



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

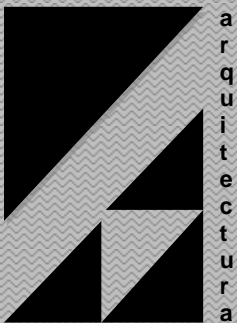
# LOSA PREFABRICADA SIN BOVEDILLA, SU APLICACIÓN EN ARQUITECTURA.

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la  
Facultada de Arquitectura

POR

RUTH MELISSA CUYÚN GAITÁN  
Al Conferírsele el título de  
ARQUITECTO



Guatemala de la Asunción, octubre de 2009



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA**

**LOSA PREFABRICADA SIN BOVEDILLA,  
SU APLICACIÓN EN ARQUITECTURA.**

**TESIS**

**Presentada a La Honorable Junta Directiva de la  
Facultad de Arquitectura  
POR**

**Ruth Melissa Cuyún Gaitán  
al conferírsele el título de**

**ARQUITECTO**

Guatemala de La Asunción, Octubre 2009

## **JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA**

Decano	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Vocal I	Arq. Sergio Mohamed Estrada Ruiz
Vocal II	Arq. Efraín de Jesús Amaya Caravantes
Vocal III	Arq. Carlos Enrique Martín Herrera
Vocal IV	Br. Carlos Alberto Mancilla Estrada
Vocal V	Secretaria Liliam Rosana Santizo Alva
Secretario	Arq. Alejandro Muñoz Calderón

## **TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN PRIVADO**

Decano	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Secretario	Arq. Alejandro Muñoz Calderón
Asesor	Arq. Sergio Mohamed Estrada Ruiz
Consultor	Arq. Sergio Enrique Véliz Rizzo
Consultor	Arq. Julio Roberto Zuchini Guzman

## DEDICATORIA

- A DIOS Por ser el centro de mi vida, haberme dado la gracia de tener una familia tan especial, por darme a mis lindos hijos, y esta noble profesión que hoy estoy obteniendo.
- A mi Madre Santísima La Virgen María, por iluminar mi camino y con Fe amar a Dios por sobre todas las cosas.
- A mis padres Dr. Luis Enrique Cuyún de León y Dra. Sonia Patricia Gaitán Juárez de Cuyún por haberme dado todo lo mejor, sus cuidados, la educación y el amor; por enseñarme valores morales los cuales me han llevado hasta aquí.
- A mis hermanos Luis, Adriana, Beatriz, Laura, Nicolás, Andrés, Pilar y Paula por estar siempre presentes y ser parte de mi vida
- A mis abuelitos Ruth Juárez, Magdalena de León, José María Gaitán (t) por sus valiosos consejos y apoyo incondicional.
- A mi esposo Gustavo Alfredo Estrada Gómez por su amor, comprensión y apoyo en mi vida y poder terminar mi carrera a su lado
- A mis hijos Luis Ángel y Mia Natalia por ser el amor y el centro de mi vida.
- A mis sobrinos Para que mi triunfo sea la meta a que ellos tengan que llegar.
- A mis tíos Por que son parte importante de mi vida, de quienes he aprendido por sus consejos y conocimientos.
- A mis primos a todos ellos que siempre han estado en mi vida presentes con su apoyo incondicional.
- A mi suegra y cuñados Por su apoyo incondicional.
- A mis Amigos y compañeros Por su ayuda, compañerismo, aprecio, por los buenos y malos momentos que pasamos en toda la carrera. A todos aquellos que han estado presente en mi carrera.
- A mis catedráticos en especial al Arq. Mohamed Estrada, Arq. Sergio Veliz, Arq. Roberto zuchini por sus conocimientos y

colaboración en asesorarme en la tesis y en mi carrera;  
y a todos los arquitectos en general.

A la

Tricentenario Universidad de San Carlos de Guatemala  
y a la Facultad de Arquitectura, que en sus aulas me he  
superado y he llegado hasta este momento valioso.

## INDICE

### GENERALIDADES

Introducción	
Antecedentes	
Justificación	
Objetivo General	
Objetivos Específicos	
Delimitación del Tema	
Metodología	

### CAPITULO I

Reseña Histórica	2
La losa actualmente	3
Situación Normativa	3
Qué es losa	5
Su función	5
Características	7
Clasificación	7

### CAPITULO II

Losa realizada en obra	
In situ	9
Características	9
Limitaciones	9
Colocación fijación y armado	10
Losa de concreto fundida IN SITU Principal en una dirección	11
Losa de concreto con peso normal fundida IN SITU con vacíos tubulares	12
Losa plana de concreto	13
Placa plana de concreto	14
Losa de concreto con refuerzo principal en dos direcciones, soportadas por vigas y Columna	15
Losa nervurada en una dirección de concreto fundido IN SITU	16

Losa nervurada en una dirección de concreto fundido IN SITU	17
Losa reticular celulada de concreto reforzada fundido IN SITU	18
Detalle de losa fundida IN SITU	19

### CAPITULO III

Losa Semi-prefabricada	22
Losacero	23
Losa Electro panel	24

### CAPITULO IV

Losa prefabricada	27
Sistema de losa vigueta + bovedilla	28
Sistema Molde LK	33

### CAPITULO V

Sistema de losa prefabricada sin bovedilla	38
--	----

### CAPITULO VI

Conclusiones y Recomendaciones	44
	45

<b>Anexos</b>	47
<b>Bibliografía</b>	52

## **INTRODUCCION**

La losa maciza en principio, la opción más simple para la ejecución de un forjado en hormigón.

No obstante, su elevado peso propio disminuye su eficiencia a partir de los 4 o 5 metros de luz, por lo que, las soluciones mas usuales de aligeramiento y dan lugar a los prefabricados vigueta y bovedilla que son las mas utilizadas con cargas y luces moderadas. Su análisis sin embargo da lugar a nuevas tendencias de nuevos sistemas; nuestra misión es producir conocimientos en el ámbito.

Dar soluciones para la construcción y necesidades para el mejoramiento de la misma.

Proponer un sistema constructivo de la LOSA PREFABRICADA SIN BOVEDILLA, basándome en un análisis de la realidad económica de los sistemas constructivos existentes en el mercado, abarcando intereses que me permiten determinar y formular un diagnóstico objetivo para su aplicación en arquitectura y el bienestar de la construcción.

## ANTECEDENTES

La losa prefabricada sin bovedilla es un sistema nuevo para la construcción en entresijos y techos finales, este sistema se caracteriza por la rapidez y la facilidad de colocación; el problema que existe en Guatemala es la falta de conocimiento de la losa prefabricada sin bovedilla para los estudiantes de arquitectura y constructores.

La Facultad de Arquitectura, como casa de estudio, tiene como misión ir actualizando a los estudiantes sobre los nuevos materiales de construcción, así como nuevos sistemas para la construcción. Debido a la falta de conocimiento de este sistema constructivo en el país no se ha estudiado, por lo tanto, actualmente no existe mercado de este producto para las construcciones.

El estudiante y el constructor deben ser investigadores que día a día se actualizan generando nuevas expectativas para los proyectos que como arquitectos ya profesionales y en el mundo constructivo, deben ir creciendo en conocimientos; es por ello que este estudio, además de su facilidad de construcción y su accesibilidad económica, puede lograr proyectos estructuralmente estables como los sistemas existentes; siendo un sistema más y confiable para ser planteado en las construcciones de viviendas populares y oficinas.

## JUSTIFICACION

Con este informe se alcanzarán los objetivos de presentar al estudiante nuevos conocimientos de una losa prefabricada sin bovedilla y su aplicación en arquitectura; en el mismo se explicará sintéticamente la historia de la losa en general y sus características, los componentes que lo integran en la estructura de techos y de entresijos, la losa prefabricada en el diseño en la arquitectura. Ayudando al estudiante a reforzar el conocimiento de nuevos sistemas y herramientas para resolver los diseños armoniosos de la arquitectura moderna.

La losa prefabricada sin bovedilla es un nuevo sistema versátil, que hace trabajar a la losa de manera monolítica y es capaz de soportar cargas de diseño, reduciendo las vibraciones y las deformaciones.

Por sus características tiene la gran ventaja de eliminar la cimbra, ahorrando tiempo y reduciendo los costos, por lo que es fácil el manejo y su colocación. El sistema viene a beneficiar la construcción en cuanto a la vivienda popular. El estudio se realizó en base a los factores económicos, prácticos y el más importante, que es funcionalmente estructural; los sistemas que hoy en día existen en el mercado se basan en estos factores que es lo que nos mueve constructivamente para las viviendas y demás construcciones, el arquitecto lo que busca son novedosos sistemas que le generen nuevos retos constructivos.



## **OBJETIVO GENERAL**

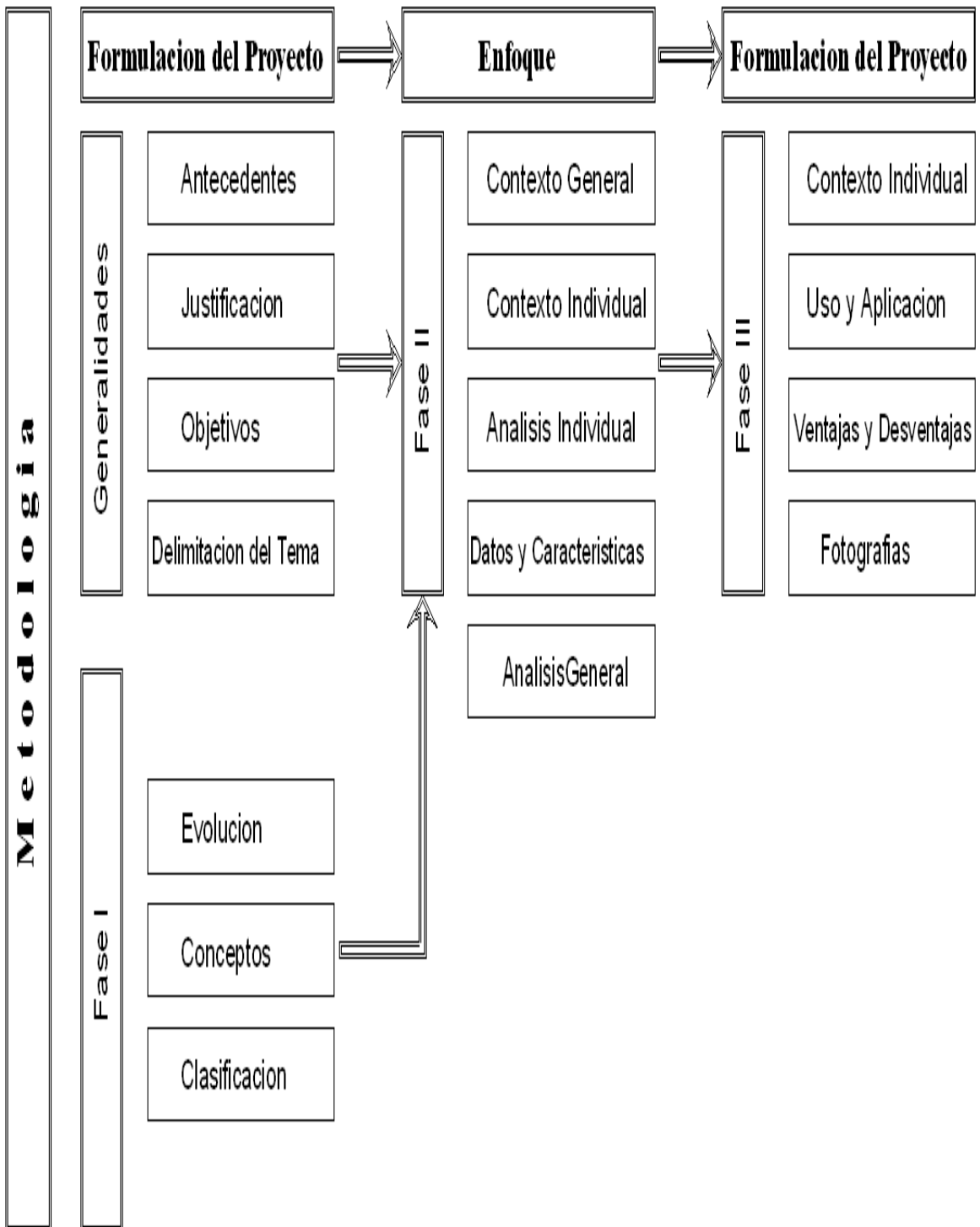
Desarrollar un documento sobre la aplicación de la losa en general, especificando las divisiones de la losa tanto sus características como su clasificación y el sistema de losa prefabricada de vigueta sin bovedilla.

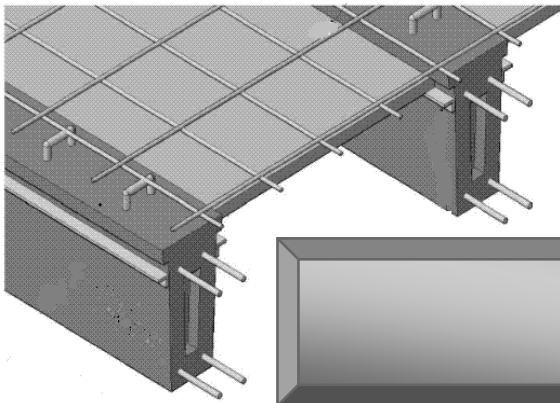
## **OBJETIVO ESPECIFICOS**

- ◆ Explicar los sistemas de losa que existen en Guatemala.
- ◆ Demostrar lo versátil que puede ser el nuevo sistema de losa prefabricada sin bovedilla.
- ◆ Identificar los sistemas de prefabricados de losa que se utilizan en el medio de la construcción.
- ◆ Identificar las características generales de cada losa prefabricada que comúnmente se utiliza en la construcción.
- ◆ Desarrollar las características, la aplicación y las ventajas que el nuevo sistema de losa prefabricada sin bovedilla presenta en el uso del diseño arquitectónico.
- ◆ Desarrollar de manera estética la aplicación del sistema de la losa prefabricada sin bovedilla y de manera general cómo se define estructuralmente.

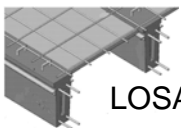
## **DELIMITACION DEL TEMA**

El tema escogidos se desarrolla en el ámbito de la construcción; la investigación se basa en los conceptos generales de la losa y determinar paso por paso el sistema de la losa prefabricada sin bovedilla, las características, las ventajas y desventajas del sistema; y la información técnica necesaria para el mismo proyecto **LOSA PREFABRICADA SIN BOVEDILLA, SU APLICACIÓN EN ARQUITECTURA.**

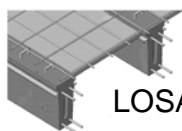




# CAPITULO I LOSA



# RESERVA HISTÓRICA



LOSA PREFABRICADA SIN BOVEDILLA, SU APLICACIÓN EN ARQUITECTURA



## RESEÑA HISTORICA

### ESTRUCTURAS PREFABRICADAS: EVOLUCION

La losa ha dado un giro significativo en la tecnología constructiva así como los materiales.

La construcción por montaje es tan antigua como la civilización misma. En Grecia y Roma aun quedan vestigios de monumentos y templos en los que todas las piezas, de piedra o mármol, fueron confeccionadas en talleres.

En el año 1957 el Arquitecto Orestes Depetris, construyó las primeras vigas postensadas de 20 m. de luz con el sistema Freyssinet, combinadas con losas prefabricadas con bovedilla cerámicas.

Estas vigas postensadas también comenzaron a utilizarse en puentes, como alternativa a las vigas tradicionales de acero.

En los años 60 hubo un mercado desarrollo de la prefabricación en el área de obras públicas, industriales, con la prefabricación de pilares estructuras, vigas postensadas por secciones, losas pretensadas de sección TT, cerchas de hormigón postensado, con cargas de losa, y luces hasta de 36m.

<sup>1</sup> Building Code Requirements for Reinforced Concrete

## LA LOSA ACTUALMENTE

Los últimos años han mostrado un rápido desarrollo de la prefabricación en hormigón, dentro de zonas de alta sismicidad. Nueva Zelanda, Japón y Estados Unidos, han sido los focos principales de este crecimiento, se ha dado una mejor comprensión del comportamiento sísmico de las estructuras prefabricadas y de las estructuras de hormigón en general.

Además, el desarrollo de conexiones capaces de reunir lo mejor del hormigón armado y de la prefabricación para obtener diseños más económicos, rápidos y eficientes.

En Nueva Zelanda el uso de estructuras prefabricadas ha aumentado sistemáticamente en especial en sistemas de pisos, en marcos y muros sismoresistentes.

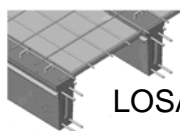
En Japón, después de 1970, se inició la construcción de edificios altos con paneles prefabricados en conjunto con elementos de acero o de hormigón armado. En los años 90 se construyeron muchos edificios altos con marcos prefabricados.

## SITUACIONES NORMATIVAS

Los caminos por los que ha avanzado el diseño sísmico de estructuras prefabricadas, han ido quedando establecidos en las últimas normas y códigos a nivel mundial.

Estos caminos son básicamente dos: la emulación de una estructura de hormigón armado tradicional y deformación especiales, no comparables a las del hormigón armado.

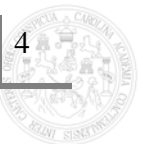
A nivel normativo también se ha producido un avance notable. El código ACI 318 del año 2002 incorpora en el capítulo 21, por primera vez disposiciones de diseño sísmico para estructuras prefabricadas de hormigón, en la misma línea el IBC 2000 (International Building Code) había incorporado disposiciones similares hace algunos años.<sup>1</sup>



# ZO-C-O-N



LOSA PREFABRICADA SIN BOVEDILLA, SU APLICACIÓN EN ARQUITECTURA



## CONCEPTO

### LOSAS

#### ¿Qué es una losa?

Son planos en los que una de sus dimensiones es mucho menor que sus otras dos y reciben cargas predominantes en la dirección perpendicular de su plano, su misión principal es recibir directamente las cargas que actúan sobre los mismos para transferirlos a las vigas.

Frecuentemente la losa se conceptúa como una sucesión de vigas unidas, la una a la otra; y se pre-dimensiona el espesor.

Los elementos más comunes para la sustentación de las losas son las columnas, los muros de cargas y las vigas perimetrales, que a su vez se sustentan sobre columnas.

El peso y volumen en función del espesor de las losas, utilizando un concreto de  $2400\text{kg/m}^3$  se obtienen los siguientes valores de peso en kilogramo. Y volúmenes en metros cúbicos mostrando en la siguiente tabla la cual utiliza un espesor mínimo de 10 cms, aunque según el código ACI, se puede fundir espesores hasta 9 cm. Por cuestiones prácticas de campo se utiliza un mínimo de 10cm.<sup>2</sup>

Espesor de losa (cm)	Peso (kg)	Volumen/m <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> )
10	240	0.1
11	264	0.11
12	288	0.12
13	312	0.13
14	336	0.14
15	360	0.15

<sup>2</sup> Jorge Escobar, Introducción a la Tipología Estructural Pág 48

## SU FUNCIÓN

### ¿Cual es la función de la losa?

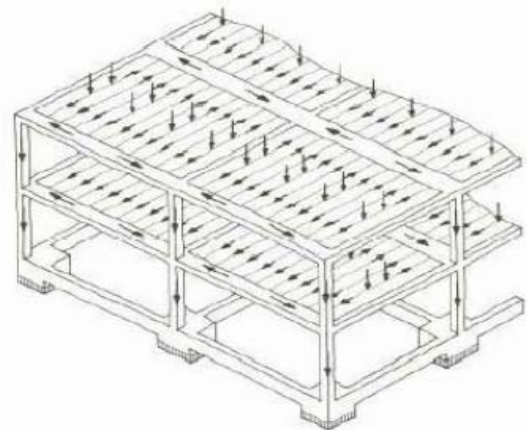
La principal función de una losa es recibir las cargas aplicadas y transmitir las, de igual modo que hace con su peso propio, al resto de la estructura.

La diferencia básica entre una losa unidireccional y una bidireccional:

1. La losa bidireccional, sus cargas, se transmiten a través de sus propios nervios a la jácena y vigas de borde y de ésta a los pilares.
2. La losa unidireccional, sus cargas, son transmitidas directamente a los pilares, siguiendo todas las direcciones posibles.

A través de los pilares las cargas llegan, en ambos casos a la cimentación. El esquema de flujo de cargas para forjado bidireccional y unidireccional.

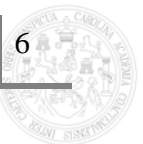
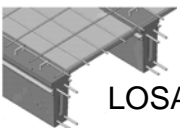
Además de soportar las acciones verticales, la losa debe absorber las fuerzas horizontales actuantes sobre la estructura.<sup>3</sup>



<sup>3</sup> Parker-Ambrose  
Diseño Simplificado de  
Concreto Reforzado



# CLASIFICACION





## CARACTERÍSTICAS DE LAS LOSAS

La losa es un sistema en el cual se construyen los elementos en el sitio; o los elementos son construidos en distinto lugar llamándose prefabricados, losas mixtas con elementos prefabricados y fundidos en el sitio como las losas de entrepiso.

1 Las losas de concreto reforzado tipo convencional se dividen en dos. Las cuales son definidas, según su forma de actuar.

1.1. Las primeras son las losas de concreto reforzado principal en una dirección las cuales constituyen uno de los sistemas estructurales mas comunes. Se apoyan en vigas de concreto que, a su vez, son soportadas por vigas principales apoyadas en columnas.

1.2. El segundo tipo de losa convencional son las que tienen refuerzo principal en dos direcciones, soportadas por vigas que proporcionan mayor rigidez a las franjas de columnas, mayor superficie de transmisión de esfuerzo de corte a las columnas.

Los requerimientos de diseño para sistemas de piso suspendidas de concreto colado en el lugar son cubiertos por ACI 318Y ACI 421.1R. Las losas sobre plataformas metálicas y sobre concreto prefabricado son sistemas híbridos que involucran requerimiento de diseño establecido por el American National Standards Institute (ANSI), el American Society of Civil Engineers(ASCE), el American Institute of Steel Construction y el American Precast/Prestressed Concrete Institute, además de aquellos establecidos por ACI 117.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> G. Winter y A.  
Proyecto de Estructuras de Hormigón  
Editorial, S.A.

## CLASIFICACIÓN DE LAS LOSAS

Son elementos que en una construcción separan horizontales los diferentes niveles y se construyen a la vez; un entrepiso debe poseer las siguientes propiedades: espesor mínimo, impermeable, aislante, resistencia al fuego.<sup>5</sup> Se distinguen tres tipos:

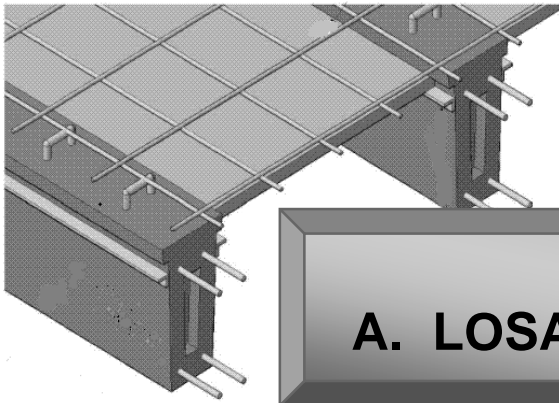
1. Losas realizadas en obra: es el sistema más sencillo, es la losa maciza, se realiza una formaleta que cubre toda el área, la armadura de refuerzo es sencilla y de fácil colocación junto con el concreto; es una buena solución como aislante acústico.

2. Losa semiprefabricada: utilizan prefabricadas de concreto armado; en la obra se funde la losa que cubre toda la parte superior y proporciona la superficie del piso.

3. Losa prefabricada: disminuye las operaciones de construcción a pie de obra, consiste en unas viguetas prefabricadas que una vez colocadas se unen unas a otras paralelamente, ya sea directamente o por otros elementos como pequeñas losas que se apoyan en las viguetas.<sup>6</sup>

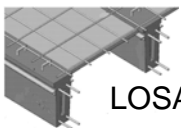
<sup>5</sup>Edgar Roberto Navarro Quiñones  
Análisis de Resistencia de Losas  
Bajo el Efecto de Cargas Distintas Pág. 37  
<sup>6</sup>Edgar Roberto Navarro Quiñones  
Análisis de Resistencia de Losas  
Bajo el Efecto de Cargas Distintas Pág. 38





## **CAPITULO II**

### **A. LOSA REALIZADA EN OBRA**



## A. LOSA REALIZADA EN OBRA IN SITU

Las losas macizas son las más comunes en edificios, todo su espesor está constituido por hormigón, completamente por la correspondiente armadura, dispuesta esta a soportar los esfuerzos de tracción que la solicitan por acción de los momentos flectores provocadas por las cargas. Pueden clasificarse en losa macizas en una dirección y losa macizas en dos direcciones; las losas macizas transmiten la carga directamente a las vigas o a los muros de carga donde están apoyadas.

Las losas macizas pueden estar apoyadas sobre vigas, muros de mampostería, muros de concreto, elementos de acero estructural o apoyadas directamente sobre el terreno.

### CARACTERÍSTICAS DE LAS LOSAS MACIZAS

- ❖ Son fáciles de fundir, lo que posibilita al mismo precio, el uso de mejores concretos con más bajo contenido de agua y menor relación agua-cemento, vaciado con ayuda de vibraciones.

- ❖ Estas están apoyadas directamente sobre vigas o sobre muros de carga.

- ❖ No se utilizan espesores mayores de 15 cms, puesto que no es aconsejable.

- ❖ Funcionan como diafragma en el momento de transmitir las cargas laterales de un extremo a otro.

- ❖ Son funcionales para pisos, entrepisos y techos.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Juan José Escobar,  
Análisis de la losa Convencional

### LIMITACIONES

Para el diseño de losas macizas existen algunas limitaciones de las cuales se debe tener conocimiento. Según el Código ACI 318-99, las limitaciones que poseen las losas macizas unidireccionales y en dos direcciones, son las siguientes:

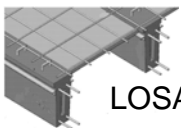
Losas en un sentido:

- ❖ La relación  $a/b$  debe ser menor a 0.50, donde A es el lado corto y B el lado largo.
- ❖ Puede tener 2 o 4 apoyos (viga)
- ❖ El espesor máximo es de 15cms.
- ❖ La separación entre las barras de refuerzo no pueden ser mayores a tres veces el espesor de la losa, ni mayor a 30 cms.
- ❖ La dimensión de la losa, de cualquier columna, no será menor de 25 cm por lado.

Losas en dos sentidos:

- ❖ La relación  $A/B$  tiene que ser mayor que 0.50 cms, donde A es lado corto y B el lado largo.
- ❖ Tiene que poseer 4 apoyos (vigas)
- ❖ El espesor máximo es de 15 cms.
- ❖ La separación entre las barras de refuerzo no pueden ser mayor a tres veces el espesor de la losa, ni mayor a 30 cm.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Juan José Escobar,  
Análisis de la losa Convencional  
Por un Método de un Momento Directos



**COLOCACION, FIJACION Y ARMADO DE ESTRUCTURA PARA ENTARIMADO DE LOSA DEL TIPO TRADICIONAL:**

CRONOGRAMA DE TRABAJO		
No.	ACTIVIDADES	TIEMPOS DE EJECUCION (EN DIAS)
1	Entarimado y paraleado	■
2	trazo, colocación y fijación-armadura	■
3	preparación, colocación y consolidación del concreto	■
4	curado del concreto	■
5	desentarimado	■

**ENTARIMADO**

No deberán de ser colocadas piezas de madera que presenten irregularidades en su forma tales como: alabeo, rajaduras y/o nudos. Las tablas de madera no deberan de ser colocadas a presión ya que a hincharse por la acción del agua y la humedad debido al proceso de fundición, estas se deformarán provocando ondulaciones y/o desniveles en la losa.

Antes de comenzar cualquier tipo de armadura, deberá de aplicarse sobre los rostros de la madera que hará contacto con el concreto el desencofranté autorizado por la supervisión.

**PARALEADO**

El paraleado deberá de quedar debidamente rigidizado por medio de breiza.

**ALEROS**

Deberá de hacerse de acuerdo a la proyección de la losa. Al momento de estar la losa en el proceso de fraguado, existirán escurrimientos de agua. Para evitar hundimientos del puntal, exigir que este se apoye sobre un polin de madera el cual deberá estar apoyado sobre tierra firme.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Arq. Nery William García, Construcción de Viviendas Supervisión

En los aleros de losa en los cuales irá – gota – del tipo hundida, deberá de colocarse y fijarse a la tabla medio tubo de pvc mínimo de Ø ½”.

**ENCOFRADO DE VIGAS**

Deberá de quedar bien aplomado, alineado, armado, empalmado y clavado. Peso de las herramientas y/o equipos.

Todo el entarimado deberá de estar bien calculado para soportar diferentes cargas, siendo algunas de estas: todo el peso de la armadura, todo el peso del concreto fresco, peso del personal que estará arriba en el proceso de fundición.

- ❖ Separación, colocación y fijación de armadura, diámetro y dobleces.
- ❖ Anclajes, traslapes.
- ❖ Colocación y distribución de tacos de concreto.

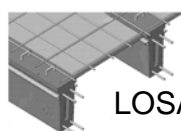
Toda la armadura debe ser doblada en frío, el doblez de las varillas deben ser hechas de una sola vez, no deben estarse enderezando.

**ARRASTRES**

Los arrastres funcionan con guía para determinar el espesor de la fundición de concreto. Exigir que sean colocados arrastres rígidos que soporten sin deformaciones el peso del personal de obra con su equipo de fundición.

La colocación de arrastres es obligado, no deberá permitirse el uso de escantillón poner un método inexacto.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Arq. Nery William García, Construcción de Viviendas Supervisión



## TIPOS DE LOSAS IN SITU

### 1. LOSA DE CONCRETO FUNDIDA IN SITU CON REFUERZO PRINCIPAL EN UNA DIRECCION

Sus principales características se pueden mencionar que ésta es usada como uno de los sistemas estructurales más comunes.

Usualmente se apoyan en vigas de concreto que a su vez son soportadas por vigas principales apoyadas en columnas. Debido a la producción de la losa en planta, un lado por lo general dos veces mayor que otro; la tendencia de transmisión de cargas se da siempre en una dirección.

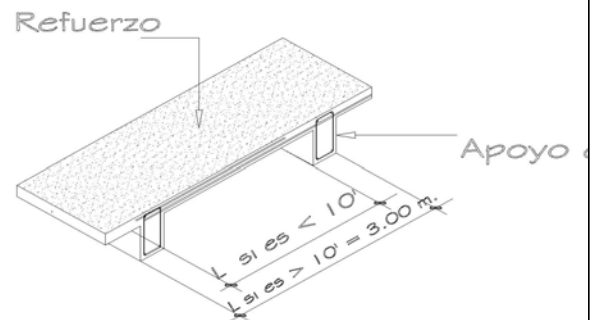
Por eso, la losa se refuerza principal en un sentido y se considera como un sistema estructural unidireccional.

El límite máximo de distancia entre apoyos para este caso es de 6.10 metros, mientras que los peraltes en función de la distancia entre apoyos, es de la siguiente manera:<sup>11</sup>

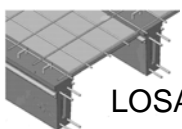
- ❖ Losas simplemente apoyadas:  $t=L/20$ .
- ❖ Losas con un extremo continuo:  $t=L/24$
- ❖ Losas con ambos extremos continuos:  
 $t=L/28$
- ❖ Losas en voladizo:  $t=L/1$

<sup>11</sup> Arq. Juna Carlos Zelaya A:  
Documento de Curso Construcción II

Si la losa no es construida en forma integrada con los apoyos, entonces "L" se tomará de centro a centro de los soportes.



Si la losa no es construida en forma integrada con los apoyos entonces L se tomara de centro a centro de los soportantes



## 2. LOSA DE CONCRETO CON PESO NORMAL FUNDIDA IN SITU CON VACIOS TUBULARES

La característica de este sistema es la disminución del peso muerto de la estructura por medio de espacios de aire incorporados, dentro de la losa; el propósito es lograr distancias mayores.

Entre las ventajas que se puede considerar en este sistema son las siguientes:

- ❖ Reducción de peso de la losa en un 40% aproximadamente sobre el peso que tendría una losa sólida necesaria para cubrir el mismo espacio. Consecuentemente los soportes de la losa pueden ser más livianos, también, disminuye costos.

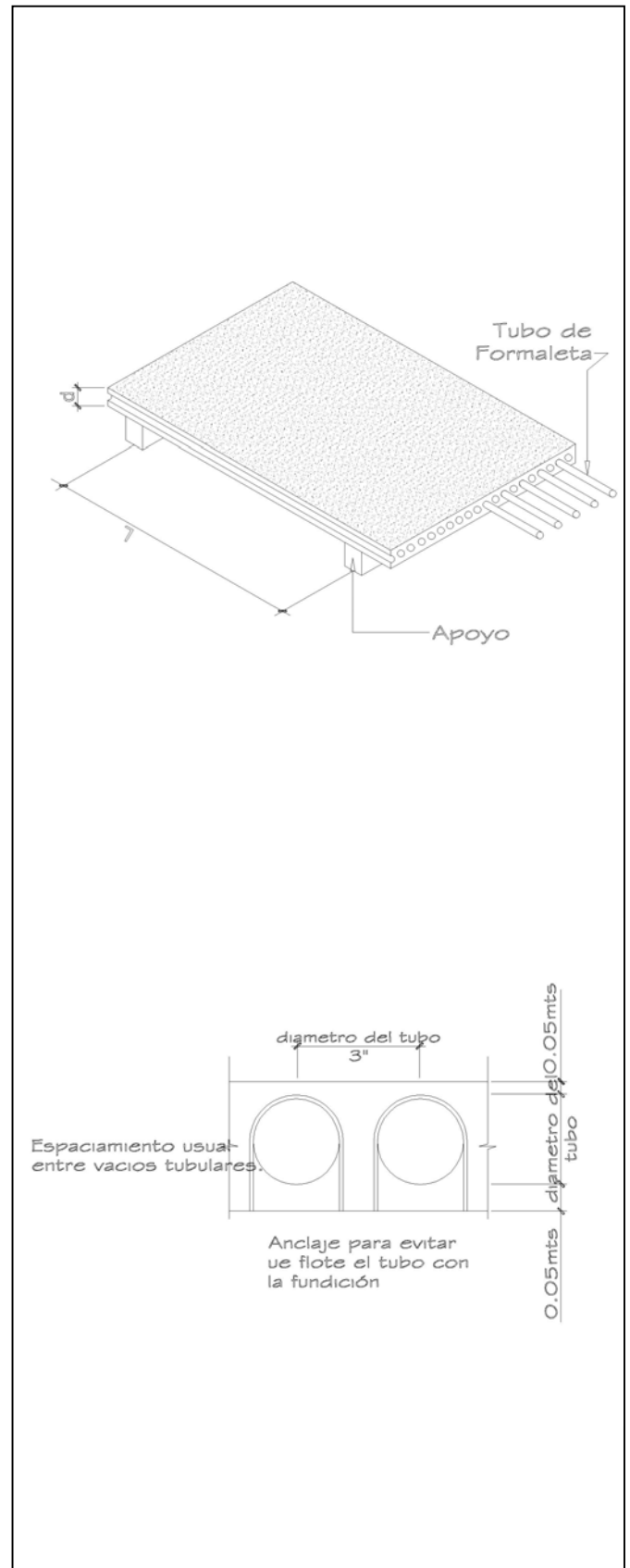
- ❖ Se le puede incorporar un sistema de post-tensión y obtener, ya sean mayores distancias entre apoyos, o mayores capacidades de carga.

La distancia entre apoyos para lograr mayor eficiencia bajo cargas normales entre 9.15 a 12.20 metros.

El tubo más pequeño que normalmente se utiliza es de 10" de diámetro, el recubrimiento normal arriba y abajo del tubo es de 0.05 m. (2"), por lo que el grueso mínimo de losa con vacío tubular es por el orden de 0.35m.

Los elementos más comunes de soporte son: vigas de concreto y paredes de concreto o mampostería.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Arq. Juna Carlos Zelaya A:  
Documento de Curso Construcción II



### 3. LOSA PLANA DE CONCRETO

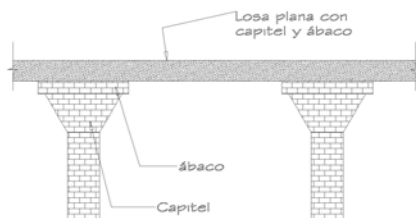
Este sistema se caracteriza por ser una losa con refuerzo multidireccional soportada por un sistema de columnas, con ausencia de vigas a excepción de la orilla de la losa en donde puede haber una viga presente.

Las columnas en un sistema de losas planas de concreto se caracteriza por tener, ya sea un capitel o una corona, o ambas a la vez.

El capitel y la corona son elementos utilizados para la transmisión de esfuerzos a la columna y evitar colapsos estructurales así como punzonamiento de la columna a través de la losa.<sup>13</sup>

Las losas planas pueden mejorar relativamente su comportamiento ante los sismos, mediante la incorporación de vigas embebidas o vigas banda, con ductilidades apropiadas, en cuyo caso se llaman

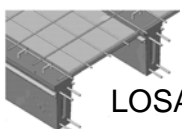
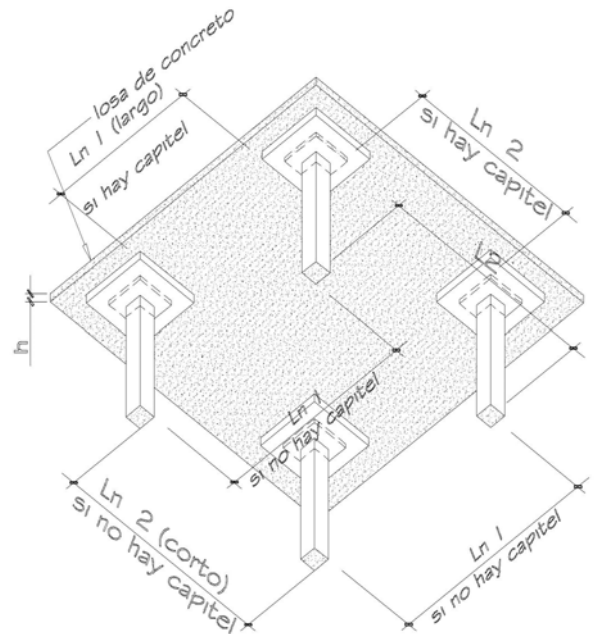
Losas Planas con Vigas Embebidas, que pueden ser útiles para edificios de hasta 4 pisos, con luces y cargas pequeñas y medianas.<sup>14</sup>



<sup>13</sup> Arq. Juna Carlos Zelaya A:  
Documento de Curso Construcción II

<sup>14</sup> Park W. Gamble,  
Losa de Concreto Reforzado,  
Editorial limusa, S.A.

El capitel no es necesario en la mayoría de los casos pero para losas con cargas muy pesadas, es conveniente utilizarlo.

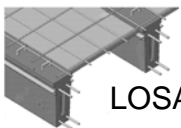
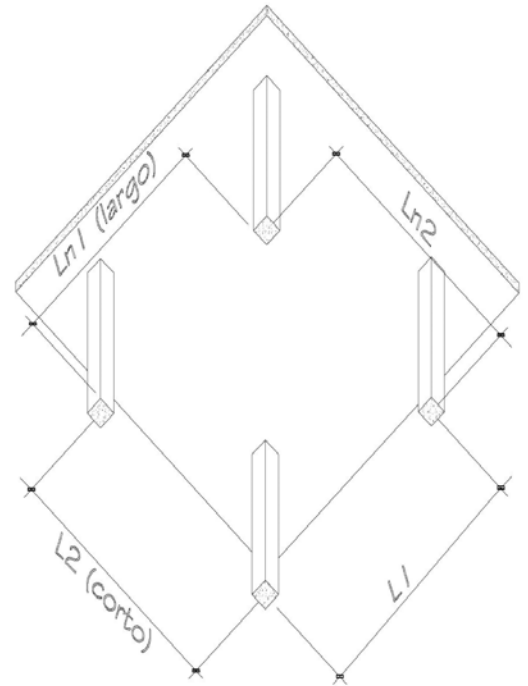


## 4. PLACA PLANA DE CONCRETO

La placa plana es una losa de concreto principal multidirección, que casi siempre bidireccional, soportada por un sistema de columnas que colocadas en planta forman una modulación cuadrada o rectangular.

La placa plana se caracteriza por no tener coronas ni capiteles como la losa plana, ni vigas soporte a excepción de las que se colocan en las orillas libres de la losa.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Park W. Gamble,  
Losa de Concreto Reforzado,  
Editorial limusa, S.A.





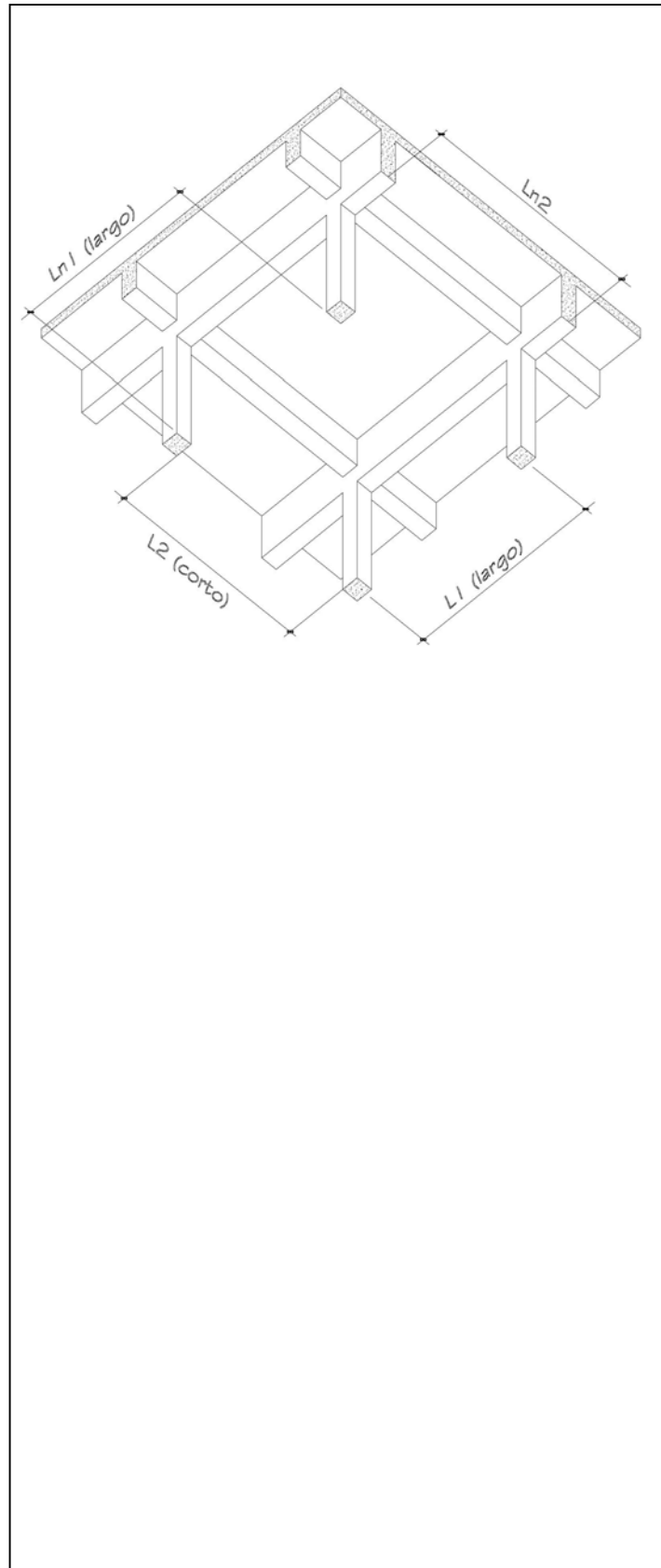
## 5. LOSA DE CONCRETO CON REFUERZO PRINCIPAL EN DOS DIRECCIONES SOPORTADAS POR VIGAS Y COLUMNAS

Las losas de concreto refuerzo principal en dos direcciones, soportadas por vigas y columnas de concreto, son básicamente placas planas con vigas que proporcionan mayor rigidez a las franjas de columnas y mayor superficie de transmisión de esfuerzo de corte a las columnas, debido a esto, este sistema puede soportar mayores cargas vivas que la placa plana, y puede formar parte de un sistema de marcos rígidos que proporcionen la resistencia estructural a cargas laterales así como las originales por vientos y sismos.

Al igual que la placa plana, la losa plana, la limitación de la modulación en planta de cada tablero de losa en este sistema, es que el lado largo no exceda por dos veces el lado corto.

Los límites de distancia entre apoyos según criterios de economía oscila de 4.60 a 12.20 metros, mientras que la distancia entre apoyos para lograr mayor eficiencia estructural bajo normas está entre 6.10 y 7.60 metros.<sup>16</sup>

<sup>15</sup> Park W. Gamble,  
Losa de Concreto Reforzado,



## 6. LOSA NERVURADA EN UNA DIRECCION DE CONCRETO FUNDIDA IN SITU

Este sistema consiste en la combinación monolítica de nervios espaciados en forma regulada y una losa superior de concreto. Se dice que son en una dirección puesto que la acción principal de su orientación está dirigida en un sentido hacia los apoyos.

Hay dos formas principales de construcción para losas nervuradas en una dirección:

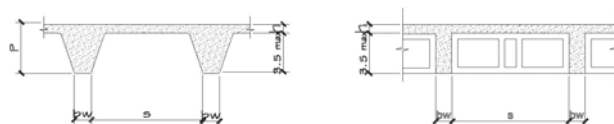
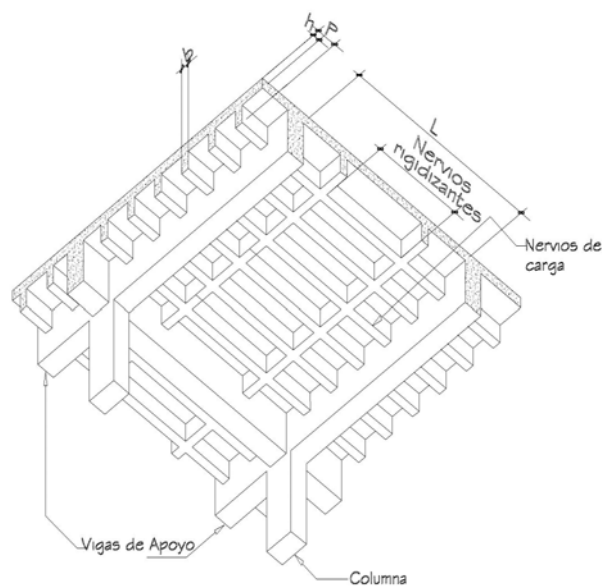
- ❖ Losas nervuradas con elementos de relleno permanentes: tienen elementos de relleno bajo la losa y las caras laterales de los nervios, resulta en la obtención de una superficie plana en la parte inferior de la losa, en muchos casos es deseable desde el punto de vista de acabados. Los elementos de relleno se hacen con materiales livianos y por lo general con espacios de aire internos para reducir la carga en lo posible.

- ❖ Losas nervuradas construidas con formaletas, se retiran cuando el concreto ha llegado a sobrepasar la resistencia requerida en el diseño, de esta forma quedan vistos los nervios desde la parte inferior lo cual también puede ser deseable estéticamente. Este tipo es más liviano que permite el uso económico de formaletas cuando estas se pueden utilizar varias veces. Entre las formaletas de varios usos se encuentran de metal y de fibra de vidrio.

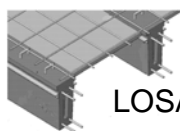
Algunos de los aspectos a considerar en la selección del sistema de losas de concreto nervuradas en una dirección, son:

- ❖ En las losas nervuradas en una dirección es fácil acondicionar en el diseño la ubicación de aberturas para el paso de ductos verticales. En ocasiones basta con eliminar una porción de losa entre dos nervios.

- ❖ En ocasiones el espacio entre nervios es utilizado para incluir lámparas, parlantes para sistemas de sonido, y otros elementos que se desean mantener a ras de la superficie inferior de los nervios. Es común introducir en la losa las tuberías para el sistema de alumbrado de dichos elementos coordinando el sistema estructural y estético con algunos sistemas de instalaciones.<sup>17</sup>



<sup>17</sup> P Arq. Juna Carlos Zelaya A:  
Documento de Curso Construcción II



## 7. LOSA NERVURADA EN DOS DIRECCIONES DE CONCRETO FUNDIDO IN SITU

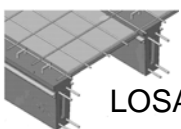
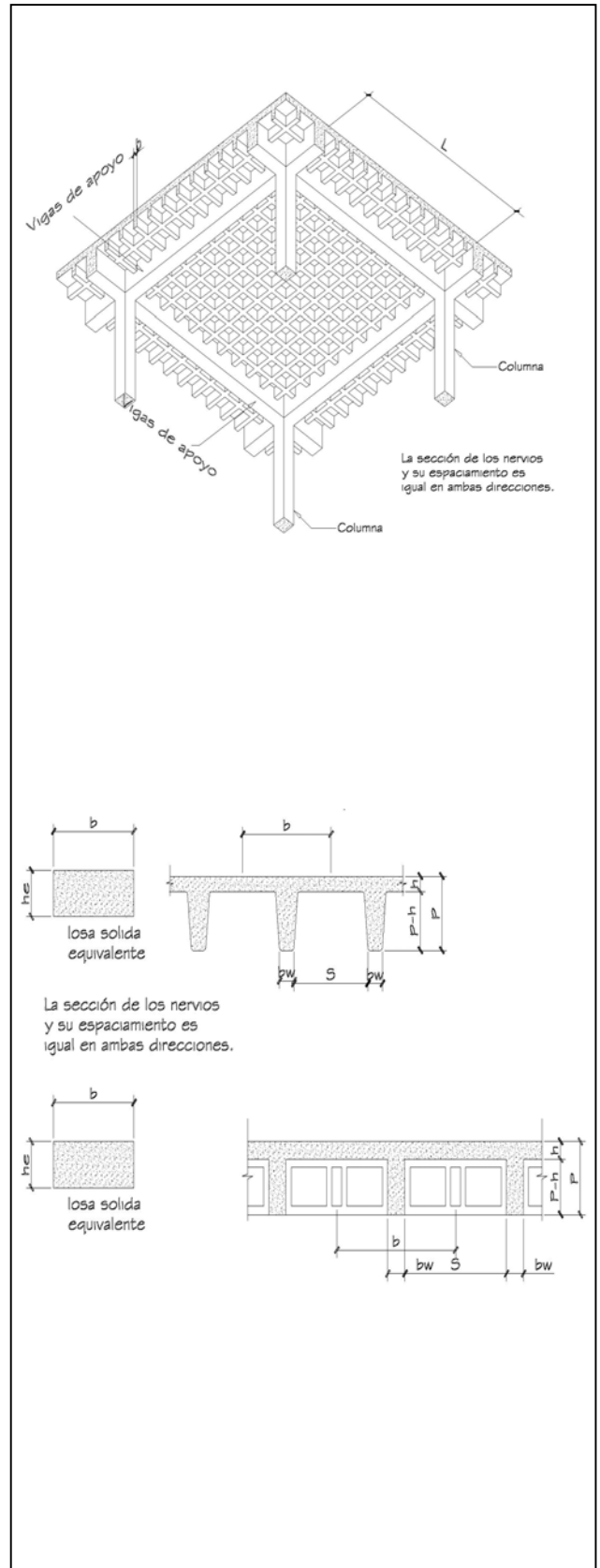
Las losas nervuradas consisten en la combinación monolítica de nervios espaciados en forma regulada y una losa superior de concreto, se dice que son en dos direcciones cuando la acción principal de la orientación de los nervios a los apoyos es en dos sentidos formando un ángulo recto en un sentido con respecto de otro.

Al igual que las losas nervuradas en una dirección, las losas nervuradas en dos direcciones se construyen en dos formas principales:

- ❖ Losas nervuradas con elementos de relleno permanente.
- ❖ Losas nervuradas construidas con formaleta, que se retiran cuando el concreto llega a su resistencia de diseño.

Debido a la modulación de los nervios, es bastante fácil dejar previstos agujeros verticales ubicados entre los nervios, si se desean dejar agujeros verticales mayores a los espacios libres, es posible diseñar la losa con diferentes tipos de nervios adecuando las aberturas de la losa sin mayor dificultad.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> P Arq. Juna Carlos Zelaya A:  
Documento de Curso Construcción II



## 8. LOSA RETICULAR CELULADA DE CONCRETO FUNDIDO IN SITU

La losa reticular celular de concreto reforzado es una derivación del concepto estructural de la losa plana de concreto. La principal característica es que en el lugar donde va una losa sólida de concreto en el sistema estructural de losas planas, se colocan nervios de concreto en dos direcciones en el sistema de losas reticulares celulares.

El motivo principal de esta situación, es reducir el peso muerto de la estructura por medio de los espacios vacíos entre los nervios, a la vez que se logra mayor rigidez estructural por medio de un mayor peralte de losa. Estas características hacen que la losa reticular celular sea económica en distancias mayores entre apoyos que las lograda económicamente con la losa plana, o que pueda soportar cargas mayores.

Un factor muy importante en la construcción de losas reticular celular, es el empleo de formaletas prefabricadas que pueden utilizarse varias veces.

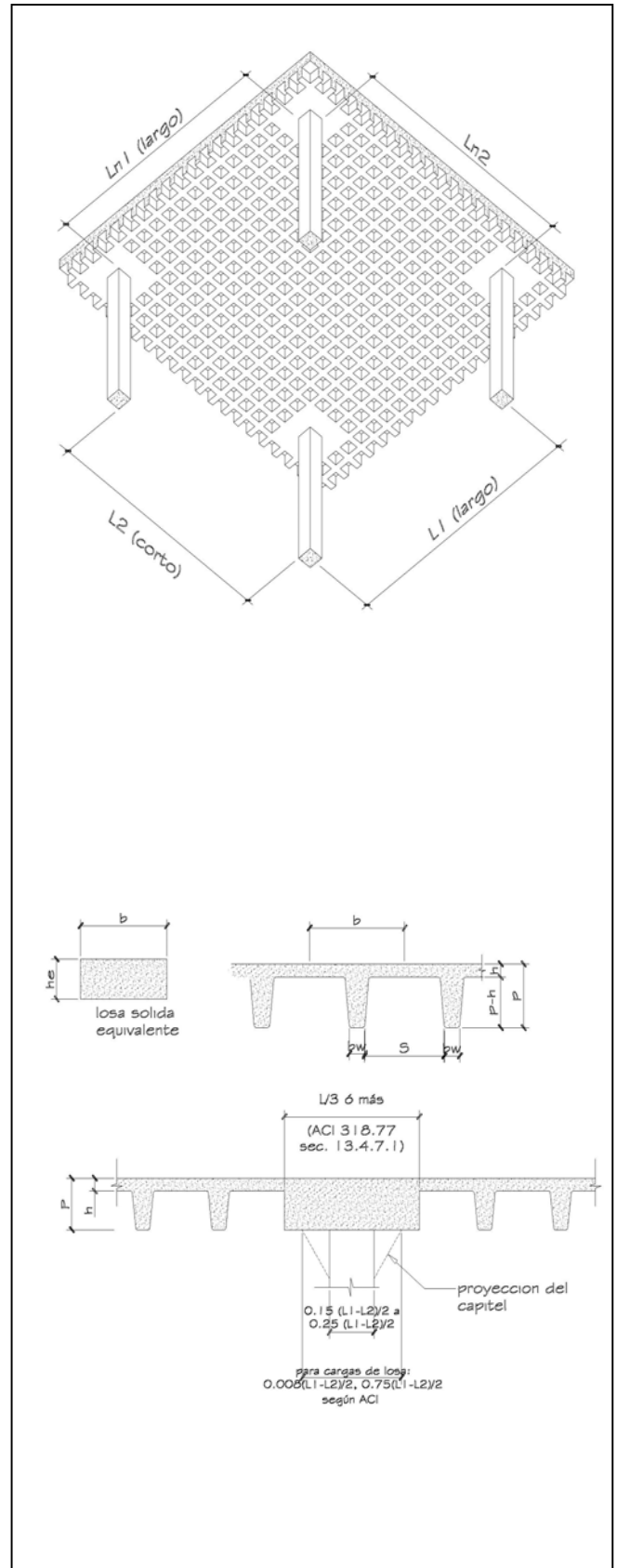
Esta medida es económica, puesto que los costos de la hechura de un cajón que sirve para formar los espacios entre los nervios, son generalmente demasiado altos para amortizarse con un solo uso.

- ❖ Límites de distancia entre apoyos según criterios de economía  $L=6.10$  a  $18.30$  m. (30 a 60 pies)

- ❖ Distancia entre apoyos para lograr mayor eficiencia estructural bajo cargas normales  $L= 9.15$  a  $12.20$  m. (30 a 40 pies)

- ❖ Peralte "p" preliminares según la carga viva y distancias entre apoyos de módulos cuadrados.<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Luis Enrique Leon Avalos,  
Optimizaciön de losas macizas  
Mediante la incorporación de viga T, mayo 2005



❖ Toda la armadura debe ser doblada en frío, el doblado de las varillas deben ser hechas de una sola vez, no deben estar enderezados.

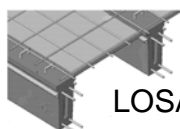
Tubos y/o mangueras de electricidad. Que tengan el espacio para recubrimiento estructural, mínimo de 2cms (arriba, abajo).

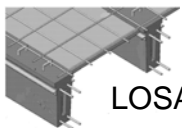
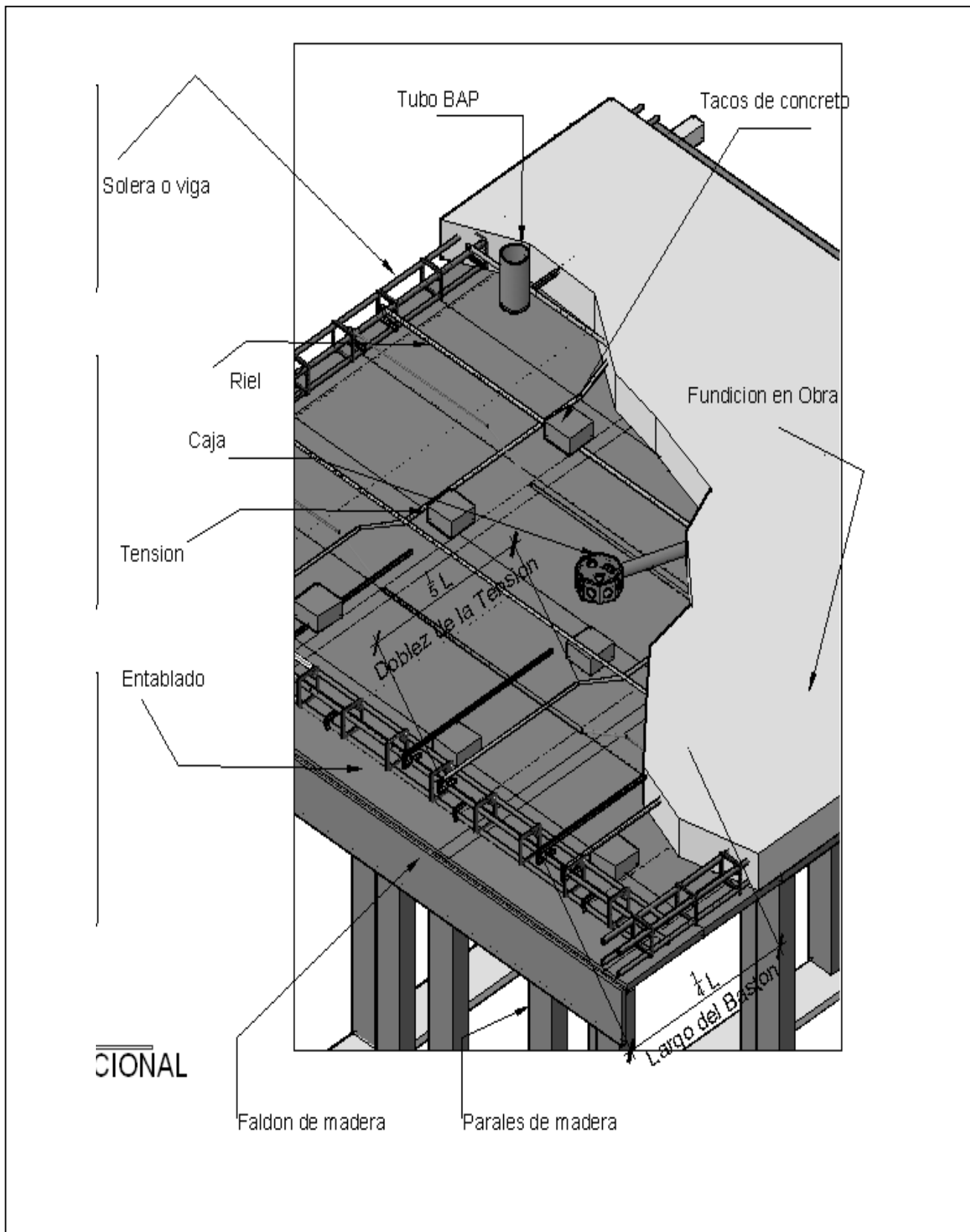
❖ Verificar que las varillas de hierro que forman los rieles sean colocadas: primero las de sentido más corto del área a cubrir y encima las del sentido más largo.

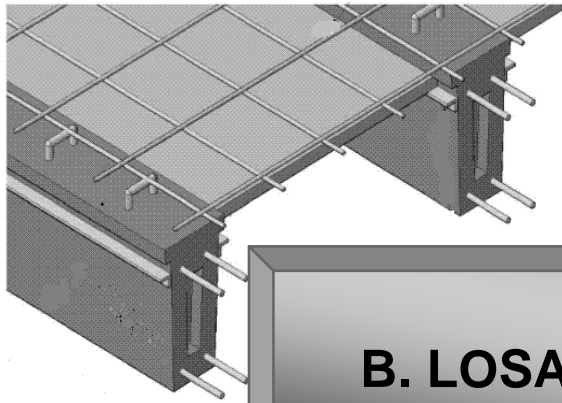
Para evitar posibles desplazamientos de tuberías conectadas a las cajas octogonales en el momento de efectuar el proceso de consolidación del concreto, exigir y verificar que estén debidamente fijadas utilizando sus respectivos conectores.

❖ El armado se comienza haciendo la parilla de las varillas que van rectas (rieles) en ambos sentidos, las que van en el sentido corto deben ir debajo de las que van en el sentido más largo.

L/4 o L/5 significan que deben dividirse la distancia total del ambiente dentro de 4 si es para el largo del bastón, o de 5 si es para el doblado de la tensión.







## **CAPITULO III**

### **B. LOSA SEMIPREFABRICADA**



## B. LOSA SEMIPREFABRICADA

La prefabricación es un método avanzado y actual de construcción con concreto pretensado o reforzado.

La prefabricación significa que la estructura está formada por piezas elaboradas en condiciones industriales o semindustriales, en las cuales no solo es importante la productividad que se alcanza sino también el control de todos y cada uno de los procesos y materiales que participan en la fabricación de los elementos. Como consecuencia de ello, se logra tener una mejor calidad en la obra y abatir los plazos, a costo totales muy similares a los de las estructuras en sitio o monolíticas.

En el caso de los entrepisos prefabricados existen diferentes sistemas de losas, las más usuales son las losas extruidas pretensadas y las losas T en sus diferentes versiones en cuanto a la cantidad de nervios.

Así el aumento de cargas, producto, se deberá de tomar en cuenta toda la estructura.<sup>20</sup>

<sup>20</sup> Luis Enrique León Avalos,  
Optimización de losas macizas  
Mediante la incorporación de viga T, mayo 2005

El entrepiso, en la construcción industrializada, sustituye eficazmente los procesos tradicionales que requieren el colado de losas, que generalmente la necesidad de encofrados, madera, lámina, y armaduras, además de estar sujetos a continuas impermeabilizaciones.<sup>21</sup>

La clave de un sistema de entrepiso es una adecuada resistencia a la flexión, bajo peso relativo, rapidez de instalación versatilidad, y funcionalidad. No es necesario retirarlos, ya que la uniformidad de su superficie queda incorporada como cielo raso final.

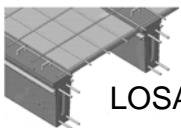
En cuanto a los costos de obra, el empleo de las losas prefabricadas puede significar ahorro del orden del 20% – 40% por metro cuadrado.

<sup>21</sup> Luis Enrique León Avalos,  
Optimización de losas macizas  
Mediante la incorporación de viga T, mayo 2005

## CARACTERISTICAS SEMIPREFABRICADOS

El entrepiso tiene como objeto crear un plano horizontal firme y estable con capacidad para soportar la acción de cargas de las estructuras primarias de la construcción y define un límite vertical entre dos espacios.

Al momento de seleccionarlo, debe verificarse la compatibilidad del sistema con la geometría de la estructura (luz entre vigas) y la instalación mecánica requerida.





## 1. LOSACERO

Es un sistema desarrollado para uso en los de entresijos metálicos en edificios. Sus componentes básicos son: la lámina acanalada con indentaciones (losacero), concreto ( $f'c= 200\text{Kg/cm}^2$ ), malla electro soldadas (refuerzo por temperatura) y como accesorio opcional los conectores de corte para el efecto de viga compuesta o para incrementar la capacidad propia de losacero. La lámina acanalada losacero cumple tres funciones básicas:

- ❖ Plataforma de trabajo en la etapa de instalación.
- ❖ Cimbra permanente en la etapa de colocación del concreto
- ❖ Acero de refuerzo principal en la etapa de servicio.

Las dimensiones de este entresijo lo hacen ligero y con excelente capacidad estructural al interactuar con el concreto.

El acanalado LOSACERO está fabricado con Acero estructural galvanizado siguiendo normas internacionales, cuyo recubrimiento metálico de zinc (zintro) provee al sistema la protección catódica alargando su vida útil. Adicionalmente se ofrece Galvanizado mas un pre-pintado por la cara que no estará expuesta al concreto como sucede en el caso de losas de edificios, estará expuesto a ambientes normales o salinos como pudieran ser los estacionamientos de vehículos.

Debido a las características este sistema constructivo aumentó considerablemente la velocidad de construcción logrando significativos ahorros en tiempo de ejecución de obra con la cual se agiliza el inicio de la recuperación de la inversión.

22

<sup>22</sup>Documento de apoyo

## CARACTERISTICAS

❖ Valles mas amplios que las crestas lo que da mayor resistencia a las cargas al aumentar el brazo de palanca entre el acero (tensión) y el concreto (compresión).

❖ Mayor ancho efectivo del patín a compresión en el concreto en el apoyo, lo que incrementa la resistencia al momento negativo.

❖ Mayor distancia entre apuntalamiento al incrementar el módulo de sección negativo de la lámina.

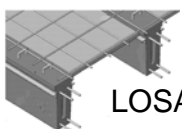
❖ Mayor área de concreto envolviendo los conectores de cortante al trabajo como viga compuesta.

❖ Embozado mas ancho y profundo, lo que da una mayor superficie de contacto y adherencia entre lámina y concreto, efecto crítico en sistema de construcción compuestos

❖ Embozado en crestas, donde el cortantes mayor, además de estar en la zona en que no se produce agrietamiento permitiendo cargas mayores y que no disminuyen con el tiempo.

❖ Geometría que permite estimamiento de la lámina, disminuyendo los costos de flete y facilitando los traslapes.

❖ Mayor ancho efectivo.



## 2. LOSA ELECTROPANEL

El forro de estructura Electropanel es un sistema más económico, liviano, rápido y seguro para el cerramiento de estructuras, tanto exteriores como interiores. Sustituye y supera el ritmo de construcción, comparando con los métodos tradicionales de ladrillo o block.

El Electropanel resulta la solución ideal para aligerar peso en la estructura y facilitar el avance constructivo ya que cada plancha cubre  $3\text{m}^2$  su instalación es bastante sencilla; se coloca las planchas sobre la estructura, luego corte canales en el monoport utilizando una cuchilla, un soplete o bien una pistola de calor.

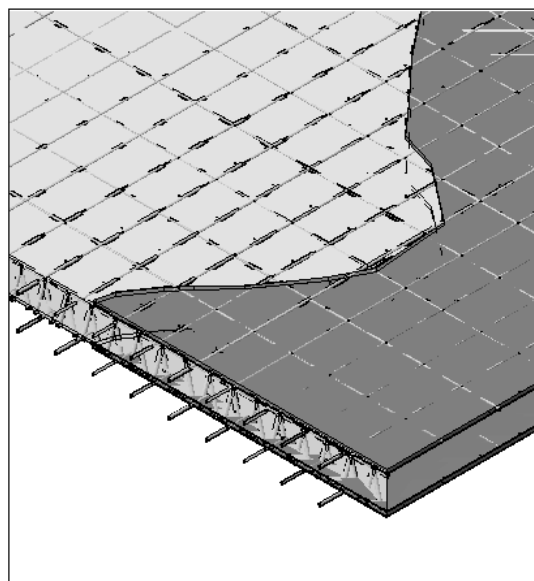
La aplicación del mortero y revestimiento final, puede hacerse empleando métodos tradicionales de lanzado a mano. Este sistema logra ahorros importantes de tiempo.

Finalmente, solo le queda aplicar los acabados finales a su construcción, que ahora tiene a su construcción del concreto armado.<sup>24</sup>

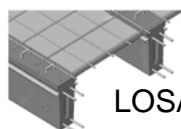
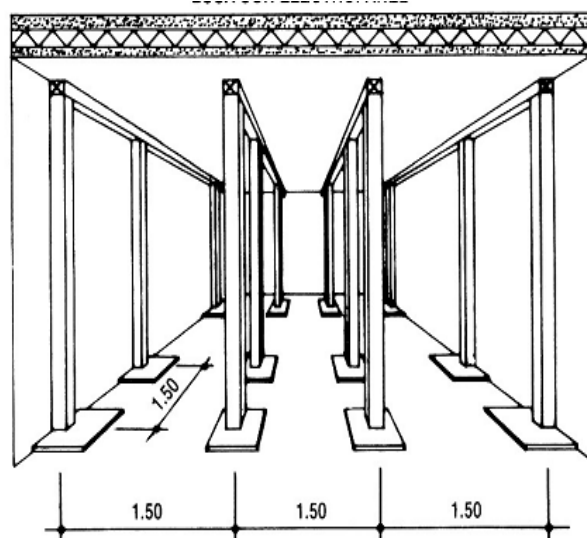
<sup>24</sup> Documento de Apoyo,  
Electropanel, Monolit

## CARACTERISTICAS

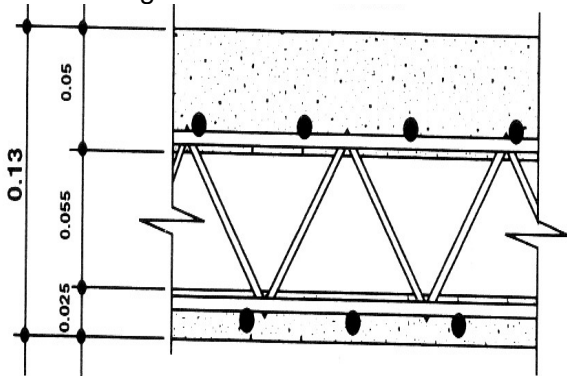
- ❖ Largo 2.44 M.
- ❖ Ancho 1.22 M.
- ❖ Peso aprox. 18 libras
- ❖ El monoport de 5.5cm. De espesor
- ❖ Entre electromalla 7.5 cms.
- ❖ Espesor de losa terminada de 13 cm., peso aprox.  $3.53\text{ qq/m}^2$  ( $160.3\text{kg/m}^2$ ).



El paraleado para la losa con electropanel deberá hacerse conforme la figura utilizando tendales, perpendiculares al sentido el zig-zag sosteniendo por paraleles a cada 1.50mts. Dejarlos durante 15 días.

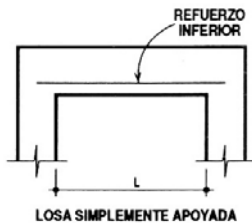
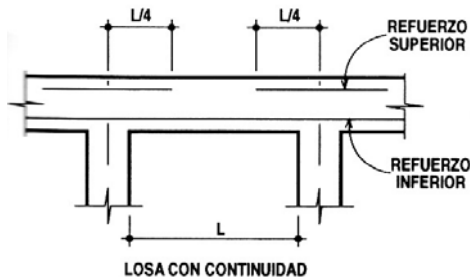


Las esquinas y uniones de losa con muro, deberá reforzarse con los esquineros especiales de electromalla tipo Ret 1, Ret 2, Ret 3, conforme se indica en la figura.



El paraleado para la losa con electropanel deberá hacerse conforme la figura. Utilizando tendales. Perpendiculares al sentido del zig-zag sostenidos por parales a cada 1.50 mts. Dejarlos durante 15 días.

La cara inferior del electropanel deberá ser recubierta con mortero de cemento y arena; y después fundir en la parte superior una capa de concreto de 5 cms.<sup>25</sup>



<sup>25</sup> Documento de Apoyo,

**TABLAS PARA COLOCACION DE BASTONES EN LOSAS CON ELECTROPANEL**  
ACERO DE: 6.00 mm GRADO 70

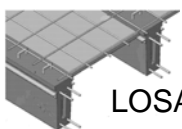
**REFUERZO PARA LOSA CON CONTINUIDAD**

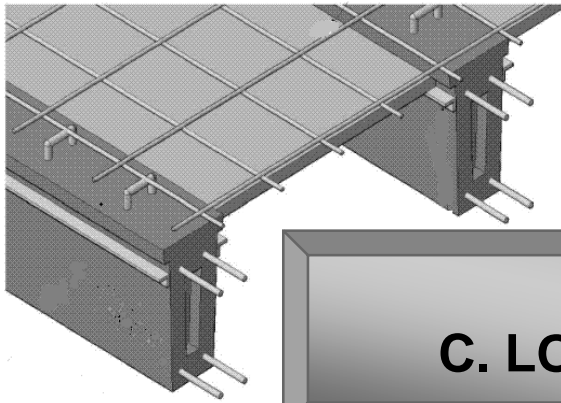
LUZ en mts	INFERIOR REFUERZO CONTINUO LONG. = L @ cms	SUPERIOR SOBRE APOYOS LONG. = L/4 @ cms
CV:200 2.50	75	75
CV:200 2.75	75	45
CV:200 3.00	60	30
CV:200 3.25	30	15
CV:200 3.50	30	15
CV:200 3.75	15	7.5
CV:200 4.00	15	7.5
CV:100 4.25	15	7.5
CV:100 4.50	7.5	7.5

Para utilizar electropanel como losa, deberán agregarse bastones y acero de refuerzo grado 70, según tabla; como toda losa de concreto deberá llevar su debida impermeabilización y fraguado.

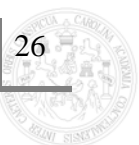
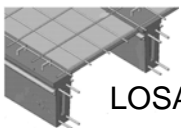
Para el plafón de losa, la primera aplicación de mezcla, cemento y arena será de 1 cm. De espesor es recomendable agregar a la mezcla fibra de polipropileno para evitar fisuras en los aplanados. La segunda mano de mortero se aplica con un espesor de 1.5 cms. Para esto se colocan "maestras" para lograr una superficie, aplicando constantemente agua durante un mínimo de 3 días.

**DESCIMBRADO:** el descimbrado se realiza después de 10 días del colocado, dejando un puntal al centro de la losa para repellar 2 días después. Al término de esto se podrá comenzar con la colocación de puertas, ventanas, pintura, pisos y todos los acabados que se deseen para disfrutar de las comodidades y de confort que el panel ofrece.





## CAPITULO IV C. LOSA PREFABRICADA



## C. LOSA PREFABRICADA

Es un elemento estructural reforzado con electromalla de alta resistencia y se encuentra diseñada para resistir fuerzas verticales. La losa prefabricada se analiza y funciona como una losa tradicional continua, armada en un sentido, la luz de diseño es el espaciamiento entre viguetas.

Este sistema consiste en empotrar las viguetas a la solera de corona, luego un relleno (bovedilla, molde) coloca el rigidizante la electromalla y luego se procede a fundir la losa, el rigidizante se debe colocar en el sentido perpendicular a las viguetas.

Las viguetas reciben la carga transmitida por la losa, el refuerzo estructural de la losa ha sido sustituido por una electromalla de acero de alta resistencia, la bovedilla funciona únicamente como formaleta. Este tipo de losas se pueden utilizar para losas finales o entrepisos, ya que las viguetas están diseñadas para soportar diferentes tipos de cargas.

Aunque inicialmente se concibió este sistema para su aplicación en las viviendas, en la realidad se ha aplicado en casi todo tipo de losas entrepisos, debido a su bajo peso, estos elementos permiten que se efectúe su montaje manualmente, eliminando el costo de equipos pesados.<sup>26</sup>

<sup>26</sup> Documento de Apoyo,  
Megaproductos, S.A.

## CARACTERISTICAS PREFABRICADOS

Las losas prefabricadas es el método constructivo que vino a revolucionar los sistemas de losas tradicionales, la losa presenta varias ventajas como el ahorro de madera, concreto, mano de obra, tiempo y la obtención de losas livianas con respecto a su espesor. Podemos asegurar que hasta 6.00 mts. de claro es el sistema más económico de losas.

Las viguetas se fabrican por diferentes procesos que pueden ser: colado en moldes múltiples de metal y con máquinas extrusoras.<sup>31</sup>

Las bovedillas se producen usando máquinas vibro compresoras en donde se intercambian los moldes para los diferentes tipos de secciones, usando por lo general materiales ligeros.

Con el empleo de este sistema, se logra una arena económica debido a la eliminación de cimbra, rapidez de colocación, reducción.<sup>28</sup>

<sup>28</sup> Documento de Apoyo,  
Monolit



## 1. SISTEMA DE LOSA PREFABRICADA VIGUETA + BOVEDILLA

Se conocen dos tipos de viguetas prefabricadas: las preesforzadas pretensadas, que son elementos completamente terminados, y las de alma abierta o semiprefabricadas, constituidas por un patín de concreto y una armadura electrosoldada

Es una solución simple, eficiente rápida y económica para construir techos o entrepisos, que al fundir conjuntamente el patín de la vigueta pretensada y la capa de compresión resulta una losa de concreto, armado integrado por nervios de sección T. Esta compuesta por:

- ❖ Vigueta: integrada por pastillas de concreto pre-esforzado y armadura; que se colocan en el sentido mas corto del ambiente a cubrir, las viguetas pueden ir apoyadas a una solera, una viga o a un muro de carga.

- ❖ Armadura: una malla de acero para soportar el momento positivo máximo al centro.

- ❖ Bovedilla: la bovedilla o block que sirve de formaleta y que es solo un relleno sin ninguna función estructural; empotradas en las viguetas.

- ❖ Capa de concreto: fundida en obra con un mínimo de 0.05 mts. Dependiendo de la necesidad de la construcción teniendo así una resistencia de 3,000 psi con su acero de temperatura.

- ❖ Rigidizante: el rigidizante perpendicular a las viguetas para mejorar la capacidad de la losa y disminuir las vibraciones.

- ❖ Bastones: los bastones de acero de  $\frac{1}{4}$  de luz para soportar el momento negativo de los extremos.

Este sistema de losa prefabricada puede utilizarse entrepisos y techos planos como inclinados puede cubrir luces hasta de 10.0 m. y cargas vivas de 1.000kg/m<sup>2</sup>.

La aplicación según su diseño de carga de vida:

1. 200kg/m<sup>2</sup>: entre pisos de viviendas horizontales o inclinadas como pueden ser techos en general.

2. 350kg/m<sup>2</sup>: habitaciones y vestíbulos en hoteles u hospitales oficinas y escuelas incluyendo vestíbulos y desvanes.

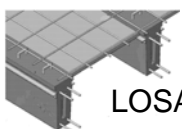
3. 300kg/m<sup>2</sup>: iglesia, teatro, cines, salones, gimnasios, y bibliotecas, fabricas, talleres, con maquinaria, comercios y parqueos de vehículos livianos.

La rapidez de ejecución y por la facilidad de montaje de los elementos, ahorro de madera para formaletas y paraleado, no se requiere de mano de obra especializado. La pastilla de concreto eses de alta resistencia lo que evita que las viguetas se agrieten al manipularse.

Los elementos son fáciles de transportarse de un lugar a otro.

La losa con viguetas con contra-flecha controlada que mejoran la capacidad auto-soportante de la vigueta, lo que hace que se puedan distanciar más los paraleos y así ahorrar obra falsa. Las viguetas son fabricadas con acero de pre-esfuerzo con límites de ruptura de 250,000 psi. el sistema funciona monolíticamente y tiene resistencia en la dirección contraria a las viguetas.<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Documento de Apoyo, Monolit, S.A.



## TECNICAS CONSTRUCTIVAS EN VIGUETA + BOVEDILLA

### Fácil y económico

Hoy en día existen muchos prefabricados de viguetas y bovedillas, por lo que este sistema es cada vez más utilizado, tanto en la construcción de viviendas industrializadas de interés social o medio, como en residencias, escuelas, hoteles y hospitales, por ser un sistema más económico y rápido que los de losa tradicionales, ya que permite ahorros en moldaje, tiempo, mano de obra y desperdicios.

Asimismo, es económico por el bajo costo que implica la fabricación, el moldaje y la mano de obra de instalación y colado, lo que representa para su construcción entre 70% y 80% del costo de las losas tradicionales.

## CARACTERISTICAS

Su característica primordial es el auto soporte que proporcionan las viguetas empleadas, porque se elimina el gasto en el moldaje (hojas de triplay o duela), y se reduce el costo de puntales y largueros.

Las viguetas y bovedillas, al ser productos prefabricados ligeros, son elementos muy sencillos de transportar, manejar acomodar y colocar, que se requieren menos mano de obra especializada por no llevar armados de refuerzo, lo que facilita su instalación. Así, puede decirse que este sistema representa ahorro en costos y tiempos de mano de obra en un 60% en comparación con los sistemas tradicionales.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> Documento de Apoyo, Megaproductos, S.A.

Esta cualidad garantiza un comportamiento similar al de una losa monolítica colocada en la obra, con lo que se siguen las mismas consideraciones de diseño y cálculo estructural.

### Ventajas:

- ❖ Un sistema más limpio y seguro.
- ❖ Facilidad en el procedimiento constructivo, al no requerir mano de obra especializada.
- ❖ Eliminación de cimbra de contacto (triplay, duela, etcétera) y ahorro de hasta 85% en la cimbra total de la losa.
- ❖ Ahorro de hasta 25% en costos contra losas tradicionales de concreto.
- ❖ Ahorro de 60% en el tiempo de la construcción de la losa.
- ❖ Ahorro de mano de obra de habilitado y colocación de acero de refuerzo, y de alambre recorrido para amarres.
- ❖ Reducción de desperdicios y mejora del control de material en la obra.
- ❖ Mejora de la calidad de la construcción.

## COSTO

Medición de pago: la medición se hará por M<sup>2</sup> de losa apuntalada, incluye toda el área de losa prefabricada.

El costo incluye todo el sistema de encofrado, sujeción, apuntalamiento, sustentación y elementos transversales que requiere para lograr la ejecución y estabilidad del encofrado de la losa prefabricada.



❖ Apuntalamiento: se colocan puntales (4"x4") y largueros de apoyo y nivelación (4"x4"). Retirar a los siete días del colado de la capa de compresión.



❖ Montaje de viguetas: se colocan a partir del muro de arranque y a la separación indicada en el plano de montaje.



❖ Alineación de viguetas: se colocan las bovedillas de los extremos para dar la separación correcta entre viguetas.



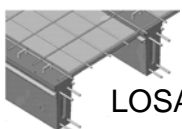
❖ Montaje de bovedillas: se colocan las bovedillas, procurando que queden bien asentadas y ajustadas, tanto como sea posible.



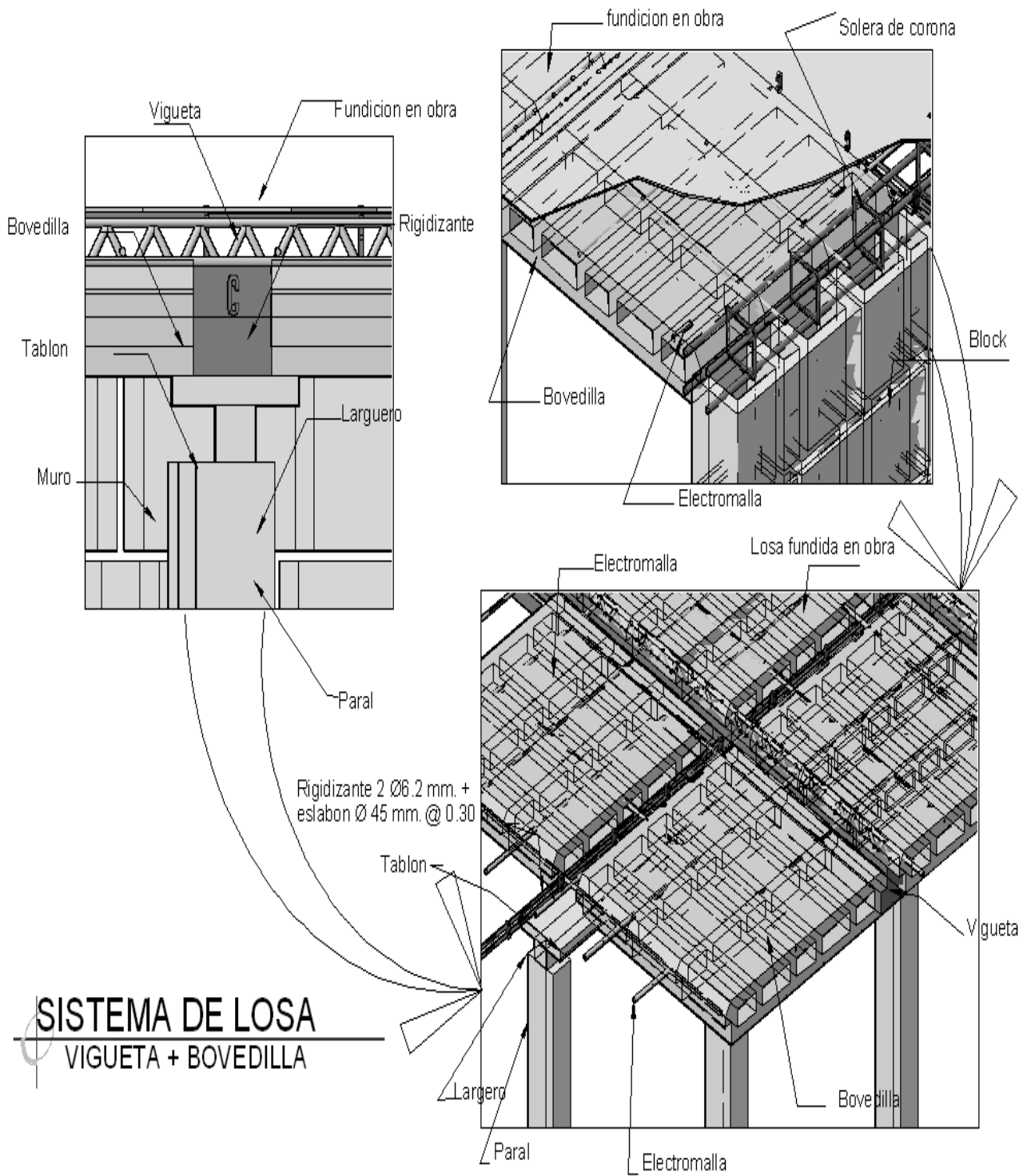
❖ Colocación de la malla electro soldada: se corta el tamaño requerido y se amarra con alambre recocido a la varilla superior de las viguetas.



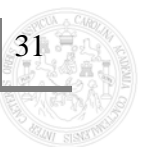
❖ Colocado: se tapan los huecos de las bovedillas extremas, se mojan perfectamente las viguetas y bovedillas, y se procede al colado de la capa de compresión.<sup>24</sup>





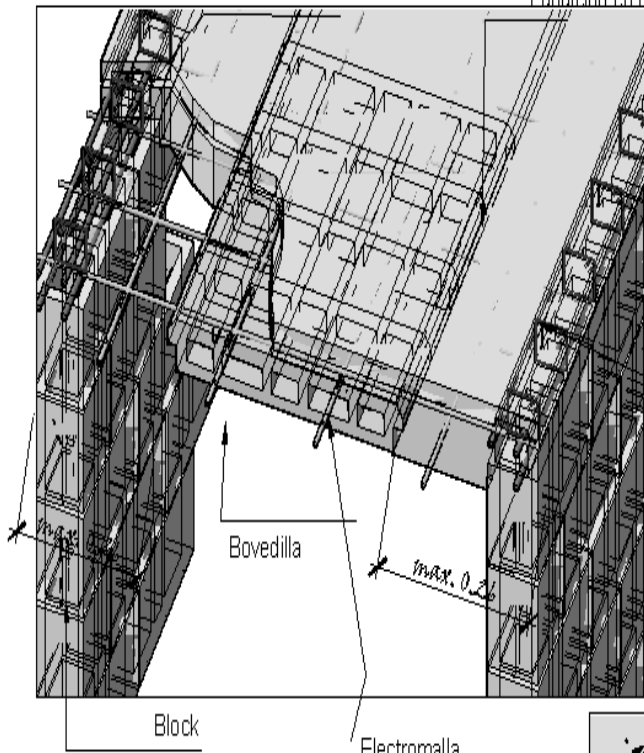


**SISTEMA DE LOSA**  
**VIGUETA + BOVEDILLA**



Estribos @ 0.25 segun arq. ing.

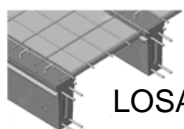
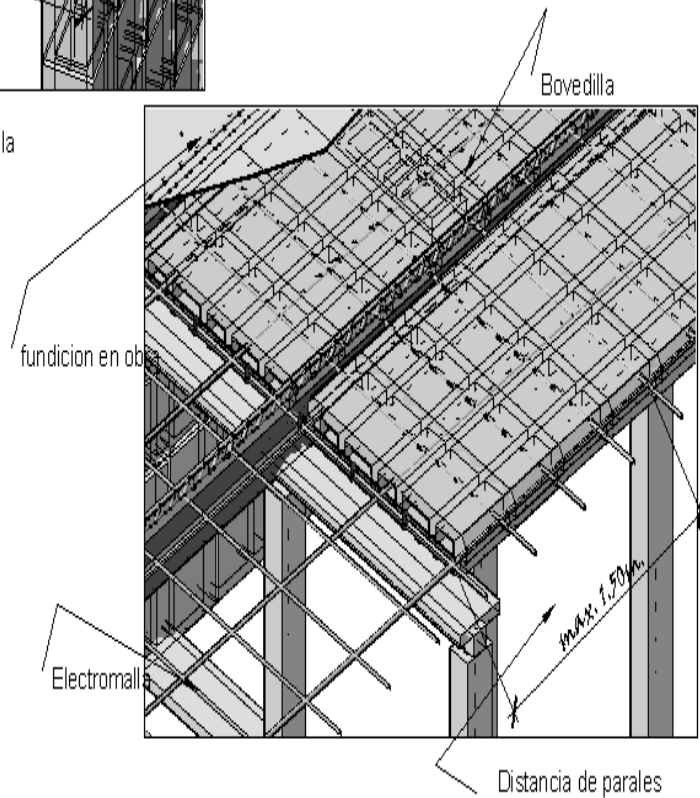
Fundicion en obra



CONSUMO DE CONCRETO IN SITU		
Espesor cm.	Consumo m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup>	Peso Progio kg / m <sup>2</sup>
15	0.06	240
20	0.07	300
25	0.09	350
27	0.10	398

LOSAS PREFABRICADAS  
 VIGUETA - BOVEDILLA<sup>2</sup>  
 ACERO = Fy 5,000 KG/ M<sup>2</sup>  
 CONCRETO = Fc = 210 KG/ CM<sup>2</sup>

Solera de corona



## 2. MOLDE LK

Consiste en un sistema combinado de vigueta pretensada y molde LK que sirve para fundir entrepisos o techos de edificaciones.

El MOLDE LK consiste en una formaleta metálica auto soportante que reemplaza al espacio de la bovedilla en el sistema de vigueta + bovedilla, el elemento integrador es una fundición IN SITU de un "topping" de 5 a 7 cms.

## VENTAJAS Y CUALIDADES

Las viguetas son pretensadas con concreto de 6,000psi, con lo que garantiza su calidad. Es la losa más liviana, económica y con mayor capacidad de carga en el mercado. Su peso propio es aproximadamente un 30% menor al sistema de vigueta + bovedilla y hasta un 50% a la losa tradicional; esto reduce adicionalmente las cargas sísmicas a las estructuras en un gran porcentaje.

Adicionalmente es un producto ecológico pues ahorra el uso de madera en obra y es único en el mercado patentado por Precon.<sup>28</sup>

## INSTALACION Y MONTAJE

Por ser molde auto soportante solamente se necesita apuntalar las viguetas. En edificios de altura el molde se acarrea de nivel a nivel y no desde el nivel de tierra como las bovedillas. Por ser elementos prefabricados y molde metálico recuperable, se minimiza el desperdicio de madera.<sup>32</sup>

<sup>32</sup> Documento de Apoyo, PreCon

## TIEMPO

EL rendimiento de instalación es de hasta el 20% mas rápido que el sistema de vigueta + bovedilla y aproximadamente un 50% con el sistema tradicional.

## COSTO

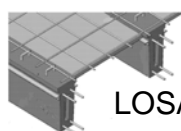
Elimina la compra de bovedilla, el molde se da en alquiler y resulta mas económico. Al ser de mas rápida instalación se ahorra en mano de obra e indirectos. Por su menor peso vigas columnas y cimientos, logrando diseños estructurales mas esbeltos y eficientes. También puede reducir costos de acabados.

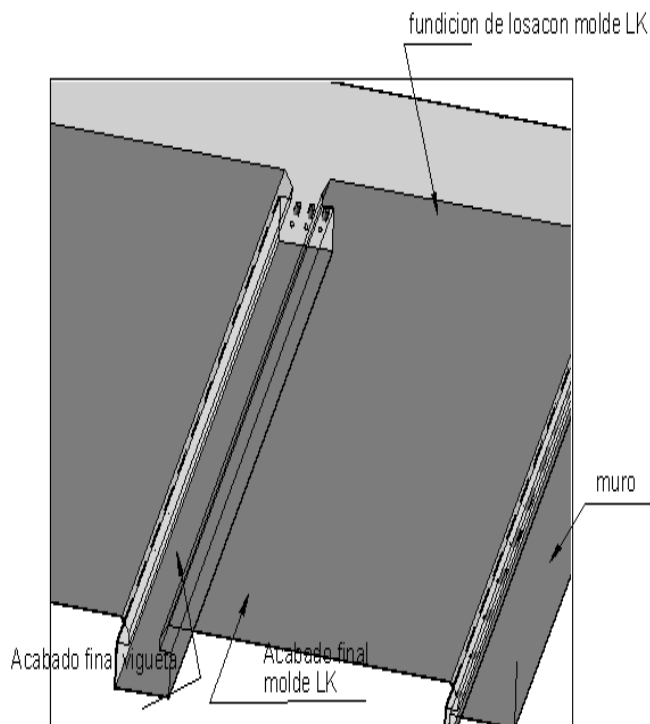
## APLICACIÓN

En cualquier entrepiso o techo, donde el acabado de la losa por debajo puede quedar nervurado, o donde se utilice cielo falso para viviendas en serie, resulta la losa más económica del mercado.

Su rango de aplicación es sumamente amplio pues puede ser usada hasta luces de 13 metros y carga tan elevada como las de puentes.<sup>33</sup>

Para que en la obra no se coloquen viguetas donde no deban de ser, la supervisión exigirá al fabricante y/o distribuidor del producto que conjuntamente con la entrega presente un plano de distribución con simbología por colores a que ambiente pertenecen estas.





El rendimiento de instalación es de hasta 20% más rápida que el sistema de vigueta + bovedilla y aproximadamente un 50% con el sistema tradicional de losas.

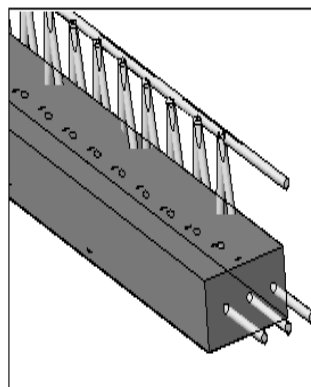
El MOLDE LK resulta más económico se alquila es de rápida instalación y se ahorra en mano de obra, por su menor peso vigas, columnas y cimientos logrando diseño estructurales mas esbeltos y eficientes. reduce costos de acabados. Su aplicación en cualquier entrepiso o techo donde el acabado de la losa por debajo puede quedar nervurado o utilizar cielo falso.

Su rango de aplicación es sumamente amplio pues puede ser usada hasta luces de 13 metros y cargas tan elevadas como las de puente.



**ELECTROMALLA:**

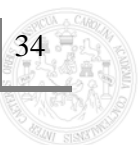
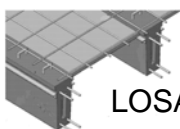
Fabricada con varilla de hierro grado 70, unidas por soldadura de resistencia electrica, le permite armados exactos, sirve de refuerzo para concreto se utiliza para losas, pisos etc.

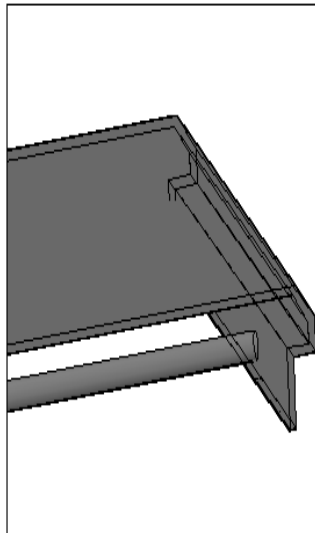


**VIGUETA:**

Las viguetas son pretensadas con concreto de 6,000 PSI.

Su peso propio es aprox. un 30% menor al sistema vigueta + bovedilla y hasta un 50% a las losas tradicionales.

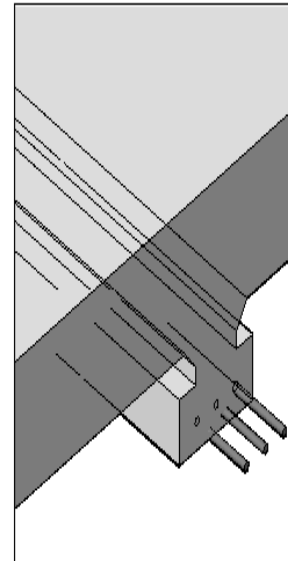




**MOLDE LK:**

Es un molde autosoportante solamente se necesita apuntalar las viguetas.  
En edificios de altura el molde se acarrea de nivel a nivel y no desde el nivel de tierra como las bovedillas.

Por ser elementos prefabricados y molde metálico recuperable, se minimiza el desperdicio de madera.

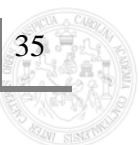
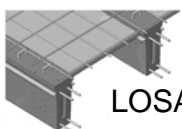
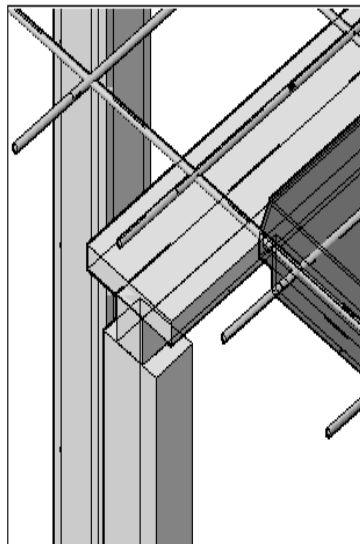


**CONCRETO:**

El elemento integrador es una fundición IN SITU de un "topping" de 5 a 7 cms. reduce las cargas sísmicas a la estructura en un gran porcentaje.

**TABLONES:**

Debe de contar con el apuntalamiento antes de colocar las viguetas, antes de fundir.  
estibar las viguetas con tablonés a una distancia de 2.00 m. o traslapelas hasta un máximo de 7 capas.



### RANGO DE USO DE VIGUETA CON MOLDE LK

Vigueta	bw (cm)	d (cm)	B (cm)	h (cm)	t <sup>1</sup> (cm)	Peso propio (kg/m <sup>2</sup> )	Cantidad de Concreto (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Luz Máxima (metros)
Jx-10	10	4	86 <sup>3</sup>	10	5	150	0.060	3.80
Jx-15	10	4	65,5	15	5	175	0.070	5.00
Jx-20	10	4	65,5	20	5	200	0.078	5.50
J4-10	16	4	92 <sup>4</sup>	10	5	165	0.063	4.70
J4-15	16	4	71,5	15	5	205	0.078	6.00
J4-20	16	4	71,5	20	5	230	0.090	6.60
J4-25	16	4	71,5	25	5	255	0.102	7.20
JJ-15	16	6	71,5	15	5	205	0.074	6.40
JJ-20	16	6	71,5	20	5	230	0.085	7.10
JJ-25	16	6	71,5	25	5	255	0.097	7.80
JJ-30	16	6	71,5	30	5	285	0.109	8.30
J-20	16	10	71,5	20	5	230	0.076	9.40
J-25	16	10	71,5	25	5	255	0.088	10.40
J-30	16	10	71,5	30	5	285	0.099	11.20
J-35	16	10	71,5	35	5	310	0.111	12.00
J-40	16	10	71,5	35	10	430	0.164	5.00 <sup>5</sup>
J-40	32 <sup>6</sup>	10	87,5	35	10	460	0.201	8.5 <sup>7</sup>

1. El topping específico es únicamente para cálculos de esta tabla; se puede variar según se requiere.

2. La luz máxima ha sido calculada con viguetas simplemente apoyadas para entresijos de oficinas. (CM = 100 y CV = 250 kg/m<sup>2</sup>). la luz máxima puede aumentar proporcionalmente al empotramiento logrado en los extremos de las viguetas.

3. Con molde LK2 usualmente aplicado en vivienda popular.

4. Con molde LK2 usualmente aplicado a la vivienda popular.

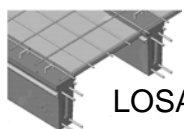
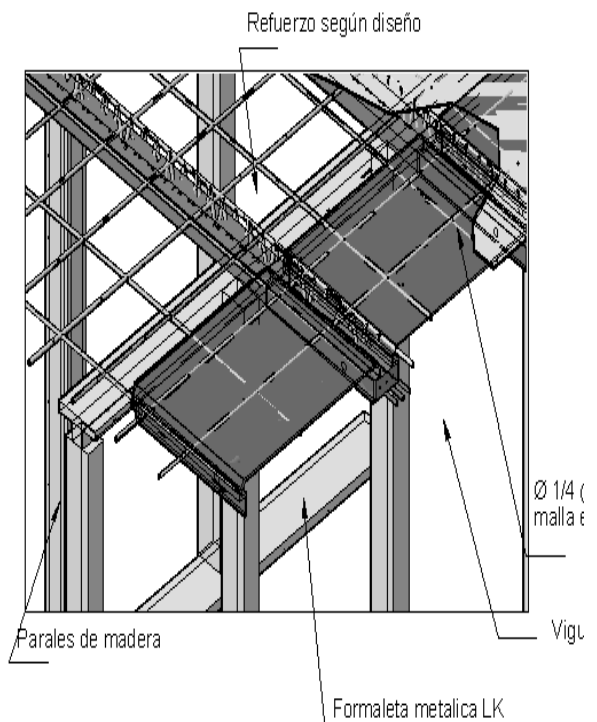
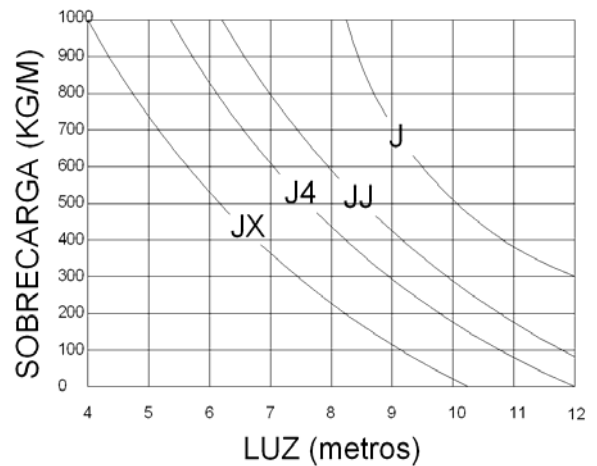
5. Para cargar HS-20 para puentes.

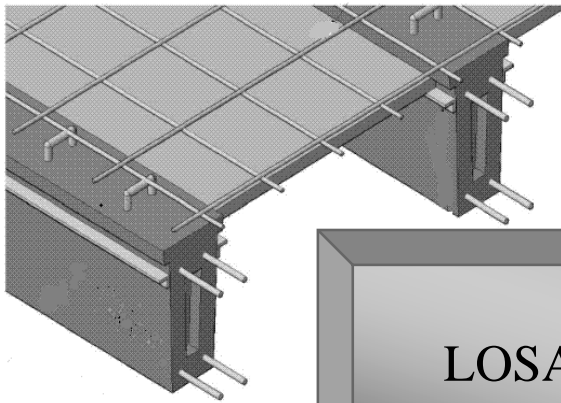
6. Se usan 2 viguetas juntas

7. Para cargar HS-20 para puentes. <sup>34</sup>

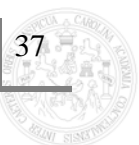
<sup>34</sup> Documento de Apoyo, PreCon

### RANGO DE USO DE VIGUETA MOLDE LK





## CAPITULO V LOSA PREFABRICADA SIN BOVEDILLA



### 3. LOSA PREFABRICADA SIN BOVEDILLA

Este novedoso sistema funciona bajo el mismo criterio desarrollado para las losas pretensadas, con las variantes que se han optimizado tanto el diseño de la vigueta como el uso de la obra falsa.

Los elementos básicos que conforman este sistema son los siguientes:

❖ Vigueta prefabricada pretensada: este elemento prefabricado consiste en una viga de sección trapezoidal fabricada con concreto de alta resistencia ( $f''c > 410 \text{ kg/cm}^2$ ) y con alambre de preesfuerzo con resistencia a la fluencia de  $17,000 \text{ kg/cm}^2$  que al igual que la vigueta dependerá de tipo de carga y luz a cubrir, la cantidad de acero y la disposición de este en la sección.

Las dimensiones principales de esta vigueta están en función del diseño específico de carga y luz a cubrir. La característica principal e innovación de este componente lo constituye la posibilidad de apoyar la formaleta (o cimbra) directamente sobre este elemento; para ello se han diseñado agujeros que están distribuidos perpendicularmente a la longitud de la vigueta y permite la colocación de pines de sección cuadrada o redonda de fácil montaje y desmontaje para apoyar la formaleta a utilizar.

Este innovador detalle, permite que la obra falsa utilizada se la menor posible, que únicamente se debe apuntalar al centro del elemento para soportar la carga por el peso propio durante el proceso de fundición del TOP.<sup>35</sup>

<sup>35</sup> Documento de Apoyo, Mega productos, S.A.

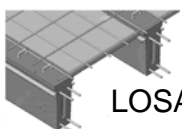
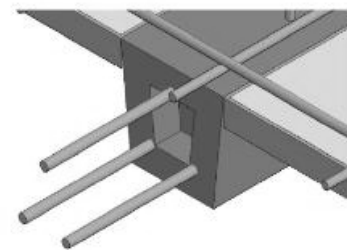
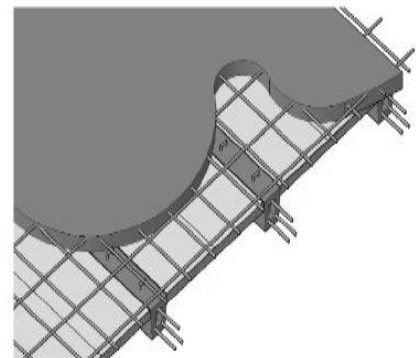
Una vez que este hormigón ha alcanzado una resistencia del 60% de la nominal (Nominal  $\geq 210 \text{ kg/cm}^2$ ), se podrán quitar los parales y formaleta para reutilizarla.

❖ Formaleta y Pines: con este sistema es posible utilizar casi cualquier formaleta disponible en el mercado, siempre que la misma cumpla con la especificación de poder soportar una carga de  $72 \text{ kg/cm}^2$  con apoyos a cada 60cm y que se indiquen anticipadamente las características de este producto.

Sin embargo, se ofrece como elemento sugerido la formaleta de madera con las siguientes dimensiones:

- ❖ Ancho = 60cm,
- ❖ Largo = Variable en múltiplos de 30cm
- ❖ Altura o Espesor = 2.54cm (1plg.)

Los pines para apoyar la formaleta, deben ser de acero Clase A36, con una sección redonda o cuadrada, no mayor de 1.3cm de diámetro o ancho respectivamente y de longitud variable de acuerdo al tipo de vigueta, formaleta y diseño propio de la losa.





## APLICACIÓN SEGÚN DISEÑO DE CARGA

❖ Se puede utilizar en construcción de techos y entrepisos de viviendas, oficinas, edificios, bodegas, fabricas, comercios, cisternas, etc.

- ❖ Se pueden construir techos planos con inclinados.
- ❖ Se pueden cubrir luces hasta de 4.00m.

Para cargas vivas de 200 kg/m<sup>2</sup> y luces hasta de 3.50 m.  
Para cargas vivas hasta de 500kg/m<sup>2</sup>; sin embargo se puede proponer soluciones para cargar y luces mayores a las ya mencionadas

200 KG/M <sup>2</sup>	350 KG/M <sup>2</sup>	500 KG/M <sup>2</sup>
Entrepisos de viviendas horizontales o iniciales	Habitacionales y vestibulos en hoteles	Iglesia, teatros, cines, salones, gimnasios, hospitales y bibliotecas
Techos Generales	Oficinas incluyendo vestibulos y desvanes	Escuelas, fabricas, talleres con maquinaria y comercios

### APLICACIÓN SEGÚN DISEÑO DE CARGA VIVA BENEFICIOS

- ❖ Rapidez de ejecución por la facilidad de montaje de los elementos.
- ❖ Ahorro de madera para formaleta y parales
- ❖ No se requiere mano de obra especializada.
- ❖ Cumple con especificaciones de reglamento de construcción American concrete Institute
- ❖ Muy aceptable aislamiento acústico y térmico.
- ❖ Los elementos son fáciles de transportar.

## INFORMACION TECNICA

### SECCION DE LA LOSA

Sv = separación de centro a centro de vigueta  
= 58, 60, 63, 70, 72, 75cms. Dependiendo del ancho de pastilla

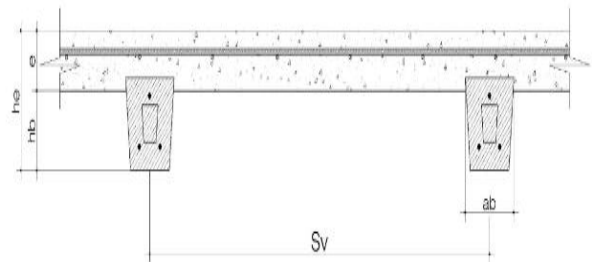
y del largo útil de la bovedilla

Ap.= Ancho de pastilla de vigueta

Hb.= peralte de bovedillas

E = Espesor de la capa de concreto fundida in situ = 5cm. Como mínimo

He = espesor de la losa terminada = hb + e <sup>36</sup>



<sup>36</sup> Documento de Apoyo,  
Mega productos S.A.



## INFORMACION TECNICA

- ❖ Área bruta de electromalla = 2.35 m.x 6.00 m = 14.10m<sup>2</sup>
- ❖ Área efectiva de electromalla = 14.10 m<sup>2</sup> x 0.80 = 11.75 m<sup>2</sup>
- ❖ Resistencia (f'c) de la capa de concreto > = 210kg/cm<sup>2</sup> (3.000 PSI)
- ❖ E = espesor de la capa de fundición = 5 cms. Mínimo
- ❖ Rigidizante = según diseño
- ❖ Integración de cargas = 1.4 {cargas muerta} + 1.7 (cargas vivas)
- ❖ Carga de acabados estimada = 100 kg/m<sup>2</sup>
- ❖ Máxima deflexión = L/360 momentos actuantes = m(+) = WL<sup>2</sup>/9 , M(-) = WL<sup>2</sup>/24{discontinuo} y M(-) = wl<sup>2</sup>/9 (continuo)
- ❖ Dimensiones de las viguetas = variable de acuerdo al sistema, carga y luz a cubrir
- ❖ Limite elástico del acero de refuerzo >= 4,900 kg/m<sup>2</sup>
- ❖ Peso de la vigueta por metro lineal = variable de acuerdo al diseño (>18 kg/ml)
- ❖ Apoyo mínimo de las viguetas en los muros: 2.5 cm.
- ❖ Dimensiones de largueros de madera = 2x4 plg.
- ❖ Separación de puntales en el larguero: 1.50 m.
- ❖ Tiempo mínimo para retirar los puntales centrales y de los extremos = 3 días si y si solo la resistencia del TOP de concreto ha alcanzado 126kg/cm<sup>2</sup>.<sup>37</sup>

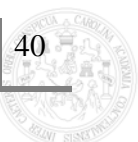
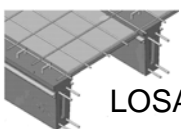
<sup>36</sup> Documento de Apoyo

## BENEFICIOS

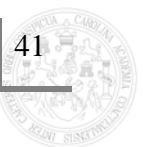
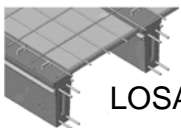
- ❖ Rapidez de ejecución por la facilidad de montaje de los elementos
- ❖ Ahorro de madera para formaleta y parales
- ❖ No se requiere mano de obra especializada.
- ❖ Cumple con especificación de reglamento de construcción American Concrete Institute
- ❖ Muy aceptable asilamiento acústico y térmico.  
Los elementos son fáciles de transportar

## INFORMACION TECNICA

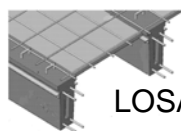
Tipo Vigueta	Juntas	Alto (cm)	Ancho (cm)	Peso concreto con acero (kg/m <sup>2</sup> )	Peso acero (kg/m <sup>2</sup> )	Espesamiento (cm)	Separación máxima (cm)	Máxima resistencia (cm)	Resistencia (kg/m <sup>2</sup> )	Contra flecha
J10	15	10	15	0.07	250	1.5	1.5	4.70	1/350	
J15	20	15	14	0.08	300	1.75	1.75	6.00	1/420	
J20	25	20	13	0.09	350	2	2	7.65	1/480	

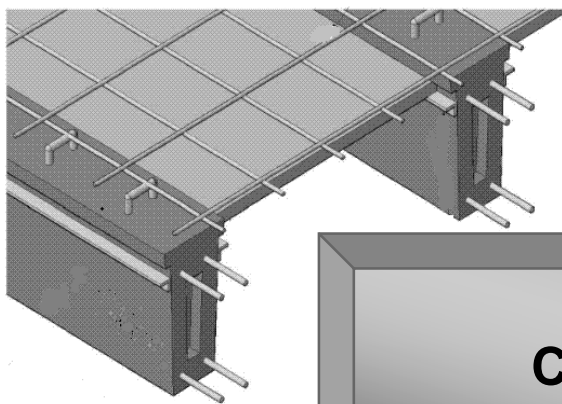


C  
U  
A  
D  
R  
O  
  
D  
E  
  
D  
I  
A  
G  
N  
O  
S  
T  
I  
C  
O

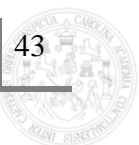
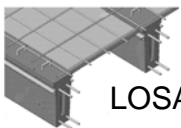


	Sistema de Losa	Tiempo de Instalacion	Ventajas	Desventajas	Costos	Proveedores en Guatemala
IN SITU	Fundida en Obra		No necesita de mano de obra especializada	Mas tiempo de fraguado mas concreto mas hierro, a la hora de fundicion mayor costo	Q225.00	_____
	Losacero	_____	El tipo de fomaleta a utilizarida su resistencia es mayor	Poco conocimiento del sistema y su acabado final no es muy presentable		Precon
Losa Semi-Prefabricada	ElectroPanel	15 m <sup>2</sup> * dia	La rapidez en la colocacion	Poca resistencia respecto a los otros sistemas		Monolit Covintec
	Vigueta Bovedilla	10 m <sup>2</sup> * dia	Menor costo en fomaleta la 2nda mas utilizada a nivel nacional tiene muchos proveedores	_____	Q150.00	Precon Megaproductos Monolit
Losa Prefabricada	Molde LK	12 m <sup>2</sup> * dia		El molde viene es en alquiler (su tiempo y molde en mal estado)	Q142.00	Monolit
	Vigueta sin Bovedilla	15 m <sup>2</sup> * dia	Menor costo en fomaleta y la resistencia es mayor x no tener peso muerto.	Adaptacion a un producto nuevo	Q130.00	_____



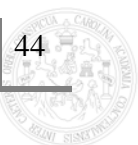
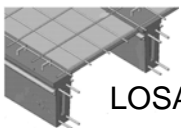


## **CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



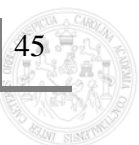
## A. CONCLUSIONES

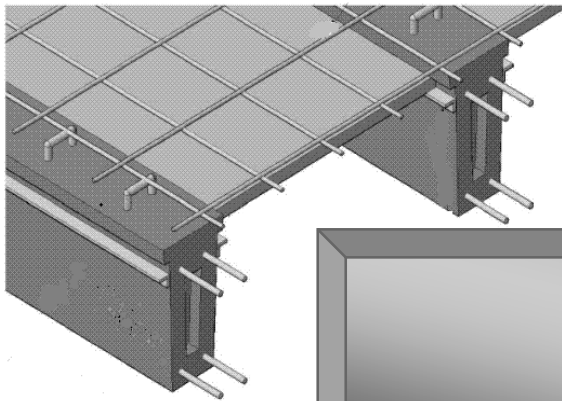
1. El presente trabajo de investigación esta orientado a que la población estudiantil y los profesionales de la arquitectura, cuenten con un documento fehaciente que les permita conocer y aplicar los diferentes sistemas de losas que mejoren su tecnología.
2. En la actualidad se carece de información pertinente relacionada a las diferentes formas que se utilizan para fundir una losa (techo o entrepiso).
3. En el interior de la República de Guatemala, existen pocos proveedores y conocimiento adecuado de los diferentes sistemas de losas. Es por ello que resulta difícil que la población acepte un nuevo sistema.



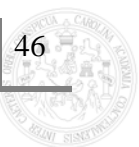
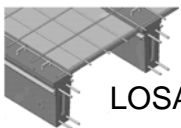
## B. RECOMENDACIONES

1. Es importante mantenerse actualizado con respecto a la construcción, ya que de ello depende en el campo de la arquitectura, la innovación de los materiales y los sistemas constructivos.
2. La Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala, es la casa de estudios superiores donde se imparten los conocimientos básicos para desarrollar aportes como el presente, que permita a los estudiantes de arquitectura adquirir conocimientos sobre los sistemas constructivos que el mercado ofrece en función de las necesidades sentidas o que se adaptan al sistema estructural.
3. Como investigadores, debemos mantener actualizados los procesos constructivos. La arquitectura es y será innovadora mediante nuestra visión como arquitectos que planteamos a nivel de diseño dentro de la construcción.
4. La construcción es de suma importancia, porque permite conocer y dar a conocer los diferentes procesos en losas, tanto en la capital como en el interior del país, y así enseñarle al cliente las ventajas de un sistema que puede ser beneficioso en la ejecución de determinado proyecto.
5. El sistema propuesto en el presente Proyecto, se basa en una losa prefabricada sin el uso de bovedilla, lo cual implementa menor carga a la losa terminada como en el proceso constructivo, siendo de beneficio económico, así como en la mano de obra calificada, logrando una losa versátil y funcional.
6. La Facultad de arquitectura, como casa de estudio que forma profesionales idóneos, debe incorporar en sus planes de estudio, los sistemas existentes en todas partes del mundo, pues de ello dependerá que el arquitecto-estudiante, formule criterios innovadores en su formación.

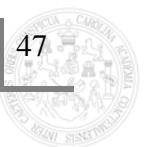
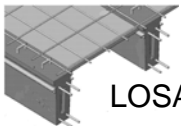
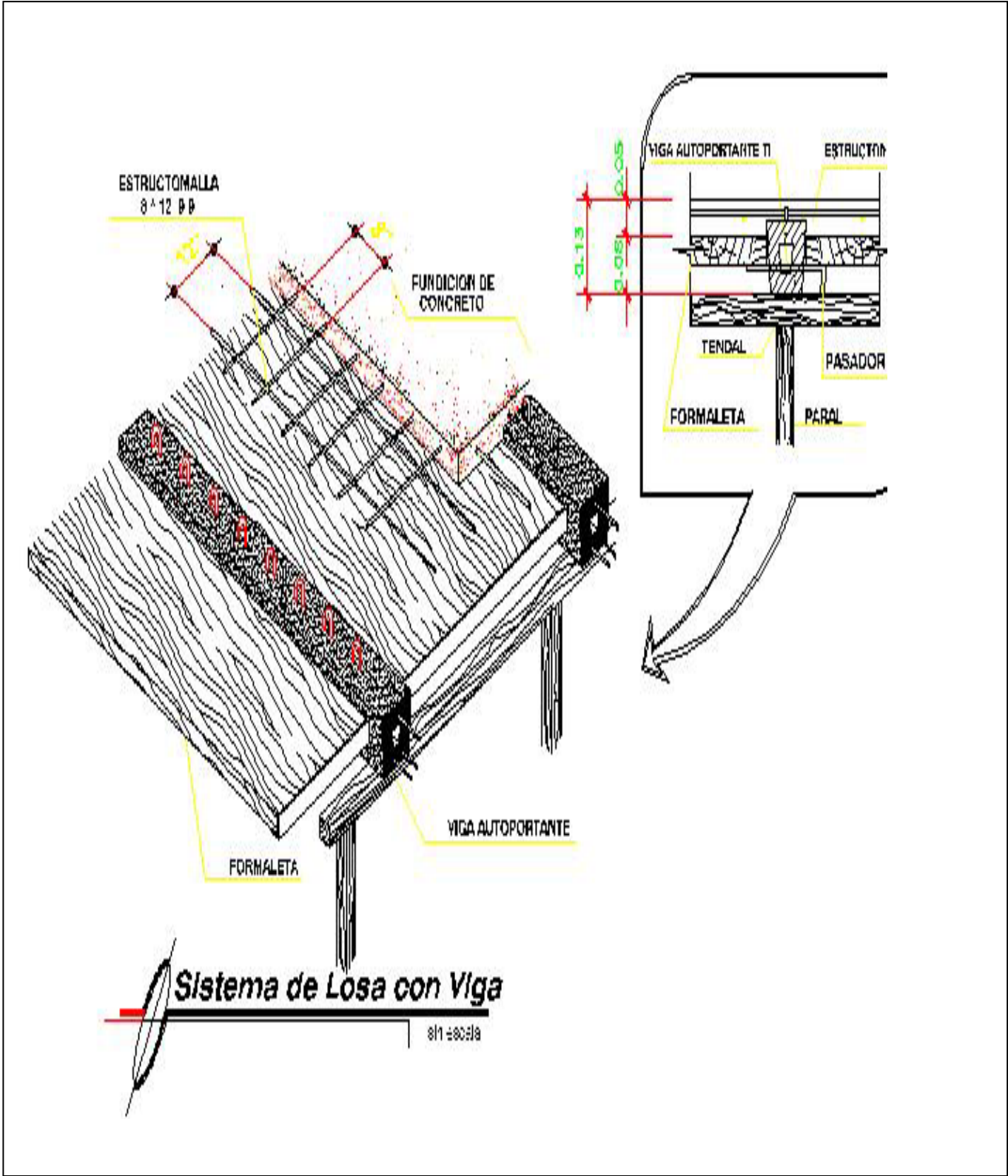




# ANEXOS





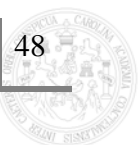
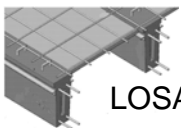


NOTA:

- ❖ La carga viva será de  $200\text{kg/m}^2$
- ❖ El peralte será de 0.15 mts. Terminado.
- ❖ La distancia máxima entre parales será de 2.00.
- ❖ Todas las viguetas llevarán un bastón de  $\varnothing 5\text{mm}$  de L/4 para anclaje.
- ❖ La malla de  $12 \times 8''$  9/9 fue aprobada por FHA según resolución No. 23-2004, de fecha 06/02/04.
- ❖ La separación a ejes entre viguetas es de 0.58m.
- ❖ El recubrimiento de concreto será de 0.05m.
- ❖ Los parales serán colocados en extremos de las viga auto soportantes
- ❖ Cuando la viga auto soportantes tenga una longitud igual o mayor a los 3.00mts. colocar una para al centro de la viga auto soportante.

LOSA:

Carga viva  $200\text{kg/m}^2$   
Carga muerta  $250\text{ kg/m}^2$   
 $f_c' = 210\text{ kg/cm}^2$   
 $f_y = 2810\text{ kg/cm}^2$   
espesor de 15 cms.



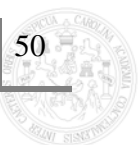
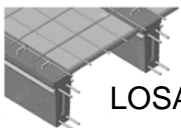




Muestra la distribución de las viguetas según el claro a cubrir así como la formaleta necesaria.



La vigueta se encuentra apoyada sobre la viga con un traslape de 10cms.



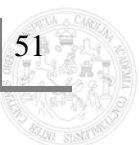
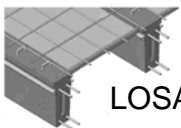


Demuestra la formaleta desde su parte inferior



Muestra el acabado final,  
En la parte inferior demostrado  
Así su aplicación en arquitectura  
Dando acabados más estéticos,  
como una mayor amplitud  
las diferentes área, a utilizar.

Las fotos fueron tomadas  
en un proyecto tipo comercial en  
Colombia.  
Este sistema puede ser implementado  
la vivienda guatemalteca.



## BIBLIOGRAFIA

### LIBROS

Building Code Requirements' for Reinforced Concrete  
"America Concrete Institute"

Parker- Ambrose  
Diseño Simplificado de Concreto Reforzado

G. Winter y A.  
Proyecto de Estructuras de Hormigón  
Editorial S.A.

Park W. Gamble,  
Losa de Concreto Reforzado,  
Editorial Limusa, S.A.

## TESIS Y DOCUMENTOS

Jorge Escobar  
Introducción a la Tipología Estructural

Edgar Roberto Navarro Quiñones  
Análisis de Resistencia de Losas Bajo el Efecto de Cargas Distintas

Juan José Escobar,  
Análisis de la losa Convencional  
Por un Método de un Momento Directos

Arq. Nery William García,  
Construcción de Viviendas Supervisión

Arq. Juna Carlos Zelaya A:  
Documento de Curso Construcción II

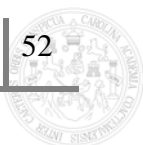
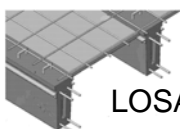
Luis Enrique León Avalos,  
Optimización de losas macizas Mediante la Incorporación de la Viga T  
Mayo 2005

Folleto técnico Megaproductos S.A.

Folleto técnico Precon S.A.

Folleto técnico Monlit

Folleto técnico Covintec



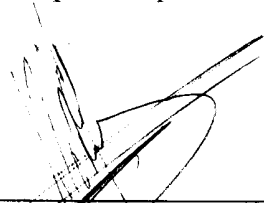
Arquitecto  
**CARLOS VALLADARES CERESO**  
Decano de la Facultad de Arquitectura  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Arquitecto:

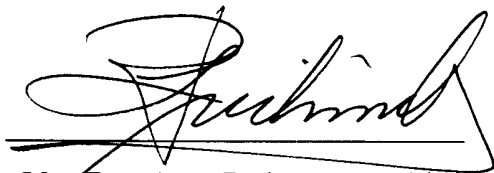
Reciba un cordial saludo de mi parte y esperando que todas sus actividades se realicen de la mejor manera.

El motivo de la presente es informarle que luego de haber revisado las correcciones solicitadas en el acta No. 114-2009 de examen privado del proyecto de graduación que lleva el título, **“LOSA PREFABRICADA SIN BOVEDILLA, SU APLICACIÓN EN ARQUITECTURA”**, sustentado por la estudiante Ruth Melissa Cuyùn Gaitán quien se identifica con el carnet 199610172, considerando que llena los requisitos para que continúe con los tramites correspondientes parra su graduación.

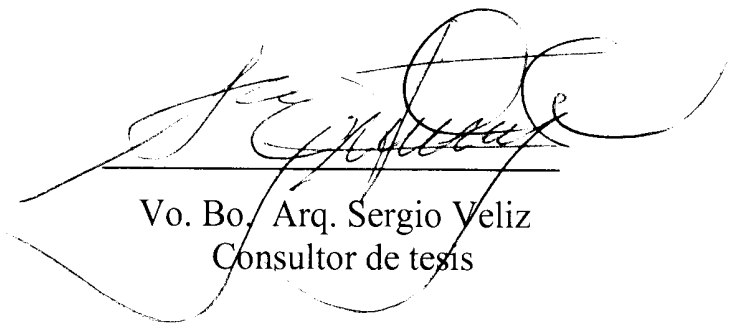
Me despido y agradezco de antemano su atención, esperando una respuesta positiva a mi petición.



Vo. Bo. Mohamed Estrada  
Asesor de tesis



Vo. Bo. Arq. Roberto Zuchini  
Consultor de Tesis



Vo. Bo. Arq. Sergio Veliz  
Consultor de tesis

Guatemala, 30 de septiembre de 2009.

Arquitecto  
**Carlos Enrique Valladares Cerezo,**  
Decano de la Facultad de Arquitectura,  
Universidad de San Carlos de Guatemala,  
Su Despacho.

Señor Decano:

Me complace dirigirme a usted para informarle, que he revisado el trabajo de Tesis de la alumna **Ruth Melissa Cuyùn Gaitàn** (Carnè 9610172), titulado **LOSA PREFABRICADA SIN BOVEDILLA, SU APLICACIÓN EN ARQUITECTURA.**

Después de haberle realizado satisfactoriamente las modificaciones sugeridas con relación a su ortografía y estilo, por este medio emito dictamen favorable para que continúe con los trámites previos a su graduación.

De usted atento y deferente servidor,



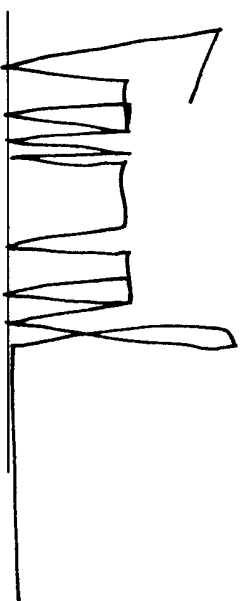
**Licenciado Héctor Eliú Cifuentes**  
Colegiado Activo 1073

Dirección:  
30 Avenida D 11-42 zona 7, Tikal I  
Teléfono 2473-9542  
E-mail: <tojchina@gmail.com>

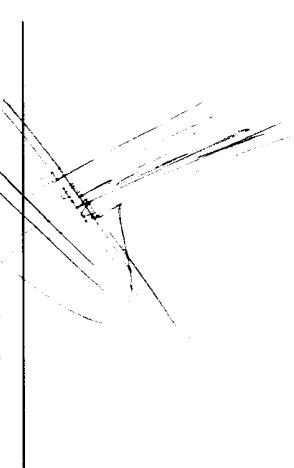
hecn



# IMPRIMASE



ARQUITECTO  
CARLOS VALLADARES CEREZO  
DECANO



ARQUITECTO  
MOHAMED ESTRADA RUIZ  
ASESOR DE TESIS



RUTH MELISSA CUYUN GAITAN  
SUSTENTANTE