

CIMBRAS EN LA CONSTRUCCIÓN

HERNANDEZ BAUTISTA MOISES

Av. Lázaro Cárdenas, s/n ciudad universitaria, Chilpancingo de los Bravo Guerrero. 470383954
C.P.30070 mh638781@gmail.com

VAZQUEZ JIMENEZ FRANCISCO JAVIER

Av. Lázaro Cárdenas, s/n ciudad universitaria, Chilpancingo de los Bravo Guerrero. 7471002804
C.P.30070 04118@uagro.mx

DIONICIO APREZA JOSE LUIS

Av. Lázaro Cárdenas, s/n ciudad universitaria, Chilpancingo de los Bravo Guerrero. 7471191590
C.P.30070 02518@uagro.mx

DELGADO DE LA TORRE DANIEL

Av. Lázaro Cárdenas, s/n ciudad universitaria, Chilpancingo de los Bravo Guerrero. 7475290564
C.P.30070 deldaniel@hotmail.com

RESUMEN

Motivado por la situación de la escasez de madera se consideró necesario revisar acerca de los materiales actuales.

Detalles de conservación y mantenimiento, se tiene que conocer todos los cuidados que se le da a la cimbra para así evitar cualquier tipo de deformaciones excesivas, desperdicio de material, y así alargar la vida útil de la cimbra.

Tipos de cimbras, causas de falla, diseño para así poder calcular de manera correcta la distribución de cimbra que podrá soportar el peso de la construcción.

Esperando a que las empresas constructoras se interesen por el cuidado de la madera se consideró necesario revisar acerca de los materiales que pueden sustituir la actualmente como fibra de vidrio, bambú, metal, plástico entre otros.

PALABRAS CLAVES

Cimbra, deflexión, pie tablón, madera, cuidados, materiales.

INTRODUCCIÓN

Al paso del tiempo, el uso de la cimbra se propagó encontrando nuevas aplicaciones ante todo con la aparición del concreto. La sobrepoblación, trajo como consecuencia la necesidad de producir complejos habitacionales en todos los niveles, para dar solución a los nuevos problemas. La demanda de construcción de viviendas fue uno de esos efectos y es ahí donde el empleo del sistema tradicional de construcción de cimbras ha demostrado ser un procedimiento que genera un enorme desperdicio, tanto en material como en tiempo.

Durante las fases conceptual y esquemática de un proyecto, el ingeniero civil debe pensar cómo un sistema estructural de un edificio acomodará sistemas de cimbrado de alta producción.

A fin de colaborar efectivamente con las otras disciplinas en estas fases tempranas de diseño, debe primero examinarse alguna concepción equivocada común.

El aspecto económico de una cimbra va a depender de varios factores, el uso de la menor cantidad de material, es uno de ellos. Sin embargo, es más importante utilizar cimbras que permitan un número elevado de usos, para conseguir mayor durabilidad. Es de gran utilidad prever detalles constructivos de la cimbra que permitan un fácil descimbrado.

El costo de cimbra para una obra de concreto puede representar entre el 35% y 60% del costo total por concepto de concreto, por lo que el diseño y construcción de cimbras demanda un buen juicio y una adecuada planeación que garanticen economía y seguridad.

Presentar que el uso de cimbras en los proyectos de construcción es de especial interés, ya que determinar la materia prima del sistema de cimbrado no es tarea fácil, debe cumplir con ciertas características que le permitan al constructor poder reducir sus costos directos y otorgar mejores precios para la elaboración de proyectos.

SINTESIS HISTÓRICA

En Los Estados Unidos de Norte América, surgieron compañías que se dedicaron a la venta de equipo patentado para cimbra, realizando el diseño según los requerimientos de la construcción, estos adquirieron el nombre de “Sistemas de Cimbras”. Las primeras aplicaciones del metal como parte de elementos de cimbras, se remonta a final del siglo XIX. Puede decirse que no existió realmente mercado para el metal en el campo de la construcción hasta el año 1930. En México no había sido frecuente el uso de Sistemas de Cimbras Metálicas como sucede en la última década, consecuencia de la necesidad de producir la vivienda en masa.

En México el pionero que introdujo un sistema de apuntalamiento, fue Andamios Atlas, con la tecnología de Waco Scaffolding & Equipment, así como en la cimbra de contacto lo fue Cimbramex, con la tecnología de Universal Form Clamp Co., Estos sistemas se ofrecen en nuestro país desde hace más de 35 años. En la actualidad se cuenta con un gran número de empresas nacionales y extranjeras que ofrecen una serie de sistemas de cimbras prefabricadas.

1.- MARCO TEÓRICO Y ESTUDIO PREVIOS

La Construcción con Madera

A la madera podemos definirla como un conjunto de células, huecas, alargadas y cementadas longitudinalmente entre sí. En el árbol vivo las fibras por medio de sus paredes celulares, funcionan como sostén y como conductores de soluciones alimenticias y de desecho, ya que sus porciones huecas están interconectadas lateralmente, formando un sistema continuo a lo largo del tronco. Los tres componentes básicos de las paredes de las fibras son, la celulosa (40 - 50%) que se puede considerar como el almacén; hemicelulosas varias (20-35%) que actúan como matriz y la lignina (15-35%) que es el cementante de los componentes; desde el punto de vista de resistencia mecánica esta son los elementos importantes. Además pueden existir en cantidades y tipos variables, extractivos que son sustancias orgánicas depositadas en los espacios libres de la madera y le imparten características como olor, color y sabor e influyen sobre su permeabilidad.

A causa de su estructura, la madera es un material anisotrópico, es decir, que todas sus propiedades varían de acuerdo con sus ejes estructurales, los cuales desde un punto de vista teórico forman ángulos rectos entre sí. El eje longitudinal o axial (L) puede definirse como aquel que corre paralelamente a lo largo del tronco o de las fibras; el radial (R) es perpendicular al longitudinal, paralelo a los rayos (los rayos son conjuntos de fibras que corren paralelos a una línea recta de la médula o centro del árbol a la corteza del tronco); y tangencial (T) perpendicular al axial y al radial y tangente a los anillos de crecimiento o circunferencia del tronco. En forma similar la madera tiene tres planos estructurales perpendiculares entre sí: el transversal (TR) delimitado por los ejes tangencial y radial; el radial (RL) comprendido entre los ejes radial y longitudinal; y el tangencial (TL) que se forma con la intersección de los ejes tangencial y longitudinal.

ASPECTOS GENERALES

La cimbra es un conjunto de obra falsa y moldes temporales que sirven para soportar y moldear la construcción de elementos de concreto.

El molde es la parte de la cimbra que sirve para confinar el concreto fresco de acuerdo a las líneas y niveles especificando en el proyecto durante el tiempo que alcance su resistencia prefijada en la obra falsa lo cual es la parte de la cimbra que

sostiene establemente los moldes en su lugar, ejemplo: cuñas, madrinas, pies derechos, arrastres, polines, barrotes. Actualmente hay cimbra que se considera muerta, es decir se integra a el elemento estructural (estacionamientos, centros comerciales, etc).

BENEFICIOS

Resistencia y flexibilidad, es inerte a la acción del agua, los aditivos o cualquier otro constituyente del concreto, Evita la pérdida de lechada, Seguridad al disminuir el riesgo de los trabajadores durante su colocación y desmoldado. Económicos, teniendo en consideración el coste inicial en comparación con la reutilización que permita implementar.

FUNCIONES

La cimbra es una estructura auxiliar destinada a la retención y confinamiento del concreto, mediante la implementación de un molde para obtener la sección geométrica y el diseño previsto en la construcción. Resguarda al concreto de temperaturas externas, cumple con las condiciones de funcionalidad, seguridad y economía.

LA CIMBRA EN EL MEDIO AMBIENTE.

La idea de cuidar el medio ambiente ha influido de manera profunda en la mente de las personas. Lo anterior, se ve reflejado en los nuevos proyectos de construcción, la forma de utilizar los recursos, y la integración de materiales sustentables.

La búsqueda por contrarrestar el impacto ambiental producido por la construcción ha llevado a la sustitución de materiales tradicionales generando nuevos y novedosos modelos. Estos pretenden conservar y mejorar los procesos popularmente empleados, la finalidad de estos productos es priorizar el re-uso ante la extracción de materias naturales. Uno de los recursos con mayor índice de explotación es la madera, además de utilizar este material como recipiente de la mezcla húmeda para el concreto armado. Este procedimiento no es permanente durante el proceso de construcción, convirtiéndolo efímero y de alto impacto ambiental. El ciclo de vida de la madera usada para cimbra consta de extracción, producción, distribución y deposición final. La madera utilizada como recipiente de concreto húmedo no es biodegradable si no que se contamina con el diésel y el aceite mineral quemado.



FIGURA. 1 MADERA ENGAZADA.

Una investigación llevada por la Universidad Autónoma de Querétaro y desarrollada por el Ing. José Pablo Balderas Rojas ha desarrollado una nueva alternativa hecha a base de residuos plásticos de alta densidad HDPE con nombre “Plastriplay”, este tiene como objetivo el desarrollo de una cimbra plástica para moldeado de concreto. Esta alternativa para la reutilización de plástico para la cimbra consiste en la fundición de polietileno de alta intensidad produciendo una placa de las mismas dimensiones de la medida estándar de las tablas de madera. Este material puede usarse para el proceso de cimbrado pues se trabaja con las mismas herramientas manuales o eléctricas que la madera, permitiéndonos cortar, clavar o atornillar.

A diferencia del modelo tradicional, este producto se puede reutilizar 10 veces más que el cimbrado habitual, sin necesidad de un desmoldante ya que no se adhiere al concreto haciendo que su ciclo de vida no termine a los primeros usos. Aunque el cimbrado es una etapa dentro de los diferentes y diversos procesos de la construcción es un periodo que tiene gran impacto ambiental. Las utilizaciones de materiales reciclados permitirán menor utilización de madera, así como la eliminación del diésel y aceite quemado. El polietileno reciclado no es la única alternativa para reducir el impacto ambiental, sin embargo, es un desecho de gran alcance con potencial de convertirse en una gran herramienta.

Pese a que el polietileno de alta densidad es una opción amigable al medio ambiente, el método tradicional de reutilización de plástico para la cimbra se ha utilizado por décadas. Así que esta variable necesita la difusión de sus ventajas ecológicas al igual que la producción masiva del producto para lograr la aceptación social.

Se recurre a la tecnología para reutilizar los residuos o desechos producidos por los seres humanos, para captar energía o CO₂ y disminuir la contaminación. En la actualidad, existen diversas alternativas de alta durabilidad que tienen un menor impacto para el planeta, como los siguientes materiales ecológicos para la cimbra:

1. Bambú. Aunque su uso se ha popularizado con los años, en la cultura asiática ya se había aprovechado desde hace mucho. Sus propiedades físicas lo convierten en uno de los materiales sustentables ideales para distintas obras, por ejemplo, puede reemplazar a las vigas de refuerzo.

Es un recurso de rápido crecimiento. Un estudio indica que algunas especies logran crecer hasta unos 30 metros de altura. El bambú es un material ligero y flexible, pero con gran resistencia, es considerado como el “acero vegetal”, tiene una dureza superior a maderas como el roble o la caoba. Crece de forma rápida en comparación a los árboles u otras plantas, eso genera que los bosques de bambú se regeneren fácilmente.

2. Paneles sustentables.

Algunas empresas han reemplazado ciertos materiales por fibras de vidrio y carbono, que suelen ser más económicos, resistentes y aislantes. Además, al ser materiales sintéticos pueden evitar la presencia de insectos o roedores. Entretanto, otras compañías han diseñado paneles a partir de desechos como el cultivo de trigo, en sustitución de la madera. Estos, al igual que los mencionados anteriormente, pueden emplearse en divisiones interiores.

3. Tableros de fibras de alta densidad o compactos fenólicos.

Se fabrican a partir de fibras de celulosa sometidas a una gran presión y alta temperatura. Para compactar estas fibras se impregnan de resinas fenólicas termoendurecibles, obteniendo un material (planchas de tableros) de altísima dureza, impermeable y resistente a la abrasión. Es decir, se trata de fibras compactadas con resina a las que se eleva su temperatura y se presionan hasta conseguir el espesor deseado en los tableros.

VENTAJAS DEL USO DE MATERIALES Y TÉCNICAS ECOLÓGICAS EN CONSTRUCCIÓN

- Reducción de residuos generados en construcciones (demolición, cimbras, andamios, etc).
- Reducción de contaminación en agua y aire.
- Eficiencia energética en edificios.
- Consumo de materiales locales, evitando el transporte de distancias largas.
- Durabilidad y reutilización de materiales prolongando su vida útil.

TIPOS DE CIMBRAS

CIMBRAS DE LADRILLO. Cuando se trata de arcos de ladrillo para la formación de puertas, ventanas, etc; las cimbras se pueden hacer de ladrillo. A tal fin se utiliza una tabla de la misma longitud que la luz del arco. Dicha tabla se introduce entre las paredes o pilares que sirven de estribo y se apuntala con un virotillo.



FIGURA. 2 CIMBRA DE LADRILLO.

CIMBRAS DE MADERA: Habitualmente son las más utilizadas, según las dimensiones del arco o la bóveda, la forma que estas presentan y la carga que hayan de soportar. Por lo general, las cimbras de madera se componen de dos o más

cuchillos, unidos entre sí por medio de correas y un entablado. Es económica comparada con otros materiales como el aluminio. Tiene baja conductividad eléctrica.

Este tipo de cimbra se divide en dos tipos:

1.- Cimbras para concreto aparente. Para obtener un perfecto acabado de las piezas colocadas con madera pueden seguirse varios procedimientos según el efecto final que se desea obtener. Desde luego el procedimiento más indicado es, el de terminar las perfectamente en algunos casos se acostumbra mejorarlo mediante el empleo de otros, que preparan al concreto una superficie completamente lisa, desvirtuando por otras partes.

2.- Cimbra Común. La cimbra común se ocupa cuando el elemento llevara alguna clase de recubrimiento, para esta se emplean tablas de unos 10 cm. de grueso, sin poner demasiado en la terminación de las juntas de las tablas.

3.- Cimbra ahogada. Puede ser metálica o de madera

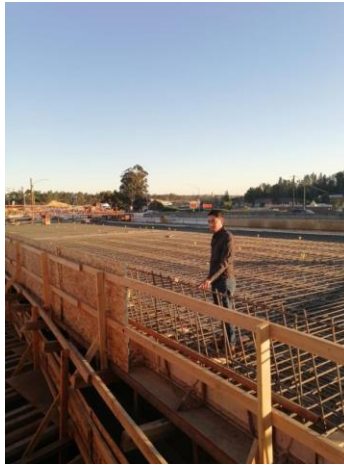


FIGURA. 3 CIMBRA DE MADERA.

CIMBRA PLASTICA. Es un conjunto de moldes temporales que sirven para soportar y moldear la construcción de elementos de concreto. El molde es la parte de la cimbra que sirve para confinar y moldear el concreto fresco de acuerdo a las líneas y niveles especificando el proyecto durante el tiempo y el alcance su resistencia prefijada en la obra falsa lo cual es la parte de la cimbra que sostiene establemente a los moldes en su lugar. Las cimbras de Plastimadera se diseñaron para sustituir las más populares que son las de Madera natural. Se manejan prácticamente igual ya que son de fácil manejo.



FIGURA. 4 CIMBRA PLASTICA.

CIMBRA METALICA

Puede ser aluminio o acero, el sistema de cimbrado consiste en la construcción de torres formadas por bastidores tubulares de acero, unidos por medio de cruces de diagonal doble.



FIGURA. 5 CIMBRA METALICA.

Esta estructura se compone por elementos de gran resistencia en relación a su peso propio; por ello pueden armarse en poco tiempo estructuras que deben soportar cargas importantes, por ejemplo: puentes, losas, arcos, vigas, a cualquier altura.

Estas torres llevan husillos para nivelación y acople a distintos encofrados; las dimensiones de las diagonales y la separación entre torres, se adecuan variando en función de las cargas que han de soportar.

Cimbra de elementos prefabricados de concreto hidráulico u otros materiales, ejemplo, en casas para tipo fraccionamiento, pueden ser través metálicas o losas planas prefabricadas.

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE CIMBRAS.

Las cimbras deben cumplir con los siguientes requisitos:

OPERACIÓN PARA LA CUBICACION DE LA MADERA					
ELEMENTO	OPERACION	P.T.	F.D.	F.U.	CANTIDAD
MADRINA POLIN 4"x4"x1.00M.	4"x4"x1M / 3.657	4.38		1.21 / 8.	0.657
TARIMA 1.00X.50M. 2 PIEZAS					
PIE DERECHO POLIN 4"x4"x2.30M.	4"x4"x2.30M / 3.657	10.06		1.21 / 8.	1.59
CONTRAVIENTO DUELA 1"x4"x1.00 2 PIEZAS	1"x4"x1.00M (2) / 3.657	2.19		1.21 / 8.	0.329
ARRASTRE POLIN 4"x4"x0.60M.	4"x4"x0.60M / 3.657	2.63		1.21 / 8.	0.395
CACHETES DUELA 1"x4"x1.00M. 4 PIEZAS	1"x4"x0.40 (4) / 3.657	1.75		1.21 / 8.	0.263

FIGURA. 6 CUBICACION DE LA MSDERA.

- Soportar y moldear el concreto en estado plástico, para obtener la forma, alineamientos y dimensiones de los elementos.
- Resistir las acciones a las que estará sujeta durante la construcción, incluyendo las fuerzas causadas por compactación y vibrado.
- Proporcionar el número de usos adecuados, conservando el acabado que se pretende.
- Separarse del concreto sin dañarse o sin causar daño al concreto reelección de una cimbra

Al hacer la elección de una cimbra se deben tomar en consideración los siguientes factores:

- Disponibilidad de materiales en la zona.
- Número de usos de la cimbra.
- Costos de construcción.

- d) Capacitación de personal.
- e) Programa de obras.
- f) Capacidad de producción del concreto.

MEDICION DE LA CIMBRA

En México para la cuantificación de las cimbras se miden por metro cuadrado de superficie de contacto con el concreto, con aproximación de un decimal. Excepto en el caso de chaflanes, que se miden por metro lineal. Para una zapata corrida: seria, (el espesor) (por toda la longitud) luego lo multiplicas por dos (refiriéndose a los dos lados de la zapata) y si hay zapatas iguales lo vas multiplicando por las que tengan esas características. contratrabe: seria la altura de la contratrabe por longitud.

la cuantificación total de cimbra en cimentación seria sumar la de zapatas, la de contratraves y sumarlas todas. Para así tener toda la cimbra en cimentación y si es por elemento seria por todas las de zapatas corridas, aparte seria contratraves. Todo esto manifiesta la importancia de la cimbra como elemento primario en la construcción que configura la geometría de la figura proporcionando la mejor arquitectura y apariencia y agregando la preocupación actual de cambio climático y la deforestación y justifica la investigación de este trabajo.

Si hay zapata aislada, sería el perímetro de la zapata aislada (me refiero si la figura es cuadrada o rectangular) por el espesor. = m².

Losas de entrepiso: el perímetro(M) por el espesor(M)= m² + el área de la losa (seria la tapa de abajo) (M²) y luego lo sumas. =m². Trabes: el perímetro de la sección de contacto (la base + sus dos lados(m)* la longitud(m). =m².

Pie Tablón

$$\frac{A'' \times B'' \times C'}{12'} = PT$$

$$12' = (12 \times .0254m.) (12) = 3.657 \text{ m}$$

$$\frac{A'' \times B'' \times C^m}{3.657m} = PT$$

Este procedimiento nos permite calcular la cantidad de madera necesaria para contener el concreto fresco de un elemento estructural.

FIGURA.7

CUIDADO DE LA CIMBRA

Recubrimiento de la cimbra: deben tratarse con aceite especial para las mismas o cualquier otro material de recubrimiento, para evitar que se adhiera el concreto. Existen muchos aceites para cimbra y compuestos separadores, como plástico, laca o el barniz de laca. Las compañías principales que producen estos aceites formulan y recomiendan los correspondientes a las cimbras de madera o metálicas.

CARGAS Y PRESIONES

En el caso de diseño de estructuras de madera hay dos limitantes que rigen, deflexión o resistencia. Generalmente en la estructura para viviendas rige la flexión. En el caso de cimbras, lo que rige es la deformación máxima



FIGURA. 8 CIMBRA AHOGADA.

Algunas fórmulas de diseño en México se pueden consultar en el reglamento de construcciones de Ciudad de México

Generalmente mente se diseña por medio de tablas y graficas en función de las cargas, claros, separación, etc. Se obtienen así las dimensiones más adecuadas. Los valores de K que aparecen enseguida son factores que dependen de varios parámetros como humedad, separación y tipo de manufactura. Se aplican como en el caso de estructuras, factores de resistencia para disminuirla y factores de carga para incrementarla y estar del lado de la seguridad.

La información para diseñar depende de muchas variables y es extensa, por eso, en este artículo es imposible capturarla, solo se presentan algunas fórmulas que son las que más influyen.

TENSIONES PARALELAS A LA FIBRA

REGLAMENTO DEL DF

La deflexión d (pul) para sección de 12 pulgadas de ancho

$$d = \frac{w L^5}{K_1 EI}$$

Dónde:

w=carga uniforme, lb/pie²

L=claro, pies

E=módulo de elasticidad, lb/pulg²

I=momento de inercia, pulg⁴

K1=constante que depende del tipo de cubierta y claro

El esfuerzo flexionante permisible en lb/pulg² para la misma sección de 12 pulg de ancho.

$$f_b = \frac{w L^2}{K_2 5}$$

Donde:

S= módulo de sección, pulg^3

Esfuerzo flexionante máximo: 1200 lb/pulg^2

$$\text{Deflexión máx} = \frac{L}{240}$$

Resistencia a carga axial.

$$PR = FR f_{cu} A$$

Donde:

$$F_{cu} = f_{cu} \cdot K_h K_d K_c K_p K_{cl}$$

A área de la sección: y

FR se tomara igual a 0.7

Resistencia a cortante de diseño.

$$VR = \frac{FR f_{vu} b d}{1.5}$$

Donde

$$f_{vu} = f_{vu} \cdot K_h K_d K_c K_r K_v; \text{ y}$$

FR = se toma igual a 0.7

RESISTENCIA A FLEXION

La resistencia de diseño, MR, de miembros sujetos a flexion se obtendrá por medio de la expresión

$$MR = FR f_{fu} S \phi$$

Donde

$$F_{fu} = f_{fu} \cdot K_h K_d K_c K_p K_{cl}$$

S modulo de sección;

Φ factor de estabilidad lateral según la sección 3,2.3; y

FR se tomara igual a 0.8

FACTORES DE MODIFICACIÓN PARA MADERA MACIZA Y MADERA CONTRA CHAPADA

K_h Factor por contenido de humedad

K_d Factor por duración de carga

K_c Factor por comparación de carga igual a 1.15 aplicable en sistemas formados por tres o más miembros paralelos , separados 610 mm centro a centro, o menos, dispuestos de tal manera que soporten la carga conjuntamente.

Kp Factores por peralte. Aplicable a secciones que tengan un peralte d menor o igual a 140mm.

A continuación, se muestran ejemplos de cómo se verifican las dimensiones de un elemento de madera.

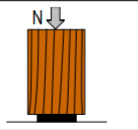
$$l_0 = \frac{N_d}{A_n \cdot f_{0,d}} \leq 1$$

El área neta se obtiene descontando de la sección bruta los taladros, muescas y rebajes; excepto los debidos a clavos de hasta 6 mm de diámetro introducidos sin pretaladro.

En compresión debe comprobarse la estabilidad al pandeo de la pieza (Ficha 4).

Ejemplo 1

Soporte de 300 x 300 mm
Apoyo sobre placa metálica de 200 x 200 mm
Carga permanente (i.p.p.)= 125 kN
Sobrecarga de uso (duración media)= 150 kN
Clase resistente: C24
Clase de servicio: 3



Combinación fundamental:

$$N_d = 1,35 \cdot 125 + 1,5 \cdot 150 = 393,75 \text{ kN}$$

$$f_{0,d} = k_{mod} \frac{X_k}{\gamma_M} = 0,65 \frac{21}{1,3} = 10,5 \text{ kN/mm}^2$$

$$l_0 = \frac{393,75 \cdot 10^3}{200 \cdot 200 \cdot 10,5} = 0,94 < 1 \text{ VALE}$$

Comprobación con sólo carga permanente: $l_0 = 0,52 < 1$

FIGURA. 9

que la tensión máxima se localiza en un punto, y no en un borde completo como en la flexión simple, es más improbable la coincidencia de un nudo, por lo que se admite reducir alternativamente el índice de cada eje en un 30%:

$$l_{m,y} + k_m \cdot l_{m,z} \leq 1$$

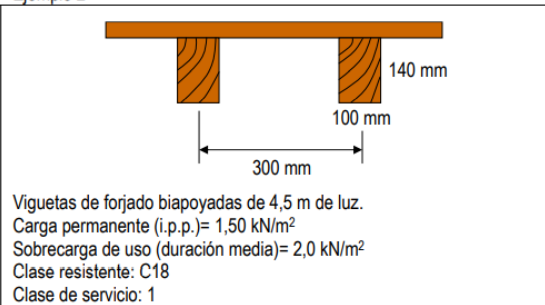
$$k_m \cdot l_{m,y} + l_{m,z} \leq 1$$

Sección rectangular	$k_m = 0,7$
Otras secciones	$k_m = 1,0$

En **flexotracción** se añade a las expresiones anteriores el índice correspondiente. En **flexocompresión** el índice de compresión se suma elevado al cuadrado, lo que reduce su valor al ser menor a la unidad. Ello se explica por el proceso de plastificación que sufren las fibras antes de su agotamiento por compresión.

FIGURA. 10

Ejemplo 2



Viguetas de forjado biapoyadas de 4,5 m de luz.
Carga permanente (i.p.p.)= 1,50 kN/m²
Sobrecarga de uso (duración media)= 2,0 kN/m²
Clase resistente: C18
Clase de servicio: 1

Carga permanente: $1,5 \times 0,3 = 0,45 \text{ kN/ml}$
Sobrecarga de uso: $2,0 \times 0,3 = 0,60 \text{ kN/ml}$

FIGURA. 11

En **secciones rectangulares** la expresión del índice es la siguiente:

$$l_v = \frac{1,5 \cdot Q_d}{b \cdot h \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

Ejemplo 3

Caso del forjado propuesto en el ejemplo 2

$$Q_d = 1,35 \frac{0,45 \cdot 4,5}{2} + 1,5 \frac{0,60 \cdot 4,5}{2} = 3,39 \text{ kN}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} \cdot k_{cc} = 0,8 \frac{2}{1,3} \cdot 1,1 = 1,35 \text{ N/mm}^2$$

$$l_v = \frac{1,5 \cdot 3,39 \cdot 10^3}{100 \cdot 140 \cdot 1,35} = 0,27 < 1 \text{ VALE}$$

FIGURA. 12

Las cimbras y obras falsas deben soportar las cargas verticales y laterales super puestas, hasta que la estructura de concreto sea capaz de tomarla por sí misma, estas cargas incluyen el peso de concreto, acero de refuerzo, peso propio y cargas vivas.

Las dimensiones del concreto, movimiento de equipo de construcción, y la acción del viento, producen fuerzas laterales que debe resistir la obra falsa.

Debe considerarse también, asimetría de la carga de concreto impacto del equipo y cargas concentradas producidas por el concreto en los lugares de descarga.

CARGAS Y PRECIONES SOBRE UNA CIMBRA

-Peso propio. La cimbra de madera generalmente pesa de 50 a 75 kg/m². Cuando este peso es pequeño en comparación con el peso de concreto más la carga viva puede despreciarse.

-Cargas vivas. El comité 622 del ACI recomienda cargas debidas a cargas vivas de construcción de 250 kg/m² de proyección horizontal, que incluye el peso de los trabajadores, equipo, andadores e impacto.

-Alternancias de cargas. Cuando las formas son continuas, el peso del concreto en un claro puede causar levantamiento en otro claro. Las formas deben diseñarse para soportar este efecto, de no ser así deben construirse como simplemente apoyados.

-Cargas laterales. Las cimbras y obras falsas deben soportar todas las cargas laterales debidas a viento, cables de tención, soportes inclinados, vaciado del concreto y movimientos horizontales del equipo.

-Presión lateral de concreto. Cuando el concreto se vacía en la cimbra, produce una presión perpendicular a Esta que es proporcional a la densidad y a la profundidad del concreto en estado líquido. A medida que frague el concreto, cambie de líquido a sólido, con una reducción en la presión ejercida sobre la cimbra. El tiempo requerido para el fraguado inicial es mayor para una baja que para una alta temperatura. La temperatura del concreto en estado líquido varía con la temperatura y con la velocidad de llenado. Si las formas se islenan a una velocidad de 2 Mts. por hora, la presión máxima será mayor que si se llenara a una velocidad de 0,5. m/h. Si las formas de la estructura de un muro se llenan a través de un periodo de varias horas a velocidad y temperatura uniforme, la profundidad de la presión máxima, medida bajo la superficie del concreto, permanecerá constante, así pues, el punto de presión máxima se ira elevando a la misma velocidad con que se llenan las formas.

RESISTENCIA A CORTANTE DE DISEÑO

La resistencia a cortante de diseño, VR, en las secciones criticas de vigas se obtendrá por medio de la expresión

$$VR = (FR \cdot f_{vu} \cdot b \cdot d) / 1.5$$

Donde

$$f_{vu} = f_{vu}' \cdot K_h \cdot K_d \cdot K_c \cdot K_r \cdot K_v$$

FR = se toma igual a 0.7

Podrás considerar $K_v = 2$ en los siguientes casos:

En las secciones criticas de apoyo continuo; y

En todas las secciones criticas de vigas de sistemas estructurales con compartición de cargas

En todos los demás casos $K_v = 1.0$.

RESISTENCIA DE DISEÑO DE MIEMBROS DE MADERA MACIZA

La resistencia de diseño, TR, de miembros sujetos a tencion obtendrá por medio de la expresio

$$TR = FR \cdot f_{tu} \cdot A_n$$

Donde

$$f_{tu} = f_{tu}' \cdot K_h \cdot K_d \cdot K_c \cdot K_p \cdot K_l$$

A_n = área neta; y

FR factor de resistencia que se tomara igual a 0.7

FACTORES DE RESISTENCIA

La tabla indica los factores de resistencia, FR, para madera maciza y madera contrachapada. Los factores de resistencia correspondientes a las uniones en estructuras de madera se tomarán igual a 0.7 en todos los casos.

FACTORES DE RESISTENCIA PARA MADERA MACIZA Y MADERA CONTRACHAPADA, FR.

Producto		
Acción	Madera maciza	Madera contrachapada
Flexión	0.8	0.8

Tensión paralela	0.7	0.7
Compresión paralela y en el plano de las chapas	0.7	0.7
Compresión perpendicular	0.9	0.9
Cortante paralelo, a través del espesor y en el plano de las chapas	0.7	0.7

TABLA. 1

COSTOS

El precio unitario de la cimbra varía según el material de ésta, así como del elemento que pretende cimbrar, por lo que su costo es de 17.32 a 281.26, a continuación, podrás ver el precio detallado de cada variante de cimbra, así como el desglose de la tarjeta de P.U.:

TIPO DE CIMBRA	PRECIO
Metálica	99.14
Madera en losa	185.26
Castillos y columnas	213.26
Cimentación	159.87
Muro Aparente	281.26
Guarnición	17.32

TABLA. 2

Todas las cimbras cuya unidad de medida esta especificada como m², toman como referencia para su cuantificación la superficie de contacto.

4.- CONCLUSIONES

En el desarrollo de este trabajo de investigación se muestran los diferentes sistemas de cimbrado para la construcción de elementos de concreto, los diferentes tipos de materiales para cimbra y sus usos. Se muestran las tolerancias geométricas según el elemento estructural a desarrollar y los tiempos de descimbrado en horas y días de acuerdo a los prescrito en las normas de construcción. Los materiales que en este momento están a la vanguardia en el mercado de la construcción en cuanto a la cimbra se refiere, como se muestran en esta monografía como lo son las cimbras flexibles, las cimbras plásticas y las cimbras metálicas, las ventajas de estas con referencia a otros materiales.

Proyectar y construir la cimbra de acuerdo con el tipo de encofrado que tiene que sostener.

Tiene que tener el mantenimiento adecuado, de forma que se eviten desplomes o desplazamientos accidentales.

Comprobar el correcto estado del suelo que ha de acoger la cimbra.

Montar la cimbra con todos sus componentes, en especial los de seguridad.

Construir las cimbras con tubos o perfiles metálicos según se determine en los planos y cálculos, especificando el número de los mismos, su sección, disposición y separación entre ellos, piezas de unión, arriostrado, anclajes horizontales y apoyos sobre el terreno. Debe existir un encargado que controle que los montadores utilicen un arnés de seguridad de doble anclaje contra las caídas, sujeto a los componentes firmes de la estructura u otros elementos externos a la misma. Subir los componentes de la cimbra sujetos con cuerdas con gancho cerrado.

El encargado tiene que vigilar expresamente el apretado uniforme de las mordazas o rótulas de forma que no quede ningún tornillo flojo que pueda permitir movimientos descontrolados de los tubos.

REFERENCIAS

- 1 "Cimbra" (documento web) www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/cimbras/ 16 de agosto 2010.
- 2 Cortesía Cast y David Jolly "Las Cimbras Flexibles para concreto" (documento web) septiembre 2008 [http://www.imcyc.com/ct2008/20 de Agosto 2010](http://www.imcyc.com/ct2008/20%20de%20Agosto2010).
- 3 Cimbra" (documento web) www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/cimbras/ 16 de Agosto 2010.
- 4 Cimbra: Usos y beneficios - El Blog del Constructor (espacios.com.mx)
- 5 Reutilización de plástico para la cimbra en la industria de la construcción (livingmagazine.life)
- 6 MATERIALES ECOLÓGICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN - MASISA LABMASISA LAB
- 7 [Materiales ecológicos de construcción](http://urbana-design.com.mx) Urbana Design (urbana-design.com.mx)
- SISTEMA DECIMBRAS Y ANDAMISO POR ANGELICA GUADALUPE FLORES CEDILLO
- 8 Rosa María Escolástico "tipos de cimbra" (documento web) <http://www.arqhys.com/arquitectura/cimbras-tipos.html>. 17 Agosto de 2010
- 9 Grupo GYSAPOL "Cimbras Plásticas para Colado" (documento web) 2009 <http://www.gysapol.com/prouctos/linea-costrccion-cimbratek/cimbra-plastico-para-colados> 24 Agosto 2010
- 10 "Diseño y Montaje de Cimbras" <http://www.construmatica.com/construpedia> 21 de Agosto de 2010
- 11 UNIDAD DE NORMATIVIDAD TECNICA "Cimbra para Concreto" Abril 2000 (documento web) http://www.pemex.com7files/esandares/especificaciones/03_construccion_de_obras/013_estructuras/p.3.0135.01PDF. 17 de Agosto 2010.
- 12 [cuantificacion de cimbra - Foros Ingeniería Civil](http://construaprende.com) (construaprende.com)
- 13 [Uso de cimbras en la construcción](http://ximetrika.com) (ximetrika.com)
- 14 Cary Kopczynski "Eficiencia de la Cimbra" (documento web) 2008 <http://www.imcyc.com/revista/mar10/ingenieria.htm>