

Torremolinos, 8 al 11 de Mayo de 1979

PONENCIAS

CONTRIBUTIONS

COMMUNICATIONS

REFERATE

Serie: Congresos.

Clave: 013.20.50

PONENCIA AL TEMA III

TITULO: "DISPOSITIVOS INDIVIDUALES DE ELEVACION Y DESCENSO.
ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS Y CRITERIOS DE VERI
FICACION. UTILIZACION"

AUTORES: José María Cortés
Rafael Tudó

RESUMEN

Como objetivo fundamental, se pretende con este estudio llegar a establecer los criterios que han de servir de base para elaborar una Norma Técnica Reglamentaria referente a los dispositivos individuales utilizados en las operaciones de elevación y descenso.

Para conseguirlo, se ha considerado fundamental comenzar por establecer unas definiciones, características y clasificación de los dispositivos de elevación y descenso, para continuar con el estudio comparativo de la normativa internacional y la valoración de los resultados obtenidos en los ensayos realizados, a fin de poder llegar a establecer los criterios de verificación que han de servir para comprobar la efectividad de los mismos.

DISPOSITIVOS INDIVIDUALES DE ELEVACION Y DESCENSO. ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS Y CRITERIOS DE VERIFICACION. UTILIZACION.

José M. Cortés y Rafael Tudó

INTRODUCCION

De todos es conocido la problemática que encierra el tema de los trabajos en altura, debido por una parte a la gravedad de las lesiones que producen en caso de accidente, y por otra, a la falta de planificación con que en ocasiones se realizan, mucho más acusada en la construcción, motivado por la brevedad y características de los trabajos.

Las características especiales del trabajo en altura hace que no siempre, bien por razones técnicas o por la duración del trabajo, puedan ser utilizadas medidas de protección colectiva, debiendo recurrir a la protección individual.

Conscientes de este hecho, el problema de la protección individual contra las caídas ha de abordarse en profundidad, a fin de evitar que estos medios puedan resultar ineficaces, o incluso contraproducentes. La falta de una verdadera formación del usuario acerca de las prestaciones y limitaciones que cada equipo le ofrecen contribuye, en gran medida, a favorecer ese descrédito y desconfianza que suele existir entre los usuarios sobre la efectividad de los distintos medios de protección individual.

El problema planteado, debido a su complejidad, ha de abordarse por parcelas, realizando estudios independientes para cada subtema comprendido dentro del amplio campo del trabajo en

altura. En este sentido, por el Centro Nacional de Homologación se han realizado estudios tendentes a clasificar, verificar y generalizar el uso de los cinturones de seguridad utilizados en la industria, así como establecer normas de verificación aplicables a las redes de seguridad, concluyendo en ambos casos con la elaboración de las correspondientes Normas Técnicas Reglamentarias, de las que una de ellas, la MT-13 sobre "Cinturones de seguridad. Definición y Clasificación. Cinturones de sujeción" se encuentra actualmente en vigor.

Concluidos los estudios sobre cinturones de seguridad, se ha iniciado el correspondiente a los dispositivos individuales de elevación y descenso.

Del análisis de estas operaciones se deduce que existen dos formas de realizarlas, una en la que es la propia persona quien realiza el ascenso o descenso, utilizando escaleras, celosías, pendientes, etc. y otra en la que el trabajador realiza estas operaciones, bien suspendido o sentado, utilizando un sistema adecuado de accionamiento manual o mecánico. Dentro de esta segunda forma existen circunstancias en las que sólo se precisa de un descenso para conseguir una evacuación rápida desde una zona de peligro a otra de recogida.

En la presente ponencia se ha abordado exclusivamente el estudio de los dispositivos utilizados por personas que realizan operaciones de elevación y descenso, excluyendo los restantes, a los que sólo se hace referencia en cuanto que constituyen un conjunto dentro de los sistemas individuales de elevación y descenso.

Como objetivo fundamental, se pretende con este estudio - llegar a establecer los criterios que han de servir de base para elaborar una Norma Técnica Reglamentaria referente a los dispositivos individuales utilizados en las operaciones de elevación y descenso. Para conseguirlo, se ha considerado fundamental comenzar por establecer unas definiciones, características y clasificación de los dispositivos de elevación y descenso, para continuar con el estudio comparativo de la normativa internacional y la valoración de los resultados obtenidos en los ensayos realizados, a fin de poder llegar a establecer los criterios de verificación - que han de servir para comprobar la efectividad de los mismos.

En el desarrollo del presente estudio se han seguido las siguientes etapas:

Una primera, consistente en la selección y estudio de información técnica relativa a estos dispositivos; una segunda consistente en la selección y observación de los equipos existentes en el mercado, tanto español como internacional, y una tercera y última, de estudio crítico de la normativa internacional, aplicando los ensayos contenidos en las mismas a los equipos seleccionados, a fin de deducir de la observación de los ensayos realizados la viabilidad de los mismos y la correspondencia entre ellos y el grado de protección que el equipo requiere.

Finalizadas las dos primeras etapas, se llegó a establecer una clasificación que incluye todos los dispositivos individuales utilizados en operaciones de elevación y descenso y a definir cada uno de ellos, así como sus elementos componentes. A la vista de la diversidad de equipos existentes, cada uno con funciones y características diferentes, se dedujo la necesidad de reducir el ámbito de aplicación de este estudio a los dispositivos anticaidá, por su mayor repercusión en el campo laboral, excluyendo del mismo los restantes.

Los resultados obtenidos durante la última etapa condujeron a seleccionar los métodos de ensayo a aplicar para la verificación de estos dispositivos, de acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos realizados, unido a la experiencia adquirida por el C.N.H. a lo largo de varios años en la elaboración de Normas Técnicas Reglamentarias.

Resulta de interés señalar cómo en la elaboración de estos criterios se ha tenido especialmente en cuenta que es el mismo Centro Nacional de Homologación el que posteriormente ha de aplicar la norma elaborada a los dispositivos para su homologación ya que como se sabe, en España, las Normas Técnicas Reglamentarias del Ministerio de Trabajo resultan de obligado cumplimiento.

Por último, aunque fuera del objetivo principal propuesto, se ha considerado necesario para completar el presente estudio, incluir de forma general el campo de aplicación de los distintos sistemas estudiados.

1 - DEFINICIONES Y CLASIFICACION

Para poder llegar a definir y clasificar los distintos dispositivos o sistemas individuales utilizados en operaciones de elevación y descenso, así como para posteriormente establecer sus características generales y los criterios de verificación, se ha estudiado la normativa internacional más conocida: NF-S 71-020-1.978 "Equipements individuels de protection contre les chutes", BS 5062:1973 "Self-locking safety anchorages for industrial use" y DIN 23326 Febrero 1966 "Höhensicherungsgeräte Abscilaräte", y se ha realizado un detallado análisis, tanto del material existente en el mercado, como de la forma de realizar las operaciones.

El resultado de este estudio condujo a establecer las siguientes definiciones y clasificación.

1.1. Definiciones

Antes de proceder al estudio de los distintos tipos de dispositivos individuales utilizados en las operaciones de elevación y descenso, y a fin de establecer una terminología coherente con la anteriormente establecida en la Norma Técnica Reglamentaria MT-13 sobre "Cinturones de seguridad. Definiciones y Clasificación. Cinturones de sujeción", con la que el tema guarda una estrecha relación, se ha considerado fundamental definir no sólo aquellos términos directamente relacionados con el tema de la ponencia, sino también la de aquellos otros incluidos en la citada Norma y a los que nos referiremos a lo largo de la exposición.

Amortiguador de caída

Elemento o dispositivo que, formando parte integrante del cinturón, permite frenar la caída, absorbiendo parte de la energía

desarrollada en la misma y amortiguando las posibles oscilaciones del usuario.

Arnés

Parte del cinturón de seguridad, constituida por bandas o elementos flexibles que reparte, por zonas del cuerpo distintas a la cintura, los posibles efectos originados durante su utilización,

Arnés torácico

Arnés relativo exclusivamente a la parte superior del tronco.

Cinturón de caída

Cinturón de seguridad utilizado para frenar y detener la caída de un individuo, de forma que al final de aquélla, la energía que se alcance se absorba en gran parte por los elementos integrantes del cinturón, manteniendo los efectos transmitidos a la persona por debajo de un valor prefijado. Está constituido fundamentalmente por un arnés con o sin faja y un elemento de amarre, que puede estar provisto de un amortiguador de caída.

Cinturón de seguridad

Equipo individual de protección, cuya finalidad es sostener o sostener y frenar el cuerpo del usuario en determinados trabajos u operaciones con riesgos de caída, evitando los peligros derivados de las mismas.

Cinturón de sujeción

Cinturón de seguridad utilizado para sostener al usuario a un punto de anclaje, anulando la posibilidad de caída libre. Está constituido, al menos, por una faja y uno o más elementos de amarre,

Cinturón de suspensión

Cinturón de seguridad utilizado para sostener al usuario a un punto de anclaje, anulando la posibilidad de caída libre. Está constituido, al menos, por una faja y uno o más elementos de amarre.

Dispositivo anticaída

Punto de anclaje móvil, dotado de bloqueo automático. Puede ser con elemento corredizo o con enrollador.

Dispositivo anticaída con elemento corredizo

Dispositivo anticaída constituido por un punto de anclaje móvil, el cual rueda o desliza por una línea de anclaje fija.

Dispositivo anticaída con enrollador

Dispositivo anticaída constituido por un punto de anclaje móvil y una línea de anclaje extensible con enrollador o contrapeso.

Dispositivo de elevación y descenso

Aparato individual, que permite realizar operaciones de elevación y descenso, accionado directamente por el usuario de forma manual o mecánica.

Elementos de amarre

Cuerda, banda, etc. que unen la zona o zonas de conexión del cinturón de seguridad con un punto de anclaje.

Elementos de anclaje

Mosquetones, anillas, eslingas, etc., utilizados en algunos casos para permitir el enlace entre el punto o puntos de anclaje fijo con el dispositivo anticaída con enrollador o con una línea de anclaje fija.

Evacuadores o descensores

Son aparatos individuales que aseguran el descenso desde la superficie ocupada por el usuario hasta una superficie de recogida, de forma automática y a una velocidad conveniente para no producir daños en el usuario.

Línea de anclaje extensible

Cuerda, cable, banda, etc. que, enrollada a un tambor automáticamente o mediante contrapeso, dotados de sistema de bloqueo, mantiene tenso el elemento de amarre del cinturón cuando existe, anulando la posibilidad de caída libre.

Línea de anclaje fija

Cuerda, cable, tubo, rail, etc. fija mediante dos o más puntos de anclaje, por la que rueda o desliza un dispositivo anticaída.

Punto de anclaje

Parte no integrante del cinturón sobre el que se fija y -
apoya el elemento de amarre o los elementos de anclaje. Puede ser
fijo o móvil.

Zona de conexión

Parte del cinturón por la que se une el elemento de amarre
a la faja o al arnés.

1.2. Clasificación

Según las prestaciones exigidas, los dispositivos individua
les utilizados en las operaciones de elevación y descenso se clasi-
fican en:

- Dispositivos exclusivamente para operaciones de descenso (evacua
dores o descensores).
- Dispositivos para operaciones de elevación y descenso.

A) Dispositivos exclusivamente para operaciones de descenso

Estos dispositivos, denominados evacuadores o descensores,
son aparatos utilizados exclusivamente para operaciones de descen-
so, realizando esta operación de forma automática y a una velocidad
no superior a los 2 m/seg.

B) Dispositivos para operaciones de elevación y descenso

Estos dispositivos son aparatos utilizados para garantizar
la seguridad del usuario que realiza operaciones de elevación y -

descenso, o para permitir realizar estas operaciones de forma manual o mecánica.

De acuerdo con lo anterior, estos dispositivos se clasifican, a su vez, en:

- Dispositivos anticaída
- Dispositivos de elevación y descenso.

a) Dispositivos anticaída

Estos dispositivos constituyen en realidad puntos de anclaje móviles, dotados de bloqueo automático, que permiten al usuario mantener el punto de anclaje lo más cerca posible, evitando de esta forma la caída libre.

Según la forma de realizar el desplazamiento del punto de anclaje, los dispositivos anticaída se clasifican en:

- Dispositivo anticaída con elemento corredizo
- Dispositivo anticaída con enrollador.

Según que el punto de anclaje rueda o deslice por una línea de anclaje fija o utilice una línea de anclaje extensible con enrollador.

Los dispositivos anticaída con elemento corredizo podrán estar dotados de una guía rígida (rail, tubo, etc.) o de una guía flexible (cable, cuerda, etc.)

Los dispositivos anticaída con enrollador deberán estar dotados de una guía flexible, constituida por un cable, banda, cuerda

etc., dotados de enrollador automático o un contrapeso.

El siguiente cuadro aclara la clasificación expuesta y en la figura 1 se incluyen, a título de ejemplo, diversos dispositivos correspondientes a cada uno de los tipos indicados.

DISPOSITIVOS INDIVIDUALES UTILIZADOS EN OPERACIONES
DE
ELEVACION Y DESCENSO

Clasificación

DISPOSITIVOS EXCLUSIVAMENTE PARA OPERACIONES DE DESCENSO (Evacuadores o descensores)

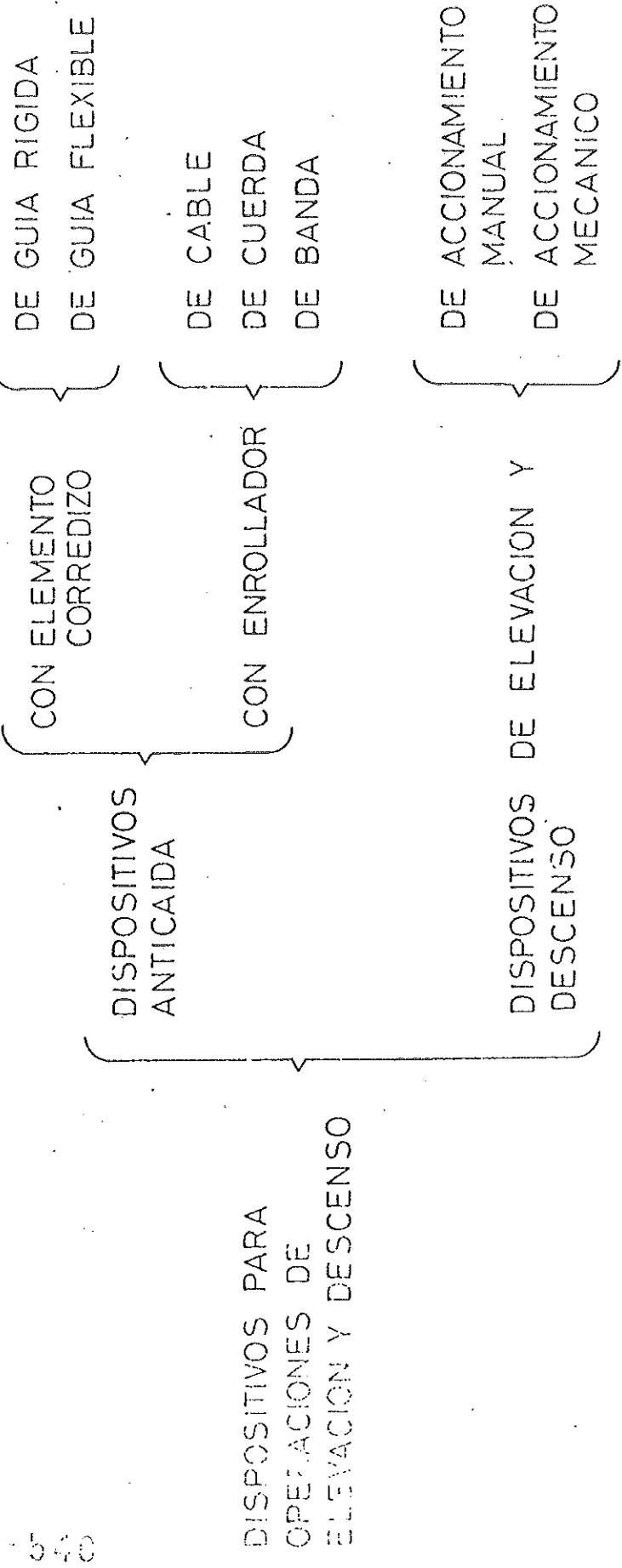
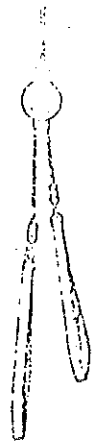
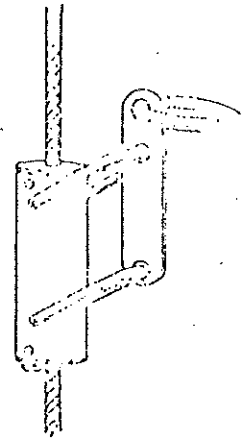
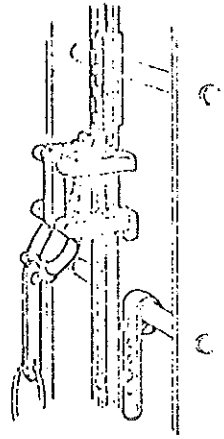
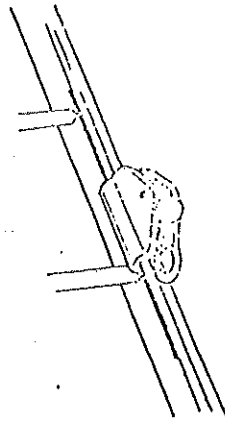
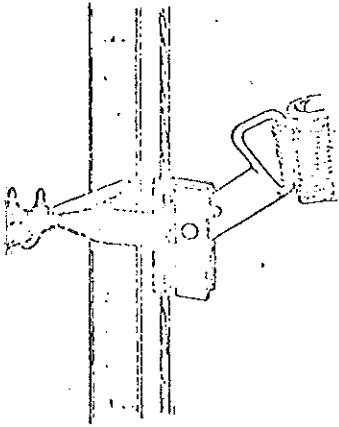


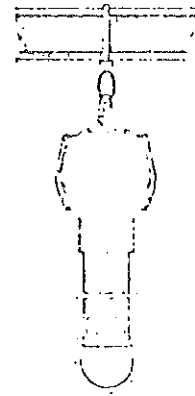
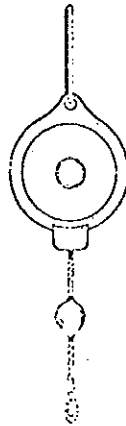
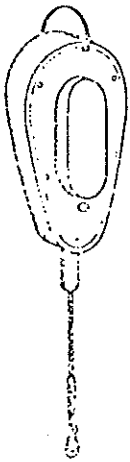
FIGURA 1



Dispositivos para operaciones de descenso: Evacuadores o descensores.



Dispositivos anticaída con elemento corredizo



Dispositivos anticaída con enrollador



2. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

El estudio de las características que deben reunir los dispositivos individuales, utilizados en las operaciones de elevación y descenso, no puede ser realizado de forma aislada, sino que ha de abordarse de forma conjunta con el resto de sus elementos integrantes: puntos de anclaje fijo, elementos de anclaje, y líneas de anclaje y cinturones de seguridad, sin los cuales no se concibe la funcionalidad de los mismos.

Si bien, los puntos y elementos de anclaje constituyen elementos que pueden ser controlados y verificados independientemente, no ocurre así con las líneas de anclaje y los dispositivos anticaída, ya que ambos constituyen un conjunto inseparable, debiendo ser probados y verificados de forma conjunta y sin posibilidad de que puedan ser comercializados separadamente. Los cinturones de seguridad, por otra parte, pueden ser comercializados independientemente, ya que en su verificación se ha tenido en cuenta sus posibles aplicaciones y entre ellas, se incluye la de ser utilizado por personas que realizan operaciones de elevación y descenso, utilizando como medio de protección dispositivos anticaída o descensores o evacuadores.

De acuerdo con lo expuesto, pasamos a analizar las características generales que deben reunir, tanto estos dispositivos como sus elementos integrantes.

2.1. Dispositivos exclusivamente para operaciones de descenso

También llamados evacuadores o descensores, están constituidos fundamentalmente por un cable o cuerda que pasa por una o más poleas cerradas en una caja, preferiblemente metálica, dotado en sus extremos de dos cinturones de seguridad, a fin de facilitar una más rápida evacuación.

Están dotados de un sistema de frenado, generalmente centrífugo, a fin de asegurar una adecuada velocidad de descenso, independiente del peso del usuario, para permitir una rápida evacuación y que el usuario sea capaz de salvar con sus extremidades cualquier obstáculo que pueda presentársele durante la caída.

Las piezas que constituyen el sistema de frenado deben estar fabricadas en materiales inoxidables, bronce, aluminio anodizado, acero inoxidable, etc. o estar dotadas de recubrimientos protectores adecuados.

Las cuerdas utilizadas en estos dispositivos deberán fabricarse con fibras de poliéster o poliamidas, preferiblemente dotadas de un alma metálica y tratadas o fabricadas con materiales ignífugos, para aquellos casos en que esté previsto su uso en caso de incendio.

En estos dispositivos es fundamental controlar la velocidad de descenso y que ésta se mantenga constante o sensiblemente constante después de determinadas condiciones de envejecimiento.

2.2. Dispositivos para operaciones de elevación y descenso

Dentro de este tipo vamos a centrarnos especialmente en los dispositivos anticaída, objeto principal de nuestro estudio. No obstante, con relación a los restantes sistemas manuales o mecánicos, hay que indicar algunas de sus características generales más importantes.

2.2.1. Dispositivos anticaída

Estos dispositivos consisten esencialmente en una línea de anclaje y un dispositivo de bloqueo automático.

Constituyen en realidad puntos de anclaje móviles, los cuales ruedan o deslizan sobre una línea de anclaje fija (dispositivo anticaída con elemento corredizo) o se extienden mediante un cable o cuerda con enrollador automático o contrapeso (dispositivo anticaída con enrollador).

Estos dispositivos, de acuerdo con su funcionalidad, habrán de reunir unas características tales, que cuando sean usados correctamente permitan:

- Detener la caída del usuario
- Limitar el recorrido efectuado por el usuario en la caída
- Reducir la fuerza originada en la caída a valores soportables por el hombre.

Estas características generales deben cumplirse siempre, aún después de largos periodos de uso.

En cuanto a sus componentes metálicos, éstos habrán de ser resistentes a la corrosión, a fin de garantizar su funcionalidad - después de haber estado sometido a determinadas condiciones ambientales, para lo cual, cuando no estén confeccionados con elementos inoxidables habrán de estar dotados de recubrimientos protectores adecuados.

Según el material utilizado, se podrán aplicar los siguientes recubrimientos protectores:

<u>Acero</u>	Zincado
	Cadmiado
	Niquelado
	Cromado
	Estañado
<u>Cobre y Bronce</u>	Cromado
<u>Aluminio</u>	Anodizado

Sus mecanismos no podrán permitir que una intervención casual del usuario pueda restar eficacia en caso de caída.

2.2.1.1. Dispositivos anticaída con elemento corredizo:

Estos dispositivos deben formar un conjunto inseparable - con la línea de anclaje, debiendo rodar o deslizar por ella, acompañando al usuario, tanto cuando realiza operaciones de elevación como de descenso, sin ninguna intervención de éste, permitiendo de esta forma plena libertad de movimientos del usuario.

Deben permitir el estacionamiento del usuario en cualquier punto con la máxima seguridad.

2.2.1.2. Dispositivos anticaída con enrollador:

Estos dispositivos deben permitir detener automáticamente la caída del usuario y permanecer bloqueado mientras permanezca suspendido.

La línea de anclaje extensible debe estar constituida por una cuerda, cable o cinta, enrollada automáticamente o mediante contrapeso.

Deben estar dotados de un sistema de bloqueo, que permita detener la caída cuando se alcance una determinada velocidad.

Los de enrollador automático deben disponer de un indicador de final de la línea.

2.2.2. Dispositivos de elevación y descenso

Estos sistemas deben permitir la evolución individual y autónoma del usuario, permitiendo la realización del trabajo de una forma confortable y sin peligro a cualquier altura.

En el caso de los sistemas manuales, constan generalmente de una silla o similar y un sistema o dispositivo que, accionado por el individuo, permite a éste subir o descender y quedar estacionado a una determinada altura mientras realiza el trabajo. En ocasiones puede estar constituido por una plataforma o jaula en las que el usuario se encuentra de pie.

Deben poseer un sistema de bloqueo y un sistema de control de la velocidad de descenso, bloqueando éste cuando la velocidad alcance un determinado valor, ambos dotados de sistemas de seguridad.

Estas plataformas o jaulas pueden ser igualmente accionadas mediante un motor mecánicamente.

2.3. Elementos integrantes de los dispositivos anticaída

Estudiadas las características generales de los dispositivos utilizados en las operaciones de elevación y descenso, pasamos a analizar las de sus elementos integrantes.

2.3.1. Puntos de anclaje fijo

Estos han de ser elegidos de forma que tengan una resistencia probada suficiente para soportar la fuerza de impacto originada como consecuencia de la caída que pueda sufrir el usuario de un dispositivo anticaída, igual o superior a la de los elementos de amarre y elementos de anclaje.

Han de ser duraderos y tener una elevada resistencia a la corrosión en aquellos casos en los que se sitúen a la intemperie, para lo cual deberán estar dotados de recubrimientos protectores adecuados (cadmiado, zincado, pintado, etc.), realizando controles periódicos para comprobar la eficacia de la capa protectora, especialmente en aquellos casos en los que existan ambientes corrosivos.

2.3.2. Elementos de anclaje

Estos elementos (anillas, mosquetón, eslingas, etc.) se encuentran comercializados independientemente. El material utilizado en su fabricación debe ser homogéneo y fabricado de forma que todas sus fases de fabricación sean más o menos automáticas, a fin de conseguir una homogénea fabricación.

Deberán estar fabricados con materiales anticorrosivos o estar dotados de una capa protectora anticorrosiva (cadmiado, zincado, níquelado, cromado, estañado, anodizado, etc.)

Su resistencia a la tracción debe ser igual o superior a la exigida a los elementos de amarre y líneas de anclaje (fija o extensible).

2.3.3. Líneas de anclaje fijas

Hay que distinguir según los dos tipos de líneas de anclaje fija utilizadas:

- Línea de anclaje rígida
- Línea de anclaje flexible.

Las líneas de anclaje rígida están constituidas por una serie de perfiles de las más variadas secciones, por los cuales rueda o desliza un dispositivo anticaída. Dichas guías han de tener como características generales las siguientes:

- Resistencia mecánica
- Resistencia a la corrosión.

Para garantizar una resistencia mecánica, deben ser fijadas mediante un número suficiente de puntos fijos, recomendados por el fabricante del dispositivo, de forma que sea capaz de soportar sin romperse y sin sufrir una deformación considerable, el gran esfuerzo a que se somete en caso de caída del usuario.

Por otra parte, el elevado tiempo de exposición a la intemperie que con frecuencia han de soportar este tipo de guías, hace imprescindible que deban poseer una elevada resistencia a la corrosión

bien utilizando para su construcción elementos inoxidables, aleaciones de aluminio, aleaciones inoxidables, etc. o utilizando recubrimientos protectores adecuados.

Las líneas de anclaje flexibles, constituidas por cuerdas o cables, habrán de tener unas características de acuerdo con el tipo.

Así, cuando la línea de anclaje está constituida por una cuerda, sus resistencia mecánica ha de ser superior a la exigida cuando sea un cable, dado que la degradación por la intemperie es mucho más acusada.

Por otra parte, este tipo de guías constituidas por una cuerda, han de reunir una serie de características elegidas atendiendo a su funcionalidad.

De nuestra observación a lo largo de varios años de estudios sobre el tema, se ha llegado a la conclusión de que las cuerdas utilizadas como guías de anclaje han de reunir las siguientes características:

- Elevada resistencia a la tracción
- Gran capacidad para absorber impactos
- Elevada resistencia a la abrasión
- Escaso poder de degradación por la acción del medio ambiente (frío, calor, humedad, radiaciones UV, lluvias, etc).

Elegida de acuerdo con las características relacionadas, las cuales se consideran fundamentales, hay que considerar una última propiedad, también de gran importancia, como es el índice comparativo resistencia/peso, a fin de conseguir para un mismo peso el tipo de cuerda más resistente.

De acuerdo con lo indicado, estudios realizados en el Centro Nacional de Homologación han conducido a recomendar como cuerdas ideales para ser utilizadas como líneas de anclaje, las confeccionadas con fibras de poliésteres o poliamidas, preferiblemente trenzadas, debiéndose descartar las de poliolefinas (polietilenos y polipropileno).

Cuando el material utilizado está constituido por un cable de acero, éste ha de reunir como características generales más importantes las siguientes:

- Elevada resistencia a la tracción
- Elevada resistencia a la corrosión.

Los cables utilizados para líneas de anclaje han de ser fabricados con alambres de acero de calidad, del tipo antigiratorio; de esta forma su manipulación es más fácil, presentan mejor comportamiento a los esfuerzos transversales y ofrecen menos tendencia a girar, tanto con carga como sin ella.

Para aumentar su resistencia a la corrosión se deben emplear cables de alambres galvanizado.

2.3.4. Líneas de anclaje extensibles

Las líneas de anclaje extensibles están constituidas por una cuerda, cable o banda, la cual puede alargarse a voluntad mediante un enrollador protegido por una caja hermética o un contrapeso.

Dichas líneas han de reunir como características generales - más importantes, las siguientes:

- Resistencia mecánica
- Resistencia a la corrosión para el caso de cables.

Cuando se trate de cuerda, ésta habrá de reunir, además, - las características especiales ya indicadas al hablar de las líneas de anclaje fija, toda vez que en ambos casos están sometidas a los mismos tipos de esfuerzos.

Cuando se trate de bandas, éstas han de estar tejidas preferiblemente con fibras sintéticas de poliésteres o poliamidas, con una resistencia mecánica igual a la exigida para otras líneas de anclaje textiles, como las cuerdas, debiendo estar tejidas de forma que, en el caso de existir un corte o hendidura en ella, no afecte al resto de las fibras que componen la cinta.

2.4. Cinturones de seguridad

Si bien en otro apartado del presente estudio va a ser tratado ampliamente los diversos tipos de cinturones de seguridad existentes, prestando especial atención a los utilizados con los dispositivos anticaída, en éste vamos a analizar de forma general aquellas características que deben reunir, tanto los cinturones en sí - como los materiales utilizados en su fabricación.

Nuestro criterio es la de permitir en su fabricación todos aquellos materiales de los que no se conocen, mediante estudios científicos, que su empleo pueda ser contraproducente en la mayoría de los casos, tales como polietileno y polipropileno, especialmente como elemento de amarre o arnés en los cinturones de caída, etc.

En todo caso, deben ser los ensayos los que permitan verificar las características de tipo general que se consideran fundamentales en los cinturones de seguridad:

- Poseer suficiente resistencia mecánica, tanto del conjunto como de cada uno de sus componentes.
- Garantizar la protección correspondiente a cada clase.
- Asegurar un mínimo grado de confort.

Todos los elementos componentes (faja, elemento de amarre, elementos metálicos, etc.) deben tener una determinada resistencia a la tracción y una elevada resistencia a la corrosión de los elementos metálicos.

Por otra parte, el conjunto del cinturón debe ser capaz de soportar los esfuerzos a que se verá sometido en las condiciones de uso más desfavorables, según la clase y tipo de cinturón.

Por último, es importante, muy especialmente en los cinturones de caída, el grado de confort que éste pueda asegurar, para lo cual, además de que sus elementos componentes deban reunir unas dimensiones mínimas, a fin de permitir una mejor distribución de los esfuerzos originados en caso de producirse la caída, lo cual habrá de ser comprobado mediante la realización de pruebas reales realizadas con personas suspendidas.

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 71-020-1.978, BS 5062:1973 y DIN 23326 Febrero 1966.

De un primer análisis, se dedujo la necesidad de excluir la norma DIN 23226, al haber quedado desplazada en el tiempo.

Por otra parte, esta norma que incluye los equipos de seguridad para altura (dispositivos anticaída de enrollador) y los equipos de descenso por cuerda (evacuadores o descensores), además de realizar a nuestro juicio, una escasa verificación, presenta ciertas imprecisiones, así:

- Como características de los equipos indica el que éstos deben fabricarse de forma que la corrosión y la suciedad producidas por las condiciones ambientales no puedan ocasionar fallos en el funcionamiento de los mismos, pero no indica el método de comprobar tales características.
- En cuanto al ensayo dinámico, está concebido para determinar la velocidad de bloqueo de los frenos ($V = 1.5 \text{ m/s} \pm 0.2 \text{ m/s}$). Se realiza como mínimo mediante seis ensayos, con un peso de 75 kg. en caída libre, desde una posición de reposo del cable, cuya carga previa es de 5 kgs., lo que ofrece una indudable dificultad de realización, al no indicar si los ensayos se refieren a un mismo dispositivo o no; si el peso es o no rígido, y la forma de conseguir la carga previa en el cable y la altura de caída del peso.

Por el contrario, las Normas NF-S 71-020 y BS-5062, relativamente recientes y con una clara visión del problema, han constituido la base de nuestro estudio.

Pasemos a analizar cada una de ellas.

3.1. Estudio de la NF-S 71-020

Esta Norma, que comprende todos los dispositivos que constituyen los equipos individuales de protección contra las caídas, define los dispositivos anticaídas 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
- Con enrollamiento de cable o cinta.

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

3.1.1. Características

En el apartado 5 de la antedicha Norma se incluyen las especificaciones relativas a los diferentes elementos componentes de los equipos individuales de protección contra las caídas. Así, en lo referente a los elementos que intervienen en los dispositivos anticaídas, indica:

3.1.1.1. Punto de anclaje y elementos de anclaje:

No se incluyen en la presente norma.

3.1.1.2. Dispositivos de fijación al punto de anclaje y accesorios que soportan la carga y son susceptibles de ser comercializados separadamente (mosquetones, eslingas, anillas, etc., a excepción de cuerdas, bandas o cables):

Deben resistir una fuerza estática de tracción de 20.000 N, en condiciones normales de empleo.

3.1.1.3. Cuerdas, bandas y cables:

Las cuerdas y bandas utilizadas deben ser fabricadas con textiles sintéticos, susceptibles de resistir perfectamente los esfuerzos dinámicos, citando para ello las cuerdas de poliamidas y poliésteres y excluyendo las poliolefinas (polipropileno y polietileno).

a) Cuerdas utilizadas en los dispositivos anticaídas.

Son función del dispositivo de bloqueo y forma un conjunto con él.

Las cuerdas utilizadas como cuerdas de seguridad son las normalizadas: cuerdas de poliamidas multifilamento de tres cordones cuerda de poliéster multifilamento de tres cordones y cuerdas trenzadas de alpinista y equipos individuales de protección contra las caídas.

Tanto las cuerdas normalizadas como las que no lo están, deben tener una resistencia estática de al menos 20.000 N. Respecto a las cuerdas no normalizadas, además deben satisfacer el ensayo de choque prescrito en la Norma NF G 36-052.

b) Bandas utilizadas en los dispositivos anticaídas con enrollador

Se autorizan las bandas previstas para los cinturones de seguridad de automóviles, o bien las bandas que tengan una resistencia estática de al menos 20.000 N.

3.1.1.4. Cables metálicos utilizados en los dispositivos anticaídas con enrollador:

Los cables metálicos, por ser menos sensibles al envejecimiento que las cuerdas de seguridad, deben tener una resistencia mínima de rotura de 11.500 N.

3.1.1.5. Elementos metálicos:

Los elementos metálicos deben ser convenientemente protegidos contra la oxidación de los agentes atmosféricos habituales. Cuando se utilicen en atmósfera corrosiva, el cliente deberá precisar al fabricante las características correspondientes.

3.1.2. Ensayos y exigencias

En el apartado 7 "Ensayos y Exigencias", señala los ensayos a que han de someterse, tanto los elementos componentes como los dispositivos anticaídas.

3.1.2.1. Ensayo de resistencia estática:

a) Elementos componentes

Cada uno de los elementos del equipo debe someterse a un ensayo de resistencia bajo una carga de 20.000 N ó 11.500 N, según el tipo de elemento. La duración de la puesta en tensión debe ser superior a 3 minutos, para evitar todo efecto dinámico y la duración de la carga, mantenida en todos los casos, durante 2 minutos.

b) Dispositivos anticaída con soporte de seguridad

Se efectúa el ensayo de tracción 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 sobre los elementos de atadura del sistema corredizo con respecto a este mismo.

c) Dispositivos anticaída con enrollador de banda o cable

Consiste en aplicar una carga de 11.500 N entre el punto de enganche y el extremo de la banda o cable, los cuales estarán completamente desenrollados.

3.1.2.2. Verificación de la protección conferida por el equipo:

Este ensayo se realiza con una masa rígida de 100 kgs., sostenida independientemente del dispositivo anticaída.

El dispositivo y el soporte de seguridad se colocan vertical.

Para los dos tipos de dispositivos anticaídas se 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, $+20^{\circ}$ C y 50° C.

3.1.2.3. Ensayo estático residual:

Después de las verificaciones de la protección conferida por el equipo, deberá ser sometido a una carga de tracción estática de 5.000 N, aplicado en las mismas condiciones que el ensayo de resistencia estática.

Resulta de interés señalar que, respecto a su comercialización, esta Norma indica que los conjuntos dispositivo anticaída con soporte de seguridad, elemento corredizo y órgano de unión y dispositivo anticaída con enrollador deben ser vendidos conjuntamente.

Los elementos de unión (mosquetones) pueden, por el contrario, ser comercializados separadamente.

Por último, es de señalar 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 entreteneimiento como para su utilización.

En el presente cuadro, resumen de cuando se ha expuesto, podemos 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 fuerza 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"

DENOMINACION DE LA PRUEBA	ELEMENTOS SOMETIDOS A ENSAYO.	CARACTERISTICAS Y VALORACION DEL ENSAYO.
Ensayo de resistencia estática (Tracción)	Dispositivos de amarre al punto de anclaje	F = 20.000 N
	Cuerdas y bandas	F = 20000 N
	Cables	F = 11.500 N
	Dispositivo anticaida con soporte de seguridad.	F = 11.500 N
	Dispositivo anticaida con enrrollador	F = 11.500 N
Verificación de la protección conferida por el equipo	Dispositivos anticaida	M= 100 Kg H= 0 l ≤ 0,6 m. F ≤ 6000 N
Ensayo estático residual (Tracción)	Dispositivos anticaida	F = 5.000 N La carga indicada debe mantenerse durante 2 minutos

3.2. Estudio de la 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.

Estos aparatos pueden ser de dos tipos, según que éste deslice por la línea de anclaje fija o utilice una línea de anclaje - extensible. Señala asimismo, que el dispositivo debe emplearse solamente con la línea de anclaje especificada.

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.

3.2.1. Características

En el apartado 4 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 siguiente apartado, en el que se indican los ensayos a que han de someterse cada tipo de dispositivo. Asimismo, exige que han de ser contruidos para resistir las repetidas operaciones y exposiciones prolongadas en determinadas condiciones, materializados por una prueba de resistencia y diversos acondicionamientos.

3.2.2. Ensayos y exigencias

La presente Norma indica que ambos tipos de dispositivos, una vez comprobado su funcionalidad, han de someterse a las siguientes pruebas:

3.2.2.1. 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.

3.2.2.2 Ensayo de resistencia:

El dispositivo y la línea de anclaje serán desplazados cada uno 10.000 veces sobre una distancia no inferior a 30 cm, de las cuales, las últimas 1.000 se operarán bloqueando y después se someterán a la siguiente prueba.

3.2.2.3. Prueba de enclavamiento:

Distingue según se trate de dispositivos de velocidad sensible u otros dispositivos.

- a) En los de velocidad sensible, el dispositivo es operado a una velocidad equivalente a una velocidad de extensión de la línea de anclaje no superior a 4'5 m/seg.
- b) En los restantes dispositivos, éstos se montan en la línea de anclaje, se soporta en posición desbloqueado y se deja libre.

3.2.2.4. Acondicionamientos:

Indica que todos los dispositivos han de someterse a los siguientes acondicionamientos:

- Acondicionamiento para polvo
- Acondicionamiento para frío
- Acondicionamiento para humedad
- Acondicionamiento para aceite (sólo para los dispositivos anti caídas con línea de anclaje constituida por un cable).

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

3.2.2.5. Ensayo de caída:

Este ensayo se realiza utilizando una carga de 136 kgf., la cual se enlaza con el dispositivo mediante un cable de 1 m. de longitud. La carga es dejada caer libremente desde una altura de 1 m, situada lo más cerca posible de la vertical que pasa por el dispositivo.

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 periodos 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.

Después de los ensayos de resistencia y acondicionamiento, controla la efectividad del dispositivo.

NORMA BS-5062 "Self-locking safety anchorages for industrial use"

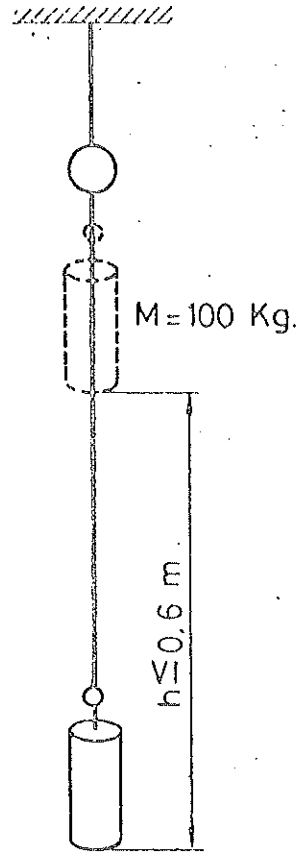
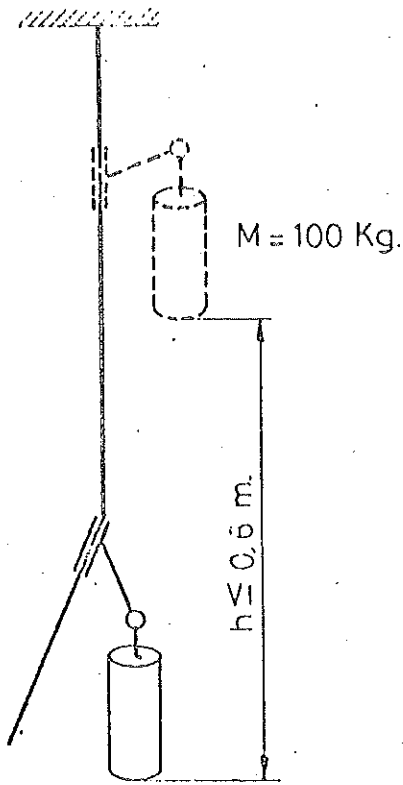
DENOMINACION DE LA PRUEBA	ELEMENTOS SOMETIDOS A ENSAYO.	CARACTERISTICAS Y VALORACION DEL ENSAYO.
Ensayo de corrosión	Elementos metálicos	Se indican en las normas correspondientes según el recubrimiento
Ensayo de resistencia	Anclajes de seguridad	Han de superar el ensayo de enclavamiento después de 10000 ciclos
Ensayo de enclavamiento	Dispositivo de velocidad sensible	$V \leq 4,5 \text{ m/s.}$
	Otros dispositivos	El dispositivo debe bloquear automáticamente.
Acondicionamiento para polvo id. id. frío id. id. humedad id. id. aceite	Anclajes de seguridad	Han de superar el ensayo de enclavamiento después de cada acondicionamiento
	Dispositivo de velocidad sensible.	
Ensayo de caída	Anclajes de seguridad	$M = 136 \text{ Kg.}$ $F = 1 \text{ m. por encima del dispositivo}$ $l \leq 1 \text{ m.}$

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

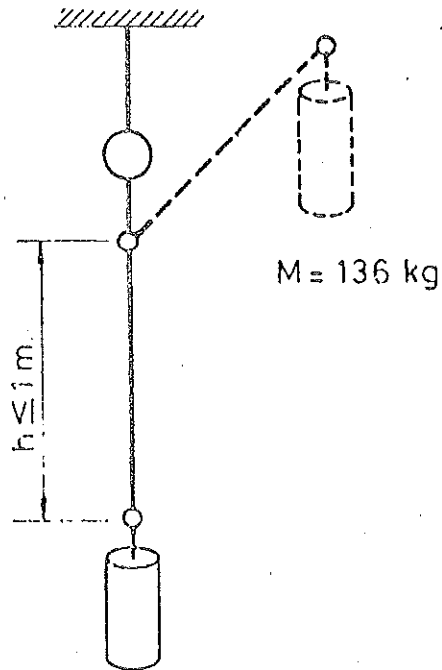
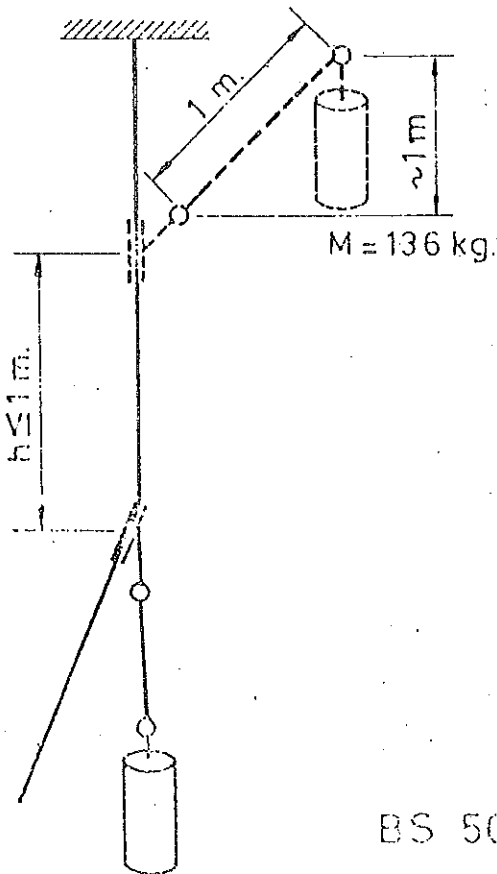
Del estudio comparativo de ambas normas, se observa cómo existe una gran diferencia en lo que a las características y evaluación del ensayo más significativo se refiere el ensayo dinámico, ya que mientras la norma francesa utiliza una masa rígida de 100 kgs. en caída libre, desde una posición inicial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

Por otra parte, el criterio de evaluación seguido en la norma francesa consiste en medir la fuerza máxima transmitida al punto de anclaje ($F \leq 6.000 \text{ N}$) y el recorrido experimentado por la masa ($l \leq 0.6 \text{ m}$), mientras que la norma inglesa sólo evalúa este ensayo a partir del recorrido experimentado por el dispositivo o el extremo de la línea extensible ($l \leq 1 \text{ m}$).

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, el hecho de admitir un recorrido superior y no evaluar la fuerza máxima registrada el ensayo hace que ambos no puedan ser comparados.



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



BS 5062-1973

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 anticaídas, los cuales han sido seleccionados atendiendo fundamentalmente a garantizar el grado de protección del equipo. En este sentido, se consideró fundamental que los dispositivos anticaídas deben "detener la caída del usuario en un recorrido mínimo, manteniendo el valor de la fuerza transmitida al usuario por debajo de los vapores soportables por el hombre".

Para garantizar esta premisa se requiere realizar las siguientes verificaciones:

- a) Ensayo de fatiga, para comprobar la eficacia del dispositivo después de largos periodos de uso.
- b) Ensayo de resistencia estática, tanto de los dispositivos anticaídas como de cada uno de sus elementos componentes.
- 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.
- 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 anticáidas permanecen inalterables después de largos periodos 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 anticáidas 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 sobras 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 transcurre un tiempo que, por muy reducido que sea, hace que rápidamente adquiera la temperatura ambiente y el ensayo se reduzca a una repetición 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 anticafadas, previo a su ensayo dinámico, habrán de ser sometidos a los siguientes acondicionamientos:

- Acondicionamiento normal
- Acondicionamiento en lluvia artificial
- Acondicionamiento en niebla salina
- Acondicionamiento en polvo
- Acondicionamiento en aceite (sólo para dispositivos anticafada con enrollador y línea de anclaje metálica).

4.1.1. Acondicionamiento normal

Todos los dispositivos deberán someterse previamente a los ensayos, a este acondicionamiento, debiendo permanecer un mínimo de 24 horas a una temperatura de $20 \pm 5^\circ \text{C}$ y humedad relativa de $55 \pm 10\%$.

4.1.2. Acondicionamiento en lluvia artificial

Los dispositivos que deban someterse a este acondicionamiento, previo acondicionamiento normal, se someterán durante 4 horas a lluvia artificial, con un flujo aproximado de 1 litro/minuto y temperatura de $20 \pm 5^\circ \text{C}$.

La lluvia habrá de caer uniformemente sobre los dispositivos colocados verticalmente en su posición de uso.

4.1.3. Acondicionamiento en niebla salina

Los dispositivos que deban someterse a este acondicionamiento permanecerán durante 15 días en una cámara de niebla salina que permite obtener una niebla a $35 \pm 1^\circ \text{C}$, tal, que sobre una superficie horizontal de 80 cm². se recogen 2 ± 1 mililitro de solución por hora, como valor medio de un tiempo mínimo de 2 horas y con un pH de 7 ± 0.2 .

Transcurridas 4 horas se extraerá el dispositivo y se comprobará a simple vista si presentan signos de corrosión.

4.1.4. Acondicionamiento en polvo

Los dispositivos que deban someterse a este acondicionamiento permanecerán durante 15 horas en el interior de una cámara de polvo de sílice, de tamaño medio de 1 micra, con una concentración de 80 ± 10 miligramos/m³.

4.1.5. Acondicionamiento en aceite

Este acondicionamiento sólo es aplicable a los dispositivos anticaídas que poseen una línea de anclaje constituido por un cable.

Si se trata de un dispositivo anticaída con enrollador de cable, se colocará de forma que la línea de anclaje pueda ser totalmente desenrollada y se dejará enrollar lentamente, después de pasar por un baño de aceite comercial.

Si el dispositivo anticaída es de elemento corredizo, se introducirá la línea de anclaje en el interior del baño.

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

Anteproyecto de NORMA del Ministerio de Trabajo sobre dispositivos anticaída

DENOMINACION DE LA PRUEBA	ELEMENTOS SOMETIDOS A ENSAYO.	CARACTERISTICAS Y VALORACION 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.	F= 2.000 kgf F= 2.000 kgf F= 1.200 kgf
	Dispositivo anticaída con elemento corredizo.	F= 1.000 kgf
	Dispositivo anticaída con enrollador.	F= 1.000 kgf
	Dispositivos anticaída	
	Dispositivos con línea de anclaje de cable.	
Acondicionamiento en lluvia. id. en niebla salina. id. en polvo. id. en aceite.	Dispositivos anticaída	Después de cada acondicionamiento han de superar el ensayo dinámico. M = 100 kgf H = 0 l ≤ 0.6 m. F ≤ 700 kgf.
Ensayo dinámico	Dispositivos anticaída	F = 500 kgf. La carga indicada debe mantenerse durante 2 min.
Ensayo estático residual	Dispositivos anticaída	

4.2. Ensayos y exigencias

4.2.1. Ensayo de fatiga

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 periodos 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.

a) Dispositivo anticaída con elemento corredizo:

Consiste en desplazar el dispositivo por la línea de anclaje, con un recorrido de 300 mm.

b) Dispositivo anticaída con enrollador:

Consiste en desenrollar la línea de anclaje en una longitud aproximada de 1 metro y someterla a una serie de extensiones y contracciones, con un recorrido de 300 mm.

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

Terminado el ensayo, se comprobará funcionalmente que el sistema anticaída no ha resultado dañado, al igual que la línea de anclaje.

4.2.2. Ensayo de resistencia estática

4.2.2.1. Resistencia a la tracción del dispositivo anticaída:

Este ensayo se realiza sobre un mínimo de dos 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 terminal de la línea.

Este ensayo se realiza efectuando la tracción a una velocidad ≤ 50 mm/minuto, hasta alcanzar la carga de 1.000 kgf, manteniéndola durante 2 minutos.

4.2.2.2. Resistencia a la tracción de la línea de anclaje:

Este ensayo se realiza sobre las líneas de anclaje de los dispositivos anticaída constituídas 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.

4.2.2.3. Resistencia a la tracción de los elementos de anclaje:

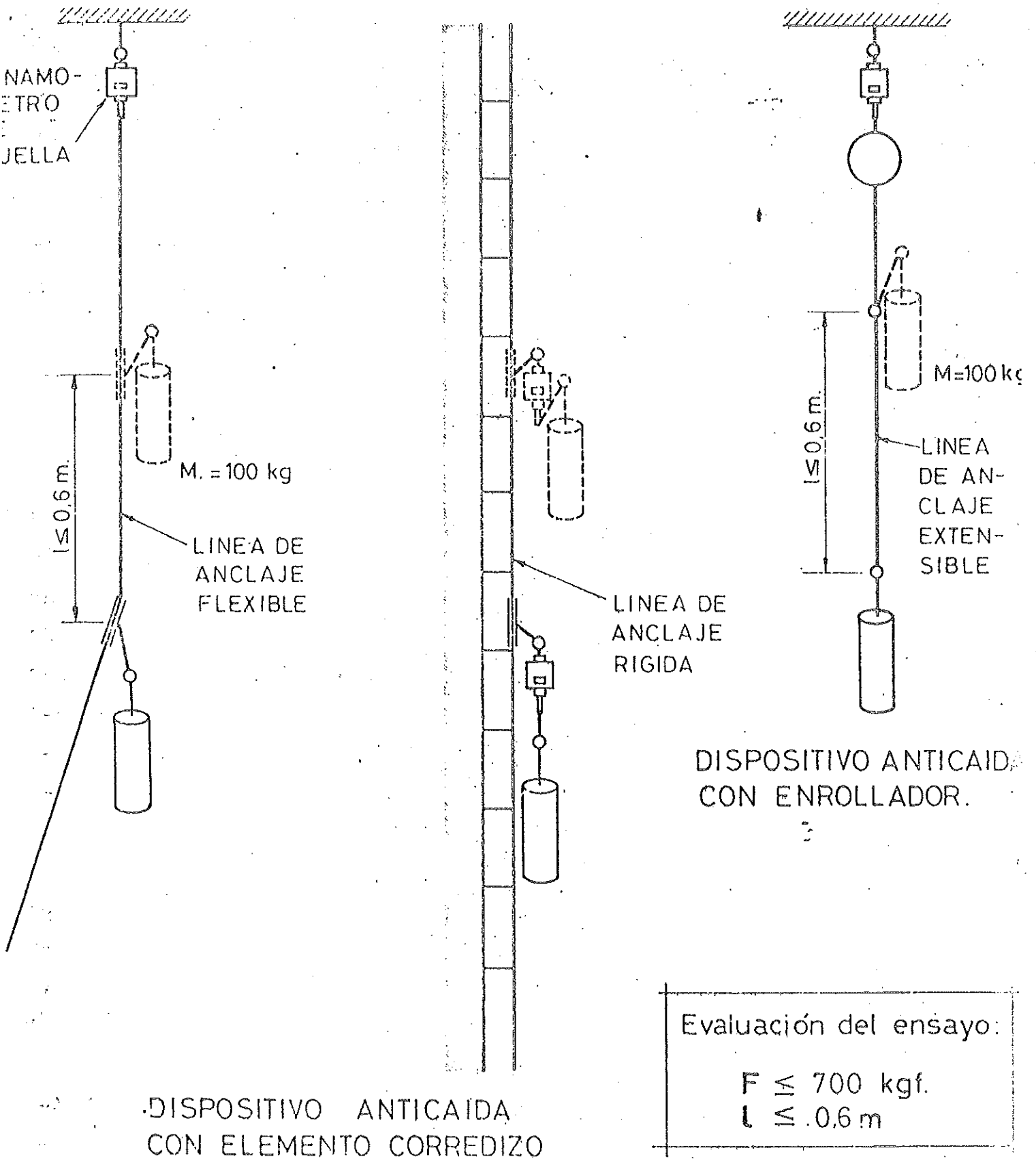
Todos los elementos de anclaje que forman parte integrante de los dispositivos habrán de someterse a ensayo, a fin de determinar su resistencia a la tracción.

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.

4.2.3. Ensayo dinámico

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.

Para poder comprobar el grado de protección garantizado por el dispositivo, éstos habrán de someterse al siguiente ensayo dinámico (Fig. 3).



Ensayo dinámico

a) Dispositivo anticaída con enrollador:

Se coloca el dispositivo anticaída enteramente enrollado, unido a un punto de anclaje fijo de un pórtico de ensayo rígido, - intercalando entre el dispositivo y el punto de anclaje un dinamómetro de huella.

b) Dispositivo anticaída con elemento corredizo:

Se coloca el dispositivo anticaída sobre la línea de anclaje en la posición desbloqueada y el dinamómetro de huella intercalado entre el dispositivo y el maniquí.

El dinamómetro de huella utilizado consiste en dos piezas de acero enlazadas; una de ellas provista de una abertura, por la cual se introduce una placa-patrón de aluminio recocido y la otra de una bola de acero extraduro, de forma que al efectuar la tracción entre ellas, se produzca la compresión de la bola contra la placa-patrón, originando la consiguiente huella y permitiendo a partir de ella determinar la fuerza originada en el ensayo.

La placa-patrón de aluminio utilizada debe tener una dureza comprendida entre 20 y 25 HB 5/125/60 y un espesor uniforme ≥ 7 mm. y debe estar exenta de todo tipo de defectos o resaltes y preferiblemente pulida.

Las bolas de acero a utilizar deben ser de 10 mm. de diámetro; no obstante, cuando al valor de la huella corresponda una

fuerza superior a 500 kgf, a fin de obtener una mayor exactitud, debe repetirse el ensayo utilizando una bola de 12'7 mm. de diámetro.

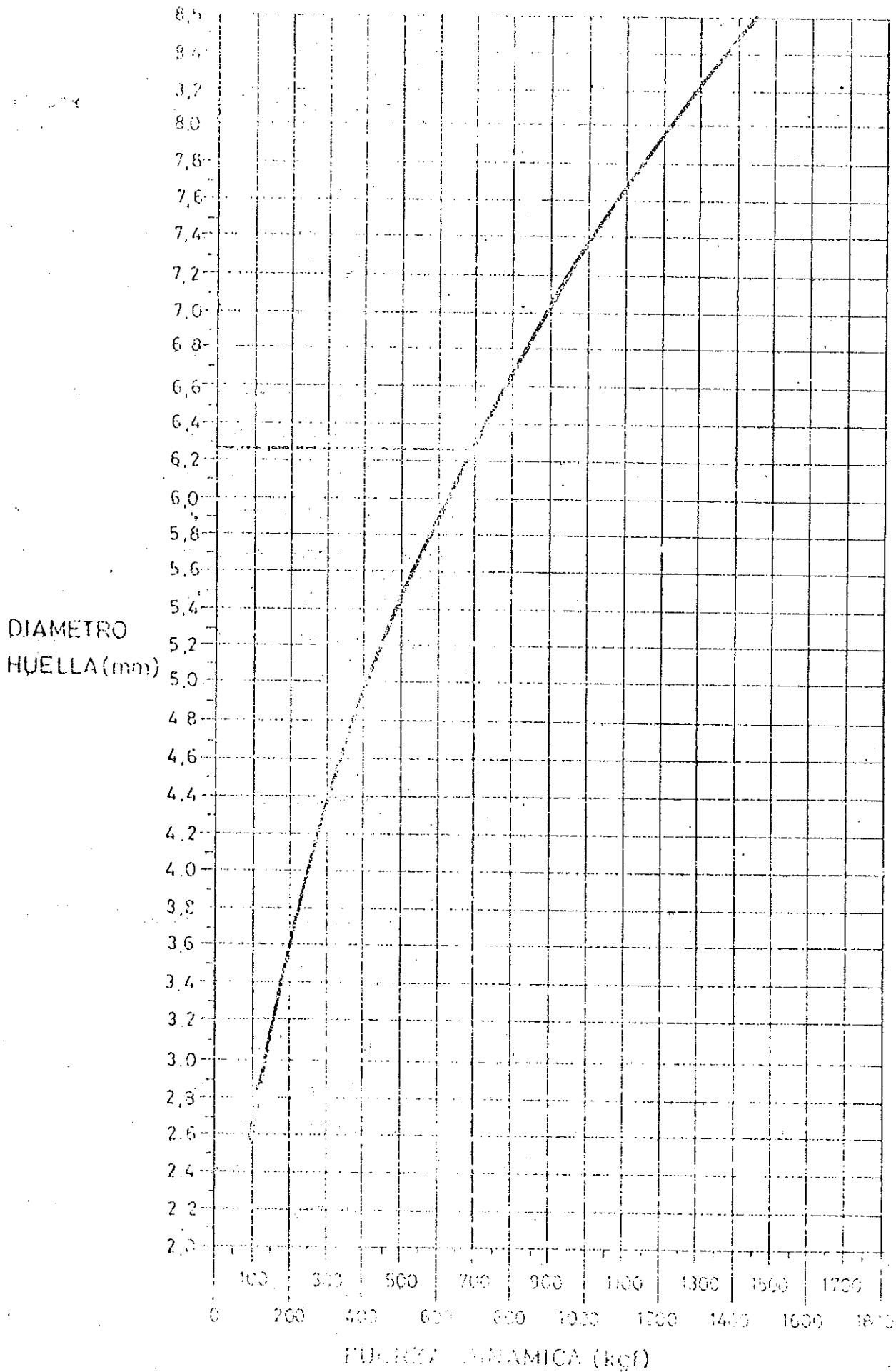
Para que el ensayo sea válido, el centro de la huella debe distar del borde de la placa al menos dos veces el diámetro de la huella.

Una vez colocado el conjunto dinamómetro-dispositivo anticaída, se enlazará éste mediante el correspondiente elemento a un maniquí, constituido por una masa rígida de 100 kgs, elevándola hasta que coincida sensiblemente con el extremo de la línea de anclaje extensible o del elemento de amarre, cuando exista en el dispositivo anticaída con elemento corredizo, de forma que éste se encuentre desbloqueado y manteniendo su centro de gravedad separado de la vertical que pasa por el punto de anclaje, una distancia no superior a 400 mm.

Se dejará caer libremente el maniquí, que deberá quedar suspendido por el dispositivo.

Se medirá el recorrido efectuado por el maniquí y se extraerá la placa-patrón.

El valor del recorrido del maniquí deberá ser $\leq 0'6$ metros y el diámetro de la huella, medida con precisión máxima, de 0'1 mm y como valor medio de dos diámetros ortogonales, de dimensiones paralelas a los ejes de la placa, deberá ser inferior al que corresponda, de acuerdo con el gráfico adjunto, a una carga de 700 kgf.



Fa 180 Para diámetro de huella de aluminio 20:25 HB 5/125/60

Este ensayo se efectuará después de cada uno de los acondi-
cionamientos anteriormente señalados,

4.2.4. Ensayo estático residual:

Este ensayo se realiza sobre todos los dispositivos que han sido sometidos al ensayo dinámico, debiendo efectuarse en idéntica forma al descrito para el ensayo de resistencia estática del dispositivo anticáida, hasta alcanzar la carga de 500 kgf, manteniéndola durante 2 minutos.

4.2.5: Determinación de la velocidad de bloqueo:

Este ensayo puede resultar interesante, a fin de conocer la velocidad de bloqueo del dispositivo, si bien, su exclusión de los ensayos que obligatoriamente han de superar los dispositivos anticáida se debe a que la superación del ensayo dinámico, fijando un recorrido máximo para el dispositivo, permite la determinación de la velocidad máxima de bloqueo. No obstante, mediante este ensayo se podrá determinar ésta sin necesidad de realizar el ensayo dinámico.

Para poder determinar esta velocidad, se realiza una prueba consistente en dejar caer libremente una pieza rígida, unida al dispositivo mediante elementos de anclaje, manteniendo tensos los elementos de anclaje y anotando el recorrido efectuado por el peso. Esta operación se realizará dos veces en cada dispositivo, antes de comenzar la prueba de resistencia a la fatiga y después de ésta. En ambos casos, la velocidad de bloqueo se determinará a partir de la expresión $v = \sqrt{2 g H}$.

Al existir en los distintos dispositivos una diferente elasticidad, especialmente motivada por la guía extensible, la masa de la pieza rígida utilizada para determinar la velocidad de bloqueo ha de ser ajustada para cada tipo de dispositivo, ya que en los que poseen una gran elasticidad, si la masa no es la adecuada, se produce un desbloqueo del sistema, al quedar momentáneamente la carga en el aire, desconectando el sistema de bloqueo y haciendo que la pieza llegue a alcanzar el suelo o se detenga después de más de una actuación del sistema.

De acuerdo con esto, resulta aconsejable utilizar en los sistemas de guía extensible de cable de acero una masa de 15 ± 5 kg, y 40 ± 10 kgs. en los de guía extensible, constituido por una banda o cuerda. Si bien, en algún caso ésta puede ser modificada de acuerdo con el dispositivo.

En el presente esquema se señala la marcha a seguir por cada una de las unidades de dispositivos anticaja sometidos a ensayo, de acuerdo con los criterios expuestos en la presente ponencia.

DISPOSITIVOS ANTICAIDA
(acondicionamiento normal)

2 unidades

resistencia estática dispositivos
> 1.000 kgf.
resistencia estática elementos
componentes
> 1.200 kgf.
> 2.000 kgf.

ENSAYO DE RESISTENCIA ESTÁTICA

5 unidades

comprobar funcionamiento

ENSAYO DE FATIGA

1 unidad
1 unidad
1 unidad
1 unidad

NIEBLA SALINA

LLUVIA

POLVO

ACEITE

$F \leq 700 \text{ kgf}$
 $l \leq 0,6 \text{ m}$

ENSAYO DINAMICO

ENSAYO ESTÁTICO RESIDUAL

resistencia estática > 500 kgf.

ENSAYO DE CORROSION

5. NORMAS DE UTILIZACION

Por último, pasamos a estudiar el campo de aplicación de cada uno de los distintos sistemas o dispositivos estudiados a lo largo del tema.

Como quiera que, tanto los dispositivos anticaída como los evacuadores o descensores han de ser utilizados por el usuario equipado con un cinturón de seguridad y antes de indicar el tipo de cinturón adecuado a cada sistema, se considera fundamental realizar una exposición de las distintas clases de cinturones adoptados en España, de acuerdo con la Norma Técnica Reglamentaria MT-13 "Cinturones de seguridad. Definiciones y Clasificación. Cinturón de sujeción".

5.1. Cinturones de seguridad. -

Para poder llegar a establecer una clasificación fué necesario estudiar los distintos trabajos u operaciones que pueden presentarse en la industria, en los que existen riesgos de caídas, y a partir de ellos, definir el tipo de cinturón adecuado para evitar los problemas derivados de aquéllas.

El resultado del citado estudio nos llevó a establecer tres tipos de cinturones:

- Cinturón de Clase A (Cinturón de sujeción)
- Cinturón de Clase B (Cinturón de suspensión)
- Cinturón de Clase C (Cinturón de caída)

De esta clasificación se excluyen los de sujeción de vehículos y los antivibratorios, por responder a características especiales.

En las figuras 4, 5 y 6 se incluyen, a título de ejemplo, algunos de los tipos de cinturones más generalizados de cada clase.

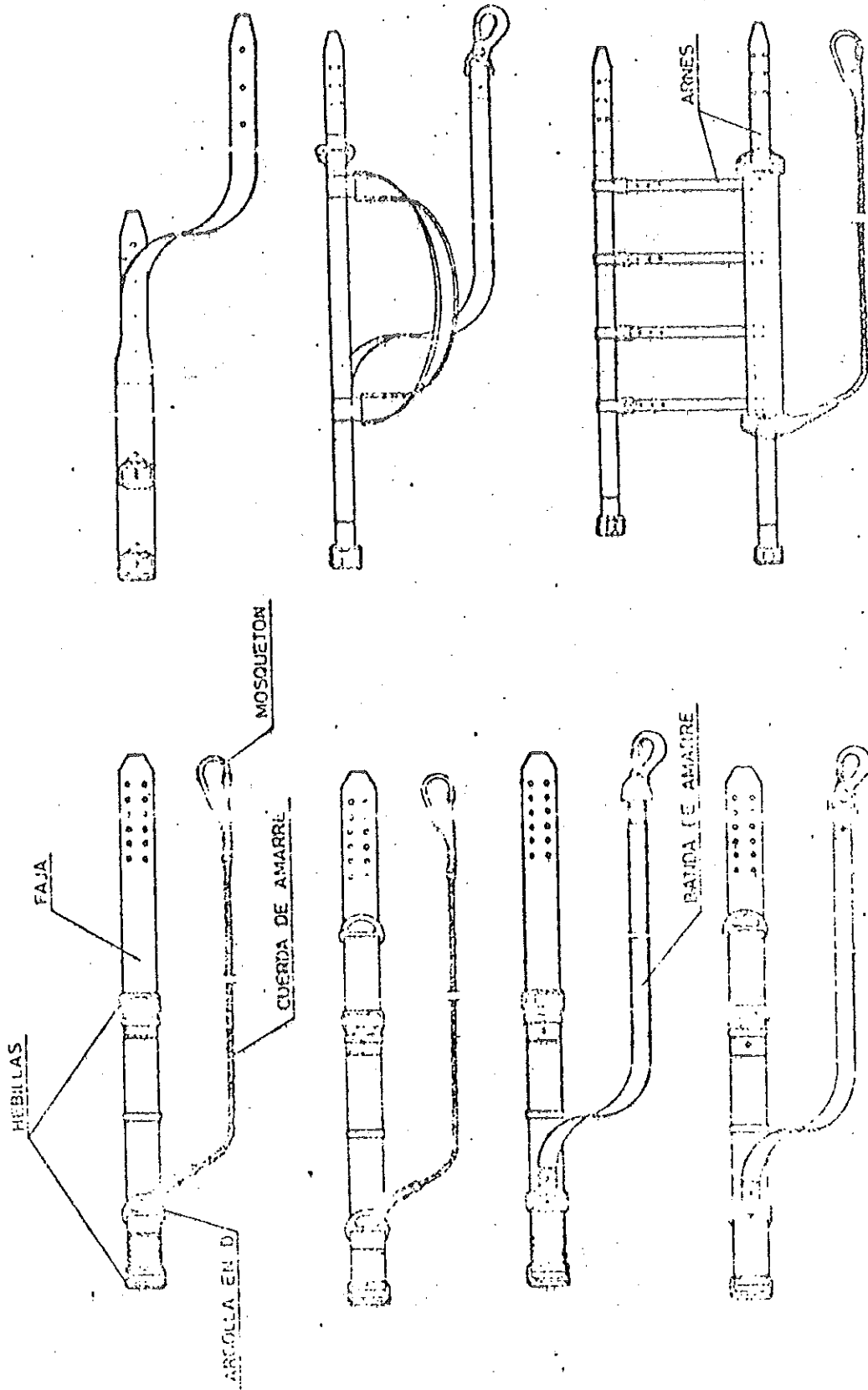


FIG. 4. EJEMPLOS DE CINTURONES DE SUJECION

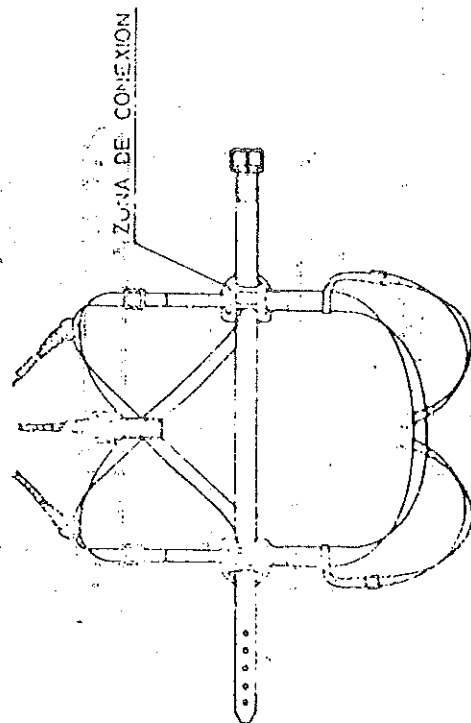
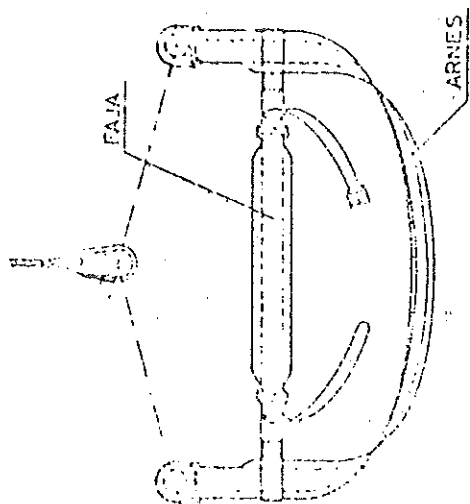
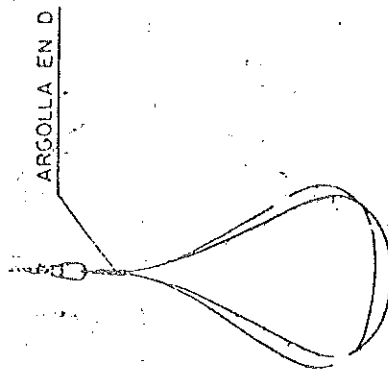
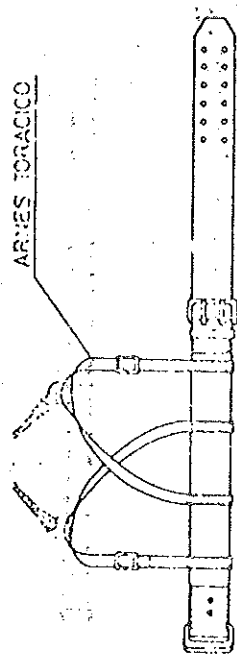
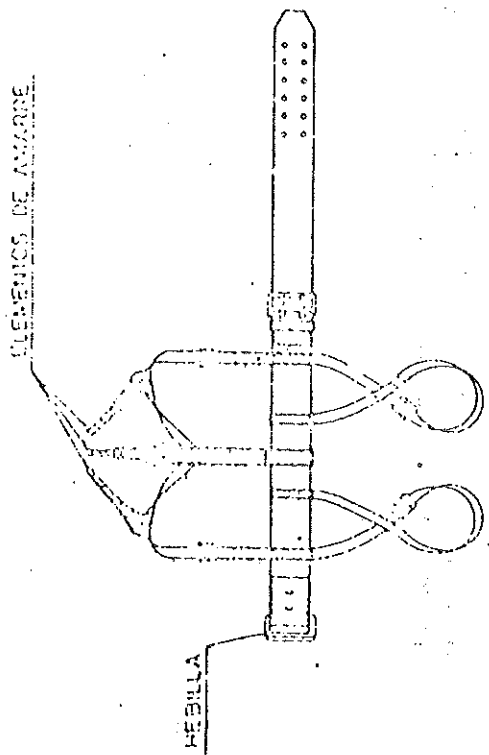


FIG.5- EJEMPLOS DE CINTURONES DE SUSPENSION

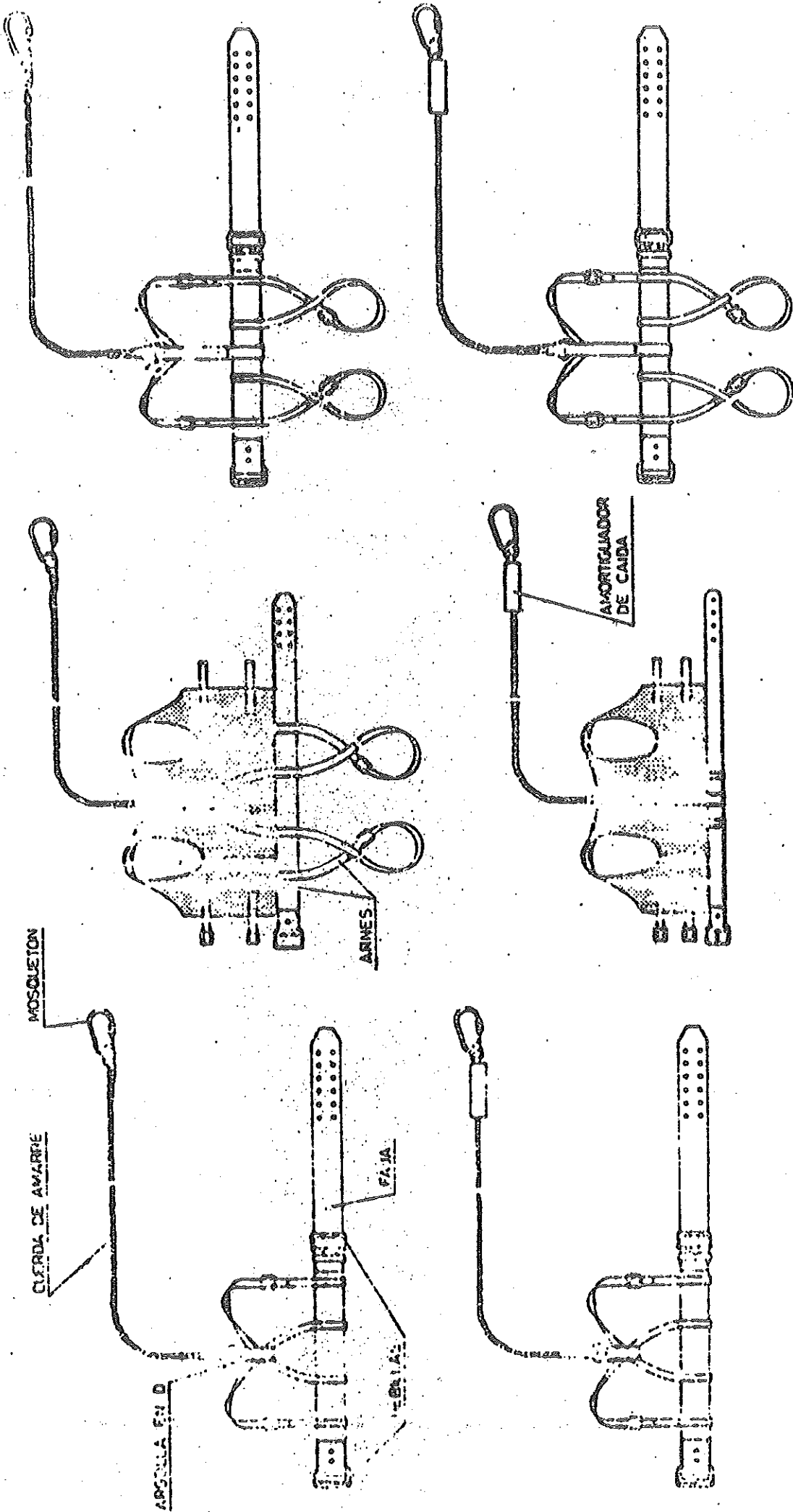


FIG. 6.- EJEMPLOS DE CINTURONES DE CAIDA

Dentro de esta Clase existen cuatro tipos, según esté constituido por un arnés torácico con o sin amortiguador (Tipo 1 y 1A) o estén constituido por un arnés extensivo al tronco y piernas, con o sin amortiguador (Tipo 2 y 2A).

En ocasiones se encuentran comercializados cinturones susceptibles de utilizarse como pertenecientes a más de uno de los tipos expuestos.

Con frecuencia, en esta clase, existen tres elementos metálicos, uno de ellos, situado en la parte superior de la espalda del usuario, que es el que debe ser utilizado para fijación del elemento de amarre cuando se utiliza como cinturón de caída, mientras que los situados en los hombros, de menor resistencia, están destinados para cuando se usan como cinturón de suspensión. Si, además, poseen una o dos zonas de conexión en la faja, éstos se utilizarán para sujeción del usuario.

Realizada la exposición de los distintos tipos de cinturones de seguridad utilizados en la industria, pasemos a analizar las aplicaciones de cada uno de los dispositivos o sistemas estudiados.

5.2. Evacuadores o descensores

Generalmente están dotados de dos cinturones de suspensión del Tipo 3, ya que éstos, al no precisar de ajuste al usuario, simplemente pasarlo por debajo de los brazos, permite realizar la operación de evacuación en un menor tiempo. Por otra parte, al disponer de dos cinturones, permite que en el mismo tiempo que una persona llega a la superficie de recogida y se suelta el cinturón, otro, en la superficie a evacuar está colocándose.

Dentro de esta Clase existen tres tipos, según que la operación a realizar por el usuario requiera una determinada duración, en cuyo caso debe dotarse al cinturón de cierta comodidad, permitiendo al individuo sentarse (Tipo 1); que las operaciones a realizar sean de muy corta duración (Tipo 2), o que se trate de operaciones exclusivamente de descenso, como evacuación de plantas altas de un edificio, etc., en las que es suficiente con que el individuo no sufra daños, por efectos del cinturón, durante las citadas operaciones (Tipo 3).

5.1.3. Cinturón de Clase C

Este cinturón está diseñado para ser utilizado en aquellos trabajos u operaciones que requieran desplazamientos del usuario con posibilidad de caída libre.

Este tipo de cinturón es el más conflictivo, ya que los anteriormente indicados, si reúnen las características resistentes apropiadas y se hace uso correcto de ellos, no debe presentar ningún tipo de riesgo, mientras que en los cinturones de caída, al ser utilizados en trabajos u operaciones que requieren una gran movilidad del usuario, y además, existan riesgos de caída libre, ya no basta con las características resistentes estáticas, sino que han de soportar grandes esfuerzos dinámicos o fuerzas de impacto y han de distribuirlos por zonas apropiadas del cuerpo, lo que hace necesario la existencia, como parte integrante del mismo, de un arnés. Además, y puesto que las distintas partes o zonas del cuerpo también tienen sus propios límites máximos admisibles de presiones, ha de intentarse que los valores aplicados sobre ellos sean lo más pequeños posible, o en definitiva, que el elemento de amarre tenga una gran capacidad amortiguadora o lleve incorporado un amortiguador de caída.

De estos tres tipos de cinturones indicados, el cinturón de caída es el que mayor problemática encierra, ya que mientras que los de suspensión y sujeción aparecen con unas prestaciones claras y definidas, aquél, para una utilización correcta, precisa de ciertas consideraciones.

5.1.1. Cinturón de Clase A

Este cinturón está diseñado para ser utilizado en aquellos trabajos u operaciones en los que el usuario no necesite desplazarse, ó cuando lo hace, las distancias de sus desplazamientos se encuentran limitadas. Su elemento de amarre debe estar siempre tenso, al objeto de impedir la caída libre.

Dentro de esta Clase existen dos tipos:

El primero (Tipo 1) para ser utilizado en trabajos u operaciones en los que no se precise desplazamientos apreciables o en los que éstos se limiten al acceso a diversos puntos de trabajo mediante desplazamientos horizontales, verticales y oblícuos del usuario, en el que puedan utilizarse sistemas auxiliares de anclaje móvil, sin merma de la funcionalidad del cinturón, tales como trabajos en cubiertas, amplias plataformas de trabajos, etc. La segunda modalidad (Tipo 2) es para ser utilizada en aquellos trabajos u operaciones en los que es posible fijar el cinturón abrazando el elemento de amarre a un poste, estructura, etc., tales como son los trabajos sobre líneas eléctricas, aéreas, estructuras metálicas, etc.

5.1.2. Cinturón de Clase B

Este cinturón está diseñado para aquellos trabajos u operaciones en los que sólo existan esfuerzos estáticos (peso del usuario), tales como operaciones en que el usuario esté suspendido por el cinturón, elevación y descenso de personas, etc., sin posibilidad de caída libre.

Su uso está indicado para permitir una rápida evacuación de personas bloqueadas en la zona alta de un edificio industrial o inmueble, grúas, puente grúas, telesféricos, etc.

En ocasiones, cuando se utiliza para evacuación de personas en caso de incendio, se le puede dotar de un arnés especial en forma de saco, a fin de permitir la evacuación de niños o impedidos.

Su velocidad máxima de descenso, de 2 m/seg, permite que el usuario, al encontrar un obstáculo en su camino, pueda fácilmente apartarlo con los pies.

5.3. Dispositivos anticaída

Hay que distinguir según el tipo de dispositivo:

5.3.1. Dispositivos anticaída con elemento corredizo

Dentro de este tipo de dispositivo hay que distinguir según se trate de guía de anclaje rígida o flexible.

Ambos tipos están diseñados para permitir plena libertad de movimiento al usuario que realiza operaciones de ascenso o descenso, y permitir al usuario descargar o trabajar desde cualquier punto con máxima seguridad.

Los dispositivos de línea de anclaje rígida están especialmente indicados en instalaciones fijas, donde es necesario tener previsto que con una cierta frecuencia, es preciso realizar operaciones de elevación y descenso.

Su uso está indicado, como sistema de seguridad, para todo tipo de escaleras verticales, torres, chimeneas, antenas de radio, postes de iluminación de instalaciones deportivas, etc. En este sentido, es preciso tener muy especialmente en cuenta el número de puntos fijos por metro recomendado por el fabricante, y con los que el dispositivo ha sido sometido a las pruebas de verificación.

Las líneas de anclaje fijas, instaladas en los postes, torres, escaleras, etc., por lo general no precisan de ningún mantenimiento, toda vez que suelen estar dotadas con un suficiente recubrimiento protector, que le hace muy resistente a los agentes atmosféricos.

Los sistemas anticaídas de línea de anclaje flexible se utilizan para aquellos trabajos u operaciones en los que, por las condiciones de trabajo, no es posible la colocación de guías de anclaje rígidas o la eventualidad del trabajo no haga rentable el empleo de ellas.

Si bien puede ser utilizado igualmente para instalaciones fijas, no resulta aconsejable, toda vez que sería preciso cada vez que fuera necesario realizar operaciones de elevación y descenso, tener que colocar la línea de anclaje, ya que de quedar puesta la acción prolongada del ambiente, muy especialmente en el caso de cuerdas, acabarían por disminuír la resistencia de la misma en muy poco tiempo.

Los dispositivos anticaídas de corredera pueden ser usados con cinturón de caída desprovisto de amortiguador, toda vez que el dispositivo de caída constituye en sí un importante elemento de amortiguación; no obstante, en en

determinados casos puede ser igualmente suficiente el empleo de - cinturón de sujeción, si bien lo ideal resultaría ser el del primero dotado de los elementos necesarios para poder ser utilizado en cualquier momento como sujeción del usuario cuando realiza una pausa o mientras dura la realización del trabajo.

5.3.2. Dispositivo anticaída con enrollador

Este tipo de dispositivo está indicado en operaciones de elevación y descenso por escaleras verticales, donde es fundamental que el operario disponga de las manos libres. En este caso, el punto de anclaje móvil deberá fijarse a la argolla en D o zona de conexión de un cinturón de caída, situada a la espalda del -- usuario.

No obstante, este dispositivo anticaída está igualmente - indicado en otro tipo de operaciones, tales como aquéllas en las que el uso de un sistema anticaída de corredera con la línea de - anclaje suelca pueda ser peligroso, trabajos sobre cubiertas in- clinadas, operaciones de elevación, operaciones sobre pozos y can- teras, operaciones sobre líneas eléctricas, construcción y limpie- za de silos, operaciones de mantenimiento sobre andamios y plata- formas, etc.

Su campo de aplicación es muy amplio, al ser de uso gene- ral en la industria naval, aeronáutica, siderometalúrgica, cons-- trucción, etc.

Para un uso correcto, el dispositivo anticaída deberá ser colocado por encima del usuario, fijo a un punto de anclaje de - probada resistencia. El sistema de recogida del cable deberá en- contrarse en perfectas condiciones, de tal forma, que permita una rápida recogida del cable, evitando de esta forma la posibilidad de una caída libre.

Antes de ser usado, deberá el usuario comprobar que se encuentra en correcto uso, para lo que hará actuar varias veces el sistema de bloqueo.

Dado que estos dispositivos están dotados de un indicador del final de la línea de anclaje, no se permitirá su uso estando visible tal señal.

De igual forma, se comprobará periódicamente el estado de la línea de anclaje, muy especialmente cuando es textil, al ser más fácilmente deteriorada por la abrasión.

5.4. Dispositivos de elevación y descenso

Estos dispositivos están diseñados especialmente para aquellos casos en los que la evolución del usuario debe ser realizada por éste. Su sistema de ascenso y descenso es accionado por el propio usuario, de acuerdo con las necesidades del trabajo que realiza.

Su uso está indicado en aquellos trabajos en los que la utilización de andamiajes resulte antieconómico, por tratarse de operaciones de corta duración. Según la duración de ésta se podrán utilizar dispositivos con silla o jaulas, de accionamiento manual o mecánico.

Constituyen en realidad una plataforma de trabajo individual, muy especialmente indicada en trabajos tales como limpieza y pintura de fachadas, limpieza de superficies exteriores acristaladas, etc.

Si bien, estos dispositivos suelen estar dotados de un doble sistema de seguridad, uno manual y otro automático, que actúa al alcanzar la velocidad un determinado valor, resultando aconsejable el uso simultáneo de un dispositivo de seguridad de corredera con línea de anclaje de cuerda o cable.

BIBLIOGRAFIA

- BS 5062:1973
CORTES, J.M. "Self-lucking safety anchorages for industrial use"
"Cinturones de seguridad. Efectos de la intemperie y de las radiaciones UV sobre las cuerdas de amarre"
Técnica Industrial En-Feb-1977.
- CORTES J.M. "Cuerdas de amarre para cinturones de seguridad. -
Consideraciones para su elección". Técnica Indus--
trial, Nov. 1976.
- CORTES J.M. "Resistencia de los elementos de amarre frente a -
las proyecciones de metal fundido de soldadura", -
Salud y Trabajo nº 1.
- CORTES J.M. "Estudios y resultados obtenidos en la puesta a pun-
to de un método de ensayo de tracción para cuerdas
e incidencias que sobre el mismo tienen distintos -
tipos de envejecimiento". Comunicación al VII Con-
greso Nacional de Medicina, Higiene y Seguridad. 1974
- DIN 23326 "Höhensicherungsgeräte Abseilgeräte". Feb. 66
- DIN 7470 "Sicherheitsgurte für absturzfährdete Personen".
- NF G 36-027 "Cordes tressées d'alpinisme et d'équipement indi-
(Oct. 73) viduel de protection contre les chutes".
- NF S 71-020 "équipements individuels de protection contre les -
(Jul 78) chutes".
- NF G 36-052 "Cordes d'alpinisme. Methode d'ensai dynamique"
(Oct. 71)
- PARTIDA E. - "Cinturones de seguridad: Nomenclatura, clasifica-
CORTES J.M. ción, aplicaciones, mantenimiento y conservación".
Salud y Trabajo nº 10 Dic. 77
- PARTIDA E. - "Descripción elemental de la caída libre de un cuer-
CORTES J.M. po atado. Método práctico para medir el esfuerzo má-
ximo originado en la misma".
- PARTIDA E. - "El cinturón de seguridad. Estudio físico experimen-
CORTES J.M. tal del fenómeno originado en la caída de un cuerpo
atado".

- NOEL, G. "Etude pour la normalisation de materiel de sécurité employé dans le bâtiment et les travaux publics"
Annales de l'Institut Technique du Bâtiment des Travaux Publics. n° 295-296 (1972)
- AMPHOUX,
POLI, SEVIN
Y OTROS "Effets sur l'homme des ceintures de sécurité ou sangles thoraciques au moment de l'arrêt des chutes"
Le Travail Humain, Vol. 3 (1972)
- ARDOWIN, G "Etude expérimentale sur les ceintures de sécurité"
Chahiers des Comités de Prévention (1972).