

Seguridad en trabajos verticales (II): técnicas de instalación

Safety in rope acces (II): Installation techniques
Sûreté des travaux sur cordes (II): Techniques d'installation

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

José M^a Tamborero del Pino
 CENTRO NACIONAL DE
 CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

Esta NTP es la segunda de una serie de cuatro, con las que se pretende actualizar las NTP 682, NTP 683 y NTP 684, motivada principalmente a la aparición desde su publicación de mejoras técnicas relacionadas con las técnicas de instalación utilizadas en los trabajos verticales.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta NTP es dar a conocer los distintos tipos y características de las técnicas de instalación de tendidos de trabajo para la conexión de las cuerdas de trabajo y seguridad, de forma que garanticen la seguridad de los trabajos verticales.

Esta NTP complementa por un lado, la NTP 1.108, en la que se definen los trabajos verticales, su campo de aplicación, los riesgos, las medidas preventivas y la formación de los técnicos verticales, entre otras cuestiones, la NTP 1.110 que desarrolla el equipo utilizado en los sistemas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas y la NTP 1.111 sobre las técnicas de progresión.

En la parte final de esta NTP se expone un glosario de los términos más importantes recogidos en este documento.

2. TÉCNICAS DE INSTALACIÓN DE TENDIDOS DE TRABAJO

Son el conjunto de instalaciones y equipos necesarios para la colocación de las líneas o cuerdas de trabajo y de seguridad, así como el resto de elementos auxiliares.

Para la adecuada instalación de los tendidos de trabajo es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos: instalaciones de cabecera, nudos, reaseguros, fraccionamientos, dispositivos de anclaje, resistencia del sustrato o soporte, angulaciones, desvíos y el sistema de reparto de cargas entre los dispositivos de anclaje.

Instalaciones de cabecera

La realización de la instalación de cabecera se basa en la instalación de dispositivos de anclaje seguros, fiables y por separado, uno o varios para la línea o cuerda de trabajo y otro o varios para la línea o cuerda de seguridad (ver figura 1). La instalación de ambas líneas se lleva a cabo mediante conectores a los dispositivos de anclaje instalados y que comprenden la instalación de cabecera.

Estos dispositivos de anclaje se instalarán sobre elementos estructurales del edificio, estructura, superficie, etc., o sobre un soporte o sustrato, pudiendo ser de varios tipos, funcionamiento y características, para lo que puede ser de utilidad la norma UNE-EN 795 sobre dispositivos de anclaje.

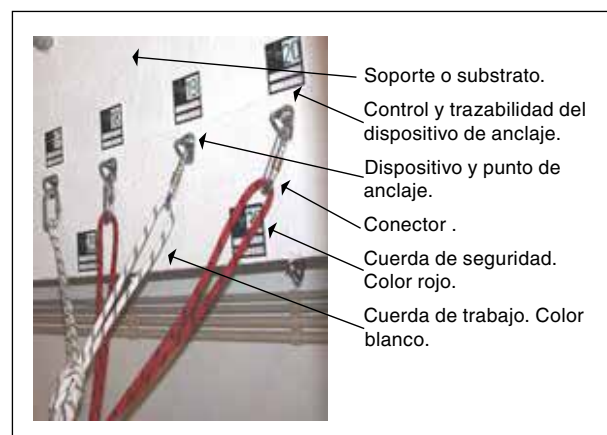


Figura 1. Sistema de sujeción de las cuerdas de trabajo y seguridad. Instalación de los componentes.

Como pauta y recomendación para la instalación de los sistemas de sujeción de las cuerdas de trabajo y seguridad (en adelante "sistema de sujeción") y posterior anclado de los tendidos (trabajo y seguridad), es importante utilizar diferentes elementos estructurales, en lugar de colocar los dispositivos de anclaje sobre un solo elemento estructural. Esta pauta proporcionará mayor fiabilidad y seguridad, además de permitir un reparto de cargas, así como menores esfuerzos de presión sobre dichos elementos.

En el caso de dispositivos de anclaje instalados, la distancia mínima entre ellos será de 30 cm (ver figura 2). La resistencia de cada uno deberá ser mayor que la mínima exigida conforme la norma de referencia, antes reseñada, y estarán diseñados para el uso de un único usuario

inicialmente, salvo que se permita su uso para varios, lo cual vendrá determinado por el fabricante y la certificación de la instalación de los mismos.

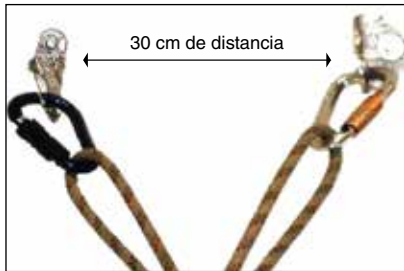


Figura 2. Anclaje de la cuerda de trabajo y de seguridad.

Antes de proceder al montaje de las instalaciones de cabecera, se debe realizar una inspección previa a la utilización de elementos estructurales como anclajes de cabecera (en base al art. 4.1 RD 1215/1997); dicha inspección la debe realizar un técnico competente y con capacidad (art. 4.3 RD 1215/1997) para juzgar la adecuación del punto/s de los elementos estructurales que pudieran ser utilizados como anclajes de cabecera, debiendo realizarse las pruebas de resistencia necesarias para comprobar su idoneidad y fiabilidad por medio de los equipos adecuados (ver figura 3). Asimismo, deben registrarse documentalmente los datos obtenidos, conjuntamente con otros datos como: los del fabricante del dispositivo; del sistema o método de fijación; de la planificación y distribución; del análisis y cálculo de resistencia del soporte o sustrato; del técnico instalador; de las revisiones en su caso; etc.

La inspección deberá estar documentada (art. 4.4 RD. 1215/1997). Además, todo esto se debe reflejar en el documento de planificación del trabajo que hay que adoptar en base al punto 4.4.1.e) del anexo II del RD. 1215/1997.

La instalación de los sistemas de sujeción debe llevarla a cabo personal con experiencia y formación adecuada.



Figura 3. Máquina medidora de resistencias.

El proceso de la instalación de las cabeceras, así como de ambos tendidos, seguridad y trabajo, debe llevarse a cabo atendiendo a los procedimientos de trabajo que se determinen en cada situación, siendo imprescindibles la utilización de los equipos de protección individual y colectiva previstos. La utilización de los mismos vendrá determinada por las características del lugar de trabajo en altura (cubierta, muro perimetral, plano inclinado), debiendo por tanto utilizarse los sistemas de protección individual contra caídas establecidos conforme a la norma UNE-EN 363.

Una vez realizada la instalación de la cabecera, que es la responsable de la sujeción inicial, se procede a

la instalación de la cuerda de trabajo y de la cuerda de seguridad, que permitirán al trabajador acceder a la zona de trabajo en vertical, es decir, le permiten acceder y posicionarse en un lugar de trabajo en altura. Previamente al acceso a esta zona de trabajo en vertical, el trabajador deberá haberse puesto el equipo necesario para el acceso con cuerda, que se compone de diferentes elementos y dispositivos para poder progresar por las cuerdas con total seguridad.

En la instalación de ambas cuerdas trabajo y seguridad es imprescindible aplicar y seguir algunas normas y procesos de seguridad específicos con objeto de protegerlas de los rozamientos que se puedan producir con aristas, bordes, filos, cantos u otros elementos, los cuales pueden provocar el corte o deterioro de las mismas. Para ello, se utilizan diferentes sistemas, técnicas o elementos tales como: fraccionamientos, desviaciones, protecciones anti-roce, trípodes, pescantes, etc. Además de la protección de las cuerdas, se deben proteger los bordes cortantes, afilados, abrasivos o que puedan quemar las cuerdas instalando sobre ellos distintos sistemas de protección que eviten la fricción o roce de las cuerdas. Ver figura 4.



Figura 4. Sistemas de protección de las cuerdas de seguridad y de trabajo.

Una vez la cuerda de trabajo y la de seguridad se han anclado a la instalación de cabecera, debe mantenerse entre ellas una distancia, de 1 m a 1,5 m aproximadamente, con el objetivo de facilitar las tareas que realiza el trabajador vertical y de protegerla la cuerda de seguridad de las posibles agresiones que pueda sufrir como consecuencia de esos trabajos. Esto no es óbice para que la cuerda de trabajo también se proteja, a fin de garantizar una mayor seguridad en la ejecución de los trabajos verticales. Ver figura 5.

Es muy recomendable utilizar cuerdas de diferentes colores, que permita diferenciar entre la cuerda de trabajo y la de seguridad. El tipo de cuerdas dependerá de los dispositivos de regulación de cuerda que se utilicen,



Figura 5. Separación entre la cuerda de seguridad y la de trabajo.

en las instrucciones de los fabricantes se indicará el tipo de cuerda más adecuado (las más utilizadas suelen ser las cuerdas semiestáticas tipo A según la norma UNE-EN 1891). Con ello se controla el hecho de que la cuerda que sufre un mayor desgaste es la cuerda de trabajo, salvaguardando el estado de la cuerda de seguridad, ya que el dispositivo anticaídas no fricciona tanto la cuerda de seguridad como los dispositivos para progresar por la cuerda de trabajo en ascenso o descenso.

Así, la vida útil de la cuerda de seguridad, por el menor desgaste, es mayor, y también permite un mejor control de la trazabilidad en cuanto a las revisiones periódicas que se le debe realizar a ambas cuerdas.

Nudos

En las instalaciones de cabecera se utilizan en muchas ocasiones nudos para unir partes de los tendidos. Los nudos más utilizados son, gaza simple, ocho, ocho de doble seno y nueve.

La característica fundamental de los nudos es que son el punto más débil de una cuerda. Los nudos reducen la resistencia de una cuerda entre un 30% y un 60% de lo establecido por el fabricante de la misma.

Cualquier nudo debe cumplir las siguientes características:

- Estar adaptado al uso que se le va a dar.
- Resistente y seguro.
- Fácil de realizar.
- Fácil de verificar su realización.
- Fácil de deshacer.

Reaseguros

Los reaseguros consisten en el montaje de una instalación por detrás de la instalación principal, uniendo las dos con una cuerda, de forma que el "reaseguro" no trabaje. El objetivo del reaseguro es garantizar la sujeción de la cuerda en el caso de que la instalación principal falle.

Pese a que las medidas de seguridad redundantes son recomendables, lo más seguro es dimensionar la instalación principal adecuadamente, despejando cualquier duda sobre su fiabilidad y resistencia. En caso de que la instalación principal deba soportar una mayor carga, siempre se puede utilizar la instalación de reaseguro como un anclaje más y realizar un reparto de cargas junto con la instalación principal mediante una triangulación.

Por todo esto, en el caso de realizar reaseguros de las instalaciones de cabecera, los criterios de seguridad y resistencia deberán ser los mismos que en el caso de no instalar dicho reaseguro.

Durante las tareas de montaje de la instalación de cabecera deben instalarse sistemas de protección colectiva, como por ejemplo barandillas, etc., en zonas en las que exista riesgo de caídas a distinto nivel, y no existan elementos arquitectónicos del propio edificio, estructura, superficie, etc., que ya cumplan la función de protección (barandillas, muros perimetrales, vallado, protección de huecos, etc.).

Fraccionamientos

En ocasiones, para poder acceder a determinados lugares, el trabajador tiene que montar varias instalaciones de cabeceras secundarias, partiendo de una cabecera principal. A esas instalaciones de cabecera se las denomina fraccionamientos, que pueden ser de dos tipos, cortos o

largos, dependiendo de la comba que tengan las cuerdas de trabajo y de seguridad.

Para el montaje del fraccionamiento deben observarse las mismas normas que para la instalación de una cabecera, pues en sí, es exactamente lo mismo y debe tener su misma resistencia y fiabilidad. Ver figura 6.

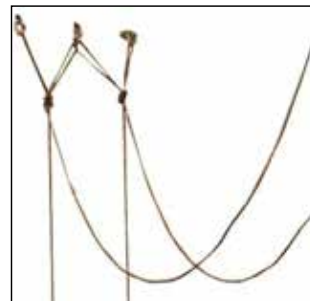


Figura 6. Instalación de un fraccionamiento.

Anclajes

En el caso de los sistemas de acceso con cuerda, generalmente se pueden encontrar como más habituales los siguientes elementos y dispositivos como parte de los sistemas de anclaje:

Elementos constructivos

Son los que ofrece la propia estructura del edificio (por ejemplo: caseta de la sala de máquinas de ascensores, chimeneas, vigas metálicas, soportes de instalaciones, etc.). La decisión de utilizar alguno de estos elementos para anclar las cuerdas debe tomarla un técnico competente con conocimientos de resistencia de materiales en el caso en que se trate de trabajos con proyecto y memoria. Para los casos de trabajos de pequeña duración o trabajos que no requieren proyecto, la determinación de la capacidad de resistencia de los anclajes la realiza el técnico que vaya a realizar el trabajo o responsable de la empresa. Además, se debe realizar una inspección ocular para comprobar que no están dañados o debilitados por grietas u otras patologías. En caso de duda se deben realizar pruebas de carga, a nivel del suelo, debiendo garantizar una carga tres veces superior al peso que va a soportar durante su utilización, incluida la posible fuerza de choque provocada por una caída.

Dispositivos de anclaje estructurales (para permanecer en la estructura)

En estos casos se suelen encontrar según la forma de fijación: anclajes mecánicos y químicos (ver NTP 893 Anclajes estructurales).

El anclaje mecánico se fija al soporte por la presión que ejerce el mecanismo de expansión sobre las paredes del orificio taladrado sobre el soporte, substrato o superficie. En este caso, el mecanismo de expansión crea unas tensiones en el interior del material de soporte, por lo que este soporte debe ser macizo y compacto. Los materiales que cumplen este requisito son el hormigón en masa, el hormigón armado y la piedra compacta. Ver figura 7.

El anclaje químico funciona mediante la adherencia de la resina inyectada en el agujero creado por la perforación realizada con un taladro sobre un soporte, substrato o superficie, sin casi presión o tensión a este, por lo que

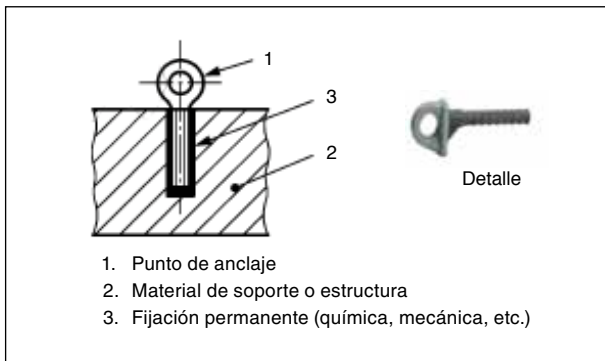


Figura 7. Dispositivo de anclaje estructural. Partes.

se puede emplear más cerca de los bordes, siendo más adecuado para soportes poco compactos o perforados como el hormigón de baja resistencia o la piedra poco compacta, así como sobre el ladrillo macizo, ladrillo de hueco simple o doble, o similares.

Muchos anclajes estructurales, no incluyen el punto de anclaje, es decir, la pieza en la que anclar la cuerda de trabajo y/o de seguridad, terminando en una tuerca hexagonal que fija el anclaje en el caso de los mecánicos y en un tornillo roscado en el caso de los químicos. En estos casos se añade un elemento apropiado que puede ser una plaqueta o chapa, o un cáncamo según el tipo A de la norma UNE-EN 795:2012. Ver figura 8.



Figura 8. Anclajes estructurales de fijación mecánica y química.

Dispositivos de anclaje según la UNE-EN 795

Los más utilizados en los sistemas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas son los denominados como Tipo A y Tipo B

- Los dispositivos de **Tipo A** necesitan de un **elemento de fijación** (puede quitarse de la estructura, por ejemplo un tornillo pasante) o un **anclaje estructural** (ver punto anterior). Ver figura 9.
- Los dispositivos **Tipo B**: son aquellos que no requieren de un elemento de fijación o anclaje estructural para ser unido a la estructura. Se suelen caracterizar por su "provisionalidad", es decir se instalan para rea-

lizar el trabajo y se retiran una vez finalizado este. Son considerados EPI. En estos casos la propia estructura del edificio (por ej. vigas metálicas) sirve para instalar el dispositivo de anclaje directamente (ver figura 10). Ejemplos típicos son las cintas o eslingas de anclaje (ver figura 11).

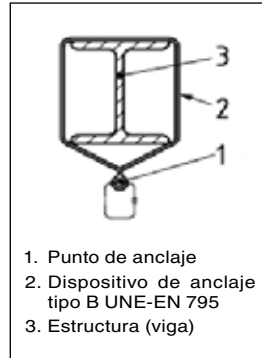


Figura 10. Dispositivos de anclaje Tipo B anclado a una viga.

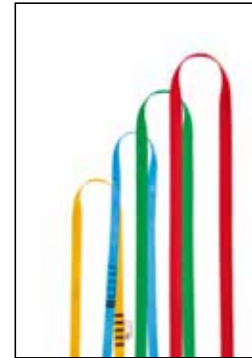


Figura 11. Cintas o eslingas de anclaje.

La norma UNE-EN 795 también contempla otros tres tipos de dispositivos de anclaje (las líneas de anclaje horizontales flexibles o Tipo C, las rígidas o Tipo D y los denominados de peso muerto o tipo E)

La norma UNE-EN 795, sólo cubre a aquellos dispositivos que se puedan retirar de la estructura (desmontables) y que sirvan para un único usuario, siendo la especificación técnica **CEN/TS 16415:2013** la que contempla los dispositivos para más de un usuario.

Disposición y número de anclajes

Es imprescindible que las instalaciones de cabecera, sean capaces de soportar cargas de 12 kN como mínimo, especialmente cuando la calidad del sustrato no es la óptima, no se debe fiar toda la seguridad del sistema a un solo anclaje. Lo más conveniente es instalar un segundo anclaje, de ese modo se sobredimensiona el sistema y queda fuera de toda duda su capacidad de soportar una caída.

Cuando se utilizan dispositivos de anclaje estructurales, hay que tener en cuenta que tanto los químicos como los mecánicos (de expansión), generan un cono de presiones sobre el sustrato. El radio de este cono depende de la longitud del espárrago, siendo aproximadamente 1,5 veces la longitud del espárrago o tensor. Esta distancia determina, la distancia mínima a la que se puede colocar otro anclaje sin que los conos de presión se solapen o generen cargas excesivas sobre una parte determinada y pequeña del sustrato. Es por esto que la distancia mínima

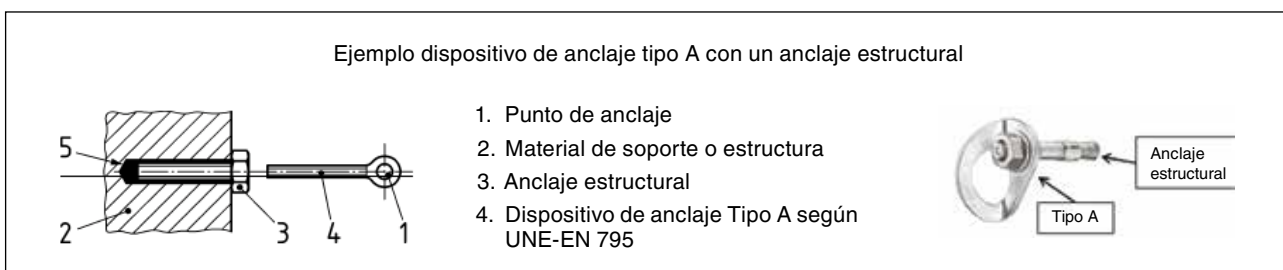


Figura 9. Dispositivos de anclaje Tipo A.

de seguridad entre anclajes instalados debe ser, como mínimo, de 30 cm para tensores de 10 cm de longitud. Esta distancia se puede reducir disminuyendo la longitud del tensor, respetando las cargas. Es necesario mantener esta distancia de seguridad cuando el anclaje vaya instalado cerca de un borde o una esquina de la pared.

Altura de los anclajes

Siempre que sea posible, la instalación se debe situar más bien alta, incluso por encima de la cabeza de forma que el ángulo formado por la cuerda y el “peto” o protección perimetral sea mayor, facilitando la entrada en la vertical y realizando un esfuerzo más moderado sobre ese punto concreto de apoyo de la cuerda. Es preciso tener en cuenta que la resistencia de los anclajes sobre elementos estructurales puede verse afectada por el efecto palanca producido por la altura de los mismos, por lo que se deben colocar lo más bajo posible.

Resistencia del sustrato o soporte

Para elegir el punto de anclaje más adecuado, resulta fundamental realizar un estudio sobre la resistencia del sustrato sobre el cual se va a montar la instalación de cabecera. La resistencia a la extracción del anclaje, está íntimamente ligada a la resistencia a la compresión que tiene el propio sustrato. En la tabla 1 se puede ver los tipos de anclaje más adecuados en función del tipo de sustrato.

En paredes o soportes de ladrillo hueco o con cámaras de aire grandes, no se debe utilizar ninguno de estos anclajes ya que la resistencia del propio sustrato no alcanza los mínimos exigidos. Para estos casos se utilizan anclajes con espárragos pasantes, capaces de abrazar el muro en toda su anchura, aumentando la superficie sobre la cual trabaja. Utilizando convenientemente varias unidades de este tipo de anclajes, se consiguen instalaciones que cumplan con la resistencia (12 kN).

Hormigón Compacto Roca Dura (Ejemplo: granito)	Ladrillo macizo Roca Blanda o muy blanda (Ejemplo: caliza) Ladrillo perforado
Anclaje químico Anclaje expansivo	Anclaje químico

Tabla 1. Tipos de anclajes en función del sustrato.

Angulaciones

Cuando se tiene una instalación con dos puntos de anclaje para trabajar juntos, la mejor manera de optimizar la resistencia de cada uno está en conseguir repartir la carga entre los dos anclajes al 50 %. De esta manera siempre se tiene una resistencia residual en cada uno para resistir un sobreesfuerzo inesperado.

Si se unen dos anclajes mediante dos eslingas de anclaje se forma un “triángulo de fuerzas”, el esfuerzo soportado por cada uno, dependerá directamente del ángulo formado entre estas eslingas. En el supuesto de que un trabajador vertical sufra una caída en que se desarrolle una fuerza de choque de 6 kN (fuerza máxima de choque a la que puede verse sometido un trabajador en una caída utilizando correctamente un sistema anticaídas), hay que tener en cuenta que los esfuerzos sobre los anclajes se incrementan a medida que aumentan los ángulos entre los mismos. Ver tabla 2.

Ángulo (Grados)	Fuerza de choque	% de carga sobre los anclajes F1 y F2	Esfuerzo sobre los anclajes F1 y F2
0°	6 kN	50 %	3 kN
30°	6 kN	52 %	3,1 kN
60°	6 kN	58 %	3,4 kN
90°	6 kN	71 %	4,2kN
120°	6 kN	100 %	6 kN
150°	6 kN	174 %	10,4 kN
160°	6 kN	287 %	17,2 kN
170°	6 kN	575 %	34,5 kN
175°	6 kN	2.865 %	172 kN

Tabla 2. Esfuerzos sobre los anclajes en función del ángulo entre los mismos.

Cuando se utilizan varios puntos de anclaje se deben evitar los ángulos abiertos entre las eslingas o cuerdas que los unan, con el objeto de no sobrecargar los anclajes. Lo aconsejable es que los ángulos no superen los 60°, de forma que se reparta igualmente el esfuerzo entre los anclajes. En la figura 12 se pueden ver algunos ejemplos.

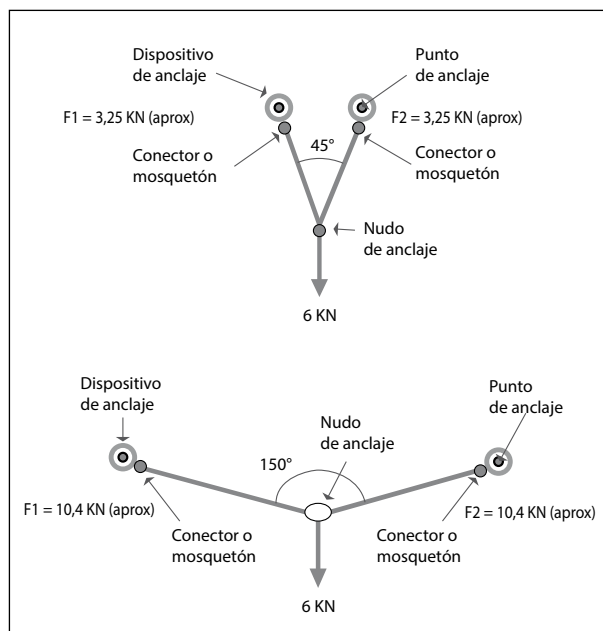


Figura 12. Ejemplos de los esfuerzos sobre los anclajes en función del ángulo entre ramales.

Desvíos

Los desvíos son necesarios cuando los anclajes en los elementos estructurales utilizados se encuentran desplazados de la línea que deberá seguir la cuerda anticaídas o la cuerda de trabajo. En estos casos, para conseguir que la cuerda se sitúe en la vertical del trabajador, se debe “apoyar” dicha cuerda en un anclaje auxiliar, mediante un reenvío o desvío.

Es necesario dimensionar correctamente el anclaje sobre el que se va a realizar el desvío, ya que, dependiendo del ángulo formado por la cuerda, el mismo deberá soportar más o menos carga. Ver figura 13.

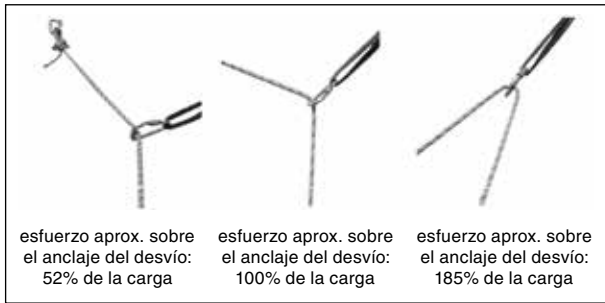


Figura 13. Distintos esfuerzos sobre el anclaje de desvío en función del ángulo formado por la cuerda.

Sistema de reparto de cargas entre los dispositivos de anclaje

Con independencia del tipo de anclaje elegido, existen diversos métodos para realizar el correcto reparto de cargas entre ellos, para garantizar ángulos cerrados. Para elegir el sistema más adecuado se debe tener en cuenta, principalmente, la distancia entre los anclajes. En función de la ubicación y las características de los anclajes se debe elegir entre los siguientes métodos:

- **Triángulo bloqueado con eslinga**
Se puede aplicar siempre que los anclajes no estén muy separados y tenga una resistencia similar. Ver Figura 14.
- **Triangulación con ocho de doble seno**
Se aplica para anclajes no muy separados (máximo 2 m), cuando se carece de una eslinga de una longitud apropiada o están situados a niveles diferentes. Ver Figura 15.
- **Tres ochos**
Este sistema es recomendable cuando los anclajes estén situados a distinto nivel y muy separados. Los nudos de ocho deben ser de doble seno, montando los dos senos sobre el mosquetón. Ver figura 16.



Figura 14. Triángulo bloqueado con una eslinga.



Figura 15. Triángulo realizado mediante ocho de doble seno.



Figura 16. Sistema realizado mediante tres ochos.

- **Sistema de anclaje:** Sistema destinado a formar parte del equipo de protección individual contra caídas. Incorpora un punto de anclaje o varios, y/o un dispositivo de anclaje, y/o un soporte, y/o la fijación al soporte, y/o un anclaje estructural.
- **Soporte o substrato:** Superficie sobre la cual se realiza la instalación del dispositivo de anclaje (ladrillo, hormigón, madera, cerámica, roca, vigas, etc.).
- **Punto de anclaje:** Elemento al que puede ser sujetado con total seguridad un equipo de protección individual y/o un equipo de trabajo, tras la instalación del dispositivo de anclaje.
- **Dispositivo de anclaje:** Todo elemento o serie de elementos que incorporan uno o varios puntos de anclaje, y se anclan o instalan sobre un soporte o substrato o a un anclaje estructural.
- **Anclaje estructural:** Elemento o elementos fijados permanentemente a una estructura que reúne todos los requisitos de seguridad, al cual o a los cuales es posible sujetar un dispositivo de anclaje o un equipo de protección individual.
- **Anclaje mecánico:** Tipo de dispositivo de anclaje que se fija al soporte por la presión que ejerce el mecanismo de expansión sobre las paredes del orificio taladrado sobre el soporte, substrato o superficie.
- **Anclaje químico:** Tipo de dispositivo de anclaje que funciona mediante la adherencia de la resina inyectada en el agujero.
- **Peto o protección perimetral:** Estructura vertical de protección de borde frente a caídas de altura.
- **Conectores:** Son elementos de conexión, construidos como eslabones metálicos de acero, aluminio o aleaciones ligeras, dotados de un mecanismo de apertura rápida y cierre de seguridad.
- **Eslingas de anclaje:** Son elementos que sirven para conectar dispositivos de anclaje en las operaciones de instalación de los mismos, con objeto de adecuarlas a las características del tipo de trabajo a realizar (comúnmente pueden ser denominados como "cabos de anclaje", "cintas de anclaje", "anillos", "cuerdas", etc.). Generalmente textiles y cumpliendo con los requisitos establecidos bien para los "dispositivos de anclaje tipo B" según la UNE-EN 795, bien para los "equipos de amarre" según la UNE-EN 354.

BIBLIOGRAFÍA

Ver NTP 1.108 y 1.110.

Glosario de definiciones relacionadas con las instalaciones

- **Instalación de cabecera:** Instalación de los diferentes dispositivos de anclaje que componen el o los sistemas de sujeción para anclar por separado las cuerdas de trabajo y de seguridad que permiten acceder a la zona vertical donde se ejecutan los trabajos o tareas.