

ENCOFRADO, REQUISITOS DE SEGURIDAD.

Norma técnica INTE 31-09-03-97.

Publicado en El Alcance No.68 de La Gaceta No. 192 del 02 de octubre de 1998

»Nombre de la norma: Encofrado, Requisito de Seguridad

»Número de la norma: INTE 31-09-03-97.

1 Objeto y Campo de Aplicación

Esta norma establece:

1.1 Requisitos mínimos de seguridad en lo relativo a materiales y diseño que deben cumplir los encofrados.

1.2 Requisitos mínimos para el montaje.

1.3 Requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los encofrados.

2 Normas para Consulta

INTE 31-09-02-96 - Andamios. Requisitos de Seguridad.

3 Definiciones

3.1 encofrados: son aquellos moldes y dispositivos utilizados con la finalidad de confinar y amoldar el concreto en estado fluido al ser vaciado, para evitar la segregación de este y el escurrimiento de la lechada del mismo, manteniéndose así las líneas y niveles correspondientes de acuerdo con lo señalado en los planos estructurales del proyecto (Ver figura 1).

3.1.1 deslizantes: son aquellos encofrados contruidos a base de moldes, con un entablado de madera, marco y refuerzos, colocándose componentes metálicos, estructurales o tubulares como elementos de agarre, tienen la propiedad de ir desplazándose hacia las áreas por encofrar, una vez fraguado el concreto anterior. Son usados en estructuras muy grandes y de mucha altura tales como: silos, torres y otros.

3.1.2 tipo túnel: son encofrados metálicos en forma de "U" invertida, que encofran simultáneamente paredes y techo mediante láminas metálicas soportadas internamente por una estructura de tubos rectangulares. El conjunto de la estructura tubular y láminas conforman una unidad mecánica funcional retráctil que descansa sobre ruedas.

3.2 piezas de molde: son aquellas que van en contacto directo con el concreto y le dan la forma requerida al elemento por construir. Dependiendo de su material de construcción y su forma, estas piezas reciben otras denominaciones como: tableros, paneles o formaletas.

3.3 piezas de refuerzo: son aquellas que contrarrestan la presión ejercida por el concreto sobre las piezas de molde. Según su función pueden ser: rigidizadores, platinas de corbatas, codales, camones tensores y zunchos.

3.4 rigidizadores: son aquellas platinas de hierro o de madera colocadas en los encofrados de columnas y otros elementos similares que impiden que se formen los tableros y sirven para el ensamblado de estos.

3.4.1 platinas de corbatas: son rigidizadores metálicos con doblez en uno de sus extremos por donde se introduce la pletina; pasando cada pletina por el doblez de la otra formando un marco.

3.5 codales: son aquellas piezas destinadas a garantizar la separación correcta entre tableros, evitando su deformación al ser vaciado el concreto.

3.6 micas: son aquellos elementos que forman los marcos para columnas circulares u otros encofrados; se componen por dos tablas ensambladas por medio de rigidizadores. No son elementos de resistencia

3.7 tensores: son aquellos elementos principales de resistencia, generalmente de alambre o acero sujetando los tableros, pero manteniendo la separación mediante un codal.

3.8 cincha o gaza: son arcos circulares o similares que se colocan alrededor de la columna para contrarrestar el empuje del concreto sobre los tableros.

3.10 parales o cabeceros: son aquellos elementos formados por listones colocados en forma vertical, que permiten que los tableros para encofrar muros, sean clavados sobre ellos

3.11 largueros: son aquellos elementos formados por listones colocados en forma horizontal, que permiten que los tableros para encofrar muros, sean clavados sobre ellos

3.12 pie de amigo: son aquellos listones inclinados que se colocan para mantener la estabilidad del encofrado en piezas verticales como columnas o muros

3.13 piezas de soporte y apuntalamiento: son aquellas que reciben las cargas producidas por el peso propio de los moldes, así como también del concreto que se habrá de vaciar. Según su función pueden ser: puntales, muletas y guías.

3.14 puntales: son aquellas piezas de madera o metálicas colocadas verticalmente o inclinadas, generalmente usadas para soportar encofrados de losas y vigas.

3.14.1 muletas: son puntales con travesaños en su parte superior y dos piezas de arriostramiento que lo refuerzan, generalmente usadas para soportar vigas medianas

3.15 guías: también llamadas rigidizadores o largueros, son aquellos elementos colocados perpendicularmente unos contra otro y sobre los cuales se apoyan los moldes de losas y vigas de gran tamaño, éstas pueden ser superiores o inferiores.

3.16 piezas de arriostramiento:son aquellas que proporcionan estabilidad y garantizan mayor seguridad a las piezas que conforman los encofrados, ya sean los propios moldes o los puntales. Generalmente son listones de madera, tubos de hierro o piezas metálicas para tal fin, según su uso pueden ser para puntales o para moldes.

3.17 arriostramiento de puntales: es aquel que se construye con los elementos en forma de "x" o en forma horizontal, colocando las riostras perpendiculares entre sí.

3.18 arriostramiento de los moldes: es aquel que se hace en el encofrado que no lleva puntales, como era el caso de columnas y otros casos parecidos; el arriostramiento podrá ser en sentido horizontal entrelazando los elementos entre sí, o por medio de puntales inclinados (pie de amigo).

4 Clasificación

Los encofrados se pueden clasificar en:

4.1 Por el material de elementos de construcción:

- de madera
- metálicos
- aglomerados
- fibra de vidrio.

4.2 Por su función

- fijos
- deslizantes.

4.3 Por su requerimiento

- prefabricado industrial tipo túnel
- prefabricado a pedido del cliente.

5 Materiales

5.1 Materiales usados en los encofrados serán los especificados en la Tabla 1.

5.2 Materiales para encofrados

5.2.1 La madera para encofrados debe ser suave o semidura, de tal manera que se permita el clavado con facilidad sin que se raje.

5.2.2 Los tableros no deben deformarse sufriendo torcedura, se deben conservar húmedos para evitar que se doblen, debido al hinchamiento que se producirá al vaciar el concreto.

5.2.3 Los cuartones deben ser de madera más resistente que la de las tablas por la función que estos desempeñan y no deben conservar humedad.

5.2.4 Las viguetas por ser piezas destinadas a puntuales, deben ser de madera dura.

5.2.5 En la construcción de encofrados, se deberá utilizar maderas que reúnan las características de las que se señalan a continuación y para los usos específicos que se indican:

Tabla 1. Materiales para encofrar

Piezas de:	Elementos	Madera	Aglomerado	Plástico	Metálico
	Tableros	x	x	*	*

Moldeo	prefabricado				
	Paneles	*	x	*	x
	Retículas	x	x	x	x
Refuerzo	Rigidizador	x	*	*	x
	Camones	x	x	*	x
	Zinchas	*	*	*	x
	Tensores	*	*	x	x
	Codales	x	*	*	x
Arriostramiento		x	x	*	x
Apuntalamiento	Puntuales	x	*	*	x
	Muletas	x	*	*	x
	Guías	x	*	*	x

Nota.* No existe elemento de este tipo de material.

5.3 Montaje y desmontaje

Cuanto el montaje y desmontaje de los encofrados se haga exclusivamente con mano de obra, es conveniente que los tableros y demás elementos no excedan un peso de 35 kg por operario, procurando no abusar del número de estos. La madera debe estar exenta de nudos que comprometan la estabilidad de los moldes. En cuanto a otros materiales tales como: clavos, alambre pernos, tuercas, y otros, son elementos que se deben seleccionar ya que de ellos también dependerá la resistencia de los moldes.

6 Requisitos

6.1 De diseño

Los elementos que componen el encofrado deberán tener las dimensiones y características necesarias para resistir sin deformaciones las cargas de trabajo, de acuerdo a lo especificado a continuación:

6.1.1 La separación y cantidad de rigidizadores, dependerá de la altura del encofrado, teniendo en cuenta la presión del concreto según el volumen de éste.

6.1.2 Los rigidizadores deberán tener un ancho entre 7 x 10 cm, aproximadamente con el mismo espesor de la tabla. El largo de los rigidizadores va en función de los diferentes elementos de encofrado.

6.1.3 La separación entre rigidizadores no deberá ser mayor a 80 cm. Los rigidizadores se deberán colocar medio centímetro del centro de los tableros, también en algunos casos sobresaldrán 2,50 cm

6.1.4 Los rigidizadores podrán ser de 10 cm de ancho por 24 cm más que el ancho de los tableros del encofrado, el grueso podrá ser de 2,5 cm si es de tabla y 5 cm si es de cuartón

6.1.5 Los rigidizadores para columnas de tipo normal se deben colocar el primero 30 cm del piso y los restantes a 45 cm aproximadamente.

6.1.6 Cuando se utiliza corbatas de metal, se deberá colocar rigidizadores para que las corbatas queden apoyadas sobre éstas

6.1.7 Los refuerzos (rigidizadores de madera o corbatas metálicas), deberán colocarse más juntos en la parte inferior de la columna, ya que cuando en el encofrado se vacía el concreto, este produce una fuerza de empuje que trata de separar los tableros del encofrado. Esta fuerza se produce en forma creciente de arriba hacia abajo, y ejerce la mayor intensidad en el tercio inferior de la altura del encofrado.

6.1.8 Para columnas, generalmente el primer refuerzo deberá ir a 30 cm de la parte inferior del encofrado. Los sucesivos refuerzos deberán colocarse a 45 cm aproximadamente.

6.1.9 Para columnas pesadas, mayores de 0.24 metros cuadrados se podrá aplicar las siguientes separaciones

6.1.10 Para columnas ligeras, menores de 0.24 metros cuadrados se podrá aplicar las separaciones.

6.1.11 El diámetro de los camones debe ser mayor que el de la columna, este se calculará de la siguiente manera

$$D = D_c + G_t$$

Donde:

D= diámetro del camón

D_c= diámetro de la columna

G_t= grueso de la tabla

6.1.12 Los parales podrán ser de 10 x 5 cm y su separación debe ser de 60 cm máximo.

6.1.13 Los largueros podrán ser de 10 x 5 cm el primero se debe colocar a 30 cm de la base, los dos siguientes de 40 a 50 cm y los otros de 60 a 80 cm.

6.1.14 Todos los encofrados deben ser tratados con aceites, para evitar que el concreto se adhiera a la madera, estos agentes desencofrantes deben aplicarse antes del montaje, en todo caso el aceitado se debe hacer antes de la colocación de los refuerzos.

6.2 De seguridad

Para la inspección de los encofrados se deberá tener en cuenta los siguientes factores:

Ejes

Ubicación

		Nivelación
	Moldes ----	Refuerzos
		Juntas
Factores		
	Apuntalamiento	
	Arriostramiento	
	Desencofrado	

6.2.1 Ejes. Se deberá verificar los ejes en el replanteo teniendo en cuenta las referencias, medidas y ángulos, se deberá revisar también los ejes en cada nueva planta y comprobar que correspondan exactamente con la de la planta inferior, ya que de ello depende la, superposición exacta de los centros de los ejes verticales.

6.2.1.1 Se deberá verificar que todos los elementos, en particular las columnas, tengan ejes perpendiculares, coincidiendo con la intersección de los ejes principales.

6.2.1.2 Las caras de los tableros (en el caso de ser rectangulares o cuadrados) deberán ser paralelos a los ejes principales.

6.2.1.3 Se debe verificar que los puntos de referencia para el trazado de los ejes sean inamovibles, y que estén debidamente identificados con el plano respectivo.

6.2.2 Moldes. Los moldes de cualquier material se deberán de verificar tomando en cuenta :

6.2.2.1 Ubicación. Se debe verificar si los moldes están colocados en la posición correcta respecto a sus ejes y se correspondan con las especificaciones referidas en el proyecto.

6.2.2.1.1. Los moldes de columnas deberán revisarse con cuidado, ya que de estos datos depende la correcta ubicación de las vigas.

6.2.2.1.2. Las caras de los moldes deberán ser paralelas a sus ejes en columnas cuadradas o rectangulares.

6.2.2.3. En columnas circulares o poligonales, se deberá comprobar que el eje vertical del molde coincida exactamente, con la intersección de los ejes principales, también de deberá comprobar que los arranques escaleras, ejes de paredes o muros correspondan con los ejes respectivos.

6.2.2.2 Nivelación. Se deberá tomar en cuenta la contraflecha necesaria para que la estructura una vez desencofrada tome la posición prevista. Se podrá tomar una contraflecha de 1 mm por m. Cuando se trate de estructuras especiales las contraflechas deberán ser las que resulten de los estudios elásticos.

6.2.2.2.1. Se deberá verificar el aplomado en varios puntos del tablero, principalmente en los extremos. Cuando el molde es circular o poligonal el aplomado se deberá comprobar por su eje vertical , el cual debe coincidir en la intersección de los ejes principales.

6.2.2.2.2. Se deberá comprobar la verticalidad de los costados de las vigas y tableros de cierres de losas.

6.2.2.2.3 Se deberá verificar la horizontalidad de los peldaños en las escaleras y en los diferentes puntos de nivel de las losas.

6.2.2.2.4. Se deberá verificar las posiciones y formas, así como la solidez del apoyo antes de vaciar el concreto o después de una lluvia.

6.2.2.3 Refuerzos. Se debe verificar que los moldes tengan las piezas de refuerzos (tales como: corbatas, tensores, codales y otros) que garanticen la suficiente resistencia de los tableros para contrarrestar la presión que ejerza el concreto al momento del vaciado de tal forma que no permitan ningún tipo de deformación.

6.2.2.4 Juntas. Debe ser estancas lo más herméticas posibles y en caso de ser necesario se deberá ajustar con estopas, láminas de hierro galvanizado, poliuretano o algún material que cumple la misma función a fin de evitar escapes de lechada del concreto.

6.2.3 Apuntalamiento. Los enofrados deberán estar apoyados sobre puntales, que se arriostraran longitudinalmente y trasversalmente, de modo que las cargas horizontales que produzcan puedan ser transmitadas directamente al suelo.

6.2.3.1 Para apuntalar con piezas de madera se deberán usar puntales rectos y si se usan viguetas, tendrán un diámetro no menor de 7 cm, se deberán arriostrar con cruces de San Andrés y para breducir la longitud de pandeo se colocarán arriostramientos en direcciones perpendiculares entre sí.

6.2.3.2 Si el apuntalamiento está hecho sobre terreno natural, la carga transmitida por los puntales deberá distribuirse sobre éste, por medio de tablas, cuñas de madera, fundaciones de concreto u otro dispositivo conveniente de acuerdo a la resistencia del suelo.

6.2.3.3 El encofrado y el apuntalamiento con elementos de acero deberán tener un factor de seguridad no menor de 2.5.

6.2.3.4 En los apoyos de los puntales se intercalarán cuñas, cajas o sacos de arena y dispositivos de tornillo, en caso de puntales metálicos, para que el desencofrado de efectue en forma gradual sin choques ni sacudidas.

6.2.3.5 Si la construcción es de varios niveles los puntales de los distintos niveles deberán colocarse superpuestos según sus verticales.

6.2.3.6 Los empalmes de puntales deberán hacerse a tope y con cubrejuntas, si son circulares, se colocarán por lo menos tres cubrejuntas y cuatro si la sección es rectangular.

6.2.3.7 El largo de cada cubrejuntas no deberá ser inferior a siete veces la menor dimensión transversal por empalmar.

6.2.3.8 La cantidad de puntales empalmados no será mayor del 20% del total distribuidos equitativamente entre los puntales sin empalmar.

6.2.3.9 Los puntales no deberán llevar empalmes en el tercio central.

6.2.3.10 La separación máxima entre puntales es de 1,50 m. Esta distancia puede variar en función del peso que deberá soportar, pero en ningún caso debe sobrepasar esta distancia.

6.2.3.11 Al desencofrar se deberán dejar en su sitio algunos "puntales de seguridad" durante un periodo de 8 días en las obras construidas con cemento de tipo normal o de 4 días para las de cemento de alta resistencia inicial.

6.2.3.12 Se verificará que los puntales no tengan empalmes y esten colocados superpuestos según sus verticales en los diferentes pisos.

6.2.3.13 En losas de más de 3 m de luz, se deberá dejar un puntal de seguridad en el centro de la losa y a partir de éste se dejarán puntales a una distancia máxima entre sí de 3 m.

6.2.3.14 En vigas de menos de 3 m de luz se deberá dejar un puntal de seguridad en el centro de la luz.

6.2.3.15 En vigas de más de 3 m de luz se deberá usar el número de puntales de seguridad señalado en la tabla No. 2.

Tabla 2. Distancia máxima entre puntales

Luz de viga (m)	No. De puntales de seguridad
3 a 6	2
6 a 8	3
8 a 10	4

6.2.4 Arriostramiento. Se deberá comprobar que el arriostramiento es suficiente para garantizar la estabilidad de los moldes y que éstos estén suficientemente fijos.

Cuando sea necesario apuntalar un molde muy alto, es recomendable utilizar andamios de acuerdo con lo especificado en la Norma INTE-31-09-02-96.

6.2.5 Antes del vaciado del concreto los encofrados se deberán humedecer con el objeto de evitar que absorban el agua que contiene la mezcla de concreto.

6.2.6 Desencofrado

6.2.6.1 El desencofrado se deberá efectuar con el mayor cuidado para no deteriorar los moldes.

6.2.6.2 Se verificará que no se desencofre antes de que el concreto haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar las cargas muertas y las cargas adicionales que puedan presentarse. El coeficiente de seguridad no será inferior a 2.

6.2.6.3 El desencofrado se deberá hacer sin trepitaciones, ni sacudidas violentas ni repetidas.

6.2.6.4 Las columnas deberán desencofrarse antes de desencofrar las losas y vigas que sustentan.

6.2.6.5 Para utilizar un entrepiso inmediatamente después de retirar los puntales, se deberán tomar precauciones adicionales.

6.2.6.6 Durante el desencofrado se deberá cerrar el tránsito de personas y solo se permitirá la presencia de aquellas necesarias para la operación.

6.2.6.7 Las losas comenzarán a ser desencofradas por los extremos y luego la zona central. En la tabla 3 se indican los tiempos mínimos de desencofrado, dependiendo del tipo de concreto y el elemento estructural a desencofrar.

Tabla 3. Tiempos mínimos para desencofrar

Clase de cemento	Costados de vigas, pilares y muros	Losas con luz menor o igual a 3 m	Losas con luz mayor a 3 m. Luz menor a 5 m. Vigas con luz menor o igual 6 m	Losas con luz mayor a 5 m. Vigas con luz mayor
Cemento Portland	2 días	6 días	12 días	2,5 x longitud de días
Cemento de alta	1 día	2 días	6 días	1,10 x longitud de días

7 Correspondencia

La presente norma es una homologación de la norma venezolana "**Encofrados. Requisitos de seguridad**" COVENIN 2244.