

BLOQUE TEMÁTICO 1

UNIDAD TEMÁTICA 2

LECCIÓN 05

ENCOFRADOS DE ELEMENTOS.

ÍNDICE

5.-ENCOFRADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

- 5.1.-Tipología de encofrados
- 5.2.-Encofrados de cimientos
- 5.3.-Encofrado de pilares
 - 5.3.1.-Encofrados de madera
 - 5.3.2.-Encofrados metálicos
- 5.4.-Encofrados de muros
 - 5.4.1.-Encofrados de madera
 - 5.4.2.-Encofrados de tableros normalizados
- 5.5.-Encofrados de vigas
 - 5.5.1.-Encofrados de vigas curvas
 - 5.5.2.-Vigas acarteladas
 - 5.5.3.-Vigas inclinadas
- 5.6.-Encofrado de forjados y placas
 - 5.6.1.-Encofrados para forjados de viguetas y bovedillas
 - 5.6.2.-Encofrados de placas y losas
- 5.7.-Encofrados de losas de escaleras
- 5.8.-Encofrados de voladizos
- 5.9.-Encofrados de arcos

5.10-ENCOFRADOS INDUSTRIALIZADOS Y ESPECIALES

- 5.10.-Consideraciones previas
- 5.11.-Encofrados trepadores
- 5.12.-Encofrados deslizantes
- 5.13.-Encofrados con mesas y banches
- 5.14.-Encofrados túnel
- 5.15.-Encofrados hinchables

5.16.-CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LOS ENCOFRADOS

- 5.16.-Consideraciones previas
- 5.17.-Encofrados tradicionales
- 5.18.-Encofrados industrializados
 - Pasarelas de trabajo
 - Movimientos de los encofrados
- 5.19.-Consideraciones finales

5.20.-CONTROL DEL ENCOFRADO EN OBRA

- 5.21.-Introducción
- 5.22.-Encofrados para pilares
- 5.23.-Encofrados para vigas
- 5.24.-Encofrados para forjados

5.1.- TIPOLOGÍA DE ENCOFRADOS

- Aunque se trate de elementos estructurales diferentes, la ejecución de los encofrados presenta bastantes similitudes, no obstante hay que tener presente que si la superficie a encofrar es vertical, la preponderancia del empuje será lateral, mientras que en las superficies horizontales las influencias mayores las soporta el fondo del encofrado. Siguiendo este criterio, podemos hacer una clasificación tipológica basada en las acciones preponderantes sobre el encofrado.

- Así, en las superficies planas horizontales, los encofrados, estarán básicamente constituidos por los tableros de fondo y las sopandas que los rigidizan, descansando el conjunto sobre los puntales, que transmiten las cargas a las soleras. En realidad, se trata de organizar una cimbra adecuada ya que, entre puntales y soleras, debe disponerse un mecanismo simple que permita regular la altura del puntal para ajustarlo al elemento a hormigonar. Además, para estabilizar el conjunto, es conveniente arriostrar los puntales.

- Pero, cuando se trata de encofrados de superficies planas verticales, en los que el empuje predominante es lateral, son estos tableros los que precisan ser rigidizados y, para evitar su vuelco o deformación, hay que colocar apuntalamientos oblicuos o tornapuntas, a diferentes alturas, que transmitan el empuje al suelo. Como estos elementos pueden dificultar el paso en la proximidad al encofrado, para evitar el empleo excesivo de los mismos puede recurrirse a la utilización de tirante o latiguillos que evitan que los tableros del encofrado se abran.

- Básicamente estos son los dos tipos generales de encofrados con los que nos vamos a encontrar en edificación y alrededor de ellos se desarrollan las distintas tecnologías. Para conocer las variadas singularidades de los encofrados, parece más conveniente analizar las características particularidades que pueden presentarse, en función del tipo de elemento estructural de que se desea encofrar. Por esta razón, nos ha parecido más oportuno realizar la clasificación tipológica en función de los elementos estructurales a hormigonar.

5.2.- ENCOFRADOS DE CIMIENTOS

- Normalmente las cimentaciones quedan enterradas en el suelo y por debajo de la fábrica vista, por lo que suele utilizarse el propio terreno, como encofrado de estos elementos estructurales, excavado con las dimensiones adecuadas. En la actualidad, incluso en el caso de terrenos sueltos que precisan taludes para contener las tierras, se prefiere rellenar de hormigón todo el pozo o zanja, al compensar este sobrecosto el de la ejecución del encofrado.

- Sin embargo, las cimentaciones suelen disponer de dados para arranque de pilares, vigas de atado entre bases de pilares, vigas entre cabezas de pilotes, encepados, muros, etc, por lo que en estos casos deberá disponerse el encofrado de tales elementos.

- Si el terreno es flojo, puede ser necesario encofrar las partes laterales de la pieza a hormigonar, sirviendo el fondo del terreno, debidamente compactado y preparado, como base, aunque es aconsejable colocar una capa de unos 5cm de hormigón pobre. En estos casos, se puede optar por realizar “encofrados perdidos”, o bien, excavar en mayor dimensión que la del elemento

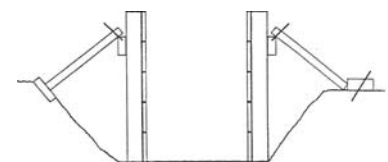


FIGURA 3.1
ENCOFRADOS EN TERRENOS POCO RESISTENTES

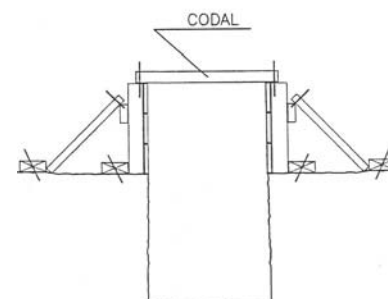


FIGURA 3.2
ENCOFRADOS EN TERRENOS RESISTENTES

para poder introducir y retirar el encofrado. Esta solución debe realizarse preferentemente dejando el terreno con su talud natural, lo que permitirá el acodamiento de los costeros (fig.3.1).

- Si el terreno tiene consistencia suficiente, son sus paredes las que se utilizan como molde del elemento. No obstante, es usual llegar a soluciones constructivas en las que la viga de cimentación es de mayor altura que la de la zanja excavada, precisando encofrado para su parte superior (fig.3.2).
- Cuando el elemento se realiza sobre el propio terreno, el encofrado encuentra su sustentación transmitiendo los empujes a este. Para su ejecución, la primera operación a realizar, consiste en colocar los barrote o costillas afianzados por una solera o durmiente en su parte inferior, fijada al terreno y, en función de la altura del tablero o el empuje que pueda ejercer el vertido del hormigón, arriostarlos con tornapuntas que, además de garantizar su posición definitiva, transmitan correctamente el empuje al terreno. Si se desea garantizar la indeformabilidad del encofrado, puede colocarse un listón de base, consiguiendo la triangulación del conjunto (fig.3.3).
- Para evitar que los tableros puedan ceder y cerrar el encofrado en su parte superior, se colocan codales que garanticen el ancho del elemento (fig.3.4).
- Un caso particular de encofrado de cimientos es el encofrado de la base inferior de pilares o zapatas de cimientos, que aunque en la actualidad está en desuso, debido al coste que supone su ejecución, puede ser interesante su estudio por lo que supone el precisar un anclaje perfecto de los tableros en las cuatro esquinas. Para ello, dos de los tableros opuestos deben tener la medida exacta del elemento, mientras los otros dos sobresalen (fig.3.5). Así, los rincones, quedan encajados perfectamente con los tableros. Para ello deben disponerse las costillas a una distancia igual al grosor de las tablas, acoplándose ambas piezas y reforzándose mutuamente con barrote. Por la parte exterior se fortalecen las tablas verticales, sobre todo si la presión va a ser importante. Para mayor refuerzo se dispone una segunda carrera en la parte baja del encofrado.

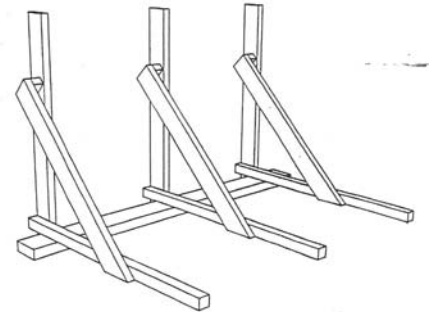


FIGURA 3.3
PROCESO DE COLOCACIÓN DEL ENCOFRADO

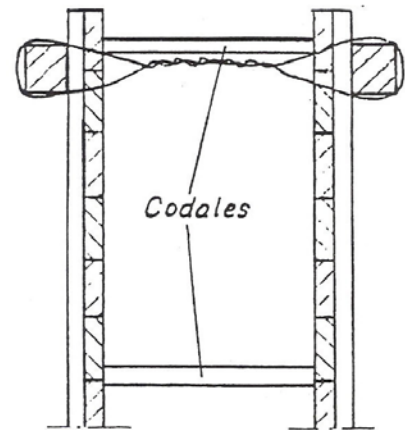


FIGURA 3.4
COLOCACIÓN DE CODALES

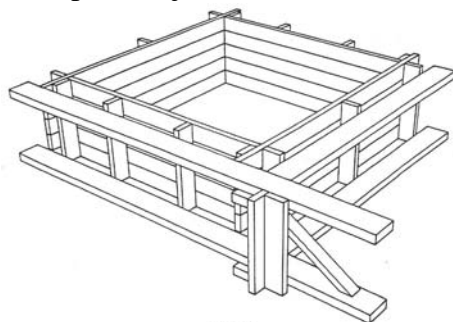
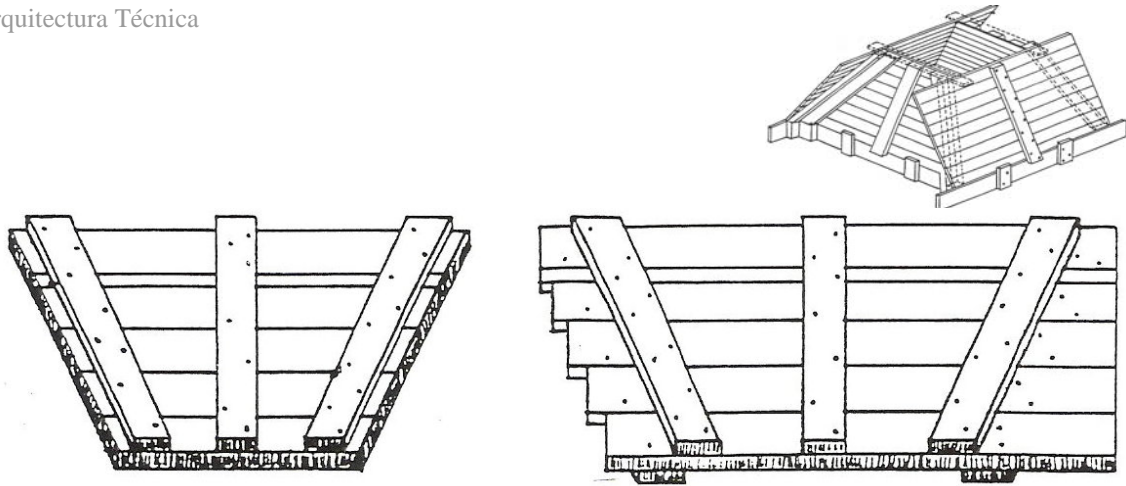


FIGURA 3.5
ENCOFRADO DE ZAPATA CUADRADA

- En la actualidad tampoco son usuales los encofrados para zapatas en tronco de pirámide (fig. 3.6), que exigen tableros inclinados y con los bordes biselados debido a la necesidad de adaptarse a la inclinación del tablero. Para garantizar la rigidez, dos de estos tableros son de los llamados “de cepo”, y pueden cortarse sin limitación lateral, mientras que los otros dos son los “encepados”.

“de cepo”, y pueden cortarse sin limitación lateral, mientras que los otros dos son los “encepados”.



- Se prefiere usar la solución escalonada (fig.3.8), que aunque supone mayor gasto de consumo de hormigón, normalmente, no supera el sobrecosto de la mano de obra necesaria para realizar el encofrado inclinado. Aunque, esta solución implica conformar un encofrado dividido en dos partes, se debe sustentar la parte superior en la inferior por medio de unas sopandas y con dificultades de arriostamiento. Otra solución para conseguir el apoyo sin complicaciones consiste en realizar las dos partes de forma independiente, pero implica realizar una interrupción del hormigonado, poco recomendado.

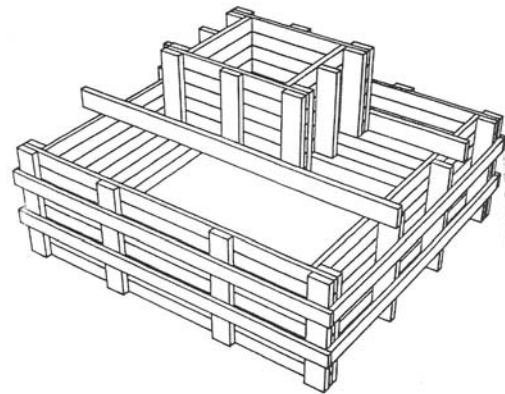


FIGURA 3.8
ENCOFRADO DE ZAPATA ESCALONADA

5.3.- ENCOFRADO DE PILARES

- Las secciones de los pilares de hormigón armado suelen ser rectangulares o circulares y de forma sencilla, de manera que el empleo de encofrados metálicos es una técnica generalizada. Aunque la madera puede resolver algunos problemas específicos y por ello haremos su estudio.

- Por ejemplo, hay que cuidar las esquinas para evitar el desportillamiento de las mismas cuando vaya a realizarse el desencofrado. Las juntas de los tableros tienen que quedar bien cerradas para evitar las pérdidas de mortero que pueden originar coqueras, en especial en su parte inferior, en contacto con el terreno o el forjado. También hay que tener presente que es en estas zonas donde hay más presiones, lo que obliga a un refuerzo mayor. Estas soluciones suelen estar muy bien resueltas en los encofrados de madera.

5.3.1.- Encofrados de madera

a) **Sección rectangular:** el encofrado de pilares con madera aserrada, está constituido por 4 tableros, sólidos, conformados por tablas, colocadas en verticalmente siguiendo la dirección del soporte, y de longitud variable que se rigidizan por medio de costillas. Dos de los tableros se construyen de ancho igual al de las caras de la dimensión menor del pilar, y los otros dos, de mayor anchura, de manera que puedan superponerse sobre los anteriores.

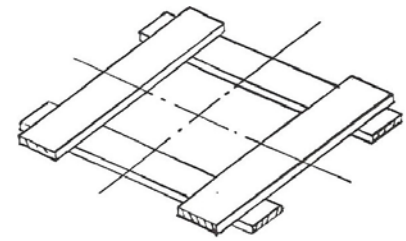
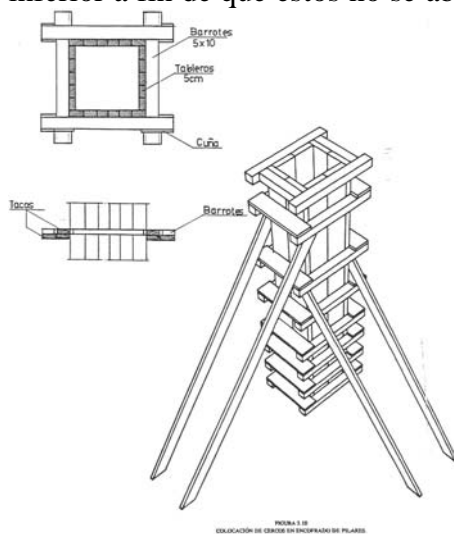


FIG. 3.9
REPLANTEO DEL ENCOFRADO DEL PILAR.

- Para el montaje en obra, la primera operación es el replanteo de la base del pilar, colocando un marco de madera, “carcelilla”, con tablones o tabloncillos dispuestos de manera que pueda encajarse, en su hueco, el tablero realizado, con tablas verticales. Este marco tiene también la misión de reforzar los tableros en la parte inferior a fin de que estos no se abran con el empuje del hormigón que es más fuerte en esta zona (fig. 3.9).



- Para mantener la sección transversal se emplean cercos o bastidores constituidos por costillas opuestas, que se mantienen en posición siguiendo la ley de esfuerzos, es decir, más próximos en la parte inferior y distanciados en la parte superior (fig.3.10).

- Luego, se disponen los tableros sobre el marco, aplomando a medida que se van colocando para conseguir su verticalidad. El conjunto se embrida, para que quede rígido, y es conveniente disponer tornapuntas, al menos en dos direcciones (a veces en las cuatro), para que resista, inmóvil, el relleno, la compactación del hormigón y, en su

caso, los empujes debidos al viento (fig.3.11).

- Si tiene mucha altura el pilar, habrá problemas para el vertido del hormigón y su compactación. Con este caso la madera tendría sus ventajas, ya que, para evitar que se produzcan disgregaciones en el vertido puede dejarse abierto el molde por una de sus caras, subiéndolo a medida que se efectúa el relleno y la compactación.

- Es normal que se empleen en encofrados de madera para pilares, no solo para mejorar la estética de las esquinas del pilar, también para evitar su rotura, el “matar” las esquinas del mismo, disponiendo por el interior, en la unión de los tableros unos listones de sección triangular llamados “berenjenas”, así se evita la aparición de árido sin recubrimiento o coqueras. Aunque debe tenerse en cuenta el correcto recubrimiento de la armadura.

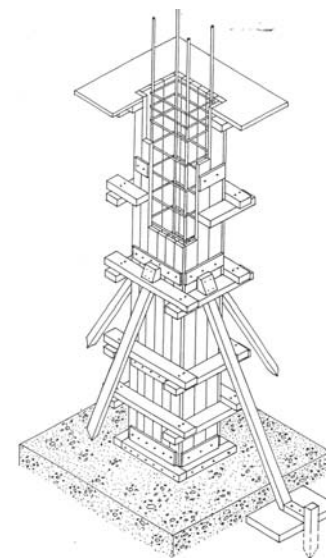


FIGURA 3.11
AJUSTAMIENTO DEL ENCOFRADO

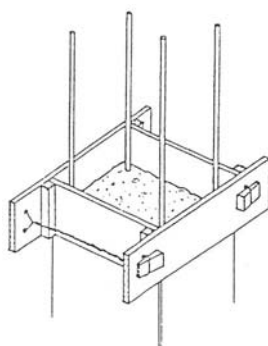


FIGURA 3.13
“COLLARÍN” DE REMATE

- En un proceso normal se hormigonan primero los pilares y, cuando están desencofrados, se procede a hormigonar las jácenas. Por esta razón es de buena práctica constructiva hormigonar el pilar unos centímetros más abajo del fondo de la jácena, para lo cual se coloca un collarín (fig.3.13), debidamente zunchado, que,

además de encofrar los centímetros que le faltan al pilar, servirá de apoyo a los fondos de la jácena.

- Si el pilar tiene mayor lado que la jácena, este collarín tiene las muescas adecuadas para encajar el fondo con la sección correspondiente a la jácena.

- Cuando halla una junta de dilatación entre dos pilares, el espesor de la junta, no permite el encofrado independiente, debiéndose encofrar conjuntamente. Se puede hormigonar primero un pilar, pero cuando se hormigone el segundo, una vez endurecido el otro, el marco debe incluir la sección de ambos pilares, más el espesor de la junta. Se utilizan tres tableros y la superficie interior del primer pilar, sobre la que se ha dispuesto el material de la junta y se hormigota el segundo contra él (fig.3.14).

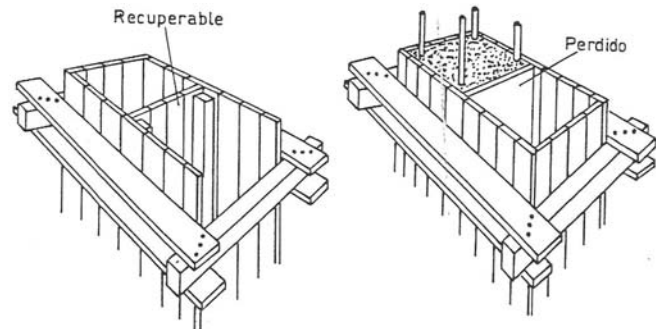


FIGURA 3.14
ENCOFRADO DE PILARES EN JUNTA DE DILATACION.

b) Encofrados de pilares especiales: una de las ventajas de los encofrados de madera, es que se adapta a casi toda solución estructural.

- Encofrados de pilares de pórticos:

- Por la unión rígida entre la viga y el pilar, en los pórticos los pilares están sometidos a flexiones que hacen que aparezcan, en las bases de los pilares, esfuerzos horizontales. Así puede darse el caso de diseñar pilares con sección variable a lo largo de su altura; esto supone que mientras tres de sus caras permanecen verticales, la cuarta se inclina hacia en intradós del pórtico, disponiendo de mayor sección en la cabeza que en el pie.

- La diferencia con los anteriores, esta en que dos de los tableros deben ser trapezoidales en vez de rectangulares. Esto se consigue aserrando las tablas en sentido longitudinal para que vayan ganando anchura.

- Los dos tableros trapeziales no llevan barrotes por lo que las tablas deben clavarse a los tableros laterales exteriores. Estos, a su vez, llevan un embarrotado ligero ya que la misión resistente se encomienda a los marcos o bridas. Pero el tablero interior, el inclinado, también de sección rectangular, está sometido a los mayores esfuerzos al reposar el hormigón sobre él. Por lo que los barrotes deben colocarse a distancias cortas (50cm) y aún menores en el pie del pilar (fig.3.15).

- Encofrados de pilares con capitel:

-Al elegir el tipo de estructura debe preverse el sistema de ejecución, por lo que en los forjados con pilares que requieran capitel, la solución pasará, es la idéntica a la explicada en el caso de zapatas en tronco de pirámide, con un tablero de “cepo” y otro “encepado”(fig.3.16).

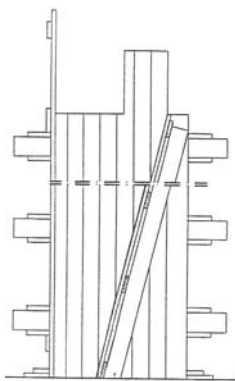


FIGURA 3.15
ENCOFRADO DE "JAMBA" EN PÓRTICO

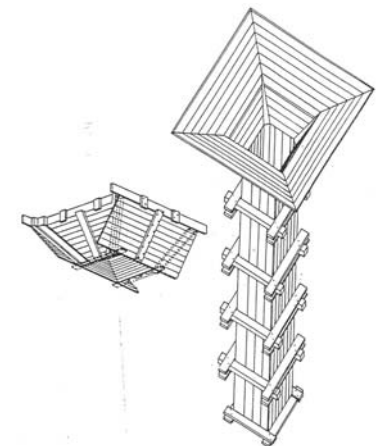
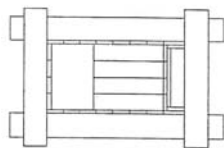


FIGURA 3.16
ENCOFRADO DE PILAR CON CAPITEL.

c) Encofrados de sección circular: existen en el mercado encofrados de diversos materiales que poseen un excelente rendimiento, pero no por ello negamos la

adecuada disposición de la madera para confeccionar encofrados de cualquier sección transversal: circular, hexagonal, etc.

- Al ser circular, hacen falta moldes para dar la superficie cilíndrica, por lo que se emplean tablas muy estrechas, llamadas duelas, o listones. Los cercos, constituidos por tablas deberán tener un corte en curva, a modo de camones, respetando un ancho de, al menos, 10cm. para no debilitar la sección. O mejor obtener los camones con paneles aglomerados o contrachapados que permiten mayores posibilidades. Hasta conseguir dar a los encofrados mayor rigidez, utilizar aros de hierro que actúan como zunchos si el empuje del hormigón es grande. Si no se desea que las marcas de la duelas queden en la superficie del soporte, deberá revestirse por el interior con láminas de contrachapado de poco espesor que se adapte a la forma cilíndrica (fig.3.17).

-Más complicado en este caso, realizar pilares con capitel, que habría que recurrir a soluciones mixtas.

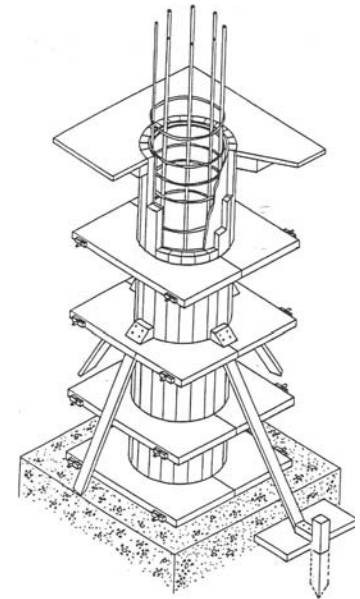


FIGURA 3.16
ENCOFRADO DE MADERA PARA PILAR CIRCULAR

5.3.2.- Encofrados metálicos

a) **Sección rectangular:** por lo dicho anteriormente y ya que la forma de los pilares es similar en todas las obras, es más usual utilizar encofrados metálicos.

- Los paneles que se han desarrollado son diversos y todos enfocados a un proceso de estandarización. Los más habituales son los que van de los 50 a los 100cm., para permitir su manejo, fácilmente, por un operario y pensados para ejecutar secciones cuadradas y rectangulares con lados múltiplos de 5cm.

- Al igual que en los de madera, para el arranque se utilizan cuatro pletinas, provistas de vástagos, que delimitan el perímetro del pilar, llamada carcelilla (fig.3.19.a), que se fija por medio de clavos a la capa de hormigón del forjado, y con la superposición de los tableros sobre la pieza de arranque y sus medio de engarce, se va adquiriendo la altura deseada.

- El primer panel situado sobre las cremalleras abrazará uno de los vástagos de la adyacentes (fig.3.19.b), de manera que permita a los otros paneles la disposición contrapunta con respecto a la base (fig.3.19.c), así los paneles pueden sobresalir sin entorpecer a los demás. La hilada siguiente, se monta cambiando el giro, para que inmovilice al que tiene debajo (fig.3.19.e). Conseguida la altura deseada, se colocan las pletinas de bloqueo (fig.3.19.f).

- La mayor ventaja de estos encofrados, es que suelen ser lo suficientemente rígidos por lo que no precisan del empleo de puntales a modo de tornapuntas, aunque en el caso de que superen los 4m. o con el fin de facilitar su aplomado puede ser conveniente su utilización.

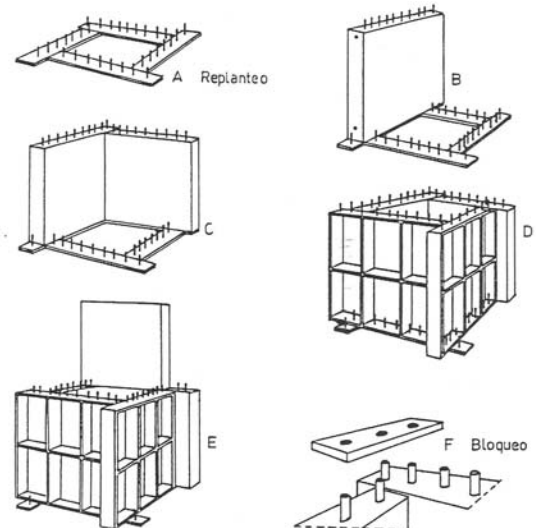


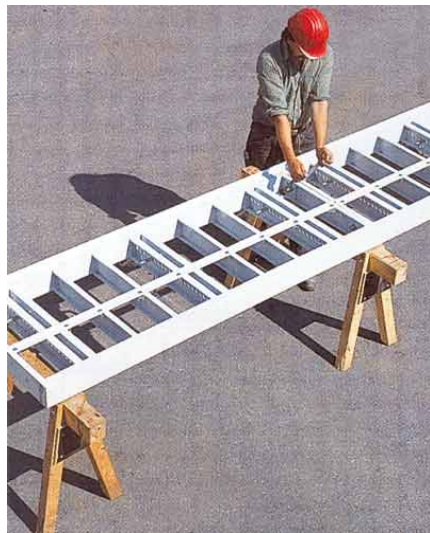
FIGURA 3.19
ENCOFRADO METÁLICO PARA PILARES.

Aquí vemos el **sistema para encofrado de pilares de PERI RAPID** con sus ventajas:

- Levantamiento rápido, el tablero se corta a medida y se fija entre los perfiles soporte. Tornillos y clavos forman parte del pasado.



- Montaje sencillo sin grúa, el sistema ligero de aluminio permite llevar a cabo a mano el montaje básico.



Todo el conjunto se monta desde arriba, sin desmontar el armazón.



- Durable, la práctica y robusta construcción del armazón permite un manejo rudo del PERI RAPID.

El elemento de elevación 2 protege el encofrado de los derrames del hormigón.

- Para altas presiones de hormigonado, acorde con los fuertes índices de hormigonado para pilares, PERI RAPID está diseñado para resistir una presión de 120 KN/m^2 .



PERI RAPID con plataforma de hormigonado.



Aquí tenemos un ejemplo de pilares extra anchos de altura de 14m., con consola.

- Se intenta reducir los tiempos de montaje de estos encofrados, simplificando el sistema de sujeción, mediante cuña y chaveta, eliminando el procedimiento de solape de los tableros y realizando la unión por disposición a tope de sus planos, con una concepción más simple de la unión (fig.3.21).

- Como vemos, la diferencia de estos solapes los cuales también están normalizados, con los de unión por solape, es que emplean un perfil que encaja en unos orificios provistos en el borde del panel o unas abrazaderas que cierran por un ajuste simple con pasadores y clavijas. Así se varía el ángulo del perfil de atado y se pueden obtener encofrados de pilares de diferentes secciones poligonales, aunque la mayor dificultad estriba en que requieren gran perfección en el montaje de las juntas, las cuales deben estar limpias y sin abolladuras, para que no presenten holguras por donde pueda perderse la lechada.

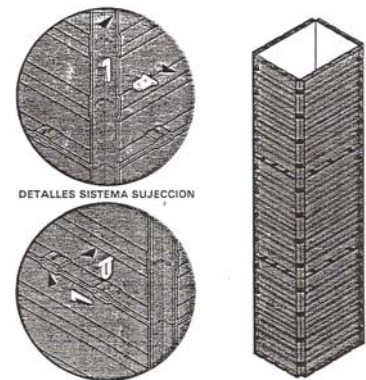


FIGURA 3.21
PANELES SOPORTADOS SIN VIGAS

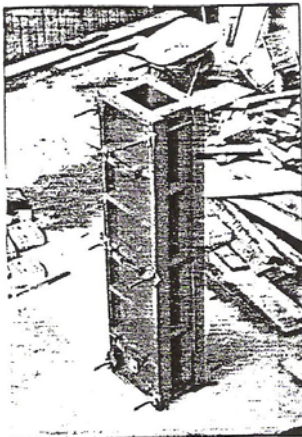


FIGURA 3.22
ENCOFRADO DE PILAR CON PANELES DE MURO

- Otros emplean paneles de muros adaptados para pilares y con ajuste muy sencillo, lo que supone el ahorro de tiempo al precisar únicamente de un tablero por cara (fig.3.22). Tienen el inconveniente de que se ajustan a alturas muy concretas de pilares y que deben ser manejados por grúa por su peso.

a) Sección circular: también hay en el mercado moldes metálicos especiales para el encofrado de pilares circulares. Lo normal es que sean semi-cilíndricos, para facilitar el montaje y desmontaje, y se unen por medio de pasadores o tornillos para garantizar el apriete. Las dimensiones oscilan entre 1.20m y 1.80m. de altura y diámetros de 0.25 a 100cm (fig.3.23). Llevan asas en su parte superior para facilitar su movimiento por medio de una grúa, y por medio de unas abrazaderas pueden acoplarse ménsulas para colocar consolas de trabajo y facilitar el hormigonado (esto es conveniente cuando el encofrado posee gran rigidez). Para conseguir nivelación se puede acoplar unos tornillos en la guía inferior, y por medio de unas vigas verticales a las cuales se fijan los estabilizadores con los que se consigue su correcta nivelación.



FIGURA 3.23
ENCOFRADO METÁLICO PARA PILARES CIRCULARES

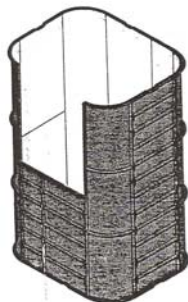


FIGURA 3.24
ENCOFRADO METÁLICO PARA SOLUCIONES MIXTAS

- Con combinaciones de paneles planos con semimoldes de 90° o 180° se pueden conseguir soluciones mixtas (fig.3.24).

- A pesar de estas ventajas, son encofrados de coste elevado, y los de poliéster (a medida) o los de fibras de cartón (de un solo uso), suelen dar mejor rendimiento para los pilares circulares. Los últimos, sus ventajas son: económicos, fácil manejo y colocación (por su ligereza), apuntalamiento sencillo y con elemental sistema de aplomado y una buena protección en el curado del hormigón. El desencofrado se realiza por medio de un corte transversal con sierra de disco y rematando la incisión con una cuchilla.

Encofrados circulares de la serie ligera de la casa Cofresa:



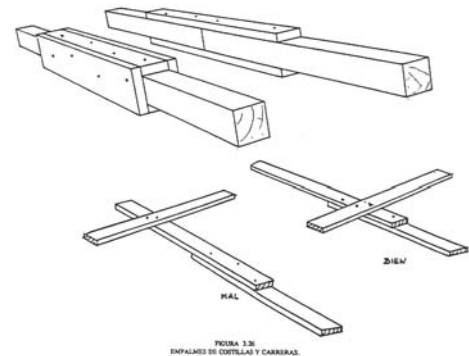
Los encofrados circulares metálicos de serie ligera se fabrican con chapa curvada de 2mm, convenientemente reforzada. Cada uno de ellos, está compuesto de dos “medias cañas”, que se acoplan entre si, mediante bulón soldado + chaveta plana, conformando el encofrado circular. La medida mínima es de 250mm de diámetro, pudiendo fabricarse diámetros superiores de 50 en 50mm. Las alturas estándar son 3000, 1500 y 1000mm, (pueden suplementarse entre ellos para mayores alturas). Estos circulares pueden combinarse con paneles de serie ligera de la misma altura, para realizar pilares ovales o semiovales.

5.4.- ENCOFRADO DE MUROS

- En la actualidad, los más utilizados por su mejor rendimiento son los paneles normalizados en la construcción de muros de hormigón. Pero para el conocimiento de las distintas técnicas, es necesario analizar el proceso de ejecución de los encofrados con tableros de madera aserrada, para poder valorar las ventajas de cada sistema. Al igual que en los pilares, haremos una clasificación de este tipo de encofrados diferenciando los encofrados con tablas de madera y con paneles normalizados.

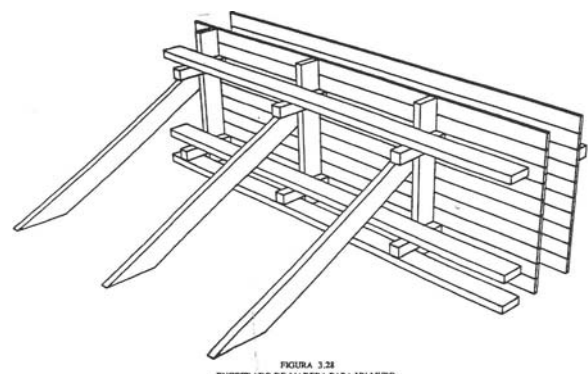
5.4.1.- Encofrados de madera.

- El proceso de confección de un encofrado de madera para muro es similar a los casos de zapatas o de zanjas de altura considerable, aunque hay diferencias debidas a sus mayores dimensiones. Por ejemplo suele ser necesario el empalme de los distintos elementos como: costillas (fig.3.26a), carreras (fig.3.26b) y buscar la situación adecuada de ese empalme (fig.3.26.c).



- Los encofrados de madera aserrada al contrario que los paneles que suelen ser prefabricados, se ejecutan a pie de obra. La primera operación consiste en colocar una tabla de aguante cuidadosamente alineada a lo largo de la escadría de la pared y a nivel del suelo, que servirá de base a las costillas, que se mantienen verticales con unos tornapuntas provisionales que quedan fijos al colocar las carreras.

- Las dimensiones máximas comerciales de las piezas no superan los 2.50m., por lo que es normal ejecutar los



tableros laterales o formeros con tablas colocadas horizontalmente. Para rigidizarlo deben llevar barroses verticales que conforman el armazón de soporte del forro. La distancia de estos dependerá del grueso del tablero, pero de una manera orientativa podemos indicar que si las tablas del tablero son de 2,5cm. de grueso, una distancia adecuada son los 60cm., pudiéndose llegar hasta los 2m. si se utilizan tablancillos de 5cm. de grueso. Se puede reducir el número, utilizando costillas horizontales o carreras reforzadas con tornapuntas que aguantan el tablero y ayudan a mantener su verticalidad, una vez aplomados (fig.3.28).

- Como estas piezas pueden dificultar el paso en las zonas próximas al encofrado, no es recomendable abusar de las mismas, siendo conveniente el empleo de tirantes, latiguillos que aguantan el empuje sobre el tablero (fig.3.29). Es conveniente que en el caso del hormigón visto, estos alambres sean de acero galvanizado para que no ensucien el paramento si se corroen. En estos casos es más oportuno usar varillas tensoras que pueden recuperarse al retirar el encofrado, ya que van introducidas en unas vainas de material plástico.

- Para que no se cierre el encofrado y se mantenga la anchura del muro en toda la longitud, se colocan codales. Si son de madera hay que prever un sistema para poder retirarlos, a la vez que se hormigota, y que no queden embebidos en la masa.

- La fase del desencofrado para que se realice adecuadamente debe seguirse el orden inverso al del montaje.

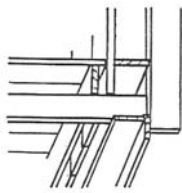


FIGURA 3.30
SOLUCIÓN DE ESQUINA

- Una de las zonas más delicadas es la del encuentro de los tableros en las esquinas. Uno de ellos debe prolongarse una longitud igual a la del ancho de la costilla del borde, mientras que el otro debe tener su costilla en prolongación con el eje longitudinal del tablero. Así se garantiza el cierre de la unión de los mismos. También las carreras deben prolongarse más allá de la esquina, ya que es necesario situar unas tablas, paralelas a los barroses o costillas que actúen de refuerzo o de aguante de ambos tableros (fig.3.30).

- Si sobre el muro se apoyase un forjado o losa, el tablero interior debe ser de menor altura que el exterior.

- Cuando el muro supera de altura, longitud normal de los elementos de madera, el tablero puede estar formado por tablas colocadas verticalmente, por lo que, en este caso, los costales o barroses irán en horizontal, colocándose las costillas verticales a modo de montantes, los cuales pueden reforzarse con los jabalcones

(fig.3.31). Además, de nuevo por la limitación de la longitud de las piezas, las carreras deben confeccionarse empalmadas, siendo conveniente su arriostramiento por medio de tirantes.

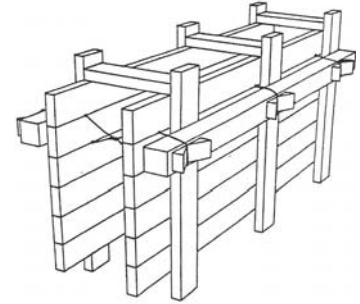
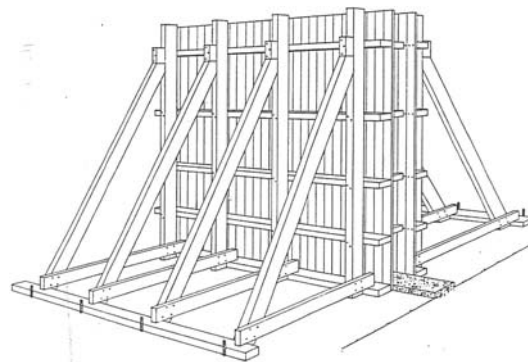


FIGURA 3.29
EMPLEO DE CODALES Y LATIGUILLOS



ENCOFRADO DE MURO CON TABLERO DE TABLAS EN VERTICAL

los 3m.
puede
caso,
sentido

- A veces es preciso hormigonar conjuntamente la losa del suelo y el muro. En estos casos el tablero interior del muro deberá quedar levantado una altura igual a la del espesor de la losa. Para ello se colocan unas piezas especiales llamadas zancos sobre las que apoya el tablero (fig.3.32a). Como los zancos quedan embebidos en la masa del hormigón, deben ser de acero y estarán sujetos a los tableros por un sistema que permita su fácil recuperación (fig.3.32.b).

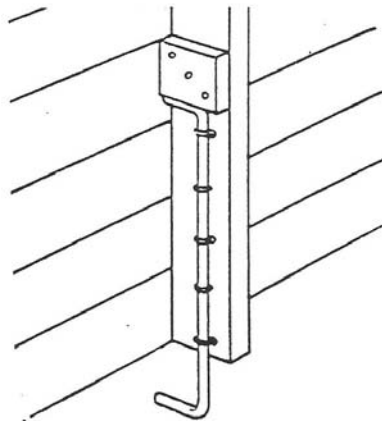


FIGURA 3.32.a
COLOCACIÓN DE "ZANCOS"

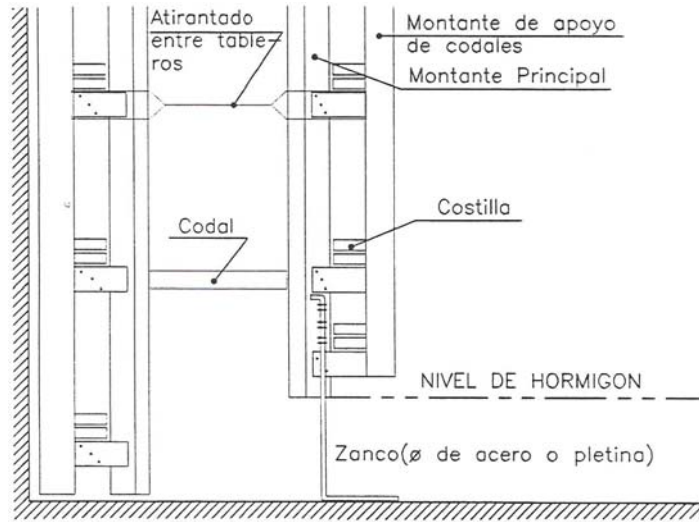


FIGURA 3.32.b
ENCOFRADO CONJUNTO DE MURO Y LOSA

- Otra ventaja del uso de madera aserrada en los encofrados para muros es que pueden conseguirse interrupciones en los mismos para situar huecos de paso o ventilación, incorporando los elementos adecuados, que permitan realizar el hormigonado continuo. Para ello, se ponen tableros realizados con las medidas necesarias para su colocación posterior en la obra. Como estos pueden sufrir empujes de cierta importancia, debe llevar los correspondientes barrotes y rigidizadores que eviten las deformaciones del tablero (fig.3.33).

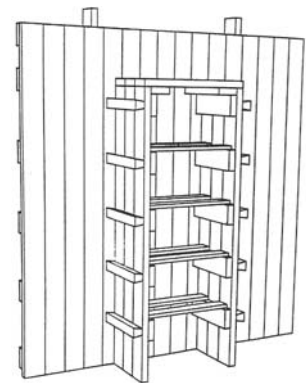


FIGURA 3.33
ENCOFRADO CONTINUO PARA HUECOS EN MUROS

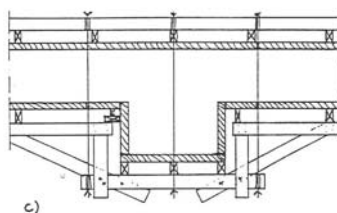
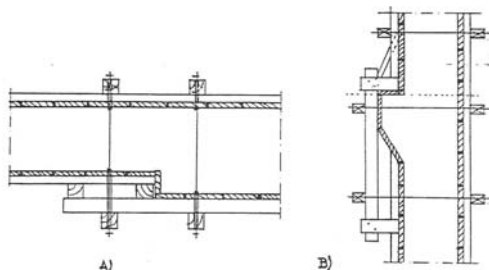


FIGURA 3.34
ENCOFRADO DE MUROS CON RETALLO (A), VUELO (B) Y CONTRAFUERTE (C).

- También se podría hacer pequeños retallos o ménsulas en el muro (fig.3.34.a y b), o la formación de contrafuertes (fig.3.34.c), simplemente colocando los suplementos adecuados.

- En el caso de hacer ménsulas o vuelos, habrá que hormigonar en dos fases: la primera

hasta enrasar con la parte superior del vuelo y luego el resto del muro. Para ello es necesario no efectuar la cara “a” del encofrado, hasta que no se haya hormigonado la parte inferior, para facilitar la puesta en obra del hormigón.

5.4.2.- Encofrados de tableros normalizados

- En la actualidad existen un gran número de patentes para encofrados de muros, que emplean paneles de contrachapado, acero, aleaciones ligeras o combinaciones de ellos.

- Principales ventajas: gran número de usos, reducción de mano de obra en la colocación, fácil desmontaje, ajustes exactos y reducción de “cimbras”.

- Con dimensiones variables para proporcionar versatilidad, aunque lo normal es que tengan entre 2.50m. y 2.70m. y, para alturas superiores, se suplementen paneles hasta los 3.50m. La unión de los diferentes paneles se realiza sin resaltes, generalmente por bridas y cuñas, rigidizándose automáticamente.

- Aquí se elimina el uso de codales, siendo sustituidos por los tirantes, que encajan en unas muescas espaciadas a lo largo de los paneles, por lo que dejan los característicos orificios en los muros ejecutados por estos procedimientos. Para las esquinas se emplean articulaciones especiales que aseguren el ajuste y estanqueidad.

- Estos encofrados no están concebidos para quedarse rígidos, sino para resistir las presiones del hormigón, por lo que la sustentación debe hacerse en los rigidizadores primarios. Su colocación en obra no suele presentar dificultades aunque es conveniente vigilar lo siguiente:

- Iniciar correctamente el trazado, limpiando bien el lugar en que se colocará para evitar posteriores desajustes.
- Colocar un redondo de acero sobre el terreno o la solera, inclinado y pasante por el panel, con el fin de que permita una correcta nivelación y aplomo.



ENCOFRADO METÁLICO PARA MUROS Y GRANDES PILARES DE COFRESA

SERIE PESADA

Encofrado totalmente metálico para muros y grandes pilares.

Es la forma más racional y sencilla de resolver en obra los paramentos verticales, con un número de piezas y accesorios mínimo que facilita su montaje y control. Es una serie completa, enteramente metálica, robusta, versátil, y con bajo coste de mantenimiento, ideal para trabajar a ritmos elevados.

PANTALLAS

Las pantallas de encofrado de serie pesada están compuestas por un bastidor metálico, sobre el que se suelda una chapa de acero de 3mm de espesor. Los perfiles que forman el marco de la pantalla, son de diseño propio y disponen de una ranura a lo largo de todo el perímetro interior del marco, para poder unir las pantallas con mordaza de manera rápida, segura y sin necesidad de posición fija (pueden unirse pantallas no situadas al mismo nivel de tierra). La resistencia de la serie pesada es de 70 KNw/m², con una deformación máxima para este nivel de presión inferior a 3mm. La pantalla de 2400 x 3000mm ofrece una resistencia de 50 KNw/m².

MEDIDAS DISPONIBLES

Alturas estándar: 1.000, 600, 500, 400, 300mm. Pudiendo fabricar si es necesario, cualquier otro ancho de 200 a 1.000 mm de 50 en 50mm. Igualmente, se fabrica una pantalla denominada “gran pantalla” cuya resistencia es de 50 KNw/m², y cuya medida es 2400 x 3000mm. La diversidad de alturas y anchuras, unido a la funcionalidad del marco ranurado, permite unir pantallas horizontales y/o verticales, y obtener el manto deseado. Ventajas: juntas continuas en el hormigón, menos material y más flexibilidad.

ESQUINA DE FUNDICIÓN

Uno de los puntos donde mayor desgaste sufre la pantalla, es en las esquinas, ya que cuando se mueve para colocarla y alinearla correctamente, suele apoyarse sobre una de sus esquinas. Igualmente, cuando la pantalla se deposita en el suelo con la grúa, casi siempre golpea primero en una de las esquinas. Para alagar la vida de la pantalla, en lugar de formar las esquinas con los perfiles del marco soldados a un anglete,

se ha diseñado una pieza de fundición (patentada como modelo de utilidad) mucho más robusta. Además dicha pieza, va dotada de un rebaje, para permitir introducir una barra para aplomar, mover y desencofrar sin dañar el marco de la pantalla.

MURO A UNA CARA

Para realizar muros a una cara de forma segura y rápida, existen velas de 3, 4 y 6 metros de altura. Dichas velas (que son las mismas de Serie Ligera y Cofenol) deben utilizarse con las pantallas en posición horizontal, colocando cuatro velas por cada tres metros lineales de encofrado, de modo que formen un único cuerpo que pueda ser desplazado en bloque al punto de hormigonado. Si por necesidades de obra fuera necesario colocar las pantallas verticalmente, será necesario colocar horizontalmente rigidizadores Cofresa entre las pantallas y las velas respetando la proporción de 4 velas cada 3 metros lineales de encofrado. Las velas están calculadas y diseñadas para garantizar los mismos límites de resistencia que el resto de la serie pesada. Sin embargo, y debido a que el diseño está calculado solamente para montaje con encofrado Cofresa, las velas deben utilizarse exclusivamente en sistemas de encofrado Cofresa ya que no se garantiza el correcto funcionamiento con pantallas de otras marcas. La vela de 6mts está compuesta de dos cuerpos de 3 metros de altura cada uno, que pueden montarse independientemente para encofrar muros de 3 metros.

PANTALLA MURO PILAR

Poseen una cremallera de agujeros que combinando pantallas de 600 y 1.000 mm permiten realizar pilares desde 250 mm hasta cualquier medida de 50 en 50 mm (con la de 600 abarcamos desde 250 a 450 mm y con la de 1.000 desde 500 hasta 850 mm). La unión se realiza a través de la garra pilar, pieza de fundición patentada, dywidag y tuerca de plato de 95 mm. Estas pantallas pueden ser también utilizadas eficazmente para realizar pilares retallados y son totalmente compatibles con la serie pesada para realizar muro.

COMPLEMENTOS

Soluciones para casi todas las dificultades que puedan surgir en obra; esquinas fijas a 90°, esquinas abisagradas, compensadores para medidas exactas, ménsulas de trabajo, útiles de elevación, etc.



Gran pantalla



A dos caras

5.5.- ENCOFRADOS DE VIGAS

Aunque ya se están usando encofrados “estándar” para la ejecución de vigas, por la dificultad para tipificar las soluciones por la diversidad de dimensiones que pueden tener, siguen siendo los de madera los encofrados más utilizados. Ahora bien, cualquiera que sea la solución adoptada, el encofrado debe cumplir unas condiciones mínimas:

1º) El fondo del encofrado de la viga debe quedar abrazado por los costeros, esto además de favorecer que no se pierda la lechada, es necesaria debido a que los costeros se desencofran con el hormigón endurecido, es decir, a los tres o cuatro días. Mientras que en el fondo no debe retirarse hasta que el hormigón haya adquirido la resistencia adecuada (fig.3.38).

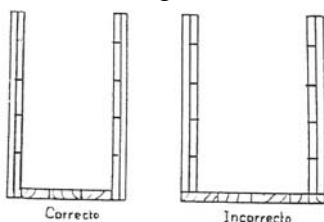


FIGURA 3.38
SOLUCIÓN DEL TABLERO DE FONDO

2º) Si el fondo va confeccionado por tablas, el embarrotado (equivalente a las costillas en el tablero lateral), no debe ser muy rígido: sólo lo suficiente para impedir la flexión entre los tramos del tablero, por el peso del hormigón. Por lo que es preferible realizarlos con tablas

y colocarlos bastantes próximos entre sí. La resistencia deben ofrecerla las sopandas y los puntales de apeo.

3º) Los tablero del encofrado de la losa o del forjado que apoya sobre la viga, deben quedar adosados a la cara exterior de los costeros, no apoyando sobre estos, sino sobre las costillas o las carreras (fig.3.39).

- La puesta en obra se hace colocando primero el tablero de fondo, necesario haber elementos puntales, actualmente, utilizan puntales de madera o de emplearse, se pequeñas, entre 60 calcularse la rollizo soporta

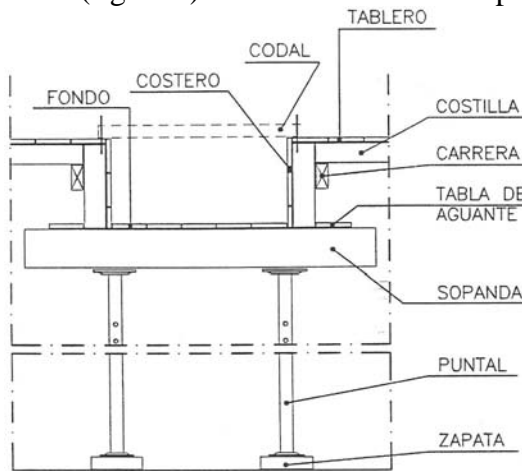


FIGURA 3.39
ENCOFRADO DE VIGA CENTRAL (PUNTAL METÁLICO)

- Deben quedar tanto su cabeza como en el fondo del

dispone un cabecero, a modo de sopanda, a la que se une el virotillo por medio de un par de tablas, llamadas orejeras o bridas y se arriostra con dos jabalcones. En la base se apoyan sobre un tablón, a modo de solera o zapata, que reparte las cargas y evita el posible punzonamiento. Como hay que asegurar un desencofrado lento, y no dispone del mecanismo de ajuste del puntal metálico, entre el virotillo y la solera deben colocarse unas cuñas que inicialmente permiten llevar a su altura el puntal, acoplándolo a la medida adecuada y que, aseguren el descenso lento del fondo del encofrado (fig.3.40).

- El tablero lateral se arriostra por medio de tornapuntas a las cabezas de las sopandas, evitando su deslizamiento por medio de una tabla que hace de tope.

- La unión con el soporte (ya hormigonado), se hace colocando un collarín formado por dos tablonces contrapuestos unidos con tirantes de alambre. Deberá estar nivelado para apoyar el fondo del encofrado de la viga (fig.3.41). Si hay un encofrado en el pilar, el de la viga deberá apoyarse en él, por lo que su cara superior se enrasará con la cota inferior de la viga menos el grueso del tablero del fondo.

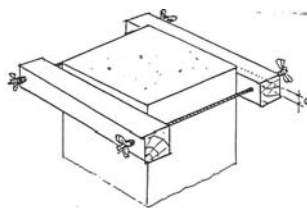


FIGURA 3.41
APOYO DEL ENCOFRADO DE LA VIGA EN EL PILAR

- La ventaja del empleo de la madera es la amplitud de soluciones que permite resolver, como este encofrado de brochales y vigas de distinto canto (fig.3.42).

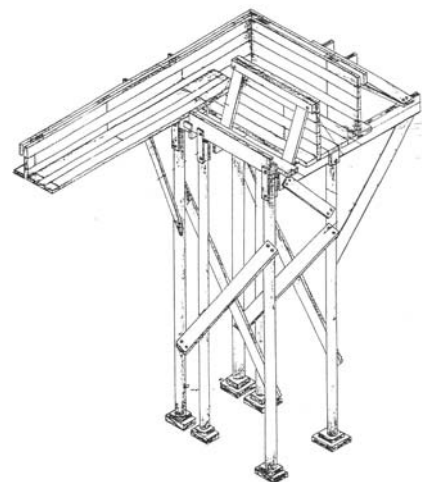


FIGURA 3.40
ENCOFRADO DE ENCUENTRO DE VIGAS CON VIROTILLO Y JABALCONES

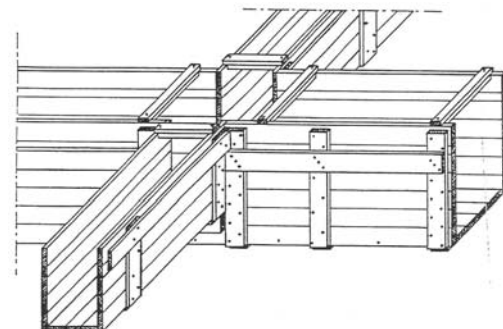
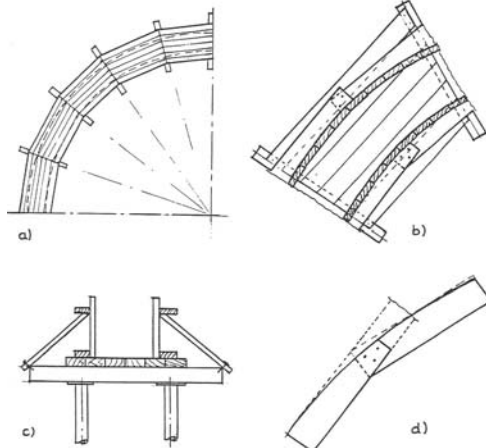


FIGURA 3.42
ENCOFRADO DE ENCUENTRO DE VIGAS DE DISTINTO CANTO

5.5.1.- Encofrado de vigas curvas

- En vigas con directriz curva, las sopandas se colocarán radialmente y el tablero del fondo deberá ejecutarse formando una poligonal que siga la curva con la mayor aproximación posible (fig.3.43.a). Esto obliga a que los costeros se realicen con las tablas dispuestas en vertical, lo que permite obtener la curvatura de la viga (fig.3.43.b). Para evitar cortes y pérdidas de material las tablas del tablero se disponen longitudinalmente, evitando que los cortes biselados queden sobre las sopandas. Esto no permite que el fondo esté abrazado por los tableros laterales, por lo que se coloca una tabla de aguante o costilla de tope en la parte inferior (fig.3.43.c).



Tanto las costillas inferiores como las superiores, pueden servir de apoyo a los tornapuntas, que deben recortarse según la curvatura de la viga, a modo de camones, colocándose solapadas para permitir su clavado (fig.3.43.d). Las sopandas se sustentan en puntales de "rollizo" con jabalcones o, en el caso de puntales metálicos conviene colocar dos por cada sopanda para mantener la rigidez (fig.3.43.e).

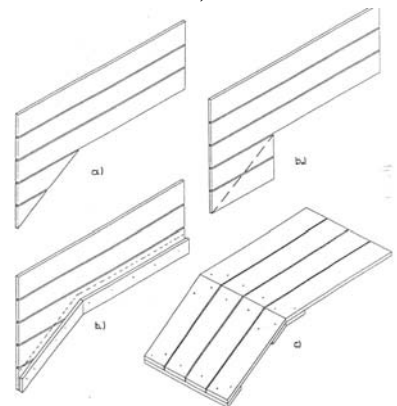


FIGURA 3.43
ENCOFRADO DE VIGA DE DIRECTRIZ CURVA.

5.5.2.- Vigas acarteladas

- En el caso de las vigas acarteladas, en las que se aumenta el canto en las proximidades de los pilares, se sigue manteniendo el criterio de que los costeros deben abrazar al tablero de fondo, pero, en las guarderas, para obtener los amartelamientos, se pueden cortar las tablas con la forma de los mismos (fig.3.44.1), aunque tiene el inconveniente de que la madera no puede recuperarse para otro uso. Por ello, es más sencillo hacerlos con tablas rectas, en la parte acartelada (fig.3.44.b), sobre las que se clavarán las de fondo; inicialmente se emplea más material, pero no se estropea ni se desperdicia.

- En el fondo, se pueden utilizar tres tableros, uno para la parte horizontal y dos para las partes inclinadas de cada cartela; o utilizar un único tablero, que irá cortado a media tabla por debajo, en el punto de cambio de inclinación, labrándose, con formón, una muesca triangular que permite el quiebro del tablero. En los casos en que la luz entre soportes sea considerable, puede hacer falta ejecutar una cimbra que sustente el encofrado.



5.5.3.- Vigas inclinadas

- Solución similar a la de las vigas rectas, aunque debido a su inclinación, si esta supera los 30° (talud natural del hormigón fresco) en la operación de vertido del hormigón, será preciso colocar encofrado superior.

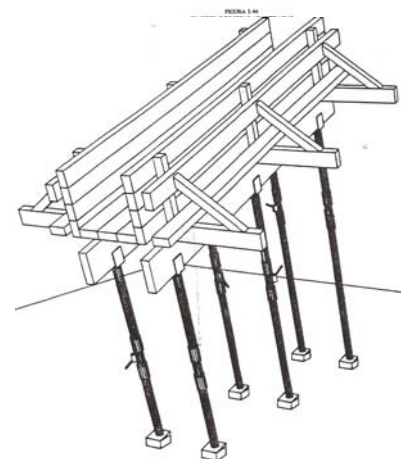


FIG. 3.45
ENCOFRADO PARA VIGAS INCLINADAS.

- Los puntales deberán estar situados de manera que se mantengan perpendiculares a la directriz de la viga. Cuando son puntales telescópicos se pueden adaptar a distintas alturas pero si son rollizos, tendrán que cortarse (fig.3.45).

- Si los puntales se colocan verticales, habría que arriostrarlos con otra pieza que absorba los esfuerzos que origina la componente horizontal. Hay que tener en cuenta que en este caso el cabecero debe conformarse con el del puntal, no permite la colocación de jabalcones entre el cabecero y el puntal.

ENCOFRADO BTM DE ULMA

ENCOFRADO HORIZONTAL DE VIGAS

El Encofrado Horizontal de Vigas BTM constituye un Sistema sencillo y práctico. Pocos componentes y una fácil aplicación en obra hacen de él un sistema rápido y eficaz.

BTM aporta soluciones al encofrado de losa, adaptándose a cualquier distribución que se plantee, tanto en pequeños como en grandes espacios.

Las vigas BTM 160 resultan óptimas en su manejo. Poco peso y perfecto diseño acompañan a un sistema elaborado para dar solución a cualquier problemática de obra.

SOLUCIONES DEL SISTEMA

1. Montaje del cabezal Bidireccional

Se coloca sobre el Puntal, mediante el enchufe. Permite disponer una o dos vigas al traslape.

2. Montaje del cabezal sencillo

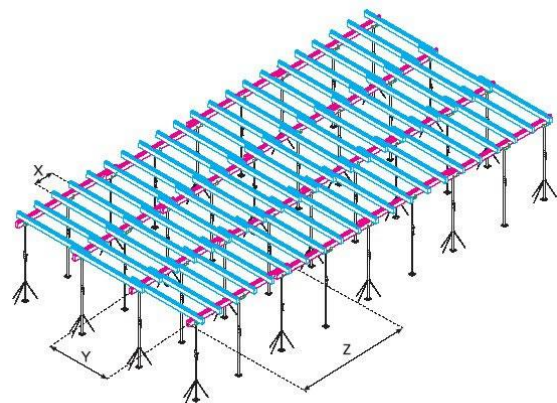
Permite colocar solamente una viga sobre el puntal.

3. Montaje del Trípode

Permite disponer del Puntal en vertical. Resulta interesante su uso en el inicio del montaje.



Sistema entre muros BTM



Encofrado de vigas BTM

TABLAS DE UTILIZACIÓN

ESPESOR MÁXIMO DE LOSA DE HORMIGÓN - Distancia entre VPT = Y

Número de VST por tablero	Y= 2100	Y= 2700	Y= 3000
6	93 cm	32 cm	21 cm

5	72 cm	24 cm	15 cm
ESPESOR MÁXIMO DE LOSA DE HORMIGÓN - Z= 3 Puntales (cada 1,5 m)			
Número de VST por tablero	Y= 2100	Y= 2700	Y= 3000
6	62 cm	47 cm	42 cm
5	59 cm	44 cm	39 cm
ESPESOR MÁXIMO DE LOSA DE HORMIGÓN - Z= 4 Puntales (cada 1 m)			
Número de VST por tablero	Y= 2100	Y= 2700	Y= 3000
6	112 cm	86 cm	76 cm
5	87 cm	66 cm	59 cm
ESPESOR MÁXIMO DE LOSA DE HORMIGÓN - Tablero de 2440 x 1220 x 18 mm (L= 2440 mm)			
Número de VST por tablero	6 VIGAS (VST) X = 488 mm	5 VIGAS (VST) X = 610 mm	
Espesor de losa	52 cm	33 cm	

5.6.- ENCOFRADOS DE FORJADOS Y PLACAS

- Las placas son estructuras superficiales, que están sometidas a cargas aplicadas ortogonalmente a su plano principal por lo que trabajan a flexión. Si apoya en dos bordes paralelos y los otros dos están libres, se llama losa, y trabaja a flexión unidireccional. Los forjados son elementos estructurales horizontales que utilizan nervios resistentes y elementos aligerados.

- Los encofrados de forjados y placas obedecen a la tipología general de encofrados de superficies horizontales, en los que el predominio de las presiones se centra en el tablero de fondo, con lo que será preciso una “mesa” horizontal, unas sopandas que la rigidicen y unos puntales para apoyo de estas.

- En este tipo de forjados, la carga es importante, la “cimbra” tiene una importancia considerable. La evolución de los encofrados de los forjados han buscado mejores sistemas de sustentación, porque cuando los puntales son muy altos y están

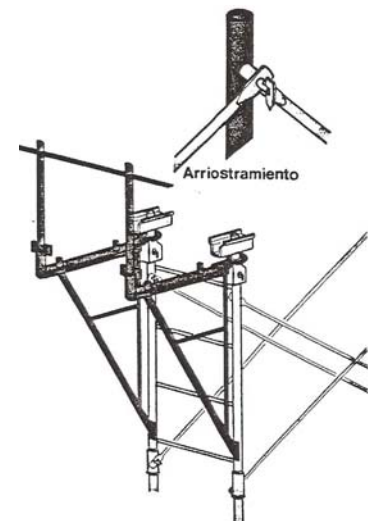


FIGURA 3.46
ESTRUCTURA ARRIOSTRADA PARA CIMBRAS DE FORJADOS

expuestos al pandeo habrá que recurrir a su atado en las dos direcciones por medio de cruces de San Andrés.

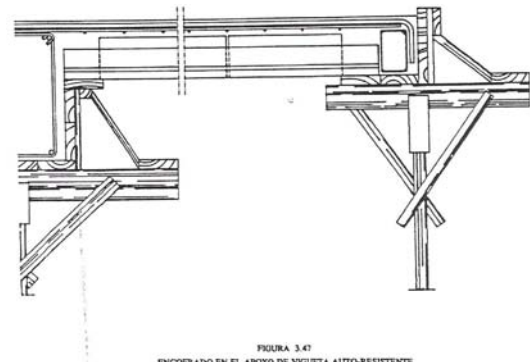
- Así en los encofrados con puntales de rollizo, la madera permitía el arriostramiento en ambas direcciones, pero había dificultades para conseguir alturas elevadas por la limitación de los elementos, a la vez que no era fácil conocer la resistencia real de los puntales. Con los puntales telescópicos de acero, es difícil el arriostramiento que sólo puede garantizarse por medio de elementos de estructuras tubulares o similares, lo que encarece el proceso, por lo que, en la actualidad, está cada vez más extendido el uso de estructuras arriostradas, de fácil montaje, con gran capacidad de cargas y que puede usarse como andamio auxiliar al permitir la instalación de ménsulas.

- Pero debido a la diversidad de tipos estructurales, el sistema de encofrado dependerá, no solo de que se trate de una placa o un forjado, sino del sistema de ejecución elegido para su construcción. Por ello, diferenciamos entre los encofrados para forjados de viguetas y bovedillas y los de placas y losas.

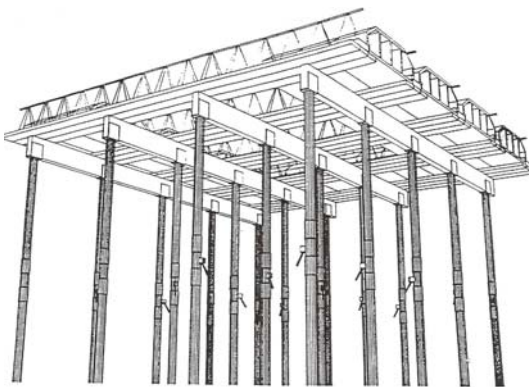
5.6.1.- Encofrados para forjados de viguetas y bovedillas

- Para este caso, como único encofrado, aparte de las vigas principales, se colocan unas sopandas (depende de la luz del forjado), para evitar flexiones excesivas en las viguetas durante la ejecución.

- Si los forjados se ejecutan con viguetas “autoresistentes”, es suficiente colocar una “aleta” de madera sólidamente unida a los costeros de las vigas en que se sustenta. Con esta aleta se consigue que la viga no descansa en el escaso canto de la guardera y permite hormigonar una zona de introducción de la viga en el forjado mejorando la enlazabilidad (fig.3.47).



-Si son vigas “semiresistentes”, además de lo anterior, hay que disponer una serie de sopandas a distancias que dependen, por lo general, de la tipología de las viguetas, pero que suele estar alrededor de los 2m. y que van apeadas mediante puntales arriostrados (si es posible en ambos sentidos). Si hay zonas macizadas (encuentro con elementos resistentes, etc.), deberá colocarse una sopanda, de tal manera que impida las pérdidas en el vertido del hormigón (fig.3.48).



- La circulación sobre estos forjados, se hará pisando siempre sobre las viguetas y nunca sobre las bovedillas, puesto que estas no son resistentes y bajo ellas no se ha colocado apeo alguno, por lo que es conveniente emplear tabloncillos de madera para facilitar la circulación del personal.

Para alturas normales de forjado (hasta 3m.), los puntales telescópicos no ofrecen riesgos, sólo debemos tener en cuenta la disposición de los mismos con el fin de no superar la carga unitaria por puntal. Pero para alturas mayores, de 5 a 6m., debe hacerse un apuntalamiento doble y de manera que quede asegurado el arriostramiento de los

mismos, por lo que es más aconsejable utilizar sistemas similares al indicado en la figura 3.46, aunque también pueden buscarse soluciones a base de módulos que proporcionan un perfecto arriostamiento (fig.3.49).

- Para evitar el punzonamiento de los puntales en el forjado inferior, estos deben apoyarse en un tablón a modo de durmiente y en especial en los casos de forjados de planta baja, si el apoyo fuera sobre terreno natural, con el fin de que se repartan proporcionalmente las cargas.



FIGURA 3.49
ARRIOSTRAMIENTO DE LOS PUNTALES DEL ENCOFRADO.

5.6.2.- Encofrados de placas y losas

A diferencia de los forjados de viguetas, permiten regular fácilmente su diseño por lo que se ha extendido mucho el empleo de encofrados industrializados. Estudiaremos las soluciones con la madera aserrada, y las a diferenciar las soluciones de placas macizas y placas aligeradas, ya que permiten la introducción de técnicas distintas de realización.

a) Encofrados de madera para placas y losas macizas:

- Se encofra con tablas de madera aserrada y tableros contrachapados. Se trata de realizar un tablero horizontal, en función de su rigidez, puede necesitar o no la colocación de carreras, las cuales apoyarán sobre sopandas, colocadas transversalmente a estas y que están sustentadas por los puntales. El conjunto, aplomado perfectamente, apoya sobre el suelo, por medio de puntales, sobre cuñas de madera o, si se precisa un reparto correcto de cargas, sobre una solera dispuesta en igual sentido que la sopanda. Su separación depende de la carga del hormigón y del espesor de los tableros, de forma que la flecha no supere el 1/500 de la luz (se suele colocar entre los 0.70 y 1m). En la junta de dos tableros, se colocará doble sopanda (fig.3.50).

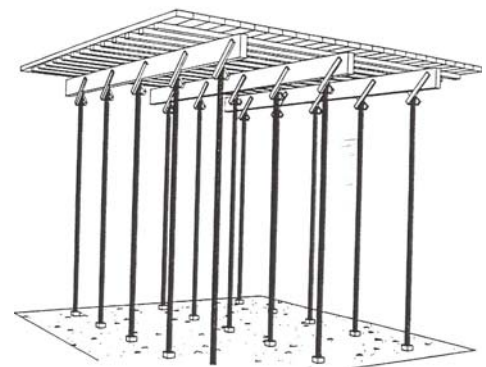


FIGURA 3.50
ENCOFRADO DE MADERA PARA LOSA MACIZA

- Este tipo de forjados permite una “estandarización”, siendo cada vez más usual la utilización de paneles normalizados, que presentan más ventajas que los encofrados de madera, aunque la solución es muy similar.

- En el mercado hay diferentes tipos de paneles, de madera tratada, acero o aleaciones ligeras para realizar este tipo de encofrados. El principio se basa en la rigidización de los mismos, para que sean autoportantes y buscar sistemas de sustentación por medio de sopandas y “cimbras” arriostradas.

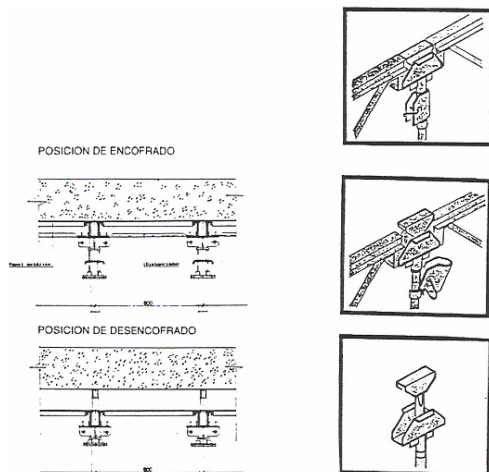


FIGURA 3.51
SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE LOS TABLEROS

El objetivo de los distintos sistemas es que el tablero de fondo pueda desmontarse, para lo cual, entre las piezas que lo forman, se sitúan unos dobles forros o cuñas que permiten su desencofrado, mientras permanece la sopanda sobre los puntales apeando el elemento estructural el tiempo necesario (fig.3.51).

- Como los paneles son de medidas “estandar”, habrá ocasiones en que no se adapten a la distribución de la estructura, por lo que será necesario aproximar los “cruceos transversales” y completar los huecos, dejados por los paneles en el tablero de fondo, con suplementos de madera aserrada para adaptarlos a las zonas de encuentro con los pilares, para no tener que perforar el tablero por el paso de los mismos (fig3.52.a-b). Esta solución debe emplearse en todos los casos en que la medida estandar del panel no se adapte al elemento estructural.

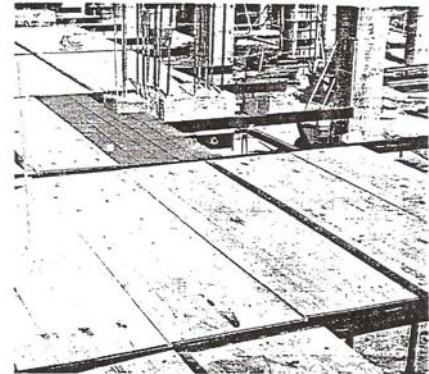


FIGURA 3.52.a
SOLUCIÓN DE LOS ENCUENTRO CON PILARES

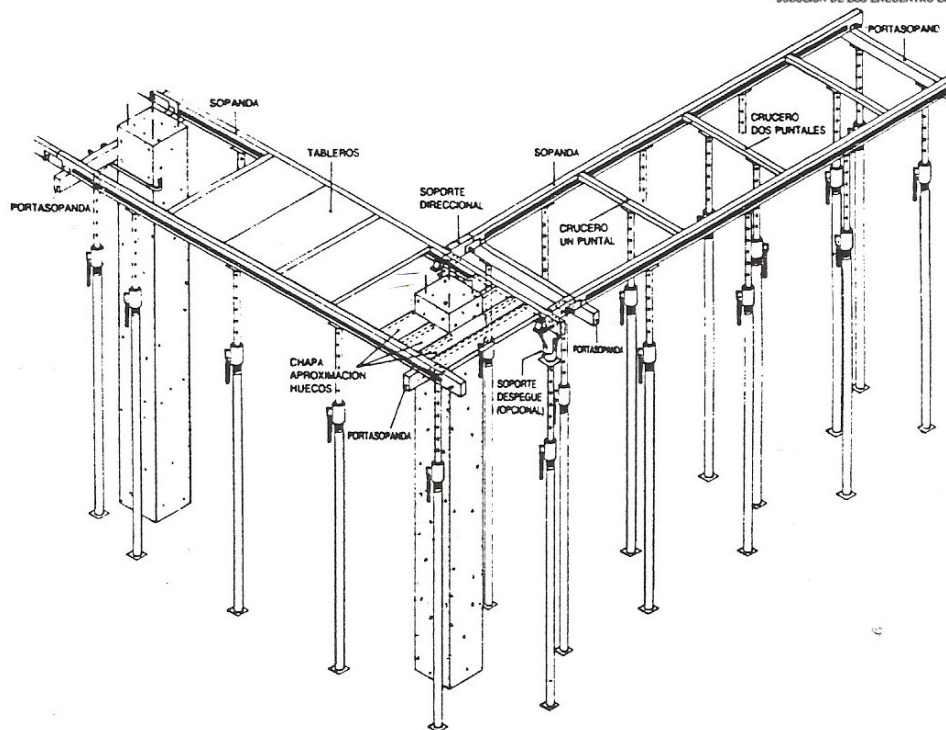


FIGURA 3.52.b
SOLUCIÓN DE LOS ENCUENTRO CON PILARES

b) Encofrados con casetones recuperables:

- Cuando son placas o forjados planos aligerados con bloques, deben usarse encofrados totales ya que el tablero de fondo es necesario para el apoyo de estos. Pero, en el caso de forjados reticulares o forjados sin vigas en los que se emplean casetones recuperables de PVC o materiales similares, aunque el encofrado total facilita el replanteo, la ejecución puede resolverse usando sopandas o camones, que permiten por medio de una horquilla deslizante retirar (a los 3 días de hormigonado)



FIGURA 3.54
ENCOFRADO PARA FORJADO CON CASETONES RECUPERABLES

tanto los casetones como los camones o cuarterones metálicos, sin aflojar los puntales, que permanecen hasta el desencofrado total. El sistema es parecido al del encofrado total.

- El proceso consiste en la colocación de puntales arriostrados de manera que forman un pórtico o conjunto estable que tiene dos funciones: apuntalar el forjado y soportar unas sopandas o camones, que constituyen la estructura sobre la que se sitúan los casetones recuperable, para conformar la superficie encofrante (fig.3.54).

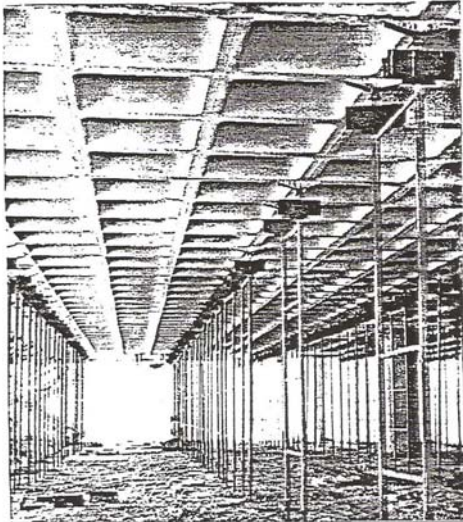


FIGURA 3.55
ASPECTO DEL FORJADO EJECUTADO

- Para el montaje de este tipo de encofrados se aconseja colocar los casetones (o tableros) desde el forjado inferior, usando una plataforma móvil de altura adecuada (fig.3.56). En el caso de hacerlo desde la parte superior del encofrado, el operario, andará siempre sobre las carreras metálicas, avanzará de cara al vacío en lugar de hacerlo de espaldas.

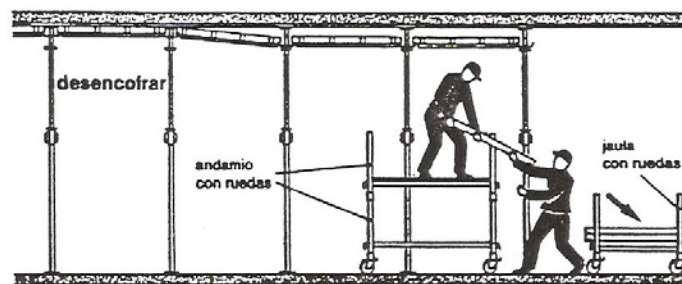
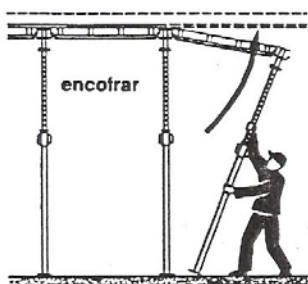


FIGURA 3.56
OPERACIONES DE MONTAJE DE TABLEROS

Encofrados losas y forjados de Iguazurí

El sistema Titan HV permite encofrar y

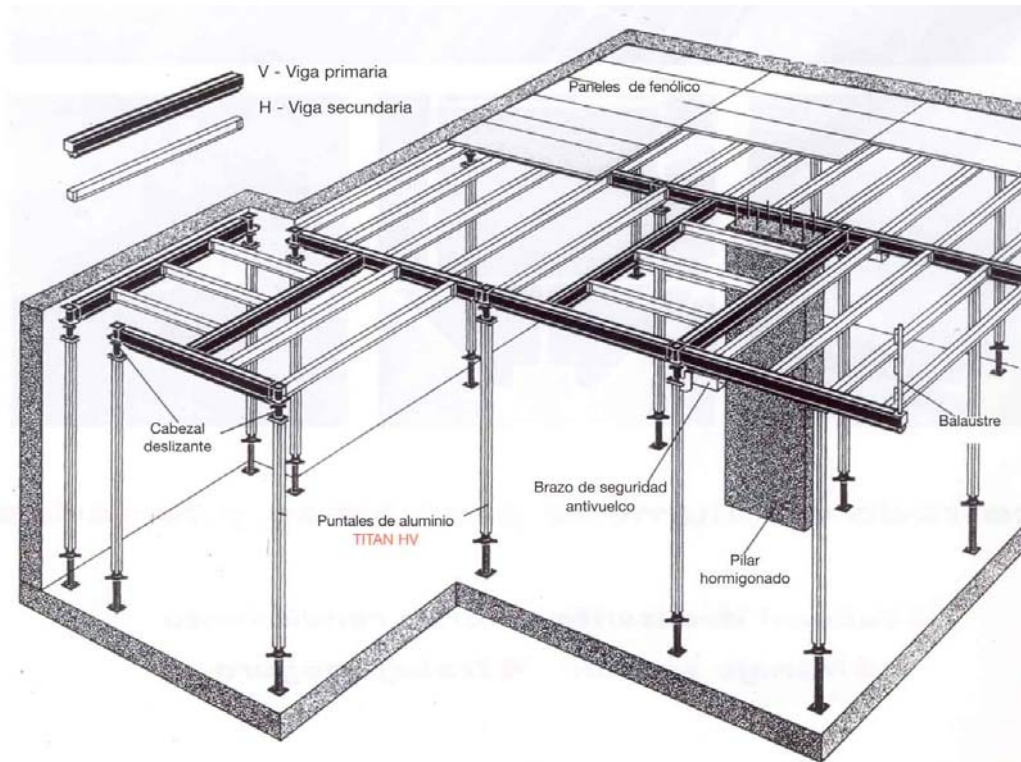
desencofrar fácilmente a un coste reducido.

-Al contrario de los otros sistemas se basa en que tanto los cabezales HV como las vigas primarias V y las secundarias H, están al mismo nivel. Es decir, las combinaciones posibles son muy amplias. >Sobre el nivel superior del sistema, se pueden colocar tableros de encofrado o contrachapado fenolítico, o bien, tablas de encofrar. Así se forma una superficie continua que permite un acabado impecable de la losa, sin reglas o perfiles metálicos en contacto con el hormigón, como en otros sistemas. En estos se puede lograr una buena junta entre dicha regla y el tablero, puesto que la madera sufre contracciones y dilataciones distintas a las de las reglas o carreras de acero.

-En estos sistema Titán HV no se producen caídas del material, como ocurre con otros sistemas, que lo deterioran y obligan a recogerlo después del suelo, con la consiguiente pérdida de piezas pequeñas.

-Con este sistema no se produce oxidación al no haber materiales ferricos que dejen huella en el hormigón fraguado.

- U simple cambio e dirección en las vigas primarias permiten sortear obstáculos como postes, retranqueos y muros curvos.
- Las vigas primarias y secundarias se colocan a discreción.
- Con el sistema Titán HV podemos desencofrar total, excepto los puntales tras dos días después el hormigonado de la planta. Es decir, todas las vigas primarias y secundarias quedan libres para la siguiente fase o zona a encofrar.



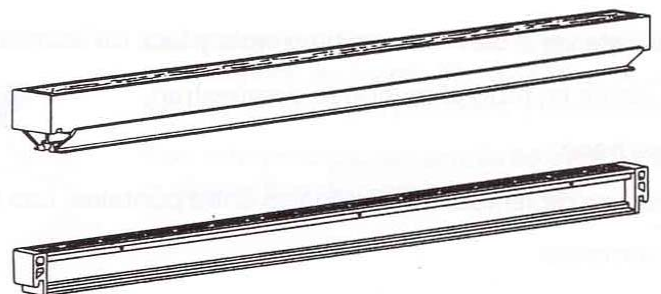
Características

El sistema se compone solo de tres piezas:

- Viga primaria V.
- Viga secundaria HV.
- Cabezal deslizante HV.

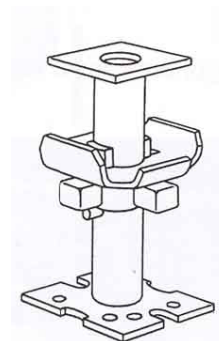
Las vigas

- De aluminio de alta resistencia, extremadamente ligeras.
- Con listón de madera incrustado en su parte superior.
- Marcadas con diferentes colores, según longitud.
- Larga duración.
- Manejo fácil y ligero.



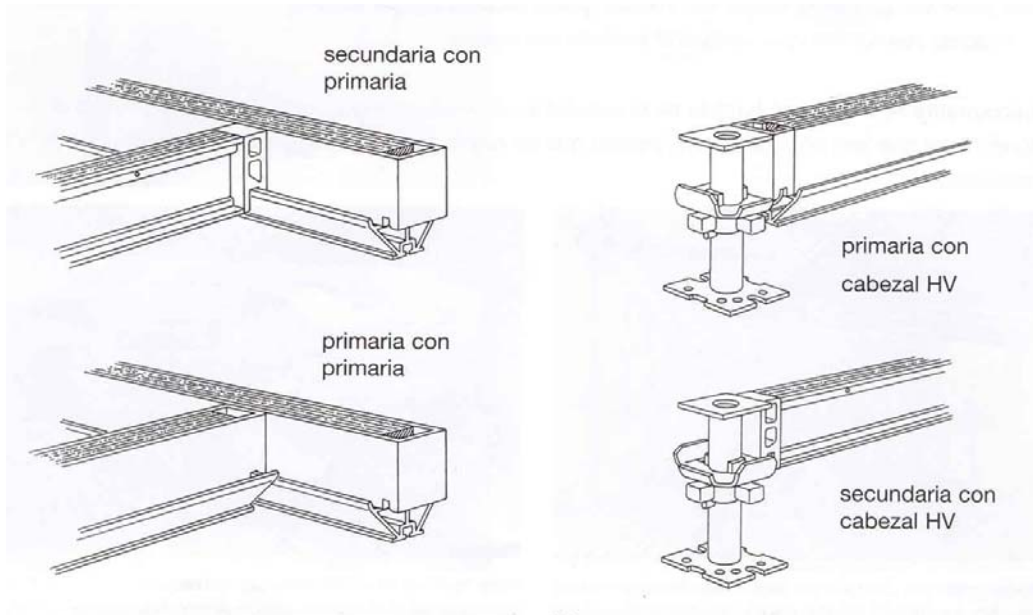
El cabezal HV

- Zincado al horno.
- Adaptable a puntales comerciales, según norma DIN.
- Atornillable al puntal, con dos tornillos,
- Desencofrado rápido y fácil por simple martillazo sobre su cruceta giratoria.
- No necesita ninguna herramienta especial. Basta el martillo.



- Sin problemas en rincones y/o esquinas.

Las combinaciones



Encofrar

El encofrado se hace:

- Sin necesidad de replantear las distancias entre puntales. Las longitudes de las vigas imponen las distancias correctas.
- Se necesitan pocos puntales. Unos 0,4 puntales/m².
- Sin sobrecargas en los puntales. El sistema no lo permite.
- Ofrece una gran seguridad en el trabajo.



- Colgar la viga en el cabezal deslizante. Se levanta la viga con el puntal siguiente. Así se tiene la distancia exacta.
- Varios equipos de dos personas pueden atacar el encofrado por varios puntos.
- El material debe ser llevado en jaulas con ruedas giratorias para asegurar su transporte y facilitar el traslado del equipo.
- La cara encofrante se escoge en función de la calidad exigida del hormigón visto. No hay fugadas de leche entre las caras encofrantes y las reglas metálicas.



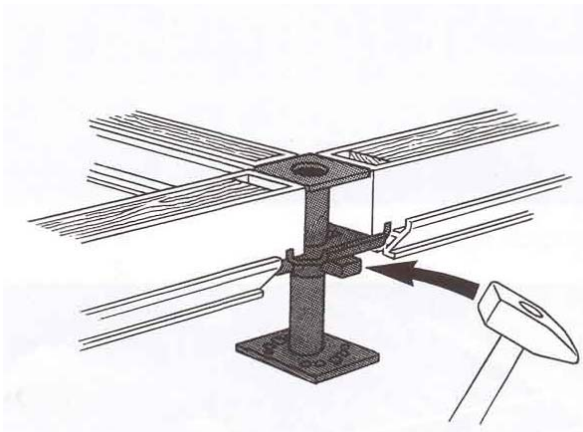
- Los paneles van en la misma dirección que las vigas primarias. No se deben clavar sobre las primarias, para que al desencofrar, puedan librarse fácilmente.

-Para facilitar la determinación correcta de vigas primarias, secundarias y puntales, según diferentes cantos de losas se usa una regla especial.

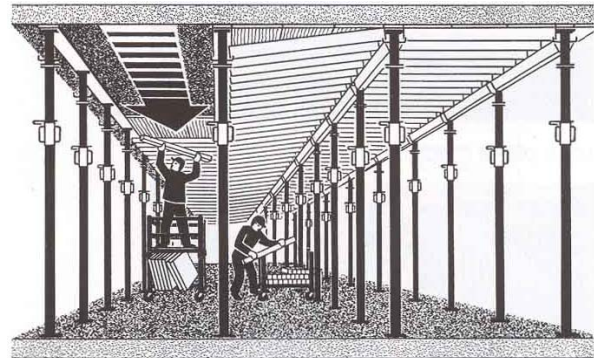


Desencofrar

-El cabezal cae por simple martillazo de la cruceta giratoria.
-Se recuperan todas las vigas primarias y secundarias y, aproximadamente dos tercios de los tableros. Según la geometría de la losa también pueden recuperarse para siguientes reemplazos, parte de los puntales y d los cabezales HV.



-Al desencofrar, se va depositando el material en una jaula con ruedas. Así se organiza mejor el sitio, se facilita el transporte en la planta, o, con la grúa, de una planta a otra y se agilizan los trabajos de encofrado.



5.7.- ENCOFRADOS DE LOSAS DE ESCALERAS

- Aquí siguen predominando los encofrados de madera, y más si el trazado de estas no se ajusta a las formas sencillas. En las escaleras se unen las dificultades de los encofrados de superficies inclinadas con los propios que se originan por los distintos desarrollos que puedan tener las losas. Para solucionar los problemas, hay que recurrir a los planos de monte o replanteo, dibujando a tamaño natural sobre el muro, ya guarnecido, las diferentes soluciones.

- El tablero de fondo, llamado aquí losa, se debe colocar con las tablas en la dirección perpendicular a la de la pendiente, se suele confeccionar solo con dos cotillas que descansan sobre los puntales, los cuales se sitúan inclinados con el fin de que reciban correctamente, y sin empujes, las cargas. Para ello deben permitir el corte, o su colocación a distintas alturas, de manera que siempre estén situados perpendicularmente al plano de tablero de losa. Si fuera necesario se dispondrán cuñas y topes para evitar el deslizamiento, y si la flexión es elevada, se arriostrarán con cruces de San Andrés (fig.3.57).

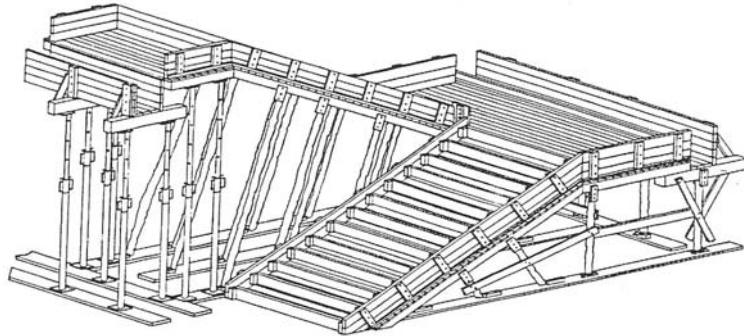


FIGURA 3.57
ENCOFRADO DE LOSA DE ESCALERA

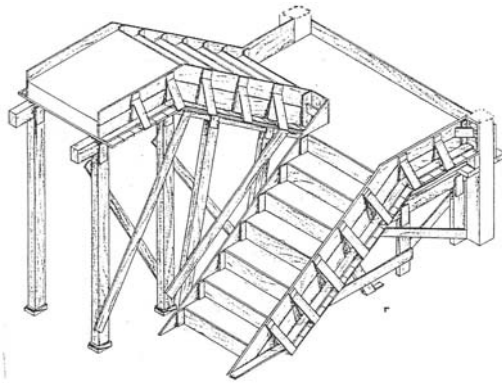


FIGURA 3.58
SOLUCIÓN DE LOS TABLEROS LATERALES Y EL PELDAÑO

- Las tablas de este tablero se cortan a una longitud mayor del ámbito con el fin de que, sobre dicho tablero descansen los de la zanca, que limitan lateralmente el molde, y todos los elementos de apoyo de este: barrotes, tablas de aguante, tornapuntas, etc (fig.3.58).

- Los tableros laterales, o tableros de zanca. Constan generalmente de un tablero de zanca en uno de sus lados, al ir el otro pegado al muro. Y si se desea hormigonar con la forma de los peldaños, debe ser lo suficientemente ancho como para que puedan conformarse en él las contrahuellas. Su altura, será lo suficiente como para que, apoyado en el tablero de losa, admita la de las tabicas más algunos centímetros.

- Se ejecuta clavando unas bridas, por la parte interior y de manera que una de sus aristas quede a un grueso de tabla de la superficie vertical de la contrahuella y luego se coloca el tablero de esta cortado a la medida exacta entre las dos guarderas, por lo que estas deben sobresalir del peldaño. La distancia entre estas bridas será la de una huella. Luego se clavarán en ellas los tableros verticales que forman la contrahuella o alza de la escalera.

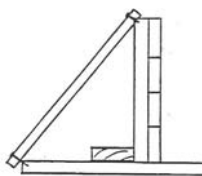


FIGURA 3.59
TABLA DE PIE Y TORNAPUNTAS

- Para impedir que el tablero de zanca se desplace al verter el hormigón debe disponerse una tabla de pie, clavada sobre el tablero de losa, en la parte inferior y en la parte superior se colocan unos tornapuntas que van clavados a la cabeza del tablero de zanca, o ajustados a la carrera, y al saliente del encofrado de losa (fig.3.59).

- Si solo hay un tablero de zanca porque en el otro lado está el muro, hay que disponer un tablón o tablancillo de sobrezanca y del que irán suspendidos los tableros de contrahuella.

- El ámbito de las escaleras de viviendas no suele superar los 1,10m., por lo que los tableros de contrahuellas no requieren rigidez especial, no obstante en casos de anchura considerable, en que el empuje del hormigón puede producir flexiones que originarán deformaciones de

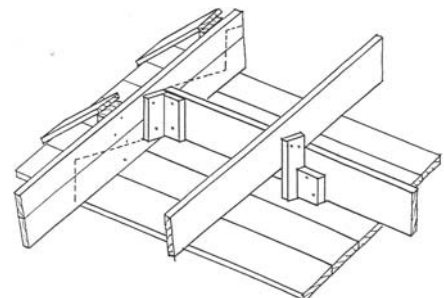


FIGURA 3.60
REFORZADO DE LA TABLA DE CONTRAHUELLA

difícil corrección, deben reforzarse con costillas o colocar una tabla central con bridas y tirantes, proporcionando un nuevo apoyo a los tableros de contrahuella (fig.3.60).

- La ejecución de escaleras con tramos curvos tiene mayor dificultad, ya que necesitan unos camones que marquen el desarrollo de la losa. Además están destinados a soportar el peso del hormigón, al ser los elementos resistentes del armazón de madera, en los cotes hay que intentar que no queden trozos de tabla demasiado estrechos, y en ese caso reforzarlos.

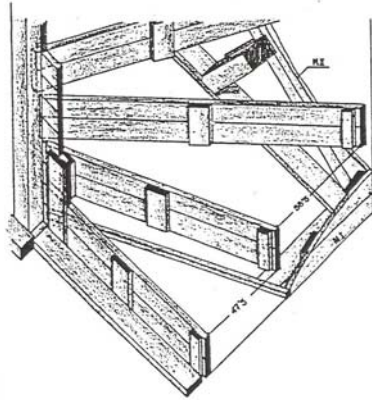


FIGURA 3.62
TABLEROS DE CONTRAHUELLA

en los camones que, asimismo y para mayor seguridad, dispondrán de tornapuntas que eviten la deformación del encofrado (fig.3.63).

- El desencofrado se realiza en orden inverso a la ejecución, retirando, en primer lugar los largueros laterales y los soportes previos, luego los tableros de contrahuella a la vez que se desclavan los tornapuntas y fijaciones de seguridad y se aflojan las carreras; luego se desmontan los cabeceros y por último el tablero de losa y los puntales.

- El tablero de zanca, en el caso de escaleras curvas, es preferible que descansa en el suelo, ya que sobre él van las tablas y las bridas de los tableros de contrahuella, cuando se hormigonan los peldaños (fig.3.62).

- Para el tablero de losa, las tablas deben estar cortadas en forma trapezoidal ya que, por el exterior, las huellas tienen más desarrollo que por el interior. Y a veces será preciso colocar cuñas para dar a las tablas un ligero alabeo al que les obliga este tipo de escaleras.

- Finalizada la colocación del tablero de losa, debe procederse a su apuntalamiento, siendo preferible hacerlo

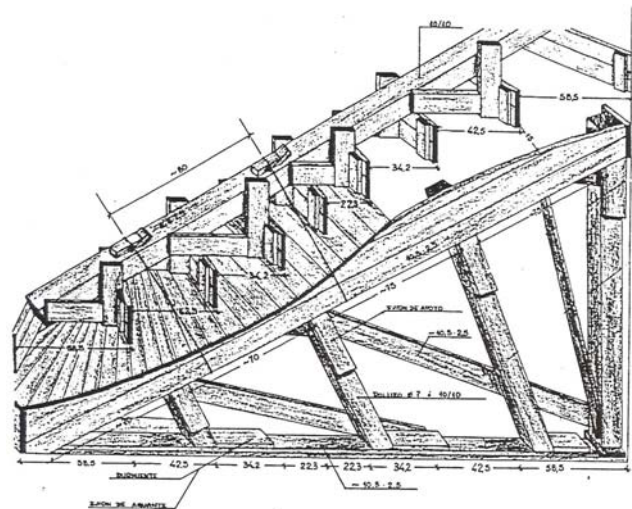


FIGURA 3.63
ENCOFRADO PARA ESCALERA CURVA.

5.8.- ENCOFRADOS DE VOLADIZOS

- Su única variación consiste en que sobre el extremo del vuelo debe colocarse una tabla Terminal, sobre el encofrado de losa, igual que las descritas en el caso de las escaleras. Especial cuidado debe prestarse al apeo, con un número suficiente de pilares arriostrados con tornapuntas. La dificultad del encofrado de estos elementos, suele estar en la configuración de los apeos, ya que si se encuentran a gran altura, sin posibilidad de apoyo en forjados próximos, es necesario buscar fijación en los elementos de fachada (fig.3.64).

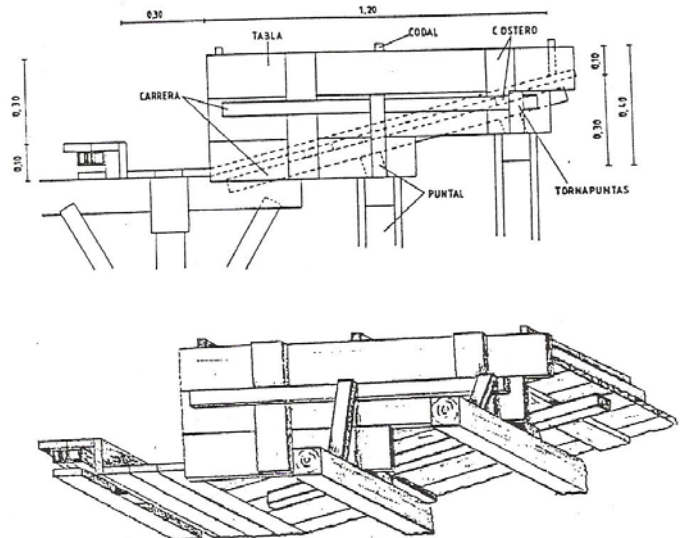


FIGURA 3.64
ENCOFRADO DE UN VUELO.

5.9.- ENCOFRADO DE ARCOS

- Estos necesitan unas cimbras o formeros sobre los que se pueda conformar el encofrado propiamente dicho (fig.3.65).
- Conveniente que este constituido por dos cimbras, con el fin de colocarlas paralelas y en línea con los paramentos del muro. Así los testeros se encofran con tableros de tablas horizontales, siguiendo el mismo proceso que con los muros (fig.3.66).

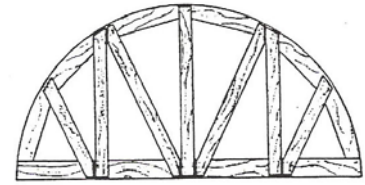


FIGURA 3.65
CIMBRA PARA ENCOFRADO DE UN ARCO

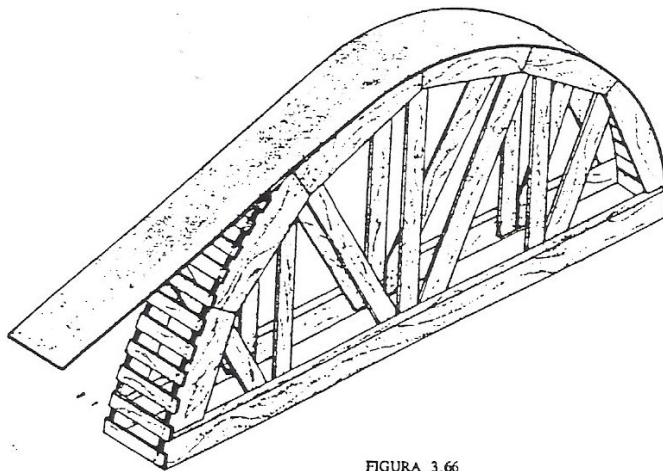


FIGURA 3.66
CIMBRAS Y TABLERO DE FORRO

del orden de 30°.

- Salvo que el arco esté exento, el encofrado sólo conformará el intradós ya que por el trasdós se enlazará con los demás elementos. Si precisara encofrado exterior, debe dejarse una abertura entre los encofrados, en la parte superior, en la zona correspondiente a los 60°, lo que permite hormigonar, con contra-encofrado, hasta el nivel donde el ángulo del hormigón con la horizontal es

Cimbras de Ulma

CIMBRA G

CARACTERÍSTICAS DE LA CIMBRA G

Es un sistema de apeo para el encofrado horizontal cuando se sobrepasa la altura alcanzable por el puntal.

La sencillez de montaje del sistema de la Cimbra G es una de las claves para el éxito de esta solución entre nuestros clientes.

Su componente principal es el Suplemento de altura que constituye el elemento transmisor de las cargas verticales.

Los suplementos se ensamblan unos encima de otros hasta alcanzar la altura de forjado deseada combinando las distintas alturas de suplemento más los husillos.



Para montar una torre de Cimbra G básica es necesario colocar dos suplementos enfrentados. La separación exacta entre suplementos se consigue mediante los Travesaños Bicolor cuyo ancho puede ser de 1 m, 1,5 m y 2 m.

ARRIOSTRAMIENTO

Cuando la altura de forjado es elevada las torres de cimbra se arriostran entre sí para conseguir una mayor estabilidad. La distancia máxima de arriostramiento entre tubos en planta es de 5 m.

CIMBRA T-60

CIMBRA DE MARCO, RÁPIDA DE MONTAR Y FÁCIL DE UTILIZAR

La Cimbra T-60 se ha diseñado para el soporte de cargas verticales en el mercado de la Obra Civil y la Edificación.

Las características principales son:

- Rapidez y facilidad de montaje.
- Reducido número de piezas.
- Robustez del sistema.
- Posibilidad de traslado de torres con grúa.
- Posibilidad de montaje de torres individuales o encadenados.

En función de su utilidad se podrán realizar tres tipos de montajes:

- No trasladables.
- Trasladables.
- Con seguridad integrada.

Además, en función de su geometría en planta, las cimbras se podrán enlazar de diferente manera:

- Torres independientes.
- Torres de seis pies.
- Encadenados.

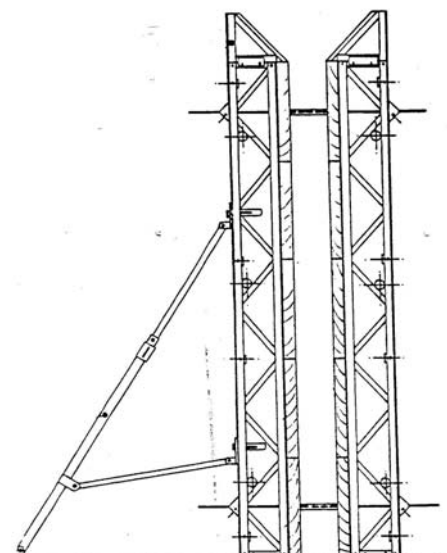


5.10.-ENCOFRADOS INDUSTRIALIZADOS Y ESPECIALES

5.10.1- CONSIDERACIONES PREVIAS

- En la actualidad, con los elevados costes salariales, el método tradicional de ejecutar los encofrados ha sido sustituido por la introducción de un tipo de encofrado que permite reducir los largos tiempos de ejecución, aplicando técnicas de estandarización, racionalización y producción en serie.

Un buen ejemplo son los encofrados de madera, donde se reparten $\frac{2}{3}$ de los gastos para preparación y montaje y $\frac{1}{3}$ para armaduras y hormigonado. Pudiendo alcanzar las pérdidas de material hasta un 25%.



- Los intentos de la producción en serie en construcción han producido una industrialización en la que el encofrado asume un papel importante.
- La tecnología de los encofrados industrializados permite la realización de elementos estructurales de hormigón con unos niveles óptimos de calidad.
- Este capítulo está dedicado a encofrados que pueden incluirse dentro de las siguientes tipologías:
 - Encofrados trepadores.
 - Encofrados deslizantes.
 - Mesas encofrantes.
 - Encofrados túnel.
 - Encofrados especiales.

5.11.-ENCOFRADOS TREPADORES

- Son encofrados especiales para muros en altura, en los que el hormigonado se ejecuta por etapas. La altura corresponde a la del molde y de anchuras entre los 15 y 250 cm.
- Sirve para encofrar una o dos caras y puede usarse con superficies de contacto con el hormigón.
- En principio, se deben disponer dos encofrados que se superponen alternativamente. Primero se hormigona con ambos encofrados y cuando el conjunto ha fraguado, se retira el encofrado inferior que sube a la cabeza.
- Con este encofrado pueden ejecutarse muros verticales o inclinados, e incluso pilares circulares, con un sistema mixto.

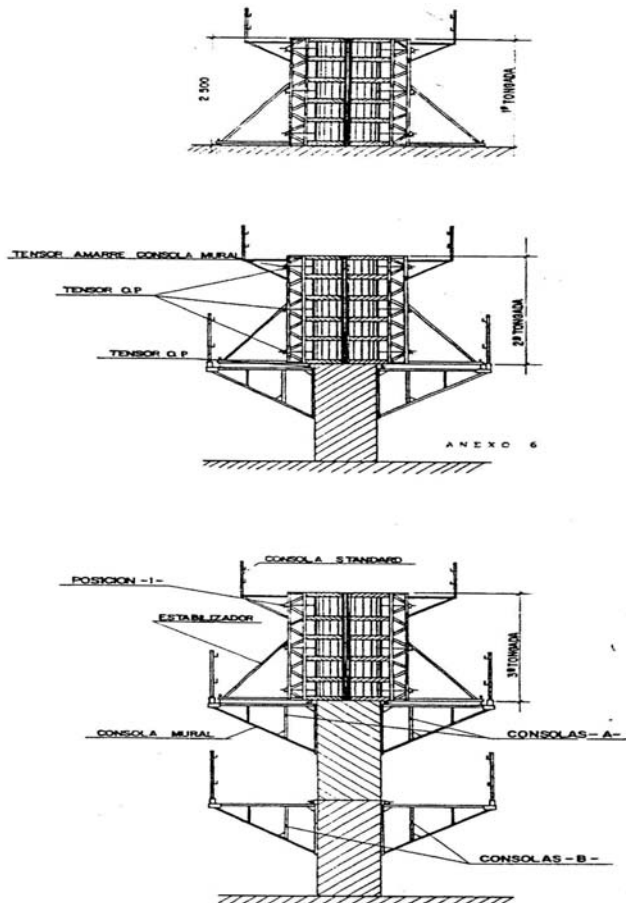
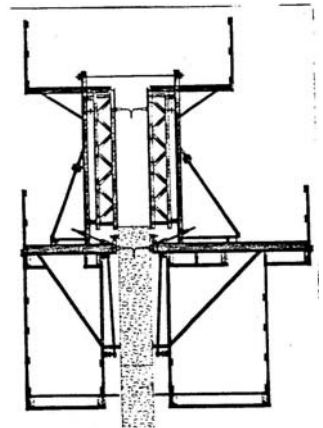


FIGURA 4.3
DISPOSICIÓN DE ENCOFRADO TREPANTE PARA PILAR CIRCULAR

- El equilibrio de los tableros de un paño se garantiza mediante la introducción de anclajes interiores. Para asegurar verticalidad, se emplean ménsulas con barandilla en la cabeza de cada fase, sujetando un tensor. Además de la instalación de consolas sobre las que se sitúan pasarelas de servicio para la puesta en obra del hormigón.

- Cuando se retira el encofrado inferior, las consolas quedan en su sitio para repaso de los paramentos.

- Puede dotarse de un sistema de autotrepado, que consiste en un mecanismo que desplaza el encofrado a su nueva posición. No precisa desmontarse tras la primera puesta.

- En estos elementos se diferencian claramente: el encofrante y el portante. El portante lo constituyen: una ménsula, el montante, el gato hidráulico y los

pernos de recuperación y agarre del hormigón.

- No es un sistema deslizante, por lo que se aprecian las juntas de hormigonado. Es necesaria la recuperación de los anclajes.

- El vástago del anclaje queda embebido en la masa de hormigón, y es necesario taponar el agujero del cono.

- En cuanto a los materiales de constitución de los tableros, como las alturas de hormigonado suelen ser de 2,5 m; la presión del hormigón exige que si la cara encofrante se realiza en tablero contrachapado fenólico, su espesor debe ser de 15 a 20 mm. Si es chapa de acero, puede producirse hasta 4 mm.

- Por medio de unos estabilizadores telescópicos, estos sistemas pueden emplearse como encofrados de paramentos inclinados, ayudándose de consolas y anclajes.

El mayor desarrollo lo han tenido en la ejecución de presas de hormigón.

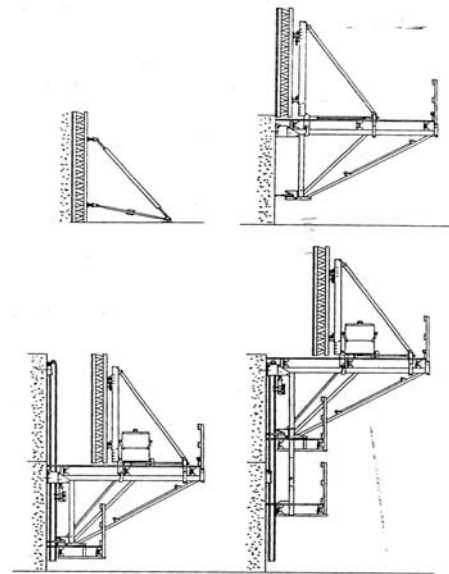


FIGURA 4.4
ENCOFRADO AUTO-TREPANTE

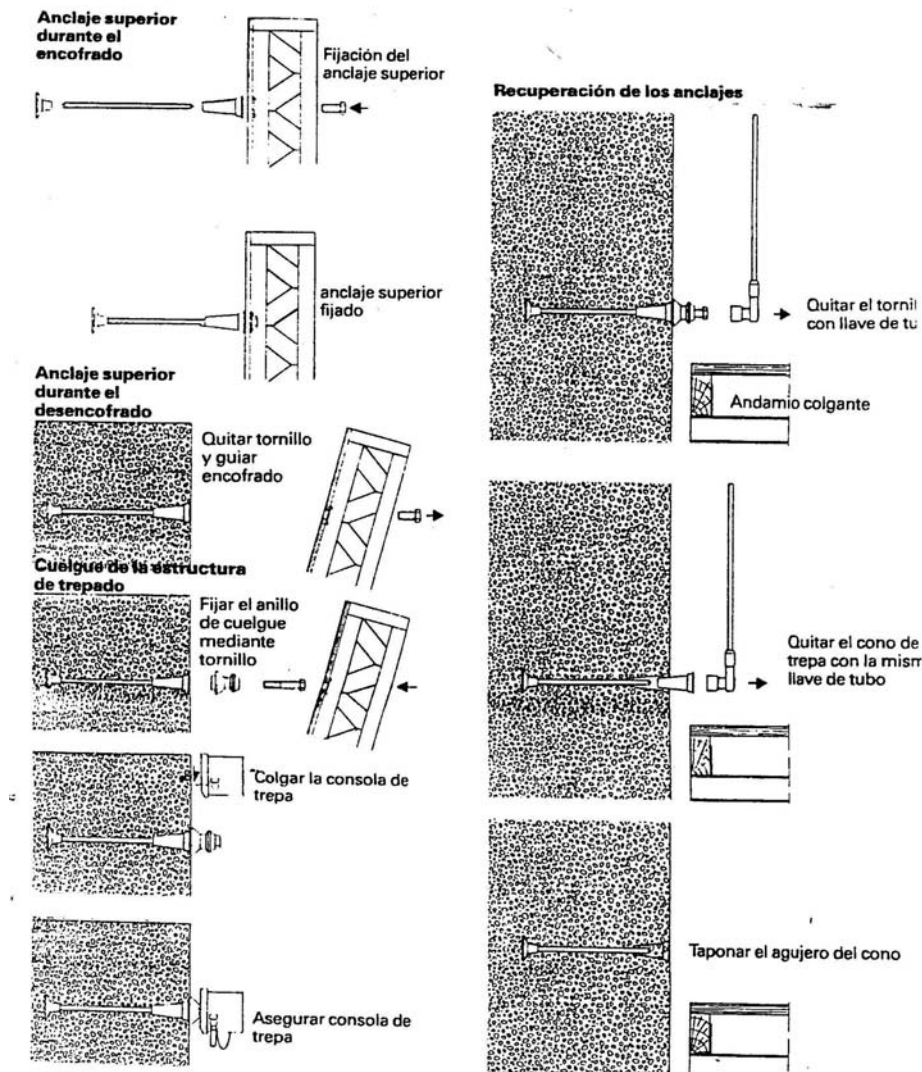


FIGURA 4.5
SECUENCIA DE COLOCACIÓN Y RECUPERACIÓN DE ANCLAJES

SISTEMAS TREPANTES DE ENCOFRADOS ULMA

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PRODUCTO

Cuando un muro tiene una altura que resulta imposible ejecutar de una sola vez, se recurre a los sistemas de trepado. ULMA establece una diferenciación entre dos formas de trepar:

- Aquella en la que con un solo trepado se alcanzaría la cota final del muro, y
- Aquella donde se necesitarían realizar dos o más trepados para lograr el mismo fin.

En el primer caso, únicamente se necesita, además de la plataforma de trabajo, un sistema que sirva de apoyo del encofrado. Para ello se utiliza la Consola de trepado sencilla.

En el segundo caso, se busca un sistema que permita mover encofrado y plataforma de una sola vez y que ofrezca una mayor agilidad durante los movimientos de los conjuntos entre fases sucesivas. La consola fija CF-170 y la consola móvil CM-220 son las piezas básicas de este sistema.

Ambos sistemas comparten accesorios comunes, tales como:

- Sistema de cono y encaje.
- Sistema de plataforma de recuperación de conos.
- Sistema de tirante para viento.
- Elementos de arriostamiento.
- Elementos de conexión encofrado y consola.
- Elementos de seguridad.
- Elementos de generación de plataformas

CONSOLA FIJA CF-170

La función principal de la consola fija CF-170 es servir de base para la generación de la plataforma de trabajo, además de funcionar como soporte para los elementos de conexión de los paneles de encofrado, es decir, las velas verticales.

Se coloca directamente sobre el muro ya fraguado por medio de encajes. Permite un pequeño retranqueo necesario para liberar el panel de encofrar en el desencofrado.

CONSOLA MÓVIL CM-220

Cumple la misma función que el modelo de consola CF-170.

Con la consola móvil CM-220 el panel de encofrar se puede retranquear unos 70 cm para crear un pasillo entre panel y muro donde poder trabajar mientras se colocan los hierros y demás accesorios necesarios para la siguiente fase.

CONSOLA 2000

Cumple la misma función que los modelos anteriores. Es la pieza fundamental del encofrado trepante.



Con la Consola 2000 podemos resolver el hormigonado en altura, y su aplicación principal son:

- Presas
- Pilas de puentes
- Grandes muros
- Estructuras de gran altura

CONSOLA CR-250

El sistema de encofrado trepante con consola CR-250 se emplea principalmente para el hormigonado a dos caras (pilas, muros, etc.) y está basado en el apoyo sobre conos de anclaje, que se dejan embebidos en el hormigón de la fase anterior.



SISTEMA AUTOTREPANTE

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PRODUCTO

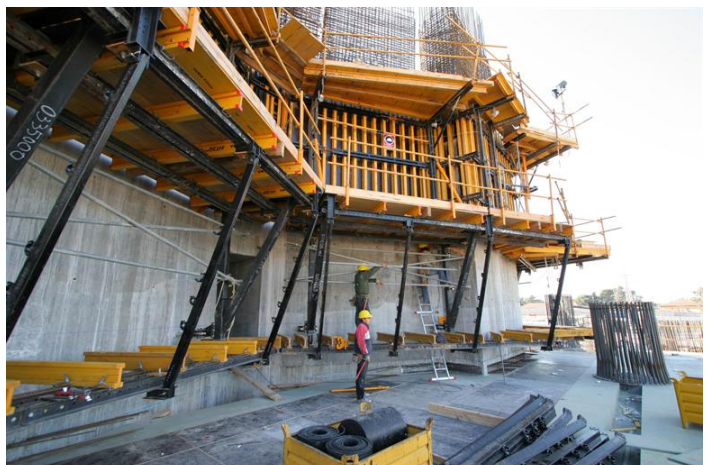
Cuando un muro tiene una altura que resulta imposible ejecutar de una sola vez, se recurre a los sistemas de trepado.

El Sistema Autotrepante consiste básicamente en un sistema de trepa convencional al que se le añaden soluciones mecánicas e hidráulicas para conseguir que la elevación de todo el conjunto se realice sin necesidad de grúa. La elevación de la estructura se realiza mediante la sucesiva elevación de mástil y encofrado a lo largo del muro a ejecutar. Cada consola lleva su propio cilindro hidráulico que es el encargado de elevar tanto el mástil como la consola.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Las principales características que aporta el sistema autotrepante de ULMA son:

- Eliminación de la necesidad de grúa para la manipulación del sistema autotrepante.
- El sistema se puede elevar incluso en condiciones meteorológicas adversas.
- Seguridad en la elevación y manipulación a grandes alturas.
- Estructura calculada con hipótesis de viento realizadas según DIN 1055 para alturas mayores de 100 m.
- Fuerza de trabajo de cilindro hidráulico: 10 ton = 100 kN.



- Plataformas de trabajo amplias y totalmente protegidas.
- Posibilidad de adaptarse a complejas geometrías de muro.

5.12.-ENCOFRADOS DESLIZANTES

- En este caso el encofrado se desliza sobre el hormigón fraguado y no se producen juntas de hormigonado.

a) De deslizamiento horizontal

Son encofrados que permiten el hormigonado de elementos de eje horizontal o ligeramente inclinado.

Su mecanismo telescópico permite plegarlo con facilidad.

b) Verticales

Permiten la realización de un hormigonado continuo en muros de gran altura y caras paralelas.

Sube progresivamente e implica la realización conjunta de las operaciones de colocación de armaduras y el vertido seguido del hormigón, por capas de 25 cm.

No hay anclajes o pernos que atraviesen el hormigón para aguantar el encofrado, ya que se apoya por un tubo o barra lisa colocado verticalmente, en la parte del hormigón ya fraguado.

La elevación del sistema se efectúa por medio de gatos hidráulicos o neumáticos, fijados al bastidor, a distancias de entre 1,8 y 2,4 m. El gato, al girar, arrastra al bastidor verticalmente. La barra lisa de acero queda embebida en el hormigón, para que al aplicar presión, el tubo arrastre al marco. Los gatos se conectan a la misma bomba de presión.

Consta de tableros, de altura entre 1 y 1,5 m. y un marco y dos montantes que separan los tableros.

La velocidad de ascensión varía entre los 5 y los 30 cm, en función del tipo de cemento, temperatura ambiente, etc., lo que supone ejecutar etapas de entre 2 y 5 m. diarios.

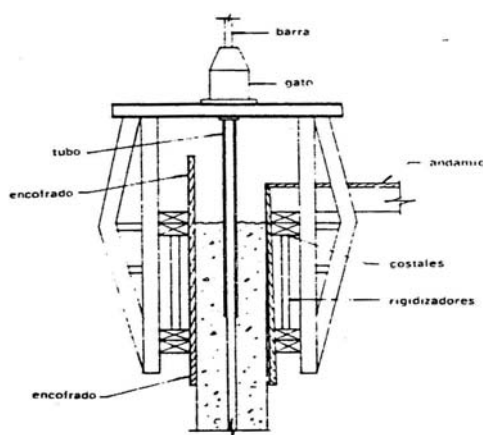


FIGURA 4.8
SISTEMA ACENDENTE

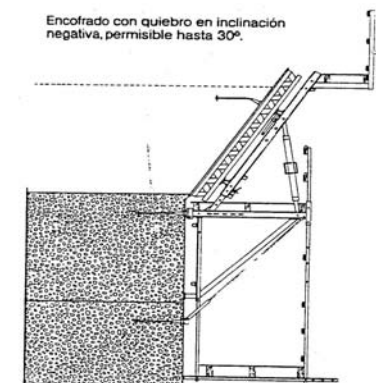
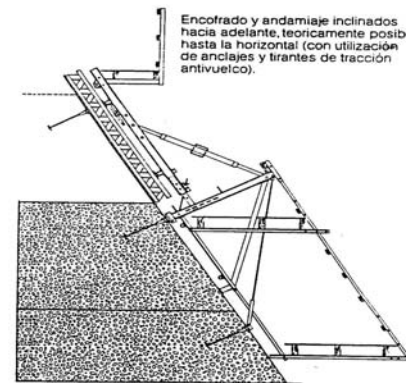


FIGURA 4.6
DISPOSITIVO PARA PARAMENTOS INCLINADOS

El sistema de inmovilización de tableros no puede contar con el arriostramiento interno de codales y tirantes, por movilidad. Por lo que se garantiza con sofisticados sistemas que encarecen el encofrado.

La puesta en obra del hormigón debe ejecutarse sin interrupción. Por lo que el proceso de trabajo debe programarse para las 24 horas. El problema es asegurar la progresión por igual en todo el perímetro. Para ello, los gatos tienen que estar perfectamente sincronizados y mandados por un solo grupo hidráulico.

Aunque la verdadera dificultad de este encofrado es la necesidad de una

mano de obra cualificada.

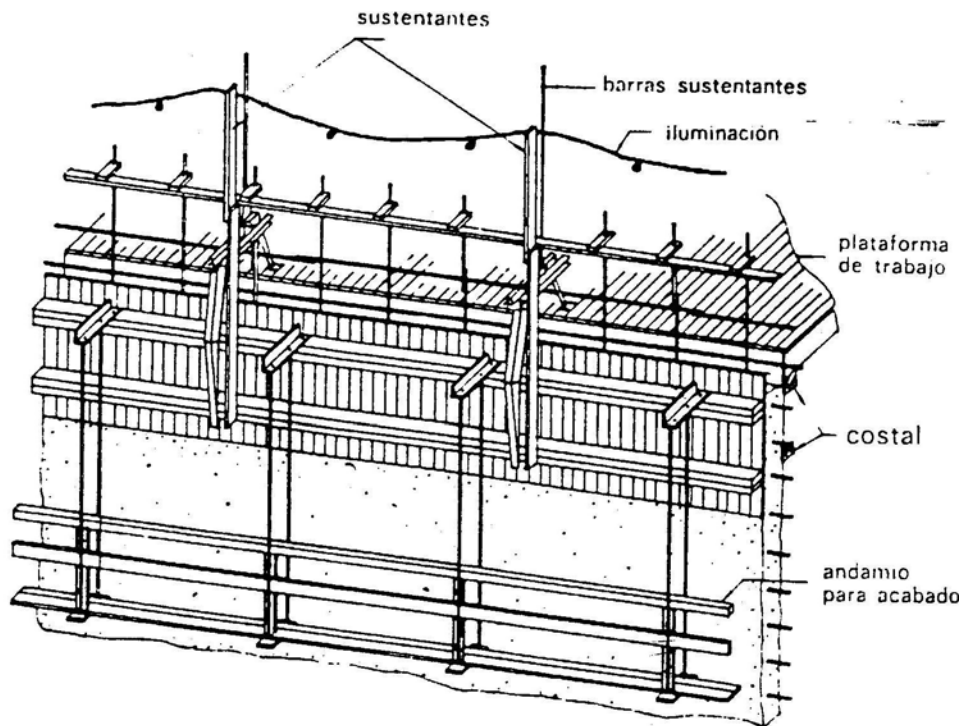


FIGURA 4.9
ENCOFRADO DESLIZANTE VERTICAL

5.13.- ENCOFRADOS CON MESAS Y BANCHES

a) Mesas encofrantes

Se denomina así a los encofrados de losas de forjado compuestos por una estructura metálica, un tablero o bandeja y patas con ruedas orientables, que en número de 4 o 6, soportan el conjunto.

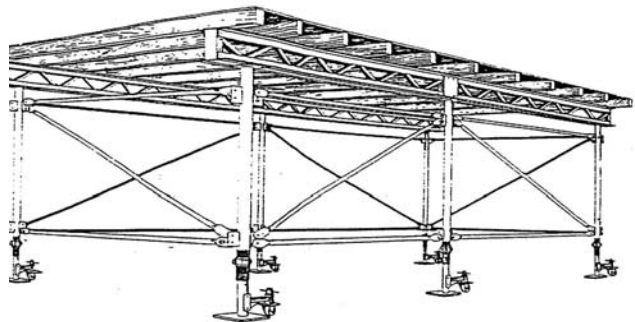


FIGURA 4.10
MESA ENCOFRANTE.

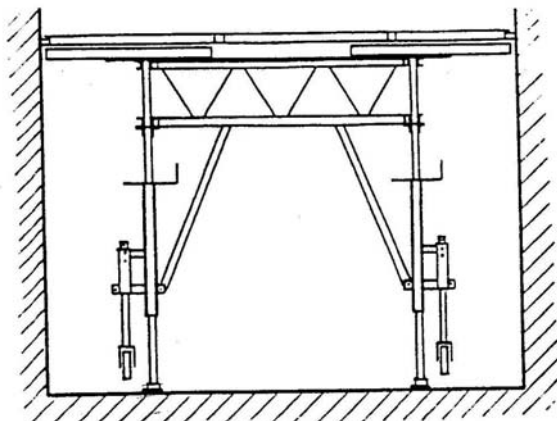


FIGURA 4.11
POSICIÓN DE LA MESA PARA EL ENCOFRADO

Están diseñados para la ejecución de forjados planos y losas, reduciendo el empleo de mano de obra especializada. Su estructura soporta y da rigidez a la superficie del encofrado, a la vez que sirve de andamio. Su montaje es sencillo y el desencofrado rápido al contar con sopandas entre las hileras de las mesas que soportan cada vano.

Su difusión en edificación no es tan elevada como en obras públicas, por su coste y mantenimiento.

TIPO DE APUNTALAMIENTO	TIEMPO m2 / Hombre
Vertical con puntales de madera	3 a 4 horas
Vertical con puntales telescópicos	1,5 a 3 horas
Con puntales regulables arriostrados	0,5 a 1 horas
Con mesas encofrantes	10 a 15 minutos

El peso de estos equipos oscila entre los 500 y 600 kg, lo que permite que sean manejados por grúas corrientes.

El mayor inconveniente es que sólo pueden ser utilizadas en estructuras de carga transversales.

Debido a su peso, deben ser movidas lentamente, evitando golpes contra la estructura.

Las mesas van provistas en su parte superior de argollas de enganche para su movimiento.

Para el desencofrado y su forma de transporte existen dos formas de operar según los elementos de elevación utilizados.

b) Banches

Son encofrados de muros para una sola cara, con paneles de 2,60 m de altura y longitudes de hasta 8 m.

La cara del encofrado es lisa y la otra lleva patas y plataforma de trabajo para las tareas de hormigonado.

Actualmente se emplean conjuntamente con las mesas para el encofrado de superficies horizontales y verticales, por lo que puede sustituir al encofrado túnel. Puede considerarse como un procedimiento de construcción con la ventaja de presentar mayor sencillez de montaje y gran elasticidad, pudiendo ejecutarse de forma rápida, estructuras de muros autoportantes y forjados planos en poco tiempo.

En la primera fase se encofran los muros laterales del primer módulo, por medio de encofrados de muros a dos caras. En la segunda, se encofran los pisos del primer módulo, con mesas encofrantes, a la vez que se continua con el encofrado de tabiques portantes del segundo módulo.

En las fases sucesivas se encofran conjuntamente los tabiques y muros portantes del primer módulo, pero ya en la segunda planta, a la vez que las mesas se encofran los forjados del segundo módulo de la primera planta. Con esto se consigue que los banches se anclen en hormigón con un punto de endurecimiento elevado, para obtener la resistencia precisa en el anclaje.

Una de las mayores ventajas es que una vez que se han confeccionado los elementos principales no es necesario volver a modificarlos durante toda la obra. Al estar provistas las mesas de mesas para su traslado y poder desplazarlos por medio de grúa en una sola pieza.

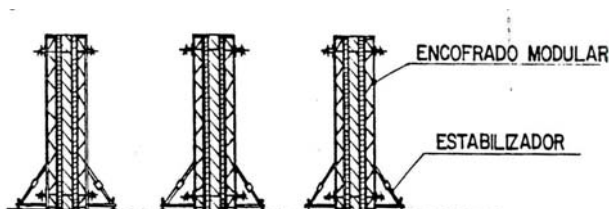
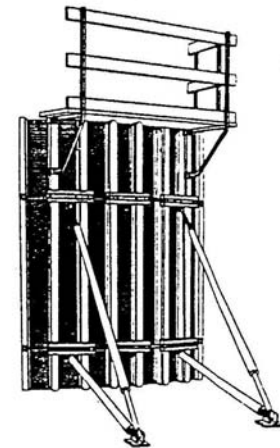


FIGURA 4.15.A
1ª FASE: ENCOFRADO DE TABIQUES LATERALES (MÓDULO 1º PISO)

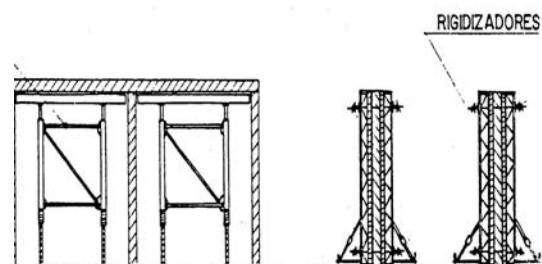


FIGURA 4.15.B
2ª FASE:
a) ENCOFRADO DE FORJADOS DEL PRIMER MÓDULO
b) ENCOFRADO DE TABIQUES PORTANTES DEL SEGUNDO MÓDULO

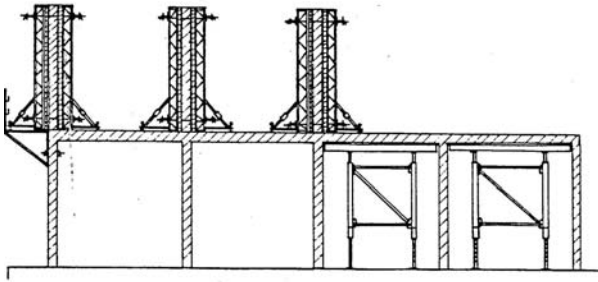


FIGURA 4.13.C
3ª FASE:
a) ENCOFRADO DE TABIQUES PORTANTES DEL PRIMER MÓDULO (2º PLANTA)
b) ENCOFRADO DE FORJADOS DEL SEGUNDO MÓDULO (1º PISO)

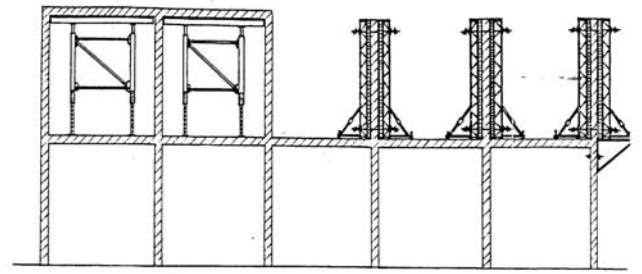


FIGURA 4.13.D
4ª FASE:
a) ENCOFRADO DE FORJADOS DEL PRIMER MÓDULO (2º PISO)
b) ENCOFRADO DE TABIQUES PORTANTES DEL SEGUNDO MÓDULO (2º PISO)

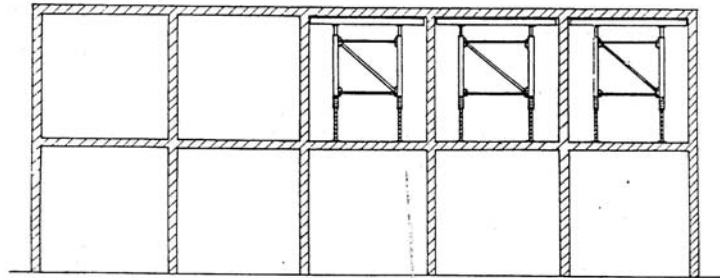


FIGURA 4.13.E
5ª FASE:
a) ENCOFRADO DE TABIQUES PORTANTES DEL SEGUNDO MÓDULO (2º PISO)

ENCOFRADO MESA VR DE ULMA

La Mesa VR se puede utilizar premontada o no, en función del tipo de obra y tiempo de uso, adoptándose la solución más rentable a cada proyecto.

Los módulos premontados estándar son de 5x2,5 m y 4x2,5 m, que cubren una superficie total de 12,50 m² y 10 m², respectivamente.

Los elementos principales de este sistema son:

- Cabezal VR
- Viga de madera
- Tablero

La separación entre vigas y la capacidad de carga del puntal a utilizar en cada obra, son optimizadas según el espesor de la losa a encofrar.

Los puntales óptimos para ser usados con este tipo de encofrado son los EP, cuya gama nos permite elegir el más adecuado a cada ocasión.



Módulo mesa VR



Tablero mesa VR

5.14.-ENCOFRADOS TÚNEL

- Los encofrados tipo túnel son moldes diseñados para realizar estructuras formadas por muros de carga y losas de forjado, de manera que se puedan hormigonar simultáneamente.

- Están constituidos por un sistema en U invertida o dos diedros que forman un conjunto rígido. Para cerrar el encofrado se usan paneles sencillos o banches, que se unen al encofrado túnel mediante pernos pasantes roscados.

- En general, todos pueden apuntar a dos tipologías:

a) **Con paneles independientes.** En este sistema los diedros se montan y desmontan para formar el túnel. Su estabilidad se asegura por un soporte articulado especial.

b) **Con diedros unidos mediante una pieza móvil o clave.** El conjunto forma así un monobloque y el montaje y desmontaje se hace por piezas completas.

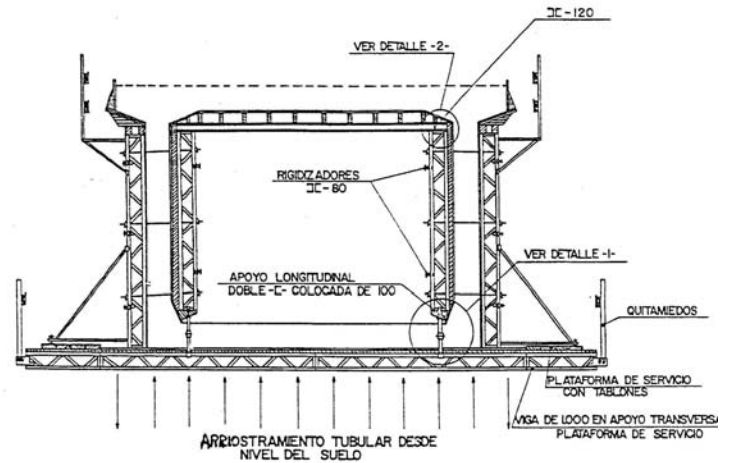


FIGURA 4.16
SISTEMA DE ENCOFRADOS TÚNEL PARA HORMIGONAR EN SECCIÓN COMPLETA.

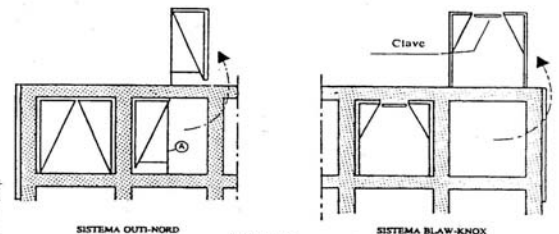


FIGURA 4.17
ENCOFRADOS TÚNEL.

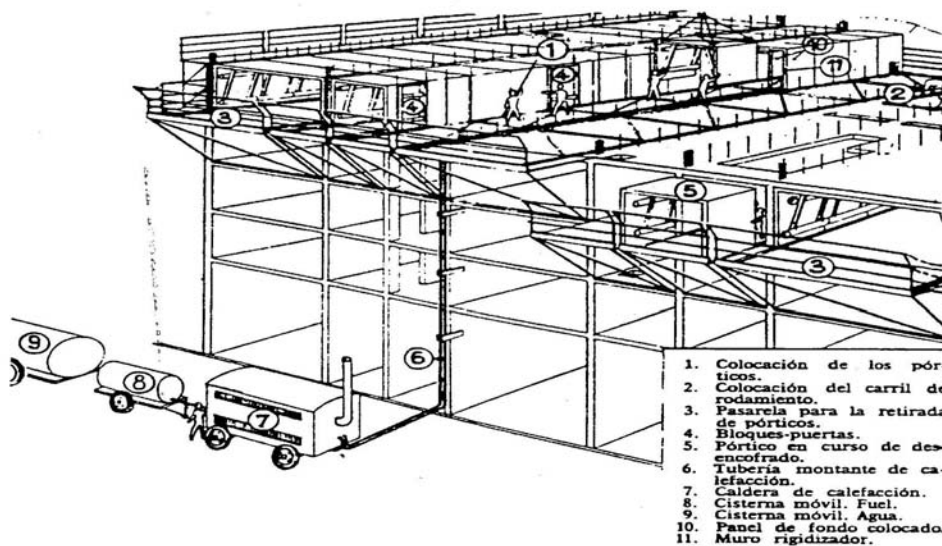
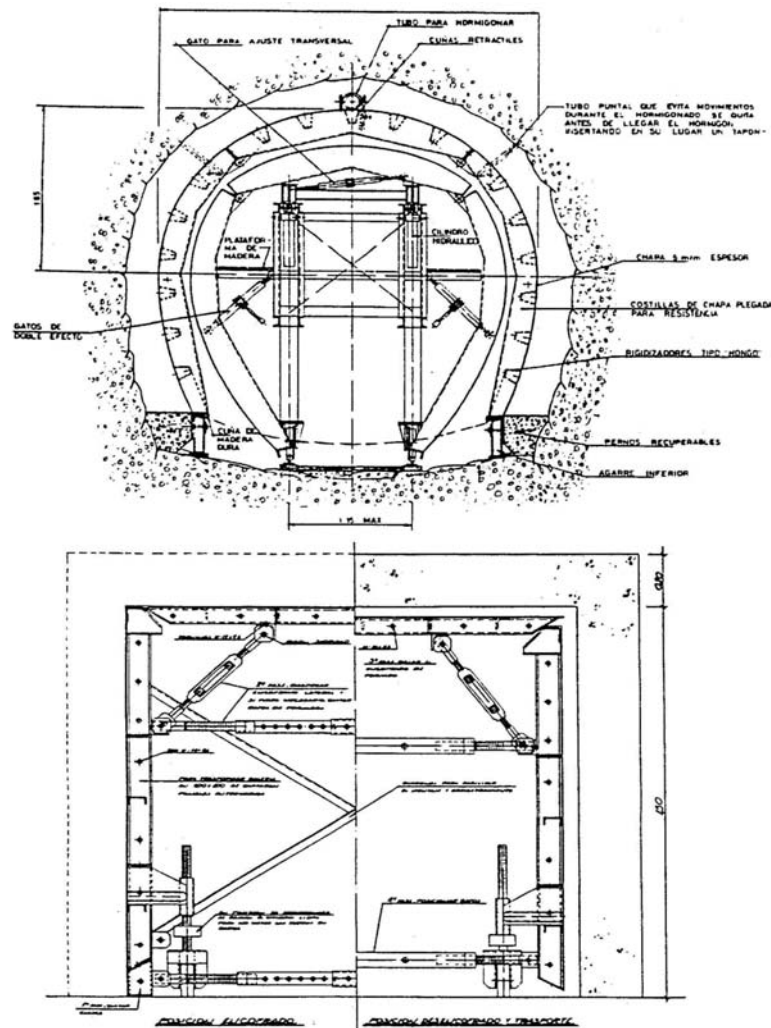


FIGURA 4.18
PROCESO DE CONSTRUCCIÓN CON SISTEMAS DE ENCOFRADOS TÚNEL.

- En la actualidad, sin embargo, estos sistemas han caído en desuso frente a las mesas y banches. Ya que presentan un mayor peso de sus elementos y una menor versatilidad para adaptarse a los distintos tipos de edificios.

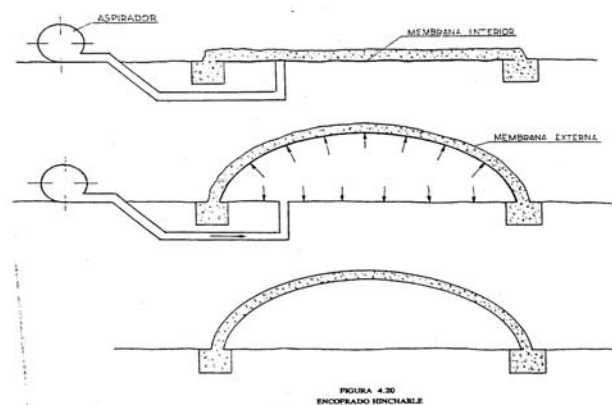


5.15.- ENCOFRADOS HINCHABLES

- Son moldes realizados con material flexible y fuerte e impermeabilizado por el exterior y con formas variadas pero generalmente cerradas, estancos al aire y con válvulas para el hinchado y vaciado.

- El proceso de uso consiste en situar el encofrado en el emplazamiento definitivo, inflarlo y posteriormente se procede a las tareas previas de obtención de cualquier elemento hormigonado. Una vez vibrado, se procede al desinflado y su extracción para su posterior uso.

- Su uso está más extendido a los siguientes elementos: Conductos de drenaje, tuberías, alcantarillados, canales de regadío, acueductos, canales para instalaciones en muros y forjados, cúpulas, depósitos, etc.



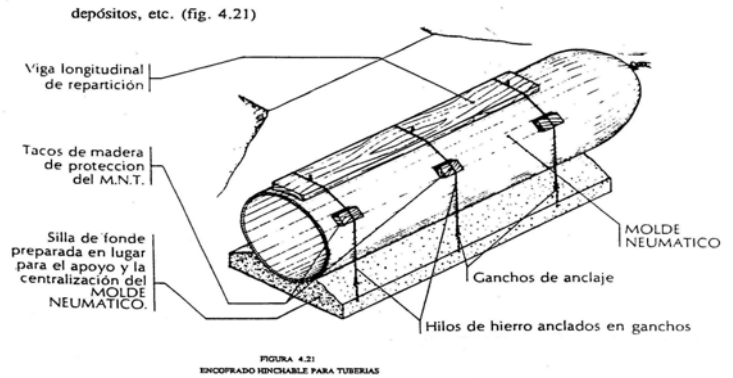
- Como ventajas:
 - Rápida disponibilidad.
 - Buen acabado y pocas juntas de hormigonado.
 - Son económicos.

-Bajo coste de mantenimiento y limpieza.

-No precisa mano de obra especializada.

-Resistente a esfuerzos de tracción y compresión.

-Poco peso, fácil reparación y poco coste de transporte.



- Su mayor desventaja es la limitación del empuje del hormigón fresco, lo que limita el espesor de las paredes de los elementos a encofrar.

5.16.-CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LA EJECUCION DE LOS ENCOFRADOS.

5.16.- CONSIDERACIONES PREVIAS.

-Los encofrados deben tener una resistencia y estabilidad suficiente para soportar las cargas y los esfuerzos a los que se verán sometidos, es necesario decir que estos esfuerzos no son solo los dinámicos debidos a las acciones importantes, sino que existen otros tipos de esfuerzos como pueden ser el vertido del hormigón, la circulación del personal y otros, que son los que nos obligan a que estén perfectamente arriostrados y apuntalados.

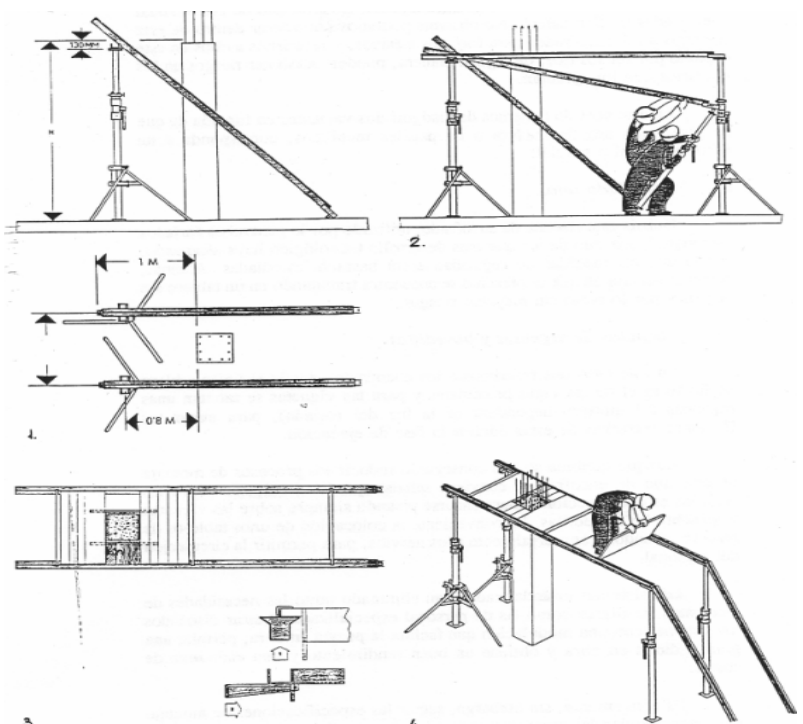
-Los trabajos de descimbrados y desencofrados también se llevaran a cabo con el máximo cuidado, ya que son muy susceptibles de provocar accidentes si se realizan de manera prematura. Se tendrá especial cuidado en las zonas recientemente desencofradas y descimbradas, para cargarlas con acopios de materiales o maquinaria que puedan provocar grandes esfuerzos.

5.17- ENCOFRADOS TRADICIONALES.

-En este tipo de encofrados debemos distinguir dos tipos de variantes en función de su base, bien sea de madera o de paneles metálicos, corresponda a un encofrado total o uno parcial:

a) Entablado total.

-Este es utilizado por lo general en forjados sin vigas, al ser uno de los mas desarrollados las medidas de seguridad están bastante estudiadas. En este tipo de encofrados el personal se encuentra trabajando en todo momento sobre un tablero sin huecos, con lo que el riesgo es menor.



b) Forjados de viguetas y bovedillas.

-Nos estamos refiriendo a los encofrados donde el único tablero es el de las vigas principales y que para las viguetas se montan unas sopandas, para evitar la flexión de estas durante la ejecución.

-Conviene señalar que la circulación sobre los forjados en construcción deberá hacerse siempre sobre las viguetas y no sobre las bovedillas.

-Para evitar riesgos innecesarios seguiremos las especificaciones de montaje que recomiendan las casas que comercializan este tipo de forjados.

-Las normas de seguridad recomiendan el arriostramiento de los puntales (incluso en las dos direcciones). Al utilizar puntales telescópicos por su gran resistencia, estos comienzan a presentar problemas para los casos donde se superan los 4,00 m. y se presenta el peligro de pandeo al ser difícil su arriostramiento.

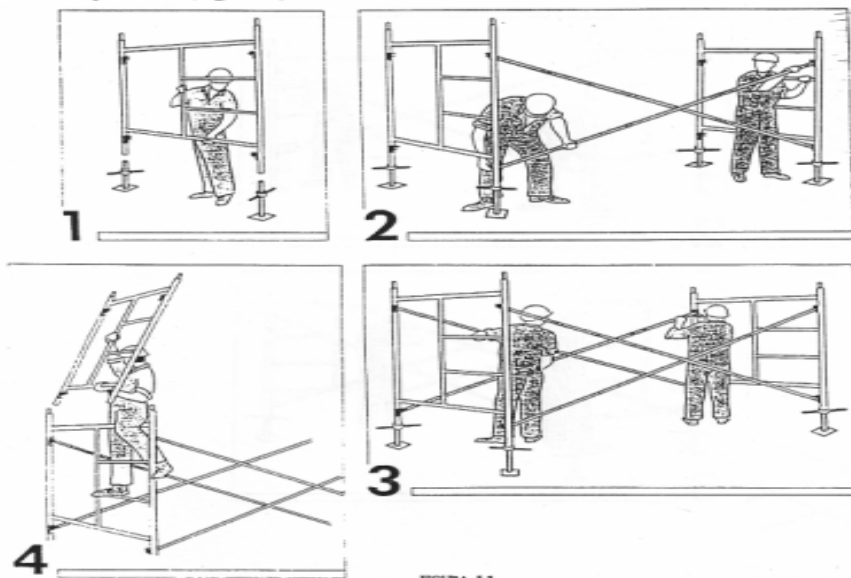


FIGURA 5.1
ESTRUCTURA ARRIESTRADA PARA ENCOFRADOS

c) Encofrados con casetones recuperables.

-Una variante del caso (a) es el encofrado total de forjados, pro en vez e utilizar como en aquel tablero de fondo en toda la superficie, este emplea "casetones recuperables". La diferencia en cuanto a seguridad reside en que aunque los casetones resisten el peso de los operarios, representan una dificultad en cuanto a la circulación durante el proceso de puesta en obra de las armaduras y durante los trabajos de hormigonado.

-Una de las ventajas de estos sistemas de encofrados es que el tipo de desencofrado es mas corto, ya que se pueden retirar los casetones y las vigas metálicas o camones sin aflojar los puntales.

5.18.-ENCOFRADOS INDUSTRIALIZADOS.

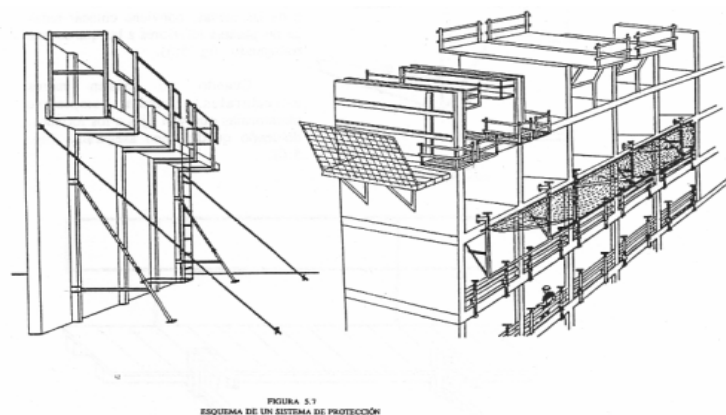
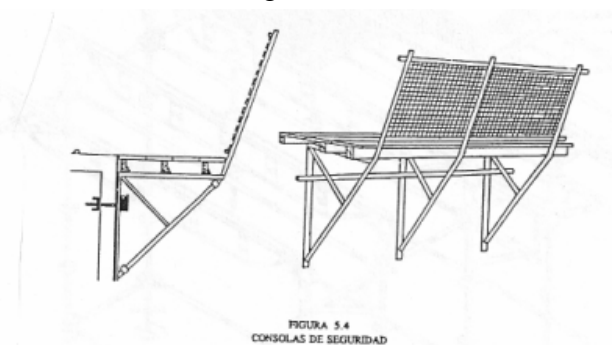
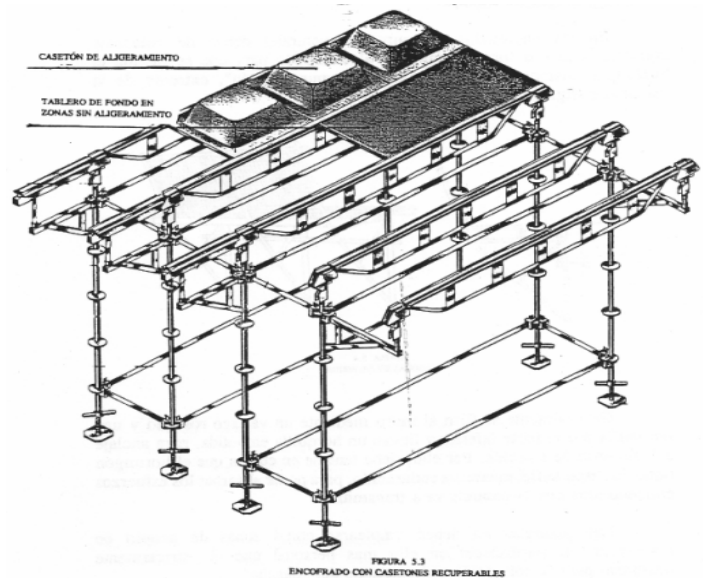
-La consideración de las normas de seguridad y control de calidad son los objetivos de las casas suministradoras, no solo en los procesos de fabricación si no en los de puesta en obra. De entre todos ellos vamos a destacar los más significativos.

5.18.1.- Pasarelas de trabajo.

-En los encofrados de muros estructuras deben colocarse consolas, con una longitud superior a la del encofrado para que se facilite el acceso al mismo, que se coloca en el muro "piñón", extremo de la estructura.

-Normalmente se fijan al muro mediante un vástago roscado y una palomilla por la parte inferior y llevan una orquilla embutida, para anclaje del cinturón de sujeción, debemos tener en cuenta que el hormigón este suficientemente endurecido, para absorber los esfuerzos que la pasarela va a transmitir.

-En las pasarelas no deben acopiarse materiales, ni tampoco permanecer en ella más personal del necesario.



5.18.2.- Movimiento de los encofrados.

-En los sistemas de encofrados se requieren por lo general, el uso de medios de elevación, ya que en su uso sin desmontaje esta la ventajas de su rendimiento.

- En lo que respecta a las "mesa", para el desencofrar, existen dos formas de proceder:
 - Por suspensión de juego de eslingas.
 - Por medio de paloniers.

a) Suspensión por eslingas.

-Las mesa llevan unas barandillas de protección que se colocan para realizar los trabajos de encofrados, al quedar en vacío, la primera operación consiste en abatir la que esta situada en la parte opuesta a la zona por donde se sacara la mesa.

-Posteriormente debe actuarse sobre el volante de descenso hasta que la mesa apoye en sus ruedas.

-Con la mitad de la mesa fuera del forjado, se engancha el primer juego de eslingas. Con la ayuda de la grúa se extrae la mesa hasta liberar el segundo punto del enganche y se procede a colocar, desde el forjado y nunca desde la propia mesa, el segundo juego de eslingas.

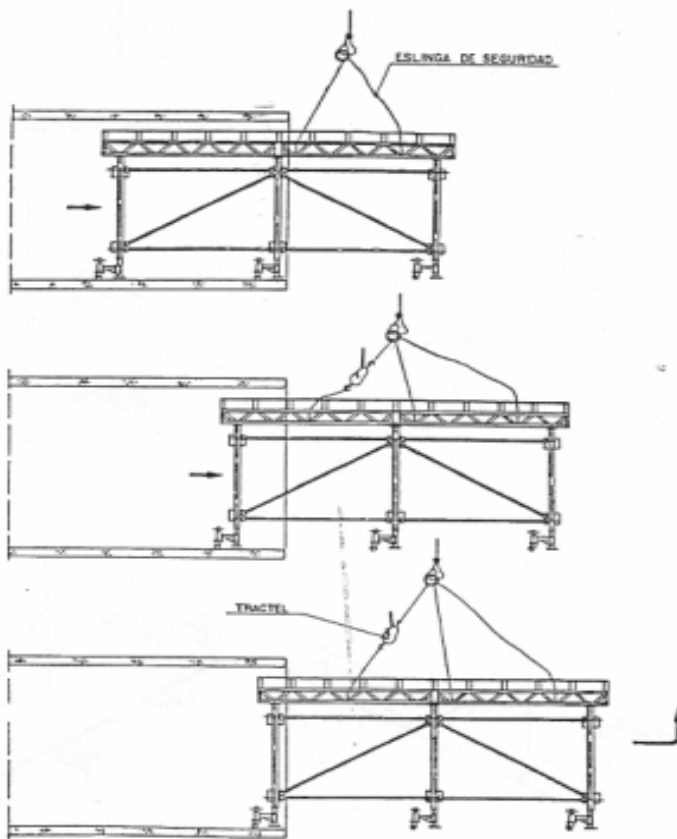


FIGURA 5.8
EXTRACCIÓN DE LA MESA MEDIANTE ESLINGAS

b) Por suspensión mediante "palonier".

-El sistema de "palonier" es útil para el movimiento de este tipo d encofrados, por su mejor adaptación y porque evita las actividades del operario sobre la "mesa" en voladizo sobre el forjado.

-La primera operación es actuar sobre los usillos de las patas de la mesa para poder bajarla, despegándola del forjado y dejándola suelta.

-El "palonier", suspendido por la grúa, se aproxima a la estructura y se engancha en esta en el lugar provisto para ello.

-La mesa, suspendida, se saca

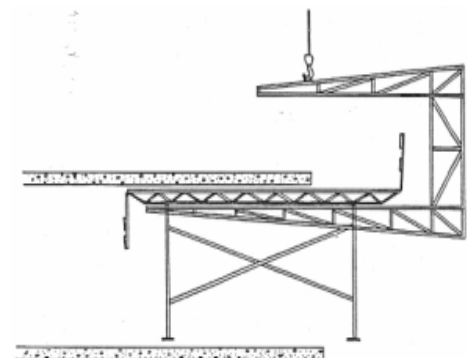


FIGURA 5.11
EXTRACCIÓN DE LA MESA MEDIANTE "PALONIER"

de su emplazamiento y se traslada a su nueva posición.

5.19.- Consideraciones finales.

- Los riesgos principales que deben evitarse son:
 - Caída de tableros de encofrados, por golpes, utilización de medios inadecuados para sus soportes, etc.
 - Caída de los operarios por la parte superior de los encofrados.
 - Para evitarlos tendremos en cuenta una serie de normas:
 - Prever un sistema de estabilización de los tableros para su transporte.
 - Utilización del medio más adecuado para su transporte y elevación, así como estudiar los sistemas de enganche.
 - Disponer plataformas de trabajo que ofrezcan seguridad al operario durante el hormigonado.

5.20.-CONTROL DEL ENCOFRADO EN LA OBRA.

5.20.- INTRODUCCION

-Las actividades de control no comienzan en realidad en la fase de ejecución ya que deben extenderse al conjunto de materiales que componen el encofrado y a las actividades que se desarrollan antes, durante y después de la ejecución del elemento estructural a encofrar.

5.21.- ENCOFRADOS PARA PILARES

-Estos controles serán de aplicación a la construcción de moldes realizados mediante entablados de madera contrachapada o tablas, costillas, marcos, apuntalamientos, etc. Para conformar “in situ” un pilar de hormigón de directrices rectas y sección constante.

a) Control de la ejecución

a1) Control previo

-Lo primero será comprobar que han sido superados los controles de los pisos y forjados que queden por debajo de la planta donde se construye el encofrado y la resistencia alcanzada por la estructura.

a.2) Control del proceso

-Se comprobara que la ejecución se realiza de acuerdo con la siguiente metodología:

-Limpieza y preparación de las armaduras de la superficie de apoyo del pilar.

-Replanteo de la sección del pilar, determinado previamente su centro en la superficie de apoyo.

-Presentación y pintado con productos desencofrante de los tableros costeros.

-Clavado de los listones cuadradillos en la cara exterior de por lo menos dos tableros opuestos.

-Colocación y aplomado de los sucesivos tableros durante el montaje del encofrado y fijación final mediante, al menos, dos tornapuntas por tablero.

-Cierre de los marcos y bridas mediante pasadores, tirantes, tablas, etc. que aseguren su indeformabilidad.

-Situación y ajuste de dispositivos de atirantado o separadores en pilares de grandes dimensiones o secciones complejas.

-Disposición de aberturas provisionales en la parte inferior del encofrado para facilitar la limpieza del fondo y/o el hormigonado en pilares de gran altura.

-Humectación por riego de los encofrados de madera para evitar la absorción del agua contenida en el hormigón.

a.3) Control del elemento

-Las condiciones de estabilidad, indeformabilidad y estanqueidad son consideradas básicas para el control.

-Se realizaran las siguientes operaciones:

-En cuanto a la situación del elemento: el replanteo, y las distancias relativas a otros elementos estructurales.

-En forma y dimensiones: la comprobación de que se cumplen las dimensiones del elemento a encofrar, planeidad de las caras y verticalidad.

-En relación con la calidad del elemento resultante: la posibilidad de deformación del encofrado, el estado de las superficies en contacto con el hormigón, la estanqueidad, etc.

-También serán objeto de control los distintos elementos que conforman el encofrado (marcos, bridas, jabalcones, etc.).

5.22.- ENCOFRADOS PARA VIGAS

-Estos controles pueden hacerse extensibles a los encofrados realizados en obra a base de un entablado de fondo de costeros de madera contrachapada o de tablas de madera, soportados por apeos, destinados al vertido del hormigón.

a) Control de ejecución

a.1) Control previo

-Se comprobara que han sido superados los controles de las estructuras de laceras y pilares sobre los que se sustenten y, en su caso los muros exteriores.

-Deberemos comprobar en cada planta, que el hormigón de los pilares tenga un envejecimiento no menor de tres días.

a.2) Control del proceso

- Se comprobará que la ejecución se realiza de acuerdo con la siguiente metodología:
 - Limpieza y preparación del plano de apoyo del sistema de apeo.

-Fijación de sopandas sobre los puntales mediante bridas y jabalcones clavados en obra.

-Presentación de los tableros de fondo y costeros realizados en taller.

-Izado y distribución de los puntales a intervalos regulares según la longitud de los tableros, apoyados sobre tabla durmiente a través de cuñas.

-Disposición de apoyo de los tableros de fondo sobre las sopandas.

-Colocación de puntales intermedios provistos de las correspondientes sopandas y apoyados también sobre la tabla durmiente.

-Colocación de los tableros laterales libres clavando unos tornapuntas acodalados contra la carrera y una tabla de tope clavado de plano a dicho efecto.

-Reglaje el acuñado de los puntales hasta conseguir la nivelación precisa y ligero clavado, sin llevar a fondo los clavos, de las cuñas al durmiente.

-Situación de sistemas de codales o tirantes en vigas de gran canto.

-Humectación por riego de los encofrados de madera para evitar la absorción del agua contenida en el hormigón.

a.3) Control del elemento

- -Serán objeto de control las siguientes operaciones:

-En cuanto a la situación del elemento: el replanteo, y las distancias relativas a otros elementos estructurales, voladizos, huecos, apoyos, etc.

-En forma y dimensiones: la comprobación de que se cumplan las dimensiones del elemento a encofrar y planeidad de las caras.

-En relación con la calidad del elemento resultante: la posibilidad de deformación del encofrado, el estado de las superficies en contacto con el hormigón, la estanqueidad, etc.

-También serán objeto de control la disposición de los distintos elementos que conforman el encofrado, encuentros con los pilares, y con el encofrado del forjado.

5.23.- ENCOFRADOS PARA FORJADOS

-Las especificaciones deben realizarse en los trabajos de construcción de moldes realizados en obra a base de un entablado horizontal de madera contrachapada o de tablas, costillas y carreras de madera soportado por apeos, andamiajes, etc. para la realización de forjados totalmente formados en obra, de directriz recta y sección constante.

a) Control de ejecución

a.1) Control previo

-Habrá que comprobar antes del inicio de las actividades que se enumeran en el siguiente apartado, que se han superando los controles de los pilares y elementos de apoyo.

-El hormigón de los elementos verticales deberá tener un envejecimiento no menor de tres días.

a.2) Control del proceso

-Se deberá llevar a cabo de acuerdo con la siguiente metodología:

-Limpieza y preparación del plano de apoyo del sistema de apeo.

-Izado y distribución de los puntales a intervalos regulares según la longitud de las carreras o sopandas, apoyadas sobre tabla durmiente a través de cuñas.

-Distribución de las costillas del tablero que van de canto, particularmente de las extremas, aquellas adjuntas a vigas y/o pilares y muros de fábrica.

-Presentación de los tableros de fondo y costeros realizados en taller y aplicación de producto de desencofrado.

-Disposición de apoyo de los tableros de fondo sobre las costillas.

-Colocación de puntales intermedios provistos de las correspondientes sopandas y apoyadas también sobre la tabla durmiente.

-Reglaje del acañado de los puntales una vez clavadas las bridas de los puntales a las sopandas y ligero clavado, sin llevar a fondo los clavos, de las cuñas al durmiente.

-Colocación y arriostramiento de los tableros laterales en los bordes libres del forjado.

-Formación de arriostramiento para evitar el pandeo de los puntales en planos alternativos en ambas direcciones.

-Disposición y fijación en el encofrado de reservas y puntos de anclajes que deben quedar incorporados en el forjado.

-Humectación por riego de los encofrados de madera para evitar la absorción del agua contenida en el hormigón.

a.3) Control del elemento

-Los puntos críticos de control del encofrado de los forjados están en los voladizos, medianeras, huecos, etc. Y en el caso de los forjados sin vigas, los ábacos de los pilares también son uno de esos puntos críticos.

-Será necesaria la verificación de los distintos elementos: puntales, disposición de carreras y sopandas, los tableros de fondo, para vigilar su estanqueidad, el encuentro con los pilares y con las vigas de apoyo.

Bibliografía

- Aguirre de Yraola, F.y Ruano Perez, J.L.: “Encofrados Tunel”
- Dinescu, T, Sandra, A y Radulescu C.: “Los encofrados deslizantes”
- Griñan, Jose: “Encofrados”
- Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña: “Control de calidad en la edificación”.
- Seopan-Ancop: “Manual técnico de prevención de riesgos profesionales en la construcción”(2ª parte)
- Ricouard, M.J: “Encofrados.Cálculo y aplicación en edificación y obras civiles”
- Revista Tectónica.
- Páginas www.iguazurí.com
www.nervometal.com
www.peri.com
www.ulma.com
www.cofresa.com
www.andamios-in.com
www.zubiri.com