NORMA TÉCNICA PERUANA

NTP 400.034
1985 (revisada el 2017)

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27) Lima, Perú

ANDAMIOS. Requisitos

SCAFFOLDS. Requirements

2017-05-31
1ª Edición

R.D. N° 021-2017-INACAL/DN. Publicada el 2017-06-09 Precio basado en 65 páginas

I.C.S.: 91.080 ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptores: Andamio, requisito

© INACAL 2017

© INACAL 2017

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 817, San Isidro
Lima - Perú
Tel.: +51 1 640-8820
administracion@inacal.gob.pe
www.inacal.gob.pe

PRÓLOGO
(de revisión 2017)

A.1 La Norma Técnica Peruana (NTP) **NTP 400.034:1985 (revisada el 2012) ANDAMIOS. Requisitos,** 1ª Edición, se incluyó en el Programa de Actualización de Normas Técnicas Peruanas.

A.2 La NTP referida, aprobada mediante resolución N° 0045-2012/CNB-INDECOPI, al no contar con ningún Comité Técnico de Normalización activo, fue revisada y puesta a consulta pública por un periodo de 30 días calendario. No recibió observaciones por parte de los representantes de los sectores involucrados: producción, consumo y técnico.

A.3 La Dirección de Normalización (DN), procedió a mantener su vigencia, previa revisión final, aprobando la versión revisada el 31 de mayo de 2017.

NOTA: Cabe resaltar que la revisión de la presente NTP se ha realizado con el objetivo de determinar su vigencia, mas no su actualización.

A.4 La presente Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 400.034:1985 (revisada el 2012) ANDAMIOS. Requisitos, 1ª Edición.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

PRÓLOGO
(de revisión 2012)

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana se encuentra dentro de la relación de normas incluidas en el Plan de Revisión y Actualización de Normas Técnicas Peruanas, aprobadas durante la gestión del ITINTEC (periodo 1966-1992).

A.2 La NTP 400.034:1985 fue aprobada mediante resolución R.D. Nº 282-85-ITINTEC-DG/DN del 85-08-20 y al no existir Comité Técnico de Normalización activo en el tema y considerándose que durante la etapa de discusión pública, correspondiente a 60 días calendario contados a partir del 28 de octubre de 2011, no se ha recibido opinión de dejar sin efecto la presente NTP por parte de los representantes de los sectores involucrados: producción, consumo y técnico, relacionados con el tema de materiales de construcción y edificación, se procede a la aprobación de su vigencia.

A.3 La Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias -CNB-, aprobó mantener vigente la presente norma, oficializándose como **NTP 400.034:1985 (revisada el 2012) ANDAMIOS. Requisitos**, el 28 de junio de 2012.

NOTA: Cabe resaltar que la revisión de la presente NTP se ha realizado con el objetivo de determinar su vigencia, mas no su actualización.

A.4 La presente Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 400.034:1985 ANDAMIOS. Requisitos. Las Normas Técnicas Peruanas que fueron dejadas sin efecto no figuran en la presente edición.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

PRÓLOGO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Especializado de "SEGURIDAD EN EDIFICACIONES", en reuniones realizadas durante los meses de: Junio a Diciembre de 1983 y de Enero-Marzo de 1984, teniendo como documento inicial de estudio el Esquema 35:01-006 de Junio de 1983, titulado "ANDAMIOS. Requisitos".

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA PRESENTE NORMA TÉCNICA PERUANA:

- ACROW PERÚ S.A. (Ingenieros)
- ALQUILER Y SERVICIOS ALYS SCRL
- CÁMARA PERUANA DE LA CONSTRUCCIÓN-CAPECO
- GLEASON PERÚ S.A.
- MINISTERIO DE TRABAJO
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN
- MADARESA
- UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL

---oooOooo---

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

ANDAMIOS. Requisitos

1 NORMAS A CONSULTAR

NTP 400.033[1]	ANDAMIOS. Definiciones y clasificación
NTP 341.082	PLANCHAS DELGADAS DE ACERO AL CARBONO PARA USO GENERAL
NTP 341.140	PLANCHAS DELGADAS DE ACERO AL CARBONO PARA USO ESTRUCTURAL

2 OBJETO

La presente Norma Técnica Peruana establece los requisitos generales de los andamios empleados en la construcción y afines.

3 CAMPO DE APLICACIÓN

3.1 La presente Norma Técnica Peruana se aplica a aquellas estructuras provisionales, utilizadas para el sostenimiento de personas, materiales y herramientas que se requieren para la ejecución de trabajos en altura.

3.2 Las figuras que complementan el texto de la presente Norma Técnica Peruana, sólo tienen carácter ilustrativo.

[1] La versión vigente a la fecha es la NTP 400.033:1984 (revisada el 2017) ANDAMIOS. Definiciones y clasificación.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

3.3 Los siguientes símbolos utilizados en algunas figuras se leen como sigue:

< menor que

≤ menor o igual que

> mayor que

≥ mayor o igual que

4 CONDICIONES GENERALES

4.1 El proveedor de elementos y accesorios para andamios está obligado a proporcionarlos en óptimas condiciones de uso, y en caso de ser requerido, suministrará la información técnica necesaria.

4.2 Antes de entrar en servicio un andamio, el responsable de la obra verificará que en su construcción se ha dado cumplimiento a la presente Norma Técnica Peruana para lo cual podrá solicitar asesoramiento especializado.

4.3 La persona o empresa responsable del personal que usa los andamios, velará por la conservación, buen uso y mantenimiento oportuno del andamiaje en su conjunto.

4.4 El personal que trabaje en andamios deberá tener la capacidad física y la aptitud suficiente para realizar trabajos en altura, a fin de evitar accidentes por negligencia propia.

5 REQUISITOS

5.1 Material

5.1.1 Madera

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.1.1.1 La madera a emplearse será sana, flexible, de fibra larga capaz de soportar hasta 4 veces la carga de trabajo.

5.1.1.2 No se permitirá piezas de madera que presenten cavidades, fracturas, transversales, orificios larvarios, rajaduras que alcancen un 10 % de la longitud total de la pieza, eje longitudinal huecos y nudos que afecten más del 10 % de su sección o del ancho de una de las caras.

5.1.1.3 La madera tendrá un contenido de humedad máximo del 18 % .

5.1.2 Acero

5.1.2.1 El acero a emplearse en andamios tubulares cumplirá con las NTP 341.082 y NTP 341.140 para acero al carbono de calidad estructural, cuya composición química será:

C :	0,20 % máx.	P :	0,06 % máx.
SI :	0,30 % máx.	S :	0,06 % máx.

5.1.2.2 Para tubería importada se garantizará el cumplimiento a las características especificadas en la presente Norma Técnica Peruana.

5.1.3 Otros

5.1.3.1 Caña guayaquil

Por características propias de determinada región o lugar, podrá permitirse el uso de la caña Guayaquil, siempre que presente óptimas condiciones de uso como son: fibra sana sin indicios de apolillados o podredumbre, sin rajaduras, ni fracturas, con contenido de humedad máxima de 20 % y tomando todas las precauciones posibles para evitar deslizamientos o aplastamientos en los puntos de intersección con otros elementos del andamio.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.1.3.2 Aluminio: Este material se permitirá sólo en aleaciones con otros elementos que garanticen su resistencia a las solicitudes de carga del andamio.

5.1.3.3 Alambre: El alambre para anclajes será galvanizado y su diámetro nominal no menos de 2 mm (N° 14 AWG).

5.2 Elementos de madera

5.2.1 Parante

5.2.1.1 Los parantes de los andamios serán de sección transversal no menor a la indicada en la Tabla 1.

TABLA 1 – Dimensiones de la sección transversal de los parantes

Altura del andamio en metros	Medidas mínimas de la sección rectangular del parante en mm	Diámetro mínimo mm
Hasta 7	100 x 100 (4” x 4”)	125
desde 7 hasta 14	100 x 150 (4” x 6”)	160
desde 14 hasta 20	150 x 150 (6” x 6”)	
	ó 2 de 100 x 100 (4” x 4”)	180

5.2.1.2 Los parantes se colocarán sobre bases sólidas y resistentes que distribuyan convenientemente las cargas.

5.2.1.3 El pie del parante se fijará al apoyo mediante anclajes o hincamiento en el terreno para impedir su desplazamiento.

5.2.1.4 La parte inferior de los parantes hincados, estará protegida con brea u otras sustancias antipútridas hasta una altura de 1 m sobre el nivel del suelo.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.2.1.5 En parantes de hasta 10 m sólo se permitirá un empalme y para alturas entre 10 m y 20 m , se permitirán 2 empalmes como máximo.

5.2.1.6 Los empalmes en los parantes podrán ser a tope o por traslape.

5.2.1.7 Los empalmes a tope se ejecutarán teniendo en cuenta lo siguiente:

5.2.1.7.1 Las caras transversales de los extremos a empalmar serán planas y perpendiculares al eje longitudinal del parante, asegurándose que el contacto y transmisión de cargas se produzca en toda el área de la sección transversal de una de las piezas o de ambas si las secciones son iguales. El empalme se asegurará por sus cuatro lados clavando tablas de 25 mm de espesor mínimo, con ancho igual al de la cara del parante y con largo no menor de 1,0 m , con sus extremos equidistantes del empalme, reforzándose convenientemente con alambre o abrazaderas en puntos equidistantes a la unión (véase Figura 1a).

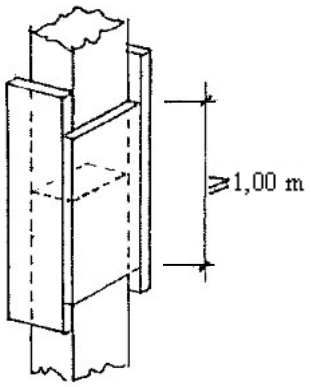


FIGURA 1a – Empalme de parantes a tope

5.2.1.7.2 Los empalmes a tope con piezas de diferente sección transversal se ubicarán concéntricas, manteniendo coincidente su eje longitudinal, e igualando las escuadrías mediante suples para lograr un perfecto reforzamiento. La pieza de menor sección irá sobre la de mayor sección transversal (véase Figura 1b).

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

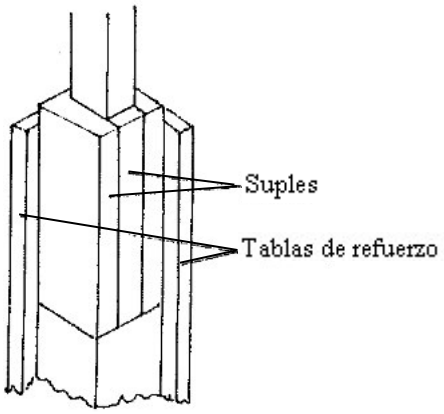


FIGURA 1b – Empalme de parantes a tope

5.2.1.8 Los empalmes por traslape tendrán una longitud mayor a 1,50 m perfectamente asegurados mediante pernos o dispositivos especiales distanciados no más de 400 mm y en caso de pernos a no menos de 150 mm . (Véase Figura 1c).

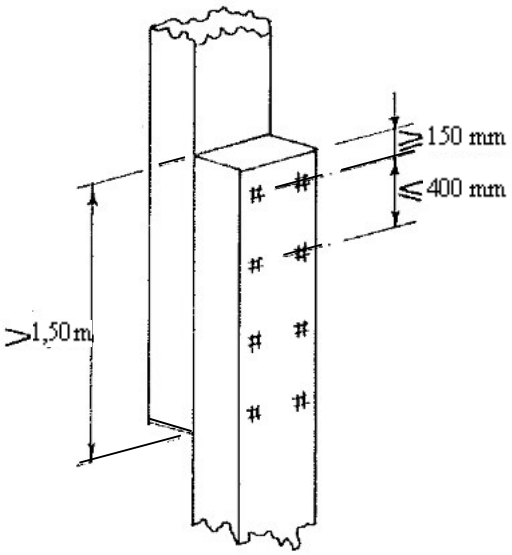


FIGURA 1c – Empalme de parantes, por traslape

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.2.2 Plataforma

5.2.2.1 Las tablas o tablones que conforman una plataforma serán del mismo espesor en todo el ancho de la plataforma, irán asegurados a los travesaños uno a uno en sus dos extremos, y dispuestos de tal forma que presenten una superficie continua a fin de evitar la caída de los objetos que soportan.

5.2.2.2 Las plataformas de andamios para trabajos pesados serán de tablones con sección no menor de 50 mm x 200 mm (2” x 8”) para luces no mayores de 2,50 m .

5.2.2.3 La sección mínima de las tablas que conforman plataformas de andamios para trabajos livianos será de 38 mm x 200 mm (1 ½” x 6”), para luces no mayores de 3,0 m .

5.2.4 Ninguna tabla o tablón podrá tener una longitud menor a la luz entre las caras exteriores de los travesaños en que se apoya, ni deberá sobresalir en voladizo más de 300 mm en los extremos del andamio.

5.2.2.5 El traslape mínimo de tablas o tablones será de 600 mm ubicado sobre un travesaño, cuyo eje distará por los menos 300 mm del extremo más cercano. Además todos los extremos estarán firmemente asegurados para evitar balanceo. (Véase Figura 2a).

5.2.2.6 En ningún caso el ancho de la plataforma será menor de 600 mm .

5.2.2.7 Las plataformas a lo largo de todos sus bordes libres llevarán zócalos que eviten la caída de herramientas y/o materiales. (Véase Figura 2b).

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

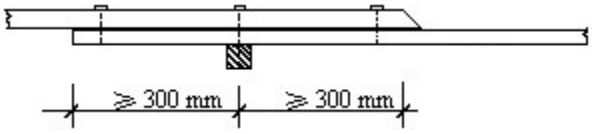


FIGURA 2a – Traslape de plataforma

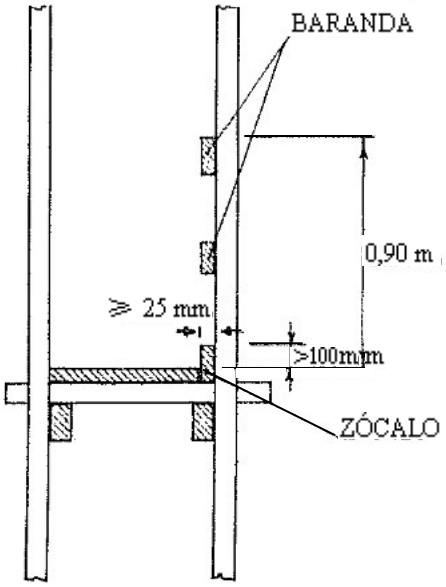


FIGURA 2b

FIGURA 2

5.2.2.8 Siempre se mantendrán horizontales y libres de sustancias que puedan producir resbalamientos.

5.2.3 Travesaño

5.2.3.1 Tendrán una sección rectangular mínima de 25 mm x 150 mm (1” x 6”) ó 50 mm x 75 mm (2” x 3”).

5.2.3.2 Serán rectos de una sola pieza y se asegurarán firmemente a los parantes conservando la horizontalidad.

5.2.4 Larguero

5.2.4.1 Los largueros tendrán por lo general una sección similar a la de los parantes pero no menor de 75 mm x 75 mm (3” x 3”).

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.2.4.2 Se asegurarán a los parantes.

5.2.4.3 No se permitirá cargas sobre largueros en voladizo.

5.2.4.4 Los empalmes se harán preferentemente sobre los parantes, en el caso de empalme en un paño, éste se hará con un traslape mínimo de 1,0 m y asegurando firmemente los extremos empalmados entre sí. No se permitirá empalmes en dos paños consecutivos, ni en los paños extremos del andamio.

5.2.5 Baranda

5.2.5.1 Toda plataforma de andamio a más de 2,0 m de altura sobre el nivel del suelo llevará por lo menos 2 barandas paralelas a lo largo de su borde libre una superior a 0,90 m de altura del borde de la plataforma y una o más entre estas (véase Figura 3).

5.2.5.2 Serán de una sección no menor de 38 mm x 150 mm (1 ½" x 6") ó 75 mm x 75 mm (3" x 3") aseguradas a las caras internas de los parantes.

5.2.5.3 De superficie lisa, sin desastillamientos, limpia de clavos y de sustancias que puedan provocar resbalamientos.

5.2.6 Cruz de San Andrés

5.2.6.1 Será de elementos rígidos, asegurado a los parantes en todos los puntos de encuentro con estos.

5.2.6.2 La sección no será menor de 25 mm x 150 mm (1" x 6").

5.2.6.3 La inclinación de sus elementos respecto de la horizontal no superará los 60 ° .

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.2.7 Diagonal

5.2.7.1 Será un elemento rígido asegurado a los parantes en todos los puntos de encuentro con éstos.

5.2.7.2 Su sección no será menor de 25 mm x 150 mm (1” x 6”).

5.2.8 Tomapunta

5.2.8.1 Será de una longitud y sección variables de acuerdo con la carga solicitante.

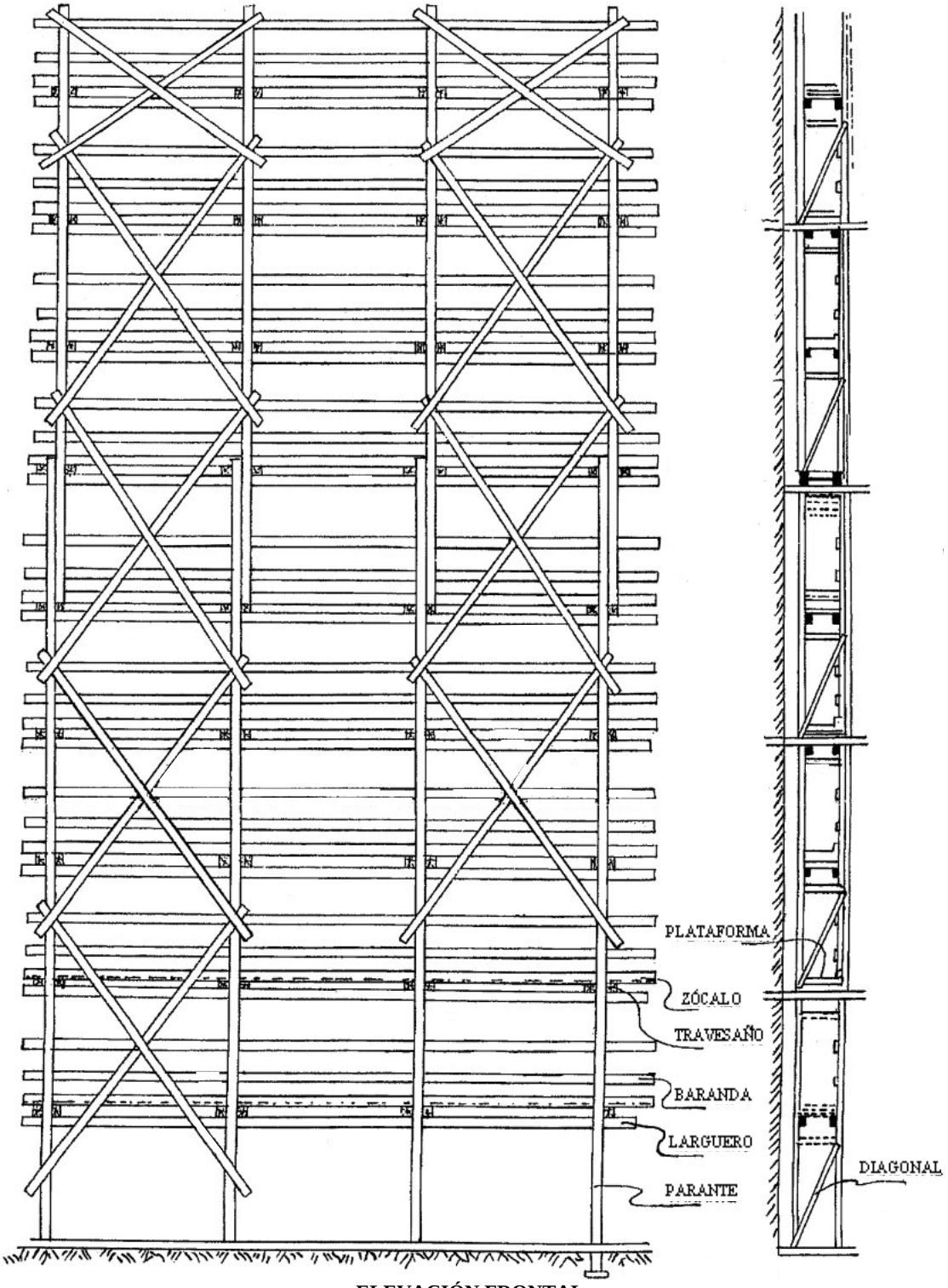
5.2.8.2 Se tendrá especial cuidado en asegurar sus extremos para que no sufran desplazamientos.

5.2.9 Zócalo

5.2.9.1 Será un elemento rígido asegurando a los travesaños y/o parantes y/o plataforma de la cual no se alejará una luz mayor a 5 mm .

5.2.9.2 El zócalo tendrá un espesor no menor de 25 mm (1”) y un ancho tal que al ser colocado, su borde superior alcance una altura mayor a 100 mm por encima de la plataforma (véase Figura 2b).

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados



ELEVACIÓN FRONTAL

FIGURA 3 – Andamio de madera

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.2.10 Estacas

5.2.10.1 Serán de madera sana y fibra compacta de cabeza plana con sección no menor de 50 mm x 50 mm (2” x 2”).

5.2.10.2 La longitud de la estaca y la profundidad de penetración dependerán de la consistencia del terreno y de la función que va a cumplir.

5.2.10.3 Las estacas se colocarán siguiendo una dirección perpendicular a la de los anclajes (vientos).

5.3 Uniones de madera

5.3.1 No se permitirá uniones de parantes con largueros o travesaños, que se hagan únicamente con alambre; el que sí se podrá utilizar como reforzamiento en uniones clavadas o empernadas.

5.3.2 Uniones clavadas

5.3.2.1 Generalidades

5.3.2.1.1 Son aplicables a uniones de dos piezas de madera o de uniones de piezas de madera con platinas metálicas.

5.3.2.1.2 Los clavos serán de alambre de acero, con cabeza, de caña lisa y limpia, de longitud no menor al triple del espesor de la madera, y de diámetro no menor a 3 mm (1/8”). No se permitirá el uso de clavos de hierro fundido de cobre o de forma cónica en toda su longitud.

5.3.2.1.3 Los clavos se usarán no más de dos veces y su longitud superará por lo menos en 12 mm (1/2”) al espesor acumulado de las maderas a clavar o tendrá una penetración en el elemento de madera adyacente a la punta, no menor de 2/3 de su longitud.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.3.2.1.4 Los clavos se introducirán totalmente en la madera y ninguno quedará sometido a tensión en dirección longitudinal.

5.3.2.1.5 En las uniones de parantes con travesaños, largueros o diagonales, se emplearán no menos de 3 clavos, en otras uniones no menos de 2 clavos.

5.3.2.2 Cargas admisibles

5.3.2.2.1 La carga aplicable en una unión clavada no superará a la suma de fuerzas resistidas por cada clavo, considerando aisladamente, y que cumpla con todos los requisitos de espaciamiento y simetría respecto a la línea de acción de las fuerzas aplicadas.

5.3.2.2.2 Para los clavos orientados según la Figura 4, la fuerza de cizallamiento considerada a ser resistida por cada clavo, no será mayor a los 2/3 de la carga permisible lateral para clavos a simple cizallamiento.

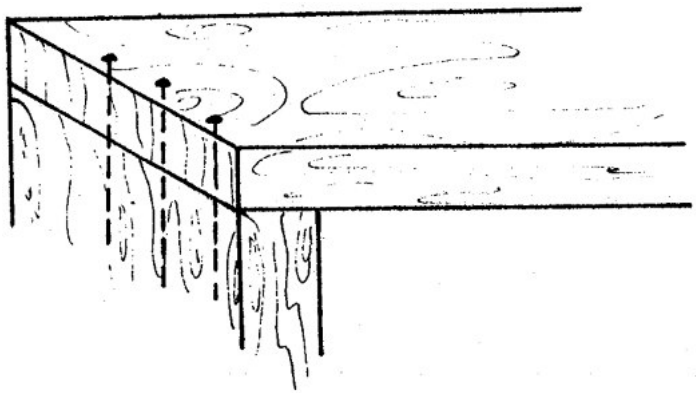


FIGURA 4

5.3.2.2.3 Para clavos orientados diagonalmente a la unión como muestra la Figura 5, su caga admisible en cizallamiento no será mayor a los 5/6 de la carga permisible lateral para clavos a simple cizallamiento, y se introducirán en un punto ubicado a 1/3 de la longitud del clavo, a partir del extremo del elemento y formando con este un ángulo aproximado de 30 ° (véase Figura 5a y 5b).

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

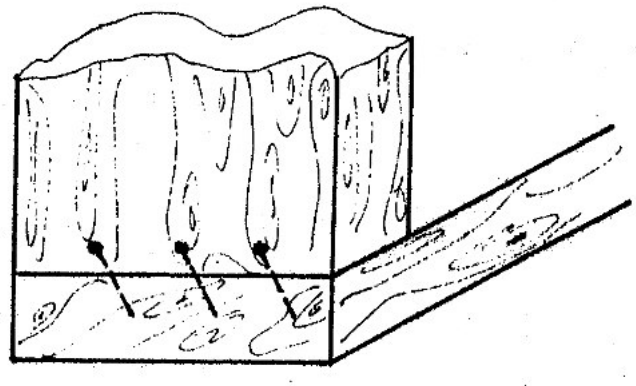


FIGURA 5a

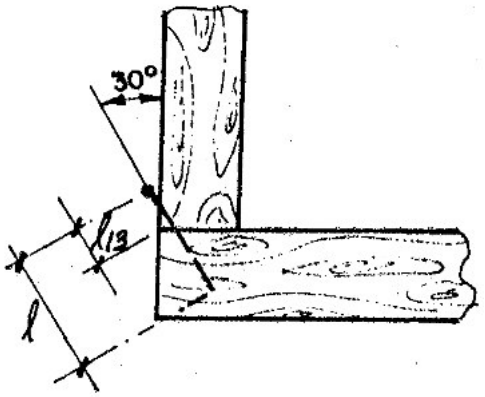


FIGURA 5b

FIGURA 5

5.3.2.3 Ubicación de los clavos

5.3.2.3.1 La distancia entre clavos y la separación de estos con los bordes o extremos de la madera no serán menores a los indicados en la Tabla 2 (Véase Figura 6a y 6b).

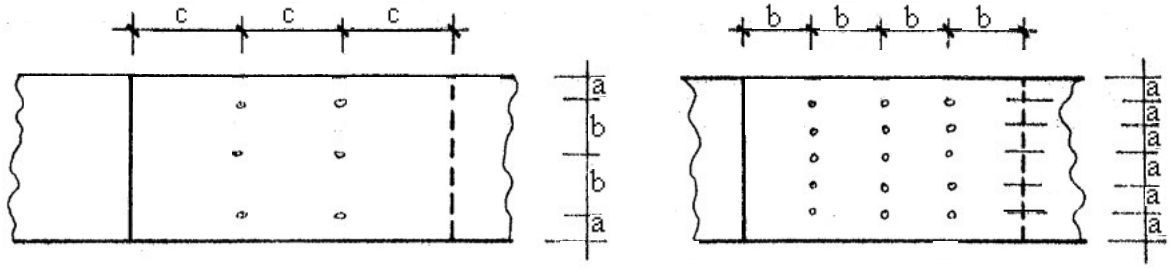
TABLA 2 – Distancias y espaciamiento de clavos

	Sin Pre-taladrar	**Con Pre-taladrado**
Distancia al extremo	20 d*	10 d
Distancia al borde	5 d	5 d
Separación de clavos paralela a las fibras	20 d	10 d
Separación de clavos perpendicular a las fibras.	10 d	5 d

(*) d = diámetro del clavo.

5.2.3.2 El diámetro de la perforación en caso de pre-taladrado será del orden de 0,8 d .

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados



a) Sin Pre-taladrar b) Con Pre-taladrado

a ≥ 5 d b ≥ 10 d c ≥ 20 d

FIGURA 6

5.3.3 Uniones empernadas

5.3.3.1 Generalidades

5.3.3.1.1 Son aplicables a uniones de dos o más piezas de madera o entre una pieza de madera y platinas metálicas.

5.3.3.1.2 Los pernos serán de acero y llevarán arandelas o platinas metálicas entre la madera y la cabeza del perno y entre la madera y la tuerca.

5.3.3.1.3 El espesor de las arandelas o platinas no será menor de 3 mm (1/8”).

5.3.3.1.4 Las perforaciones para los pernos estarán alineadas y serán lisas, con un diámetro tal que permita introducir el perno sin esforzarlo.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.3.3.2 Cargas admisibles

5.3.3.2.1 En una junta empernada los valores de la carga admisible se tomarán teniendo en cuenta entre otras condiciones: la orientación de las fibras de la madera respecto a la línea de acción de la carga[1]; la capacidad de aplastamiento de la madera, los espesores y número de elementos que se usen, la capacidad de flexión del perno (1/d) y la posibilidad de que se moje la madera; en tal caso los valores a tomar no serán mayores al 66 % que los obtenidos para madera seca.

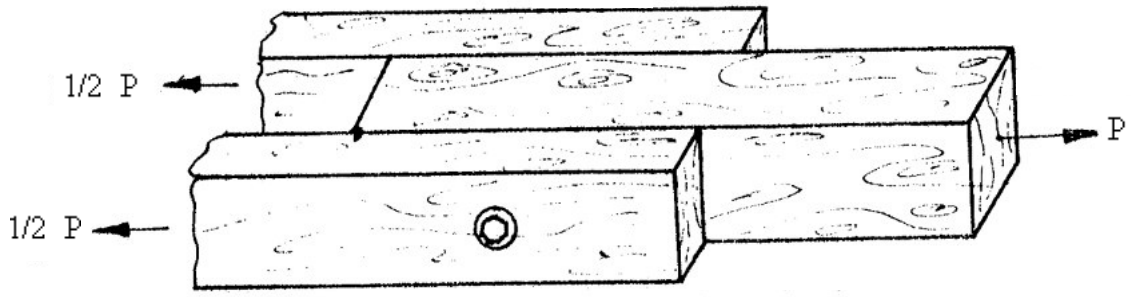


FIGURA 7 – Aplastamiento en dirección de las fibras

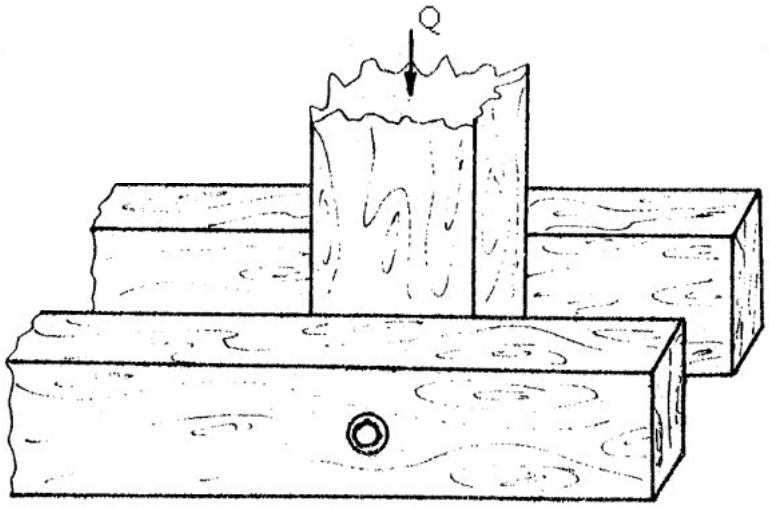


FIGURA 8 – Aplastamiento perpendicular a las fibras

[1] Véase Figuras 7 y 8.

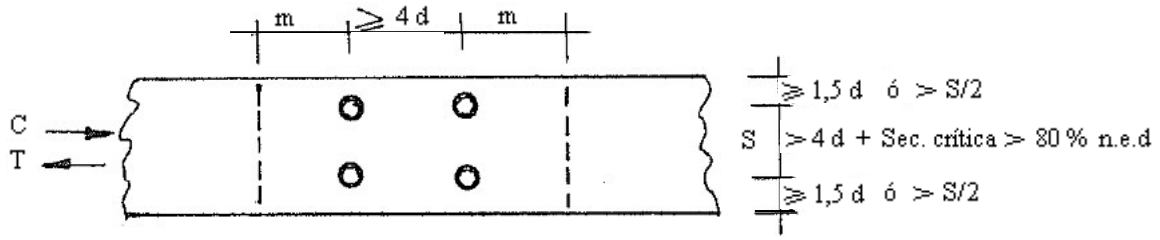
© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.3.3.3 Ubicación de los pernos

5.3.3.3.1 La distancia entre pernos y la separación de estos con los bordes o extremos de la madera serán suficientes para permitir que cada perno desarrolle toda su capacidad resistente.

5.3.3.3.2 En uniones donde las fuerzas aplicadas son paralelas a las fibras de la madera, la distancia entre dos pernos medida en dirección de las fibras no será menor a 4 veces el diámetro de los pernos. Asimismo, la distancia (m) al extremo del elemento de madera, no será menor de 4 diámetros si éste, está en compresión, ó 5 diámetros si está en tracción y la distancia a los bordes no menor a 1,5 diámetros, o mayor que la mitad de la distancia entre líneas de pernos en caso que la relación largo/diámetro del perno sea mayor de 6 (véase Figura 9).

5.3.3.3.3 La distancia entre pernos en la dirección perpendicular a las fibras no será menor a 4 diámetros, así mismo, el área de la sección crítica[(1)], no será menor al 80 % del área de apoyo de los pernos[(2)]. (Véase Figura 9).



PARA COMPRENSIÓN – m ≥ 4 d

PARA TRACCIÓN – m ≥ 5 d

FIGURA 9 – Unión empernada con fuerzas aplicadas paralelas a las fibras

(1) Sección crítica es el área de la sección neta perpendicular a la dirección de la carga, descontando los huecos de los pernos.

(2) Área de apoyo de los pernos, es la que resulta de n . e . d. donde n, es el número de pernos en la pieza de madera considerada, e es el espesor de la madera y d es el diámetro de los pernos.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.3.3.3.4 En una pieza de madera cuyas fibras son perpendiculares a la carga, la distancia (m) entre los pernos en la dirección de las fibras dependerá de la relación largo/diámetro (l/d) del perno, así para l/d = 2 la distancia no será menor a 2,5 diámetros y para l/d ≥ 5, la distancia no será menor a 6 diámetros del perno. Interpolándose para casos intermedios. (Véase Figura 10).

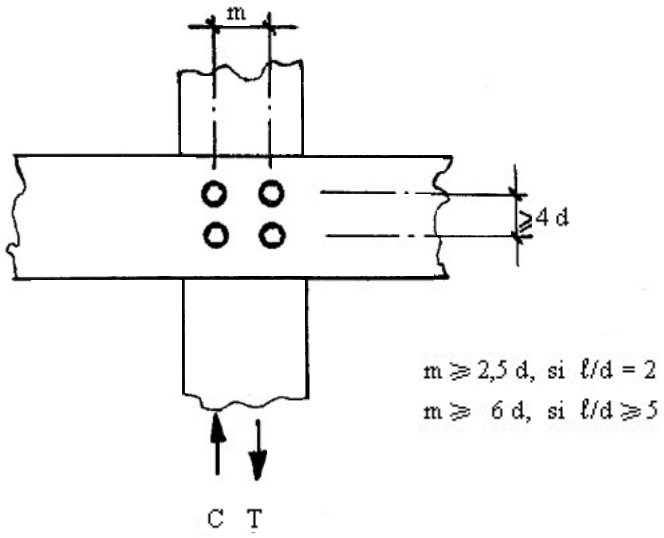


FIGURA 10 – Unión empernada con fuerzas aplicadas perpendiculares a las fibras

5.4 Elementos metálicos

5.4.1 Tubos

5.4.1.1 Los tubos para andamios podrán ser laminados en caliente o soldados.

5.4.1.2 El tubo para parante no se desviará de la recta de su eje más de 1/600 de su longitud en el centro de ésta.

5.4.1.3 Los tubos serán de sección circular y la ovalización no deberá exceder ± 0,5 mm del diámetro exterior.

5.4.1.4 Tendrán una superficie exterior lisa, protegida contra la oxidación y la corrosión, ya sea por galvanización, por pintura u otro medio de protección.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.4.1.5 El revestimiento de cinc en los tubos será homogéneo, con una masa (cinc) no menor a 360 g/m² interior y exteriormente.

5.4.1.6 Los extremos libres de los tubos terminarán en un plano perpendicular al eje longitudinal de estos.

5.4.1.7 Cumplirán además con las siguientes especificaciones:

5.4.1.7.1 Características físicas

a) Diámetro interior nominal mínimo 37,7 mm (1 ½")
Solamente se permitirá tubos de acero con diámetro interior de 32,0 mm (1 ¼") y 25, 4 mm (1") en andamios, cuya altura no supere los 8,0 m y se usen para trabajos livianos.

b) El espesor de la pared del tubo no será menor de 3,0 mm .

5.4.1.7.2 Características mecánicas del tubo[1]

a) Resistencia mínima a la tracción 340 N/mm² .

b) Alargamiento mínimo 22 % , sobre una longitud de 5,65 $\sqrt{So}$
donde: So es el área de la sección original.

c) Límite de fluencia mínima 210 N/mm² .

5.4.2 Plataformas

5.4.2.1 Las plataformas de planchas metálicas, cumplirán todas las condiciones de seguridad indicadas para plataformas de madera (véase apartado 5.2.2) y serán construidas con reforzamientos longitudinales, debidamente arriostrados transversalmente, y su deflexión máxima no superará a 1/160.

[1] Mientras los fabricantes adecúen la producción de esta calidad de tubería, se podrá usar la existente en el mercado con las limitaciones que sus características mecánicas determinen.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.4.2.2 Los extremos de los tableros metálicos se diseñarán de tal forma que garanticen la seguridad en los apoyos y continuidad en la superficie de la plataforma.

5.4.2.3 No se permitirá el uso de planchas metálicas lisas.

5.4.3 Cruceta

5.4.3.1 Las crucetas deberán ser de barras sólidas o tubos de diámetro no menor a 19 mm (3/4") o de ángulos de dimensiones no menores a 25 mm x 25 mm x 3 mm (1" x 1" x 1/8").

5.4.4 Largueros y travesaños

5.4.4.1 En los andamios de varios paños de tubería y abrazaderas, los largueros se extenderán por lo menos dos paños con aseguramiento en cada parante. Los empalmes y demás uniones se asegurarán a prueba de tracción y de compresión. (Véase apartados 5.5.3.4 y 5.5.3.6).

5.4.4.2 Los travesaños se acoplarán a los parantes en cada cruce parante-larguero y en caso de travesaños intermedios, estos se asegurarán a los largueros, distanciándose equidistantemente entre sí.

5.4.5 Base de parante

5.4.5.1 Tendrá una placa de superficie plana con un área no menor de 150 mm x 150 mm , concéntrica con el eje de la espiga a la cual estará asegurada.

5.4.5.1.1 El espesor de la placa no será menor de:

Para hierro fundido	7,9 mm
Para aleación de aluminio	6,35 mm
Para acero	6,0 mm

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.4.5.1.2 La superficie será lisa y soportará el extremo del tubo bajo carga sin torcerlo o dañarlo.

5.4.5.2 La espiga no será menor a 50 mm de largo y su diámetro será tal que permita la penetración total dentro del tubo.

5.4.5.3 Si las placas llevarán agujeros para anclaje, estas tendrán un diámetro de 6,0 mm a 10,0 mm y estarán en posiciones diametralmente opuestas y a distancias no menos de 50 mm del centro y a no menos de 20 mm del borde de la placa.

5.4.6 Bases regulables de parantes

5.4.6.1 Cumplirán con los requisitos especificados en el apartado 5.4.5.

5.4.6.2 La espiga al ser extendida a su máxima posición de trabajo será capaz de soportar una carga de 59,7 KN sin torcerse. Para esta prueba la placa de base se situará en una superficie lisa y horizontal y la carga se aplicará en la misma zona en la que normalmente descansa el extremo del parante del andamio; la espiga trabajará libremente.

5.4.6.3 Los tornillos niveladores deben tener una capacidad soportante, cuando menos equivalente a la máxima capacidad de las marcas que sustentan y con el mismo coeficiente de seguridad.

5.4.6.4 Los tornillos deberán tener una longitud de embone no menor de 150 mm y el extremo embonado tendrá si fuera necesario un elemento que limite el juego, de existir este en el interior del parante.

5.4.7 Ruedas desmontables de parantes

5.4.7.1 Se diseñarán y construirán con la rigidez y área de soporte necesaria para tal fin, y su diámetro no será menor de 127 mm dotada de un freno de rueda efectivo que no se suelte ni por accidente.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.4.7.2 Se indicarán claramente con la carga límite de trabajo que puedan soportar, se comprobará aplicando verticalmente la carga sobre la rueda inmóvil en una superficie estable y nivelada.

5.4.7.3 La espiga no será menor de 50 mm de largo, considerando la adecuada transferencia de la carga del tubo a la espiga.

5.4.7.4 La excentricidad del centro de la rueda respecto al eje de giro no excederá de 64 mm (véase Figura 11).

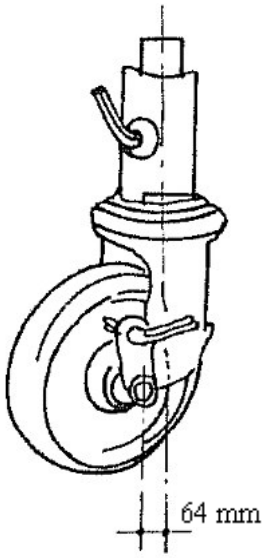
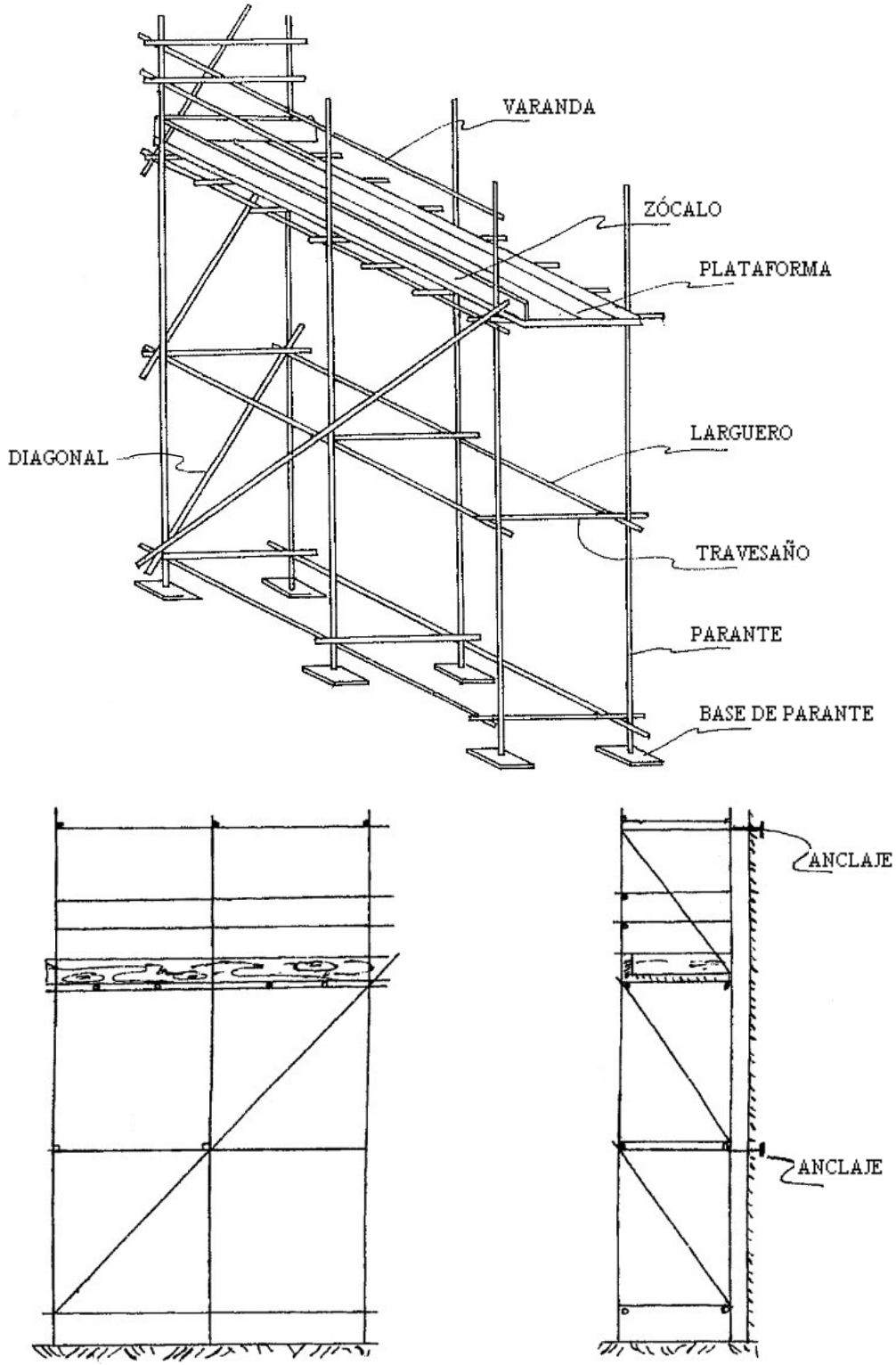


FIGURA 11

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados



Elevación frontal **Elevación lateral**

FIGURA 12 – Andamio metálico

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.5 Abrazaderas

5.5.1 Generalidades

5.5.1.1 Serán las más adecuadas para las dimensiones, resistencia y tensiones de los elementos que van a unir.

5.5.1.2 Siempre estarán en perfecto estado de mantenimiento y funcionamiento.

5.5.1.3 Las abrazaderas serán de tal forma que a pesar del continuo uso, ni ellos ni los elementos que unen sufran deformaciones.

5.5.1.4 Toda abrazadera será capaz de usarse con tubos que cumplan la presente Norma Técnica Peruana. Excepto las especiales fabricadas para usarse con cierta clase particular de tubos o perfiles.

5.5.1.5 Toda abrazadera se diseñará para una fijación en forma sencilla y segura de los elementos del andamio.

5.5.1.6 Se diseñarán de tal forma que sin estar ajustados, ninguna parte podrá separarse accidentalmente o desengancharse.

5.5.2 Clases de abrazaderas

5.5.2.1 Abrazaderas ortogonales: Las que aseguran la unión de dos elementos perpendiculares entre sí. (Véase Figura 13).

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

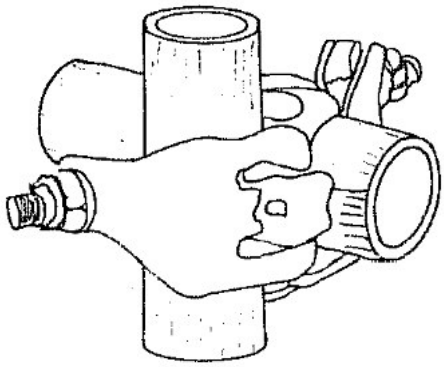


FIGURA 13

5.5.2.2 Abrazaderas giratorias: Las que aseguran la unión de dos elementos colocados en forma de aspa y con ángulo variable (Véase Figura 14).

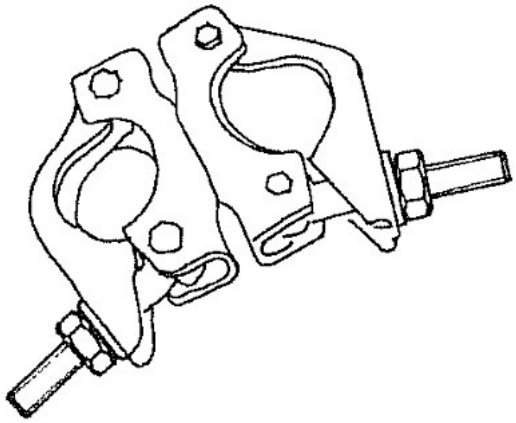


FIGURA 14

5.5.2.3 Abrazaderas de extensión: Las que unen dos elementos dispuestos según el mismo eje longitudinal. (Véase Figura 15a y 15b).

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

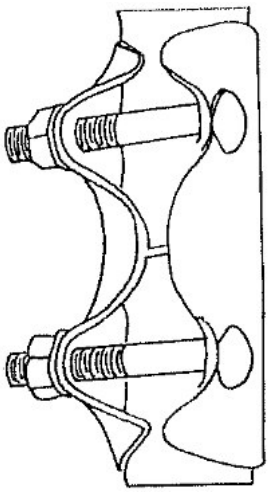


FIGURA 15a

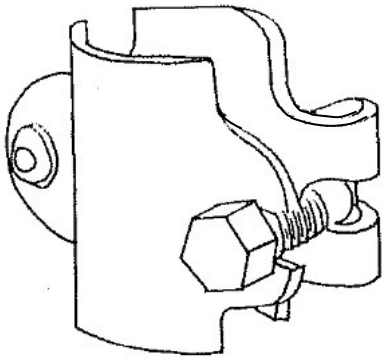


FIGURA 15b

FIGURA 15

5.5.2.4 Abrazaderas paralelas: Los que aseguran dos elementos cuyos ejes permanecen paralelas (véase Figura 16).

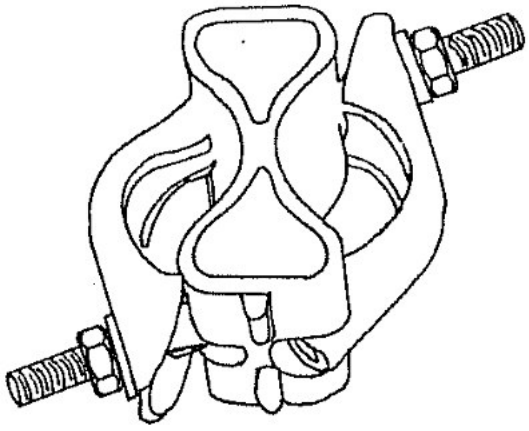


FIGURA 16

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.5.3 Ensayos de abrazaderas

5.5.3.1 Las pruebas de las abrazaderas, se ejecutarán por fijación de éstas en los tubos que cumplan con la presente Norma Técnica Peruana y que estén limpios, lisos y libres de corrosión. En caso de abrazaderas especiales se probarán en los tubos para los cuales fueron diseñadas.

5.5.3.2 Las abrazaderas y tubos que éstas unen, deben pasar los ensayos sin que presenten daño alguno después de ejecutarlos. De lo contrario no se permitirá su uso en andamios.

5.5.3.3 La forma de colocación, ajuste y herramientas a usarse en los ensayos, serán los mismos, que siempre han de usarse en el montaje.

5.5.3.4 Abrazaderas ortogonales

a) **Prueba de distorsión:** La abrazadera conectando dos tubos en ángulo recto y limitado adecuadamente el deslizamiento por el tubo vertical, como se muestra en la Figura 17, debe soportar sin deformación una carga de 29,8 kN aplicada al tubo horizontal.

b) **Prueba de deslizamiento:** La abrazadera conectando dos tubos en ángulo recto como se muestra en la Figura 18, debe soportar una carga de 12,4 kN aplicada al tubo horizontal. Durante la prueba la abrazadera no rotará un ángulo mayor a 10 ° de la posición horizontal.

c) Las abrazaderas deben someterse a ambas pruebas alternativamente y para cada una de sus posiciones.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

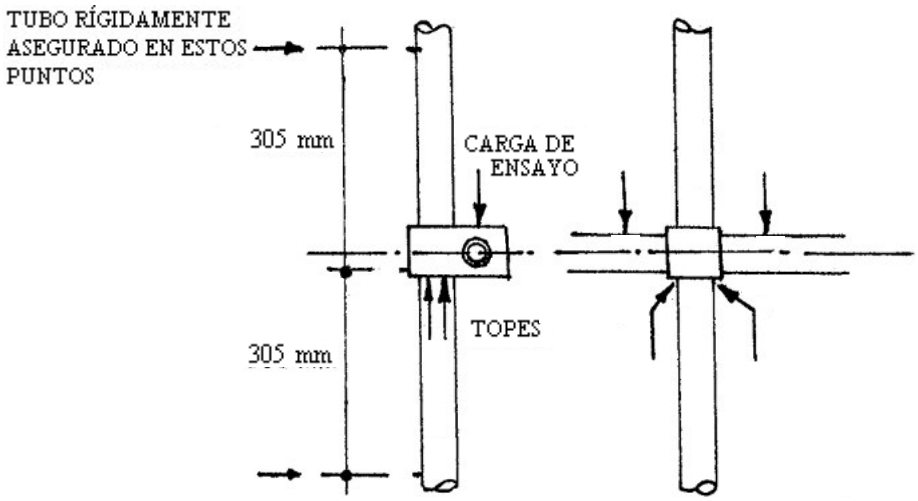


FIGURA 17 – Disposición para la prueba de distorsión

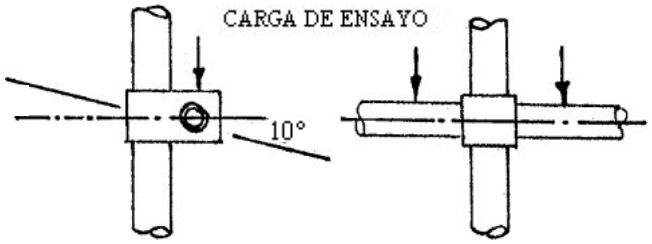


FIGURA 18 – Disposición para la prueba de deslizamiento

5.5.3.5 **Abrazaderas giratorias:** Se diseñarán de manera que las superficies en contacto se deslicen suavemente, pero suficientemente cercanos para impedir la flexión del eje de conexión, el cual será de acero y de no menos de 15,9 mm de diámetro.

a) **Prueba de distorsión:** Asegurando el no deslizamiento en ambos tubos dispuestos a 45 ° , la abrazadera que los conecta debe soportar sin distorsión una carga de 14,9 kN (Véase Figura 19).

b) **Prueba de deslizamiento:** La abrazadera que conecta 2 tubos con un ángulo de 45 ° sostendrá una carga de 12,4 kN aplicada al tubo vertical. En esta prueba la abrazadera no rotará más de 10 ° de la posición horizontal (véase Figura 20).

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

c) Estas abrazaderas deberán someterse a ambas pruebas alternativamente y para cada una de sus posiciones.

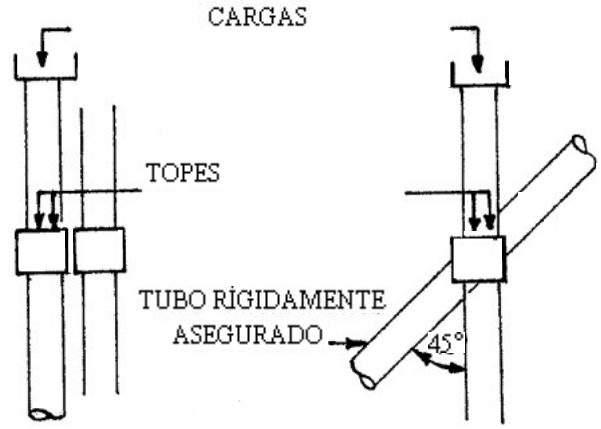


FIGURA 19 – Disposición para la prueba de distorsión

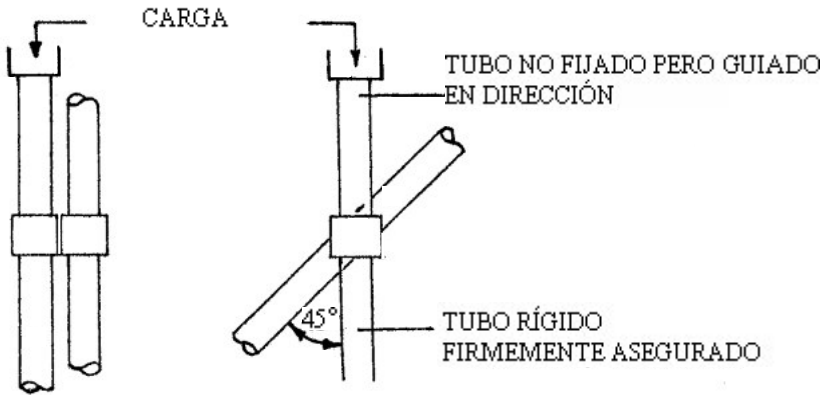


FIGURA 20 – Disposición para la prueba de deslizamiento

5.5.3.6 Abrazaderas de extensión: Estas abrazaderas se autoconcentrarán al unir a tope los extremos de los tubos, con una longitud de agarre igual y uniforme en ambos tubos y serán capaces de resistir una carga al menos igual a la que puede resistir un tubo acoplado. Asimismo, resistirá sin deslizarse una carga axial no menor de 6,2 kN .

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.6 Elementos complementarios a los andamios

5.6.1 Escaleras

5.6.1.1 Las escaleras de acceso a los andamios tendrán un ancho mínimo de 60 cm , con barandas laterales, con peldaños ensamblados, encajados o soldados y con largueros de una sola pieza y que sobrepasen al menos 1 m el punto de desembarco, salvo que exista otro medio de seguridad. Además llevarán descansos cada 8 ó 10 peldaños (Véase Figura 21).

5.6.1.2 Las escaleras que sirvan a los diferentes niveles de un andamio deberán ser sólidas y rígidas para que no impliquen ningún riesgo durante su uso.

5.6.1.3 En escaleras sencillas o de longitud fija, esta longitud nunca será mayor de 9,00 m , la separación mínima entre largueros será de 300 mm y la separación de peldaños estará entre 200 mm y 300 mm .

5.6.1.4 En las escaleras de madera, la sección de los largueros no será menor de 50 mm x 100 mm .

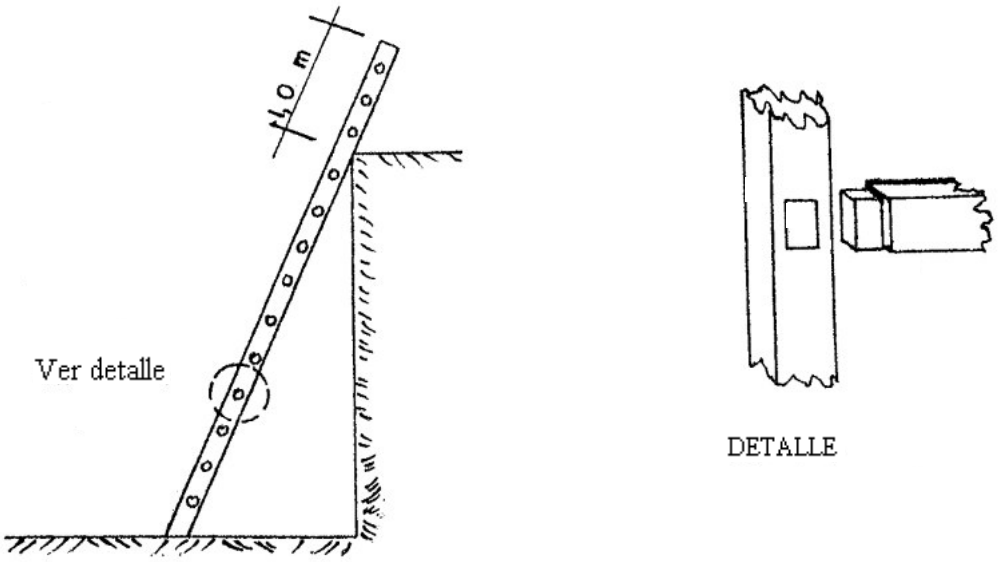


FIGURA 21

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.6.1.5 Las escaleras de extensión que se componen de escaleras superpuestas corredizas en sentido longitudinal cumplirán con lo indicado en la Tabla 3.

TABLA 3 – Características de las escaleras de extensión

Separación mínima de largueros (luz libre)	Longitud máxima
370 mm	Desde 0 m a 8 m
400 mm	Desde 8 m a 12 m
460 mm	Desde 12 m a 18 m

5.6.1.6 No se permitirá escaleras de extensión con longitud mayor de 18,0 m .

5.6.1.7 Las escaleras de extensión estarán provistas de polea con diámetro no menor de 32 mm y cable de diámetro no menor de 8 mm . Asimismo, llevarán un aditamento de seguridad que evite el desplazamiento imprevisto de una parte sobre la otra.

5.6.1.8 Las escaleras de extensión al extenderse, quedará entre las partes un traslape mínimo de 5 peldaños.

5.6.1.9 Las escaleras de tijera o autosoportantes llevarán tirantes de seguridad que a la vez sirvan de tensores entre la parte frontal y posterior.

5.6.1.10 En las escaleras autosoportantes la separación de los largueros en la parte superior no será menor de 300 mm y con un incremento de 25 mm en la base por cada 300 mm de longitud.

5.6.1.11 La longitud máxima para escaleras de tijera será de 6,00 m con peldaños separados no más de 300 mm . Véase Figura 22.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

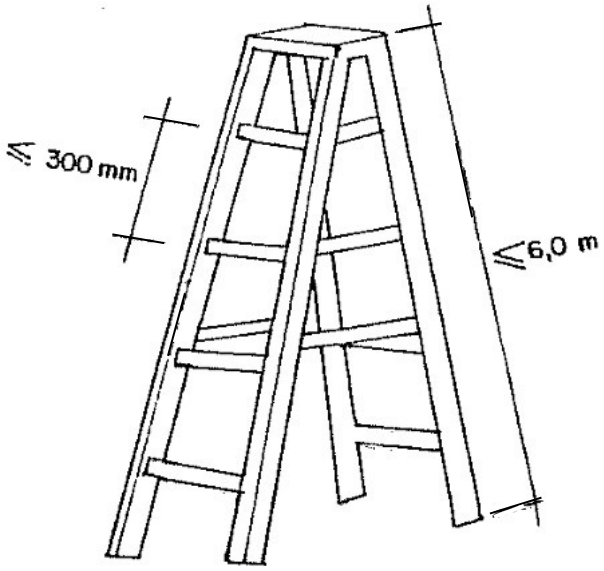


FIGURA 22

5.6.1.12 En general las escaleras de madera serán hechas con madera recta, sana, resistente y técnicamente trabajada.

5.6.1.13 Los peldaños no deberán girar y deberán estar fijos a los largueros pero no únicamente por clavado.

5.6.1.14 Las escaleras metálicas llevarán zapatos de seguridad que eviten su resbalamiento.

5.6.1.15 No se permitirá la acumulación de materiales que pueden ocasionar resbalamiento en los peldaños y descansos de la escalera.

5.6.1.16 Uso y mantenimiento de las escaleras

5.6.1.16.1 Toda escalera será inspeccionada antes de ser usada, y se dispondrá de medios que aseguren su estabilidad contra posibles deslizamientos.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.6.1.16.2 Las escaleras portátiles se colocarán de tal modo que, la distancia entre los apoyos proyectados sobre la vertical sea cuatro veces la que se proyecte sobre la horizontal (Véase Figura 23).

5.6.16.3 Se deberá prohibir usar las escaleras portátiles como plataformas o puentes.

5.6.16.4 Se deberá prohibir apoyar las escaleras sobre tacos, caballetes o cualquier otro objeto que pueda desplazarse o girar.

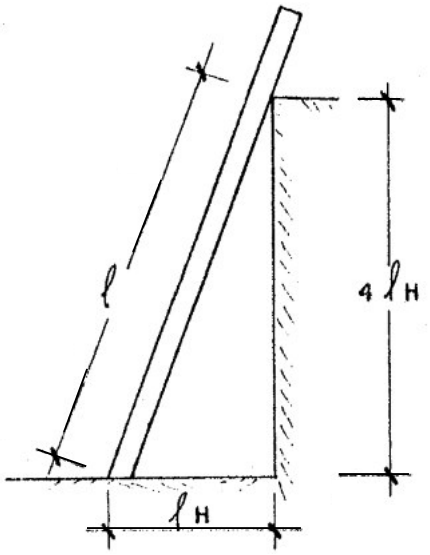


FIGURA 23

5.6.1.16.5 No se permitirá colocar escaleras arriba de los andamios para ganar mayor altura.

5.6.1.16.6 Toda escalera con largueros y/o peldaños rotos, fracturados, con fallas en la madera o defectos de construcción, será destruido, reparado de inmediato o retirada de la obra.

5.6.1.16.7 Para subir o bajar escaleras se hará con el frente a la escalera y usando las dos manos. Las herramientas se izarán mediante una soga o se llevarán consigo en un bolso cerrado que no comprometa las manos.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.6.1.16.8 Las escaleras no se guardarán en sitios excesivamente húmedos o muy calientes, ni permanecerán a la intemperie.

5.6.1.16.9 Las escaleras de extensión serán revisadas y probadas por talleres especializados con frecuencia no mayor de dos años.

5.6.2 Caballetes

5.6.2.1 Los caballetes se apoyarán convenientemente sobre una superficie segura y resistente.

5.6.2.2 El entablado cubrirá de manera continua al elemento horizontal soportante del caballete.

5.6.2.3 Su longitud no será mayor de 3,0 m y su distanciamiento estará en función del espesor de la plataforma.

5.6.2.4 Las secciones de los elementos que conforman un caballete de madera serán proporcionales a las cargas de trabajo, a la altura y longitud del caballete y no menor a las indicadas en la Figura 24.

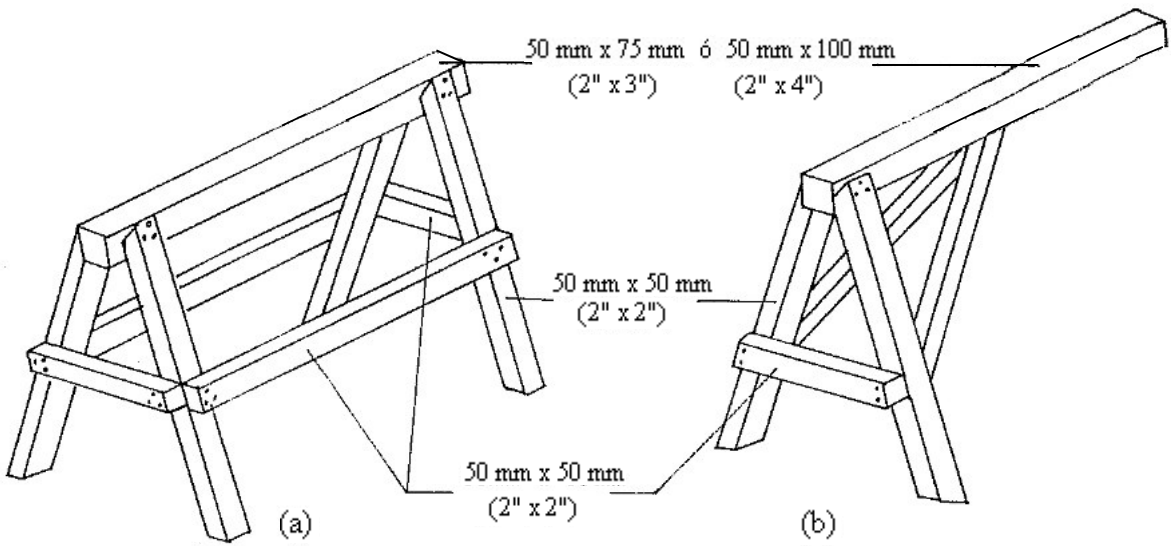


FIGURA 24

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.6.2.6 Los caballetes metálicos se construirán diseñando sus elementos para las cargas previstas y con un factor de seguridad de cuatro.

5.6.3 Rampas provisionales de acceso

5.6.3.1 Tendrán un ancho mínimo de 0,60 m con baranda lateral y su inclinación en ningún caso será mayor de 30 ° con peldaños horizontales clavados que abarquen toda la anchura y distanciados no más de 0,50 m .

5.6.4 Cables

5.6.4.1 Los cables metálicos se usarán con 1/8 de la carga de rotura.

5.6.4.2 Se deberá verificar los nudos y empalmes antes de usarlos; se desechará todo cable que presente hilos rotos o excesivos deshilachamientos u otros defectos.

5.6.4.3 El ángulo que forman los ramales del cable al levantar una carga, estará entre 0 ° y 90 ° (Véase Figura 25). Asimismo, no se permitirá desplazar los cables sobre aristas vivas, cuando estén cargados (Véase Figura 26).

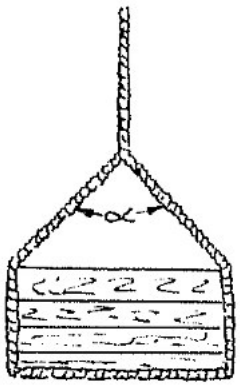


FIGURA 25

$\alpha \leq 90$ º

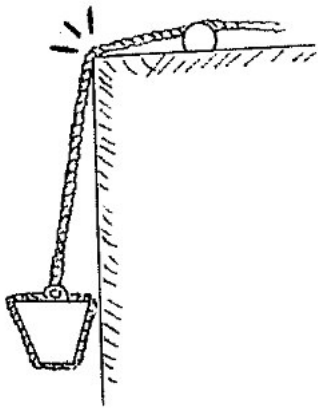


FIGURA 26

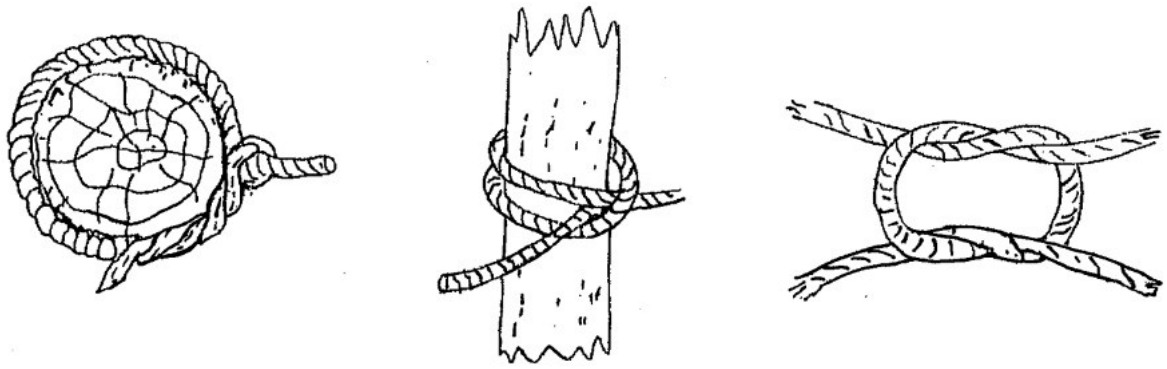
© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.6.5 Sogas

5.6.5.1 Se revisará cuidadosamente antes de usarlas y se cumplirá con lo indicado en el apartado 5.6.4.3.

5.6.5.2 No presentarán hilos rotos, rozaduras concentradas o desgaste excesivo. En cualquiera de estos casos deberán ser retiradas del servicio.

5.6.5.3 La atadura o nudo será de tal forma que asegure su no corrimiento (Ejemplo Véase Figura 27 (a), 27 (b), 27 (c).



(a) **(b)** **(c)**

FIGURA 27

5.6.6 Cadenas

5.6.6.1 Se rechazarán aquellas que presenten deformaciones, fallas y rajaduras.

5.6.6.2 Las cadenas deberán trabajar con un factor de seguridad no menor de cuatro.

5.6.6.3 Las cadenas deberán cumplir con lo indicado en la Tabla 4.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

TABLA 4 – Cadenas. Requisitos de eslabones redondos

CADENAS DE ESLABONES REDONDOS		
USO	**Grosor mínimo del eslabón mm**	**Longitud máxima del eslabón mm**
En andamios para trabajos livianos.	6	50 mm
En andamios para trabajos pesados.	7	57 mm

5.6.7 Poleas o Garruchas (Véase Figura 28)

5.6.7.1 Se usarán de acuerdo a las cargas especificadas por el fabricante.

5.6.7.2 Las poleas deberán estar en perfecto estado de mantenimiento.

5.6.7.3 Las poleas deberán asegurarse fijamente de modo que no vibren, se desplacen o se desprendan de su anclaje.

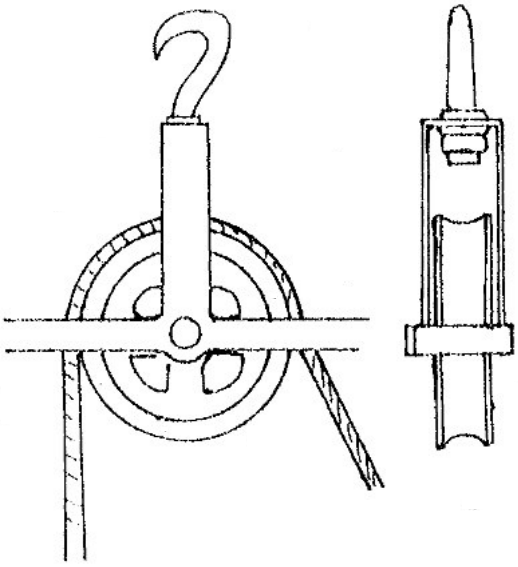


FIGURA 28

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.7 Montaje de los andamios

5.7.1 Generalidades

5.7.1.1 El montaje y desmontaje de un andamio deberá ejecutarlo personal capacitado para dicho trabajo, y serán de tal forma que puedan montarse y desmontarse sin dificultades.

5.7.1.2 Todos los elementos del andamio se revisarán exhaustivamente antes de proceder a su montaje.

5.7.1.3 Los andamios se montarán de manera que sean eficientemente resistentes y seguros, que no obstaculicen ni impidan la ejecución de los trabajos o el tránsito que en ellos o en sus cercanías se realice, manteniendo siempre las condiciones de seguridad para el público y para quienes trabajan.

5.7.1.4 Los andamios que se encuentran en la vía pública deberán tener un cerco provisional que permitan su aislamiento, cuando resulte imposible evitar el pase peatonal, los andamios estarán provistos de pantallas protectoras contra la caída de objetos, y sus elementos transversales no estarán a menos de 1,80 m de altura sobre el nivel de la vereda. En ambos casos se exigirá una señalización adecuada y con suficiente visibilidad diurna y nocturna.

5.7.1.5 La ubicación del andamio o su estructura no obstaculizará el uso de instalaciones de carácter público, como válvulas contra incendios, medidores, cabinas de cables, entre otros.

5.7.1.6 Cuando se tenga que montar andamios de elementos prefabricados sobre superficies desniveladas, se deberá usar tornillos niveladores y/u otros elementos con la suficiente estabilidad y capacidad soportante.

5.7.1.7 No se permitirá proseguir la construcción de pisos superiores de un andamio sin haber montado totalmente el piso inferior.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.7.1.8 Deberá controlarse la horizontalidad y verticalidad de los elementos del andamio conforme se avanza con su montaje.

5.7.1.9 Los andamios aislados se apuntalarán en la dirección longitudinal cada dos parantes.

5.7.1.10 Los andamios aislados en forma de torre se asegurarán contra el vuelco por medio de vientos y otros medios de anclaje (Véase Figura 33).

5.7.1.11 En el caso de instalación de aparatos elevadores en los andamios, se verificará la resistencia de los elementos comprometidos y se harán los reforzamientos convenientes.

5.7.1.12 Los andamios para trabajos livianos tendrán un ancho no menor de 600 mm y los andamios para trabajos pesados su ancho no será menor de 900 mm ; en ambos casos la separación vertical entre plataformas no será menor de 1,80 m .

5.7.1.13 Los pasillos y pasarelas que sirven al tránsito tendrán un ancho mínimo de 0,80 m pero si se transportaran cargas su ancho mínimo será de 1,20 m .

5.7.1.14 Los andamios en fachadas, cubrirán el área a la que van a servir, y en las esquinas exteriores de las construcciones donde converjan dos andamios se fijará un parante en el vértice del ángulo que forman estos andamios.

5.7.1.15 En andamios fijos el pie del parante no tendrá la posibilidad de sufrir desplazamientos ni hundimiento.

5.7.1.16 En los andamios fijos e independientes (tipo torre) la altura no será mayor a ocho (8) veces la luz de la menor dimensión en la base (véase Figura 29).

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

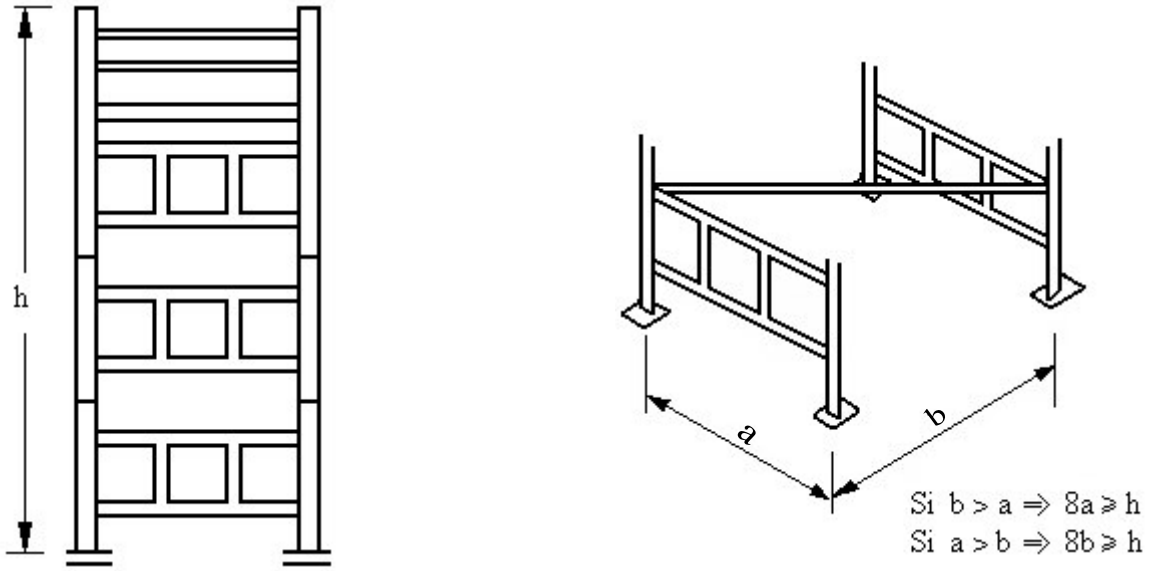


FIGURA 29

5.7.1.17 En los andamios rodantes su altura no será mayor a cinco (5) veces la luz de la menor dimensión en la base, salvo que se adicionen otros elementos estabilizantes que anulan la posibilidad de vuelco.

5.7.1.18 Para andamios de altura superior a 20 m , deberá elaborarse un proyecto con planos, cargas y memorias, considerando un factor de seguridad no menor de cuatro. Este proyecto será aprobado por la autoridad municipal con la intervención de un ingeniero estructural.

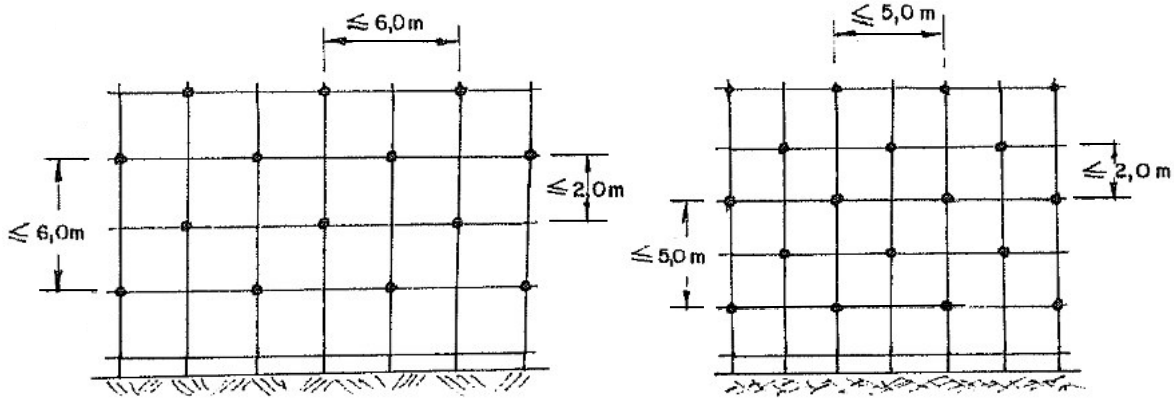
5.7.2 Anclajes

5.7.2.1 Los anclajes estarán hechos para soportar esfuerzos generalmente de tracción.

5.7.2.2 Todo andamio se anclará tanto horizontal como verticalmente para que absorba las fuerzas horizontales.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.7.2.3 Para andamios de altura inferior de 10 m la distancia horizontal y vertical entre anclajes no excederá de 6,0 m y para andamios de mayor altura, tal distancia no excederá de 5,0 m (véase Figura 30).



Altura menor de 10,0 m Altura hasta 20,0 m

FIGURA 30 – Distanciamiento y distribución de anclajes

5.7.2.4 En los andamios verticales los anclajes serán capaces de absorber las siguientes fuerzas horizontales:

Paralela a la Cara de Trabajo	P//	=	± 170 daN (170 kg)
Perpendicular a la Cara de trabajo y hasta 15 m de altura	$P_{\perp}$	=	250 daN (250 kg)
Para alturas mayores de 15 m u obras con grandes vanos	$P_{\perp}$	=	± 500 daN (500 kg)

Si la relación: altura del andamio a su longitud, es menor o igual a 2 entonces:

P// = 0 hasta 18 m de altura

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

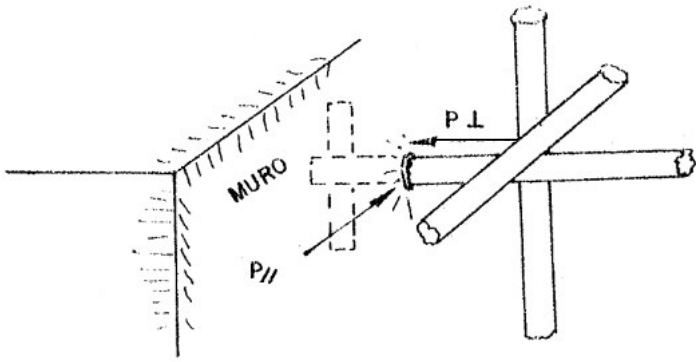


FIGURA 31 – Fuerzas horizontales en el anclaje

5.7.2.5 Por encima del último anclaje el andamio no sobrepasará más de 3,00 m y las plataformas no más de 1,50 m (Véase Figura 32).

5.7.2.6 Siempre se revisará la bondad de dos elementos para garantizar la seguridad del anclaje.

5.7.2.7 Cuando se use estacas como elementos de anclaje, se hincarán de modo que formen con los vientos, un ángulo aproximado de 90° y el punto de aplicación será al ras del suelo. Véase Figura 33.

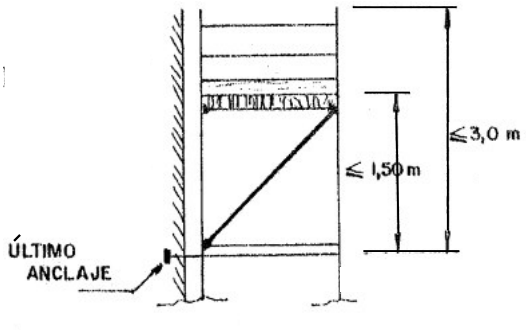


FIGURA 32

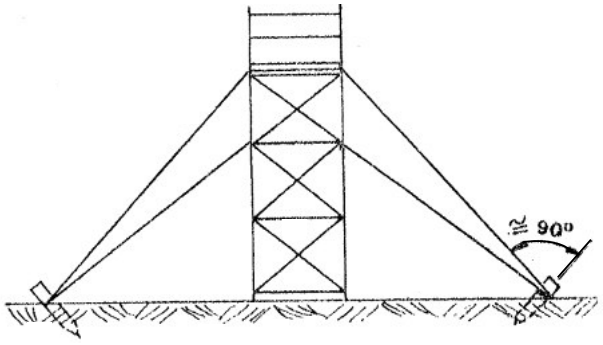


FIGURA 33

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.7.3 Particularidades en el montaje de andamios de madera

5.7.3.1 Los travesaños adicionalmente se apoyarán en tacos asegurados a los parantes.

5.7.3.2 La separación vertical máxima entre largueros será de 2,40 m y estarán sólidamente unidos a todos los parantes comprendidos en su longitud.

5.7.3.3 La separación máxima de parantes será de 3 m en andamios para trabajos livianos y de 2,50 m para andamios de trabajos pesados.

5.7.3.4 Los andamios de madera deberán arriostrarse en el sentido longitudinal con cruces de San Andrés, los que cubrirán una superficie máxima de 3 m de alto por 3 metros de largo, y en número suficiente que cubran toda la superficie del andamio. Además los andamios serán arriostrados en sentido transversal en sus extremos y a distancias no más de 6,0 m .

5.7.4 Particularidades en el montaje de andamios metálicos fijos

5.7.4.1 Andamios metálicos de marcos prefabricados

5.7.4.1.1 Los marcos serán uniformes, de una rigidez que evite su deformación durante el transporte y manipuleo. Además tendrán dispositivos para fijar y asegurar sus arriostramientos.

5.7.4.1.2 Al superponerse los marcos, los parantes conservarán su alineamiento vertical.

5.7.4.1.3 Incluirán crucetas o tirantes que provengan la separación de marcos entre sí.

5.7.4.1.4 En los andamios de marcos, la luz horizontal entre marcos no será mayor de 3,00 m , la altura de los marcos no será mayor de 2,00 m , ni el ancho del marco será mayor a 1,50 m salvo diseños especiales. Véase Figura 34.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

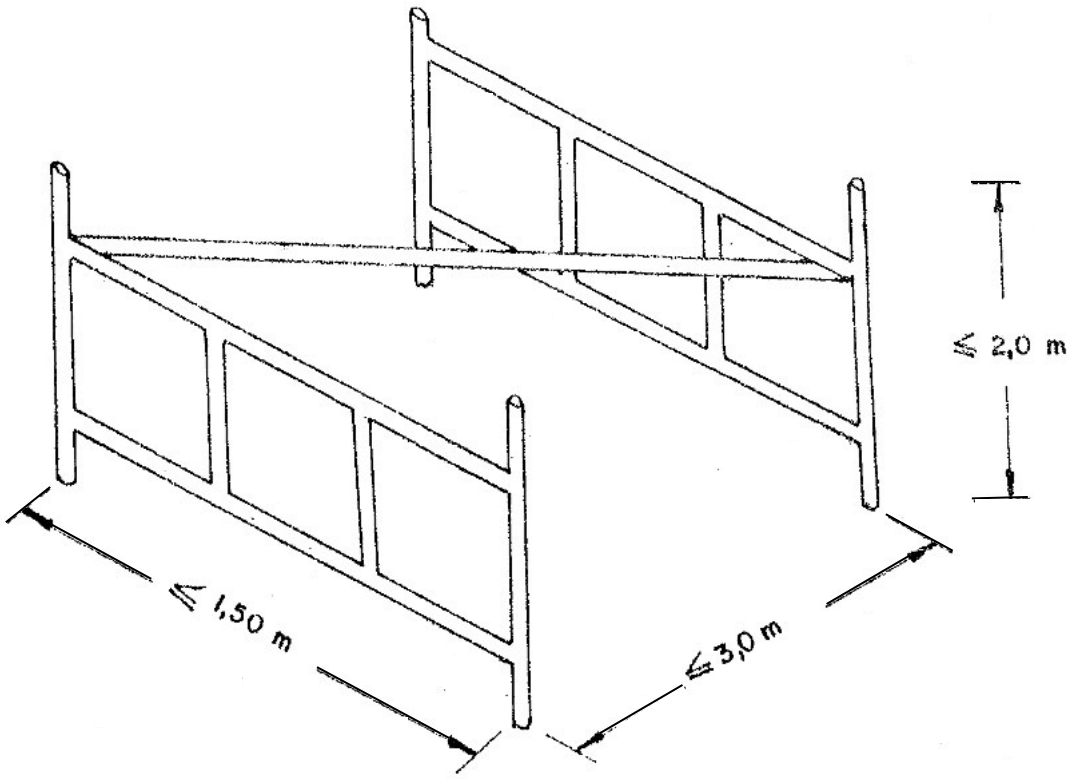


FIGURA 34 – Dimensiones y separación de marcos

5.7.4.2 Andamios metálicos de tubos y abrazaderas

5.7.4.2.1 En el montaje de estos andamios, toda abrazadera que se instale quedará con el ajuste final.

5.7.4.2.2 Las máximas luces de montaje serán las indicadas para marcos prefabricados (apartado 5.7.4.1.4).

5.7.4.2.3 Estos andamios estarán provistos de medios seguros de acceso como escaleras o rampas.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.7.5 Andamios en voladizo de soleras

5.7.5.1 Las soleras en los andamios en voladizo penetrarán en la estructura de apoyo, por lo menos una longitud igual a la que vuela al exterior, pero nunca menor de 1,50 m .

5.7.5.2 Las soleras se fijarán de modo que no puedan desplazarse ni horizontal ni verticalmente. No basta el empotramiento en el muro.

5.7.5.3 Los andamios en voladizo de soleras, cumplirán al menos con las siguientes condiciones:

Proyección máxima del voladizo	:	1,80 m
Separación máxima de soleras	:	1,00 m
Espesor mínimo de tablas	:	38 mm (1 ½")
Capacidad máxima del andamio	:	2 personas ó 60 kg/m² .

Observando además lo indicado en el apartado 5.8.10.

5.7.5.4 Los andamios en voladizo con tornapuntas, se construirán calculando su estructura, con las cargas a soportar y la resistencia del tornapuntas y muro o base de apoyo.

5.7.5.5 Para fijar la baranda, sobre cada solera y al borde de la plataforma, se colocarán parantes fijamente apuntalados con tornapuntas, los que se apoyarán en las mismas soleras (Véase Figura 35).

5.7.5.6 Toda variante sustancial de los andamios en voladizo, requerirá de la intervención de un profesional especializado.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

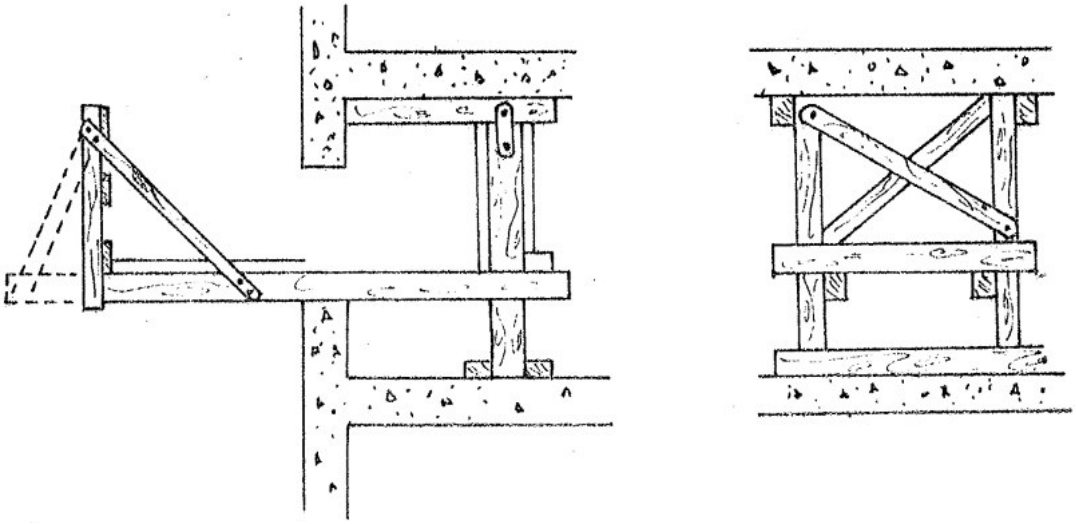


FIGURA 35

5.7.6 Andamios en voladizo de marcos

5.7.6.1 Los marcos tendrán una rigidez capaz de soportar sin deformarse, la carga para lo cual han sido diseñados.

5.7.6.2 Trabajarán con un factor de seguridad no menor de cuatro.

5.7.6.3 Las plataformas, barandas zócalos y demás elementos cumplirán con lo especificado en la presente Norma Técnica Peruana.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

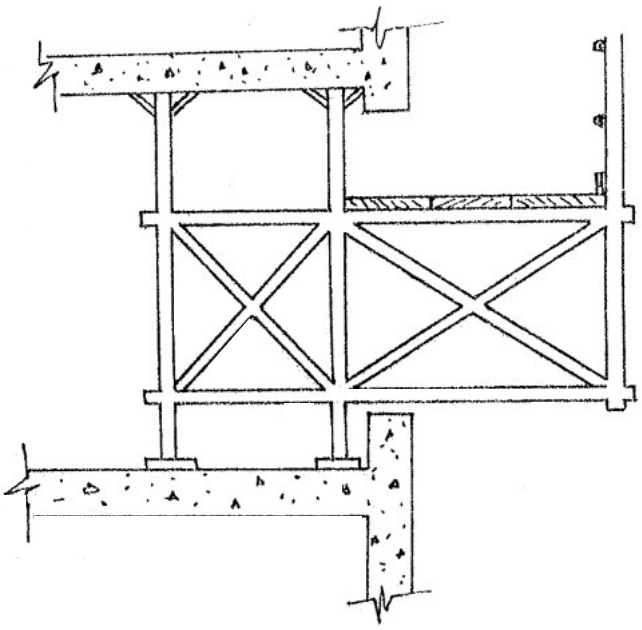


FIGURA 36 – Ejemplo de rigidez de marcos de andamios en voladizo

5.7.7 Andamios colgantes

5.7.7.1 Su uso requiere señalización adecuada y al nivel más conveniente, para quienes usan la vía pública.

5.7.7.2 Para andamios accionados en forma manual su altura no será mayor de 25 m . Para alturas mayores se usarán aditamentos especiales que faciliten su manipuleo (ejemplo: autopropulsados).

5.7.7.3 Las plataformas de trabajo se mantendrán horizontales y estarán aseguradas contra oscilaciones excesivas.

5.7.7.4 Las plataformas llevarán barandas de protección de 700 mm de altura en la cara de trabajo y de 900 mm en las demás caras. Excepto los especialmente diseñados.

5.7.7.5 Las cuerdas o cables que sujetan a los andamios colgantes, no presentarán nudos, se anclarán a elementos con suficiente capacidad de sustentación, previéndose además la utilización de otro punto de sustentación capaz de soportar la carga.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.7.7.6 Los cables tendrán un diámetro no menor de 8 mm (5/16”).

5.7.7.7 Los andamios colgantes desplazables estarán suspendidos de elementos resistentes y seguros contra corrimientos, vuelcos o desprendimientos, con factor de seguridad no menor de cuatro.

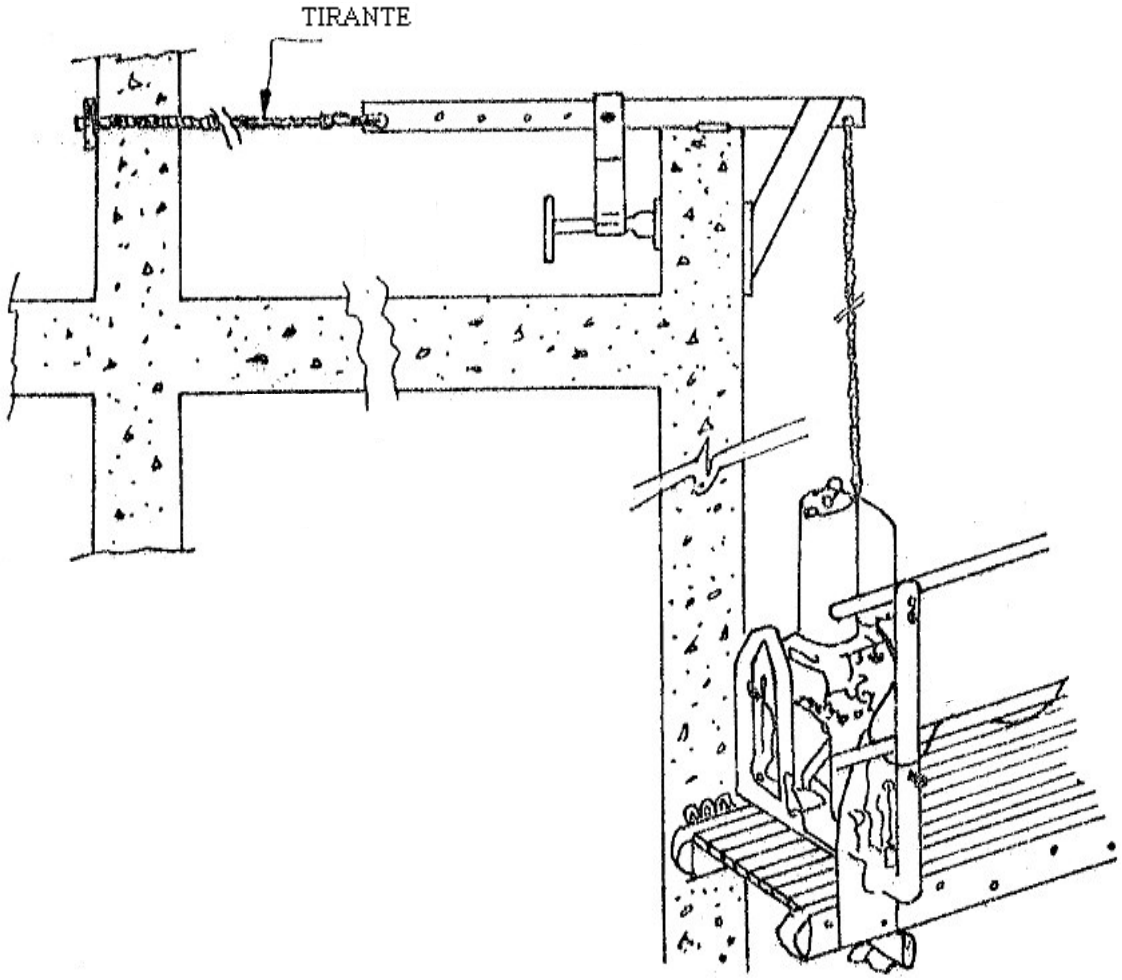


FIGURA 37 A

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

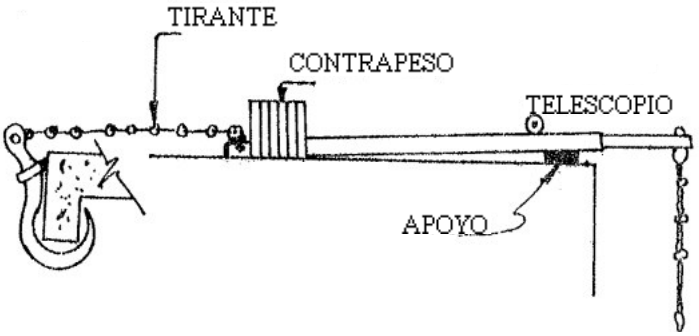


FIGURA 37 B

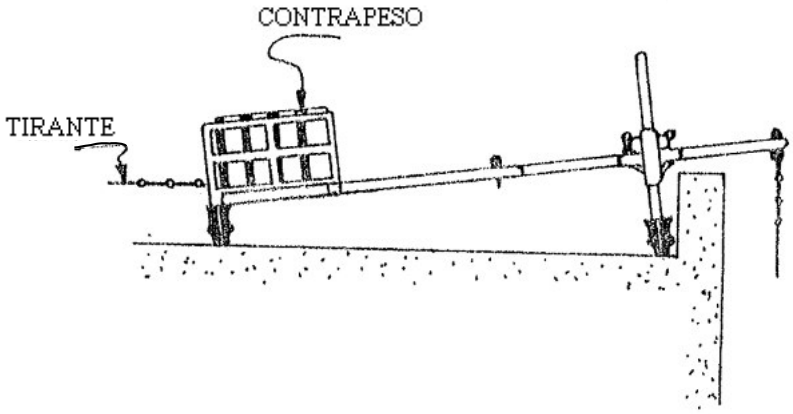


FIGURA 37 C

5.7.7.8 Todos los ganchos, grapas, abrazaderas, soportes y/o dispositivos de anclaje además de fijarse en su base de apoyo, serán asegurados adicionalmente mediante tirantes a otros elementos estructurales de la construcción. (Ejemplo véase Figuras: 37 A, 37 B, 37 C).

5.7.7.9 El contrapeso que se utilice, será de un material consistente y estable, asegurado en la parte posterior del elemento de apoyo del andamio.

5.7.8 Andamios de seguridad

5.7.8.1 Las pantallas protectoras indicadas en el apartado 5.7.1.4 cubrirán una luz horizontal al menos igual al ancho del andamio más 0,60 m y la parte que sobresale del andamio, alcanzará una altura no menor de 0,60 m (Véase Figura 38 a, 38 b, y 38 c).

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

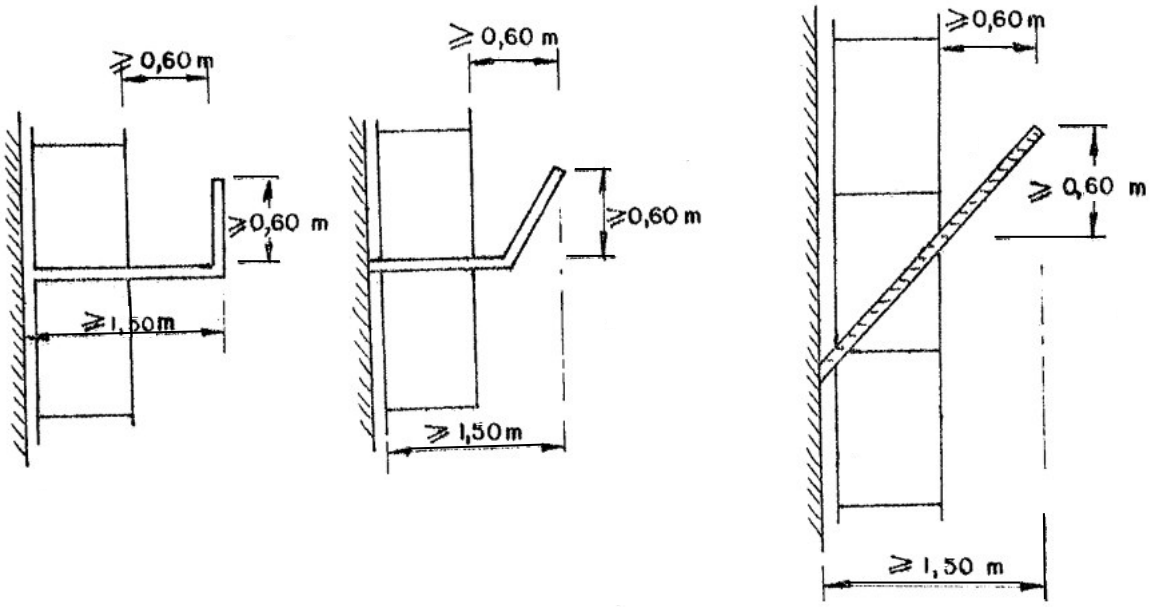


FIGURA 38

5.7.8.1.1 Toda la superficie será continua y de igual espesor.

5.7.8.2 Los andamios de seguridad en aleros perimetrales, tendrán su plataforma ubicada a no más de 1,50 m (h2) por debajo del alero, la pantalla vertical a una distancia horizontal no menor de 0,70 m del borde del alero y sobrepasará a este, una altura de 0,80 m ; esta altura podrá disminuir en una cantidad igual a la distancia que se aleje la pantalla vertical después de los 0,70 m . Pero en ningún caso la altura de la pantalla vertical será menor de 1,0 m (Véase Figura 39).

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

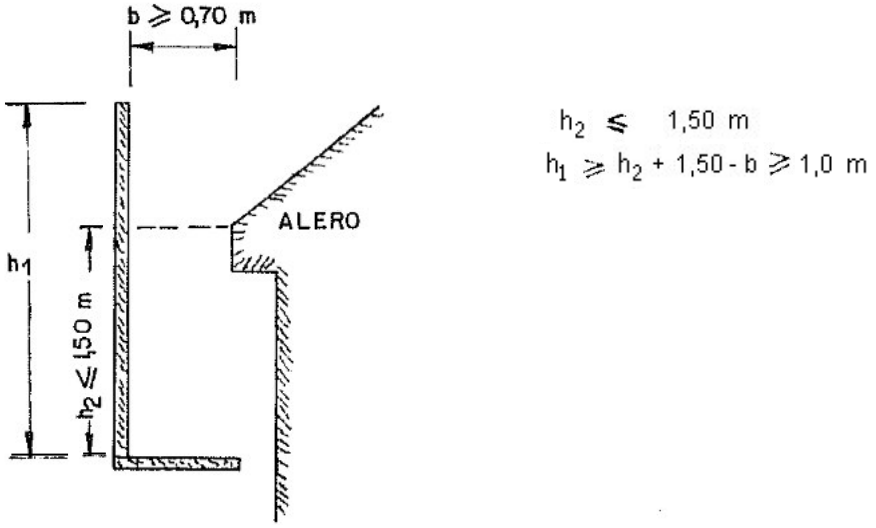


FIGURA 39

5.7.8.2.1 Las pantallas protectoras serán de superficie continua o de malla resistente con luces no mayores de 50 mm x 50 mm .

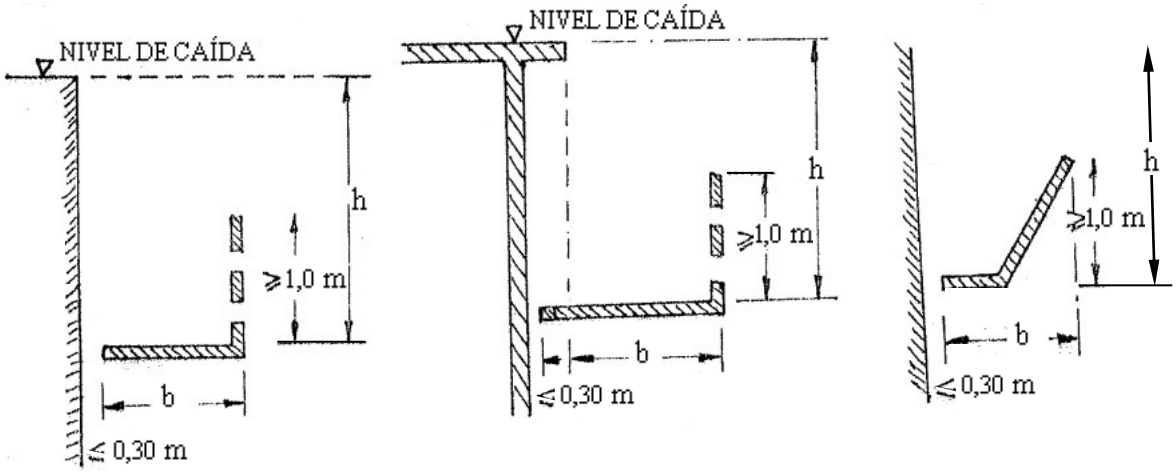
5.7.8.3 Los andamios para retención de materiales tendrán un ancho (b) que depende de la distancia vertical, entre la plataforma del andamio y el nivel de trabajo o nivel de caída (h) y será de acuerdo a lo siguiente:

Altura (h) en m	2,0	3,0	4,0
Ancho (b) en m	1,0	1,30	1,80

5.7.8.3.1 La luz de evacuación o separación entre la plataforma y la obra no será mayor de 0,30 m .

5.7.8.3.2 La pantalla vertical tendrá una altura no menor a 1,0 m y el ancho se considerará como indican las Figuras 40 a, 40 b y 40 c.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados



a) **b)** **c)**

FIGURA 40

5.8 Uso de los andamios

5.8.1 Los andamios no podrán utilizarse mientras no se haya terminado su montaje y revisado por una persona competente. Los andamios colgantes se revisarán cada vez que sean reubicados.

5.8.2 Los andamios no podrán sobrecargarse, ni concentrar excesivas cargas en una zona.

5.8.3 En ninguna circunstancia se permitirá que los materiales en su elevación o descenso golpeen la estructura del andamio, previéndose equipos de elevación con la suficiente separación a la estructura.

5.8.4 Todo andamio mientras esté en uso conservará todos sus elementos que le dan las condiciones de seguridad establecida.

5.8.5 Todo andamio que sufra desperfectos quedará fuera de uso.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.8.6 Ningún andamio se usará para almacenar, materiales que no sean de uso inmediato, ni se permitirá colocar objetos inestables que puedan rodar o caerse, tampoco se dejarán herramientas y/o materiales al término de la jornada de trabajo o cuando éste no esté en uso.

5.8.7 No se permitirá trabajar al personal sobre andamios cubiertos con materiales que puedan producir resbalamientos.

5.8.8 No se permitirá trabajar al personal sobre andamios durante las tempestades y fuertes vientos.

5.8.9 En andamios colgantes desplazables, las sogas o cables de elevación serán manipulados por tantos operarios como sogas o cables hay.

5.8.10 El personal que trabaje en andamios colgantes llevará puesto cinturones de seguridad, sujetos a cables o cuerdas independientes del andamio, también se usarán en otros tipos de andamios cuando las condiciones de trabajo lo exijan.

5.8.11 No se permitirá rodar un andamio móvil, mientras existan personas, materiales o herramientas en la plataforma.

5.8.12 Los frenos de las ruedas se aplicarán sólo cuando el andamio esté detenido.

5.8.13 Nunca se tratará de mover un andamio rodante sin la ayuda suficiente.

5.8.14 Los trabajos en techos o aleros con más de 20 ° de inclinación y altura mayor a 5,0 m requieren necesariamente de andamios perimétricos de seguridad.

5.8.15 Los andamios de caballetes nunca se colocarán sobre envigados, ni se superpondrán más de dos caballetes ni se superará una altura de 4,0 m .

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.9 Mantenimiento de los andamios

5.9.1 Todas las piezas de madera deberán protegerse de insectos y roedores, así como del desgarramiento y astillamiento, empleando sustancias de recubrimiento o insecticidas para el primer caso y de clavos y ligaduras o abrazaderas para el segundo.

5.9.2 Todo andamio que ya no se use será desmontado y cada una de sus piezas revisadas y almacenadas en un lugar seco y seguro, aislado del tránsito y del traslado de otros materiales.

5.9.3 Las plataformas, escaleras de acceso, barandas y abrazaderas serán materia de un permanente mantenimiento, limpieza y ajuste.

5.9.4 Los andamios metálicos se mantendrán limpios. Cualquier foco de oxidación será rasqueteado y recubierto con esmalte de rápido secado. Las roscas de pernos y mariposas serán frecuentemente lubricadas.

5.9.5 No se aceptará una reducción en peso del andamio mayor al 2,5 % por oxidación integral uniforme debida al intemperismo, sin considerar reducida la capacidad del andamio. A partir de esta condición se hará un control de su capacidad soportante, teniendo en cuenta el espesor reducido, respecto a su valor inicial; determinándose así el límite de su uso.

5.9.6 La corrosión localizada en alguna parte del andamio determina la eliminación del elemento averiado.

5.9.7 Las averías producidas por causas ajenas a la corrosión, se subsanarán reemplazando los elementos afectados.

5.9.8 Los andamios colgantes tendrán permanente mantenimiento por ser sus servicios de gran riesgo.

5.9.9 Una persona competente inspeccionará los andamios al menos una vez por semana e inmediatamente después de una tempestad, sismo, mal tiempo o cualquier interrupción de los trabajos.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.10 Desmontaje de los andamios

5.10.1 El desmontaje de los andamios se ejecutará estrictamente de arriba abajo y por ningún motivo se adelantará a extraer elementos y accesorios de pisos inferiores al de desmontaje.

5.10.2 Se colocará señales o cerrará el paso a peatones que tengan que pasar debajo de un andamio en montaje o desmontaje, y en ningún caso se permitirá la permanencia de persona o personas bajo un andamio en estas condiciones.

5.10.3 De existir líneas eléctricas, estas se desconectarán antes de proceder al montaje o desmontaje de un andamio.

5.10.4 Al desmontar un andamio de madera se limpiará inmediatamente las piezas eliminando todos los clavos y colocándolas en posición paralela sin ocasionar golpes o rozamientos entre sí.

5.10.5 No se colocará sogas o cables sobre piezas sueltas en altura.

5.10.6 En andamios de madera, el desmontaje se hará con suficiente ayuda, para evitar que el movimiento de una pieza por su peso o impacto comprometa la estabilidad de otras.

5.10.7 En ningún caso se permitirá tirar desde lo alto las piezas desmontadas, ni que desciendan en forma brusca.

5.11 Consideraciones para el diseño y cálculo de andamios

5.11.1 Para el diseño se requerirá de la descripción de la obra, del tipo de construcción del andamio, de los valores límites de las cargas externas, y de su seguimiento hasta la transmisión a los apoyos.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.11.2 Los arriostramientos se diseñarán para las cargas horizontales que actúen paralela o perpendicularmente a la cara de trabajo.

5.11.3 En general los andamios se diseñarán para las cargas a soportar.

5.11.4 Cargas verticales

5.11.4.1 Por peso propio: Estas se determinarán teniendo en cuenta el peso de los materiales que intervienen. Los siguientes son los pesos específicos de los principales materiales.

Acero	7 850 daN/m³
Aleación de aluminio	2 800 daN/m³
Maderas	400 daN/m³ a 600 daN/m³

5.11.4.2 Sobrecargas

5.11.4.2.1 Para andamios de trabajos pesados se considerará una sobrecarga uniformemente repartida de 300 kg/m² o una carga concentrada equivalente al 50 % de la carga total repartida tomando el valor que resulte más desfavorable.

5.11.4.2.2 Para andamios de trabajos livianos se considerará una sobrecarga uniformemente repartida de 200 kg/m² o una carga concentrada equivalente al 50 % de la carga total repartida, tomando el valor que resulte más desfavorable.

5.11.4.2.3 Para la determinación del esfuerzo cortante se considerarán todas las plataformas cargadas.

5.11.4.2.4 Para andamios de grandes plataformas (ejemplo, de coberturas), se considerarán como cargadas no menos de 6 m² .

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.11.4.2.5 En plataformas que no van a soportar cargas considerables, los elementos del andamio se diseñarán para una sobrecarga repartida de 100 daN/m² o una carga concentrada de 100 daN aplicada en el lugar más desfavorable de dichas plataformas.

5.11.4.2.6 Las barandas se diseñarán para una sobrecarga vertical concentrada no menor de 100 daN aplicada en la posición más desfavorable.

5.11.4.2.7 Los andamios de seguridad o retención en aleros perimetrales de techos altos, se diseñarán cuando menos como andamios para trabajos livianos.

5.11.5 Cargas horizontales

5.11.5.1 Cargas por el viento

5.11.5.1.1 Para los andamios verticales se considerará una presión dinámica q = 40 daN/m² tomando en cuenta todas las superficies de los elementos y accesorios del andamio expuestos al viento.

5.11.5.1.2 Para andamios de tubería metálica, el área efectiva de ataque al viento será:

$$A_{//} = 0{,}05\ S$$

$$A_{\perp} = 0{,}19\ S$$

Donde S es la superficie expuesta del andamio (base x altura).

5.11.5.1.3 Para andamios de madera el área efectiva de ataque al viento será:

$$A_{//} = 0{,}12\ S$$

$$A_{\perp} = 0{,}29\ S$$

S es la superficie expuesta del andamio.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.11.5.1.4 Los elementos de la baranda se dimensionarán para una sobrecarga horizontal de 50 daN en el lugar más desfavorable.

5.11.5.1.5 Las pantallas de protección, en caso de resultar pequeñas las cargas por el viento, absorberán una carga horizontal y normal a éstas, de 50 daN , concentrada en el lugar más desfavorable de cada tramo y la flexión horizontal no será mayor de 20 mm .

5.11.5.1.6 Cargas adicionales para andamios - torre: En los andamios torre se tiene que considerar una carga proveniente del proceso de trabajo y se tomará como una carga horizontal concentrada de P = 30 daN por cada nivel del andamio que está por encima del nivel considerando y por paño.

5.11.5.1.7 Por inexactitudes en el montaje: Se considerará las fuerzas que se originan por posiciones inexactas de montaje, para lo cual los elementos y conexiones se dimensionarán considerando además de las cargas externas, una carga horizontal que actúa en el nivel considerado y cuyo valor no es menor de 0,03 veces las cargas verticales que sumen hasta este nivel.

5.11.5.1.8 Para andamios de altura mayor a 18 m , las cargas por el viento se considerarán absorbidas totalmente por los anclajes.

5.11.5.1.9 En los andamios tipo torre y móviles se dará un factor de seguridad contra el vuelco, no menor de 1,5 sin tomar en cuenta las cargas verticales.

5.11.6 Cargas especiales

5.11.6.1 Las cargas adicionales que se presentan como tracción de cables, apoyo de poleas, entre otros, se considerarán con sus máximos valores en los niveles correspondientes del andamio.

5.11.7 El cálculo tiene que demostrar clara y fácilmente la seguridad del andamio y el suficiente dimensionamiento de todos sus elementos y conexiones valiéndose de bosquejos explicativos.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.11.8 Se anotará las bases para el cálculo, características de los materiales y sus respectivas tolerancias de modo que puedan realizarse cambios posteriores.

5.12 Planos

5.12.1 Para andamios fuera de la Norma Técnica Peruana, se elaborarán planos indicando la posición de los diversos elementos y así se tendrá: Planos Generales y Planos de Detalles.

5.12.2 En los planos generales esquemáticamente se representará el andamio, sus elevaciones y sus dimensiones.

5.12.3 Los planos de detalles contendrán todas las medidas necesarias para la construcción del andamio, detalles de los elementos, características de las abrazaderas, intersecciones, arrostramientos, tornapuntas y apoyos.

6 ANTECEDENTES

6.1 Nch 348 Of. 53 Prescripciones generales acerca de la seguridad de los andamios y cierros provisionales.

6.2 Andamios, Apeos y Entivaciones – José María Ledo – Edición CEAD – España 1970.

6.3 Tecnología de albañilería – V. Savary – Paraninfo. Madrid 1971.

6.4 Bases de cálculo para las construcciones – Barnhard Wedler – Ediciones Palestra ordenación de los andamios – DIN 4429.

6.5 Nch 351 Of. 56 Descripciones generales de seguridad para escalas portátiles de madera.

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

6.6 Diseño Estructural en Madera – Ing. Luis Zapata Baglieto – Profesor Principal Universidad Nacional de Ingeniería.

6.7 DIN 1055 Design Loads for Buildings.

6.8 DIN 4420 Arbeits – und Schutzgeruste.

6.9 UNE 76-500-78 Tubos de acero para andamiajes de servicio. Condiciones Generales, Ensayos.

6.10 BSI BS 1139 (partes 1 – 4) Metal Scaffolding.

6.11 BSI BS 2482 – Specification for timber scaffold boards.

6.12 Seguridad e Higiene en la Construcción y las Obras Públicas – OIT.

6.13 Manual de Diseño para Maderas de la Subregión Andina – Junta del Acuerdo de Cartagena Lima Mayo 1979.

6.14 DIN 1050 Steef in Building Construction Calculation and Constructional Design.

6.15 Reglamento Nacional de Construcciones.

6.16 Resolución Suprema N° 021-83-TR. Normas básicas de seguridad e higiene en obras de edificación.

6.17 ANUARIUM 79 de la Cámara Peruana de la Construcción.

6.18 POWERED SCAFFOLDING H I L O (Catálogo).

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

6.19 ACERSA – Industria Tubular del Acero S.A. (Catálogo).

6.20 SIDERPERU (Catálogo).

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

ANEXO A

TABLA 1 – Tabla para determinar la máxima carga permisible sobre andamios construidos en tablones

TABLÓN	Módulo de la sección	Elasticidad de las fibras	Carga "W" en kg permisible por luz en metros					
			1,82 (6')	2,44 (8')	3,05 (10')	3,67 (12")	4,27 (14")	4,88 (16")
51 mm x 203 mm (2" x 8") 41 mm x 191 mm (1 5/8" x 7 1/2")	54,08	77 84	182 kg 200 kg	136 150	109 120	91 100	77 84	68 75
51 mm x 254 mm (2" x 10") 41 mm x 241 mm (1 5/8" x 9 1/2")	68,51	77 84	232 254	174 191	140 152	116 127	100 109	86 95
51 mm x 305 mm (2" x 12") 41 mm x 292 mm (1 5/8" x 11 1/2")	82,93	77 84	281 305	211 232	170 184	141 154	120 132	140 114
76 mm x 203 mm (3" x 8") 67 mm x 241 mm (2 5/8" x 9 1/2")	141,12	77 84	477 518	359 390	286 313	238 259	204 222	179 195
76 mm x 254 mm (3" x 10") 67 mm x 241 mm (2 5/8" x 9 1/2")	178,81	77 84	606 661	454 495	363 400	302 331	259 283	227 248
76 mm x 305 mm (3" x 12") 67 mm x 292 mm (2 5/8" x 11 1/2")	216,61	77 84	733 799	549 599	440 481	375 400	313 345	277 300

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

ÍNDICE

Capítulo	1	Normas a consultar	Páginas	1
Capítulo	2	Objeto		1
Capítulo	3	Campo de aplicación		1
Capítulo	4	Condiciones Generales		2
Capítulo	5	Requisitos		2
	5.1	Material		2
	5.1.1	Madera		2
	5.1.2	Acero		3
	5.1.3	Otros		3
		5.1.3.1 Caña Guayaquil (Bambú)		3
		5.1.3.2 Aluminio		3
		5.1.3.3 Alambre		4
	5.2	Elementos de Madera		4
		5.2.1 Parante		4
		5.2.2 Plataforma		7
		5.2.3 Travesaño		8
		5.2.4 Larguero		8
		5.2.5 Baranda		9
		5.2.6 Cruz de San Andrés		9
		5.2.7 Diagonal		10
		5.2.8 Tornapunta		10
		5.2.9 Zócalo		10
		5.2.10 Estacas		12
	5.3	Uniones de Madera		12
		5.3.2 Uniones Clavadas		12
		5.3.3 Uniones empernadas		15
	5.4	Elementos Metálicos		18
		5.4.1 Tubos		18
		5.4.2 Plataformas		19
		5.4.3 Cruceta		20

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.4.4 Largueros y Travesaños 20
5.4.5 Base de Parante 20
5.4.6 Bases regulables de parantes 21
5.4.7 Ruedas desmontables de parantes 21

5.5 Abrazaderas 24

5.5.1 Generalidades 24
5.5.2 Clases de abrazaderas 24
5.5.3 Ensayos de abrazaderas 27

5.6 Elementos complementarios a los Andamios 30

5.6.1 Escaleras 30
5.6.2 Caballetes 34
5.6.3 Rampas provisionales de acceso 35
5.6.4 Cables 35
5.6.5 Sogas 36
5.6.6 Cadenas 36
5.6.7 Poleas o Garruchas 37

5.7 Montajes de los Andamios 38

5.7.1 Generalidades 38
5.7.2 Anclajes 40
5.7.3 Particularidades en el montaje de los andamios de madera 43
5.7.4 Particularidades en el montaje de andamios metálicos fijos 43

5.7.4.1 Andamios metálicos de marcos prefabricados 43
5.7.4.2 Andamios metálicos de tubos y abrazaderas 44

5.7.5 Andamios en voladizo de soleras 45
5.7.6 Andamios en voladizo de marcos 46
5.7.7 Andamios colgantes 47
5.7.8 Andamios de Seguridad 49

5.8 Uso de los Andamios 52

5.9 Mantenimiento de los andamios 54

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados

5.10 Desmontaje de los andamios 55
5.11 Consideraciones para el diseño y cálculo de andamios 55

5.11.4 Cargas verticales 56
5.11.5 Cargas horizontales 57
5.11.6 Cargas especiales 58

5.12 Planos 59

Capítulo 6 Antecedentes 59

Anexos 62

© INACAL 2017 - Todos los derechos son reservados