

La protección personal en las operaciones de elevación y descenso.

Dispositivos o sistemas a utilizar, criterios de verificación y normas de utilización (II)*

José M.^a Cortés Díaz

Perito Industrial Metalúrgico e Ingeniero Técnico en Mecánica del Centro Nacional de Homologación, del Servicio Social de Higiene y Seguridad en el Trabajo

3. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA NORMATIVA INTERNACIONAL

Para poder llegar a definir los criterios que se han de seguir en la verificación de los dispositivos, objeto de la presente ponencia, se ha realizado un detallado estudio de los criterios de verificación seguidos en la normativa internacional más conocida: NF-S 71-020-1978, BS 5062:1973 y DIN 23326 febrero 1966.

De un primer análisis se dedujo la necesidad de excluir la norma DIN 23326, al haber quedado desplazada en el tiempo.

Por otra parte, esta Norma que incluye los equipos de seguridad para altura y los equipos de descenso por cuerda, además de realizar a nuestro juicio una escasa verificación, presenta algunas imprecisiones.

Resulta de interés señalar cómo al finalizar la exposición de la ponencia, mi colega alemán solicitó la palabra para manifestar públicamente que ellos estaban trabajando sobre el tema, que su norma DIN 23326 está desfasa y que sus trabajos estaban orientados en la misma línea de la propuesta de verificación presentada por España, esperando disponer de una nueva norma el próximo año.

3.1. Estudio de la Norma NF-S 71-020

Esta Norma, que comprende todos los dispositivos que constituyen los equipos individuales de protección contra las caídas, define los dispositivos anticaída como «aquéllos que limitan la carrera definida en el ensayo de verificación de las protecciones conferidas por el equipo, a un valor máximo de 0,6 m.»

Los divide en dos tipos principales:

- Con elemento corredizo sobre soporte de seguridad y
- Con enrollamiento de cable o cinta.

Excluye del campo de aplicación de la norma aquellos dispositivos que requieren el desbloqueo manual.

De gran interés resultan los apartados dedicados a Características y Ensayos y exigencias.

En el primero se incluyen las especificaciones relativas a los diferentes elementos componentes de los equipos individuales de protección contra las caídas, y en el segundo sobre «Ensayos y Exigencias», señala los ensayos a que han de someterse, tanto los elementos componentes como los dispositivos anticaídas.

Incluye este apartado los ensayos de resistencia estática, verificación de la protección conferida por el equipo y ensayo estático residual.

El ensayo de *resistencia estática* se realiza, por una parte, a los elementos componentes y por otra, a los dispositivos anticaída.

Cada uno de los elementos del equipo se somete a un ensayo de resistencia bajo una carga de 20.000 N ó 11.500 N, según el tipo de elemento, manteniendo la carga en todos los casos durante 2 minutos.

En los dispositivos anticaída con soporte de seguridad, el ensayo de tracción se efectúa sobre los elementos componentes separados y ejerciendo cada vez una carga de 11.500 N sobre el soporte de seguridad en posición de utilización, y en los dispositivos anticaída con enrollador de banda o cable, la carga de 11.500 N se aplica entre el punto de enganche y el extremo de la banda o cable, los cuales deben estar completamente desenrollados.

El ensayo de *verificación de la protección conferida por el equipo* se realiza con una masa rígida de 100 kg sostenida independientemente del dispositivo anticaída.

Para los dos tipos de dispositivos anticaída determina:

- *Carrera máxima de la masa*, desde la posición inicial hasta la de equilibrio, que deberá ser $\leq 0,6$ m.
- *Fuerza máxima transmitida durante el choque al punto de anclaje*, que deberá ser ≤ 6.000 N.

Este ensayo se realiza después de un acondicionamiento previo de 24 horas a temperaturas de -20°C , $+20^{\circ}\text{C}$ y 50°C .

Por último, el *ensayo estático residual* se realiza después de la verificación de la protección conferida por el equipo, sometiendo el dispositivo a una carga de tracción estática de 5.000 N, aplicada en las mismas condiciones que el ensayo de resistencia estática.

* Véase «Metalurgia y Electricidad» n.º 520.

Resulta de interés señalar en esta Norma la exigencia de que todos los equipos deben ir acompañados de una nota de empleo en francés, precisando las características técnicas de los componentes, los ajustes a realizar y las precauciones a adoptar, tanto para el entretenimiento como para su utilización.

En el presente cuadro, resumen de cuanto se ha expuesto, se puede observar cómo la Norma francesa centra las pruebas de verificación a realizar a los dispositivos anticaída en dos tipos: una para garantizar su efectividad, determinando la resistencia estática del conjunto y de cada uno de sus componentes aisladamente, y otra para garantizar el grado de protección conferido por el equipo controlando el recorrido máximo del dispositivo y la fuer-

za máxima desarrollada en la caída, a fin de reducirla a valores soportables por el hombre.

Un último ensayo estático residual, realizado a los dispositivos anticaída anteriormente sometidos a la prueba de impacto, garantiza una resistencia estática del conjunto, después de producida la caída.

Como comentario independiente, conviene señalar que la norma no incluye ningún otro tipo de dispositivo, tales como los de elevación y descenso o los descensores, a pesar de que estos últimos estaban incluidos en la Norma Experimental S 71-020 de 1974, ya que según se indica en la propia norma, estos dispositivos no son equipos de protección contra caídas involuntarias, sino dispositivos de salvamento.

FRANCIA

NORMA NF S71-020 «Equipement individuels de protection contre les chutes.»

Denominación de la prueba	Elementos sometidos a ensayo	Características y valoración del ensayo	
Ensayo de resistencia estática (Tracción)	Dispositivos de amarre al punto de anclaje	F = 20.000 N	La carga indicada debe mantenerse durante 2 minutos
	Cuerdas y bandas	F = 20.000 N	
	Cables	F = 11.500 N	
	Dispositivo anticaída con soporte de seguridad	F = 11.500 N	
	Dispositivo anticaída con enrollador	F = 11.500 N	
Verificación de la protección conferida por el equipo	Dispositivos anticaída	M = 100 kg H = 0 l ≤ 0,6 m	F ≤ 6.000 N
Ensayo estático residual (Tracción)	Dispositivos anticaída	F = 5.000 N	La carga indicada debe mantenerse durante 2 minutos

3.2. Estudio de la Norma BS-5062

Esta norma incluye los anclajes de seguridad de bloqueo automático, constituidos esencialmente por un dispositivo de bloqueo y una línea de anclaje, la cual puede ser fija o extensible.

Los clasifica en dos tipos, según que éste deslice por la línea de anclaje fija o utilice una línea de anclaje extensible.

Como característica general para estos dispositivos, cuando sean utilizados correctamente, incluye la de detener la caída de una persona y que ésta se detenga dentro de una distancia de 1 metro respecto a la posición ocupada inicialmente.

Resulta de interés señalar que esta norma limita la longitud de la línea de seguridad (cable o cuerda que une el dispositivo con el cinturón) a 40 centímetros.

Al igual que se hizo al estudiar la norma francesa, por su mayor interés, pasemos a comentar los apartados dedicados a Características y Ensayos.

En el primero se incluyen las especificaciones relativas a la construcción, tanto de las líneas de anclaje como de los dispositivos de enclavamiento.

Respecto a estos últimos, indica que todos los dispositivos habrán de construirse de acuerdo con lo especificado en el segundo apartado, en el que se señalan los ensayos a que han de someterse cada tipo de dispositivo. Asimismo, exige que han de ser construidos para resistir las repetidas operaciones y exposiciones prolongadas en determinadas condiciones, materializados por una prueba de resistencia y diversos acondicionamientos.

En el apartado de Ensayos, indica que ambos tipos de dispositivos, una vez comprobada su funcionalidad, han de someterse a las pruebas de corrosión, resistencia, enclavamiento y caída.

El *ensayo de corrosión* señala que todos los elementos metálicos han de cumplir con las exigencias señaladas en la misma Norma para cada tipo de material utilizado, los cuales habrán de ensayarse de acuerdo con la norma correspondiente y habrán de funcionar correctamente después de los ensayos.

El *ensayo de resistencia* consiste en desplazar el dispositivo y la línea de anclaje 10.000 veces sobre una distancia no inferior a 30 cm, de las cuales las últimas 1.000 se operarán bloqueando. Finalizado el ensayo, se someten a la prueba de enclavamiento.

El ensayo de caída se realiza con una carga de 136 kgf, la cual se enlaza con el dispositivo mediante un cable de 1 m de longitud y se deja caer libremente desde una altura de 1 m, situada lo más cerca posible de la vertical que pasa por el dispositivo. Para ambos tipos determina la carrera máxima del dispositivo, que debe ser ≤ 1 m.

Por último, indica que ambos tipos han de someterse a los acondicionamientos para polvo, frío, humedad y aceite (sólo para los dispositivos anticaída con línea de anclaje constituida por un cable).

Después de cada acondicionamiento, deben someterse a la prueba de enclavamiento.

En el presente cuadro, resumen de cuanto se ha expuesto, se observa cómo la Norma BS-5062 centra las pruebas a realizar a ambos dispositivos en tres tipos; una para garantizar su eficacia después de largos períodos y operaciones repetidas, mediante una prueba de resistencia; una segunda para garantizar su eficacia después de exposición a condiciones ambientales de uso y una tercera de caída, para garantizar la eficacia del conjunto, controlando el recorrido experimentado por el usuario en la caída.

A nuestro juicio, esta Norma adolece del defecto de no controlar la fuerza de impacto registrada en el ensayo, ya que, si bien es soportada por el dispositivo, como se comprueba en el ensayo de caída, no suministra ninguna in-

formación acerca de la fuerza máxima desarrollada en la caída y si ésta puede o no ser soportable por el hombre.

Del estudio comparativo de ambas normas se observa cómo existe una gran diferencia en lo que a las características y evaluación del ensayo más significativo se refiere, el ensayo dinámico, ya que mientras la norma francesa utiliza una masa rígida de 100 kg de caída libre, desde una posición inicial coincidente con el dispositivo anticaída con elemento corredizo o el extremo de la línea extensible, en el dispositivo anticaída con enrollador, la norma inglesa utiliza una masa de 136 kg en caída libre desde 1 metro, por encima del dispositivo o al extremo de la línea extensible (figura 2).

Por otra parte, el criterio de evaluación seguido en la norma francesa consiste en medir la fuerza máxima transmitida al punto de anclaje ($F \leq 6.000$ N) y el recorrido experimentado por la masa ($l \leq 0,6$ m), mientras que la norma inglesa sólo evalúa este ensayo a partir del recorrido experimentado por el dispositivo o el extremo de la línea extensible (≤ 1 m).

A la vista de lo expuesto, hay que señalar cómo, si bien el ensayo dinámico contenido en la norma inglesa resulta ser aparentemente más exigente al utilizar una mayor masa y caída libre, el hecho de admitir un recorrido superior y no evaluar la fuerza máxima registrada en el ensayo hace que ambos no pueden ser comparados.

REINO UNIDO

NORMA BS-5062 «Self-locking safety anchorages for industrial use.»

Denominación de la prueba	Elementos sometidos a ensayo	Características y valoración del ensayo
Ensayo de corrosión	Elementos metálicos	Se indican en las normas correspondientes según el recubrimiento
Ensayo de resistencia	Anclajes de seguridad	Han de superar el ensayo de enclavamiento después de 10.000 ciclos
Ensayo de enclavamiento	Dispositivo de velocidad sensible	$V \leq 4,5$ m/seg
	Otros dispositivos	El dispositivo debe bloquear automáticamente
Acondicionamiento para polvo Acondicionamiento para frío Acondicionamiento para humedad Acondicionamiento para aceite	Anclajes de seguridad Dispositivo de velocidad sensible	Han de superar el ensayo de enclavamiento después de cada acondicionamiento
Ensayo de caída	Anclajes de seguridad	$M = 136$ kg $H = 1$ m por encima del dispositivo $l \leq 1$ m

4. CRITERIOS DE VERIFICACION

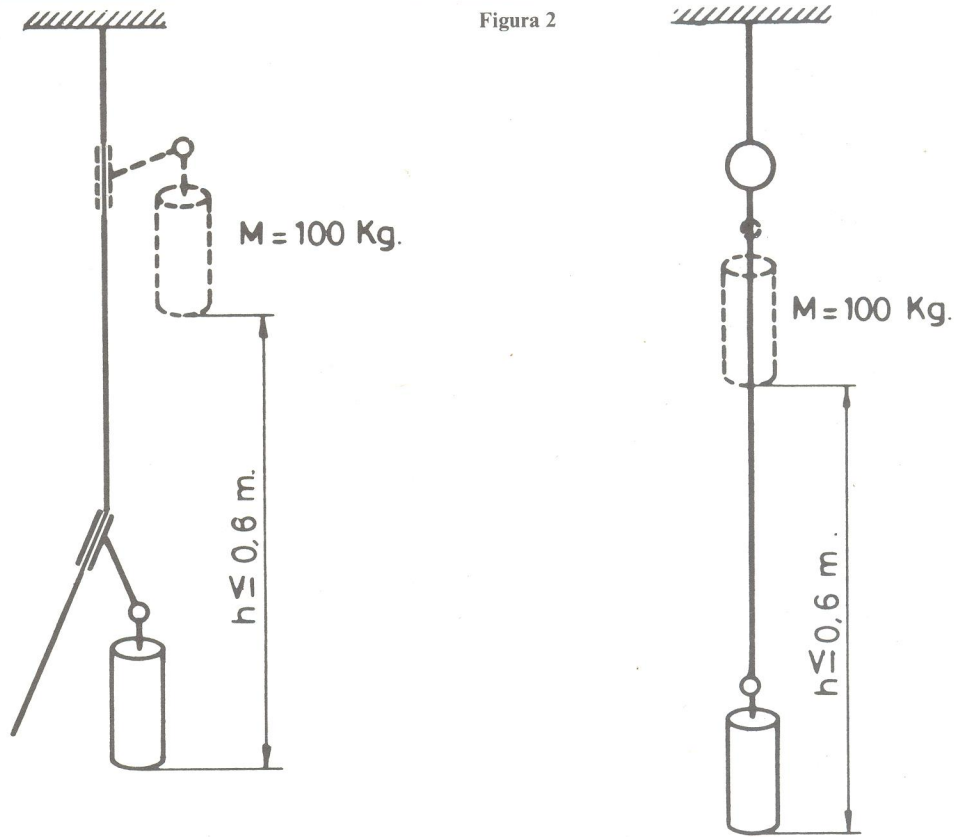
Por último y como conclusión de los estudios realizados, se ha llegado a establecer los criterios básicos que han de servir para la verificación de los dispositivos anticaída, los cuales han sido seleccionados atendiendo fundamentalmente a garantizar el grado de protección del equipo. En este sentido, se consideró fundamental que los dispositivos anticaída deben «detener la caída del usuario en un recorrido mínimo, manteniendo el valor de la fuer-

za transmitida al usuario por debajo de los valores soportables por el hombre».

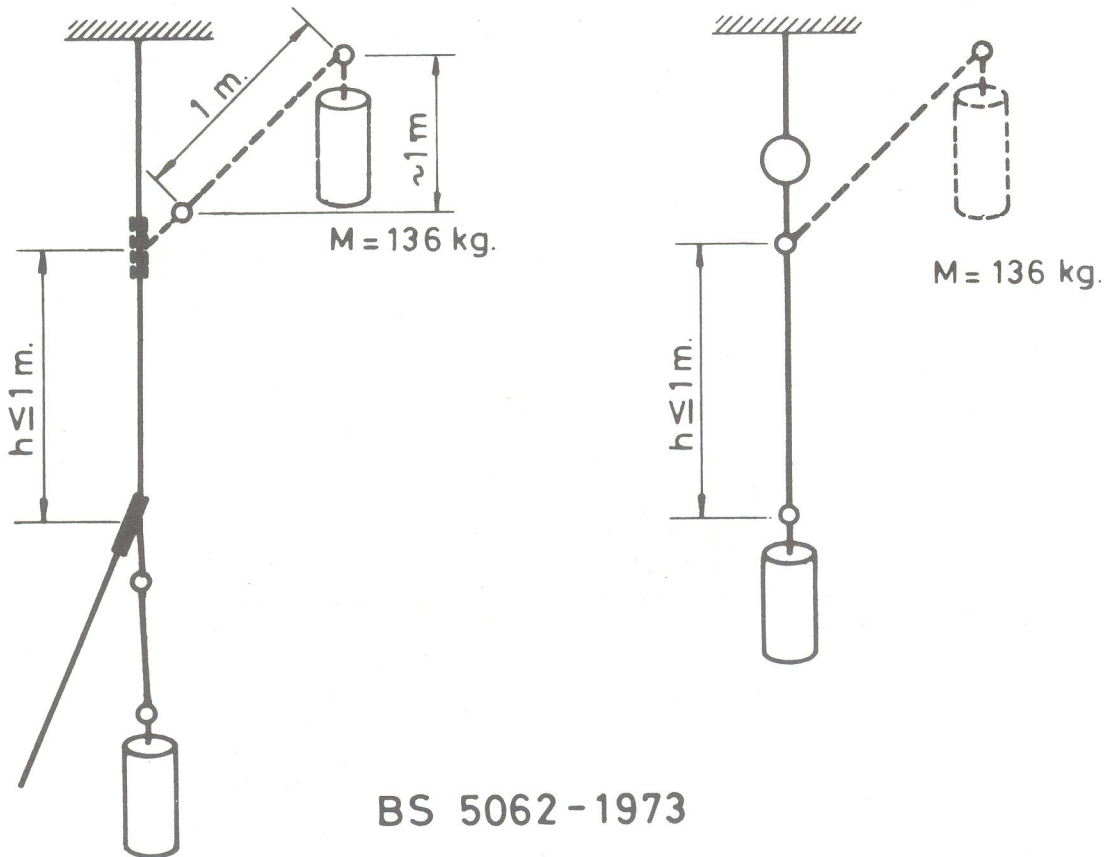
Para garantizar esta premisa se requiere realizar las siguientes verificaciones:

- Ensayo de fatiga, para comprobar la eficacia del dispositivo después de largos períodos de uso.
- Ensayo de resistencia estática, tanto de los dispositivos anticaída como de cada uno de sus elementos componentes.

Figura 2



$F \leq 6000 \text{ N (611,6 kgf)}$
- NF. S71-020-1.978



BS 5062-1973

- c) *Ensayo dinámico* del conjunto, a fin de garantizar el grado de protección del dispositivo.
- d) *Ensayo estático residual* del conjunto, a fin de garantizar la resistencia retenida después de la caída, y una serie de:
- e) *Acondicionamientos*, a fin de comprobar la inalterabilidad del grado de protección garantizado por el dispositivo, después de haber sido sometido a las condiciones ambientales más frecuentes.

Antes de especificar cada uno de los ensayos, pasemos a analizar los criterios seguidos para la selección de los acondicionamientos.

4.1. Acondicionamiento para los ensayos

Para comprobar que las características exigidas a los dispositivos anticaída permanecen inalterables después de largos períodos de funcionamiento, se han analizado las condiciones de uso más frecuentes a las que se pueden encontrar sometidos los citados dispositivos: lluvia, frío, calor, ambientes corrosivos, radiaciones UV, polvo y engrase (sólo para los dispositivos anticaída de enrollador con línea de anclaje metálica).

De ellas se han descartado las que puedan ejercer una escasa acción sobre el dispositivo, o cuya acción sea de sobra conocida sin necesidad de realizar ningún ensayo.

En este sentido, se ha descartado el acondicionamiento a frío y/o calor, toda vez que la acción de la temperatura, aunque sea extrema, es nula en la mayoría de los dispositivos, dado que la mayor parte de sus componentes son metálicos, mientras que cuando alguno de sus componentes, por ser de materia plástica pudiese ser afectado, adquiriendo fragilidad en condiciones de temperaturas muy bajas, existe una imposibilidad material de comprobar el dispositivo, ya que desde la salida de la cámara hasta la realización de los ensayos transurre un tiempo que, por muy reducido que sea, hace que rápidamente adquiera la temperatura ambiente y el ensayo se reduzca a una repe-

tición del realizado con acondicionamiento normal. Para poder garantizar el buen comportamiento de los materiales plásticos a baja temperatura, los fabricantes de estas piezas habrán de realizar el correspondiente control, realizando ensayos sobre probetas obtenidas con las mismas materias primas.

El acondicionamiento a radiaciones UV, aun considerándolo importante por la conocida acción de estas radiaciones sobre los materiales plásticos, al centrarse su acción principalmente sobre las líneas de anclaje de cuerda o banda textil, y ser conocidas por todos los estudios realizados en este campo, la acción degradable que ejercen tales radiaciones sobre las fibras de polietileno y polipropileno, se considera suficiente con prohibir la utilización de tales fibras para fabricar líneas de anclaje, salvo que se introduzcan nuevas técnicas o métodos que garanticen el mantenimiento de sus prestaciones frente a los citados agentes. En estos casos se verificará rigurosamente mediante la realización de pruebas adicionales.

Idénticas comprobaciones deberán realizarse siempre que se utilicen en la fabricación de líneas de anclaje nuevas fibras, cuyo comportamiento no sea suficientemente conocido en estas aplicaciones.

De acuerdo con lo anterior, todos los dispositivos anticaídas antes del ensayo dinámico habrán de ser sometidos, previo acondicionamiento normal, a los siguientes: lluvia artificial, niebla salina, polvo y aceite (este último sólo para los dispositivos anticaída con enrollador y línea de anclaje metálica).

Interesa señalar cómo el acondicionamiento en niebla salina permite controlar la resistencia a la corrosión de los elementos metálicos de los dispositivos anticaída.

Consiste en introducir los dispositivos durante 15 días en una cámara de niebla salina, que permite obtener una niebla a $35 \pm 1.^\circ \text{C}$. Transcurridas 4 horas, se extraerá el dispositivo y se comprobará a simple vista si presentan signos de corrosión.

CRITERIOS DE VERIFICACION DE LOS DISPOSITIVOS ANTICAIDAS

Denominación de la prueba	Elementos sometidos a ensayo	Características y valoración del ensayo	
Ensayo de fatiga	Dispositivos anticaída	Después de 10.000 ciclos el dispositivo deberá bloquear	
Ensayo de resistencia estática	Elementos de anclaje Cuerdas y bandas Cables Dispositivo anticaída con elemento corredizo Dispositivo anticaída con enrollador	F = 2.000 kgf F = 2.000 jgf F = 1.200 kgf F = 1.000 kgf F = 1.000 kgf	La carga debe mantenerse durante 2 minutos
Acondicionamiento en lluvia Acondicionamiento en niebla salina Acondicionamiento en polvo Acondicionamiento en aceite	Dispositivos anticaída Dispositivos con línea de anclaje de cable	Después de cada acondicionamiento han de superar el ensayo dinámico	
Ensayo dinámico	Dispositivos anticaída	M = 100 kgf H = 0 l ≤ 0.6 m	F ≤ 700 kgf
Ensayo estático residual	Dispositivos anticaída	F = 500 kgf	La carga indicada debe mantenerse durante 2 minutos

En el cuadro anterior se indican los ensayos anteriormente señalados, así como la evaluación de los mismos.

- Ensayo de fatiga.
- Ensayo de resistencia estática.
- Ensayo dinámico.
- Ensayo estático residual.

Pasemos a describir cada uno de los ensayos anteriormente señalados.

4.2. Ensayo de fatiga

Este ensayo se realizará con todos los dispositivos anticaída que han de someterse al ensayo dinámico, después de acondicionamiento normal.

Este ensayo está concebido para determinar la resistencia a la fatiga del conjunto constituido por dispositivo anticaída y línea de anclaje, resultando totalmente imprescindible en los dispositivos con enrollador.

Como se sabe, estos dispositivos están concebidos para evitar la caída libre del usuario, debiendo estar dotados para ello de un enrollador lo suficientemente resistente para mantener siempre tensa la línea de anclaje y un sistema de bloqueo que disponga de plena efectividad, aún después de largos períodos de uso, toda vez que si en alguna ocasión ha de actuar el dispositivo, posiblemente este hecho se produzca después de un largo período de servicio.

Hay que distinguir según se trate de un dispositivo anticaída con elemento corredizo, en cuyo caso se desplazará el dispositivo por la línea de anclaje sobre un recorrido de 300 mm o se trate de un dispositivo anticaída con enrollador, en cuyo caso se deberá desenrollar la línea de anclaje en una longitud aproximada de 1 metro y some-

ENSAYO DE FATIGA DE UN DISPOSITIVO ANTICAÍDA DE ENROLLADOR.



terla a una serie de extensiones y contracciones sobre un recorrido igual al anteriormente señalado.

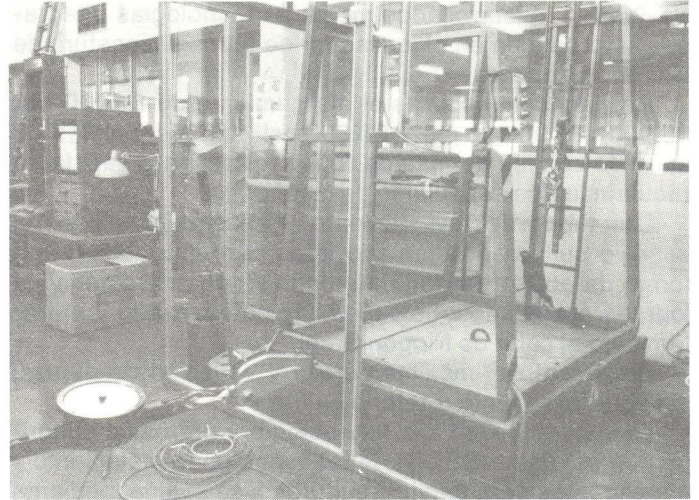
En ambos casos se efectuará el ensayo con una frecuencia de 40 ± 10 c/minuto, hasta completar 10.000 ciclos.

4.3. Ensayo de resistencia estática

Este ensayo se aplica sobre los dispositivos anticaída y sobre sus elementos componentes.

ENSAYO DE RESISTENCIA ESTÁTICA.

Garantiza la resistencia mecánica del conjunto y de sus elementos componentes.



Se realiza sobre un mínimo de los dispositivos anticaída, dispuestos en las mismas condiciones de uso, y en los de enrollador con la línea de anclaje totalmente desenrollada, a fin de determinar la resistencia a la tracción del terminar de la línea.

La tracción se efectúa a una velocidad ≤ 50 mm/minuto, hasta alcanzar la carga de 1.000 kgf, manteniéndola durante 2 minutos.

4.4. Ensayo de tracción de los elementos integrantes

La tracción de las líneas de anclaje de los dispositivos anticaída constituidas por cuerda, cable o cinta se realiza sobre un mínimo de dos probetas extraídas de la línea de anclaje, de un tamaño suficiente para que con una carga preliminar de 10 kgf, la longitud libre entre mordazas permita una distancia inicial de ensayo de 300 ± 10 milímetros.

Las muestras se someten a tracción, con una velocidad de ensayo ≤ 50 mm/minuto, hasta alcanzar la carga de 2.000 ó 1.200 kgf, según se trate de cuerda y banda o cable respectivamente, manteniéndola durante 2 minutos.

Los elementos de anclaje que forman parte integrante de los dispositivos habrán de someterse a este ensayo, a fin de determinar su resistencia a la tracción.

Para ello, un mínimo de dos unidades de cada elemento metálico se someterán al ensayo de tracción, efectuado éste con una velocidad ≤ 50 mm/minuto, hasta alcanzar la carga de 2.000 kgf, manteniéndola durante 2 minutos.

Como sabemos, estos sistemas están concebidos para detener la caída del usuario, reduciendo la fuerza originada en la caída a límites soportables por el hombre.

(Continuará).