

“CUANTIFICACION DE CIMBRAS DE MADERA EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CONCRETO REFORZADO”

Luis Iván Soriano
Flores

AV. Lázaro Cárdenas. S/N
C.U., Chilpancingo de los
Bravo, Gro., México.
Tel: 7471499368
C.P. 39070

Luisoriano_2793
@hotmail.com

Alberto Jorge
Salvador

AV. Lázaro Cárdenas. S/N
C.U., Chilpancingo de los
Bravo, Gro., México.
Tel: (747) 4727943
C.P. 39070

Alberto59_
@hotmail.com

Víctor Hugo Muñoz
García

AV. Lázaro Cárdenas. S/N
C.U., Chilpancingo de los
Bravo, Gro., México.
Tel:(747)4727943
C.P. 39070

Vicmu_8@hotmail.com

Daniel Delgado De
La Torre

AV. Lázaro Cárdenas. S/N
C.U., Chilpancingo de los
Bravo, Gro., México.
Tel:(747)4727943
C.P. 39070

Deldaniel
@hotmail.com

RESUMEN

La cuantificación de los elementos de cimbra de madera para el colado de elementos estructurales de concreto reforzado ha sido una actividad exclusiva de los carpinteros de obra negra. Su experiencia es importante para ello; llegado el momento efectúan las mediciones correspondientes y solicitan al residente de construcción los elementos de madera necesarios para construir el sistema de cimbra. Generalmente, al presupuestar un concepto de obra las empresas contratistas no elaboran una cuantificación detallada de los elementos y cantidad de piezas de madera necesarias que se requieren para la cimbra de contacto y la obra falsa dentro de los conceptos de obra conocidos como preliminares o básicos existen procedimientos para la cuantificación de la madera por unidad de medida de cada elemento estructural; pero no se hace su transformación a ;tampoco se ofrece la información necesaria del nombre, número y medidas comerciales para su arrendamiento o suministro por parte de la propia empresa constructora. Se presenta un procedimiento de cuantificación expedita que permite realizar esta tarea siguiendo un proceso para que carpinteros de obra negra los y residente de construcción puedan planear de manera adecuada la realización de los trabajos.

Área Temática:

Cuantificación de obra, Ingeniería de Costos y Administración de la Construcción.

Palabras Clave:

Sistema de cimbra, cuantificación, elementos de madera y piezas de madera.

INTRODUCCIÓN.

Se presenta el proceso de cuantificación de las cantidades de cimbra necesaria en la construcción de sistemas de cimbra para el colado de elementos de concreto reforzado.

Así mismo, se hace una definición de los conceptos terminología utilizada para cuantificarlos. Se exponen los cálculos correspondientes; incluyendo los factores que tienen incidencia en las cantidades requeridas. También se hace la transformación de los elementos que conforman el sistema de cimbra a piezas comerciales para su adquisición en el mercado, arrendamiento o suministro por el almacén general de la obra.

Finalmente, se hace un análisis de resultado obtenidos y se exponen las ventajas de la propuesta.

DEFINICIONES Y TERMINOLOGIA.

Las cimbras de madera o los moldes de madera son los más utilizados en la construcción por su economía, disponibilidad en el mercado, facilidad de manejo, entre otras ventajas, comparativamente con otros materiales como el acero o materiales plásticos. Los sistemas de cimbra se construyen generalmente con madera de pino de tercera calidad.

El proceso de cuantificación de la madera necesaria para construir un sistema de cimbra por lo general no cuenta con la información suficiente en las fases de planeación; la elaboración de los llamados costos preliminares o básicos es limitada, por lo que los especialistas realizan muchas veces su trabajo basados en su experiencia al no contar con procedimiento metodológico que permita calcular los elementos y número de piezas necesarias en forma sencilla y ágil.

Se presenta una exposición de las piezas de madera que se ofrecen en el mercado comercial, se identifican los componentes de un sistema de cimbra y la nomenclatura técnica de los elementos que conforman el sistema de cimbrado de cualquier elemento de concreto reforzado.

Finalmente, se expone el procedimiento de cálculo para cuantificar el número de elementos necesarios para construir el

sistema de cimbra y su transformación a elementos de madera en medidas comerciales para facilitar su compra, arrendamiento o suministro.

1.1.- Definiciones.

La cimbra se define como una estructura provisional o molde que soporta al concreto mientras se encuentra en su proceso de fraguado y logra la resistencia suficiente para sostenerse a sí misma.

Esta tiene las siguientes funciones:

- Moldear el concreto al tamaño y forma deseada, así mismo, controlar su posición y alineamiento.
- Soportar el peso del concreto fresco, materiales de construcción, equipo, trabajadores, diversos impactos y algunas veces el viento.
- Dar seguridad; las cargas deben ser verificadas por el ingeniero del proyecto estructural para asegurar que la magnitud, localización y tiempo de aplicación de cargas no exceda la capacidad estructural del sistema.

1.2.- Elementos comerciales empleados en la elaboración de cimbra.

En México los elementos de madera más comunes son los siguientes:

a) Polín o barrote.

Para obtenerlo se realizan cortes de madera de pino blanco, estos cortes pueden ser redondos o cuadrados, pero el resultado es el mismo: un polín de alta calidad y resistencia. Los polines de madera se utilizan para la cimbra de las obras de construcción que tiene estructuras de concreto. (Figura 1).

Las medidas disponibles en el mercado son las siguientes:

Tipo 1: 50.8 mm x 101.6 mm x 209.55 mm

Tipo 2: 76.2 mm x 101.6 mm x 209.55 mm

Tipo 3: 101.6 mm x 101.6 mm x 209.55 mm



FIGURA 1. – Polín o barrote.

b) Tabla.

Se denomina tabla a una pieza de madera plana, alargada y rectangular, de caras paralelas, más larga que ancha y más ancha que alta. (Figura 2).

Sus medidas son las siguientes:

Tipo 1.- 25.4 mm x 304.8 mm x 209.55mm



FIGURA 2. – Tabla.

c) Duela.

Las duelas se obtienen de la madera o también se obtienen al partir de un corte de una tabla. (Figura 3).

Sus medidas más comerciales son:

Tipo 1: 25.4 mm x 101.6 mm x 209.55 mm

Tipo 2: 25.4 mm x 50.8 mm x 209.55 mm



FIGURA 3. – Duela.

d) Triplay.

Son piezas especiales que se fabrican a partir de madera laminada fabricada en forma cuatroporada y se usa principalmente como cimbra de contacto. (Figura 4).

Se ofrecen en el mercado comercial en las siguientes medidas:

Tipo 1: 19mm x 1.22 m x 2.44 m

Tipo 2: 25 mm x 1.22 m x 2.44 m



FIGURA 4. – Triplay.

e) Chaflán.

Los chaflánes son empleados para pequeños ajustes en las construcciones, con la finalidad de evitar puntas muy afiladas; además son útiles en diversos acabados. Su uso es aparente y se utiliza principalmente en trabes y columnas; así mismo en losas como goteros. (Figura 5).

La medida comercial es:

Tipo 1: 245.5 cm x 2.4 cm x 1.7 cm



FIGURA 5.- Cimbra de contacto.

1.3.- Terminología.

La cimbra debe de ser fuertes y rígidas para garantizar el soporte adecuado del elemento que se construye y satisfacer las tolerancias dimensionales permitidas. También debe de ser lo suficientemente herméticas para evitar escurrimientos durante el proceso de colado, vibrado y fraguado de concreto. Y lo más importante deben ser fácilmente desmontables para no dar el

acabado especificado del concreto y permitir su reutilización el mayor número de veces posibles.

A) Sistema de cimbra.

Un sistema de cimbra se define como “el sistema total de apoyo para concreto recién colocado incluyendo el molde o forro que queda en contacto con el concreto, así como los miembros de soporte, los herrajes, y los contraventeos” (Fotografía 1).

B) Cimbra de contacto.

Parte de la cimbra formada por los elementos que estarán en contacto directo con el concreto, y por aquellos otros elementos que sirven para darle forma y rigidez a la superficie de contacto.

La cimbra de contacto debe tener la suficiente rigidez para las deformaciones ocasionadas por la presión del concreto o por el efecto de vibrado o de cualquier otra carga presente durante el proceso de colado.

Cuando se trata de cimbra de madera, se debe de cuidar que los elementos utilizados no estén torcidos o deformados, así como evitar la colocación de piezas con nudos en las zonas expuestas a esfuerzos de tensión de los elementos estructurales. Previo al colado debe humedecerse la cimbra de contacto para evitar quitarle agua al concreto y poder tener su mayor resistencia en su fraguado.

Para facilitar el proceso de descimbrado es recomendable, antes de armar y colocar el acero y el concreto, aplicar sobre la superficie de contacto de la cimbra algún producto desmoldante.

Durante el colado y antes del proceso de endurecimiento del concreto es recomendable inspeccionar el cimbrado con el fin de detectar deflexiones, asentamientos, pandeos o desajustes en los elementos de contacto o en la obra falsa. (Fotografía 1).



FOTOGRAFÍA 1. – Cimbra de contacto.

C) Obra falsa.

Se entenderá obra falsa como el conjunto de elementos que se encargaran de soportar y estabilizar las diferentes estructuras que

durante el proceso de construcción requieren de apoyo para su estabilización, principalmente en el caso de estructuras de concreto reforzado, además de otros elementos que se utilizaran por periodos no tan prolongados en la construcción.

La obra falsa debe estar correctamente contraventeada para garantizar su seguridad, forma, ubicación y rigidez necesarios.

Los puntales o pies derechos deben colocarse a plomo permitiendo una inclinación no mayor a 2mm por metro lineal. (Fotografía 2).



FOTOGRAFÍA 2. – Obra falsa.

La obra falsa debe construirse tomando en cuenta las contra flechas especificadas en el proyecto. Si este no indica nada especial, se podrán aplicar las especificaciones de la siguiente tabla:

TABLA 1. – Recomendaciones para el diseño de cimbras sometidas a flexión.

CONTRAFLECHAS

UBICACIÓN	CONTRAFLECHA
Trabes y vigas	1/400 de claro libre
Extremo de voladizos	1/200 de la longitud
Losas de tableros interiores	1/400 del claro corto
Losas de tablero de esquina	1/200 del claro corto

D) Factor de contacto.

El Factor de Contacto “F.C.”. Es el cociente expresado en forma de quebrado de la unidad a la cual queremos referir el estudio (m^2 en nuestro caso) entre el área de contacto real (en la misma unidad) de la porción del elemento analizado.

Ejemplo:

Si definimos que una trabe, con sección 25 cm x 40 cm requiere para un metro lineal de longitud, 8.75 P.T. de “PIES DERECHOS” de 4” x 4” y nuestro propósito es investigar cuantos

PIES TABLON de ese tipo de madera se requieren para cimbrar UN METRO CUADRADO, el factor de contacto será:

$$F.C. = \frac{1.00m^2}{0.25 + 2(0.40)} = \frac{1.00m^2}{1.05m^2}$$

E) Factor de desperdicio.

El factor de desperdicio (F.D.). Es el porcentaje expresado en forma decimal de la cantidad total de madera rota o perdida en la elaboración y durante los diferentes usos de una cimbra.

Ejemplo:

Si suponemos que, los “ARRASTRES” de 4” x 4” de una cimbra de trabes, se puede usar 10 veces, antes de quedar inservible y consideramos también la perdida de una pieza durante los diez usos mencionados, el Factor de Desperdicio será:

$$FD = \frac{1 Pz Pérdida}{1 Pz (10 usos)} = 0.10 \times 100 = 10\% \text{ Por lo tanto } FD = 1.10$$

F) Factor de uso.

El Factor de Uso “F.U.”. Es el cociente expresado en forma de quebrado del uso unitario de un elemento de cimbra entre el número de usos propuestos.

Ejemplo:

Se proyecta usar ocho veces, los pies derechos de 4” x 4” de una cimbra de columnas, por lo tanto, el Factor de uso será:

$$F.U. = \frac{1}{8} \text{ usos} = \frac{1}{8}$$

CUANTIFICACIÓN.

El objetivo del presente estudio, es averiguar la cantidad de madera necesaria para contener debidamente el concreto fresco de un elemento estructural, hasta que haya adquirido la resistencia de diseño permitiendo remover la obra falsa, sin afectar la estabilidad del elemento en cuestión o la del conjunto.

Es indudable que cada elemento de concreto requiera distintas formas de sujeción y por ello que nos proponemos analizar las más comunes y características de una obra de la edificación.

Las distintas secciones de un elemento estructural pueden requerir diferentes diseños de cimbra en contacto y, en algunos casos, determinar el mismo diseño de la obra falsa.

De acuerdo con lo expresado anteriormente, para metodizar y facilitar la cuantificación de madera en cimbras, se propone el uso de “FACTORES” a fin de tomar en cuenta las características

antes expuestas, es decir, área de contacto efectivas, desperdicios y usos.

2.1.- Formas de cuantificar la madera.

En nuestro país la madera se mide, utilizando el sistema inglés, siendo el pie tablón la base.

Un pie tablón se define como el volumen de madera que ocupa un elemento de las siguientes dimensiones: un pie de largo por un pie de ancho por una pulgada de espesor. Para su conversión a pie tablón se emplea la fórmula señalada. (Figura 6).

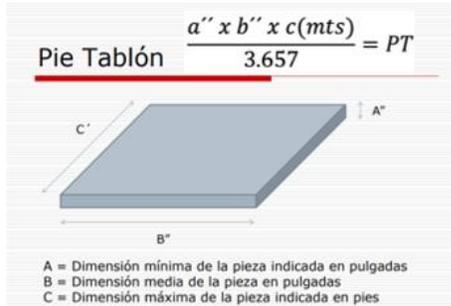


Figura 6. – Pie tablón.

Por lo tanto, un PT debe ser igual al volumen de madera contenida en una pieza de esas dimensiones.

a) Función de los elementos.

- **Duela de contacto.**
Es la madera que está en contacto con el concreto
- **Yugos.**
Transmiten las cargas al pie derecho.
- **Separadores.**
Mantienen el ancho del contratrabe fijo evitando su desplazamiento.
- **Madrinas.**
Soporta las cargas longitudinales que producen los empujes del concreto y transmite las cargas al yugo.
- **Pie derecho.**
Transmite la carga lateral hacia los arrastres.
- **Arrastres.**
El arrastre sirve para repartir la carga en las paredes de la excavación.

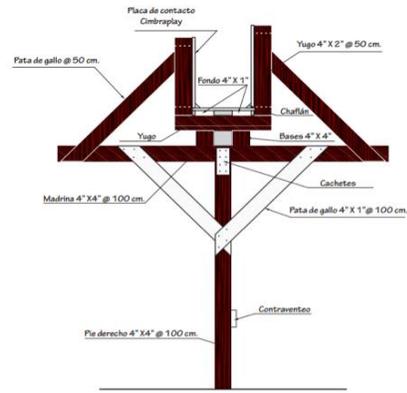


FIGURA 7.- Elementos de una cimbra.

b) Especificaciones técnicas.

Los mostraremos una parte de la cuantificación de una zapata con contratrabe, para ser más específico la cimbra de la duela de contacto.

Para eso nos apoyaremos en esta parte de la cimbra mostrada en la FIGURA 8.

La siguiente contratrabe tiene una sección transversal de 80x20 cm, se colará de manera integral con una zapata corrida.

$$A = 0.80 \times 1.00 = 0.80 \text{ m}^2$$

$$A_1 + A_2 = 0.80 + 0.80 = 1.60$$

$$AT = 1.60 \text{ m}^2$$

$$\text{colado en concreto} = 0.20 \times 1.00 \times 0.80 = 0.16 \text{ m}^3$$

$$\frac{1.60 \text{ m}^2}{x} = \frac{0.16 \text{ m}^3}{1.00 \text{ m}^3}$$

$$x = \frac{1.60 \text{ m}^2 \times 1.00 \text{ m}^3}{0.16 \text{ m}^3} = 10 \text{ m}^2$$

c) Imagen o ilustración.

Cimbra en contratrabe $10 \text{ m}^2/\text{m}^3$
 Sección $20 \times 80 \text{ cm}$
 Volumen de concreto $0.16 \text{ m}^3/\text{ml}$
 Relación $10 \text{ m}^2/\text{ml}$

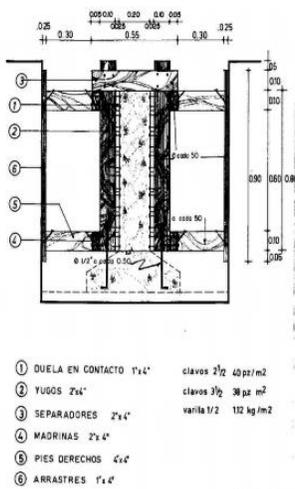


FIGURA 8.- Cimbrado de contratrabe.

d) Registro de cuantificación.

TABLA 2. - Volumen de madera en cimbra de contratrabe.

CUANTIFICACIÓN DE MADERA EN CIMBRA DE CONTRATRABES 10 m ² /m ³							
ELEMENTO	Cantidad	Factor de contacto		Factor de separación		Factor de usos	No. de piezas necesarias
	P.T.	F.C.	P.T./m	F.D.	P.T./m ²	F.U.	
1.- Duela de contacto 16 duelas 16 x 1' x 4' x 100ml/3.657	17.50	1/1.60	10.94	1.20	13.13	1/5	2.63 (6.4 duelas de 1'x4')
2.- Yugos 4 yugos 4 x 2' x 4' x 0.95ml/3.657	8.31	1/1.60	5.19	1.20	6.23	1/5	1.25 (1.5 barrotes de 2'x4')
3.- Separadores 2 separadores 2 x 2' x 4' x 0.55ml/3.657	2.41	1/1.60	1.51	1.20	1.81	1/3	0.60 (0.44 barrotes de 2'x4')
4.- Madrinan 4 madrinan 4 x 2' x 4' x 1.00ml/3.657	8.75	1/1.60	5.47	1.20	6.56	1/10	0.66 (1.6 barrotes de 2'x4')
5.- Pies derechos 8 pies derechos 8 x 4' x 4' x 0.30ml/3.657	10.30	1/1.60	6.56	1.20	7.87	1/10	0.79 (0.96 barrotes de 4'x4')
6.- Arrastres 4 arrastres 4 x 1' x 4' x 0.90 ml/3.657	3.94	1/1.60	2.46	1.20	2.95	1/3	0.98 (1.44 duelas de 1'x4')

2.2.- Losa de concrete reforzado.

a) Función de los elementos.

- **Duela.**
Es la madera que está en contacto con el concreto.
- **Madrina.**
Es la que recibe las cargas de la losa y las transmite al pie derecho.
- **Pie derecho.**
Reciben las cargas de la madrina y transmite las cargas verticales al piso.
- **Contraviento.**
Son elementos que conectan los pies derechos y da la rigidez a toda la estructura.
- **Cuñas.**
Elementos de madera que sirven para anivelar la cimbra.

- **Arrastres.**
Sirve para distribuir la carga que transmite el pie derecho al piso.
 - **Cachetes.**
Sirve para unir los elementos, ya sean pie derechos o puntales.
- b) Especificaciones técnicas.

Para esta parte cuantificaremos la parte de la cimbra de contacto. Les mostraremos paso a paso para saber cuánta madera se requiere para una losa de 10 m².

$$A = 2.00 \times 2.00 = 4 \text{ m}^2$$

$$AT = 2 \text{ m}^2$$

$$\text{colado en concreto} = 1.00 \times 1.00 \times 0.05 = 0.05 \text{ m}^3$$

$$\frac{1 \text{ m}^2}{x} \times \frac{0.05 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.05 \text{ m}^2$$

$$\frac{\text{Cimbra} = \text{Concreto}}{x} = \frac{4 \text{ m}^2}{0.05 \text{ m}^3} = \frac{1 \text{ m}^3}{0.05 \text{ m}^3}$$

$$x = \frac{4 \text{ m}^2 \times 1.00 \text{ m}^3}{0.05 \text{ m}^3} = 80 \text{ m}^2$$

c) Imagen o ilustración.

Cimbra en losa

$w_m = 220 \text{ a } 240 \text{ kg/m}^2$
 Volumen de concreto 0.05 a 0.10 m³/m²
 Relación 20 a 10 m²/m³

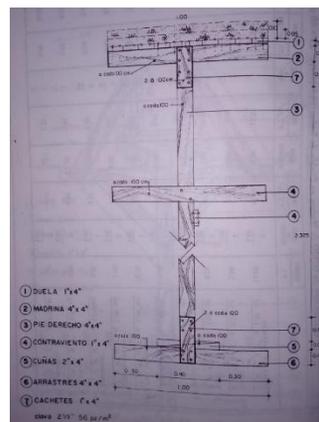


FIGURA 9. - Cimbra de una losa.

d) Registro de cuantificación.

TABLA 3. - Volumen de madera en cimbra de losa.

CUANTIFICACIÓN DE MADERA EN CIMBRA DE LOSAS 10 m ² /m ³						
ELEMENTO	P.T.	Factor de conversión	Factor de desperdicio	Cantidad P.T./m ³	Factor de usos	Cantidad P.T./m ²
1- Duela de contacto 10 duelas 10 x 1" x 4" x 1.00m/3.657	10.94	1/1	10.94	1.20	13.13	1/5
2- Madriñas 1 madrina 1 x 4" x 4" x 1.00m/3.657	4.38	1/1	4.38	1.20	5.26	1/10
3- Pies derechos 1 pie derecho 1 x 4" x 4" x 2.325m/3.657	10.17	1/1	10.17	1.20	12.20	1/10
4- Contraviento 2 contravientos 2 x 1" x 4" x 1.00m/3.657	2.19	1/1	2.19	1.20	2.63	1/3
5- Cuñas 1 cuña 1 x 2" x 4" x 0.40m/3.657	0.88	1/1	0.88	1.20	1.06	1/3
6- Arrastres 1 arrastre 1 x 4" x 4" x 1.00m/3.657	4.38	1/1	4.38	1.20	5.26	1/10
7- Cachetes 2 cachetes 2 x 1" x 4" x 0.55m/3.657	1.20	1/1	1.20	1.20	1.44	1/3

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

3.1.- Análisis de los registros de cuantificación.

En Ingeniería de Costos, la cimbra es un costo básico o también llamado preliminar; su análisis detallado no se incluye dentro de los requisitos que integran la proposición económica del licitante. Su presentación dentro de la matriz de costos finales solo se limita a señalar la cantidad de pies-tablón que se requerirán para cimbrar el elemento de concreto en cuestión y desafortunadamente el análisis de costos básicos no se hace con el detalle suficiente para que el residente de construcción pueda hacer las previsiones necesarias acerca de las cantidades de madera que requerirá para el colado.

En la matriz de costos, (tabla 2.4) se observa que solo se registra la cantidad de pies-tablón por metro cuadrado de losa para la obra falsa y la cantidad de triplay por metro cuadrado por tratarse de una losa con un acabado aparente. Es evidente que el detalle de los elementos necesarios debe estar detallados en la matriz de costos preliminares o básicos; sin embargo, la mayor parte no se hace de manera completa a fin de facilitar el trabajo de planeación de los carpinteros de obra negra y del propio responsable de la administración de la obra.

TABLA 4.-Matriz de costo del concepto de obra: Cimbrado y descimbrado en losas.

1. MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1495 Alambre recocado No 18	kg	0.0500	17.0000	0.8500
1561 Chafalán de madera de pino de 3a de 1"	m	2.5000	8.7400	21.8500
1563 Clavo de 2 1/2" a 3 1/2"	kg	0.0900	16.0000	1.4400
1621 Diesel	l	0.5000	7.8200	3.9100
1681 Madera de pino de 3a.	pt	6.3450	14.9000	94.5405
1805 Triplay de pino de 16mm 1 cara (para cimbra)	h	0.0672	418.2400	28.1057
Total, materiales				150.6962
2. MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
187 Ayudante	Jor	0.1710	249.3500	42.6389
188 Carpintero de obra negra	Jor	0.1710	380.6900	65.0980
190 Cabo de 8 oficios	Jor	0.0057	512.2800	2.9200
Total, mano de obra				110.6568
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Herramienta menor			5.00%	5.5328
Total, equipo, maquinaria y herramientas				5.5328
Total, costo unitario				266.8859

3.2.- Ventajas de la propuesta.

Proporciona toda la información necesaria para la cuantificación de la madera que se requiere para conformar el sistema de cimbra, tanto de la cimbra de contacto como de la obra falsa, facilitando su maquila ya que los resultados nos muestran también la cantidad de madera que se adquirirá en el mercado comercial, arrendará o se solicitará al almacén general de la empresa, (tablas 2.2 y 2.3). Reduce las pérdidas de tiempo y dinero al dar los elementos necesarios para planear con anticipación los requerimientos de madera y reduce los costos al requerir con bastante aproximación sólo las cantidades necesarias que demanda el trabajo.

CONCLUSIONES

La metodología propuesta para calcular los elementos que conforman un sistema de cimbra es una herramienta que permite calcularlos en forma rápida; así como transformar la madera ya maquilada en sus piezas originales, facilitando con ello el pedido de las mismas con sus nombres y medidas comerciales para su compra, renta o suministro por parte de la propia empresa constructora.

Las tablas de cálculo deben permanecer en obra para que carpinteros y el propio residente de construcción puedan calcular con anticipación la cantidad de madera a solicitar para elaborar los sistemas de cimbra; evitando con ello retrasos de la obra que pueden incidir en el tiempo de ejecución y costo de los trabajos.

Es necesario que en las matrices de costos se incluya esta información. A si mismo que las empresas la hagan de su conocimiento en tiempo y forma al director de obra para facilitar el desarrollo de los trabajos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi asesor de titulación por el tiempo que me dio y me ayudo en todas mis dudas que fueron surgiendo a lo largo de este trabajo y a todos mis maestros de mi querida facultad de ingeniería. Que gracias a sus conocimientos que me brindaron a lo largo de mi estancia en la escuela.

REFERENCIAS.

- Suárez Salazar Carlos. Costo y Tiempo en Edificación. Tercera edición. Editorial Limusa. México.2002
- Alcaraz Lozano Federico. Diseño de Cimbras de Madera. Segunda edición. Fundación para la Enseñanza de la Construcción A.C. FUNDEC.México.1990
http://cozumel.fia.unam.mx/~luiscr/licenciatura_ic/1444_pcee/1444_material/cimbras1.pdf

3. Cimbras. Artículo de difusión de la Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM. Facultad de Ingeniería.
4. Alcaraz Lozano Federico, Diseño de Cimbras de Madera. FUNDEC A.C.
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/13415/DISE%C3%91O%20DE%20CIMBRAS%20DE%20MADERA.pdf?sequence=1>