

# Encofrado vertical. Muros a dos caras, pilares, muros a una cara (I)

*Coffrage vertical. Murs á deux faces, piliers, murs á une face (I)*  
*Vertical Formwork. Two faces walls, columns, one face walls (I)*

## Redactor:

José M<sup>a</sup> Tamborero del Pino  
*Ingeniero Industrial*

CENTRO NACIONAL DE  
CONDICIONES DE TRABAJO

*Se presentan cuatro Notas Técnicas de Prevención referentes a la seguridad en las tareas de encofrado vertical. En esta primera se describen los distintos tipos de encofrado vertical, los riesgos y factores de riesgo y las medidas preventivas relativas al montaje seguro del encofrado de muros a dos caras y se completa con una segunda donde se describe el montaje seguro del encofrado de pilares, de muros a una cara y las medidas preventivas frente a los riesgos específicos.*

*La cuarta NTP se refiere a los encofrados verticales utilizando sistemas trepantes.*

*El marco normativo común a las cuatro NTP se incluye en esta primera. Asimismo se incluye en esta primera la relación de las empresas que han colaborado en la elaboración de las NTP sobre encofrado vertical.*

Vigencia	Actualizada	Observaciones
VÁLIDA		

## 1. OBJETIVO

El objetivo de esta N.T.P. es describir los diferentes tipos de encofrados verticales, sus componentes, los riesgos y factores de riesgo así como las medidas preventivas a aplicar en el montaje, utilización y desmontaje de los mismos en obra, describiendo de forma resumida el montaje de los distintos sistemas de encofrado.

## 2. DEFINICIONES. TIPOS DE ENCOFRADO VERTICAL. COMPONENTES

### Tipos de encofrado vertical

Los encofrados pueden ser esencialmente de dos tipos, "tradicional" (comúnmente de madera) y prefabricados (metálicos y de madera).

Los elementos constitutivos más importantes son:

- "Tradicional" (tablón, tabloncillo, tabla y puntales).
- Modulares (panel, grapas, estabilizadores, ménsulas de trabajo y ganchos de izado).
- Encofrados de forma (vigas, riostras, panel fenólico, estabilizadores, ménsulas de trabajo y ganchos de izado)

Otros materiales utilizados que facilitan una puesta en obra son el plástico y el cartón plastificado. Con este último se forman encofrados indicados para columnas y pilares redondos básicamente.

El uso de los encofrados tradicionales (de madera) tiende a desaparecer por su costo y sus menores rendimientos frente al encofrado prefabricado.

Los encofrados metálicos son suministrados por empresas especializadas y deberá ser elegido el sistema comercial que más se adapte a las necesidades o a los procesos de trabajos previstos.

Los encofrados verticales son utilizados en la realización de pilares, pilas, muros, pantallas, etc.

### Encofrado de muro a dos caras

Es un encofrado robusto, habitualmente formado por un bastidor metálico con cara encofrante de madera o chapa, orientado a la ejecución de muros con encofrado en las 2 caras de los mismos con gran superficie y buen acabado. Ver Figura 1.

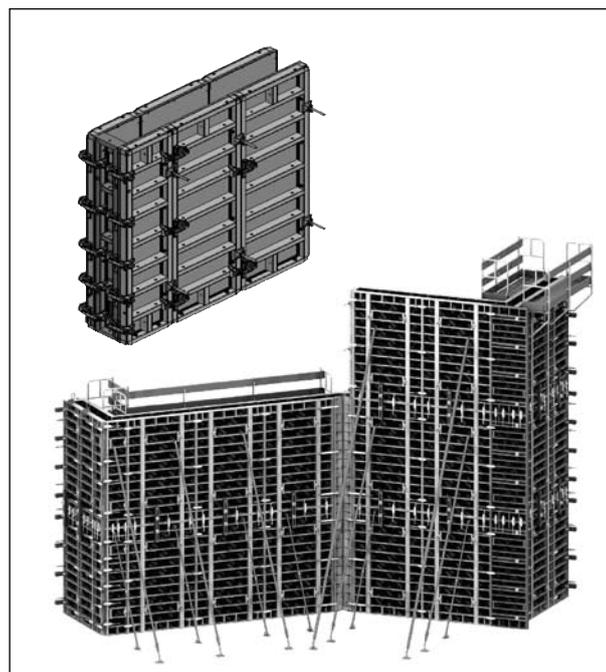


Figura 1. Encofrado de muro a dos caras

### Encofrado de pilares

Es un encofrado semi-pesado llegando a ser manipulable en algunos casos. Igual que el encofrado de muro, puede estar formado por un bastidor metálico con cara encofrante de madera o chapa, orientado a la ejecución de pilares o columnas con encofrado en las 4 caras de los mismos (cuadrados o rectangulares) o circulares. Ver Figura 2.

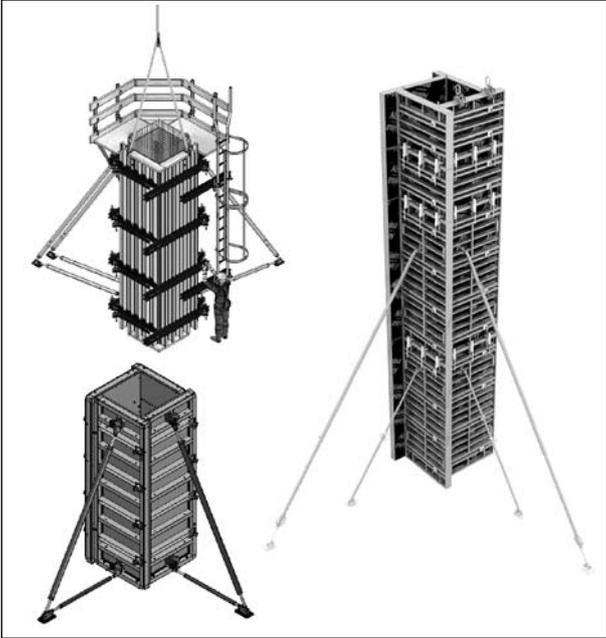


Figura 2. Encofrado de pilares

### Encofrado de muro a una cara

Es un encofrado robusto, formado por un bastidor metálico con cara encofrante de madera o chapa, orientado a la ejecución de muros o pantallas con encofrado en 1 cara de los mismos (generalmente se realizan contra el terreno o en taludes) con gran superficie y buen acabado. Ver. Figura 3.

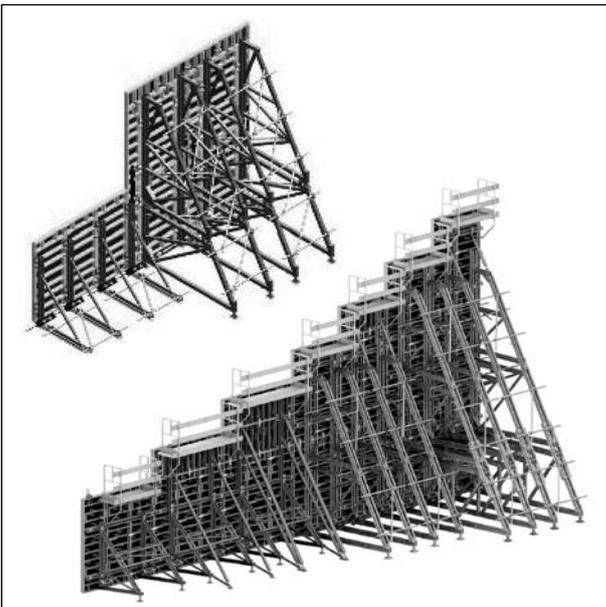


Figura 3. Encofrado de muro a una cara

### Componentes

Los principales componentes utilizados en el encofrado vertical son:

#### Paneles

Pueden ser modulares o de forma. Ver Figura 4.

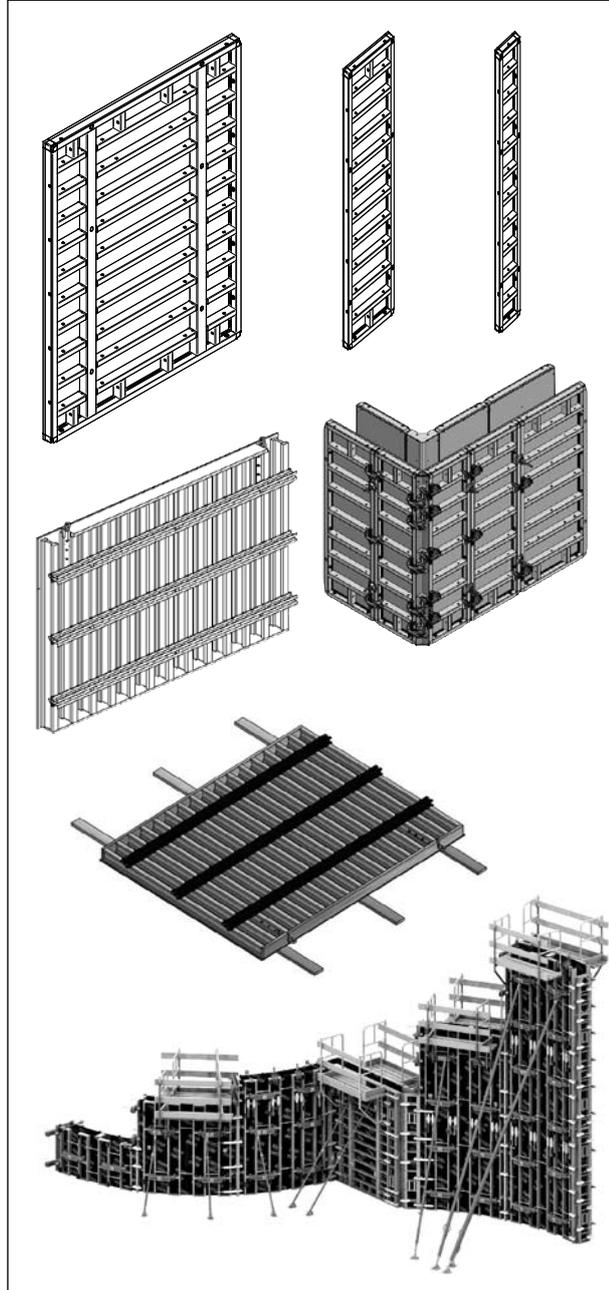


Figura 4. Tipos de paneles

#### Grapas

Estarán conformes a las especificaciones de los fabricantes. Ver Figura 5.

#### Ganchos de izado

Los ganchos de izado estarán normalizados, certificados y tendrán marcado CE. Ver Figura 6.

En el caso de utilizar dos ganchos de izado de una

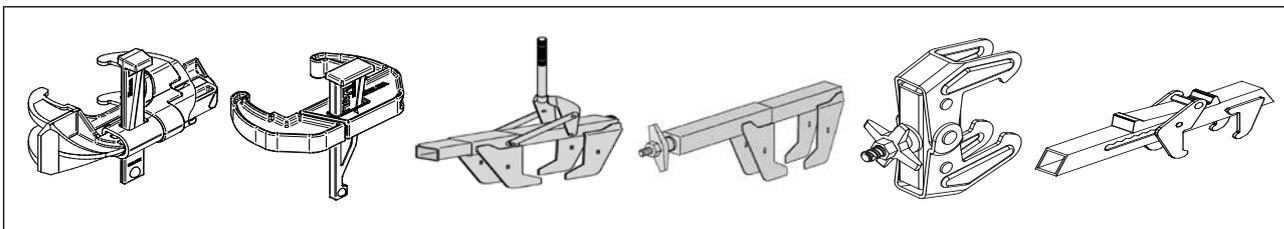


Figura 5. Tipos de grapas

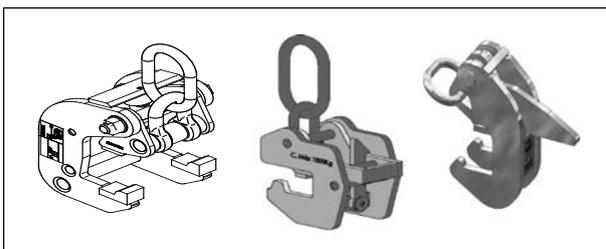


Figura 6. Vista de tres tipos de ganchos de izado

capacidad de carga de trabajo de cada uno de ellos por separado de 1000 kp, el peso máximo a levantar empleando dos ganchos es  $P = 2000 \times \text{sen } \alpha$ , siendo imprescindible emplear eslingas lo suficientemente largas como para que el ángulo, formado por cada una de ellas y el panel, no sea excesivamente agudo (se requiere que  $\alpha \geq 60^\circ$ ). Dichas eslingas deben ser de la misma longitud y quedar dispuestas de manera simétrica respecto al eje de simetría vertical del conjunto, con objeto de asegurar que la carga se reparte por igual en ambos ganchos de izado. Ver Figura 7.

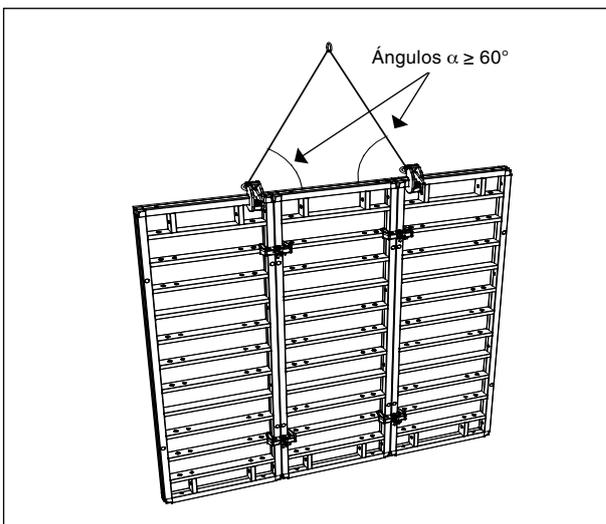


Figura 7. Levantamiento de paneles mediante eslingas y ganchos (Ángulo entre cada ramal y panel  $\geq 60^\circ$ )

**Ménsulas/Consolas de trabajo**

Las ménsulas/consolas de trabajo tendrán una anchura mínima de 60 cm y tendrán unas barandillas según la norma UNE-EN 13374:2004 formada por pasamanos, listón intermedio y rodapiés. Las plataformas de trabajo pueden ser de madera o metálicas utilizando para ello plataformas de andamio que otorgan mayor garantía y seguridad. Ver Figura 8.

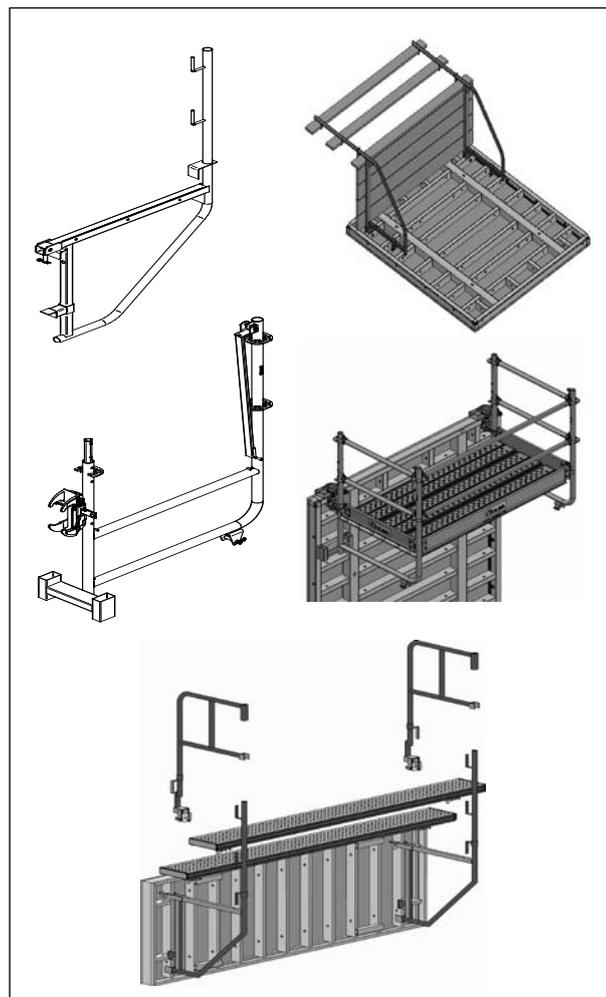


Figura 8. Tipos de ménsulas/consolas de trabajo

**Tensores o estabilizadores/tornapuntas**

Estarán conformes a las especificaciones de los fabricantes. Ver Figura 9.

**Accesos**

Estará formado por una escalera de andamio tubular, una escala/escalera integrada en el encofrado o una escalera de mano que cumpla la norma UNE-EN 131. Ver Figura 10.

**Accesorios**

Estarán conformes a las especificaciones de los fabricantes. Ver Figura 11.

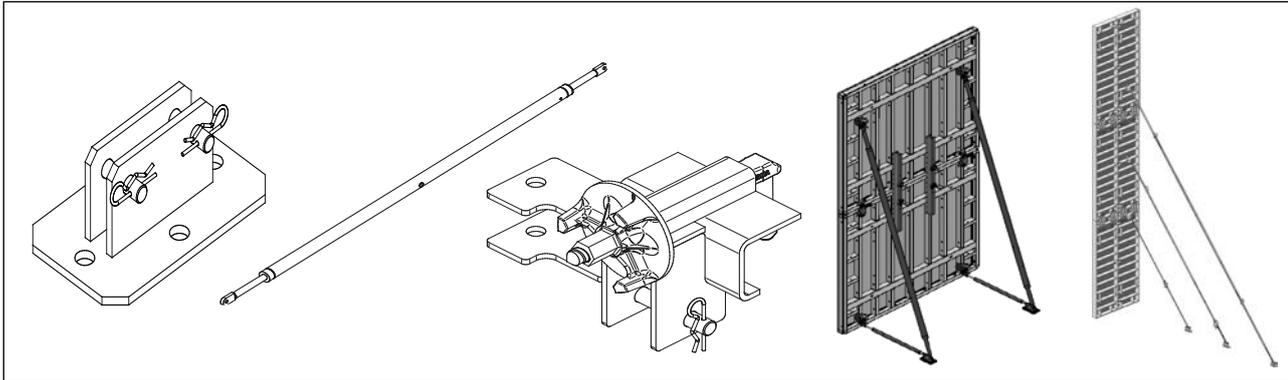


Figura 9. Tipos de ménsulas de tensores o estabilizadores/tornapuntas

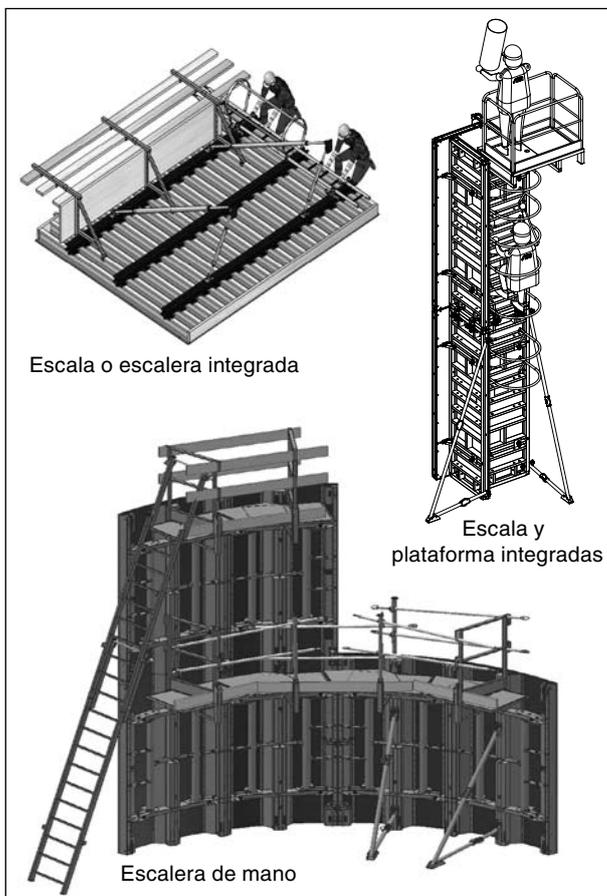


Figura 10. Accesos

#### Medios auxiliares

Los medios auxiliares que se pueden emplear en las labores de realización de encofrados verticales son:

- Andamios de borriquetas.
- Andamios tubulares.
- Cadenas, estrobo y eslingas.
- Castilletes/torretas de hormigonado.
- Escaleras de mano.
- Escaleras tubulares.
- Ganchos y mordazas.
- Puntales.
- Tensores.
- Manguera y tubería para vertido de hormigón.
- Cubo hormigonado.
- Herramientas manuales.

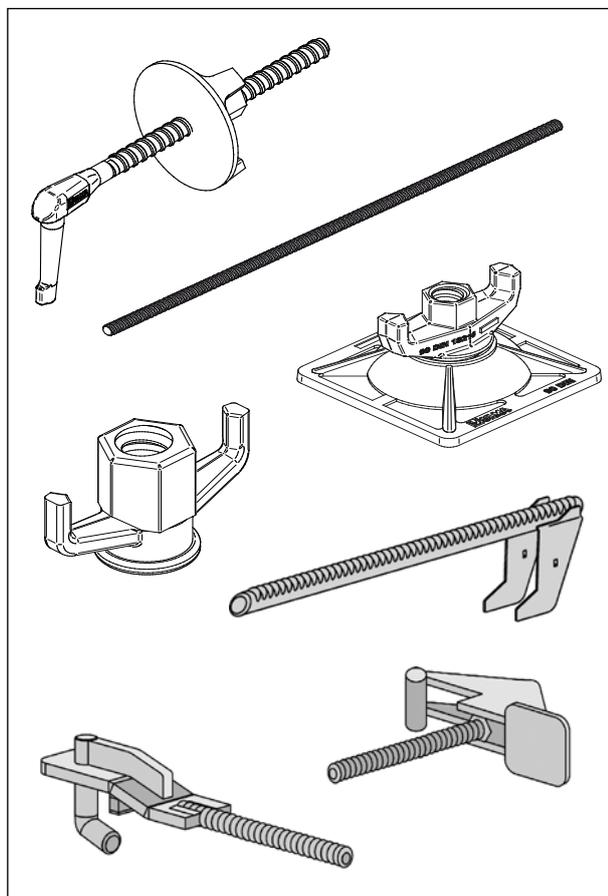


Figura 11. Accesorios

#### Equipos y maquinaria

La maquinaria y equipos que se puede emplear en la ejecución de encofrados verticales es:

- Camión con grúa autocargante.
- Grúa móvil autopropulsada.
- Grúa torre.
- Plataformas elevadoras móviles de personal.
- Bomba hormigón.
- Camión hormigonera.
- Grupo electrógeno.
- Sierras circular o tronzoadora.
- Vibrador
- Dobladora.
- Soldadura eléctrica y/o oxiacetilénica.

### 3. RIESGOS Y FACTORES DE RIESGO

Los riesgos y factores de riesgo más importantes se presentan en las fases de montaje y desmontaje por un lado, y en la ejecución y utilización por otro.

#### Montaje

Atrapamiento por o entre objetos al posicionar los paneles, elementos que conforman los encofrados de forma o circulares, estabilizadores/tornapuntas, etc., debido a:

- Falta de coordinación entre el gruísta y el resto de operarios implicados
- Permanencia de operarios ajenos a las maniobras en la zona de influencia
- Izado y manipulación no guiada con cabos de los paneles y piezas de gran tamaño
- Montar los elementos del último posicionamiento teniendo alguna de las extremidades del operario entre ellos.

Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos por mala ubicación, inestabilidad del terreno o no utilización de los elementos de estabilización del propio vehículo.

Caída de objetos sobre personas u objetos debida a:

- Utilización de grúas y/o accesorios de capacidad inferior a la necesaria
- Falta de revisiones periódicas de los equipos de elevación y sus accesorios
- Movimiento del vehículo con las cargas suspendidas
- Incorrecto estrobo de la carga
- Rotura de elementos de elevación o amarre
- Señalización incorrecta de las maniobras de izado
- Efectuar movimientos de cargas sobre personas
- Utilización de elementos auxiliares de izado inadecuados para la carga a manipular
- Apilamiento incorrecto del material

Caídas al mismo nivel o pisadas sobre objetos por irregularidades del terreno o falta de orden y limpieza.

Golpes/cortes por objetos o herramientas en su utilización debidos a:

- Mal estado de las herramientas o utilización inadecuada
- Maniobras de desflejado estando situado el operario en su trayectoria
- Utilización insegura de sierras circulares

#### Ejecución y utilización

Atrapamientos por o entre objetos debidos a:

- Manipulación incorrecta de las cargas o falta de coordinación entre las personas implicadas.
- Maniobra incorrecta en la apertura o cierre de las trampillas de las plataformas de trabajo o de hormigonado mientras se accede a las mismas.
- Guiado incorrecto de la carga, de los muros o de los paños de encofrado propiciando posibles atrapamientos con elementos fijos o estructurales (zapatas, base de muros y/o pilares, ferralla, etc.).
- Procedimiento de trabajo incorrecto en el posicionamiento de las riostras, vigas, fenólico o posicionamiento último de los encofrados y/o cerchas.

- Montaje y/o manipulación incorrecta de las canaletas.

Atrapamiento por vuelco de máquinas y/o vehículos debido a:

- Mala ubicación o no utilización de los elementos de estabilización del propio vehículo.
- Trabajar en las proximidades de una excavación sin tomar las debidas precauciones.

Golpes por objetos durante el hormigonado debidos a:

- No bloquear las asas basculantes del cubo con las horquillas de sujeción en labores de encofrado.
- Manipulación de la manguera terminal del bombeo de hormigón por una sola persona.

Caídas a distinto nivel debidas a:

- Utilización incorrecta o falta de algún elemento de protección en escaleras de mano, escaleras tubulares de acceso, escalera integrada, andamios, plataformas elevadoras móviles de personal, plataformas de trabajo del encofrado u hormigonado...
- No utilización de EPI adecuados contra caídas de altura.

Caídas al mismo nivel por irregularidades del terreno o falta de orden y limpieza.

Caída de objetos en las fases de ejecución y utilización debida a:

- Desplome o derrumbamiento del encofrado de muros por existencia de taludes inseguros, estabilización incorrecta, falta de compactación del terreno, sobrecargas, etc.
- Rotura de las barras de atirantamiento cuando están en carga por exceso de presión o empleo de material inadecuado o defectuoso.
- Utilización de armaduras dañadas.
- Efectuar operaciones de hormigonado con el encofrado inestable.
- Sobrecargas en el vertido de hormigón.
- Golpes con el cubo a los encofrados o entibaciones.
- Hormigonar de forma que el encofrado entre en carga de forma irregular.
- Desplazamiento de algún elemento después del hormigonado

Caída de objetos en las operaciones de elevación debida a:

- Incorrecto estrobo de la carga o por rotura de los elementos de elevación o amarre.
- Utilización de grúas y/o accesorios de capacidad inferior a la necesaria
- Utilización de elementos auxiliares de izado inadecuados para la carga a manipular
- Falta de revisiones periódicas de los equipos de elevación y sus accesorios
- Utilización de técnicas de elevación inadecuadas para manipular los elementos del encofrado
- Desmoronamiento del material de ejecución por un acopio incorrecto o falta de orden.
- Movimiento del vehículo auxiliar con las cargas suspendidas
- Señalización incorrecta de las maniobras de izado
- Efectuar movimientos de las cargas sobre o en proximidad de personas
- Sobrecarga de las plataformas de trabajo
- Manipulación deficiente de las armaduras
- Utilización de cestas de elevación de materiales mal suspendidas

- Sobrepasar los límites de carga del cubo de hormigonado.
- Deficiente mantenimiento del cubo.

Golpes / cortes por objetos y herramientas debidos a:

- Deficiente manipulación de los paneles de encofrado y armaduras
- Utilización inadecuada de herramientas manuales para un fin para la que no están diseñadas o en mal estado
- Manipulación de elementos con aristas vivas o rebabas sin la debida protección
- Utilización de herramientas eléctricas sin la debida protección
- Utilización de acero corrugado para hacer útiles de trabajo o elementos auxiliares
- Falta de setas de protección en elementos sobresalientes que no se puedan cortar

Explosiones y/o quemaduras al realizar trabajos de soldadura.

Contactos eléctricos al utilizar equipos de trabajo accionados mediante energía eléctrica.

#### Desmontaje o desencofrado

Atrapamiento entre objetos al colocar el panel en el acopio, al realizar el enganche, al desmontarlo...

Atrapamiento por vuelco de máquinas y/o vehículos por mala ubicación o no utilización de los elementos de estabilización del propio vehículo.

Caídas a distinto nivel desde las plataformas de trabajo desprotegidas o en la utilización de los distintos sistemas de acceso.

Caídas al mismo nivel por irregularidades del terreno o falta de orden y limpieza.

Caída de objetos en trabajos de desencofrado debida a:

- Efectuar los trabajos de desencofrado sin seguir los métodos de trabajo preestablecidos
- Desencofrar sin tener enganchados los elementos o sin estabilizar

Caída de objetos en el desmontaje debida a:

- Permanencia de personas ajenas a las operaciones de desencofrado en la zona de operación
- Objetos sueltos en las plataformas de trabajo.
- Incorrecto estrobo y/o manipulación de las cargas.
- Rotura de elementos de elevación o amarre, ganchos, etc.
- Utilización de herramientas manuales sin cinturón portaherramientas.
- Incorrecta sujeción de las plataformas de trabajo y/o elementos perimetrales de protección a las ménsulas de unión al encofrado
- Elevación incorrecta de cargas pesadas o voluminosas

Golpes y cortes con objetos en el transporte de paneles y elementos de encofrado debidos a:

- Manipulación de grandes piezas sin seguir los procedimientos de trabajo preestablecidos
- Eslingas y útiles de izado deficientes

- Utilización inadecuada de herramientas manuales
- Latiguillos y separadores sin cortar

#### 4. NORMATIVA

##### Disposiciones legales

RD. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (B.O.E. 25.X.1997)

RD. 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el RD. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

RD. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (B.O.E. 23.IV.1997)

RD. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. (B.O.E. 12.VI.1997)

RD. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. (B.O.E. 28.XI.1992)

RD. 1215/1997 de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas en la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (B.O.E. 7.VIII.1997)

RD. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. (B.O.E. 23.IV.1997)

RD. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. (B.O.E. 21.VI.2001)

Resolución de 1 de agosto de 2007, de la Dirección General de Trabajo, por la que se inscribe en el registro y publica el IV Convenio Colectivo General del Sector de Construcción. (B.O.E. 17.08.2007)

RD. 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

##### Normas técnicas

UNE-EN 13374:2004

Sistemas provisionales de protección de borde. Especificaciones del producto, métodos de ensayo

UNE-EN 13155:2004

Grúas. Seguridad. Equipos amovibles de elevación de carga

UNE-EN 13155:2004/A1:2005

Grúas. Seguridad. Equipos amovibles de elevación de carga

UNE-EN 131-1:2007  
Escaleras. Parte 1: Terminología, tipos y dimensiones funcionales

UNE-EN 131-2:1994  
Escaleras. Parte 2: Requisitos, ensayos y marcado

UNE-EN 131-3:2007  
Escaleras. Parte 3: Información destinada al usuario

UNE-EN 131-4:2007  
Escaleras. Parte 4: Escaleras articuladas con bisagras simples o múltiples

UNE-EN 795:1997  
Protección contra caídas de altura  
Dispositivos de anclaje. Requisitos y ensayos

UNE-EN 795/A1:2001  
Protección contra caídas de altura  
Dispositivos de anclaje. Requisitos y ensayos  
Nota: Esta norma complementa y modifica la anterior.

UNE-EN 341:1997  
Equipos de protección individual contra caídas de altura  
Dispositivos de descenso

UNE-EN 353-1:2002  
Equipos de protección individual contra caídas de altura  
Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje rígida.

UNE-EN 353-2:2002  
Equipos de protección individual contra caídas de altura  
Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible

UNE-EN 354:2002  
Equipos de protección individual contra caídas de altura  
Elementos de amarre

UNE-EN 355:2002  
Equipo de protección individual contra caídas de altura  
Absorbedores de energía

UNE-EN 358:2000  
Equipos de protección individual para sujeción en posición de trabajo y prevención de caídas de altura. Cinturones de sujeción y retención y componente de amarre de sujeción

UNE-EN 360:2002  
Equipos de protección individual contra caídas de altura  
Dispositivos anticaídas retráctiles

UNE-EN 361:2002  
Equipos de protección individual contra caídas de altura  
Arneses anticaídas

UNE-EN 362:2005  
Equipos de protección individual contra caídas de altura  
Conectores

UNE-EN 363:2008  
Equipos de protección individual contra caídas de altura  
Sistemas de protección anticaídas

UNE-EN 364:1993  
Equipos de protección individual contra caídas de altura  
Métodos de ensayo

UNE-EN 365:2005  
Equipos de protección individual contra caídas de altura  
Requisitos generales para las instrucciones de uso, mantenimiento, revisión periódica, reparación, marcado y embalaje.

UNE-EN 365:2005 ERRATUM:2006  
Equipos de protección individual contra caídas de altura  
Requisitos generales para las instrucciones de uso, mantenimiento, revisión periódica, reparación, marcado y embalaje.

#### **Empresas colaboradoras**

BETA CONKRET, S.A.  
C/ Llacuna, 166 2a. Barcelona

SISTEMAS TÉCNICOS DE ENCOFRADOS, S.A.  
C/ Llobregat, 8. Parets del Valles (Barcelona)

LAYHER, S.A.  
C/Laguna del Marquesado, 17. Madrid.  
C/Andorra, 50 Sant Boi de Llobregat (Barcelona)

ULMA C y E, S. Coop.  
Ps. Otadui, 3  
20560 Oñati (Guipúzcoa)

ENCOFRADOS ALSINA  
Polígono Industrial Pla d'en Coll  
Camí de la Font Freda, 1  
08110 MONTCADA I REIXAC (Barcelona)

ENCOFRADOS PREVITEC – CORTA  
Ctra. Callús 91  
08251 SANTPEDOR (Barcelona)

