

10
20j



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



La Obra Falsa en la Construcción

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
ENRIQUE ALVARADO MIRANDA



REGIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO. D. F.

1991



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

INDICE

I.- INTRODUCCION

II.- ELECCION DEL MATERIAL

II.1.- Generalidades	5
II.2.- Tipos de material	6
II.2.1.- Madera	6
II.2.2.- Acero	8
II.2.3.- Fibra de vidrio	9
II.2.4.- Madera contrachapada	10
II.2.5.- Plásticos	11

III.- APLICACIONES GENERALES

III.1.- Madera	12
III.2.- Acero	25
III.3.- Fibra de vidrio	27
III.4.- Triplay	27
III.5.- Plásticos	28

IV.- PROBLEMA ESPECIFICO

IV.1.- Diseño de una cimbra para una losa de concreto	30
IV.2.- Diseño de una cimbra para una trabe de concreto	37
IV.3.- Diseño de una cimbra para una columna de concreto	40

V.- ANALISIS DE FALLA EN LA OBRA FALSA	
V.1.- Generalidades	47
V.2.- Principales causantes de las fallas	48
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
VI.1.- Conclusiones	59
VI.2.- Recomendaciones	63
BIBLIOGRAFIA	69

I.- INTRODUCCION

Las construcciones de concreto armado son sin duda alguna la más popular en nuestro país.

El trabajar con el concreto armado se tiene la ventaja de adquirir con una infinita variedad de formas en comparación con las realizadas anteriormente como la piedra, la madera y el acero.

La cimbra es una estructura provisional cuya finalidad es soportar la construcción de una estructura permanente, hasta que ésta sea autosoportable.

En términos generales una cimbra se integra por dos estructuras:

- **Cimbra de Contacto.**
- **Obra Falsa.**

Cimbra de Contacto:

La función primordial es la del contener, configurar y darle el acabado deseado al concreto, de acuerdo al diseño de la estructura.

Obra Falsa:

Su función es la de soportar y mantener rígida la cimbra de contacto en posición y altura, especificadas en el proyecto. Esta constituida por elementos que deberán de trabajar estructuralmente.

Es muy común que una obra de concreto no se reconozca la importancia de la cimbra, ya sea por la dirección de la obra ó bien por el contratista sin tener en cuenta que es determinante en el costo total.

Cabe señalar que el costo de la cimbra en una obra de concreto puede representar de un 35% hasta un 60% del total del concreto.

Refiriéndonos al término cimbrado nos indica las operaciones que se realizan para la instalación de una ó bien de un sistema de cimbras.

Las especificaciones generales para la cimbra prestan atención especial a los siguientes aspectos:

a) **Confinamiento del concreto** para dar la forma según las dimensiones requeridas y suficientemente hermética para evitar fugas del mortero durante el colado del concreto.

b) **Resistencia suficiente** para soportar la presión originada por la colocación y vibrado del concreto.

c) **Rigidez adecuada** para limitar los desplazamientos de la sección estructural a las tolerancias y dimensiones especificadas.

d) **Tiempo determinado de permanencia de la cimbra** considerando cargas de construcción, el soportar el peso de concreto a tempranas edades y la posibilidad de recuperar las contrallevadas.

e) **Integridad de la estructura** mediante juntas de colado convenientemente localizadas y sujetas previamente a la aprobación del diseñador, restringiendo su localización a los sitios en que se debilite en menor grado la estructura.

La economía de una cimbra depende de diversos factores, puede pensarse que uno de los principales es el empleo de la mínima cantidad que proporcione la resistencia necesaria para garantizar un grado de seguridad razonable; sin embargo, aunque esta consideración es con respecto al peso de la estructura, es más importante lograr que las cimbras permitan un número elevado de usos, aunque esto implique un consumo superior de material como también de resistencia, esto con el fin de conseguir mayor durabilidad. El uso repetido de cimbra favorece disminuyendo el número de variaciones en las dimensiones de los elementos de la estructura de concreto.

Así es conveniente usar dimensiones de columnas así como también de vigas ajustadas a las medidas de el material disponible, como la estandarización de dimensiones y formas procurando que éstas sean sencillas, y escoger espaciamientos de columnas y de alturas en entre pisos que faciliten el uso múltiple de los moldes.

De gran importancia se le considera el preveer detalles constructivos en la cimbra que permiten un fácil descimbrado. Otro factor que influye de manera significativa en el costo es la planeación del uso de las cimbras.

También se debe de considerar las ventajas relativas de realizar colados pequeños y un trabajo con un programa largo como de cimbrar grandes porciones de la estructura de una vez, ó de recurrir a procedimientos que permitan un descimbrado rápido, tales como el uso de cementos de alta resistencia a edades tempranas, acelerantes ó curados con vapor.

Finalmente se puede llegar a establecer cual deberá de ser el objetivo básico en todo trabajo de cimbrado.

a) **Calidad**.- Está dada en términos de resistencia, rigidez, posición correcta y dimensiones de los moldes.

b) **Seguridad**.- Para los trabajadores y para la estructura de concreto u otro material.

c) **Economía**.- Nos determinará el costo mínimo sin descuidar en ninguna forma, la calidad y seguridad de la obra.

II.- ELECCION DEL MATERIAL

II.1 Generalidades.

Los materiales de las cimbras pueden ser establecidos por economía, necesidad ó por una combinación de los dos factores, cada material puede tener algún atributo específico que resolverá un problema en la construcción.

No obstante que en los últimos años se ha extendido considerablemente el uso de elementos metálicos ó plásticos para cimbrar; aún así la madera sigue siendo el material predominante.

El costo del material a emplearse en el cimbrado es uno de los aspectos de mayor importancia para la elección de un tipo sobre de otro. El costo de las cimbras puede referirse al metro lineal de un elemento de concreto, al metro cuadrado del sistema de piso ó al metro cúbico de concreto. El costo por metro cúbico variará con la relación entre la superficie cimbrada y el volumen de concreto del elemento estructural en cuestión.

También intervienen en el costo directo la mano de obra (para fabricación y descimbrado) y los materiales (accesorios). Al estimar costos, debe tomar en cuenta el número de usos y el desperdicio previsto.

II.2 Tipos de Materiales.

II.2.1 Madera:

La madera en la construcción se utiliza mucho por su elasticidad, alta resistencia comparada con su peso y de fácil labranza.

Clases de Madera:

Prescindiendo de la clasificación botánica algunas características de las clases de madera son:

a) **Duras.**- Arboles corpulentos y de crecimiento lento. Son muy resistentes y la madera es compacta.

b) **Blandas.**- Arboles de crecimiento rápido con madera densa y de baja resistencia.

A su vez la madera blanda se subdivide en tres grupos que son: la madera de patio, de taller y vigas.

Madera de Patio.- Se clasifica como selecta, de primera, segunda y tercera; La madera de patio es el tipo más usado para cimbras y en la construcción en general.

Madera de Taller.- Esta se utiliza en la fabricación de artículos de madera como muebles, pisos, puertas, etc.

Vigas.- Las vigas refuerzan los lugares donde se tienen mayores cargas, varían en tamaño empezando por las de 4 por 4 pulgadas (10 x 10cm) como el más usual.

c) **Resinosas.**- Generalmente son coníferas, más ligeras que las maderas duras y que resisten mejor la intemperie.

Los troncos resinosos se forman por dos capas anuales, una blanca y esponjosa la otra apretada y rojiza donde se concentra la resina, ésta última es la que da resistencia al árbol, por lo tanto es la que hay que atender para poder apreciar su calidad.

- Conservación de la Madera.

Algunas de las recomendaciones para la conservación de los miembros de madera son;

Desecación.- La savia que es vital para un árbol, se vuelve el mayor enemigo para la conservación de la madera, para ello, es conveniente su desecación (Natural ó Artificial) lo que evita la fermentación de la savia.

Desecación Natural.- Consiste en descortezar el tronco, depositándolo posteriormente en un lugar seco y en el cual circule a su alrededor el aire libre.

Desecación Artificial.- Se le conoce también con el nombre de desfleamar, consiste en quitar la savia de la madera mediante la inmersión en agua, ésto es dejar flotar el tronco en agua ó conduciéndolo por vías fluviales.

Alquitranamiento.- Consiste en recubrir las piezas de madera con una solución de alquitrán y aceite, con objeto de protegerla contra agentes externos y ataques de insectos.

11.2.2 Acero:

Debido a que la cimbra de madera tiene un número finito de usos y su costo es relativamente elevado, razón por la cual se buscan materiales resistentes y que su uso como cimbra sea más perdurable.

La cimbra de acero cuyo costo en el momento de adquirirlo es mayor, hace que se recupere por el número de usos que se le puede dar. Para colados repetitivos la cimbra metálica proporciona ventajas, tal como mayor rapidez de colocación.

- Elementos que constituyen la cimbra metálica.

Elementos de Contacto:

Al igual que en la cimbra de madera los elementos de contacto son los que contienen directamente al concreto, comercialmente se encuentra seccionada en módulos telescópicos que permite fácilmente su colocación y almacenaje.

Obra Falsa:

En la construcción los elementos metálicos como en la obra falsa son muy empleados por su resistencia y su durabilidad.

Una de las piezas más utilizadas como obra falsa metálica son los andamios tubulares, estos son puntales telescópicos con altura

graduable. La primera aproximación de ajuste de altura se hace fijando los tubos telescópicos a través de un pasador; este último permitirá la posterior afinación mediante un tornillo sinfín roscado en el tubo de la parte interior del andamio.

En comparación con la madera, el andamio tubular destaca por las siguientes ventajas:

- No necesita apoyos adicionales por su alta estabilidad.
- Puede colocarse a la altura que se desee.
- Es más seguro.
- No le afecta el fuego.
- Tiene un número incontable de usos y no se maltrata.

11.2.3 Fibra de Vidrio:

La fibra de vidrio ó fibra de cristal es una mezcla entre fibra sintética de sílice y una resina termoplástica con una gran maleabilidad y ligereza.

Esta formada por finísimas texturas de filamentos que se obtienen haciendo pasar por la masa de vidrio fundido por pequeñísimos orificios de una hilera. Se le encuentra comercialmente en forma de lana de vidrio.

La fibra de vidrio tiene muchas características de una masa vidriosa, pero algunas de sus propiedades son modificadas al reducirse su resistencia química. La resistencia de ésta depende

del contenido del vidrio y de la orientación de las fibras. Los resultados obtenidos están también íntimamente ligados con la resina escogida.

En la cimbra la fibra de vidrio se utiliza como elemento de contacto, permitiendo ahorro de tiempo en el cimbrado y descimbrado.

El acabado que da a la superficie de contacto como se mencionó anteriormente queda limpio y uniforme. En paneles también se utiliza este material, siendo fáciles de almacenar, limpiar y mantener.

11.2.4 Madera Contrachapada:

Una de sus formas más conocida como trabajada en el aspecto de cimbra es como el triplay, ésta proporciona muchas ventajas al diseñador de cimbras. Los tamaños estándar de estas hojas reducen las juntas en las superficies de recubrimiento, a su vez que las juntas a prueba de la intemperie y de altas temperaturas proporcionan suficiente resistencia al calor y a la humedad, lo cual hace del triplay un material adecuado para todas las aplicaciones de cimbra incluso también las delicadas.

Como el triplay es un material laminado, puede usarse para mantener la rigidez de bastidores de acero o de madera. La lámina debe de colocarse de manera que se obtenga la máxima ventaja de sus propiedades mecánicas, y también se deberán de analizar las deflexiones que pueden presentarse.

Es probable que se presenten situaciones en las que debido al diseño; maleabilidad de la mezcla y a la flexibilidad del material

sea tal que ocasione sacudimientos o vibraciones locales, estropeando así la superficie de concreto a pesar de que el triplay haya cumplido con las especificaciones concernientes a las deflexiones.

11.2.5 Plásticos:

Existen pocos materiales cuya tecnología tenga más que ofrecer al diseñador de las cimbras que la de los plásticos. La tecnología y producción de los plásticos han tenido gran impacto en los métodos de cimbrado y moldeado de concreto.

Los laminados de vidrio y las hojas termoplásticas son constantemente usados para producir superficies moldeadas complejas. Los contratistas y fabricantes de precolados usan resinas para colado y diversas fórmulas de materiales plásticos en la producción de moldes para formas de concreto complejas.

Generalmente, los plásticos para la fabricación de moldes pueden ser mezclados y moldeados por un experimentado comerciante del ramo, y siguiendo las instrucciones del fabricante pueden obtenerse buenos recubrimientos o moldes durables de plásticos.

Los recubrimientos prefabricados también se pueden obtener en diversas fórmulas que varían desde materiales rígidos hasta los frágiles.

Deben de seguirse las instrucciones del fabricante referentes a los lubricantes, modo de empleo y también los espesores del material a utilizar.

III.- APLICACIONES GENERALES.

Es esencial quienes están relacionados con todos los aspectos de la construcción de cimbras desde su construcción hasta su desmantelamiento, que también entienda plenamente las propiedades básicas de los materiales de que se dispone. Para diseñar adecuadamente las cimbras es necesario que se conozcan sus atributos y propiedades mecánicas.

Generalmente estas propiedades se hacen evidentes a partir de su aplicación práctica, pero existen propiedades que determinan la selección del material. Además de las características físicas, el diseñador de cimbras tiene que considerar los diversos factores al seleccionar un material; es necesario identificarlo y evaluarlo.

A continuación se muestran algunas de las múltiples aplicaciones de los diferentes tipos de materiales para cimbrar.

III.1 Madera:

La madera, que es el material tradicional usado en la construcción de cimbras y moldes, puede trabajarse y comprenderse fácilmente. Debido al rápido incremento en los costos de los materiales básicos y a los efectos de la inflación, la madera no es un material barato. El diseñador se enfrenta ahora al problema económico para el uso de la madera.

Los materiales derivados como materiales de recubrimientos, han proporcionado los mejores usos y han tenido gran impacto en los sistemas patentados de cimbras.

Actualmente aún se puede crear cimbra económica; además, si se maneja con cuidado, la madera puede usarse cientos de veces en marcos, estructuras y elementos similares aunque relativamente poco durables, sería interesante ver las correderas y apoyos a través de las distintas obras.

Aunque el diseñador esté interesado en las propiedades de la madera, no deberá descuidar las consideraciones prácticas y las preferencias según el lugar. Debe prestar atención a ciertos detalles que de otra manera pasarían inadvertidos al jefe de compras, al procurar éste la "mejor compra".

La madera se compra en tamaños comerciales que pueden obtenerse aserrando a mano o a máquina. Muchos usos dependen de la uniformidad del espesor que garantice el material del armazón para generar una superficie plana de cimbra. En algunas situaciones se ha empleado mucho tiempo y esfuerzo para acomodar y acuñar los elementos, con el objeto de solucionar las diferencias del grosor.

Idealmente, el material utilizado en las cimbras debería estar graduado según su resistencia; con el advertimiento de las técnicas de graduación de resistencias mecánicas, ésto ha vuelto una práctica usual en la realidad.

La madera deberá comprarse y tener también en cuenta las perforaciones y las marcas desgastan pronto a la madera. El

diseñador dispondrá de sus miembros estructurales de tal manera que se eviten perforaciones innecesarias.

En lo referente a la construcción, los miembros del armazón para una sección de cimbra proporcionarán mayor número de usos si se unen adecuadamente, a la vez que incluso las técnicas aparentemente costosas de juntas empotradas y apuntaladas producirán economías de uso repetido al ser empleadas en paneles o cimbras fabricadas en taller.

En obra, la madera puede fácilmente trabajarse a máquina utilizando herramientas a mano o sierras, aunque por el aumento del costo de la madera es necesario controlar estrictamente los cortes para evitar desperdicios.

La madera puede habilitarse fácilmente en tableros para cimbra y es ideal cuando se requiere para pocos usos en el cimbrado de columnas y de vigas no estándar. Los ajustes en los paneles y en la estructura de la cimbra requieren grandes cantidades de madera. También la madera puede utilizarse como base para paneles de triplay, aglomerados y también como material de recubrimiento.

Cuando los paneles se emplean como base para aplanados y acabados, rara vez entran en contacto con el concreto, por lo que se conservan fácilmente y pueden utilizarse varias veces. Si se utiliza la madera para tablero ya sean que se le den pocos usos o cuando se requieren acabados especiales, deben aplicarse aceites o aditivos desmoldantes para asegurar un desprendimiento perfecto de la superficie del concreto.

Como la madera es muy absorbente, se recomienda aplicar un sellador a la superficie, con el objeto de reducir la absorción. Esto es importante cuando se utilizan piezas de madera cortadas para obtener elementos de concreto con las huellas de la cimbra. Las diferencias de absorción producirán variaciones de permanencia en el tono o el color del concreto. El principal problema con la madera es la variedad inherente del material; por ejemplo, las variaciones en su sección y en sus dimensiones, ocasionándolos por el contenido de humedad y por los esfuerzos a que están sometidos los tableros rigidamente fijados por medio de una humectación o un secado diferencial. Para colar superficies especiales utilizando tableros, es necesario sellar previamente las juntas para evitar manchas de hidratación, marcas oscuras o de decoloración a lo largo de las juntas. Podría pensarse que deberá usarse en estos casos algo económico como un empaque de hule espuma para retener la humedad y los finos.

A continuación se mencionará una lista de las especies de madera más usuales en México, mediante un estudio realizado por la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

a) *Andira inermis*:

Nombres comunes: tololote, cuautololote, cuilimbuca, maquilla.

Usos.- Por el color y la figura de la madera, junto con sus excelentes características de torneado, se recomienda la fabricación de artículos como bastones, tacos de billar, mangos de paraguas y partes de muebles. Ha sido recomendable para la

manufactura de chapa, triplay y gabinetes de radio y televisión; además se utiliza para duelas, postes y vigas para casas y muebles.

b) *Aspidosperma megalocarpon.*

Nombres comunes: Pelmax, tzelcal, bayalté, huichichi, ballester, chicha, chichi, chichi colorado, telmax volador, colorado.

Usos.- Ha sido utilizada para durmientes de ferrocarril, vigas y estructuras de viviendas rurales, también en construcciones pesadas y para chapa o como madera aserrada. Se recomienda también para pisos.

c) *Astronium graveolens.*

Nombres comunes: gateado, gateado galán, jobillo palo de cera, palo de culebra, copaiva, k'ulinche, chaperla, jocotillo, usipoon, roron, amargoso.

Usos.- Se emplea en la ebanistería para muebles finos y como duela para pisos; en la construcción en general, especialmente en la pesada, y para los usos que requieren de una madera de una gran durabilidad natural como durmientes, para clises de imprenta, aisladores y de la chapa. Por su densidad y características de torneado se recomienda para la fabricación de artículos para la industria textil, tacos de billar, bolos de boliche, mangos para cepillos, herramientas y artesanías en general.

d) *Brosimun alicastrum.*

Nombres comunes: Ramón, ojite, ojoche oxnazareno, samaritano, Juan Diego, capomo apomo, mojú, ash, talcoite, a-agl, hairi, hairi-te, huje, huji, jauri, juskapu, lan-felá, moj-cuji, mojote, tlatlacoyic, tunumi-tajan.

Usos.- Se emplea como madera de construcción, para fabricar chapa, mangos para herramientas, cajas de empaque y duelas para pisos. Cuando se use en contacto directo con la tierra es necesario aplicarle un tratamiento.

e) *Bucida Buceras:*

Nombres comunes: purté, pukjté, cacho de toro.

Usos.- Se emplea para usos que requieran maderas resistentes tales como pilote, durmientes, construcciones pesadas, puentes, plataformas de vehículos, quillas y muebles. Se recomienda para pisos y para torneados.

f) *Bursera simaruba.*

Nombres Comunes: Chacá, palo mulato, piocha, quite, jiote, palo colorado, chacajiota, chacaj, chocahuite, mulato, palajjote, cohuite, copalilla, huk'up, lon-ghana-extzaca tusun, palo retinto, zongolica, suchicopal.

Usos.- Se emplea en la construcción de viviendas rurales, en la elaboración de chapa para triplay, para estacas de cercas, para postes de telégrafo y teléfono si se tratan de preservadores, para

la fabricación de muebles rústicos, artesanías en general, cajas de empaques, cerillos y centros de triplay.

g) *Calophyllum brasiliense*:

Nombres Comunes.- Barí, lecha maria, lecha amarilla, sakbalmaté, barilla, cedro cimarrón gluaya.

Usos.- Se emplea en la fabricación de durmientes, duelas, vigas para puentes, costillas y quillas para embarcaciones, accesorias agrícolas, mangos para herramientas, chapa y triplay, muebles, tejamanil, armazones, paredes exteriores e interiores y columnas.

h) *Calycophyllum candidissimum*.

Nombre Común: Camarón, palo de cascarón, canelo, chacali, madrón, palo colorado, palo calabaza, dagame.

Usos.- Se emplea para fabricar accesorias agrícolas, mangos para herramientas y cuchillería, para ejes y ruedas de carreta, para la fabricación de arcos, cañas de pescar.

i) *Ceiba pentandra*:

Nombres comunes: Ceiba, pochota, yaxché, piim, unup, cuypishin, púchute, tunuum, yaga-xeni, pish-tin.

Usos.- Se usa para la fabricación de canoas, balsas, y centros de triplay. Se recomienda para la manufactura de juguetes, papel secante, cajas de empaque.

j) *Cordia allidora*:

Nombres comunes: Bojón, bojón prieto, hormiguero, suchicuahua, amapa prieta, aguardientillo pajarito prieto, palo de rosa, rosadillo, soleria, bohúm-cueramu, laurel, pajarito, pajarito blanco, hormiguillo blanco, solerillo, tusa-tioco, abib, huite, popocotte, palo de viga.

Usos.- Se utiliza en la elaboración de maderas dimensionales, muebles, lambrines, cubiertas de embarcación puentes, mangos para herramientas y en la construcción de viviendas. Se recomienda para la fabricación de chapa triplay, instrumentos musicales, embarcaciones, artículos torneados, artesanías y viviendas populares.

k) *Enterolobiu cyclocarpum*.

Nombres comunes: Guanacaste, guanacastle, necaste, parota, orejín, picho, tiyohu, aguacaste, cascabel, cascabel sonaja, mo-ñito, nacascuahuitl, pich, ma-ta-cua-tze.

Usos.- Se ha utilizado para la construcción de canoas y abrevaderos, así como en la fabricación de muebles, lambrín, chapa y triplay.

l) *Guaiacum sanctum*.

Nombres comunes: Guayacán, palo santo, zon, zoon.

Usos.- Se recomienda para usos que requieran madera muy densa, pesada y resistente al desgaste causado por fricción.

m) *Guarea glabra.*

Nombres comunes: Cedillo, palo blanco chahalanté, trompillo de playa, behueco, behuco colorado.

Usos.- Se emplea en la construcción de viviendas rurales.

n) *Hura poliandra.*

Nombres comunes: Habillo, jabilla, haba de San Ignacio, solimanché, ovillo, palo villa, haba de Guatemala.

Usos.- Se utiliza para la fabricación de cajas, chapa y triplay. También en interiores de viviendas rurales y en carpintería en general.

o) *Hymenea courbaril.*

Nombres comunes: cuapinol, cuapinole, nere, lai-tus, tunditipi, pacuy, pakay, tzápushan.

Usos.- Se utiliza para ruedas de carreta, guillas, costillaje, cascos y cubiertas de embarcaciones, también en telares y muebles como pianos.

p) *Lonchocarpus castilloi.*

Nombres comunes: Machiche, machich, chacte, chenecté, chaperlo, canasín, balche, matachiche.

Usos.- Se utiliza en puentes y estructuras de viviendas rurales, carretas y ruedas de carreta, en la elaboración de chapa, triplay,

duela y parque. Se recomienda para durmientes, estacas y cruceros de postes para líneas de transmisión.

q) *Maclura tinctoria.*

Nombres comunes: Mora, moral, palo de mora, moral amarillo, tzitzig, tsit sir, fustic, cora lisa, mora de clavo, palo amarillo.

Usos.- Se utiliza en construcciones pesadas y durables como pilotes, postes, puentes, pontones y durmientes.

r) *Rhizophora mangle.*

Nombres comunes: Mangle rojo, mangle colorado, mangle tinto, condelón, tabaché, xtapche.

Usos.- Se usa para estacas, pilotes y carbón. Cuando el árbol es grande sirve para fabricar vigas para viviendas, puentes, durmientes y cubiertas para embarcaciones.

s) *Roseodendron donel-smithii*

Nombres comunes: Primavera, copal y palo blanco.

Usos.- Los dos usos propuestos son la fabricación de chapa y de muebles finos, también para lambrines, molduras y triplay. Se recomienda para aquellos usos que requieren de madera bella, fácil de trabajar y resistente a la intemperie.

t) *Simarouba glauca.*

Nombres comunes: Pas'ak, pasaque, pajul'te, zapatero aceituno negro, rabo de lagarto blanco, gusano.

Usos.- Se usa comunmente para la fabricación de cajas y construcción de interiores de viviendas.

u) *Spondias mombim.*

Nombres comunes: Jobo, ciruela, ciruela amarilla, ciruela del país, noma, zabac-abal, popucoa, ciruelo, hobo de zopilote, abo del monte, shipá, tu-ni, maxpill, ciruelo mango, mombin, quinim, lului, lulushotz.

Usos.- Se ha usado para cajas de empaque (de refrescos) y cerillos; así como para interiores de viviendas rurales, construcción de canoas y de estacas. Se recomienda para chapa y triplay.

v) *Sterculia apetala.*

Nombres comunes: Bellota, tepetaca.

Usos.- Se emplea en molduras, puertas, ventanas e interiores de vivienda. Se recomienda para chapa, triplay y en general, para usos donde se requiera madera liviana y fácil de trabajar.

w) *Terminalia amazonia.*

Nombres comunes: Canshán, canolte, cortes amarillo, tepesúchil, suchi-amarillo, sombreroete.

Usos.- Se emplea en construcciones en general, para durmientes, puentes, pisos, muebles, embarcaciones, artículos torneados, instrumentos musicales y chapa.

x) *Vitex gaumeri.*

Nombres comunes: Ya'axnil, yashacabté, nichté crucillo.

Usos.- Se usa para hacer catres, carretas, yugos de bueyes e instrumentos agrícolas. Se recomienda para palos de golf y todo uso donde se requiere una madera fácil de trabajar, con alta resistencia al impacto.

y) *Volchysis hondurensis.*

Nombres comunes: Maca blanca, cozalmeca, palo de tecolote, palo de brujo, teelpucuj, apestoso, corpus palo de agua, lagunillo ruanchap.

Usos.- Se utiliza para hacer canoas, cajas, embalajes, muebles baratos, fondos de cajones para muebles finos, chapa y triplay, también se utiliza para interiores y exteriores de viviendas.

A continuación se darán a conocer las formas en que se encuentra la madera comercialmente.

Por dimensiones.-

El material comúnmente usado en México para cimbras es de muy buena calidad, este viene en los siguientes gruesos nominales: $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3 y 4 pulgs. con un ancho de 4 pulgs. y longitudes de $8\frac{1}{4}$, 10, 12, 14, 16, 18 y 20 pies.

Polines:

Son maderas que se encuentran en dimensiones de 4 x 4, 3 x 3 y 3 x 4 pulgs.

Barrotes:

Se le llama a la madera aserrada de $\frac{3}{4}$ y de 1 pulgs. de espesor y de 1 a 4 pulgs. de ancho con una longitud de $8 \frac{1}{4}$ pies.

También se podrían marcar tres categorías:

a) Tablas y tablones.- Esta madera de 2 pulgadas de grueso y de más de 1 pulgs. de ancho. Las tablas con un ancho menor de 6 pulgs. se les puede llamar listones o barrotes. Estas en sus diferentes longitudes que son de $7 \frac{1}{4}$ pulgs., 10, 12, 14, 16, 18 y 20 pies.

b) Madera dimensional.- Madera con grosor de 2 a 4, pulgadas y de 2 ó más de ancho; por lo regular los largos son inferiores a los $8 \frac{1}{4}$ pies.

c) Cuadrados y vigas.- madera de 4 pulgadas o más en su tamaño. Las longitudes más comunes empiezan en los $8 \frac{1}{4}$ pies y van en aumento de múltiplos de 2, sin tolerancias en sus dimensiones.

III.2 ACERO.

El uso del acero en la fabricación de cimbras se debe a la particularidad y especificación de la estructura de concretos. Sobre los sistemas de cimbras patentados, se elige el acero por una serie de razones, entre las que destacan:

- Se pueden obtener, de este tipo de cimbra, una gran cantidad de usos.
- Es posible especificar tolerancias especialmente restringidas, para el acabado del concreto.
- Puede mecanizarse hasta cierto punto el sistema de cimbras.

Cada uno de estos aspectos pueden determinar el uso del tipo de material, por lo que es necesario que el diseñador lo tome en cuenta.

El acero se usa generalmente en secciones y placas estándar, según se compre, y es importante especificar cuidadosamente el material laminado que va a usarse en el recubrimiento.

La fabricación de elementos de acero concierne al ingeniero o al soldador, debido a que, en algunas ocasiones, se utiliza gran cantidad de soldadura. El diseño de una cimbra debe de llevarse a cabo utilizando el equipo disponible para fabricarla y con las técnicas adecuadas.

Cuando las cimbras han de usarse esporádicamente, quizá debido a las etapas de un contrato, conviene galvanizarlas para evitar la oxidación que ocurre después de cada uso. Aunque el

costo del galvanizado no es muy alto el proceso implica un gasto, por la utilización del "chorro de arena", por lo cual debe considerarse dentro del costo total junto con las utilidades que se obtendrán en la obra.

Las secciones de acero se usan a menudo como piezas completas, se les transporta de una obra a otra y se almacenan. No es sorprendente encontrar, en las bodegas de los contratistas, materiales de segunda mano y gran cantidad de piezas que se han trabajado por muchos años. Dentro de un pedido de módulos de acero es posible que se incluya, por error, una pieza por abajo del estándar; ésto causa problemas en las obras, por lo cual deberá revisarse bien la entrega. La selección debe efectuarla una persona debidamente calificada y antes de aprobar el pedido, verificar y anotar en una requisición los tamaños y las dimensiones de las secciones.

Una ventaja de las cimbras de moldes de acero es su gran resistencia, sobre todo cuando los miembros están soldados y constituyen parte integral de la cimbra; otro beneficio es que cuando están totalmente ensambladas, con sus refuerzos de acero ya colocados, pueden instalarse en su lugar como por ejemplo en la construcción de vigas pesadas y puentes. En las construcciones marinas los juegos completos de cimbras pueden unirse de manera similar e instalarse en su posición adecuada sin ningún problema. Las cimbras de acero pueden diseñarse incorporando cámaras para curado al vapor; utilizando aire, agua, aceite y vapor, ó elementos colados prestreforzados

Las cimbras de acero especiales en su mayoría son pesadas; ésto no representa un gran problema si se utilizan los malacates o una grúa viajera. El uso de acero reduce, generalmente, el

número necesario de puntales para poder contener la masa de concreto; ésto puede incluso convertirse en un factor a considerarse en la selección de los materiales.

III.3. FIBRA DE VIDRIO.-

La ventaja de trabajar con este tipo de material es que puede moldearse doblado ó acoplado para formar matrices complicadas ó complejas texturas y formas que puedan usarse repetidas veces. Este tipo de cimbra es utilizada para diseños especiales, como losas aligeradas que requieren de casetones.

Para evitar las concentraciones y distorsiones locales excesivas, se debe aplicar una carga de concreto uniforme a los moldes; además se deberá tener cuidado para evitar las deflexiones.

III.4. TRIPLAY.-

El uso de este material proporciona superficies libres de juntas y combaduras; cuando se recubre o se trata adecuadamente no deja huellas de grano fino en la superficie final del concreto. Se pueden obtener numerosos usos, especialmente en los paneles con bastidor y puede ocuparse más veces si el tratamiento incluye el sellado de los cantos, ya que éstos por su textura, absorben fácilmente la humedad; a la vez que un sólo hombre puede manejar convenientemente una hoja de triplay sin marco. En lo posible se deberá evitar el daño a los bordes, aunque las láminas de triplay se pueden recortar en obra; todos los orificios se pueden corregir rápidamente utilizando selladores epóxicos; sin embargo para la mayoría de las aplicaciones comerciales simplemente basta con introducir un tapón en el agujero para proporcionar un sello satisfactorio.

Cuando se utilizan hojas de triplay es conveniente, como en todos los casos aunque sea con diagramas simples que indiquen la ubicación de las hojas, con el objeto de impedir el corte indiscriminado con el consecuente desperdicio. Después de que se utilizó varias ocasiones el triplay para cimbra aparente, puede usarse para el cimbrado de acabado común; y como tercera etapa, las hojas pueden usarse para trabajo en el piso y finalmente para hacer tarimas.

En lo posible se deberán restringir todos los ajustes que se hagan sobre hojas de triplay, y las superficies cortadas ó taladradas deberán recubrirse antes de usarse para prevenir la humedad, la penetración de finos y la degradación local de las superficies.

Las ventajas del triplay consisten en que es posible doblarlo y aumentarlo con la adopción de técnicas de construcción a base de adhesivos o uniones roscadas, que ameritan el uso de la construcción compuesta. Esto se vuelve evidente cuando, por ejemplo, se usa un recubrimiento de triplay en unión con elementos que tienen rebajes y molduras hechas a máquina. Cuando se pega ó se enrosca, la resistencia alcanzada iguala a la de una sección de canal y así se logra un considerable rendimiento mecánico.

III.5. PLASTICOS.

Los recubrimientos plásticos pueden usarse para producir superficies texturizadas o como un medio para transferir azulejos o materiales similares sobre el elemento de concreto. En su forma simple los recubrimientos para colados se sujetan con cintas, ya sea sobre la cimbra ó contra ella. Cuando han de colarse superficies exóticas empleando moldes con relieves

profundos, o cuando las matrices para la transferencia de azulejos van sujetas a la cimbra, el colado debe hacerse hasta el acero de refuerzo, la cual se engancha a las caras de contacto. Un útil procedimiento constructivo, en el colado del recubrimiento, es el usar un material base postensado y lo suficientemente rígido para poder remacharse o atornillarse en la cimbra; pueden usarse resinas en el molde que al removerse pudiera resultar dañado.

Las piezas de ensamble y los elementos pequeños que sean particularmente vulnerables, ya sea durante el proceso de colado ó, al efectuar el manejo o anclaje pueden producirse fácilmente en obra, utilizando madera.

Las matrices simples son suficientes para la producción de moldes de plástico que pueden usarse rápidamente para colados en serie.

Las láminas termoplásticas pueden producir texturas y diseños en el concreto; están generalmente disponibles sólo en tamaños restringidos, pero pueden soldarse o unirse varias piezas individuales para formar tableros de tamaños adecuados.

Este tipo de láminas dan una superficie vidriada al concreto, lo que puede provocar fisuras; la cara de la lámina cuando es lisa e impermeable tiende a oscurecer parcialmente el concreto y, dependiendo del anclaje que se use, la flexibilidad de la lámina. La limpieza con chorro de arena o el baño con ácido suave mejorarán la apariencia de las superficies moldeadas con láminas termoplásticas. A su vez estas últimas pueden moldearse por medio del calentamiento y el formado vacío sobre un molde adecuado ya sea hecho yeso, resina, madera o acero.

IV. PROBLEMA ESPECIFICO.

Importancia de la Madera.

Ante la situación del incremento en el costo de los materiales básicos, la madera ya no es un insumo barato, aún así los materiales derivados de la madera han proporcionado los mejores usos y siguen teniendo la vigencia de uso más popular y accesible en nuestro país.

IV.1. Diseño de una Cimbra para una Losa de Concreto.

- La losa constará de un concreto normal de 2400 kg/m^3
- Con espesor de 15 cm
- Altura del piso al techo de 2.20 m
- Tablero de la losa de 4 x 4 m

Solución.

a.- Consideración de cargas para su diseño.

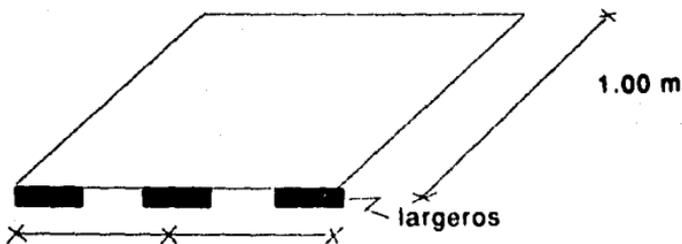
$$+ \text{Peso propio } 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0.15 = 360 \text{ kg/m}^2$$

$$+ \text{Carga viva}^* / = \underline{200 \text{ kg/m}^2}$$

$$560 \text{ kg/m}^2$$

*Carga viva es una carga de 100 kg/m^2 , más una de 100 kg . en el lugar más desfavorable.

b.- Utilización del entarimado usando tabloncillos de 1 pulg. de espesor (aproximadamente $25/32$ pulg = 1.98 es el espesor efectivo). Tomando una franja de 1 m. de ancho.



$$I = bh^3/12 = 100(1.98^3)/12 = 64.69 \text{ cm}^4$$

$$s = bh^2/6 = 100(1.98^2)/6 = 65.34 \text{ cm}^3$$

Por flexión (de tabla del Reglamento de Construcciones del D.D.F.):

$$f = 196 \times 0.4$$

$$f = 196(0.4) = 78.4$$

$$L_{\text{máx}} = 0.32 \sqrt{fs/w} = 0.32 \sqrt{(78.4 \times 65.34)/560} = 0.97 \text{ m}$$

Por flecha:

$$L_{\text{máx}} = 0.033 \sqrt[3]{EI/w}$$

$$E = 196,000 \times 0.4 = 196,000(0.4) = 78,400 \text{ kg/cm}^2$$

$$L_{\text{máx}} = 0.033 \sqrt[3]{[78,400(64.69)]/560} = 0.69 \text{ m}$$

Se usarán largeros a cada 0.70 m, lo cual da 6 espaciamentos para los 4 m del ancho del tablero.

c.- Dimensionamiento de largeros y espaciamento de vigas:

utilizando largeros de 5x10 cm (utilizando el 80% de espesor efectivo):

$$I = bh^3/12 = 4(10^3)/12 = 333.33 \text{ cm}^4$$

$$S = bh^2/6 = 4(10^2)/6 = 66.67 \text{ cm}^3$$

Carga en los largeros:

$$560 (0.7) = 392 \text{ kg/m}^2.$$

Por flexión:

$$L_{\text{máx}} = 0.32 \sqrt{(fs)/w} = 0.32 \sqrt{[78.4(66.67)]/392} = 1.17 \text{ m.}$$

Por flecha:

$$L_{\text{máx}} = 0.033 \sqrt[3]{EI/w} = 0.033 \sqrt[3]{[78,400(333.33)]/392} = 1.34 \text{ m.}$$

Por corte:

$$L_{\text{máx.}} = 23.33bh/w = 23.33 (4)(10)/392 = 2.38 \text{ m}$$

Ya que el tablero mide 4m. se usan 4 claros de 1 m. que será el espaciamiento de las vigas mdrinas.

d.- Dimensionamiento de vigas mdrinas y espaciamiento de puntales.

Usando mdrinas de 5 x 15 cm. (utilizando el 80% del espesor efectivo):

$$I = 4(15)^3/12 = 1125 \text{ cm}^4.$$

$$S = 4(15)^2/6 = 150 \text{ cm}^3.$$

$$W_{eq} = 560 \times 1 \text{ m} = 560 \text{ kg/m}^2.$$

Por flexión:

$$L_{\text{máx}} = 0.32 \sqrt{fs/w} = 0.32 \sqrt{[78.4(150)]/560} = 1.47 \text{ m.}$$

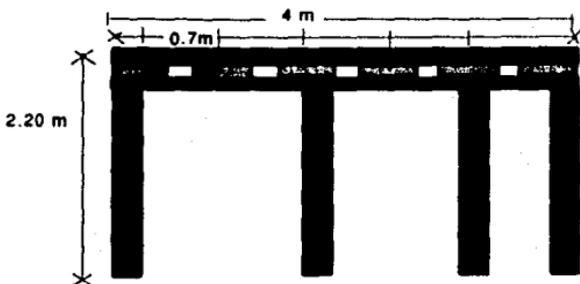
Por flecha:

$$L_{\text{máx}} = 0.033 \sqrt[3]{EI/w} = 0.033 \sqrt[3]{[78,400(1,125)]/560} = 1.78 \text{ m.}$$

Por corte:

$$L_{\text{máx}} = (23.33bh)/w = [23.33(4)(15)]/560 = 2.50 \text{ m.}$$

Para el ancho de 4 m. se usarán puntales de 1.5 m.



e.- Cálculo de puntales

$$\text{Area tributaria} = 1.0(1.5) = 1.5 \text{ m}^2$$

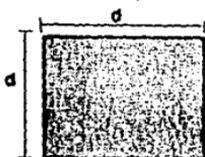
$$\text{Carga} = \cdot 560 \text{ kg/m}^2$$

$$P = 840 \text{ kg}$$

Esfuerzo admisible a compresión paralelo a la fibra:

$$f_c = 143.5(\phi) = 143.5(0.4) = 57.4 \text{ kg/cm}^2$$

Probando puntales de 2x2 pulg. :



$$d = 1 \frac{5}{8} \text{ pulg.} = 4.13 \text{ cm} \quad L/d = 197/4.13 = 47.7$$

$$A = 17.05 \text{ cm}^2$$

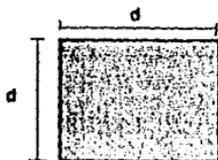
de la tabla de Reglamento de Construcción
del D.D.F:

$$E = 238,000(\phi) = 238,000(0.4) = 95,200$$

$$C = 0.3E / (L/d)^2 = [0.3(95,200)] / (197/4.13)^2 = 28,560 / 2,275.27 = 12.55$$

$$P_{adm} = 12.55(17.05) = 213.97 > 840 \therefore \text{No pasa.}$$

Probando puntales de 3x3 pulg.



$$D = 2 \frac{5}{8} \text{ pulg.} = 6.67 \text{ cm.} \quad L/d = 197/6.67 = 29.53$$

$$A = 6.67^2 = 44.49 \text{ cm}^2$$

$$C = [0.3E] / (L/d)^2 = [0.3(95,200)] / (197/6.67)^2 = 28,560 / 872.3 = 32.74$$

$$P_{adm} = 32.74(44.49) = 1,456.6 > 840 \text{ kg} \therefore \text{Si pasa.}$$

f.- Revisión de esfuerzo de compresión en los apoyos:

$$\text{Area de apoyo} = 4.13(6.67) = 27.55 \text{ cm}^2$$

Esf. admisible perpendicular a la fibra

$$54.20(0.4) = 21.68 \text{ kg/cm}^2.$$

$$f = 840/27.55 = 30.49$$

$$\text{Area req.} = 840/21.68 = 38.74$$

Usando placa de 2 x 5 pulgs. ($1 \frac{5}{8} \times 5$ pulg.)

$$A = 4.13(12.7) = 52.45$$

Apoyo en la viga madrina

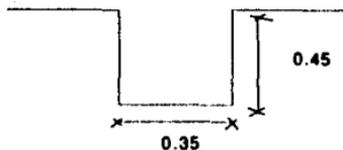
$$A = (4.13)^2 = 17.06 \text{ cm}^2$$

Carga de largeros sobre la viga madrina

$$C = 560(0.75)(1.0) = 420 \text{ kg}$$

$$f = 420/17.06 = 24.62 \text{ kg/cm}^2$$

VII.3. DISEÑO DE CIMBRA PARA UNA TRABE DE CONCRETO.



- Viga de 0.35 x 0.45 m.

- El concreto será de un peso volumétrico normal ($2,400 \text{ kg/m}^3$) y se usará madera con densidad de 0.4.

Solución:

a) Tablado de fondo:

Cargas

- Muertas = $0.35(0.45)(2,400) = 378 \text{ kg/m}$.

- Carga viva = $0.35(200) = \underline{70 \text{ kg/m}}$.

448 kg/m.

Usando tablón de 1 pulg. de espesor; el espesor efectivo es de $25/32 \text{ pulg.} = 1.98 \text{ cm}$

$$bh = 35(1.98) = 69.3 \text{ cm}^2$$

$$S = bh^2/6 = 35(1.98)^2/6 = 22.87 \text{ cm}^3$$

$$I = bh^3/12 = 35(1.98^3)/12 = 22.64 \text{ cm}^4$$

Por flexión:

$$f = 196 \times 0.4 = 78.4$$

$$L_{\text{máx}} = 0.32 \sqrt{fs/w} = 0.32 \sqrt{78.4(22.87)/448}$$

$$L_{\text{máx}} = 0.64 \text{ m.}$$

Por flecha:

$$E = 196,000(0.4) = 78,400$$

$$L_{\text{máx}} = 0.033 \sqrt[3]{EI/w} = 0.033 \sqrt[3]{78,400(22.64)/448} = 0.52$$

Por corte:

$$L_{\text{máx}} = 23.33bh/w = 23.33(35)(1.98)/448 = 3.61$$

∴ se usarán apoyos cada 50 cm.

Cálculo del travesaño lateral:

Cargas en la losa

- Peso propio del concreto 240 kg/m^2

- Carga viva 200 kg/m^2

440 kg/m^2

$$f = 196 \times 0.4 = 78.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Cargas en travesaño} = 440(0.784)/2 = 172.48$$

Por flexión:

$$S = 10w^2/l = 10(172.48)(1^2)/78.4 = 22 \text{ cm}^3$$

Por flecha:

$$1/360 = (1w^4/128EI) \cdot 10,000$$

$$I = (360w^3/128E) \cdot 10,000$$

$$I = 360(172.48)(1^3)(10,000)/128(78,400) = 61.87 \text{ cm}^4$$

Por corte:

$$bh = 1w/23.33 = 172.48(1)/23.33 = 7.39$$

Usando travesaños de 2x4 pulg.

$$bh = 4.13(10.16) = 41.96 \text{ cm}^2$$

$$I = 4.13(10.16^3)/12 = 360.95 \text{ cm}^4$$

$$S = bh^2/6 = 4.13(10.16^2)/6 = 71.05 \text{ cm}^3$$

Determinando la carga sobre los puntales:

Por trabe:

$$448 \text{ kg/m}(0.5 \text{ m}) = 224 \text{ kg}$$

$$2(172.48)(0.5\text{m}) = 396.48 \text{ kg.}$$

Se eligen puntales para una carga de 400 kg

IV.3 DISEÑO DE CIMBRA PARA UNA COLUMNA DE CONCRETO

-Sección de columna 40x40 cm

-Altura de la columna 2.50 m (8.57 pies).

temperatura 15° C.

a) Presión lateral

$$P = 150(9,000) \text{ r/t}$$

$$P = \text{lb/pie}^2$$

$$f = 196\forall = 196(0.6) = 117.6$$

$$L_{\text{máx.}} = 0.32 \sqrt{117.6(26.14)/2,304} = 0.37 \text{ m}$$

Por flecha

$$L_{\text{máx}} = 0.033 \sqrt[3]{EI/W}$$

$$E = 196,000\forall = 196,000(0.6) = 117,600$$

$$L_{\text{máx}} = 0.033 \sqrt[3]{117,600(25.87)/2,304} = 0.36 \text{ m}$$

Por corte

$$L_{\text{máx.}} = 23.33bh/w = 23.33(45)(1.98)/2,304 = 0.90 \text{ m}$$

usar $e_1 = 0.35\text{m}$

$$P_2 = 6,000[(2.50 - 0.45)/2.50] = 4,920 \text{ kg/m}^2$$

$$w = 4,920 (0.40) = 1,968 \text{ kg/m}$$

Por flexión

$$L_{\text{máx}} = 0.32[117.6(26.14)/1,968] = 0.40\text{m}$$

Por flecha

$$L_{\text{máx}} = 0.033 \sqrt[3]{117,600(25.87)/1,968} = 0.38\text{m}$$

Por corte

$$L_{\text{máx}} = 23.33(45)(1.98)/1,968 = 1.056 \text{ m}$$

$$e_2 = 0.35 \text{ m}$$

$$P_3 = 6,000(2.50 - 0.80/2.50) = 4,080 \text{ kg/m}^2$$

$$w = 4,080(0.40) = 1,620 \text{ kg/m}$$

Por flexión

$$L_{\text{máx}} = 0.32 \sqrt{117.6(26.14)/1,620} = 0.44 \text{ m}$$

Por flecha

$$L_{\text{máx}} = 0.033 \sqrt[3]{117,600(25.87)/1,620} = 0.41 \text{ m}$$

Por corte

$$L_{\text{máx}} = 23.33(45)(1.98)/1,620 = 1.28 \text{ m}$$

$$e_3 = 0.40 \text{ m}$$

$$P_4 = 6,000(2.50 - 1.20)/2.50 = 3,120 \text{ kg/m}^2$$

$$w = 3,120(0.40) = 1,248 \text{ kg/m}$$

Por flexión

$$L_{\text{máx}} = 0.32 \sqrt{117.6(26.14)/1,248} = 0.50 \text{ m}$$

Por flecha

$$L_{\text{máx}} = 0.033 \sqrt[3]{117,600(25.87)/1,248} = 0.44 \text{ m}$$

Por corte

$$L_{\text{máx}} = 23.33(45)(1.98)/1,248 = 1.66 \text{ m}$$

$$e_4 = 0.40 \text{ m}$$

$$P_5 = 6,000(2.50-1.60)/2.50 = 2,160 \text{ kg/m}^2$$

$$w = 2,160(0.40) = 864 \text{ kg/m}$$

Por flexión

$$L_{\text{máx}} = 0.32 \sqrt{117.6(26.14)(864)} = 0.60$$

Por flecha

$$L_{\text{máx}} = 0.033 \sqrt[3]{117,600(25.87)/864} = 0.502 \text{ m}$$

Por corte

$$L_{\text{máx}} = 23.33(45)(1.98)/864 = 2.4 \text{ m}$$

$$e_5 = 0.50 \text{ m}$$

$$P_6 = 6,000(2.50-2.10)/2.50 = 960 \text{ kg/m}^2$$

$$w = 960(0.40) = 384 \text{ kg/m}$$

Por flexión

$$L_{\text{máx}} = 0.32\sqrt{117.6(26.14)/384} = 0.9 \text{ m}$$

Por flecha

$$L_{\text{máx}} = 0.033\sqrt[3]{117,600(25.87)/384} = 0.65 \text{ m}$$

Por corte

$$L_{\text{máx}} = 23.33(45)(1.98)/384 = 5.4 \text{ m}$$

Para el diseño de yugos, se toma en cuenta que éstos estarán trabajando a flexotensión. Deberán tener una proporción de tal manera que:

$$P/A + M/S \text{ fm}$$

para el yugo 2

$$P_2 = 4,920 \text{ kg/m}^2$$

$$q = 4,920(0.35) = 1,722 \text{ kg/m}$$

$$p = 1,722 (0.40)/2 = 344.4 \text{ kg}$$

$$M = qL^2/10 = 1,722(0.40^2)/10 = 27.55 \text{ kg/m} = 2,755 \text{ kg/cm}$$

$$S_{req} = M/P = 2,755/117.6 = 23.43 \text{ cm}^3$$

Probando una tira de $1\frac{1}{2} \times 4$ pulg. (espesor efectivo $1\frac{5}{16}$ pulg. = 3.33 cm)

$$A = 3.33(10.16) = 33.83 \text{ cm}^2$$

$$S = bh^2/6 = 3.33(10.16^2)/6 = 57.29$$

$$P/A + M/S = (344.4/33.83) + (2,755/57.29) = 10.18 + 48.09 = 58.27$$

$$f_m = 196\% = 196(0.6) = 117.6 > 58.27 \therefore \text{Sí cumple.}$$

V. ANALISIS DE FALLA EN LA OBRA FALSA.

V.1. GENERALIDADES.

Si definimos como falla el derrumbe, éstas serían relativamente pocas; pero si la consideramos como toda discrepancia entre los resultados esperados y los observados, de un proyecto tenemos un enfoque más lógico y real.

Con frecuencia ciertos desplazamientos indeseables se descubren en las obras, uno se podría preguntar si se tratan de verdaderas fallas; pero ya sea que se presente o no, estos resultados inesperados siempre conllevan litigios prolongados y costosos, durante los cuales los expertos son exhaustivamente interrogados por los abogados de sus clientes y los defensores en sus intentos de llegar a establecer la "causa determinante" de la falla o del incidente.

También podemos afirmar que las fallas se definen como un comportamiento estructural que no concuerda con las condiciones de estabilidad esperadas en los diseños; proceder que hace necesario las reparaciones. Las fallas también son un comportamiento que no cumple con las funciones a las que estaba destinada la estructura terminada. Estas aparecen en todo tipo de estructuras ya que sean grandes o pequeñas; altas o bajas; mínimas o monumentales.

Las fallas que presenta el cimbrado no implica necesariamente una ruptura o un colapso en el sistema; sin embargo, los resultados producidos por éstas pueden ser igualmente drásticas, tomando en cuenta los daños y las pérdidas que se sufren.

La mayor parte de las fallas en el cimbrado, es consecuencia de algún diseño erróneo o de una falla de especial cuidado en la construcción y en el descimbrado. Es importante que todas las que se produzcan en el cimbrado se examinen a fin de poder determinar cómo ocurrieron y cuál es la mejor manera de prevenirlas en trabajos similares posteriores.

V.2. PRINCIPALES CAUSANTES DE LAS FALLAS.

1).- **Descimbrado Prematuro:** es uno de los motivos más comunes en las fallas, éstas se producen cuando se quita la cimbra antes de que el concreto tenga la resistencia necesaria para autosoportarse.

Quitar los puntales cuando no están en condiciones adecuadas, es otra de las causas frecuentes. Cuando los métodos de descimbrado o reapuntalamiento son deficientes, puedan producir el encombamiento de parte de la estructura de concreto y la aparición de grietas.

El tamaño desigual de los largeros y la separación inadecuada entre madrinas y yugos, son factores también de gran

importancia, ya que la falta de una buena planeación puede causar colapsos durante la construcción, así como un daño en la estructura final.

Existen otras causas que van desde el diseño inicial hasta las erecciones y ensamblaje de las cimbras; exceso de cargas verticales, éste último puede ocurrir cuando una carga extra de concreto es vaciada sobre una parte de la losa ya colada o que exista una concentración de equipo y materiales en alguna sección de la estructura temporal.

2).- **Contraventeo inadecuado:** uno de los principales objetivos del contraventeo es prevenir cualquier pequeño accidente, que como consecuencia puede producir una catástrofe. El mal contraventeo, tanto transversal como horizontal, son casos muy frecuentes; es preferible que se gaste una cantidad mayor de dinero para proveer de elementos diagonales de contraventeo y así evitar posibles desastres; cuando una falla ocurre en un punto, si el contraventeo es inadecuado causará un colapso mayor y se extenderá por toda la estructura.

3).- **Vibrado:** las cimbras llegan a fallar cuando los elementos que la soportan se desplazan debido a vibraciones, que pueden ser causados por el continuo movimiento de hombres y equipo o por efecto del vibrado del concreto para su consolidación. Esto debe tomarse en cuenta, ya que la consecuencia puede ser, también, un colapso.

4).- **Suelo inestable:** en la colocación de puntales y durmientes no hay que descuidar ciertas recomendaciones, una de las cuales es la evitar a toda costa instalar estos elementos sobre tierra congelada; la humedad y el calor que provoca el colado o el

cambio de temperatura, origina que el suelo se descongele, lo que produce hundimientos que son tremendos para la estructura en cuestión.

La inestabilidad del suelo puede ser un problema muy grande siempre y cuando las condiciones climatológicas sean extensas. Hay que tomar en cuenta que en nuestro medio las nevadas o heladas son muy poco frecuentes, por lo que debemos de darle poca atención a este fenómeno; pero el plomeado de los puntales juega un factor importante.

5).- Mal control del colado: la temperatura y la velocidad del colado de concreto son factores que tienen gran influencia en el desarrollo de presiones laterales, que actuarán en los moldes. Si la temperatura desciende durante el proceso de construcción, la velocidad de colado tendrá que ser disminuida, para prevenir un incremento de la presión lateral y así evitar sobrecargas en la cimbra; si esto no se hace es de esperarse un colapso.

La omisión de la regularización adecuada de la velocidad de colado y la colocación de concreto, en superficies horizontales o curvas, puede producir el desbalanceo de la estructura y consecuentemente la falla.

El Grupo American Institute of Architects con sede en Nueva York resumieron las causas de fallas, con una serie de detalles, entre los que destacan:

a.- Una práctica frecuentemente errónea es la de cambiar el diseño sin el conocimiento del diseñador original.

b.- Otro error, que conduce a la falla, es el dibujo de mala calidad y la insuficiente revisión de los planos.

c.- La verificación y supervisión en busca de errores, es un gasto adicional en el diseño pero se justifica hasta el último centavo.

d.- Muy a menudo los contratos para diseños excluyen partidas para la supervisión de la construcción.

e.- Las omisiones en el diseño excluyen partidas para la supervisión de la construcción.

f.- Las omisiones en el diseño incluyen un número de errores que se repiten con frecuencia, por ejemplo:

- El estudio inadecuado de los efectos térmicos.

- El apoyo insuficiente por amarres con los muros y fallas resultantes en muros o dinteles.

- El acero de refuerzo muy corto o traslapes insuficientes o mal dispuestos.

- Los refuerzos de corte y flexión omitidos en las vigas.

g.- Las prácticas viciadas de construcción abarcan errores de omisión, tales como:

- Demasiados orificios provisionales en la estructura.

- Montaje de la estructura completa sin conexiones permanentes o sin la instalación del sistema de pisos.

- Arriostramiento defectuoso.

h.- Algunas veces el arriostramiento provisional adecuado es insuficiente.

Otro aspecto de suma importancia, a considerar en cualquier clase de diseño, es la seguridad. Las disposiciones del cimbrado deben prepararse para facilitar un acceso seguro, para quienes vayan a utilizarlo; el trabajo que se lleva a cabo en forma improvisada y casual, durante la construcción, propicia un grave peligro; aunque en muchas ocasiones cuando el trabajo ha sido planeado con cuidado debido a modificaciones imprevistas.

Los sistemas mejor planeados, pueden fallar debido a la falta de comunicación entre el diseñador y el constructor.

Desde hace mucho tiempo se ha considerado al cimbrado como una actividad crítica de construcción, especialmente donde se ha empleado disposiciones provisionales. Siempre se han dado discrepancias entre los contratistas al considerar si el cimbrado esta dentro del campo de acción del fabricante especializado ó del operador semiespecializado. Por desgracia, mientras ésto no se aclare, los accidentes serán potenciales.

Los **accidentes** se pueden clasificar de la siguiente manera.

a.- Los causados por un diseño erróneo; éstos son causados por un conocimiento deficiente de las cargas de la cimbra; además de los esfuerzos de las presiones y de las fuerzas que se forman dentro de los moldes. Los accidentes que se derivan de un diseño inadecuado, incluyen aquellos que presentan una incompleta evaluación de las presiones, que son producto de un

el área de apoyo, que se encuentra entre los elementos adyacentes que transmiten la fuerza, es insuficiente.

b.- Los causados por una construcción débil y mal uso de los materiales; éstos son particularmente problemáticos, porque a menudo ocurren después de haberse invertido un gran esfuerzo en la preparación cuidadosa de los planes y el método a seguir. Dichos accidentes suceden cuando, por descuido o falta de preparación, han sido adoptados algunos métodos incorrectos o por ensamblar deficientemente los materiales e incluso se deben al desplazar los elementos principales de tal manera que las partes adyacentes del cimbrado han sido sobre-reforzadas

Los accidentes causados por un mal montaje son aquellos en que los puntales ajustables están mal situados o planeados. También cuando las juntas delgadas se desplazan, permitiendo grandes deflexiones de la superficie de contacto y cuando la cimbra se somete a una carga excesiva.

c.- Los causados por factores que, normalmente están considerados fuera de control del diseñador o supervisor del cimbrado; se puede afirmar que la habilidad del diseñador o del supervisor de la cimbra los capacita para poder prevenir la mayor parte de los peligros; obviamente con tantas actividades que se llevan a cabo durante las operaciones de la construcción existen un sinnúmero de peligros, o bien, éstos se presentan durante el proceso de construcción. Los riesgos ocasionados cuando la cimbra está en uso, o después de que ha sido utilizada, son aquellos en que los puntales se han aplicado cargas excesivas adicionales sobre el concreto recién colado.

d.- Los causados por una deficiente mano de obra o por una mala interpretación de los instrumentos; al realizar la primera inspección la mayoría de los accidentes que se encuentran dentro de esta clasificación, parecen ser consecuencia de los ya mencionados anteriormente. Sin embargo, hay ciertos percances que están relacionados con el personal y con el trabajo que éste lleva a cabo. Como sucede en casi todas las situaciones donde el elemento humano se encuentra involucrado, esto se reduce a la falta de comunicación; desafortunadamente gran parte de los accidentes son consecuencia de un mal desarrollo del trabajo o de escasa amortiguación y, como el éxito del cimbrado recae sobre la destreza personal, obviamente constituye un campo de acción difícil de definir y de controlar.

A pesar de que todas las personas que trabajan en la obra sepan lo que deben hacer, ya sea por propia experiencia en el ramo o por un método establecido, se presentan accidentes debido a que se ha pretendido lograr un ritmo más rápido de lo debido y obtener algunos ahorros con ello. Hay que recordar que la comunicación es un proceso que se establece en dos direcciones; un accidente puede ocurrir como resultado de una mala comunicación entre el diseñador y el supervisor de las operaciones del cimbrado.

A continuación se dan algunos aspectos sobre las posibles causas de defectos en los acabados del concreto, como también los problemas para las superficies aparentes y decorativas.

PROBLEMAS Y CAUSAS PROBABLES.

- Variación de color:

Inconsistencia en el mezclado y colado; en los tiempos de curado y descimbrado o variación en el esfuerzo de compactación y en las diferentes condiciones de superficie de contacto de la cimbra.

- Superficies manchadas:

Tratamiento incorrecto de la superficie o por aplicación deficiente de aceite o aditivo desmoldante.

- Superficies moteadas o parchadas:

Excesiva vibración local causada por la deflexión de los paneles o por una técnica de comparación inadecuada.

- Dilatación de la superficie:

Cantidades excesivas de aditivo desmoldante.

- Descarapelado o desgarramiento de la superficie:

Cantidad insuficiente de aceite o aditivo desmoldante; descimbrado temprano o deficiencias en la adherencia de los finos durante las primeras etapas del colado.

- Daño excesivo de las esquinas:

Descimbrado temprano, compactación deficiente.

-Escurrimientos:

Omisión de los sellos o juntas; traslape inadecuado con el nivel de colado anterior; amarres de la cimbra mal colocados; deflexión local en el apoyo o falta de continuidad en la cimbra.

- Grietas en las superficies aparentes:

Apoyos rígidos que limitan las contracciones del concreto o utilización de una fuerza, para descimbrar, mayor a la requerida.

- Burbujas de aire:

Proporción deficiente en la mezcla; compactación inadecuada; superficie impermeable de la cimbra o colado incorrecto del concreto induciendo aire.

- Sangrado:

Proporción deficiente en la mezcla; cimbra de contacto delgada o deflexión excesiva de la superficie.

-Grietas en la superficie:

Pérdida en el recubrimiento; asentamiento después de la compactación o incorrecta colocación del acero de refuerzo, lo que impide la compactación.

- Capas superfluas o secreciones:

Probablemente, por el contacto insuficiente entre la cimbra y el concreto colado o deflexiones secundarias de la cimbra de contacto.

- Agujeros y huecos:

Acero de refuerzos obstruido; cimbra acuñada en la parte inferior; deficiencias en cuanto a su colocación o revestimiento insuficiente del concreto.

- Deflexiones de la superficie:

Deflexiones locales debido a los esfuerzos provocados por un colado excesivo o por la falta de elementos sujetadores.

- Cuarteaduras y polvoramiento:

Gran incidencia de finos en la superficie; mezclas variadas; cimbra suave e impermeable o, falta de curado.

- Oscurecimiento de la superficie del concreto:

Descimbrado retardado; movimientos de agua; permeabilidad en la superficie de la cimbra o inconsistencia del recubrimiento.

- Apariencia inconsistente:

Mala técnica de colado; aditivo retardante inconsistente o equivocado, o por tiempo de exposición incorrecto.

- Mal descimbrado de los elementos:

Construcción impropia de la cimbra o tiempo incorrecto del descimbrado.

- Inconsistencia en el color:

Variación en el contenido de agregados finos; variación de color en los mismos; deflexión de la cimbra de contacto; colado inadecuado o variación en el peralte del nivel de colado.

- Estratificación de la superficie:

Mala técnica de colado; interrupciones durante las operaciones de colado.

- Juntas dañadas, escurrimientos:

Omisión de sellos; juntas mal especificadas; traslape excesivo o falta de apoyos en el forro a la altura de la junta.

- Marcas de oxidación en la cara:

Oxidación del alambre de amarre; clavos y amarres en la cimbra; amarres de longitud incorrecto; contaminación externa de la losa; plafón y similares o incrustaciones de pirita.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .

VI.1 CONCLUSIONES

Independientemente de quien sea el responsable en el diseño de una cimbra, ya sea que se efectuó en la oficina de un contratista o en el sitio de la obra, se deberá trabajar sistemáticamente a través de una serie de etapas lógicas para lograr que el sistema de cimbras, como un conjunto, sea adecuado. Al referirse al "**sistema**" definimos al conjunto completo:

1).- Cimbra

2).- Obra falsa

Al referirse al sistema de cimbrado, éste debe de cumplir los siguientes requisitos:

- *Soportar y moldear el concreto en estado plástico.*
- *Contener la mezcla sin que haya escurrimientos o distorsiones causadas por las presiones del concreto, las cargas de construcción y las fuerzas externas.*
- *Proporcionar el número de usos que se pretende, conservando al mismo tiempo el estándar satisfactorio de exactitud y el acabado final.*
- *Separarse, sin dañar, el concreto firme o recién colado.*

- Tomar la geometría y el perfil requeridos con una cantidad mínima de mano de obra, posterior al colado, para lograr el acabado final especificado.

- Ofrecer la posibilidad de ser trabajado y manejado con el equipo y la mano de obra disponibles.

- Cuando sea fabricado en la obra, su ejecución, debe estar dentro de la capacidad de los trabajadores empleados.

Durante el proceso de diseño, el diseñador establece relaciones con diversas autoridades, incluyendo a las correspondientes a la estética, diseño estructural, costos y presupuestos; así como también con distintos especialistas en aspectos de construcción, a los que debe de consultar sobre el desarrollo del proyecto. El diseñador debe de tomar en cuenta, como respetar los requisitos prácticos estipulados por los responsables de los rendimientos y estándares durante la construcción; deberá estar enterado de los requerimientos exigidos por el especialista en concreto y poseer un buen conocimiento de las técnicas generales de la construcción, sin olvidar las diversas actividades que dependen del cimbrado, para asegurar la continuidad del trabajo.

Otro aspecto importante es el buen conocimiento del trabajo que realizarán los ingenieros mecánicos y eléctricos; así como los técnicos en ventilación y calefacción y, en general, estar familiarizado con los requisitos de las operaciones que se ejecutarán después de la obra negra, es decir la superestructura.

Los diseñadores de cimbras combinan experiencia y teoría para preparar un sistema de cimbrado correcto, tanto práctico como mecánico. Ante esto el ingeniero de planeación o el supervisor de la obra se encuentra familiarizado con una amplia variedad de materiales; pero a medida de que las obras de concreto estructural son más complicadas se debe desarrollar nuevos métodos, por tal motivo es necesario la constante capacitación al personal involucrado en el diseño de cimbras para que puedan crear y perfeccionar los métodos y equipo usualmente utilizados.

Es importante considerar, durante el diseño de una cimbra, que el personal utilice el equipo, así como para los procedimientos constructivos a utilizar para el montaje de ésta.

El trabajo que se lleva en forma improvisada y casual puede llegar a ser peligroso para la construcción.

Es importante señalar que la mayor parte, o en su totalidad, las fallas en el cimbrado son consecuencia de un diseño erróneo, ya sea en su construcción; un descimbrado con falta de cuidado; mal uso de los materiales o una deficiente mano de obra.

Se debe recordar que un accidente puede ocurrir como resultado de una mala comunicación entre el diseñador y el supervisor de operaciones del cimbrado o viceversa.

DIVERSOS TIPOS DE CIMBRAS.

La selección de materiales para la cimbra debe basarse en dos aspectos.

- Máxima economía para el constructor.
- Seguridad y calidad para la obra terminada.

TABLA No. 1

MATERIAL	USO PRINCIPAL	ESPECIFICACION DATOS DE DISEÑO	
<u>MADERA</u>	Estructura y recubrimiento	Norma C-18-46	Esfuerzos en función de su densidad aparente.
<u>TRIPLAY</u>	Paneles ligeros y acabado aparente	Fabricante	Fabricante.
<u>ACERO</u>	Cimbra pesada y andamiaje; columnas y puntales cimbras permanentes	AISC AWS	Manual AISC Manual AISI
<u>FIBRA DE VIDRIO</u>	Losa reticular, trabes y motivos arquitectónicos	Fabricante	Fabricante
<u>PLASTICOS</u>	Acabados aparentes	Fabricante	Fabricante
<u>ALUMINIO</u>	paneles ligeros	Fabricante	Fabricante
<u>PAPEL</u>	Columnas y losas	Fabricante	Fabricante

VI.2 RECOMENDACIONES

Algunos de los detalles preliminares, antes de que el proyectista inicie su trabajo, deberá establecer los siguientes criterios básicos:

- *Escala y proporción del trabajo.*
- *Política de la compañía respecto a las normas de construcción.*
- *Detalles de las especificaciones que gobiernan la obra: funcionamiento, exactitud y acabado de la superficie.*
- *Aspectos económicos.*
- *Disponibilidad de la mano de obra y preparativos de supervisión.*
- *Recursos disponibles y detalles de obras en proceso que también podrían requerir de estos recursos.*
- *Información derivada de trabajos previos de naturaleza similar.*
- *Evaluación de la habilidad del ingeniero como del arquitecto.*

Durante el trabajo preliminar, el diseñador debe interpretar correctamente las especificaciones de ingeniería relacionadas con los alineamientos y niveles de construcción, al igual que los detalles importantes. Por lo general, las especificaciones para obras de concreto contienen una cláusula que establece que

"todo el concreto estructural deberá ser terminado con exactitud con respecto a su alineamiento, nivel y verticalidad"; no obstante, los diseñadores saben que a excepción de algunos puntos críticos de la estructura, o cuando el aspecto visual es importante, tanto el alineamiento, la nivelación y la verticalidad pueden ser difíciles de lograr.

La localización de las juntas de colado y de construcción se estudiarán detalladamente, ya que esto es más crítico para el diseño de cimbras que las decisiones acerca de la elevación, altura y cantidad de la mezcla de concreto para los colados.

Los principales factores de diseño se desarrollan de acuerdo con una evaluación sistemática, como sigue:

- 1) Perfil y cantidad de la cimbra.
- 2) Mano de obra.
- 3) Instalaciones y equipo.
- 4) Materiales.
- 5) Adaptaciones auxiliares.

Analizando detalladamente cada punto se explicará la importancia de cada uno.

1) Perfil y cantidad de la cimbra.-

Es difícil establecer prioridad entre los diferentes aspectos relativos al diseño de la cimbra, pero algunos de los cuales se

puede considerar de los más importantes, es sin duda, la selección de un perfil óptimo y la cantidad de cimbra que debe de ser proporcionada para una obra específica, especialmente con relación a los detalles prácticos y la economía. Con base en los diversos planos estructurales, y en particular con los cortes que muestran los diferentes niveles de obra, el diseñador debe de establecer el perfil óptimo al cual deben ajustarse los elementos principales de las cimbras que deben montarse. La identificación y la delimitación de este perfil óptimo es una de las principales habilidades que posee un buen diseñador de cimbras. Una vez que se ha tomado una decisión acerca de la unidad básica de la cimbra, ya sea un pequeño tablero de tipo modular o un conjunto grande, desmontable ó móvil por medio de grúas, ésta podrá ser usada con pequeñas modificaciones para sucesivas operaciones de colado en toda la obra.

El diseñador debe tener ya un completo conocimiento de toda la estructura, de manera que junto con los detalles respecto a la altura de los colados, dimensiones de claros y posición de las juntas de construcción, se pueden seleccionar los materiales adecuados para los revestimientos y acabados, así como determinar los pasos preliminares en cuanto a apoyos, manejo y operación de la cimbra.

2) Consideraciones sobre la mano de obra.

El diseño de un sistema de cimbrado puede verse seriamente afectado por la calidad y disponibilidad de la mano de obra, al igual que por la experiencia de los trabajadores. En la industria de la construcción se dispone de una enorme fuente de experimentados operarios y supervisores poseedores de un buen conocimiento práctico de los principios básicos en que se funda

el armado de la cimbra. Sin embargo, la cantidad y calidad de la mano de obra disminuye bastante debido a las diserciones normales que ocurren en la industria de la construcción, ya que sólo unos cuantos oficiales expertos se incorporan a ella, a causa de los salarios. Así el diseñador se enfrenta al problema de usar con suma eficiencia la habilidad de la gente que tiene a la mano.

El diseñador debe estar seguro de que el sistema funcionará con eficiencia y de manera que los requisitos relativos a la exactitud y acabados se logren en la obra. Esto dependerá en parte del tipo y calidad de la mano de obra, así como de una esmerada supervisión.

3) Instalaciones y equipo.

Gran parte del diseño de la cimbra depende de las instalaciones y equipos que se disponga en la obra, los cuales deben de ser estudiados por el diseñador con atención, pues dichas instalaciones y equipo están relacionadas con las exigencias del contrato.

De un común acuerdo con el ingeniero de planeación, el diseñador debe de programar los horarios de demanda coordinando que las operaciones críticas de manejo de las cimbras se alternen con las otras actividades de izamiento de materiales.

El diseñador de la cimbra debe tener en cuenta los efectos de la velocidad de colado, los volúmenes colocados y el diseño mecánico del conjunto de cimbrado. Ciertos cambios en las instalaciones y equipos que se iban a colocar para la colocación del concreto y manejo de la cimbra pueden afectar su

funcionamiento. Por consiguiente, el diseñador debe de estipular, junto con los detalles de sus diseños, cuál método y qué velocidad de colocación se consideraron; así como estar alerta de los cambios que puedan ocurrir por cualquier contingencia o innovación durante la construcción. Debe dedicar especial atención a los equipos de izamiento y de transporte para asegurar que los esfuerzos y cargas que se produzcan sean transmitidos a la subestructura de la cimbra con un mínimo de daños y distorsiones.

4) Selección de materiales.

Para este momento el diseñador ya determinó cuantas veces será posible volver a utilizar la cimbra, que junto con los requisitos para el acabado superficial (estipulado en las especificaciones) y los acuerdos establecidos con las autoridades correspondientes servirán de orientación al iniciar la selección de materiales.

Conforme a la política de la compañía, tal vez se prefiera alquilar o comprar paneles estándar que puedan ser fabricados de triplay y madera ó, bien marcos de acero con recubrimiento de triplay en la cara que entra en contacto con el concreto.

En caso de escoger estos materiales, el trabajo del diseñador de cimbras consistirá, en primer lugar, en seleccionar los paneles más adecuados para el trabajo que se va a realizar, aunque sea necesario preparar algunos planos indicando el montaje y su distribución con objeto de facilitar que se les pueda usar sucesivamente durante el proceso de construcción. Es indispensable que el diseñador esté informado acerca de los nuevos descubrimientos en la tecnología de los materiales, especialmente respecto a los recubrimientos y desmoldantes

para la cimbra, incluyendo los materiales de reciente aparición, así como las técnicas apropiadas para su manejo.

Es responsabilidad del diseñador el investigar y sopesar los factores que gobiernan cada material para escoger los que mejor satisfagan las especificaciones de exactitud y acabado.

5) Equipos auxiliares.

Existen algunos proveedores que suministran el equipo auxiliar requerido en la industria de la construcción, por ejemplo, vibradores internos y externos; llanas para vibración; equipo para tratamiento al vacío del concreto recién colado; productos para acelerar fraguado; etc. El diseñador debe de estar siempre enterado de la aparición, en el mercado, de cualquier equipo nuevo; mantenerse en contacto con los representantes técnicos o, al menos recibir información escrita acerca de los equipos que podrían ser de utilidad en algún trabajo futuro.

A su vez, el diseñador debe tener suficiente conocimiento acerca de los principios de compactación y del uso del equipo adecuado, lo que permitirá asesorar al personal de la obra y discutir los resultados de los trabajos con el ingeniero o especialista en concreto.

El éxito del diseño únicamente puede ser expresado en términos de mejoramiento de los tiempos de obra como resultado de una buena selección del método de trabajo; de adecuada utilización de la capacidad de la mano de obra disponible y del uso correcto de los materiales de construcción.

"CIMBRAS: MATERIALES, MONTAJES Y ACCESORIOS".

JUAN ANTONIO FLORES OJEDA, TERCERA REIMPRESION,
EDITORIAL LIMUSA; MEXICO, 1988.

▫ J.G. RICHARDSON

"DISEÑO DE CIMBRAS", TOMO I.

LIC. ROSA MARIA FISCAL, TERCERA REIMPRESION,
EDITORIAL LIMUSA; MEXICO, 1982.

▫ J.G. RICHARDSON

"CIMBRAS: JUNTAS, ADITAMIENTOS, COLADOS Y
ACABADOS".

ING. ROBERTO MALVIDO ARRIAGA, SEGUNDA
REIMPRESION, EDITORIAL LIMUSA; MEXICO, 1982.

▫ POPOV, EGOR P

"INTRODUCCION A LA MECANICA DE SOLIDOS".

PRIMERA REIMPRESION, EDITORIAL LIMUSA; MEXICO,
1978.

▫ FELD, JACOB.

"FALLAS TECNICAS EN LA CONSTRUCCION", TERCERA
EDICION, EDITORIAL LIMUSA; MEXICO, 1983.