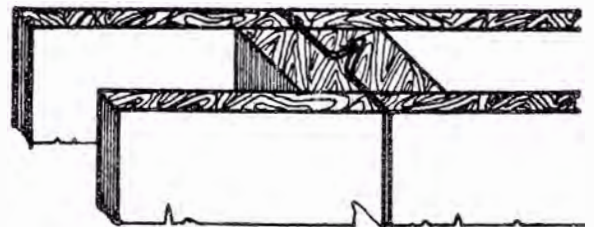
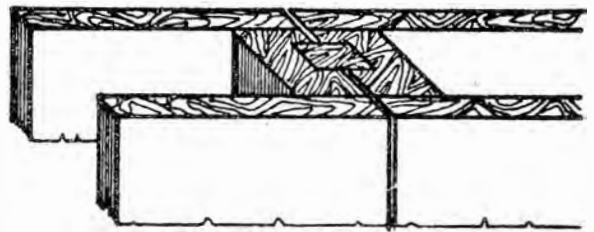
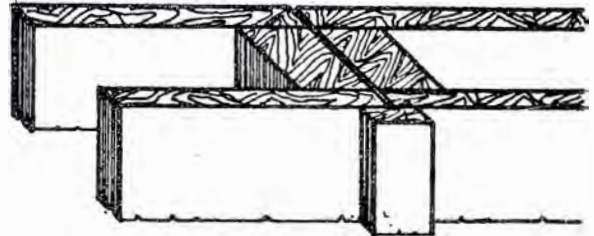
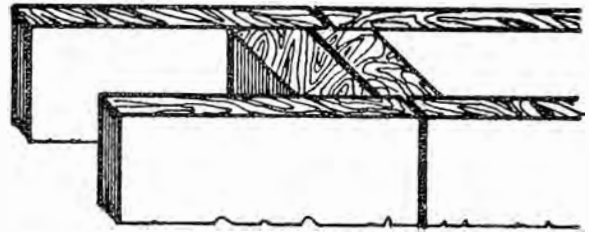
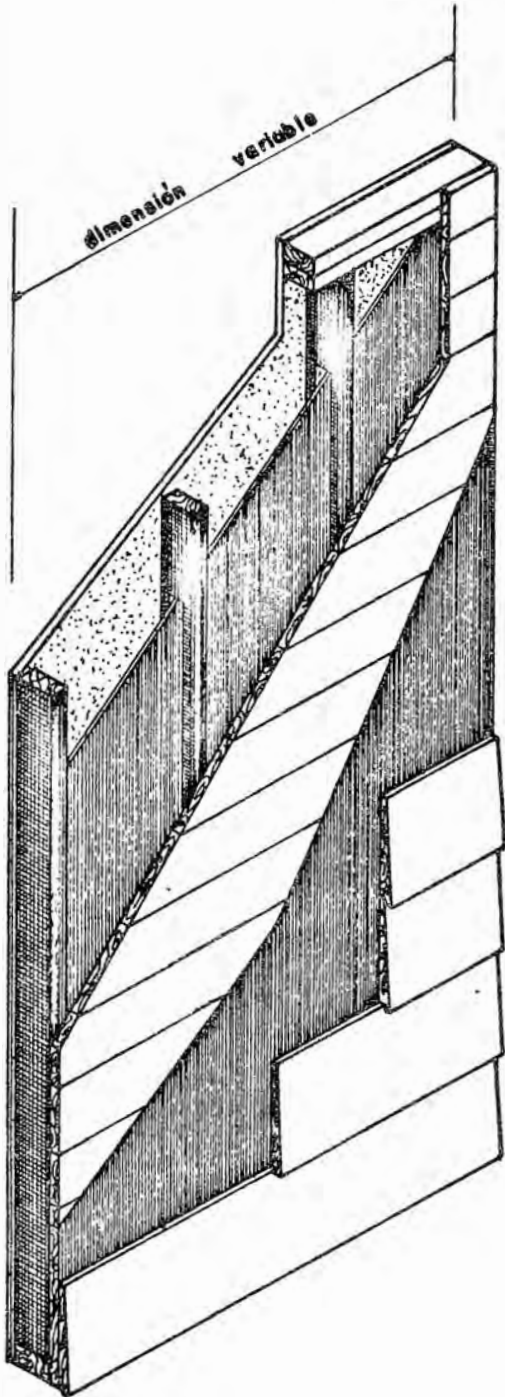
Los módulos se producen en fábricas fijas mediante moldes tridimensionales de acero, saliendo totalmente acabados, incluyendo instalaciones eléctricas, gasfitería, calefacción. Una característica que lo diferencia de los demás sistemas es el hecho de que las paredes de las células espaciales no son portantes sino de cerramiento, la colocación de estos módulos es alternada de modo similar al Sistema BBM.

6.3.2 PREFABRICACION DE VIVIENDAS DE MADERA

La construcción de viviendas a base de elementos de madera es el medio más barato para edificar viviendas.

Los elementos constructivos son a base de cerchas para cubiertas y el empleo de entramados para formar paneles de pared.

Dichos entramados son totalmente idénticos a los de la construcción clásica en madera, pero panelizados y montados en talleres con dimensiones moduladas que pueden llegar hasta el tamaño de una pared, tal como se puede apreciar en



A. B.

REFERENCIA:
TIPO CLASICO DE UNION Y PANEL PREFABRICADO DE
MADERA USADO EN ESTADOS UNIDOS

LAMINA N°
6.6

la lámina

Interiormente, van rellenos con algún material aislante, cuya naturaleza ha ido variando desde las primitivas láminas metálicas, el ir apareciendo nuevos materiales más adecuados para estos fines como lana de vidrio, espumas plásticas, etc.

La cara interior de los paneles se recubre generalmente en la obra, con planchas de madera sobre las que se aplican directamente los acabados.

La cara exterior se cierra con tableros de madera que rigidizan transversalmente el panel sobre los que se aplica algún tipo de impermeabilización pero va, finalmente cubierta por alguno de los variados acabados exteriores en madera.

En la lámina 6.6 se muestran los tipos más clásicos de uniones entre paneles.

El entramado resistente de los paneles se forma enlazando las piezas que los componen mediante chapas metálicas engrampadas con lo que se consigue un conjunto de gran rigidez. Una vez sellado uno de los lados mediante una plancha de madera entrampada al marco, se aplica el material de aislamiento térmico y acústico, tras lo cual ya se puede cerrar definitivamente el panel.

6.4 LA PREFABRICACION EN ESPAÑA

Nos referiremos a algunos sistemas españoles que po -

dría denominarlos como de intentos ya que hasta la fecha ninguno de los sistemas a los que nos referiremos han cristalizado una realización de suficiente importancia como para poder juzgar resultados.

6.4.1 SISTEMA GINER

Se trata de un sistema de prefabricación abierta a base de elementos estructurales lineales, mediante el cual se han construido varios edificios de viviendas.

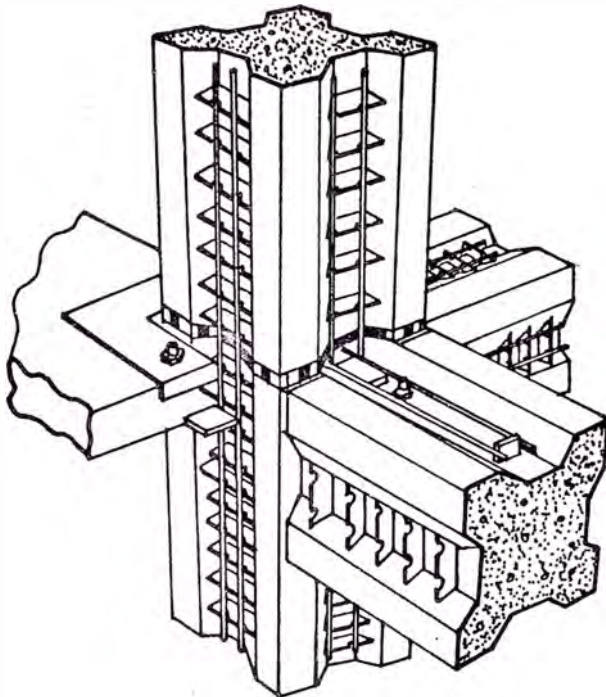
El sistema se conoce con el nombre de HA-ZIP siendo su principal y diferenciadora característica la introducción en el concreto de placas en el plano normal a la dirección de la carga, que tienen la virtud de transferir sus propiedades de tolerancia a los esfuerzos de tracción y cortadura que carece.

La ejecución de los nudos se realiza mediante atornillado y soldadura estando los extremos de los elementos lineales de concreto, acabados especialmente para tal fin, como se puede apreciar en la lámina 6.7.

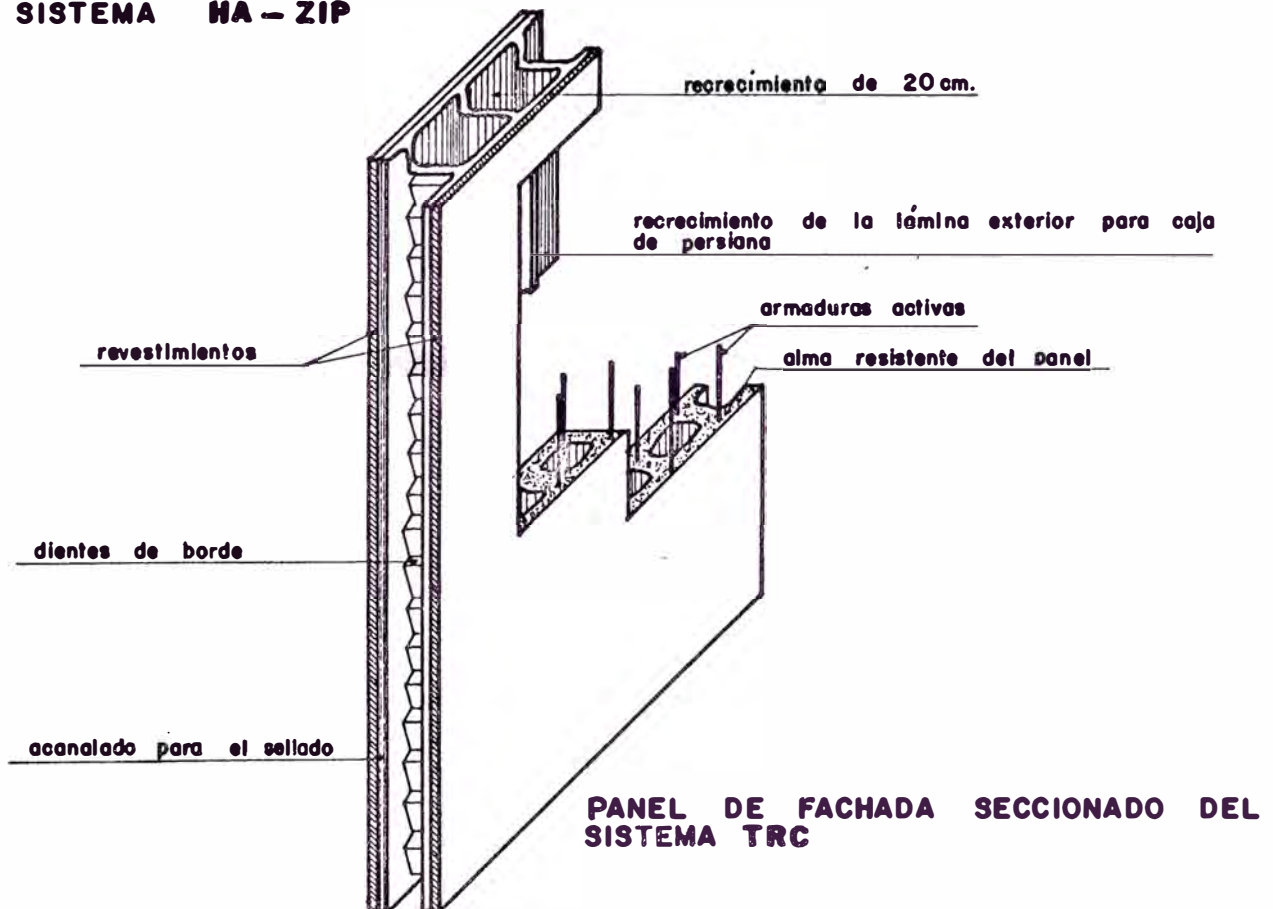
6.4.2 SISTEMA TRC

Este sistema es el resultado de una investigación que fue llevada a cabo por un grupo de técnicos considerando cuatro tipos de problemas fundamentales :

- Posibilidad de realizar cualquier proyecto en base a este



ESQUEMA TIPICO DE UNION ENTRE ELEMENTOS LINEALES DEL SISTEMA HA - ZIP



A - 81

REFERENCIA:

ESQUEMA DE UNION Y TIPO DE PANEL DE ALGUNOS SISTEMAS USADOS EN ESPAÑA

LAMINA N°

6.7

sistema.

- Hacer un análisis profundo sobre el equilibrio interior de las piezas en relación a cualquier tipo de sollicitación.
- Estudio de un proceso constructivo y su colocación en el mercado.
- Estudio sobre el curado de las piezas.

Como conclusión de este proceso nació en el TRC, que es un sistema abierto a base de grandes paneles de concreto pretensado, de sección muy aligerada como lo demuestra el que pasen 150 kg/m².

El elemento básico está formado por una pieza lineal de longitud múltiple de M cuya sección exterior es de 20 cm., de canto por un ancho múltiple de 4 M. la sección bruta de este elemento es de 810 cm².

Una combinación a base de estos elementos se puede transformar en paneles de forjado, de fachada y tabiquería, etc.

6.4.3 IMPORTANTES REALIZACIONES DE VIVIENDAS PREFABRICADAS EN ESPAÑA.

Es importante señalar los sistemas utilizados en la realización de cuatro conjuntos de viviendas prefabricadas a base de grandes paneles realizadas en España, siendo es -

NOMBRE DEL SISTEMA	TRACOBA No. 1	COSTA MAGNA
País de Origen	Francia	Francia
Sistema Constructivo	Mediante grandes paneles de concreto	Grandes paneles de bloques cerámicos
Tipo de Construcciones	Edificios de viviendas Escuelas, hospitales.	Viviendas unifamiliares Bloques de hasta 10 pisos
Sistema Estructural	Sistema cruzado ó transversal en algunos casos en que la fachada no son portantes. Las juntas se hormigonan in situ.	Paneles resistentes aligerados a base de elementos cerámicos. Forjados de grandes paneles a base de viguetas armadas o pretensadas.
Modulación	Ninguna	Ninguna
Muros	Son de concreto de 15 cm. de espesor. Llevan incorporados la carpintería de vanos y la instalación eléctrica. Los muros no portantes son a base de elementos de yeso.	Portantes varían los espesores según el caso, se componen de una capa de mortero a cada lado que recubren otra de pieza cerámica.
Forjados	Los forjados pueden ser de 14 cm. para pequeñas luces y de 22 cm. para las grandes se apoyan sobre muros portantes.	Pueden ser de concreto armado ó prensado y con elementos cerámicos de aligerado.
Escaleras	Las escaleras pueden ser de dos tramos prefabricados a base de concreto.	En voladizo, se fabrican con la altura de un piso, en concreto armado.
Instalaciones	Las instalaciones eléctricas y sanitarias sales acabadas de fábrica.	Pueden ser incorporadas o realizarse finalizada la colocación.

NOMBRE DEL SISTEMA	C A M U S	E S T I O T
PAIS DE ORIGEN	Francia	Francia
SISTEMA CONSTRUCTIVO	Mediante grandes paneles de concreto	A base de grandes paneles de concreto.
TIPOS DE CONSTRUCCIONES	Desde viviendas de una planta hasta edificios.	Edificios de viviendas, hospitales, escuelas.
SISTEMA ESTRUCTURAL	Forjados empotrados en todo el perímetro el empotramiento de los muros se realiza mediante estribos rellenos de concreto.	A base de crujeas, los muros transversales soportan los forjados. Los elementos de forjado se unen mediante estribos.
MODULACION	Ninguna	Se adaptan a los deseos del arquitecto.
MUROS	Portantes : de concreto de 14 cm. de espesor de concreto armado.	Muros portantes a base de paneles de concreto, espesores entre 10 y 16 cm. muros no portantes 6.5 cm.
FORJADOS	Grandes paneles de 14 cm. de espesor de concreto armado.	Espesores entre 10 y 14 cm.
ESCALERA	Los tramos y descanso de escalera son de concreto armado.	Tramos de escalera de concreto.
INSTALACIONES	La instalación eléctrica está incorporada en los paneles. Las instalaciones sanitarias y de calefacción se agrupan en elementos aislados.	Los elementos prefabricados incluyen la instalación eléctrica. Para instalación sanitaria se colocan células o bloques de cualquier tipo.

estos :

Sistemas Estiot

Sistemas Camus

Sistema Costamagna

Sistema Tracoba No. 1

Estos sistemas presentan en común el ser sistemas muy introducidos y experimentados, todos ellos cuentan con decenas de millares de viviendas acabados en varios países, algunos han pasado por pruebas definitivas desde el punto de vista de seguridad de la construcción, habiendo muchas de ellas en forma óptima resistido una serie de fenómenos sísmicos, algunos de los cuales llegaron al grado 7.5

Como complemento de la anterior descripción de los sistemas, es importante incluir los respectivos esquemas de juntas horizontales entre paneles exteriores y losa de forjado, así como las secciones horizontales típicas del encuentro de tres paneles, dos exteriores y uno interior tal como se muestra en la lámina

Para completar esta descripción describiremos la constitución y forma de los paneles portantes exteriores. Todos emplean paneles multicapas haciendo el concreto de capa resistente y utilizando una aislante, a excepción del Costamagna que está formado por piezas cerámicas, los restantes emplean poliestireno expandido ó aislantes sintéticos similares.

6.5 LA PREFABRICACION EN EL JAPON

El déficit de viviendas en el Japón, después de la segunda guerra mundial, hizo imperativo al gobierno, empezar una construcción masiva de viviendas de 9.5 millones de unidades de viviendas en un período de 5 años, habiendo empezado en 1971 ó aproximadamente 1.9 millones de viviendas por año.

Para cumplir este ambicioso programa se creó la Corporación Japonesa de Vivienda (J.H.C.) en 1955 habiéndose desarrollado diferentes sistemas de construcción, entre ellos el que se refiere a la prefabricación.

A través de una cuidadosa planificación y años de investigación la J.H.C. y varias compañías privadas han desarrollado diferentes métodos de prefabricación con diferentes características de producción y montaje.

6.5.1 ESTATUS DE VIVIENDA EN EL JAPON

Las razones de demanda de viviendas después de la guerra fueron las siguientes :

- Déficit arrastrado en años anteriores a la guerra.
- Reemplazo de viviendas viejas por otras nuevas.
- Migración de la población rural a las áreas urbanas.
- Crecimiento rápido del standard promedio de vida.
- Financiación a largo plazo accesible a las personas.
- Incremento de población.

El porcentaje de construcción de viviendas prefabricadas., comparando con las viviendas totales es aún bajo; pero está creciendo rápidamente como se muestra en la siguiente ta
bla :

AÑO	PORCENTAJE
1966	3.3
1968	5.0
1970	7.8
1971	9.8
1972	10.5

6.5.2 POLITICA DE VIVIENDA

En 1971 se estableció un plan de 5 años para construir 9.5 millones de unidades, además se ha estimado que para 1985 habrá 85 millones de unidades de nuevas viviendas en el Japón.

Para acelerar el proceso de construcción la J.H.C. ha intentado estandarizar los componentes de la construcción así como alentar la producción en masa para mantener los costos bajos y la calidad alta.

6.5.3 METODOS INDUSTRIALIZADOS PARA LA CONSTRUCCION DE VI - VIENDAS.

La mayoría de los sistemas usados en el Japón tienen el inconveniente de ser del tipo cerrado, de modo que ellos no pueden combinarse por lo que su flexibilidad es limitada.

Por otro lado existen limitaciones básicas que tienden a restringir la industrialización y la prefabricación en la industria de la construcción, siendo algunas de ellas:

- El peso y las dimensiones de los elementos es elevado por lo que su transporte se hace difícil.
- Parte del proceso por su naturaleza, no pueden ser industrializados y debe ser hecho en obra.
- El hecho de que los propietarios deseen una variedad de diseño para elegir complica el problema.
- Costo inicial alto de la factoría y equipos relacionados.

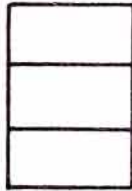
6.5.4 COORDINACION MODULAR

El modelo básico usado en el diseño estandarizado es la dimensión de un TATAMI (1.80 x 0 90 mts.) este modelo es observado en todas las casas de este país, el cual es usado como un area de propósitos múltiples.

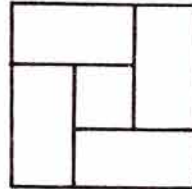
La distribución modular se muestra en la lámina 6.8

6.5.5 SISTEMA DE PREFABRICACION

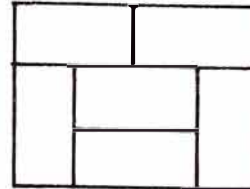
Los sistemas usados en el Japón son el P.C. y H.P.C., la línea divisoria entre estos métodos es que a partir de 5 pisos por debajo se usa el método P.C. sin ascensores, entre los pisos 5 y 13 se usan pórticos de acero y perfiles H



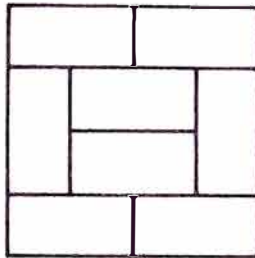
(3)



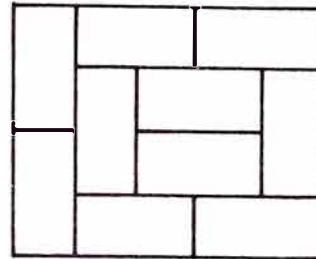
(4 1/2)



(6)

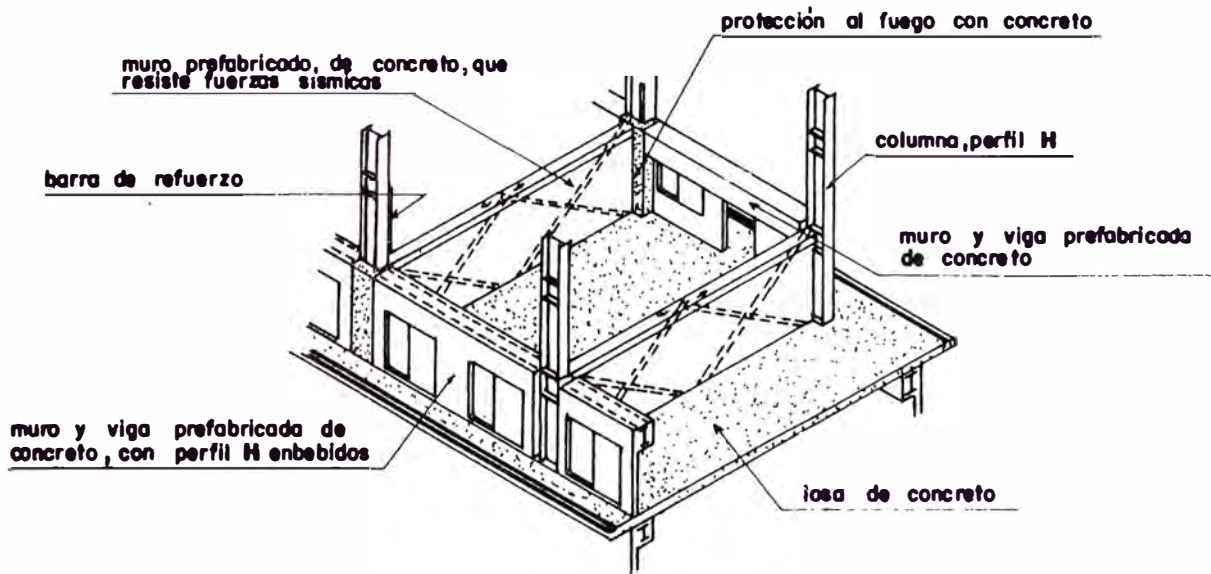


(8)



(10)

DISTRIBUCIONES BASADAS EN EL METODO TATAMI



CONSTRUCCION DEL METODO HPC

A.-M.

REFERENCIA:

DISTRIBUCION Y SISTEMA H.P.C. PREFABRICADO USADO EN JAPON

LAMINA N°

6.8

en combinación con las losas de concreto reforzado tipo P.C. y muros de cortes reforzados con acero, como se muestra en la lámina 6.8.

6.5.6 REGULACIONES DEL CODIGO DE VIVIENDA JAPONES

A continuación se dan los standards para el diseño estructural de construcciones con muros de concreto reforzado prefabricado.

a) ESPESOR DE MURO

N° DE PISOS	ESPESOR DEL MURO (cm.)
Para cada piso de una vivienda de 2 pisos ó menos ó para el último piso de una vivienda de 3 pisos ó más.	12 ó H/25
OTROS PISOS	15 ó H/22

H: Distancia vertical entre soportes.

b) RELACION DE MUROS

Esta relación debe ser igual ó mayor de las que se

dan en en la tabla.

$$\text{Relación de muro} = \frac{\text{Longitud de muro}}{\text{Área de piso}}$$

Nº DE PISOS	RELACION DE MURO cm/m ²
1º Piso de una edificación de 4 pisos.	15
OTROS PISOS	12

c) RELACION DEL REFUERZO DE CORTE.

Esta relación debe ser mayor ó igual que los valores mostrados en el cuadro.

PISOS	RELACION DE REFUERZO DE CORTE
Cada piso de una edificación de 2 pisos ó menos ó el último piso de una edificación de 3 pisos ó más.	0.2
OTROS PISOS	0.3

6.6 LA PREFABRICACION EN LATINOAMERICA

6.6.1 COLOMBIA.

El empleo de las placas de cemento-asbesto se ha generalizado en muchos países de Latinoamérica, siendo uno de estos Colombia.

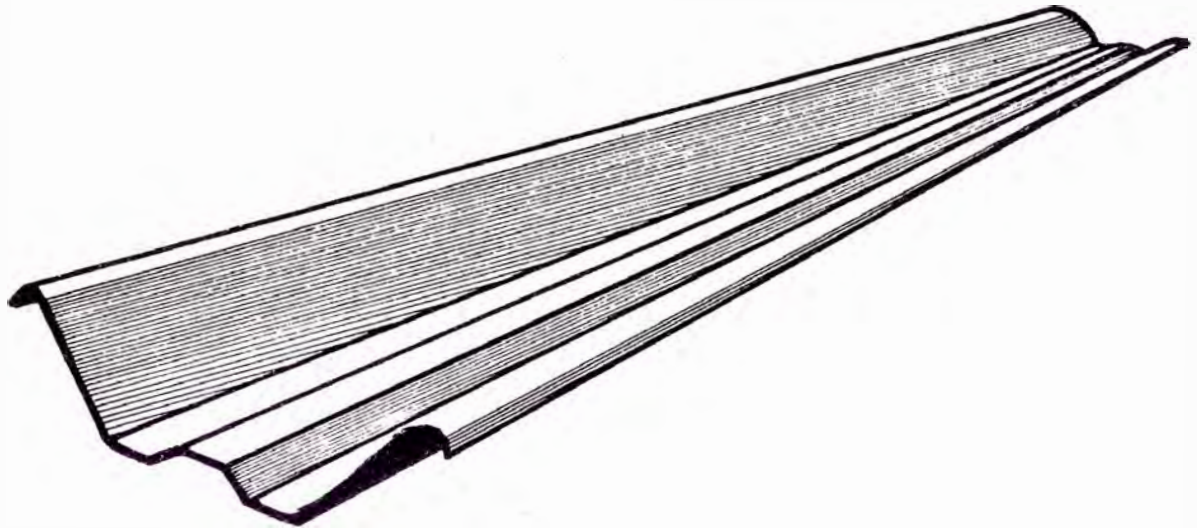
Estos elementos se utilizan generalmente para coberturas presentando para ello algunas características óptimas como son : su costo, su poco peso que los hacen fácilmente manejables incluso manualmente, su acabado no requiere enlucido ni mantenimiento adecuada durabilidad, impermeabilidad, etc.

En numerosas urbanizaciones se ha hecho uso de placas de cemento-asbesto, empleándose fundamentalmente bloques de concreto, como elementos portantes y elementos modulados normalizados para la carpintería de vanos.

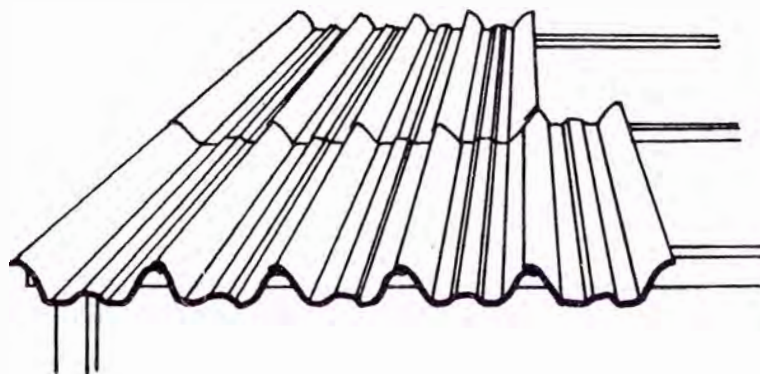
6.6.2 BRASIL

La mayor parte de realizaciones de viviendas en Brasil se limitan a premoldear los elementos y en algunos casos se emplean pequeñas fábricas móviles.

En Río Janeiro bajo patente italiana se ha instalado



ELEMENTO DE ASBESTO - CEMENTO. TIPO "CANALON"



ESQUEMA DE UN TECHADO A BASE DE "CANALON"

A.-M.

REFERENCIA:

ELEMENTOS PREFABRICADOS USADOS EN ALGUNOS PAISES DE AMERICA

LAMINA N°

6.10

una factoría semifija capaz de producir semanalmente 1000 m² de vivienda.

El panel tipo es de 6 x 2.80 x 0.23 mt. con un peso a proxímado de 5 ton. es de concreto aligerado con piezas cerámicas.

También se emplea con bastante frecuencia un procedimiento semiartesanal con los que se ha realizado bloques de hasta 10 plantas.

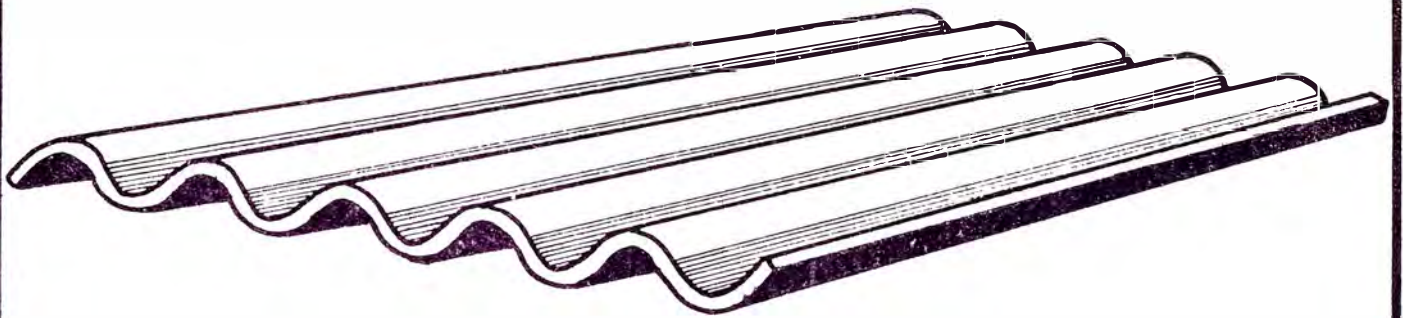
Los muros portantes se construyen a base de encofrados de grandes dimensiones.

La tabiquería y las losas de forjado se premoldean en obra utilizando para ello unos moldes muy simples a base de perfiles metálicos con los que se realizan estos elementos de hasta 2 ton. de peso.

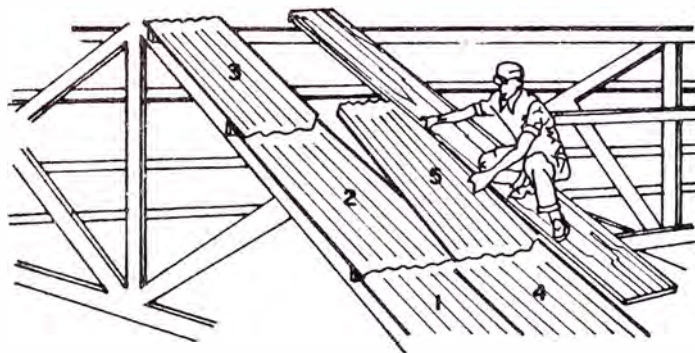
6.6.3 VENEZUELA

Hasta el momento la situación de Venezuela en materia de prefabricación es deficiente, ya que no ha llegado a un auténtico proceso de prefabricación.

Se han realizado diferentes programas de viviendas, siendo todas ellas de carácter experimental con el fin de evaluar en forma directa y real las particularidades de la



PLANCHAS CORRUGADAS DE ASBESTO - CEMENTO



ESQUEMA DE UN TECHADO UTILIZANDO PLANCHAS CORRUGADAS

A. - N.

REFERENCIA:

ELEMENTOS PREFABRICADOS USADOS EN ALGUNOS PAISES DE AMERICA

LAMINA N°

6.9

prefabricación y sus repercusiones inmediatas, precios, calidad, rapidez, etc., las soluciones empleadas en estos programas fueron muy diversos, losas nervadas, estructura en esqueleto de concreto, sistema cerrados de grandes paneles, estructura metálica, etc., siendo constante en casi todos los programas la realización de los elementos a pie de obra.

Existen otros intentos de prefabricación que consiste en grandes paneles de sección homogénea de concreto y losas de forjado pretensadas aligeradas mediante piezas cerámicas. Los elementos se unen en obra mediante atornillado y concreto in situ con un peso aproximado de 5 Ton.

6.6.4 CUBA

La industrialización de la vivienda está proyectada fundamentalmente en tres líneas.

Gran panel 70

Sistemas IMS

Moldeo deslizante.

El gran panel 70 se basa en experiencias y realización logradas en sistemas industriales de países europeos.

Este sistema de grandes paneles con prefabricación abierta tiene mayor flexibilidad en el diseño arquitectónico que el sistema de grandes paneles con prefabricación cerrada.

Este sistema incluye juntas reventiladas, elimina las soldaduras. Las losas ahuecadas de 1.20 x 2.40 mt. de ancho pueden llegar hasta 6 mt. de luz con refuerzo normal y su diseño con

tribuye al aislamiento acústico y térmico.

El sistema IMS está basado en la utilización de columnas y losas, las cuales se unen para formar una estructura reticular que se va postensando al montaje de los distintos niveles.

La Primera experiencia importante en la construcción de viviendas utilizando moldes deslizante es un edificio experimental de 17 plantas donde se ha utilizado un sistema mixto de moldes deslizantes y prefabricados.

C A P I T U L O VII

SISTEMAS DE PREFABRICACION EN EL PERU

7.1 LA PREFABRICACION EN EL PERU

En nuestro país se ha llegado a patentar diferentes sistemas prefabricados de construcción, algunos de los cuales han sido ejecutados en diferentes programas de vivienda

7.2 SISTEMA DE PREFABRICACION "LISTOS"

Este sistema está basado en el empleo de paneles modulados huecos y macizos de concreto que adecuadamente reforzados y ensamblados permiten la construcción de paredes portantes, tabiques, techos.

El sistema constructivo corresponde a un sistema de prefabricación pesada de muros y techos, consistentes en paneles modulados de concreto aramado aligerado.

Cimentación :

La cimentación empleada consiste en un cimiento convencional de 0.80 x 0.50 mt. para muros portantes y de 0.80 x 0.45 mt. para muros no portantes ó tabiques, el concreto

a usar es el concreto ciclópeo en la proporción cemento-hormigón (1:14) + 30 % de piedra grande máxima de 6" vaciándose hasta una altura de 0.50 mt. sobre el cual se coloca el muro y se rellena con concreto simple en la proporción cemento-hormigón (1:10) en una altura de 0.30 mt. realizándose luego el vibrado.

Previo al montaje de muros se coloca el falso piso que consiste en una losa de concreto simple de 0.15 mt. de espesor, de $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ de resistencia a la compresión a los 28 días.

Muros :

Los muros portantes están constituidos por paneles modulado fabricados en planta de concreto armado de 20 cm. de espesor, una altura de 2.30 mt., longitud variable de acuerdo a las necesidades arquitectónicas, con un peso aproximado de 150 kg/cm². La losa tiene 3 cm. de espesor y se encuentra reforzada por una malla de acero electrosoldada de $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$ como límite de fluencia, espaciada 30 cm. en cada sentido, los muros de concreto que están espaciados centro centro cada 50 cm. tienen sección trapezoidal reforzado convenientemente con varilla de acero con un $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ como límite de fluencia, el concreto empleado es de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de resistencia a la compresión a los 28 días.

Estos muros portantes rematan en ambos extremos en vigas so-

léras de amarre de 20 x 20 cm. reforzadas con 4 varillas de diámetro especificado y estribos cerrados espaciados a cada 30 cm.

Los tabiques tienen un espesor de 8 cm. y están reforzados con una malla de acero electrosoldada usándose un concreto de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Techos :

Se fabrican con las características similares a los de muros a excepción de tener diferente reforzamiento, la losa lleva malla centrada de acero electrosoldado con el mismo límite de fluencia y diámetro del acero mencionado anteriormente en muros, diferenciándose en que el acero que se encuentra alineado en forma perpendicular a los nervios tiene 12.5 cm. de espaciamiento centro a centro, los nervios tienen armadura principal de acuerdo a las necesidades arquitectónicas.

Estos techos son simplemente apoyados con luces máximas de 4.00 mt. ó continuos con apoyo intermedio en cuyo caso la longitud total no será mayor de 8.00 mt.

El sellado e impermeabilización de estos techos consiste en colocar torta de barro ó ladrillos pasteleros en zonas de poca precipitación fluvial y techos a dos aguas con pinturas impermeabilizantes de base asfáltica o de resi

sinas, etc., en zonas de lluvias intensas.

Uniones :

La unión de los tabiques con los muros se realiza por medio de plaquetas metálicas soldadas entre sí, selladas con mortero cemento-arena fina en proporción volumétrica 1:3 y cuyas dimensiones, espaciamiento, etc. son establecidos según el diseño de cada proyecto.

La unión típica del sistema tanto para muro portante con cimentación techo con muro portante inferior y muros portante superior e inferior con entrepiso se realiza empleando dos grampas por unión consistentes en varillas corrugadas de acero de 3/8" de diámetro como mínimo en forma de U invertida, dejados oportunamente en las vigas soleras de amarre de muros y techos, en la losa y cimentación.

Estas uniones se encuentran espaciadas centro a centro cada 1.80 mt. máximo, rellenándose posteriormente con "grout" cemento-arena fina en proporción volumétrica 1:3 con un aditivo expansor adecuado que garantiza el perfecto sellado de la misma.

Las uniones de muros entre sí o de techos entre sí que emplea este sistema consiste en cuatro cajuelas de 2.5 cm. de profundidad por 15 x 20 cm. de sección en cada panel por unir y rellenas con mortero cemento-arena fina en propor -

ción volumétrica 1:3, en dichas uniones a los paneles por unión se les da un centímetro de separación, relleniéndose los espacios correspondientes con el mismo tipo de mortero, aplicándose adicionalmente un sello impermeabilizante de base asfáltica de 3 cm. cuando las juntas dan al exterior.

Instalaciones :

Las instalaciones sanitarias son normalmente a la vista, pudiendo ser empotradas dentro de las nervaduras de los muros portantes y eventualmente dentro de los tabiques de 8 cm. de espesor; las aberturas que se practiquen con tal fin en los elementos constructivos deberán ser reforzados convenientemente al momento de la fabricación del panel.

Las instalaciones eléctricas son empotradas pudiendo disponer los avances por las nervaduras y soleras de los elementos constructivos, colocándose al momento del vaciado del concreto en los paneles, con las previsiones necesarias para su fijación.

Las fijaciones de las marcas de puertas y ventanas se realiza por los métodos tradicionales, es decir con tarugos que se introducen a presión en huecos formales en los vanos de puertas y ventanas.

Fabricación :

La elaboración de los paneles de muro ó techo se efectúa

túa en planta empleando para el efecto moldes metálicos adecuados que permitan la colocación de las armaduras y el compactado del concreto vaciado por vibración y curado posterior.

El encofrado de los muros dura 4 días y el de techos 7 días al cabo de los cuales se puede llevar a obra.

Para su izaje se introducen los fierros en forma de U invertida, previamente al vaciado en una longitud de 50 cm.

La altura de las construcciones de acuerdo a la descripción realizada de este sistema está limitada a dos pisos.

Con este sistema se ha llegado a construir 1500 chalets residenciales de uno y dos pisos a un ritmo promedio de una casa cada dos días.

En las láminas 7.3, 7.4, 7.5 y 7.6 se muestra esquemáticamente algunos elementos usados por este sistema.

7.3 SISTEMA UNICRETO

El sistema UNICRETO consiste en el empleo de módulos prefabricados tridimensionales de concreto armado, estando constituido el modelo básico por muros laterales y techo con un espesor uniforme de 7.5 cm. disponiéndose tales módulos yuxtapuestos para constituir ambientes respectivos.

Los mambientes modulares son :

Altura de pared ----- 2.50 mt.
Luz libre entre paredes laterales ----- 2.85 mt.

Estos módulos presentan un acartelamiento triangular de 0.15 mt. x 0.10 mt. en las esquinas de unión entre techo y paredes.

Adicionalmente se fabrican otros elementos que presentan tres frentes cerrados ó con aberturas para conformar los vanos para puertas y ventanas.

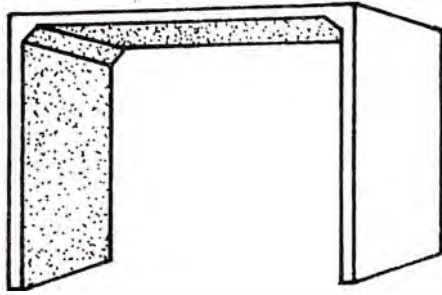
Cada elemento ó módulo es autoestable independientemente, fabricado con concreto de una resistencia mínima $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usándose para la armadura, varillas de acero estructural con un límite de fluencia $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$.

Para asegurar el monolítico adecuado entre los elementos constructivos de cada módulo en el proceso de fabricación, no debe transcurrir más de 40 minutos entre el último vaciado de concreto y la siguiente etapa.

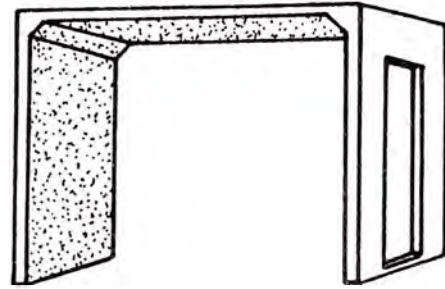
La cimentación usada es la tradicional, de cimientos corridos de concreto simple, acondicionados en ancho y profundidad a la capacidad portante del terreno.

Las instalaciones eléctricas ó sanitarias van empotradas en las uniones de los módulos tal como se muestra en la lámina 7.2.

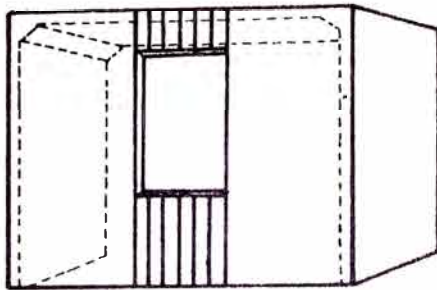
En la lámina 7.1 se puede apreciar los diferentes tipos de módulos que utiliza este sistema.



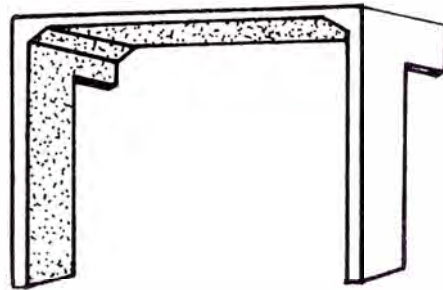
1º-MODULO NORMAL



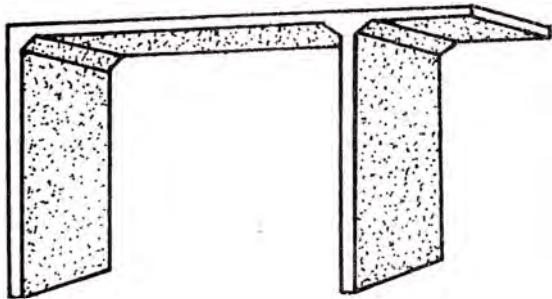
2º-MODULO CON PUERTA O VENTANA



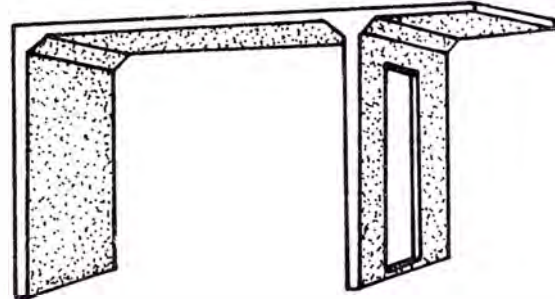
3º-MODULO CON TAPA Y VENTANA



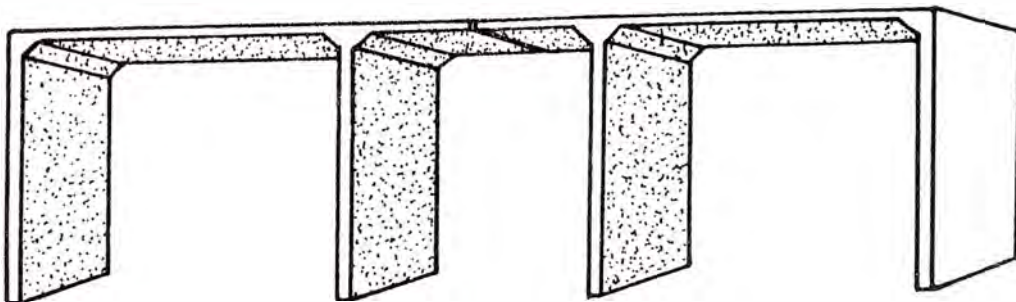
4º-MODULO CON PUERTA LATERAL A UNO O AMBOS LADOS



5º-MODULO CON ALERO

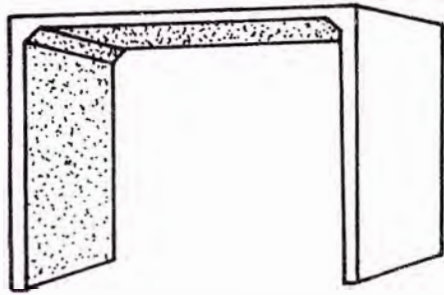


6º-MODULO CON ALERO Y PUERTA



7º COMBINACION DE MODULOS CON ALERO

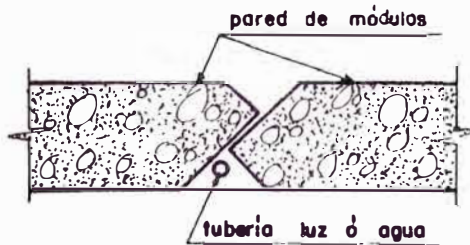
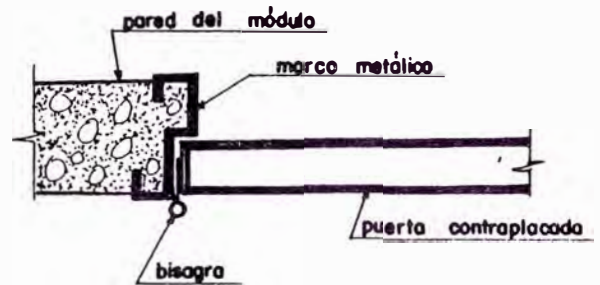
A.-M.



MODULO BASE: viene completamente terminado en superficies internas y externas. Tiene las siguientes medidas:

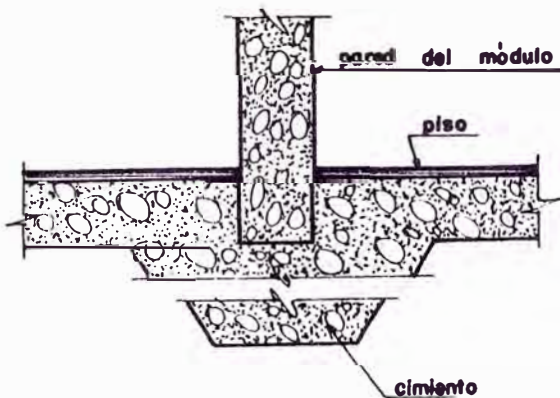
- ancho _____ 3.00 mts.
- largo _____ 2.00 mts.
- altura _____ 2.50 mts.

El marco que se muestra viene vaciado con el módulo, en el caso que este lleve puerta. Acabado con pintura al fuego y bisagras.



Este tipo de empalme logra aislamiento completo entre las habitaciones. Los chafianes a cada lado sirven para el paso de tuberías.

Módulos apoyados en el cemento, el cual debe tener su cara superior perfectamente nivelada. Luego el vaciado del piso que puede quedar terminado en ocre o preparado para tejas asfálticas o vinílicas.



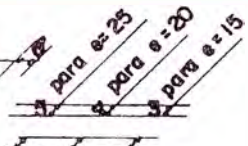
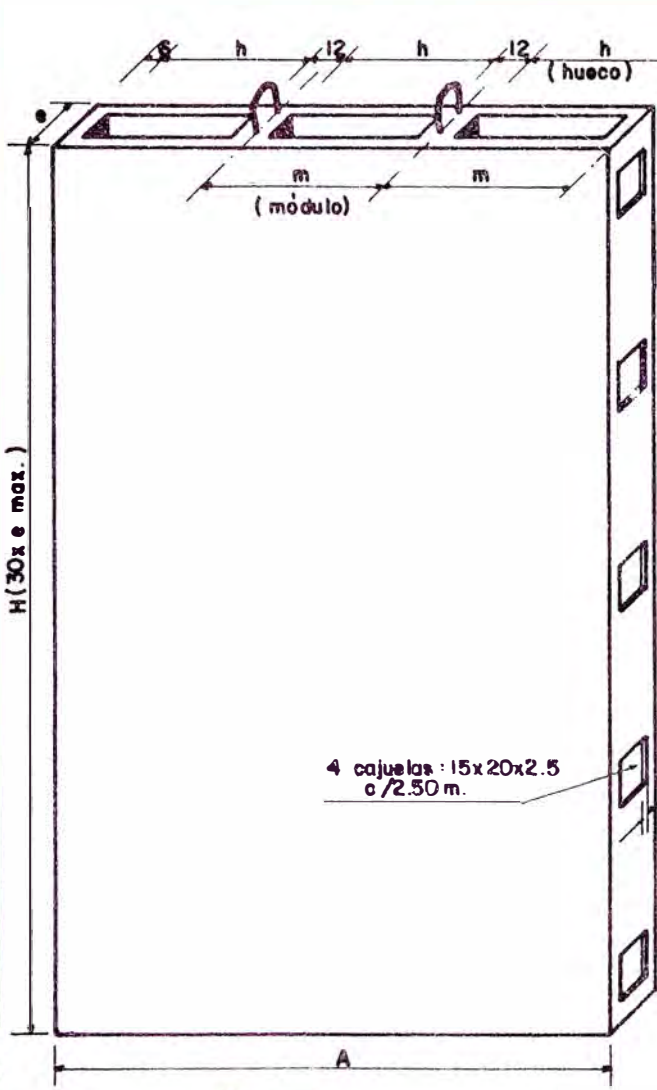
A.- M.

REFERENCIA:

DETALLES (SISTEMA UNICRETO)

LAMINA N°

7.2

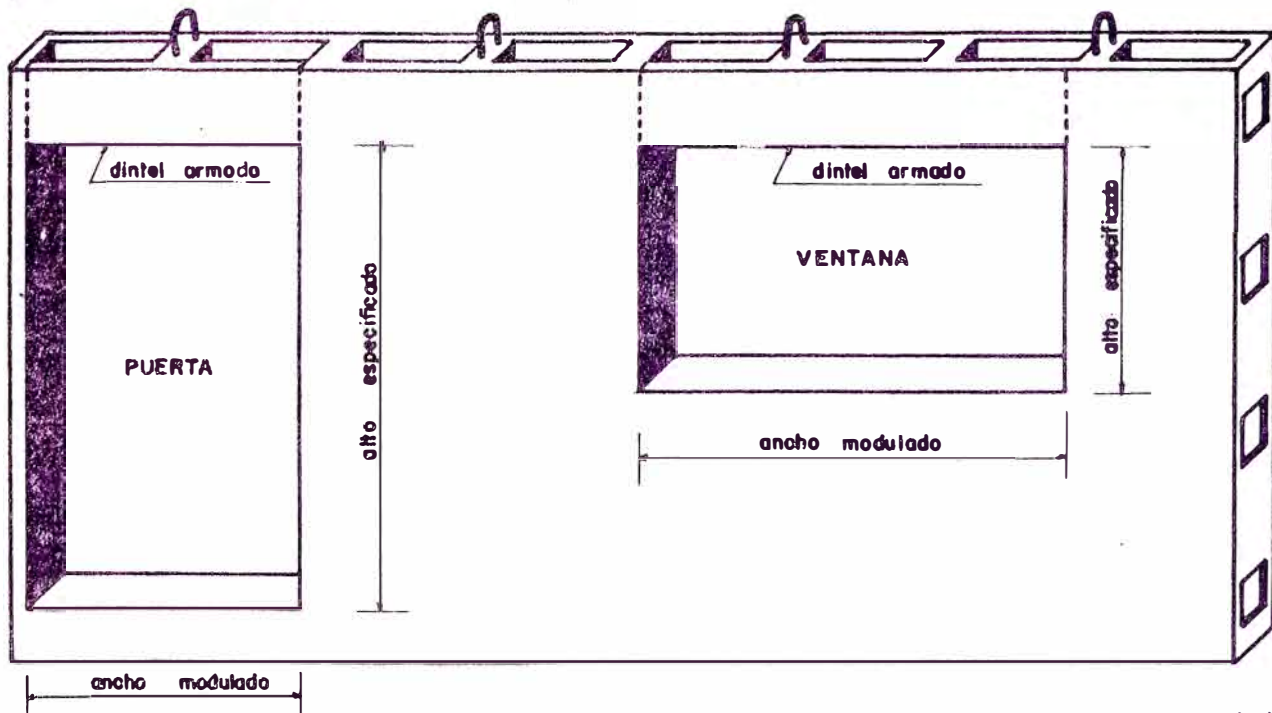


e cms.	m cms.	h cms.	A mts.	H mts.	acabado	aberturas
15	40	28	0.40 @ 3.60 (múltiplos de 40)	4.50 max.	en concreto	SI
20 @ 25	60	48	0.60 @ 4.80 (múltiplos de 60)	5.00 x e max.	varios	SI

e cms.	peso kg/m ²
15	182
20	228
25	258
30	278
35	300

4 cajuelas : 15x20x2.5 c / 2.50 m.

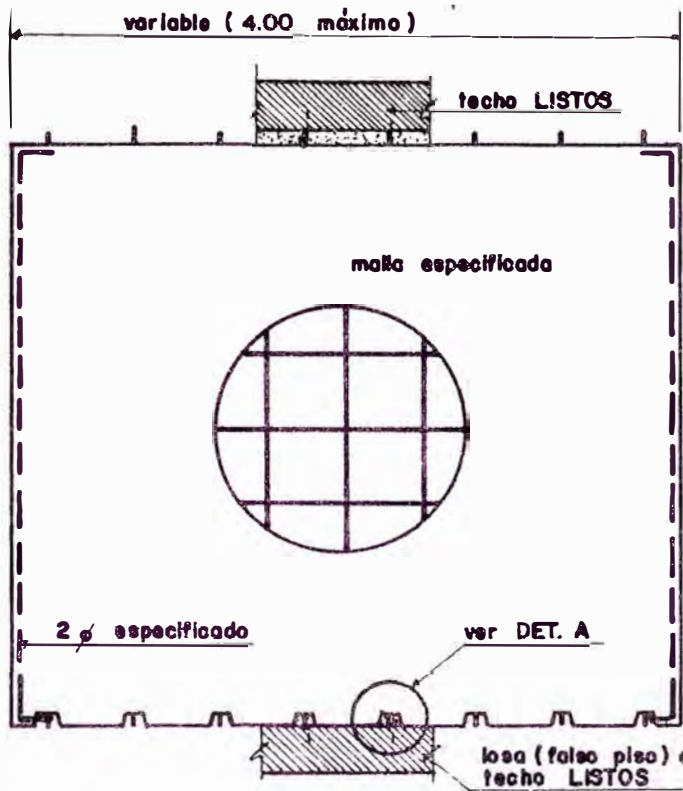
20 cms.
2.5 cms.
profundidad



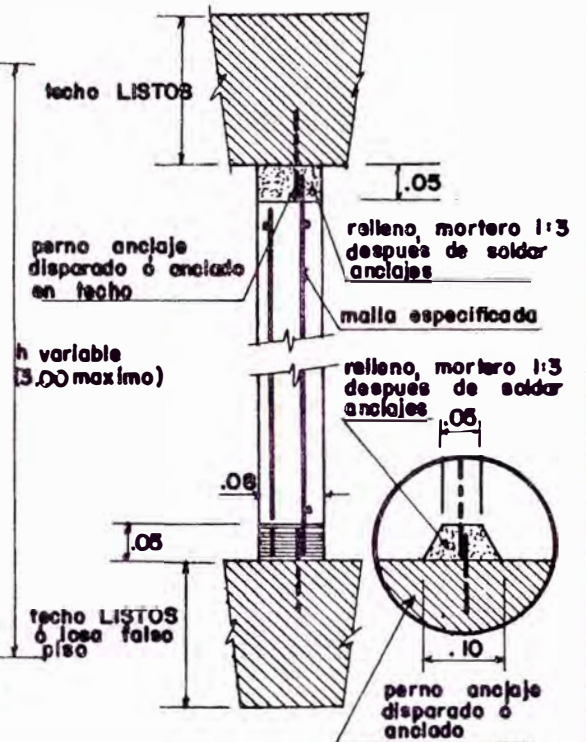
A - N

REFERENCIA:
MUROS : detalles, dimensiones y pesos (SISTEMA LISTOS)

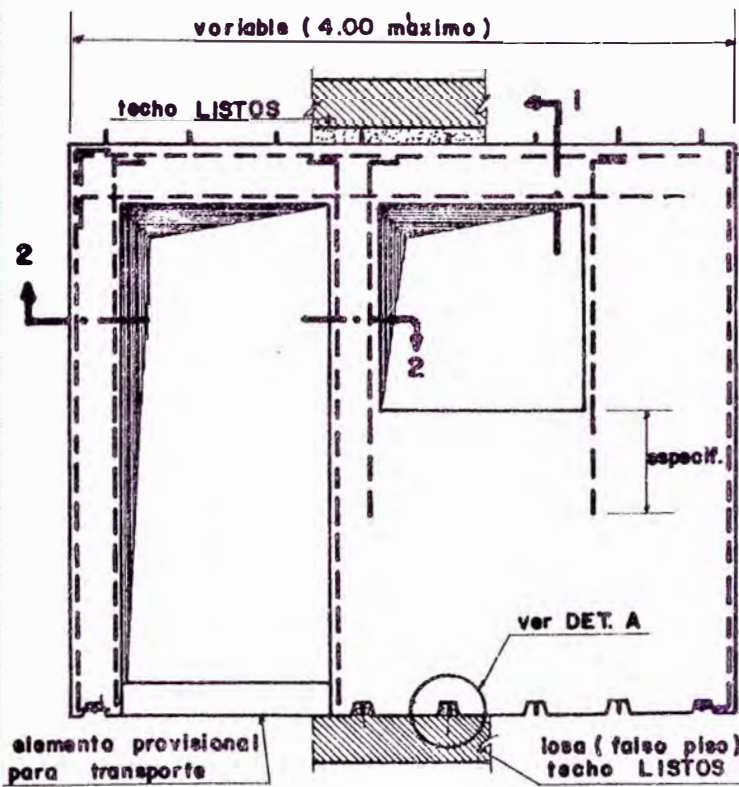
LAMINA N°
7.3



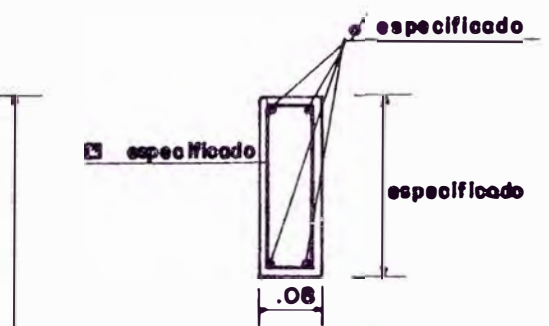
ELEVACION PANEL SIN ABERTURAS



SECCION TIPICA DETALLE A

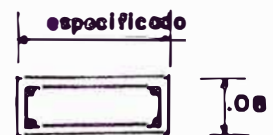


ELEVACION PANEL CON ABERTURAS



SECCION 1

h variable (3.00 máximo)



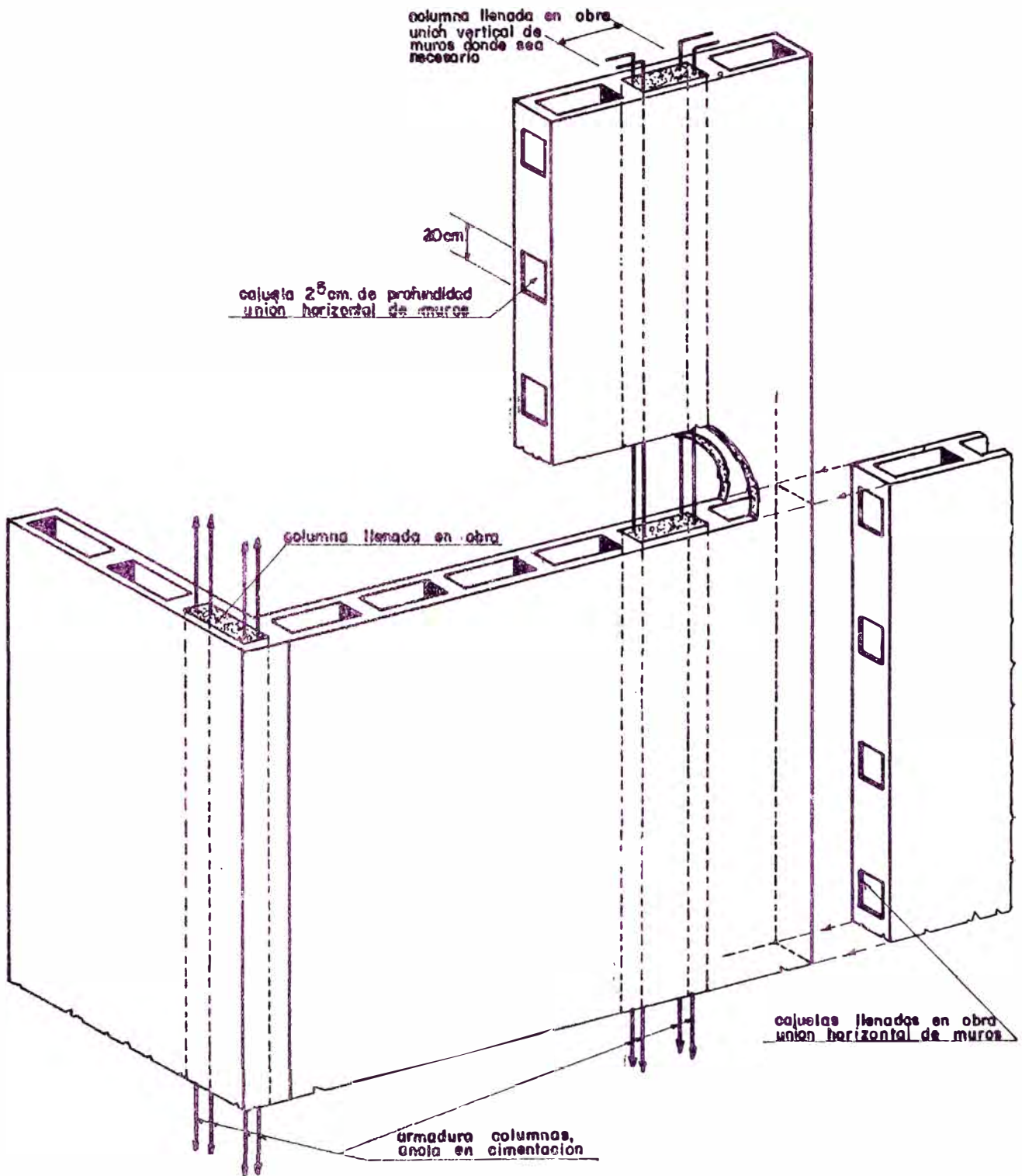
SECCION 2

REFERENCIA:

PANELES: detalles, dimensiones y colocación (SISTEMA LISTOS)

LAMINA Nº

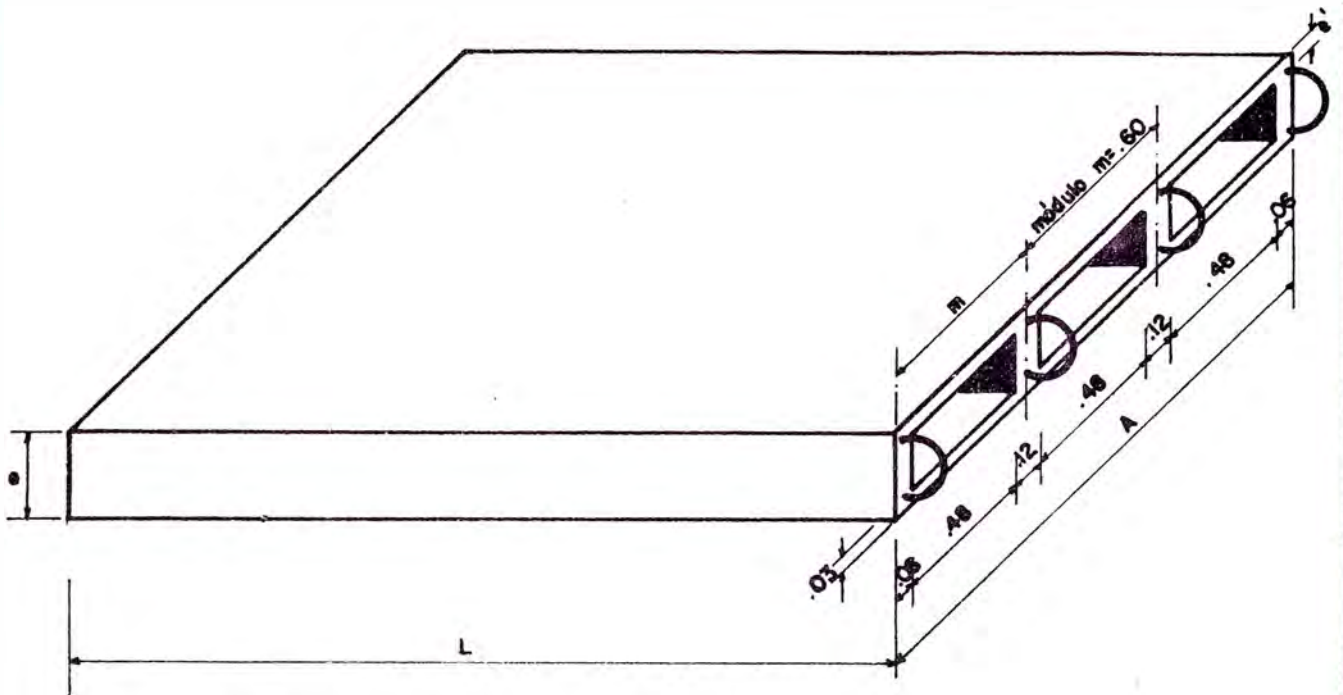
7.4



A-M

REFERENCIA:
MUROS: empalme mediante columnas llenadas en obra (SISTEMA LISTOS)

LAMINA N°
7.5

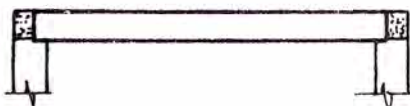


DIMENSIONES		
e cms.	A ^x mts.(múltiplos de .60)	L max. mts.
20	0.60 @ 4.20	6.00
25	0.60 @ 4.20	7.50
30	0.60 @ 4.20	9.00

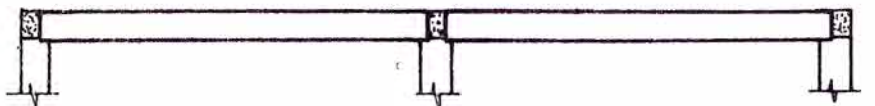
x se puede fabricar anchos hasta de 4.80mt. en casos de elaboración a pie de obra.

s/c kg/m ²	e' cms.	PESOS kg/m ²		
		ESPESORES "e" de techos		
		20	25	30
0 200	3	216 ^{xx}	234	248
201 500	4	--	258	272
501 750	5	--	282 ^x	296
751 1,000	6	--	--	320

xx estos techos son los empleados normalmente.



a (aislado)



b (semi-continuo)



c (volado un extremo)



d (volado dos extremos)

A-M.

REFERENCIA :

TECHOS: detalles, dimensiones y pesos (SISTEMA LISTOS)

LAMINA N°

7.6

7.4 PROPUESTAS VIABLES

Dentro de los sistemas constructivos no convencionales que han sido aprobados en nuestro país, son :

TIPO PESADO.-

No.	SISTEMA	ELEMENTOS	CARACTERISTICA FUNDAMENTAL
1	BENAVIDES-COSTA	Muros y Techos	Losas y placas prefabricadas de concreto.
2	BINISHELLS	Muros y Techos	Encofrado inflable de neoprene para formar cúpulas.
3	CERAMICRETO	Muros y Techos	Prefabricados en Obra Aligerados cerámicos.
4	COPREL	Muros y Techos	Columnas inclinadas formando pórticos y placas prefabricadas de concreto.
5	EMBISA	Muros y Techos	Encofrado deslizante concreto.
6	GP-001	Muros y Techos	Encofrado corredizo
7	LISTOS	Muros y Techos	Prefabricado : placas y techos de concreto.
8	LISTOS LIVIANOS	Muros y Techos	Igual pero menor peso
9	METALOSA	Techos	Para grandes luces, doble losa y estructura espacial.
10	DUTINORD ALTERNATIVA.	Muros y Techos	Encofrados metálicos rodantes tipo túnel para tabiques y placas.
11	DUTINORD ALTERNATIVA.	Muros y Techos	Igual pero tabiques internos de ladrillo.
12	SHELLEY	Muros y Techos	Unidades habitacionales íntegras prefabricadas.
13	TRACOPA	Muros y Techos	Encofrados deslizantes sobre rieles formando pórticos de concreto armado.
14	UNICRETO	Muros y Techos	Pórticos prefabricados tipo túnel de concreto.

TIPO LIVIANO.-

No.	SISTEMA	ELEMENTOS	CARACTERISTICA FUNDAMENTAL
1	ASTRO	Tabiques	Tabiques de madera
2	CIMSA	Muros y Techos	Tabiques sandwich de madera
3	EB	Muros y Techos	Tabiques machihembrado de madera
4	EMSA	Muros y Techos	Tabiques y tijerales de madera.
5	FUNDACION PERUANA	Muros y Techos	Viguetas y ples derechos de madera y triplex, techo de aluminio ó calamina.
6	GAL	Muros y Techos	Madera y spanded metal con mortero de cemento ambas caras.
7	LOS ARRAYANES.	Muros y Techos	Paneles de madera modulados tijerales y techo Eternit y cielo raso Nordex.
8	PANELES ETERNIT	Muros y Techos	Paneles de maderita rellenas de polietileno-techo canalón.
9	PUCARA	Muros y Techos	Placas con malla metálica y columnas tipo enrejado, vaciadas in situ.
10	SCM	Muros y Techos	Tabiques de madera rellenos con lana mineral-techo de Eternit.
11	SERP	Techos	Estructura espacial metálica
12	SIMPLEX	Tabiques	Tabiques de madera.

TIPO MANUABLE . -

No.	SISTEMA	ELEMENTOS	CARACTERISTICAS FUNDAMENTAL
1	BR ₁	Muros	Vigas H para muros prefabricados
2	BR ₂	Muros	Vigas 1/2 H prefabricados
3	DFC	Techos	Vigas enrejadas y bloques huecos, concreto losa vaciada.
4	DICKER-STACK	Muros y Techo	Sacos de yute con mortero-techo madera con Eternit.
5	DURACRET	Muros y techo	Prefabricado U invertida de concreto con vigas soleras.
6	FASTECHOS	Techos	Vigas prefabricadas, techos sin encofrado-bloques concreto.
7	IMAXA	Muros	Tabiques prefabricados
8	INGECON	Muros y Techo	Placas prefabricadas de concreto armado.
9	ISOC	Muros y Techo	Tabiques Eternit y tijerales
10	MURACRET	Muros	Elementos formando columnas y placas concreto-prefabricado.
11	PERCCA-HUASI	Muros y Techo	Vigueta U prefabricado concreto armado empernado.
12	PORTICOS MODULADOS.	Muros y Techo	Pórticos de concreto armado
13	PREKAR	Techos	Viguetas prefabricadas - techos sin encofrado - bloques cerámicos.
14	SAVER	Muros y Techo	Encofrados metálicos
15	STALTON	Techos	Viguetas pretensadas - techos sin encofrado.
16	YOUNG-BAZO	Techos	Viguetas pretensadas - techos sin encofrados.

C A P I T U L O VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En cuanto puede cifrarse el déficit de viviendas. Nos vemos imposibilitados para responder a esta importante pregunta, ya que no disponemos, dudamos de que existan de fuentes fiables. Por ellos hemos de limitarnos a ciertos datos parciales que se ha recopilado.

Según datos estadísticos en el año 2,000 habrá siete mil millones de seres humanos para lo que será necesario no menos de mil doscientos millones de nuevas viviendas.

Un comité de expertos de las Naciones Unidas ha recomendado "para salvar la actual carestía de viviendas en el mundo y poder hacer frente a las necesidades venideras, la tasa de construcción debería ser durante los próximos treinta años de 10 viviendas por cada 1000 habitantes".

Esta situación dramática no puede resolverse con la postura de que siga teniendo viviendas quien pueda, ya que la vivienda tiene para el hombre un lugar preferente, inmediatamente después de la alimentación. No tendremos una humanidad equilibrada, una humanidad normal, en tanto que no tengamos el igual que los animales, un habitat acorde con nuestras necesidades.

Ante esta situación caótica de problema habitacional han surgido diferentes posturas como solución a dicho problema siendo uno de ellos el de la prefabricación, entendiéndose como tal a la producción de elementos de construcción fuera del lugar de su destino definitivo tratándose de elementos que en la construcción tradicional se realizarían in situ.

Puede ser que el camino que se precomiza no sea el mejor de los imaginables, pero es el que tenemos al alcance de la mano.

La prefabricación en sí es un sistema constructivo técnicamente válido para cualquier punto de la geografía del país. Climas extremos, zonas de elevado grado sísmico, etc., producen emplazamiento de construcciones prefabricadas con óptimo comportamiento cuando el sistema constructivo ha sido adecuadamente estudiado y ejecutado.

Una de las razones fundamentales por la que la construcción se mantenga en un nivel científico considerablemente inferior al de otras actividades, es el hecho que se le dedique apenas cantidades marginales a promover investigaciones específicamente relacionadas con la actividad de construir.

Es necesario e indispensable desarrollar coordinadamente una serie de programas de investigación a diferentes niveles; hay que tomar como ejemplo que en otros países ya

se ha dado este paso, pero en nuestro caso dichos programas tendrían que planificarse claramente determinando los diversos niveles de actuación y el grado de profundidad deseable en cada uno de ellos.

La prefabricación puede conducir a una eficaz utilización de los materiales tanto tradicionales como nuevos y de la mano de obra.

La abundancia de mano de obra no es necesariamente de gran ayuda en la permanencia de los métodos tradicionales de construcción para cubrir las necesidades de viviendas.

La carencia de técnicas, el déficit de materiales de construcción son una de las principales causas del lento desarrollo de los procedimientos de edificación. Mediante el empleo de métodos industrializados, tampoco es suponer que la abundancia de mano de obra disponible permanecerá sin empleo. Realmente el empleo juicioso de los procedimientos industrializados proporcionará un mayor campo de acción ya que tendrían que establecerse un cierto número de industrias afines, fabricantes de mejores materiales y de maquinarias.

Las técnicas de industrialización exigen una reorientación entre arquitectos e ingenieros, necesitándose una nueva generación de expertos y supervisores de obra con conceptos modernos de dirección.

Del análisis de los datos recopilados sobre los sistemas a base de elementos tridimensionales de concreto se pueden sacar las siguientes conclusiones de carácter general.

- La fabricación de este tipo de elementos requiere fact^o - rías fijas con un alto grado de mecanización, capacitadas para producir elementos totalmente acabados, incluso con las instalaciones incorporadas.
- Los frenos que podrían retardar la puesta en marcha de es^o tos sistemas serían la fuerte inversión inicial necesaria y el miedo a que la demanda rechace el producto.

Las construcciones a base de paneles medios son cuantitativamente menos numerosas que las realizadas con grandes paneles, su interés al mismo tiempo que sus limitaciones se derivan intrínsecamente de su proceso de fabricación.

¿Cuáles son las limitaciones derivadas del proceso de fabricación?

- Fundamentalmente son imposibilidad de sobrepasar un cierto ancho y poca flexibilidad para la distribución de la armadura.
- La limitación del ancho de fabricación ocasiona una multiplicación injustificable en muchos casos, del número de juntas y requiriendo una repetitividad de las operaciones

de montaje poco productiva.

Las juntas son por otra parte motivo y causa de pequeños fracasos cotidianos y de algún otro acontecimiento lamentable, por lo que la concepción de un determinado tipo de junta es por lo general el resultado de un compromiso entre las exigencias de tecnología-producción por una parte y seguridad estructural por otra. Señalamos a continuación algunas recomendaciones de carácter general para el proyecto de las juntas :

- El perfil de la junta debe ser de fácil fabricación eliminando resaltos y muescas que por su reducido espesor sean difíciles de vaciar y fáciles de constituirse en zonas frágiles.
- Han de dimensionarse de acuerdo con el proceso que han de sufrir en obra : suficiente amplitud del hueco para vaciar, longitud adecuada de las armaduras, salientes que han de soldarse, ancho de la junta acorde con los movimientos previsibles, etc.
- Donde el punto de vista de la ubicación de las juntas en la obra terminada, ha de tenerse en cuenta la distribución en planta así como la de vanos de puerta, ventana. Se evitarán las juntas en las salas de baño, en las paredes húmedas, en los paños que han de revestirse con cerámica, etc.

- Las fases de la ejecución en obra deben planearse concienzudamente, especificando dosificaciones de concreto, cordones de soldadura, espesores de recubrimiento, tiempo de apuntalamiento, previsiones que han de tomarse durante climas extremados, etc.

No es recomendable la proliferación del número de juntas ya que no solamente disminuye la estética, sino que aumenta los gastos de relleno e impermeabilizantes, por otra parte lleva consigo la pérdida de resistencia de la obra, considerándose menos estables las construcciones realizadas con elementos de pequeñas y medianas dimensiones que las construídas con grandes paneles.

Con respecto a los materiales nos preguntamos : ¿seguirá ocupando el concreto un lugar preferente como material, en el campo de la prefabricación?

El concreto continuará siendo durante muchos años uno de los que reúnen el máximo de cualidades exigidas a un material de construcción.

El concreto sea normal o ligero tiene respecto a los materiales ligeros la ventaja de presentar mejor aislamiento acústico, mayor inercia térmica. Estos dos factores esenciales para el confort (silencio y constancia de temperatura) se obtienen más fácilmente con el concreto que con los materiales ligeros.

La evolución del concreto tiende hacia otros agregados que no sean únicamente la arena y la grava. Los agregados ligeros sintéticos tendrán un puesto en la prefabricación por múltiples razones :

- El poder aislante de un concreto ligero es superior.
- El concreto ligero permite aumentar en un 50% la capacidad de los elementos de elevación y transporte.
- El módulo de elasticidad del concreto ligero, siendo menos elevado permite resistir mayores deformaciones con tensiones reducidas.
- Para los edificios elevados el peso puede reducirse de tal forma que disminuyan los gastos de cimentación.
- Para las grandes luces en los que el peso propio sobrepasa frecuentemente la carga útil, la reducción de pesos puede reducir el costo de la construcción.

Para finalizar diremos que desde un punto de vista teórico, la prefabricación respuesta tecnológica de nuestros días, debería ser objetivo hacia el que tender en todos los países con déficit de vivienda. La tecnología hay que tomarla donde esté, debiendo ser examinada con la mayor atención, evaluada y adaptada a las condiciones locales, cualquiera de las posturas contrarias, ya sea esta nacionalista o folklorista conducen irremisiblemente a un aislamiento.