

Contenido

		Página
	Preámbulo	IV
0	Introducción	1
1	Alcance y campo de aplicación	2
2	Referencias normativas	2
3	Términos y definiciones	2
4	Requisitos de las escalas portátiles metálicas	6
4.1	Aspectos generales	6
4.2	Escalas transformables	7
4.3	Escalas simples, escalas extensibles y escalas transformables	7
4.4	Escalas de mano, escalas de doble acceso, escalas de doble acceso extensibles, escalas de plataforma y escalas transformables	21
5	Marcas	29
Anexos		
	Anexo A (normativo) Clasificación de escalas portátiles y criterios de selección	53
A.1	Clasificación	53
A.2	Criterios de selección de una escala	53
	Anexo B (informativo) Bibliografía	54

Contenido

	Página
Figuras	
Figura 1 Ensayo de doblado horizontal	31
Figura 2 Ensayo de deformación	32
Figura 3 Ensayo de carga en servicio simulado de la escala inclinada	33
Figura 4 Ensayo de carga de columna y piezas y accesorios metálicos y ensayo de carga de un dispositivo individual de trabado	34
Figura 5 Ensayo del dispositivo de trabado	35
Figura 6 Ensayo de carga de los extremos de los dispositivos de trabado	36
Figura 7 Ciclo de ensayo de un dispositivo de trabado de un peldaño	37
Figura 8 Ensayo del doblado del peldaño y ensayo de resistencia al cizalle de la conexión del peldaño al larguero	38
Figura 9 Ensayo de torque de peldaño	39
Figura 10 Ensayo de deformación del larguero	40
Figura 11 Ensayo estático al doblado de los largueros en voladizo	41
Figura 12 Ensayo dinámico de caída del larguero en voladizo	42
Figura 13 Ensayo de torcedura de la escala (escalas simples y escalas extensibles)	43
Figura 14 Ensayo de deslizamiento del pie	44
Figura 15 Ensayo de compresión, doblado de peldaño ancho, doblado de larguero y de cizalle de la conexión del peldaño ancho/peldaño al larguero	45
Figura 16 Métodos (sin uso de peso muerto) para aplicación de cargas de ensayo	46
Figura 17 Ensayo de estabilidad frontal, lateral y trasera	47
Figura 18 Ensayo de estabilidad torsional, de torsión del larguero y de resistencia del dispositivo de impedimento de apertura	48

Contenido

	Página
Figura 19 Ensayo de resistencia transversal de la escala	49
Figura 20 Ensayo de resistencia estática al doblado de los largueros en voladizo	50
Figura 21 Ensayo dinámico	51
Figura 22 Ensayo de deslizamiento de escalas de mano	52
Tablas	
Tabla 1 Cargas de ensayo de doblado horizontal	8
Tabla 2 Deformaciones máximas promedio permisibles para ensayo de doblado horizontal	8
Tabla 3 Cargas de ensayo de deformación	9
Tabla 4 Deformaciones y ángulos de torsión máximos	10
Tabla 5 Ensayo de carga en escala inclinada	11
Tabla 6 Ensayo de piezas y accesorios metálicos	13
Tabla 7 Resistencia al doblado de peldaños anchos/peldaños, resistencia al doblado de largueros, resistencia a la compresión y resistencia al cizalle	15
Tabla 8 Ensayos de torque de peldaños	16
Tabla 9 Máxima deformación permisible	17
Tabla 10 Cargas para el ensayo estático de doblado de largueros en voladizo	18
Tabla 11 Ensayo de torsión de un tramo de escala	19
Tabla 12 Ensayo de deslizamiento del pie	20
Tabla 13 Cargas para ensayos de estabilidad	23
Tabla 14 Máxima deformación transversal permisibles	25
Tabla 15 Cargas para ensayo estático de doblado de largueros en voladizo	27
Tabla 16 Ensayos de torsión del larguero	29
	III

Construcción - Escalas - Parte 4: Escalas metálicas - Requisitos

Preámbulo

El Instituto Nacional de Normalización, INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

La norma NCh351/4 ha sido preparada por el Comité *Escalas* y la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización, y en su estudio participaron los organismos y las personas naturales siguientes:

Asociación Chilena de Seguridad, A.Ch.S.
Casa Mujica
Dirección del Trabajo
Fluor Daniel
Instituto Nacional de Normalización, INN
Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU
POLITEC S.A.
PRODALUM S.A.

Waldo Tapia T.
Eduardo Arnais C
Hugo Murúa Ch.
Marzio Giuliano B.
Claudio Acosta Z.
Héctor López A.
Andrés Castro M.
Peter Krausz E.

Esta norma se estudió para establecer los requisitos que deben cumplir las escalas portátiles metálicas.

Esta norma se inserta dentro del Proyecto FDI *Calidad en la Construcción - Actualización Técnica de Normas Chilenas Oficiales*.

Por no existir Norma Internacional sobre los requisitos que deben cumplir las escalas portátiles metálicas, en la elaboración de esta norma se ha tomado en consideración la norma extranjera ANSI A14.2: 2000, *American National Standard for Ladders - Portable Metal - Safety Requirements*, siendo no equivalente a la misma al contener desviaciones mayores consistentes en:

- a) exclusión en cláusula 3 de algunos términos y definiciones por estar considerados en NCh351/1- 2000 *Construcción - Escalas - Parte 1: Definición, clasificación y requisitos dimensionales*;
- b) transformación, previo cálculos matemáticos, de las ecuaciones de regresión lineal incluidas en Tablas 8, 13, 15, y 19, cuyas constantes de regresión corresponden a valores calculados sobre la base de unidades de longitud del sistema inglés, a ecuaciones de regresión lineal con valores calculados sobre la base de unidades de longitud del Sistema Internacional de Unidades, SI e incorporadas en Tablas 4, 9, 11 y 14, respectivamente, de esta norma;
- c) inclusión parcial y sintetizada de elementos fundamentales de los métodos de ensayo, necesarios para la comprensión de los requerimientos especificados en esta norma;
- d) inclusión de Anexos A y B.

El Anexo A forma parte del cuerpo de la norma.

El Anexo B no forma parte del cuerpo de la norma, se inserta sólo a título informativo.

Esta norma ha sido aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, en sesión efectuada el 28 de Diciembre de 2000.

Esta norma ha sido declarada Oficial de la República de Chile por Decreto N° 409, de fecha 26 de Marzo de 2001, del Ministerio de Obras Públicas, publicado en el Diario Oficial del 13 de Mayo de 2002.

Construcción - Escalas - Parte 4: Escalas metálicas - Requisitos

0 Introducción

0.1 El propósito de esta norma es proveer un grado razonable de seguridad, para la vida e integridad física de las personas, así como también, en la permanencia de las características propias de las escalas portátiles.

0.2 A fin de desarrollar un programa de seguridad efectivo, esta norma puede servir también como base para requerimientos en adquisiciones, impartir instrucción y entrenamiento de personal, y en la preparación de material de motivación e instructivo tal como procedimientos de seguridad, manuales, afiches y similares.

0.3 Esta norma también está propuesta para proveer a fabricantes, compradores y usuarios de escalas metálicas, de un conjunto de requisitos frente a los cuales se puede confrontar el producto, sin embargo, no es su finalidad especificar todos los detalles de construcción de las escalas portátiles metálicas.

0.4 Las limitaciones impuestas tienen por función aportar requisitos generales adecuados, de modo de asegurar la consistencia de la norma.

0.5 Los requisitos de diseño especificados en esta norma son tales, que para verificar su cumplimiento, la escala a ensayar no debe haber sido anteriormente utilizada, o sujeta a deterioro previo, o sometida a uso indebido o a uso excesivo, ni tampoco la escala puede ser puesta en servicio posteriormente a los ensayos que fue sometida.

0.6 Los requisitos de comportamiento en servicio especificados en esta norma tienen un carácter consultivo o de advertencia, no obligatorio, sin embargo, el fabricante, los distribuidores, el propietario y el usuario, que desarrollan un proceso de seguimiento del comportamiento en servicio, pueden ejecutar los ensayos correspondientes, en el lugar mismo de uso de la escala, de modo que aquellas escalas que resulten en conformidad con estos requisitos, pueden continuar siendo utilizadas.

1 Alcance y campo de aplicación

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las escalas portátiles metálicas.

NOTA - Los requisitos dimensionales de las escalas portátiles se especifican en NCh351/1.

1.2 Los requisitos establecidos están diseñados para su aplicación en escalas portátiles metálicas tales como escalas extensibles, de mano, de doble acceso, de doble acceso extensibles, transformables, simples, de plataforma, entre otras.

1.3 Esta norma no se aplica a escalas de uso profesional específico tales como aquellas utilizadas en equipos móviles, equipos de elevamiento de carga, bombas de incendio, plataformas de trabajo, torres de antenas de comunicación, torres de transmisión, chimeneas, postes, entre otras.

1.4 Esta norma no se aplica a escalas para propósitos especiales que no cumplan los requisitos generales de la misma, ni accesorios de escala, incluyendo, pero no limitados a, niveladores de escala, estabilizadores de escala o mecanismos o soportes separadores, gatas de escala, correas o ganchos, que se pueden instalar en las escalas o utilizar en conjunto con estas.

2 Referencias normativas

Los documentos normativos siguientes contienen disposiciones que, a través de referencias en el texto de la norma, constituyen requisitos de la norma.

NCh351/1 *Construcción - Escalas - Parte 1: Definición, clasificación y requisitos dimensionales.*

NCh351/5 *Construcción - Escalas - Parte 5: Escalas de plástico reforzado - Requisitos.*

NOTA - Ver además, Anexo B, **Bibliografía**.

3 Términos y definiciones

Para los propósitos de esta norma se aplican los términos y definiciones indicados en NCh351/1 y adicionalmente los siguientes:

3.1 larguero trasero: miembro de soporte del tramo trasero de una escala portátil (ver 3.9) auto-apoyante. Los largueros traseros están unidos por barras o travesaños horizontales, estabilizadores u otro elemento de apuntalamiento para formar el tramo trasero

3.2 nivel de servicio o régimen de trabajo: combinación de factores, que incluyen, pero no se limitan a tipos de escala y características de diseño, que implican capacidad de servicio

3.3 escala de doble acceso extensible: escala portátil auto-apoyante, de longitud ajustable, consistente en una escala de doble acceso (escala de tijera) como base y un tramo extensible ajustable verticalmente, dotada con los medios apropiados para trabar la escala en su conjunto

3.4 tipo de escala: designación que identifica la carga de trabajo de la escala (ver Anexo A)

3.5 longitud extendida máxima o longitud de trabajo máxima: largo total de la escala extensible cuando los tramos intermedios y de tope o volante se encuentran completamente extendidos (manteniendo el traslape requerido)

3.6 deformación permanente: deformaciones que permanecen en alguna(s) parte(s) de una escala después que todas las cargas han sido removidas

3.7 meseta de plástico: miembro horizontal superior de una escala portátil de mano, de plástico moldeado termoendurecible o termoplástico, o inyectado o de plástico reforzado con filamento de fibra de vidrio

3.8 escala de plataforma: escala portátil auto-apoyante de tamaño especificado, provista de una plataforma, situada bajo la meseta (600 mm como mínimo), destinada a estacionamiento en el nivel más alto

3.9 escala portátil: escala que puede ser fácilmente desplazada o transportada, usualmente compuesta por largueros unidos a intervalos por peldaños anchos, peldaños (barrotes) o travesaños

3.10 tamaño: descripción cuantitativa de la longitud de la escala; las definiciones para establecer el tamaño de una escala se especifican en la forma siguiente:

3.10.1 escala de mano (ver 3.22): el tamaño corresponde a la longitud medida a lo largo del borde frontal del larguero frontal, incluyendo casquete y pie

3.10.2 escala simple: el tamaño se designa por la longitud total del larguero, excluyendo pie o casquete extremo

3.10.3 escala extensible: el tamaño se designa por la suma de las longitudes de un larguero de cada tramo (ver 3.21), medida a lo largo de los largueros, descontando el traslape

3.10.4 escala de doble acceso: el tamaño se designa por la longitud de los largueros medida a lo largo del borde frontal, incluyendo el pie o zapata (ver 3.23)

3.10.5 escala de doble acceso extensible (ver 3.3): el tamaño se designa por la longitud del tramo base de la escala de doble acceso a lo largo del borde frontal del larguero, incluyendo la zapata

3.10.6 escalas de plataforma (ver 3.8): el tamaño se designa por la longitud conjunta determinada por la longitud del borde frontal del larguero frontal desde el tope de la plataforma a la base de la escala, incluyendo pie o zapata

3.10.7 escala transformable: cuando la escala transformable es utilizada como escala auto apoyante, el tamaño se designa por la longitud de la escala, medida a lo largo del borde frontal del larguero frontal desde el fondo del pie al tope del casquete, o al tope del peldaño cuando no hay casquete

3.11 superficie de peldaño: porción libre del peldaño sobre la cual una persona puede pisar mientras asciende o desciende por la escala

3.12 falla de ensayo: daño o debilitamiento visible de la estructura de la escala o un componente, excepto en los casos donde en la especificación correspondiente se defina de otra manera

3.13 carga de ensayo: carga aplicada en un ensayo utilizada para verificar cumplimiento con la especificación pertinente

3.14 meseta: componente horizontal superior de una escala de mano portátil (puede ser metálica, de plástico o madera)

3.15 peldaño tope: primer peldaño bajo la meseta de una escala de mano portátil: cuando la escala está construida sin meseta, el peldaño tope es el primer peldaño bajo el tope de los largueros

3.16 falla fundamental o falla última: colapso o desintegración de la estructura de la escala o, donde sea pertinente, un componente de ésta

3.17 daño visual: daño evidente por simple inspección visual

3.18 inspección visual: inspección por medio de la vista sin recurrir a ningún mecanismo óptico, excepto cuando exista prescripción de lentes ópticos para el observador

3.19 longitud de trabajo: longitud de una escala portátil no auto-apoyante, medida a lo largo de los largueros desde el punto de soporte de la base de la escala hasta el punto de apoyo en la parte superior

3.20 carga de trabajo: carga máxima aplicada, incluyendo el peso del usuario, materiales, y herramientas que la escala debe ser capaz de soportar para cumplir con el uso designado

3.21 tramo:

- a) **tramo del fondo o tramo base:** tramo más bajo de una escala portátil no auto apoyante
- b) **tramo del tope o tramo volante:** tramo más elevado de una escala portátil no auto apoyante
- c) **tramo del medio o tramo intermedio:** tramo ubicado entre el tramo base y el tramo volante de una escala portátil no auto apoyante

3.22 escala de mano: escala portátil (ver 3.9), con peldaños planos o de otros tipos de sección

3.23 pie de escala, zapata o superficie de soporte resistente al deslizamiento: componente del soporte de la escala que está en contacto con la superficie soportante de la escala

3.24 escala para propósito especial: escala portátil diseñada experimentalmente o escala para propósitos generales, a la que se ha introducido una modificación o aprobado un conjunto de requisitos de diseño o construcción orientadas a adaptar la escala para usos especiales o escalamientos específicos

3.25 soporte separador: medio por el cual una escala puede ser levantada a cierta distancia en forma permanente desde su punto de soporte superior

3.26 larguero en voladizo: larguero soportado sólo en un extremo y de tal modo que el eje del larguero no pueda rotar en dicho punto (ver Anexo B)

3.27 peldaño ancho: soporte de escalamiento, con una superficie horizontal de pisada o de apoyo del pie del usuario, para subir o descender, de profundidad mayor o igual a 76,2 mm para escalas de servicio extra-pesado y pesado, y 63,5 mm para escalas de servicio mediano y liviano

3.28 peldaño, barrote: soporte horizontal de escalamiento, con una superficie de pisada o de apoyo del pie del usuario, para subir o descender, de profundidad mayor que 20 mm y menor que 80 mm, unido a los largueros de la escala

3.29 nivel más elevado de equilibrio: distancia vertical, expresada en metros (m) y centímetros (cm), desde el peldaño ancho/peldaño más alto, de advertencia al escalador para utilizar el plano horizontal de la base de soporte de la escala, con la escala en la posición de escalamiento elegido

3.30 marcas, marcado: toda señal, calado o placa de advertencia de peligro o de carácter informativo, o ambos, adherida, pintada, cosida, estampada sobre una superficie de la escala

4 Requisitos de las escalas portátiles metálicas

4.1 Aspectos generales

En esta norma, los requisitos se reducen en forma significativa dada la gran variedad de metales a utilizar y las amplias posibilidades de diseño. Sin embargo, el diseño debe poseer características tales que permitan producir una escala que tenga suficiente resistencia y rigidez que satisfaga los requisitos de cumplimiento de esta norma, y no presente defectos estructurales o riesgos de accidente originados por bordes o aristas cortantes, asperezas y similares.

4.1.1 Acampanado

Debido a las variadas condiciones de uso y de anchos utilizados en las escalas, éstas se pueden diseñar con largueros paralelos, con largueros cuya separación varía uniformemente a lo largo de su longitud, o con largueros acampanados en la base de la escala.

4.1.2 Largueros

El diseño de los largueros debe ser tal que asegure un producto que cumpla los requisitos de esta norma.

4.1.3 Espaciamiento entre peldaños anchos/peldaños

El espaciamiento entre peldaños anchos o entre peldaños de las escalas debe ser de 30 cm centrados a $\pm 0,5$ cm, excepto para escalas de mano donde el espaciamiento debe ser uniforme pero mayor o igual a $20\text{ cm} \pm 0,5\text{ cm}$ y menor que $30\text{ cm} \pm 0,5\text{ cm}$ medido a lo largo del larguero. En escalas transformables, el espaciamiento de 30 cm se debe mantener a través de las secciones articuladas o abisagradas.

NOTA - Las escalas de mano con el peldaño ancho tope 45 cm bajo la meseta y peldaño ancho inferior 15 cm sobre la base soporte se permiten como un medio alternativo de construcción. En este caso, el peldaño ancho tope se puede utilizar para propósitos de escalamiento. Cuando el peldaño ancho tope está 45 cm bajo la meseta se deben tomar medidas precautorias para restringir el escalamiento involuntario en la apertura.

4.1.4 Conexiones de peldaño

Las conexiones de peldaños anchos/peldaños al larguero deben ser construidas de modo de asegurar rigidez y resistencia suficiente para satisfacer los requisitos de esta norma. Todas las conexiones deben estar remachadas, soldadas, fijadas con una traba tipo perno o tornillo u otro medio de fijación permanente.

4.1.5 Peldaños anchos, peldaños y plataforma

Aquellas superficies de peldaños anchos, peldaños y plataformas diseñadas para uso en ascenso, descenso, operación o instalación o descanso temporal, deben ser corrugadas, estriadas, con orificios o revestidas con material antideslizante a través de todo su ancho. De manera que las características de resistencia antideslizante no estén totalmente comprometidas, se permite su interrupción en las superficies cuando así lo exija la necesidad de requerimientos operacionales y/o estructurales u otras consideraciones que pueden afectar la seguridad o uso.

4.1.6 Piezas metálicas

Las piezas y elementos metálicos deben cumplir los requisitos para las partes y componentes metálicos de las escalas y deben ser de un material que esté protegido contra la corrosión, a menos que éste sea inherentemente resistente a la corrosión. Los metales, de esta manera, deben ser seleccionados de modo de evitar una acción galvánica excesiva.

4.1.7 Remaches, rebabas y punto de soldadura

Toda mano de obra realizada debe estar libre de rebabas que excedan de 0,4 mm.

4.1.8 Angulo de inclinación

El ángulo de inclinación para escalas simples, escalas extensibles, y escalas transformables cuando se usan como escala simple, debe ser de $75,5^\circ$. Para escalas transformables que usen peldaños anchos, este ángulo puede fluctuar entre 70° y $75,5^\circ$, en la extensión necesaria que permita que las pisadas repartidas en los peldaños anchos queden en posición horizontal (a nivel).

4.1.9 Mesetas de plástico

El componente terminado debe cumplir con las dimensiones especificadas, poseer un mínimo de cortes o huecos, estar razonablemente libre de distorsión o combadura, decoloración y marcas de excesiva profundidad.

4.2 Escalas transformables

4.2.1 Las escalas transformables deben cumplir con los requisitos de las escalas de mano y de las escalas extensibles cuando se emplazan como tales.

4.2.2 El ángulo de inclinación de $75,5^\circ$ para escalas extensibles, se debe modificar cuando se aplica a escalas transformables en su orientación de escala extensible, en un valor tal que permita que las pisadas repartidas en los peldaños anchos queden en posición horizontal (a nivel).

4.3 Escalas simples, escalas extensibles y escalas transformables

4.3.1 Resistencia al doblado horizontal

4.3.1.1 La escala se debe colocar en posición plana horizontal [ver Figura 1 a)]. Cuando se ensayan escalas extensibles y transformables, la unidad se debe abrir según el traslape requerido y extendida en su longitud de trabajo máxima.

4.3.1.2 La unidad se debe cargar con una precarga especificada en Tabla 1, durante un período mayor o igual a 1 min y después ser descargada.

4.3.1.3 La resistencia al doblado horizontal de la escala, medida en términos de la deformación, en cm, producida en la escala al aplicar las cargas de ensayo establecidas en Tabla 1, debe ser la especificada en Tabla 2 (ver Figura 1).

Tabla 1 - Cargas de ensayo de doblado horizontal

Nivel de servicio y tipo	Carga de trabajo, N	Precarga, N	Carga de ensayo de deformación N	Carga de ensayo de falla fundamental, N
Extra pesado - Tipo IA	1 350	1 013	1 350	1 688
Pesado - Tipo I	1 125	846	1 125	1 395
Mediano - Tipo II	1 013	761	1 013	1 260
Liviano - Tipo III	900	675	900	1 125

Tabla 2 - Deformaciones máximas promedio permisibles para ensayo de doblado horizontal

Tamaño de la escala, m	Longitud máxima de trabajo (Traslado mínimo) ¹⁾		Deformación promedio, máx., cm
	dos tramos, m	tres tramos, m	
3,6	2,7	-	9
4,2	3,3	-	13
4,8	3,9	-	17
6,0	5,1	-	25
7,2	6,3	-	33
8,4	7,5	-	41
9,6	-	7,8	44
9,6	8,7	-	49
10,8	-	8,4	52
10,8	9,6	-	57
12,0	-	9,0	57
12,0	10,5	-	65
13,2	-	10,2	65
13,2	10,7	-	73
14,4	-	11,4	73
14,4	12,9	-	81
15,6	-	12,0	78
15,6	13,8	-	89
16,8	-	13,2	86
16,8	15,0	-	97
18,0	-	14,4	97
18,0	16,2	-	105
19,2	-	15,6	103
20,4	-	16,8	111
21,6	-	18,0	120

1) Para escalas simples, utilizar la columna para largo máximo de trabajo correspondiente a escala extensible de dos tramos.

4.3.1.4 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño (ver 0.5).

4.3.2 Resistencia a la deformación

4.3.2.1 La escala se debe montar sobre soportes y la carga se debe aplicar al peldaño en el punto más cercano al punto medio del tramo de ensayo [ver Figuras 2 a) y 2 b)]. La escala se debe precargar con 135 N durante 1 min antes de aplicar la carga de ensayo.

4.3.2.2 La resistencia a la deformación de la escala, medida en términos de la curvatura, en cm, y del ángulo de torsión, en grados, producidos en la escala al aplicar durante un período de 1 min las cargas de ensayo establecidas en Tabla 3, deben ser las especificadas en Tabla 4.

Tabla 3 - Cargas de ensayo de deformación

Nivel de servicio y tipo	Cargas de ensayo de deformación, N
Extra pesado - Tipo IA	315
Pesado - Tipo I	270
Mediano - Tipo II	248
Liviano - Tipo III	225

4.3.2.3 La resistencia a la deformación y el ángulo de torsión de la escala se determinan según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño y de comportamiento de la escala en servicio (ver 0.5 y 0.6).

Tabla 4 - Deformaciones y ángulos de torsión máximos

Tamaño de la escala, m	Escalas simples ¹⁾ y escalas extensibles		Escalas transformables	Deformación máxima, Y ²⁾ , del larguero cargado, cm		Ángulo de torsión α ³⁾ , grados		Sen α	
	Largo máximo de trabajo (Traslapo mínimo), m		Largo máximo de trabajo, m	Escala extensible	Escala transformable	Escala extensible	Escala transformable	Escala extensible	Escala transformable
	2 tramos ¹⁾	3 tramos							
-	-	-	2,1	-	2,50	-	2,1	-	0,03664
-	-	-	2,4	-	3,00	-	2,3	-	0,04013
-	-	-	2,7	-	3,50	-	2,5	-	0,04362
-	-	-	3,0	-	4,00	-	2,6	-	0,04536
4,2	3,3	-	3,3	2,50	4,50	2,90	2,8	0,05059	0,04885
4,5	3,6	-	3,6	3,13	5,38	3,00	3,1	0,05234	0,05408
4,8	3,9	-	3,9	3,75	5,88	3,10	3,3	0,05408	0,05756
5,1	4,2	-	4,2	4,38	6,25	3,20	3,4	0,05582	0,05931
5,4	4,5	-	4,5	5,00	7,00	3,30	3,5	0,05756	0,06105
6,0	5,1	-	5,1	6,25	7,75	3,50	3,6	0,06105	0,06279
6,6	5,7	-	5,7	7,50	8,50	3,70	4,0	0,06453	0,06976
7,2	6,3	-	-	8,75	-	3,90	-	0,06802	-
8,4	7,5	-	-	11,25	-	4,30	-	0,07498	-
9,6	8,7	7,8	-	13,75	-	4,70	-	0,08194	-
10,8	9,6	8,4	-	16,25	-	5,10	-	0,08889	-
12,0	10,5	9,0	-	18,75	-	5,50	-	0,09585	-
13,2	11,7	10,2	-	21,25	-	5,90	-	0,10279	-
14,4	12,9	11,4	-	23,75	-	6,30	-	0,10973	-
15,6	13,8	12,0	-	26,25	-	6,70	-	0,11667	-
16,8	15,0	13,2	-	28,75	-	7,10	-	0,12360	-
18,0	16,2	14,4	-	31,25	-	7,50	-	0,13053	-
19,2	-	15,6	-	33,75	-	7,90	-	0,13744	-
20,4	-	16,8	-	36,25	-	8,30	-	0,14436	-
21,6	-	18,0	-	38,75	-	8,70	-	0,15126	-

1) Para escala simple, utilizar la columna de largo máximo de trabajo para escala extensible de 2 tramos.

2) $Y = 2,083235 \cdot X - 6,2484$.

donde:

Y = máxima deformación del larguero cargado, cm;

X = largo máximo de trabajo o tamaño de la escala, m.

3) $\alpha = X/3 + 1,5$.

donde:

α = ángulo de torsión, grados;

X = largo máximo de trabajo o tamaño de la escala, m.

4.3.3 Resistencia a la carga en servicio simulado de la escala inclinada

4.3.3.1 La escala se debe extender en su longitud utilizable máxima y apoyada en una pared, con un ángulo de inclinación de 75,5° (ver Figura 3; ver NCh351/1, 3.20). En el caso de escalas transformables, en su orientación de escala extensible, el ángulo de inclinación de 75,5° se puede modificar levemente para permitir que las pisadas repartidas en los peldaños anchos queden en posición horizontal (a nivel).

4.3.3.2 La escala se debe someter a una de las cargas especificadas en Tabla 5 por un período de 1 min antes de ser removida. Durante ese tiempo, la escala debe ser capaz de sostener la carga de ensayo sin experimentar deterioro o falla fundamental. Se permite deformación permanente en la escala, una vez removida la carga de ensayo.

Tabla 5 - Ensayo de carga en escala inclinada

Nivel de servicio y tipo	Carga de trabajo, N	Carga de ensayo, N
Extra pesado - Tipo IA	1 350	4 500
Pesado - Tipo I	1 125	4 500
Mediano - Tipo II	1 013	4 050
Liviano - Tipo III	900	3 600

4.3.3.3 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo sólo de verificación de diseño. No se debe emplear para control de calidad o para propósitos de inspección.

4.3.4 Piezas y accesorios metálicos

4.3.4.1 Resistencia a la carga de columna y piezas y accesorios metálicos

4.3.4.1.1 Escalas simples y extensibles

La unidad de ensayo debe ser la escala fabricada de tamaño total más corto o una unidad de largo suficiente para propósitos de ensayo.

Las unidades de ensayo reducidas deben consistir en porciones de la base y tramos volantes de la escala extensible, con todas las piezas metálicas y accesorios incorporados.

La escala, con los dispositivos de trabado enganchados, apoyada contra un soporte vertical, con un ángulo de inclinación de 75,5°, se somete a una carga de ensayo distribuida, hacia abajo (ver Figura 4), especificada en Tabla 6, aplicada por un período de 1 min al peldaño volante más bajo sobre el traslape de una escala extensible o aplicada al peldaño tope de una escala simple.

La escala debe ser capaz de soportar la carga de ensayo aún después de su aplicación, no obstante, asumiendo deformación permanente del peldaño.

La deformación permanente producida en otras partes de la estructura de la escala, debida al ensayo, no se considera falla de ensayo.

4.3.4.1.2 Escalas transformables

La unidad de ensayo debe ser una escala en su tamaño total. El tramo extensible se debe extender como mínimo en un peldaño ancho/peldaño, más allá de la longitud de trabajo mínima de la escala. La unidad instalada como escala extensible (ver Figura 4) se debe apoyar sobre un soporte vertical con ambos dispositivos de trabado enganchados, en un ángulo de inclinación de 75,5°.

La unidad se somete durante un período mayor o igual a 1 min, a una de las cargas distribuidas especificadas en Tabla 6, aplicada en el centro del peldaño ancho o peldaño volante ubicado a la mayor altura o aplicada sobre el peldaño superior del tramo de escalamiento de la escala.

La unidad de ensayo debe soportar el ensayo sin experimentar deformación permanente u otro debilitamiento visible de la estructura.

4.3.4.1.3 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.3.4.2 Resistencia a la carga de un dispositivo individual de trabado

4.3.4.2.1 La unidad de ensayo debe ser la escala fabricada de tamaño total más corto o solamente una unidad de longitud suficiente para propósitos de ensayo. Las unidades de ensayo reducidas deben consistir en porciones de la base y tramos volantes de la escala extensible, con todas las piezas metálicas o accesorios incorporados.

4.3.4.2.2 La escala, con uno de los dispositivos de trabado desenganchado, apoyada contra un soporte vertical, con un ángulo de trabajo 75,5° (ver Figura 4), se somete a una de las cargas distribuidas especificadas en Tabla 6, aplicada hacia abajo, durante un período mayor o igual a 1 min, sobre el peldaño volante ubicado más abajo por sobre el traslape, utilizando barras planas cada una junto a un larguero. Para escalas transformables en la orientación de escala extensible, el ángulo se puede modificar levemente para permitir que las pisadas repartidas en los peldaños anchos queden en posición horizontal (a nivel).

4.3.4.2.3 El dispositivo de trabado debe soportar el ensayo sin experimentar deformación permanente u otro debilitamiento visible. Deformación permanente en otras partes de la estructura de la escala, incluyendo deformación transversal de la estructura de la escala debidas al ensayo, no se consideran fallas. Sin embargo, la escala debe soportar la carga de ensayo aún después de removida, no obstante, asumiendo que el peldaño adquiere deformación permanente.

Tabla 6 - Ensayo de piezas y accesorios metálicos

Nivel de servicio y tipo	Compresión, Extremo del dispositivo de trabado, Columna, piezas y accesorios metálicos Carga de ensayo, N	Dispositivo individual de trabado Carga de ensayo, N
Extra pesado - Tipo IA	5 400	4 500
Pesado - Tipo I	4 500	4 500
Mediano - Tipo II	4 050	4 050
Liviano - Tipo III	3 600	3 600

4.3.4.2.4 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.3.4.3 Resistencia a la carga de los extremos de los dispositivos de trabado

4.3.4.3.1 La unidad de ensayo debe ser la escala fabricada de tamaño total más corto o solamente una unidad de longitud suficiente para propósitos de ensayo. Si se utiliza una escala en su tamaño total, el tramo volante se debe extender como mínimo en un peldaño más allá de la longitud de trabajo mínimo de la escala. Las unidades de ensayo reducidas deben ser porciones de tramos base y de tramos volantes de la escala extensible, con los dispositivos de trabado incorporados.

4.3.4.3.2 La unidad de ensayo se debe instalar con ambos dispositivos de trabado parcialmente enganchados, apoyada sobre un soporte vertical con un ángulo de trabajo de 75,5° [ver Figuras 6 a) y 6 b)]. Esta unidad se debe someter a una de las cargas distribuidas de ensayo especificadas en Tabla 6, siendo aplicada hacia abajo, por un período de 1 min, por igual en ambos largueros sobre el peldaño volante ubicado más abajo por sobre el traslapo. Para escalas transformables, en la orientación de escala extensible, el ángulo se puede modificar levemente para permitir que las pisadas repartidas en los peldaños anchos queden en posición horizontal (a nivel).

4.3.4.3.3 Deformación permanente en otras partes de la estructura de la escala debida al ensayo no se consideran fallas. Sin embargo, la escala debe soportar la carga de ensayo aún después de removida, no obstante asumiendo que el peldaño adquiere deformación permanente.

4.3.4.3.4 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.3.4.4 Comportamiento de los dispositivos de trabado sometidos a un desplazamiento cíclico

4.3.4.4.1 El dispositivo de trabado del peldaño, utilizando una máquina diseñada para el efecto, se debe someter al proceso cíclico siguiente (ver Figura 7):

- 1) una carrera ascendente de 15 cm para permitir el enganche del dispositivo al peldaño;
- 2) una carrera descendente de 15 cm para cerrar el dispositivo sobre el peldaño;
- 3) una carrera ascendente de 30 cm para desenganchar el dispositivo; y
- 4) una carrera descendente de 30 cm para retornar el dispositivo a su posición de partida.

Se deben efectuar 6 000 ciclos como mínimo.

4.3.4.4.2 Los dispositivos de trabado se deben ensayar con la escala dispuesta en un ángulo de inclinación de $75,5^\circ$. Para escalas transformables en su orientación de escala extensible, el ángulo se puede modificar levemente para permitir que las pisadas repartidas en los peldaños anchos queden en posición horizontal (a nivel).

4.3.4.4.3 El comportamiento de los dispositivos de trabado debe ser tal que, finalizados los procesos cíclicos, el dispositivo no debe presentar ninguna señal de funcionamiento deficiente o fractura de sus componentes, incluyendo los resortes. La presencia de desgaste que no afecte el funcionamiento propio del dispositivo no constituye falla del ensayo.

4.3.4.4.4 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.3.4.5 Capacidad de fijación de los dispositivos de trabado de escalas transformables

4.3.4.5.1 La escala se debe disponer en posición de ensayo de doblado horizontal (ver Figura 1). El tramo extensible se remueve hacia adelante hasta que se desenganche del dispositivo de trabado (ver Figura 5).

4.3.4.5.2 La capacidad de fijación de los dispositivos de trabado de escalas transformables debe ser tal que, la distancia a la cual se desprende el tramo extensible del dispositivo debe ser mayor o igual a 2,5 cm.

4.3.4.5.3 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

4.3.5 Resistencia al doblado de peldaños de escalas extensibles

4.3.5.1 El ensayo se debe efectuar en un tramo de la escala o en una muestra de tres peldaños elegidos de la porción de ancho máximo de un tramo de escala similar con peldaño similar. La unidad de ensayo debe estar apoyada en un soporte vertical con un ángulo de inclinación de $75,5^\circ$ y la carga de ensayo, cuyo valor se especifica en Tabla 7, se debe aplicar en el peldaño sobre un bloque normalizado [ver Figura 8 a)], hacia abajo y durante un período de 1 min. Para escalas transformables, el ángulo de inclinación de $75,5^\circ$ se puede modificar levemente para permitir que en la orientación de escala extensible, las pisadas repartidas en los peldaños anchos queden en posición horizontal (a nivel).

4.3.5.2 La resistencia al doblado de los peldaños, debe ser tal que la deformación permanente [ver Figura 8 b)] permisible debe ser la especificada en Tabla 7. Otras fallas distintas de la deflexión lateral relativas a la deformación permanente permisible no se consideran fallas de ensayo.

Tabla 7 - Resistencia al doblado de peldaños anchos/peldaños, resistencia al doblado de largueros, resistencia a la compresión y resistencia al cizalle

Nivel de servicio y tipo	Carga de ensayo, N		Deformación permanente máxima permisibles ¹⁾
	Ensayos de: compresión, doblado de largueros, y resistencia al cizalle	Ensayos de: doblado de peldaños anchos/peldaños	L/K ²⁾ , cm
Extra pesado - Tipo IA	5 400	4 500	L/25
Pesado - Tipo I	4 500	4 050	L/50
Mediano - Tipo II	4 050	3 825	L/75
Liviano - Tipo III	3 600	3 600	L/100

1) Listado de valores de deformación permanente máxima es sólo para ensayo de doblado de peldaños.
2) L es el largo del peldaño, en cm. K es un factor cuyo valor depende del nivel de servicio de la escala.

4.3.5.3 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.3.6 Resistencia al cizalle de la conexión del peldaño al larguero

4.3.6.1 La unidad de ensayo debe ser un tramo de la escala o tres peldaños de un tramo de una escala similar con peldaño de la misma sección transversal y junta. La unidad de ensayo debe estar apoyada en un soporte vertical con un ángulo de inclinación de $75,5^\circ$ y la carga (distribuida) de ensayo, cuyo valor se especifica en Tabla 7, se debe aplicar en el peldaño sobre un bloque normalizado [ver Figura 8 a)], hacia abajo y durante un período mayor o igual a 1 min. Para escalas transformables en la orientación de escala extensible, el ángulo de inclinación de $75,5^\circ$ se puede modificar levemente para permitir que las pisadas repartidas en los peldaños anchos queden en posición horizontal (a nivel).

4.3.6.2 La resistencia al cizalle de la conexión del peldaño al larguero debe ser tal que, al remover la carga, la unidad no debe mostrar ninguna señal de falla de ensayo tanto en los medios de fijación incorporados al peldaño como en el larguero.

4.3.6.3 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.3.7 Resistencia al torque de los peldaños

4.3.7.1 La unidad de ensayo debe ser una muestra de ensayo reducida compuesta por un peldaño y un larguero, cuando se efectúa un ensayo de verificación de diseño [ver Figura 9 a)], o bien, una escala extensible con peldaños, o un tramo individual de la escala o una muestra de ensayo reducida compuestas a lo menos de un peldaño y dos largueros, cuando se efectúa el ensayo de comportamiento en servicio [ver Figura 9 b)].

4.3.7.2 La resistencia al torque de los peldaños, cuando se aplican los torques especificados en Tabla 8 (según tipo de ensayo utilizado), debe ser tal que, el desplazamiento relativo entre el peldaño y los largueros, en la juntura, no debe ser mayor que 9° (tanto para el ensayo de verificación de diseño como para el ensayo de comportamiento en servicio).

Tabla 8 - Ensayos de torque de peldaños

Nivel de servicio y tipo	Carga de ensayo máxima	
	Ensayo de torque - Verificación de diseño, N - cm	Ensayo de torque - Comportamiento en servicio, N - cm
Extra pesado - Tipo IA	6 750	10 125
Pesado - Tipo I	6 750	10 125
Mediano - Tipo II	6 750	10 125
Liviano - Tipo III	6 750	10 125

NOTA - Para el ensayo de verificación de diseño, la carga de ensayo para un brazo de momento de 75 cm es de 90 N. Para el ensayo de comportamiento en servicio, la carga de ensayo para un brazo de momento de 75 cm es de 135 N. Estos valores pueden variar con el brazo de momento seleccionado.

4.3.7.3 Los ensayos se efectúan según ANSI A14.2.

NOTA - Se utilizan dos ensayos: ensayo de verificación de diseño y ensayo de comportamiento en servicio.

4.3.8 Resistencia la deformación de los largueros de la escala

4.3.8.1 La unidad de ensayo debe ser una escala simple, un tramo de una escala extensible, o, una porción de una escala de mano, o una porción de un tramo simple o extensible de una escala transformable. Todos los tramos de una escala extensible se deben someter a ensayo. Los tramos de una escala transformable se deben someter a ensayo individualmente.

4.3.8.2 La resistencia a la deformación de los largueros de la escala, con sus largueros en un plano vertical y los peldaños en posición perpendicular respecto al suelo (ver Figura 10), debe ser tal que la diferencia, en cm, entre la altura del borde inferior del larguero situado más abajo, sin carga, y la altura de este larguero sometido durante un período mayor o igual que 1 min, a alguna de las cargas establecidas en Tabla 3, con ambas alturas medidas desde el punto medio de la longitud del larguero, respecto de una superficie horizontal de referencia, debe ser la especificada en Tabla 9.

4.3.8.3 Cada tramo debe soportar la carga de ensayo sin experimentar deformación permanente que sobrepase 1/1 000 del largo efectivo de ensayo del larguero (distancia entre los soportes del larguero) (ver Figura 10).

Tabla 9 - Máxima deformación permisible

Longitud del tramo de ensayo, X, m	Máxima deformación, Y ¹⁾ , cm	
	Escalas simples y escalas extensibles	Escalas transformables
1,2	2,1	2,1
1,5	2,2	2,2
1,8	2,3	2,3
2,1	2,4	2,4
2,4	2,5	2,5
2,7	2,6	2,6
3,0	2,7	2,7
3,6	2,9	-
4,2	3,1	-
4,8	3,3	-
5,4	3,5	-
6,0	3,7	-
6,6	3,9	-
7,2	4,1	-
7,8	4,3	-
8,4	4,5	-
9,0	4,7	-

1) $Y = X/3 + 1,7$

donde:

Y = deformación permisible máxima medida en el punto medio del larguero del tramo de ensayo, cm;

X = longitud del tramo de ensayo, m.

4.3.8.4 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño y de comportamiento en servicio.

4.3.9 Resistencia al doblado de los largueros en voladizo

4.3.9.1 Resistencia estática al doblado de los largueros en voladizo

4.3.9.1.1 La unidad de ensayo debe ser una escala simple, un tramo o el tramo base de una escala extensible o de una escala transformable. Antes del ensayo se deben remover todas las zapatas, espigas de seguridad y elementos de apoyo resistentes al deslizamiento incorporadas al tramo.

4.3.9.1.2 La resistencia al doblado de los largueros en voladizo, cuando sus extremidades inferiores correspondientes se someten a una de las cargas especificadas en Tabla 10, por un período mayor o igual a 1 min, debe ser tal que los largueros, uno en posición superior [ver Figura 11 a)] y el otro en posición inferior [ver Figura 11 b)], ensayados consecutivamente, experimenten una deformación permanente menor o igual a 6,3 mm.

4.3.9.1.3 A condición que la escala continúe soportando la carga de ensayo, la deformación permanente o falla fundamental de cualquier componente de la escala, originado como resultado de los ensayos, excepto por la limitación de la deformación permanente máxima permisible, no constituye falla de ensayo.

Tabla 10 - Cargas para el ensayo estático de doblado de largueros en voladizo

Nivel de servicio y tipo	Carga de trabajo, N	Cargas de ensayo, N
Extra pesado - Tipo IA	1 350	2 250
Pesado - Tipo I	1 125	1 800
Mediano - Tipo II	1 013	1 350
Liviano - Tipo III	900	900

4.3.9.1.4 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.3.9.2 Resistencia a la caída del larguero en voladizo (ensayo dinámico)

4.3.9.2.1 La unidad de ensayo debe ser la escala extensible más larga por cada tamaño de larguero del tramo base o la escala simple más larga por cada tamaño de larguero. La escala se debe colocar horizontalmente con los largueros en posición vertical. El tramo volante debe descansar sobre un soporte ubicado a 15 cm del tope del tramo, incluyendo la meseta, de modo que el larguero del tramo base, ubicado en la posición inferior, esté a una altura de 90 cm de un piso de concreto (ver Figura 12).

4.3.9.2.2 La resistencia a la caída de la unidad de ensayo debe ser tal que, al caer la unidad de ensayo desde la altura de 90 cm, la deformación permanente del larguero inferior debe ser menor o igual a 6,3 mm.

4.3.9.2.3 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.3.10 Resistencia a la torsión del tramo de la escala

4.3.10.1 La unidad de ensayo debe ser un tramo base de la escala, de cualquier largo. La escala se debe ubicar en posición de plano horizontal, afirmada sobre dos soportes, separados por un largo o porción de ensayo de 2,1 m, con uno de ellos dispuesto para mantener fija la escala en un extremo y el otro para producir una torsión en el otro extremo de la escala (ver Figura 13).

4.3.10.2 La resistencia a la torsión, del tramo base de la escala debe ser tal que, al aplicar sobre éste un torque de 13 500 cm-N, primero en la dirección del movimiento de los punteros del reloj y después en la dirección contraria, el ángulo de torsión medido desde la posición horizontal, debe ser menor o igual a los valores especificados en Tabla 11.

Tabla 11 - Ensayo de torsión de un tramo de escala

Nivel de servicio y tipo	Carga de trabajo, X, N	Angulo de torsión máximo, θ , grados
Extra pesado - Tipo IA	1 350	14
Pesado - Tipo I	1 125	18
Mediano - Tipo II	1 013	20
Liviano - Tipo III	900	22
NOTA - $\theta = -0,0177845 \cdot X + 38$		

4.3.10.3 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.3.11 Resistencia del pie al deslizamiento

4.3.11.1 Las escalas simples, extensibles y transformables se deben someter a ensayo de resistencia al deslizamiento.

4.3.11.2 La unidad de ensayo debe ser un pie de la escala del mayor tamaño disponible. La escala se instala apoyada sobre una superficie vertical con un ángulo de inclinación de 75,5° (ver Figura 14). Para el caso de escalas transformables, en su orientación de escala extensible, el ángulo puede variar levemente a fin de permitir que las pisadas repartidas en los peldaños anchos queden en posición horizontal (a nivel).

4.3.11.3 Sobre el tercer peldaño más alto de la escala se coloca un peso o carga de ensayo cuyo valor se especifica en Tabla 12. Sobre el extremo inferior de la escala se aplica una fuerza tensora estática, especificada en Tabla 12, paralela a la superficie del piso de ensayo (ver Figura 14).

4.3.11.4 La resistencia del pie de la escala al deslizamiento, debe ser tal que la fuerza tensora aplicada, no cause un desplazamiento del pie sobre la superficie de ensayo, mayor a 6,3 mm.

Tabla 12 - Ensayo de deslizamiento del pie

Nivel de servicio y tipo	Carga de ensayo, N	Fuerza tensora horizontal, N
Extra pesado - Tipo IA	1 350	225
Pesado - Tipo I	1 125	225
Mediano - Tipo II	1 013	225
Liviano - Tipo III	900	225

NOTA - La carga de ensayo se aplica sobre el tercer peldaño más alto.

4.3.11.5 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.3.12 Resistencia al estiramiento

4.3.12.1 La unidad de ensayo es una escala extensible completa. La unidad se debe colocar en posición vertical y dispuesta en la longitud de trabajo mínima de la escala.

4.3.12.2 La resistencia al estiramiento de la escala, debe ser tal que, al aplicar una fuerza hacia abajo a la cuerda y sistema de poleas, si la escala las posee, o una fuerza hacia arriba al peldaño más bajo del tramo volante, de manera que se origine una extensión vertical del tramo volante mayor o igual a 60 cm, el promedio máximo de esta fuerza no debe exceder el doble del peso del tramo volante de la escala.

4.3.12.3 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.4 Escalas de mano, escalas de doble acceso, escalas de doble acceso extensibles, escalas de plataforma y escalas transformables

4.4.1 Resistencia a la compresión

4.4.1.1 La resistencia a la compresión de la escala debe ser tal que, al aplicar una de las cargas uniformemente distribuida, especificadas en Tabla 7, con la escala en posición de apertura, sobre la meseta de la escala o sobre su plataforma (ver Figuras 15 y 16), por un período mayor o igual a 1 min, la escala debe soportar la carga sin experimentar falla de ensayo.

4.4.1.2 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.4.2 Resistencia al doblado del larguero

4.4.2.1 La resistencia al doblado del larguero se verifica colocando una carga de 8,75 cm de ancho, cuyo valor se especifica en Tabla 7, aplicada durante un período mayor o igual a 1 min sobre el peldaño ancho del medio de la escala, adosado a un larguero, con la escala en posición de apertura (ver Figuras 15 y 16). En la misma forma se debe aplicar la carga sobre el peldaño ancho ubicado inmediatamente a más altura. Una escala transformable se debe ensayar instalada en su orientación de escala de mano.

4.4.2.2 La resistencia al doblado del larguero debe ser tal que la escala soporte la carga sin experimentar falla de ensayo.

4.4.2.3 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.4.3 Resistencia al doblado del peldaño ancho/peldaño o de la plataforma

4.4.3.1 La resistencia del peldaño ancho/peldaño o de la plataforma se verifica aplicando una carga de acuerdo a un valor especificado en Tabla 7, por un período mayor o igual a 1 min, sobre un tramo de 8,75 cm cubriendo totalmente la profundidad del peldaño ancho/peldaño o de la plataforma, y en el centro del peldaño ancho/peldaño o, en el peldaño ancho/peldaño inferior, con la escala en posición de apertura (ver Figuras 15 y 16).

4.4.3.2 La resistencia al doblado de estos componentes debe ser tal que soporten la carga, sin experimentar falla de ensayo o deformación permanente mayor que 1/100 del largo neto del peldaño ancho/peldaño o de la plataforma entre los largueros (entre los rebordes interiores).

NCh351/4

4.4.3.3 EL ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.4.4 Resistencia al cizalle de la conexión del peldaño ancho/peldaño al larguero

4.4.4.1 La resistencia al cizalle de la conexión del peldaño ancho/peldaño al larguero se debe medir aplicando una carga de ensayo, cuyo valor se especifica en Tabla 7, por un período mayor o igual a 1 min, sobre un ancho de 8,75 cm del peldaño ancho/peldaño. Las mismas cargas de ensayo deben ser aplicadas a peldaños anchos/peldaños de secciones transversales de diseños o materiales diferentes. La carga se debe aplicar lo más cerca posible del larguero, con la escala en posición de apertura (ver Figuras 15 y 16) y con los dispositivos de enganche o bisagras trabados.

4.4.4.2 La resistencia al cizalle de la conexión debe ser tal que, removida la carga, la unidad de ensayo no presente indicio de falla de ensayo en los medios de fijación o de cierre que unen el peldaño ancho/peldaño o meseta al larguero, ni en ningún otro componente.

4.4.4.3 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.4.5 Resistencia de la repisa para balde (o cubeta)

4.4.5.1 La repisa para baldes debe estar construida de modo que soporte una carga distribuida de 450 N, aplicada a la repisa por un período mayor o igual a 1 min, con la escala en posición de apertura y con los dispositivos de impedimento de apertura trabados.

4.4.5.2 La resistencia de la repisa debe ser tal que soporte la carga sin experimentar falla fundamental.

4.4.5.3 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.4.6 Estabilidad frontal

4.4.6.1 La escala se coloca en su posición de apertura sobre un piso a nivel; la escala transformable debe estar abierta a su posición de escala de mano. Se aplica una de las cargas, uniformemente distribuida, especificadas en Tabla 13, sobre el segundo peldaño ancho/peldaño a mayor altura o sobre la plataforma [el nivel más alto de equilibrio, (ver 3.29 y Figura 17)]. Para una escala de doble acceso extensible, la carga se debe aplicar al segundo peldaño a mayor altura perteneciente al tramo extensible.

4.4.6.2 Posteriormente la escala se somete a una fuerza tensora horizontal, de valor especificado en Tabla 13, aplicada en el centro geométrico de la meseta, hacia adelante respecto del tramo frontal de la escala (ver Figura 17). Las escalas equipadas con repisa para balde se deben ensayar con la repisa en su posición de uso.

4.4.6.3 Durante el ensayo, la estabilidad frontal de la escala debe ser tal, que la carga mínima que origine el vuelco o ladeo de la misma debe ser mayor o igual al valor de la fuerza tensora especificada en Tabla 13.

Tabla 13 - Cargas para ensayos de estabilidad

Nivel de servicio y tipo	Carga distribuida, N	Fuerza tensora - Estabilidad frontal, N	Fuerza tensora - estabilidad lateral, N	Escalas de plataforma, N	Otras escalas, N	Fuerza tensora - Estabilidad torsional, N
Extra pesado - Tipo IA	900	112,5	90	87,5	202,5	135
Pesado - Tipo I	900	112,5	90	87,5	202,5	135
Mediano - Tipo II	900	112,5	90	87,5	202,5	112,5
Liviano - Tipo III	900	112,5	90	87,5	202,5	90

4.4.6.4 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.4.7 Estabilidad lateral de la escala

4.4.7.1 La estabilidad lateral de una escala se debe medir con la escala en posición de apertura sobre un piso a nivel. Se aplica una de las cargas, uniformemente distribuida, especificadas en Tabla 13, sobre el segundo peldaño ancho/peldaño a mayor altura o sobre la plataforma (ver Figura 17). Para una escala de doble acceso extensible, la carga se debe aplicar al segundo peldaño a mayor altura perteneciente al tramo extensible.

4.4.7.2 Posteriormente, la escala se debe someter a una fuerza tensora horizontal, de valor especificado en Tabla 13, aplicada al costado del larguero frontal, en el centro geométrico de la meseta de la escala de mano (ver Figura 17). La fuerza tensora se debe aplicar en el tope de la baranda horizontal de las escalas de plataforma, en el vértice del tramo base de escalas de doble acceso y escalas de doble acceso extensibles, y en la meseta de escalas transformables o en el peldaño ancho tope cuando no existe meseta. Las escalas equipadas con repisa para balde se deben ensayar con la repisa en su posición de uso.

4.4.7.3 Durante el ensayo, la estabilidad lateral de la escala debe ser tal, que la carga mínima que origine el vuelco o ladeo de la misma, debe ser mayor o igual a la fuerza tensora especificada en Tabla 13.

4.4.7.4 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.4.8 Estabilidad del tramo trasero de la escala

4.4.8.1 La estabilidad del tramo trasero de una escala se debe medir colocando la escala en su posición de apertura sobre un piso a nivel. Se aplica una de las cargas, uniformemente distribuida, especificadas en Tabla 13, sobre el segundo peldaño ancho a mayor altura (ver Figura 17). Para una escala de doble acceso extensible, la carga se debe aplicar al segundo peldaño a mayor altura perteneciente al tramo extensible (ver Figura 17).

4.4.8.2 Posteriormente, la escala se somete a una fuerza tensora horizontal, de valor especificado en Tabla 13, aplicada en el centro geométrico de la meseta de la escala de mano, hacia atrás respecto del tramo trasero de la escala (ver Figura 17). La fuerza tensora se debe aplicar en el tope de la baranda horizontal de las escalas de plataforma, en el vértice del tramo base de las escalas de doble acceso y escalas de doble acceso extensibles, y en la meseta de las escalas transformables o en el peldaño ancho tope cuando no existe casquete tope. Las escalas equipadas con repisa para balde se deben ensayar con la repisa en su posición de uso.

4.4.8.3 Durante el ensayo, la estabilidad del tramo trasero de la escala, debe ser tal, que la carga mínima que origine el vuelco o ladeo de la misma, debe ser mayor o igual a la fuerza tensora especificada en Tabla 13.

4.4.8.4 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.4.9 Estabilidad de torsión

4.4.9.1 La unidad de ensayo se debe colocar sobre un piso a nivel, en su posición de apertura total, con los dispositivos de separación debidamente ajustados. Se debe aplicar una carga distribuida al casquete tope, cuyo valor se especifica en Tabla 13, a la plataforma, o al peldaño ancho tope cuando no existe meseta (ver Figura 18).

4.4.9.2 Posteriormente, se debe aplicar una fuerza horizontal, cuyo valor se especifica en Tabla 13, dirigida hacia el tramo trasero de la escala, a la meseta, a una distancia de 45 cm de la línea central vertical de la escala (ver Figura 18). Las escalas equipadas con repisa para balde se deben ensayar en su posición de uso.

4.4.9.3 Se considera que la unidad de ensayo no posee una adecuada estabilidad a la torsión si, una vez removida la fuerza de ensayo, se constata una o más de las situaciones siguientes:

- a) desplazamiento relativo de la escala con respecto al piso, mayor a 2,5 cm;
- b) cualquier daño o debilitamiento de la estructura o componente de la escala; y
- c) cualquier daño visible importante que origine deformación permanente en la unidad de ensayo.

4.4.9.4 Deformación permanente menor a 3 mm en componentes de la escala, tales como travesaños diagonales o travesaños horizontales traseros, no constituye falla de ensayo.

4.4.9.5 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.4.10 Resistencia a la deformación transversal de la escala

4.4.10.1 La unidad de ensayo se debe colocar sobre un piso a nivel, en posición de apertura total, con los dispositivos de impedimento de apertura adecuadamente ajustados. Los dos pies del tramo frontal deben ser bloqueados para prevenir su desplazamiento relativo al piso [ver Figura 19 a)]. Sobre el peldaño ancho/peldaño inferior se debe aplicar una carga distribuida de 450 N [ver Figura 19 b)]. Las escalas equipadas con repisa para balde se deben ensayar con la repisa en su posición de uso.

4.4.10.1.1 Se debe aplicar una fuerza tensora vertical en la parte trasera de la meseta de la escala, a la baranda tope o al peldaño ancho tope cuando no existe meseta, a fin de levantar ambos pies del tramo trasero y fijar 7,5 cm de luz entre los pies y el piso.

4.4.10.1.2 La deformación transversal de la escala debe ser tal que, al aplicar una fuerza tensora lateral de 27 N al extremo inferior de un larguero trasero [ver 3.1 y Figura 19 b)], éste experimente un desplazamiento lateral, con respecto a su posición sin carga, menor o igual al valor especificado en Tabla 14.

Tabla 14 - Máxima deformación transversal permisible

Tamaño de la escala, X, m	Deformación transversal, Y, cm		
	Tipo I e IA $Y = 11,25 \cdot X + 9,75$	Tipo II $Y = 11,25 \cdot X + 19,75$	Tipo III $Y = 11,25 \cdot X + 19,75$
0,9	19,88	29,88	29,88
1,2	23,25	33,25	33,25
1,5	26,63	36,63	36,63
1,8	30,00	40,00	40,00
2,1	33,34	43,38	-
2,4	36,75	46,75	-
3,0	43,50	53,50	-
3,6	50,25	60,25	-
4,2	57,00	-	-
4,8	63,75	-	-
5,4	70,50	-	-
6,0	77,25	-	-

4.4.10.1.3 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.4.10.2 Escalas con mesetas de plástico

Para escalas con meseta de plástico se debe aplicar un ensayo de deformación transversal a alta y baja temperatura. El ensayo a alta temperatura se debe efectuar con la escala de peldaño a $60^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ y la deformación transversal permisible puede ser hasta un 50% mayor que en el ensayo a temperatura de la sala de ensayo. El ensayo a baja temperatura se debe efectuar a $-29^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ y la escala no debe experimentar fracturas.

4.4.11 Resistencia al doblado de los largueros en voladizo

4.4.11.1 Resistencia estática al doblado del larguero frontal en voladizo

4.4.11.1.1 La resistencia estática al doblado de un larguero frontal en voladizo de una escala, se debe medir aplicando una carga en el extremo inferior de un larguero del tramo frontal. La unidad de ensayo debe estar en posición de apertura y colocada de lado, con los peldaños anchos perpendiculares al suelo (ver Figura 20). Las escalas transformables deben estar abiertas en su orientación de escala de mano. El larguero en posición inferior debe estar engrapado a un soporte sin que éste cubra la parte comprendida entre el extremo inferior del larguero y el tope (superficie superior) del peldaño ancho inferior (ver Figura 20).

4.4.11.1.2 La carga de ensayo especificada en Tabla 15, se debe aplicar por medio de un peso, durante un período mayor o igual a 1 min, al extremo inferior del larguero en posición superior [ver Figura 20 a)].

4.4.11.1.3 La resistencia estática al doblado del larguero en voladizo en posición superior, debe ser tal que, aplicada la carga, el larguero experimente una deformación permanente menor o igual a 6,3 mm. La carga de ensayo se debe aplicar posteriormente al extremo inferior del larguero en posición inferior, en la misma forma que al larguero en posición superior [ver Figura 20 b)], debiendo cumplir el mismo requerimiento de éste (6,3 mm como deformación permanente máxima).

4.4.11.1.4 A condición que la escala continúe soportando la carga de ensayo, la deformación permanente o falla fundamental de todos los componentes de la escala originada por los ensayos, excepto para la limitación de la deformación permanente máxima permisible de ambos largueros, no constituye falla de ensayo.

Tabla 15 - Cargas para ensayo estático de doblado de largueros en voladizo

Nivel de servicio y tipo	Carga de trabajo, N	Carga de ensayo para larguero frontal en voladizo, N	Carga de ensayo para larguero trasero en voladizo, N
Extra pesado - Tipo IA	1 350	1 350	900
Pesado - Tipo I	1 125	1 125	788
Mediano - Tipo II	1 013	900	675
Liviano - Tipo III	900	675	563

4.4.11.1.5 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.4.11.2 Resistencia estática al doblado del larguero trasero en voladizo

4.4.11.2.1 La resistencia estática al doblado de un larguero trasero en voladizo se debe medir aplicando una carga al extremo inferior de un larguero del tramo trasero. La unidad de ensayo debe estar en posición de apertura y colocada de lado, con los travesaños horizontales perpendiculares al suelo (ver Figura 20). El larguero en posición inferior debe estar engrapado a un soporte sin que este cubra la parte comprendida entre el extremo inferior del larguero al tope (superficie superior) del travesaño horizontal inferior (ver Figura 20).

4.4.11.2.2 La carga de ensayo, especificada en Tabla 15, se debe aplicar por medio de un peso durante un período mayor o igual a 1 min, al extremo inferior del larguero en posición superior [ver Figura 20 a)].

4.4.11.2.3 La resistencia estática al doblado del larguero en voladizo en posición superior, debe ser tal que, aplicada la carga de ensayo, el larguero experimente una deformación permanente menor o igual a 6,3 mm. La carga de ensayo se debe aplicar posteriormente al extremo inferior del larguero en posición inferior, en la misma forma que el larguero en posición superior [ver Figura 20 b)], debiendo cumplir el mismo requerimiento de éste (6,3 mm como deformación permanente máxima).

4.4.11.2.4 A condición que la escala continúe soportando la carga de ensayo, la deformación permanente o falla fundamental de todos los componentes de la escala originada por los ensayos, excepto las limitaciones de la deformación permanente máxima permisible de ambos largueros, no constituye falla de ensayo.

4.4.11.2.5 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.4.11.3 Resistencia al impacto de caída de los largueros frontal y trasero en voladizo (ensayo dinámico)

4.4.11.3.1 La unidad de ensayo debe ser la escala más alta para cada tamaño de larguero, con un mismo apuntalamiento inferior para cada unidad ensayada. La escala de mano se debe ensayar en condición de cierre, con la escala horizontal de modo que los peldaños tomen la posición vertical. A 15 cm del tope de la escala se debe colocar un soporte de modo que el extremo inferior del larguero quede a 60 cm de un piso de concreto (ver Figura 21).

4.4.11.3.2 La resistencia al impacto en caída libre de los largueros frontal y trasero, con apoyo de guías (ver Figura 21) para que ésta se efectúe en un plano vertical, debe ser tal que la deformación permanente del larguero en posición inferior, luego del impacto, sea menor o igual a 6,3 mm.

4.4.11.3.3 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.4.12 Resistencia a la torsión del larguero y resistencia del dispositivo de impedimento de apertura de la escala

4.4.12.1 La unidad de ensayo se debe colocar sobre un piso a nivel, en su posición de apertura total, con los dispositivos de impedimento de apertura adecuadamente ajustados. Se debe aplicar una carga distribuida de 900 N a la meseta de la escala, a la plataforma, o al peldaño ancho tope cuando no existe meseta tope.

4.4.12.2 Posteriormente, se aplica una fuerza horizontal, especificada en Tabla 16, dirigida hacia el tramo trasero de la escala, a la meseta a una distancia de 45 cm de la línea central vertical de la escala (ver Figura 18). Esta fuerza debe ser perpendicular al brazo de momento cuando se alcance la carga de ensayo. El larguero del tramo frontal opuesto al lado donde se aplica la fuerza horizontal, debe estar impedido de movimiento (ver Figura 18). Las escalas equipadas con repisa para balde se deben ensayar con la repisa en su posición de uso.

4.4.12.3 La resistencia a la torsión del larguero y el comportamiento del dispositivo de impedimento de apertura debe ser tal, que la unidad de ensayo soporte una fuerza horizontal mayor o igual que la especificada en Tabla 16, de manera tal que, removida la fuerza, no ocurra desentramamiento de los dispositivos de impedimento de apertura, ni se produzca ningún daño o debilitamiento en la escala o sus componentes, o deformación permanente de consideración, a simple vista.

4.4.12.4 Deformación permanente menor a 3 mm producida en componentes individuales de la escala, tales como travesaños diagonales o travesaños horizontales traseros, no constituye falla de ensayo.

Tabla 16 - Ensayos de torsión del larguero

Nivel de servicio y tipo	Carga de trabajo, N	Fuerza de ensayo de torsión del larguero, N
Extra pesado - Tipo IA	1 350	563
Pesado - Tipo I	1 125	450
Mediano - Tipo II	1 013	338
Liviano - Tipo III	900	225

4.4.12.5 El ensayo se efectúa según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

4.4.13 Resistencia al deslizamiento de escalas de mano

4.4.13.1 La unidad de ensayo debe ser una escala de mano de 1,8 m, en posición de apertura total y con los dispositivos de impedimento de apertura, trabados. Se debe aplicar una carga de 900 N uniformemente distribuida sobre el segundo peldaño ancho a mayor altura (ver Figura 22).

4.4.13.2 Posteriormente, se debe aplicar una fuerza horizontal de 158 N al extremo inferior de la escala, a una distancia de 2,5 cm sobre la superficie de ensayo (ver Figura 22).

4.4.13.3 La resistencia al deslizamiento de la escala sobre la superficie de ensayo debe ser tal, que la fuerza horizontal origine un desplazamiento del extremo inferior de ésta, menor o igual a 6,3 mm.

4.4.13.4 Efectuar el ensayo según ANSI A14.2.

NOTA - Este es un ensayo de verificación de diseño.

5 Marcas

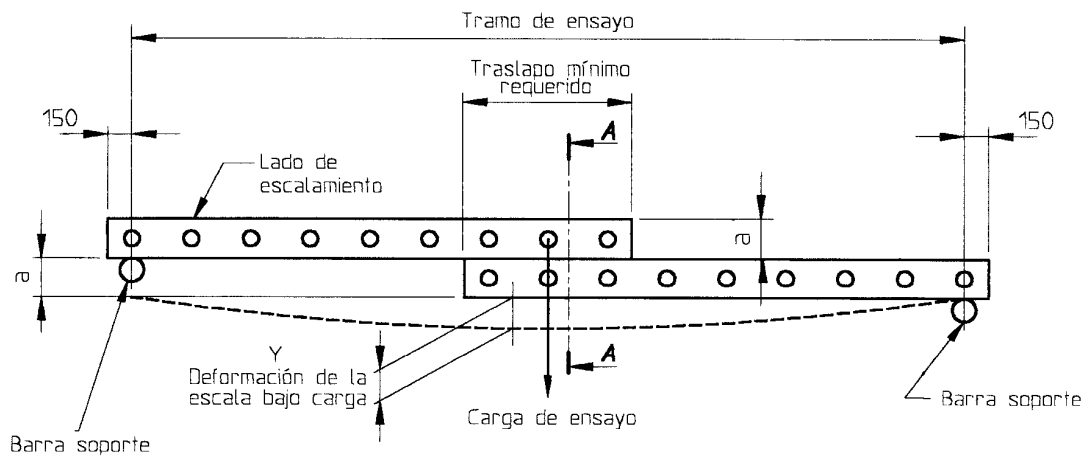
El etiquetado, marca o sello debe incluir la información siguiente:

- a) tamaño de la escala;
- b) tipo y nivel de servicio;
- c) longitud de trabajo máxima (si la escala es extensible);
- d) nivel más alto de equilibrio;
- e) largo total de los tramos (si la escala es extensible);

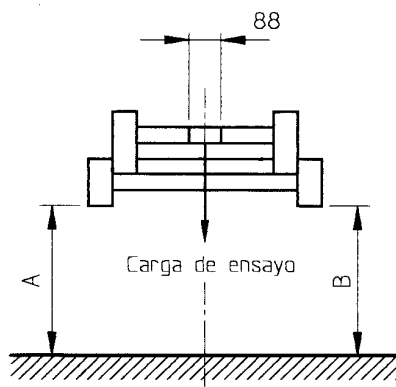
NCh351/4

- f) número o nombre del modelo;
- g) nombre del fabricante o distribuidor;
- h) ubicación de la planta de fabricación (si la empresa tiene más de una planta);
- i) mes y año de fabricación y número de serie correlativo (estampado o cuño de golpe);
- j) cumplimiento con esta norma; y
- k) garantía, si es ofrecida (opcional).

Dimensiones en milímetros



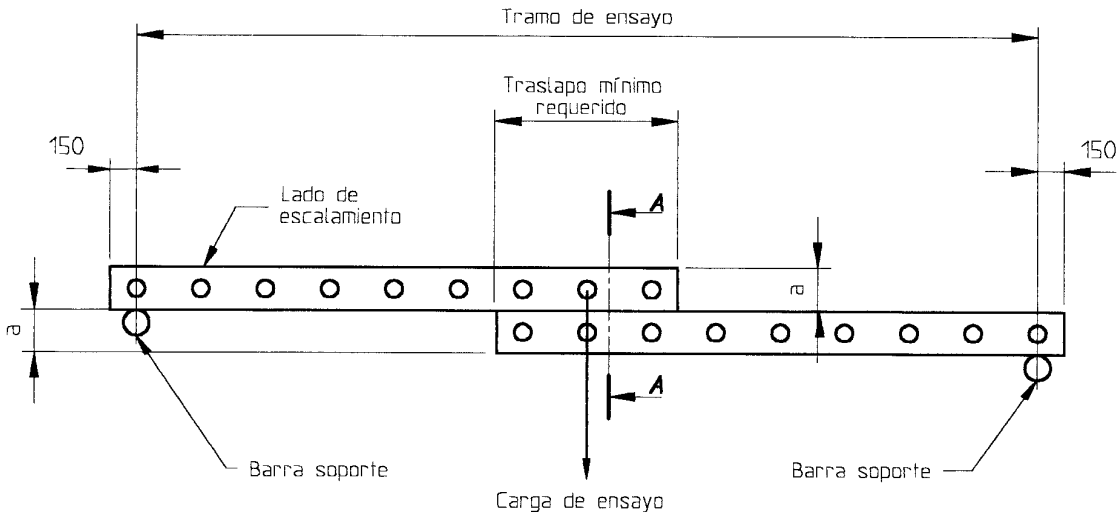
a) Montaje de ensayo



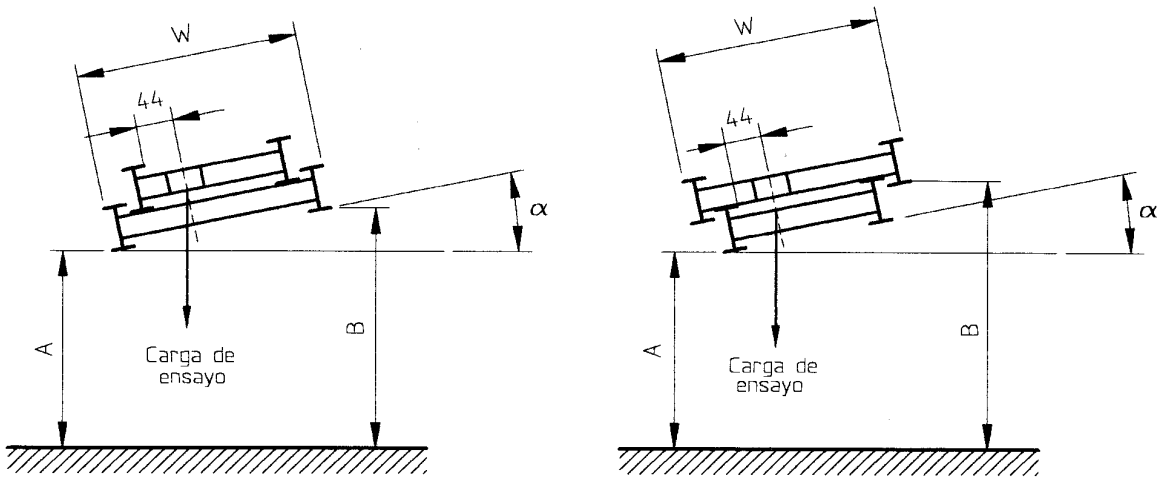
b) Detalle corte A - A

Figura 1 - Ensayo de doblado horizontal

Dimensiones en milímetros



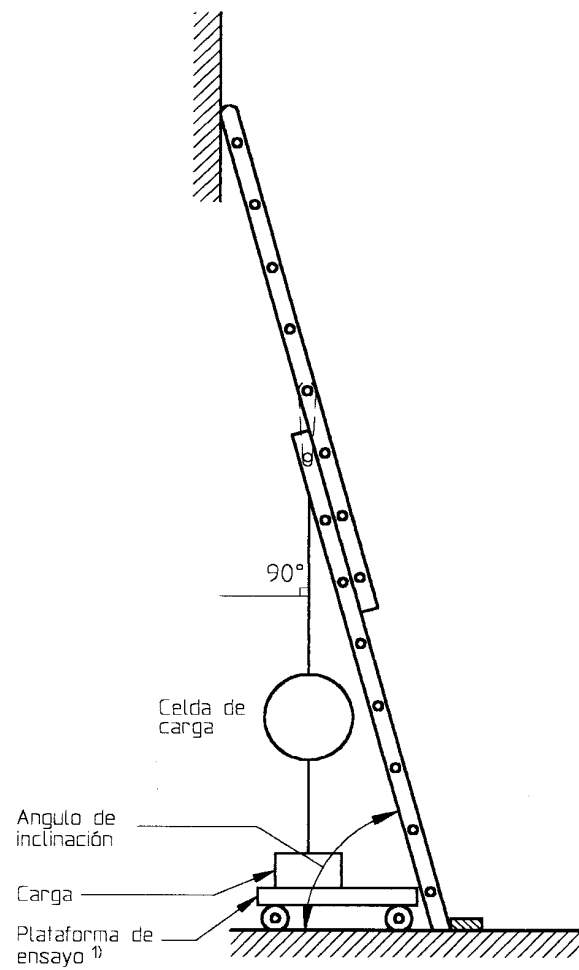
a) Montaje de ensayo



b) Corte A - A

- A : Altura vertical del larguero cargado
- B : Altura vertical del larguero no cargado
- W : Ancho de la sección de la escalera
- α : Angulo de torcedura

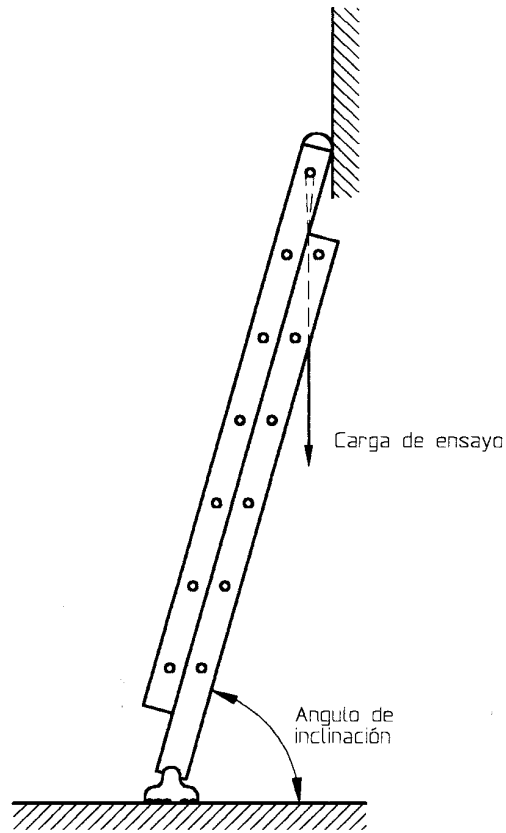
Figura 2 - Ensayo de deformación



1) La plataforma de ensayo permite a la carga producir una deflexión de la escalera hasta la pared.

NOTA - La figura muestra el montaje de ensayo antes de la aplicación de la carga.

Figura 3.- Ensayo de carga en servicio simulado de la escalera inclinada



NOTAS

- 1) El tramo volante puede estar localizado delante o atrás del tramo base.
- 2) Para el ensayo de carga de columna y de carga de piezas y accesorios metálicos (ver 4.3.4.1) ambos dispositivos de trabado deben estar enganchados; para el ensayo de carga de un dispositivo individual de trabado, ver 4.3.4.2.

Figura 4 - Ensayo de carga de columna y piezas y accesorios metálicos y ensayo de carga de un dispositivo individual de trabado

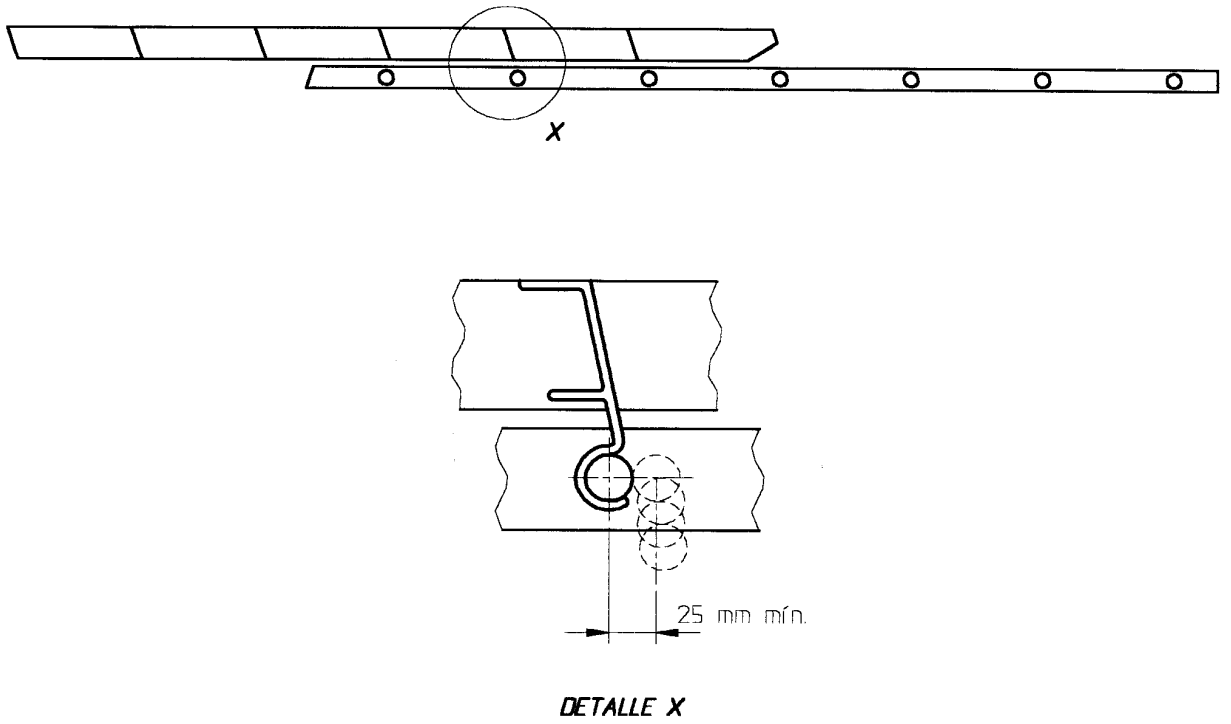
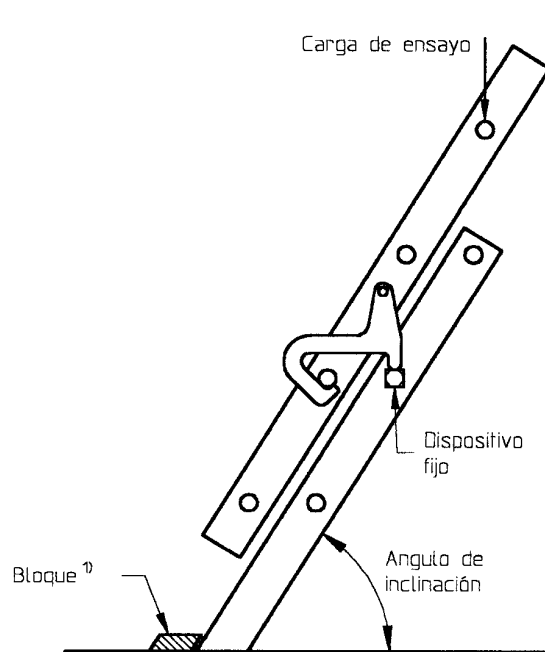
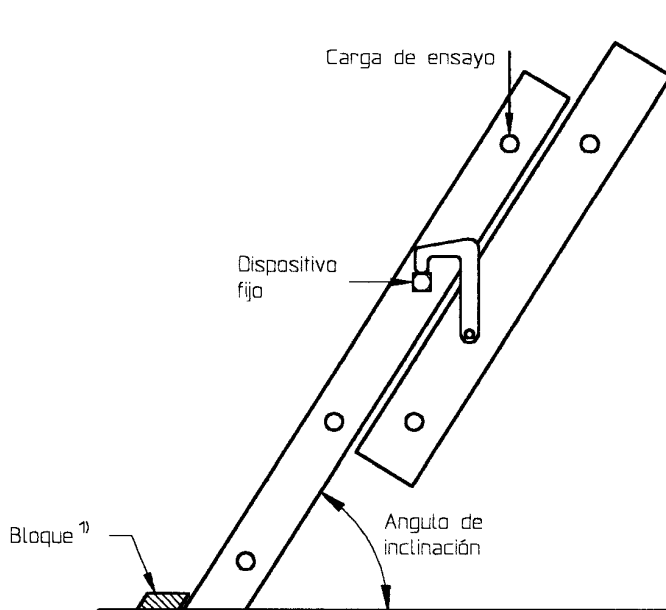


Figura 5 - Ensayo del dispositivo de trabado



a) Dispositivo de trabado en compresión



b) Dispositivo de trabado en tensión

1) Un bloque o mecanismo equivalente se debe utilizar para prevenir el deslizamiento de la base de la escala.

Figura 6 - Ensayo de carga de los extremos de los dispositivos de trabado

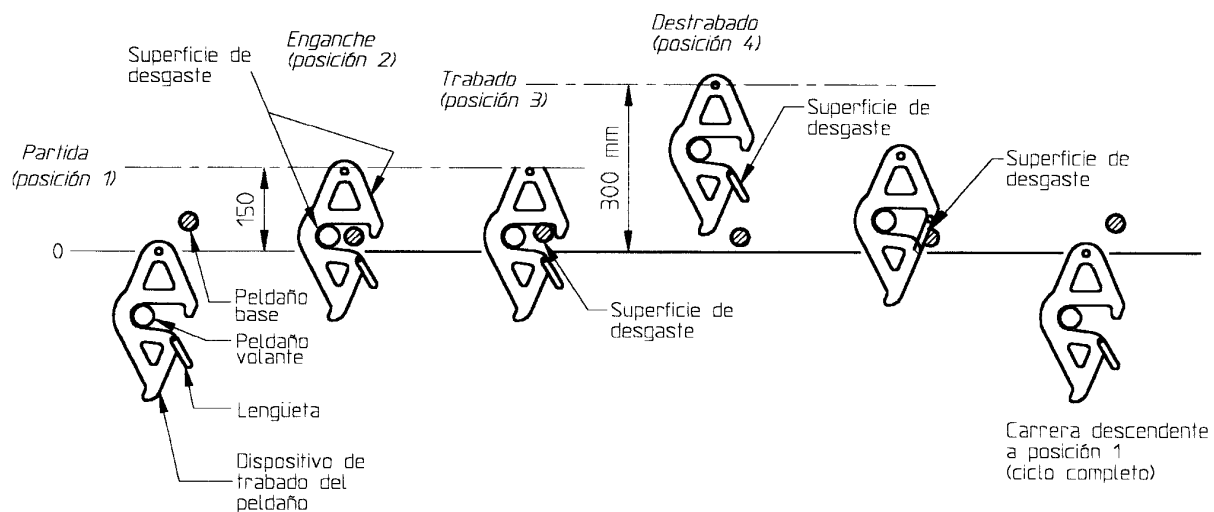
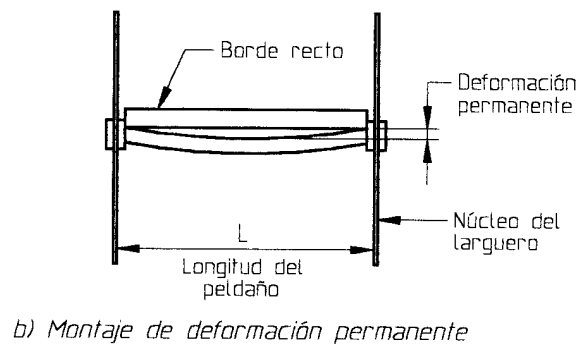
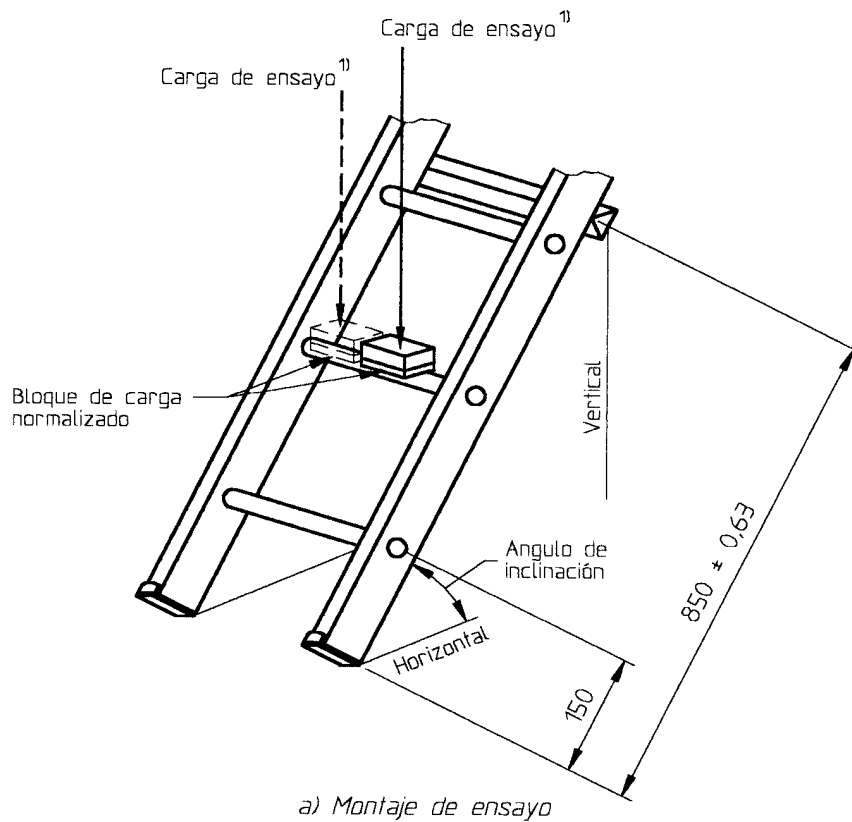
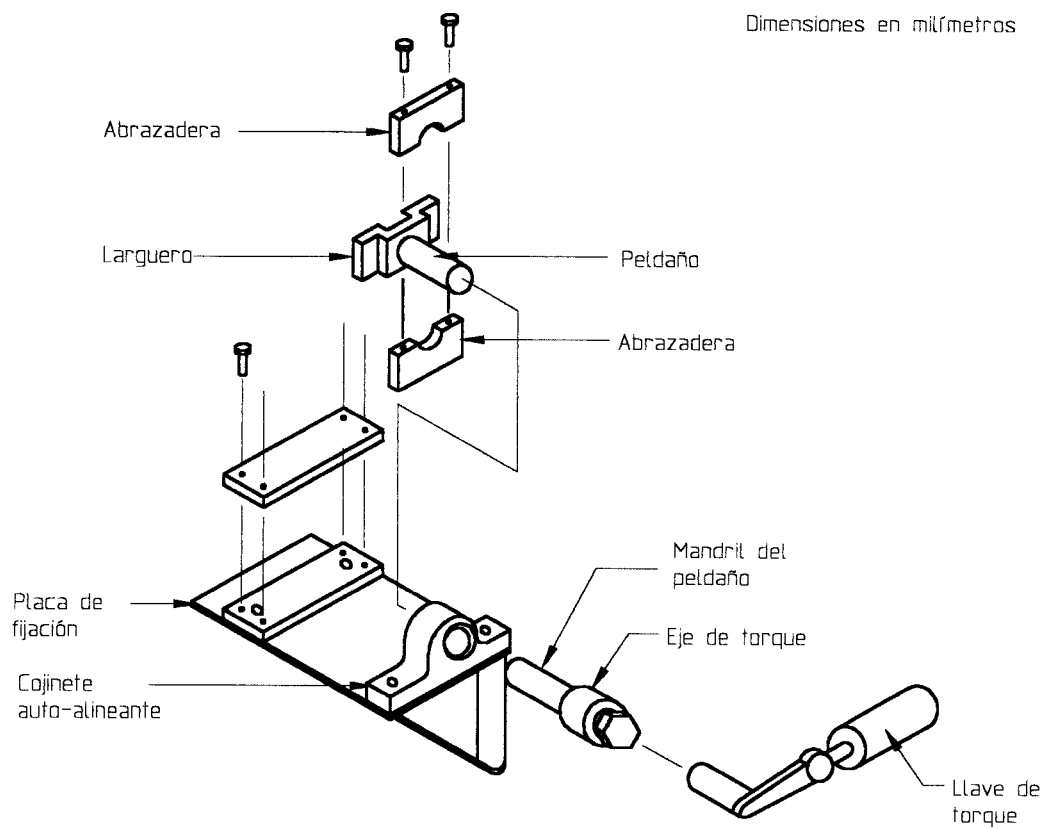


Figura 7 - Ciclo de ensayo de un dispositivo de trabado de un peldaño

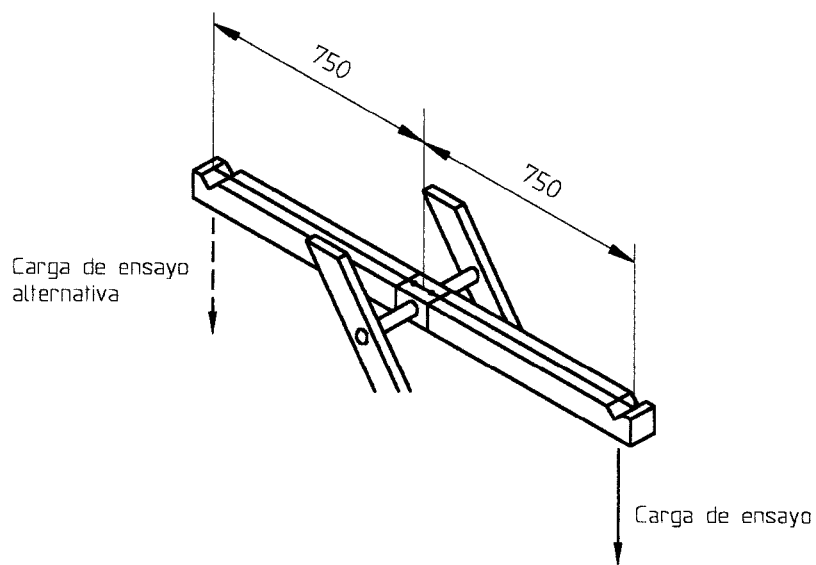


1) La carga de ensayo para el doblado de peldaño (ver 4.3.5) se indica por una flecha de línea continua; la carga de ensayo para la resistencia al cizalle de la conexión del peldaño al larguero (ver 4.3.6) se indica por una flecha de línea de segmentos.

Figura 8 - Ensayo del doblado del peldaño y ensayo de resistencia al cizalle de la conexión del peldaño al larguero



a) Ensayo de verificación de diseño (ver 4.3.7.1)



b) Ensayo en servicio (ver 4.3.7.1)

Figura 9 - Ensayo de torque de peldaño

Dimensiones en milímetros

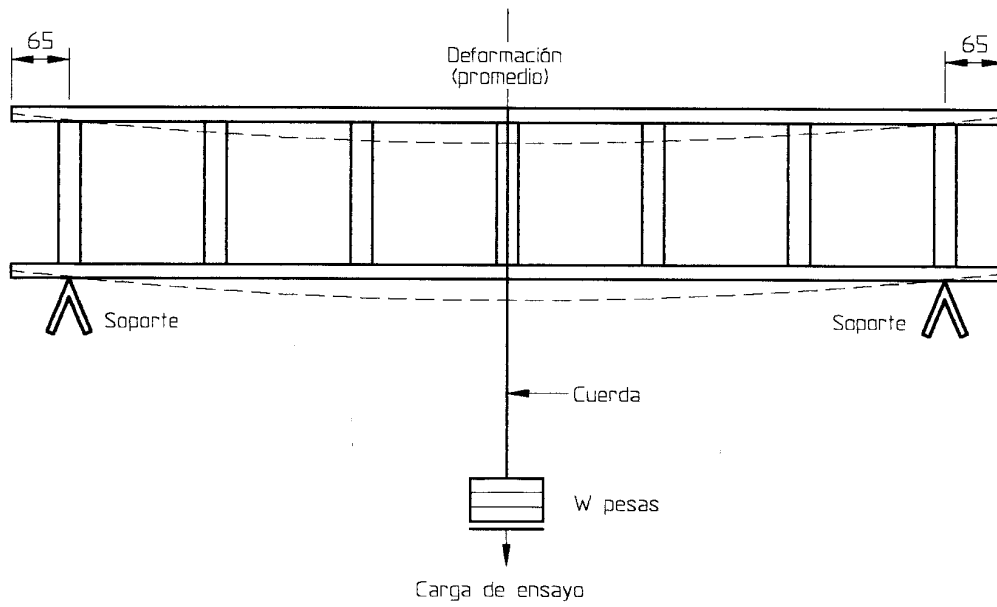
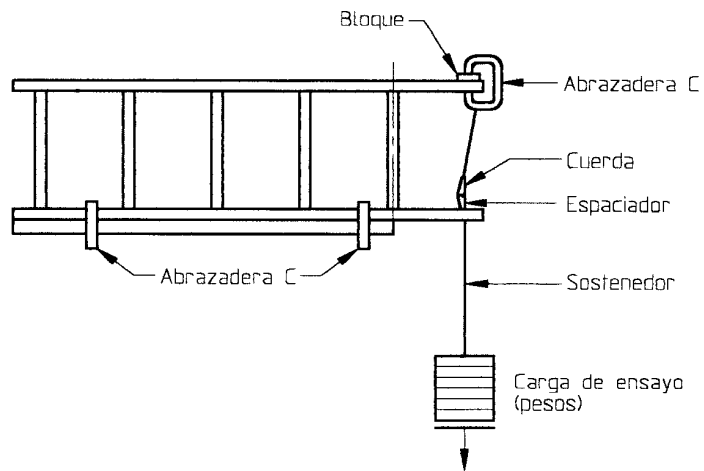
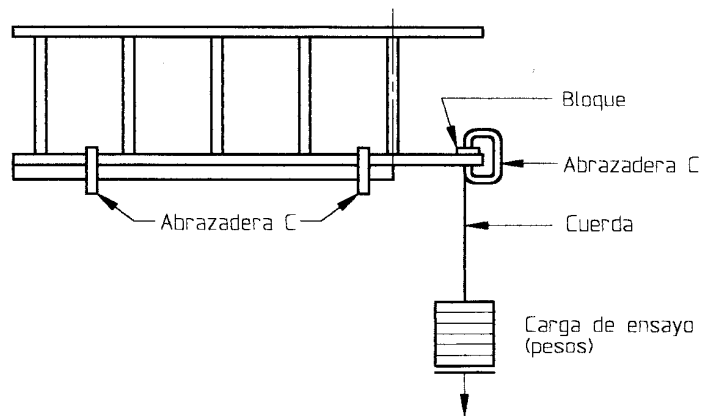


Figura 10 - Ensayo de deformación del larguero

Dimensiones en milímetros



a) Ensayo del larguero en voladizo superior



b) Ensayo del larguero en voladizo inferior

Figura 11 - Ensayo estático al doblado de los largueros en voladizo

Dimensiones en milímetros

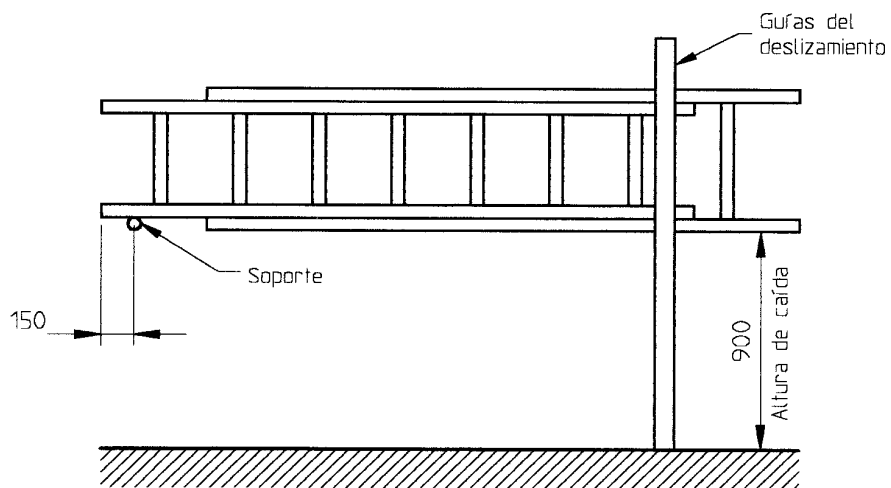
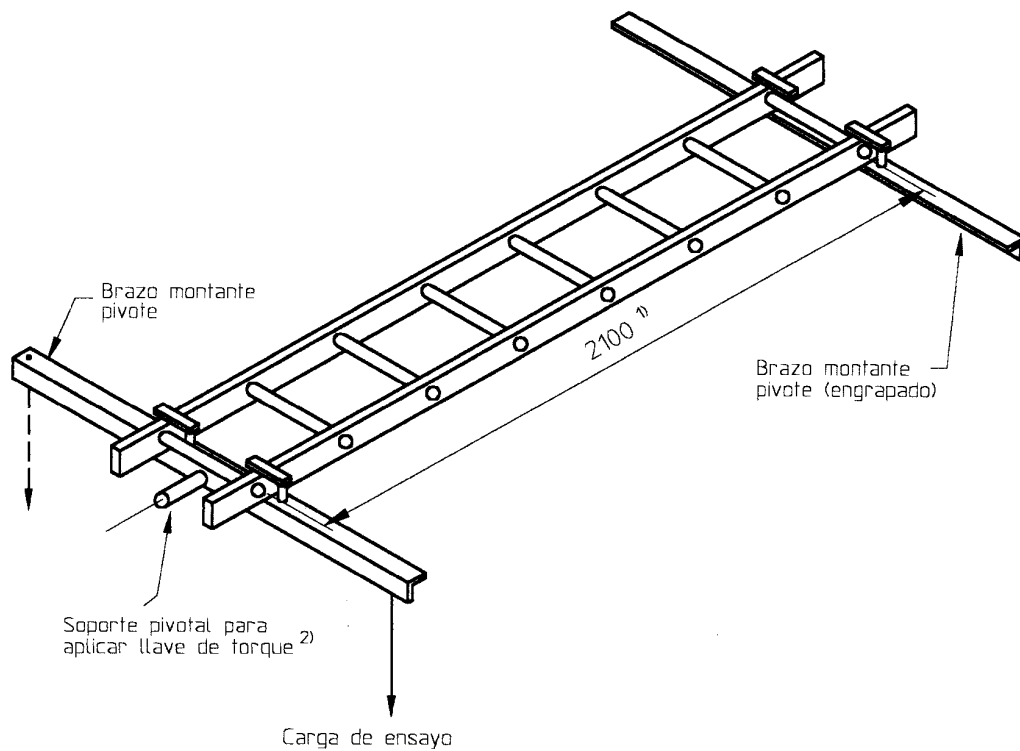


Figura 12 - Ensayo dinámico de caída del larguero en voladizo

Dimensiones en milímetros



1) El tramo de ensayo es de 2 100 mm, pero cualquier tramo base de una escalera o una escalera simple, que tenga un largo mayor o igual que 2 400 mm puede ser ensayado.

2) El torque se puede aplicar utilizando una llave de torque o una carga de ensayo, aplicada alternadamente sobre cada extremo del brazo.

Figura 13 - Ensayo de torcedura de la escalera (escalas simples y escalas extensibles)

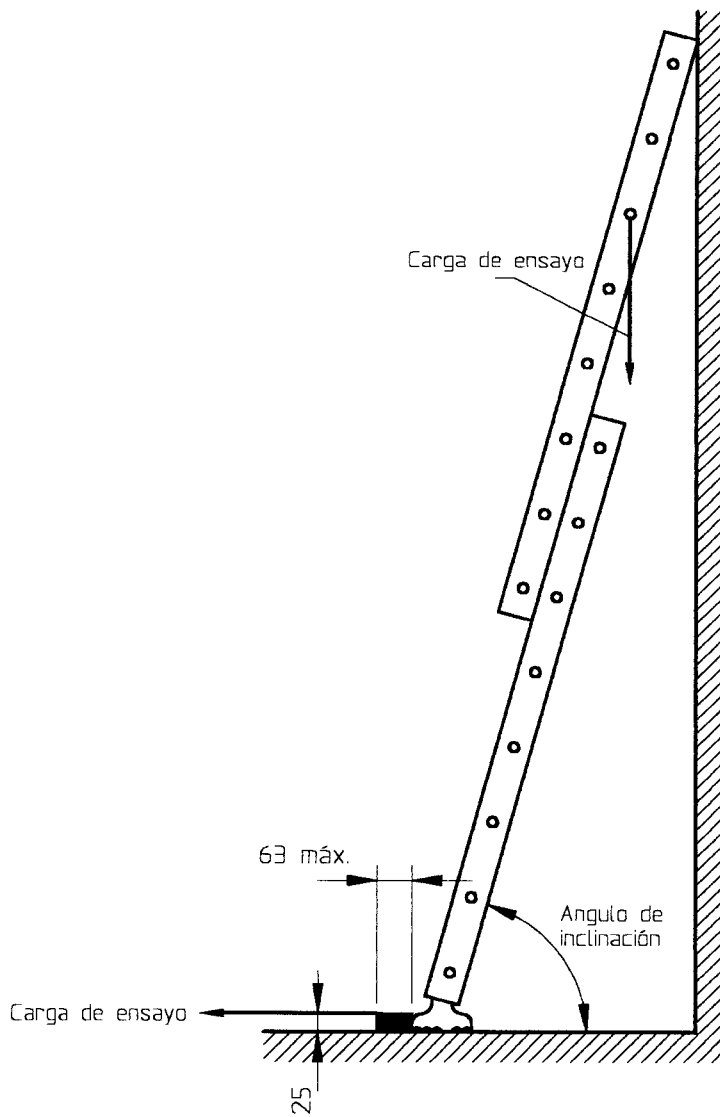
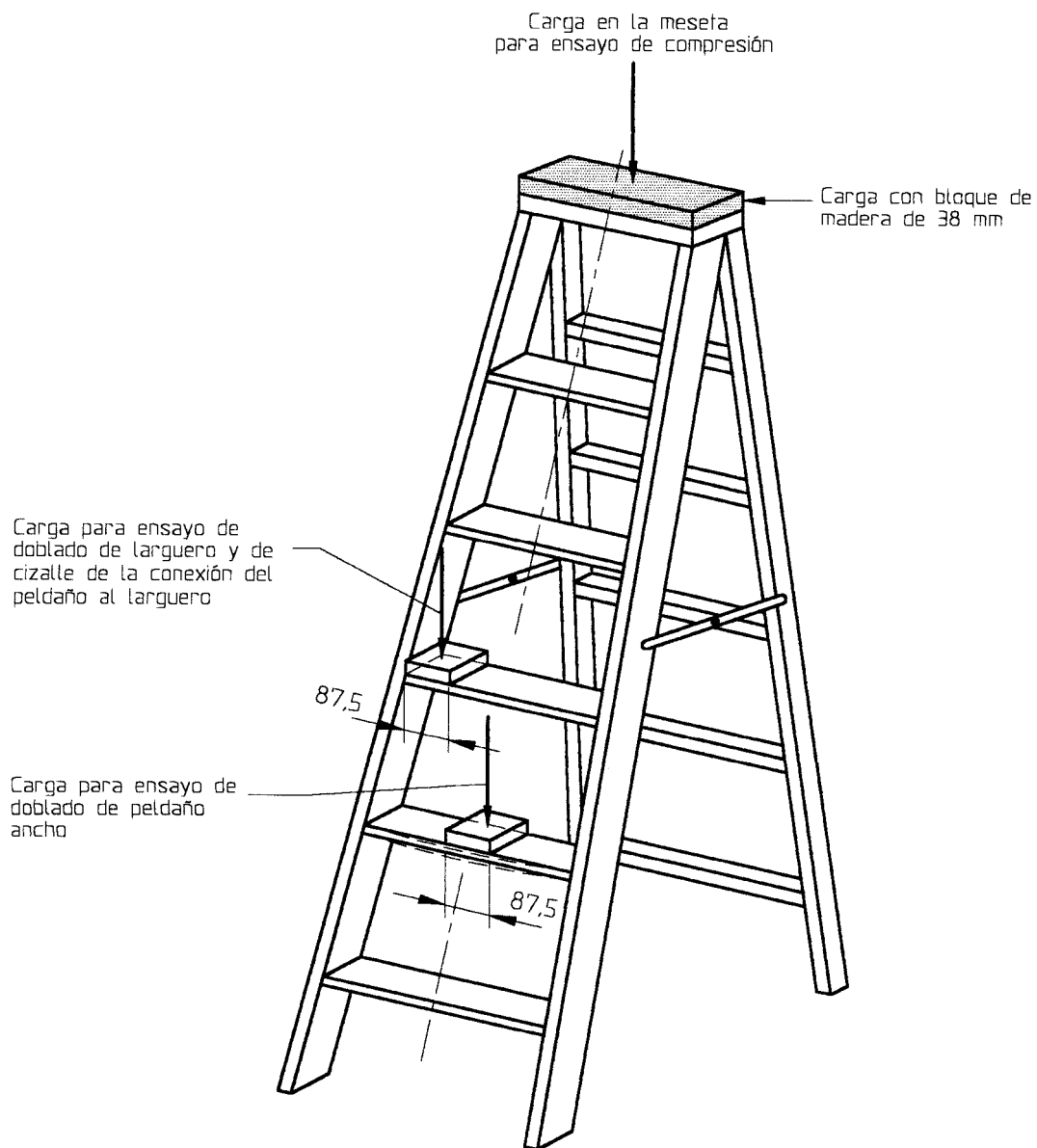


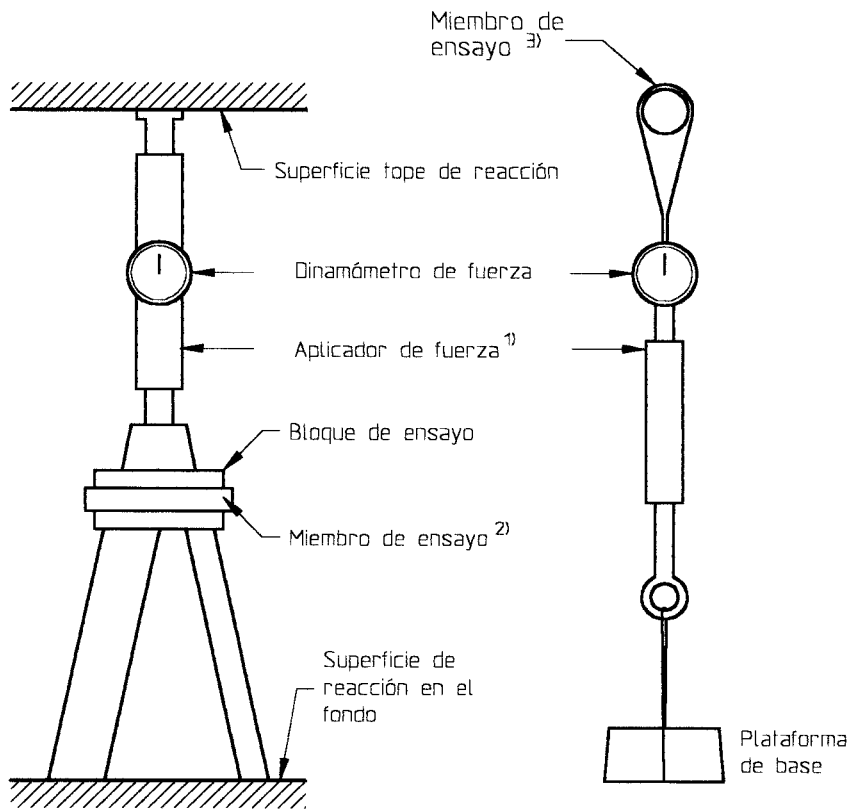
Figura 14 - Ensayo de deslizamiento del pie

Dimensiones en milímetros



NOTA - El diagrama ilustra un montaje de ensayo para una escala de mano.

Figura 15 - Ensayo de compresión, doblado de peldaño ancho, doblado de larguero y de cizalle de la conexión peldaño ancho al larguero/peldaño



a) Método de carga en el tope

b) Método de carga en el fondo

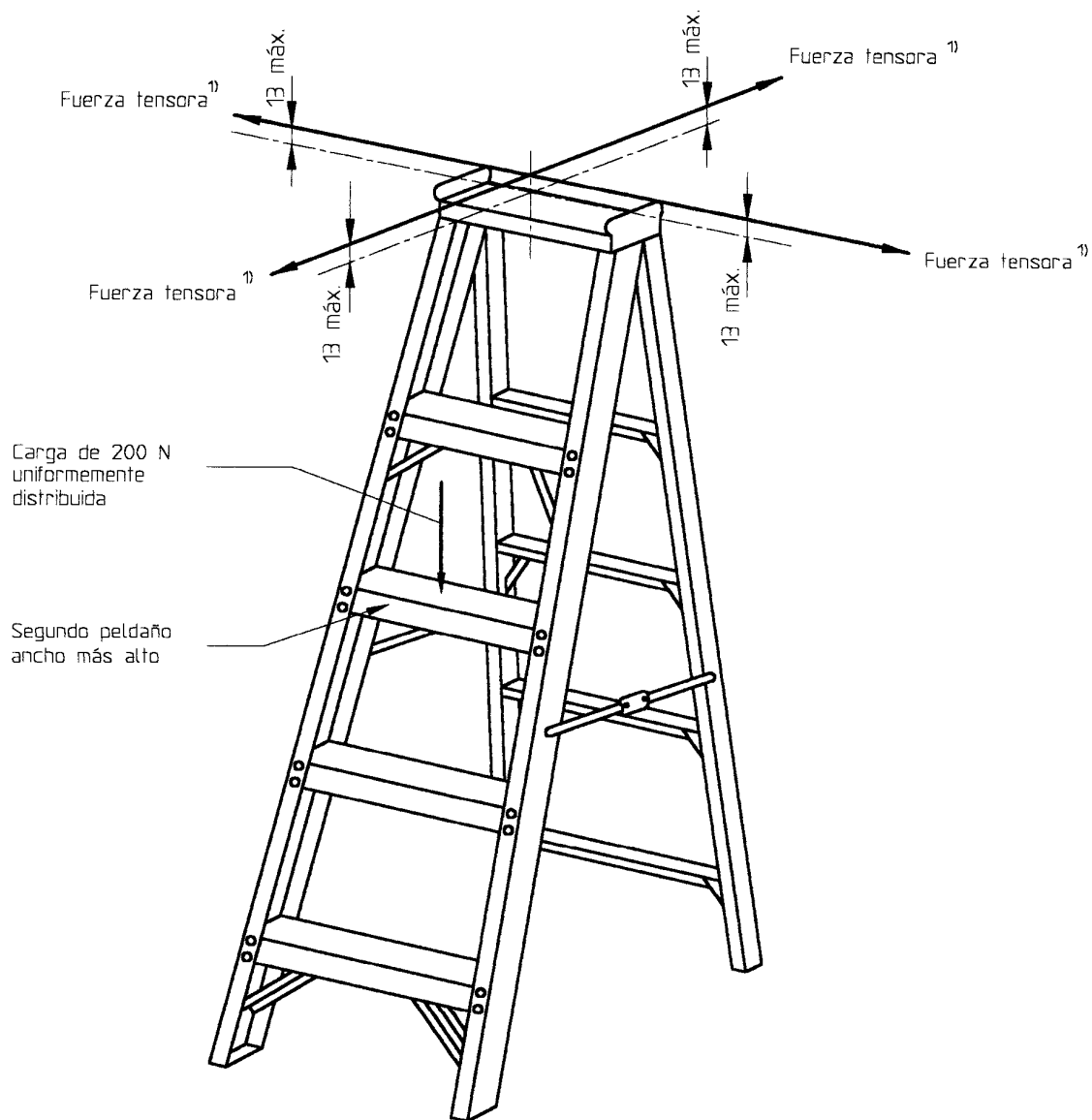
1) Para aplicar la carga se pueden utilizar medios hidráulicos o mecánicos.

2) El método de carga en el tope se utiliza para ensayo de compresión, cuando éste se aplica al tope de la escata, pero también se puede usar para los otros ensayos.

3) El método de carga en el fondo se ilustra para ensayo de doblado de peldaño, pero también se puede usar para los otros ensayos.

Figura 16 - Métodos (sin uso de carga) para aplicación de cargas de ensayo

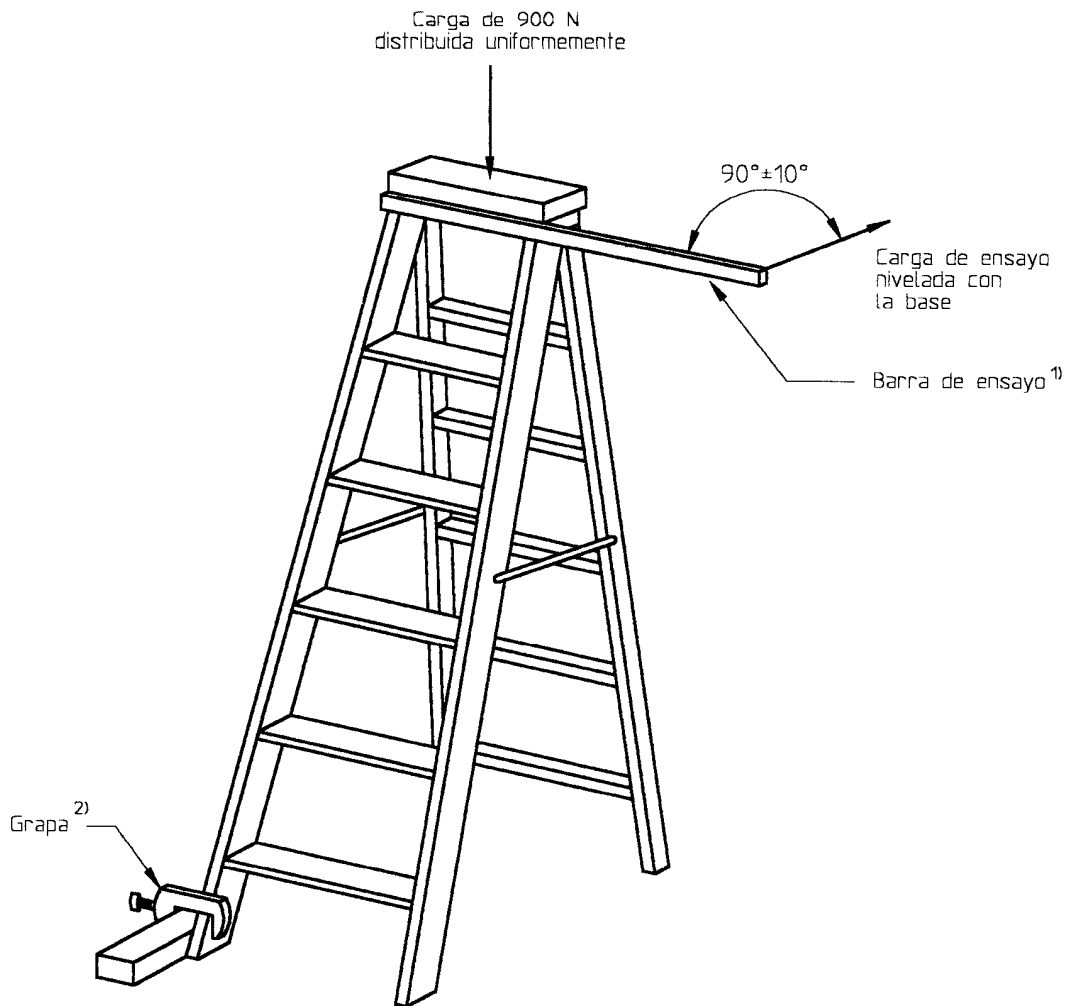
Dimensiones en milímetros



1) La fuerza tensora se debe aplicar a una distancia máxima de 13 mm sobre el tope de la escalera.

NOTA - La figura representa el ensayo para una escalera de mano.

Figura 17 - Ensayo de estabilidad frontal, lateral y trasera



1) La barra de ensayo está atornillada a la meseta.

2) La grapa se utiliza sólo para los ensayos de resistencia a la torsión del larguero y de resistencia del dispositivo de impedimento de apertura a la escalera (ver 4.4.12).

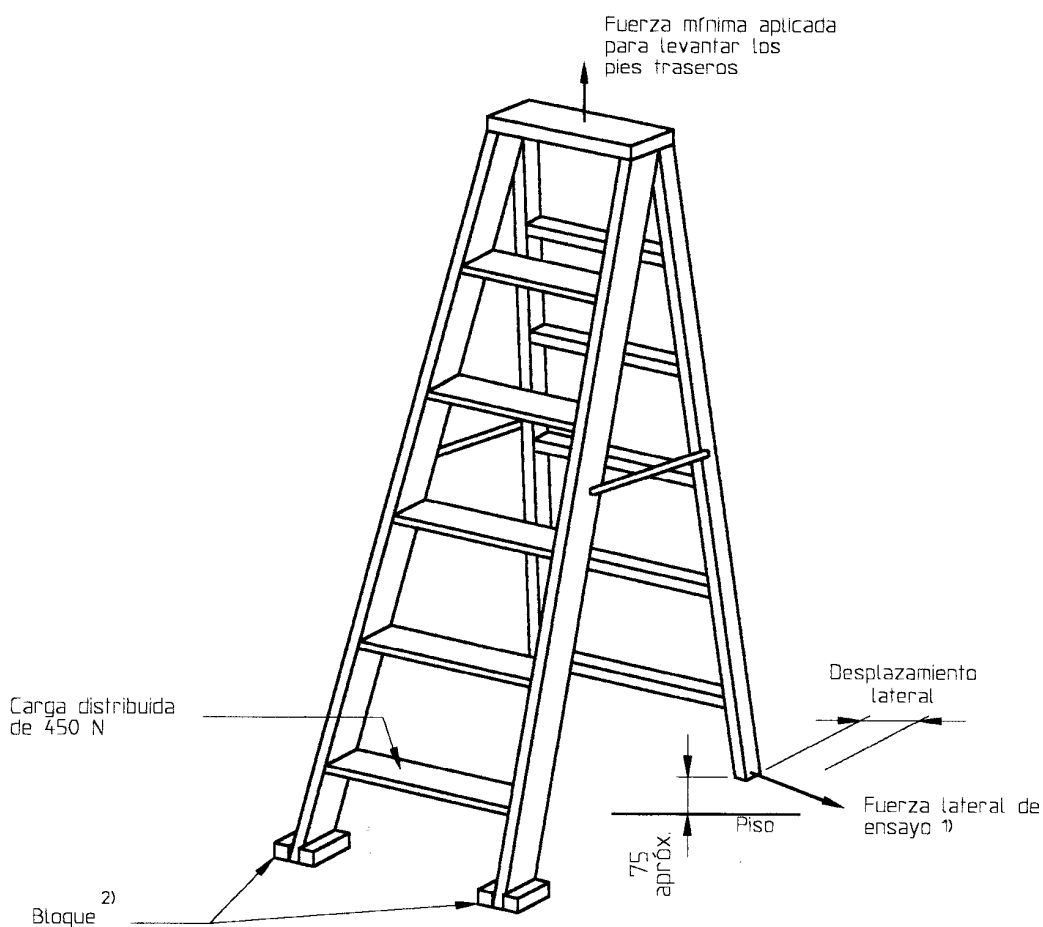
NOTAS

1) La superficie de ensayo debe estar seca, con las baldosas vinílicas no enceradas.

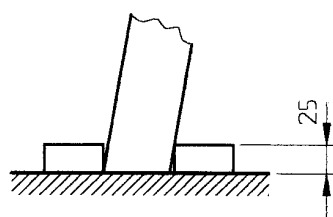
2) La figura representa un ensayo para una escalera de mano.

Figura 18 - Ensayo de estabilidad torsional, de torsión del larguero y de resistencia del dispositivo de impedimento de apertura

Dimensiones en milímetros



a) Montaje de ensayo



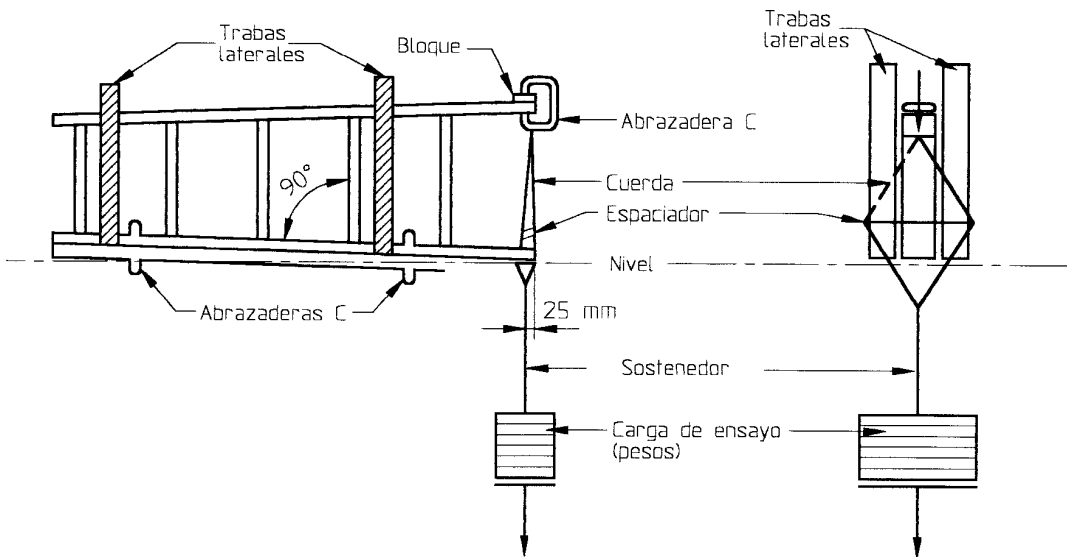
b) Método para bloqueo de pies

1) La fuerza lateral se debe aplicar utilizando un dinamómetro o un mecanismo equivalente. La fuerza se debe aplicar en dirección paralela a la base del tramo frontal. El desplazamiento lateral del tramo trasero se debe medir en forma paralela a la dirección de la fuerza lateral aplicada.

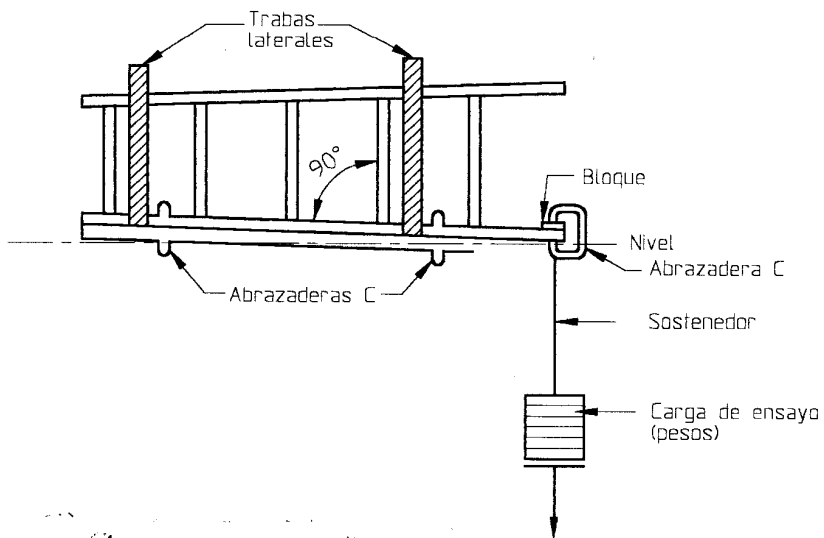
2) Los bloques fijados a la superficie de ensayo se utilizan para resistir la rotación del larguero.

NOTA - La figura representa un ensayo para una escalera de mano.

Figura 19 - Ensayo de resistencia transversal de la escalera



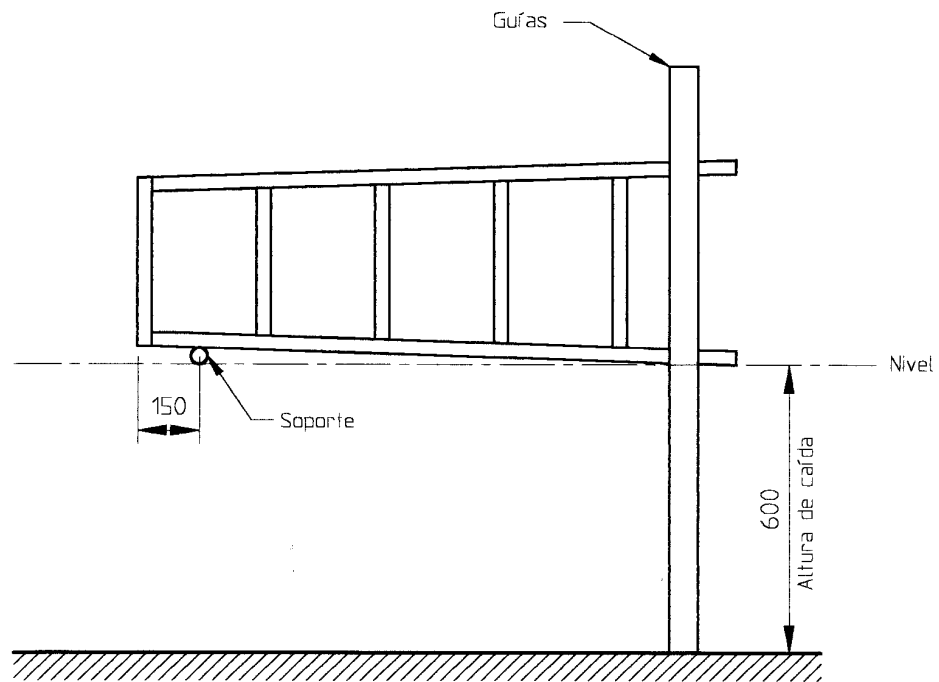
a) Ensayo de voladizo (hacia el interior de la escala)



b) Ensayo de voladizo (hacia el exterior de la escala)

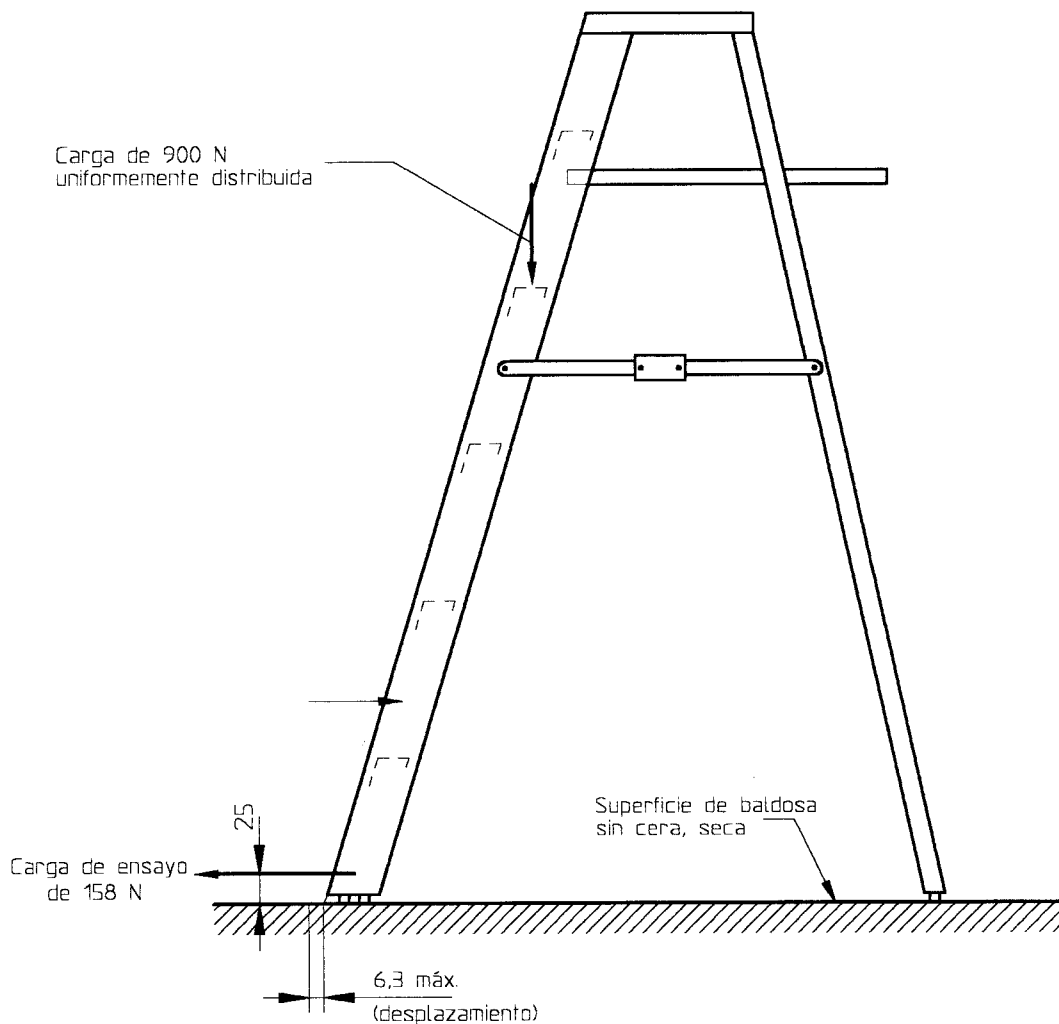
Figura 20 - Ensayo de resistencia estática al doblado de los largueros en voladizo

Dimensiones en milímetros



NOTA - Este ensayo es sólo para larguero en voladizo.
Se debe realizar con la escala cerrada.

Figura 21 - Ensayo dinámico



NOTA - La carga distribuida de 900 N se debe colocar sobre el segundo peldaño ancho a mayor altura.

Figura 22 - Ensayo de deslizamiento de escalas de mano

Anexo A (Normativo)

Clasificación de escalas portátiles y criterios de selección

A.1 Clasificación

Las escalas portátiles se designan según la clasificación siguiente:

Nivel de servicio	Tipo de escala	Carga de trabajo, N
Servicio especial	IAA	1 688
Servicio extra pesado	IA	1 350
Servicio pesado	I	1 125
Servicio mediano	II	1 013
Servicio liviano	III	900

NOTA - Esta norma no cubre la escala Tipo IAA.

A.2 Criterios de selección de una escala

En general, para la selección de una escala, los usuarios deben tener en consideración la longitud requerida, la carga de trabajo, el nivel de servicio y la frecuencia de uso requerido por la escala.

Para la adquisición o uso de una escala, se deben aplicar los criterios siguientes:

- 1) **Servicio extra pesado:** para usuarios que requieren un nivel de servicio o carga de trabajo de 1 350 N, como industrias, empresas de servicios (de agua, gas, electricidad, alcantarillado, comunicaciones), empresas contratistas y similares.
- 2) **Servicio pesado:** para usuarios que requieren un nivel de servicio o carga de trabajo de 1 125 N, como en industrias, empresas de servicios (de agua, gas, electricidad, alcantarillado, comunicaciones), empresas contratistas y similares.
- 3) **Servicio mediano:** para usuarios que requieren un nivel de servicio o carga de trabajo de 1 013 N, como pintores, oficinas, mantención de alumbrado, y similares. Las escalas de servicio mediano no se deben utilizar con tableros de andamios o gatas mecánicas o ambos.
- 4) **Servicio liviano:** para usuarios que requieren un nivel de servicio o carga de trabajo no mayor que 900 N, como en usos generales de tipo domiciliario. Las escalas de servicio liviano no se deben utilizar con tableros de andamios o gatas mecánicas o ambos.

NCh351/4

Anexo B
(Informativo)

Bibliografía

- [1] *Strength of Materials*, William A. Nash, Schaum Publishing, Co.

NORMA CHILENA OFICIAL

NCh 351/4.Of2001

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION • INN-CHILE

Construcción - Escalas - Parte 4: Escalas metálicas - Requisitos

Building construction - Ladders - Part 4: Metallic ladder - Requirements

Primera edición : 2001

Descriptores: *medidas de seguridad, equipos de construcción, escaleras, portátil, metales, requisitos, ensayos, rotulación*

CIN 97.145

COPYRIGHT © 2003: INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN

* Prohibida reproducción y venta *

Dirección : Matías Cousiño N° 64, 6° Piso, Santiago, Chile

Casilla : 995 Santiago 1 - Chile

Teléfonos : + (56 2) 441 0330 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0425

Telefax : + (56 2) 441 0427 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0429

Web : www.inn.cl

Miembro de : ISO (International Organization for Standardization) • COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas)