

SISTEMA DE SOPORTES

SISTEMA: EJECUCIÓN DE FORJADOS

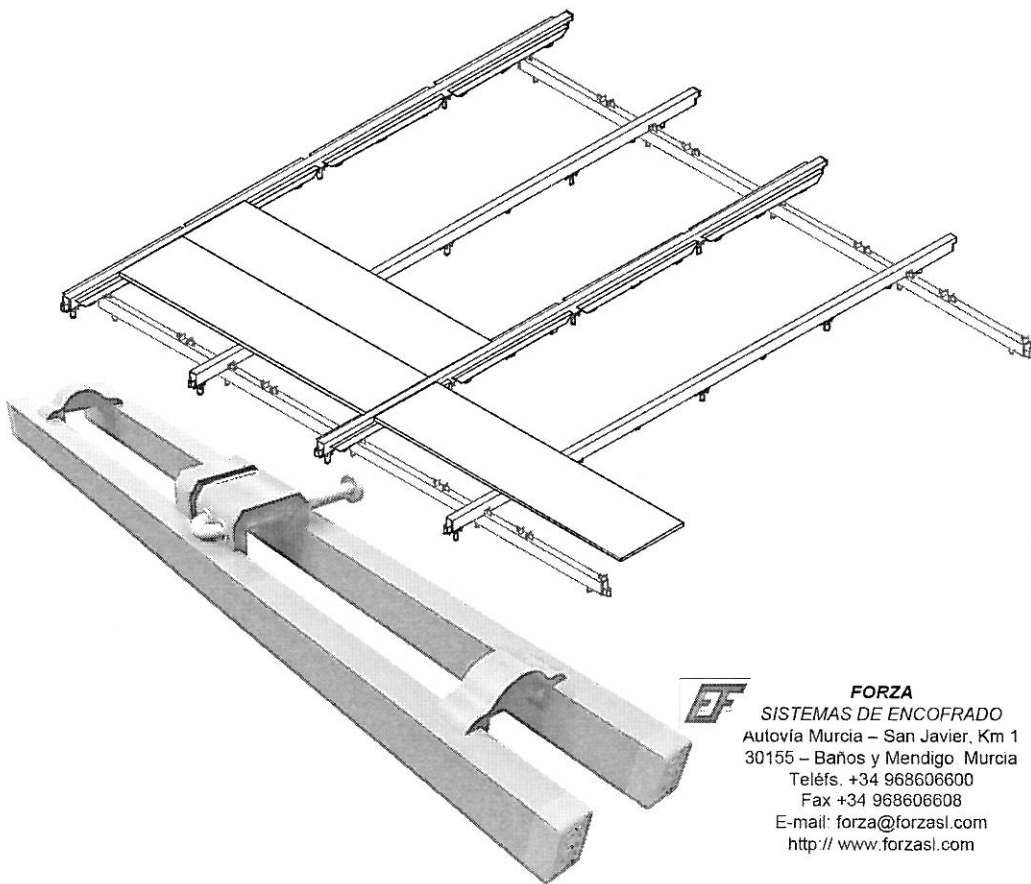
METODO: DESARROLLO Y MONTAJE

TRABAJANDO CON PREVENCIÓN.

ARRIOSTRADO, ESCUADRA, PUNTALES,

REDES, TABLEROS, BARANDILLA.

CALCULO: OPCIONES Y POSIBILIDADES



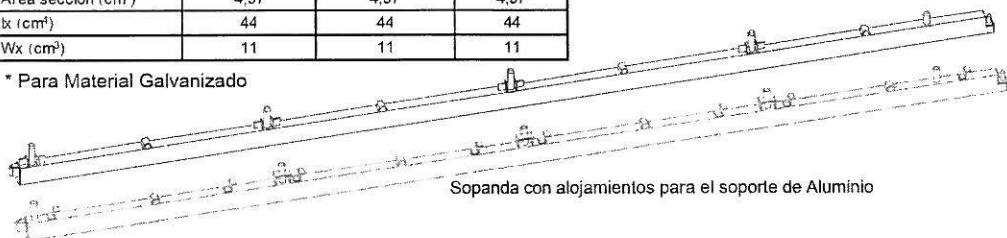
FORZA

SISTEMAS DE ENCOFRADO
Autovía Murcia – San Javier, Km 1
30155 – Baños y Mendigo Murcia
Teléfs. +34 968606600
Fax +34 968606608
E-mail: forza@forzasl.com
[http:// www.forzasl.com](http://www.forzasl.com)

ELEMENTOS DEL SISTEMA SOPORTES. PLANCHADA

Denominación	Sopanda 4m	Sopanda 3m	Sopanda 2m
L (mm)	3 973	2 978	1 984
* Peso Kg	19,070	14,294	9,523
Secc. Tubo	80 x 50 x 2	80 x 50 x 2	80 x 50 x 2
Area sección (cm ²)	4,97	4,97	4,97
bx (cm ²)	44	44	44
Wx (cm ²)	11	11	11

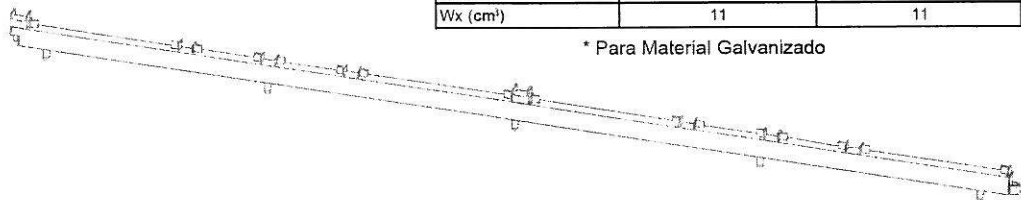
* Para Material Galvanizado



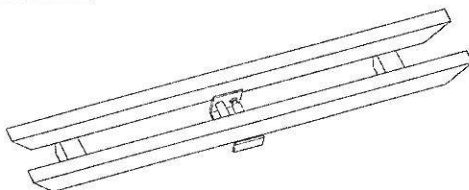
Sopanda con alojamientos para el soporte de Aluminio

Denominación	Guía Portasopanda 4m	Guía Portasopanda 2m
L (mm)	4 045	2 020
* Peso Kg	19,6	9,9
Secc. Tubo	80 x 50 x 2	80 x 50 x 2
Area sección (cm ²)	4,97	4,97
bx (cm ²)	44	44
Wx (cm ²)	11	11

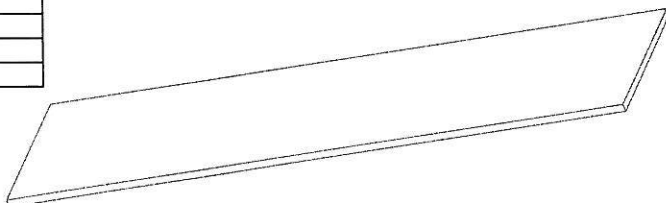
* Para Material Galvanizado



Denominación	Soporte
Peso kg	4,8 Ac - 2,5 Al
Diametro, pasador (mm)	16
Rperc. (ud/m ²)	0,5



Denominación	Tablero 1,97x0,5 m
L (cm)	197
Sup. (m ²)	0,985
Espesor (mm.)	27
Peso (kg.)	16
bx (cm ²)	82
Wx (cm ²)	60,75



**FORZA****ELEMENTOS DEL SISTEMA SOPORTES. CUBETA RECUPERABLE**

SISTEMAS DE ENCOFRADO

Denominación	Sopanda 4m	Sopanda 3m	Sopanda 2m
L (mm)	3.973	2.978	1.984
* Peso Kg	19,070	14,294	9,523
Secc. Tubo	80 x 50 x 2	80 x 50 x 2	80 x 50 x 2
Area sección (cm²)	4,97	4,97	4,97
Ix (cm⁴)	44	44	44
Wx (cm³)	11	11	11

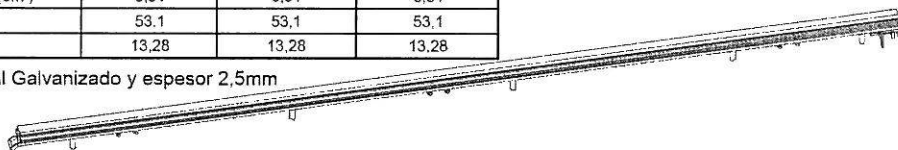
* Para Material Galvanizado



Sopanda con alojamientos para el soporte de Aluminio

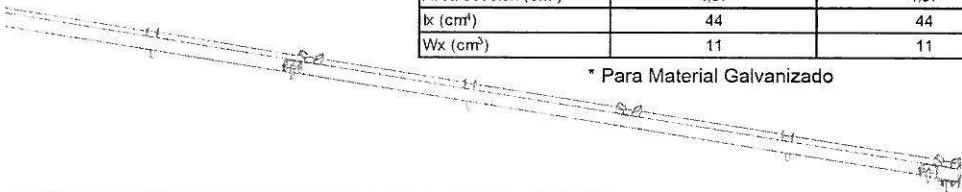
Denominación	Sopanda 4mS2000	Sopanda 3mS2000	Sopanda 2mS2000
L (mm)	4.000	3.000	2.000
* Peso Kg	27	20	13,5
Secc. Tubo	100 x 80 x 2	100 x 80 x 2	100 x 80 x 2
Area sección (cm²)	6,51	6,51	6,51
Ix (cm⁴)	53,1	53,1	53,1
Wx (cm³)	13,28	13,28	13,28

* Para Material Galvanizado y espesor 2,5mm

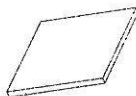
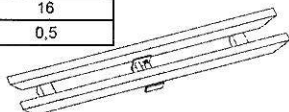


Denominación	Guía Portasopanda Cb. 4,8m	Guía Portasopanda Cb. 2,4m
L (mm)	4797 (l) 5127	1597 (l) 1707
* Peso Kg	23 (l) 24,5	8 (l) 8,4
Secc. Tubo	80 x 50 x 2	80 x 50 x 2
Area sección (cm²)	4,97	4,97
Ix (cm⁴)	44	44
Wx (cm³)	11	11

* Para Material Galvanizado

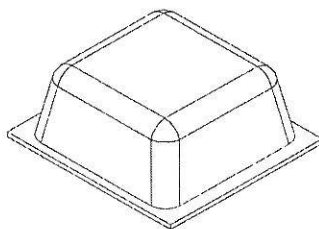


Denominación	Soporte
Peso kg	4.8 Ac - 2.5 Al
Diámetro pasador (mm)	16
Perforación (ud/m2)	0,5



Denominación	Tablero Capitel
L (cm)	745 (l) 800
Sup. (m²)	0.3725 (l) 0.4
Espesor (mm)	27
Peso (kg.)	6 (l) 6,4
Ix (cm⁴)	82
Wx (cm³)	60,75

Denominación	Cubeta canto 25	Cubeta canto 30	Cubeta canto 35	Cubeta canto 40
Peso kg	8,7	9,2	10	11,2
Medidas Nervio 12	745x800	745x800	745x800	745x800
Medidas Nervio 14	765x820	765x820	765x820	765x820
Medidas Nervio 15	775x830	775x830	775x830	775x830
Medidas Nervio 16	785x840	785x840	785x840	785x840
Medidas Nervio 17	798x745	798x745	798x745	798x745
Volumen m3 desalajado	0,098	0,113	0,125	0,134

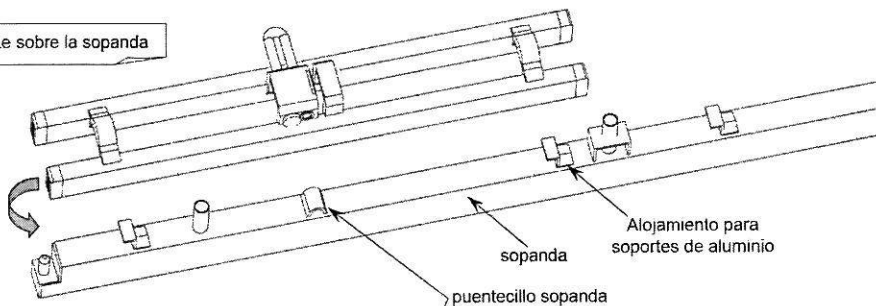


CONSTRUCCIÓN DE FORJADOS: RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

MONTAJE DE SOPORTES EN SOPANDA

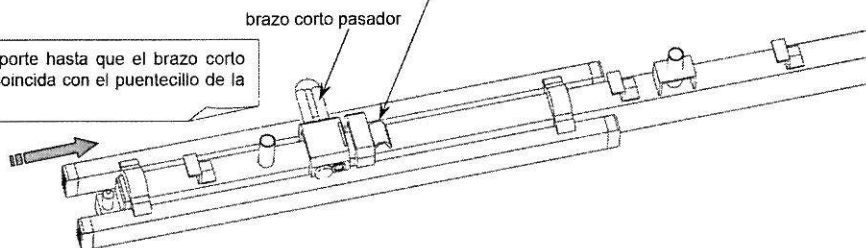
1

Situar soporte sobre la sopanda



2

Desplazar soporte hasta que el brazo corto del pasador coincida con el puentecillo de la sopanda.



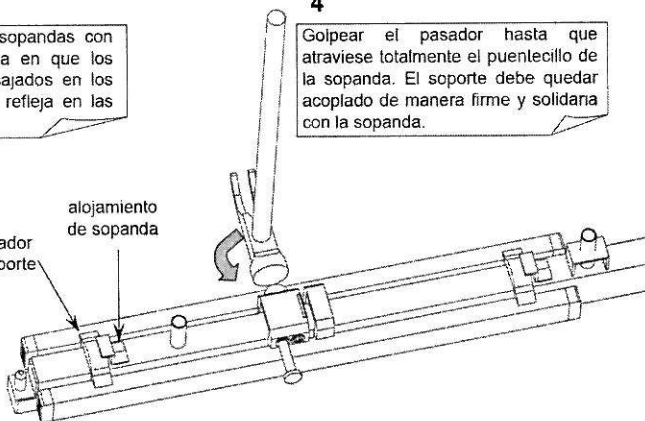
3

En caso de soportes preparados para sopandas con alojamientos, se dispondrán de la forma en que los separadores del soporte se queden encajados en los alojamientos de las sopandas, como se refleja en las ilustraciones

separador del soporte
alojamiento de sopanda

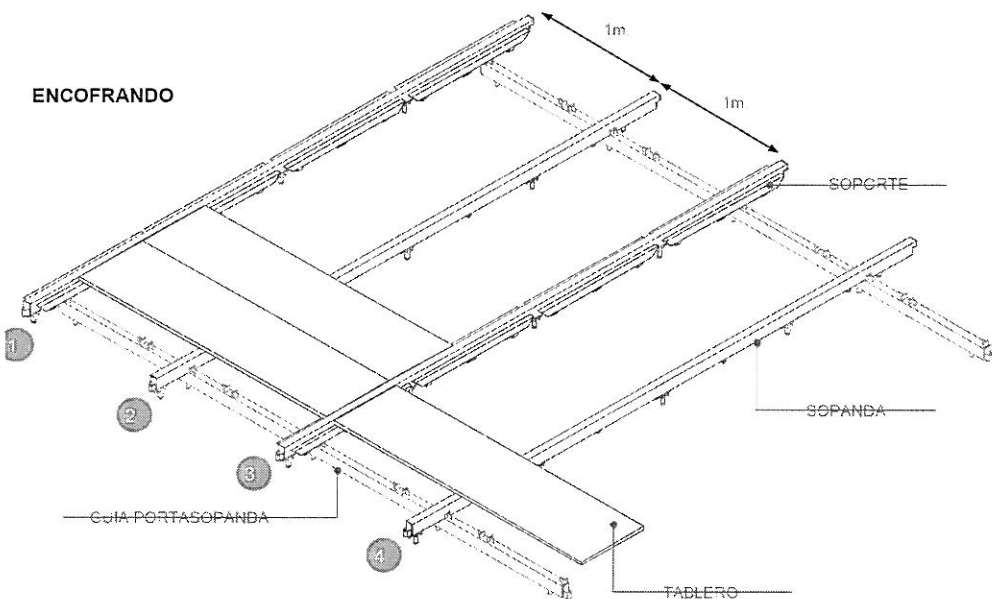
4

Golpear el pasador hasta que atraviese totalmente el puentecillo de la sopanda. El soporte debe quedar acoplado de manera firme y solidaria con la sopanda.

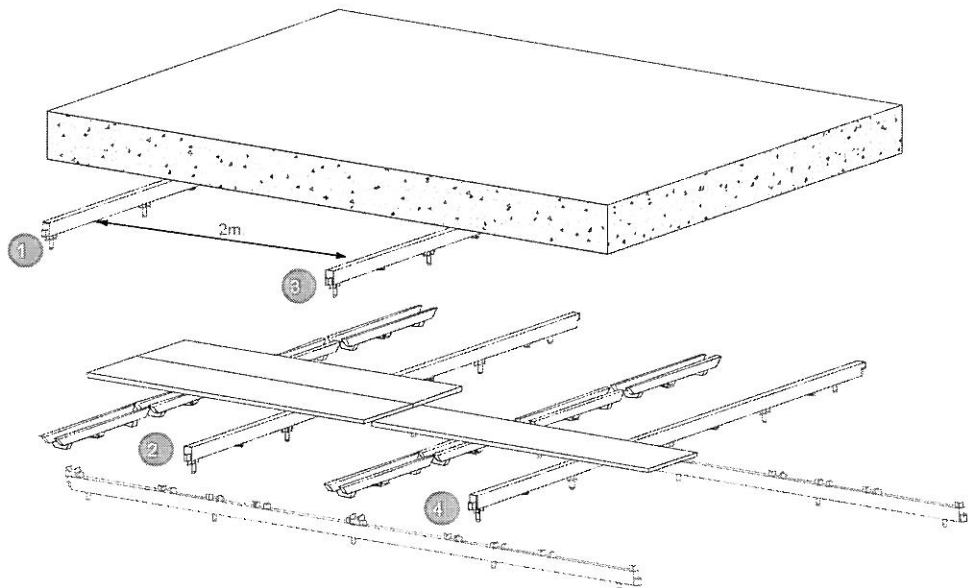


MONTAJE. SEPARACIÓN DE SOPANDAS= 1m

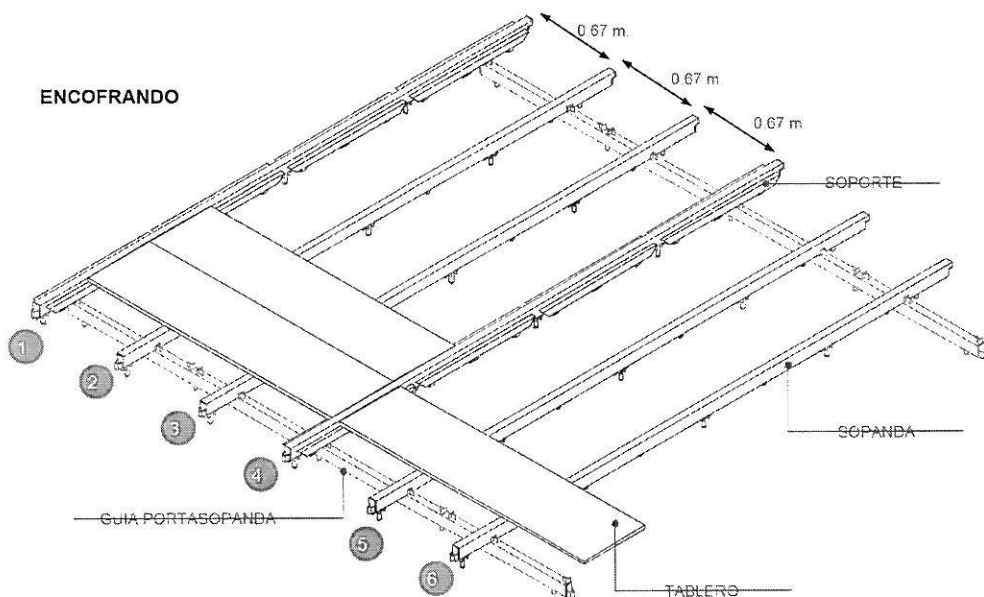
ENCOFRANDO



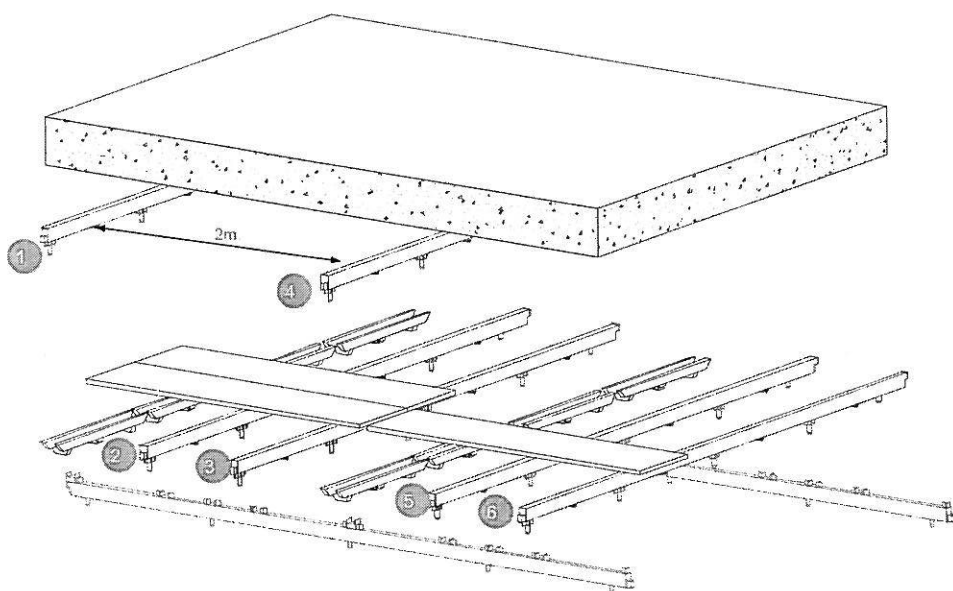
SOPANDEANDO. LUZ DE SOPANDEO= 2m



MONTAJE. SEPARACIÓN DE SOPANDAS= 0.67m.



SOPANDEANDO. LUZ DE SOPANDEO= 2m



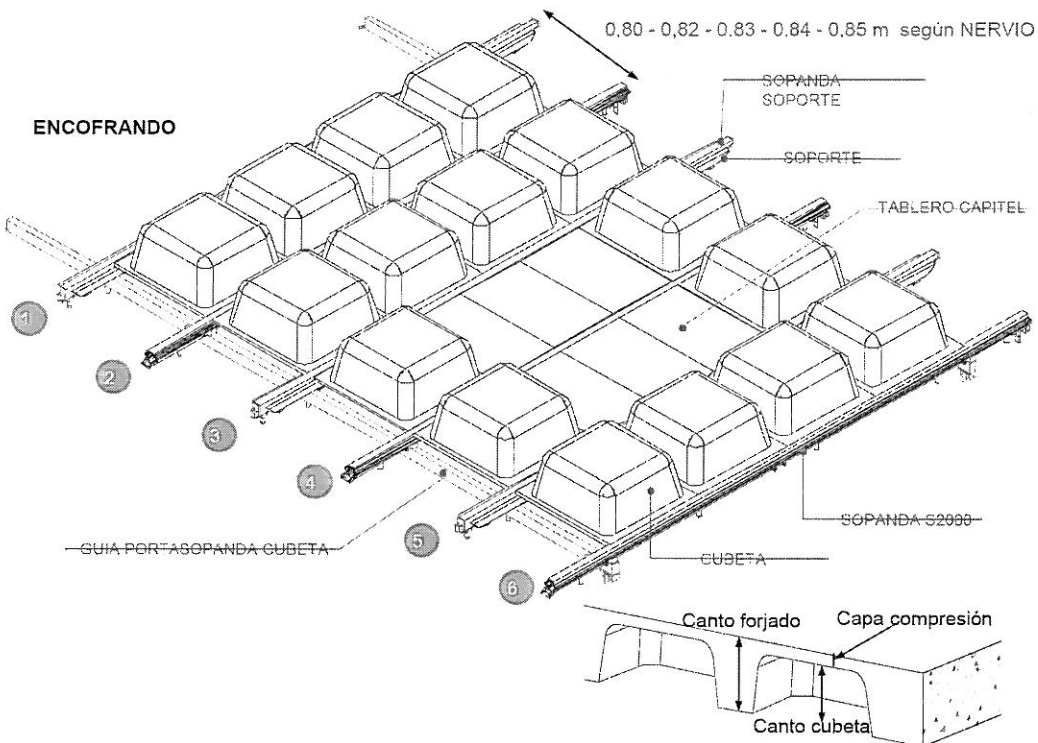


FORZA

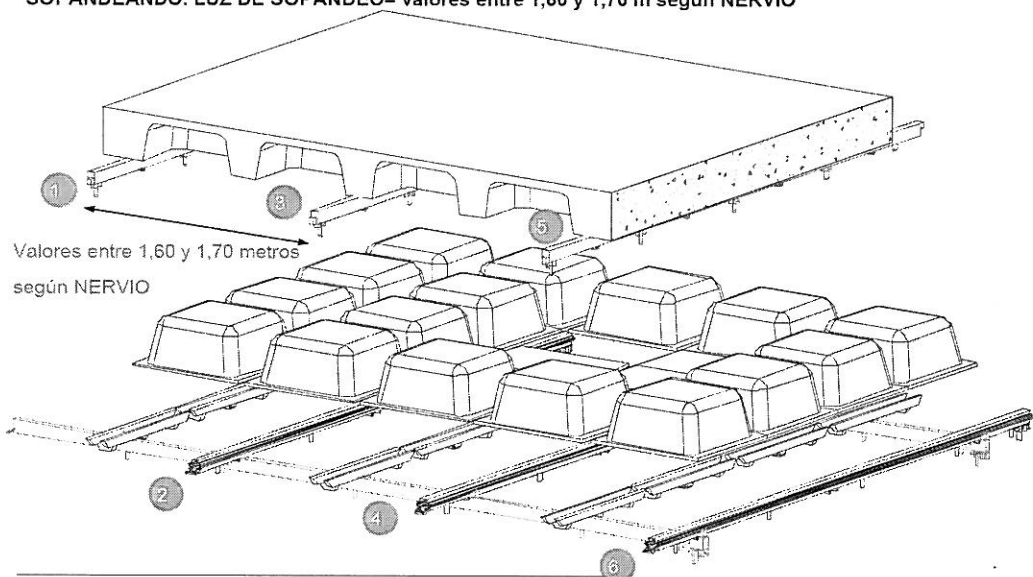
SISTEMAS DE ENCOFRADO

MONTAJE. SEPARACIÓN DE SOPANDAS PARA CUBETA RECUPERABLE= 0,8 / 0,85 m.

ENCOFRANDO



SOPANDEANDO. LUZ DE SOPANDEO= valores entre 1,60 y 1,70 m según NERVIO



CARACTERÍSTICAS DE CUBETAS RECUPERABLES EN FORJADOS

Canto cubeta	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
+ capa compresión	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10
Nervio	12	14	15	16	17	12	14	15	16	17
Peso zona de cubetas Kg/m2	367	386	394	403	411	492	511	519	528	536
Peso zonas macizadas Kg/m2	750	750	750	750	750	875	875	875	875	875
Separación de sopandas m.	0,8	0,82	0,83	0,84	0,85	0,8	0,82	0,83	0,84	0,85
Dimensión cubeta mm	745x800	765x820	775x830	785x840	800x745	745x800	765x820	775x830	785x840	800x745
Dimensión Tablero mm	745x500	765x500	775x500	785x500	800x500	745x500	765x500	775x500	785x500	800x500
Volumen desalojado por unidad cubeta m3	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098

Canto cubeta	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
+ capa compresión	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10
Nervio	12	14	15	16	17	12	14	15	16	17
Peso zona de cubetas Kg/m2	434	455	465	475	484	559	580	590	600	609
Peso zonas macizadas Kg/m2	875	875	875	875	875	1000	1000	1000	1000	1000
Separación de sopandas m.	0,8	0,82	0,83	0,84	0,85	0,8	0,82	0,83	0,84	0,85
Dimensión cubeta mm	745x800	765x820	775x830	785x840	800x745	745x800	765x820	775x830	785x840	800x745
Dimensión Tablero mm	745x500	765x500	775x500	785x500	800x500	745x500	765x500	775x500	785x500	800x500
Volumen desalojado por unidad cubeta m3	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113
Observaciones	Es preventivo el refuerzo de las zonas macizadas									

Canto cubeta	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
+ capa compresión	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10
Nervio	12	14	15	16	17	12	14	15	16	17
Peso zona de cubetas Kg/m2	512	535	546	557	567	637	660	671	682	692
Peso zonas macizadas Kg/m2	1000	1000	1000	1000	1000	1125	1125	1125	1125	1125
Separación de sopandas m.	0,8	0,82	0,83	0,84	0,85	0,8	0,82	0,83	0,84	0,85
Dimensión cubeta mm	745x800	765x820	775x830	785x840	800x745	745x800	765x820	775x830	785x840	800x745
Dimensión Tablero mm	745x500	765x500	775x500	785x500	800x500	745x500	765x500	775x500	785x500	800x500
Volumen desalojado por unidad cubeta m3	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Observaciones	Es preventivo el refuerzo de las zonas macizadas					Es preventivo el refuerzo de las zonas macizadas				

Canto cubeta	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
+ capa compresión	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10
Nervio	12	14	15	16	17	12	14	15	16	17
Peso zona de cubetas Kg/m2	601	627	639	650	661	726	752	764	775	786
Peso zonas macizadas Kg/m2	1125	1125	1125	1125	1125	1250	1250	1250	1250	1250
Separación de sopandas m.	0,8	0,82	0,83	0,84	0,85	0,8	0,82	0,83	0,84	0,85
Dimensión cubeta mm	745x800	765x820	775x830	785x840	800x745	745x800	765x820	775x830	785x840	800x745
Dimensión Tablero mm	745x500	765x500	775x500	785x500	800x500	745x500	765x500	775x500	785x500	800x500
Volumen desalojado por unidad cubeta m3	0,134	0,134	0,134	0,134	0,134	0,134	0,134	0,134	0,134	0,134
Observaciones	Es preventivo el refuerzo de las zonas macizadas					Es preventivo el refuerzo de las zonas macizadas				

* Densidad del hormigón= 2500 Kg/m3

METODO. DESARROLLO Y MONTAJE. TRABAJANDO CON PREVENCIÓN

Para iniciar cualquier trabajo es necesario previamente desarrollar un método, de tal manera que consigamos una organización destinada a una producción eficaz, pero se suele olvidar con cierta frecuencia que junto a esa organización existe una frase por todos conocida "trabaja pero seguro".

Por tanto la seguridad es un problema educacional de todos, trabajador, empresa, administración, etc.

Si nos centramos en el tema que nos ocupa para el montaje de un sistema o mecano es obvio que se trata de un trabajo que tiene una peligrosidad ya que se ejecuta en altura y por tanto existe un riesgo que produce caídas de personas y materiales.

Así pues cuando tengamos que estudiar el presupuesto de una obra, debemos de pensar en la forma de ejecutarla y también en las medidas de seguridad que conlleva dicha elección.

Es evidente que si tenemos que construir un forjado unidireccional aplicaremos un método de ejecución y seguridad, si es un forjado multidireccional el método sería distinto en ejecución y seguridad, sirva de ejemplo la colocación de los tableros, viguetas y bovedillas.

Para colocar o montar un sistema de encofrado es necesario hacer un balance previo del material y el estado del mismo si es que queremos realizar una previsión del riesgo. Debemos de verificar el estado de los puntales y si la elección de los mismos es la adecuada, también debemos de comprobar el estado de los tableros y realizar una selección de los mismos. El sistema o mecano deberá de ser revisado y rechazar las piezas que se encuentren torcidas y defectuosas.

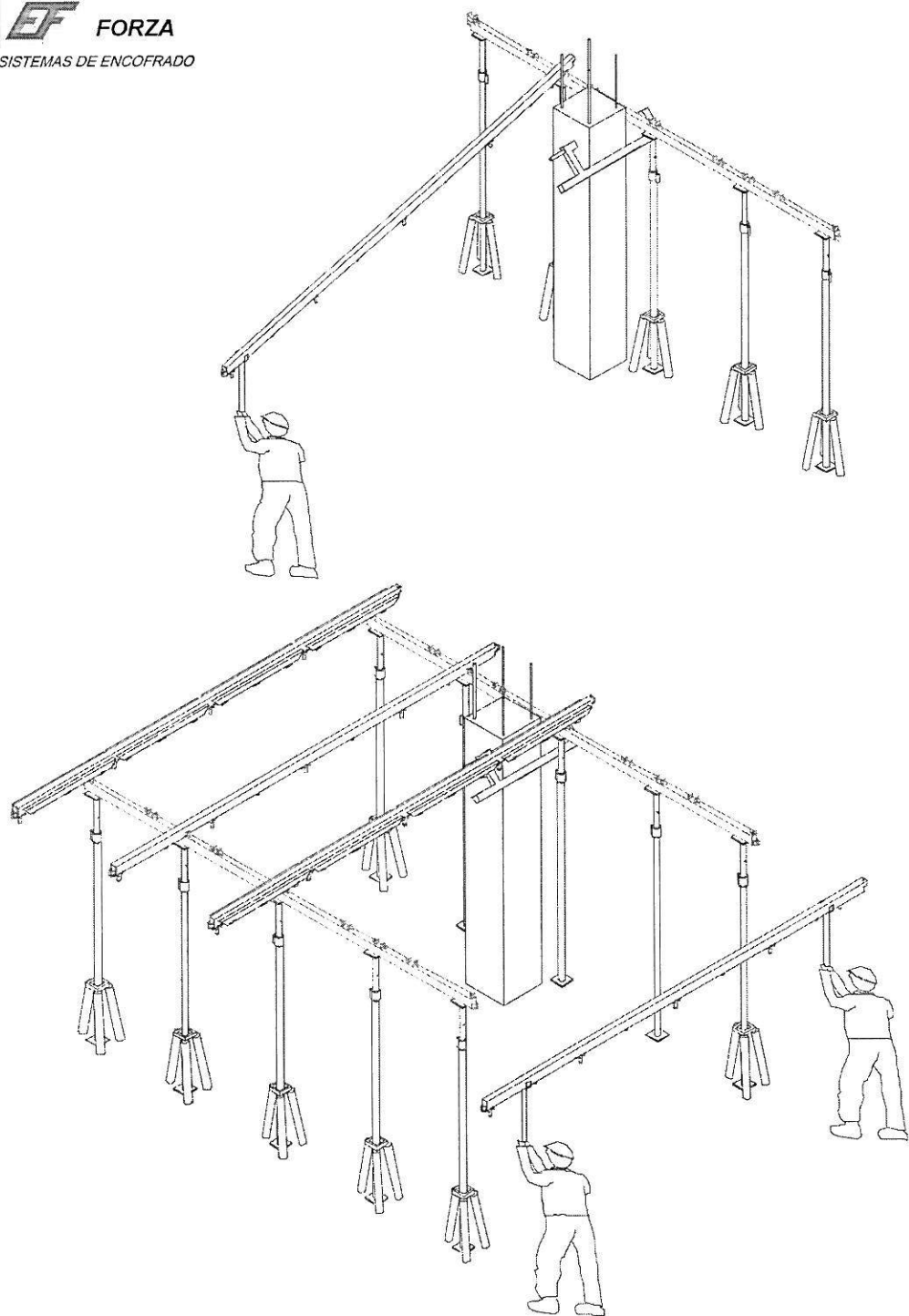
Forjados Planos

INICIO DEL MONTAJE

La seguridad y prevención es un tema que cada vez preocupa más, por ello apostamos por los encofrados continuos e incorporamos elementos y la técnica que consideramos más correcta dirigida a una prevención del riesgo.

El montaje se inicia tomando como referencia un pilar, y sujetando el mecano al mismo.

La colocación de las piezas será siempre en escuadra. No se admitirán barras del mecano torcidas o defectuosas en el montaje, debiendo ser sustituidas inmediatamente por otras en buen estado.



METODO. PUNTALES.

Los puntales son los elementos que sustentan el conjunto mecano, madera, personas, etc, su importancia es vital. Debemos tener en cuenta su colocación, cantidad a poner, y la elección de los mismos según el peso y la altura del forjado.

Medidas preventivas en la utilización de puntales:

- Se desechará todo puntal defectuoso o doblado.
- Se utilizará el aplomado de los puntales de altura superior a 4 mts. sobre superficies que tengan una base de hormigón plana.
- Las hileras de puntales se dispondrán sobre durmientes de madera (tablones), nivelados y aplomados en la dirección exacta en la que deban trabajar.
- Los tablones durmientes de apoyo de los puntales que deban trabajar inclinados con respecto a la vertical serán los que se acuñarán. Los puntales, se apoyarán de forma perpendicular a la carga que tienen que soportar.
- Los puntales se clavarán al durmiente y a la sopanda, para conseguir una mayor estabilidad.
- El reparto de la carga sobre las superficies apuntaladas se realizará uniformemente repartido.

En la elección de los puntales debemos de aprender a calcular la carga de agotamiento del puntal y comprobar si ésta resiste con la carga de trabajo o peso, al cual vamos a someter. Para ello es básico la altura del forjado y coger una tabla de cargas del puntal que nos facilitará el fabricante.

EJEMPLO DE ELECCIÓN DE PUNTALES

Altura 3'5 m. Carga agotamiento del puntal: 1.150 Kg.

Peso del forjado / m²= 800 Kg carga de trabajo, (estimación)

Superficie del forjado 600 m² x 800 Kg = 480.000 Kg.

Distancia máxima de colocación de los puntales que nos permite el encofrado: 1 m.

Hormigonado por gravedad – coeficiente de seguridad 2.

Hormigonado con bomba – coeficiente de seguridad 2'5.

Peso a soportar 480.000 x Coefic. de seguridad 2 = 960.000 Kg.

El peso a soportar 960.000, dividido por 1.150 Kg nos aportará la cantidad de puntales que necesitamos.

La cantidad sería de 834 puntales para hormigonar por gravedad. Con el puntal de 1.150 Kg. podemos hacer el trabajo.

El sistema o mecano nos dejaría meter 840 unidades,

o sea, 1'4 puntal/ m² x 600 m² = 840 unidades

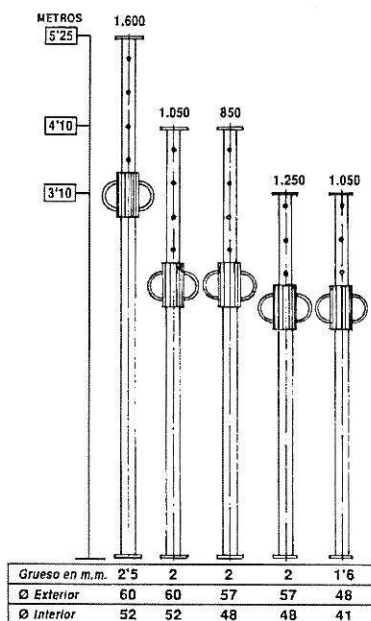
(necesitamos 834).

Tenemos que observar que si hormigonamos con bomba este forjado, la cantidad de puntales es insuficiente o el puntal tiene un agotamiento insuficiente.

En la colocación, el aplomado de los mismos es importante, de lo contrario la transmisión de la carga es inclinada y por tanto los puntales pueden bajar a un 50% de su capacidad.

Ejemplo de tabla de cargas de un fabricante.

ELECCION DE PUNTALES:



METODO. COLOCACION DE REDES.

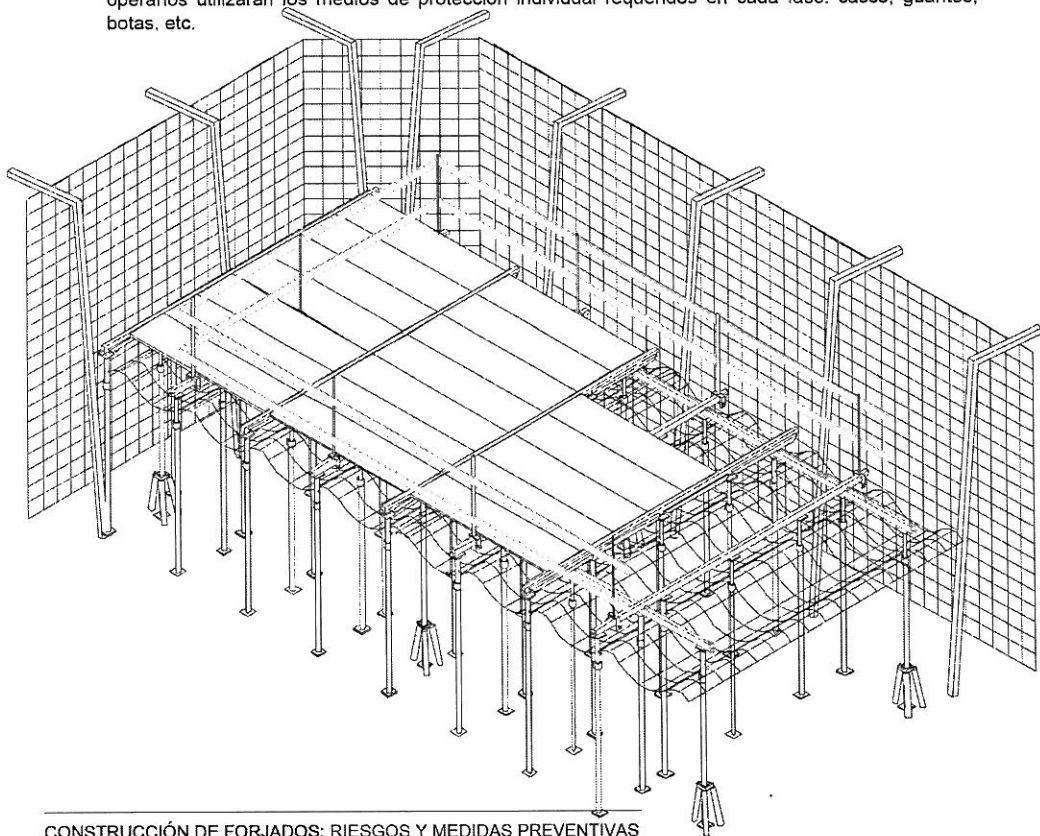
En los encofrados continuos es muy dificultoso trabajar con un andamio para la colocación de tableros y barandillas, ya que la luz de apoyo en las sopandas es de 1 m. para tableros y de 0'80 m. para cubetas o bañeras formando pasillos estrechos.

Por ello se usa como prevención la colocación de redes debajo del mecano sujetándolas a los puntales mediante un gancho y cosiéndolas con anillos o mosquetones, es un método de fácil colocación, que nos aporta una medida preventiva en el trabajo, de tal forma que se impide o se amortigua la caída de un trabajador por rotura de un tablero o por mala colocación.

El tiempo de colocación estimado sobre un forjado de 600 m2 es de 4 hombres durante 4 horas. Y para el desmontaje y recogida el mismo tiempo. El costo en colocación, y la compra de redes es económico, por ello consideramos que es interesante, su aplicación y desarrollo.

Sólo si tenemos colocados los pescantes con las redes perimetrales (o un andamio perimetral) y la red debajo del mecano se podría optar por colocar los tableros y las barandillas desde la parte superior.

Todos los huecos situados en el interior de la superficie encofrada estarán convenientemente protegidos con barandillas o redes, mallazos u otra protección colectiva equivalente para evitar cualquier accidente. En todo el perímetro del encofrado horizontal primero y del forjado después, se instalarán barandillas además del sistema de protección perimetral colectiva formado por redes tipo horca, tipo ménsula (llamadas también de bandeja o marquesina) u otra protección colectiva equivalente. Las barandilla irán provistas de pasamanos a mínimo 90 cm del nivel del piso, protección intermedia y rodapiés, éste último para evitar la caída de objetos. Los operarios utilizarán los medios de protección individual requeridos en cada fase: casco, guantes, botas, etc.



**METODO. TABLEROS.**

El tablero es una pieza fundamental en la construcción de forjados, el estado y la construcción del mismo es muy importante.

Recomendamos:

- Un tablero que guarde una uniformidad en sus medidas.
- Un tablero que no se fisure ni se suelten sus tablas, del mismo modo que tampoco se torsione.
- Los tableros que se torsionan por las dilataciones producidas en los cambios de temperatura, día, noche, son muy peligrosos para el operario que anda sobre ellos.

No serán válidos: Tableros rotos o partidos, en mal estado, tableros con tablas sueltas, tableros cuyas medidas no sean las idóneas para el sistema de montaje empleado, así como tableros que no cumplan la calidad necesaria para el uso que se destinan.

El tablero que da mayor garantía de seguridad en el trabajo, y en rendimiento es el llamado "tricapa".

Tenemos que distinguir tres tipos de tricapa: Tricapa extra, Tricapa B, Tricapa C.

Tipo extra : Las tres capas son iguales, de 9 mm. y se encuentran encoladas al canto y en toda la superficie, formando un tablero tipo sandwich, y siendo toda la madera seleccionada.

Tipo B: Las tres capas no son iguales, las de la parte superior e inferior son de 6 mm. y la del centro es de 15 mm. Solamente se encolan en la superficie. La madera no se selecciona.

Tipo C: Las tres capas no son iguales, las de la parte superior e inferior son de 6 mm. y la del centro es de 15 mm. pero el borde del tablero está formado por un marco perimetral de 15 mm. que representa la parte del centro del tablero, el interior está contenido por los desechos del tipo B.

Es obvio que el precio y el rendimiento de un tablero extra es superior al B y al C.



METODO. FORMA DE HORMIGONAR.

La forma de hormigonar es importante. Si lo vamos a realizar con bomba debemos de tener en cuenta que la fuerza es masa por aceleración, la masa o peso es la misma, pero la velocidad de llenado es muy superior, por tanto, la fuerza es mayor sobre el encofrado. Es preventivo utilizar con la bomba, amortiguador en la salida del hormigón.

Por todo ello es preventivo en todos los sistemas de encofrado donde se piensa hormigonar con bomba, colocar la guía, o porta-sopanda, nunca a una distancia superior a 2 metros una de otra. Es preventivo hormigonar con bomba a una distancia inferior de 1'5 m. de los bordes perimetrales del forjado. En caso de hormigonar con cubo (grúa), la distancia máxima de las guías serán de 3 metros respecto unas de otras.

Es preventivo antes de hormigonar verificar el estado del encofrado, puntales, etc, observando sobre todo la estabilidad y la correcta colocación.

Por último el hormigonado deberá de realizarse por capas de espesor uniforme evitando acumulaciones que superen el espesor para el cual estamos trabajando.

El sistema de encofrado Reticular 1,97m Sistema Soportes, se basa en el recimbrado del forjado a los 3 ó 4 días de haber hormigonado, recuperando el 100% de planchas de madera y el 82% de mecano, descimbrando totalmente a los 21 ó 28 días, conforme a las instrucciones del fabricante. La determinación de los plazos de recuperación parcial de los elementos y de hormigonado de la planta superior (en caso de que vayan a apuntalarse sobre la considerada), que en condiciones habituales pueden establecerse en tres y siete días, respectivamente, debe abordarse por la Dirección Técnica Facultativa de la obra. Estos plazos no pueden garantizarse por el fabricante, porque las variables de que depende no pueden ser controladas por éste.

Asimismo, los usuarios de este sistema deben tener en cuenta que:

- Los forjados tienen que estar proyectados conforme a las exigencias resistentes y adecuada resistencia al fuego según normativa.
- Los puntales no forman parte del Sistema.
- El apoyo de los puntales sobre los forjados puede concentrar la transmisión de cargas puntuales excesivas a los forjados, para lo cual se dispondrán, en su caso, de piezas de reparto.

Es preventivo que el montaje y desmontaje del mecano se realice por operarios especializados y con suficiente experiencia para conseguir un rendimiento óptimo y garantizar, por otra, que el buen estado de los elementos del sistema sigue permitiendo su reutilización o, por el contrario, discernir que las deficiencias en dicho estado aconsejan proceder a una rehabilitación de los mismos que vuelva a ponerlos en condiciones adecuadas o, por último, que los defectos importantes en ese estado exigen su eliminación y sustitución definitiva. Esta decisión sobre la que no es posible dar criterios generales, debe quedar a juicio del Director de obra.



CONSIDERACIONES INICIALES PARA LOS CALCULOS

Las estadísticas sobre patología, término que designa el estudio y diagnóstico de los daños en las construcciones, señalan que el 40 al 50% de los daños en las estructuras de hormigón tienen su origen en errores cometidos en la etapa de proyecto. Esto se puede dar por válido para el caso de forjados.

De este modo, J. Calavera describe en su libro, Cálculo, Construcción y Patología de Forjados de Edificación, las fuentes de error clasificándolas en tres grandes grupos: errores producidos en la etapa de proyecto, errores en la calidad de piezas prefabricadas y materiales colocados en obra, y errores producidos durante la ejecución.

Uno de los errores más frecuentes es el desconocimiento del posible incremento de las cargas durante el cimbrado de plantas consecutivas. Es un hecho demostrado que en estas circunstancias la carga de construcción rebasa la carga de proyecto, lo que conlleva que, de no tener en cuenta esto, el forjado construido se entregue roto antes de entrar en servicio.

El sistema de encofrado de Soportes se compone de 3 piezas de mecano: guía portasopanda, sopandas y soportes. El resto de elementos que forman parte del encofrado son los puntales y tableros de planchada (o en su defecto los casetones de forjado reticular).

El encofrado a calcular tiene la propiedad de poder ser recimbrado a los 3 días de haber hormigonado, recuperando la totalidad de las guías portasopandas y como mínimo la mitad de las sopandas. Estas últimas, realizarán la misión de recimbrado sin necesidad de redistribuir los puntales y recolocarlas, ya que se pueden retirar los tableros cómodamente al liberar parte del mecano.

El objeto del cálculo consiste en determinar la resistencia y deformabilidad del mecano en las condiciones de encofrado adversas, losas de hormigón armado.

El cálculo del plazo de descimbrado depende de varios factores:

Peso del forjado.

Carga total de uso.

Temperatura de fraguado.

Humedad relativa.

Tipo de hormigón o cemento usado.

Número de plantas cimbradas y recimbradas a la vez.

La determinación de la edad de recimbrado es algo que debe abordarse en obra por el personal técnico a pie de obra, el fabricante no puede garantizar este plazo, porque las variables de que depende no pueden ser controladas por éste. Podrá recimbrarse a los 3 días cuando se tenga constancia de que la carga de construcción no superará a la de proyecto, cuando el forjado dispuesto sea aligerado y de poco peso específico. Así podrá recimbrarse a los 3 días un forjado de una o dos plantas, o bien si el forjado cumple las limitaciones de la tabla III.

La tabla III se obtiene a partir de las curvas de referencia de J. Fernández Gómez, para un tiempo de 3 días y temperatura de 12° C obtendremos α , cociente entre el peso del forjado y la carga total del proyecto, se llega así a determinar el peso del forjado máximo a colocar según el tipo de cemento empleado. La tabla nos da así el espesor máximo de losa a emplear en un forjado para que se pueda recimbrar a los 3 días.

Cuando la carga de construcción sea superior a la de proyecto, esto es, haya varias plantas cimbradas y recimbradas, no se puede asegurar, en general, que el plazo de recimbrado sea de 3 días.

**FORZA**

SISTEMAS DE ENCOFRADO

Tabla III

	TIPO DE CEMENTO	α	g MAX VIVIENDAS	TIPO DE FORJADO	g MAX LOC. PUB.	TIPO DE FORJADO
H. R. MEDIA						
	P-450-ARI	0,54	352,17	LOSA 15 cm	528,26	LOSA 22 cm
	P-350	0,43	226,32	LOSA 9 cm	339,47	LOSA 14 cm
	PA-350-ESCORIAS	0,48	276,92	LOSA 11 cm	415,38	LOSA 17 cm
	PA-350-PUZOLANAS	0,40	200,00	LOSA 8 cm	300,00	LOSA 12 cm
H. R. ALTA						
	P-450-ARI	0,55	366,67	LOSA 15 cm	550,00	LOSA 23 cm
	P-350	0,47	266,04	LOSA 11 cm	399,06	LOSA 16 cm
	PA-350-ESCORIAS	0,6	450,00	LOSA 18 cm	675,00	LOSA 28 cm
	PA-350-PUZOLANAS	0,4	200,00	LOSA 8 cm	300,00	LOSA 12 cm

El constructor o encargado de obra debe en todo caso calcular el plazo de descimbrando por el método que estime oportuno, el fabricante sólo puede orientarle, basándose en los factores anteriormente expuestos la edad mínima de recimbrado.

En todo caso, se adjuntan una serie de recomendaciones para acortar el plazo de descimbrado:

Aumentar la resistencia del hormigón

Aumentar el número de plantas recimbradas.

Aumentar el coeficiente de seguridad.

Mantener ritmos de construcción no uniformes.

(Condiciones que el fabricante no puede mejorar).

El fabricante impone una distribución mínima de sopandas de 1 por m/l +1 cimbrando y 0.5 por m/l +1 recimbrando (sopandeando); y de 0.4 m/l de guías portasopandas cimbrando.

La elección de puntales es algo que, aunque no específico de este cálculo, es conveniente aclarar los factores de que depende tal elección:

Peso propio del forjado.

Espesor del forjado.

Altura del forjado.

Distribución de puntales.

El fabricante impone una distribución mínima de 1.4 puntales/m² al cimbrar y de 0.5 puntales/m² al recimbrar (sopandeo). De nuevo se tiene que la elección de puntales debe realizarse por el encargado o técnico a pie de obra, combinando soluciones como las de colocar doble puntal, aumentar el plazo de recimbrado, colocar puntales más resistentes, etc.

Por último, se dan algunos requisitos necesarios en el hormigón, de modo que se hagan equivalentes las características del hormigón calculado en el proyecto (28 días) con las del hormigón al recimbrar (3 días). Dos aspectos habrá que exigir al ejecutar el hormigonado, en primer lugar las luces o distancias entre apoyos, al descimbrar a los 3 días, han de ser de orden de 0.422 veces las supuestas en proyecto; por otro lado el anclaje de las armaduras ha de incrementarse 2.77 veces la longitud dada en el proyecto.

Con lo anterior se asegura que las características mecánico-resistentes del hormigón en proyecto van a ser equivalentes a las del hormigón al descimbrar.

REQUISITOS NECESARIOS EN EL HORMIGÓN: ANCLAJES EN HORMIGONES DE EDAD INFERIOR A 28 DÍAS

Según el artículo 40 de la EH-91, se tiene que las longitudes de anclaje dependen de la posición que ocupan las barras en la pieza de hormigón. Se distinguen las dos posiciones siguientes:

Posición I: de adherencia buena, para las armaduras que durante el hormigonado forman con la horizontal un ángulo comprendido entre 45° y 90° o que en el caso de formar un ángulo inferior a 45°, están situadas en la mitad inferior de la sección o a una distancia igual o mayor a 30 cm de la cara superior de una capa de hormigonado.

Posición II: de adherencia deficiente, para las armaduras que, durante el hormigonado, no se encuentran en ninguno de los casos anteriores. En esta posición, las longitudes de anclaje serán iguales a 1.4 veces las de la posición I.

Vamos a suponer que nos encontramos en la posición más desfavorable, la II, la tensión de adherencia f_{bd} es la siguiente:

$$f_{bd} = 0.48 \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

A los 3 días la resistencia a compresión es un 40% de la que se produce a los 28 días:

$$f_{ck,3días} = 0.4 f_{ck}$$

A los 3 días se tiene:

$$f_{bd,3días} = 0.48 \sqrt[3]{f_{ck,3días}^2} = 0.48 \sqrt[3]{0.4^2 f_{ck}^2} = 0.48 \cdot 0.4^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

Por lo que, la tensión de adherencia f_{bd} se reduce en $0.4^{2/3}$. La longitud de anclaje hay que aumentarla en:

$$\frac{1}{0.4^{\frac{2}{3}}} = 1.85 \text{ veces}$$

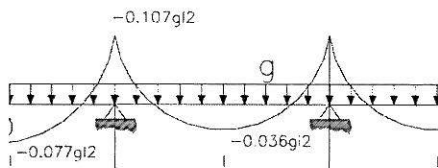
para que la adherencia se mantenga.

REQUISITOS NECESARIOS EN EL HORMIGÓN: DISTANCIA ENTRE LOS APOYOS

A los tres días de haber hormigonado se alcanza el 40% y el 58% de la resistencia a compresión y tracción, respectivamente, de la que se alcanzaría a los 28 días.

Será necesario calcular cual es la distancia entre apoyos que equivale a esa reducción de resistencia que se produce a los 3 días.

Tomaremos un forjado de sección constante donde se producen unos momentos internos y otros externos en los vanos:



El momento externo es igual a: $M_E = k \cdot l^2$

El momento interno a: $M_I = k' \cdot f_c$

Para un hormigón de 3 días se tiene: $M_I = k' \cdot f_{c,3} = k' \cdot (0.4 f_c)$

Igualando momentos internos y externos se tiene: $k' \cdot (0.4 \cdot f_c) = k \cdot l^2$

De ahí se tiene que la distancia entre apoyos debe ser:

$$l = k \sqrt{0.4 \cdot f_c}$$

En un hormigón de 3 días, la distancia entre apoyos o puntales disminuye proporcionalmente a la raíz cuadrada de la nueva resistencia a compresión del hormigón.

$$\frac{l_{28}^2}{l_3^2} = \frac{f_c}{0.4 \cdot f_c}$$

Donde:

$$l_{28} = l_3 \cdot \sqrt{\frac{l}{0.4}} = l_3 \cdot \sqrt{2.5} = 1.58 \cdot l_3$$

Siendo la relación existente entre la distancia de apoyos a los 3 días y a los 28 días de 1.58

REQUISITOS NECESARIOS EN EL HORMIGÓN:**CONCLUSIONES**

A la hora de ejecutar el hormigonado de un forjado se han de cumplir una serie de condiciones que impone la norma EH-91, en cuanto a anclaje de las armaduras y la distancia entre los apoyos, a la hora de recimbrar. En otras palabras hay que obtener las equivalencias entre los elementos hormigonados calculados para la resistencia del hormigón a 28 días y las del hormigón que se recimbra a los 3 días.

Se concluye que la longitud de anclaje se aumentará 1.85 veces para hormigones a 3 días para mantener la adherencia equivalente de los 28 días.

En un hormigón de 3 días, la distancia entre apoyos o puntales disminuye proporcionalmente a la raíz cuadrada de la nueva resistencia a compresión del hormigón. Siendo la relación existente entre la distancia de apoyos a los 3 días y a los 28 días de 1.58.

Mayorando las dos condiciones dadas: adherencia y distancia entre apoyos con un coeficiente de seguridad del hormigón fresco de 1.5, se tienen las dos condiciones que se han de cumplir en proyecto para que nos encontremos en igualdad de condiciones mecánico-resistentes:

Para luces o distancias entre apoyos:

$$l_{28} = 1.5 \cdot 1.58 \cdot l_3 = 2.37l_3 \Rightarrow l_3 = 0.422l_{28}$$

Para longitudes de anclaje de armaduras:

$$l_3 = 1.5 \cdot 1.85 \cdot l_{28} = 2.77l_{28}$$



6. CONCLUSIONES

El CENTRO TECNOLÓGICO DEL METAL ha comprobado el correcto funcionamiento del sistema, asistiendo al proceso de montaje de los mecanos, ejecución de forjados y acabado de los mismos.

Se trata de un sistema ampliamente consolidado por la práctica. El montaje debe ejecutarse siguiendo las indicaciones del fabricante.

Capacidades de carga del SISTEMA DE SOPORTES TIPO PLANCHADA:

SISTEMA DE SOPORTES TIPO PLANCHADA, SEPARACION DE 50 CM ENTRE SOPANDAS					
CARGA Kg/m ²	Tensión máxima	Flecha de sopanda	Coefficiente de seguridad	Reacción máxima (valor característico)	Reacción máxima (valor ponderado)
1300	960 kg/cm ²	0,80 mm	2,5	787 kg	1 968 kg
1.620	1.200 kg/cm ²	1,00 mm	2,0	984 kg	1 968 kg
2.000	1.479 kg/cm ²	1,22 mm	1,6	1.230 kg	1 968 kg

SISTEMA DE SOPORTES TIPO PLANCHADA, SEPARACION DE 67 CM ENTRE SOPANDAS					
CARGA Kg/m ²	Tensión máxima	Flecha de sopanda	Coefficiente de seguridad	Reacción máxima (valor característico)	Reacción máxima (valor ponderado)
956	960 kg/cm ²	0,80 mm	2,5	787 kg	1 968 kg
1.196	1.200 kg/cm ²	1,00 mm	2,0	984 kg	1 968 kg
1.495	1 486 kg/cm ²	1,23 mm	1,6	1 230 kg	1 968 kg

SISTEMA DE SOPORTES TIPO PLANCHADA,SEPARACION DE 100 CM ENTRE SOPANDAS					
CARGA Kg/m ²	Tensión máxima	Flecha de sopanda	Coefficiente de seguridad	Reacción máxima (valor característico)	Reacción máxima (valor ponderado)
640	960 kg/cm ²	0,80 mm	2,5	785 kg	1.962 kg
800	1.200 kg/cm ²	1,00 mm	2,0	980 kg	1 962 kg
1.000	1.493 kg/cm ²	1,24 mm	1,6	1.226 kg	1.962 kg

centro tecnológico del metal

murcia

Capacidades de carga del SISTEMA DE SOPORTES TIPO CUBETA
RECUPERABLE:

SISTEMA DE SOPORTES TIPO RECUPERABLE, SEPARACION DE 80 CM ENTRE SOPANDAS					
CARGA Kg/m ²	Tensión máxima	Flecha de sopanda	Coeficiente de seguridad	Reacción máxima (valor característico)	Reacción máxima (valor ponderado)
800	960 kg/cm ²	0,80 mm	2,5	785 kg	1 962 kg
1.000	1 200 kg/cm ²	1,00 mm	2,0	980 kg	1 962 kg
1.250	1 487 kg/cm ²	1,23 mm	1,6	1 226 kg	1 962 kg

SISTEMA DE SOPORTES TIPO RECUPERABLE,SEPARACION DE 84 CM ENTRE SOPANDAS					
CARGA Kg/m ²	Tensión máxima	Flecha de sopanda	Coeficiente de seguridad	Reacción máxima (valor característico)	Reacción máxima (valor ponderado)
760	960 kg/cm ²	0,80 mm	2,5	785 kg	1 962 kg
952	1 200 kg/cm ²	1,00 mm	2,0	980 kg	1 962 kg
1.190	1 490 kg/cm ²	1,23 mm	1,6	1.226 kg	1.962 kg

SISTEMA DE SOPORTES TIPO RECUPERABLE,SEPARACION DE 89 CM ENTRE SOPANDAS					
CARGA Kg/m ²	Tensión máxima	Flecha de sopanda	Coeficiente de seguridad	Reacción máxima (valor característico)	Reacción máxima (valor ponderado)
720	960 kg/cm ²	0,80 mm	2,5	785 kg	1 962 kg
900	1 200 kg/cm ²	1,00 mm	2,0	980 kg	1.962 kg
1.125	1.490 kg/cm ²	1,23 mm	1,6	1.226 kg	1.962 kg

Gustavo Casas Clemente
Ingeniero Industrial

Alcantarilla, 17 de octubre de 2005

Coefficiente Seguridad Aplicado: 2

Coefficiente Seguridad Aplicado: 2,5

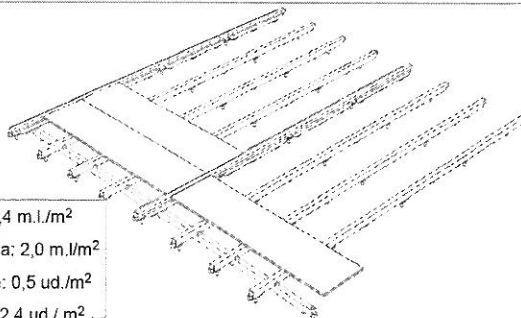
Peso Kg/m ²	Carga Kg unidad puntal
Zona forjado	

Peso Kg/m ²	Carga Kg unidad puntal
Zona forjado	

Encofrado Horizontal Planchada

1620	1968
1600	1944
1500	1822
1400	1701
1300	1579
1200	1458

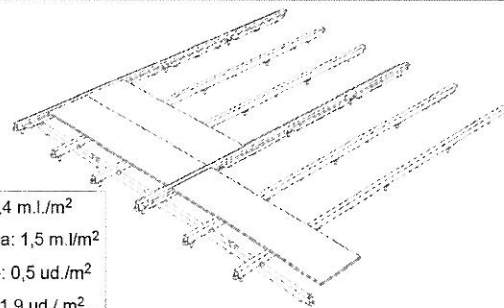
Guía: 0,4 m.l./m²
Sopanda: 2,0 m.l/m²
Soporte: 0,5 ud./m²
Puntal: 2,4 ud./m²



---	---
---	---
1300	1968
1200	1817
1100	1665
1000	1514

1196	1968
1100	1810
1000	1645
900	1481

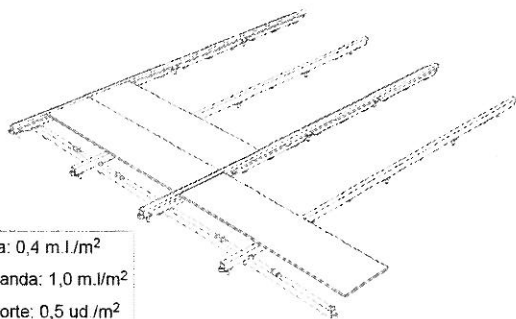
Guía: 0,4 m.l./m²
Sopanda: 1,5 m.l/m²
Soporte: 0,5 ud./m²
Puntal: 1,9 ud./m²



956	1968
900	1853
800	1647
700	1441

800	1962
700	1717
600	1472
500	1226
400	981
300	736
200	491

Guía: 0,4 m.l./m²
Sopanda: 1,0 m.l/m²
Soporte: 0,5 ud./m²
Puntal: 1,4 ud./m²



640	1962
600	1839
500	1533
400	1226
300	920
200	613
100	307

Coefficiente Seguridad Aplicado: 2

Coefficiente Seguridad Aplicado: 2,5

Encofrado Cubeta Recuperable

Peso Kg/m ²	Carga Kg unidad forjado
1400	1988
1300	1846
1200	1704
1100	1562
1000	1420

Peso Kg/m ²	Carga Kg unidad forjado
1200	2112
1100	1936
1000	1760
900	1584
800	1408

1400	1988
1300	1846
1200	1704
1100	1562
1000	1420

1200	2112
1100	1936
1000	1760
900	1584
800	1408

Guía: 0,4 m.l./m²
 Sopanda: 0,63 m.l./m²
 Sopanda s2000: 0,63 m.l./m²
 Largero Capitel: 1,26 m.l./m²
 Soporte: 0,63 ud./m²
 Puntal: 2,42 ud./m²

900	1962
800	1744
700	1526
600	1308
500	1090
400	872
300	654
200	436

720	1962
700	1908
600	1635
500	1363
400	1090
300	818
200	545
100	273

Guía: 0,4 m.l./m²
 Sopanda: 0,63 m.l./m²
 Sopanda s2000: 0,63 m.l./m²
 Soporte: 0,63 ud./m²
 Puntal: 1,54 ud./m²



FORZA

SISTEMAS DE ENCOFRADO

FORZA

SISTEMAS DE ENCOFRADO

[http:// www.forzasl.com](http://www.forzasl.com)

CENTRAL

Autovía Murcia – San Javier, km 1
30155 Baños y Mendigo - MURCIA
Telf. +34 968 606600
Fax +34 968 606608
forza@forzasl.com

PARQUE DE ALQUILER

Autovía Murcia - Cartagena
Salida Los Martínez del Puerto
30153 Corvera – Murcia (SPAIN)
Tel. +34 968 383228
Fax +34 968 383221

DELEGACIONES

MADRID

C/. Avena, 24. Nave 1
Pol. Ind. Polvoranca
28914 Leganés (Madrid)
Telf. 902 403024
Fax 91 6931211
madrid@forzasl.com

MÁLAGA

C/. Paulo Fraire, 8
Esc. 4 – 4º A
29006 Málaga
Telf. 952 363551
Fax 952 364553

BARCELONA

Ctra. De Rubí, km. 1 - Of. 1-1
Edificio Forum - Rotonda
08190 San Cugat del Vallés
(Barcelona)
Telf. 902 403025
Fax 93 5891930
barcelona@forzasl.com

NAVARRA

Pol. Ind. Landeben. s/n. Bajo
31012 Iruña (Pamplona)
Telf. 948 281046
Fax 948 181345

VALLADOLID

Telf. 679 163681

SEVILLA

Ctra. Sevilla - Málaga, km. 6,7
Autovía A-92 Pkm. 6,55
41500 Alcalá de Guadaira (Sevilla)
Telf. 902 403023
Fax 95 5634506
sevilla@forzasl.com

CANARIAS

Telf. 659 790249