



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
ARAGON

292956

"CIMBRAS, DISEÑO Y CONSTRUCCION".

TESIS
para obtener el título de
INGENIERO CIVIL
presenta

JORGE RAFAEL ARELLANO

ASESOR: ING. KARLA IVONNE GUTIERREZ VAZQUEZ



San Juan de Aragón

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCIÓN**

**JORGE RAFAEL ARELLANO
P R E S E N T E.**

En contestación a la solicitud de fecha 19 de enero del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que la profesora, Ing. KARLA IVONNE GUTIÉRREZ VÁZQUEZ pueda dirigirle el trabajo de tesis denominado "CIMBRAS. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 13 de febrero del 2004
EL DIRECTOR

M en R.I. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ



C p Secretaría Académica.
C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Civil.
C p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/RCC'vr

A MI PADRE:

COMO UNA MUESTRA DE
AGRADECIMIENTO A TODO
TU APOYO BRINDADO SOBRE
TODO EN LOS MOMENTOS
MÁS DIFÍCILES., POR
ENSEÑARME A NUNCA
DARME POR VENCIDO, PERO
SOBRE TODO POR
ENSEÑARME A SER UN
HOMBRE DE BIEN.

A MI MADRE:

POR DARME LA
OPORTUNIDAD DE VIVIR, POR
SABERME ESCUCHAR Y
ORIENTARME EN TODOS LOS
PROBLEMAS, POR HABERME
FORJADO CON LOS MEJORES
PERINCIPIOS, POR TODO ESTO
LES DEDICO ESTA TESIS.

A MI HERMANO:

**ERES EL MEJOR HERMANO, SIEMPRE ME HAS APOYADO EN
TODO LO QUE HAGO, PERO SOBRE TODO ME HAS AYUDADO A
QUE ME ESFUERZE CADA DIA MÁS POR SER MEJOR, ERES MI
MEJOR AMIGO, POR TODO ESTO COMPARTO ESTE TRIUNFO
CONTIGO.**

INDICE

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 2. PRINCIPIOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO DE CIMBRAS.....	4
2.1. DEFINICIONES.....	5
2.2. REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA CIMBRA.....	7
2.3. ECONOMIA DE LA CIMBRA.....	9
CAPITULO 3. MATERIALES PARA LA CIMBRA.....	12
3.1. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.....	13
3.1.1. DATOS GENERALES.....	14
3.2. TABLA DE MATERIALES.....	23
3.3. ACCESORIOS.....	25
3.3.1. SEPARADORES	25
3.3.2. ANCLAJES	26
3.3.3. SUSPENSORES	26
3.3.4. ESPACIADORES LATERALES	26
3.4. EQUIPO PARA LA CIMBRA.....	27

3.5. DESCIMBRADO.....	31
3.5.1. AGENTES DESMOLDANTES	32
3.5.2. ACCION DE LOS PRODUCTOS PARA EL DESCIMBRADO.....	34
3.5.3. DAÑOS DE LOS PRODUCTOS PARA EL DESCIMBRADO.....	35
3.5.4. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE DESCIMBRADO.....	38
3.5.5. RECOMENDACIONES.....	40
CAPITULO 4. DISEÑO.....	42
4.1. METODOS DE DISEÑO.....	43
4.2. CARGAS.....	46
4.2.1. CARGAS VERTICALES.....	47
4.2.2. PRESION LATERAL DEL CONCRETO.....	47
4.2.3. CARGAS HORIZONTALES.....	51
4.2.4. CARGAS ESPECIALES.....	51
4.2.5. ESFUERZOS UNITARIOS.....	53
4.2.6. EJEMPLO.....	54
4.3. PUNTALES.....	66
4.3.1. DISEÑO DE APUNTALAMIENTO.....	69

4.4.	REFUERZOS Y ENLAZADO.....	72
4.4.1.	CONTRAVENTEOS CON PUNTALES.....	72
4.5.	CIMIENTOS PARA LA CIMBRA.....	74
4.5.1.	ARRASTRES DE APOYO.....	74
4.6.	ASENTAMIENTOS.....	77
4.7.	GRAFICAS PARA EL DISEÑO DE CIMBRAS.....	77
4.7.1.	EMPLEO DE GRAFICAS.....	78
4.7.2.	EJEMPLO.....	84
CAPITULO 5.	CONSTRUCCION.....	87
5.1.	MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	88
5.2.	CAUSAS MAS COMUNES DE FALLA.....	91
5.3.	PRACTICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MANO DE OBRA.....	94
5.3.1.	JUNTAS EN EL CONCRETO.....	94
5.3.2.	SUPERVISION.....	98
5.3.3.	LIMPIEZA Y REVESTIMIENTOS.....	98
5.3.4.	OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN SOBRE EL CIMBRADO.....	99
5.4.	TOLERANCIAS.....	99
5.5.	IRREGULARIDADES.....	102

5.6. APUNTALAMIENTOS.....	103
5.6.1. MONTAJE DE PUNTALES.....	104
5.6.2. DESMONTAJE DE PUNTALES.....	106
5.7. SUPERVISIÓN Y AJUSTE DE LA CIMBRA.....	108
5.7.1. ANTES DEL COLADO DEL CONCRETO.....	109
5.7.2. DURANTE Y DESPUÉS DEL COLADO DEL CONCRETO.....	109
5.8 REMOCION DE LA CIMBRA Y LOS APOYOS.....	110
5.8.1 RECOMENDACIONES.....	111
CAPITULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	114
BIBLIOGRAFÍA.....	117

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, nuestra sociedad demanda una mayor infraestructura debido a un mayor crecimiento de población, industria y tecnología; lo cual, lo podemos observar claramente en el aumento de tránsito en las calles y la falta de agua. Todo esto influye a la industria de la construcción, demandándole la creación de espacios habitables, de tal manera que armonicen con la propia naturaleza y den un aspecto estético a la misma; la tendencia es hacia el concreto debido a su plasticidad, es decir, que se puede moldear a todas las formas; por el contrario, lo anterior no sería tan importante si no se contara con un molde que sea capaz de dar la forma necesaria o requerida a los diferentes elementos (columnas, vigas, losas, etc), pero a su vez, dar un acabado estético, (concreto arquitectónico). A dicho molde se le conoce con el nombre de **cimbra**.

La cimbra es uno de los elementos más importantes dentro de la industria de la construcción, ya que influye directamente en el costo de la estructura. En la obra, dentro de el cómputo es de fundamental importancia, ya que el sólo hecho de cotizar sin haber considerado los costos de cimbra nos podría redundar en una gran pérdida económica, ya que la cimbra representa un 60% del costo total de una obra; además, en obra nos perjudica al no darle un buen mantenimiento, por lo que resulta de suma importancia la cimbra.

Debido a todo lo anterior, la cimbra (molde, recipiente) es una edificación temporal dentro del cual será vaciado y compactado el concreto con el fin de dar una forma y algo más importante, resistencia, para lo cual la cimbra debe de cumplir con ciertos parámetros que son:

- a) Seguridad.
- b) Calidad y
- c) Economía

La seguridad, la calidad y la economía son fundamentales en el diseño y construcción de la(s) cimbra(s), aunque hay que tomar en cuenta que muchas veces son construidas por gente no muy especializada, básicamente en construcciones pequeñas, pero en construcciones de grandes dimensiones las cimbras deben de ser diseñadas por gente especializada, y autorizadas por supervisión o por el residente de la empresa contratista cumpliendo con los parámetros anteriores.

El diseño de la cimbra es un aspecto importante que incluso debe de llamar la atención tanto de los ingenieros residentes como del especialista en cimbra; el cual, calculará el tipo de cimbra a utilizar y determinará con que materiales se realizará y si será construida en obra y/o será prefabricada, a su vez realizará los planos correspondientes, especificando un plano de detalles de tal manera que el encargado de construirla o montarla no guarde dudas.

El presente trabajo está enfocado en dar a conocer la importancia de las cimbras dentro de las obras, y es una guía tanto de cómo hacer un diseño de cimbra, como para ayudar a economizar la misma, ya que aunque hay un principio que dice que la cimbra solventa su costo entre más usos tenga, no solo eso es lo que influye y esto es lo que será tratado en el presente trabajo.

CAPITULO 2

PRICIPIOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO DE CIMBRAS.

Las cimbras son un elemento muy importante dentro de la construcción, por lo cual se debe de tener un conocimiento de todas las partes que la componen. Aunque la cimbra; sabemos que no va a ser la misma para todas las construcciones y elementos; a menos, que sean de las mismas características y dimensiones, es necesario conocer los principales elementos de que se compone una cimbra.

2.1 DEFINICIONES.

Existen diversos conceptos tales como:

- **Amarres o enlaces horizontales:** Elementos horizontales que se unen a los puntales para disminuir la relación de esbeltez e incrementar su capacidad de carga.

- **Apuntalar:** Colocar un puntal en forma apretada de tal manera que tome las cargas a las que está sujeta la estructura.

- **Cerchas:** Soportes temporales especializados que se usan en la construcción de arcos y estructuras especiales donde el soporte temporal completo está más bajo, desalineado o descentrado; a fin de evitar la inducción de esfuerzos perjudiciales en cualquier parte de la estructura

- **Cimbra:** Es la estructura provisional o molde para dar forma y soportar el concreto mientras se coloca y lograr la resistencia suficiente para sostenerse a sí mismo. También se le llama así a la estructura que soporta a dicho molde. (Obra Falsa)

- **Cimbrado:** Todo el sistema de soporte para el concreto colado recientemente, incluyendo los moldes o forros que se colocan en contacto con el concreto, así como todos los elementos de soporte, materiales metálicos y refuerzos necesarios.

- **Cimbras en serie:** Paneles Prefabricados que se unen para formar una unidad mayor; útiles en el montaje y descimbrado, ya que son desmontables y pueden reutilizarse.

- **Cimbras Voladoras:** Secciones mecánicas de cimbra de gran tamaño, que se mueven por medio de grúas sin desarmarse, con frecuencia incluyen armaduras de apoyo y vigas o unidades de andamiaje completamente unidas.

- **Prepuntales:** Puntales adicionales colocados ajustadamente por debajo de paneles seleccionados de un sistema de cimbras de plataforma, antes de quitar cualquier puntal primario (original). Los prepuntales y los paneles que soportan permanecen en su lugar hasta que el resto de la cimbra completa ha sido descimbrada y reapuntalada.

- **Diagonales:** Elementos auxiliares que rigidizan la cimbra para resistir las fuerzas horizontales.

- **Obra Falsa:** Estructura provisional que mantiene a los moldes en su lugar durante los trabajos y periodos de fraguado.

- **Puntales:** Elementos de apoyo verticales e inclinados diseñados para soportar el peso de la cimbra, del concreto y de las cargas de construcción superiores.

- **Puntales múltiples o de amarre múltiple:** Puntales sencillos que se unen mediante amarres para incrementar la altura del sistema de puntales.

- **Puntales posteriores:** Puntales colocados firmemente bajo una losa de concreto descimbrada u otro elemento estructural después de que la cimbra y los puntales originales han sido removidos de un área pequeña sin permitir que la losa o el elemento estructural se flexione y así soporte su propio peso o las cargas de construcción.

- **Reapuntalamiento:** Puntales colocados ajustadamente bajo una losa de concreto descimbrada u otro elemento estructural después de que la cimbra y los puntales originales han sido quitados de un área grande, lo que hace que la nueva losa o elemento estructural se flexione y soporte su propio peso o las cargas de construcción existentes.

- **Yugos o Sargentos:** Elementos rígidos que en columnas y traveses mantienen las tarimas en su lugar.

2.2 REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA CIMBRA.

El diseño de las cimbras debe de ser realizado para trabajar como una amalgama; es decir, que los apoyos y el cuerpo de la cimbra trabajen como un sistema con elementos compatibles y que a su vez reúna los siguientes requisitos:

- 1) **Eficiencia:** Es un aspecto en el cual la cimbra deberá dar la forma, dimensiones y acabados que la estructura demande, además de que se cumpla con las tolerancias de diseño.

- a) **Resistencia:** La cimbra debe ser capaz de contener toda la mezcla de concreto sin que se fracture, y/o se caiga.
 - b) **Rigidez:** La estructura debe ser capaz de soportar y moldear el concreto en su estado plástico; es decir, que conserve su forma y dimensiones, que no sufra deformación alguna y se llegue a problemas durante el vaciado, tales como: accidentes, pérdidas económicas y retraso en la obra.
 - c) **Estanqueidad:** La cimbra debe de contener toda la mezcla sin que haya escurrimientos del concreto, ya que si hubiera una gran pérdida de líquido del concreto (lechada) habría una clara pérdida de resistencia,
 - d) **Fidelidad:** Este aspecto está relacionado directamente con los acabados que puede dar la cimbra, lo cual se debe de hacer tomando en cuenta la geometría y el perfil requerido del elemento, esto es con el fin de lograr el acabado final.
- 2) **Segura:** Básicamente se refiere a que la estructura ofrezca seguridad a los trabajadores, equipo y materiales durante los trabajos y así poder desempeñar el trabajo necesario para el vaciado del concreto y su compactación. Esto es importante porque si la cimbra no es bien troquelada (rigidizada) el riesgo que se corre a la hora del vaciado de la olla es que la cimbra pierda estabilidad y si son cimbras de grandes dimensiones podría provocar muchos accidentes.
- a) **Masa Suficiente:** A la cimbra no le deben de afectar las vibraciones de los equipos, tampoco las cargas que se pudieran presentar por los materiales utilizados para la misma.

- b) Adecuada: Es básicamente que la cimbra permita separarse del concreto sin dañarse o sin causar daño, y sin que el concreto del elemento o estructura quede punteado.

- 3) Económica: Que permita el mayor número de usos tomando en cuenta las operaciones de cimbrado y descimbrado, en donde también influye el mantenimiento de la cimbra para poder lograr que ésta continúe reutilizándose.

En resumen, podemos decir que hay que lograr un mínimo costo compatible con la seguridad, calidad y acabado buscado.

2.3 ECONOMIA EN LA CIMBRA

Este es uno de los aspectos más relevantes de una obra, en donde la economía que se logra con el uso del concreto, depende en gran medida del método constructivo, es decir, el tipo de cimbra que se utilice.

Si la principal característica es el ahorro de tiempo, la influencia de la cimbra en los costos de construcción resulta evidente. El costo de una estructura de concreto reforzado se desglosa en el costo de los materiales de cimbrado, la mano de obra y los materiales de construcción, así como en los costos generales. Sin embargo casi la mitad del total del presupuesto de obra se deriva de los costos de mano de obra de la cimbra, las instalaciones en el sitio, la colocación del concreto y el armado del acero de refuerzo.

Los costos de la mano de obra de la cimbra son por lo tanto cuatro a cinco veces mayores que el costo propio de la cimbra (incluyendo la cimbra puesta en obra y la depreciación de la cimbra).

La forma más fácil de reducir el costo de la estructura es recortando los costos de la mano de obra de cimbrado. Esto se puede lograr a base de una buena organización, para así acelerar el tiempo de colocación de los elementos de cimbrado, sobre todo si se adopta un método eficiente.

A fin de seleccionar la mejor cimbra para un cierto proyecto de construcción, se deberá tomar en cuenta no solo el tipo de cimbra y la capacidad de los equipos encargados del izaje, sino también de la rapidez de montaje y de descimbrado, así como la frecuencia de utilización.

El criterio más importante para seleccionar un sistema adecuado de cimbra es la minimización de los costos de mano de obra; lo cual, se logra principalmente asegurándose de que el sistema cuente con una lógica del conjunto; que debe ser simplemente el conseguir la mayor facilidad para su uso y la menor cantidad posible de componentes sueltos ya que los elementos pequeños se pierden fácilmente lo cual implica un costo adicional.

El número de separadores que se necesita entre los tableros de una cimbra de doble cara aparente debe ser también minimizado ya que el acero de refuerzo dificulta su ajuste. Esto retrasará el montaje y a su vez ocasionará mayores costos de mano de obra. Por lo tanto, un sistema eficiente de cimbrado debe tener los separadores en las posiciones más prácticas.

Sin embargo, haciendo a un lado el número necesario de separadores, la variedad de componentes es otro factor importante en el ahorro de tiempo y por lo tanto también de costos. Mientras más grande sea el número de componentes diferentes que se necesiten, mayor será el tiempo de trabajo que se perderá en la búsqueda y clasificación de dichos componentes necesarios para colocar la cimbra.

Se pueden reducir todavía más los costos de mano de obra si se evita el tener que hacer reparaciones dentro de lo posible. Esto se puede reducir por ejemplo, al seleccionar un sistema de cimbrado en el que las juntas entre tableros sean tan herméticas, al ras y autoalineadas como sea posible.

Resulta fundamental tomar en cuenta la rapidez de cimbrado y descimbrado en lugar de sólo fijarse en el costo de los materiales. Ya que el tiempo determina los costos de mano de obra.

El sistema de cimbrado que se use también deberá tener un efecto importante en la organización así como en la rentabilidad de una obra. La minimización de la variedad de componentes, significa menor tiempo de búsqueda, menor manejo, mejor supervisión y una mayor utilización. En otras palabras, menores costos.

CAPITULO 3

MATERIALES PARA LA CIMBRA

En el presente capítulo se podrá observar la importancia que tienen los diferentes materiales utilizados para la cimbra, así como la manera de utilizarlos para dar una mayor economía a nuestra obra. Asimismo, se proporcionará información de las especificaciones que debe cumplir cada material dependiendo del diseño de los fabricantes y proveedores de materiales.

3.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.

Para poder determinar el tipo de materiales hay que tener presente cuántas veces (usos) será posible volver a utilizar la cimbra, al igual que los requisitos para el acabado superficial especificado, con estos datos se procederá a la selección de materiales utilizados para la cimbra.

En la gran mayoría de las obras y proyectos se acostumbra usar la cimbra de madera (cimbra tradicional). Este tipo de cimbra es la más común, tiene ventajas y desventajas, al inicio de una obra se le puede dar bastantes usos y un acabado aceptable; pero, conforme va transcurriendo su uso, la exactitud y la calidad de los acabados van disminuyendo considerablemente; esto es, debido a que se deforman, hay un mal cuidado de la misma ya que no se protegen contra el intemperismo, por lo que se hace necesario el uso de piezas adicionales para poder lograr una cimbra aún de calidad

En el caso de escoger éstos materiales, se deberá pensar en paneles más adecuados para el trabajo que se va realizar, tomar en cuenta los recubrimientos, así como los desmoldantes para la cimbra ya que la selección de éstos determina el alto grado de rendimiento que se pueda obtener de la cimbra.

Además se deberá tomar en cuenta el equipo auxiliar requerido, como pueden ser, vibradores y aditivos que se pueden utilizar en el concreto para acelerar o retardar el fraguado, así como productos para el curado del concreto.

Esto es debido a que algunas veces los equipos son culpados de algunos defectos que pueda sufrir el elemento estructural, aunque no se está exento; ya que el equipo suele ser utilizado por personal no calificado llegando a tener una mala compactación.

Con lo anterior podremos determinar la cantidad de material requerido para nuestra obra o proyecto, esto es un factor muy importante, por lo que los materiales se deben adquirir en grandes cantidades, esto es con el fin de asegurar la continuidad de los trabajos, teniendo en cuenta el siguiente aspecto; la cimbra es el factor que marca los tiempos dentro de una construcción ya que es la que apresura los trabajos de armado de acero y colados del concreto, sin el cual no se presentaría avance en la obra, dando un retraso por completo de la obra, originándonos mermas económicas, ésta continuidad de trabajo antes mencionada no se podrá dar sin el suficiente material.

3.1.1 DATOS GENERALES.

Para determinar adecuadamente las cimbras es necesario que se conozcan los atributos y propiedades de los materiales.

◆ Cimbras de Madera.

Como se había mencionado anteriormente, este tipo de cimbra es la tradicional para la industria de la construcción, este tipo de material es muy costoso, por lo que sí repercute en la economía de las obras aunque este disminuye un poco en los usos que se le dé a la madera, ya que puede usarse varias veces en marcos, estructuras o diversos elementos cuando las exigencias son muy grandes, ya sea en acabado o en exactitud, pero ya cuando la cimbra de madera por diversas circunstancias se va destruyendo (pedacería), ésta puede ser utilizada aún para elementos en donde no es muy estricto el acabado.

La madera debe comprarse en los tamaños más comunes, en algunos casos se deberá pedir aserrada cuando sean muy notorias las diferencias de grosor.

La madera puede presentar desgaste que puede ser ocasionado por la variación de la temperatura, la humedad, las perforaciones y las marcas, las dos últimas se deberán cuidar al máximo.

La madera no debe de ser cortada longitudinalmente, ya que esto ayuda a disminuir su capacidad de carga. Los paneles que deben de diseñarse y construirse tendrán que hacerse de tal forma que correspondan a las secciones y longitudes disponibles de madera tratando de no hacer cortes; esto se debe de tomar en cuenta para no tener desperdicio de material ocasionado por los cortes innecesarios.

Dentro de las cimbras tradicionales debe de tomarse en cuenta las resinas y los adhesivos. Los adhesivos en las cimbras aumentan la resistencia de la madera y de las juntas, lo que nos da una mayor estanqueidad en la cimbra.

La madera puede habilitarse fácilmente en la obra utilizando herramientas de mano o sierras, cerrotes etc., pero debe de habilitarse en tableros para cimbra; esto nos proporcionará mayores usos cuando se requiera la cimbra para columnas o vigas que no sean repetitivas. La madera puede ser también utilizable como base para paneles de triplay y aglomerados.

Cuando a la madera se le den pocos usos o el acabado sea arquitectónico, se le deberá aplicar un desmoldante que puede ser un aditivo o aceite para asegurar el desprendimiento perfecto y sin lastimar la cimbra de la superficie de concreto.

La madera es un material muy absorbente, por lo que es conveniente aplicar un sellador en la superficie de la madera sin uso ya que al cimbrar con madera usada por primera vez y madera ya usada se observarían las diferentes variaciones de tono en el concreto.

Es necesario decir que en este tipo de cimbras se evitará el desperdicio, por lo que los paneles y las piezas dañadas serán reutilizados con el fin de tener un ahorro tanto en materiales como en el avance de obra.

Otro de los aspectos de este material es la seguridad; para lo cual, el personal deberá asegurarse que las astillas y clavos que permanezcan en la madera debido a un cimbrado anterior, deberán ser eliminados o en su caso aplastados, esto se debe de hacer tan pronto como se realice el descimbrado.

◆ Aglomerados.

Con este material se pueden obtener un gran número de usos para la cimbra (de 10 a 12 usos) siempre y cuando sean recubiertos con aceite de buena calidad.

Este tipo de material debe de estar húmedo antes de sujetarlo; de lo contrario, el material tiende a moverse al entrar en contacto con el concreto, causando problemas en las sujeciones.

El aglomerado es útil para cimbrar superficies moldeadas o circulares ya que es posible torcerlas hasta formar curvas cerradas mediante el uso del material en forma de tiras.

El reverso de los tableros aglomerados posee una superficie texturizada que puede aprovecharse ampliamente, ya que proporciona un acabado estriado.

Cuando las cimbras ya tiene muchos usos, se pueden emplear tableros aglomerados para forrar las cimbras y mejorar así la superficie final. Los tableros aglomerados con acabado acanalado o texturizado proporcionan superficies decorativas al concreto, puesto que el bajo costo del tablero asegura que cuando ocurra algún desgaste sea posible reemplazarlo sin que ello represente un gasto excesivo.

◆ Polietileno.

Este tipo de material es usado como una barrera o membrana impermeable, en ocasiones se utiliza para cubrir el concreto ya que impide que penetre el polvo y la arcilla; los cuales, contaminarían el acero de refuerzo. También puede utilizarse como forro de la cimbra..

Los desperfectos se pueden presentar al colocar el material; la lámina de polietileno se arruga y queda atrapado debido al movimiento del concreto durante su compactación.

Las láminas de polietileno reducen la succión entre la superficie de contacto de la cimbra y el concreto fresco, aunque es básicamente usado para buenos acabados cuando la cimbra es desprendida a temprana edad.

◆ Hule.

El hule es un material que se tiene que derretir varias veces y que una vez en su estado líquido se vierte en moldes de distintos materiales, estos moldes son empleados cuando hay que colar formas complicadas y cuando los acabados llevan algún tipo de detalle, debido a que este material es muy costoso, suele usarse en combinación con mortero o algún material secundario.

◆ Madera contrachapada.

Este tipo de madera es lo que comúnmente conocemos como triplay; este material proporciona muchas ventajas debido a que como son tamaños estándares, las hojas reducen las juntas en las superficies de recubrimiento.

Las ventajas de usar el triplay, es que proporciona superficies libres de juntas, y cuando se recubre o se trata adecuadamente deja huellas de grano fino en la superficie final del concreto. Se pueden obtener un gran número de usos, especialmente en los paneles con bastidor, aunque hay que minimizar lo más que se pueda el daño a los bordes.

Cuando se utiliza el triplay es conveniente planear el cimbrado con el fin de impedir un mal corte y por consiguiente el desperdicio. Después de que se haya utilizado varias veces el triplay para cimbrar concreto aparente, puede emplearse para cimbra de acabado común, y como tercera etapa, las hojas pueden aprovecharse para trabajo de piso y finalmente para hacer tarimas y cimbras perdidas.

El triplay debe colocarse de manera que se obtenga la máxima ventaja de sus propiedades, ya que es probable que se presenten situaciones en las que, debido al diseño, al vaciado y a la compactación del concreto se ocasionen sacudimientos o vibraciones, dañando las superficies de concreto. Deberá procurarse que haya una correcta fijación de los tableros teniendo un especial cuidado en las juntas

◆ Amarres y Sujeciones.

Los amarres que se usan tradicionalmente son los clavos, para fijar materiales, esta puede ser la solución correcta, pero los clavos pueden ser de diferentes calibres. Los clavos de calibre pequeño cubiertos de cemento proporcionan una gran resistencia a las fuerzas de separación de la cimbra, mientras que los clavos con cabezas más chicas proporcionan sujeciones limpias y con menos desperfectos en la superficie del concreto.

Para las sujeciones en madera y lámina se utilizan máquinas engrapadoras, que básicamente es para fijar los diferentes tipos de recubrimientos para dar el acabado final al elemento.

Los tornillos autorroscantes resultan útiles, proporcionando sujeciones de madera o lámina con elementos de acero, para lo cual es necesario hacer un barreno que sirva como guía para el atornillado, que puede ser manual o mecánico.

Las anclas de balazo pueden usarse en las operaciones de cimbra, pero no en uniones primarias; sin embargo son usados para los bloques que sostienen a los contravientos y a los puntales, pero también se pueden utilizar para colocar tableros o estacas.

La selección de remaches o clavos deberán ser los apropiados, con el fin de evitar separaciones en las juntas o fallas de la madera que se está fijando. Existen también tornillos de doble cuerda que ayudarán a producir una mayor sujeción de la cimbra.

Dentro de la estructura misma de la cimbra habrá tornillos que se podrán remover para reutilizarse, esto es posible sólo si se usan con rondanas planas y aplicando un lubricante para facilitar el destornillado.

Dentro de estos dispositivos de sujeción se encuentran los pernos, los cuales por ser muy costosos hay que tener cuidado de que en la estructura se utilicen los pernos con las longitudes y diámetros necesarios y dando la cantidad exacta de pernos.

Para obtener calidad, seguridad y exactitud hay que tomar en cuenta que los clavos, tornillos y pernos deben colocarse uniformemente sobre los ejes de la cimbra, buscando siempre la penetración óptima del dispositivo de fijación, y en caso de no obtener una buena fijación utilizar una rondana ya sea plana o de presión.

◆ Acero.

Para la fabricación de cimbras se utiliza el acero porque se le puede dar una gran cantidad de usos, y produce superficies de concreto de buena calidad, esto es debido a que se construyen con secciones y con placa unidos por medio de soldadura.

Los elementos de acero frecuentemente mejoran las propiedades de otros materiales en moldeo y cimbra, proporcionando durabilidad estabilidad y exactitud, que es básico para cuando se realizan colados sucesivos. El acero también es utilizado para el refuerzo de juntas y conexiones entre el mismo acero y otros materiales de cimbra, así como también en la rectificación de cimbras mal alineadas.

Las uniones de la cimbra de acero se podrán sujetar taladrando, atornillando, o por medio de pernos, esto se realizará en la cara exterior de la cimbra.

La principal ventaja de las cimbras o moldes de acero es su gran resistencia sobre todo cuando los miembros están soldados, otra de las ventajas, se encuentra en las construcciones marinas ya que pueden ser utilizados por sus propiedades con relación a las otras cimbras

El uso del acero en las cimbras es de suma importancia ya que nos ayudaría a disminuir el número de puntales necesarios para sostener una determinada masa de concreto.

◆ Concreto.

Es un material excelente para la fabricación de moldes, es utilizado principalmente en túneles así como en plataformas de perforación de pozos petroleros.

Para la producción de moldes de concreto se necesita un molde o cimbra hecha de madera, yeso o plástico, para crear el primer molde de concreto.

Los moldes deben de ser fabricados de concreto de buena calidad muy compacto, en donde el proceso de curado debe ser muy cuidadoso, para poder tener un molde sin imperfecciones lo más recomendable es que el primer molde sea revestido de polietileno o de hule, con lo que nos da un terminado mucho más estético. Los aditivos desmoldantes ayudarán a desprender las cimbras del concreto.

◆ Plásticos.

Este tipo de material se utiliza mucho en procesos de moldeado y cimbrado básicamente porque están formados por laminados de vidrio y hojas termoplásticas que ayudan a la formación de diseños complejos en los elementos de concreto, principalmente en recubrimientos.

Los recubrimientos plásticos pueden ser de forma texturizada en concreto azulejo u otros materiales. Donde el efecto de las láminas termoplásticas en el concreto es dar un estilo de superficie vidriada, lo cual provocará fisuras con el concreto, para lo cual se debe de dar una limpieza de esa superficie con arena o un ácido suave, que ayudará a la apariencia del concreto.

◆ Materiales complementarios.

Dentro del mercado de la construcción existen una gran cantidad de materiales complementarios de los materiales de cimbra entre los que podemos encontrar diferentes tipos de revestimientos para las cimbras.

Como una manera de revestimiento de los paneles de cimbra encontramos los aceites; los cuales, deben ser seleccionados de acuerdo al tipo de material de que este hecha la cimbra, pero no solo debe de ir el aceite sino también un aditivo que sea capaz de lograr un revestimiento uniforme sobre la cimbra, todo esto es muy importante ya que esto es considerado como un tratamiento para la cimbra que nos ayudará a mantener en buen estado nuestra cimbra e incluso dar un mejor terminado a los elementos de concreto. El aceite debe de estar combinado en una mezcla (aceite y diesel, etc.) que nos ayude a extenderla de una manera más fácil en el cuerpo de la cimbra ya que no solo se le dará una capa sino varias capas hasta quedar una que sea completamente uniforme.

Los aditivos químicos desmoldantes son muy importantes ya que están formulados para que debido a su reacción con una película muy pequeña del concreto permita el fácil desprendimiento de la cimbra. Para seleccionar un aditivo químico debe de tomarse en cuenta el costo del mismo, a su vez tratar de no provocar mucho desperdicio mediante el uso de rociadores, en donde si hubiera un excedente se podría remover con una esponja.

El propósito de los recubrimientos es mejorar o endurecer, pero a su vez proporcionar una especie de membrana o capa de desgaste sobre la superficie de la cimbra y reducir la absorción diferencial, que es lo que básicamente afecta a la superficie del concreto. Es muy importante tomar en cuenta en donde se realizará el tratamiento ya sea con aditivo o aceite ya que debe de ser un lugar libre de polvo, esto con el fin de que se aproveche al máximo las propiedades de los desmoldantes.

Dentro de los selladores de las secciones de cimbra podemos encontrar el hule espuma y los empaques de neopreno los cuales aparte de que ayudan a sellar para evitar el escurrimiento de la lechada, no dejan huellas en el concreto, evitando el goteo, y pueden seguirse utilizando sin necesidad de ser reemplazados, pero deben de ser asegurados con el atornillamiento de la cimbra.

Otros materiales usados como selladores son los remaches los pernos de plástico y los clavos de diferentes calibres.

3.2 TABLA DE MATERIALES.

MATERIAL	USO PRINCIPAL
Madera de construcción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elementos de la estructura. 2. Marcos de tarimas. 3. Puntales. 4. Yugos y Sargentos. 5. Tarimas Tradicionales.
Triplay	<ol style="list-style-type: none"> 1. Forro de cimbras. 2. Tarimas (paneles).
Acero	<ol style="list-style-type: none"> 1. Marcos de Tarimas y Refuerzos. 2. Grandes paneles. 3. Columnas y Vigas para obra falsa. 4. Yugos y Sargentos. 5. Tarimas Modulares. 6. Cimbras en Serie. 7. Sistemas Completos de Cimbra: tipo túnel, Cortina, etc.
Paneles de Aglomerado. (debe vigilarse las reacciones con el concreto en este material)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Forro de cimbras. 2. Tarimas
Tubos de Cartón o Tubos Laminados.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cimbra para columnas y vigas. 2. Cimbras huecas para losas vigas, trabes y pilas prefabricadas.
Cartón Corrugado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aligerado de losas. 2. Huecos en vigas o trabes (normalmente se usa con endurecedores internos "egg crate").
Concreto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zapatas. 2. Cimbra Perdida. 3. Moldes para Prefabricados.

MATERIAL	USO PRINCIPAL
Plásticos Reforzados con Fibra de Vidrio.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Columnas Prefabricadas, pilotes. 2. Cimbra para Domos. 3. Prefabricados. 4. Cimbras para efectos arquitectónicos especiales.
Plásticos Celulares	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cimbras Permanentes. 2. Forros y Aislamiento de Cimbras.
Otros Plásticos: a) Poliestireno. b) Polietileno. c) Cloruro de polivinilo (PVC).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Molde o forro para concreto arquitectónico.
Caucho	<ol style="list-style-type: none"> 1. Forro de Cimbras. 2. Aligerados(Cimbras Huecas)
Amarres, Anclajes y Tirantes.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asegurar la cimbra contra cargas y presiones de colado.
Yeso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cimbras desechables para concreto arquitectónico.
Desmoldantes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sustancias que ayudan al descimbrado.
Viguetas de Acero	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obra Falsa (soporte de la cimbra).
Puntales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obra Falsa (soporte de la cimbra).
Aislantes de Cimbra	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protección del concreto contra el clima frío.

La tabla anterior nos muestra los diferentes materiales para el diseño y construcción de cimbras en la cual se puede observar que el criterio de selección a seguir es:

1. Resistencia.
2. Duración y
3. Costo.

3.3 ACCESORIOS.

Entre los diferentes materiales que constituyen a las cimbras encontramos algunos que no son propiamente el cuerpo de la cimbra sino que se usan para dar una mayor seguridad a las cimbras, debido a que estas son sometidas a diferentes fuerzas como son, la compresión que ejerce el concreto en la cimbra o la tensión del concreto, quee incluso sirven para unir elementos de la cimbra. Aunque estos elementos no parecen tan importantes algunos son fundamentales para dar la exactitud en cimbras, y más que nada establecer seguridad de la estructura para retener el concreto en el colado así como para ofrecer seguridad a los trabajadores.

3.3.1 SEPARADORES.

Los separadores para cimbras son elementos que trabajan a compresión para mantener la cimbra con las dimensiones señaladas de proyecto para el elemento de concreto, trabajan a compresión ya que reciben presión del concreto cuando es recién colado. Hay dos tipos básicos de separador que son la varilla prefabricada tipo bando, y el tipo de rosca interna. Por lo general lo separadores consisten en dos elementos que son internos y externos. Los separadores los podemos clasificar en :

- a) Separadores Temporales: Normalmente son de madera, se usan en cimbras que no son profundas y se retiran cuando la mezcla en la zona vecina hace la función de separador.
- b) Separadores Permanentes: Estos son de acero, se usan en cimbras profundas, este tipo de separadores debe de tener protección para que no se meta el óxido en superficies expuestas a la intemperie, a superficies que se le vaya a dar otro acabado.

3.3.2 ANCLAJES.

Son dispositivos que se usan para asegurar la cimbra al concreto previamente colocado. Estos dispositivos son empotrados en el concreto durante su colado.

La capacidad real de carga de los anclajes depende de su forma y del material con que están hechos, así como de la resistencia y del tipo de concreto en el cual son empotrados, el área de contacto entre el concreto y los anclajes, la profundidad del empotramiento y su posición en el elemento.

3.3.3 SUSPENSORES.

Los suspensores son utilizados para sostener las cargas de las cimbras de acero estructural, del marco de concreto prefabricado o de otros miembros.

3.3.4 ESPACIADORES LATERALES.

Estos dispositivos son conocidos en el lenguaje común como "pollos", los cuales, su función es de mantener la distancia entre la cimbra vertical y el acero de refuerzo. Existen dos tipos que son los prefabricados o los hechos en obra que son conocidos como "pollos", ambos son igualmente efectivos.

3.4 EQUIPO PARA LA CIMBRA.

El término equipo en la cimbra comprende todo desde el conocido cuerpo de cimbra, herramienta, accesorios que se puedan utilizar, así como maquinaria con sus respectivos operadores para el izaje de la estructura, esto es manejado básicamente para los cimbrados en grandes proporciones.

Para poder determinar el tipo de cimbra a utilizar en la obra tendremos que analizar las demandas que exige la obra misma, debido a que los sistemas de cimbrado patentados incorporan ya equipo manual, gatos, equipo de colados y transporte que permiten el movimiento de la cimbra.

Todo lo anterior se puede observar en el hecho de que para esas empresas lo importante es utilizar la menor cantidad de mano de obra en los procesos de cimbrado y descimbrado, aunque esto resulta ser muy óptimo ya que como se había mencionado anteriormente en el capítulo 2, la mejor manera de economizar la cimbra es mediante la reducción de mano de obra. La idea principal es de utilizar grandes cantidades de equipo, sólo si se pretende hacerlo en el menor tiempo posible.

Para lograr esto, se debe de procurar que el equipo sea lo más nuevo posible; si es necesario, hay que alquilarlo o comprarlo y almacenarlo, limpiarlo y mantenerlo en buen estado después de cada uso entre una y otra obra. Si el equipo fuese alquilado, este podrá ser entregado en obra y cancelar el contrato inmediatamente después de que el sistema de cimbra ha sido separado de la estructura de concreto.

El equipo alquilado puede ser una ventaja o desventaja, en el que solo será benéfico si se logra controlar el tiempo de renta, es decir que siempre haya producción, en el que como lo habíamos mencionado se dé una continuidad de la cimbra en relación con las otras tareas a realizar, ya que la cimbra es la que pone la pauta en los procesos constructivos, estos puntos son clave para poder determinar y seleccionar el tipo de equipo que sea adecuado para la obra.

Dentro del equipo para cimbrar podemos encontrar:

- A) Paneles.
- B) Abrazaderas.
- C) Puntales.
- D) Elementos auxiliares.
- E) Largueros y Sujetadores.
- F) Tirantes.

◆ Paneles.

Los paneles son elementos que deben de ser modulares y que deben estar forrados ya sea por una placa o lámina de acero o con triplay. Estos forros a su vez deben de estar recubiertos con un aditivo químico para el descimbrado y que sea lo suficientemente impermeable.

La ventaja de los paneles para cimbra es que se les puede dar diferentes aplicaciones debido a que pueden ser unidos a otros paneles, madrinas o largueros mediante el usos de sujetadores.

Si las uniones entre paneles no son bien empalmadas y alineadas, al momento del descimbrado aparecerán líneas o marcas que son debidas a la mala unión de los paneles. Estas marcas no son siempre desagradables, pero resulta imposible eliminarlas si no se les hace un revestimiento. Las líneas en las estructuras no son tan problemáticas, como lo serían las manchas o cavidades en el concreto, que son debidas a la pérdida de lechada del concreto, debido a juntas deficientes.

Los problemas anteriores se deben a paneles fabricados en obra, pero también existen paneles patentados en los cuales la ventaja es que pueden ser manejados como una sola pieza o en su caso pueden ser combinados con largueros o madrinas con el fin de abarcar un área mucho más grande, dependiendo el elemento a construir, haciendo el uso de grúas para el izaje de la cimbra.

Para poder obtener el mayor número de usos de los paneles de cimbra, se debe de dar mantenimiento; el cual consiste en limpiar las superficies y aplicar un agente desmoldante adecuado antes de volver a usarlos. Además de impedir que las esquinas de los paneles rayen la superficie de otros paneles.

◆ Abrazaderas.

Las abrazaderas (o yugos) son útiles para sujetar las cimbras, están diseñadas para proporcionar apoyo a los puntales y de esta manera soportar la carga directa del puntal. Las abrazaderas deberán usarse cuidadosamente con el fin de evitar fallas en la cimbra por pandeo; para lo cual, deben de ser colocadas sobre calzas o soportes.

◆ Puntales.

Existen dos tipos de puntales; los tradicionales (de madera) o los de acero ajustable; a los puntales se les conoce también como pie derecho en la cimbra, los ajustables pueden usarse para sostener y contraventear la cimbra de diferentes maneras, los puntales ajustables nacen de la necesidad de satisfacer las diferentes variaciones de altura, y con ello superando el desperdicio que se tenía con los puntales tradicionales.

Los puntales de acero ajustables los podemos encontrar en tamaños que al ser ajustables puede oscilar la altura entre 2 y 6.5 m, las precauciones que se deben de tener con este tipo de equipo es que deben de quedar lo más erguido posible ya que si ocurriera una desviación en la verticalidad no se aprovecharía la capacidad del puntal sino solo el 60% de su capacidad de carga.

Todo sistema de puntales requiere de contraventeo horizontal, solo se utilizará contraventeo diagonal en caso de que, la longitud entre puntales sea muy grande.

Los puntales deben siempre fijarse con clavos en su sitio, lo cual impide que se inclinen hacia los lados, o cuando los apoyos tienden a levantarse en un claro a medida que se deflexionan en el claro anterior.

Los puntales que se han doblado o deformado debido al mal uso en un colado anterior pueden causar problemas.

Los puntales pueden deformarse por la mala aplicación de los gatos, al ser sobrecargados, o donde se aplica una carga lateral cuando se le esta aplicando una carga axial.

◆ Elementos Auxiliares.

Son elementos pequeños que ayudan a solucionar contratiempos que pueden surgir en la construcción, como puede ser cubrir pequeños orificios causados por tirantes u tornillos, para lo cual se utilizaría un remache.

Por ejemplo para ayudar a controlar los defectos de la superficie se puede utilizar cinta selladora o para el sellado de juntas entre paneles utilizando este tipo de cinta junto con una capa de espuma.

En resumen podemos decir que estos tipos de elementos proporcionan una conexión económica, expedita y confiable.

◆ Largueros y Sujetadores.

Los largueros y sujetadores forman parte del revestimiento que ésta en contacto con el concreto proporcionando rigidez. Los largueros sirven para un colado de un solo nivel y utilizando el mínimo de tirantes, aunque también se puede utilizar para dar mayor rigidez a las cimbras modulares a modo de que no haya distorsiones durante el colado.

Los sujetadores pueden usarse con secciones de láminas de acero, con maderas de madera, etc. Ambos tipos de cimbras son ideales para la construcción de muros así como de losas.

◆ Tirantes.

Los tirantes dentro de una cimbra son los encargados de resistir las presiones y las fuerzas resultantes de las operaciones de colado, estos pueden diseñarse de tal manera que ayude lo máximo posible a la colocación de la cimbra y proporcione el soporte necesario para el equipo auxiliar que se necesite durante y posteriormente a las operaciones de colado.

3.5 DESCIMBRADO.

Es uno de los aspectos que no se toman en cuenta; es de suma importancia utilizar técnicas organizadas en el descimbrado. Debido a lo anterior, la cimbra se deteriora; por lo tanto, los paneles no se podrán volver a usar, y se presenta una deficiencia en la calidad de los acabados, debido a que muchas veces los elementos de la cimbra resultan seriamente dañados.

Para que un trabajo de descimbrado se lleve a cabo de una manera aceptable se debe de realizar de la siguiente forma:

1. Descimbrar el elemento de concreto considerando la edad del mismo.
2. Descimbrar los elementos de concreto tratando de no dañar a la cimbra.

3.5.1 AGENTES DESMOLDANTES.

En la construcción, no se puede prescindir de productos para el descimbrado. Cuando se emplean correctamente, con una cimbra y concreto de la calidad deseada, contribuyen a la realización de superficies de concreto uniforme y perfectas desde el punto de vista funcional y estético.

Pero cuando son mal utilizados, los productos para el descimbrado pueden ser la causa de daños. Sin embargo las superficies manchadas no siempre son imputables al producto de descimbrado.

Los productos para el descimbrado no se tratan como es debido, ya que las cimbras de madera así como también los moldes para colado deben ser previamente tratados e impregnados, además de que la superficie interior de la cimbra deberá estar limpia. Los productos para el descimbrado deberán ser aplicados en capas regulares y continuas, y el colado del concreto se deberá hacer mientras estos todavía sean eficaces.

Los productos para el descimbrado son aplicados a las superficies de contacto de la cimbra con el fin de evitar que se peguen al concreto, y a su vez facilitar el desprendimiento. Pueden aplicarse de forma permanente en los materiales para la cimbra en el momento en que se fabrica o aplicarlos antes de cada uso. Cuando son aplicados en obra, debe tenerse precaución de no impregnar las superficies de las juntas de construcción adyacentes o el acero de refuerzo.

Un tratamiento previo en la superficie de contacto de la cimbra, con algún sellador o aditivo desmoldante, dará como resultado una superficie completamente impermeable, o una que presente cierta consistencia.

La superficie de contacto tiene diferentes grados de absorción que afectarían la textura del concreto. El color oscuro también está determinado por el grado de absorción de la superficie.

Entre los diferentes agentes desmoldantes podemos encontrar los siguientes:

1. Los Prohibidos:

- a) Aceite quemado: A pesar de que es uno de los más empleados dentro de la construcción, es un desmoldante que no tiene control de calidad, en ocasiones llega a dejar el concreto manchado.
- b) Diesel: Es uno de los más tradicionales, pero en cuestiones de cimbrado trasciende mucho en los elementos de concreto, ya que, quema la madera de la cimbra, por lo que ya no serviría para los usos que se habían destinado para la misma, y esta podría tener fracturas al momento del descimbrado.

2. Los permitidos:

- a) Todos los que garanticen tener un control de calidad.

3. Cantidad: El rendimiento recomendado es de 40 a 60 g/m² para cimbra nueva, para cimbra con un tratamiento primario de 15 a 20 g/m² y para una cimbra metálica de 10 a 15 g/m².

- a) Poca: La tarima puede tener muchos problemas para desprenderse.
- b) Mucha: Pueden presentarse problemas como burbujas o grumos que pueden causar un acabado como de agujero de insecto, puede ensuciar el acero de refuerzo.
- c) Cuando se va a recubrir el concreto verificar que el desmoldante no afecte la adherencia del recubrimiento.

Es recomendable que se utilicen aditivos desmoldantes de primera calidad para lograr acabados excelentes, aunque los aditivos sean mas costosos que los aceites y otros productos, los aditivos desmoldantes cuentan con muchas características que respaldan su uso. Los aceites y otros productos preparados también pueden ayudar a dar un buen acabado. Las ventajas que tienen los aditivos es permanecer activo mucho mas tiempo aun después de que en los aceites normales han sido absorbidos o se han evaporado de la cimbra.

3.5.2 ACCIÓN DE LOS PRODUCTOS PARA EL DESCIMBRADO.

Dentro de estos productos existe una distinción entre los productos para el descimbrado por acción física y los productos para el descimbrado fisico-químico. Los aceites, ceras y resinas, son productos para el descimbrado de acción puramente física. Estos se adhieren a la cimbra y no entran en contacto con el concreto.

Los aceites son productos de destilación del petróleo, por lo que no ejercen ninguna influencia sobre el endurecimiento del concreto y se utilizan, principalmente cuando las exigencias respecto a la superficie del elemento no son muy estrictas. Por ser aceites el riesgo es que manchen las superficies de concreto.

Dentro de los aceites también podemos encontrar los de origen mineral; los cuales, aunque son también destilados del petróleo contienen materias grasosas, ácidos grasos naturales o sintéticos, así como también otras materias. Los aceites minerales penetran bien en la cimbras de madera y resisten mejor a las condiciones atmosféricas adversas.

Cuando los aditivos son ácidos pueden reaccionar con los componentes básicos de la pasta de cemento y provocar perturbaciones en la hidratación de una delgada capa del concreto (las reacciones químicas impiden que el concreto se adhiera a la cimbra).

Para la utilización sobre cimbras metálicas, los productos anticorrosivos constituyen otros aditivos posibles.

Las emulsiones de aceite en el agua tienen un aspecto lechoso. Generalmente, se preparan directamente en el sitio de la obra, con concentrados de aceite y emulsionante anhídridos, y es necesario que el aceite se agregue al agua mientras se remueve todo el tiempo. Estas emulsiones son muy utilizadas para cimbras de madera tratadas.

Las emulsiones de agua y aceite no solo muestran buenas propiedades; también poseen propiedades no deseables que hacen que su utilización en las duras condiciones de la obra sea poco aconsejable.

Las ceras se presentan en forma de pasta. Estas forman sobre la cimbra capas sólidas, hidrófobas e impermeables, que no deben renovarse para cada colocación de concreto. Sin embargo, su aplicación requiere de mucho trabajo, para obtener superficies de concreto de color uniforme, la cimbra debe ser cubierta con cera. Hay que tener en cuenta que la cera sólo será utilizada en cimbras que estén expuestas excesivamente al viento o a la intemperie.

3.5.3 DAÑOS DE LOS PRODUCTOS PARA EL DESCIMBRADO.

En el caso de daños sobre las superficies de concreto la falta siempre recae en los productos para el descimbrado, pero no siempre es cierto ya que las diferentes tonalidades de gris del concreto, se puede deber a la aplicación incorrecta de ciertos productos, pero también se puede deber a la utilización simultánea de elementos de cimbras que tiene propiedades diferentes, es decir que el cimbrado sea con estructuras nuevas y usadas.

Como causas distintas de daños, que son debidas a los productos de descimbrado se puede citar, por ejemplo, los errores concernientes a:

- La composición del concreto.
- El colado del concreto.
- La técnica empleada para la compactación del concreto
- La duración del periodo de compactación.

Hay que tener en cuenta que las coloraciones grisáceas y amarillentas, han sido ligadas a un fuerte espolvoreado, pero generalmente no se deben a los productos de descimbrado, sino más bien a las sustancias azucaradas contenidas en las fibras de la madera.

Algunos de los daños que pueden deberse a los productos para el descimbrado se resumen en la siguiente tabla.

Imperfecciones de la superficie de concreto	Influencia de los productos para el descimbrado.
Mala calidad del humedecimiento y/o alteración de la coloración, con mala adherencia de los revestimientos, pinturas, etc.	- Residuos del producto de descimbrado en el concreto.
Diferencias de coloración.	<ul style="list-style-type: none"> - Producto de descimbrado aplicado irregularmente sobre una cimbra absorbente, donde la cantidad de agua absorbida difiere de un lugar a otro. - Producto de descimbrado aplicado en demasía y, por lo mismo alterado. - Producto de descimbrado que contiene impurezas.

Imperfecciones de la superficie de concreto	Influencia de los productos para el descimbrado.
Endurecimiento retardado de la superficie de concreto, que trae como consecuencia durabilidad insuficiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Se utilizó una emulsión de agua en el aceite. - El producto de descimbrado contenía mucho emulsionante. - Se aplicó demasiado producto de descimbrado.
Formación de polvo en la superficie del concreto.	<ul style="list-style-type: none"> - Se aplicó demasiado producto de descimbrado.
Burbujas de aire, pequeños hoyos de forma regular o irregular, diámetro 15mm.	<ul style="list-style-type: none"> - El producto de descimbrado contenía muy pocas sustancias tensoactivas. - Se aplicó demasiado producto de descimbrado.
Formación de poros	<ul style="list-style-type: none"> - Intervalo demasiado corto entre la aplicación del producto de descimbrado y el colado de concreto (evaporación de los componentes con bajo punto de ebullición del producto de descimbrado).
Película de cemento faltando en varios lugares de la superficie de concreto.	<ul style="list-style-type: none"> - Se aplicó muy poco producto de descimbrado o el producto se quitó en ciertos lugares en el momento de colocar la cimbra. - La emulsión utilizada estaba altamente diluida. - El producto de descimbrado se aplicó demasiado pronto, lo que hizo que se evaporara. - Adherencia demasiado débil del producto de descimbrado sobre la cimbra.

3.5.4 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE DESCIMBRADO.

La determinación del tiempo en que se va remover la cimbra está basado en la resistencia del concreto, el método tradicional para el tiempo de descimbrado se basa en el uso de pruebas de especímenes curados en el lugar de la obra o del concreto colado en el lugar ya que siempre se desea que el concreto adquiera la suficiente resistencia para cumplir con su función estructural y para resistir el efecto de la temperaturas extremas.

Cuando no se especifica una resistencia mínima requerida del concreto al momento del descimbrado y en condiciones comunes y corrientes, pueden usarse los períodos de tiempo siguientes:

Elemento	Tiempo de descimbrado.
Muros.	..... 12 hr
Columnas.	..... 12 hr
Lados de Vigas y Trabes.	..... 12 hr
Casetones:	
- 76 cm de ancho o menores.	..... 3 días.
- Más de 76 cm de ancho.	..... 4 días.
Plafones de viguetas, vigas o trabes.	
- Menos de 3.0 m de claro entre apoyos estructurales.	..... 7 días a 4 días.
- De 3.0 a 6.0 m de claro entre los apoyos estructurales.	..... 14 días a 7 días.
- Más de 6.0 m de claro entre los apoyos estructurales.	..... 21 días a 14 días.

Elemento	Tiempo de descimbrado.
Losas para pisos en una dirección.	
- Menos de 3 m de claro entre los apoyos estructurales.	.....4 días a 3 días.
- De 3.0 a 6.0 m de claro entre los apoyos estructurales.	.....7 días a 4 días.
- Más de 6.0 m de claro entre los apoyos estructurales.	.....10 días a 7 días.

En la tabla anterior se puede observar que el tiempo de descimbrado de los plafones y losas oscila entre dos valores, esto es debido a que si la cimbra puede quitarse sin afectar los puntales se debe de usar la mitad de estos valores.

Los tiempos señalados en la tabla anterior representan el número acumulado de días u horas, durante los cuales la temperatura del aire que rodea al concreto esta por encima de los 10°C. Si se usa concreto de alta o temprana resistencia estos períodos pueden llegar a reducirse. Sin embargo si la temperatura oscilara por debajo de los 10°C o se usarán agentes retardantes, y estos periodos deberán de incrementarse.

Cualquiera que sea el período de descimbrado, se debe de proveer de métodos adecuados de curado del concreto, inmediatamente después del descimbrado.

3.5.5 RECOMENDACIONES.

La principal de todas las recomendaciones es seguir las instrucciones del fabricante para los productos de descimbrado, tomando esto en cuenta podemos decir que la mayor parte de los productos para el descimbrado cumple su función cuando:

- La cimbra es cuidadosamente limpiada.
- El producto para el descimbrado es bien seleccionado.
- La aplicación del desmoldante se hace regularmente y en cantidades adecuadas.
- El material de la cimbra responde a las exigencias de la obra.
- Hay una buena compactación del concreto.

Hay que tomar en cuenta las condiciones atmosféricas del lugar en donde se encuentra ubicada la obra, esto es debido a la viscosidad de los productos para el descimbrado, ya que puede llegar a pegarse el polvo en la superficie y no aprovecharse las propiedades de los agentes desmoldantes.

Las capas de los agentes desmoldantes se deben de aplicar en capas delgadas y regulares mediante la ayuda de un trapo, esponja, cepillo, rodillo o brocha. Según se había visto anteriormente la cantidad necesaria de productos para el descimbrado es de 40 a 60 g/m², para una cimbra absorbente nueva; y de 15 a 20 para una cimbra que ya haya sido tratada y de 10 a 15 g/m² para una cimbra metálica.

Mientras más rugosa y absorbente sea la cimbra, la cantidad necesaria aumentará y mientras la cimbra se utilice con más frecuencia la cantidad disminuirá.

Los espesores de las capas se pueden controlar pasando el dedo, en donde es relativamente fácil detectar la cantidad aplicada, ya que si la huella del dedo no forma una pequeña masa a su lado, significa que el espesor de la capa es bueno.

Las diferencias de coloración de las superficies de concreto son debidas al uso simultaneo de superficies nuevas y usadas, esto se debe básicamente a la absorción, para remediar esto a las cimbras nuevas se les debe de humedecer durante toda una jornada, antes de utilizarlas por primera vez, o si nos queremos evitar ese tratamiento, hay que administrarles una capa de pasta de cemento antes de la primera aplicación de los productos para el descimbrado, esta pasta deberá ser removida una vez que haya endurecido.

Tener cuidado de las condiciones atmosféricas del lugar en donde se encuentre la obra, ya que ciertos factores como la lluvia, pueden deslavar parcial o totalmente el producto para el descimbrado, y el cuerpo de la cimbra, en el caso de las maderas pudiera romperse al momento del descimbrado ya que hay que tomar en cuenta que la cimbra se encontraría a la intemperie, dañándose por el viento, la lluvia y el sol principalmente.

CAPITULO 4

DISEÑO

Dentro de la construcción, la cimbra es uno de los aspectos que deben de ser cuidadosamente planeados antes de ser construida, independientemente del tipo de cimbra que se trate. Todo esto con el fin de obtener el tamaño de cimbra a realizar en obra, ya sea comprarla o alquilarla, y así planear los cimbrados junto con los colados, para así tener avance en la obra; y de esta manera poderle dar a la cimbra el mayor número de usos posibles.

El diseño de las cimbras nos ayuda a determinar la planeación así como el analizar la estabilidad de las cimbras, que no tenga pandeos que puedan dar problemas en los elementos y sobre todo que no tenga colapsos al momento de los colados.

4.1 METODOS DE DISEÑO.

La cimbra puede ser fabricada de muchos y distintos materiales, pero debe ser diseñada de tal forma que proporcione a los elementos de concreto las formas, alineamientos y posiciones correctas, pero sobre todo que estas condiciones se encuentren dentro de las tolerancias establecidas.

El diseño debe ser capaz de poder determinar un soporte seguro hacia las cargas verticales y sobre todo laterales desde el momento del vaciado hasta el momento en el que el elemento pueda soportarse así mismo.

Las cargas verticales y laterales deben de trasferirse al terreno por medio del sistema de cimbrado, pero haciendo los arreglos necesarios si la capacidad del terreno no fuera suficiente para resistir el peso propio de la cimbra así como las fuerzas que puedan surgir.

Dentro del diseño se pueden tener ciertas deficiencias, que pueden ocasionar fallas en el cimbrado, dentro de las cuales podemos encontrar:

- Reapuntalamiento inadecuado.

- Falta de consideración de las fuerzas o cargas como puede ser el viento, carretillas, equipo de instalación y almacenaje temporal de los materiales de cimbrado.
- Errores al proporcionar los refuerzos laterales adecuados o unión de puntales.
- Errores al calcular los esfuerzos de apoyo en los elementos en contacto con los puntales.
- Anclaje inadecuado contra el levantamiento debido a que las caras de la cimbra están abombadas.
- Medidas inadecuadas para prevenir la rotación de las cimbras de las vigas en aquellos puntos en que se unen con la losa por un solo lado.

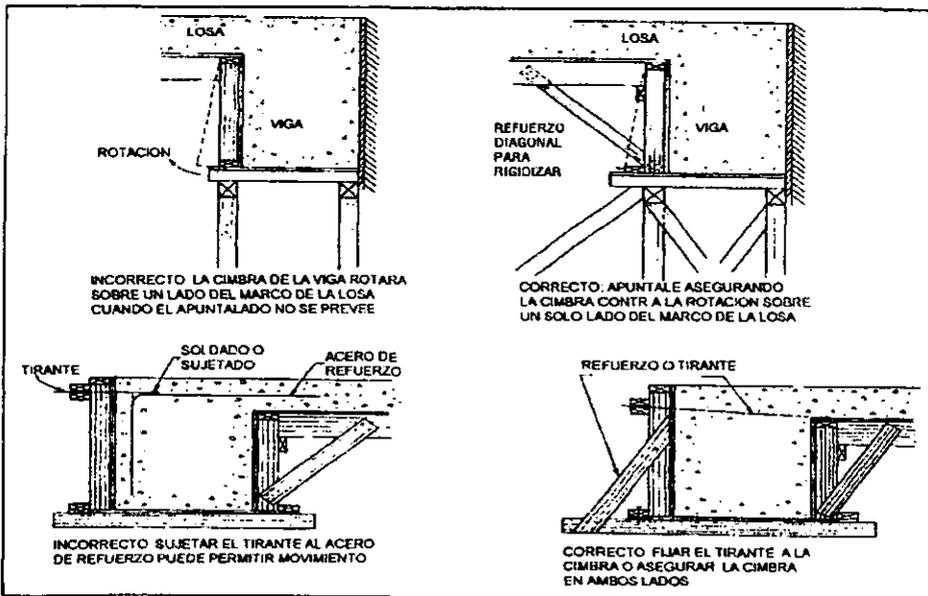


Fig. 4.1 Aseguramiento de las esquinas.

- Reapuntalamiento sobretensado.
- Errores al determinar la relación de esbeltez de los elementos de compresión.

El diseño de la estructura de cimbrado deberá ser plasmado en planos en donde se especifiquen los tipos de materiales, dimensiones, longitudes así como los detalles de conexión y algunos detalles como:

- Los procedimientos, las secuencias a seguir, así como el criterio que se utilizará para la remoción de cimbras, y puntales además de especificar como se hará el reapuntalamiento.
- Especificar como se colocarán los anclajes, sujetadores, puntales, los refuerzos laterales y los enlaces horizontales.
- Remoción de los separadores.
- Juntas de construcción.
- Secuencias de colado del concreto.
- Arrastres u otro tipo de cimentación para el cimbrado.
- Revestimiento del cuerpo de la cimbra.
- Aberturas temporales o aditamentos de fijación para grúas u otros equipos para manejo de materiales.
- Notas para el colocador de la cimbra mostrando la dimensión y localización de conductos o tuberías ahogadas en el concreto (sí las hubiera).
- Mostrar algunos ajustes que se podrán realizar en campo.

4.2 CARGAS.

Las cimbras y obras falsas deben de ser capaces de soportar todas las cargas verticales y laterales, hasta que la estructura de concreto sea capaz de soportarlas por sí misma, dentro de estas cargas se encuentran:

- El peso del concreto.
- El peso del acero de refuerzo.
- Peso propio de la cimbra.
- Las cargas vivas.

Las descargas del concreto, el movimiento de los equipos para la construcción y el viento, producen fuerzas laterales que debe de resistir la obra falsa.

Dentro de las cargas debe de considerarse los impactos del equipo y las cargas concentradas que se pueden producir por el concreto en un solo lugar de descarga.

Las cimbras deberán ser diseñadas para soportar la llamada alternancia de cargas, esto básicamente se da en losas cuando el cimbrado es continuo y el peso del concreto en un claro puede causar el levantamiento de otro claro. (Fig. 4.2)

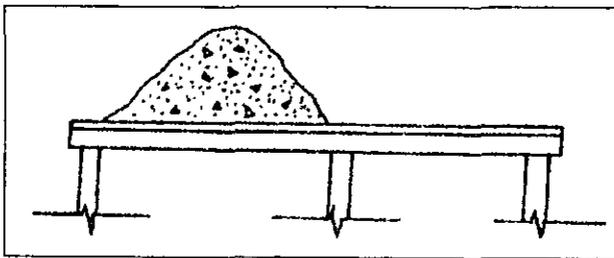


Fig. 4.2

4.2.1 CARGAS VERTICALES.

Las cargas verticales están constituidas por la carga muerta y la carga viva. Donde la carga muerta estará compuesta por el peso propio de la cimbra más el peso del concreto recientemente colado. Mientras que la carga viva incluye el peso de los trabajadores, el equipo necesario, el material a utilizar, las rampas y el impacto.

Las cargas verticales supuestas para los puntales y los reapuntamientos diseñados para construcciones de varios niveles, deben incluir las cargas que se transmitan desde los pisos superiores.

Los soportes verticales y la cimbra horizontal según el A.C.I deberán de soportar una carga mínima de 250 kg/m^2 , esta carga incluye el peso de los trabajadores y equipo, en el caso de que se utilizaran vehículos motorizados, la carga mínima que deberán soportar es de 400 kg/m^2 .

La carga mínima de diseño para ambas cargas combinadas, viva y muerta, debe de ser de 488 o 610 kg/m^2 si se utilizan vehículos motorizados.

4.2.2 PRESION LATERAL DEL CONCRETO.

Cuando el concreto se vacía en la cimbra, produce una presión perpendicular que es proporcional a la densidad y a la profundidad del concreto en estado líquido. En la medida en que el concreto empieza a fraguar (cambio del estado líquido a sólido), empezará a haber una reducción en la presión del concreto hacia la cimbra.

El tiempo de fraguado está en función con la temperatura inicial, ya que para una mayor temperatura el tiempo es menor, pero para una baja temperatura el tiempo es mayor.

La profundidad del concreto en estado líquido varía con la temperatura y con la velocidad de llenado. En donde se ejerce más presión cuando el llenado es más rápido.

Hay que tomar en cuenta que el concreto no es un líquido perfecto, por lo que es imposible determinar la presión exacta que se ejercerá sobre la cimbra. Por lo que podemos decir que la presión del concreto está en función de:

1. Velocidad de llenado.
2. Temperatura del concreto.
3. Método de colado del concreto, a mano o con vibrador.

La vibración consolida al concreto, pero produce presiones laterales que son de 10 a 20 por ciento mayores, de las que resultan cuando el concreto es varillado.

Otros de los factores que influyen en la presión lateral son:

- El revenimiento.
- Temperatura ambiente.
- T.M.A. (Tamaño Máximo del Agregado).
- Procedimiento de colado.
- Rugosidad y permeabilidad de la cimbra.
- Localización del acero de refuerzo.

El cimbrado debe diseñarse de acuerdo con la presión lateral del concreto recién colado, mediante la fórmula:

$$P = w h$$

Donde:

p = presión lateral, kg/m^2 .

w = peso del concreto fresco kg/m^3 .

h = profundidad del concreto fluido o plástico en m.

Para columnas u otras cimbras que puedan llenarse rápidamente antes de que el concreto endurezca, la h se deberá considerar como la altura total de la cimbra, o la distancia entre las juntas de construcción cuando se vaya a hacer más de un colado.

Para el concreto que tenga un peso volumétrico de 2400 kg/m^3 que no contenga puzolanas u otras mezclas y que tenga un revenimiento de 10 cm o menos y con una vibración normal a una profundidad de 1.20 m o menos, el cimbrado puede diseñarse del siguiente modo:

$$P = 730 + \frac{80,000 R}{17.8 + T}$$

Donde:

R = Velocidad vertical de colado (m/h).

T = Temperatura vertical de colado ($^{\circ}\text{C}$).

La formula anterior es utilizada para calcular la presión lateral del concreto en **COLUMNAS** en donde p puede llegar a un máximo de $15,000 \text{ kg/m}^2$ y con un mínimo de $3,000 \text{ kg/m}^2$, pero en ningún caso mayor a wh .

Para el caso de **MUROS** con una velocidad vertical de colado menor o igual a 2 m/h se utilizará la siguiente fórmula:

$$P = 730 + \frac{80,000 R}{17.8 + T}$$

Donde:

R = Velocidad vertical de colado (m/h).

T = Temperatura vertical de colado ($^{\circ}\text{C}$).

En la fórmula anterior p puede tener un máximo de $10,000 \text{ kg/m}^2$ y un mínimo de $3,000 \text{ kg/m}^2$, pero en ningún caso mayor a wh .

Para **MUROS** con un ritmo de colocación de 2 a 3 m/h se utilizara la siguiente fórmula:

$$P = 730 + \frac{118,000}{17.8 + T} + \frac{24,900 R}{17.8 + T}$$

Donde:

R = Velocidad vertical de colado (m/h).

T = Temperatura vertical de colado ($^{\circ}\text{C}$).

La fórmula anterior muestra que p puede tener un máximo de $10,000 \text{ kg/m}^2$ y un mínimo de $3,000 \text{ kg/m}^2$, pero en ningún caso mayor a wh .

Si el concreto se bombea desde la base de la cimbra, ésta debe diseñarse para una carga hidrostática total del concreto wh más una tolerancia mínima del 25 por ciento, por la presión brusca de bombeo.

4.2.3 CARGAS HORIZONTALES.

Las cimbras y obras falsas deben diseñarse a modo que resistan las cargas horizontales previsibles, tales como las fuerzas sísmicas, el viento, la tensión de los cables, los apoyos inclinados, la descarga del concreto, y el arranque y paro de los equipos.

El A.C.I. recomienda las siguientes cargas horizontales.

- a) Para la construcción de edificios, en ningún caso el valor asumido de la carga horizontal debida al viento, debe ser menor:

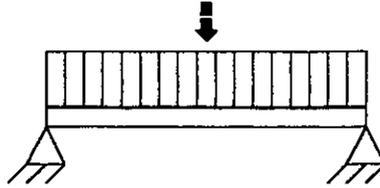
$$W \left\{ \begin{array}{l} 150 \\ 2\% \text{ de Carga Muerta/ L} \end{array} \right\} \rightarrow \text{Se Toma la mayor}$$

- b) Para cimbras de muros expuestas al medio ambiente la carga mínima de diseño por viento no debe ser menor a 73 kg/m^2 . En donde los sujetadores deben diseñarse para una carga horizontal de 150 kg/m^2 de muro, aplicada en la parte más alta.

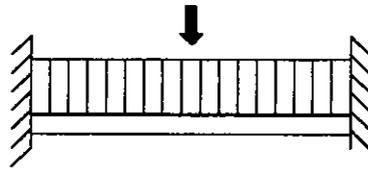
4.2.4 CARGAS ESPECIALES.

Las cimbras deben diseñarse para cualquier tipo de condiciones que pudieran ocurrir, por ejemplo una colocación asimétrica del concreto, el impacto del concreto vertido por máquina, las cargas concentradas del acero de refuerzo, las cargas debidas al manejo de las cimbras, así como el almacenamiento de materiales de construcción.

Para el caso de una cimbra, las condiciones de apoyo determinan el valor del momento flexionante que para el caso:



$$M_{\max} = \frac{W L^2}{8}$$



$$M_{\max} = \frac{W L^2}{12}$$

Por tanto, es deseable diseñar para una condición promedio:

$$M_{\max} = \frac{W L^2}{10}$$

4.2.5 ESFUERZOS UNITARIOS.

Quando se usan cimbras, andamios o puntales prefabricados, deben de seguirse las recomendaciones del fabricante respecto a las cargas permisibles. Para materiales de cimbra de reutilización limitada pueden usarse los esfuerzos permisibles señalados en el Reglamento. Donde la cimbra se haga con materiales como aluminio y magnesio, se recomienda que la cimbra se diseñe como una estructura permanente para sostener cargas permanentes.

Dentro de los esfuerzos podemos encontrar el esfuerzo cortante en el cual se deben de emplear las fórmulas convencionales de resistencia de materiales. Podemos considerar la tendencia de una viga a fallar cayendo entre sus apoyos, a esta tendencia es lo que se conoce como fuerza cortante, y los esfuerzos generados para resistir esta tendencia se le conoce como esfuerzo cortante.

Una definición de fuerza cortante es: La suma de las fuerzas verticales que hay en ambos lados de una viga que es lo que se conoce como reacción menos las cargas propias de la viga.

El esfuerzo cortante se revisará con la siguiente expresión:

$$\frac{3v}{2 b d_1} = \frac{d}{d_1}$$

donde:

d_1 = peralte efectivo.

Otro de los esfuerzos que se presentan es el pandeo lateral, este se debe de tomar siempre en cuenta, y para evitarlo, las piezas de la cimbra deberán de quedar correctamente contraventeadas.

4.2.6 EJEMPLO.

Cimbra para contratrabe.

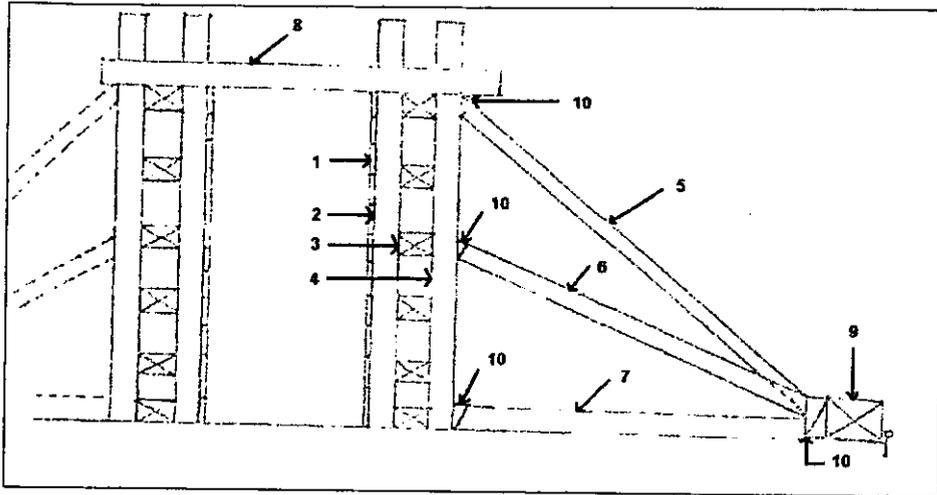


Fig. 4.3 Elementos de una cimbra.

Peralte de la contratrabe = 2.00 mt.

Ancho de la contratrabe = 0.50 mt.

Largo de la contratrabe = 6.90 mt.

- 1.- Forro.
- 2.- Barrote.
- 3.- Larguero.
- 4.- Polín vertical.
- 5.- Puntal.
- 6.- Puntal.
- 7.- Puntal.
- 8.- Separador.
- 9.- Viga de arrastre.
- 10.- Cuñas.

Para determinar el material procederemos al análisis de una de las caras de la cimbra para lo cual, empezaremos por calcular la presión lateral del concreto:

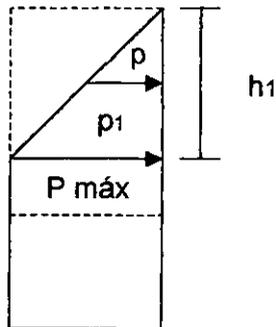


Fig. 4.4 Presión lateral

Tomaremos la fórmula del apartado 4.2.2, que es para muros con una velocidad de colado menor o igual a 2m/h, en donde :

$$P = 730 + \frac{80,000 R}{17.8 + T}$$

donde:

R = velocidad de colado.

T = Temperatura de la mezcla en grados centígrados.

Sea: R = 0.60 m/h; T = 20°

$$P = 730 + \frac{80,000 * 0.60}{17.8 + 20} = 2000 \text{ Kg/m}^2.$$

Con la presión obtenida se procederá a calcular la altura, de donde:

$$P = w h$$

$$\text{Si } P = 2000 \text{ kg/m}^2 \quad \text{y} \quad W = 2400 \text{ kg/m}^3;$$

Despejando h de la fórmula anterior tenemos:

$$h = \frac{P}{W}$$

Sustituyendo:

$$H = \frac{2000}{2400} = 0.83 \text{ m.}$$

1) Diseño del Forro.

Se proponen tablas de 1" X 4" X 8 ¼', apoyadas en los barrotes verticales.

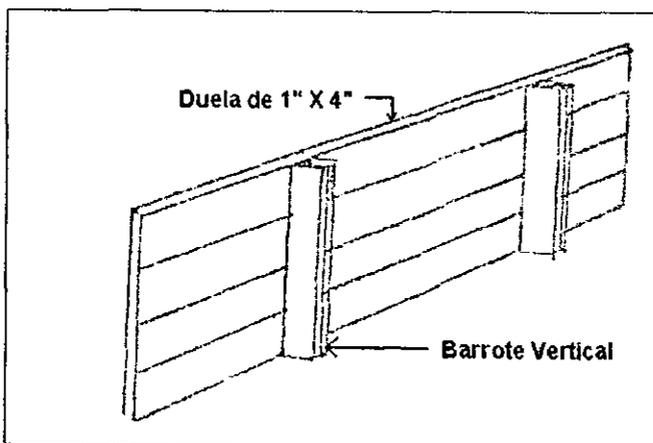


Fig. 4.5 Material propuesto

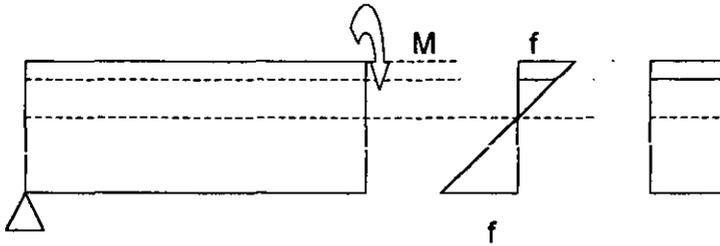


Fig. 4.6 Momentos de inercia.

Se procederá a obtener el esfuerzo mediante la fórmula:

$$\sigma = \frac{M}{I} y$$

donde:

σ = Esfuerzo en la fibra a una distancia y .

M = Momento de inercia en la sección transversal.

I = Momento de inercia.

y = distancia del eje neutro a la fibra donde se desea conocer el esfuerzo

En donde $\frac{I}{Y} = S$ (módulo de sección);

$$I = \frac{b h^3}{12} ; Y_{\text{máx}} = \frac{h}{2} ; S = \frac{b h^3}{12} / \frac{h}{2} = \frac{b h^2}{6}$$

S = módulo de sección.

Tabulando algunos valores de S:

b X h Sección	b X h Pulg	Sx Cm ³	Sy Cm ³	Mx Kg-cm	My Kg-cm
2.54X10.16	1" X 4"	10.92	45.59	633.76	2644.32
3.81X10.16	1 ½" X 4"	24.58	65.54	1425.64	3801.32
10.16X10.16	4" X 4"	174.79	174.79	10137.82	10137.82
10.16X20.32	4" X 8"	349.59	699.18	20276.22	40552.44
5.08X10.16	2" X 4"	43.70	87.40	2534.53	5069.06
10.16X15.24	4" X 6"	262.20	393.29	15207.19	22810.82

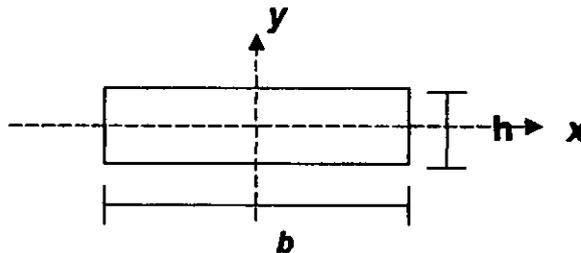


Fig. 4.7

$$S_x = \frac{b h^2}{6} \quad M_x = \sigma S_x$$

$$S_y = \frac{b^2 h}{6} \quad M_y = \sigma S_y$$

El esfuerzo de flexión permisible es:

$$\sigma \text{ de flexión} = 40 \text{ Kg/cm}^2$$

Los incrementos para los esfuerzos son:

1. Debidos a la corta duración de la carga viva: 15%
2. Incremento debido a que la separación de los barrotes es igual o menor a 60 cm: 20%
3. Debido a que el contenido de humedad es menor al 18% : 10%

Por lo tanto:

$$\sigma = 40 (1 + 0.15 + 0.20 + 0.10) = 58 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$\text{Momento resistente} = \sigma s = 58 \times S.$$

$$M_x = 58 S_x ; M_y = 58 S_y.$$

El tamaño comercial de la duela es de 8 ¼", (2.51 m) y se apoya en los barrotes en una viga continua.

$$\text{La presión lateral vale: } P = 2000 \text{ kg/cm}^2$$

La duela tiene un ancho de 10 cm.

$$\text{La carga tributaria es de } w = 0.10 p$$

El momento máximo:

$$M = \frac{W L^2}{10}$$

La separación entre barrotes: L

Sustituyendo:

$$M = \frac{0.10 \text{ cm} \times 2000 \text{ kg/cm}^2 \times L^2}{10} = 20.00 L^2 = M \text{ flexionante.}$$

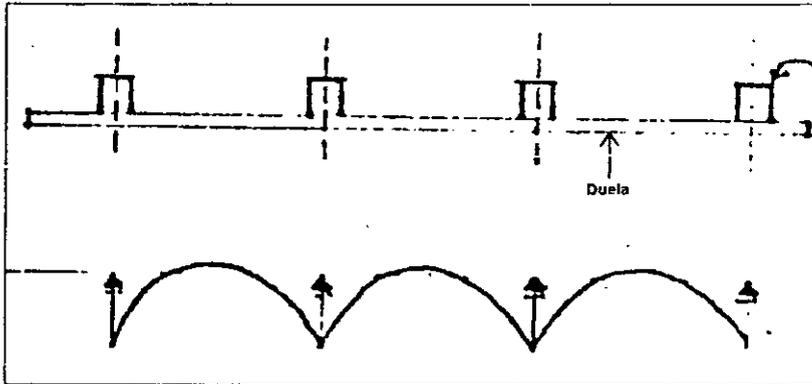


Fig. 4.8

Momento resistente = $M_x = 633.36 \text{ kg-cm}$

Si hacemos $L = 0.55 \text{ m}$ $M_{\text{Flex}} = 20.00 \times 0.55^2$

$M_{\text{flex}} = 6.065 \text{ kg-m} = 606.5 \text{ kg-cm} < M_{\text{resist.}}$

La separación de los barrotes sería de 55 cm.

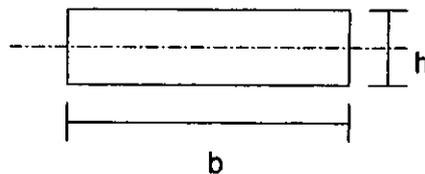


Fig. 4.9

Se propone una sección para los barrotes de 2" X 4"

El momento resistente: $MR = 5069.06 \text{ kg-cm}$.

Los barrotes se apoyarán en los largueros horizontales.

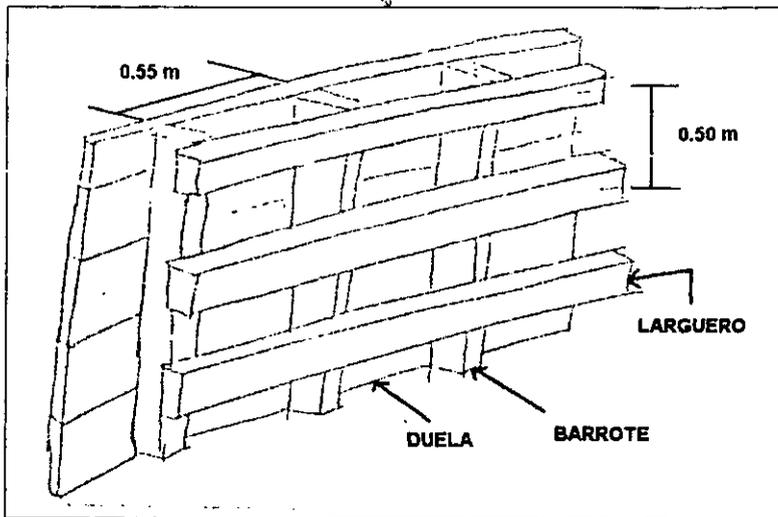


Fig. 4.10 Forma de Armado

La carga tributaria de un barrote intermedio con separación de 55 cm. $W_2 = 0.55 \times 2000 = 1100 \text{ Kg/cm}$.

$$M = \frac{1100 \times 0.5^2}{10} = 27.56 \text{ kg-m} = 2756 \text{ kg-cm}$$

Podemos disminuir la sección del barrote a $1 \frac{1}{2}'' \times 4''$, la cual tiene un momento resistente de $MR = 3801 \text{ kg-cm} > M_{\max}$.

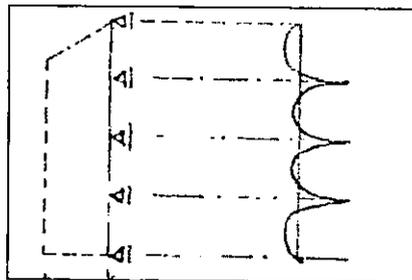


Fig. 4.11 Distribución de cargas.

Sección del larguero horizontal. Los largueros se apoyan en polines verticales.

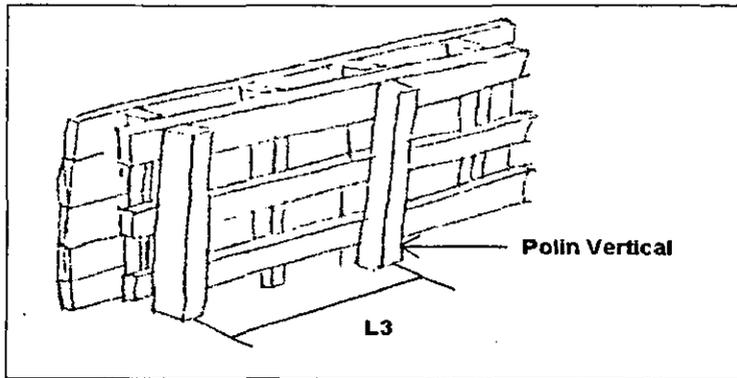


Fig. 4.12 Distancia entre barrotes.

Si los largueros tienen una separación de 50 cm, la carga tributaria: $W_3 = 0.5 \times 2000 = 1000 \text{ kg/m}$.

Si el polín vertical tiene una separación de un metro.

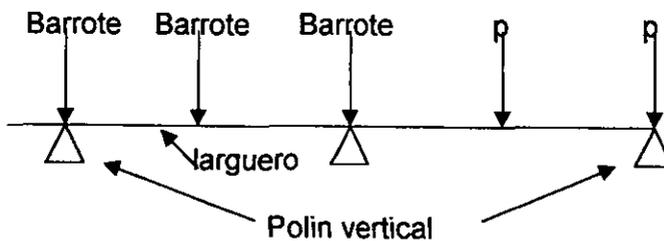


Fig. 4.13 Separación de polines.

El barrute transmite la carga al larguero:

$$P = \frac{1100}{2} = 550 \text{ Kg}$$

$$M = \frac{550 \times 1}{8} = 68.75 \text{ kg - m}$$

M máx. = 6875 kg-cm, si la sección de largueros es de 4" x 4";
MR = 10138 M máx.

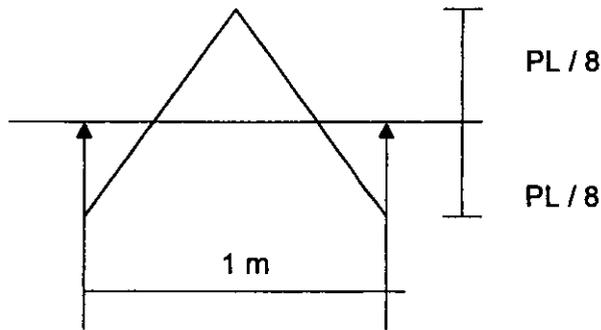


Fig. 4.14 Diagrama de momentos.

Sección de los polines verticales si se consideran 3 puntales ó apoyos

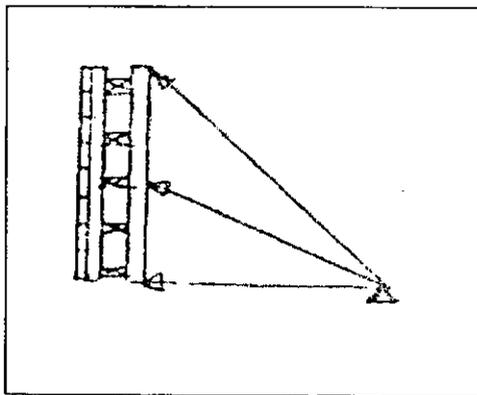


Fig. 4.15 Colocación de Puntales.

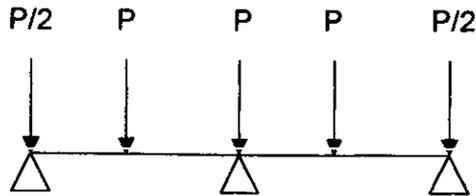


Fig. 4.16 Diagrama de cargas.

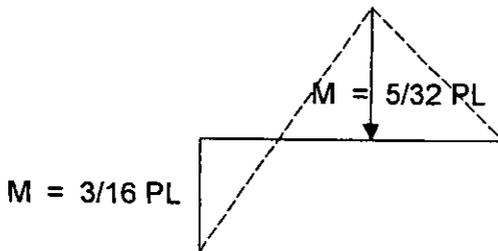


Fig. 4.17 Diagrama de momentos

La carga P es la reacción intermedia del larguero:

$$P = W_2 C = 1000 \times 1 = 1000 \text{ Kg}; \text{ si la reparación es a } 1.20 \text{ m}$$

$$M = \frac{3 \times 1000 \times 1.20}{16} = 225 \text{ kg - m} = 22500 \text{ kg - cm}$$

Si proponemos una sección de 6" X 4", $MR = 22810 \text{ kg - cm}$

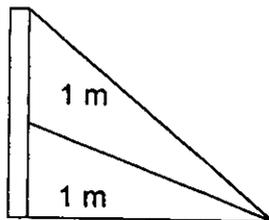


Fig. 4.18 Distancia del apuntalamiento

El puntal intermedio tiene una longitud de $L_4 = \sqrt{4H} = 2.25 \text{ m}$

$K = 1$; $kl = 225 \text{ cm}$.

r (radio de giro) = $\sqrt{I/A}$. Si la sección es de 4" X 4",

$r = 10.16 / 3.46 = 2.94 \text{ cm}$

$\frac{kl}{r} = \frac{225}{2.94} < 10$; columna corta.

$f_c = 30 \text{ kg/cm}^2$. El esfuerzo de compresión paralelo a las fibras.

Carga admisible: $P_c = f_c A = 30 \times 10.16^2 = 3096 \text{ kg}$

$$R = p + 2 \times \frac{11}{16} p = \frac{2 \times 11 \times 1000}{16} + p = 1375 + 1000 = 2379$$

$R < P_R$, correcto.

Para apoyar los puntales, se coloca una viga de arrastre de 8" X 4" con cuñas para fijar los puntales.

4.3 PUNTALES.

Los puntales son aquellos elementos que proporcionan soporte vertical u horizontal, diseñadas para soportar el peso de la cimbra, el peso del concreto y las cargas que se pudieran presentar por encima de la cimbra.

Muchas veces estos elementos no son lo suficientemente altos y más cuando se trata de puntales de madera a los cuales se les realiza empalmes a tope o traslapes para satisfacer la altura deseada, pero estos empalmes no son recomendables, a menos que se pueda demostrar su estabilidad y resistencia. Si los empalmes del apuntalamiento se fabrican con triplay o madera deben de ser diseñados como cualquier elemento estructural contra pandeo o flexión.

Debe llevarse una correcta planeación con respecto a los tiempos de colocación de puntales, reapuntalamiento y apuntalamiento posterior.

Estas operaciones deben ser diseñadas de tal modo que puedan soportar todas las cargas que se les transmitan, principalmente cuando se trata de construcciones de varios niveles, dentro del análisis se debe de considerar lo siguiente:

- El peso de la carga muerta del concreto y la cimbra.
- El diseño estructural de la carga de la losa o de otro elemento, incluyendo la carga viva, las cargas de muros divisorios y otras cargas para las cuales se diseñó la losa. En donde se haya incluido una carga viva reducida para el diseño de ciertos elementos y tolerancias para cargas de construcción, tales valores deben de aparecer en los planos estructurales y tomarse en cuenta cuando se lleve a cabo el análisis.
- Las cargas vivas de construcción, por ejemplo las personas encargadas de la colocación, el equipo, etc.

- Resistencia de diseño del concreto especificado.
- Los lapsos de tiempo transcurridos entre la colocación de los pisos sucesivos.
- La resistencia del concreto cuando se requiera que soporte las cargas de los puntales superiores.
- La distribución de las cargas entre niveles, puntales y reapuntalamiento o apuntalamiento posterior en el momento de colar el concreto, de remover los puntales o los apuntalamientos posteriores.
- El claro de la losa o de los elementos estructurales entre los soportes permanentes.
- El tipo de sistemas de cimbra, por ejemplo: la separación de los componentes horizontales del cimbrado, las cargas individuales de los puntales, etc.
- Tiempo mínimo cuando sea apropiado.

Con la información anterior se da paso a los procedimientos de apuntalamiento, que básicamente se refiere al desmontaje de los puntales con el fin de maximizar el reuso de la cimbra.

Cuando hay varios pisos, éstos necesitan apoyarse en puntales y reapuntalarse para absorber la carga muerta del concreto y las cargas de construcción antes de que el concreto alcance su máxima resistencia de diseño. Los reapuntalamientos son instalados después de haber desmontado la cimbra con el fin de distribuir cualquier carga adicional a las losas más antiguas y más resistentes.

Esto no tiene una normatividad, ya que según la experiencia se pueden construir dos pisos de puntales por cada piso de reapuntalamiento, sin embargo lo que se trata es garantizar la seguridad de la obra, eso lo podemos lograr mediante las siguientes recomendaciones:

- Aumentar el número de pisos con apuntalamiento y reapuntalamiento.
- Usar una mezcla de concreto o procurar que las condiciones de curado sean las adecuadas para conseguir el desarrollo más rápido de la resistencia.

En obras de muchos pisos los puntales que reciben las mayores cargas son aquellos que están a nivel del terreno natural y que soportan la carga de todos los pisos que se hayan colado antes de haber desmontado los puntales del primer nivel. En función de la secuencia constructiva, las cargas transmitidas a estos puntales pueden ser varias veces mayores que la carga muerta de la propia losa.

Se deben colocar los puntales en el mismo lugar en cada uno de los pisos para evitar el desarrollo de momentos flexionantes invertidos.

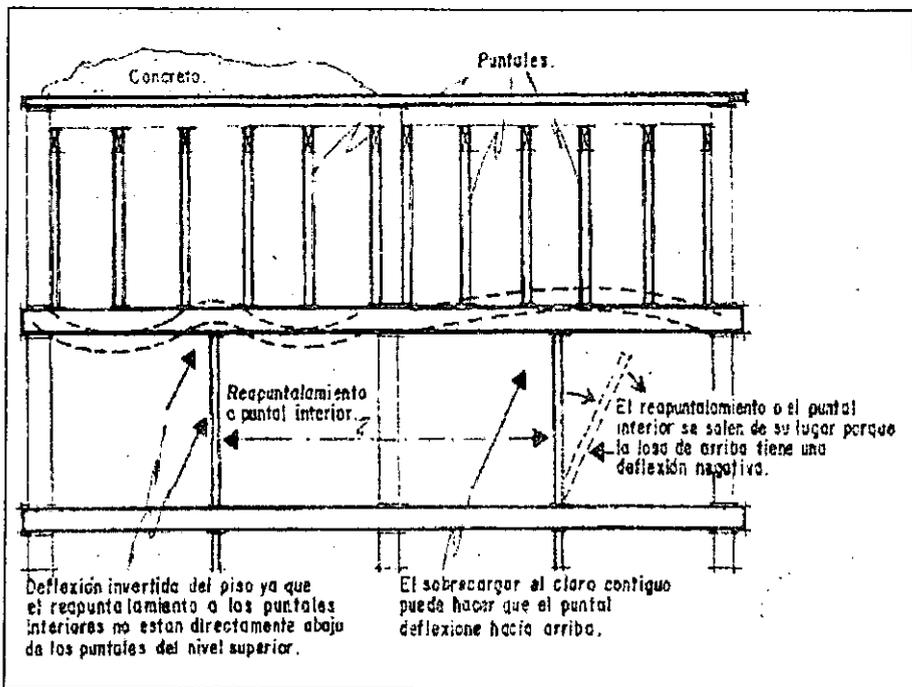


Fig. 4.19 Colocación incorrecta de los puntales

4.3.1 DISEÑO DE APUNTALAMIENTO.

Los sistemas de apuntalamiento diseñados o contruidos de forma inadecuada pueden resultar extremadamente peligrosos y provocar daños en el concreto e incluso una falla de grandes consecuencias.

El sistema de apuntalamiento es una estructura provisional que debe ser diseñada para soportar las cargas verticales y horizontales durante la etapa de construcción.

Entre estas cargas se encuentra el peso del concreto fresco, el peso de la cimbra, el peso de los puntales y de otro tipo de andamios, también las cargas debida a los vientos, a los equipos y otros factores más.

El diseño de troqueles horizontales, tales como vigas ajustables, traveses o una combinación de ambas, deben de ser cuidadosamente diseñadas ya que estos distribuyen mayores cargas a un número limitado de apoyos verticales.

En la norma A.C.I. 347 se recomienda el uso de una carga mínima de construcción igual a 250 kg/m^2 , para el cálculo de cargas transmitidas al puntal 370 kg/m^2 si se utilizan carros motorizados para transportar el concreto.

La carga mínima de diseño para la combinación de carga muerta con carga viva debe de ser de 490 kg/m^2 o de 610 kg/m^2 si se utilizan carros motorizados.

El peso de la cimbra y de los puntales se supone en términos generales que es igual al 10% de la carga muerta sobre la losa. También debe de tomarse en cuenta las cargas aplicadas o el aplastamiento de los extremos del puntal contra viguetas, vigas longitudinales u otro tipo de elementos horizontales apoyados en la cimbra.

La capacidad de carga permisible del contacto entre el puntal de madera y los elementos horizontales de la cimbra también pueden influir en el diseño de los puntales más que la capacidad propiamente dicha de estos últimos.

El área de contacto entre el puntal y la cimbra definirá la capacidad de carga máxima permisible. En algunos casos el área de apoyo puede ser mucho menor que las dimensiones reales del puntal.

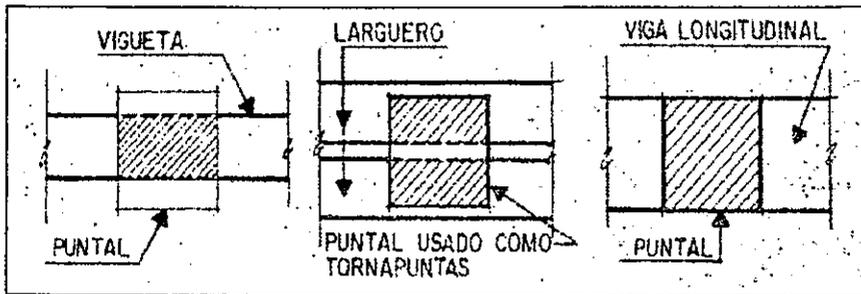


Fig. 4.20 La superficie del cuerpo de la cimbra puede ser menor que la superficie del puntal

Los remates de madera dura o las placas metálicas de apoyo pueden distribuir las cargas por punta de los puntales de madera de tal manera que se puede sacar provecho de la capacidad estructural total del puntal.

Los puntales de madera se consideran como columnas simples cuya capacidad de carga permisible se basa en la relación de esbeltez l/d , donde l es la longitud libre, en pulgadas y d es la dimensión de la cara de madera que se considera, en pulgadas. Para el caso de puntales de madera, la relación l/d no debe ser mayor de 50.

El contraventeo horizontal se usa generalmente para reducir la magnitud de la relación l/d . Cuando esta es la única finalidad del contraventeo se le llama también celosía.

La carga permisible para puntales sencillos de madera se basa en la magnitud de la relación l/d y de la resistencia a la compresión de los diferentes tipos de madera.

Para poder comprender mejor el diseño del apuntalamiento y de la relación de esbeltez procederemos a observar la siguiente figura.

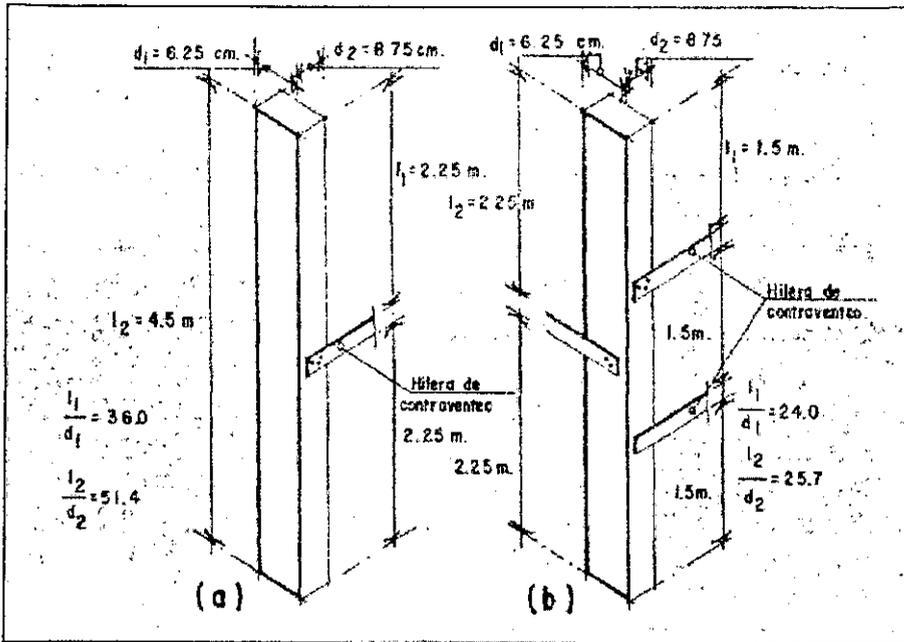


Fig. 4.21 Determinación de la relación de esbeltez l/d

Para el caso de otros sistemas de apuntalamiento tales como tubos de acero, puntales ajustables, combinaciones de madera y acero, y puntales del tipo de andamiajes de acero tubular, se deberán respetar las recomendaciones del fabricante en lo que a cargas permisibles se refiere.

4.4 REFUERZOS Y ENLAZADO.

El sistema de cimbra debe diseñarse a fin de que transfiera todas las cargas horizontales al suelo o a la construcción terminada, de modo que la cimbra sea segura todo el tiempo.

El refuerzo diagonal debe incluirse en las partes verticales y horizontales en donde se requiera que resistan cargas laterales y a fin de evitar inestabilidad de los elementos individuales.

En el diseño pueden considerarse los enlaces o amarres horizontales, a fin de mantener en su lugar o incrementar la resistencia al pandeo de los puntales, del apuntalamiento o de los puntales posteriores.

Los enlaces o amarres pueden ser en cualquier dirección que permita asegurar la relación de esbeltez l/d . El sistema de refuerzos debe anclarse de modo que se pueda asegurar la estabilidad del sistema en conjunto.

4.4.1 CONTRAVENTEOS CON PUNTALES.

Un contraventeo lateral adecuado resulta de suma importancia para garantizar la estabilidad y la seguridad de los sistemas de apuntalamiento, pero con demasiada frecuencia no se le considera como debe ser o incluso se suprime en su totalidad.

Los sistemas de cimbras se deberán de diseñar para soportar las fuerzas laterales debidas al viento, tensión de los cables, apoyos inclinados, colocación del concreto, y operaciones de arranque y paro del equipo.

No se deben de mezclar diferentes tipos de sistemas de apuntalamiento, ni puntales individuales de diferentes materiales dentro de un mismo nivel.

Las diferentes características de cada uno de los sistemas pueden dar lugar a deflexiones no uniformes inducidas por las cargas aplicadas, que generan esfuerzos sobre la estructura y sobre el sistema de apuntalamiento que no se consideraron para fines de diseño.

4.5 CIMIENTOS PARA LA CIMBRA.

Se debe de proporcionar a la cimbra una cimentación que se encuentre lo suficientemente apoyada sobre el suelo, ya sea como durmientes, zapatas aisladas o zapatas corridas. Si el terreno bajo los durmientes no puede soportar las cargas superficiales sin asentamientos apreciables debe estabilizarse o deben utilizarse otros medios de soporte. Ningún concreto debe colocarse en cimbrados apoyados sobre terrenos congelados.

4.5.1 ARRASTRES DE APOYO.

Si la cimbra se calza directamente en el suelo, se debe de conocer o estimar conservadoramente la capacidad de carga del terreno. Las diferentes capacidades de carga permisibles para diferentes materiales de cimentación se presentan a continuación:

Variación típica de las capacidades de carga máximas permisibles.

Tipo de material de cimentación	Capacidad de carga máxima permisible (kg/m ²)
Roca basal masiva	976,000
Roca foliada o laminada, incluyendo caliza sana, esquisto y pizarra	195,000 a 390,000
Roca sedimentaria, incluyendo lutita y arenisca	98000 a 245,000
Roca blanda o fracturada	49,000 a 98,000
Roca alterada	78,000 a 98,000
Suelos con grava	39,000 a 98,000
Arenas	20,000 a 63,000
Arenas con grava	29,000 a 78,000
Tipo de material de cimentación	Capacidad de carga máxima permisible (kg/m ²)
Suelos limosos y arcillosos, inorgánicos, de consistencia media a firme	5,800 a 49,000
Depósitos orgánicos blandos	Valores menores a 2450

Como las pruebas de laboratorio suelen ser un poco costosas, muchas veces se puede emplear un arrastre de apoyo más grande, previniendo así una resistencia muy baja del terreno. Una estimación aproximada de esta resistencia es la llamada "prueba del taconazo", que consiste en que una persona de compleción normal camina sobre un suelo compactado sin dejar marcas de sus tacones, esta prueba nos permite determinar una capacidad de carga de cuando menos 4440 kg/m².

Los arrastres de apoyo se usan generalmente para distribuir las cargas de los puntales en el terreno subyacente.

En los casos en que la resistencia del terreno es incierta, los arrastres de apoyo deberán de ser capaces de distribuir uniformemente la carga del puntal sobre un área lo suficientemente grande como para evitar asentamientos irregulares o excesivos.

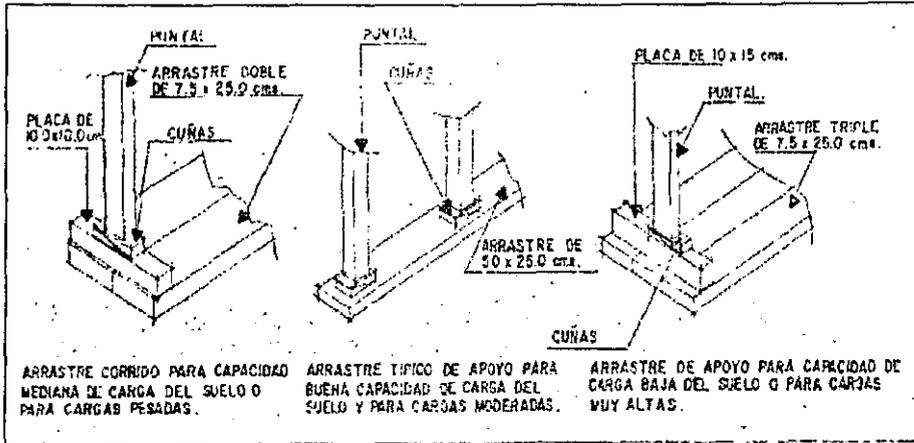


Fig. 4.23 Arrastres de apoyo

No se deben de colocar los arrastres de apoyo sobre terrenos congelados, en rellenos recientemente compactados o donde el agua de lluvia escurra sobre el área. Para determinar el área necesaria para los arrastres de apoyo, se divide la carga total aplicada al puntal entre la capacidad de carga permisible del suelo.

Se debe diseñar el durmiente de apoyo de la cimbra para que resista la carga del puntal, la cimbra se monta generalmente un poco más alto que lo especificado para que pueda absorber una pequeña cantidad de asentamientos y reducir la magnitud de los ajustes finales.

4.6 ASENTAMIENTOS.

Uno de los aspectos importantes son los asentamientos que pueda sufrir la cimbra; para evitarlo, la cimbra se debe construir de modo que puedan hacerse ajustes verticales a fin de compensar los alzamientos y los asentamientos, para poder proporcionar seguridad tanto a los trabajadores como al elemento de concreto.

Pero para poder evitar un poco este asentamiento se debe de montar la cimbra un poco más alto para que el terreno pueda absorber una pequeña cantidad de asentamientos y reducir de cierta manera, la magnitud de los ajustes finales mediante el uso de uñas y gatos.

Si el suelo es muy pobre o es susceptible a volverse inestable durante la construcción, se necesitan otras técnicas como pueden ser los arrastres provisionales de concreto, los pilotes o la estabilización del suelo, a fin de poder soportar las cargas transmitidas por los puntales.

4.7 GRAFICAS PARA EL DISEÑO DE CIMBRAS.

El método de cálculo de cimbras por medio de gráficas es para el diseño de cimbras, aunque no hay alguno que nos permita diseñar con todas las cargas que influyen en la cimbra.

En estas gráficas se ignora el incremento de presión que resulta de descargar libremente el concreto desde una altura de la cimbra. Por esto es muy conveniente que las cimbras sean diseñadas con un amplio margen de tolerancia por cualquier sobrepeso que pudiera existir.

Para el uso de las gráficas se supone una densidad de diseño del concreto de 2400 Kg/m^3 , además se debe suponer una carga viva de 200 kg/m^2 , si se llegará a utilizar vaciadores, existiría el peligro de que el peso de los montones sea mucho mayor que el del concreto que se está compactando en un área dada, por lo que debe de considerarse una carga viva de 300 kg/m^2 .

Cuando se tome en cuenta la sobrecarga horizontal se deberá de considerar $1/3$ de la carga vertical debida a los vehículos. Los contravientos se deben de diseñar a modo de que tomen un tres por ciento de la carga del puntal, pero resuelta en ángulos rectos al puntal.

El método de gráficas sirve para el diseño de cimbras de madera, para lo cual debemos tener muy presente que las maderas se dividen en grupos que son: selecta, 1^a, 2^a, 3^a.

4.7.1 EMPLEO DE GRAFICAS.

1. Encontrar la presión que ejerce el concreto sobre la cimbra mediante el uso de la gráfica 4.25
2. Seleccionar el espesor del triplay o en su defecto empezar con 18 mm. Y utilizando la grafica 4.24 encontrar el claro o espaciamiento de los largueros.
3. Calcular la carga distribuida sobre el larguero (Presión del concreto por claro del triplay) y seleccionar la distancia entre apoyos para obtener un tamaño conveniente de largueros.
4. Calcular la carga distribuida sobre las madrinas (Presión del concreto por claro del larguero) y reducirla a la mitad. El claro escogido deberá encontrarse entre 1 y 1.5 veces del valor del claro del larguero horizontal.

5. El espaciamiento del tirante separador será el claro de la madrina en una dirección, y el claro del larguero horizontal en la otra. La carga del tirante será la presión del concreto por separación del larguero horizontal por la separación de la madrina vertical.
6. Seleccionar los contravientos necesarios para resistir las fuerzas del viento, mantener la alineación de la cimbra y soportar las fuerzas de cimbrado y descimbrado.

Para economizar el montaje y descimbrado, se recomienda tener el mínimo de tirantes.

Para poder tener una mejor selección dentro de la gráfica de puntales se tendrá que seguir los siguientes puntos:

1. Seleccione el peralte de la losa en la parte inferior del cuadro.
2. Seleccione la altura apropiada del puntal.
3. Localice dentro, de la gráfica, el punto de intersección de éstas dos medidas,
4. Partiendo de la intersección, deslícese horizontalmente hacia la derecha hasta la línea de color más cercana (sí la intersección cayera en alguna línea de color, escoger ésta inmediatamente). El color nos indica el tamaño del puntal y con esos datos en el extremo superior podremos observar cual es el área que el puntal puede soportar con seguridad.

Las gráficas de presión del concreto son de gran utilidad para el diseño, razón por la cual se debe saber interpretarlas, por lo tanto podemos decir:

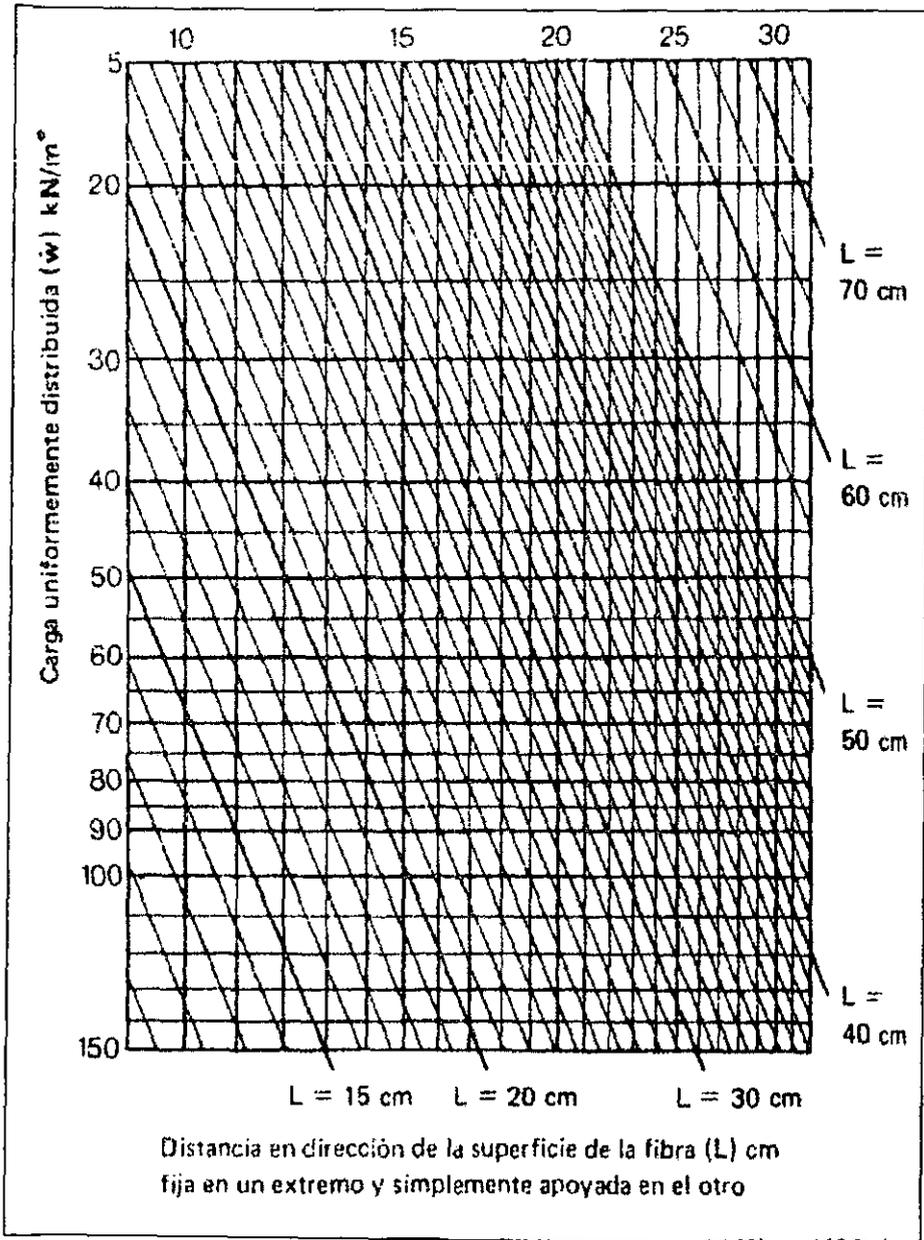
1. Las gráficas fueron trazadas par un concreto (concreto normal) con densidad de 2400 kg/m^3 .

2. Para poder determinar la presión máxima se deberá de tomar el menor de los siguientes valores:

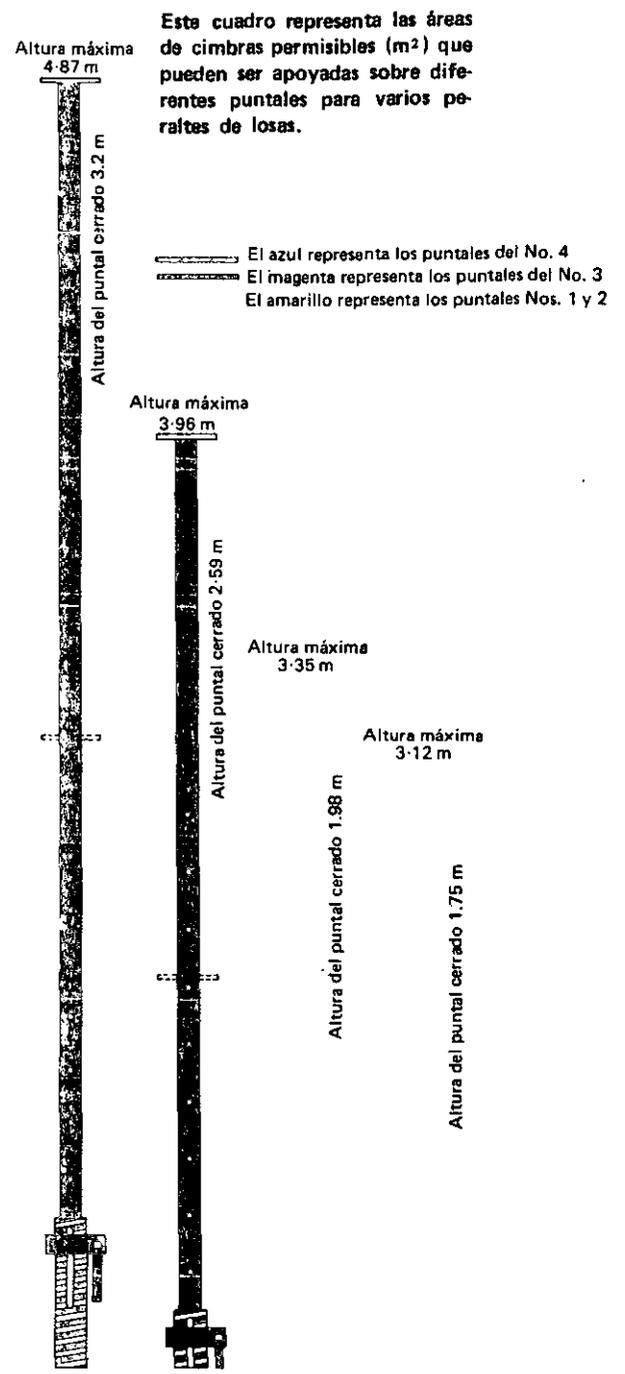
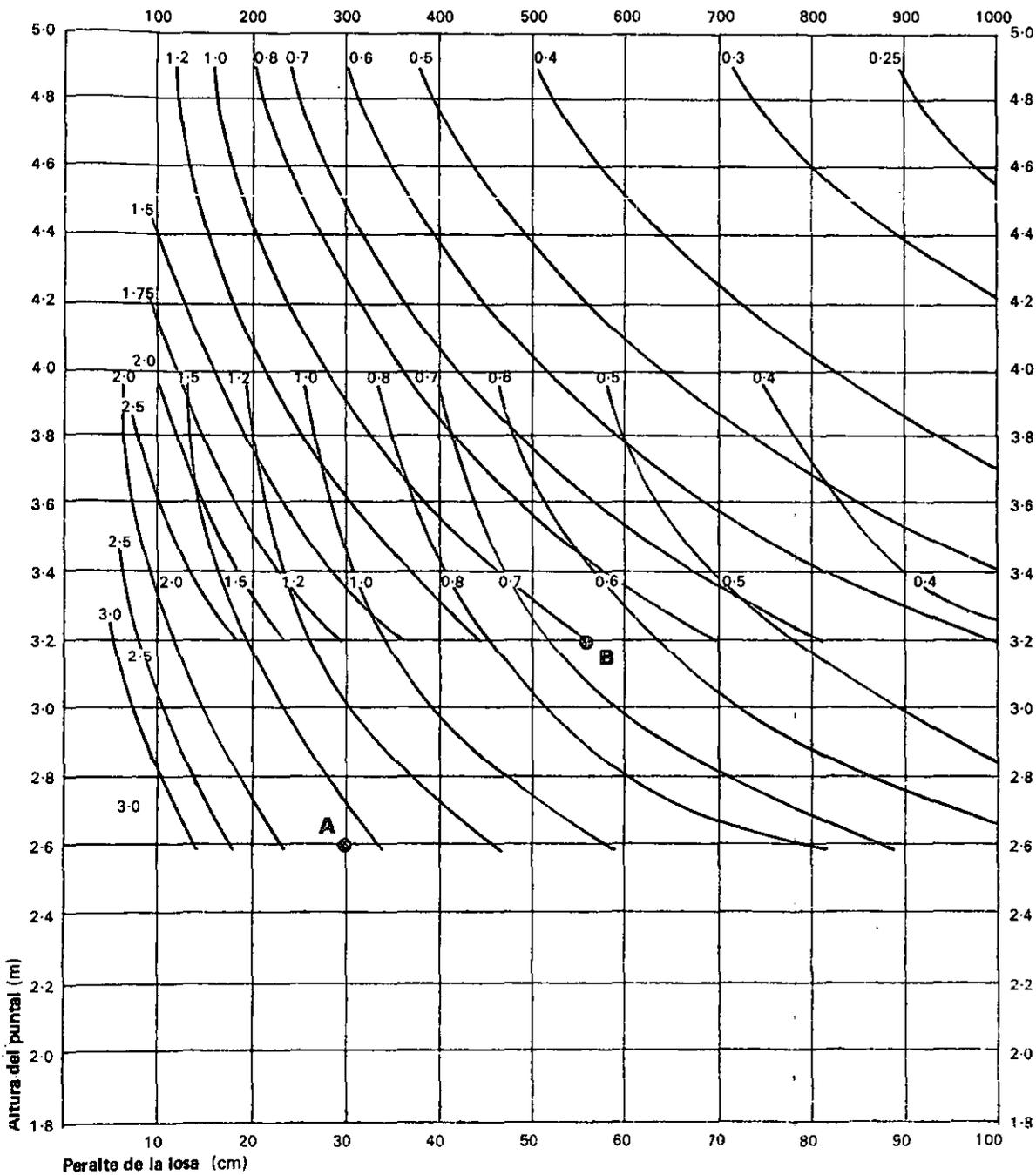
A) Presión hidrostática: H (altura de colado) $\times 24$.

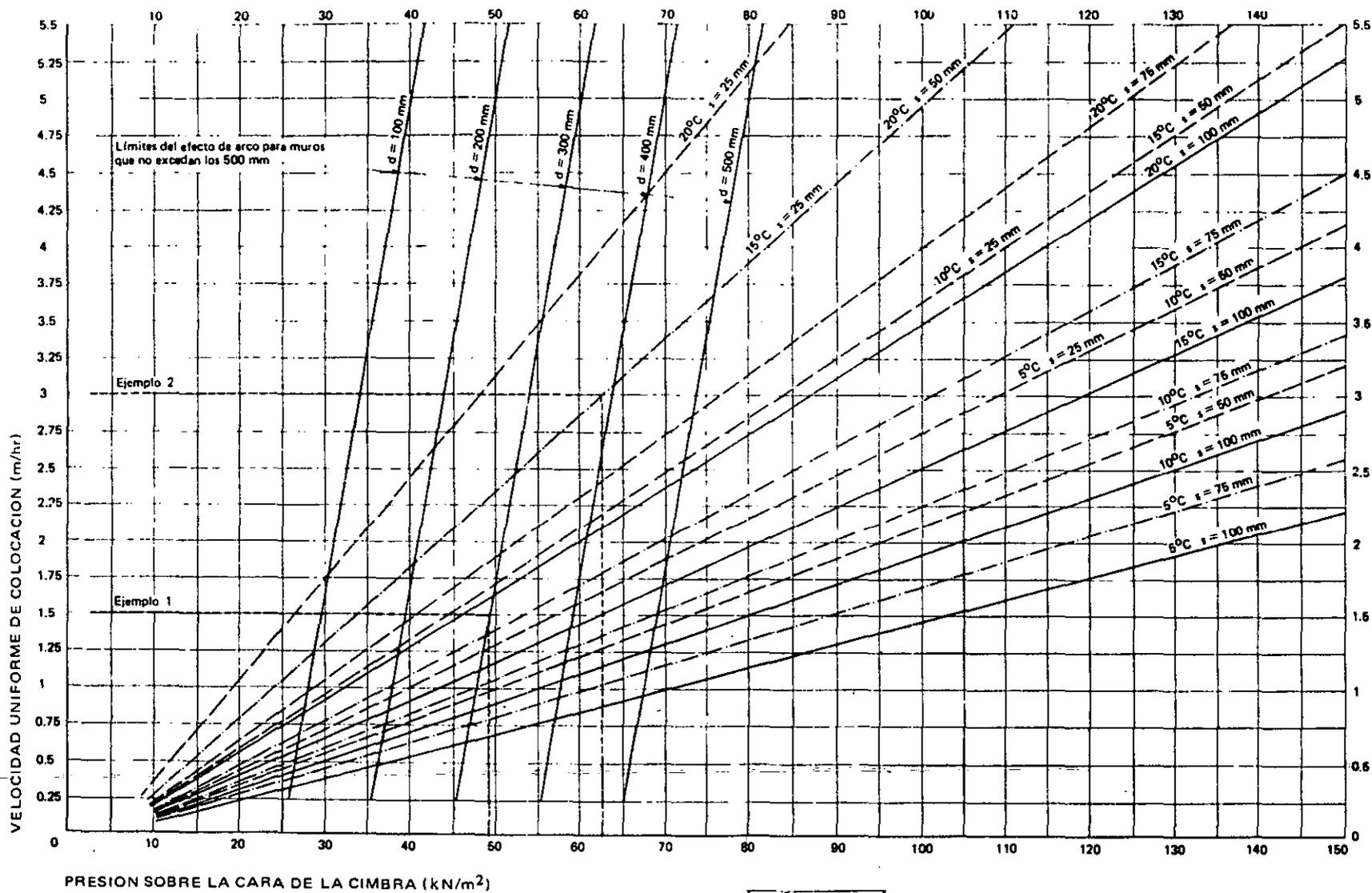
B) Efecto arco: Cuando el espesor mínimo de la pared o columna, d , es de 50 cm o menos. Con la ayuda de las gráficas, se puede obtener la presión según la velocidad de colado (m/h).

C) Endurecimiento: Se obtiene la presión según la velocidad de colado en relación a las líneas que proporcionan la temperatura y el revenimiento.

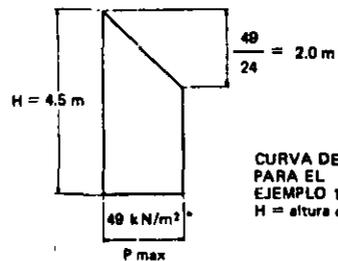


Grafica 4.24 selección del espesor de Triplay





* $\text{kN/m}^2 = 0.0102 \text{ kg/cm}^2$



CURVA DE DISEÑO
PARA EL
EJEMPLO 1
 $H =$ altura del muro

4.7.2 EJEMPLO.

Cimbra para muro vertical:

Ancho del muro = 50 cm.

Peralte del muro = 2m.

Sin viento.

Con revenimiento = 5 cm

Temperatura de la mezcla = 15 °C

Velocidad de llenado 1 m/h

Partiendo de la gráfica de presión de concreto (gráfica 4.25), la presión máxima debe ser el menor de:

- a) Presión hidrostática = altura X 24
 = 2 X 2400 (densidad del concreto).
 = 4800 Kg/m² = 48 KN/m² (1KN/m² = 100Kg/m²)

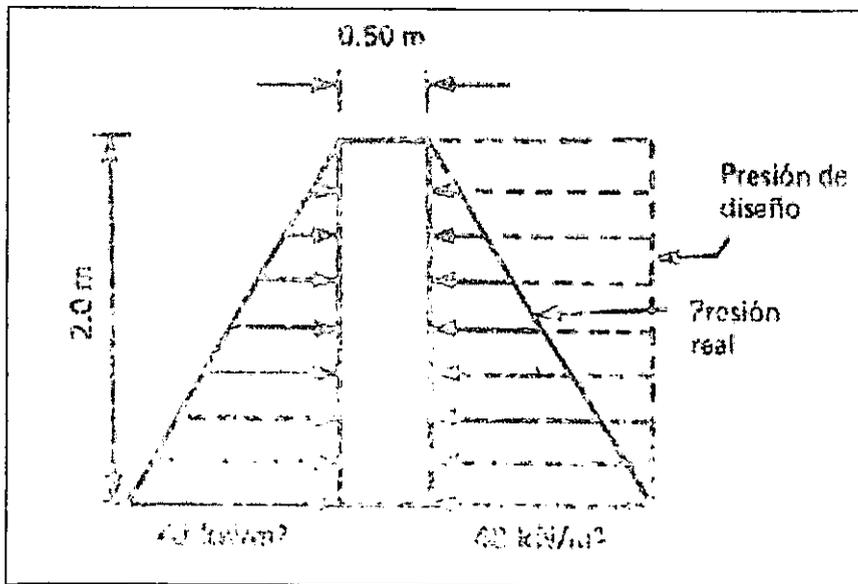


Fig. 4.27

b)

$$\text{Velocidad de colocación} = \frac{\text{altura de vaciado}}{\text{Tiempo de llenado}} = \frac{2}{1} = 2 \text{ m/h}$$

Al consultar la gráfica 4.25 se puede observar que tomando una velocidad de colocación de 2 m/h y prolongándose cruce la línea $d = 50 \text{ cm}$ ($d = 500 \text{ mm}$) con lo que se obtiene una presión de 71 KN/m^2 .

Por otro lado si se toma la misma grafica mencionada anteriormente, pero tomando la velocidad de colocación de 2 m/h y el revenimiento (s) de 5 cm (50 mm) y a la temperatura de $15 \text{ }^\circ\text{C}$, encontramos que la intersección se da en la presión de 57 KN/m^2 .

De acuerdo a las graficas y al cálculo de la presión hidrostática se obtiene tres presiones que son: 48 KN/m^2 , 71 KN/m^2 y 57 KN/m^2 , de las cuales tomaremos la más baja que en este caso es de 48 KN/m^2 .

Por lo que podemos decir que la presión que desarrollará el concreto empezará desde cero, terminado en 48 KN/m^2 en toda la cimbra.

De acuerdo a la gráfica 4.24 se procede a determinar el triplay que se usará para lo cual, si no tenemos mucha experiencia en los espesores se sugiere que se empiece con un espesor de 18 mm, con este espesor y con la carga de 48 KN/m^2 se obtiene un claro de 30 cm. Este dato es básicamente la distancia entre las maderas de los largueros. (Fig. 4.28).

Se proponen largueros con un ancho de 5 cm y un espesor de 10 cm, en donde

$$\begin{aligned} \text{Carga del larguero} &= \text{Presión del concreto} \times \text{Claro del larguero.} \\ &= 48 \times 0.30 \\ &= 14.40 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

Se procederá al calculo de la carga sobre las madrinas para lo cual:

Carga sobre la madrina = (presión del concreto X el claro del larguero horizontal) / 2.

$$\begin{aligned} &= (48 \times 0.30) / 2 \\ &= 7.20 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

Por lo que se volverá a escoger la sección de 5 X 10 cm.

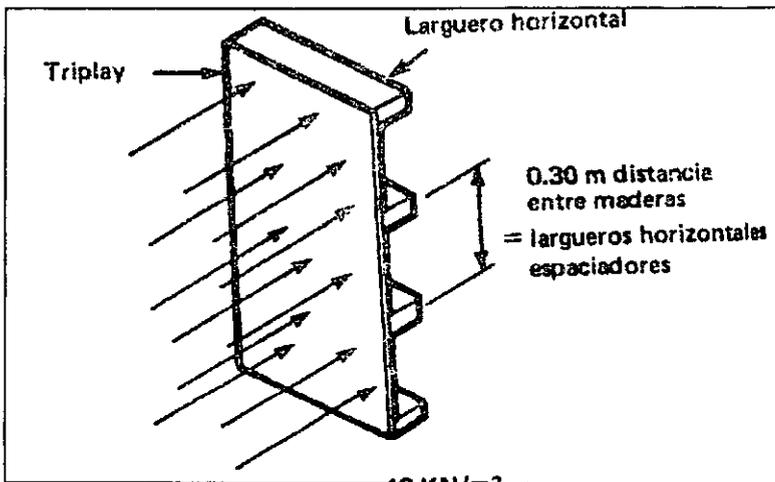


Fig. 4.28

CAPITULO 5

CONSTRUCCIÓN

La construcción de la cimbra es un proceso, que tiene su inicio desde el diseño de la estructura, siguiendo con la selección de materiales, y el tratamiento que se le dará a la superficie de la cimbra. El siguiente paso es la construcción de cimbras (si no son alquiladas), los cuales independientemente del diseño, debe de cumplir con los siguientes requerimientos:

- Proporcionar una contención adecuada del concreto.
- Evitar al máximo la filtración de la lechada.
- Precisión con las especificaciones.
- Superficies de cimbras que proporcionen el acabado requerido.
- Construcción en base con la cantidad de usos requerida.
- Facilidad para remover la cimbra del concreto recién colado, sin que se dañe el elemento o la cimbra.

5.1 MEDIDAS DE SEGURIDAD.

La seguridad está basada en la construcción de la cimbra, ya que son las que soportan el concreto en su estado plástico, mientras se desarrolla la resistencia y puede sostenerse así misma.

Esto es importante ya que la mayoría de las fallas en la cimbra se pueden atribuir a errores del personal, materiales y equipos de mala calidad, o a diseños inadecuados.

Estas fallas son las que pueden causar accidentes, pueden ser debidas a un mal diseño, a un método incorrecto en la elaboración de la cimbra, o también a errores que ni el diseñador, ni el residente toman en cuenta.

Aunque hay medidas de seguridad que de cierta manera son obvias, se deben también de tomar en cuenta, de lo contrario se producirán accidentes como:

- Caídas del personal desde un andamio, debido a la falta de precaución.

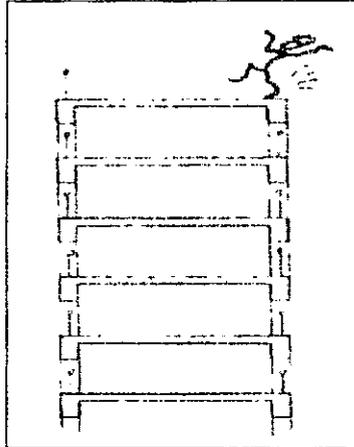


Fig. 5.1 Falta de precaución

- El descimbrado en forma violenta y sin precauciones puede ocasionar problemas en el personal, equipo, e incluso en la estructura misma.
- El viento especialmente en cimbras de grandes alturas o áreas de cimbrado cuando son sostenidos por soportes temporales. (Fig. 5.2)
- Cuando el colado de concreto se efectúa rápidamente, provoca una sobrecarga en la cimbra.
- Clavos o anclajes salientes en las cimbras o en materiales descimbrados. (Fig. 5.3)

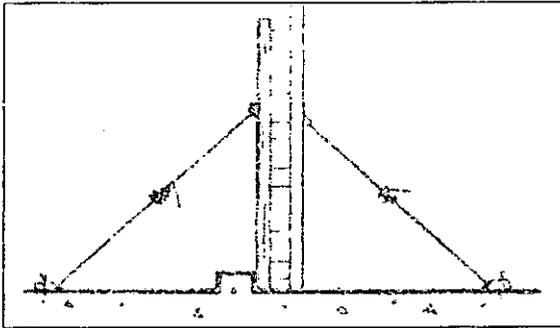


Fig. 5.2 Los vientos producen desplazamientos en la cimbra

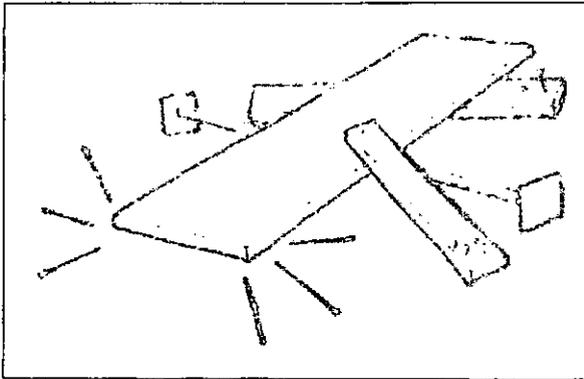


Fig. 5.3 Precaución de los materiales.

Dentro de las medidas de seguridad se debe de tomar en cuenta lo siguiente:

1. Se deben de instalar señales de seguridad y barricadas, con el fin de mantener al personal no autorizado fuera de las áreas donde se esté llevando a cabo el cimbrado o la colación de concreto.

2. Observar detalladamente la colocación del concreto con la finalidad de detectar un posible deslizamiento de la cimbra o una falla, además de tener siempre en el lugar del colado una provisión extra de puntales, materiales y equipo que pudiera necesitarse en caso de emergencia, tratando de anticiparse al colado en los casos de que hubiera una emergencia.
3. Proporcionar una adecuada iluminación en el lugar del cimbrado y colado.
4. En el diseño se deben de incluir andamios y plataformas de trabajo.
5. El personal encargado de la construcción de las cimbras debe ser supervisado, con el fin de evitar que el personal desatienda sus labores y provoque un accidente. Además de supervisar que se cumpla con todos los requisitos de seguridad.

5.2 CAUSAS MAS COMUNES DE FALLA.

Las fallas que se presenta en el cimbrado no son básicamente por ruptura o por colapso. La mayor parte de las fallas de los sistemas de cimbrado son debidos a algún diseño erróneo, o de una construcción o de un descimbrado en los que no se tuvo cuidado. Otras son debido a los materiales debido a que no satisfacen los requisitos.

Las fallas en el cimbrado originan un mal acabado del concreto, debido a una mala aplicación en las tolerancias. Dentro de estas fallas también se pueden encontrar la deflexión de la superficie de contacto y provocar también un mal acabado del concreto.

En lo que se refiere a cimbras metálicas, especialmente las hechas de lámina delgada, las deflexiones de las superficies de contacto pueden presentar imperfecciones en el acabado del concreto, y cuando se le aplique el vibrado producirá un sangrado.

También podemos encontrar fallas debidos a un mal trazo, falla en los elementos de ajuste de las cimbras, fallas debidas al perfilado de la cimbra, que pueden ser corregidas al incorporarse piezas continuas en el armazón de la cimbra.

Otra falla es cuando ocurren desplazamientos durante el colado, los cuales pueden ser prevenidos si se colocara una junta de poliestireno o hule.

Una de las principales causas de falla en el cimbrado, es el escurrimiento. Esto se debe a que la pasta de cemento que se encuentra sujeta a presión puede desplazar completamente las cimbras, y al empezar a fraguar daña el perfil y la superficie de contacto del concreto.

Algunas deficiencias comunes en la construcción aplicables a todas las cimbras y que pueden conducir a fallas son las siguientes:

- Fallas al inspeccionar la cimbra durante, y después de la colocación del concreto para detectar deflexiones u otros signos de falla que pudieron haberse corregido.
- Clavado, atornillado o fijación insuficiente.
- Fallas en cumplir con las recomendaciones del fabricante.
- Fallas en la construcción del cimbrado de acuerdo con los planos.
- Falta de supervisión para asegurarse que el constructor de la cimbra interpretó adecuadamente el diseño de la cimbra.

- Soldadura inadecuada de los componentes estructurales.
- Fallas al controlar el ritmo de colocación del concreto.
- Separadores de cimbras o herrajes que no estén bien apretados o asegurados.
- Penetración profunda de los vibradores.
- Armado inadecuado de la cimbra.
- Fallas en proporcionar soportes adecuados para la cimbra.
- Intentos de colocar la cimbra a plomo cuando se ejerce la presión del concreto.
- Apuntalamientos desplomados, reduciéndose la capacidad de carga vertical del puntal.
- Apoyo inadecuado en el terreno, o terrenos inadecuados bajo los arrastres.
- Apuntalamientos y refuerzos inadecuados en la construcción compuesta.

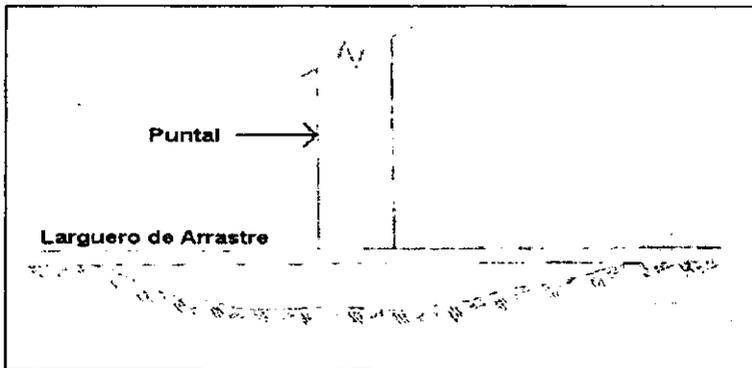


Fig. 5.4 Apuntalamiento inadecuado.

5.3 PRACTICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MANO DE OBRA.

Dentro de la construcción de cimbras debemos de tener muy en cuenta la fabricación de la misma, y el ensamble tomando en cuenta los siguientes detalles:

1. Los travesaños, polines y puntales, deben de ser empalmados adecuadamente.
2. Los puntales deben de instalarse a plomo con apoyos y refuerzos adecuados.
3. Los separadores, las grapas o tirantes deben ser seleccionados de acuerdo al tamaño de la cimbra y a la capacidad que deben soportar.
4. Los separadores, grapas y tirantes deben ser instalados y apretados como se especifica. Todas las cuerdas o roscas deben ajustarse completamente a las tuercas o coples.
5. Las cimbras deben ajustarse para evitar la pérdida de mortero del concreto.

5.3.1 JUNTAS EN EL CONCRETO.

La mayoría de los colados se realizan en capas o secciones, razón por la cual se ha establecido que cuando el concreto muestre una superficie seca y limpia de agregados, podrá lograrse una junta satisfactoria mediante un vibrado efectivo en el colado directo del concreto de las capas o de las secciones.

Existen diferentes métodos que se emplean para obtener la superficie requerida para la junta, el método más económico consiste en lavar y cepillar la superficie que recibirá el nuevo colado. También se debe barrer la película de finos de la parte superior de la capa en la primera hora después del colado, usando un cepillo blando y mucha agua.

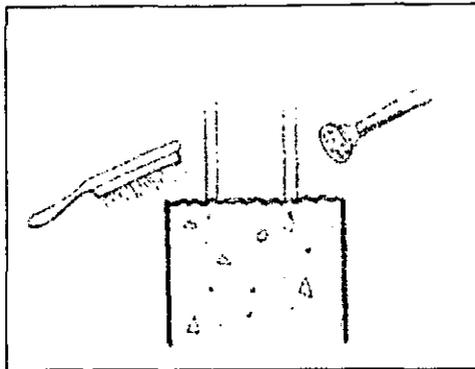


Fig. 5.5 Método para juntas de construcción

En los procesos de colado de las juntas horizontales es importante que se elimine el exceso de finos o pasta, ya que es lo que sale a la superficie por la compactación.

A su vez las juntas verticales deben colocarse donde simplifiquen el montaje de la cimbra siguiente, cuando sea posible, se deben de colocar las piezas de amarre en cada claro, con objeto de obtener una adecuada sujeción de los extremos de la cimbra con el claro.

Cuando en los elementos de concreto hay presencia de vacíos esto nos indica que hubo escurrimientos de lechada. El refuerzo de las juntas debe moldearse con objeto de proporcionar precisión y continuidad de la línea.

La característica fundamental de cualquier junta en las cimbras, es la de mantener la uniformidad en el contorno y en su apariencia. Es posible mantener el contorno proporcionando un empalme adecuado de las cimbras de contacto, y sujetando firmemente las orillas de ésta contra el concreto colado previamente, con cables o elementos verticales en la superficie de la primera capa del cuerpo de la cimbra.

Para determinar las posiciones de las juntas, se debe de tener en cuenta lo siguiente:

1. Los requisitos de la estructura.
2. Las exigencias referentes a la estética.
3. Las especificaciones que se dan en el contrato.

Para la cimbra las prioridades son:

1. Lograr un máximo numero de usos a la cimbra.
2. Determinar la ubicación de las juntas, de tal manera que satisfagan la capacidad del colado en la obra y asegurarse de que hay acceso adecuado para el colado y su compactación.
3. Lograr consistencia en la apariencia y mantener la continuidad del concreto.
4. Evitar al máximo que el molde quede atrapado o que haya dificultad para descimbrar.

Es muy importante lograr un sellado hermético en la junta, el cual permita evitar escurrimientos de lechada, también servirá para prevenir la formación de rebaba, o que se peguen las piezas en el elemento colado.

Las juntas de construcción, las juntas de contracción y las juntas de aislamiento se deben de instalar como se especifica.

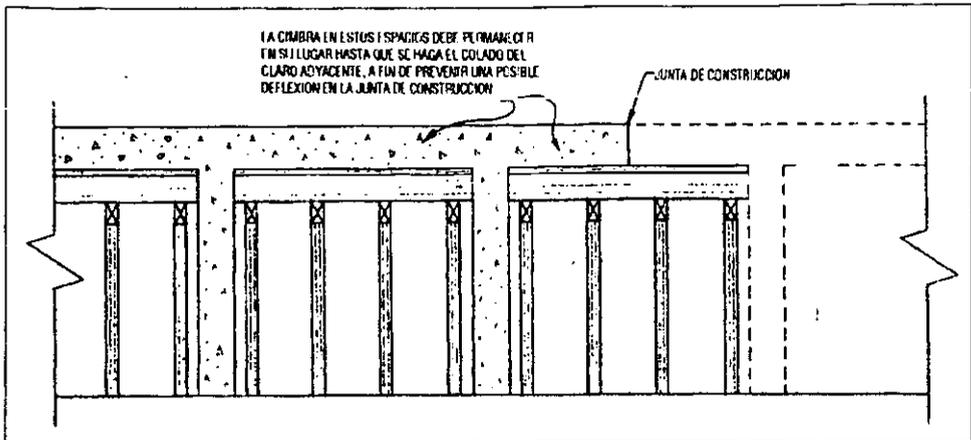


Fig. 5.6 Cimbrado y apuntalamiento en juntas de construcción.

Los extremos de cimbra para juntas de control o de construcción deben elaborarse, con separaciones a lo largo de las líneas de acero de refuerzo que pasen a través de los extremos de la cimbra, a fin de que cada parte pueda colocarse y quitarse independientemente, sin necesidad de aplicar una presión indebida en las varillas de refuerzo, lo que podría ocasionar el despostillamiento o agrietamiento del concreto.

Los insertos biselados en las juntas de control (machihembrado) deben dejarse sin ser alteradas mientras se desensambla la cimbra, y quitarse solo después de que el concreto haya sido curado suficientemente.

5.3.2 SUPERVISIÓN.

Antes de llevar a cabo cualquier colado se debe de verificar que la cimbra esté asegurada, cumpla con todas las especificaciones en los diversos aspectos y se interpreten bien los detalles de proyectos.

Las cimbras deben de inspeccionarse y revisarse antes de apostar el acero de refuerzo para asegurar que las dimensiones y colocaciones de los elementos de concreto se apegan a lo señalado en proyecto. Además posteriormente se revisará si el acero se encuentra alineado y con el espaciamiento de proyecto, posteriormente se revisará si la cimbra está completamente troquelada, por último, se revisará que esté puesto el nivel de colado.

Los insertos, anclajes y otros elementos que se empotran en el concreto deben de ser identificados asegurándose de estar bien asegurados y colocados. El pandeo de las cimbras debe revisarse conforme se especifique.

Además de los aspectos anteriores se deberá cerciorar que las cuadrillas de colado tengan un fácil acceso para realizar su trabajo, se deberá observar si se cuenta con el equipo necesario para realizar el colado.

5.3.3 LIMPIEZA Y REVESTIMIENTOS.

Las cimbras deben de limpiarse perfectamente de toda basura, mortero, materiales extraños y revestirse con un agente antiadherente antes de cada uso.

Cuando el fondo de la cimbra sea inaccesible, deben de incluirse paneles de acceso para permitir la remoción completa de material extraño, antes de vaciar el concreto.

Si la apariencia de la superficie es importante, las cimbras no deben volver a ser utilizadas después de que han sufrido daños en usos previos ya que podrían producir una superficie irregular.

Los revestimientos de las cimbras deben aplicarse antes de colocar el acero de refuerzo y no deben de usarse en cantidades que lleguen a las varillas o a las juntas de construcción.

5.3.4 OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN SOBRE EL CIMBRADO.

Los materiales de construcción, incluyendo el concreto, no deben dejarse caer ni apilarse sobre la cimbra de modo que la dañen o la sobrecarguen.

Para el traslado de equipo debe proveerse un camino con soportes o patas que se apoye directamente en la cimbra o en elementos estructurales. Tales soportes no deben unirse o apoyarse en el acero de refuerzo, a menos que se cuente con varillas de soporte especiales. La cimbra debe ser adecuada para soportar tales caminos sin que haya deflexiones significativas, vibraciones o movimientos laterales.

5.4 TOLERANCIAS.

La Tolerancia es una variación permisible en la alineación de la cimbra, pendientes de la cimbra, o dimensiones respecto a los planos del contrato.

Se deben de colocar y mantener las cimbras, de modo que se asegure el trabajo completo, dentro de los límites de la tolerancia.

La construcción de la cimbra se realizará tomando los planos de diseño que se hicieron para tal efecto, tratándolas de seguir fielmente para fines de construcción tomando en cuenta que si las especificaciones son muy estrictas, nos aumentaría el costo de construcción de la cimbra,

Si no se fijan tolerancias desde proyecto, la empresa encargada de la supervisión será la responsable de fijar las tolerancias que se requieran según las propias estructuras de concreto.

A manera de que se puedan verificar las especificaciones marcadas de proyectos o de supervisión se establecerán puntos o marcas de control, las cuales se deberán de mantener desde el inicio del cimbrado descimbrado y recepción del trabajo ejecutado.

A continuación se muestran algunas tolerancias sugeridas por el A.C.I.:

1. Plomo para construcciones menores a 30 m de altura.-

a) En líneas y superficies, columnas, pilastras, muros y aristas.

- En 3 m de longitud. 6 mm.
- En 30 m de longitud. 25 mm.

b) Esquinas expuestas de columnas.

- En 6 m de longitud. 6 mm.
- En 30 m de longitud. 13 mm.

2. Nivel.-

a) Lecho bajo de losas, techos, trabes y aristas entes de quitar puntales de soporte.

- En 3 m de longitud. 6 mm.
- En cualquiera de los claros o en una longitud de 6 m 10 mm.

- Máximo en toda la longitud. 13 mm.
- b) En trabe superior de ventanas que estén expuestas, travesaños, parapetos, vigas horizontales y otras líneas.
 - En cualquiera de los claros o en una longitud de 6m. 6 mm.
 - Máxima en toda su longitud. 13 mm.
- 3. Ejes de construcción a partir de una posición establecida en planta y la posición de columnas, muros y muros divisorios.-
 - En cualquier claro. 13 mm.
 - En 6 m de longitud. 13 mm.
 - Máximo en toda la longitud. 25 mm.
- 4. Dimensiones transversales de columnas, vigas y en espesor de losas y muros. - 6 mm, + 13 mm.
- 5. Zapatas.-
 - Dimensiones en planta. - 13 mm, + 51 mm.
 - Mala colocación. 2 % ancho zapata < 51 mm.
 - Espesor. - 5 %, + sin límite.
- 6. Escalones.-
 - a) En tramo escalera.-
 - Peralte. + / - 3 mm.
 - Huella. + / - 6 mm.
 - b) En escalones consecutivos.-
 - Peralte. + / - 2 mm.
 - Huella. + / - 3 mm.

5.5 IRREGULARIDADES.

Las irregularidades son las variaciones en las superficies de la cimbra. Las irregularidades permisibles se clasifican en abruptas o graduales.

Los rebajes y rebabas resultantes de cimbras desajustadas, desniveladas o mal colocadas, forros o revestimientos mal colocados, o los defectos en los materiales de la cimbra, se consideran irregularidades abruptas, provocando fallas en la colocación de las tarimas, hoyos o chipotes en el forro.

Las irregularidades resultantes de alabeo o variaciones uniformes similares saliéndose de lo plano o de lo curvo, se consideran irregularidades graduales, provocando desviación de lo plano o curvo según especificaciones de proyecto..

La forma de medir las irregularidades es con una regla metálica para superficies planas, o una plantilla en forma adecuada para superficies curvas.

Las irregularidades se clasifican en cuatro tipos que son:

Irregularidades graduales y abruptas permitidas en superficies trabajadas.				
Tipo de Irregularidad	Clase de superficie.			
	A	B	C	D
Gradual	0.3 cm.	0.6 cm	1.3 cm	2.5 cm
Abrupta	0.3 cm	0.6 cm	0.6 cm	2.5 cm

Las irregularidades clase A son para superficies que estén expuestas principalmente a la vista del público, en donde la apariencia es importante.

La clase B son para texturas rugosas en superficies que van a recibir yeso o paneles de cimbra.

La clase C es general para superficies expuestas y donde no se especifica otro tipo de acabado.

La clase D es de calidad mínima para superficies donde no importa el tipo de rugosidad y son para superficies generalmente ocultas.

5.6 APUNTALAMIENTOS.

El apuntalamiento debe ser apoyado sobre cimientos satisfactorios tales como zapatas aisladas, durmientes o zapatas corridas. Los puntales que descansen en losas intermedias o en otra construcción ya instalada no necesitan ser colocados directamente sobre puntales o reapuntalamientos inferiores a menos que el espesor de la losa y la ubicación del acero de refuerzo sean inadecuados para soportar la inversión de esfuerzos y el esfuerzo cortante. (Fig. 5.7)

Los elementos deben de estar rectos y firmes, sin torceduras o abombaduras. Cuando la carga de una losa se apoya en un solo lado de la viga, las cimbras de la viga de ese borde deben planearse cuidadosamente a fin de prevenir ese ladeo de la viga debido a una carga desigual. (Fig. 4.1)

Los extremos en los puntales deben de ser cuadrados, Las conexiones en las cabezas de los puntales a otros elementos deben de ser adecuadas a fin de evitar que los puntales caigan cuando la flexión inversa ocasione la deflexión hacia arriba de la cimbra.

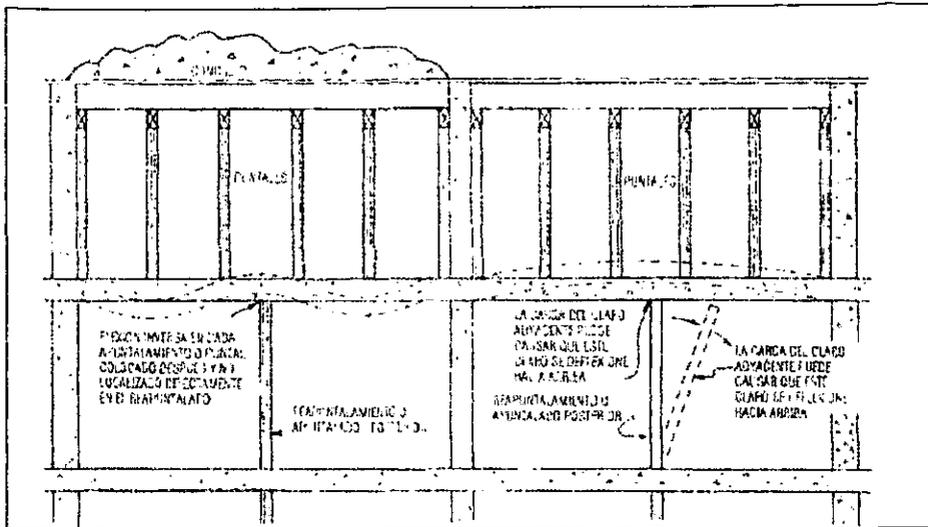


Fig. 5.7 Ubicación del reapuntalamiento.

5.6.1 MONTAJE DE PUNTALES.

Antes de colocar el sistema de apoyo de la cimbra, hay que verificar que se hayan instalado los puntales adecuados. Las cargas aplicadas pueden variar considerablemente para diferentes configuraciones de los puntales y para diferentes alturas adicionales del pie derecho o del sistema de apuntalamiento tipo andamio.

Se debe de comprobar en los materiales lo siguiente:

- Los elementos de un solo puntal deben de estar rectos, sanos, sin dobleces ni torceduras.
- Los puntales metálicos deben estar libres de corrosión excesiva, la cual reduce la capacidad estructural.

- Todas las conexiones entre puntales metálicos estén en buenas condiciones.
- Deben de funcionar todos los dispositivos de fijación, pernos de acoplamiento, y tirantes transversales articulados en los sistemas prefabricados de apuntalamiento.

Se debe de seguir el plano de distribución de puntales, tal y como viene marcado, se debe también tener una reserva de puntales así como de accesorios en el caso de emergencia. Aplome los pies derechos o las patas del andamiaje para minimizar las cargas laterales y las reducciones significativas de la capacidad de carga vertical.

Los apuntalamientos de varios niveles basado en pies derechos individuales se consideran peligrosos, además de que no son recomendables. Las juntas a tope o traslapes de puntales de madera realizados en la obra tampoco se recomiendan a menos que los empalmes se hagan con accesorios fabricados para esa finalidad.

Los empalmados deberán hacerse en cada una de las caras del puntal para evitar desalineamientos, con contraventeo perpendicular al nivel de los empalmes, y contraventeo diagonal en dos direcciones.

En el caso de cimbras continuas para losas, el concreto colocado en una zona puede ocasionar el levantamiento de la cimbra en una zona adyacente. Se deberá fijar los puntales a las cimbras de la losa para poder resistir el levantamiento y evitar que los puntales se caigan.

Los puntales verticales se deberán apoyar firmemente sobre la cimbra que van a sostener; con esto se evita que los puntales se inclinen bajo las cargas de construcción. Se pueden colocar cuñas ya sea en la parte superior o en la base de los puntales, pero no en los dos lados. Una vez que las cuñas están en su lugar, clávelas contra el puntal para asegurarlas durante el colado del concreto.

Los puntales ajustables generalmente incluyen un gato o un mecanismo de tornillo para hacer los ajustes en la elevación.

Para la extensión máxima de este tipo de puntales se deben de seguir las recomendaciones del fabricante. Es posible que se necesite de contraventeo diagonal para alargar un poco más los puntales ajustables.

5.6.2 DESMONTAJE DE PUNTALES.

Los puntales no se podrán desmontar de una losa o viga mientras el concreto no haya alcanzado la suficiente resistencia para autoportarse. Se podrán necesitar nuevos puntales para soportar las cargas de construcción una vez que se hayan desmontado los puntales originales.

El desmontaje de los puntales y de otros apoyos de la cimbra para el concreto no deberá inducir deflexiones excesivas, distorsiones o daños al concreto. El retiro de los puntales se debe de hacer de tal manera que no se induzcan esfuerzos para los cuales no haya sido diseñado el elemento de concreto.

En el caso de losas y vigas se debe de iniciar el desmontaje en la parte media de la losa o de la viga, avanzando hacia los muros o columnas de apoyo. Con esto se garantiza que la losa o la viga se flexionen y se carguen de acuerdo al proyecto. (Fig. 5.8)

Para maximizar la reutilización de la cimbra, se deberá usar un sistema confiable a fin de determinar el tiempo mínimo para desmontar los puntales y descimbrar.

El desarrollo de la resistencia de concreto varía ampliamente en función de las condiciones de la obra. Según el A.C.I recomienda retirar los soportes de las vigas horizontales de concreto y de las losas una vez que el concreto haya alcanzado un mínimo del 70 % de su resistencia de diseño.

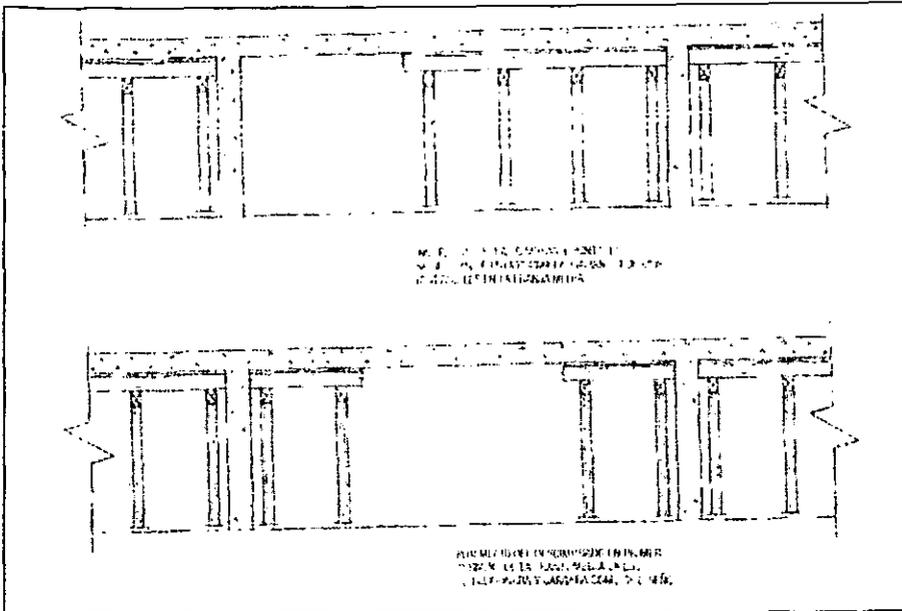


Fig. 5.8 Secuencia del descimbrado.

Si se usan pruebas de resistencia para determinar el desmontaje de los puntales, estos se hacen con especímenes de concreto, los especímenes de concreto se deberán curar en la obra bajo condiciones que no sean mejores que las del curado del concreto en la estructura.

Si no se especificara la resistencia que se debe de alcanzar para desmontar los puntales, se puede tomar la tabla incluida en la sección 3.5.4 de este trabajo.

Para maximizar el reuso de la cimbra se puede recurrir al reapuntalamiento; para hacer esto, se debe de desmontar la cimbra y los puntales, y una vez que la viga o losa han alcanzado su deflexión inicial, se vuelve a apuntalar la estructura de concreto para soportar las cargas subsecuentes de construcción.

5.7 SUPERVISIÓN Y AJUSTE DE LA CIMBRA.

Antes de llevar a cabo, cualquier colado se deberá verificar que la cimbra esté perfectamente asegurada, además de que cumpla con todas las especificaciones en los diversos aspectos y se interpreten correctamente los detalles prácticos, estos aspectos se refieren sobre todo al armado de la obra falsa desde su inicio hasta el descimbrado.

Los principios que deben de ser bien cuidados son:

- Contención.
- Resistencia a la filtración de la lechada.
- Precisión para con los elementos de concreto.
- Si se trata de dar un acabado especial, la estructura de cimbrado debe ser capaz de proporcionarlo.

Debe de observarse que todos los puntales estén unidos en forma segura tanto al terreno de desplante como al cuerpo de la cimbra, principalmente si cumple con los arrastres tanto para base de concreto como para terreno natural. Y si se han colocados puntales para contraventeo para eliminar las subpresiones.

Se debe observar que exista limpieza en el proceso; es decir sopletear los moldes y eliminar los residuos, además de verificar si se ha puesto el nivel de colado, además de supervisar el acero, para que no se encuentre contaminado debido a una mala aplicación de productos para el descimbrado.

Se debe observar que para el colado se tenga el equipo necesario para hacerlo, además de tener a la mano materiales para la cimbra en caso de emergencia.

Una cuestión que también es importante son las tapas para la cimbra, las cuales deben estar perfectamente aseguradas y selladas perfectamente.

5.7.1 ANTES DEL COLADO DEL CONCRETO.

En los puntales o cimbras se instalarán aparatos indicadores para detectar los movimientos de la cimbra durante el colado del concreto.

Las cuñas usadas para el alineamiento final, antes del colado del concreto, deben mantenerse firmemente en su posición antes de la revisión final.

La cimbra debe anclarse a los puntales inferiores, de modo que pueda evitarse el movimiento de cualquier parte del sistema de cimbrado durante el colado del concreto.

Debe proporcionarse elevación adicional al cimbrado, a fin de permitir el cierre de las juntas de la cimbra, el asentamiento de los arrastres, la contracción de la madera, el acortamiento elástico y las deflexiones por carga muerta de los elementos de la cimbra.

Deben proporcionarse medios adecuados de ajuste, (cuñas o gatos) a fin de permitir el realineamiento o reajuste de los puntales en caso de un asentamiento.

5.7.2 DURANTE Y DESPUÉS DEL COLADO DEL CONCRETO.

Durante y después del colado del concreto, pero antes del fraguado inicial del mismo, deben revisarse las elevaciones, la flecha y el aplomado de la cimbra usando los dispositivos indicadores. La cimbra debe revisarse continuamente a fin de poder tomar rápidamente las medidas correctivas necesarias.

Los supervisores de la cimbra deben trabajar siempre en condiciones seguras y deben poder establecer por adelantado un método de comunicación con el personal del colado en caso de emergencia.

5.8 REMOCIÓN DE LA CIMBRA Y LOS APOYOS.

Los paneles pueden descimbrarse mas fácilmente de una de sus esquinas, y seguir de manera progresiva con la superficie total de la pieza, solamente cuando sea necesario se deberá emplear cuñas para separar el panel.

Cuando se trata de cimbras grandes de acero, el mismo peso del panel ayuda a la operación del descimbrado. Los tornillos, colocados en la cara del concreto, los gatos hidráulicos y los arietes hidráulicos pueden también ser utilizados.

La efectividad de los aditivos desmoldantes deben ser perfectamente seleccionados, tomando en cuenta ciertos factores como son:

- El material de la cimbra.
- La temperatura del concreto.
- La temperatura ambiente.
- Métodos de curado.

El tiempo de descimbrado tiene un marcado efecto en el acabado de la superficie de concreto. Con objeto de obtener una consistencia en el acabado, es necesario que exista una secuencia en los tiempos del descimbrado. Cuando no sea tan importante el aspecto del acabado, es preferible quitar la cimbra lo más pronto posible tomando en cuenta la resistencia.

Es conveniente en la cimbra retirar la lechada, ya que de otra forma causaría rebabas e inmovilizaría las cimbras, esto se puede remediar con la buena aplicación de aditivos desmoldantes o de aceite

Cuando una cimbra queda adherida al concreto en lugar de demoler dicha cimbra o de correr el riesgo de dañar el panel, se recomienda hacer un orificio en el lado opuesto de un muro para que así pueda separarse la cimbra.

5.8.1 RECOMENDACIONES.

Se debe especificar la resistencia mínima que debe de alcanzar el concreto antes de que se quite la cimbra y los puntales. La resistencia puede determinarse mediante la prueba de especímenes curados en la obra o en muestras tomadas del concreto en el lugar.

Debe llevarse registro de los resultados de estas pruebas, así como de las condiciones climatológicas y otros datos de importancia. Dependiendo de las circunstancias puede establecerse un tiempo mínimo para la remoción del cimbrado después de la colocación del concreto.

Cuando la cimbra es desacoplada, no debe de haber deflexiones o distorsiones excesivas, daños en el concreto. Cuando la cimbra es removida antes de que el curado especificado sea completado, lo ideal es continuar con el curado y proteger térmicamente el concreto.

Los soportes de la cimbra y los puntales no deben ser retirada de las vigas pisos y muros, hasta que se tenga la resistencia suficiente para soportar su propio peso y cualquier carga superpuesta.

En ningún caso los soportes de la cimbra y los puntales deben retirarse de los elementos antes de que la resistencia del concreto alcance, al menos, el 70 % de la resistencia de diseño, a menos que se apruebe la resistencia en base a los especímenes.

El cimbrado y el apuntalado deben ser construidos de tal manera que puedan ser retirados fácilmente, con seguridad y sin impacto o en forma repentina a fin de que el concreto vaya tomando la carga en forma gradual y uniforme.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La cimbra es uno de los aspectos fundamentales dentro de una obra, esto es debido a que debe de tenerse presente en la elaboración de un presupuesto ya que el costo del mismo está compuesto en un ochenta por ciento de las estructuras de cimbrado, por lo que si el presupuesto fuera austero, lo que provocaría sería no cumplir con los requerimientos de diseño de las estructuras de concreto a realizar debido a la utilización de materiales para el cimbrado e inclusive en materiales de construcción de baja calidad, es decir nos encarecería la obra.

Muchas veces el contratista o la empresa encargada de una construcción, independientemente de si el presupuesto esté bien cotizado, trata de utilizar en la estructura de cimbrado materiales de menor calidad, tratando de incrementar más sus indirectos, esto resulta desfavorable principalmente a largo plazo debido a que puede utilizar materiales de primera, además de gente especializada en el sistema de cimbrado, con lo que podría economizar más debido al tiempo que puede durar esa cimbra, pero si llegara a utilizar materiales de baja calidad lo que provocará es consumir más materiales y a determinado tiempo tendrá que utilizar material de primera con lo que resultaría prácticamente como una pérdida considerable.

Lo más recomendable, para que no sucedan este tipo de cuestiones además de prever otras más, es llevar una planeación de la obra; esto quiere decir, un plan a seguir, debido a que en esa planeación se decidirá si es más conveniente utilizar un sistema ya fabricado (rentado), si se fabricará en obra, requiriéndose la compra de los materiales, o si hay un sistema que haya sido almacenado de otra obra y como podría auxiliar a la obra presente; además del tipo de cimbra que se escoja se debe de tener muy presente los usos de la misma.

Se debe de tomar en cuenta el tiempo, principalmente si son sistemas rentados debido a que se le debe de dar siempre continuidad a los sistemas de cimbrado, sobre todo para no pagar tiempos muertos debido a que no haya tramo para cimbrar, pero sobre todo tiempos muertos al personal.

Al igual que el tiempo es importante en un sistema rentado; también lo es en un sistema fabricado en obra u cualquier otro sistema, ya que se debe de utilizar siempre a la gente adecuada tratando de no saturar al personal pensando que "entre más personal, más producción"; esto no es así ya que se puede tener poco personal pero que sea muy responsable y sobre todo que conozca los requerimientos que se deben de satisfacer para el elemento de concreto, y dando siempre continuidad a la obra, con el fin de no tener gente ociosa, y no solo en las cimbras.

Las cimbras serán los trabajos que marquen la pauta dentro de un proceso constructivo, ya que si el habilitado y armado del acero es muy lento, propiciará que las operaciones de cimbrado se retrasen y por consecuencia no se pueda colar, pero fundamentalmente sea desfasado el programa de obra, y se prologue muchísimo más de lo que se esperaba.

Cuando la cimbra sea fabricada en obra, deben de ser supervisados los trabajos para la misma, empezando con los trabajos del habilitado, hasta su construcción, tratando de vigilar que el personal no produzca desperdicios innecesarios de materiales, ya sea por un mal corte de un elemento debido a una mala medición o interpretación de los planos del elemento a cimbrar, pero sobre todo lo más usual, la perforación equivocada de los paneles.

Dentro de la planeación mencionada anteriormente se debe de prever un lugar para el almacenamiento de los paneles de cimbrado (principalmente si la cimbra es de madera), ya que este lugar deberá estar protegido contra los rayos del sol, la lluvia; que son los factores más importantes que pueden dañar la cimbra.

Se deberán de usar productos para el descimbrado que sean eficientes, ya sea los tradicionales, o los aditivos químicos cuidando en estos últimos las recomendaciones del fabricante, tratando de aplicarlo a la superficie de contacto de la cimbra con el concreto de manera que no se exceda y perjudique al concreto o al acero, dejando manchado el primero e infectando al segundo.

Para no estar utilizando los productos de descimbrado siempre que se realice un colado, pero sobre todo sea más durable la estructura de cimbrado, lo aconsejable es realizar el tratamiento preliminar mencionado en el presente trabajo.

A nuestra cimbra se le deberá de dar un mantenimiento periódico, dejándola libre de escurrimientos de lechada que pudieran surgir al momento del vibrado del concreto, además de que se deberá en el momento del colado limpiar excedentes que pudieran salir debido a un mal vaciado o a un mal control del mismo, esto nos ayudará a que las operaciones de descimbrado sean más fáciles y no se estropeen los paneles de las cimbras.

La seguridad resulta de vital importancia; ésta se puede detectar en la supervisión que se haga en las operaciones de cimbrado y descimbrado, como en los colados, ya que el personal puede perder fácilmente la atención y tener un accidente, como puede ser caerse de un andamio, no tener cuidado con los paneles descimbrados y enterrarse un clavo. La cimbra deberá estar perfectamente troquelada con el fin de evitar deslizamientos o abombamientos en el momento del llenado de concreto y provocar un accidente; para esto último se deberá contar (siempre que se realice un colado) con material extra a fin de evitar la falla de la cimbra y sobre todo garantizar la seguridad tanto al personal como del elemento a construir.

BIBLIOGRAFIA.

CIMBRAS.

JOHN G. RICHARDSON.

TOMO I, II, III, IV.

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO 1992.

GUIA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CIMBRAS SEGÚN
LA NORMA ACI-347.

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO 1996.

CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE CIMBRAS.

ING LUIS G. ZUBIETA ROHDE

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO 1995.

CONCRETE CONSTRUCTION.

BOB RISSER.

PUBLICACIÓN 1994.

GRUPO ABERDEEN.

CONCRETO ARQUITECTÓNICO COLADO EN OBRA, SEGÚN LA
NORMA ACI-303.

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO 1996.

GLOBAL CONSTRUCTION.

PETER SCHARZ.

PUBLICACIÓN 1995.

COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACIÓN.

SUÁREZ SALAZAR C.

MÉXICO LIMUSA 1985.